

HANDREIKING CONTINU INZICHT DIJKBEKLEDINGEN VAN WATERBOUWASFALTBETON



RAPPORT

2017
09

HANDREIKING CONTINU INZICHT DIJKBEKLEDINGEN
VAN WATERBOUWASFALTBETON

RAPPORT

2017

09

ISBN 978.90.5773.732.9



COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

AUTEURS

ir. M.P. Davidse
ir. J. Alleman
ing. A.K. de Loeff

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau
STOWA STOWA 2017-09
ISBN 978.90.5773.732.9

COPYRIGHT Teksten en figuren uit dit rapport mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

DISCLAIMER Deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud van dit rapport.

TEN GELEIDE

CONTEXT

De STOWA en Rijkswaterstaat hebben vanuit hun Ontwikkelingsprogramma Kiwa KOAC en Deltares gevraagd een handreiking op te stellen om het gewenste continu inzicht in de veiligheid van asfaltdijkbekledingen te realiseren. Met deze handreiking wordt een praktische invulling gegeven aan de zorgplicht bij het beheer en onderhoud van asfalt dijkbekledingen. Resultaat is een uniform inspectieproces voor dijkbekledingen van waterbouwasfaltbeton dat breed wordt gedragen door waterkering beheerders en experts. Hierbij wordt niet alleen gebruik gemaakt van visuele inspecties maar ook van niet destructieve meettechnieken. Daarnaast heeft deze handreiking een sterke relatie met het WBI-2017.

ONDERZOEKSVRAAG

In het oude WTI waren inspectie en monitoring onderdeel van de veiligheidsbeoordeling. Hier is ervaring mee opgedaan in de opeenvolgende toetsrondes. Vanaf 2017 is beoordelen gescheiden van beheer en onderhoud. Alle activiteiten die gerelateerd zijn aan dagelijks beheer, zijn uit de beoordelingssystematiek gehaald en zouden een plaats moeten krijgen in de Handreiking continu inzicht. Daarnaast is er de beoordelingssystematiek Digispectie, waarbij gebruik wordt gemaakt van de Digigids, en deze moet worden afgestemd op de inspectiesystematiek uit de Handreiking continu inzicht. Het WBI-2017 gaat ervan uit dat de bekleding in goede staat van onderhoud verkeert, maar geeft hier echter geen beoordelingscriteria meer voor. Tenslotte is er de behoefte om de teruggang van sterkte in de tijd te monitoren en om een prognose van de restlevensduur op te kunnen stellen. In de Handreiking is daar invulling aan gegeven.

BEVINDINGEN/RESULTATEN

De Handreiking geeft drie pijlers voor het dagelijks beheer: (1) de visuele inspectie, (2) monitoring van de sterkte met valgewicht-deflectie (VGD)-metingen en (3) prognose van de restlevensduur met behulp van de resultaten van de veiligheidsbeoordeling. Met de systematiek van Digispectie worden voor elk dijkvak schadescores berekend waarmee op eenvoudige wijze een vergelijking kan worden gemaakt met de resultaten van eerder uitgevoerde inspecties. Daarnaast zijn deze scores gerelateerd aan de veiligheid en kunnen beheersmaatregelen op basis van de scores worden vastgesteld. Door VGD-metingen uit te voeren wordt inzicht verkregen in de teruggang in sterkte in de tijd. Hiermee kan ook worden vastgesteld wanneer de sterkte van het materiaal opnieuw moet worden bepaald voor het uitvoeren van een veiligheidsbeoordeling. Met het ontwikkelde levensduurmodel tenslotte, wordt een prognose gegeven van de restlevensduur zodat tijdig bekend is wanneer reconstructie van de bekleding moet plaatsvinden. Er is een praktijk case opgenomen, ter illustratie van de werkwijze bij het continu beoordelen.

BESCHOUWING

De handreiking is inmiddels al in de praktijk toegepast. Door toepassing van de handreiking komt er steeds meer informatie beschikbaar waarmee de instrumenten zoals het levensduurmodel kunnen worden verbeterd. De handreiking kan in de toekomst worden uitgebreid met vergelijkbare instrumenten voor open steenasfalt en vol en zat gepenetreerde breuksteen

Joost Buntsma
Directeur STOWA

Roeland Allewijn
Directeur Veiligheid en Water Rijkswaterstaat WV

DE STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie.

Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' – de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft – om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoeklijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede van alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.

HANDREIKING CONTINU INZICHT DIJKBEKLEDINGEN VAN WATERBOUWASFALTBETON

INHOUD

	TEN GELEIDE	
	DE STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
1.1	Kader	1
1.2	Doel	1
1.3	Organisatie	1
1.4	Werkwijze	2
1.5	Opbouw rapport	2
1.6	Status rapport	2
2	KADER CONTINU INZICHT	3
2.1	Inleiding	3
2.2	Het actuele beoordelingsproces	3
2.3	Definities	4
2.4	Beschikbare instrumenten	5
	2.4.1 Visuele inspectie	5
	2.4.2 Valgewichtdeflectiemeter	6
	2.4.3 Restlevensduurmodel	6
2.5	Instandhoudingsniveaus	6
3	CONTINU INZICHT MET VISUELE INSPECTIES	7
3.1	Inspectiecyclus en frequentie	7
3.2	Waarnemen	7
3.3	Inspectiemethodiek volgens Digispectie	8
3.4	Diagnose	9
3.5	Prognose en operationaliseren	12

4	CONTINU INZICHT MET VALGEWICHTDEFLECTIEMETINGEN	14
4.1	Inleiding	14
4.2	Inspectiecyclus en frequentie	14
4.3	Waarnemen	15
4.4	Diagnose	16
4.5	Prognose en operationaliseren	18
5	CONTINU INZICHT RESTLEVENSDUURPROGNOSE	19
5.1	Inleiding	19
5.2	Randvoorwaarden	19
5.3	Waarnemen	20
5.4	Diagnose	20
5.5	Prognose	21
5.6	Operationaliseren	22
6	REFERENTIES	23
Bijlage 1	Parameterlijst en definities asfaltbekledingen - Digigids	25
Bijlage 2	Handreiking continu inzicht - praktijkcase Helderse zeewering	27

1

INLEIDING

1.1 KADER

In deze rapportage is een invulling gegeven aan de behoefte om continu inzicht te krijgen in de veiligheid van asfaltdijkbekledingen. Het rapport is geschreven naar aanleiding van de wijziging in de Waterwet die per 1 januari 2014 is ingegaan. Met de wijziging is een continu inzicht in de veiligheid gewenst. Of in het geval van asfaltdijkbekledingen een inzicht in de weerstand tegen verschillende faalmechanismen.

Het continu inzicht wordt ook continu toetsen genoemd, waarbij de toets tussen de sterkte en de belasting plaatsvindt. Een algemene doelstelling van het Rijksprogramma Professionalisering Inspectie Waterkeringen (PIW 2.0) is:

“Het realiseren van een uniform inspectieproces van voldoende kwaliteit bij alle waterkeringbeheerders, zodat de resultaten onderdeel uitmaken van de voorgenomen continue Veiligheidstoetsing van de primaire en regionale waterkeringen.”

1.2 DOEL

In deze handreiking is invulling gegeven van dit uniforme inspectieproces voor dijkbekledingen van waterbouwasfaltbeton. Voor de andere twee gangbare asfaltdijkbekledingen, te weten open steenasfalt en vol en zat gepenetreerde breuksteen, is er te weinig ervaring met toetsen om een volledige handreiking te kunnen opstellen. Wel is er op onderdelen kennis beschikbaar, zoals schadebeelden in de Digigids en een concept werkwijzebeschrijving voor het monitoren van open steen asfalt (is een deelproduct van het WBI 2017).

Vanwege de sterke relatie met de veiligheidsbeoordeling in het kader van het WBI 2017, kan het inspectieproces ook als een beoordelingsproces worden gezien. Het inspecteren wordt hierbij breder gezien dan alleen het uitvoeren van een visuele inspectie; ook andere niet-destructieve technieken worden ingezet. Dit rapport geeft een aanzet tot het komen tot een uniform inspectieproces en maakt onderdeel uit van een proces waarin waterkeringbeheerders en experts tot een breed gedragen inspectiemethode komen.

1.3 ORGANISATIE

Deze handreiking continu inzicht is geschreven in opdracht van Rijkswaterstaat en de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA). De opstellers van dit rapport zijn:

- | | |
|----------------------|-----------|
| • ir. M.P. Davidse | Kiwa KOAC |
| • ing. A.K. de Looff | Kiwa KOAC |
| • ir. J.A. Alleman | Kiwa KOAC |

Daarnaast heeft mw. dr. B.G.H.M. Wichman enkele tekstbijdragen aan de handreiking geleverd.

Het rapport is ter toetsing voorgelegd aan de volgende deskundigen op het gebied van asfaltdijkbekledingen:

- | | |
|------------------------|------------------------------------|
| • ir. R. 't Hart | Deltares |
| • ir. L. Houben | Technische Universiteit Delft |
| • ing. C.C. Montauban | Zelfstandig adviseur waterkeringen |
| • dr. B.G.H.M. Wichman | Deltares |

Daarnaast is de handreiking voorgelegd aan de klankbordgroep asfaltbekledingen waarin ook beheerders van asfaltdijkbekledingen zitting hebben.

1.4 WERKWIJZE

Na het opstellen van een eerste handreiking in 2014 is de methode in 2015 getoetst door een voorbeeldrapportage op te stellen. Ook heeft er afstemming plaatsgevonden met de Digigids. Dit heeft geleid tot aanpassingen aan de inhoud van de handreiking. In 2016 zijn enkele onderdelen inhoudelijk verbeterd. Met de aangepaste versie van deze handreiking (dit rapport) is vervolgens een case study uitgevoerd. Deze is in zijn geheel opgenomen in bijlage 2 van deze handreiking ter verduidelijking van de voorgestelde methode.

1.5 OPBOUW RAPPORT

In hoofdstuk 2 is een beschrijving gegeven van het kader waarbinnen deze handreiking is geschreven. Vervolgens zijn in hoofdstuk 3, 4 en 5 de instrumenten toegelicht die gebruikt kunnen worden voor de inrichting van het continu toetsen. Dit zijn achtereenvolgens de visuele inspectie, valgewichtdeflectiemetingen (VGD-metingen) en het levensduurmodel voor een restlevensduurprognose. Er is tevens een kort overzicht opgenomen van andere niet destructieve technieken, welke hebben bewezen meerwaarde te geven in combinatie met de hier uitgewerkte inzet van VGD-metingen en visuele inspectie. De gebruikte referenties zijn weergegeven in hoofdstuk 6.

Bij deze handreiking is een achtergrondrapport opgesteld [1]. In dit rapport zijn details beschreven die zijn gebruikt voor de totstandkoming van deze handreiking. Vanwege de technische aard zijn deze in een achtergrondrapport verwerkt.

1.6 STATUS RAPPORT

Deze handreiking is opgesteld om richting te geven aan de gegevensinwinning en analyse in het kader van de zorgplicht voor asfaltdijkbekledingen. De wijze waarop dit wordt ingevuld is niet verplicht. Wel is de systematiek die in dit rapport is beschreven, besproken met veel betrokken partijen en breed gedragen. Het rapport is enkele keren gepresenteerd en besproken in de klankbordgroep asfaltbekledingen.

2

KADER CONTINU INZICHT

2.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk is een beschrijving gegeven van het kader waarbinnen deze handreiking is opgesteld. Er zijn verschillende definities gegeven die verder in dit rapport gebruikt zijn. Dit hoofdstuk is voor een groot deel een samenvatting van een rapport dat eind 2013 is opgesteld met als titel: “Continu inzicht in de veiligheid van asfaltdijkbekledingen” [2].

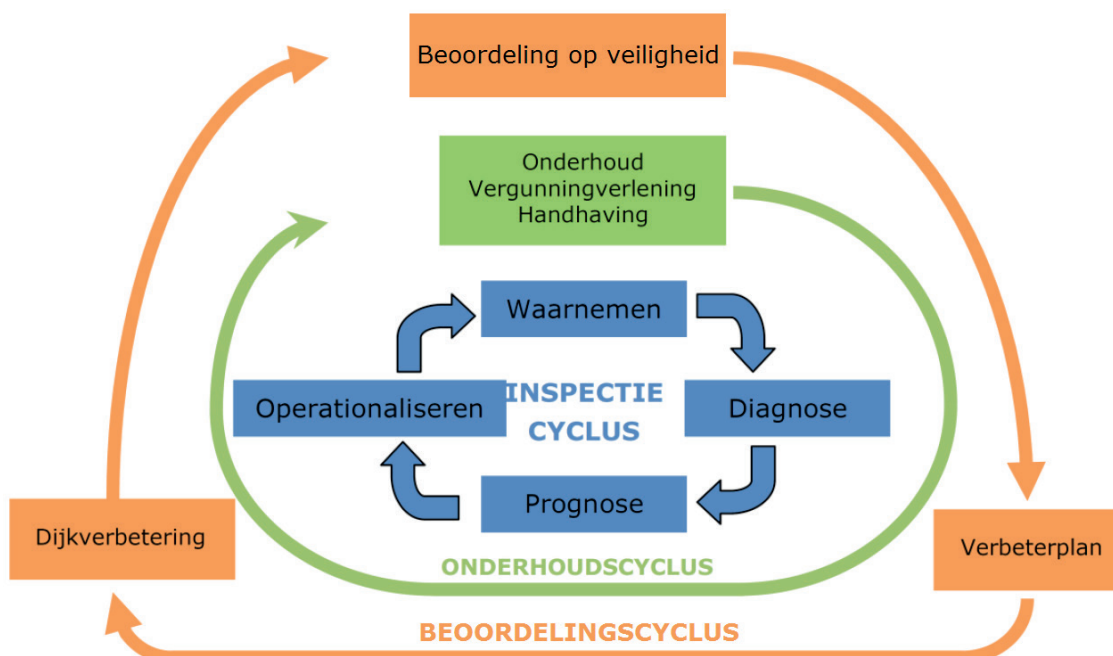
2.2 HET ACTUELE BEOORDELINGSPROCES

De belangrijkste wijzigingen in het beoordelingsproces voor asfaltdijkbekledingen zijn:

- De beoordelingscyclus wordt in frequentie teruggebracht naar eens per 12 jaar. Deze 12-jarlijkse periode is met name afgestemd op de verbetercyclus.
- Door middel van continu toetsen wordt continu inzicht in de sterkte van de waterkering verkregen. Continu toetsen is met name afgestemd op de beheer- en onderhoudscyclus.

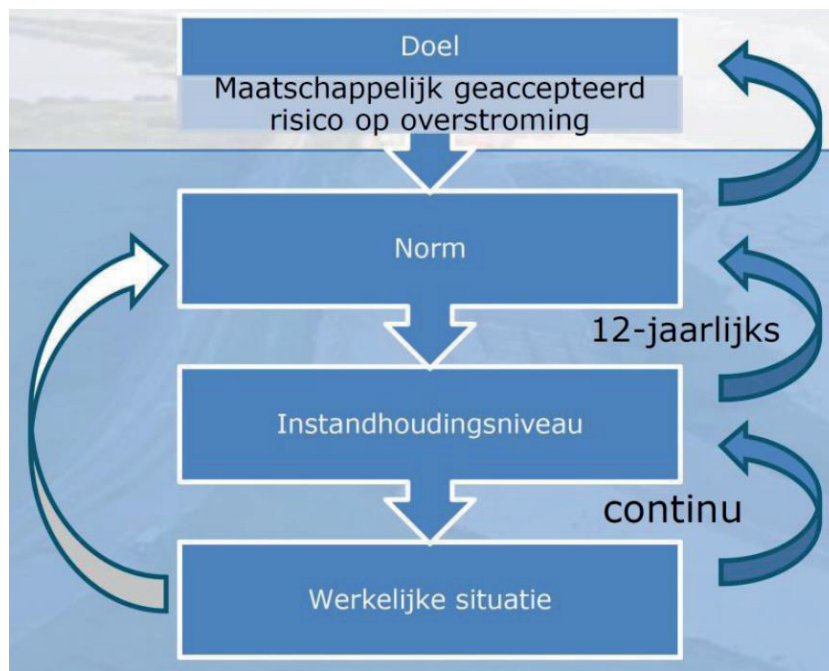
De verschillende cycli zijn weergegeven in figuur 1.

FIGUUR 1 WATERKERINGBEHEER, MET CENTRAAL DE INSPECTIECYCLUS (BLAUW), DIE INFORMATIE TOELEVERT AAN DE ONDERHOUDSCYCLUS (GROEN) EN DE BEOORDELINGSCYCLUS (ORANJE) [3]



Ten aanzien van de normering zijn in figuur 2 de veranderingen in het beoordelingsproces weergegeven.

FIGUUR 2 HET OUDE EN NIEUWE BEOORDELINGSPROCES (WBI 2017: PIJLEN RECHTS) SCHEMATISCH WEERGEGEVEN



Vanaf 1 januari 2017 moet door de beheerder continu worden gewerkt aan de instandhouding van de waterkering door inspectie, monitoring en waar nodig herstelmaatregelen. Deze plicht voor de beheerder wordt de zorgplicht genoemd en is in de wet verankerd. Daarnaast wordt eens per 12 jaar nagegaan of de veranderende inzichten in de belasting of de sterkte aanleiding zijn om het instandhoudingsniveau bij te stellen.

Er is veel interactie tussen de processen van beoordeling van een asfalt dijkbekleding en continu inzicht in de veiligheid van een asfalt dijkbekleding in het kader van de zorgplicht. Zo wordt in het kader van continu inzicht de teruggang van de sterkte van het asfalt in de tijd gemonitord. Hierbij wordt gebruik gemaakt van VGD-metingen en laboratoriumonderzoek. De gegevens die worden verkregen bij het monitoren, worden gebruikt om een beoordeling op veiligheid uit te voeren. De werkwijzebeschrijving voor de beoordeling van waterbouwasfaltbeton op golfklappen is opgenomen in de schematiseringshandleiding [4] en maakt onderdeel uit van het wettelijk beoordelingsinstrumentarium.

2.3 DEFINITIES

In deze paragraaf zijn de definities van de belangrijkste termen uit het beoordelingsproces gegeven. De definities zijn afkomstig uit [5] en deels gecorrigeerd naar aanleiding van de nieuwste inzichten.

Ontwerp

Het ontwerp is de beschrijving van alle gewenste of vereiste eigenschappen van de waterkering. De eigenschappen hebben o.a. betrekking op de benodigde geometrie en sterkte van de waterkering. Bij het opstellen van het ontwerp worden alle functies van de kering beschouwd (d.w.z. niet alleen bescherming tegen overstrooming).

Instandhoudingsniveau

Het instandhoudingsniveau is de minimale staat van een waterkering die benodigd is om aan de veiligheidsnorm te kunnen voldoen. Het instandhoudingsniveau wordt bepaald/bijgesteld op basis van het (vigerende) Wettelijke beoordelingsinstrumentarium. De instandhoudingsniveaus moeten vastgelegd worden voor asfaltdijkbekledingen. In hoofdstuk 3 en 4 is hier verder op ingegaan.

Een instandhoudingsniveau wordt in deze handreiking gezien als het niveau waarop door de beheerder van de bekleding geacteerd moet worden. Wanneer het instandhoudingsniveau wordt onderschreden, moet in het kader van de zorgplicht tenminste een onderhoudsmaatregel worden uitgevoerd.

(Actieve) zorgplicht

De (actieve) zorgplicht is gericht op het waarborgen van het instandhoudingsniveau. De zorgplicht heeft betrekking op:

- Inspectie
- Uitvoeren van onderhoud en herstel
- Beheer en management van informatie
- Calamiteitbeheersing

Continu toetsen

De beoordeling van de primaire keringen vindt gespreid plaats gedurende de beoordelingsperiode. De beheerders bepalen in overleg met Inspectie Leefomgeving en Transport in welke volgorde en op welk moment de keringen worden beoordeeld. De afspraken hierover worden vastgelegd in een draaiboek. Dit draaiboek wordt bestuurlijk vastgesteld. Door het voortrolend karakter van het HWBP kunnen de 'afgekeurde' keringen, indien van toepassing, direct bij het uitvoeringsprogramma worden aangemeld.

Continu inzicht (in de veiligheid)

Het hebben van een actueel beeld van de toestand van de primaire waterkeringen. Dit wordt gerealiseerd door het beheer- en onderhoudsproces en het beoordelings- en verbeterproces op elkaar te laten aansluiten (veiligheidscyclus).

2.4 BESCHIKBARE INSTRUMENTEN

Om zowel continu inzicht in de toestand van de bekleding te verkrijgen alsook om een veiligheidsbeoordeling volgens het WBI uit te voeren zijn de volgende instrumenten beschikbaar.

2.4.1 VISUELE INSPECTIE

Met de visuele inspectie wordt zowel informatie verzameld over schade die kan zorgen voor materiaaltransport door de bekleding (zoals scheuren en openstaande naden), als ook informatie over lokale teruggang in sterkte ten gevolge van aantasting door vocht (bijvoorbeeld aangetast oppervlak). Het is van belang dat inspecties op een vergelijkbare manier worden uitgevoerd en schade op eenzelfde wijze wordt beoordeeld. Opleiding van inspecteurs en bijvoorbeeld certificatie, zoals ook in de wegenbouw gebeurt, zijn instrumenten om dit te bewerkstelligen. Ook kan de Digispectie een instrument zijn om dit te bewerkstelligen, omdat deze methode gericht is op het periodiek vastleggen van schades waardoor een teruggang in sterkte vastgesteld kan worden.

2.4.2 VALGEWICHTDEFLECTIEMETER

Met een valgewichtdeflectiemeter wordt de draagkracht van een constructie (weg, dijkbekledingen) bepaald. Deze informatie wordt verkregen door een gewicht van een bepaalde hoogte op de constructie te laten vallen en de doorbuiging (deflectie) op verschillende afstanden van de belasting te meten. Als de laagdikte op de meetlocatie bekend is, kan hiermee de stijfheid van de bekleding en de ondergrond worden bepaald.

Als de laagdikte niet bekend is, kan de rek onderin de bekleding uit de metingen worden bepaald. Omdat de rek (en de stijfheid) gecorreleerd is met de sterkte, wordt op deze wijze een indicatie voor de sterkte verkregen. Door periodiek te meten, wordt de teruggang in sterkte gemonitord.

