

KOAC-NPC

Esscheweg 105
5262 TV Vught

Tel. 088 562 26 72
Fax 088 562 25 11
info@koac-npc.com
www.koac-npc.com

e140252201-2

Achtergrondrapport bij de handreiking continu
inzicht asfaltdijkbekledingen

Projectnummer : e140252201-2
Offertenummer en datum : o140940 18-08-2014
Titel rapport : Achtergrondrapport bij de handreiking continu inzicht
Status rapport : Definitief

Naam opdrachtgever : STOWA
Adres : Postbus 2180
Plaats : 3800 CD AMERSFOORT
Naam contactpersoon : de heer ir. L.R. Wentholt
Datum opdracht : 1 oktober 2014
Kenmerk opdracht : JG141001005/451.210/LW

Contactpersoon KOAC·NPC : ir. M.P. Davidse
Auteur(s) rapport : ir. M.P. Davidse

Rapportage

Naam: ir. M.P. Davidse

Functie: Adviseur

Handtekening:



Datum: 30 juni 2015

Autorisatie

Naam: ing. A.K. de Looff

Functie: Manager productgroep
advies

Handtekening:



Datum: 30 juni 2015

Zonder schriftelijke toestemming van KOAC·NPC mag het rapport niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Kader	4
1.2	Doel	4
1.3	Organisatie	4
1.4	Opbouw rapport	4
2	Continu inzicht en zorgplicht	5
2.1	Inleiding	5
2.2	Beschikbare instrumenten	5
3	Continu inzicht met visuele inspecties	7
3.1	Inleiding	7
3.2	Schadetype en bezwijkmechanismen	7
3.3	Schadescores	8
3.4	Instandhoudingniveau	12
3.5	Samenvatting en conclusies	12
4	Continu inzicht met valgewichtdeflectiemetingen	13
4.1	Inleiding	13
4.2	Beschikbare modellen	13
4.3	Relatie tussen de rek en de sterkte	13
4.4	Monitoring van de sterkte	16
5	Conclusies en aanbevelingen	19
5.1	Conclusies	19
5.2	Aanbevelingen	19
6	Referenties	20

1 Inleiding

1.1 Kader

Dit achtergrondrapport bij de handreiking continu inzicht geeft een beschrijving van de technische achtergronden voor het verkrijgen van inzicht in de sterkte van asfaltdijkbekledingen. In dit achtergrondrapport zijn details en achtergronden beschreven van de keuzes die zijn gemaakt in het hoofdrapport. Om het hoofdrapport handzaam te houden is dit achtergrondrapport opgesteld. Het hoofdrapport heeft de titel: " Handreiking continu inzicht asfaltdijkbekledingen" [1].

1.2 Doel

Dit achtergrondrapport is geschreven om de ontwikkeling van de methode van continu inzicht vast te leggen. De instrumenten die gebruikt worden om continu inzicht te verkrijgen zijn beschreven, samen met de indicatoren van de sterkte.

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 KOAC·NPC
- ing. A.K. de Looff KOAC·NPC

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. Wichman Deltares

Daarnaast is deze handreiking besproken in de klankbordgroep asfaltdijkbekledingen waarin onder meer beheerders deelnemen.

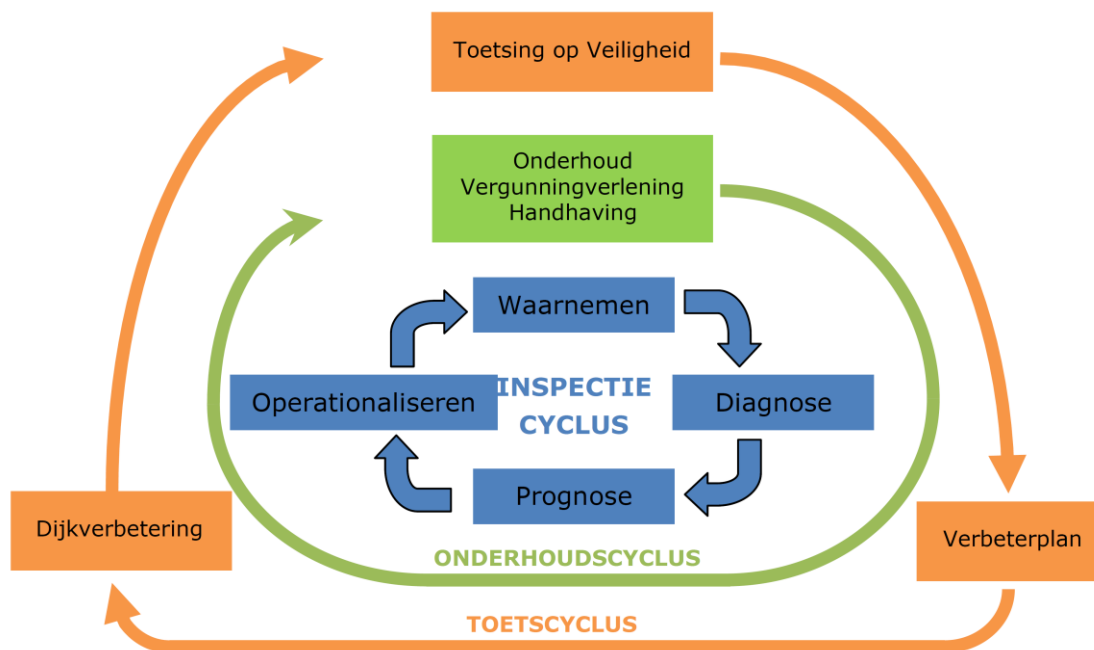
1.4 Opbouw rapport

In hoofdstuk 2 is een beschrijving gegeven van het kader waarbinnen deze handreiking is geschreven. In hoofdstuk 3 is beschreven hoe visuele inspecties kunnen worden ingezet om continu inzicht te krijgen in de schades die optreden. In hoofdstuk 4 is beschreven hoe met valgewichtdeflectiemetingen de sterkte van de bekleding kan worden gemonitord. Vervolgens zijn in hoofdstuk 5 de conclusies en aanbevelingen beschreven.

