



Kennisprogramma Natte Kunstwerken
Kennisplan 2018

Technische levensduur

Verslag workshop ‘Corrosie van bestaande
stalen damwanden in zoetwater’

Diego Allaix (TNO)
Hans Brinkman (Deltares)
Leo Klatter (Rijkswaterstaat)
Renger van de Kamp (Rijkswaterstaat)

Kenmerk : KpNK-2018-BKW-02a001
Versie : 1.0
Datum publicatie : 5 juli 2018



In het **Kennisprogramma Natte Kunstwerken (KpNK)** werken Deltares, MARIN, Rijkswaterstaat en TNO samen aan de kennisontwikkeling om de vervangings- en renovatieopgave bij natte kunstwerken (stuwen, sluizen, gemalen en stormvloedkeringen) efficiënt en kostenbesparend aan te pakken.

Deltares

MARIN



TNO

Voor het kennisprogramma wordt er jaarlijks een inhoudelijk **Kennisplan** inclusief bijbehorend financieringsplan opgesteld. Andere partijen (zoals waterschappen en marktpartijen) worden nadrukkelijk uitgenodigd om deel te nemen.

Meer informatie over het Kennisprogramma Natte Kunstwerken vindt op www.nattekunstwerkenvandetoekomst.nl waar ook de onderzoeksresultaten ter beschikking worden gesteld.

NKWK

De samenwerking binnen het Kennisprogramma Natte Kunstwerken vormt de uitwerking van de onderzoekslijn "Toekomstbestendige Natte Kunstwerken" binnen het **Nationaal Kennisplatform voor Water en Klimaat (NKWK)**. Dit kennisplatform brengt Nederlandse overheden, kennisinstellingen en bedrijven bij elkaar om samen te werken aan pilots, actuele vraagstukken en lange termijnontwikkelingen op gebied van water- en klimaatvraagstukken.

Meer informatie staat op www.waterenklimaat.nl.

Voor vragen met betrekking tot het rapport kunt u terecht bij de auteurs:

Diego Allaix - diego.allaix@tno.nl

Hans Brinkman - hans.brinkman@deltares.nl

Voor vragen over Kennisprogramma Natte Kunstwerken en Kennisplan 2018 kunt u terecht bij:

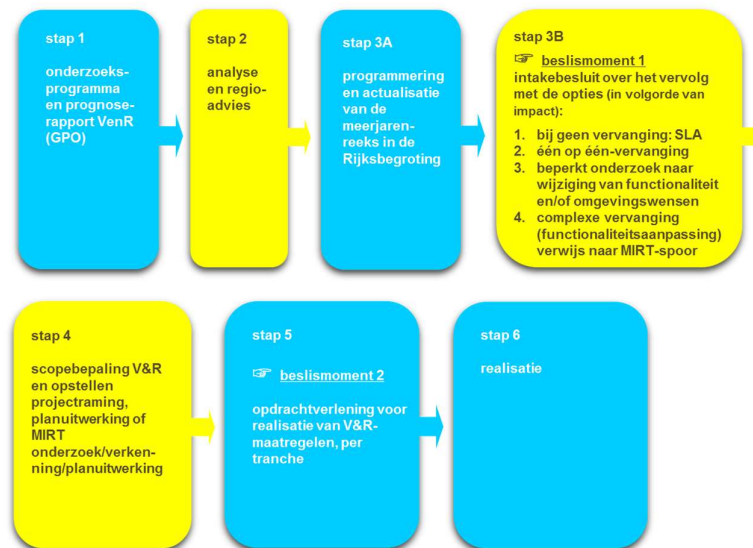
Maarten van der Vlist - maarten.vander.vlist@rws.nl



Voorwoord

Sluizen, stuwen, gemalen en stormvloedkeringen zijn belangrijke assets van beheerders zoals Rijkswaterstaat en de waterschappen. Een groot deel van deze natte kunstwerken bereikt komende decennia het einde van de (technische) levensduur waarvoor het is ontworpen. Er dient zich dan ook een aanzienlijke vervangings- en renovatieopgave van deze kunstwerken aan.

De laatste jaren wordt steeds meer gezocht naar mogelijkheden om levensduur van kunstwerken te verlengen, en om bij einde levensduur (noodzakelijke) ingrepen aan gebiedsontwikkelingen en/of functionele/netwerk ontwikkelingen te koppelen. Rijkswaterstaat heeft daartoe als asset manager een vernieuwde werkwijze voor het Vervanging en Renovatie (VenR) proces opgesteld, welke de basis vormt voor de inrichting van het Kennisprogramma Natte Kunstwerken (zie Figuur 1).



Figuur 1. Vernieuwde RWS-werkwijze Vervanging en Renovatie.

In het Kennisprogramma Natte Kunstwerken wordt kennis ontwikkeld die bijdraagt aan de verschillende stappen binnen deze vernieuwde VenR-werkwijze, met als focuspunten stap 1 (prognoserapport) en stap 2 (regio-analyse en -advies). Het prognoserapport richt zicht op de (einde) technische levensduur, het regio-advies brengt met name de relatie object-netwerk-gebied in kaart.

Het onderzoek in het Kennisprogramma Natte Kunstwerken vindt plaats langs de onderstaande 3 onderzoekssporen en heeft tot doel om een effectieve en efficiënte aanpak van de vervanging- en renovatie-opgave en nieuwbouw van natte kunstwerken mogelijk te maken:

- bestaand object
 - inzicht in (einde) technische levensduur
 - levensduurverlenging
- object-systeem
 - inzicht in (einde) functionele levensduur en object-systeemrelaties
- nieuw(e) object/objectonderdelen
 - toepassen innovaties
 - inspelen op toekomstige ontwikkelingen.



Kennisprogramma Natte Kunstwerken *Kennisplan 2018*

Sinds enkele jaren is er het Nationaal Kennisplatform voor Water en Klimaat (NKWK). Hieronder lopen diverse onderzoekslijnen. Eén van de onderzoekslijnen is “Toekomstbestendige Natte Kunstwerken”. Voor het praktisch laten functioneren van deze onderzoekslijn is er een Samenwerkingsovereenkomst Natte Kunstwerken en een Kennisprogramma Natte Kunstwerken opgesteld:

- Samenwerkingsovereenkomst Natte Kunstwerken. De partijen die momenteel binnen deze overeenkomst samenwerken aan onderwerpen rondom de vervangings- en renovatieopgave bij natte kunstwerken zijn Deltares, MARIN, Rijkswaterstaat en TNO.
- In het kader van de bovengenoemde Samenwerkingsovereenkomst Natte Kunstwerken en de 3 onderzoekssporen van het Kennisprogramma Natte Kunstwerken wordt er jaarlijks een inhoudelijk Kennisplan inclusief bijbehorend financieringsplan opgesteld.

Naast de genoemde partijen zijn en worden andere partijen nadrukkelijk uitgenodigd om deel te nemen aan de Samenwerkingsovereenkomst Natte Kunstwerken en/of het Kennisplan. Inzet kan zowel in kind en/of financieel zijn. In het Kennisplan 2018 is er binnen het kader van Kennisprogramma Natte Kunstwerken samengewerkt met Acotec BV, Arcadis en ArcelorMittal.

Resultaten uit het Kennisprogramma Natte Kunstwerken worden gedeeld met de gehele sector, onder andere via de website www.nattekunstwerkenvandetoekomst.nl.

De hierop volgende samenvatting heeft betrekking op het onderliggende Verslag workshop ‘Corrosie van bestaande stalen damwanden in zoetwater’. Deze activiteit is geleid door TNO en Deltares in het kader van het Kennisplan 2018.



Samenvatting

Verslag workshop ‘Corrosie van bestaande stalen damwanden in zoetwater’

Aanleiding

In Nederland zijn natte kunstwerken (zoals schutsluizen, stuwen en gemalen) gebouwd met een verwachte levensduur van 100 jaar. De verwachting bij de bouw was dat het betonnen of metalen chassis een eeuw later niet meer veilig zou zijn en geheel vervangen moest worden.

In 2015 bleek tijdens onderzoek binnen het onderzoeksprogramma ‘Natte Kunstwerken van de Toekomst’ (i.e. voorloper Kennisprogramma Natte Kunstwerken) naar een probabilistisch grond-constructie-interactie model dat er geen inzicht is in de betrouwbaarheid van de in NEN1993 en ROK gegeven modellen betreffende het degradatie gedrag (corrosie) van de niet grondbelegde zijde van stalen damwanden.

RWS beheert een grote hoeveelheid damwanden grenzend aan zoetwater, die al lange tijd geleden zijn aangelegd. RWS is zich bewust van de veroudering van stalen damwanden. Op dit moment is het bij RWS niet duidelijk hoe snel in de praktijk de degradatie van de stalen damwanden in zoet water verloopt en hoe de spreiding van deze snelheid is. Daarnaast is het niet duidelijk welke (gedetailleerde) inspectiemethoden op welke manier een beeld kunnen geven over de staat van de damwanden.

Onderzoeksvraag en -opzet (WAT)

Onderdelen van Kennisprogramma Natte Kunstwerken binnen het thema ‘Technische levensduur’ richten zich op het aanscherpen van het toetsinstrumentarium door de kennis van specifieke degradatiemechanismen te vergroten. Het streven van het in 2017 gestarte onderzoek naar de degradatie van stalen damwanden is om de status van corroderende stalen damwanden beter te beoordelen, door combinatie van de inspectie data en de modellen en gestaafd op de fundamentele kennis van corrosieschade ontwikkeling en het begrip van gevolgen ervan op het constructieniveau.

Onderzoeksaanpak en -methode (HOE)

Op 31 mei 2018 hebben beheerders, industrie en kennisinstellingen in de workshop ‘Corrosie van bestaande stalen damwanden in zoetwater’ kennis en ervaringen uitgewisseld over het meten aan en beoordelen van de huidige constructieve staat. Daarmee is een basis gelegd voor een gemeenschappelijke aanpak. De workshop werd afgesloten met het vormen van een aantal werkgroepjes die deze gemeenschappelijke aanpak zullen gaan uitwerken.

Het programma van de workshop maakt onderdeel uit van dit product.



Onderzoeksresultaten en synthese

In de workshop is stilgestaan bij de forse vervangingsopgave van stalen damwanden die op Nederland afkomt. Om de 'werkelijke' levensduur goed te kunnen bepalen is kennis van de actuele toestand essentieel. Uit een analyse van de circa 12.000 verzamelde metingen op damwanden (met een maximale leeftijd van circa 85 jaar) lijkt de corrosiesnelheid in zoetwater hoger dan verwacht op basis van Eurocode en ROK. Uit een analyse van de faalmechanismen van damwanden blijkt dat de horizontaal gemiddelde waarde van de degradatie over een breedte van meerdere damwandplanken de meest bepalende factor is. Dit is gunstig bij beoordelingen want uit de verzamelde metingen blijkt de variatie van deze horizontaal gemiddelde waarden fors kleiner is dan die van de individuele metingen. De vraag is wel welke waarde in de beoordeling zou moeten worden gehanteerd. De huidige, op nieuwbouw afgestemde veiligheidsfilosofie gaat uit van nominale waarden en houdt op geen enkele wijze rekening met geometrische onzekerheden.

In de workshop is ook uitgebreid ingegaan op de wijze waarop momenteel de actuele dikte van damwanden wordt gemeten en de onzekerheden en beperkingen daarvan. Vervolgens is een eerste verkenning gemaakt naar een verbeterde of zelfs nieuwe meetmethode. Ook is binnen de workshop gesproken over de mogelijkheid van bescherming van bestaande wanden door kathodische bescherming of in-situ coaten. Het laatste deel van de workshop is besteed aan harmonisatie en standaardisatie van de het meten van de actuele toestand en hoe deze informatie dan zou dienen te worden gebruikt in een beoordeling, alsmede de opzet van een nationale database.

De volgende presentaties maken onderdeel uit van dit product:

- Programma
- 'Vervanging en Renovatie' (L. Klatter, RWS)
- 'Belang corrosie onderzoek' (R. van de Kamp, RWS)
- 'Corrosiemechanismen damwanden in zoetwater' (S. Jansen, Deltares)
- 'Degradatiebeeld uit verzamelde metingen' (H. Brinkman, Deltares)
- 'Diktemetingen onder water' (W. Martens, MME Group)
- 'Inspecties Eefde 2012' (E. Demol, Acotec NV)
- 'Ultrasonische meettechniek' (G. Blacquiere, TNO)
- 'Degradation patterns from thickness measurements of 85-year old sheet pile walls' (D. Allaix, TNO)
- 'Harmonisatie_standaardisatie' (R. van de Kamp, RWS)

Evaluatie en vooruitblik

De workshop werd afgesloten met het vormen van een aantal werkgroepjes voor de opzet van een te ontwikkelen meetprotocol op basis van bestaande meetmethodes, mogelijke aanpassingen en verbeteringen van de tot nu toe gehanteerde meetmethode, beoordelingsmethode van bestaande damwandconstructies, en levensduur verlengende maatregelen.



Workshop

Corrosie van bestaande stalen damwanden in zoetwater



Sluis Eefde [Rijkswaterstaat]

- Aanleiding** Corrosiesnelheid in zoetwater lijkt hoger dan verwacht, inspectie moet en kan beter
- Doel** Delen ervaringen en hoe komen we tot betere (geharmoniseerde) inspectie?
- Wie** 30 personen uit de velden Beheerders, Industrie en de Kennisinstellingen
- Resultaat** Stappenplan tot verbetering, met wie, wat en hoe?
- Hoe** Een dag met veel interactie: helft discussie + helft presentaties.
- Wanneer** 31 mei 2018
- Waar** Deltares, Paviljoen 1
Boussinesqweg 1, Delft, The Netherlands



Kennisprogramma Natte Kunstwerken

In Nederland staat de komende decennia de vervanging van ruim 200 natte kunstwerken op de agenda. Een opgave waar een miljardeninvestering mee gemoeid is en die enorme gevolgen gaat hebben voor het dagelijks verkeer en gebruik van de Nederlandse waterwegen.

In Nederland zijn natte kunstwerken (zoals schutsluizen, stuwen en gemalen) gebouwd met een verwachte levensduur van 100 jaar. De verwachting bij de bouw was dat het betonnen of metalen chassis een eeuw later niet meer veilig zou zijn en geheel vervangen moest worden.

- Onze missie is om te onderzoeken of de verwachte levensduur inderdaad klopt, of het kunstwerk inderdaad niet meer voldoet aan de eisen of dat de kunstwerken ook na 100 jaar nog steeds voldoen aan de actuele technische eisen.
- Daarnaast verkennen we de functionele mogelijkheden van natte kunstwerken: kunnen zij de actuele vraag nog aan?
- Tenslotte bekijken we de omgeving rondom de natte kunstwerken: kunnen we de vervanging van een kunstwerk vermijden, door optimaal gebruik te maken van het systeem waar het deel van uitmaakt?

Natte Kunstwerken van de Toekomst is een samenwerking tussen Deltares, TNO en Marin.

Levensduur damwanden

De workshop is onderdeel van kennisvragen rond de levensduur van damwanden waaraan in NKvdT verband door ACOTEC, Deltares en TNO wordt gewerkt.

Het maakt deel uit van een onderdeel van NKvdT dat zich richt op het aanscherpen van het toetsinstrumentarium door de kennis van specifieke degradatiemechanismen te vergroten. Dit doen we door het gebruik van bestaande gegevens en (waar nodig) verzamelen van nieuwe gegevens. In het verlengde hiervan wordt binnen NKvdT toegewerkt naar een plan van aanpak voor een systematische meetcampagne. Zo kunnen onzekerheden over de huidige staat en snelheid van degradatiemechanismen bij bestaande kunstwerken verkleind worden. Met een aangescherpt instrumentarium (inclusief een toolbox Meten, Monitoren en Inspectie) moet de technische restlevensduur van kunstwerken beter kunnen worden geschat.

De geotechnische en constructieve consequenties van veroudering zijn niet goed in beeld (laat staan vastgelegd in geaccepteerde en/of gevalideerde voorspellingsmodellen), hetgeen kan leiden tot onnodige kosten (reparatie, vervanging) of onveiligheid.

Degradatiegedrag stalen damwanden onvoldoende bekend

In 2015 bleek tijdens het NKvdT onderzoek naar een probabilistisch grond-constructie-interactie model dat er geen inzicht is in de betrouwbaarheid van de in NEN1993 en ROK gegeven modellen betreffende het degradatie gedrag (corrosie) van de niet grondbelegde zijde van stalen damwanden.

RWS beheert een grote hoeveelheid damwanden grenzend aan zoetwater, die al lange tijd geleden zijn aangelegd. RWS is zich bewust van de veroudering van stalen damwanden. Op dit moment is het bij RWS niet duidelijk hoe snel in de praktijk de degradatie van de stalen damwanden in zoet water verloopt en hoe de spreiding van deze snelheid is. Daarnaast is het niet duidelijk welke (gedetailleerde) inspectiemethoden op welke manier een beeld kunnen geven over de staat van de damwanden.



Onderzoek naar optredende corrosie en nieuwe inspectietechnieken

Vooraf ruimtelijke spreiding, lokale defecten (bijv. putcorrosie) en algehele constructieve staat spelen een rol bij de beoordeling. Daarom is in 2017 binnen het programma NKvdT gestart aan beter onderbouwen van de benodigde inspectiemethoden, gebaseerd op:

- (1) De geotechnische en constructieve eisen aan en eigenschappen van de damwanden;
- (2) Het karakter en de verwachte ontwikkeling van de corrosieprocessen;
- (3) Datamining van met conventionele methode gemeten damwanddikten in zoetwater;
- (4) Het toepassen van geavanceerde niet destructieve technieken (NDT) voor inspecteren, meten en monitoren aan (gevolgen van) corrosieprocessen.

Voor de eerste twee aspecten geldt dat recent ontwikkelde kennis op het gebied van damwanden in de grond aangepast kan worden op de situatie van damwanden aangrenzend aan zoetwater. Met betrekking tot het derde aspect wordt geëmbieerd om door het combineren van corrosiemetingen van vele locaties (op stalen damwanden van variërende leeftijden) inzicht te verkrijgen in de werkelijk optredende degradatie. Met betrekking tot inspecteren en monitoren kan kennis opgedaan met geavanceerde ND technieken in andere civieltechnische domeinen (stalen bruggen, offshore constructies, windturbines) gebruikt worden.

Relatie van bovengenoemde ontwikkelingen met het andere onderdeel van Kennisprogramma Natte Kunstwerken, het modelleren van grond-constructie interactie, is essentieel: betere toetsing van de bestaande natte kunstwerken door toepassing van informatie uit de inspecties is mogelijk, maar de waarde van de informatie uit inspecties hangt af van het effectief kunnen verkleinen van de dominante onzekerheden bij het modelleren van het falen van de systeem. Het streven is om de status van corroderende stalen damwanden beter te beoordelen door combinatie van de inspectie data en de modellen, gestaafd op de fundamentele kennis van corrosieschade ontwikkeling en het begrip van gevolgen ervan op het constructieniveau.

De relatie van bovengenoemde ontwikkelingen met andere onderdelen van Kennisprogramma NKvdT, het modelleren van grond-constructie interactie, is essentieel: betere toetsing van de bestaande natte kunstwerken door toepassing van informatie uit de inspecties is mogelijk, maar de waarde van de informatie uit inspecties hangt af van het effectief kunnen verkleinen van de dominante onzekerheden bij het modeleren van het falen van de systeem. Het streven is om de status van corroderende stalen damwanden beter te beoordelen door combinatie van de inspectie data en de modellen, gestaafd op de fundamentele kennis van corrosieschade ontwikkeling en het begrip van gevolgen ervan op het constructieniveau.

Stand van zaken begin 2018

- a) Er zijn van vele locaties (Nederland en België) dikte metingen verzameld en geanalyseerd
- b) Er is op basis van een faalmechanisme analyse gekomen tot een robuustere wijze van interpretatie van inspectie resultaten
- c) Er is een idee ontwikkeld hoe de huidige inspectie methoden effectiever kunnen worden ingezet
- d) Er is voor het eerst een zeer gedetailleerd degradatie beeld (op cm schaal) over zeer grote oppervlakken door metingen op 3x10 getrokken 14 meter lange 85 jaar oude planken
- e) De eerste concepten voor nieuwe NDT inspectiemethoden zijn ontwikkeld



Programma Workshop, dagvoorzitter Renger van de Kamp

Tijd	Onderwerp	Spreker
09.30 – 09.45	Ontvangst	
09.45 – 9.50	Welkom namens programma NKvdT	Joost Bredeveld (Deltares)
9.50 – 10.30	Vervanging en Renovatie	Leo Klatter (RWS)
	Belang corrosie-onderzoek	Renger van de Kamp (RWS)
10.30 – 11.30	Corrosie van stalen damwanden in zoetwater, mechanismen	Stefan Jansen (Deltares)
	Degradatiebeeld op basis van verzamelde metingen; Effect van corrosie op faalmechanismen	Hans Brinkman (Deltares)
11.30 – 11.45	Pauze	
11.45 – 12.45	Diktemetingen onder water	Wilbert Martens (MME-group)
	Inspecties Eefde 2012	Evelyne Demol (ACOTEC)
12.45 – 13.45	Lunch + Bekijken 85 jaar oude damwand planken uit Eefde	
13.45 – 14.45	Ultrasonische meettechniek	Gerrit Blacquiere (TNO)
	Degradation patterns from thickness measurements of 85-year old sheet pile walls	Diego Allaix (TNO)
14.45 – 15.00	Pauze	
15.00 – 16.00	Harmonisatie/standaardisatie	Renger van de Kamp (RWS)
	Wat moet de volgende stap zijn?	Fred Jonker (Deltares)
16.00	Afsluiting	



Deltares
Enabling Delta Life 

Workshop Corrosie van bestaande stalen damwanden in zoetwater



Natte kunstwerken
van de Toekomst






Tijd	Onderwerp	Spreker
09.30 – 09.45	Ontvangst	
09.45 – 9.50	Welkom namens programma NKvdT	Joost Bredeveld (Deltares)
9.50 – 10.30	Vervanging en Renovatie	Leo Klatter (RWS)
	Belang corrosie-onderzoek	Renger van de Kamp (RWS)
10.30 – 11.30	Corrosie van stalen damwanden in zoetwater, mechanismen	Stefan Jansen (Deltares)
	Degradatiebeeld op basis van verzamelde metingen Effect van corrosie op faalmechanismen	Hans Brinkman (Deltares)
11.30 – 11.45	Pauze	
11.45 – 12.45	Diktemetingen onder water	Wilbert Martens (MME-group)
	Inspecties Eefde 2012	Evelyne Demol (ACOTEC)
12.45 – 13.45	Lunch + Bekijken 85 jaar oude damwand planken uit Eefde	
13.45 – 14.45	Ultrasone meettechniek	Gerrit Blacquiere (TNO)
	Degradation patterns from thickness measurements of 85-year old sheet pile walls	Diego Allaix (TNO)
14.45 – 15.00	Pauze	
15.00 – 16.00	Harmonisatie/standaardisatie	Renger van de Kamp (RWS)
	Wat moet de volgende stap zijn?	Fred Jonker (Deltares)
16.00	Afsluiting	



Workshop
Corrosie van bestaande stalen damwanden
in zoetwater



Natte kunstwerken
van de Toekomst







Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat



Vervanging en Renovatie

Workshop corrosie bestaande damwanden in zoet water

Leo Klatter
31 mei 2018

1

Minister Van Nieuwenhuizen geeft aftrap voor grote onderhoudsopgave infrastructuur

Nieuwsbericht - Gepubliceerd op: 17 januari 2018 - Laatste update: 19 januari 2018 14:16 uur

Minister van Nieuwenhuizen van Infrastructuur en Waterstaat heeft 17 januari 2018 in Rotterdam het startsein gegeven voor een grote onderhoudsoperatie die de bestaande infrastructuur in Nederland de komende decennia zal verjongen, vernieuwen en verduurzamen.



