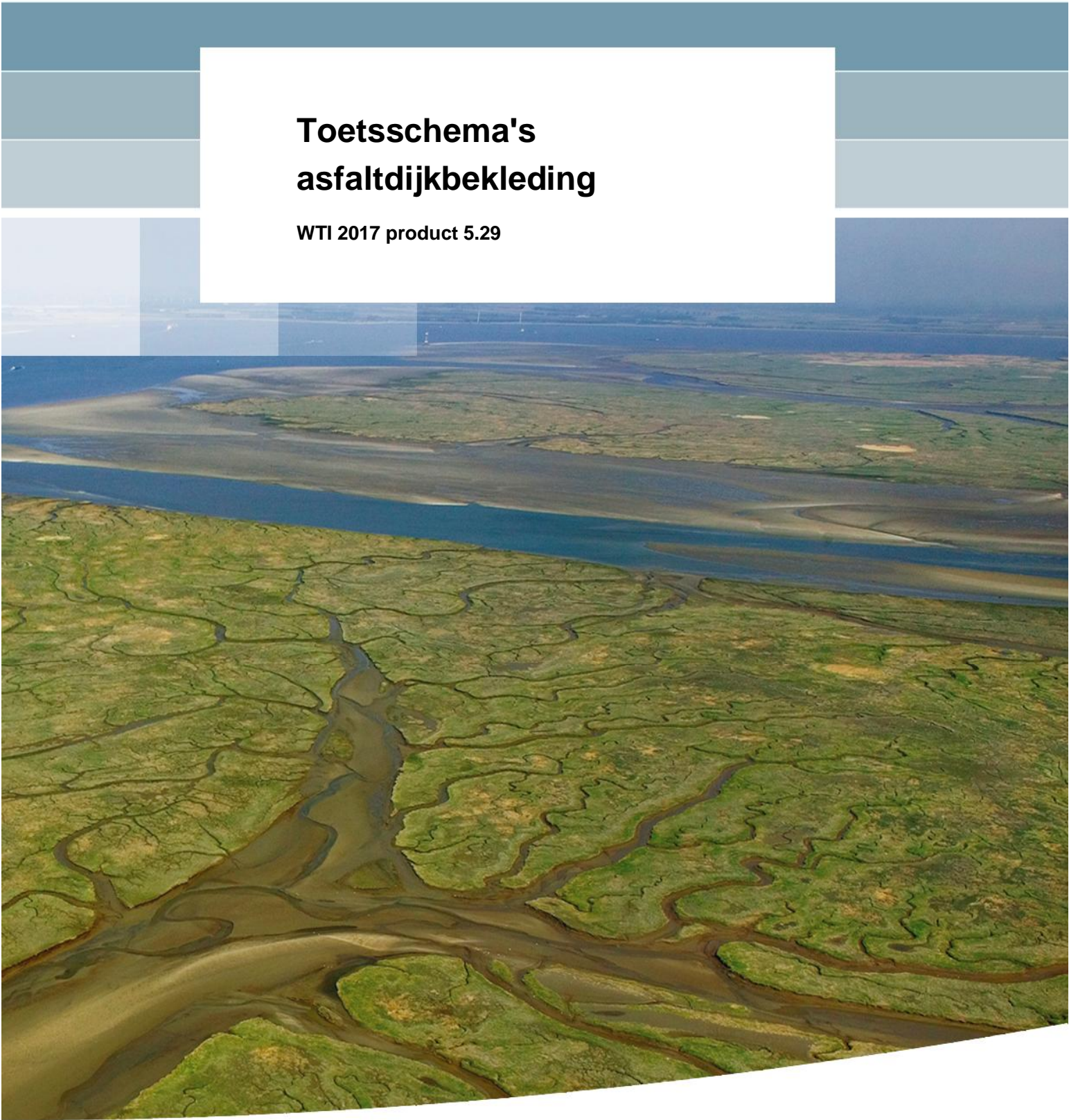


Toetsschema's asfaltdijkbekleding

WTI 2017 product 5.29



Toetschema's asfaltdijkbekleding

WTI 2017 product 5.29

dr. J.K. van Deen

1220086-006

Titel
Toetsschema's asfaltdijkbekleding

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Rijkswaterstaat WVL	1220086-006	1220086-006-HYE-0002- gbh	24

Trefwoorden
Toetsing op veiligheid; asfaltdijkbekledingen; golfklap; opdrukken

Samenvatting

Onderdeel van het Wettelijk Toets Instrumentarium voor waterkeringen is de beoordeling van asfaltbekledingen op dijken. Conform de algemene WTI-systematiek vindt deze beoordeling plaats op drie niveaus. Op niveau 1 is er de eenvoudige toets zonder metingen of modelleerinspanning. Hierbij worden de mechanismen AGK (golfklap) en AWO (opdrukken door wateroverdruk) beschouwd. Als de bekleding in de eenvoudige toets niet voldoet, kan voor mechanisme AGK op niveau 2 een semi-probabilistische toets uitgevoerd worden met het model WAVE IMPACT. Dit beschrijft het vermoeiingseffect ten gevolge van herhaalde golfklappen op de bekleding. Wanneer de toets op niveau 1 of 2 geen uitsluitel geeft dat de bekleding veilig is, kan de bekleding nog via de Toets op Maat (niveau 3) beoordeeld worden. Dit document beschrijft het beoordelingsproces aan de hand van stroomschema's.