2 Continu inzicht en zorgplicht

2.1 Inleiding

Het proces van toetsen van waterkeringen is veranderd met wijziging van de Waterwet in januari 2014. Vanwege de wijziging kan onderscheid worden gemaakt tussen een cyclus van inspecteren, onderhouden en toetsen. 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 toetsingcyclus (oranje) [2]

De inspectie en onderhoudscyclus worden onder de zorgplicht geschaard en zijn voor de verantwoording van de beheerder van de bekleding. Voor de inspectiecyclus zijn in dit rapport handreikingen gegeven voor de inspectie-instrumenten die kunnen worden gebruikt.

2.2 Beschikbare instrumenten

De beschikbare instrumenten voor het verkrijgen van continu inzicht zijn beschreven in een rapport dat eind 2013 is opgesteld met als titel: "Continu inzicht in de veiligheid van asfaltdijkbekledingen" [3]. De beschikbare instrumenten die in het verleden zijn toegepast zijn:

- visuele inspectie
- valgewichtdeflectiemetingen

Voor het gebruik van deze instrumenten zijn in de handreiking indicatoren van de sterkte gedefinieerd en zijn instandhoudingniveaus vastgesteld. Deze instandhoudingniveaus zijn gekozen als richtlijn voor de beheerder om te acteren wanneer een instandhoudingniveau wordt overschreden.

De instandhoudingniveaus zijn opgesteld voor de instrumenten die in het verleden zijn gebruikt binnen de wettelijke toetsing op veiligheid.

Een instandhoudingsniveau wordt in deze handreiking gezien als het niveau waarop door de beheerder van de bekleding geacteerd moet worden. Wanneer het instandhoudingsniveau wordt overschreden wordt niet meer voldaan aan de zorgplicht.

3 Continu inzicht met visuele inspecties

3.1 Inleiding

Een instrument om de toestand van de bekleding te monitoren is het uitvoeren van een visuele inspectie. Er zijn momenteel twee standaard methoden beschikbaar voor het vastleggen en rapporteren van de schades. Deze zijn:

- Volgens de inspectiemethode ontwikkeld door STOWA [4];
- Volgens het voorschrift toetsen op veiligheid (VTV 2006) [5].

Verder is een korte literatuurstudie uitgevoerd om aanbevelingen uit eerder opgestelde rapporten over te kunnen nemen. In [6] zijn de aandachtspunten beschreven die verkregen zijn vanuit een analyse van inspecties in het buitenland. De volgende aandachtspunten zijn beschreven:

- sterktegericht inspecteren; probeer het schadebeeld te verbinden met een faalmechanisme. Hierdoor wordt de inspecteur zich bewust van de faalmechanismen. Mogelijk kunnen de inspectieresultaten worden vertaald naar een sterkteparameter.
- frequentie van inspectie relateren aan het belang; die plaatsen waar hogere risico's gelopen worden vaker inspecteren. Ook de plaatsen waar constant water tegen de bekleding staat met een hogere frequentie inspecteren.
- gebruik diagrammen als illustratie van kwaliteitsklassen; (stroom)diagrammen kunnen worden gebruikt om de mate van schade te classificeren. Er kan op deze manier een eindoordeel aan de bekleding worden gegeven welke een bepaalde sterkteparameter of risico inhoudt.
- waarborg dat alle relevante informatie wordt gebruikt bij de waarneming; omdat tijdens de inspectie de afwijkingen ten opzichte van de vereiste staat worden gerapporteerd is het van belang dat de vereiste staat helder is bij de inspecteur. Door een inspectiedossier op te stellen kan alle relevante informatie beschikbaar worden gemaakt voor de inspecteur.
- ondersteuning van inspecteurs bij diagnostische inschattingen; door indicaties te geven van de mate waarin een verschijnsel voor mag komen wordt het stellen van een diagnose vereenvoudigd.
- vastlegging van de inspectieresultaten; door de inspectieresultaten vast te leggen en te beheren kan naar trends in de tijd worden gezocht.

Opgemerkt wordt dat veel van bovenstaande aandachtspunten voor de inspectie van asfaltdekkingsbekledingen al verwerkt zijn in het Voorschrift Toetsen op Veiligheid Primaire Waterkeringen (VTV), 2006 [5].

In het hoofdrapport [1] is verder ingegaan op de verschillen tussen de inspectiemethodiek volgens STOWA en het VTV.

3.2 Schadetype en bezwijkmechanismen

Op asfaltbekledingen komen de volgende typen schade voor (zie ook [5], [7], [8]):

1. scheuren
2. openstaande naden
3. aangetast oppervlak

4. opbollingen
5. gaten
6. begroeiing

Er kan een relatie tussen de typen schade en bezwijkmechanismen gelegd worden. De bezwijkmechanismen voor asfaltbetonbekledingen zijn [5]:

- a. bezwijken van de bovenlaag door golfklappen
- b. opdrukken van de bovenlaag (en onderlaag) door wateroverdrukken
- c. uitspoelen van het dijklichaam van onder de bekledingsconstructie
- d. bezwijken van de onderlaag bij bezwijkende bovenlaag

De bezwijkmechanismen zijn relevant voor verschillende zones op het talud. Zo is het bezwijkmechanisme wateroverdrukken niet relevant boven de maximale waterstand.

Voor bezwijkmechanisme a zijn alle schades relevant. Deze schades hebben invloed op de sterkte en dus de weerstand tegen golfklappen. Wanneer de schade over een groot oppervlak voorkomt en/ of de diepte van de schade groot is er geen sterkte. Zijn de schades echter gering en is de belasting voldoende laag dan is voldoende (rest)sterkte aanwezig om bezwijken van de bekleding te voorkomen. De afmetingen van de schade zijn dus van belang.

Voor bezwijkmechanisme b moet voldoende gewicht aanwezig zijn. Dit mechanisme moet bij het ontwerp van de bekleding zijn beschouwd.

Bezwijkmechanisme c is een gevolg van de schades 1, 2 en 5. Doordat de bekleding niet grond dicht is kan de onderlaag uitspoelen.