Rijkswaterstaat

2


31 mei 2018



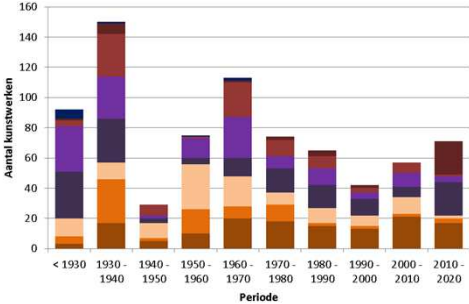
Ouder areaal – einde levensduur

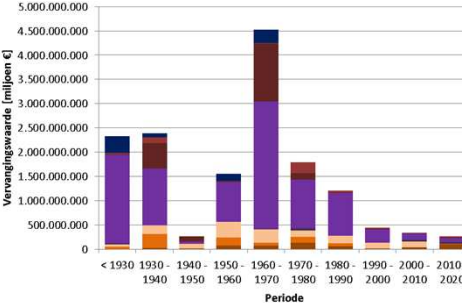


3 Rijkswaterstaat 31 mei 2018



Verouderend areaal HVWN en HWS





- Stuwen
- Gemalen
- Spuisluizen
- Schutsluizen
- Kleine kunstwerken
- Bewegbare bruggen
- Stalen bruggen
- Betonnen bruggen

Rijkswaterstaat 31 mei 2018



Intensiever gebruik



5

Rijkswaterstaat

31 mei 2018

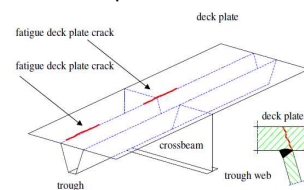


Eerste signalen: stalen bruggen 1997

Beweegbaar deel van Brienoordbrug
Bouwjaar: 1991
Eerste scheuren in rijdek gevonden: 1997
Vervangen: 1998



Dekplaatscheuren in orthotroop dek



6

Rijkswaterstaat

31 mei 2018



Hollandse Brug: betonnen bruggen 2007

Grote gevolgen voor netwerkprestatie; oorzaak dwarskracht draagvermogen





40 miljoen schade door afsluiting Hollandse Brug

11/05/07, 19:26

ZOETERMEER (ANP) - De afsluiting van de Hollandse Brug over het Goimeer voor het vrachtverkeer leidt tot een schade van 40 miljoen euro voor het bedrijfsleven. Dat heeft de verledersorganisatie EVO vrijdag gezegd.

Meer over
Nieuws Binnenland

Dit na het bericht van Rijkswaterstaat dat de brug tot in het voorjaar van 2008 uit veiligheidsoverwegingen voor vrachtwagens dicht blijft. EVO gaat bedrijven

7Rijkswaterstaat31 mei 2018



Storingen installaties: Spijkenisserbrug 2015



Politie-escorte voor monteur bij storing Spijkenisserbrug

Door Theo Tebbens
2-21-15 - 09:28

Onbetrouwbaar
De twee weekenden hiervoor viel de Hartelbrug uit door een storing. Verkeerswethouder Christel Mourik (VVD) wil daarom snel om de tafel met Rijkswaterstaat en de provincie omdat zij vindt dat de beide bruggen - de enige in- en uitgangen van Spijkenisse - niet meer betrouwbaar zijn.

10€ STORING AAN SPIJKENISSERBRUG

SPIJKENISSE, vr. 20 mrt. '15 - Het was vrijdagochtend weer zover: een storing aan de Spijkenisserbrug.

Rond 10.45u wilden de slagbomen niet meer omhoog. Het verkeer dat stond te wachten moest omkeren. De storing was deze keer van korte duur. Een half uur later was de brug weer open voor verkeer. Kort hierna was er een langdurige opening voor een boot die lag te wachten.

De Spijkenisserbrug heeft de laatste maanden vaker met problemen te kampen.

Tweeten | +1 | Like 0



Rijkswaterstaat wil bij storing aan de Spijkenisserbrug zo min mogelijk tijd verliezen. © AD.

Een monteur van Rijkswaterstaat krijgt bij storing aan de Spijkenisserbrug, de brug tussen Spijkenisse en Rotterdam-Hoogvliet, een politie-escorte. De sterke arm loodst hem dan door de file heen, om zo weinig mogelijk tijd te verliezen.

8Rijkswaterstaat31 mei 2018



Merwedebrug 2016



Foto: DLJKSTRA BV

**Merwedebrug A27
gesloten voor
vrachtwagens**



Foto: ANP

**'Merwedebrug dicht
onacceptabel'**



Foto: ...

Veel vertraging op A27 door politiecontroles

9
Rijkswaterstaat
31 mei 2018



Programma Vervanging en Renovatie

Einde technische levensduur, breed opgevat:

- Technische staat; verouderd, versleten
- Verouderde technologie; regelgeving onderhoudbaarheid
- Economisch; onderhoudskosten te hoog

Opgenomen in begroting IenM, Infrastructuurfonds en Deltafonds; reservering totaal € 4 miljard

Instandhouden
infrastructuur

Beheer &
Onderhoud

Vervanging &
Renovatie

Aanleg nieuwe
infrastructuur
&
Uitbreiden
bestaande
infrastructuur

MIRT
Projectenboek
2014



Rijkswaterstaat



10
Rijkswaterstaat
31 mei 2018



Programma V&R

Einde technische levensduur, breed opgevat:

- Technische staat; verouderd, versleten
- Verouderde technologie; regelgeving onderhoudbaarheid
- Economisch; onderhoudskosten te hoog

Drie netwerken, drie programma's:

- Onderzoeksprogramma HWN, HVWN, HWS
- Uitvoeringsprogramma HWN
- Uitvoeringsprogramma HVWN, HWS

Opgenomen in begroting IenM, Infrastructuurfonds en Deltafonds; reservering totaal € 4 miljard



MIRT
Projectenboek
2014



Rijksoverheid 2015
xii Infrastructuur en Milieu

11 Rijkswaterstaat 31 mei 2018



Stappenplan strategische visie VenR (2015)

Voorkomen van verassingen door:

- Vroeg inzicht in toekomstige opgave (wat moeten we?)
- Anticiperen op toekomstige behoefte netwerk (wat willen we?)

1. Onderzoeksprogramma en prognose-rapport van GPO

→

2. Analyse en regio-advisie

→

3a. Programmering en actualisatie van de meerjarenreeks in de Rijksbegroting

→

3b. Beslismoment 1 Intakebesluit over het vervolg. Opties:

1. Eén op één vervanging
2. Beperkt onderzoek naar wijziging van functionaliteit en/of omgevingswensen
3. Complexe vervanging (functionaliteitsaanpassing), naar MIRT-spoor
4. Bij geen Vervanging: SLA

4. scopebepaling V&R en opstellen projectraming, planuitwerking, of MIRT onderzoek/verkenning/planuitwerking

→

5. Beslismoment 2 Opdrachtverlening voor realisatie van V&R-maatregelen, per tranche

→

6. Realisatie

Rijkswaterstaat 31 mei 2018




Prognose rapport 2016




Prognose voor de periode 2017 tot en met 2050
 Water, Wegen, Winkelen, Rijkswaterstaat

- Prognose vervangingsopgave o.b.v. technisch einde levensduur
- Alle netwerken
 - Kunstwerken (incl. Industriële Automatisering en installaties)
 - Damwanden
 - Geluidsschermen
 - Wegfunderingen

Editie 2019: aandacht voor duurzaamheid, mobiliteitsmaatregelen, functionele levensduur

13
Rijkswaterstaat
31 mei 2018



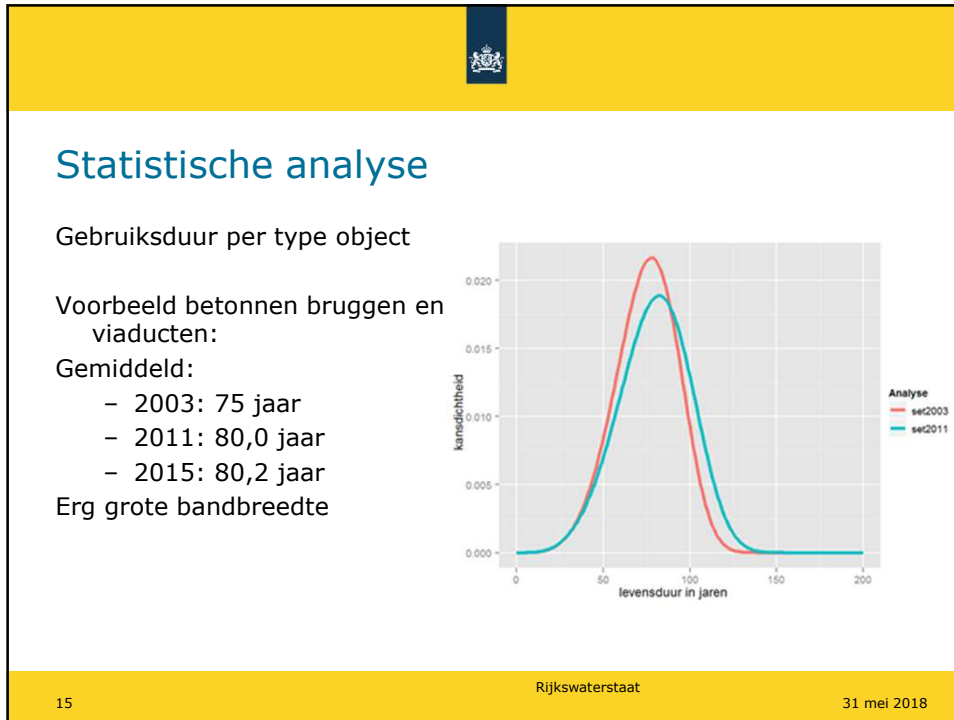
Opbouw prognose

T/m 2020 2021 - 2030 Vanaf 2031

Uitvoering { Realisatie Planfase

Onderzoek { Inspecties Issuelijst Statistische analyse

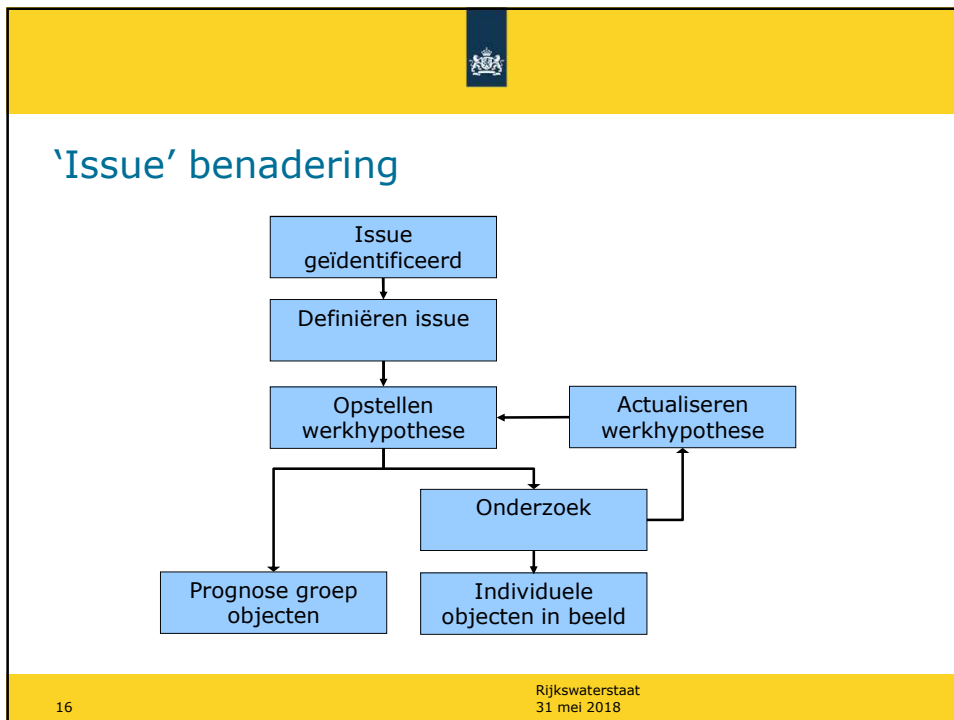
14
Rijkswaterstaat
31 mei 2018



15

Rijkswaterstaat

31 mei 2018



16

Rijkswaterstaat
31 mei 2018

Issues Hoofdvaarwegennet

Beweegbare bruggen

Bestaan uit verschillende deelopdelen: oeverbescherming, verstuigbouwkundig en industriële automaatstelling. De grootste ingrepen waarbij we meerdere systemen tegelijkertijd aanpakken, zijn opgenomen in Vervangings en Renovatie.

Sluiscomplexen

overstromen, verhoogde verontreiniging, als industriële automaatstelling, met alle hun eigen levenscyclus en ingrepen. De grootste ingrepen waarbij we meerdere systemen tegelijkertijd aanpakken, zijn opgenomen in Vervangings en Renovatie.

Niet klasse 60 kunstwerken

Een deel van de stalen en betonnen bruggen in beheer van Rijkswaterstaat is niet aanvaardbaar voor het huidige verkeersveel. Veel hiervan zijn geen onderdeel van het RWS, die onderwerpen waar welke maatregelen nodig zijn.

Bedienencentrales / VWM aeraal

worden op afstand bediend, waardoor niet alle situaties in de fysieke omgeving van het object ligt. We brengen in beeld waar veroudering en renovatie nodig is.

Vaste stalen bruggen

zijn overbelast af te voeren. Daarom onderzoeken, renoveren en vervangen we het rijdek en zo nodig de draagconstructie.

Damwandoevers

Een deel van de bestaande damwandoevers worden op afstand bediend, waardoor niet alle situaties in de fysieke omgeving van het object ligt. We brengen in beeld waar veroudering en renovatie nodig is.

Rijkswaterstaat

17

31 mei 2018

Prognose 2016

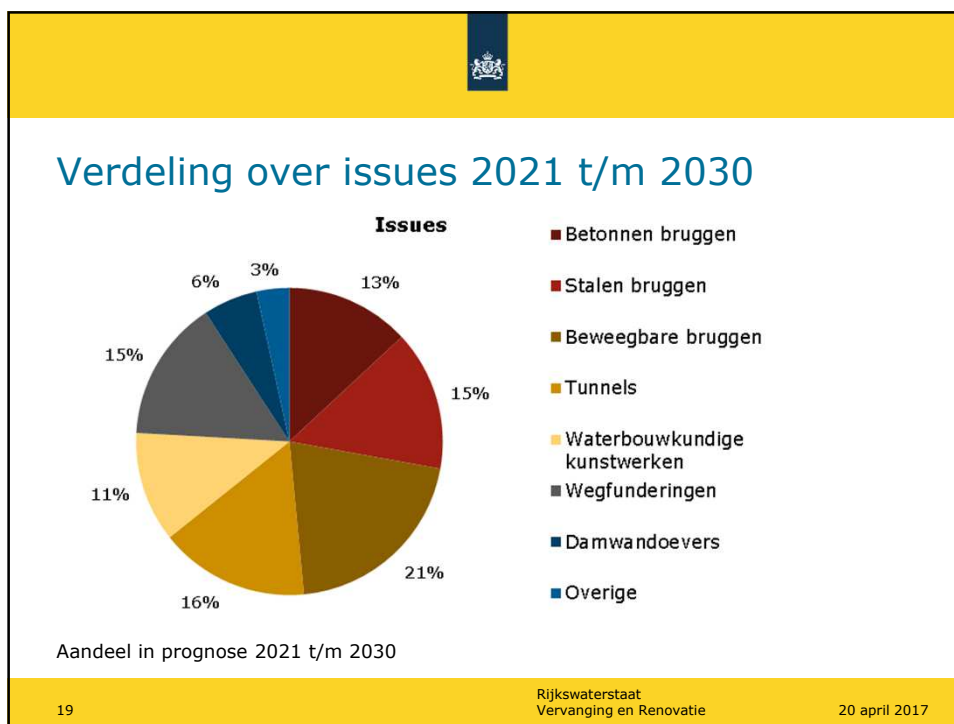
Vervangingskosten totaal
Gemiddelde bedragen per jaar per periode

Bandbreedte
Onderzoeksprogramma
Prognose HWS
Prognose HVWN
Prognose HWN
Issues HWS
Issues HVWN
Issues HWN
Tranches HWS
Tranches HVWN
Tranches HWN

Rijkswaterstaat

18

31 mei 2018





Issue Damwanden

Definieren issue

Stalen damwanden bereiken einde levensduur na 75 / 90 jaar met grote / onbekende bandbreedte

Opstellen werkhypothese

Projecten in beeld: Amsterdam Rijnkanaal, Lemmer – Delfzijl: 2021 – 2030 kosten € 135 miljoen

Onderzoek

- Werkelijke levensduur
- Wanneer vervangen
- Maatregelen: levensduur verlengend, renoveren, vervangen



20 Rijkswaterstaat 31 mei 2018

Dank voor uw aandacht!



 Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat


Belang corrosie- onderzoek

Workshop corrosie
bestaande damwanden
in zoet water

Renger van de Kamp
31 mei 2018

1

Aanleiding



- Groot areaal (circa 760 km in oevers + sluizen/stuwen)
- Einde theoretische levensduur
- NEN8707
- Verplichte toetsing i.h.k.v. regionale keringen
- Onbetrouwbaar oordeel t.a.v. restlevensduur

2



Bepaling restlevensduur

zoveel mensen, zoveel meningen (en richtlijnen!)

Te kort:

- Onnodig kapot rekenen
- Kapitaalvernietiging

Te lang:

- Verrassing!
- Veiligheid en beschikbaarheid



3



Oplossing: 2 sporen



1. Rekenkundige kant: uitgangspunten belastingen, waterstanden, enzovoorts

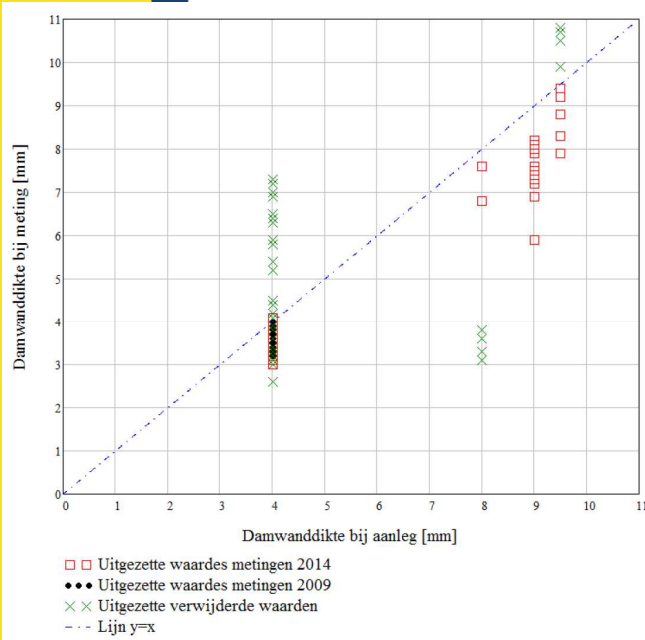
- **Uitbreiding RBK voor damwanden**

2. Sterkte-afname a.g.v. corrosie:

- **Onderzoek corrosie**

4

Voorbeeld





Corrosie van damwanden in zoetwater Mechanismen

Stefan Jansen
Deltares



Inhoud

- Inleiding: stalen damwanden in zoetwater
- Corrosie van staal in zoetwater
 - Mechanismen
 - Welke factoren
 - Verloop met de tijd
 - Risicovolle omstandigheden
 - Normen



Stalen damwanden in zoetwater

- Vele kilometers damwanden langs kanalen in Nederland
- Zoet- en zoutwater
 - Deze studie: alleen zoet
- Kanalen, sluisen, kades, etc...
- Ouderdom varieert
 - Veel damwanden zijn al oud: > 40 jaar oud

Oppervlaktewateren



Bron: Topografische Dienst Kadaster.
PBL/Deco8/1401
www.compendiumvoordeleefomgeving.nl

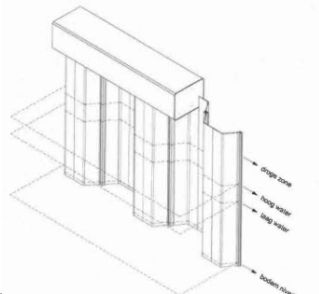
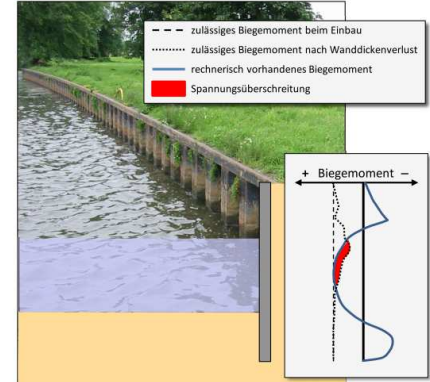
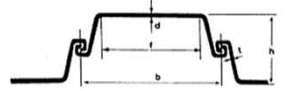


3

Deltares

Stalen damwanden in zoetwater

- Boven: zoetwater/grond
- Onder: grond/grond
- Bescherming:
 - Coating: oud (teer) of afwezig
 - Geen Kathodische Bescherming (KB)

Deltares

Algemeen mechanisme van corrosie

Wat is corrosie?

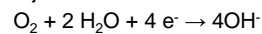
Een elektrochemische reactie:

- IJzer (0) geeft 2 elektronen af en gaat in oplossing als tweewaardig, opgelost ijzer

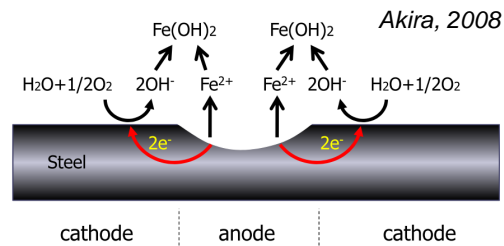
$$\text{Fe}(0) \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 e^{-}$$

- Bij een andere reactie worden elektronen opgenomen; verschillende reacties mogelijk:

Bijvoorbeeld met zuurstof:



Of andere elektronen-acceptoren

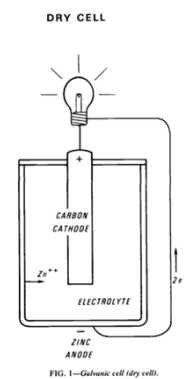
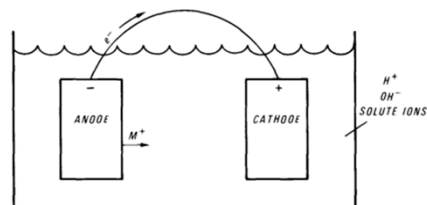


Deltares

Corrosieprocessen

Wat is nodig om ijzer te laten corroderen?

- Een **redox-koppel** waarvan de redoxreactie energie oplevert
(Bijvoorbeeld: IJzer en zuurstof)
- Een **verbindingspad tussen anode en kathode** waarlangs een elektrische stroom (elektronen) loopt (geleidend materiaal, bijvoorbeeld staal);
- Een **elektrolyt** dat in contact staat met het anode / kathode systeem (oplossing met zout).



Deltares

Corrosieprocessen

Overige opmerkingen bij corrosievormen relevant voor damwanden:

- **Microbiële corrosie** kan lokaal belangrijk zijn door de hoge corrosiesnelheden die hierbij kunnen ontstaan
- De **potentiaalverschillen** die ontstaan door verschillende metaaltypen of omgevingen kunnen corrosie versnellen (macro cel corrosie (Manning & Morley, 1982))
- **Opgelegde stromen** kunnen corrosiesnelheid beïnvloeden (gunstig: kathodische bescherming; ongunstig: **lekstromen en zwerfstromen**)
- **Spannings- en vermoeidheids corrosie** kunnen de totale corrosiesnelheid vergroten op punten met continue spanning of krachten, bijvoorbeeld bij buigpunten

Deltares

Corrosievormen



Uniforme corrosie



Putcorrosie

- Contactcorrosie
- Zwerfstroomcorrosie



Microbiologisch
geïnduceerde
corrosie (MIC)



Spannings- of
vermoeiingscorrosie

Deltares

Welke factoren beïnvloeden corrosie?