Summary

In the context of WTI (Statutory Assessment Toolbox) an assessment schedule for asphaltic revetments on dikes has been designed. At the first level there is a simple test without measurements or modeling effort for two failure mechanisms: wave impact (acronym AGK) and uplift due to water overpressure (acronym AWO).

When the revetment does not pass the level-1 test, for AGK a level-2 semi-probabilistic assessment has been designed with the fatigue model WAVE IMPACT. This model describes the effect of repeated loading by breaking waves. When the revetment cannot be approved by a level-1 or level-2 assessment, the third possible step is tailor-made assessment. This document describes the process in a number of flow charts.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	April 2015	Dr. J.K. van Deen		Dr. B.G.H.M. Wichman		Ir. L. Voogt	
2	december 2015	Dr. J.K. van Deen		Dr. B.G.H.M. Wichman		Ir. L. Voogt	

Status
definitief

Inhoud

1 Inleiding	1
2 Eenvoudige toetsing	7
2.1 Golfklap (AGK)	7
2.2 Wateroverdruk (AWO)	8
2.2.1 Voorselectie	8
2.2.2 Eenvoudige rekenmethode	10
3 Gedetailleerde toetsing	15
4 Toets op maat	21
5 Referenties	23
A Wijzigingen ten opzichte van de VTV 2006	A-1

1 Inleiding

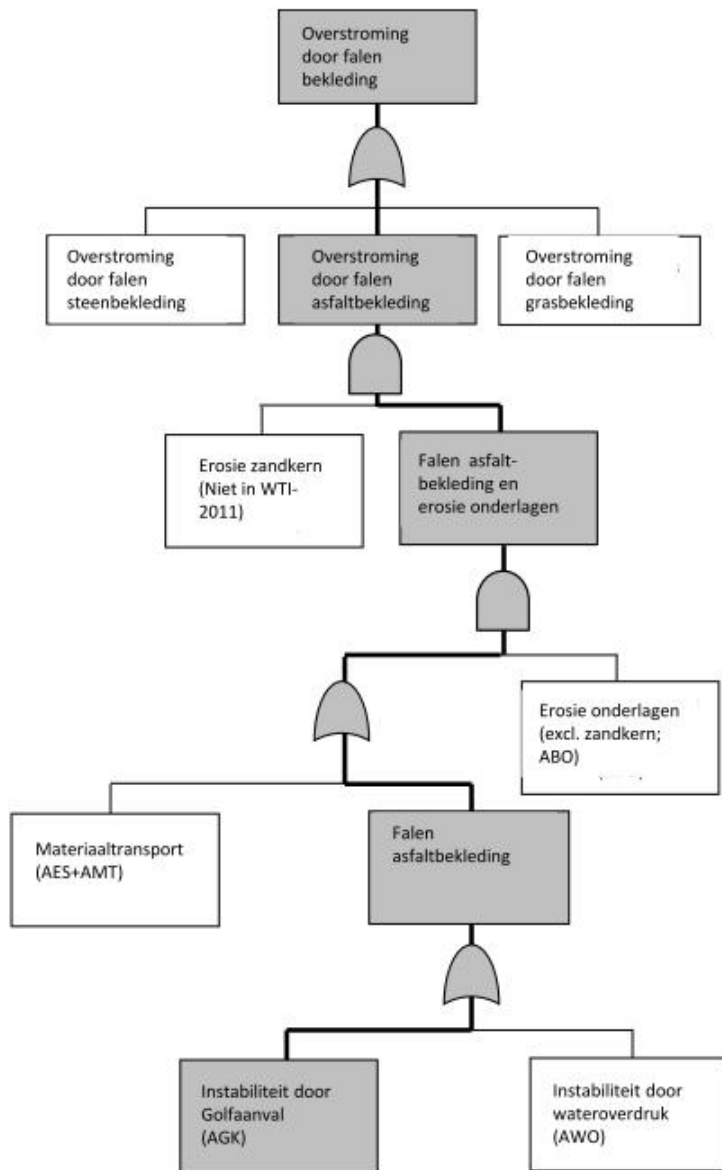
Asfaltbekledingen op dijken worden aangelegd om het onderliggende dijklichaam te beschermen tegen erosie. Om te garanderen dat de asfaltbekleding onder maatgevende omstandigheden zijn functie zal vervullen, zijn ten behoeve van de twaalf-jaarlijkse toetsing van de Nederlandse waterkeringen toetsschema's ontwikkeld. Dit document introduceert de toetsschema's voor de deelconstructie asfaltbekledingen en licht deze toe.