Voor bezwijkmechanisme d kunnen voor de onderlaag weer alle schades relevant zijn. De onderlaag is (als het goed is) niet zichtbaar en kan daarom alleen geïnspecteerd worden wanneer de bovenlaag bezweken is.

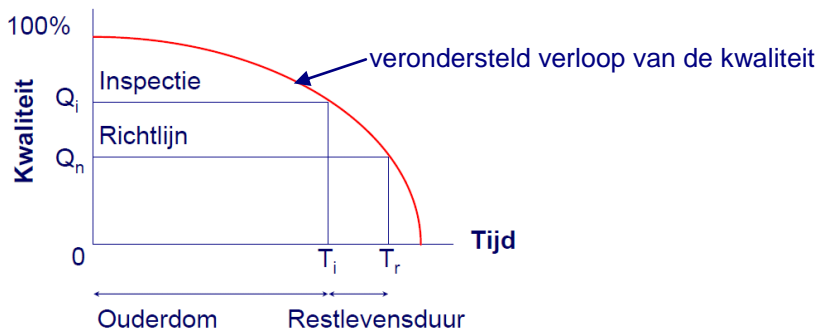
3.3 Schadescores

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 voor het wettelijk toetsinstrumentarium 2017 waarbij is vastgesteld dat een scheur in de bekleding ongewenst is, onafhankelijk van de afmetingen van de scheur. Dit houdt in dat de eisen die in de toekomst gehanteerd mogelijk anders zijn dan in het verleden. Hierover zal discussie plaats moeten vinden.

Om de schadescore te kunnen vaststellen wordt de inspectie uitgevoerd waarbij de schades zoals beschreven in de vorige paragraaf worden geregistreerd. Feitelijke waarden zoals de afmetingen van een scheur worden vastgelegd. De visuele inspectie bestaat dus uit een onafhankelijke waarneming van afwijkingen zoals in het verleden ook is toegepast.

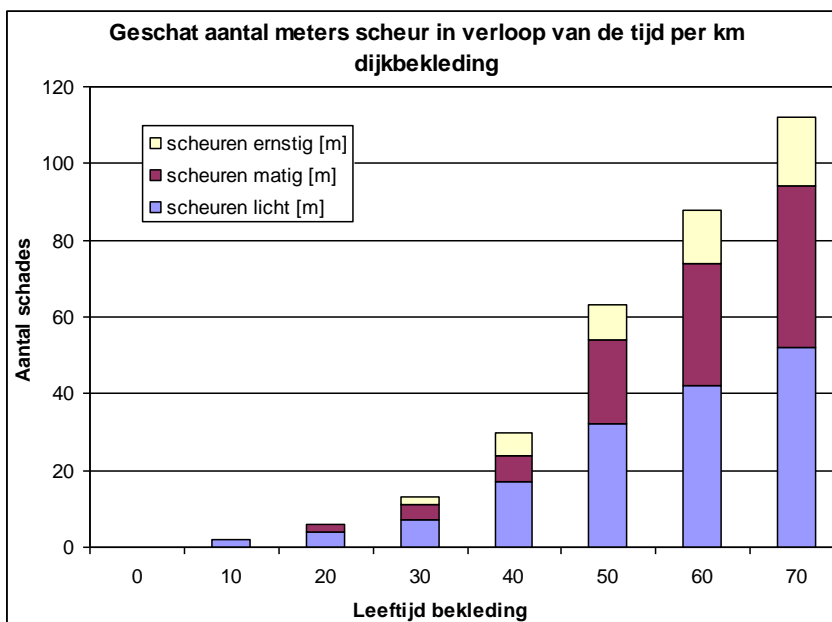
Om inzicht te krijgen in de ontwikkeling van de hoeveelheid en ernst van de schade in de tijd worden de resultaten van de visuele inspectie anders geïnterpreteerd. De resultaten van de visuele inspectie kunnen met de methodiek van het VTV moeilijk inzichtelijk worden gemaakt.

De schades komen namelijk voor met een verschil van ernst, omvang, locatie en belasting. Een weging van deze schades is noodzakelijk om een beeld van een dijkvak te kunnen krijgen. Het doel hierbij is om inzicht in de risico's op bezwijken te verkrijgen en dat in de loop van de tijd. Een voorbeeld hiervan is schematisch weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2 Toetsing op basis van visuele inspectie

Momenteel kan bijvoorbeeld het aantal meter scheuren worden berekend en kan de ernst worden geclassificeerd. In Figuur 3 is hier een beeld van gegeven.



Figuur 3 Scenario van de scheurgroei in de tijd [9]

Wat echter ontbreekt is de locatie van de scheur. Wanneer een scheur zich hoog op het talud bevindt is er minder kans op bezwijken dan wanneer deze scheur zich in de golfklapzone bevindt. Om deze reden wordt voorgesteld een schadescore per schade op te stellen.

Het opstellen van een schadescore is voor een toetsing van een berm nuttig gebleken (zie ook [10]). De schadescore wordt gebaseerd op scores die aan de schade gegeven wordt nadat alle

schades geïnspecteerd zijn. De scores die aan schades gegeven worden zijn weergegeven in Tabel 1. Elke schade wordt apart beoordeeld.

Tabel 1 Score voor de ernst van de schade

Score ernst	laag (score 0,1)	middel (score 2,5)	hoog (score 5)
Scheuren/ naden zonder erosie bestendige onderlaag	$b \leq 3 \text{ mm}$	$3 \text{ mm} < b < 10 \text{ mm}$	$b \geq 10 \text{ mm}$ of doorgaande scheur of zanduittreiding
Scheuren/ naden met erosie bestendige onderlaag	$b < 30 \text{ mm}$		$b \geq 30 \text{ mm}$
Aangetast oppervlak*	$< 1 \text{ m}^2$	enkele steentjes en $1-5 \text{ m}^2$	1 steenlaag of meer of $> 5 \text{ m}^2$
Opbollingen*	$< 5 \text{ m}^2$	$5-15 \text{ m}^2$	$> 15 \text{ m}^2$
Heermoes-/rietbegroeiing	$< 2 \text{ m}^2$	$2-5 \text{ m}^2$	$> 5 \text{ m}^2$
Begroeiing	Op de bekleding	In de bekleding	Door de bekleding en houtvormende gewassen
Gaten	$d < 0,8 \text{ h}$		$d \geq 0,8 \text{ h}$ of zanduittreiding

* per 100 m^1 bekleding

In Tabel 1 staat d voor de gemeten diepte, b voor de gemeten breedte aan het oppervlak van de bekleding en h voor de laagdikte van de bekleding.