- Corrosie is een elektrochemisch oppervlakteproces
- Aan- en afvoer beïnvloeden de snelheid
- Bepalende factoren:
 - Stroming (vers water)
 - pH
 - Zuurstofgehalte
 - Zoutgehalte
 - Hardheid
- Opbouw van een beschermende laag

Deltares

Risicovolle omstandigheden

Microbiologisch geïnduceerde corrosie (MIC)

- Moeilijk voorspelbaar
- Snel
- Lokaal
- Snelheden van 1,5 mm/jaar mogelijk



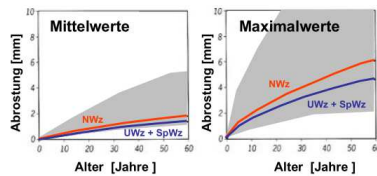
Lokale beschadiging beschermende laag door bijvoorbeeld mechanische beschadiging, erosie of onder invloed van **cavitatie**

Deltares

Verloop van corrosiesnelheid met de tijd

Normaliter:

- Snel begin: onbeschermd staal
- Daarna vertraging: laag corrosieproducten



EAU 2012 Süßwasser

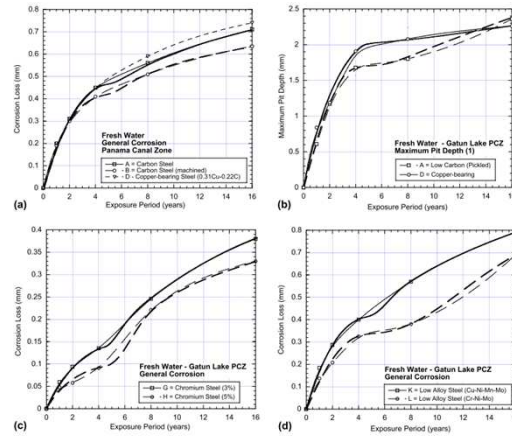
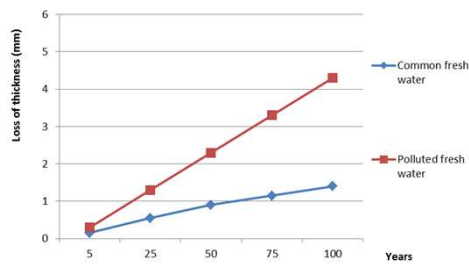


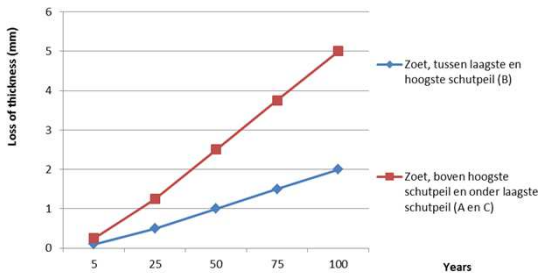
Fig. 2. Corrosion loss data and interpreted trends for several different steel compositions (a, c and d) general corrosion, (b) pitting corrosion of (a). Based on data reported by Forgeson et al. [9] and Southwell and Alexander [33].

Deltares

Huidige corrosienormen: Eurocode en ROK



Eurocode: zoet oppervlaktewater



Richtlijn Ontwerp Kunstwerken (ROK): uitgaande van erosie

Deltares

Corrosiezones

Bij corrosie in zeewater zeer duidelijk: Accelerated Low Water Corrosion (ALWC)

In zoetwater minder duidelijk...

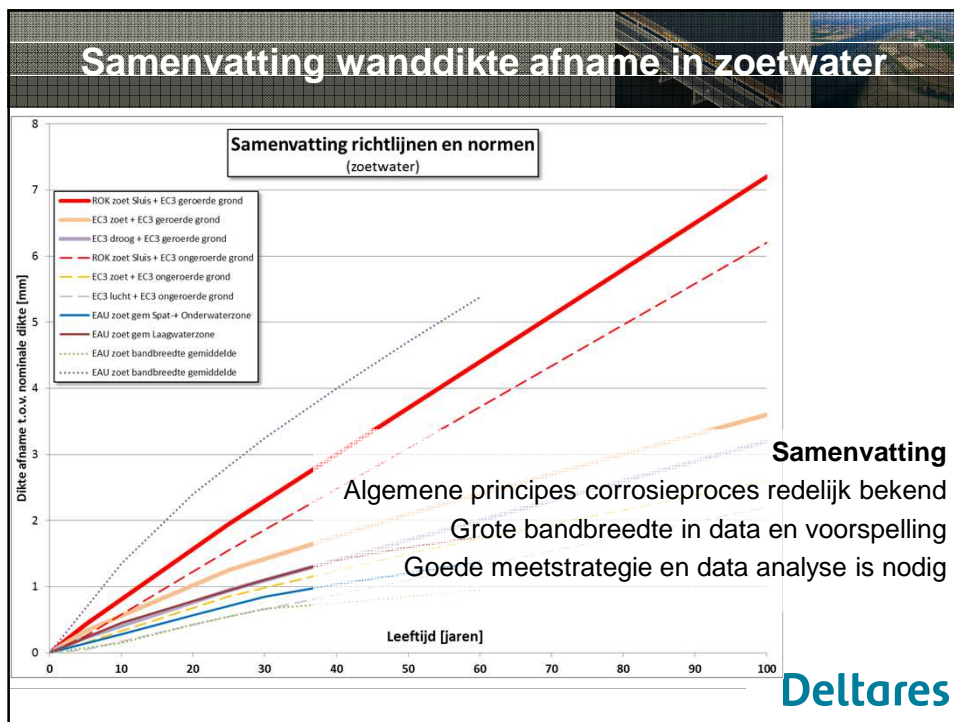
Deltares

Corrosiezones

Theorie: indeling in zones
 3- zone model: stilstaand water
 4- zone model: sluizen

- Lucht en bodem: weinig corrosie (ca 0,01 mm/jaar)
- Water: meer corrosie
- Tussenliggende zones lastiger te onderscheiden

konstanter Wasserstand	Tidegewässer / Schleusen
<p>Wanddicke</p>	<p>Wanddicke</p>





Degradatiebeeld verzamelde metingen Effect van corrosie op faalmechanismen

Hans Brinkman
Deltares



Inhoud

- Inleiding
- Dikte meten stalen damwanden
- Verzamelde metingen
- Invloed damwandcorrosie op falen damwand
- Puntwaarnemingen en gemiddelden
- Samenvatting

Dikte meten van stalen damwanden

29 jaar BAW onderzoek: ultrasonische techniek voldoende betrouwbaar

Voorbeelden van onderzoek

(BAW 1997)

(BAW 2014)

BAW tot 2014

• **sorgfältige Planung und Vorbereitung:**
Stationen entlang der Wand
Messquerschnitte über die Wandhöhe
Reinigen und Messen mit Taucherhilfe

gereinigter Messquerschnitt

je Messquerschnitt
ca. 4 - 6 Einzelmessungen
an Berg, Flanke und Tal

BAW

BAW vanaf 2014

Zeitmessung beginnt Zeitmessung endet

Echo 1 Echo 2 Echo 3

Farbanstrich / Rost
Spundwandstahl

Zeit →

sneller, goedkoper
en zonder beschadiging

Verzamelde diktemeetprotocollen

- RWS (1989)
- SBRCURnet Handboek inspectie staal (2015)
- BAW (2017)
- ArcelorMittal (2018)

RWS, SBRCURnet en ArcelorMittal

Richtinggevend, grote mate van vrijheid

BAW

Specifiek weinig keuzevrijheid, meetmethode en hoeveelheid meetlocaties, meetdiepten en aantal meetpunten per locaties vastgelegd

Deltares

Verzamelde metingen

circa 12000 verdeeld over meer dan 100 locaties leeftijden tot 84 jaar



Amsterdam-Rijnkanaal
Twentekanaal
Sluis Eefde
Alphen aan den Rijn
Gouda
Hollandsche IJsselkering
Gent



marlux



Deltares

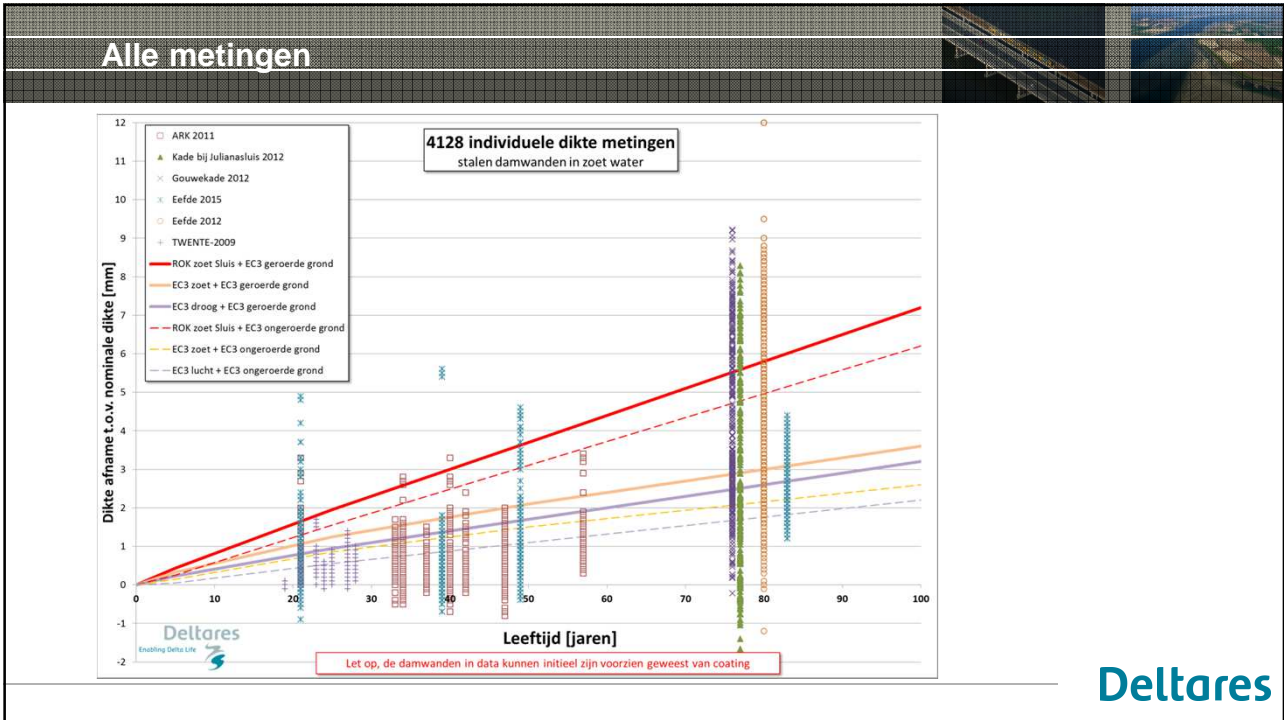
Filtering circa 12000 metingen

Filtering geen

- brak- en zoutwater
- eddy current metingen
- enkelvoudige metingen (1 x op de waterlijn meten per locatie)
- metingen waarvan type damwandprofiel onbekend is
- metingen waar leeftijd onbekend is
- metingen waarvan damwandprofiel nog niet bestond op installatiedatum
- metingen waar damwanden systematisch dikker waren geworden dan de nominale dikte

Gebruikt 4128 metingen verdeeld over circa 100 locaties

Deltares



Faalmechanismen

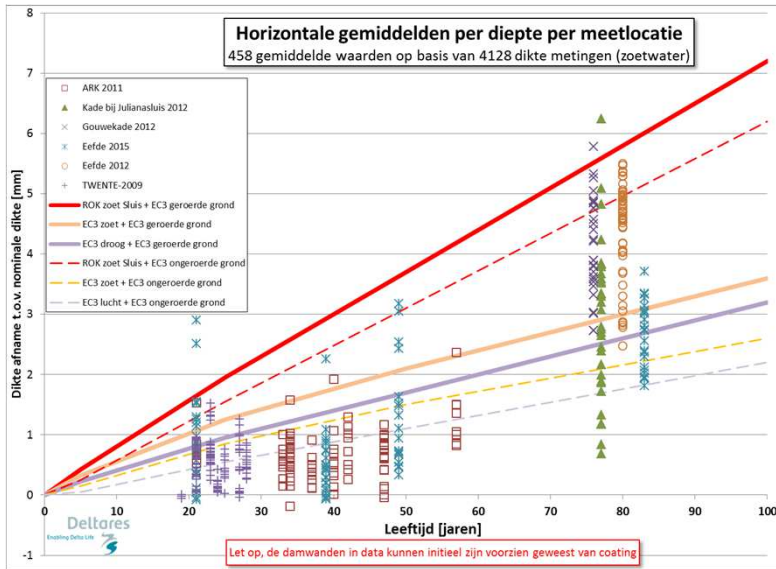
Horizontale middeling bij meeste faalmechanismen
Extreme waarde bij grondtransport (gat)

Gemiddelde eigenschap in horizontaal vlak

Minimale dikte

Deltares

Horizontale middeling

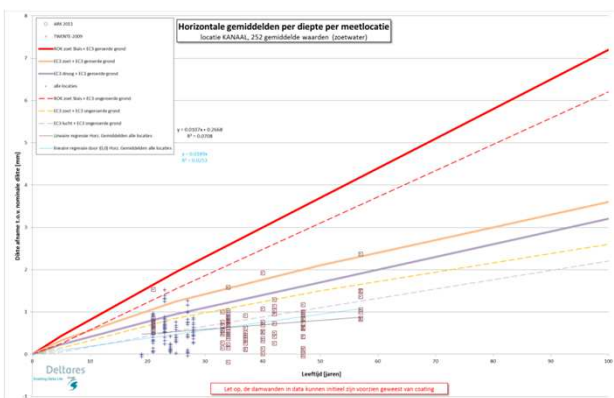


Deltares

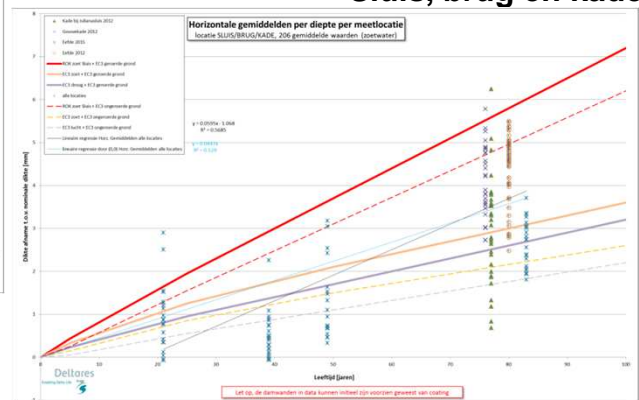
Deelverzamelingen

Zoeken naar significante systematische verschillen

Kanaal

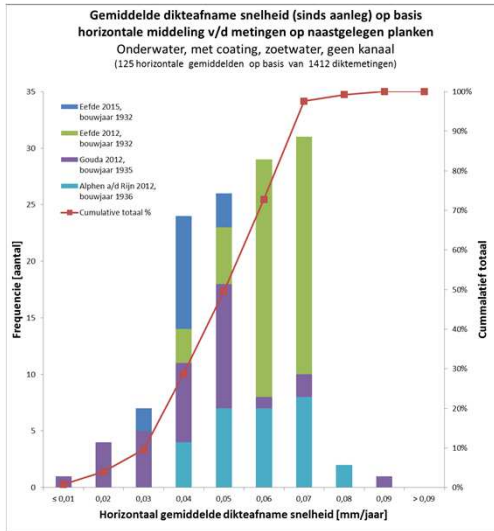


Sluis, brug en kade



Deltares

Deelverzameling {sluis, brug en kade}, beneden waterpeil circa 80 jaar oud en initieel gecoat



ROK afspoeiing + EC3 geroerde grond

$T_{gem} = 78,7$ jaar
dikte afname snelheid = 0,0725 mm/jaar

Horizontale gemiddelden metingen

Variatiecoëfficiënt = 0,3
Karakteristieke waarde = 0,0728 mm/jaar

Maxima

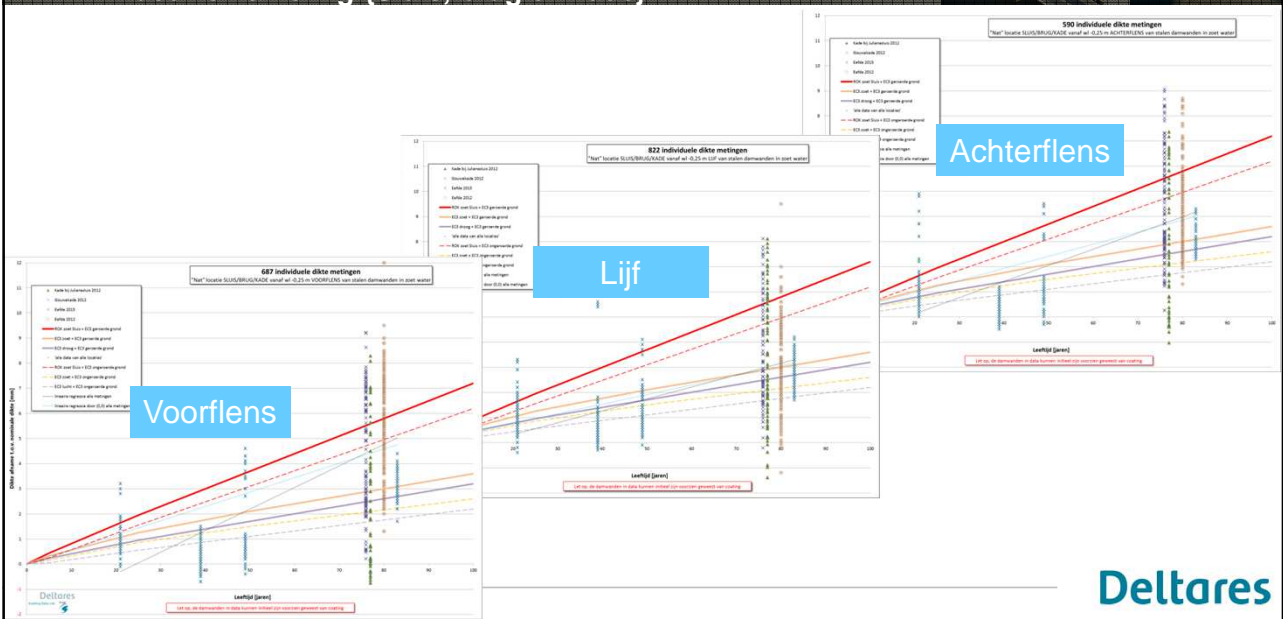
Eefde 2015	0,0447 mm/jaar
Eefde 2012	0,0684 mm/jaar
Gouda	0,0811 mm/jaar
Alpen a/d Rijn	0,0761 mm/jaar

Dus in helft v/d gevallen > 0,0725 mm/jaar

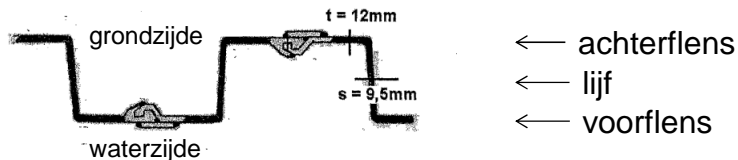
Al deze damwanden waren initieel gecoat



Systematische verschillen tussen lijf, voor- en achterflens in deelverzameling {Sluis, brug en kade}



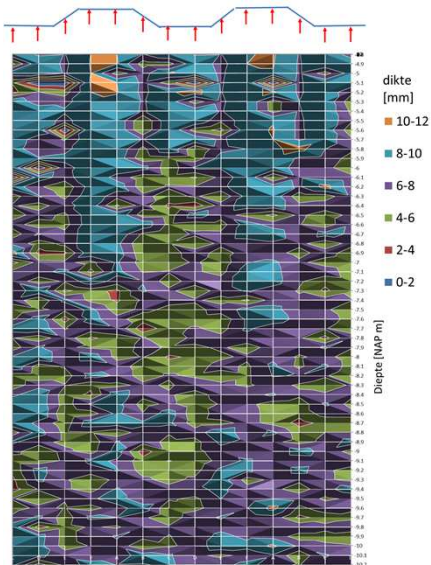
Systematisch verschil in corrosie voor- en achterflens bij locatie {Sluis/brug/kade} uitwerking voor circa 80 jaar oude cases



Ratio's gemiddelde dikte afname			
Project	Leeftijd [jaar]	Voorflens/Lijf [-]	Achterflens/Lijf [-]
Eefde 2012	80	1,74	1,52
Eefde 2015	83	1,13	1,00
Alphen a/d Rijn	76	1,20	1,17
Gouda	77	1,52	1,03
Gemiddelden	79	1,40	1,18

Deltares

**Systematisch verschil in corrosie voor- en achterflens
Detail uitwerking van één locatie Eefde 2012**



Wat is de zwakste snede?

Wat is het effect op W_E ?

Deltares

Invloed systematisch verschil in corrosie voor- en achterflens op Elastisch weerstandsmoment W_E

$$f_{W_{E;rest};T} = \frac{W_{E;T}}{W_{E;0}}$$

Restierend weerstandsmoment [% $W_{E;0}$]
gebaseerd middeling v/d gemeten dikten per diepte Eefde 2012

homogeen = gemiddelde
inhomogeen = gemeten verdeling

W_E is per niveau bepaald
 $W_{E;k}$ op basis van statistiek op W_E

Verdeling dikte afname	Restierend elastisch weerstandsmoment op t=80 jaar [% $W_{E;0}$]		
	gemiddelde	minimum	karakteristieke 95% waarde
inhomogeen	57,4	45,1	44,8
homogeen	63,6	54,8	52,5
ratio	1,11	1,22	1,17

Deltares

Invloed dikte reductie op rekenwaarde van buigend moment niet lineair

Eurocode 3: additionele sterkteafname (bovenop reductie W_E)

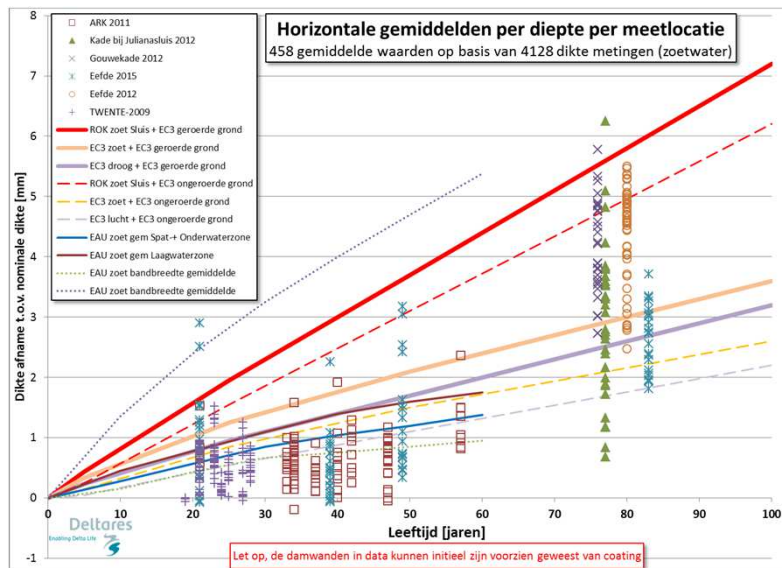
- Volplastisch moment + plastische hoekverdraaiingscapaciteit
- Volplastisch moment
- Gereduceerd plastisch moment
- Elastisch moment
- Gereduceerd elastisch moment