2.4.3 RESTLEVENSDUURMODEL

Er is een model ontwikkeld waarmee de afname van de sterkte van waterbouwasfaltbeton in de tijd kan worden geprognosticeerd. Invoerparameters zijn:

- De breuksterktes zoals bepaald bij de beoordeling op golfklappen
- De holle ruimte van het asfalt
- De leeftijd van de bekleding

De breuksterkte en holle ruimte van het asfalt worden in het laboratorium bepaald. Het model wordt bij de in dit rapport beschreven invulling van de zorgplicht gebruikt om de actuele sterkte te bepalen. Binnen het WBI 2017 wordt het gebruikt om de sterkte op de voorgeschreven peildatum te bepalen. Door de breuksterkteprognose te combineren met de minimaal vereiste breuksterkte, kan de restlevensduur worden bepaald.

De instandhoudingsniveaus voor de verschillende beschikbare instrumenten moeten worden vastgesteld. In deze handreiking zijn de instandhoudingsniveaus per instrument vastgelegd.

2.5 INSTANDHOUDINGSNIVEAUS

Er moet een instandhoudingsniveau worden vastgesteld: minimale eisen waaraan de waterkering, en dus ook elk constructieonderdeel, moet voldoen. Dit instandhoudingsniveau zal als basis dienen bij het beheer en onderhoud van de waterkering. Voor asfaltbekledingen zouden bijvoorbeeld instandhoudingseisen kunnen worden geformuleerd als:

- Een minimale sterkte. De sterkte van vrijwel alle materialen, en dus ook van asfalt, is niet constant in de tijd. Zo is bijvoorbeeld de sterkte van een grasmat in de winterperiode anders dan in de zomer. Door de inwerking van vocht (stripping) kan asfalt in de loop der jaren degenereren. Er moeten dus eisen worden gesteld aan de sterkte waaraan het asfalt moet voldoen. Er kan een eis worden gesteld aan de sterkte of aan een indicator voor de sterkte (zoals de rek onderin de bekleding bij een valgewicht-belasting).
- Maximaal toelaatbare schade. Schade aan een asfaltbekleding is toelaatbaar zolang deze de veiligheid van de waterkering niet bedreigt. In het inmiddels achterhaalde Voorschrift Toetsen op Veiligheid [6] en de bijbehorende errata [7] staan eisen voor toelaatbare schade gedefinieerd.

In hoofdstukken 3 en 4 zijn de instandhoudingsniveaus gedefinieerd voor de maximaal toelaatbare schade voor waterbouwasfaltbeton.

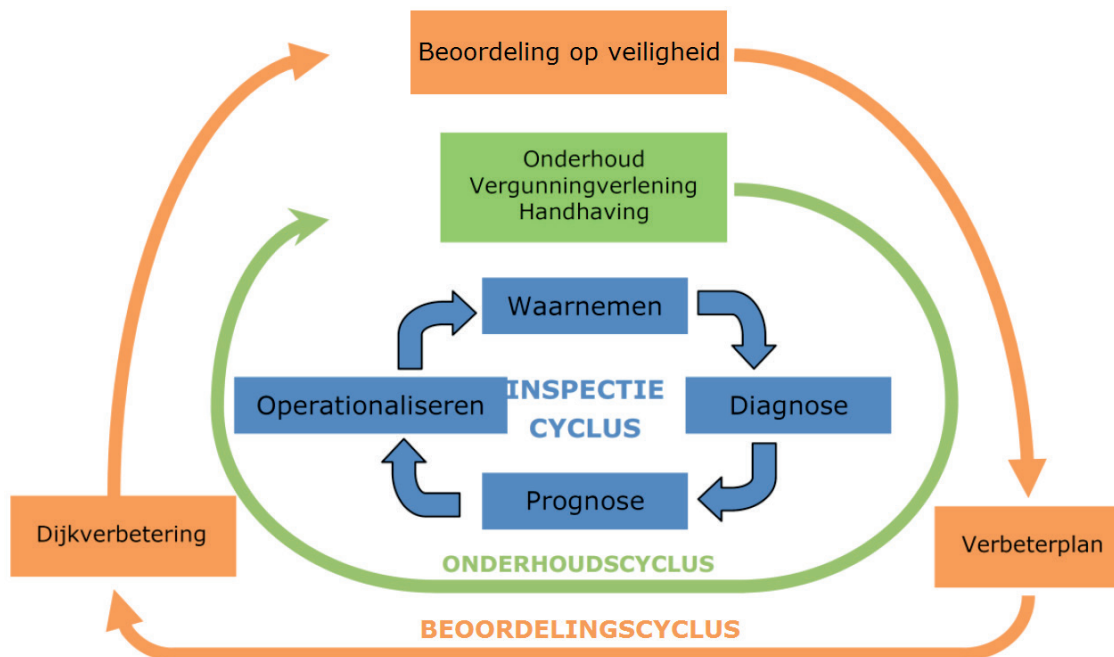
3

CONTINU INZICHT MET VISUELE INSPECTIES

3.1 INSPECTIECYCLUS EN FREQUENTIE

Binnen de cyclus van het inspecteren of monitoren wordt vanuit de waarneming een diagnose gesteld. Op basis van de diagnose wordt een prognose gemaakt. In figuur 3 is de inspectiecyclus weergegeven.

FIGUUR 3 WATERKERINGBEHEER, MET CENTRAAL DE INSPECTIECYCLUS (BLAUW), DIE INFORMATIE TOELEVERT AAN DE ONDERHOUDSCYCLUS (GROEN) EN DE BEOORDELINGSCYCLUS (ORANJE) [3]



In dit hoofdstuk is beschreven hoe deze cyclus ingericht wordt voor de visuele inspecties. In § 3.2 t/m 3.5 is per stap in de cyclus een invulling gegeven aan de methodes die gebruikt kunnen worden.

3.2 WAARNEMEN

Het waarnemen bestaat uit het registreren van de schades die gevonden worden op de asfaltbekleding. Naast het type en de afmetingen is het van groot belang dat de locatie van de schade wordt vastgelegd. Dit omdat de locatie van de schade bepaalt welk risico een schade oplevert voor falen van de bekleding.

Op asfaltbekledingen komen de volgende typen schade voor (zie ook [6], [8], [9]):

- 1 scheuren
- 2 openstaande naden
- 3 aangetast oppervlak
- 4 opbollingen
- 5 gaten
- 6 begroeiing
- 7 verzakkingen/vervormingen

Het schadetype opbollingen komt voor bij een waterbouwasfaltbeton bekleding en niet bij de asfalttypen open steenasfalt en vol en zat geopeneteerde breuksteen.

FIGUUR 4 VISUELE INSPECTIE MET BEHULP VAN EEN TABLET



Er moet in ieder geval eenmaal per jaar geïnspecteerd worden en wel op een moment dat er voor het stormseizoen nog reparaties uitgevoerd kunnen worden. Van belang hierbij is dat alle aangetroffen schades worden vastgelegd. Aanbevolen wordt om na het stormseizoen (half april - mei) te inspecteren om de schades die zijn ontstaan voor het komende stormseizoen te kunnen repareren. Vanwege schades die kunnen ontstaan door begroeiing wordt aanbevolen om ook ongeveer één maand voor het stormseizoen (de maand september) nog een inspectie uit te voeren.

Voor het uitvoeren van een visuele inspectie kan gebruik worden gemaakt van de inspectiemethodiek volgens Digispectie. De methodiek van Digispectie bevat waarnemen en interpreteren. In deze handreiking wordt alleen de waarneming en de registratie daarvan gebruikt, de interpretatie en de daaruit voortkomende presentatie van de resultaten is afwijkend.

3.3 INSPECTIEMETHODIEK VOLGENS DIGISPECTIE

De inspectiemethodiek van de Digigids voorziet in een cyclus van waarneming, diagnose, prognose en operationalisering. Voor de waarneming kan gebruik worden gemaakt van Digispectie en de Digigids. Ook zijn inspectieformulieren, -plannen, -planningen en -wijzers beschikbaar.

Opvallend aan de methode is dat bij de waarneming kwaliteitsklassen en urgentieklassen vastgesteld worden. Er wordt dus naast het vastleggen van de kenmerken van de schade zoals, lengte en breedte etc. ook een oordeel gegeven bij de schade.

De Digigids bestaat uit een verzameling van schadebeelden welke gebruikt kunnen worden om ernst van de schade te bepalen. De Digigids is te benaderen via het internet. De schadebeelden zijn door de ontwikkelaars gecategoriseerd en ook is de mate van schade vooraf ingedeeld.

De inspectiemethode zoals beschreven in deze handreiking is gericht op de beoordeling van de veiligheid. Het doel is om per te beoordelen deel van de asfaltbekleding een eindoordeel te geven. Er wordt nu echter een strikte scheiding aangebracht tussen het waarnemen/vastleggen en de beoordeling van de schade.

3.4 DIAGNOSE

De systematiek zoals opgenomen in deze handreiking, is gebaseerd op het VTV 2006 [6]. Uitgangspunt is dat de gevonden schades afzonderlijk worden beoordeeld.

De maximaal toelaatbare schade en dus het instandhoudingsniveau kan uit het voorschrift toetsen op veiligheid worden gedistilleerd. Hierbij zijn de afmetingen van de schades die leiden tot een toetsscore 'onvoldoende' niet gewenst. Daarnaast is recent onderzoek uitgevoerd [10] voor het WBI 2017 waarbij is vastgesteld dat een doorgaande scheur in de bekleding ongewenst is, onafhankelijk van de afmetingen van de scheur. Dit houdt in dat de eisen die in de toekomst gehanteerd moeten worden strenger zijn dan in het verleden het geval is geweest.

Voor het beheer van de bekleding is het gewenst om niet alleen te weten wanneer een schade niet meer voldoet aan de gestelde eisen, maar ook in welke mate een schade niet voldoet. Verder moet een methode beschikbaar zijn waarbij schadeprogressie kan worden bijgehouden. Deze beide aspecten kunnen worden gerealiseerd wanneer een schadescore wordt opgesteld per gevonden schade. Vervolgens kunnen per dijksectie de scores van de verschillende schades worden opgeteld om de zwakste plekken in de dijkbekleding te kunnen identificeren. Voordelen van deze methode zijn:

- Een toename van de schadeprogressie kan meer gedetailleerd worden bijgehouden. Hiermee kunnen in de toekomst gedragsmodellen worden opgesteld die van nut zijn in een beheersysteem. Meer informatie hierover is beschreven ten behoeve van een case studie voor een beheersysteem [11].
- De schadescore per dijksectie geeft aan waar reparaties als eerste uitgevoerd moeten worden. Wanneer er beperkte middelen zijn of er weinig tijd voor reparaties is kan eenvoudig de prioritering worden opgesteld.
- Door een schadescore op te stellen kunnen potentieel onveilige locaties met bijvoorbeeld een beheersysteem inzichtelijk worden gemaakt;
- Met een schadescore kan onderscheid worden gemaakt naar golfbelasting en locatie op het talud.

Het opstellen van een schadescore lijkt op die zoals in Engeland wordt toegepast, in [12] is de aanbeveling gegeven dit in Nederland ook toe te passen. Het opstellen van een schadescore is voor een toetsing van een berm nuttig gebleken (zie ook [13]). De schadescore wordt gebaseerd op scores die voor de hieronder genoemde onderdelen aan de schade gegeven worden, nadat alle schades geïnspecteerd zijn. De scores die aan schades gegeven worden zijn weergegeven in de tabel 1 t/m 5. Elke schade wordt apart beoordeeld.

TABEL 1 SCORE VOOR DE ERNST VAN DE SCHADE

Score ernst/omvang	Licht (score 0,1)	Matig (score 2,5)	Slecht (score 5)
Scheuren/naden zonder erosiebestendige onderlaag	Breedte \leq 3 mm, niet doorgaand, geen zanduittrekking	3 mm < Breedte < 10 mm, niet doorgaand, geen zanduittrekking	Breedte \geq 10 mm of doorgaande scheur of zanduittrekking
Scheuren/naden met erosiebestendige onderlaag	Breedte \leq 10 mm, niet doorgaand, geen zanduittrekking	10 mm < Breedte < 30 mm, niet doorgaand, geen zanduittrekking	Breedte \geq 30 mm of doorgaande scheur of zanduittrekking
Aangetast oppervlak*	Minder dan 1 steendiameter of losgelaten oppervlak-behandeling en oppervlak \leq 1 m ²	Minder dan 1 steen-diameter of losgelaten oppervlakbehandeling en 1 m ² < oppervlak < 5 m ² 1 Steendiameter of meer** en oppervlak < 1 m ²	Minder dan 1 steen-diameter of losgelaten oppervlakbehandeling en oppervlak \geq 5 m ² 1 Steendiameter of meer** en oppervlak \geq 1 m ²
Opbollingen*	Aantasting onder oppervlakbehandeling minder dan 1 steendiameter en oppervlak \leq 1 m ²	Aantasting onder oppervlakbehandeling minder dan 1 steendiameter en 1 m ² < oppervlak < 5 m ² Aantasting onder oppervlakbehandeling 1 steendiameter of meer** en oppervlak < 1 m ²	Aantasting onder oppervlakbehandeling minder dan 1 steendiameter en oppervlak \geq 5 m ² Aantasting onder oppervlakbehandeling 1 steendiameter of meer** en oppervlak \geq 1 m ²
Begroeiing*	Op de bekleding (zoals mos)	In de bekleding (zoals gras) Door de bekleding (zoals riet)*** met oppervlak < 1 m ²	Door de bekleding met oppervlak \geq 1 m ² (zoals riet) en houtvormende gewassen
Gaten	Diepte \leq 30 mm en diameter \leq 100 mm	Diepte \leq 30 mm en 100 mm < diameter < 1000 mm	Diepte \leq 30 mm en diameter \geq 1000 mm Diepte > 30 mm of zanduittrekking
Vervormingen en verzakkingen met lengteschaal 1 - 3 m	Verheffingen of verdiepingen in profielvlak \leq 3 cm	3 cm < Verheffingen of verdiepingen in profielvlak < 5 cm	Verheffingen of verdiepingen in profielvlak \geq 5 cm

* De beoordeling wordt uitgevoerd per vak van 5x5 m² bekleding. Aaneengesloten schadeplekken die aanwezig zijn in meerdere 5x5 m² vakken moeten qua ernst afzonderlijk worden beoordeeld. Plekken > 5 m² zijn slecht. Aangetast oppervlak over een lengte van 22 m en een breedte van 8 m levert dus 10 schadescores op, zie figuur 5.

** Bij een aantasting dieper dan 30 mm zal de score worden bepaald door de score op basis van 'gaten'. *** Als dit tot losliggende asfaltbrokken leidt, dan moet de plek ook worden beoordeeld volgens de criteria gegeven onder 'aangetast oppervlak' en 'gaten'. De hoogste score is maatgevend.

FIGUUR 5 VOORBEELD VAN EEN VAKINDELING BIJ HET BEOORDELEN VAN SCHADE

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10

Met opbollingen worden lokale opbollingen van de oppervlakbehandeling bedoeld die worden veroorzaakt doordat het asfalt ten gevolge van de inwerking van vocht en vorst-dooischade in volume vergroot. Dit leidt tot een reductie van samenhang van het asfalt. Met behulp van bijvoorbeeld een stootijzer kan worden gecontroleerd of een oneffenheid een opbolling betreft, zie figuur 6.

Het kan nodig zijn om scheuren die doorgaand zouden kunnen zijn, aan de hand van boorkernonderzoek te beoordelen.

FIGUUR 6 CONTROLE VAN EEN OPBOLLING MET BEHULP VAN EEN STOOTIJZER



De gevonden schade, bijvoorbeeld één scheur krijgt dus een score van 0,1, 2,5 of 5. Vervolgens wordt een score voor de optredende belasting en situatie bij deze score opgeteld. Deze zijn weergegeven in tabel 2 t/m 5.

TABEL 2 SCORE VOOR LOCATIE

	Laag (score 0,1)	Middel (score 2,5)	Hoog (score 5)
Locatie in het profiel	Onbelaste zone	Golfploopzone	Golfklapzone

TABEL 3 SCORE GOLFHOOGTE

	Laag (score 0,1)	Middel (score 1,0)	Hoog (score 2,5)
H_s	< 0,5 m	0,5 – 2 m	> 2 m

TABEL 4 SCORE TALUDHELLING

	Laag (score 0,1)		Hoog (score 1,0)
Taludhelling	Flauwer dan 1:8 (berm)	n.v.t.	Steiler dan 1:8

TABEL 5 SCORE EROSIEBESTENDIGE ONDERLAAG

	Laag (score 0,1)		Hoog (score 1,0)
Erosiebestendige onderlaag	ja	n.v.t.	nee

Voor elke schade wordt dus vastgesteld welke belasting optreedt, waar in het profiel zich de schade bevindt, welke taludhelling van toepassing is en of een erosiebestendige onderlaag aanwezig is. Deze score wordt samen met de score voor de ernst bij elkaar opgeteld en vervolgens beoordeeld. De maximale score voor een schade bedraagt 14,5. Hierbij gelden de volgende grenzen:

- Score 8 = waarschuwingsgrens
- Score 10 = instandhoudingsniveau

Deze grenzen zijn zo gewogen dat:

- Alle schades met een lage score voor ernst geaccepteerd worden;
- Alle schades in de onbelaste zone geaccepteerd worden;
- Een aantal tussenliggende combinaties nog voldoen maar de risicovolle situaties niet voldoen.

De score 10 geldt als het zogenaamde instandhoudingsniveau. Wanneer een schade een score van 10 of hoger heeft moet deze schade gerepareerd worden voordat het stormseizoen begint. Omdat het repareren van een schade enige tijd nodig heeft wordt geadviseerd een visuele inspectie uit te voeren direct na het stormseizoen. Zodoende is er tijd om voor het volgende stormseizoen de schades te repareren. Daarnaast wordt een waarschuwingsgrens van 8 gehanteerd. Schades die de waarschuwingsgrens hebben overschreden maar nog niet het instandhoudingsniveau, hoeven niet in hetzelfde seizoen te worden gerepareerd maar kunnen bijvoorbeeld een jaar later bij het onderhoud worden ingepland. Reparatie van alle aangetroffen schade is wel raadzaam.

In het achtergrondrapport bij deze handreiking [1] is meer uitleg gegeven over de gekozen grenzen. Wanneer van elke schade de GPS-coördinaten zijn vastgelegd, kan dit proces worden geautomatiseerd.

De belangrijkste wijzigingen t.o.v. het VTV [6] zijn:

- In plaats van het vaststellen of een schade de toetscore ‘voldoende’, ‘twijfelachtig’ of ‘onvoldoende’ krijgt wordt een schadescore bepaald.
- Wanneer wel een onderlaag aanwezig is die materiaaltransport voorkomt, mag de scheur niet breder zijn dan 3 cm.
- Naast rietbegroeiing kunnen andere gewassen door het asfalt heen groeien. Hierbij wordt gedacht aan Heermoes/Paardenstaart. Wanneer een dichte begroeiing ontstaat verliest het asfalt de samenhang waardoor gevaar voor materiaaltransport ontstaat.
- Over de volledige bekledingsdikte doorgaande scheuren of gaten zijn ontoelaatbaar, ongeacht de afmetingen [10].
- Er is ook een indeling in ernst van verzakkingen/vervormingen opgenomen.

De schadescores kunnen eenvoudig worden bepaald op basis van de resultaten van een inspectie met behulp van de Digigids. De volledige parameterlijst van de Digigids, waarin de klassegrenzen per zijn omschreven, is opgenomen in bijlage 1. De vertaling van klassegrens naar score is gegeven in tabel 5.

TABEL 5

SCORE PER KLASSEGREN VOLGENS DE DIGIGIDS

Klassegrens	score
Goed	0
Redelijk	0,1
Matig	2,5
Slecht	5

Bij de parameterlijst asfaltbekledingen worden de volgende opmerkingen gemaakt:

- De beoordeling wordt uitgevoerd per vak van 5x5 m bekleding. Aangetast oppervlak over een lengte van 22 m en een breedte van 8 m levert dus 10 schadescores op.
- Bij gaten worden zowel de diameter als de diepte beoordeeld. De hoogste score telt.
- Drijf- en zwerfvuil en verzakkingen krijgen geen schadescore.

3.5 PROGNOSE EN OPERATIONALISEREN

De schadescores worden gebruikt om na te gaan of een herstelmaatregel moet worden uitgevoerd en om de ontwikkeling van schades in de tijd te monitoren. Hierdoor zal meer inzicht ontstaan in schadeontwikkeling en op basis hiervan kunnen in de toekomst schademodellen

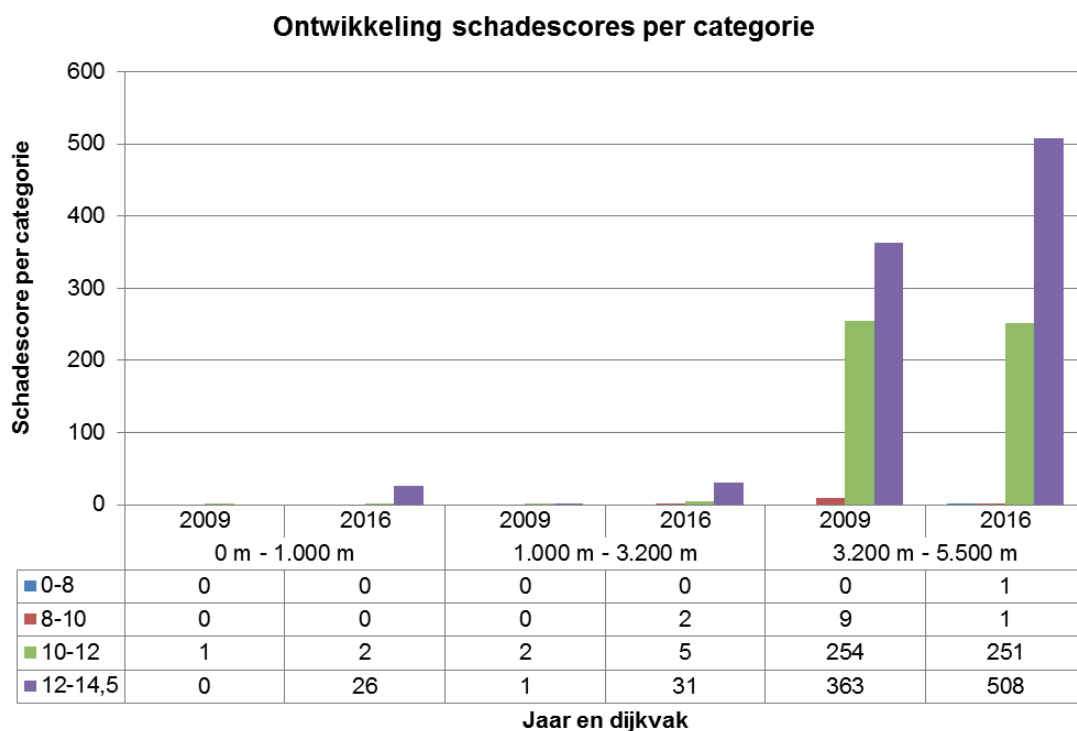
worden ontwikkeld. Daarnaast worden de schadescores gebruikt om reparatiewerkzaamheden in te plannen.