De gevonden schade, bijvoorbeeld 1 scheur krijgt dus een score van 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, Tabel 3 en Tabel 4.

Tabel 2 Score voor locatie

	laag (score 0,1)	middel (score 2,5)	hoog (score 5)
Locatie in het profiel	Onbelaste zone	Golfoploopzone	Golfklapzone

Tabel 3 Score golfhoogte

	laag (score 0,1)	(score 1,0)	hoog (score 1,5)
H_s	< 0,5 m	0,5 – 2 m	> 2 m

Tabel 4 Score overig

	laag (score 0,1)	(score 1,0)	hoog (score 1,0)
Taludhelling	Flauwer dan 1:8		Steiler dan 1:8
Erosie bestendige onderlaag	ja		nee

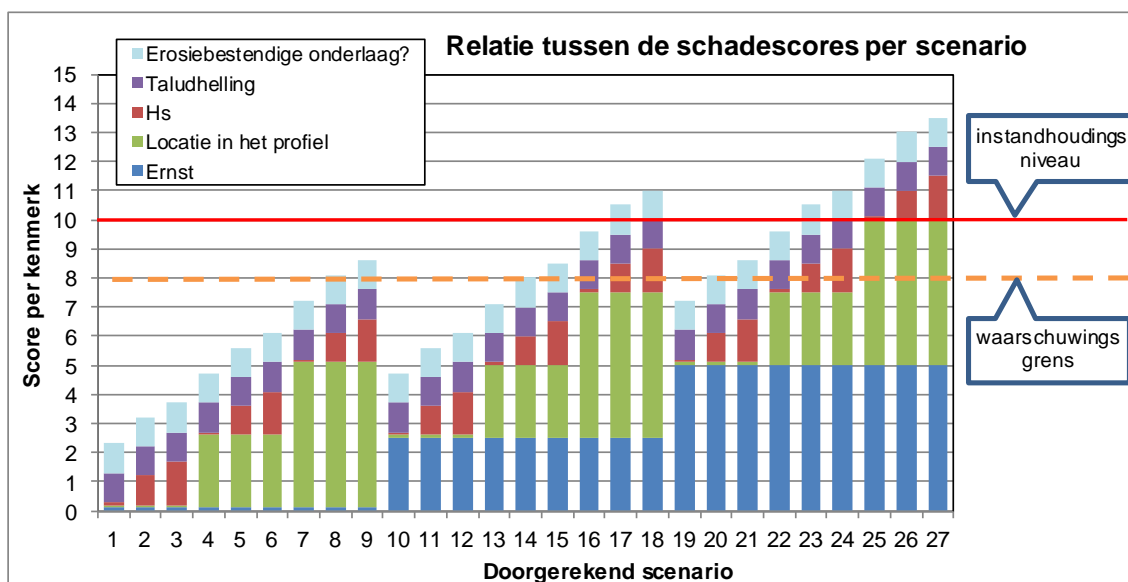
Voor elke schade wordt dus vastgesteld welke belasting optreedt, waar in het profiel zich de schade bevindt, welke taludhelling van toepassing is en of een erosiebestendige onderlaag aanwezig is. Deze score wordt samen met de score voor de ernst bij elkaar opgeteld en vervolgens beoordeeld. Hierbij geldt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

Score 10 of hoger = 'onvoldoende'

Deze grenzen zijn zo gewogen dat voor bekledingen zonder erosiebestendige onderlaag en een taludhelling steiler dan 1:8:

- 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 situatie niet voldoen.

Een voorbeeld is weergegeven in Figuur 4, hierbij is voor de score voor overig de situatie aangenomen dat het talud steiler is dan 1:8 en er geen erosiebestendige onderlaag aanwezig is.


Figuur 4 Voorbeelden van scores bij verschillende scenario's

Met het classificeren volgens deze methode wordt rekening gehouden met:

- hoogte van de golfbelasting;

- bermen (taludhelling);
- overgangen over de dijk (fietspad o.i.d.) (locatie);
- aanwezigheid van een kleilaag, geotextiel of granulaat.

Doordat iedere schade nu een score heeft gekregen kan in een beheerssysteem inzicht worden gekregen in de hoeveelheid schades per dijkvak en of deze schades een hoog risico met zich meebrengen. Dit kan door alle scores binnen de gewenste dijkvakafmetingen bij elkaar op te tellen. Wanneer deze methode een aantal jaren is gevolgd kunnen vergelijkingen met eerdere jaren worden gemaakt en kan progressie van schades/ scores/ risico's worden gevolgd.

3.4 Instandhoudingniveau

De beheerder bepaald in welke mate schade toelaatbaar is. Vanuit het oogpunt van veiligheid moet echter een instandhoudingniveau gekozen worden. In de vorige paragraaf zijn de maximaal toelaatbare scores beschreven. Hierbij gelden de volgende grenzen:

Score 10 of hoger = 'onvoldoende'

Voor het instandhoudingniveau geldt dat een schade die dit niveau overschreden heeft gerepareerd moet 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 stormseizoen de schades te repareren.

Voor de bekledingstypen open steenasfalt en vol en zat gepenetreerde breuksteen is een aantal schadetypen niet relevant. De schades die niet relevant zijn voor open steenasfalt en vol en zat gepenetreerde breuksteen zijn opbollingen en aangetast oppervlak en scheuren.

3.5 Samenvatting en conclusies

Voor het opstellen van de instandhoudingniveaus bij het uitvoeren van visuele inspecties is een aantal aandachtspunten beschreven die vanuit de beschikbare literatuur worden aanbevolen mee te nemen in de Nederlands systematiek. De schadetypen die voorkomen op asfaltbekleding en de bezwijkmechanismen die in het verleden zijn gedefinieerd zijn beschreven en aan elkaar gekoppeld. Vervolgens is voorgesteld om in de toekomst schadescores te bepalen om zo het beheer van de bekleding te vereenvoudigen. Op basis van de schadescores is een instandhoudingsniveau gedefinieerd waarvan wordt gesteld dat een schade hier minimaal aan moet voldoen.