15% verschil

Invloed dikte reductie op W_E is lineair

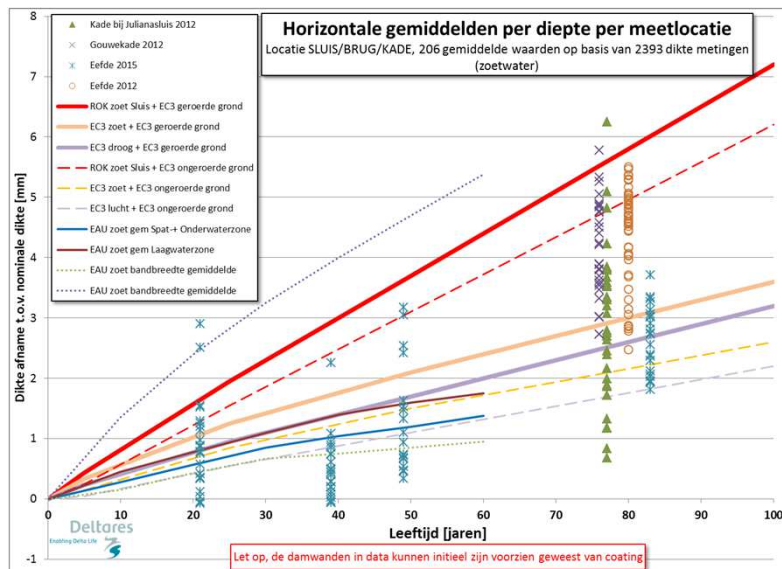
Deltares

Samenvatting

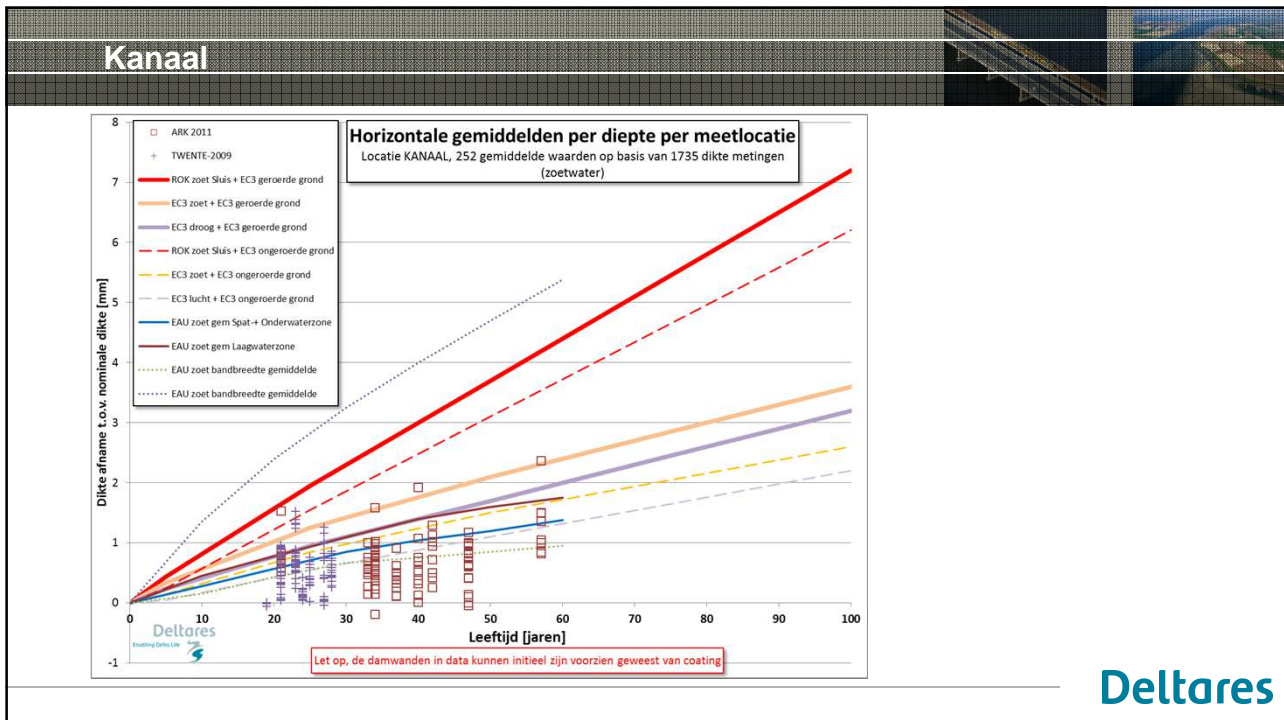


Deltares

Sluis, brug en kade



Deltares



- ## Samenvatting
1. Corrosiesnelheid in kanalen significant lager dan bij sluis/kade/brug
 2. In kanalen geen systematische verschil in corrosiesnelheid t.p.v. lijf voor- en achterflens waargenomen
 3. Bij sluis/kade/brug significant systematische verschil in corrosiesnelheid t.p.v. lijf voor- en achterflens waargenomen
 4. Geen systematische trends in verticale richting waargenomen
 5. Op helft v/d locaties met circa 80 jaar oude damwanden zijn horizontale gemiddelden met hogere waarden waargenomen dan volgens de combinatie ROK zoetwater met afspoeling en de Eurocode voor geroerde grond. Deze damwanden waren initieel voorzien van een coating
- Deltares**



Diktemetingen onder water

Wilbert Martens
Technical Manager - Testing and Inspection Division
31 mei 2018

A Longer Life



www.mme-group.com



Corrosie vaak verborgen probleem

- 4% van BNP gaat verloren door corrosie
- Damwanden geen uitzondering
- Regelmatige inspectie en preventie (kathodische bescherming) belangrijk
- MME Group op beide vlakken partner voor asset managers





Onze visie

Visie:

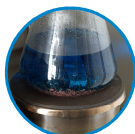
Niets is waardevoller dan het leven. Zowel dat van mensen als van onze planeet. MME Group streeft ernaar een toonaangevende, klantgerichte leverancier te zijn van producten en diensten die zowel bedrijven als individuen in staat stellen de betrouwbaarheid en winstgevendheid van hun materieel en producten voor de gehele levenscyclus te waarborgen. Zo helpt MME Group de veiligheid en het leven te beschermen van degenen die ermee te maken hebben: "A Longer Life"



Activiteiten



Niet-destructief Onderzoek



Metallurgisch Laboratorium



Maritieme Surveys



NDO Opleidingen



Activiteiten



Kathodische Bescherming & Aangroeibeschermining (MGPS)



Rope Access

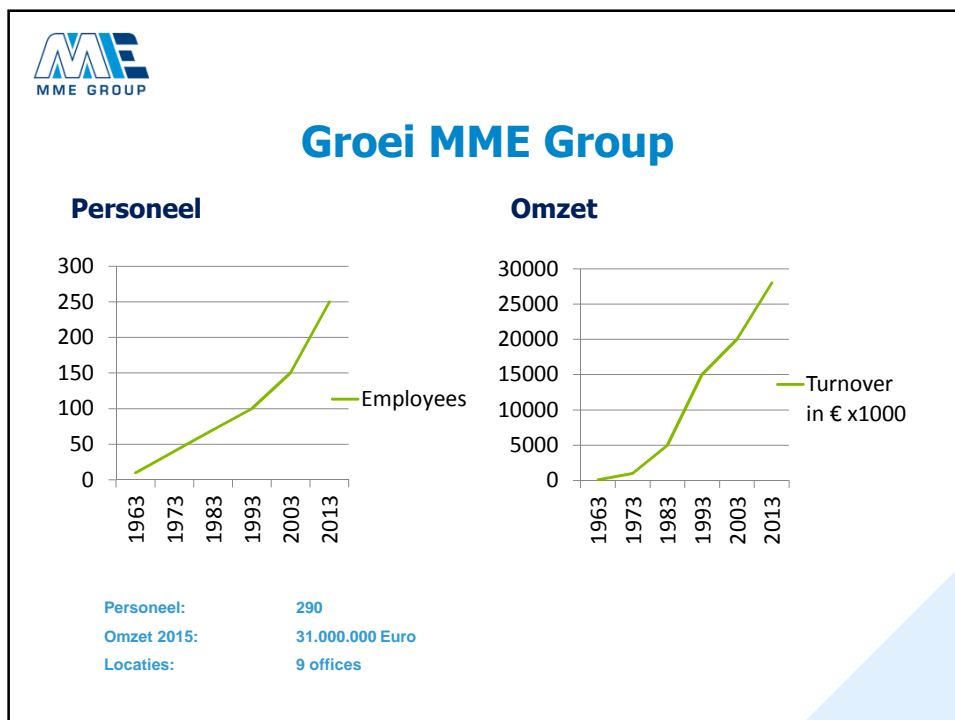


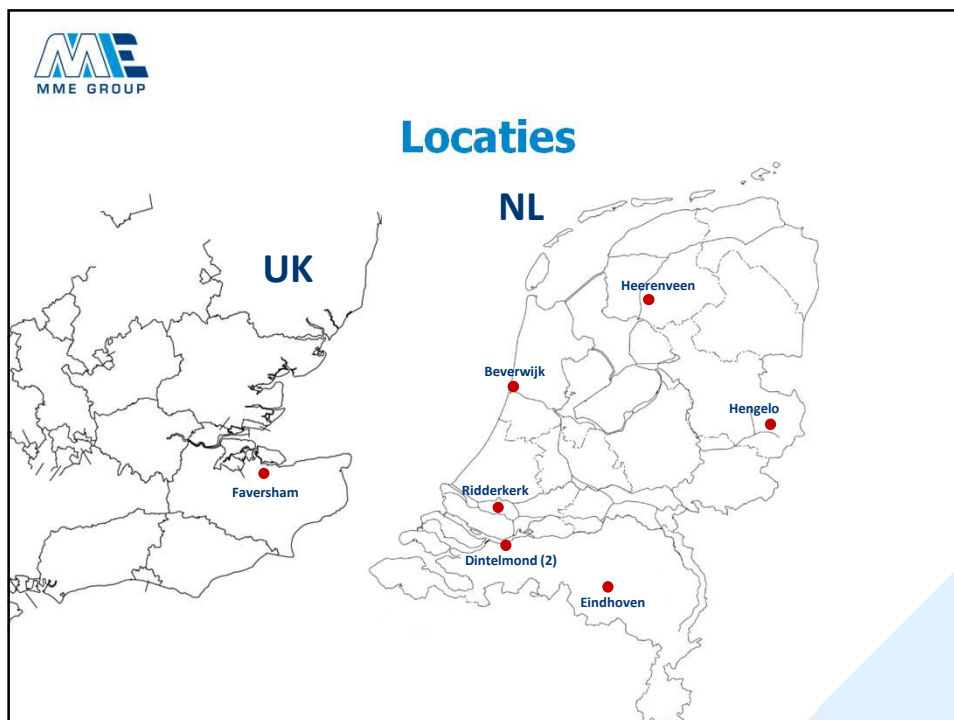
Harbinger Toegangssystemen



Sectoren

- Offshore olie- & gas
- Offshore wind
- Scheepvaart & Scheepsbouw
- Machinebouw
- (Petro)chemische Industrie
- Luchtvaart
- Civiele techniek (bruggen & haveninfrastructuur)





Niet-destructieve bepaling van staaldikte onder water

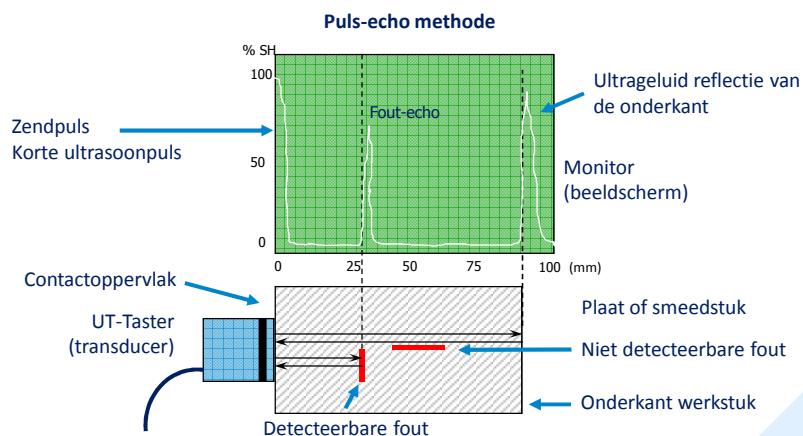
- Technieken:
 - Ultrasoon
 - Pulsed Eddy Current
- Methodes
 - Duiker
 - Crawler
 - ROV



Ultrasoon Onderzoek (UT)

Aan platen, smeedstukken en gietstukken

Principe opstelling: Detectie van inwendige fouten en bepaling van wanddikte met geluidspulsen



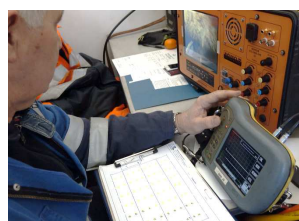
Ultrasone Wanddiktemeting onder water

- **Mogelijke methodes:**
 - Duiker
 - Remotely Operated Vehicle (ROV)
 - Crawler met magnetische wielen
- **Twee manieren om metingen af te lezen:**
 - Digitaal: apparaat kiest zelf meetpoort voor signaal. Mogelijk onjuiste meting
 - Analooq: beter zelf in te stellen



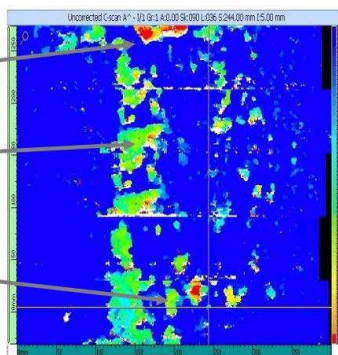
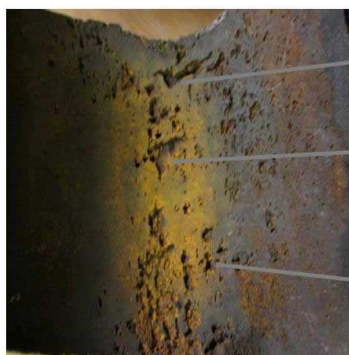
Ultrasonische Wanddiktemeting onder water

- Taster via kabel verbonden met ultrasoon apparaat. Metingen kunnen boven water worden afgelezen en vastgelegd
- Goed contact tussen taster en damwand noodzakelijk: Aangroei kan een probleem zijn



Ultrasonische Wanddiktemeting onder water

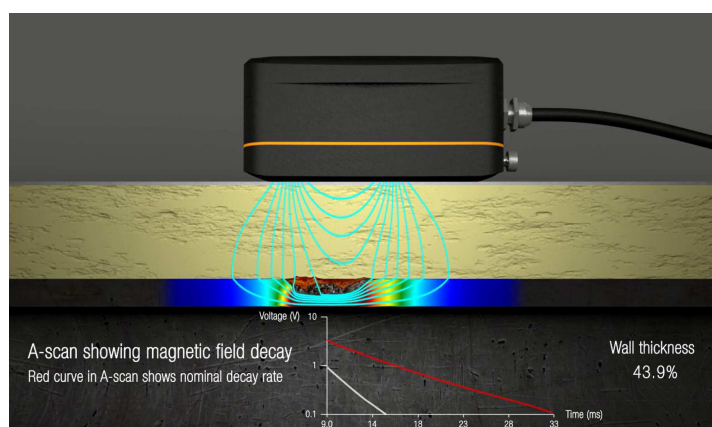
- Resultaten op 2 manieren weergegeven:
 - Raster van losse meetpunten
 - 100% scan (mechanische scanner / crawler nodig)





Pulsed Eddy Current (PEC)

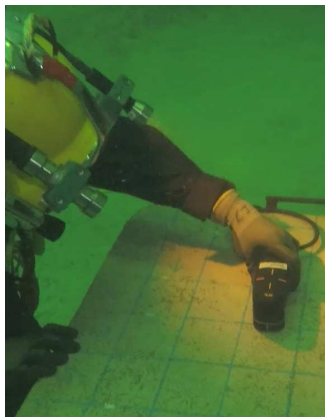
- Met PEC wordt met pulserende stroom (blokspanning) magneetveld opgewekt tot stabiele waarde
- Na uitschakelen stroom stort magnetisch veld in. Hierdoor ontstaan wervelstromen ter compensatie, die echter in sterkte afnemen
- Afnametijd tot 0 is een maat voor de wanddikte





Pulsed Eddy Current (PEC)

- **Voordelen:**
 - Kan contactloos dus door isolatie maar ook door aangroei heen
 - Grid mapping
 - Gecorrodeerd oppervlak niet meegenomen in waarde van diktemeting
- **Nadeel:**
 - Meting levert een gemiddelde waarde op van totale oppervlak van de taster (ca. 200 mm²)



Wanddiktemeting onder water

- Steekproef?
- Monitoring ?
- Het blijft een moment opname

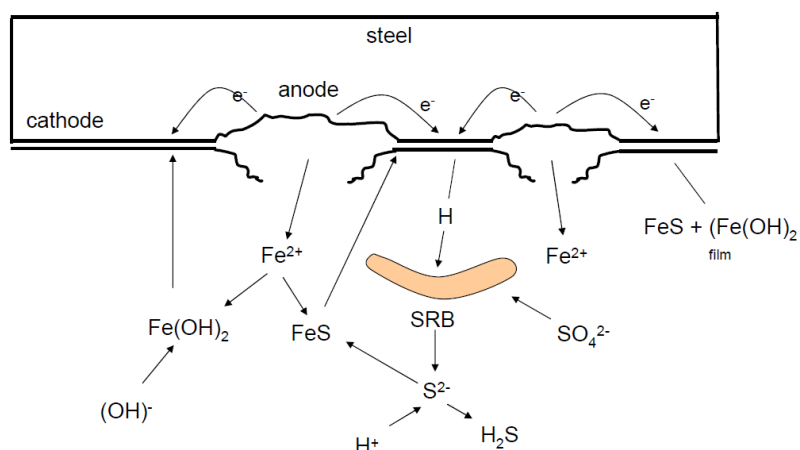


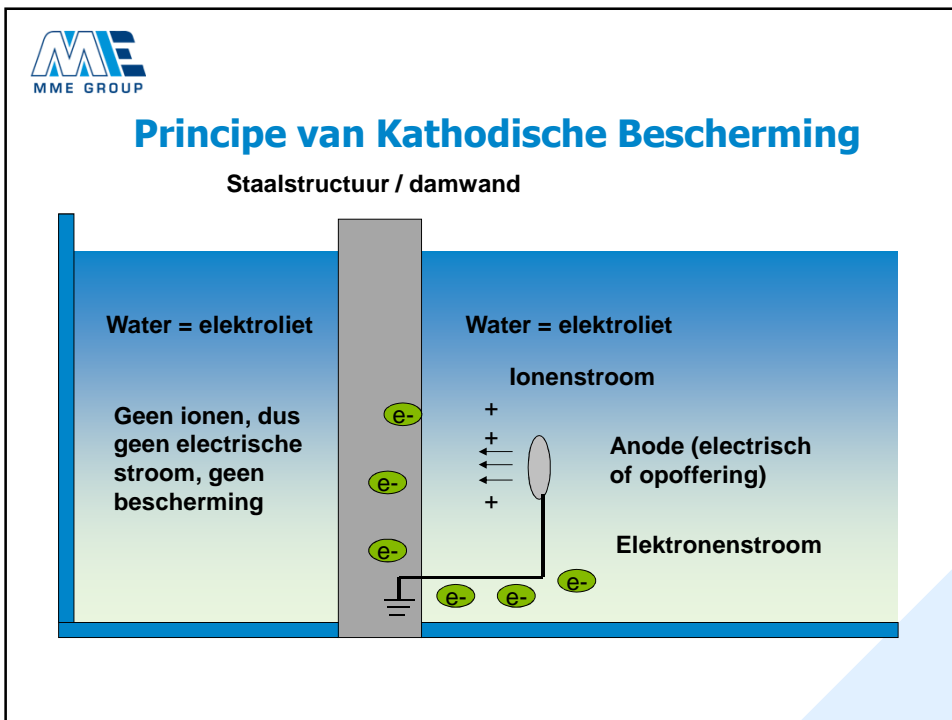
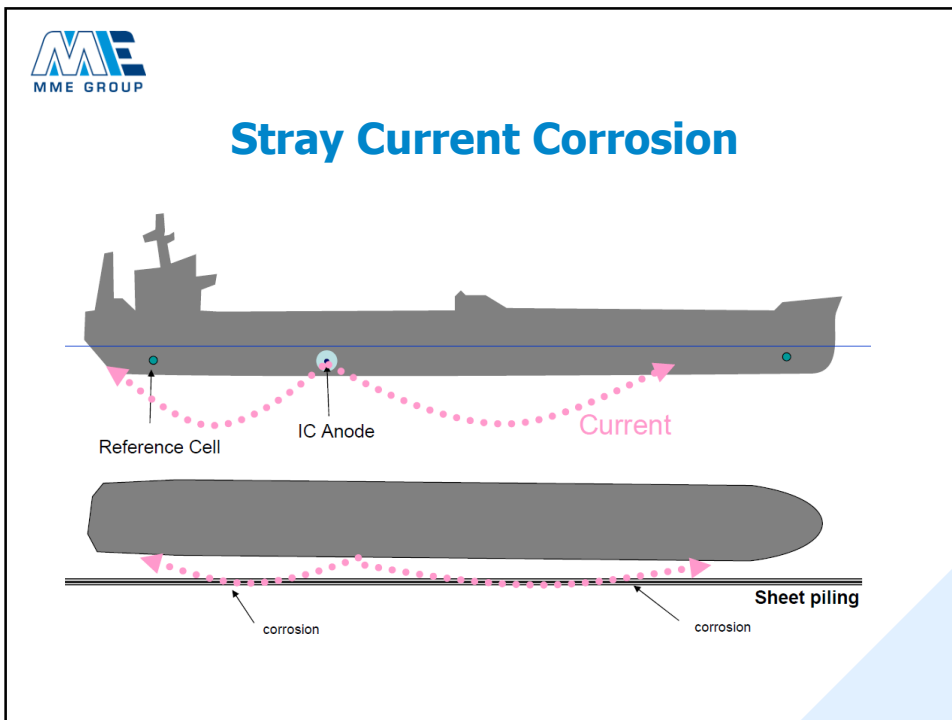
Wat als damwand sneller blijkt te corroderen dan wenselijk?

**Kathodische bescherming
biedt uitkomst**



Sulphate Reducing Bacteria







Twée mogelijke toepassingen

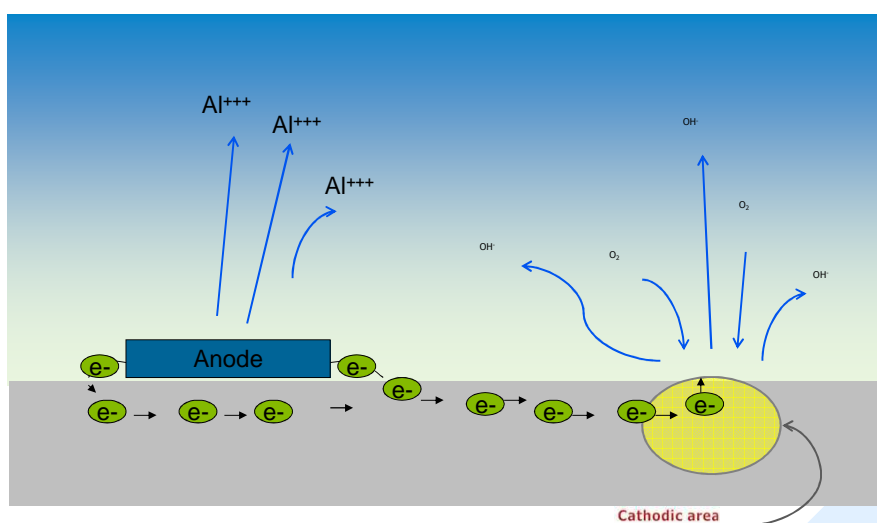
Opofferanodes



ICCP



Opofferanodes



Dank voor uw aandacht
Vragen?