In de handreiking dijkbekledingen [RWS-WVL, 2015] worden naast asfaltbekledingen nog andere toepassingen van asfalt vermeld, zoals een teenbescherming, vooroever verdediging en filterconstructie. Deze constructies moeten op maat worden getoetst, waarbij de uitgangpunten bij het ontwerp moeten worden getoetst.

Niet alle faalmechanismen die een rol spelen bij asfaltbekleding worden behandeld. Mechanismen die zich ontwikkelen tijdens regulier bedrijf zoals veroudering, scheurvorming en erosie van het asfalt en effecten van begroeiing blijven buiten beschouwing. Wel zijn deze mechanismen, die aanleiding kunnen geven tot zandtransport van onder het asfalt, van essentieel belang voor het goed functioneren van de bekleding. Het is van belang dat deze mechanismen tijdig worden onderkend en de schade tijdig gerepareerd; optredende schade kan en mag niet wachten tot de eerstvolgende twaalf-jaarlijkse toetsing. Het onderkennen en repareren valt daarom onder de actieve zorgplicht van de beheerder. Uitgangspunt voor de in dit document behandelde toetsschema's is dan ook dat de bekleding 'op orde' is, dat wil zeggen dat de bekleding zanddicht is en ook geweest is in de achterliggende periode.

De toetsschema's maken deel uit van een verzameling documenten waarmee de beheerder vanaf 2017 de toetsing van de waterkeringen kan uitvoeren: toetsschema's, schematiseringshandleidingen, faalmechanismebeschrijvingen, alsmede een handreiking continu inzicht asfaltdijkbekledingen. De eerste drie hiervan worden ontwikkeld in het kader van WTI-2017, de laatste in een gezamenlijke RWS-STOWA inspanning [STOWA, 2016]. De toetsschema's geven aan wat er getoetst wordt, in de schematiseringshandleiding wordt beschreven hoe dit uitgevoerd dient te worden en in de faalmechanisme-beschrijving wordt dit onderbouwd.

De toetsing van een asfaltbekleding is gebaseerd op het systematisch aflopen van de faalmechanismen die van belang zijn. Deze zijn in kaart gebracht in onderstaande foutenboom (figuur 1.1), die is opgesteld ten behoeve van de kalibratie van de semi-probabilistische toetsregel voor het mechanisme AGK [Klerk, 2014].



Figuur 1.1 Foutenboom voor asfaltdijkbekledingen, zoals gehanteerd bij kalibratie [Klerk, 2014]. Noot: In het kader van de discussie over de zorgplicht verdwijnt het blok Materiaaltransport mogelijk nog uit dit schema

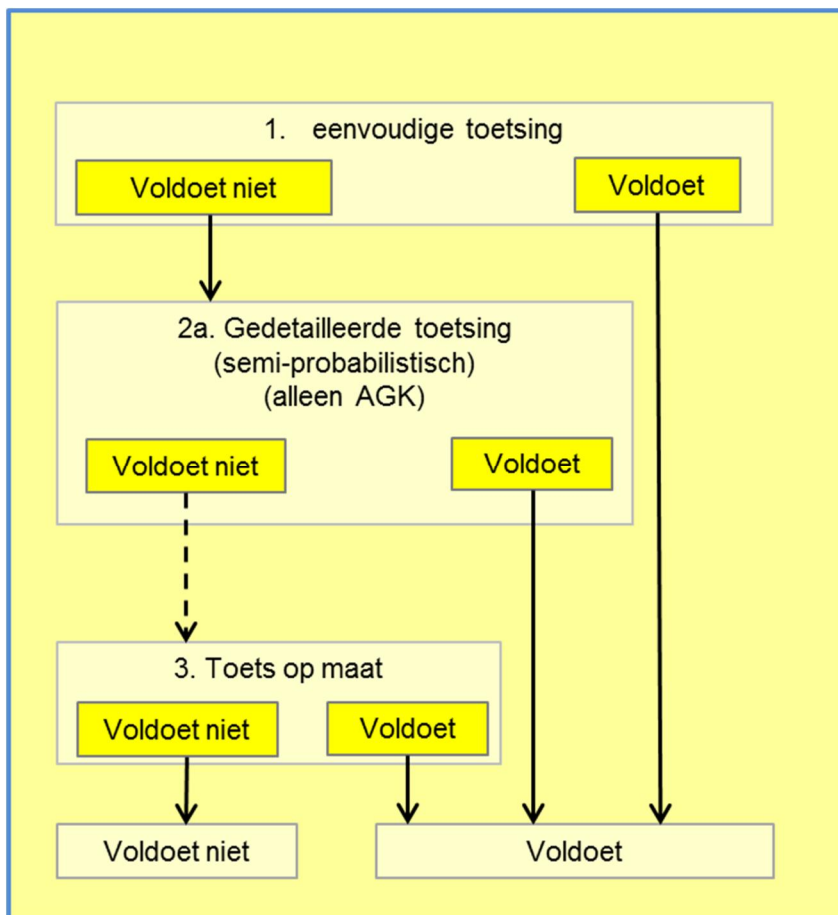
De mechanismen Instabiliteit door Golfaanval (AGK, linksonder in het schema) en Instabiliteit door wateroverdruk (AWO, rechtsonder) bepalen samen de kans op het falen van de asfaltbekleding tijdens een storm.