De inspectiecyclus is inhoudelijk beschreven. Voor schades die visueel vast te stellen zijn, zijn geen prognoses van de ontwikkeling van de schades beschikbaar. Wel kan van de schade vastgesteld worden welke score een schade krijgt. Schades met een hoge score moeten voor het stormseizoen gerepareerd worden.

4 Continu inzicht met valgewichtdeflectiemetingen

4.1 Inleiding

Bij het uitvoeren van de valgewichtmeting wordt niet destructief beproefd. De meting wordt uitgevoerd met een vast krachtniveau wat af kan wijken van de krachten die door golven op de bekleding worden uitgeoefend. In die gevallen moet dus een bepaalde extrapolatie plaatsvinden naar de maatgevende omstandigheden om een juiste toetsing van de sterkte uit te voeren. Om een juiste frequentie van uitvoeren van metingen te kunnen bepalen is het nodig om een model te gebruiken die de afname van de sterkte op de juiste manier beschrijft.

In § 4.2 is beschreven welke modellen in het verleden zijn ontwikkeld om de sterkte of rek in de tijd te beschrijven. Vervolgens is in § 4.3 de relatie tussen de rek en de sterkte beschreven waarna in § 4.4 is beschreven hoe de monitoring kan plaatsvinden en met welke frequentie de metingen uitgevoerd kunnen worden.

4.2 Beschikbare modellen

4.2.1 Buigtreksterktemodel

Afgelopen jaren is een model ontwikkeld welke de achteruitgang van de sterkte van een waterbouwasfaltbeton bekleding beschrijft. Het model is gebaseerd op proeven uitgevoerd in een laboratorium. In deze buigtreksterkteproef wordt een balk, verkregen uit de bekleding, éénmalig belast tot bezwijken. Dit model is afgelopen jaren ontwikkeld [11] en gevalideerd [12].

4.2.2 Model op basis van de rekmeting van het valgewicht

Om de valgewichtmetingen te kunnen gebruiken voor de indicatie van de achteruitgang van de sterkte is een ander model ontwikkeld. De valgewichtdeflectiemeting is toegepast binnen het VTV 2006 om de achteruitgang van de sterkte te meten. Binnen deze methode wordt de horizontale rek in de bekleding berekend die optreedt wanneer de meting wordt uitgevoerd. Voor meer informatie over deze methode wordt verwezen naar [13] en [14].

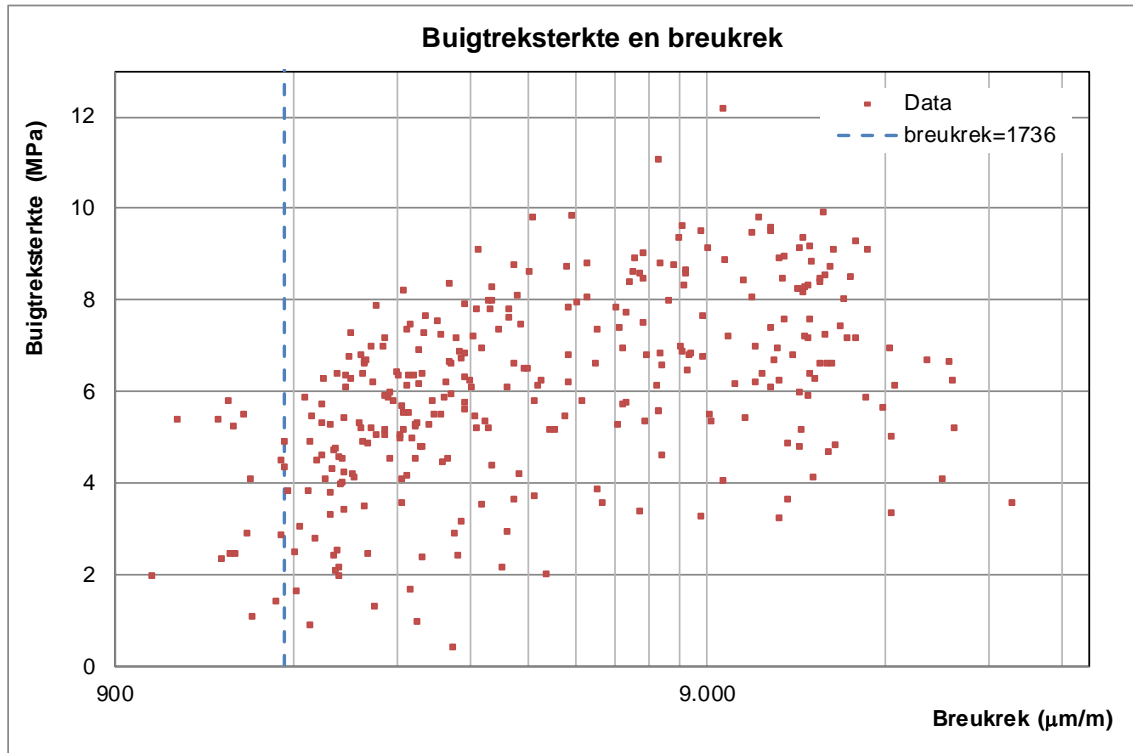
Er zijn meerdere metingen uitgevoerd zodat tijdreeksen beschikbaar zijn. Recent zijn meer tijdreeksen verkregen om het model te kunnen verbeteren [12]. Uit dit onderzoek is gebleken dat de voorspellende kracht van het model niet voldoende nauwkeurig is. Mogelijk is er een invloed van de temperatuur welke niet voldoende in het model is verwerkt.

4.3 Relatie tussen de rek en de sterkte

De VGD-metingen worden uitgevoerd om hiermee een indicatie te verkrijgen van de afname van de weerstand tegen bezwijken van de bekleding. Deze afname van de weerstand tegen bezwijken kan worden vertaald naar de afname van de buigtreksterkte of een afname van de weerstand tegen vermoeiing.