Wanneer een schade een laag risico heeft, d.w.z. de schadescore onder de waarschuwingsgrens blijft, is reparatie niet nodig. Wel moeten de ernst en omvang bij elke inspectie opnieuw worden vastgesteld. Overigens kan uit oogpunt van kosten worden besloten om schades vroegtijdig te repareren omdat niet repareren leidt tot grotere schade waarvan het herstel kostbaarder is.

Een vergelijking van schadescores met eerder uitgevoerde inspecties levert een beeld van de schadeontwikkeling op. Doordat de individuele schadescores hebben gekregen kan voor een dijksectie zichtbaar worden gemaakt op welke locatie de meest risicovolle schades zijn. Daarnaast wordt in de schadescore per dijkvak het effect van herstelmaatregelen zichtbaar.

Een voorbeeld van de ontwikkeling van schadescores voor enkele dijkvakken is gegeven in figuur 7. In de figuur zijn alle schadescores per vak gesommeerd.

FIGUUR 7 VOORBEELD VAN DE SOM VAN DE SCHADESCORES PER DIJKVAK, MET IN KLEUR DE ERNST ERVAN.



4

CONTINU INZICHT MET VALGEWICHTDEFLECTIEMETINGEN

4.1 INLEIDING

Het gebruik van valgewichtdeflectiemetingen (VGD-metingen) is een goede meetmethode om inzicht te krijgen in de sterkte van de bekleding en veranderingen in de sterkte in de tijd. Dit omdat de meting in bepaalde mate een simulatie is van een golfklap op een bekleding en daarbij ook de ondergrond belast wordt. Door deze meting regelmatig uit te voeren wordt inzicht in de achteruitgang van de sterkte verkregen.

Met het uitvoeren van alleen visuele inspecties wordt niet voldoende inzicht in de sterkte van de bekleding verkregen. In de praktijk is gebleken dat op locaties waar geen schades zichtbaar zijn de sterkte van de bekleding lokaal sterk afgenomen kan zijn. Dit is vastgesteld met destructief onderzoek. Omdat destructief onderzoek relatief kostbaar is, worden VGD-metingen gebruikt als indicator van de sterkte. Met een VGD-meting wordt de stijfheid van de constructie gemeten. De stijfheid en de sterkte van een materiaal zijn sterk gecorreleerd, waardoor dit een indicatie van de sterkte oplevert.

Opgemerkt wordt dat voor asfaltdijkbekledingen van waterbouwasfaltbeton een meer uitgekristalliseerde methode beschikbaar is dan voor open steenasfalt. Dit omdat op waterbouwasfaltbeton bekledingen meer meetgegevens beschikbaar zijn, uit zowel VGD-metingen als sterkteproeven.

4.2 INSPECTIECYCLUS EN FREQUENTIE

Binnen de cyclus van het inspecteren of monitoren wordt vanuit de waarneming een diagnose gesteld. Op basis van de diagnose wordt een prognose gemaakt. Wanneer gebruik wordt gemaakt van VGD-metingen om de sterkte van de bekleding te monitoren, moet dus een methode van diagnose, prognose en operationalisering beschikbaar zijn. Zoals in de vorige paragraaf is beschreven, moet er een relatie zijn met de sterkte en de belastingen.

Op basis van de in het verleden uitgevoerde VGD-metingen en aanvullende analyses is de meetfrequentie voor het valgewicht vastgesteld. Deze is afhankelijk van de restlevensduur en de met het valgewicht bepaalde karakteristieke rek in de laatste beoordeling. Deze rek wordt gecorrigeerd voor de invloed van de laagdikte door de karakteristieke asfaltrek [$\mu\text{m}/\text{m}$] te vermenigvuldigen met het kwadraat van de gemiddelde laagdikte [m]. Met behulp van tabel 6 kan de meetfrequentie worden bepaald. Voor een onderbouwing wordt verwezen naar het achtergrondrapport [1].

TABEL 6

MEETFREQUENTIE AFHANKELIJK VAN DE RESTLEVENSDUUR EN DE ASFALTREK VAN DE BEKLEDING VAN WATERBOUWASFALTBETON

Frequentie VGD-metingen [jaren]		Karakteristieke asfaltrek * gemiddelde laagdikte asfalt ^2		
		< 5	5 - 8	> 8
Restlevensduur [jaren]	> 24	12	6	3
	6-24	6	4	2
	< 6	3	2	1

In de volgende paragrafen is voor elke stap een invulling gegeven van het gebruik van VGD-metingen.

4.3 WAARNEMEN

In de afgelopen jaren zijn voor veel asfaltdijkbekledingen gedetailleerde toetsingen uitgevoerd volgens het voorschrift toetsen op veiligheid [6]. Binnen deze toetsing zijn VGD-metingen uitgevoerd zodat van veel waterbouwasfaltbeton bekledingen meetreeksen beschikbaar zijn.

Een VGD-meting bestaat uit een belasting door een valgewicht op de bekleding. Tijdens de klap wordt de deflectie van de bekleding gemeten. Doordat de toegepaste kracht en de resulterende deflectie bekend is, kan de rek onderin de bekleding berekend worden. Meer informatie wordt verwezen naar een tweetal referenties [4] en [14].

Tijdens de meting worden per meetpunt 3 klappen gegeven met een krachtgrootte van 50 kN. De volgende gegevens worden opgeslagen:

- De locatie (coördinaat of metrering)
- Gefoonafstanden ten opzichte van het lastcentrum
- Datum en tijd
- Oppervlaktetemperatuur
- Asfalttemperatuur gemeten in een boorgat
- Opgelegde belasting
- Maximale deflectie per gefoon
- Eventueel het verloop van de deflecties in de tijd (bijvoorbeeld gedurende 60 ms)

De metingen worden in één meetraai uitgevoerd waarbij om de 50 m gemeten wordt. Voor meer details van de meting en de gegevens die moeten worden verzameld wordt verwezen naar de Schematiseringshandleiding [4].

FIGUUR 8 VALGEWICHT-DEFLECTIEMETING OP EEN WATERKERING



Voor het monitoren van de sterkte met behulp van VGD-metingen worden uit de meetresultaten rekken berekend. Deze rekken die in verschillende jaren zijn bepaald, worden met elkaar vergeleken. De metingen zijn bij verschillende temperaturen uitgevoerd waardoor een temperatuurcorrectie van de meetgegevens moet plaatsvinden om een onderlinge vergelijking mogelijk te maken. Alle metingen worden gecorrigeerd naar de standaard temperatuur van 5° C. Omdat de temperatuurcorrectie niet perfect is, is het noodzakelijk dat de metingen worden uitgevoerd bij temperaturen die nauwelijks afwijken van de standaard temperatuur. Daarom wordt in de Schematiseringshandleiding voorgeschreven dat de metingen moeten worden uitgevoerd bij asfalttemperaturen tussen de 0 en 15 °C.

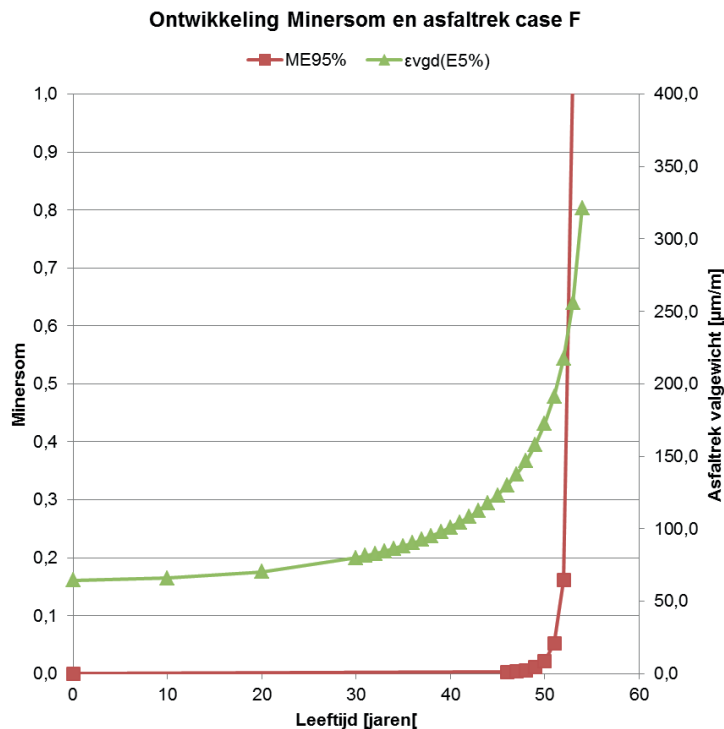
4.4 DIAGNOSE

Wanneer de metingen zijn uitgevoerd wordt de rek die optreedt tijdens de meting berekend. Dit wordt bepaald volgens de methode beschreven in de Schematiseringshandleiding [4]. Het resultaat is een berekende rek per meetpunt. Van alle meetpunten samen kan een frequentieverdeling van de rekken worden opgesteld. Deze kan worden vergeleken met frequentieverdelingen van eerder uitgevoerde metingen. De verwachting is dat de rekken hoger worden en de verdeling van de rekken breder, waardoor het 95^e percentiel van de verdeling toe zal nemen.

In figuur 9 is het verloop van de Minersom en de rek voor een theoretische case weergegeven. Zichtbaar is dat de Minersom abrupt oploopt en de rek veel geleidelijker. Daarom is de rek een goede parameter om de sterkte te monitoren.

FIGUUR 9

VERLOOP VAN DE MINERSOM EN DE KARAKTERISTIEKE ASFALTREK IN DE TIJD



Bij een berekening met Golfklap in het kader van een veiligheidsbeoordeling wordt de 95% karakteristieke waarde van de elasticiteitsmodulus gebruikt omdat dit de hoogte Minersom oplevert. Daarom is de rode lijn in de bovenstaande figuur gebaseerd op de $E_{95\%}$. Monitoring van de rekken gebeurt op de 95% karakteristieke waarde van de rek omdat dit de zwakste plekken in de bekleding zijn. Bij een hoge waarde voor de rek hoort een lage elasticiteitsmodulus. Daarom is de groene lijn gebaseerd op het verloop van de $E_{5\%}$.

Met de uit de VGD-metingen bepaalde rek wordt nagegaan of de sterkte van de bekleding opnieuw moet worden bepaald. De rek is een indicator voor de sterkte [15], [16] en de restlevensduur van de bekleding. Daarom wordt het resultaat van de VGD-metingen gebruikt om vast te stellen hoe oud de dataset van de breuksterkte maximaal mag zijn. Hoe hoger de gemeten rekken, hoe lager de restlevensduur. Daarom is het noodzakelijk om bij hogere rekken vaker de breuksterkte te bepalen.

Op basis van de holle ruimte en de leeftijd van het waterbouwasfaltbeton wordt vastgesteld wanneer de breuksterkte voor het eerst moet worden bepaald, zie paragraaf 5.3.1 uit de Schematiseringshandleiding [4]. Dit is maximaal 30 jaar na aanleg. Vervolgens wordt het moment dat opnieuw de breuksterkte moet worden vastgesteld, bepaald door:

- 1 De variatiecoëfficiënt van de dataset van de breuksterkte. Zie hiervoor verder de schematiseringshandleiding [4].
- 2 De karakteristieke rek zoals bepaald uit de resultaten van de VGD-metingen. De maximaal toelaatbare ouderdom van de dataset met breuksterktes is gegeven in tabel 7.

TABEL 7

BEPALING MAXIMAAL TOELAATBARE OUDERDOM DATASET MET BREUKSTERKTES

$\epsilon_{95\%} \cdot d_{\text{gem}}^2$ (karakteristieke asfaltrek * gemiddelde laagdikte asfalt 2)	Maximaal toelaatbare ouderdom dataset met breuksterktes [jaren]
< 5	12
5 - 8	6
> 8	3

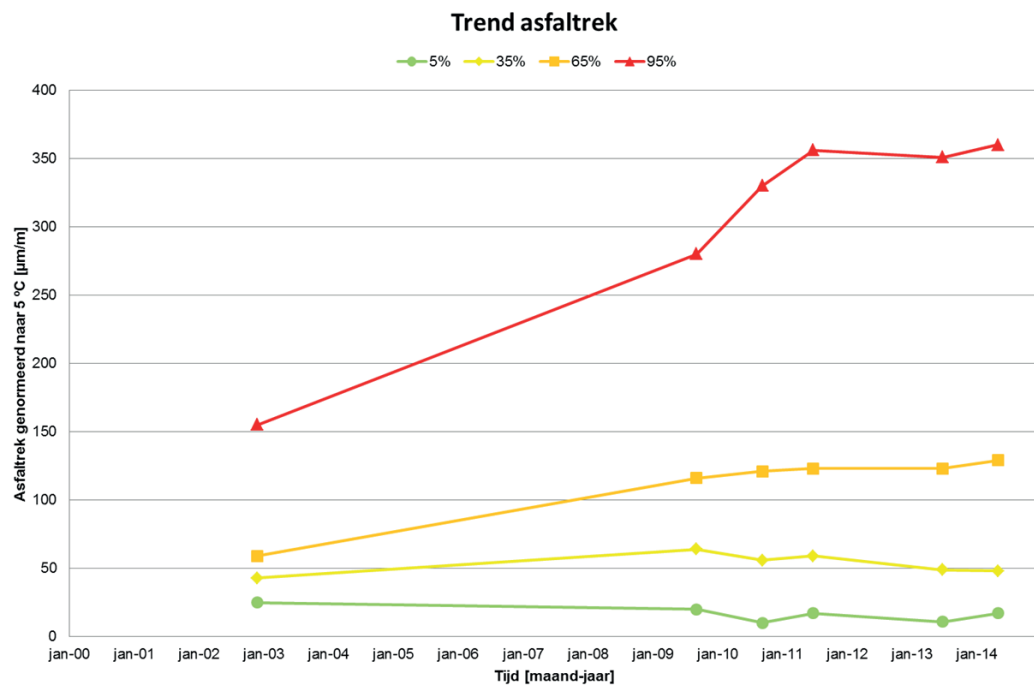
Meer informatie is opgenomen in het achtergrondrapport bij deze handreiking [1].

4.5 PROGNOSE EN OPERATIONALISEREN

Door de resultaten van de VGD-metingen die op verschillende momenten in de tijd zijn uitgevoerd in één grafiek uit te zetten, wordt inzicht verkregen in het verloop van de rek in de tijd. Een voorbeeld hiervan is gegeven in figuur 10.

FIGUUR 10

EEN MOGELIJK VERLOOP VAN DE REKKEN IN DE TIJD VOOR EEN DIJKVAK



De verschillende lijnen in de figuur representeren de verschillende karakteristieke punten in de verdeling van de rek. Voor een prognose van het verloop van de sterkte wordt verwezen naar hoofdstuk 5.

Operationaliseren betekent in dit geval vaststellen op welk moment de breuksterkte van het asfalt opnieuw moet worden bepaald. Hiervoor wordt tabel 7 uit paragraaf 4.4 gebruikt.

5

CONTINU INZICHT

RESTLEVENSDUURPROGNOSE

5.1 INLEIDING

Het bepalen van de restlevensduur lijkt sterk op het uitvoeren van een gedetailleerde beoordeling op het beoordelingsspoor 'Golfklappen op asfaltbekleding'. Daarom wordt regelmatig verwezen naar de Schematiseringshandleiding en overige rapportages van het WBI 2017. Op deze manier sluit het 'continu inzicht' nauw aan bij het WBI 2017.

Bij het uitvoeren van een beoordeling volgens het WBI 2017 worden diverse toepassingsvoorwaarden verbonden aan het gebruik van de dataset met breuksterktes en het levensduurmodel. De variatiecoëfficiënt van de dataset mag een kritische waarde niet overschrijden. De reden hiervoor is dat als de variabiliteit binnen het vak te groot is, de onzekerheid groter is dan de onzekerheid die wordt afgedekt door de gekalibreerde veiligheidsfactor.

De doelstelling van het gebruik van het levensduurmodel in het kader van continu inzicht is anders. Het doel is hier om een zo goed mogelijke restlevensduurprognose op te stellen. Daarom mag in het kader van continu inzicht gerekend worden met datasets die een grotere variatiecoëfficiënt hebben.

In de Schematiseringshandleiding [4] staat omschreven hoe de 5%-waarde van de breuksterkte op de peildatum kan worden bepaald op basis van een set breuksterktes. Deze techniek kan worden toegepast om de restlevensduur van een dijkvak te bepalen. In feite wordt een gedetailleerde toets voor het beoordelingsspoor Golfklap uitgevoerd, waarbij einde restlevensduur het jaar is wanneer de Minersom hoger is dan de toegestane Minersom inclusief veiligheidsfactoren voor zowel de belasting (γ_m, γ_s [17]) als de breuksterkte (factor 1,2).

5.2 RANDVOORWAARDEN

Er hoeft geen restlevensduur te worden berekend als de overstromingskans door falen van de asfaltbekleding door golfklappen verwaarloosbaar is. Dit is het geval als:

- Asfaltbekleding buiten de golfklapzone ligt
- $H_{m0} \leq 0,5$ m

Zo niet, dient de restlevensduur te worden bepaald. De rekenmethode die wordt gebruikt voor de restlevensduurberekening kent echter een zevental toepassingsvoorwaarden:

- 1 De bekleding bestaat uit waterbouwasfaltbeton (WAB);
- 2 $H_{m0} \leq 3$ m;
- 3 Grondwaterstand (GRWS) < onderrand asfaltbekleding;
- 4 Het betreft één van de volgende watersystemen : 7. IJsselmeer, 8. Markermeer, 9. Waddenzee

- Oost, 10. Waddenzee West, 11. Hollandse Kust Noord, 12. Hollandse Kust Midden, 13. Hollands Kust Zuid of 15. Westerschelde;
- 5 Type onderlaag of ondergrond is zand;
 - 6 Het asfalt dient goed gehecht te zijn (geen losse lagen) indien de bekleding uit meerdere lagen asfalt bestaat;
 - 7 Laagdikte WAB > 0,1 m.

Indien aan één van bovenstaande voorwaarden niet wordt voldaan kan de rekenmethode niet worden toegepast voor de voorspelling van de breuksterkte. In dat geval dient de dijkbeheerder op andere wijze inzicht te geven in de breuksterkte en de voorspelling hiervan.

5.3 WAARNEMEN

Het waarnemen bestaat uit het verzamelen van sterkteparameters, hydraulische randvoorwaarden en andere invoerparameters voor de vermoeiingsberekeningen in Golfklap. Indien er al sterkteparameters beschikbaar zijn dienen deze te voldoen aan:

- Ouderdom van de dataset met breuksterktes, maximaal 12 jaar geleden (zie hiervoor tabel 7 in paragraaf 4.4);
- Aantal waarnemingen ≥ 8 stuks.

Indien hier niet aan wordt voldaan dienen nieuwe sterktegegevens te worden verzameld conform de Schematiseringshandleiding [4].

De hydraulische randvoorwaarden worden bepaald met de WBI-software [18]. De invoerparameters voor de vermoeiingsberekeningen in Golfklap worden bepaald volgens de Schematiseringshandleiding [4].

5.4 DIAGNOSE

Als de sterkteparameters, hydraulische randvoorwaarden en de andere invoerparameters voor Golfklap bepaald zijn, dient de maximaal toelaatbare waarde van de Minersom, M_{\max} , ten gevolge van golfklappen bepaald te worden:

$$M_{\max} = (10^{-\gamma_s}) / \gamma_m$$

Waarin:

- M_{\max} = de maximaal toelaatbare waarde van de Minersom ten gevolge van golfklappen
- γ_s = veiligheidsfactor, zie [WBI 2017, Bijlage III Sterkte en veiligheid]. Hanteer bij het bepalen van de veiligheidsfactor de signaleringswaarde.
- γ_m = modelfactor voor het toetspooor 'Golfklappen op asfaltbekleding' = 1,77

Vervolgens dient met Golfklap iteratief te worden bepaald bij welke breuksterkte M_{\max} wordt bereikt. Dit proces kan er als volgt uit zien:

- 1 Varieer de breuksterkte en bepaal in Golfklap bij welke breuksterkte M_{\max} wordt bereikt.
- 2 Verhoog de gevonden minimaal vereiste breuksterkte met een veiligheidsfactor 1,2.
- 3 Prognoseer de breuksterkteset conform de Schematiseringshandleiding [4] iteratief zodanig dat de 5%-waarde van de geprognoseerde breuksterkteset overeenkomt met de breuksterkte uit stap 2.
- 4 De gevonden minimaal vereiste breuksterkte wordt vergeleken met de prognose van de breuk-

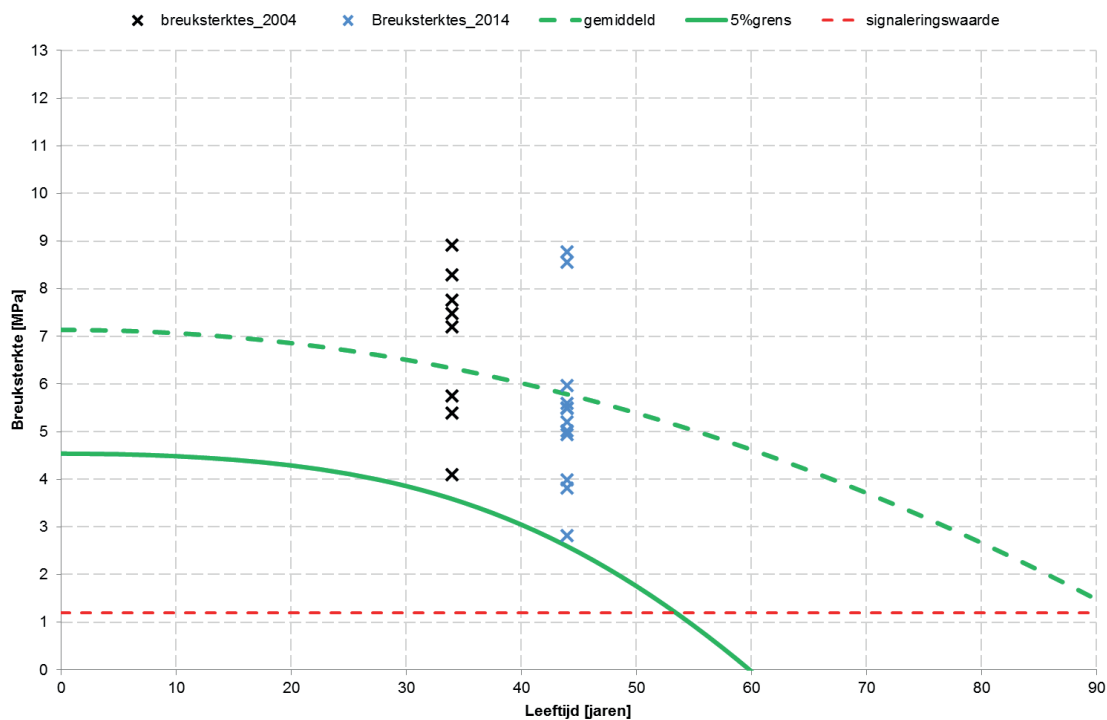
sterkte in de tijd, zie paragraaf 5.5. Het resultaat is het jaartal waarin de kritische breuksterkte wordt bereikt.