Contactgegevens:

Wilbert Martens Technical Manager – Testing and Inspection Division +31 6 53 72 51 73 w.martens@mme-group.com	Eric Bouman Sales Manager – Cathodic Protection & MGPS Division +31 6 22 67 22 80 e.bouman@mme-group.com
--	---

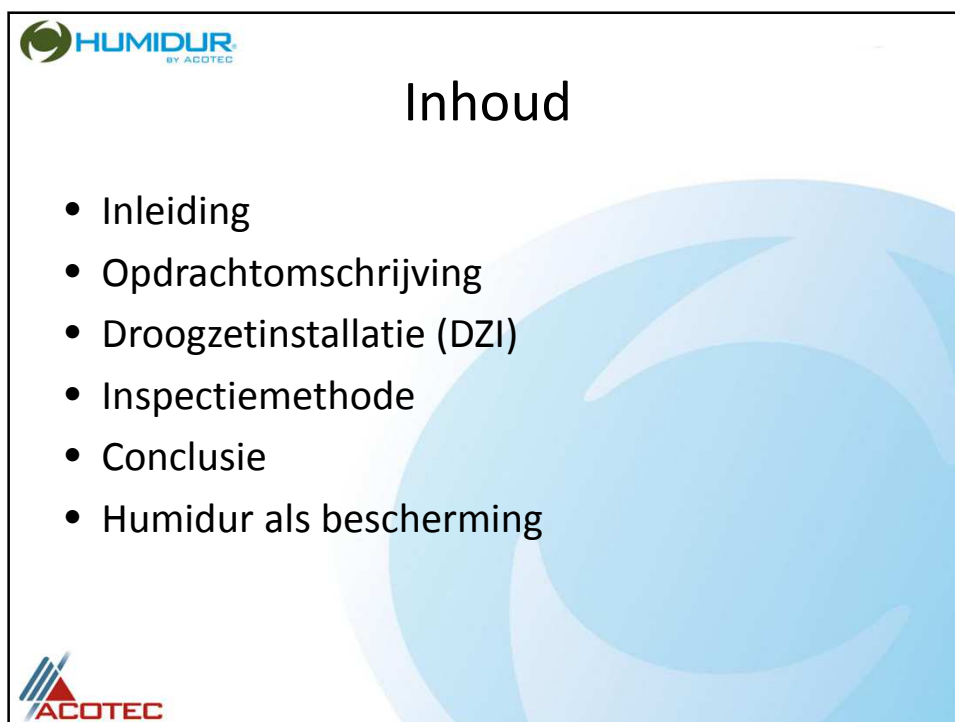
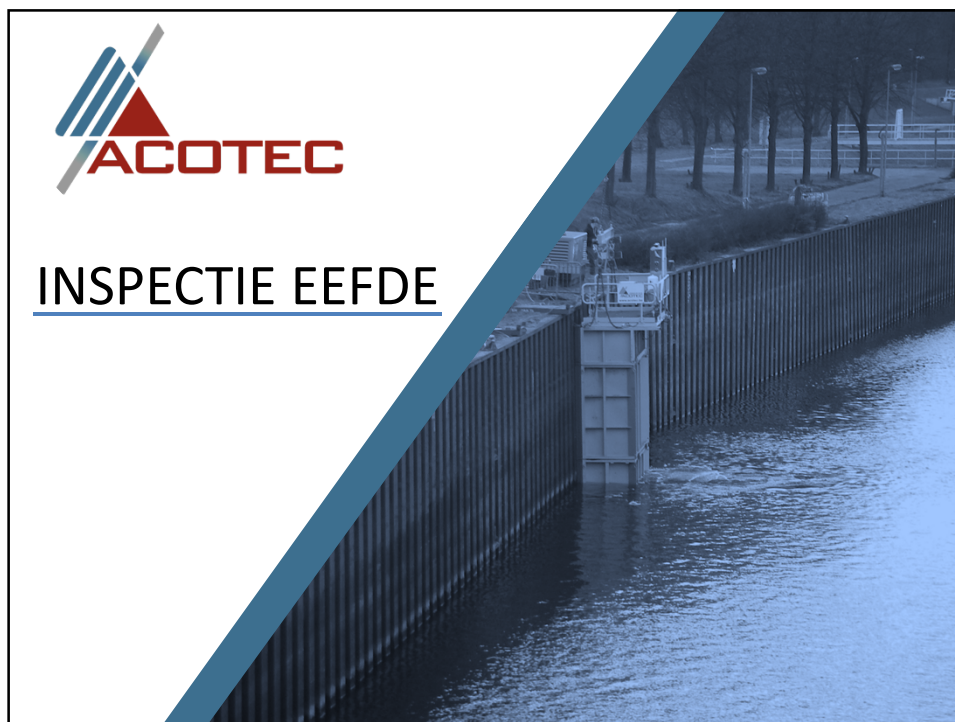
A Longer Life

Volg ons op social media



 MME GROUP	Rietdekkerstraat 16 2984 BM Ridderkerk Postbus 4222 2980 GE Ridderkerk The Netherlands	T +31 (0) 180 482 828 E info@mme-group.com I www.mme-group.com	Other branches: The Netherlands Beverwijk Hengelo Dintelmond Heerenvveen	Eindhoven United Kingdom Faversham P.R. China Zhangzhou City
--	--	--	--	--

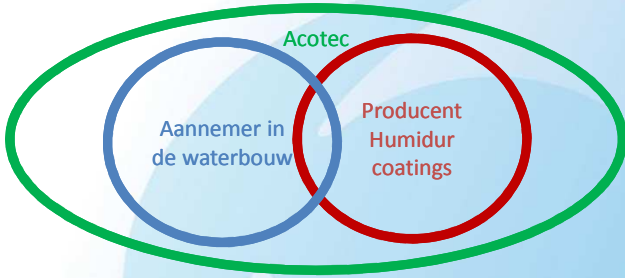
www.mme-group.com



HUMIDUR
BY ACOTEC

Inleiding

- Acotec = Anti-Corrosietechnologie
- Acotecs activiteiten:



- HUMIDUR® = HUMIdity + DURability

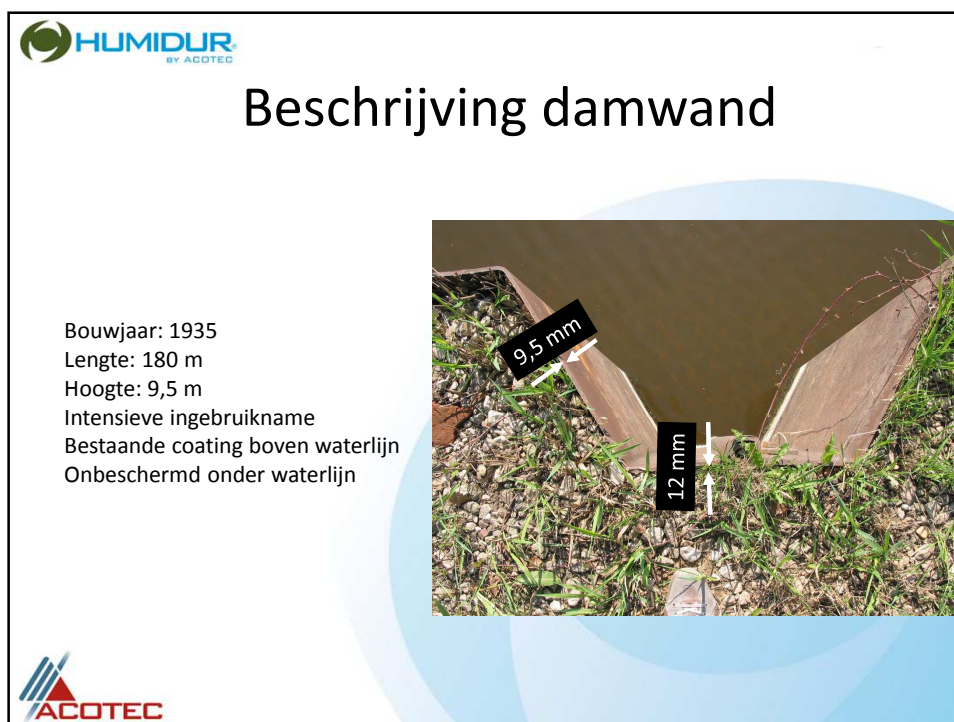
ACOTEC ISO 9001-2008 certified

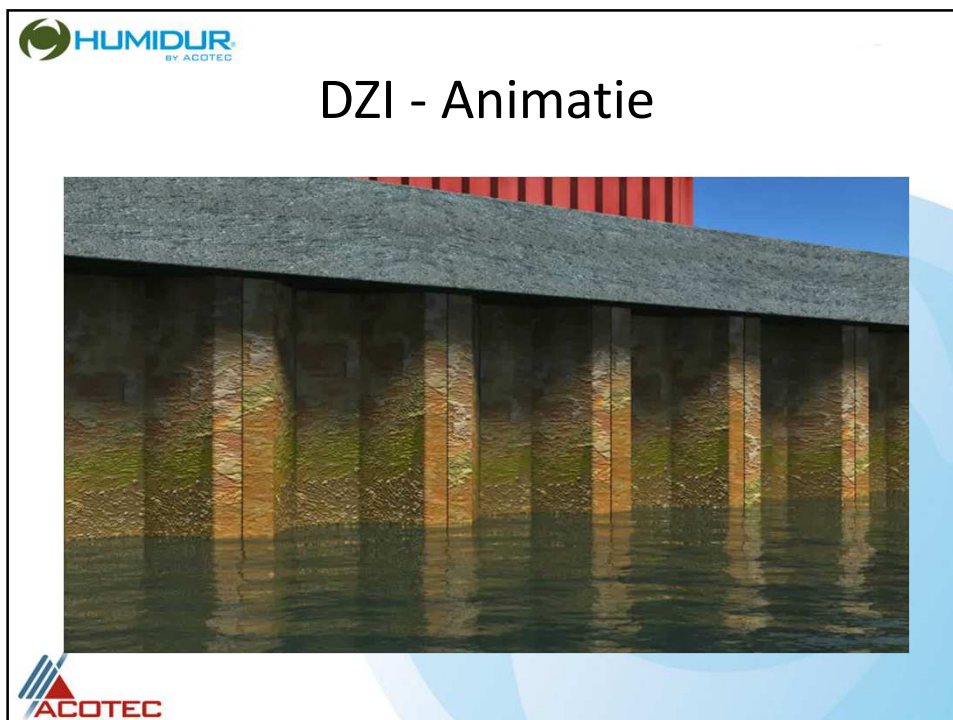
HUMIDUR
BY ACOTEC


Opdrachtomschrijving

- Opdrachtgever: Rijkswaterstaat
- 2012
- Uitvoeren lokale inspecties aan damwand sluis van Eefde met DZI
- Gaten in de damwand worden hersteld









Inspectiemethode

Visueel Onderzoek



- Boven en onder waterlijn
- Voor en na reinigen

BART testen

- Biological Activity Reaction Test

Laagdikte metingen

Staaldiktemetingen



Inspectiemethode

Visueel Onderzoek


- Boven en onder waterlijn
- Voor en na reinigen

BART testen

- Biological Activity Reaction Test

Laagdikte metingen

Staaldiktemetingen




 **HUMIDUR**
BY ACOTEC

Visueel – Boven Waterlijn

- coating aanwezig
 > 75% roest





 **ACOTEC**

 **HUMIDUR**
BY ACOTEC

Visueel – Boven Waterlijn

- Degradatie coating
- Mechanische Schade
- Uniforme corrosie




 **ACOTEC**

 **HUMIDUR**
BY ACOTEC

Visueel Onderzoek – voor reinigen




 **ACOTEC**

 **HUMIDUR**
BY ACOTEC

Visueel Onderzoek – na reinigen




 **ACOTEC**



Visueel Onderzoek – na reinigen









Visueel – Onder Waterlijn

- Geen bescherming
- Mechanische Schade
- Bacteriële corrosie
- Begroeiing
- Cavitatie





HUMIDUR
BY ACOTEC

Inspectiemethode

Visueel Onderzoek

- Boven en onder waterlijn
- Voor en na reinigen

BART testen

- Biological Activity Reaction Test

Laagdikte metingen

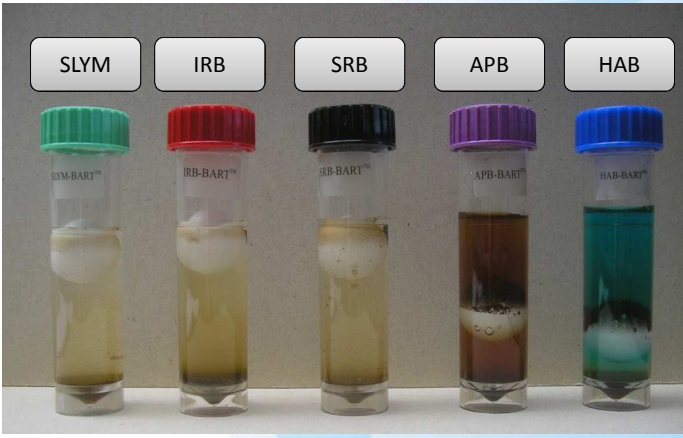
Staaldiktemetingen

ACOTEC

HUMIDUR
BY ACOTEC


BART-Test

- Biological Activity Reaction Test

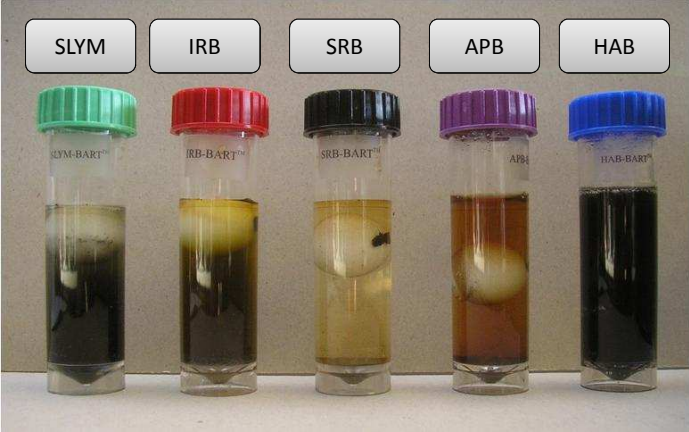



The image shows five BART test tubes arranged in a row. Above each tube is a label: SLYM, IRB, SRB, APB, and HAB. The tubes contain liquids of varying colors and turbidity, indicating different levels of bacterial activity. The SLYM tube has a green cap and a yellowish liquid. The IRB tube has a red cap and a yellowish liquid. The SRB tube has a black cap and a yellowish liquid. The APB tube has a purple cap and a dark brown liquid. The HAB tube has a blue cap and a greenish liquid.


ACOTEC

 **BART-Test**


- Biological Activity Reaction Test






 **Inspectiemethode**

- Visueel Onderzoek
 - Boven en onder waterlijn
 - Voor en na reinigen
- BART testen
 - Biological Activity Reaction Test
- Laagdikte metingen
- Staaldiktemetingen



HUMIDUR
BY ACOTEC

Laagdikte



Vereiste laagdikte	200 μm
#meetpunten	30
Min dikte	53 μm
Max dikte	275 μm
Gemiddelde dikte	130 μm
Standaard afwijking	55,3 μm
% < 200 μm	83%
% \geq 200 μm	17%

ACOTEC

HUMIDUR
BY ACOTEC

Inspectiemethode

Visueel Onderzoek

- Boven en onder waterlijn
- Voor en na reinigen

BART testen

- Biological Activity Reaction Test

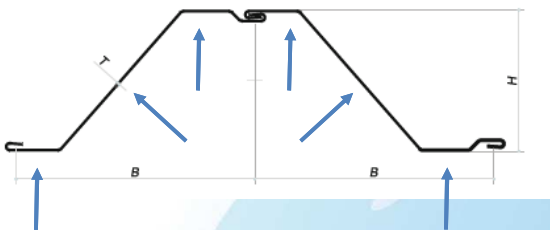
Laagdikte metingen

Staaldiktemetingen

ACOTEC

HUMIDUR
BY ACOTEC

Staaldiktemetingen




- Elke halve meter 1 puntmeting
- Puntmeting = gemiddelde van 5 afzonderlijke metingen
- Per profiel: 165 metingen

ACOTEC

HUMIDUR
BY ACOTEC

Staaldiktemetingen

- 770 metingen



Afstand kopbalk	12 mm	9,5 mm	12 mm												
	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	
5	6	6.5	5.7	10	9	7	8	7.5	7.7	9.8	8.1	7.8	8.8	8.3	
5,5	9.3	8.4	5.7	9.8	9.7	6.2	9.5	7.7	6.5	9.6	8	7.7	9.5	5.5	
6	7.2	6	6.9	9.5	9	5.6	6.2	5.3	7.7	9	8.2	8.1	7.9	5.9	
6,5	5.6	6.6	6	9.4	7.9	6.7	4.6	5.8	5.9	8.3	7.7	6	6.1	7.5	
7	7.1	5.4	6.2	7.4	8.3	5.5	5.3	6.2	5.7	8	8.1	6.2	5.7	5.2	
7,5	6.5	7.6	5.4	6.9	5.2	5.7	5.6	5.4	5.8	7.4	7.7	6.4	6.2	4.9	
8	6.7	6.4	6.2	6.6	6	5.7	5	5.5	6	6	7.5	6.5	6.6	5.4	
8,5	8.2	8.6	5	6.1	8.1	6.6	7.2	5.2	6.5	6.6	6.1	4.9	6.1	5.9	
9	5.9	6.7	6	6.3	7.4	5.3	5.3	5.5	8.1	7.4	6.8	6.9	6.6	6.5	
9,5	4.8	6.9	5.9	6	7.8	6.9	5.3	6.5	8.2	6.7	7.7	5.5	6.2	6.5	
10	8.7	6.4	5.8	6.9	7.1	7.1	6.9	6.6	7.6	7.6	7.9	6.1	6.7	6.2	

- Waarnemingen: Op outpan zwaardere corrosie dan inpan en flange
- Boven en net onder waterlijn minder dikteverlies
- Geen typische ALWC

ACOTEC



HUMIDUR
BY ACOTEC

Conclusie

- Staaldikte-afname tot meer dan 50%
- Hogere corrosiesnelheid onder de waterlijn
- Aanwijzing bacteriële corrosie door BART testen en roestpuisten
 - Lokale corrosie: Pitting
- MIC over de hele diepte (geen ALWC)

ACOTEC

HUMIDUR
BY ACOTEC

Humidur als oplossing in combinatie met DZI

- 2K solvent-vrij epoxy coating
- > 30 jaar bewezen levensduur
- 1 laag zonder primer
- Milieuvriendelijk
- Onder water uitharding



ACOTEC



STRUCTUUR PRESENTATIE

- › Introductie Geluid
- › Overzicht Echo-akoestische Afbeeldingsmethoden
 - › Seismische beeldvorming
 - › Militaire sonar
 - › Medische echografie
 - › Niet-destructief onderzoek
- › Ultrasonische technologie voor damwandinspectie

STRUCTUUR PRESENTATIE

› Introductie Geluid

- › Overzicht Echo-akoestische Afbeeldingsmethoden
 - › Seismische beeldvorming
 - › Militaire sonar
 - › Medische echografie
 - › Niet-destructief onderzoek
- › Ultrasonische technologie voor damwandinspectie

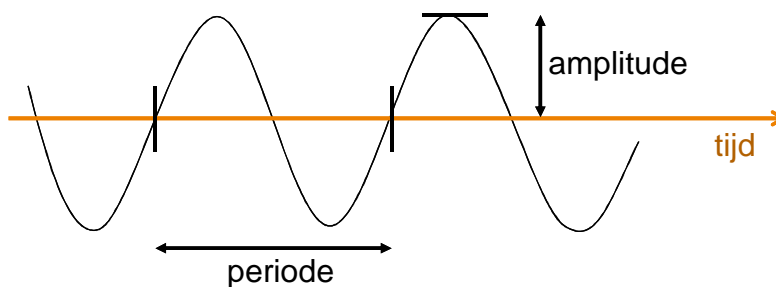
INTRODUCTIE GELUID



1 Hz 10 Hz 100 Hz 1 kHz 10 kHz 100 kHz 1 MHz 10 MHz 100 MHz 1 GHz

geluid is een trilling

- in lucht (gas)
- in water (vloeistof)
- in staal (vaste stof)



frequentie: aantal periodes per seconde, eenheid Hertz [Hz]

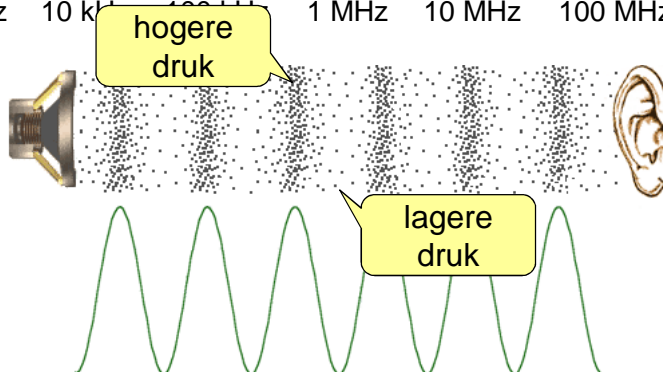
INTRODUCTIE GELUID



1 Hz 10 Hz 100 Hz 1 kHz 10 kHz 100 kHz 1 MHz 10 MHz 100 MHz 1 GHz

geluid is een trilling

- in lucht (gas)
- in water (vloeistof)
- in staal (vaste stof)



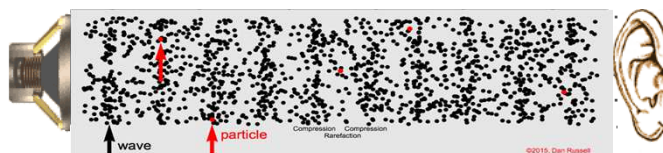
INTRODUCTIE GELUID

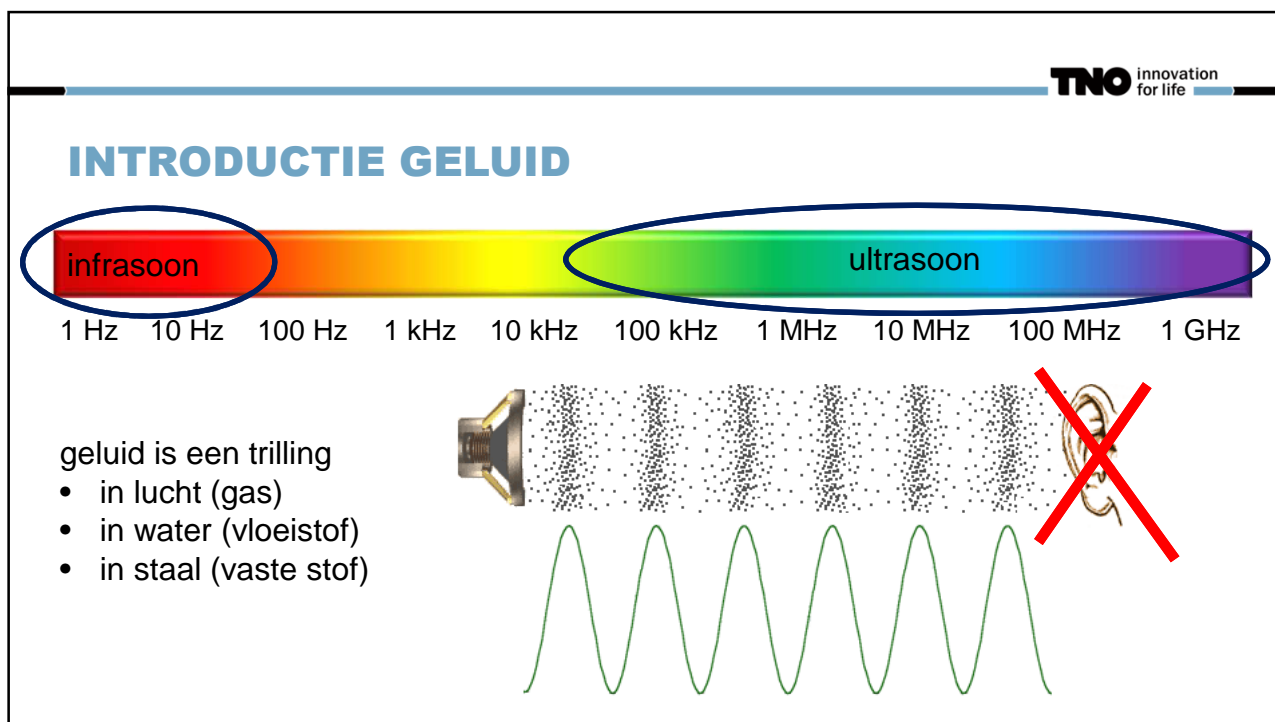
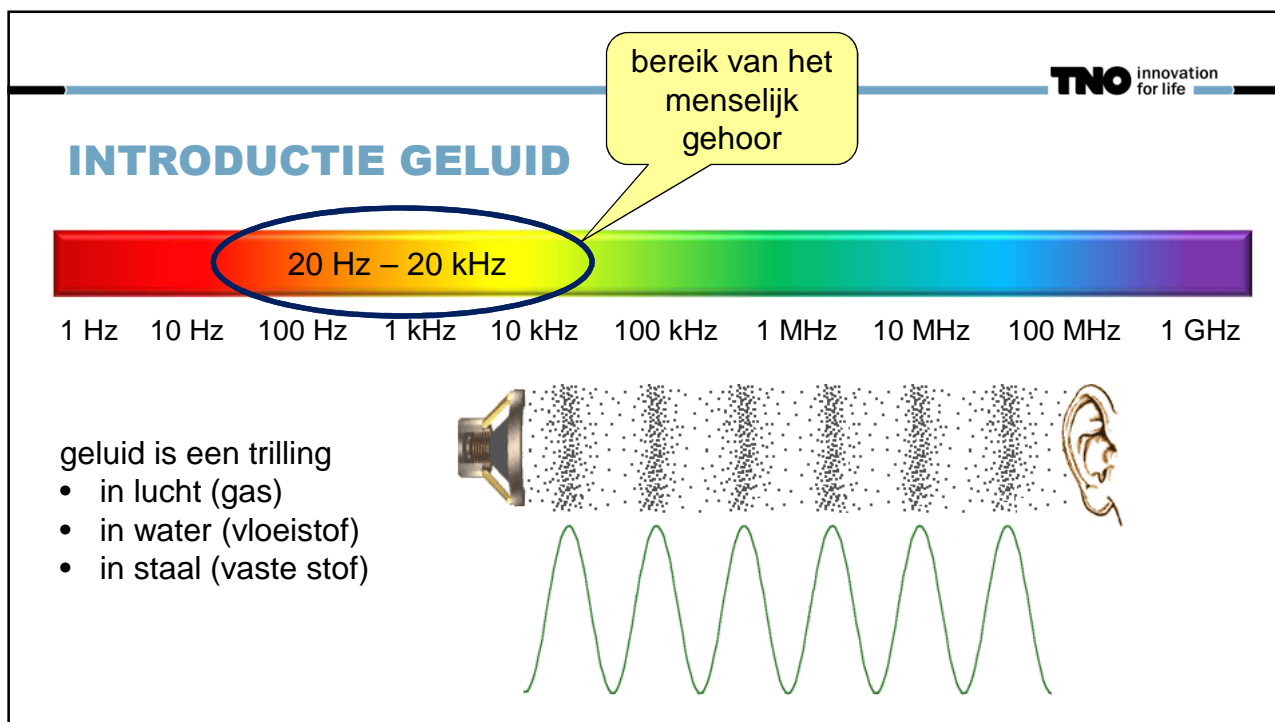