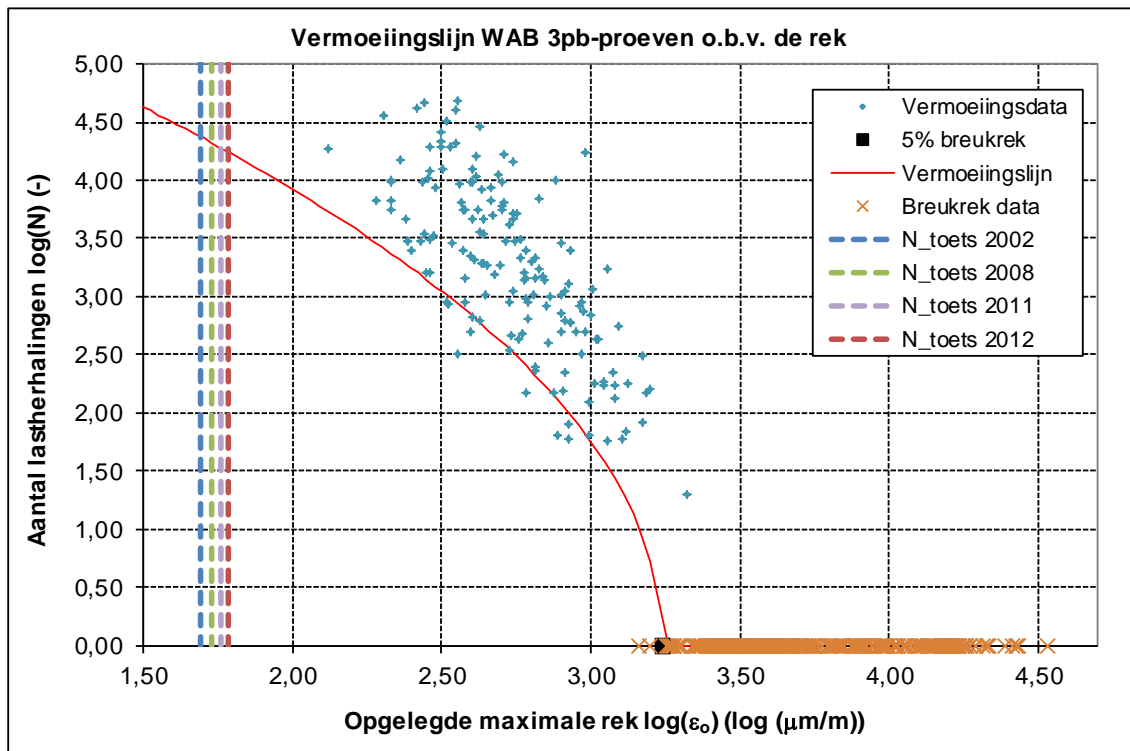
In het kader van het project levensduurmodel [15] is afgeleid welke rekken optreden tijdens de vermoeiingsproeven op waterbouwasfaltbeton in de driepuntsbuigproef. De maximale rek die kan optreden in de bekleding is echter nooit onderzocht. Om deze reden is de database die de

basis is voor het buigtreksterktemodel uitgebreid met een extra parameter. Deze parameter is de breukrek berekend op basis van de verplaatsingen die gemeten worden tijdens de buigtreksterkteproef. In Figuur 5 is de breukrek weergegeven.



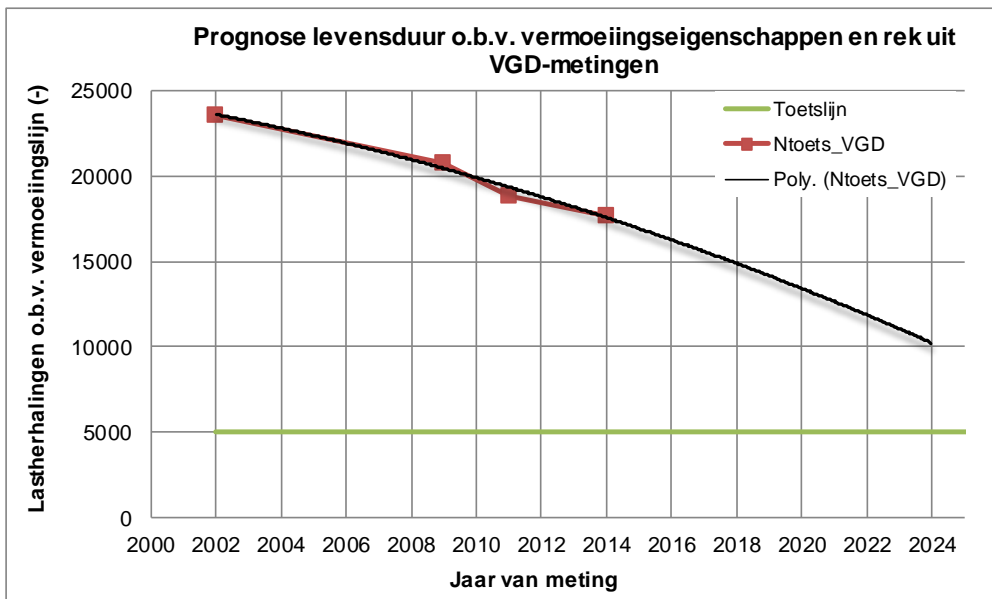
Figuur 5 Buigtreksterkte en breukrek van WAB in de driepuntsbuigproef

Naast de buigtreksterkte kan ook de vermoeiingssterkte van de bekleding worden bepaald met vermoeiingsproeven. Er zijn veel vermoeiingsproeven uitgevoerd in het kader van de veiligheidsbeoordeling van asfaltdijkbekledingen. Met deze gegevens in combinatie van de breukrek kan de vermoeiingslijn bepaald in [12] worden uitgebreid. Het resultaat is weergegeven in Figuur 6. Hierbij is het 5^e percentiel van de breukrek 1.736 µm/m.