Los van grootschalige effecten door golfklappen of opdrukken tijdens een storm kan ook tussentijds schade in het asfalt optreden. Wanneer dit leidt tot materiaaltransport van onder het asfalt verliest het asfalt zijn ondergrond en wordt het (veel) kwetsbaarder voor golfklappen. Omdat de tijdschaal van schadeontwikkeling en materiaaltransport voor vooral ouder asfalt veel korter is dan de 12-jaarlijkse toetscyclus, is dit mechanisme onder de zorgplicht gebracht (zie tabel 1.1).

Het mechanisme ABO (Bezwijken Onderlagen) betreft de reststerkte van een eventuele onderlaag van klei of keileem. De reststerkte wordt uitgedrukt in een tijdsduur die de kleilaag onder maatgevende belasting kan doorstaan. Deze tijdsduur wordt bepaald door de laagdikte

en de erosiebestendigheid van de klei. Hierbij wordt verwezen naar de methodiek aangegeven bij de toetsing van erosie van een grasbekleding (GEBU) bij een fragmentarische graszode. Erosie van de zandkern is niet nader beschreven. Er wordt vanuit gegaan dat erosie van de zandkern binnen de duur van één storm leidt tot volledig falen (resultierend in bresvorming).

Het voorliggende document richt zich op de toetsing van asfalt en volgt de algemene WTI-2017 systematiek: eenvoudig (niveau 1), gedetailleerd (niveau 2) en toets op maat (niveau 3). De basisaanpak is dat in de eenvoudige toetsing een tamelijk strenge eis wordt opgelegd. Als daaraan voldaan wordt kan met zekerheid gesteld worden dat de bekleding voldoet. Zo niet, dan volgt een gedetailleerde toets op niveau 2a (semi-probabilistisch). Voor asfaltbekledingen is geen toets op niveau 2b (volledig probabilistisch) ontwikkeld. Aan de toepassing van de semi-probabilistische toets zijn een aantal voorwaarden verbonden.



Schema 1 Algemeen toetsschema voor asfaltdijkbekleding

Wanneer de gedetailleerde toets het antwoord 'voldoet niet' oplevert komt expliciet de vraag aan de orde 'hoe verder' met als mogelijke uitkomst een specifieke of geavanceerde analyse in een 'Toets op maat'.

Met nadruk wordt hier vastgesteld dat toetsen op vermoeiing door golfklappen zinloos is als er uitspoeling van zand van onder het asfalt heeft plaatsgevonden. Hoewel in de toetsschema's geen expliciete vraag is opgenomen of de bekleding 'op orde' is, is dat wel het

uitgangspunt. In de Handreiking continu inzicht [in ontwikkeling, STOWA, 2016] wordt expliciet gemaakt wat 'op orde' inhoudt. **De toetschema's in dit rapport zijn dus alleen van toepassing als het asfalt op orde is.**

De vorige toetsronde was gebaseerd op de VTV 2006. Er zijn verschillende typen asfaltbekleding op dijken met deels verschillende toetscriteria. 70% van het areaal bestaat uit waterbouwasfaltbeton (WAB).

De grootste verandering ten opzichte van de VTV 2006 is de overgang van een deterministische toetsregel voor AGK naar een (semi)probabilistische, in lijn met de ontwikkeling van het gehele WTI-toetsinstrumentarium. Voor WAB is daartoe het toetsspoor AGK geheel nieuw ontwikkeld op basis van deze semi-probabilistische aanpak. Voor V&ZG is voor AGK een eenvoudige toetsing uitgewerkt als vervanging van de eenvoudige toetsgrafiek uit [VTV, 2006]. Voor de beoordeling van OSA op golfklappen (AGK) is een nieuwe werkwijzebeschrijving opgesteld [Looff, 2015], die in combinatie met het Golfklap model kan worden gebruikt in de toets op maat. Daarbij moet ook het risico op bezwijken van de ondergrond worden beschouwd, indien er veel water indringt. Een andere belangrijke verandering ten opzichte van de VTV 2006 is dat enkele mechanismen onder het regime van de Zorgplicht zijn gebracht en alleen indirect een plaats hebben in de twaalf-jaarlijkse toetsing.

De in VTV 2006 benoemde faalmechanismen AGK en AWO die direct van belang zijn voor de twaalf-jaarlijkse toetsing krijgen een plaats in de VTV 2017, de andere mechanismen vallen onder de actieve zorgplicht, zie [STOWA, 2016]. In [STOWA, 2016] krijgt de sinds 2006 opgedane nieuwe kennis met betrekking tot materiaaltransport een plek.

Tabel 1.1 geeft een overzicht van de voorkomende typen asfalt en de faalmechanismen waarop zij nu getoetst worden. Daarbij is aangegeven waar de toetsing geregeld is.