5.5 PROGNOSE

De restlevensduur kan tenslotte worden berekend door het jaartal waarin de sterkte- en vermoeiingsparameters zijn beproefd af te trekken van het geprognoseerde jaartal waarin de kritische combinatie van breuksterkte en vermoeiingsparameters wordt bereikt. Einde levensduur wordt bereikt op het moment dat de 5% ondergrens van de geprognoseerde breuksterkte de minimaal vereiste breuksterkte bereikt.

In figuur 11 is een voorbeeld gegeven van een restlevensduurprognose. In dit geval is de breuksterkte voor het laatst bepaald in 2014 en wordt einde levensduur verwacht in 2024. De restlevensduur in 2014 is dus in dit geval 10 jaar.

FIGUUR 11 VOORBEELD VAN EEN RESTLEVENSDUURPROGNOSE



In de bovenstaande figuur is het verloop van de gemiddelde breuksterkte en de 5% karakteristieke ondergrens weergegeven. Voor de restlevensduurprognose wordt het snijpunt bepaald tussen de 5% ondergrens van de breuksterkte en de waarschuwingsgrens.

De restlevensduurvoorspelling is gemaximaliseerd tot 24 jaar.

Bedacht moet worden dat de teruggang in sterkte minder constant zal verlopen dan figuur 11 suggereert. De teruggang in sterkte kan enkele jaren achter elkaar nihil zijn om vervolgens, bijvoorbeeld ten gevolge van een winterperiode met veel vorst-dooicycli, veel nieuwe schade te veroorzaken en een duidelijke terugval in sterkte te krijgen. De restlevensduur wordt daarom niet op het jaar nauwkeurig maar in klassen als volgt uitgedrukt:

- < 6 jaar
- 6 - 12 jaar
- 12 - 24 jaar
- 24 jaar

In het geval van het voorbeeld in figuur 11 is de restlevensduur dus: 6 - 12 jaar.

Als er in de tijd meerdere datasets met breuksterktes beschikbaar zijn, wordt op dit moment alleen de meest recente dataset gebruikt voor de restlevensduurprognose. In de toekomst wordt wellicht een methode ontwikkeld om ook de oudere datasets te gebruiken bij de restlevensduurprognose.

5.6 OPERATIONALISEREN

Als een bekleding einde levensduur bereikt, moet reconstructie plaatsvinden. Het uiteindelijk afkeuren van de bekleding gebeurt op basis van de veiligheidsbeoordeling, waarin de waarschuwingswaarde wordt gehanteerd. Om een dijkvak te reconstrueren is circa 10 jaar voorbereidingstijd nodig. Circa 10 jaar voordat daadwerkelijk einde levensduur, d.w.z. de ondergrens, wordt bereikt, moet de waarschuwingswaarde worden bereikt op basis waarvan de voorbereidingen voor reconstructie kunnen worden getroffen.

Vooralsnog wordt aangenomen dat het bereiken van de waarschuwingsgrens nog een restlevensduur oplevert van 10 jaar tot het instandhoudingsniveau wordt bereikt. Dit is vooralsnog een aanname die niet door berekeningen met het levensduurmodel zijn bevestigd. Als berekeningen met het levensduurmodel duidelijk maken dat de teruggang in sterkte sneller of juist trager verloopt, kan dit reden zijn om in het kader van de zorgplicht andere grenswaarden te gaan hanteren.

6

REFERENTIES

- 1 Achtergrondrapport bij de handreiking continu inzicht asfaltdijkbekledingen (rapport 160016001-3), KOAC•NPC, Vught, 2016
- 2 Continu inzicht in de veiligheid van asfaltdijkbekledingen (rapport e130137801), KOAC•NPC, december 2013
- 3 Bouwstenen professionele inspecties, handreiking voor het organiseren van inspecties (rapport PIW 2012-13), STOWA, Amersfoort
- 4 Schematiseringshandleiding asfaltbekleding, WBI 2017, versie 1.0, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 1 september 2016
- 5 Presentatie Workshop, Continu inzicht in de waterveiligheid, ir. P. van Berkum, Amsterdam, Landelijke Toetsdag, 26 september 2013
- 6 Voorschrift Toetsen op Veiligheid Primaire Waterkeringen, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, september 2007
- 7 Addendum I ter aanvulling en verbetering van het Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006, Rijkswaterstaat, 2009
- 8 Veiligheidsbeoordeling van Asfaltdijkbekledingen, Achtergrondrapport bij het toetsen van asfaltdijkbekledingen volgens het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV), Ministerie van verkeer en waterstaat, Delft, november 2005
- 9 Inspectiewijzers (rapport PIW 2012-14), STOWA, Amersfoort
- 10 Voorlopige beoordelingsmethodiek materiaaltransport bij asfaltbekledingen, R. 't Hart, project 1209437-012, product 5.17, Deltares, Delft, 2015
- 11 Case study beheersysteem asfaltdijkbekledingen (rapport e100171301), KOAC•NPC, Vught, november 2011
- 12 Buitenlandse gidsen voor visuele inspectie, verbetering inspectie waterkeringen (VIW 2007 03), STOWA, Utrecht, 2007
- 13 Beoordeling asfaltwegen op dijken (notitie n120745), KOAC-NPC, A.K. de Looff, oktober 2012
- 14 Valgewichtdeflectiemetingen op asfaltdijkbekledingen, KOAC-NPC, M.P. Davidse, CROW infra-dagen 2012

- 15 Relatie tussen sterkte en stijfheid in de context van de inspectiemethode meerjarig onderzoek asfaltdijkbekledingen, rapport e0700170-2, KOAC-NPC, C.A.P.M. van Gurp e.a., februari 2008
- 16 Vervolgonderzoek monitoringsprogramma en validatie/verbetering van huidige beoordeling op golfklappen, rapport 0800644-2, KOAC-NPC, A. Blanken e.a., januari 2010
- 17 [Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017, Bijlage III Sterkte en veiligheid, concept, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, september 2016
- 18 Ringtoets, Deltares, versie 1 september 2016

BIJLAGE 1

**PARAMETERLIJST EN DEFINITIES
ASFALTBEKLEDINGEN - DIGIGIDS**

Digigids

Parameterlijst en definities afsaltbekledingen

versie 1 december 2015

inspectieparameter	definitie	klassegrenzen		
		goed	redelijk	matig
		slecht		
asfaltbeton	Een continu gegradeerd mengsel van steen, zand, vulstof en bitumen met een gering percentage holle ruimte, dat wordt gebruikt als dijkbekleding.			
aangetast oppervlak	oppervlak door inwerking vocht, veroudering of verwerking aangetast	geen sporen van aantasting oppervlak	aangetast oppervlak is minder dan 1 steendiameter diep en minder dan 0,1 m bij 0,1 m x 5m, of lokale opbolling van de oppervlakbehandeling	aangetast oppervlak is meer dan 1 steendiameter diep en groter dan 1 m ² per vak van 5 m x 5 m
drijf- en zwerfvuil	vuil dat de bekleding kan beschadigen	geen tot hier en daar sporadisch lichte sporen van klein vuil	smalle sporen van licht klein vuil	brede velden met drijfvuil en / of grote voorwerpen als boomstammen
gaten	plaatselijke verdiepingen	geen lokale verdiepingen	lokale verdiepingen van 1 tot 10 cm in doorsnede en met diepte tot 3 cm	lokale verdiepingen van 1 tot 10 cm in doorsnede met diepte van meer dan 10 cm of lokale verdiepingen van 10 tot 100 cm in doorsnede met diepte groter dan 3 cm of lokale verdiepingen groter dan 100 cm in doorsnede
scheuren	lijnvormige gleuven in bekleding	geen lijnvormige gleuven	gleufjes met een breedte kleiner dan 3 mm en met diepte kleiner dan halve bekledingsdikte of minder dan 10 cm diep	lijnvormige gleuven ter breedte van meer dan 10 mm of lijnvormige gleuven dieper dan 10 cm of lijnvormige gleuven met water- of zanduitreding
vegetatie	begroeiing die functie van bekleding aantast	geen begroeiing	weinig niet wortelende begroeiing	winterharde diepwortelende begroeiing of houtige begroeiing
verzakkingen of opbollingen	verheffingen of verdiepingen met een lengteschaal van enkele meters	geen verheffingen of verdiepingen in het profielvlak	verheffingen of verdiepingen kleiner dan 3 cm in het profielvlak met een lengteschaal van 1-3 meter	verheffingen of verdiepingen groter dan 5 cm in het profielvlak met een lengteschaal van 1-3 meter

BIJLAGE 2

HANDREIKING CONTINU INZICHT - PRAKTIJKCASE

INHOUD

1	INLEIDING	29
2	MANAGEMENTSAMENVATTING	30
3	VISUELE INSPECTIE	31
3.1	Waarnemen	31
3.2	Diagnose	31
3.3	Prognose	35
3.4	Operationaliseren	35
3.4.1	Opbollingen en aangetast oppervlak	35
3.4.2	Scheuren	35
3.4.3	Begroeiing	35
4	VALGEWICHTDEFLECTIEMETINGEN	36
4.1	Waarnemen	36
4.2	Diagnose	36
4.3	Prognose	38
4.4	Operationaliseren	39
5	RESTLEVENSDUURPROGNOSE	40
5.1	Waarnemen	40
5.2	Diagnose	41
5.3	Prognose	42
5.4	Operationaliseren	43
6	REFERENTIES	44
Bijlage 1	Resultaten visuele inspectie	
Bijlage 2	Meetplan valgewichtdeflectiemetingen	
Bijlage 3	Resultaten valgewichtdeflectiemetingen	
Bijlage 4	Uitdraai Golfklapberekeningen	

1

INLEIDING

In de Handreiking Continu Inzicht (HCI) [1] is beschreven hoe continu inzicht kan worden verkregen in asfaltbekledingen. In voorliggend rapport is een (niet-fictieve) case study uitgewerkt van de Helderse zeewering met als doel om de handreiking te verduidelijken.

Hiertoe zijn inspecties van twee jaargangen uitgewerkt naar schadescores, zijn VGD-metingen uitgevoerd en vergeleken met twee eerdere metingen en is een restlevensduur geprognoseerd op basis van een reeds beschikbare breuksterkteset uit het verleden.

In hoofdstuk 2 is een dashboard opgenomen, waar in één oogopslag de staat van het dijkvak inzichtelijk is gemaakt. In de navolgende hoofdstukken is gerapporteerd hoe de resultaten tot stand zijn gekomen.

In het rapport zijn ter informatie enkele aandachtspunten/tips opgenomen als omkaderde tekstblokken.

2

MANAGEMENTSAMENVATTING

VISUELE STAAT

Schadebeeld	0 m - 1.000 m		1.000 m - 3.200 m		3.200 m - 5.500 m	
	2009	2016	2009	2016	2009	2016
Scheuren	0	3	0	11	4	7
Aangetast opp.	0	6	1	20	70	7
Opbollingen	0	16	0	2	550	742
Gaten	0	0	0	6	0	5
Begroeiing	1	3	2	0	2	0

Schadescore	km 0,0 - km 1,0		km 1,0 - m 3,2		km 3,2 - km 5,5	
	2009	2016	2009	2016	2009	2016
0-8	0	0	0	0	0	1
8-10	0	0	0	2	9	1
10-14,5	1	28	3	36	617	759

STRUCTURELE STAAT

Asfaltrek [$\mu\text{m}/\text{m}$]	2004	2009	2016
5% percentiel	8	9	15
35% percentiel	22	18	23
65% percentiel	33	28	27
95% percentiel	52	57	46

	< 5	5 - 8	> 8
Rekindicator		5,2	

Van km - tot km	Jaar breuksterkte	Breuksterkte [MPa]			Restlevenduurcategorie		
		Jaar beproeven	Prognose 2016	Waarschuwingsgrens	> 24	6 - 24	< 6
0,0 - 1,0	2004	4,45	3,27	1,50		12	
1,0 - 3,2	2004	4,45	3,27	1,91		9	
3,2 - 5,5	2004	4,45	3,27	3,18			1
4,9 - 5,5	2010	1,39	n.v.t.	3,18			0

Restlevensduur vanaf 2016 gerekend.

OPERATIONALISEREN

Het maatgevende schadebeeld is opbollingen. Alle 759 schades met een schadescore boven de 10 worden eind 2016, voor het stormseizoen, hersteld middels bakvriezen en inlagen.

De restlevensduur is minder dan 6 jaar. De asfaltrekindicator vormt samen met de restlevensduur en de gedateerde breuksterkteset uit 2004 en 2010 aanleiding tot het opnieuw bepalen van sterktegegevens in 2017. Mogelijk leidt dit tot een hogere restlevensduur, doordat de restlevensduurvoorspelling beperkt wordt door een hoge variatiecoëfficiënt.

3

VISUELE INSPECTIE

3.1 WAARNEMEN

Er zijn twee visuele inspecties beschikbaar:

- In 2009 is een visuele inspectie uitgevoerd conform het VTV [2] als onderdeel van de derde toetsronde.
- De dijkbeheerder, het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK), heeft zijn inspectieresultaten van 2016 beschikbaar gesteld. De inspectie is niet uitgevoerd conform het VTV of de Digispectie. Er is echter van nagenoeg elke schade een foto bijgevoegd waardoor ontbrekende gegevens (zoals ernst en locatie) zijn aangevuld en de inspectie is ontgaan van dubbel geregistreerde schades (van voor- en najaarsinspectie) en schades op het binnentalud.

In bijlage 1 zijn de inspectieresultaten van beide jaargangen weergegeven. Op deze manier zijn twee inspecties verkregen waarmee schadescores kunnen worden berekend.

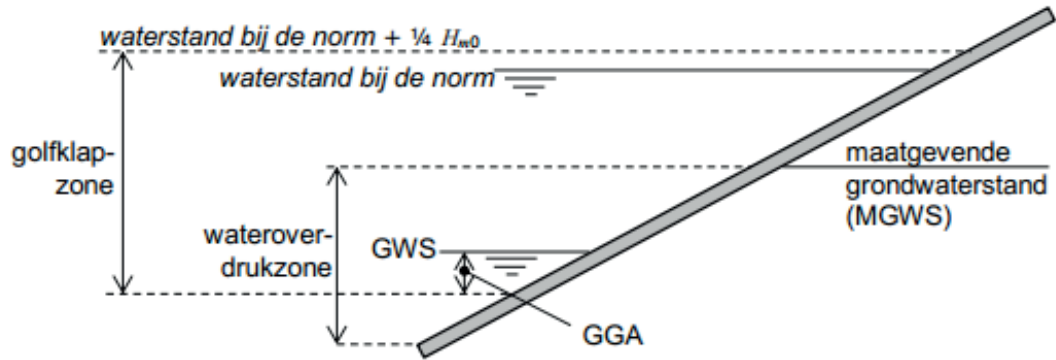
Tips:

- Vermijdt dubbelgeregistreerde schades (zelfde schade die meerdere keren in de database voorkomt). Bij jaarlijkse inspecties is het onvermijdelijk dat een schade die er het ene jaar is, het volgende jaar er nog steeds is met eventueel een grotere omvang of ernst. Om een dubbelgeregistreerde schade te voorkomen wordt voorgesteld om het punt- danwel lijnobject gelijk te houden en de schadekenmerken en inspectiedatum toe te voegen. Het is hierdoor noodzakelijk dat tijdens het inspecteren de vorige inspectieresultaten inzichtelijk zijn, bijvoorbeeld m.b.v. een tablet.
- Wees erop alert dat bij gezamenlijke schades enkel de schadescore horende bij de maatgevende schade (met de hoogste schadescore) telt. Wel dienen alle type schades te worden genoteerd, aangezien dit meer informatie geeft over de oorzaak en ernst van de schade. Bijvoorbeeld: hoog opgeschoten kruiden duiden erop dat de scheur doorgaand is, terwijl begroeiing die op naast elkaar gelegen plekken uit het asfalt komt aangeeft dat het asfalt lokaal zodanig is gestript dat de begroeiing er vocht aan kan onttrekken (dus niet doorgaand).
- Om schadescores te bepalen is het van belang dat tijdens de inspectie alle inputparameters om de schadescores te berekenen worden vastgelegd, zodat achteraf de inspectie niet hoeft te worden aangevuld. Voor welke parameters benodigd zijn wordt verwezen naar de HCI (waar wordt verwezen naar de Digigids).

3.2 DIAGNOSE

Om de schadescore van de locatie in het profiel te kunnen bepalen dient te worden bepaald of de schade zich in de golfklap-, golfoploop- of onbelaste zone bevindt. In figuur 1 is de zone-indeling voor asfaltdijkbekledingen weergegeven.

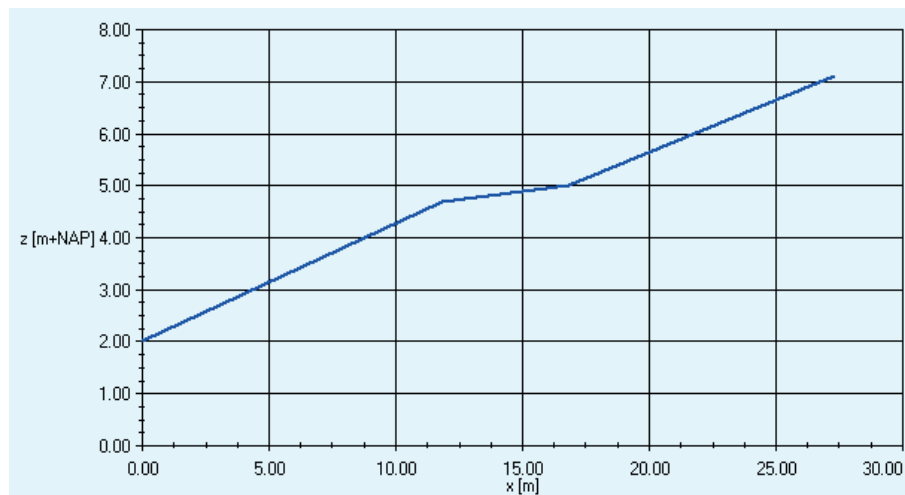
FIGUUR 1 ZONE-INDELING ASFALTDIJKBEKLEDINGEN [3]



N.B. De waterstand bij de norm wordt verkregen door in Ringtoets de hydraulische belastingmodule aan te roepen. Omdat Ringtoets (en overige WBI-software) nog in ontwikkeling zijn is het niet mogelijk geweest om alle benodigde hydraulische randvoorwaarden conform het WBI 2017 te bepalen. Daarom is voor deze case ervoor gekozen om de hydraulische randvoorwaarden (en vakindeling) van de derde toetsronde aan te houden. De grensovergang tussen golflapzone en golfoploopzone is daarom bepaald middels de formules van het VTV: toetspeil + opwaaiing + $1/4 \times H_s$ en overgang golfoploopzone naar onbelaste zone: toetspeil + opwaaiing + $1/2 \times z_{2\%}$. Op de Helderse zeevering ligt de hoge oploopzone hoger dan de asfaltbekleding waardoor deze niet van toepassing is.

De golfoploop $z_{2\%}$ is bepaald met de formule $z_{2\%} = 8 \cdot H_s \cdot \tan(\alpha)$. Waarbij α de helling van het ondertalud is ($11,8 \text{ m} / 2,7 \text{ m} = 0,23$). De geometrie van de representatieve doorsnede is overgenomen van tekening 'nhku 90-0021' uit 1981 en is weergegeven in figuur 2.

FIGUUR 2 GEOMETRIE REPRESENTATIEVE DOORSNEDE HELDERSE ZEEVERING



Voor de overige invoerparameters wordt verwezen naar tabel 1.

TABEL 1

HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN

Parameter	Van km - tot km			Eenheid
	0,0 - 1,0	1,0 - 3,2	3,2 - 5,5	
Toetspeil	4,5	4,5	4,5	m
H _s	2,30	2,35	3,05	m
a	0,23	0,23	0,23	-
Z _{2%}	4,3	4,4	5,7	m
Opwaaiing	0,2	0,2	0,2	m
GWS	0,0	0,0	0,0	m +NAP

De zone-indeling is vervolgens berekend en weergegeven in tabel 2. Zo loopt de golfploopzone van de eerste twee dijkvakken van 5,3 m +NAP tot bovenkant asfalt (>7,1 m) +NAP.

TABEL 2

ZONE-INDELING HELDERSE ZEEWERING PER DIJKVAK

Zone-indeling	Km 0,0 - km 1,0		Km 1,0 - km 3,2		Km 3,2 - km 5,5	
	Van - tot [m +NAP]	Van - tot [m +NAP]	Van - tot [m +NAP]	Van - tot [m +NAP]	Van - tot [m +NAP]	Van - tot [m +NAP]
Golfklapzone	n.v.t.	5,3	n.v.t.	5,3	n.v.t.	5,5
Golfploopzone	5,3	>7,1	5,3	>7,1	5,5	>7,1
Onbelaste zone	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

De grens tussen golfklapzone en golfploopzone bevindt zich tussen de 5,3 m en 5,5 m +NAP, ofwel zo'n 2 tot 3 m op het boventalud. Er is geen onbelaste zone op de asfaltbekleding. Op basis van de locatiegegevens en foto's is vervolgens zo goed als mogelijk ingeschat in welke zone de schade zich bevindt.

Vervolgens zijn per dijkvak de schadescores berekend. Tabel 3 geeft het aantal schades per schadebeeld, per dijkvak en per inspectiejaar weer. Op de eerste twee dijkvakken was en is er nauwelijks schade. Op het derde dijkvak daarentegen zijn relatief veel schades aanwezig. Dit komt door het maatgevend schadebeeld opbollingen in de laatste ca. 600 m van de Helderse zeevering, die voor nagenoeg alle schades verantwoordelijk is. Figuur 3 geeft een representatief beeld weer van de opbollingen.