Figuur 6 Gekromde vermoeingslijn WAB o.b.v. de rek

Uit deze figuur blijkt dat een toename van de gemeten rek (x-as) een afname van de vermoeingssterkte (y-as) betekent. De relatie tussen de rek berekend uit een valgewichtdeflectiemetingen, de breukrek en de rek in de vermoeingsproef is echter nooit onderzocht. Hierdoor kan geen gebruik worden gemaakt van deze belangrijke gegevens. Aanbevolen wordt om onderzoek uit te voeren naar deze relatie om zo met een valgewichtdeflectiemeting een (vermoeings)sterkte te kunnen meten. Wanneer deze relatie voldoende nauwkeurig bekend is kan een prognose van de restlevensduur worden gemaakt op basis van deze vermoeingslijn. Dit kan door een toename van de rek uit de VGD-meting te vertalen naar een afname van de vermoeingssterkte. De gewenste vermoeingssterkte moet nog bepaald worden (het instandhoudingsniveau). Getoetst kan worden wanneer deze vermoeingssterkte niet meer aanwezig is. In Figuur 7 is hier een voorbeeld van gegeven.

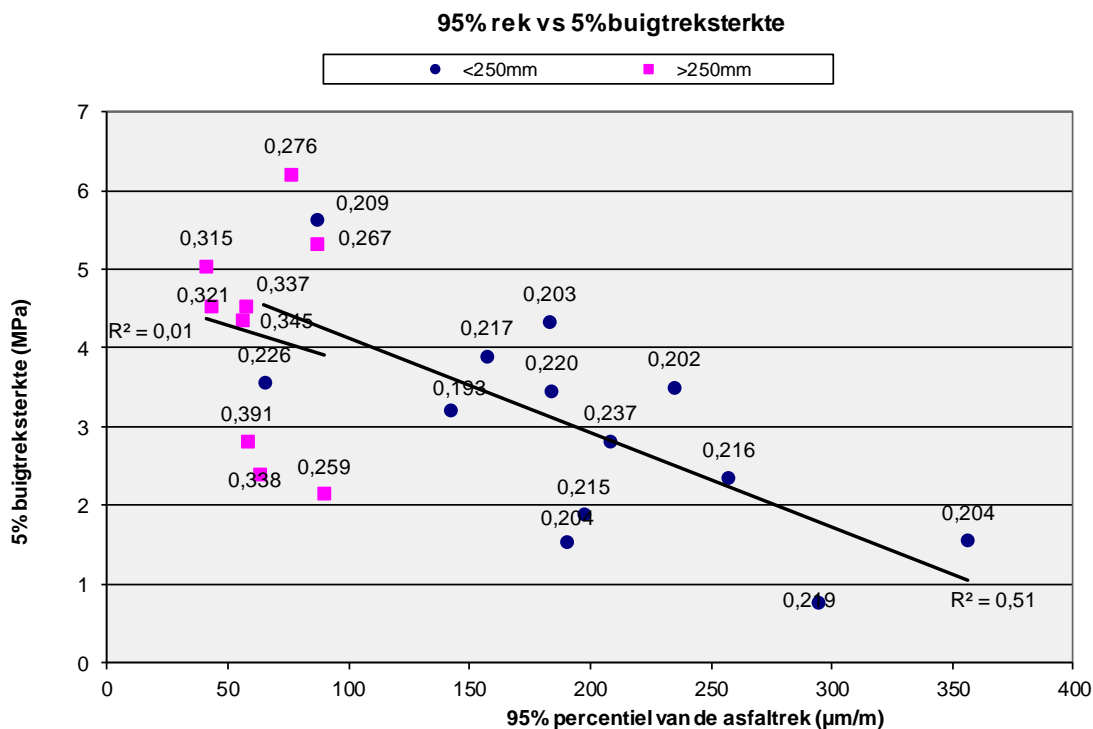


Figuur 7 Voorbeeld van een prognose van de levensduur o.b.v. vermoeiingseigenschappen en de berekende rek onder VGD-belasting

Omdat deze methode nog niet operationeel is wordt het monitoren van de sterkte op een andere manier ingericht. Dit is beschreven in de volgende paragraaf.

4.4 Monitoring van de sterkte

Ondanks dat de sterkte niet rechtstreeks gemeten kan worden met het valgewicht kan de valgewichtmeting wel worden gebruikt om een relatieve achteruitgang van de sterkte vast te stellen. Eerder is onderzocht dat er mogelijk een relatie is tussen de karakteristieke rek berekend uit een valgewichtmeting en de karakteristieke buigtreksterkte per dijkvak. Deze relatie is weergegeven in Figuur 8.



Figuur 8 Relatie tussen de rek uit VGD-metingen en de buigtreksterkte per dijkvak [16]

Wanneer de relatieve achteruitgang van de sterkte te hoog is kan de absolute sterkte worden bepaald door kernen te boren en in het laboratorium de sterkte en vermoeiingseigenschappen te bepalen. Voorgesteld wordt om de frequentie van de meting te koppelen aan de sterkte die eerder bepaald is en de toename van de karakteristiek bovengrens van de rek. In Tabel 5 is de meetfrequentie in jaren weergegeven. Deze meetfrequentie is gekoppeld aan de Minersom gevonden in de veiligheidstoetsing uitgevoerd op basis van VTV 2006 [5]. Opgemerkt wordt de Minersom binnen WTI 2017 op een andere manier bepaald wordt waardoor Tabel 5 niet meer van toepassing is voor bekledingen die getoetst zijn op basis van WTI 2017.

Tabel 5 Vaststelling frequentie uitvoeren VGD-metingen op basis van de Minersom uit de laatste toetsronde

Frequentie (jaren)	Toename karakteristieke bovengrens rek		
	<15%	15-25%	>25%
Minersom			
M<0,1	15	7	5
0,1<M<0,5	7	5	3
0,5<M<1	5	3	1

Een model dat de achteruitgang van de sterkte van waterbouwasfaltbetonbekledingen beschrijft is het zogenaamde levensduurmodel. Wanneer in het jaar 2015 dit model verder is ontwikkeld kan gebruik worden gemaakt van de voorspelling van de restlevensduur op basis van de buigtreksterkte. De meetfrequentie op basis van dit levensduurmodel is weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6 Vaststelling frequentie uitvoeren VGD-metingen op basis van de restlevensduur

Frequentie (jaren)	Toename karakteristieke bovengrens rek		
	<15%	15-25%	>25%
Restlevensduur			
>20	15	8	6
10-20	8	6	4
5-10	6	4	2

Uitgangspunt bij deze tabel is dat bij aanleg van de bekleding valgewichtdeflectiemetingen worden uitgevoerd en binnen een leeftijd van 15 jaar opnieuw metingen worden uitgevoerd.