	Waterbouw-asfaltbeton (WAB)	Vol en zat gepenetreerde breuksteen (V&ZG)	Open steenasfalt (OSA)
Golfklappen (AGK)	nieuw	nieuw	nieuw
Opdrukken door statische overdruk (AWO)	nieuw (*)	nieuw (*)	nvt
Materiaaltransport door scheuren en gaten (AMT)	zorgplicht	zorgplicht	zorgplicht
Kwaliteit overgangsconstructies (AOC)	zorgplicht	zorgplicht	zorgplicht
Bezwijken (klei)onderlaag (ABO)	Verwijzing naar fragmentarische graszode (GEBU)		

Tabel 1.1 Overzicht van de status van de faalmechanisme-toetsing voor diverse typen asfaltdijkbekleding. De velden 'nieuw' komen in dit document aan de orde. 'Nieuw' betekent daarbij: nieuw ten opzichte van VTV 2006. Voor de details zie Bijlage 1

'Zorgplicht' betekent dat dit aspect onderdeel uitmaakt van de actieve zorgplicht van de beheerder. (*) Voor AWO is het format nieuw, inhoudelijk is de toetsregel identiek aan de VTV2006.

De beoordelingssporen AGK (golfklap) en AWO (wateroverdruk) zijn hierboven reeds genoemd. Zij vormen de hoofdmoot van het toetsproces. De beoordelingssporen Materiaaltransport door scheuren (AMT) en Kwaliteit overgangsconstructies (AOC) uit VTV 2006 maken nu deel uit van 'de Zorgplicht'. Dat houdt in dat schades in de beheerscyclus zodanig dienen te worden beperkt en gerepareerd dat zij niet substantieel bijdragen aan de

faalkans. De Handreiking Continu Inzicht [STOWA, 2016] beschrijft de werkwijze hierbij. Het mechanisme ABO betreft de reststerkte (tegen erosie) van eventueel aanwezige klei of keileem onder het asfalt. Dit mechanisme wordt behandeld als erosie van een fragmentarische graszode (GEBU).

Voor het spoor AGK is specifiek voor het materiaal Waterbouwasfaltbeton (WAB) een gedetailleerde toetsing ontwikkeld, op dijkvak niveau, en met een semi-probabilistische rekenregel, inclusief veiligheidsfactoren. Omdat WAB het meest wordt toegepast (70% van de strekkende kilometers asfaltdijkbekleding) en dit ook grotendeels gedetailleerd is getoetst, was alleen daarvoor voldoende empirisch materiaal voorhanden om deze toets te ontwikkelen. Anderzijds is daarmee ook in veel situaties voorzien. Voor andere asfaltdijkbekledingen is alleen de eenvoudige toets beschikbaar. Als deze niet leidt tot een oordeel 'voldoet', wordt direct doorgeschakeld naar een toets op maat.

Het toetsspoor AWO is qua rekenregel identiek aan dat uit de VTV 2006. Hierbij is een nieuw format met toelichting opgesteld. Voor OSA is dit mechanisme niet van toepassing omdat de open structuur met zich meebrengt dat er geen overdruk achter de bekleding kan ontstaan.

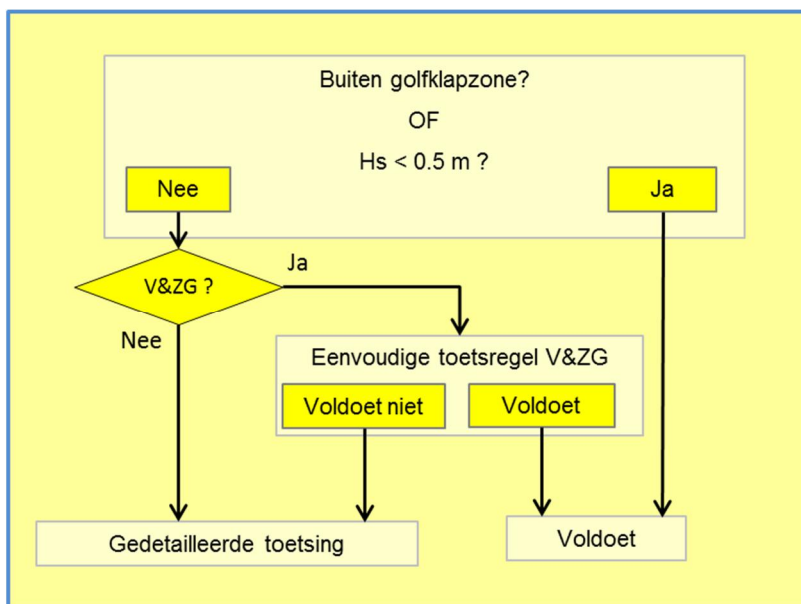
De wijzigingen ten opzichte van VTV 2006 zijn in meer detail benoemd in bijlage 1.

2 Eenvoudige toetsing

Bij de eenvoudige toetsing van asfaltbekledingen wordt geen onderscheid gemaakt in het type asfalt dat aanwezig is, met één uitzondering voor vol en zat gepenetreerde (V&ZG) breuksteen.