TABEL 3

AANTAL SCHADES PER SCHADEBEELD

Schadebeeld	0 m - 1.000 m		1.000 m - 3.200 m		3.200 m - 5.500 m	
	2009	2016	2009	2016	2009	2016
Scheuren	0	3	0	11	4	7
Aangetast opp.	0	6	1	20	70	7
Opbollingen	0	16	0	2	550	742
Gaten	0	0	0	6	0	5
Begroeiing	1	3	2	0	2	0

FIGUUR 3 OPBOLLINGEN LAATSTE 600 M HELDERSE ZEEWERING

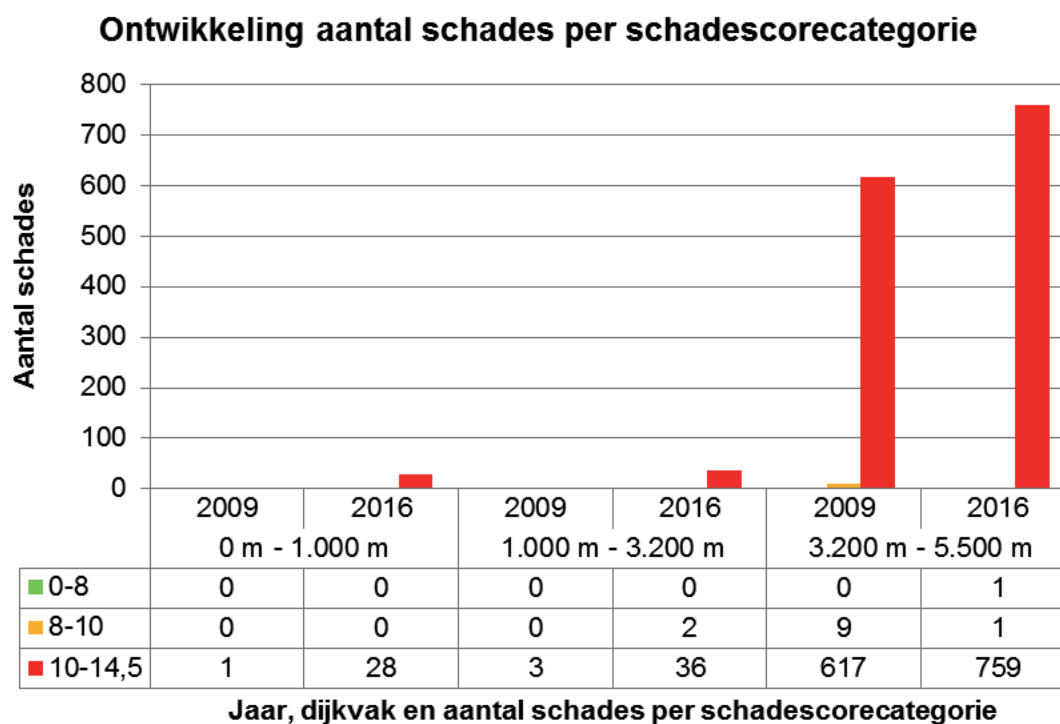


In 2010 is schadeonderzoek uitgevoerd naar de opbollingen tussen km 4,9 en km 5,5. Er zijn toen acht kernboringen uitgevoerd op of direct naast opbollingen, waaruit bleek dat nauwelijks sprake was van aangetast asphalt. Wel zijn relatief lage dichtheden en breuksterktes gemeten (zie Tabel 9).

In 2016 is tevens schadeonderzoek uitgevoerd, er is o.a. twee keer geboord op opbollingen aan de onderzijde van het talud. Hieruit op een opbolling geboord. Hieruit bleek op de ene locatie de bovenste 180 mm te zijn aangetast en op de andere locatie de bovenste 45 mm los te liggen.

In figuur 4 is het aantal schades per dijkvak per jaar weergegeven.

FIGUUR 4 AANTAL SCHADESCORES



Wat opvalt is dat nagenoeg alle schades een schadescore hebben van 10 of meer en dus boven de kritische waarde liggen. Dit komt doordat een qua ernst matige (2,5) of slechte (5) schade in de golfklapzone (5) al een schadescore heeft van 12,5 cq. 14,5 door ongunstige scores voor de golfhoogte (2,5), taludhelling (1) en erosiebestendige onderlaag (1). Dit betekent dat als er een schade ontstaat op de Helderse zeewering, dat deze gelijk een hoge score krijgt en dus al snel moet worden gerepareerd.

3.3 PROGNOSE

Tussen 2009 en 2016 is enkel klein onderhoud uitgevoerd (gaten en scheuren vullen). Er is geen oppervlakbehandeling aangebracht en bakvriezen+inlagen heeft ook niet plaatsgevonden, waardoor de ontwikkeling van schades vrijwel 'zuiver' te beoordelen is.

Er is een duidelijke sprake van een toename van schades op alle drie de dijkvakken. Er zijn met name honderden opbollingen bijgekomen. De prognose is dat dit de komende jaren zal doorzetten.

Tevens komt naar voren dat sprake is van achterstallig onderhoud, volgens de voorgestelde methodiek. Er mogen immers geen schades met een schadescore boven de kritische waarde van 10 komen.

3.4 OPERATIONALISEREN

Alle 759 schades met een schadescore boven de 10 worden eind 2016, voor het stormseizoen, hersteld conform onderstaande onderhoudsmaatregelen [4]. De volgende inspectie vindt plaats in het voorjaar van 2017, na het stormseizoen.

3.4.1 OPBOLLINGEN EN AANGETAST OPPERVLAK

Opbollingen en aangetast oppervlak worden hersteld door lokaal tot en met de aantasting te frezen en nieuw waterbouwasfaltbeton aan te brengen. Freesdiepte wordt in-situ bepaald.

3.4.2 SCHEUREN

Scheuren worden gefreesd over een breedte van tenminste 1 meter over de volledige hoogte van de scheur en hersteld met een bitumenrijk waterbouwasfaltbeton. De aansluiting op de bestaande bekleding wordt trapsgewijs uitgevoerd.

3.4.3 BEGROEIING

Volledig verwijderen asfalt rondom riet, verwijderen wortelstokken en aanbrengen waterbouwasfaltbeton.

4

VALGEWICHTDEFLECTIEMETINGEN

4.1 WAARNEMEN

Er zijn valgewichtdeflectiemetingen (VGD-metingen) uit drie jaartallen beschikbaar:

- Uit 2004 als onderdeel van de veiligheidsbeoordeling.
- Met de derde toetsronde in 2009 zijn VGD-metingen uitgevoerd.
- Als onderdeel van deze case zijn in 2016 nogmaals VGD-metingen uitgevoerd.

Als voorbereiding op de recent uitgevoerde VGD-metingen zijn de beschikbare gegevens van de bekleding verzameld. Op basis hiervan is het meetplan opgesteld, welke aan bijlage 2 is toegevoegd. Bij het meetplan is er zoveel mogelijk voor gezorgd dat de metingen gelijkwaardig zijn uitgevoerd, zodat de meetresultaten zo vergelijkbaar mogelijk zijn:

- Begin- en eindpunt zijn gelijk gehouden aan de vorige jaargangen (beginpunt t.h.v. het kanon op de zeepromenade, eindpunt daar waar de asfaltbekleding overgaat in duin);
- Hoogteligging is gelijk gehouden (6 m vanaf de onderzijde van de asfaltbekleding);
- In 2004 en 2009 is om de 50 m gemeten, in 2016 is ervoor gekozen om elke 25 m een meetpunt uit te voeren zodat de karakteristieke waarde nauwkeuriger kan worden bepaald (minder afhankelijk is van uitbijters).

Verder zijn de metingen uitgevoerd met een door het CROW gecertificeerd valgewicht en uitgevoerd conform de procedure beschreven in de Schematiseringshandleiding [3]. Dit betekent o.a. dat zowel de oppervlaktetemperatuur per meetpunt als de asfalttemperatuur in een boorgat halverwege de asfaltdikte (17 cm diep) op een vast meetpunt is gemeten. De resultaten van de VGD-metingen zijn in bijlage 3 weergegeven.

In 2016 is gemeten met een gemiddelde asfalttemperatuur van 5°C, wat voldoet aan het voorgeschreven temperatuurbereik van 0°C en 15°C [3]. In 2009 is echter met gemiddeld 22°C gemeten, zie tabel 4, waardoor een relatief grote temperatuurcorrectie plaats heeft moeten vinden. De meetresultaten worden immers genormaliseerd naar een temperatuur van 5°C. Mogelijk zijn de metingen van 2009 hierdoor minder representatief.

TABEL 4

ASFALTTEMPERATUUR TIJDENS VGD-METINGEN VERSCHILLENDE JAARGANGEN

Jaargang	Asfalttemperatuur VGD-metingen [°C]		
	Gemiddeld	Minimaal	Maximaal
2004	11	10	14
2009	22	21	23
2016	5	4	6

4.2 DIAGNOSE

Op basis van de meetresultaten zijn de asfaltrekken berekend. Hiervoor is als volgt te werk gegaan:

- 1 Normaliseren deflecties naar een klapgrootte van 50 kN
- 2 Berekenen gemiddelde asfalttemperatuur per meetpunt (gemiddelde van Bells-temperatuur en temperatuur in boorgat bij gelijk tijdstip)

- 3 Normaliseren deflecties naar een asfalttemperatuur van 5°C
- 4 Berekenen asfaltrek per meetpunt [3]
- 5 Valideren resultaten, ontdoen van uitbijters en eventueel wijzigen naar de meetresultaten van de 2^e klap of andere klappen indien noodzakelijk, zie tabel 5.

TABEL 5

VERKLARING GEWIJZIGDE/VERWIJDERDE MEETRESULTATEN

Meetpunt [m]	Actie	Reden
0,175	verwijderd	*
0,300	verwijderd	*
0,550	verwijderd	niet aflopende deflecties
0,925	gewijzigd	meetresultaten van 4 ^e klap toegepast
1,100	gewijzigd	meetresultaten van 2 ^e klap toegepast
1,850	verwijderd	niet aflopende deflecties
2,525	gewijzigd	meetresultaten van 2 ^e klap toegepast
3,125	verwijderd	*
4,350	verwijderd	niet aflopende deflecties
5,350	verwijderd	*

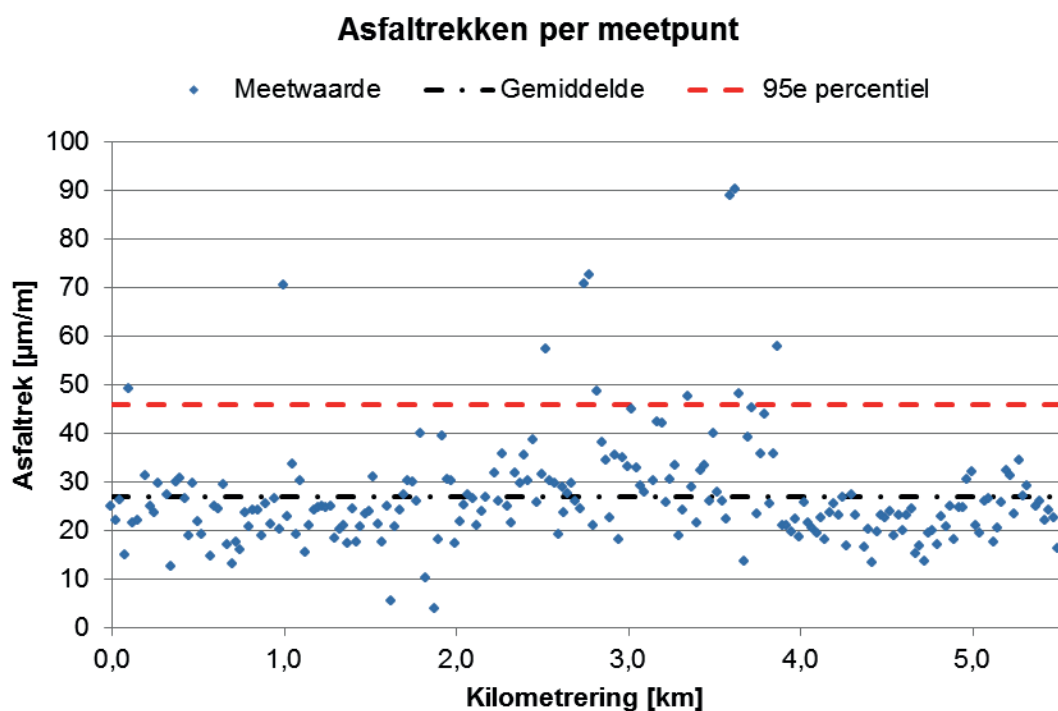
* meetfout; zeer hoge d0, waarschijnlijk heeft de meetplaat niet vlak op het wegdek gestaan (door vuil of steentjes op de bekleding) waardoor een onrealistisch hoge deflectie is geregistreerd bij alle 4 klappen

Het resultaat van bovenstaande werkzaamheden is een dataset met berekende asfaltrekken per meetpunt. Figuur 5 geeft deze rekken weer, uitgezet tegen de afstand t.o.v. het beginpunt. De gemiddelde rek is 27 $\mu\text{m}/\text{m}$, de 95^{ste} percentielwaarde 46 $\mu\text{m}/\text{m}$. Het zijn relatief lage rekken, overeenkomend met een dik asfaltpakket van gemiddeld 337 mm (o.b.v. radarmetingen uit 2009). De opbollingen in de laatste 600 m van de zeewering hebben tot noch toe niet geleid tot hogere asfaltrekken. Ofwel het effect van stripping aan de bovenzijde van de bekleding is blijkbaar beperkt.

Er is bewust geen subvakindeling gemaakt tussen km 1,8 en km 3,9 zodat de meetresultaten van meerdere jaargangen goed te vergelijken zijn.

FIGUUR 5

RESULTATEN ASFALTREKKEN 2016



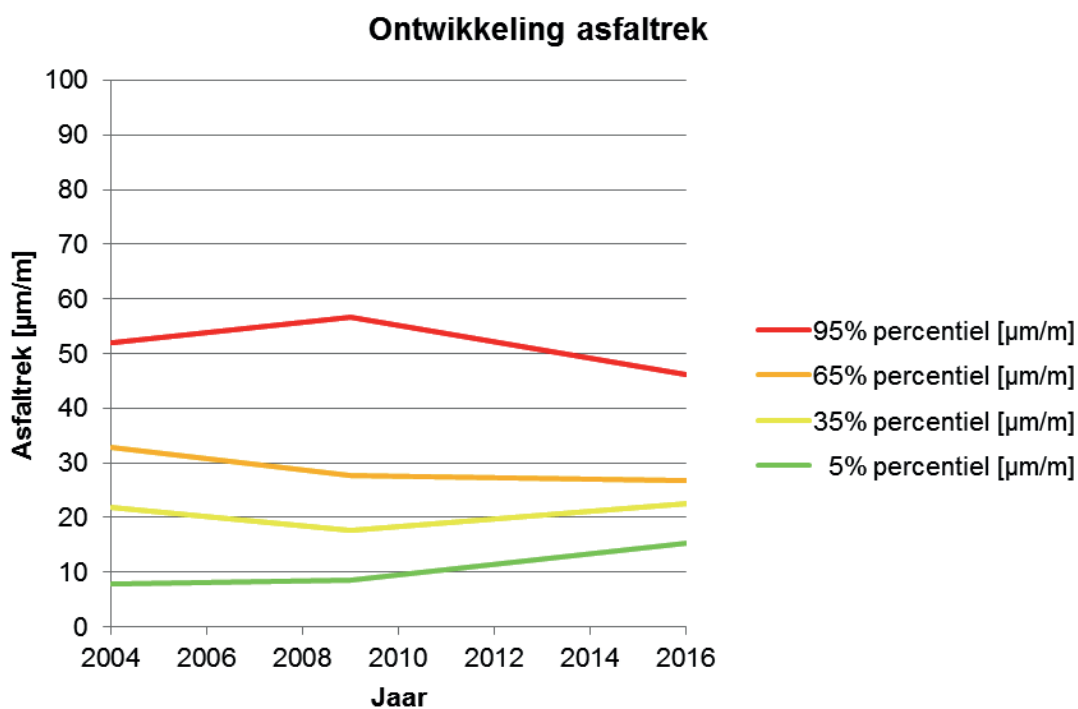
4.3 PROGNOSE

Als de asfaltrekken van 2016 worden vergeleken met eerdere jaargangen wordt inzicht verkregen in de ontwikkeling van de asfaltrek. De verwachting is dat de rekken hoger worden en de verdeling van de rekken breder, waardoor het 95^e percentiel van de verdeling toe zal nemen. In tabel 6, figuur 6 en figuur 7 is deze ontwikkeling zowel numeriek als grafisch weergegeven.

TABEL 6 ONTWIKKELING ASFALTRÉKKEN

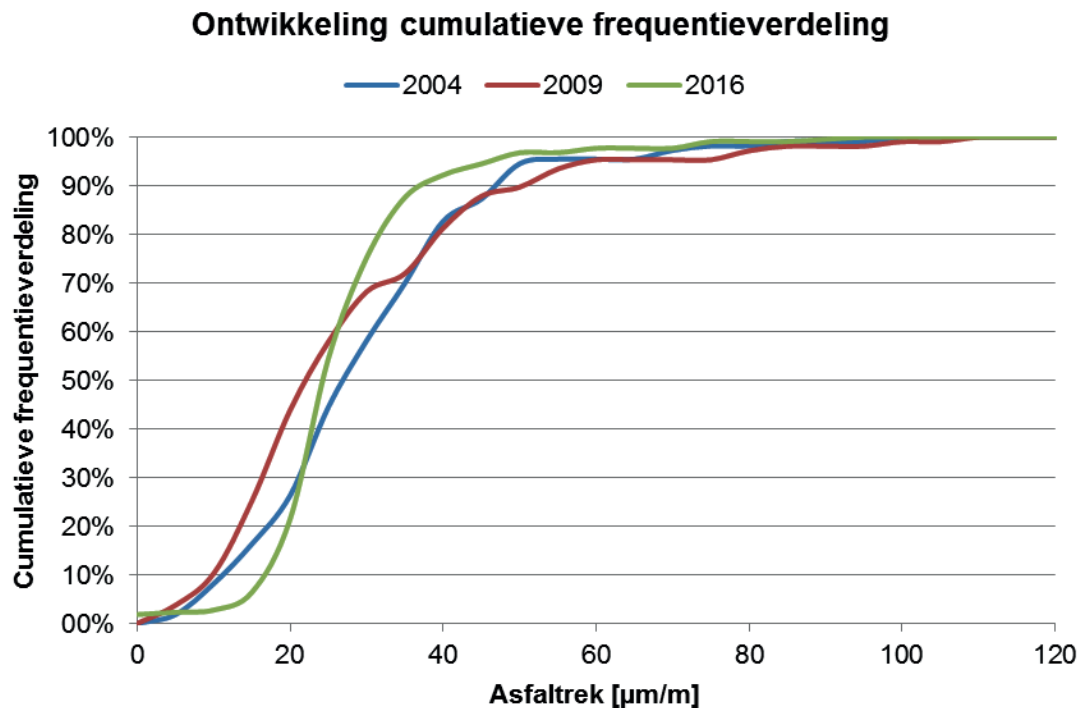
	2004	2009	2016
5% percentiel [$\mu\text{m/m}$]	8	9	15
35% percentiel [$\mu\text{m/m}$]	22	18	23
65% percentiel [$\mu\text{m/m}$]	33	28	27
95% percentiel [$\mu\text{m/m}$]	52	57	46

FIGUUR 6 ONTWIKKELING ASFALTRÉKKEN



FIGUUR 7

ONTWIKKELING CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING ASFALTREKKEN



In tegenstelling tot de verwachting is geen sprake van een toenemende rek of verbreding van de frequentieverdeling. De karakteristieke rek is laag, blijft laag en schommelt tussen de 46 µm/m en 57 µm/m. Als deze 'trend' wordt doorgezet in de toekomst is de verwachting dat de asfaltrek laag blijft. Met andere woorden er is, puur op basis van deze meetresultaten, geen aanleiding om te verwachten dat de draagkracht van de asfaltbekleding is afgenomen of spoedig zal afnemen.

4.4 OPERATIONALISEREN

Om te bepalen wanneer opnieuw VGD-metingen en/of breuksterktes bepaald dienen te worden dient de karakteristieke asfaltrek te worden vermenigvuldigd met de gemiddelde asfaltdikte in het kwadraat: $46 \times 0,337^2 = 5,2$. Doordat deze waarde zich tussen de 5 en 8 bevindt mag de ouderdom van de breuksterkteset hoogstens 6 jaar zijn en dient over 2, 4 of 6 jaar (afhankelijk van restlevensduur) opnieuw VGD-metingen uitgevoerd te worden [1]. Doordat e.e.a. afhankelijk is van de restlevensduur en variatiecoëfficiënt van de (geprognosticeerde) breuksterkteset wordt voor de operationalisering van het vervolgonderzoek en onderhoud verwezen naar paragraaf 5.4.

5

RESTLEVENSDUURPROGNOSE

5.1 WAARNEMEN

Ten eerste is gecontroleerd of de overstromingskans door falen van de asfaltbekleding door golfklappen verwaarloosbaar klein is. De asfaltbekleding op de Helderse zeewering ligt in de golfklapzone en de golfhoogte is groter dan 0,5 m, waardoor het van belang is dat de restlevensduur wordt berekend.

Ten tweede is gecontroleerd of wordt voldaan aan de randvoorwaarden voor het toepassen van het breuksterktemodel. Uit deze controle, weergegeven in tabel 7, blijkt dat aan de randvoorwaarden wordt voldaan.

TABEL 7 **CONTROLE RANDVOORWAARDEN TOEPASSING BREUKSTERKTEMODEL**

Randvoorwaarden	Voldoet?
Bekleding bestaat uit WAB	ja
$H_{m0} \leq 3$ m	ja, H_s 2,35 m - 3,05 m
GRWS < onderrand asfaltbekleding	nee*
Valt binnen geselecteerde Watersystemen	ja, watersysteem 11. Hollandse Kust Noord
Type onderlaag zand	ja, zand
Asfalt goed gehecht	ja, geen losse lagen
Laagdikte $\geq 0,1$ m	ja, gem. 337 mm

*Er kan vrijwel nooit worden voldaan aan de randvoorwaarde dat GRWS < onderrand asfaltbekleding. Deze randvoorwaarde is daarom buiten beschouwing gelaten.