Wanneer de toename van de karakteristieke bovengrens van de rek meer is dan 25% wordt aanbevolen om de sterkte van de bekleding opnieuw te bepalen. Vervolgens kan het levensduurmodel gebruikt worden om inzicht te krijgen in de (rest)levensduur van de bekleding.

Aanbevolen wordt om de valgewichtdeflectiemetingen uit te voeren zoals beschreven in de werkwijzebeschrijving voor waterbouwasfaltbeton [14]. Voor metingen op open steenasfalt kunnen de metingen uitgevoerd worden zoals beschreven in het state of the art rapport open steenasfalt [17].

Wanneer deze methode wordt gevolgd zijn er voldoende indicatoren om met zekerheid vast te kunnen stellen of de bekleding voldoende sterkte heeft om de belastingen te kunnen weerstaan.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Er zijn twee momenteel twee methoden bruikbaar om continu inzicht in de sterkte van asfaltdijkbekledingen te verkrijgen. Deze zijn:

- visuele inspecties
- valgewichtdeflectiemetingen

Na het uitvoeren van visuele inspecties kunnen schadescores worden opgesteld. Om de risico's inzichtelijk te maken per dijkvak kunnen de schadescores bij elkaar worden opgeteld. Wanneer een schade een score van 10 of hoger krijgt moet deze worden gerepareerd, het instandhoudingsniveau is overschreden. Schades moeten minstens 1x per jaar worden geïnspecteerd waarna de schadescores opnieuw worden bepaald.

Valgewichtdeflectiemetingen kunnen worden gebruikt om een relatieve achteruitgang van de sterkte vast te stellen. Voor het vaststellen van een absolute achteruitgang van de sterkte moet eerst onderzoek uitgevoerd worden naar de relatie tussen de rek berekend uit een valgewichtmeting, de breukrek en de rek in de vermoeiingsproef. De frequentie van de metingen zijn afhankelijk gemaakt van de gevonden Minersom in de laatste toetsronde of de restlevensduur berekend met het levensduurmodel. Wanneer een relatieve achteruitgang van de karakteristieke rek van >25% wordt gevonden wordt aanbevolen de sterkte opnieuw te bepalen. Deze het instandhoudingsniveau ligt dus bij een toename van 25%.

5.2 Aanbevelingen

Aanbevolen wordt om onderzoek uit te voeren naar de relatie tussen breukrek, rek in de vermoeiingsproef en rek onder VGD-belasting. Deze relatie is bruikbaar voor de voorspelling van de levensduur van de asfaltbekleding.

Ook wordt aanbevolen onderzoek uit te voeren naar het aantal metingen dat per dijkvak uitgevoerd moet worden om een voldoende nauwkeurige schatting te kunnen maken van het 95^e percentiel van de verdeling van de rek.

Voor beheerders van asfaltdijkbekledingen kan het nuttig zijn om een voorbeeldrapportage op te stellen waarin alle elementen van continu inzicht zoals beschreven in dit rapport zijn verwerkt. Dit standaard kan worden gebruikt voor beheerders om aan IL&T aan te tonen dat er continu inzicht is in de sterkte van de asfaltdijkbekledingen.

6 Referenties

- [1] Handreiking continu inzicht asfaltdijkbekledingen, rapport e140252201-concept , KOAC·NPC, 2015
- [2] Bouwstenen professionele inspecties, handreiking voor het organiseren van inspecties (rapport PIW 2012-13), STOWA, Amersfoort
- [3] Continu inzicht in de veiligheid van asfaltdijkbekledingen (rapport e130137801), KOAC·NPC, december 2013
- [4] Inspectiewijzers waterkeringen, rapport 2012-14, Technische informatie uitvoering inspecties, STOWA, 2012
- [5] Voorschrift Toetsen op Veiligheid Primaire Waterkeringen, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, september 2007
- [6] Buitenlands gidsen voor visuele inspectie, verbetering inspectie waterkeringen (VIW 2007 03), STOWA, Utrecht, 2007
- [7] Veiligheidsbeoordeling van Asfaltdijkbekledingen, Achtergrondrapport bij het toetsen van asfaltdijkbekledingen volgens het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV), Ministerie van verkeer en waterstaat, Delft, november 2005
- [8] Inspectiewijzers (rapport PIW 2012-14), STOWA, Amersfoort
- [9] Case study beheersysteem asfaltdijkbekledingen (rapport e100171301), KOAC·NPC, Vught, november 2011
- [10] Beoordeling asfaltwegen op dijken (notitie n120745), A.K. de Looff, oktober 2012
- [11] Voorspellingsmodel voor breuksterkte, afhankelijk van leeftijd en holle ruimte, Jan Telman, Q-Consult, december 2013
- [12] Ontwikkeling levensduurmodel waterbouwasfaltbeton fase III (rapport e1400863), KOAC·NPC, juli 2014
- [13] Valgewichtdeflectiemetingen op asfaltdijkbekledingen, M.P. Davidse, CROW infradagen 2012
- [14] Werkwijzebeschrijving voor het uitvoeren van een gedetailleerde toetsing op golfklappen op een bekleding van waterbouwasfaltbeton, (rapport e1000057-4), KOAC·NPC, januari 2011
- [15] Ontwikkeling restlevensduurmodel voor asfaltdijkbekledingen op basis van valgewichtdeflectiemetingen (rapport 130108001), KOAC·NPC, juli 2013
- [16] Evaluatie en analyse asfaltdijkbekledingen derde toetsronde (rapport e120055001), KOAC·NPC, juli 2012
- [17] State of the art rapport open steenasfalt (rapport e1201220-8), KOAC·NPC, juni 2014