1 Hz 10 Hz 100 Hz 1 kHz 10 kHz 100 kHz 1 MHz 10 MHz 100 MHz 1 GHz

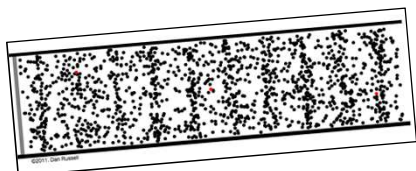
geluid is een trilling

- in lucht (gas)
- in water (vloeistof)
- in staal (vaste stof)

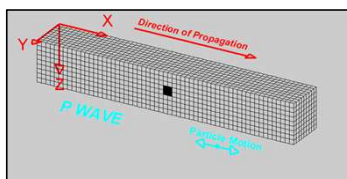




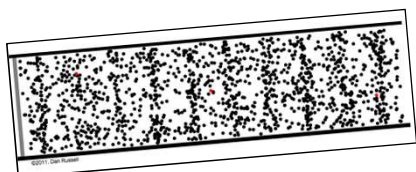
INTRODUCTIE GELUID



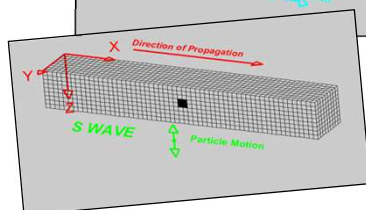
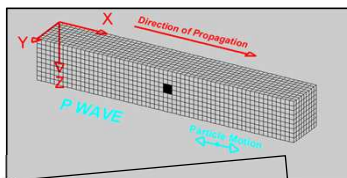
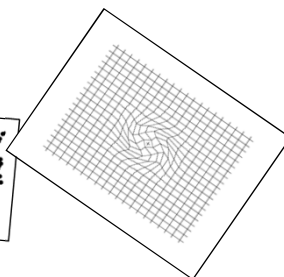
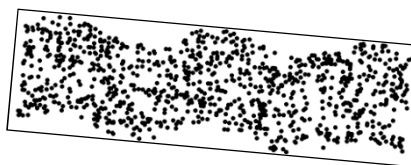
geluid in gassen / vloeistoffen



INTRODUCTIE GELUID



geluid in gassen / vloeistoffen
geluid in vaste stoffen



TNO innovation for life

INTRODUCTIE GELUID

geluid in gassen / vloeistoffen
 geluid in vaste stoffen
 geluid bij randen

TNO innovation for life

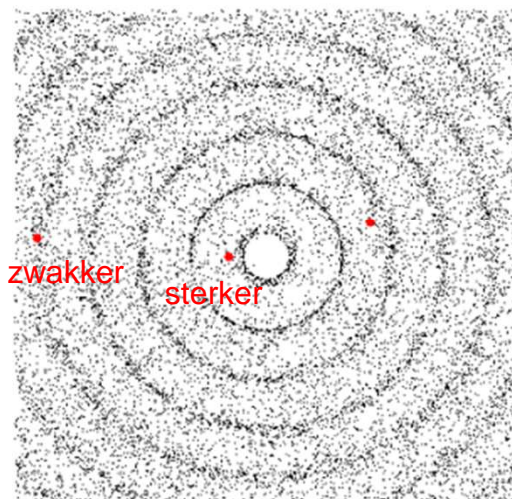
INTRODUCTIE GELUID

elk golftype heeft zijn specifieke eigenschappen qua bereik, gevoeligheid voor verstoringen, defecten, etc., etc.

geluid in gassen / vloeistoffen
 geluid in vaste stoffen
 geluid bij randen

INTRODUCTIE GELUID

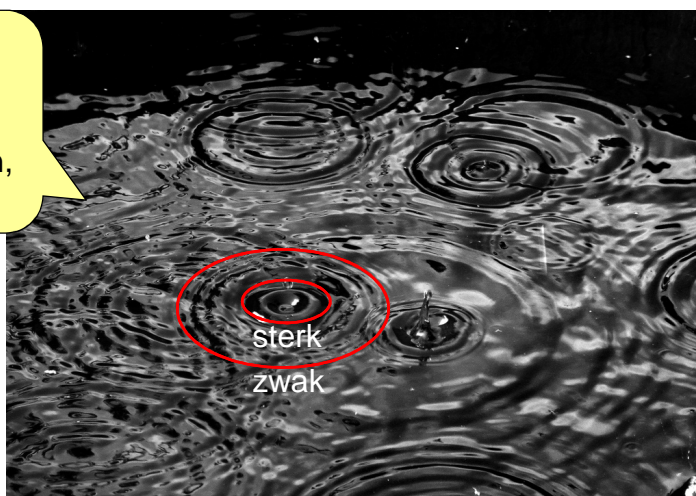
elk golftype heeft zijn specifieke eigenschappen qua bereik, gevoeligheid voor verstoringen, defecten, etc., etc.



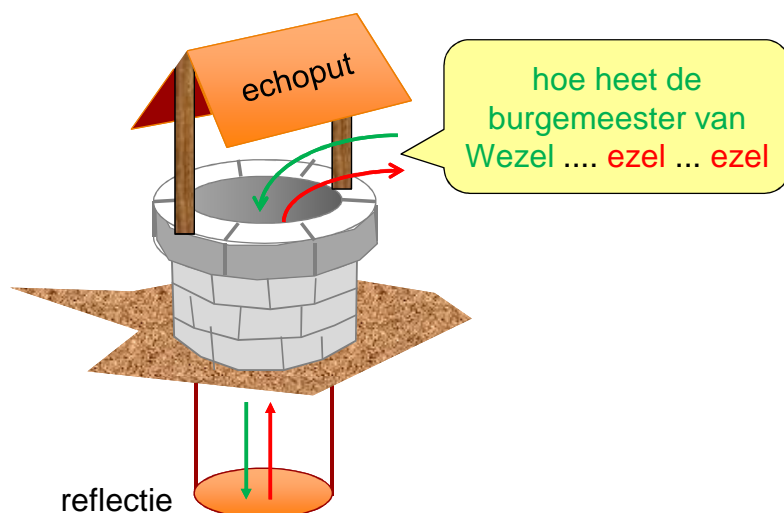
isvr

INTRODUCTIE GELUID

elk golftype heeft zijn specifieke eigenschappen qua bereik, gevoeligheid voor verstoringen, defecten, etc., etc.



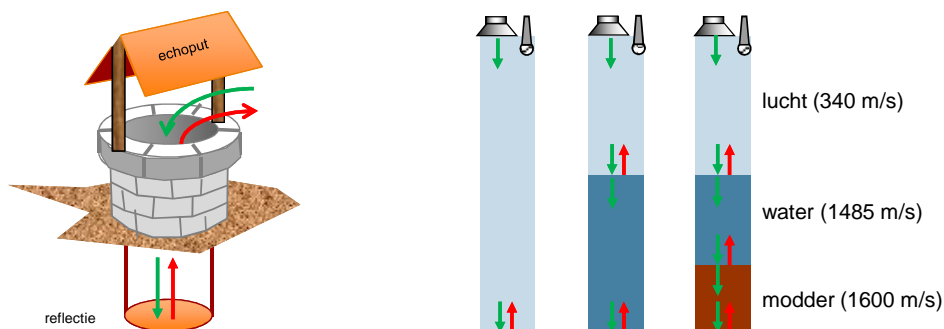
INTRODUCTIE GELUID



INTRODUCTIE GELUID



INTRODUCTIE GELUID



hoe langer het duurt voor de echo komt hoe dieper de put:

- deel de tijd door twee (geluid gaat heen en weer)
- vermenigvuldig met de geluidssnelheid

STRUCTUUR PRESENTATIE

› Introductie Geluid

› Overzicht Echo-akoestische Afbeeldingsmethoden

- › Seismische beeldvorming
- › Militaire sonar
- › Medische echografie
- › Niet-destructief onderzoek

› Ultrasonische technologie voor damwandinspectie

STRUCTUUR PRESENTATIE

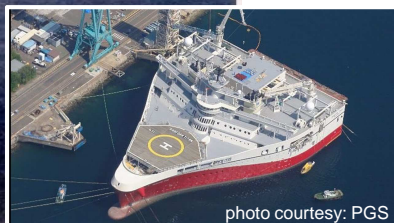
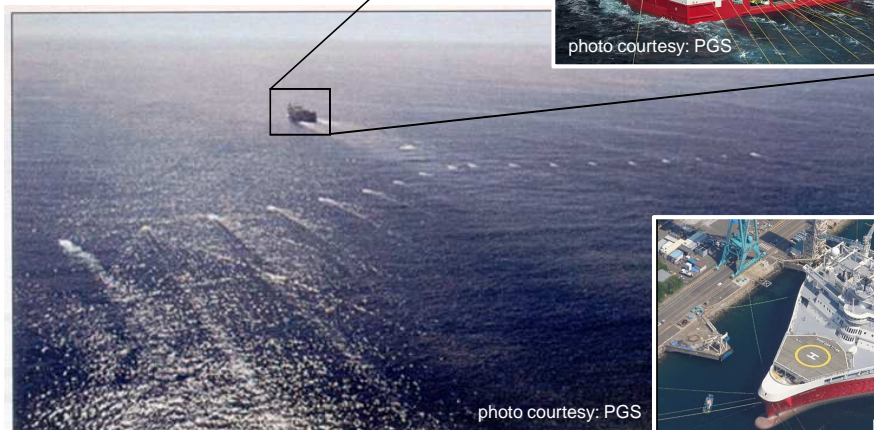
› Introductie Geluid

› Overzicht Echo-akoestische Afbeeldingsmethoden

- › Seismische beeldvorming ←
- › Militaire sonar
- › Medische echografie
- › Niet-destructief onderzoek

› Ultrasonische technologie voor damwandinspectie

SEISMISCHE BEELDVORMING



schip met 16 streamers (hydrofoon* kabels)
en airgun (onderwater geluidbron)

*onderwatermicrofoon

SEISMISCHE BEELDVORMING



SEISMISCHE BEELDVORMING

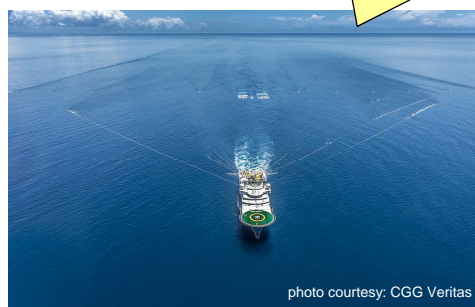
State of the art *seismische acquisitie*

- 80.000 opnamekanalen
 - 20 streamers, 10 km lengte
- continue opname
- 2 ms bemonsteringinterval
- 32 bit A/D
- 3D

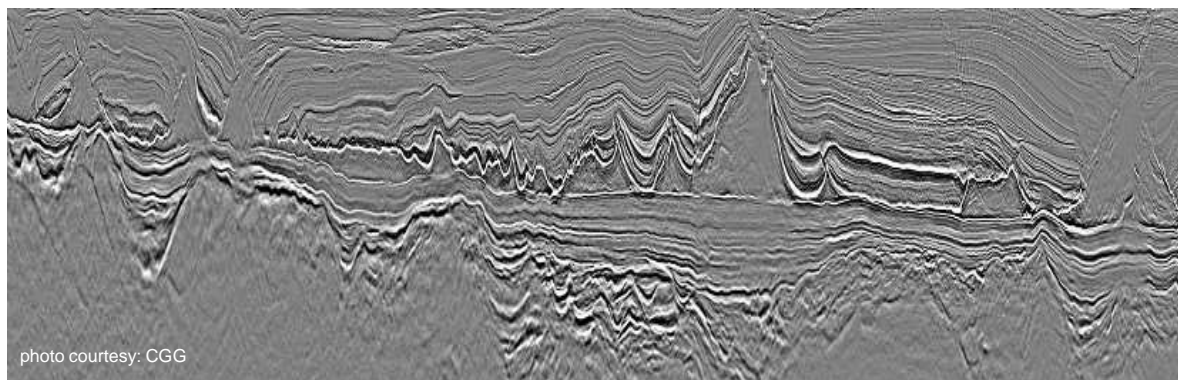
big
data

1.280.000.000 bits/s = 160 MB/s
14 TB per dag

de opnames
kunnen vele weken
duren voor een
gebied van vele
tientallen km²



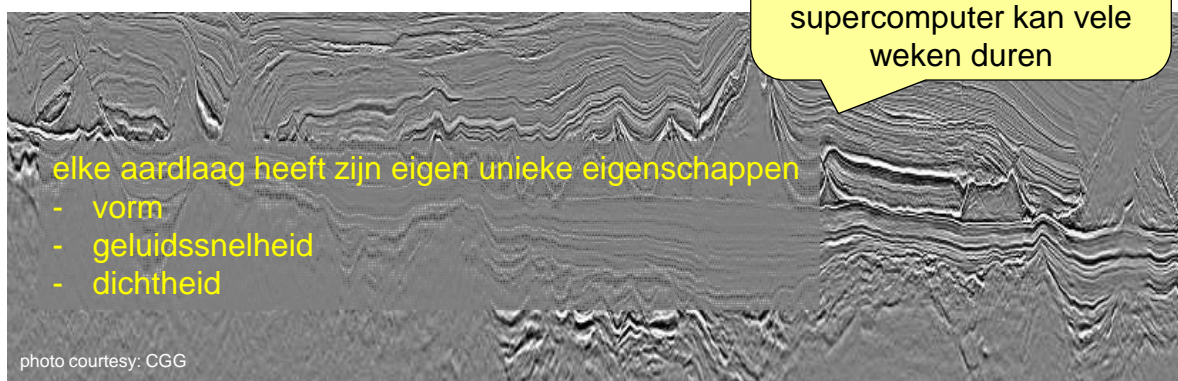
SEISMISCHE BEELDVORMING



enkele kilometers

tientallen kilometers

SEISMISCHE BEELDVORMING

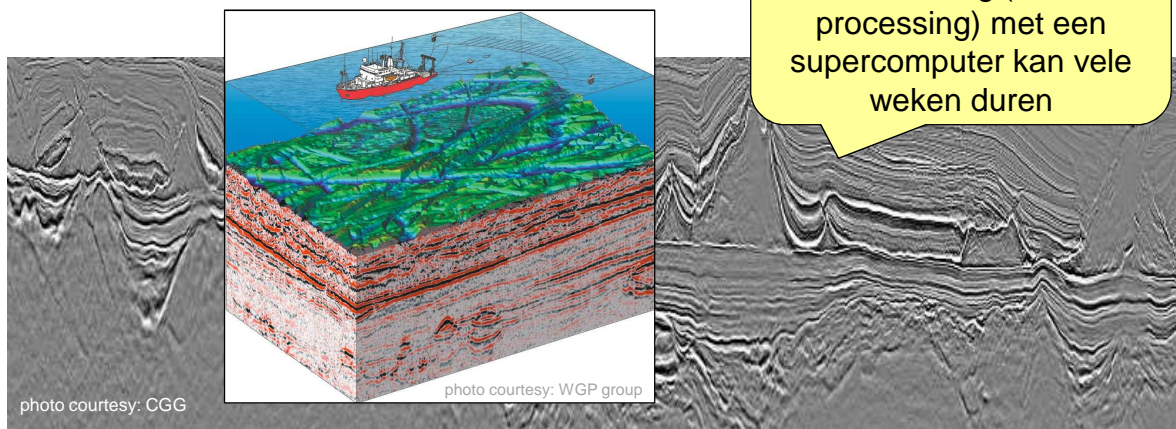


het produceren van 1 afbeelding (data processing) met een supercomputer kan vele weken duren

enkele kilometers

tientallen kilometers

SEISMISCHE BEELDVORMING

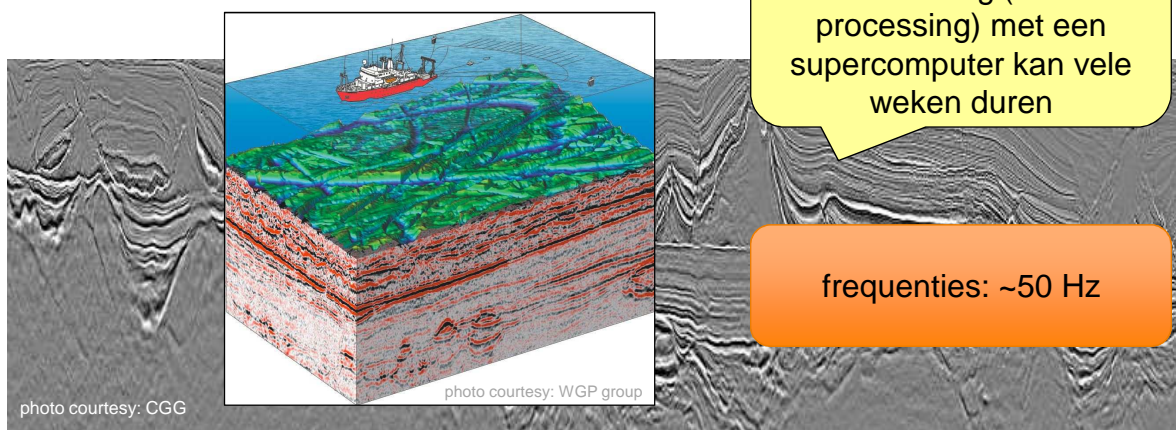


enkele kilometers

3D volumebeeld

tientallen kilometers

SEISMISCHE BEELDVORMING



enkele kilometers

3D volumebeeld

tientallen kilometers

STRUCTUUR PRESENTATIE

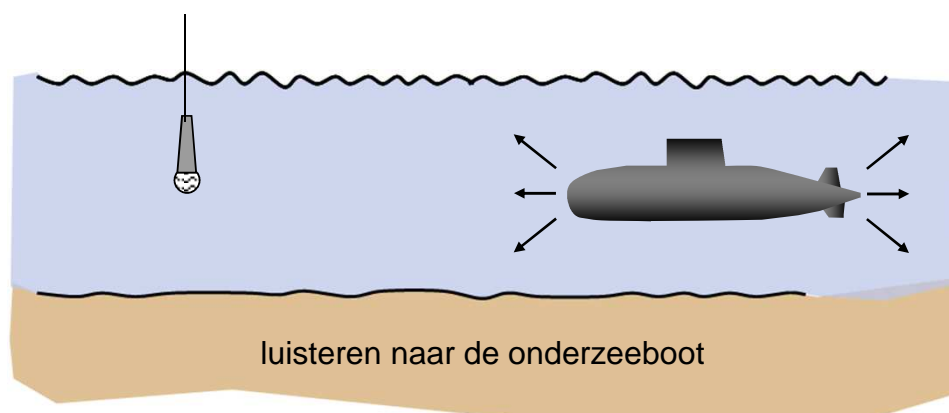
- › Introductie Geluid

- › Overzicht Echo-akoestische Afbeeldingsmethoden

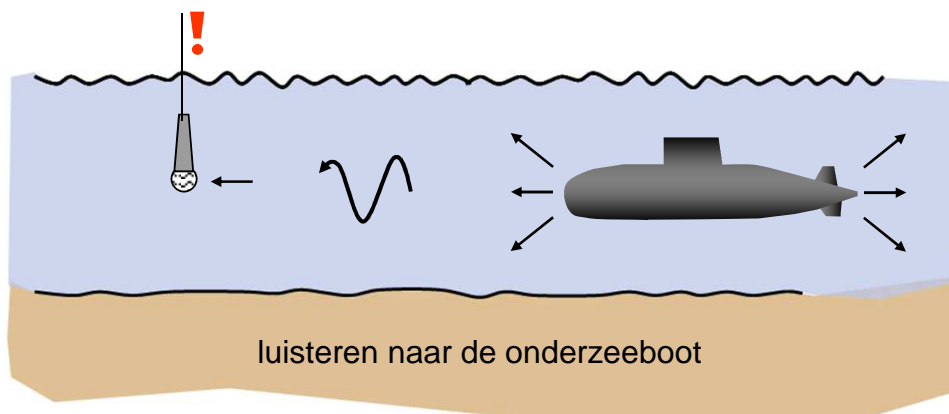
- › Seismische beeldvorming
- › Militaire sonar ←
- › Medische echografie
- › Niet-destructief onderzoek