2.1 Golfklap (AGK)

Het mechanisme golfklap betreft de vermoeiing van het asfalt door herhaalde mechanische belasting ten gevolge van optredende golfklappen.



Schema 2 Toetsschema eenvoudige toetsing voor asfaltdijkbekleding, faalmechanisme Golfklap

In de eenvoudige toets wordt een relatief strenge eis opgelegd: 'als hieraan voldaan wordt is het zeker goed'. In essentie komt het erop neer dat asfalt dat *niet* of *marginaal* belast wordt door golfklappen in de eenvoudige toets bij voorbaat het stempel 'voldoet' krijgt.

- Als het taluddeel buiten de golfklapzone ligt wordt het asfalt uiteraard *niet* belast door golfklappen. Asfalt 'hoog' op het talud voldoet dus zonder meer, maar deze situatie kan zich ook voordoen bij asfalt heel laag op het talud. De ligging van de golfklapzone wordt gedefinieerd in de schematiseringshandleiding [Hart, 2015a].
- Als de significante golfhoogte $H_s < 0,5$ m noemen we de belasting 'marginaal'. Dit criterium is recent nog eens bevestigd in een expertsessie [Wichman, 2015]. Wanneer de bekleding 'op orde' is (en zoals eerder opgemerkt wordt daar in deze toetsbeschrijving van uitgegaan) is bij deze golfhoogte geen berekening nodig. In de Handreiking Continu Inzicht Asfaltdijkbekledingen [STOWA, 2016] wordt gespecificeerd wat 'op orde' in deze situatie inhoudt.
- Voor de hier beschreven toetsing zijn er samenstellingseisen voor de diverse bekledingstypen. In de Handreiking Dijkbekledingen [RWS-WVL, 2015] staan deze samenstellingseisen (asfaltmengsel, asfaltmastiek), zoals het %bitumen, % vulstof,

steengradering, waarvoor de hier beschreven toetsing geldig is. Het waterbouwsteen uit V&ZG wordt behandeld in [NEN, 2002].

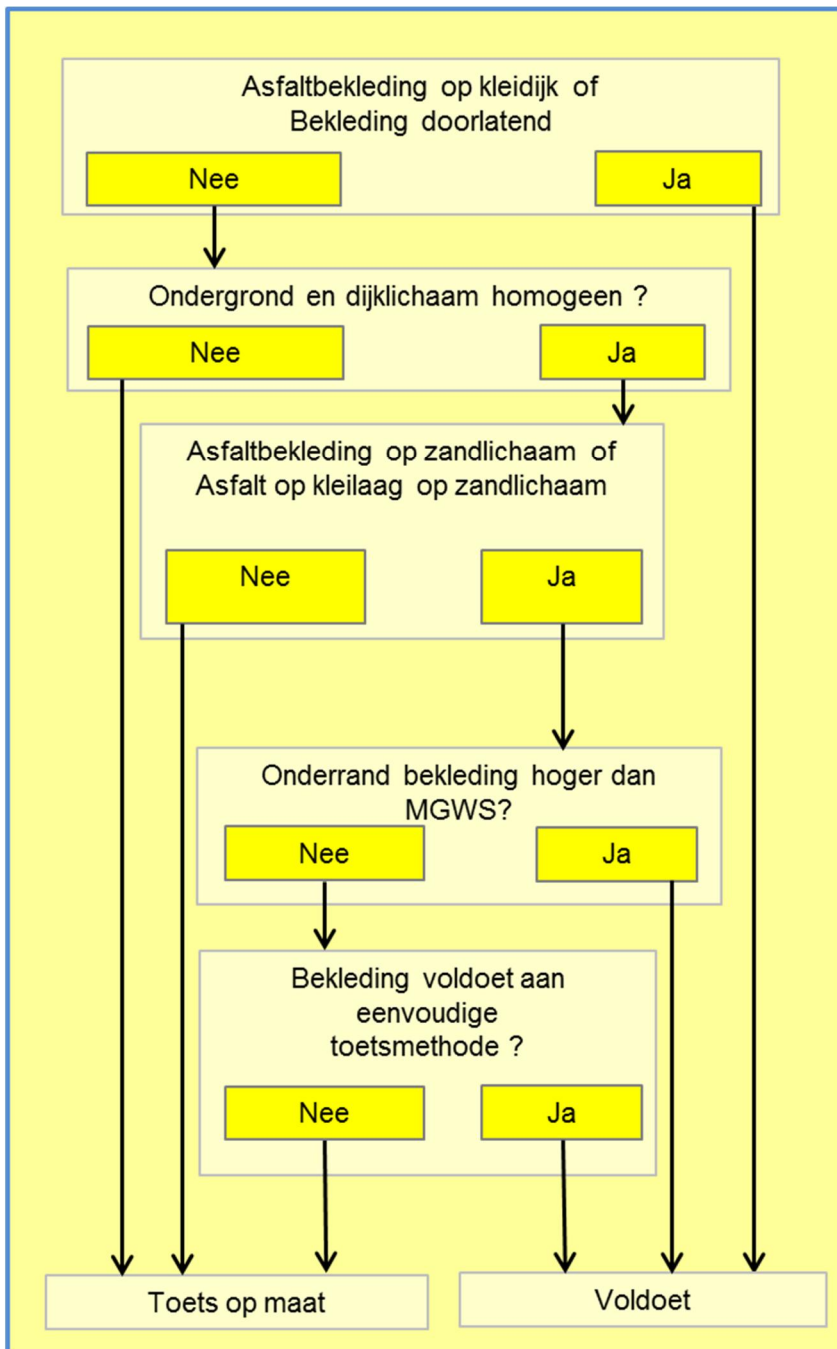
- Specifiek voor het geval van V&ZG breuksteen is nog een tweede stap aanwezig in de eenvoudige toets. Als dit materiaal in een voldoende dikke laag aanwezig is kan deze bekleding met een eenvoudige regel worden goedgekeurd. Als toepassingsvoorwaarde voor deze eenvoudige toets, dient een steensortering van 5 - 40 kg of 10 - 60 kg met een laagdikte van minimaal $1,5 \cdot D_n50$ aanwezig te zijn die voor minstens $2/3$ is gepenetreerd met gietasfalt of asfaltmastiek [NEN, 2002; RAW, 2015]. Een dergelijke constructie zal bij voldoende laagdikte voldoende weerstand bieden tegen golfklappen. Voor andere steensorteringen wordt verwezen naar de toets op maat. Als onder genoemde voorwaarden de laagdikte van het V&ZG breuksteen minimaal $1,5 \cdot D_n50$ is en de significante golfhoogte $H_s < 3m$ voldoet de bekleding.