Er zijn twee breuksterktesets beschikbaar:

- In 2004 zijn 8 breuksterktes bepaald als onderdeel van de veiligheidsbeoordeling. De kernen zijn zowel op een onder- (6 m, gelijk aan VGD-metingen) als bovenraai (9 m) uitgevoerd. Er zijn geen significante verschillen in breuksterkte tussen de twee raaien. De boringen zijn relatief dicht bij elkaar uitgevoerd, allen tussen km 3,30 en km 3,45 en zijn daardoor mogelijk minder representatief voor de sterkte van de gehele zeewering (km 0,0 - km 5,5). Tevens zijn de breuksterktes met een afwijkende belastingsnelheid beproefd, namelijk met een snelheid van 0,085 mm/s in plaats van de gebruikelijke 0,35 mm/s. Hierdoor zijn destijds naar verwachting ca. 10% lagere sterktes gevonden.
- In de derde toetsronde zijn geen aanvullende breuksterktes bepaald. Echter in 2010 is aanvullend onderzoek uitgevoerd op de laatste 600 m van de Helderse zeewering (km 4,9 - km 5,5). Alle kernen zijn geboord op of nabij opbollingen en verspreid over het dijkvak. Dit uit zich in relatief hoge holle ruimtes (11% - 18%). N.B. er is nog geen onderhoud uitgevoerd aan dit dijkvak omdat de duinen hier de primaire waterkering zijn.

In tabel 8 en tabel 9 zijn beide breuksterktesets weergegeven. Het percentage holle ruimte is bepaald door de 'gemeten' dichtheid te delen door de referentiedichtheid van het mengsel (defaultwaarde 2.400 kg/m³ indien geen gegevens bekend zijn). Beide breuksterktesets zijn gecontroleerd op uitbijters in zowel de breuksterkte als holle ruimte, conform bijlage C uit

de Schematiseringshandleiding [3]. Dit heeft echter niet geleid tot het uitsluiten van bepaalde kernen, waardoor van beide jaren een achttal proefresultaten beschikbaar zijn. De variatiecoëfficiënt en karakteristieke breuksterkte zijn bepaald op basis van de lognormale breuksterkteset.

TABEL 8 BREUKSTERKTESET 2004 (KM 3,30 - KM 3,45)

Kern [nr]	Jaar beproeven	Dichtheid proefstuk [kg/m ³]	Dichtheid mengsel [kg/m ³]	HR [%]	s b,m [MPa]	ln(s b,m) [MPa]	Var (s b,m) [-]	s b,m 5% [MPa]
819-2	2004	2.303	2.400	4,04	6,25	1,83	0,16	4,45
820-1	2004	2.204	2.400	8,17	6,21	1,83		
821-2	2004	2.193	2.400	8,63	5,43	1,69		
822-1	2004	2.280	2.400	5,00	5,92	1,78		
823-2	2004	2.166	2.400	9,75	6,61	1,89		
824-1	2004	2.201	2.400	8,29	6,88	1,93		
825-2	2004	2.232	2.400	7,00	8,00	2,08		
826-1	2004	2.115	2.400	11,88	4,63	1,53		

TABEL 9 BREUKSTERKTESET 2010 (KM 4,9 - KM 5,5)

Kern [nr]	Jaar beproeven	Dichtheid proefstuk [kg/m ³]	Dichtheid mengsel [kg/m ³]	HR [%]	s b,m [MPa]	ln(s b,m) [MPa]	Var (s b,m) [-]	s b,m 5% [MPa]
1B	2010	2.135	2.400	11,04	3,60	1,28	0,37	1,39
2B	2010	2.045	2.400	14,81	3,25	1,18		
3B	2010	1.988	2.400	17,15	3,68	1,30		
4B	2010	2.068	2.400	13,82	2,03	0,71		
5B	2010	2.068	2.400	13,81	4,55	1,52		
6B	2010	2.043	2.400	14,89	6,53	1,88		
7B	2010	2.042	2.400	14,91	5,53	1,71		
8B	2010	1.961	2.400	18,29	4,09	1,41		

5.2 DIAGNOSE

De breuksterkteset uit 2004 is 12 jaar oud. Op basis van de recent uitgevoerde VGD-metingen en de gemiddelde laagdikte is echter bepaald dat de maximale ouderdom van de breuksterkteset 6 jaar mag zijn. Daarom dienen in 2017 nieuwe sterktegegevens te worden verzameld. In het kader van de case zijn, ondanks bovenstaande bezwaren, de restlevensduren alsnog berekend.

De hydraulische randvoorwaarden en invoerparameters voor Golfklap zijn overgenomen van en gelijk gehouden aan de derde toetsronde. In bijlage 4 zijn uitdraaien van de Golfklapberekeningen weergegeven waarin de parameters staan.

Om te bepalen hoe hoog de maximale Minersom mag zijn is veiligheidsfactor γ_s bepaald. Deze is bepaald voor een overstromingskans, ofwel signaleringswaarde, van eens in de 3.000 jaar. De faalkansruimte voor dijken en dammen voor het toetspoor Golfklappen op asfaltbekleding (AGK) is 0,01 [5]. De totale lengte van het dijktraject is tevens overgenomen van kamerstuk 34436 [6]. Op basis van deze gegevens is voor beide breuksterktesets de veiligheidsfactor en maximaal toelaatbare Minersom berekend: 0,48 voor de set uit 2004 en 0,29 voor de set uit 2010 (i.v.m. hogere variatiecoëfficiënt).

TABEL 10 BEPALING VEILIGHEIDSFACTOR γ_s

Omschrijving parameter	Symbol	Waarde	Eenheid
Faalkansruimtefactor toetsspoor AGK	ω	0,01	[-]
Terugkeertijd (overstromingswaarde/signaleringswaarde)		3.000	[jaar]
Norm van het dijktraject	P_{eis}	3,33E-04	[1/jaar]
Faalkanseis per traject		3,33E-06	[1/jaar]
Betrouwbaarheidsindex van het dijktraject	β_{norm}	4,50	[-]
Totale lengte van het dijktraject	$L_{traject}$	9.928	[m]
Lengte van onafhankelijke dijkstrekkingen voor toetsspoor AGK	ΔL	1.000	[m]
Lengte-effectfactor voor de doorsnede	N_{dsn}	9,93	[-]
Faalkanseis per doorsnede	$P_{eis;dsn}$	3,36E-07	[1/jaar]
Betrouwbaarheidsindex van het representatieve dwarsprofiel per vak	$\beta_{eis;dsn}$	4,97	[-]
Modelfactor toetsspoor AGK	γ_m	1,77	[-]
Veiligheidsfactor (breuksterkteset 2004)	γ_s	0,07	[-]
Veiligheidsfactor (breuksterkteset 2010)	γ_s	0,29	[-]
Maximaal toegestane waarde van de Minersom (breuksterkteset 2004)	M_{max}	0,48	[-]
Maximaal toegestane waarde van de Minersom (breuksterkteset 2010)	M_{max}	0,29	[-]

5.3 PROGNOSE

In Golfklap zijn voor alle drie dijkvakken Golfklapberekeningen gemaakt waarbij de breuksterkte is gevarieerd totdat de M_{max} is bereikt. De gevonden breuksterkte is vermenigvuldigd met een veiligheidsfactor van 1,2:

- Dijkvak 1 (km 0,0 - km 1,0) $1,25 \text{ MPa} \times 1,2 = 1,50 \text{ MPa}$
- Dijkvak 2 (km 1,0 - km 3,2) $1,59 \text{ MPa} \times 1,2 = 1,91 \text{ MPa}$
- Dijkvak 3 (km 3,2 - km 5,5) $2,65 \text{ MPa} \times 1,2 = 3,18 \text{ MPa}$
- Dijkvak 3b (km 4,9 - km 5,5) $3,24 \text{ MPa} \times 1,2 = 3,89 \text{ MPa}$

Vervolgens is het breuksterkteverloop voor elke individuele kern berekend. Tenslotte is bepaald in welk jaar de karakteristieke breuksterkte van de geprognosticeerde breuksterkteset overeenkomt met de hierboven berekende waarschuingswaarde van de breuksterkte.

Tabel 11 en figuur 8 geven de resultaten weer van deze exercitie voor de breuksterkteset uit 2004. De M_{max} voor bijvoorbeeld dijkvak 1 wordt bereikt in 2028, ofwel dijkvak 1 heeft een restlevensduur van 12 jaar. Hierbij wordt wel de kanttekening geplaatst dat de geprognosticeerde breuksterkteset in 2028 een zeer hoge variatiecoëfficiënt heeft van 0,65 en daardoor minder betrouwbaar is.

De karakteristieke breuksterkte van de laatste 600 m (gemakshalve dijkvak 3b genoemd) was in 2010 1,93 MPa, terwijl de minimaal vereiste breuksterkte 3,89 MPa is. De restlevensduur van dit dijkvak is 0 jaar.

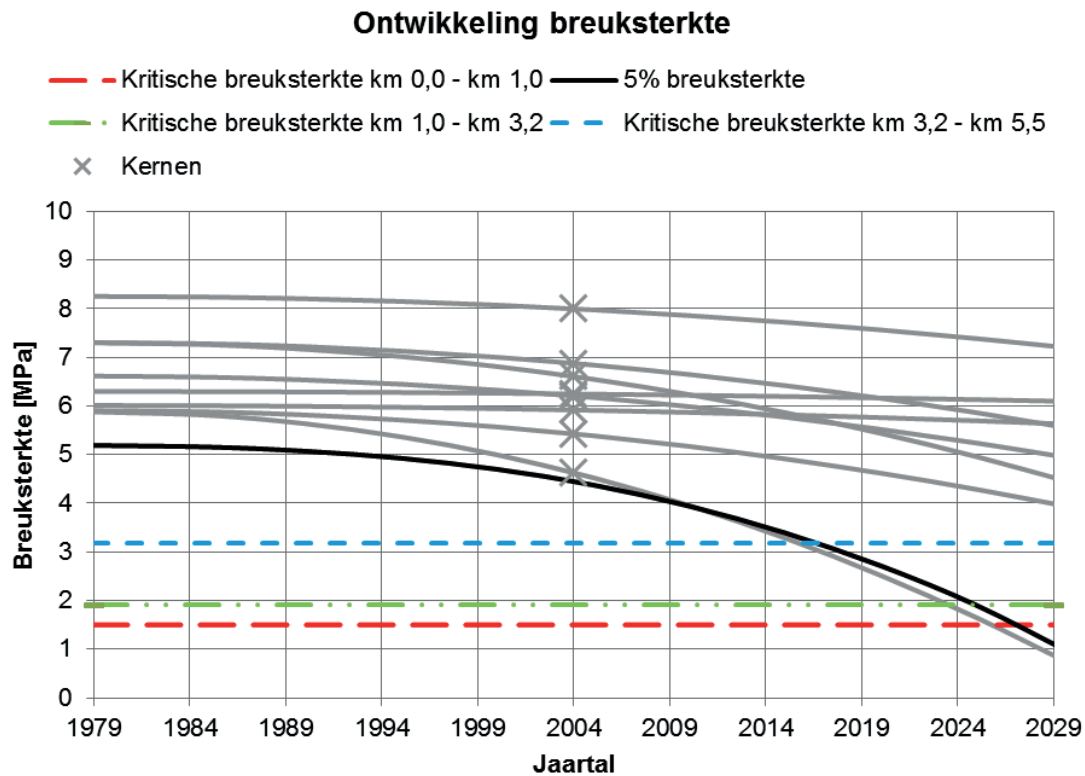
TABEL 11

RESTLEVENSDUUR

Dijkvak	Jaar beproeven	Var (s b,m) [-]	s b,m 5% [MPa]	s b,p 5% M _{max} [MPa]	M _{max} bereikt [jaar]	Var in jaar M _{max} [-]	Restlevensduur [jaar]
1	2004	0,16	4,45	1,50	2028	0,65	12
2	2004	0,16	4,45	1,91	2025	0,49	9
3	2004	0,16	4,45	3,18	2017	0,28	1
3b	2010	0,37	1,39	3,89	n.v.t.	n.v.t.	0

FIGUUR 8

ONTWIKKELING BREUKSTERKTE EN RESTLEVENSDUUR



5.4 OPERATIONALISEREN

Op basis van de ouderdom en variatiecoëfficiënt van de breuksterktesets uit 2004 en 2010 worden in 2017 nieuwe sterktegegevens verzameld. Hierbij wordt geadviseerd om bij het inwinnen van de sterktegegevens niet uit te gaan van het minimum van 8 kernen voor de gehele Helderse zeevering, maar bijvoorbeeld naar 8 kernen per dijkvak (of 1 per 250 m). Tevens wordt geadviseerd om bij het bepalen van de dichtheid proefstuk ook gelijk de dichtheid van het mengsel te bepalen, zodat het holle ruimte percentage zo nauwkeurig mogelijk wordt bepaald (dit heeft een grote invloed op de prognose van de breuksterkte).

6

REFERENTIES

- 1 Handreiking Continu Inzicht (rapport e160016001), KOAC • NPC, december 2016
- 2 Voorschrift Toetsen op Veiligheid Primaire Waterkeringen, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, september 2007
- 3 Schematiseringshandleiding asfaltbekleding, WBI 2017, versie 1.0, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 1 september 2016
- 4 Onderhoudsadvies Helderse zeewering (rapport e160211201), KOAC • NPC, september 2016
- 5 Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017, Bijlage III Sterkte en veiligheid, concept, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, september 2016
- 6 Wijziging van de Waterwet en enkele andere wetten (nieuwe normering primaire waterkeringen), kamerstuk 34436 nr. 2, Tweede Kamer der Staten-Generaal, vergaderjaar 2015-2016

BIJLAGE 1

RESULTATEN VISUELE INSPECTIE

BIJLAGE 2

MEETPLAN

VALGEWICHTDEFLECTIEMETINGEN

NOTITIE KOAC · NPC

Onderwerp : Meetplan VGD-metingen Helderse zeekering
 Projectnummer : 160016001
 Aan : PG Metingen
 Van : Joost Alleman
 Datum : 11 november 2016
 Referentie : n160526/advn/jal

1 Inleiding

In dit meetplan staat beschreven hoe en waar de VGD-metingen worden uitgevoerd. De metingen worden uitgevoerd op de Helderse zeekering, zie tabel 1 en figuur 1. De metingen worden 14 november 2016 uitgevoerd.

Tabel 1 Overzicht van te onderzoeken dijkvakken

Naam	Van [km]	Tot [km]	Lengte [m]	h.o.h.-afstand VGD [m]	Aantal meetpunten
Helderse zeekering (N-H)	0,0	5,5	5.500	25	221



Figuur 1 Overzicht meetlocatie

2 Uitvoering van de metingen

De VGD-metingen worden uitgevoerd in één meetraai in de golfklapzone met een hart-op-hart-afstand van 25 m. In 2004 en 2009 zijn ook al VGD-metingen uitgevoerd op dezelfde locatie. Om een goed vergelijk te kunnen maken met voorgaande metingen is het van belang om zo veel mogelijk hetzelfde nulpunt, eindpunt en hoogteligging van de meetraai aan te houden van de vorige onderzoeken. Let daarom op verfstippen/pijlen en boorgaten van eerdere onderzoeken, deze geven de hoogteligging van de meetraai aan!

Locatiespecifieke gegevens

- Het is verplicht om bijgevoegde ontheffing goed zichtbaar achter de voorruit van het motorvoertuig aan te brengen.
- De meetlocatie is vrij toegankelijk. Er hoeft geen hek te worden geopend o.i.d. Het nulpunt ligt vlak voor de toerit naar de veerboot te Texel en kan worden bereikt via de parkeerplaats van het restaurant. Zie de gele pijlen in figuur 2.
- Het nulpunt van de metingen is ter hoogte van het kanon op het talud van de zeepromenade, zie figuur 2 en figuur 3. Mogelijk is het beginpunt van eerdere metingen nog gemarkeerd.
- Hoogteligging is 6,0 m vanaf de onderzijde van de (asfalt)bekleding. Meetraai en nulpunt zijn niet uitgezet. Wellicht zijn er nog verfmarkeringen/boorgaten zichtbaar die de hoogteligging van de meetraai aangeven. Zo niet => 6,0 m vanaf onderzijde bekleding aanhouden.
- De dijkkilometrerings is niet duidelijk aangegeven dus de eigen kilometrerings mag worden aangehouden.
- Hart-op-hart afstand van 25 m;
- Meetvaklengte is ca. 5.500 m;
- Eindpunt is tot waar de zeewering overgaat op duinen. Ter indicatie is in figuur 4 aangegeven tot waar in 2009 is gemeten (foto laatste meetpunt valgewicht).

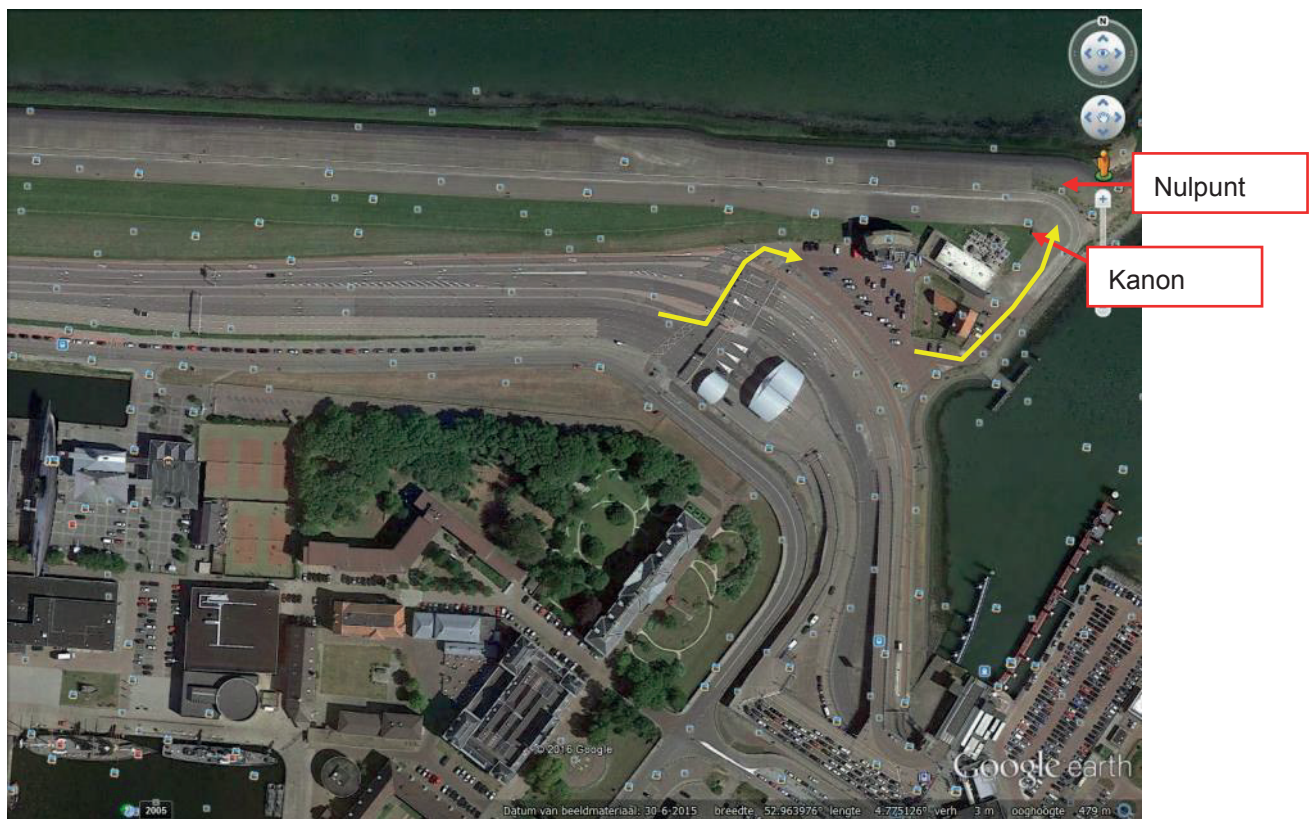
Uitvoeringstechnische gegevens

- Elk meetpunt wordt gemarkeerd met een verfstip (denk aan verfspuithouder);
- Iedere 250 m naast de verfstip ook voorzien van VGD-kilometrerings (250, 500, 750, 1000, enz.);
- Tijdens het uitvoeren van de VGD-metingen wordt eveneens de temperatuur van het asfalt gemeten. Bij elke VGD-meting wordt de oppervlaktetemperatuur van het asfalt met infrarood gemeten. Hierbij wordt het tijdstip van meten geregistreerd.
- Ter controle wordt de asfalttemperatuur in het midden van de bekleding (op 17 cm diep) in een boorgat gemeten conform de specificaties van CROW-publicatie 92. De meting in een boorgat vindt plaats vanaf aanvang van de VGD-metingen. Dataloggers leggen de temperatuur gedurende de VGD-metingen vast. De VGD-metingen worden alleen uitgevoerd bij een asfalttemperatuur van minimaal 0 en maximaal 15 °C.
- De valgewicht-apparatuur dient door CROW te zijn gecertificeerd en dient gekalibreerd te zijn. Per meetpunt worden minimaal 3 metingen uitgevoerd met een kracht van ca. 50 kN. Minimaal 7 geofoons leggen het deflectieprofiel vast: 0, 300, 600, 900, 1200, 1500 en

1800 mm vanaf het lastcentrum. Het gebruikte valgewicht moet voorzien zijn van een voetplaat met een diameter van 300 mm.