- › Ultrasone technologie voor damwandinspectie

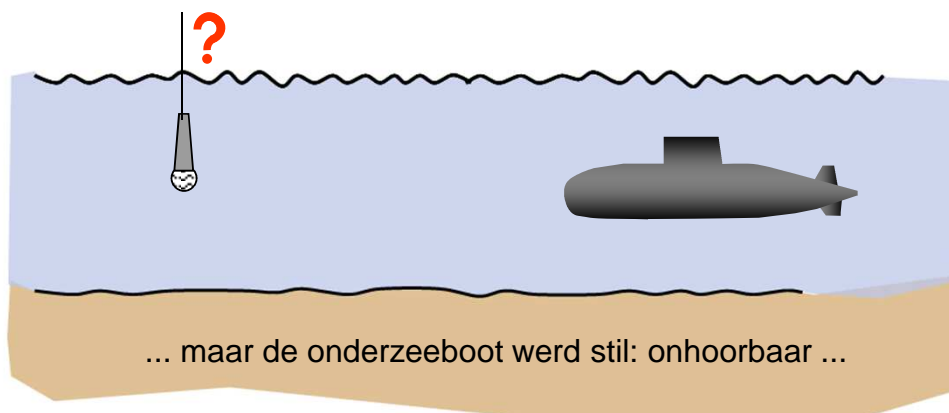
MILITAIRE SONAR



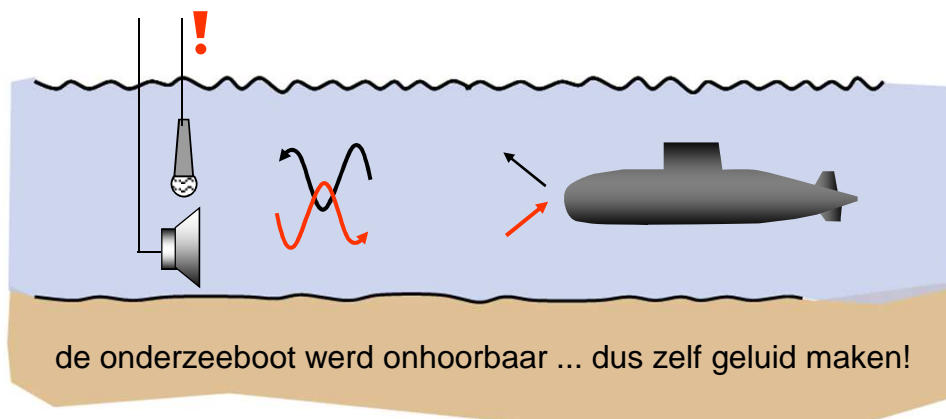
MILITAIRE SONAR



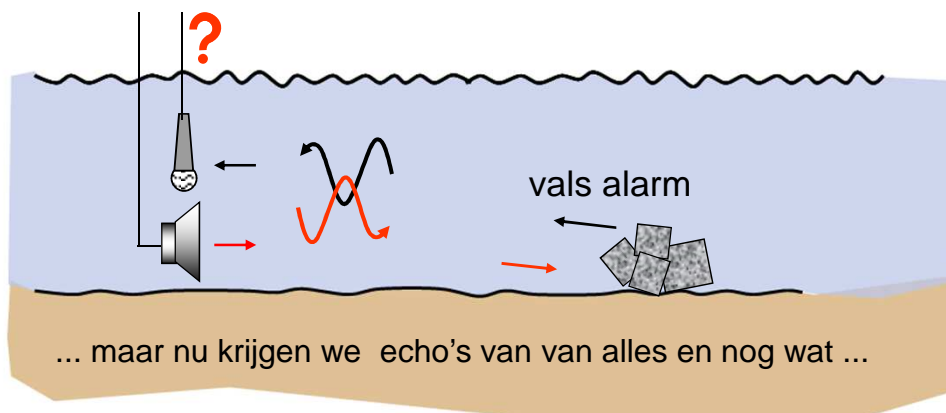
MILITAIRE SONAR



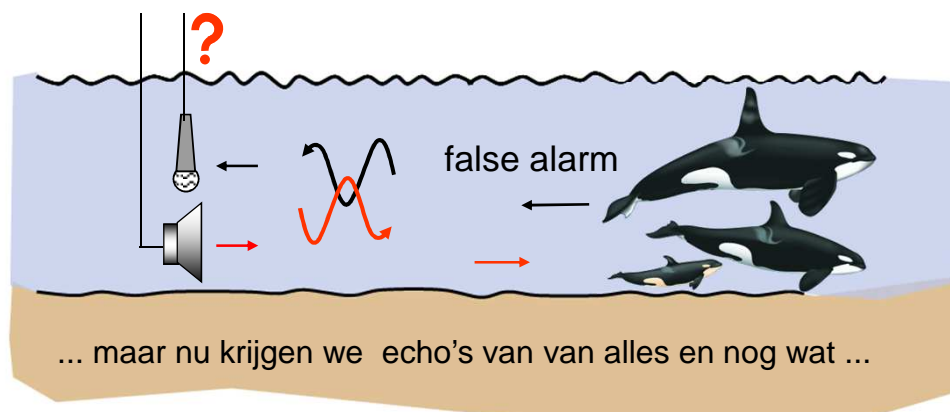
MILITAIRE SONAR



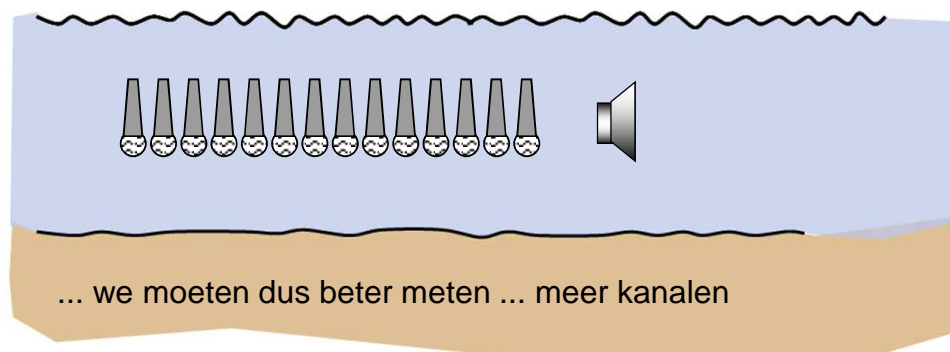
MILITAIRE SONAR

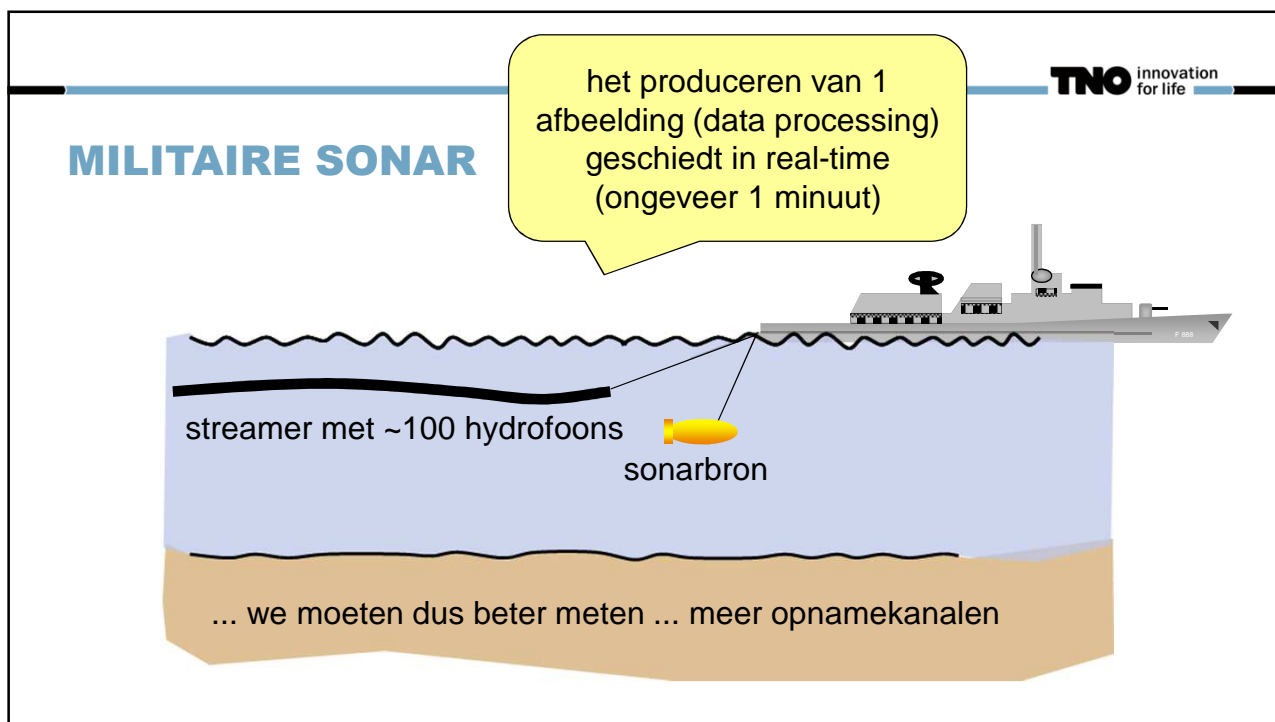


MILITAIRE SONAR



MILITAIRE SONAR





STRUCTUUR PRESENTATIE

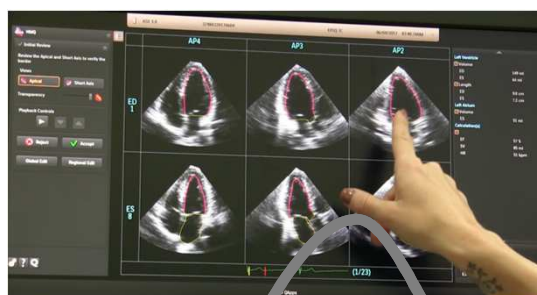
› Introductie Geluid

› Overzicht Echo-akoestische Afbeeldingsmethoden

- › Seismische beeldvorming
- › Militaire sonar
- › Medische echografie ←
- › Niet-destructief onderzoek

› Ultrasone technologie voor damwandinspectie

MEDISCHE ECHOGRAFIE



array met ~100 elementen voor
zenden en ontvangen van ultrasoon geluid

MEDISCHE ECHOGR

het produceren van 1 afbeelding (data processing) geschiedt in real-time (meerdere beelden per seconde)




array met ~100 elementen voor zenden en ontvangen van ultrasoon geluid

TNO innovation for life

Detailed description: This slide illustrates the medical ultrasound process. It features a photograph of a fetus on the left, a central image of an ultrasound machine's control panel with a hand pointing at the screen, and a full view of the ultrasound machine on the right. A yellow callout box explains that image production (data processing) occurs in real-time. A grey probe with an array of ~100 elements is shown at the bottom left, connected to the machine.

MEDISCHE ECHOGR

het produceren van 1 afbeelding (data processing) geschiedt in real-time (meerdere beelden per seconde)



array met ~100 elementen voor zenden en ontvangen van ultrasoon geluid

frequentie: ~10 MHz

TNO innovation for life

Detailed description: This slide is identical to the one above but includes an orange callout box at the bottom right stating the frequency is approximately 10 MHz. The layout, including the fetus image, the operator's hand on the screen, the ultrasound machine, and the probe, remains the same.

STRUCTUUR PRESENTATIE

› Introductie Geluid

› Overzicht Echo-akoestische Afbeeldingsmethoden

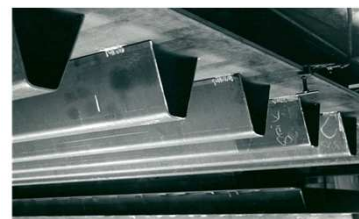
- › Seismische beeldvorming
- › Militaire sonar
- › Medische echografie
- › Niet-destructief onderzoek ←

› Ultrasonische technologie voor damwandinspectie

NIET-DESTRUCTIEF TESTING



Stalen brugdek:
localiseren van vermoeiingsscheuren door te luisteren
naar het 'gekraak' van de groeiende scheur
(acoustic emission)



STRUCTUUR PRESENTATIE

› Introductie Geluid

› Overzicht Echo-akoestische Afbeeldingsmethoden

- › Seismische beeldvorming
- › Militaire sonar
- › Medische echografie
- › Niet-destructief onderzoek



aantal kanalen: van 4 tot 80.000
 frequenties: van 50 Hz tot 50 MHz
 beeldbewerking: van real-time tot maanden
 methode: actief of passief
 golftypen: diverse
 resolutie: van millimeters tot honderden meters

› Ultrasonische technologie voor damwandinspectie

STRUCTUUR PRESENTATIE

› Introductie Geluid

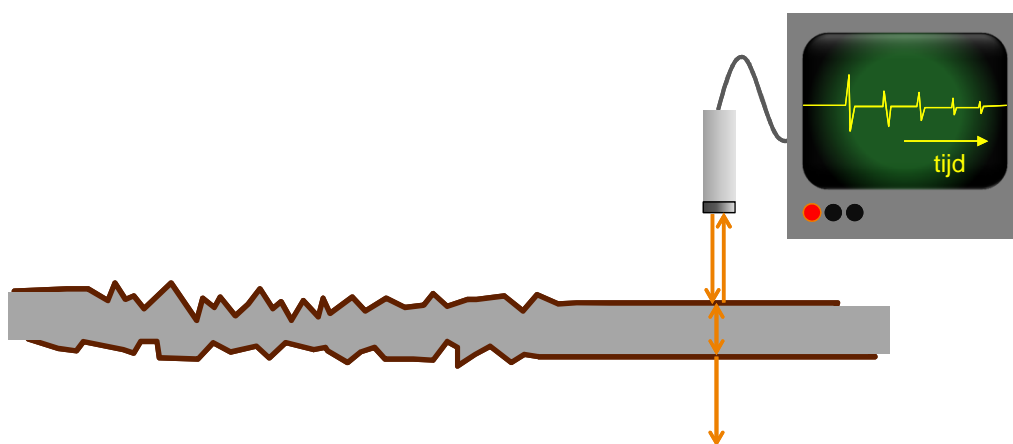
› Overzicht Echo-akoestische Afbeeldingsmethoden

- › Seismische beeldvorming
- › Militaire sonar
- › Medische echografie
- › Niet-destructief onderzoek



› Ultrasonische technologie voor damwandinspectie

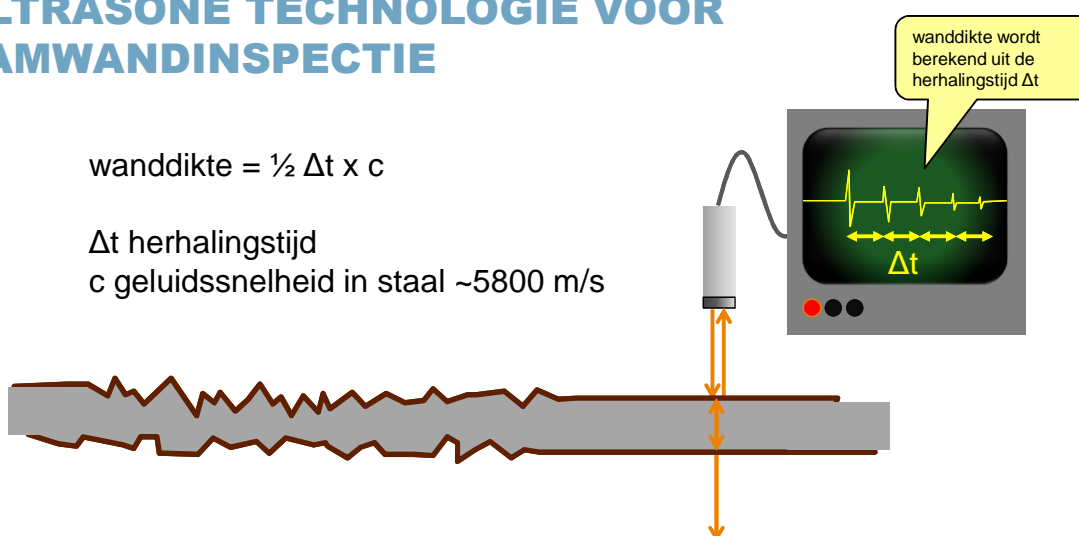
ULTRASONIC TECHNOLOGY FOR DAM WALL INSPECTION



ULTRASONIC TECHNOLOGY FOR DAM WALL INSPECTION

$$\text{wanddikte} = \frac{1}{2} \Delta t \times c$$

Δt herhalings-tijd
 c geluidssnelheid in staal ~ 5800 m/s



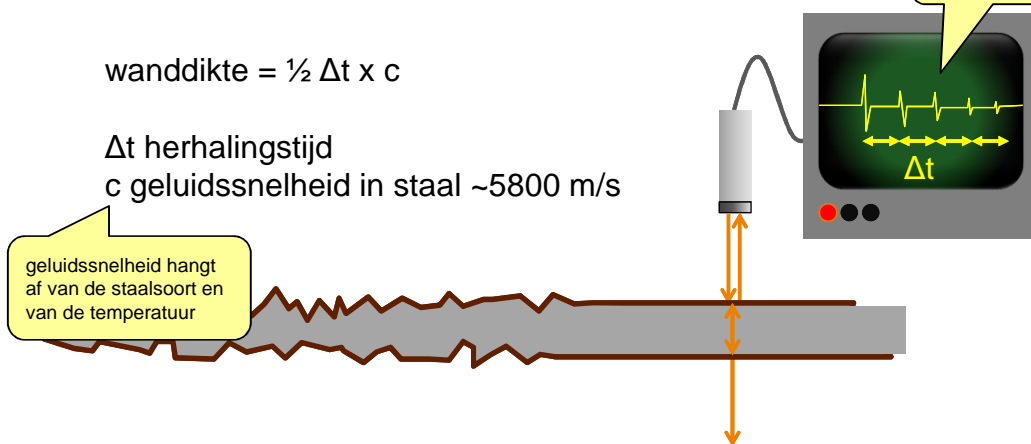
ULTRASONE TECHNOLOGIE VOOR DAMWANDINSPECTIE

$$\text{wanddikte} = \frac{1}{2} \Delta t \times c$$

Δt herhalingsstijd
c geluidssnelheid in staal ~5800 m/s

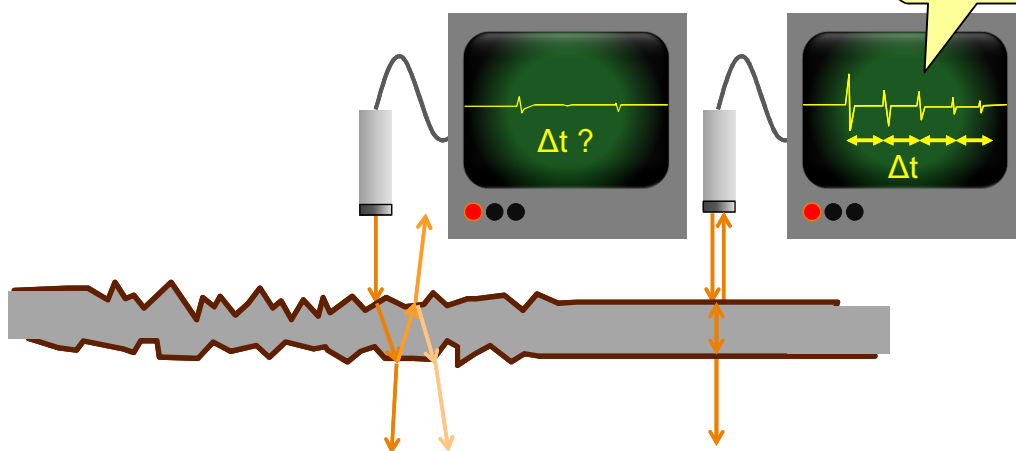
geluidssnelheid hangt
af van de staalsoort en
van de temperatuur

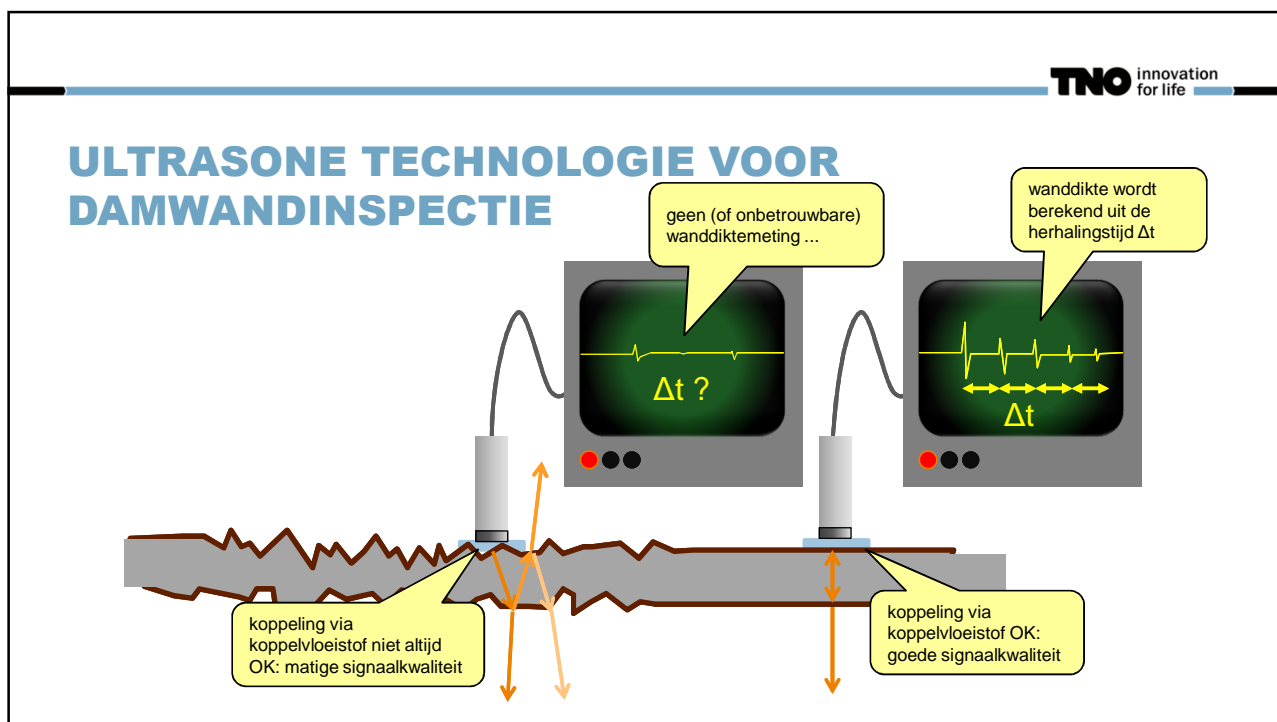
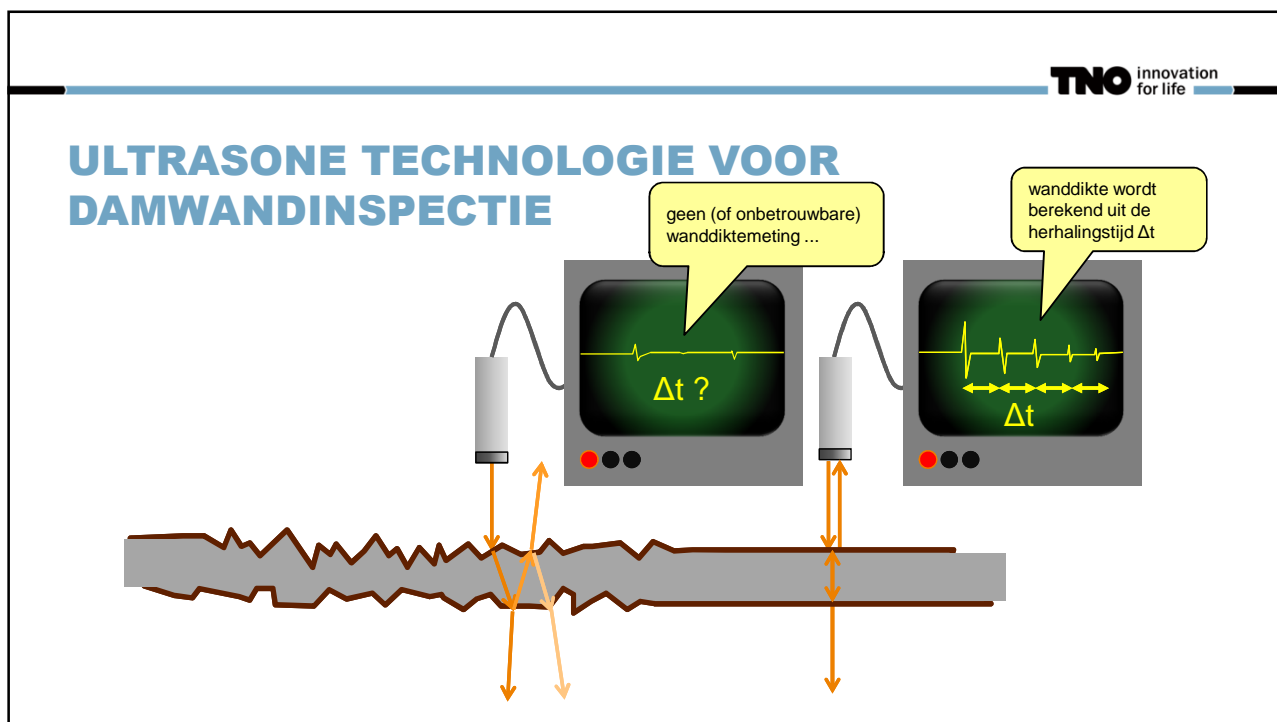
wanddikte wordt
berekend uit de
herhalingsstijd Δt



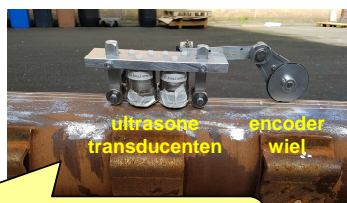
ULTRASONE TECHNOLOGIE VOOR DAMWANDINSPECTIE

wanddikte wordt
berekend uit de
herhalingsstijd Δt





ULTRASONE TECHNOLOGIE VOOR DAMWANDINSPECTIE

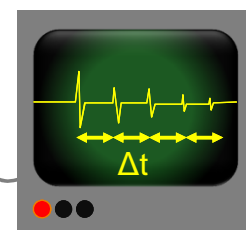
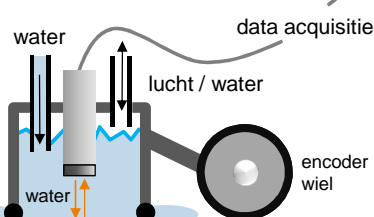


scantempo: 2 cm/s
12 lijnen van 12 m: 2 uur

voordelen scan:

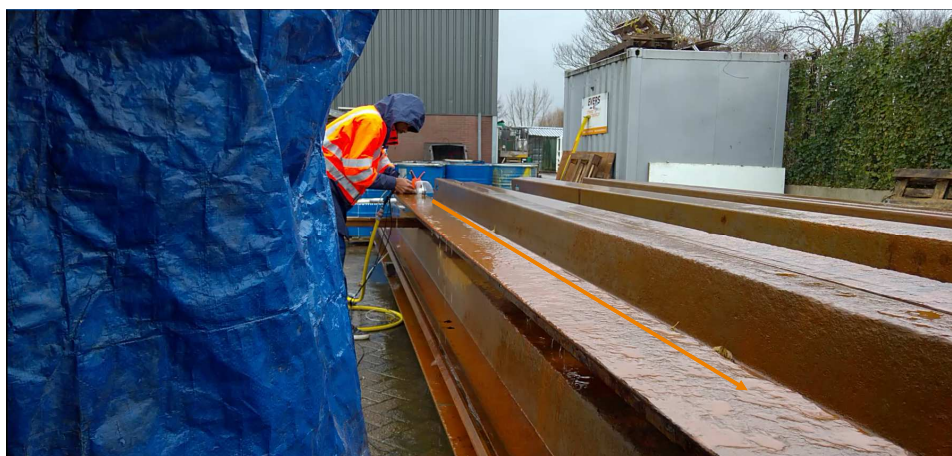
- meetinterval klein (orde mm/cm)
- meer statistische analyse mogelijk

koppeling via water is altijd OK →



het bakje moet met water gevuld zijn; enige lekkage onvermijdelijk

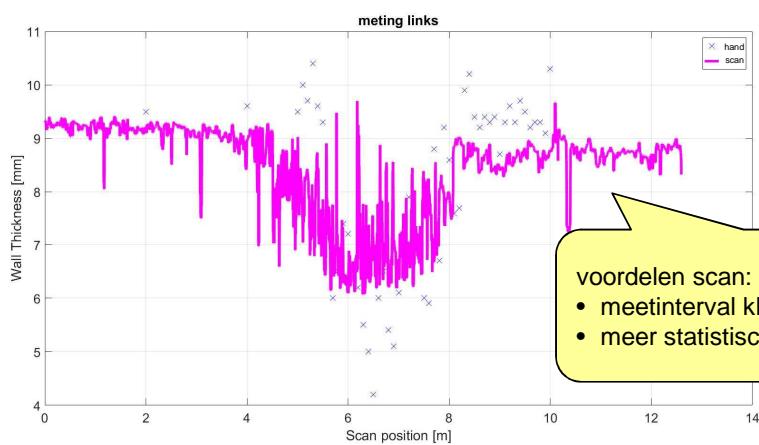
ULTRASONE TECHNOLOGIE VOOR DAMWANDINSPECTIE



ULTRASONE TECHNOLOGIE VOOR DAMWANDINSPECTIE



ULTRASONE TECHNOLOGIE VOOR DAMWANDINSPECTIE



ULTRASONE TECHNOLOGIE VOOR DAMWANDINSPECTIE


Data processing in drie stappen:

1. pre-processing
 - verwijder meetgegevens van lage akoestische kwaliteit
2. processing
 - bereken de wanddikte via herhalingstijd: $\frac{1}{2} \Delta t \times c$
3. post-processing
 - verwijder outliers
 - voer een statistische analyse uit

resultaat: wanddikte plus bijbehorende betrouwbaarheid

ULTRASONE TECHNOLOGIE VOOR DAMWANDINSPECTIE

Data processing in drie stappen:

- 
1. pre-processing
 - verwijder meetgegevens van lage akoestische kwaliteit
 2. processing
 - bereken de wanddikte via herhalingstijd: $\frac{1}{2} \Delta t \times c$
 3. post-processing
 - verwijder outliers
 - voer een statistische analyse uit

resultaat: wanddikte plus bijbehorende betrouwbaarheid

TNO innovation for life

ULTRASONE TECHNOLOGIE VOOR DAMWANDINSPECTIE

The diagram shows a cross-section of a dam wall with a jagged surface. A probe is positioned on the surface, connected to a control unit. A yellow emoji with a thinking expression is in the foreground. Three callout boxes provide context:

- Top callout: geen (of onbetrouwbare) wanddiktemeting
- Thought bubble: meer kanalen? zoals bij medisch, seismisch?
- Bottom callout: koppeling via koppelvloeistof niet altijd OK: matige signaalkwaliteit

TNO innovation for life

ULTRASONE TECHNOLOGIE VOOR DAMWANDINSPECTIE

The diagram shows a cross-section of a dam wall with a jagged surface. A probe array is positioned on the surface, connected to a receiver unit. The receiver unit displays a waveform on its screen. Labels include:

- zendkanaal (pointing to the probe array)
- signalen van alle ontvangstkanalen (pointing to the receiver unit)

TNO Innovation for life

ULTRASONE TECHNOLOGIE VOOR DAMWANDINSPECTIE

een meerkanaalssysteem meet ook echo's die op een andere plek arriveren

zendkanaal

signalen van alle ontvangstkanalen

wanddikte wordt berekend uit een veelheid van kanalen

TNO Innovation for life

ULTRASONE TECHNOLOGIE VOOR DAMWANDINSPECTIE

geen (of onbetrouwbare) wanddiktemeting

gebruik maken van andere golftypes?

koppeling via koppelvloeistof niet altijd OK: matige signaalkwaliteit

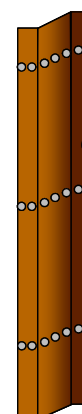
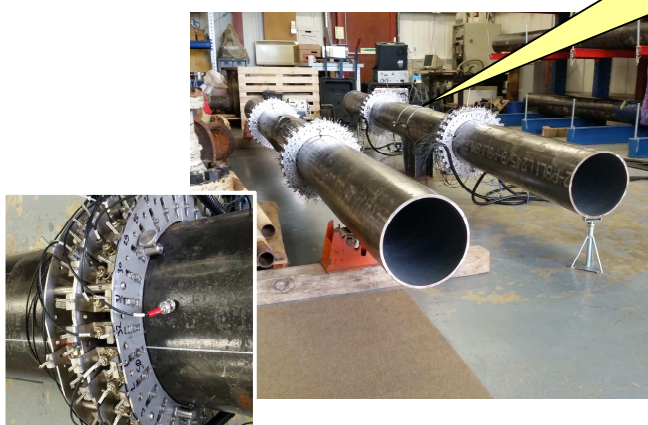
ULTRASONE TECHNOLOGIE VOOR DAMWANDINSPECTIE

Guided waves: pijpwanddikte bepaald in gebied *tussen* de ringen met ultrasone transducenten



ULTRASONE TECHNOLOGIE VOOR DAMWANDINSPECTIE

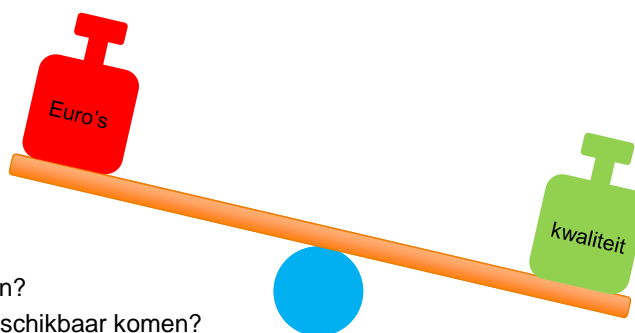
Guided waves: pijpwanddikte bepaald in gebied *tussen* de ringen met ultrasone transducenten



Guided waves: vertaling naar damwand

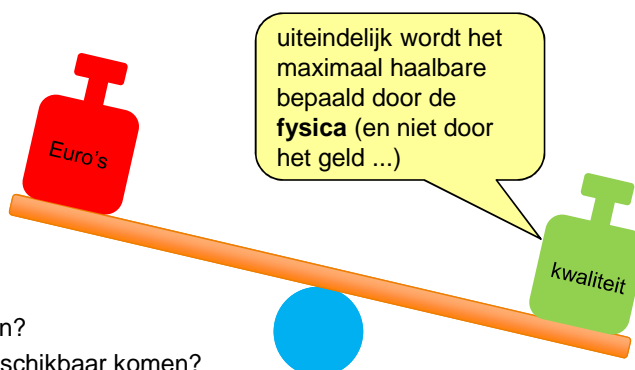
ULTRASONE TECHNOLOGIE VOOR DAMWANDINSPECTIE

- › wat moet gemeten worden?
- › met welke nauwkeurigheid / precisie?
- › met welke resolutie?
- › is de damwand toegankelijk?
- › is het oppervlak glad of ruw?
- › hoe snel moet er gemeten kunnen worden?
- › hoe snel moeten de resultaten daarna beschikbaar komen?
- › hoeveel geld is de informatie waard?



ULTRASONE TECHNOLOGIE VOOR DAMWANDINSPECTIE

- › wat moet gemeten worden?
- › met welke nauwkeurigheid / precisie?
- › met welke resolutie?
- › is de damwand toegankelijk?
- › is het oppervlak glad of ruw?
- › hoe snel moet er gemeten kunnen worden?
- › hoe snel moeten de resultaten daarna beschikbaar komen?
- › hoeveel geld is de informatie waard?







MOTIVATION

- › Historically, steel sheet pile walls have been designed without concern of degradation
- › Corrosion affects structural stability and integrity
- › Little guidance on the condition evaluation of existing sheet pile walls
- › High costs of renovation

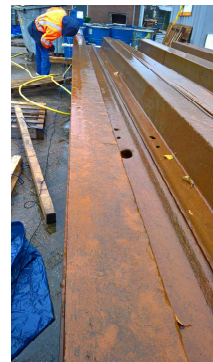
- › Aims:
 - › better prediction of present and future performance of existing assets
 - › more economical asset management

PROBLEM STATEMENT

- › How to improve actual assessment approaches of sheet pile walls?
 - › magnitude & distribution (variability) of residual thickness
 - › in space vertical/horizontal
 - › in time

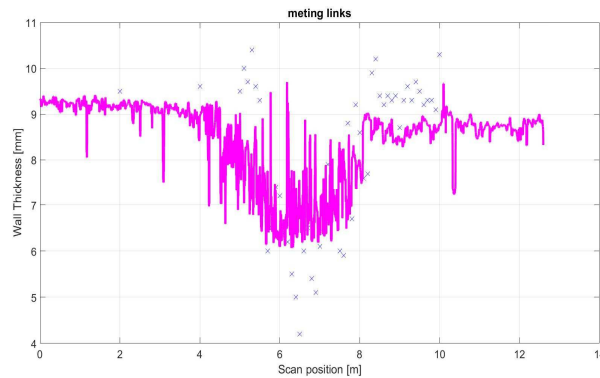
CORROSION IN SHEET PILE WALLS MEASUREMENTS

- › 18 85-year old sheet pile walls at Eefde lock
- › measurement of thickness by ultrasound technique (1mm scale)



CORROSION IN SHEET PILE WALLS MEASUREMENTS


› Effect of measurement method



PROBLEM STATEMENT

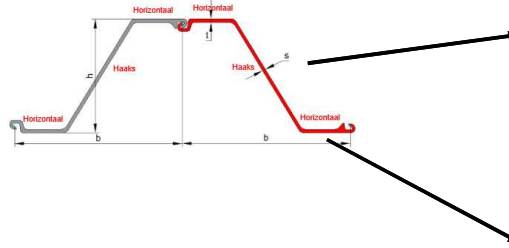
- › How to interpret measurements
 - › thickness vs damage
 - › quantification measurement uncertainty in real conditions
 - › in space vertical/horizontal
 - › in time

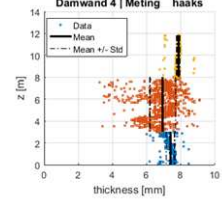
- › How to improve methods & how to assess appropriateness of the measuring method

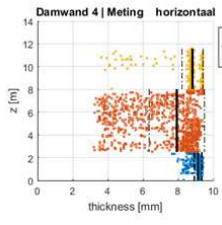


CORROSION IN SHEET PILE WALLS

ANALYSIS OF MEASUREMENTS








- › large scatter of measured values
- › need for characterization of measurement uncertainty

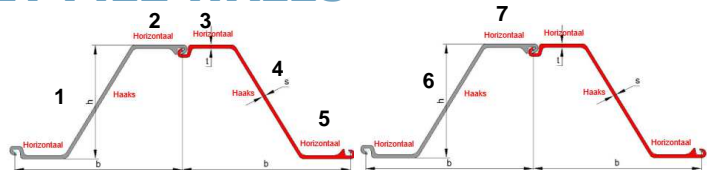
NKvdT workshop Corrosie van bestaande stalen damwanden in zoetwater, te Deltares 31 mei 2018

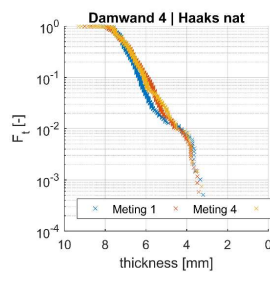


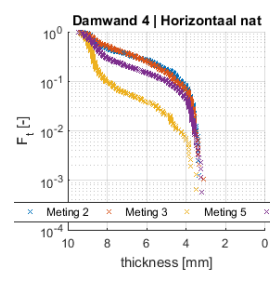
CORROSION IN SHEET PILE WALLS

PROBABILISTIC MODELLING


- › differences between measurement locations (haaks vs horizontaal)
- › need for understanding the cause of multiple branches in the distribution
- › distribution of thickness from data do not agree with the usually adopted probabilistic models (e.g. lognormal distribution)
- › Does it has consequences?
 - › how does it fit with the current practice of semiprobabilistic assessment of the structure by partial factors approach?
 - › how does it influence the reliability of the sheet pile wall?





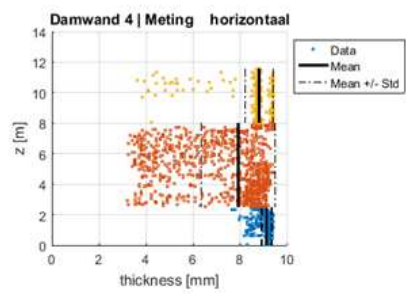


NKvdT workshop Corrosie van bestaande stalen damwanden in zoetwater, te Deltares 31 mei 2018



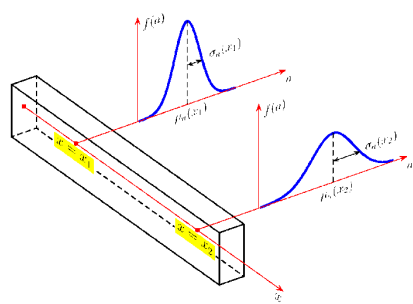
CORROSION IN SHEET PILE WALLS

SPATIAL PATTERNS



Data


➔



Random field model:

- marginal distribution
- mean value and variance
- correlation function

NKvdT workshop Corrosie van bestaande stalen damwanden in zoetwater, te Deltares 31 mei 2018



CORROSION IN SHEET PILE WALLS

SEMI-VARIOGRAM

Semi-variogram

› it describes spatial patterns in terms of dissimilarity between measurements as a function of the separation distance between the measuring points

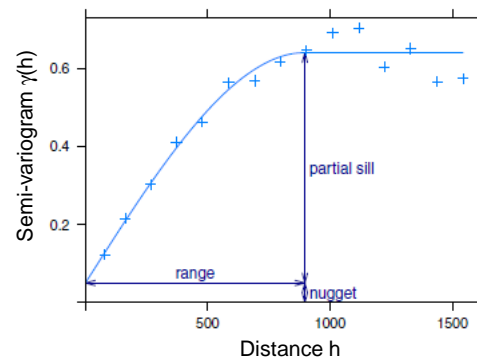
$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x) - z(x+h)]^2$$

↑

number of pairs for distance h

↑

measurements at locations separated by distance h



NKvdT workshop Corrosie van bestaande stalen damwanden in zoetwater, te Deltares 31 mei 2018

TNO Innovation for life

CORROSION IN SHEET PILE WALLS

SPATIAL PATTERN

Approach

- › division of the the wall in 3 zones (along vertical direction)
- › estimation of the empirical semivariogram for each zone
- › fitting the empirical semivariogram with a theoretical model

Outcome

- › Short correlation length

Number of pairs

- 7500
- 10000
- 12500
- 15000
- 17500
- 20000

Legend

- Empirical
- Exponential
- Spherical
- Gaussian

NKvdT workshop Corrosie van bestaande stalen damwanden in zoetwater, te Deltares

31 mei 2018

TNO Innovation for life

CONCLUSIONS

- › different measurement techniques may lead to significantly different observations of the loss of thickness due to corrosion
- › distribution of thickness from data do not agree with the usually adopted probabilistic model
 - › how does it fit with the current practice of semiprobabilistic assessment of the structure by partial factors approach ?
 - › how does it influence the reliability of the sheet pile wall?
- › Further research:
 - › experiments on 3 walls

NKvdT workshop Corrosie van bestaande stalen damwanden in zoetwater, te Deltares

31 mei 2018



 Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Harmonisatie / standaardisatie

Workshop corrosie
stalen damwanden in
zoet water

Renger van de Kamp
31 mei 2018

1




Doel van deze presentatie



Aanzet tot discussie

2




Ambities

- Nuttige, reproduceerbare informatie over de actuele toestand van areaal, op efficiënte wijze verkregen
- Een landelijke ervaringsdatabase, met gebruik van een efficiënt uitwisselingsformat

=> Maximaal én verantwoord benutten restlevensduur i.o.m. NEN8700-serie

3



Mogelijke inhoud meetprotocol:

- Meetmethode;
- Aantal meetlocaties in een damwandsectie;
- Meetconfiguratie diktemetingen per meetniveau;
- Meetniveaus per meetlocatie;
- Andere waarnemingen per locatie;
- Verzameling van algemene gegevens;
- Te verzamelen (archief)gegevens;
- Verslaglegging en dataformat.

4

A

5

Meetmethode
Meervoudige echo ultrasone techniek met twee kristallen

BAW (Duitsland): enige betrouwbare methode waarbij zonder dat op het blanke staal hoeft te worden gereinigd voldoende nauwkeurig kan worden gemeten

31 mei 6



Voorstel aantal meetlocaties in een damwandsectie
Aansluiting zoeken op NEN8700 vereiste betrouwbaarheid (β)

- In NEN8707/9997-1 wordt uitgegaan van nominale dikte alsof het een fabrieksproduct is
- Er zit dus geen partiele factor op onzekerheid in geometrie van een damwand
- Dus resultaat in-situ diktemetingen moet onzekerheden voldoende afdekken

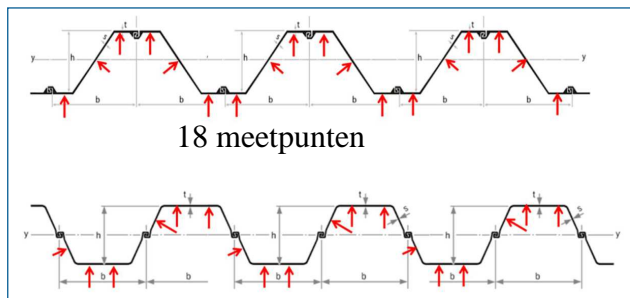
NEN8700:2011 beoordelingstype	Maximale hart op hart afstand tussen meetlocaties binnen damwandsectie [m]			
	CC1		CC2	CC3
Verbouw	75		50	25
Afkeuren	CC1a	CC1b	75	50
	500	150		

NEN8700:2011 beoordelingstype	vereiste β met minimale referentie periode van 15 jaar behalve bij CC1a dan slechts 1 jaar			
	CC1		CC2	CC3
Verbouw	2,8		3,3	3,8
Afkeuren	CC1a	CC1b	2,5	3,3
	1,8	1,8		

31 mei 7

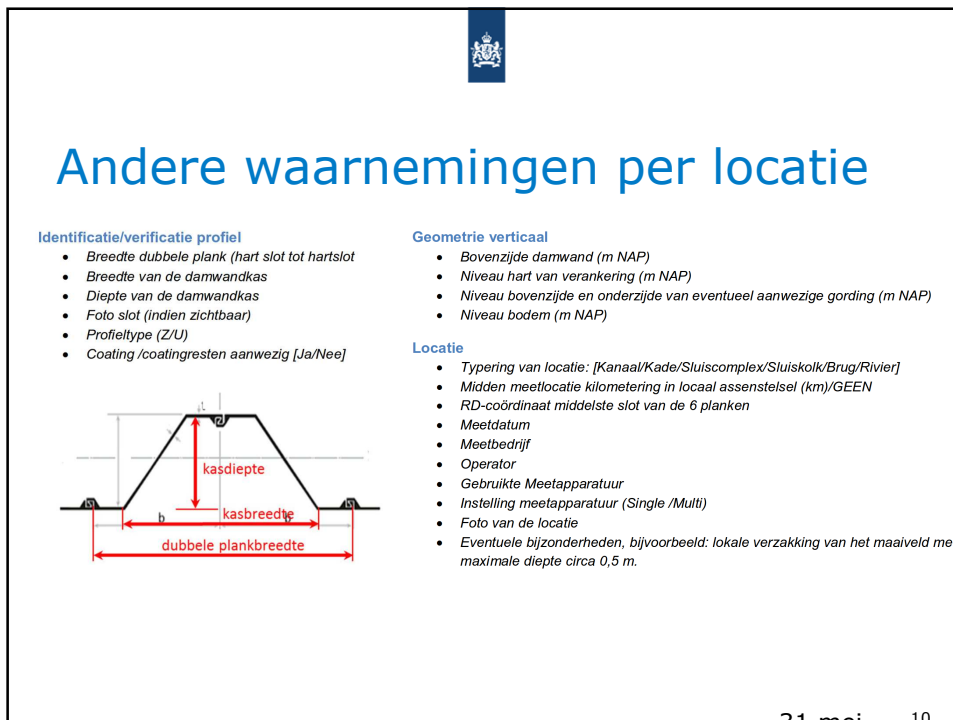
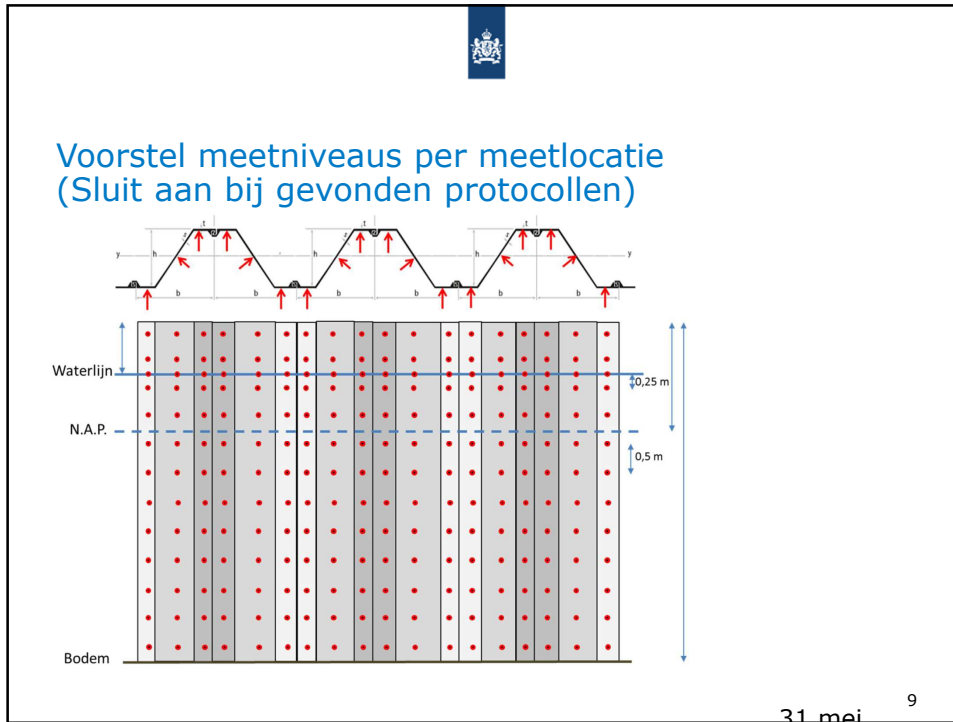



Voorstel meetconfiguratie diktemetingen per meetniveau
(huidige praktijk is 4-6 profielen)



Met 18 meetpunten kunnen systematische verschillen tussen de voor-, achterflens en het lijf met voldoende significantie worden waargenomen

31 mei 8





Te verzamelen (archief)gegevens

- Coördinaten begin en eind damwandsectie (RD-coördinaten)
- Benaming damwandsectie
- Begin en einde damwandsectie kilometering in lokaal assenstelsel (km)/GEEN
- Type damwand zoals BZ26 + bronvermelding
- Begindikte Flens en lijf
- Warm- of koudgewalst
- Staalkwaliteit + bronvermelding
- Jaar van damwand installatie +bron vermelding
- Coating
- Type coating
- Gemiddelde bodemdiepte (m NAP) + bronvermelding
- Gemiddelde waterstand (m NAP)
- Gemiddeld laagwater (m NAP)
- Gemiddeld hoogwater (m NAP)
- Gemiddelde grondwaterstand (m NAP)

31 mei 11



Gestandaardiseerde spreadsheet, met automatische statistische bewerkingen en grafieken



31 mei 12

Nationale ervaringsdatabase corrosiemetingen (en plank-eigenschappen)



13

Vragen? / discussie



14