2.2 Wateroverdruk (AWO)

2.2.1 Voorselectie

De toets op wateroverdruk bestaat uit een vergelijking van de aanwezige met de vereiste laagdikte van de bekleding. De vereiste laagdikte wordt bepaald door het evenwicht tussen de mogelijk optredende opwaartse waterdruk en het eigen gewicht van de bekleding (component loodrecht op het talud). Hiervoor is een eenvoudige rekenmethode ontwikkeld [VTV, 2006] die hier is overgenomen. Dit is dus een continuering van de huidige toetsmethodiek.

De toets begint met een voorselectie op basis van een aantal toepassingsvoorwaarden (zie schema 3):



Schema 3 Toepassingsvoorwaarden en eenvoudige toets AWO.
MGWS staat voor maatgevende grondwaterstand in de dijk

Voor asfaltbekledingen die direct op een kleikern liggen zijn de optredende wateroverdrukken in het algemeen laag. De freatische lijn in het grondlichaam stijgt nauwelijks bij kortdurende hydraulische belastingen, zoals een hoogwater bij zeedijken. Om de bekleding op te drukken moet water kunnen toestromen, wat in een kleidijk nauwelijks zal optreden. Wateroverdruk is dan geen relevant faalmechanisme en de eindscore is direct 'voldoet'.

Wanneer geen sprake is van een kleidijk moet worden bepaald of de eenvoudige rekenmethode toepasbaar is; zo nee, dan is een Toets op maat nodig. De eerste

toepassingsvoorwaarde voor de eenvoudige rekenmethode is dat de ondergrond en het dijklichaam redelijk homogeen zijn. 'Redelijk homogeen' betekent dat er zich geen schijnwaterspiegels mogen kunnen ontwikkelen, door ondoorlatende lagen. Heterogeniteit in de vorm van kleilenzen is vaak geen beletsel, mits deze niet doorlopen. Bij een buitendijkse verzanding (in zand) van een oude kade of dijk van klei ('zandscheg') is de eenvoudige methode niet toepasbaar, evenmin als bij de aanwezigheid van doorgaande, ondoorlatende lagen in de ondiepe ondergrond. De doorlatendheid van het materiaal onder het asfalt mag ook niet veel groter zijn dan zand, zoals bijvoorbeeld bij een (extreem) doorlatende mijnsteenkade onder de bekleding of bij een overlaging van een doorlatende steenzetting.

Het gaat steeds om de waterhuishouding in de dijk. Water stroomt het dijklichaam in vanuit de teenconstructie en mogelijk ook door infiltratie vanuit golfoploop tot boven de bekleding. Het niveau van het water in de dijk ijlt na op de buitenwaterstand. Het mechanisme opdrukken treedt op bij zakkend buitenwater. Er worden drie gevallen onderscheiden:

- De asfaltbekleding is aangelegd op een dijklichaam van zand op een ondergrond van zand. Dit is het meest voorkomende geval en voor deze situatie is de eenvoudige rekenmethode afgeleid.
- Als het vorige geval, maar het asfalt ligt op een kleilaag van beperkte dikte. De wateroverdrukken treden op tegen de onderzijde van de kleilaag. Als onder de kleilaag een kern van zand ligt, is de eenvoudige rekenmethode toepasbaar, waarbij het gewicht van de kleilaag als deel van de toplaag wordt meegerekend.
- De asfaltbekleding (eventueel met onderliggende kleilaag) is aangelegd op een dijklichaam van zand op een ondergrond met een slecht doorlatende deklaag (dikte > 1 meter), waarbij het buitentalud geheel dicht is en aansluit op de deklaag. In dit geval is de freatische lijn uit bijlage 1 uit het Technisch rapport Waterspanningen [TAW, 2004] toe te passen, die dan de maatgevende grondwaterstand (MGWS) is.