Contactpersonen

- Joost Alleman (KOAC·NPC) : 088 562 2597 / 06 5124 1326
- Arjan de Looff (KOAC·NPC) : 088 562 2594 / 06 5241 7443
- Pascal van den Berg (gebiedsbeheerder HHNK) : 072 582 7602
- Arjan van den Corput (objectbeheerder HHNK) : 072 582 7228
- H. Terpstra (t.b.v. ontheffing HHNK) : 072 582 7182



Figuur 2 Nulpunt meetlocatie



Figuur 3 Eerste meetpunt valgewicht 2009



Figuur 4 Laatste meetpunt valgewicht 2009

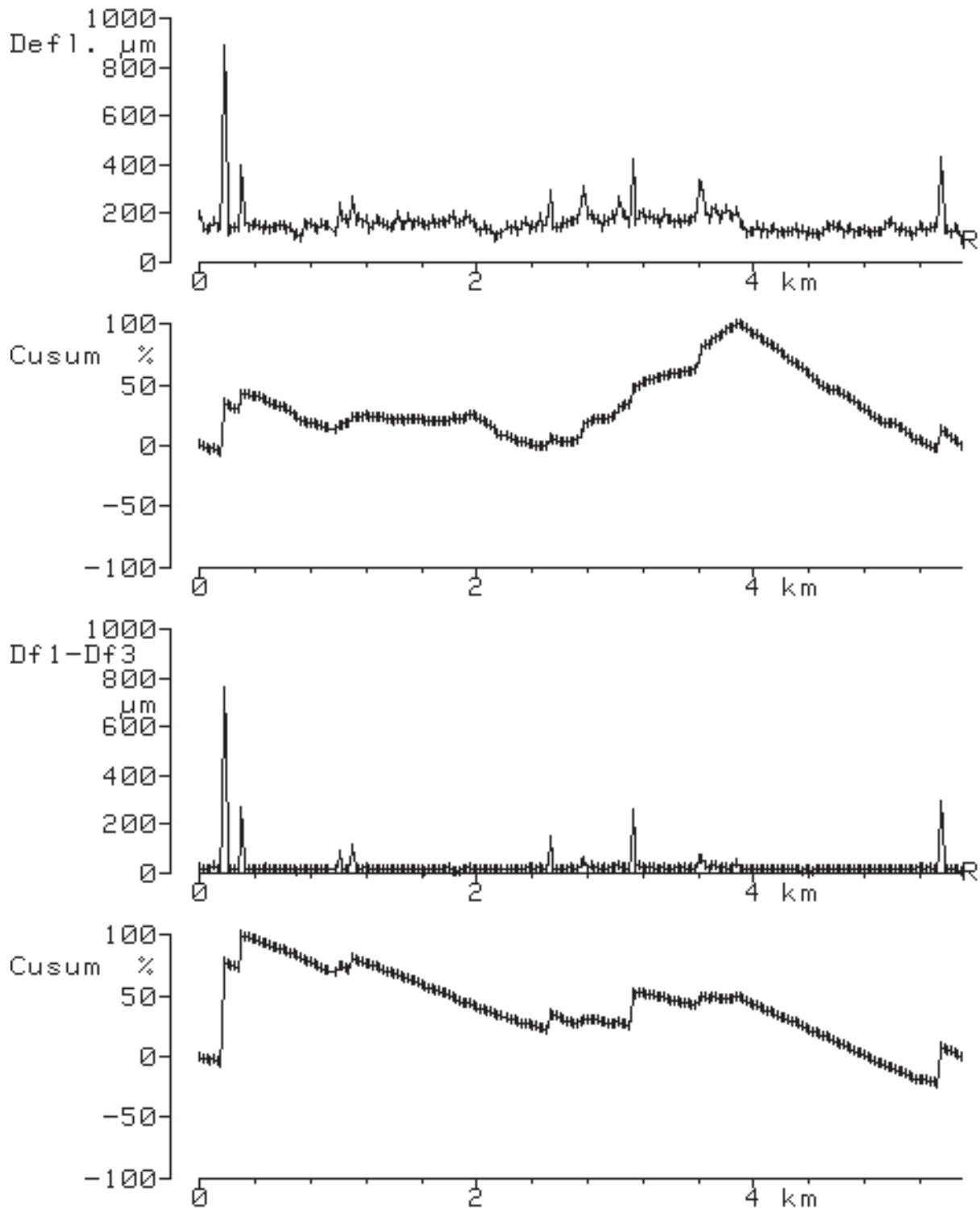
BIJLAGE 3

RESULTATEN

VALGEWICHTDEFLECTIEMETINGEN

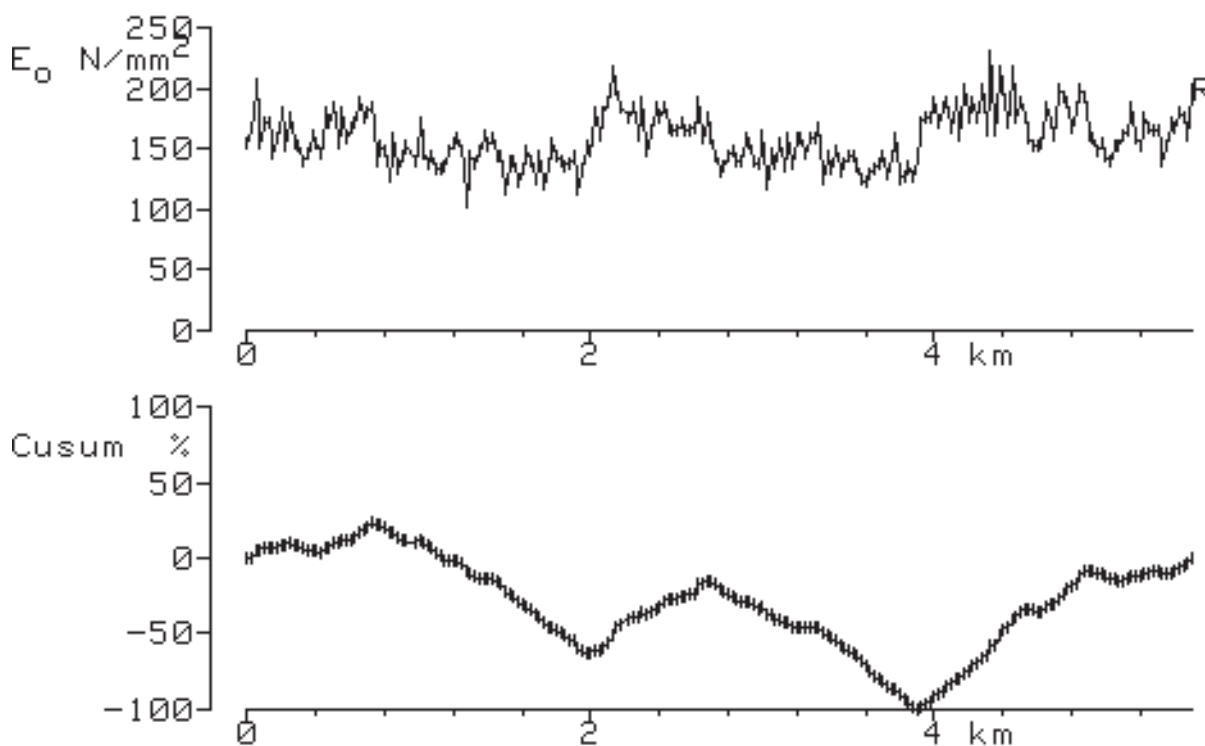
Projectnummer : 160439202 - 001
Naam v/d weg : Helderse Zeewering (N-H)
Wegvak : km. 0.000 - km. 5.500
Kilometrering : 0.000 - 5.500
Meetdatum : 14-11-2016
Nulpunt : Kanon op dijk
Plaatdiameter : 300 mm.
Afstanden : 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500 en 1800 mm.
Omschrijving : Gemiddelde van laatste 3 klappen gecorrigeerd naar 50 kN

Figuur : 1-1



Projectnummer : 160439202 - 001
Naam v/d weg : Helderse Zeewering (N-H)
Wegvak : km. 0.000 - km. 5.500
Kilometrering : 0.000 - 5.500
Meetdatum : 14-11-2016
Nulpunt : Kanon op dijk
Plaatdiameter : 300 mm.
Afstanden : 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500 en 1800 mm.
Omschrijving : Gemiddelde van laatste 3 klappen gecorrigeerd naar 50 kN

Figuur : 1-2



Projectnummer : 160439202 - 001
 Naam v/d weg : Heiderse Zeewering (N-H)
 Wegvak : km. 0.000 - km. 5.500
 Kilometrering : 0.000 - 5.500
 Meetdatum : 14-11-2016
 Nulpunt : Kanon op dijk
 Plaatdiameter : 300 mm.
 Afstanden : 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500 en 1800 mm.
 Omschrijving : Gemiddelde van laatste 3 klappen gecorrigeerd naar 50 kN

Tabel : 1-1

Nr.	Km.	Str/Sp	Temp °C	Df1 µm	Df2 µm	Df3 µm	Df4 µm	Df5 µm	Df6 µm	Df7 µm	Df8 µm	Df9 µm	Df1-Df3 µm	Topp °C	Tijd
1	0.000	R	5.1	194	179	173	160	136	118	91	71	50	21	5.1	10:07
2	0.025	R	5.1	140	131	126	117	104	89	72	59	46	14	5.1	10:08
3	0.050	R	5.0	133	121	115	107	94	82	65	51	38	18	5.0	10:10
4	0.075	R	5.0	141	130	123	118	98	93	73	55	50	18	5.0	10:12
5	0.100	R	4.9	169	148	138	127	110	91	73	58	45	31	4.9	10:13
6	0.125	R	4.9	141	133	127	119	105	89	74	58	45	14	4.7	10:14
7	0.150	R	4.9	153	144	138	131	113	101	83	71	53	15	4.8	10:15
8	0.175	R	4.9	874	134	129	121	109	94	79	65	49	745	4.7	10:15
9	0.200	R	4.8	129	116	112	105	97	79	66	54	43	17	4.8	10:16
10	0.225	R	4.8	138	131	126	119	110	88	68	64	51	12	4.8	10:17
11	0.250	R	4.8	139	128	121	115	99	89	70	58	44	18	4.8	10:18
12	0.275	R	4.8	144	135	127	119	109	95	81	65	50	17	4.5	10:19
13	0.300	R	4.8	382	137	131	124	115	97	80	66	51	251	4.5	10:20
14	0.325	R	4.7	170	159	151	143	124	109	88	72	55	19	4.8	10:21
15	0.350	R	4.7	147	140	133	124	110	103	81	68	53	14	4.7	10:22
16	0.375	R	4.7	150	141	133	128	113	97	78	63	48	17	4.8	10:26
17	0.400	R	4.7	156	147	139	132	120	102	84	69	50	17	4.8	10:26
18	0.425	R	4.6	149	140	133	128	115	99	82	67	53	16	4.9	10:27
19	0.450	R	4.6	136	131	123	114	100	88	72	58	43	13	4.8	10:28
20	0.475	R	4.6	150	137	130	122	106	93	79	69	45	20	5.1	10:29
21	0.500	R	4.6	133	124	120	114	101	87	73	57	42	13	4.9	10:29
22	0.525	R	4.6	144	137	129	122	107	95	78	64	50	15	4.9	10:30
23	0.550	R	4.6	144	136	128	119	99	99	92	66	43	16	5.0	10:32
24	0.575	R	4.6	152	142	136	127	104	96	79	63	49	16	4.7	10:33
25	0.600	R	4.5	148	140	133	125	113	96	78	63	46	15	5.1	10:34
26	0.625	R	4.5	137	128	124	116	105	91	76	58	45	13	5.0	10:38
27	0.650	R	4.5	139	129	120	114	98	84	71	59	41	19	5.1	10:39
28	0.675	R	4.5	111	103	98	95	83	77	65	56	44	13	5.3	10:41
29	0.701	R	4.5	121	114	111	103	95	87	73	67	43	10	5.3	10:42
30	0.724	R	4.5	103	95	92	88	79	71	61	53	42	11	5.4	10:43
31	0.751	R	4.5	163	155	149	141	123	107	85	70	55	14	5.1	10:44
32	0.775	R	4.5	148	140	134	127	115	99	83	66	51	14	5.3	10:45
33	0.800	R	4.5	158	151	143	135	120	104	84	69	52	15	5.3	10:47
34	0.825	R	4.5	147	139	135	128	119	104	83	72	61	12	5.3	10:47
35	0.851	R	4.5	138	130	125	119	107	93	78	65	49	13	4.8	10:50
36	0.875	R	4.5	158	152	145	136	122	107	88	79	58	13	5.6	10:50
37	0.900	R	4.5	155	146	141	131	118	102	85	68	54	14	5.5	10:51
38	0.925	R	4.5	149	144	135	131	117	111	88	69	51	14	5.1	10:52
40	0.975	R	4.5	128	119	113	109	95	83	69	56	55	15	5.4	10:56

Projectnummer : 160439202 - 001
 Naam v/d weg : Helderse Zeewering (N-H)
 Wegvak : km. 0.000 - km. 5.500
 Kilometrerings : 0.000 - 5.500
 Meetdatum : 14-11-2016
 Nulpunt : Kanon op dijk
 Plaatdiameter : 300 mm.
 Afstanden : 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500 en 1800 mm.
 Omschrijving : Gemiddelde van laatste 3 klappen gecorrigeerd naar 50 kN

Tabel : 1-2

Nr.	Km.	Str/Sp	Temp °C	Df1 µm	Df2 µm	Df3 µm	Df4 µm	Df5 µm	Df6 µm	Df7 µm	Df8 µm	Df9 µm	Df1-Df3 µm	Topp °C	Tijd
41	1.002	R	4.5	224	187	149	134	115	92	75	59	45	75	5.1	10:57
42	1.025	R	4.5	186	179	171	161	142	117	91	78	53	15	5.1	10:58
43	1.050	R	4.5	177	169	161	152	141	116	96	77	56	16	5.4	10:59
44	1.075	R	4.5	157	150	143	136	119	106	88	72	54	14	5.4	11:00
45	1.100	R	4.5	250	156	149	141	122	109	90	75	58	101	5.4	11:01
46	1.126	R	4.5	168	161	155	149	133	121	99	89	58	13	5.1	11:02
47	1.150	R	4.5	186	179	170	161	142	123	99	76	57	16	5.2	11:03
48	1.176	R	4.5	164	153	146	138	119	106	84	65	52	18	4.9	11:04
49	1.200	R	4.5	177	166	157	146	125	108	82	65	50	20	5.2	11:05
50	1.225	R	4.5	133	122	115	115	106	91	76	62	49	18	4.9	11:07
51	1.250	R	4.5	154	147	139	131	119	102	83	69	52	15	5.4	11:07
52	1.275	R	4.5	177	170	162	152	139	122	100	83	73	15	5.1	11:09
53	1.300	R	4.5	165	160	152	143	130	118	91	73	54	13	5.3	11:10
54	1.325	R	4.5	156	147	141	134	122	113	91	83	56	15	5.1	11:11
55	1.350	R	4.5	151	144	136	130	115	103	84	69	52	15	5.2	11:11
56	1.375	R	4.5	140	131	127	120	106	95	77	65	48	13	5.4	11:12
57	1.400	R	4.5	149	137	133	126	113	98	82	68	51	16	5.4	11:13
58	1.425	R	4.5	197	192	178	164	137	122	92	65	49	19	5.4	11:14
59	1.450	R	4.5	153	146	138	130	116	102	85	71	54	15	5.6	11:14
60	1.475	R	4.5	151	142	137	129	117	103	86	71	54	14	5.5	11:15
61	1.500	R	4.5	186	177	169	158	140	120	102	84	66	17	5.2	11:16
62	1.525	R	4.6	150	142	133	127	114	97	81	67	55	17	5.1	11:18
63	1.550	R	4.5	163	157	149	141	128	110	89	73	55	14	5.5	11:19
64	1.575	R	4.5	165	158	153	143	129	111	92	76	63	12	5.3	11:19
65	1.601	R	4.6	164	151	148	138	124	105	87	69	58	16	5.1	11:23
66	1.625	R	4.6	148	142	142	132	120	102	85	70	52	6	5.7	11:24
67	1.650	R	4.6	155	149	141	132	120	107	88	72	55	14	5.6	11:25
68	1.675	R	4.6	173	160	157	146	136	119	97	79	62	16	5.4	11:26
69	1.700	R	4.6	163	153	146	137	122	106	85	71	54	17	5.4	11:27
70	1.725	R	4.6	156	150	137	135	122	107	88	82	64	19	5.1	11:29
71	1.750	R	4.6	165	157	147	141	126	110	90	74	56	18	5.4	11:30
72	1.775	R	4.6	164	155	148	138	125	105	84	70	50	16	5.4	11:31
73	1.800	R	4.6	176	163	155	148	134	106	94	79	54	21	5.4	11:34
74	1.825	R	4.6	195	192	187	178	141	130	115	76	55	8	5.3	11:35
75	1.850	R	4.6	157	152	150	139	126	105	87	73	57	7	5.4	11:38
76	1.875	R	4.6	158	153	150	140	122	110	88	74	56	8	5.4	11:40
77	1.900	R	4.6	170	161	154	144	126	110	90	71	54	16	5.5	11:41
78	1.925	R	4.6	191	179	172	165	149	124	102	80	66	19	5.4	11:43
79	1.950	R	4.6	175	163	154	144	127	113	92	74	58	21	5.7	11:45

Projectnummer : 160439202 - 001
 Naam v/d weg : Helderse Zeewering (N-H)
 Wegvak : km. 0.000 - km. 5.500
 Kilometrering : 0.000 - 5.500
 Meetdatum : 14-11-2016
 Nulpunt : Kanon op dijk
 Plaatdiameter : 300 mm.
 Afstanden : 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500 en 1800 mm.
 Omschrijving : Gemiddelde van laatste 3 klappen gecorrigeerd naar 50 kN

Tabel : 1-3

Nr.	Km.	Str/Sp	Temp °C	Df1 µm	Df2 µm	Df3 µm	Df4 µm	Df5 µm	Df6 µm	Df7 µm	Df8 µm	Df9 µm	Df1-Df3 µm	Topp °C	Tijd
80	1.975	R	4.6	162	152	145	135	122	102	84	66	51	17	5.6	11:45
81	2.000	R	4.6	147	136	134	121	112	97	80	67	52	13	5.6	11:46
82	2.025	R	4.6	125	117	112	107	96	83	69	56	43	13	5.9	11:47
83	2.050	R	4.6	150	140	134	125	113	95	78	63	48	16	5.6	11:49
84	2.075	R	4.6	138	129	124	117	105	87	70	56	43	14	5.4	11:50
85	2.100	R	4.6	134	124	118	111	100	84	69	59	41	16	5.7	11:51
86	2.125	R	4.6	98	89	85	81	74	64	55	47	36	13	6.1	11:53
87	2.150	R	4.6	110	101	97	91	83	70	59	50	39	13	5.7	11:54
88	2.175	R	4.7	121	108	103	97	86	76	65	54	42	18	5.7	11:55
89	2.225	R	4.7	151	138	133	123	111	93	74	58	44	18	5.7	11:56
90	2.250	R	4.7	134	121	118	110	99	83	65	52	42	16	5.7	11:57
91	2.275	R	4.7	155	145	139	130	121	97	80	63	48	16	5.6	11:58
92	2.300	R	4.7	126	116	113	107	98	83	68	55	41	13	5.6	11:59
93	2.325	R	4.7	154	144	140	130	118	98	81	64	52	14	5.6	11:59
94	2.350	R	4.7	167	156	150	138	124	101	81	63	47	17	5.6	12:00
95	2.375	R	4.7	135	125	114	112	102	85	70	56	42	21	6.0	12:01
96	2.400	R	4.7	154	140	134	125	114	92	75	59	44	20	5.7	12:02
97	2.425	R	4.7	140	130	125	119	106	87	70	55	42	15	5.9	12:03
98	2.450	R	4.7	182	168	159	146	132	104	82	62	46	23	5.7	12:03
99	2.475	R	4.7	141	132	127	119	110	91	76	62	47	14	6.0	12:04
100	2.500	R	4.7	165	153	147	137	123	101	82	64	47	18	5.7	12:04
101	2.525	R	4.7	281	161	148	134	119	98	77	61	45	133	5.4	12:09
102	2.550	R	4.7	150	139	133	124	113	95	76	61	47	17	5.6	12:10
103	2.575	R	4.7	147	137	130	122	111	93	76	61	47	17	5.7	12:11
104	2.600	R	4.7	142	136	129	121	109	94	76	62	46	13	5.7	12:12
105	2.625	R	4.7	167	157	149	139	124	101	78	56	42	18	5.9	12:13
106	2.626	R	4.7	164	154	149	136	121	99	78	57	41	15	5.8	12:14
107	2.650	R	4.7	160	149	143	133	120	100	82	64	49	17	5.9	12:15
108	2.675	R	4.7	171	157	149	137	117	99	77	61	44	22	6.0	12:16
109	2.700	R	4.7	167	159	151	141	128	106	85	68	49	16	5.8	12:16
110	2.725	R	4.8	179	170	162	149	133	114	89	70	54	17	5.9	12:17
111	2.750	R	4.8	256	224	213	196	172	136	105	81	59	43	6.0	12:18
112	2.775	R	4.8	293	269	248	224	194	149	109	82	57	45	6.0	12:19
113	2.800	R	4.8	197	192	182	175	154	129	100	76	54	15	5.9	12:20
114	2.825	R	4.8	192	172	160	150	130	110	85	68	52	32	6.0	12:21
115	2.850	R	4.8	181	172	162	151	140	114	93	73	55	19	5.7	12:23
116	2.875	R	4.8	180	168	158	149	130	109	91	70	55	22	6.0	12:25
117	2.900	R	4.8	144	135	128	122	108	96	80	65	49	16	6.0	12:25
118	2.925	R	4.8	180	163	154	143	122	107	86	67	50	26	5.9	12:26

Projectnummer : 160439202 - 001
 Naam v/d weg : Helderse Zeewering (N-H)
 Wegvak : km. 0.000 - km. 5.500
 Kilometrering : 0.000 - 5.500
 Meetdatum : 14-11-2016
 Nulpunt : Kanon op dijk
 Plaatdiameter : 300 mm.
 Afstanden : 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500 en 1800 mm.
 Omschrijving : Gemiddelde van laatste 3 klappen gecorrigeerd naar 50 kN

Tabel : 1-4

Nr.	Km.	Str/Sp	Temp °C	Df1 µm	Df2 µm	Df3 µm	Df4 µm	Df5 µm	Df6 µm	Df7 µm	Df8 µm	Df9 µm	Df1-Df3 µm	Topp °C	Tijd
119	2.950	R	4.8	170	162	156	147	132	113	88	71	55	14	5.8	12:27
120	2.975	R	4.8	191	178	169	157	139	115	91	72	56	22	5.9	12:27
121	3.000	R	4.8	173	161	151	141	124	104	83	63	48	22	5.9	12:28
122	3.025	R	4.8	253	236	221	206	179	151	117	91	64	32	6.0	12:29
123	3.050	R	4.8	199	189	178	167	148	122	96	73	53	21	5.9	12:31
124	3.075	R	4.8	198	186	176	164	143	122	95	77	56	22	5.6	12:32
125	3.100	R	4.8	161	154	146	138	126	105	85	80	50	15	6.0	12:33
126	3.125	R	4.8	410	169	161	149	134	112	92	73	57	249	5.9	12:34
127	3.150	R	4.8	172	159	151	143	123	107	85	65	49	21	6.0	12:34
128	3.175	R	4.8	193	173	165	153	136	115	93	75	56	28	5.9	12:35
129	3.200	R	4.8	202	190	178	164	147	116	91	71	49	24	5.9	12:36
130	3.225	R	4.8	175	167	157	146	128	109	90	68	49	18	6.0	12:37
131	3.250	R	4.8	191	179	170	161	140	118	91	71	53	21	6.1	12:37
132	3.275	R	4.8	175	164	154	148	129	110	84	67	49	21	6.0	12:41
133	3.300	R	4.9	175	167	158	147	126	108	85	67	49	17	6.2	12:44
134	3.325	R	4.9	158	149	141	132	116	99	76	63	46	17	6.1	12:45
135	3.350	R	4.9	205	192	178	168	151	126	98	80	62	27	6.1	12:47
136	3.375	R	4.9	176	169	160	152	137	116	93	73	54	16	6.2	12:47
137	3.400	R	4.9	174	167	159	151	136	119	93	77	58	15	6.2	12:48
138	3.425	R	4.9	164	152	145	137	123	104	85	68	52	19	6.2	12:49
139	3.450	R	4.9	175	172	153	152	134	119	97	83	59	22	6.4	12:51
140	3.475	R	4.9	164	155	147	140	125	109	91	73	56	17	6.3	12:52
141	3.500	R	4.9	177	163	156	146	132	113	91	75	54	21	6.5	12:53
142	3.525	R	4.9	167	157	149	140	128	111	90	73	54	18	6.4	12:54
143	3.550	R	4.9	178	165	158	149	130	115	95	77	57	20	6.4	12:55
144	3.575	R	4.9	182	173	166	160	140	122	101	83	62	16	6.3	12:56
145	3.600	R	4.9	319	286	265	243	212	164	124	92	63	54	6.5	12:56
146	3.625	R	4.9	314	278	256	230	196	153	114	88	60	58	6.5	12:57
147	3.650	R	4.9	207	189	177	165	146	121	97	78	58	30	6.5	12:58
148	3.675	R	4.9	176	170	164	161	136	116	94	74	56	12	6.4	12:58
149	3.700	R	4.9	212	194	183	169	141	119	95	73	54	29	6.5	12:59
150	3.725	R	4.9	217	198	188	176	155	132	102	84	60	29	6.4	13:00
151	3.750	R	4.9	176	169	159	151	132	115	93	73	54	17	6.3	13:00
152	3.775	R	4.9	193	178	170	159	139	115	92	71	49	23	6.4	13:01
153	3.800	R	4.9	220	202	194	182	161	131	107	78	62	26	6.4	13:03
154	3.825	R	4.9	191	186	173	165	148	127	101	81	61	18	6.3	13:03
155	3.850	R	4.9	185	174	162	155	137	117	96	85	57	23	6.4	13:04
156	3.875	R	4.9	208	170	164	148	131	112	89	70	61	44	6.6	13:06
157	3.900	R	4.9	161	154	146	135	122	107	86	70	54	15	6.4	13:07

Projectnummer : 160439202 - 001
 Naam v/d weg : Heiderse Zeewering (N-H)
 Wegvak : km. 0.000 - km. 5.500
 Kilometrering : 0.000 - 5.500
 Meetdatum : 14-11-2016
 Nulpunt : Kanon op dijk
 Plaatdiameter : 300 mm.
 Afstanden : 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500 en 1800 mm.
 Omschrijving : Gemiddelde van laatste 3 klappen gecorrigeerd naar 50 kN

Tabel : 1-5

Nr.	Km.	Str/Sp	Temp °C	Df1 μm	Df2 μm	Df3 μm	Df4 μm	Df5 μm	Df6 μm	Df7 μm	Df8 μm	Df9 μm	Df1-Df3 μm	Topp °C	Tijd
158	3.925	R	4.9	148	139	133	125	112	94	77	62	45	15	6.4	13:07
159	3.950	R	4.9	118	110	106	100	91	79	67	56	44	12	6.6	13:08
160	3.975	R	5.0	124	117	110	105	96	82	68	57	44	14	6.5	13:09
161	4.000	R	4.9	128	121	115	107	93	82	66	54	41	13	6.3	13:10
162	4.025	R	4.9	151	143	136	127	114	94	77	60	45	15	6.2	13:11
163	4.050	R	4.9	120	112	108	103	93	79	64	55	42	12	6.3	13:13
164	4.075	R	4.9	139	131	125	118	104	90	72	58	41	14	6.6	13:13
165	4.100	R	4.9	119	111	106	102	92	81	69	58	46	13	6.5	13:14
166	4.125	R	5.0	135	127	120	113	103	88	73	58	41	15	6.6	13:15
167	4.150	R	5.0	140	132	127	123	108	93	76	63	48	13	6.7	13:15
168	4.175	R	5.0	116	107	103	96	87	74	61	51	39	13	6.4	13:16
169	4.200	R	5.0	122	115	108	104	95	79	66	55	44	14	6.4	13:17
170	4.225	R	5.0	115	108	102	97	89	75	62	52	41	13	6.1	13:19
171	4.250	R	5.0	128	118	111	106	96	81	69	57	44	17	6.6	13:20
172	4.275	R	5.0	128	120	116	109	98	81	68	54	39	12	6.4	13:21
173	4.300	R	5.0	139	126	122	114	103	87	69	57	47	17	6.3	13:22
174	4.325	R	5.0	114	104	100	93	84	71	56	45	34	14	6.4	13:23
175	4.350	R	5.0	135	134	129	107	106	89	76	61	47	6	6.5	13:23
176	4.375	R	5.0	110	101	97	92	82	70	58	48	36	13	6.3	13:24
177	4.400	R	5.0	129	120	114	107	95	81	68	61	39	15	6.5	13:25
178	4.425	R	5.0	120	113	110	102	94	79	67	54	45	10	6.6	13:26
179	4.450	R	5.0	118	109	104	98	87	76	60	49	36	14	6.3	13:27
180	4.475	R	5.0	110	101	96	90	82	69	57	48	44	14	6.3	13:28
181	4.500	R	5.0	123	117	109	101	92	82	69	54	41	14	6.1	13:29
182	4.525	R	5.0	151	141	135	127	114	94	76	61	44	16	6.3	13:30
183	4.550	R	5.0	143	136	131	123	112	96	79	65	49	12	6.0	13:31
184	4.575	R	5.0	154	147	139	129	116	98	78	64	51	15	6.3	13:32
185	4.600	R	5.0	147	139	135	124	114	97	81	66	51	12	6.1	13:33
186	4.625	R	5.0	154	145	140	132	120	101	84	67	50	14	6.7	13:34
187	4.650	R	5.0	120	110	107	101	94	79	67	53	42	13	6.6	13:35
188	4.675	R	5.0	135	128	122	117	102	90	74	60	45	13	6.5	13:36
189	4.700	R	5.0	142	135	130	122	111	99	75	66	48	12	6.3	13:37
190	4.726	R	5.0	119	111	107	101	87	76	58	45	39	12	6.5	13:39
191	4.750	R	5.0	127	120	114	107	96	81	65	53	40	13	6.5	13:40
192	4.775	R	5.0	129	120	115	109	98	83	68	55	41	14	6.5	13:41
193	4.800	R	5.1	134	125	122	112	103	87	73	58	46	12	6.3	13:42
194	4.825	R	5.1	125	117	113	105	97	82	68	55	42	12	6.3	13:43
195	4.850	R	5.1	115	106	103	97	90	75	63	51	39	12	6.5	13:48
196	4.875	R	5.1	126	116	111	104	94	79	65	53	40	15	6.4	13:49

Projectnummer : 160439202 - 001
 Naam v/d weg : Helderse Zeewering (N-H)
 Wegvak : km. 0.000 - km. 5.500
 Kilometrering : 0.000 - 5.500
 Meetdatum : 14-11-2016
 Nulpunt : Kanon op dijk
 Plaatdiameter : 300 mm.
 Afstanden : 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500 en 1800 mm.
 Omschrijving : Gemiddelde van laatste 3 klappen gecorrigeerd naar 50 kN

Tabel : 1-6

Nr.	Km.	Str/Sp	Temp °C	Df1 µm	Df2 µm	Df3 µm	Df4 µm	Df5 µm	Df6 µm	Df7 µm	Df8 µm	Df9 µm	Df1-Df3 µm	Topp °C	Tijd
197	4.900	R	5.1	126	119	115	109	99	86	72	60	48	11	6.4	13:50
198	4.925	R	5.1	130	122	117	111	103	88	74	61	49	13	6.3	13:50
199	4.950	R	5.1	149	140	135	128	118	100	82	66	52	14	6.5	13:51
200	4.975	R	5.1	161	151	145	136	124	102	83	65	50	16	6.4	13:52
201	5.000	R	5.1	171	159	153	147	133	110	90	70	54	18	6.5	13:52
202	5.025	R	5.1	141	132	128	121	111	98	83	69	55	13	6.5	13:53
203	5.050	R	5.1	126	117	114	109	98	87	75	63	51	12	6.4	13:54
204	5.075	R	5.1	142	131	127	123	110	96	79	66	51	15	6.5	13:56
205	5.100	R	5.1	128	116	112	106	100	84	71	58	48	16	6.7	13:57
206	5.125	R	5.1	126	118	114	109	99	87	73	60	47	12	6.7	13:58
207	5.150	R	5.1	107	98	95	92	86	74	63	54	42	12	6.7	13:58
208	5.175	R	5.1	129	119	115	109	101	84	72	60	49	14	6.7	13:59
209	5.200	R	5.1	148	132	128	121	111	93	78	65	51	20	6.7	14:00
210	5.225	R	5.1	141	120	115	109	99	83	69	56	44	26	6.8	14:00
211	5.250	R	5.1	126	115	112	107	98	84	72	59	46	14	6.7	14:01
212	5.275	R	5.1	144	126	120	115	103	87	72	61	47	24	6.7	14:02
213	5.300	R	5.1	140	128	123	116	106	90	75	61	47	17	6.8	14:03
214	5.325	R	5.1	160	149	145	137	127	107	88	70	55	15	6.5	14:04
215	5.350	R	5.1	418	139	135	126	117	98	81	67	51	283	6.6	14:04
216	5.375	R	5.1	138	127	122	114	105	89	73	59	45	16	6.6	14:05
217	5.400	R	5.1	137	127	123	115	106	89	72	59	46	14	6.5	14:06
218	5.425	R	5.1	119	110	107	102	94	79	69	55	43	12	6.6	14:08
219	5.450	R	5.1	139	130	125	118	107	90	73	58	44	14	6.6	14:08
220	5.475	R	5.1	131	122	118	111	102	86	73	60	48	13	6.6	14:09
221	5.500	R	5.2	92	85	83	80	74	65	57	48	39	9	6.6	14:10
Gemiddeld (n =220)			4.8	164	146	139	131	117	100	81	66	50	25	5.8	
Standaard afwijking			0.2	65	29	27	25	21	16	12	9	7	58	0.6	
85 percentiel			5.0	229	175	166	155	137	116	93	75	56	82	6.4	
15 percentiel			4.6	98	116	112	106	96	83	69	56	43	-33	5.2	

BIJLAGE 4

UITDRAAI GOLFKLAPBEREKENINGEN

Dijkring 13 Helderse ZW (km 0.0 - 1.0) curve

Datum berekening 22-12-2009 9:09:07

\\koac.local\dfs\home\jal\data\Dijkring 13 Helderse ZW (km 0.0 - 1.0) curve.rtf

Golfklap 1.3.2.2

Algemene gegevens

berekening	Toetsing	
aantal inslagpunten	50	
ρ_{water}	1025.0	kg m ⁻³
g	9.810	m s ⁻²

Constructiegegevens

parameter	waarde	eenheid
a		-
α	0.63	-
β	6.09	-
σ_b	1.25	MPa
c	103.0	MPa m ⁻¹
d1	0.31	m
E1	9399	MPa
tweelagensysteem	nee	
v	0.350	-
aantal rekenpunten	50	
h _{min}	2.00	m+NAP
h _{max}	6.50	m+NAP

Hoogte voorland en geschematiseerd dwarsprofiel

h _{vl}		m+NAP
x [m]	z [m+NAP]	
0.00	2.00	
11.80	4.70	
16.80	5.00	
27.30	7.10	

Hydraulische randvoorwaarden

stormopzet	Noordzee en Westerschelde	
GWS	0.01	m+NAP
Toetspeil	4.50	m+NAP
opzet	3.79	m
T _{tij}	12.40	u
Δ fase	0.00	u
GGA	0.70	m
stappen SWL	50	-

Ingevoerde golfhoogte en golfperiode

h [m+NAP]	T _g [s]	H _s [m]
2.50	3.52	2.30

Resultaat

Door GOLFKLAP gevonden maximum minersom:0.468

Index [-]	z [m+NAP]	Minersom [-]
1	2.055	0.4683

2	2.166	0.4343
3	2.276	0.4037
4	2.387	0.3798
5	2.497	0.3567
6	2.608	0.3367
7	2.718	0.3223
8	2.828	0.3167
9	2.939	0.3149
10	3.049	0.3108
11	3.160	0.3031
12	3.270	0.2904
13	3.381	0.2713
14	3.491	0.2487
15	3.602	0.2244
16	3.712	0.1993
17	3.823	0.1741
18	3.933	0.1493
19	4.044	0.1254
20	4.154	0.1030
21	4.265	0.0824
22	4.375	0.0639
23	4.485	0.0481
24	4.596	0.0347
25	4.684	0.0186
26	4.731	0.0066
27	4.761	0.0025
28	4.791	0.0007
29	4.820	0.0002
30	4.850	0.0000
31	4.880	0.0000
32	4.909	0.0001
33	4.939	0.0002
34	4.969	0.0006
35	5.013	0.0015
36	5.092	0.0004
37	5.189	0.0000
38	5.286	0.0000
39	5.383	0.0000
40	5.480	0.0000
41	5.577	0.0000
42	5.674	0.0000
43	5.772	0.0000
44	5.869	0.0000
45	5.966	0.0000
46	6.063	0.0000
47	6.160	0.0000
48	6.257	0.0000
49	6.354	0.0000
50	6.451	0.0000

Dijkkring 13 Helderse ZW (km 1.0 - 3.2) curve

Datum berekening 22-12-2009 9:10:15
 O:\PDFmaker\Dijkkring 13 Helderse ZW (km 1.0 - 3.2) curve.rtf
 Golfklap 1.3.2.2

Algemene gegevens

berekening	Toetsing	
aantal inslagpunten	30	
ρ_{water}	1025.0	kg m ⁻³
g	9.810	m s ⁻²

Constructiegegevens

parameter	waarde	eenheid
a		-
α	0.63	-
β	6.09	-
σ_b	1.59	MPa
c	80.0	MPa m ⁻¹
d1	0.29	m
E1	10676	MPa
tweelagensysteem	nee	
v	0.350	-
aantal rekenpunten	50	
h_{min}	2.00	m+NAP
h_{max}	6.50	m+NAP

Hoogte voorland en geschematiseerd dwarsprofiel

h_{vl}	-10.00	m+NAP
x [m]	z [m+NAP]	
0.00	2.00	
11.80	4.70	
16.80	5.00	
27.30	7.10	

Hydraulische randvoorwaarden

stormopzet	Noordzee en Westerschelde	
GWS	0.01	m+NAP
Toetspeil	4.50	m+NAP
opzet	3.79	m
T_{tij}	12.40	u
Δfase	0.00	u
GGA	0.70	m
stappen SWL	30	-

Ingevoerde golfhoogte en golfperiode

h [m+NAP]	T_g [s]	H_s [m]
2.50	3.61	2.35

Resultaat

Door GOLFKLAP gevonden maximum minersom:0.476

Index [-]	z [m+NAP]	Minersom [-]
1	2.055	0.4762

2	2.166	0.4367
3	2.276	0.4051
4	2.387	0.3829
5	2.497	0.3647
6	2.608	0.3447
7	2.718	0.3212
8	2.828	0.3161
9	2.939	0.3128
10	3.049	0.3079
11	3.160	0.3014
12	3.270	0.2883
13	3.381	0.2694
14	3.491	0.2473
15	3.602	0.2216
16	3.712	0.1950
17	3.823	0.1688
18	3.933	0.1426
19	4.044	0.1191
20	4.154	0.0981
21	4.265	0.0786
22	4.375	0.0622
23	4.485	0.0480
24	4.596	0.0350
25	4.684	0.0235
26	4.731	0.0135
27	4.761	0.0067
28	4.791	0.0026
29	4.820	0.0008
30	4.850	0.0002
31	4.880	0.0001
32	4.909	0.0004
33	4.939	0.0012
34	4.969	0.0025
35	5.013	0.0034
36	5.092	0.0005
37	5.189	0.0000
38	5.286	0.0000
39	5.383	0.0000
40	5.480	0.0000
41	5.577	0.0000
42	5.674	0.0000
43	5.772	0.0000
44	5.869	0.0000
45	5.966	0.0000
46	6.063	0.0000
47	6.160	0.0000
48	6.257	0.0000
49	6.354	0.0000
50	6.451	0.0000

Dijkkring 13 Helderse ZW (km 3.2 - RSP 1.200) curve

Datum berekening 22-12-2009 9:00:02
 O:\PDFmaker\Dijkkring 13 Helderse ZW (km 3.2 - RSP 1.200) curve.rtf
 Golfklap 1.3.2.2

Algemene gegevens

berekening	Toetsing	
aantal inslagpunten	30	
ρ_{water}	1025.0	kg m ⁻³
g	9.810	m s ⁻²

Constructiegegevens

parameter	waarde	eenheid
a		-
α	0.63	-
β	6.09	-
σ_b	2.65	MPa
c	71.0	MPa m ⁻¹
d1	0.27	m
E1	15600	MPa
tweelagensysteem	nee	
v	0.350	-
aantal rekenpunten	50	
h_{min}	2.00	m+NAP
h_{max}	6.50	m+NAP

Hoogte voorland en geschematiseerd dwarsprofiel

h_{vl}	-10.00	m+NAP
x [m]	z [m+NAP]	
0.00	2.00	
11.80	4.70	
16.80	5.00	
27.30	7.10	

Hydraulische randvoorwaarden

stormopzet	Noordzee en Westerschelde	
GWS	0.01	m+NAP
Toetspeil	4.50	m+NAP
opzet	3.79	m
T_{tij}	12.40	u
Δfase	0.00	u
GGA	0.70	m
stappen SWL	30	-

Ingevoerde golfhoogte en golfperiode

h [m+NAP]	T_g [s]	H_s [m]
2.50	5.84	3.05

Resultaat

Door GOLFKLAP gevonden maximum minersom:0.476

Index [-]	z [m+NAP]	Minersom [-]
1	2.055	0.4761

2	2.166	0.4603
3	2.276	0.4404
4	2.387	0.4112
5	2.497	0.3819
6	2.608	0.3577
7	2.718	0.3317
8	2.828	0.3209
9	2.939	0.2921
10	3.049	0.2705
11	3.160	0.2447
12	3.270	0.2193
13	3.381	0.2020
14	3.491	0.1903
15	3.602	0.1760
16	3.712	0.1562
17	3.823	0.1326
18	3.933	0.1103
19	4.044	0.0950
20	4.154	0.0839
21	4.265	0.0728
22	4.375	0.0601
23	4.485	0.0460
24	4.596	0.0334
25	4.684	0.0216
26	4.731	0.0079
27	4.761	0.0032
28	4.791	0.0011
29	4.820	0.0003
30	4.850	0.0001
31	4.880	0.0001
32	4.909	0.0004
33	4.939	0.0010
34	4.969	0.0022
35	5.013	0.0046
36	5.092	0.0034
37	5.189	0.0033
38	5.286	0.0003
39	5.383	0.0000
40	5.480	0.0000
41	5.577	0.0000
42	5.674	0.0000
43	5.772	0.0000
44	5.869	0.0000
45	5.966	0.0000
46	6.063	0.0000
47	6.160	0.0000
48	6.257	0.0000
49	6.354	0.0000
50	6.451	0.0000

Dijkkring 13 Helderse ZW (km 4.9 - km 5.5) curve

Datum berekening 14-12-2016 16:01:20

O:\PDFmaker\Dijkkring 13 Helderse ZW (km 4.9 - km 5.5) curve.rtf

Golfklap 1.3.2.2

Algemene gegevens

berekening	Toetsing	
aantal inslagpunten	50	
ρ_{water}	1025.0	kg m ⁻³
g	9.810	m s ⁻²

Constructiegegevens

parameter	waarde	eenheid
a		-
α	0.52	-
β	4.78	-
σ_b	3.24	MPa
c	77.0	MPa m ⁻¹
d1	0.30	m
E1	14916	MPa
tweelagensysteem	nee	
v	0.350	-
aantal rekenpunten	50	
h_{min}	2.00	m+NAP
h_{max}	7.10	m+NAP

Hoogte voorland en geschematiseerd dwarsprofiel

h_{vl}	-10.00	m+NAP
x [m]	z [m+NAP]	
0.00	2.00	
11.80	4.70	
16.80	5.00	
27.30	7.10	

Hydraulische randvoorwaarden

stormopzet	Noordzee en Westerschelde	
GWS	0.01	m+NAP
Toetspeil	4.50	m+NAP
opzet	3.79	m
T_{tij}	12.40	u
Δfase	0.00	u
GGA	0.70	m
stappen SWL	50	-

Ingevoerde golfhoogte en golfperiode

h [m+NAP]	T_g [s]	H_s [m]
2.50	5.84	3.05

Resultaat

Door GOLFKLAP gevonden maximum minersom:0.290

Index [-]	z [m+NAP]	Minersom [-]
1	2.062	0.2895

2	2.186	0.2695
3	2.310	0.2516
4	2.434	0.2362
5	2.559	0.2225
6	2.683	0.2065
7	2.807	0.1888
8	2.931	0.1716
9	3.055	0.1577
10	3.179	0.1452
11	3.303	0.1324
12	3.427	0.1196
13	3.551	0.1068
14	3.676	0.0941
15	3.800	0.0820
16	3.924	0.0702
17	4.048	0.0593
18	4.172	0.0490
19	4.296	0.0398
20	4.420	0.0316
21	4.544	0.0242
22	4.657	0.0151
23	4.725	0.0072
24	4.758	0.0041
25	4.792	0.0020
26	4.825	0.0009
27	4.858	0.0004
28	4.891	0.0003
29	4.925	0.0005
30	4.958	0.0010
31	5.001	0.0018
32	5.081	0.0028
33	5.190	0.0019
34	5.299	0.0004
35	5.409	0.0000
36	5.518	0.0000
37	5.627	0.0000
38	5.736	0.0000
39	5.845	0.0000
40	5.954	0.0000
41	6.063	0.0000
42	6.172	0.0000
43	6.282	0.0000
44	6.391	0.0000
45	6.500	0.0000
46	6.609	0.0000
47	6.718	0.0000
48	6.827	0.0000
49	6.936	0.0000
50	7.045	0.0000