De invloed van de doorlatendheid op de wateroverdrukken is mede afhankelijk van de duur van het hoogwater. Meer informatie hierover is gegeven in het Technisch Rapport Asfalt voor Waterkeren [TAW, 2002]. In dit rapport zijn ook de ranges voor de in de onderliggende grondwaterstromingsberekeningen gehanteerde doorlatendheden gegeven.

2.2.2 Eenvoudige rekenmethode

De methode bestaat uit een vergelijking tussen de aanwezige laagdikte (van asfalt + indien aanwezig klei) en de vereiste laagdikte. De vereiste laagdikte is afhankelijk van de dichtheden, taludhelling en het niveauverschil tussen de maatgevende grondwaterstand (MGWS) en de onderkant van de gesloten bekleding. De eenvoudige methode is opgedeeld in een aantal deel-toetsstappen. Per deel-toetsstap nemen de benodigde gegevens en de benodigde toetsinspanning toe. Per stap kan een steeds groter aantal gevallen als 'goed' worden beoordeeld.

De ligging van de maatgevende grondwaterstand (MGWS) in het dijklichaam bepaalt de uitkomst van de toets. Deze volgt uit:

$$MGWS = GWS + f_{MGWS} \cdot (Toetspeil - GWS) \quad (2.1)$$

waarin:

$MGWS$ = de maatgevende grondwaterstand [m + NAP]

f_{MGWS} = factor maatgevende grondwaterstand [-]

Toetspeil = maximale waterpeil behorende bij de normstelling voor het betreffende dijkvak [m + NAP]

GWS = gemiddelde buitenwaterstand [m + NAP]

De waarde voor f_{MGWS} is afhankelijk van het watersysteem (zie tabel 5.2 in de schematiseringshandleiding [Hart, 2015]).

Deelstap 1:

Als de onderzijde van de bekleding boven MGWS ligt, is de score zonder verdere berekeningen 'voldoet'.

De volgende deel-toetsstappen zijn gebaseerd op de evenwichtsbeschouwing tussen wateroverdruk en eigen gewicht van de bekleding. De zone waarin wateroverdrukken kunnen optreden is de zone tussen de maatgevende grondwaterstand (MGWS) in het dijklichaam en de onderrand van de gesloten bekleding. De buitenwaterstand waarbij de overdrukken maximaal zijn (= theoretisch maatgevende buitenwaterstand) ligt meestal midden tussen MGWS en de onderzijde van de gesloten bekleding (zie figuur 2.1 en [RWS-WVL, 2015]).

Het opdruk criterium is het volgende: de bekleding wordt niet opgelicht wanneer

$$d_a + 0,65 \cdot d_{klei} > 0,21 \cdot Q_n \cdot z \cdot \frac{\rho_w}{(\rho_a - \rho_w)} \quad (2.2)$$

Waarin (zie figuur 2.1):

d_a = laagdikte van de (samengestelde) asfaltlaag [m]

d_{klei} = dikte onderliggende kleilaag [m], indien aanwezig.

ρ_a = dichtheid asfalt [kg/m^3]

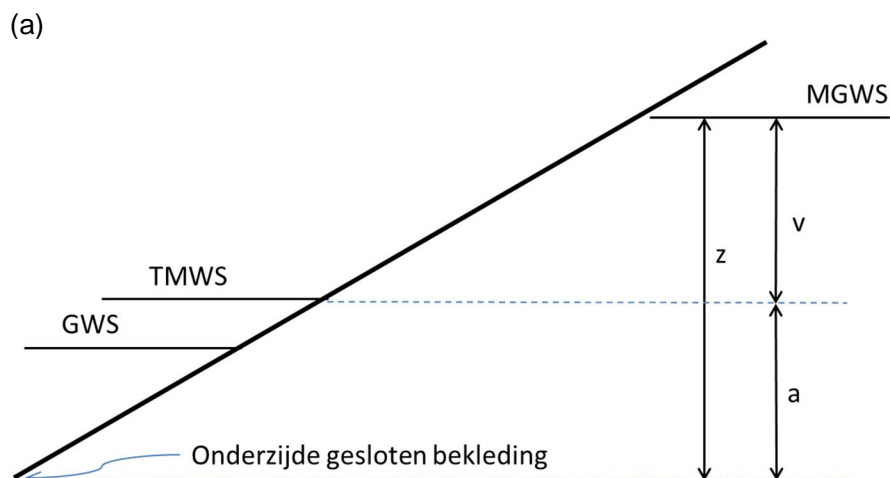
ρ_w = dichtheid water [kg/m^3]

Q_n = factor voor de taludhelling[-], zie formule 2.3.

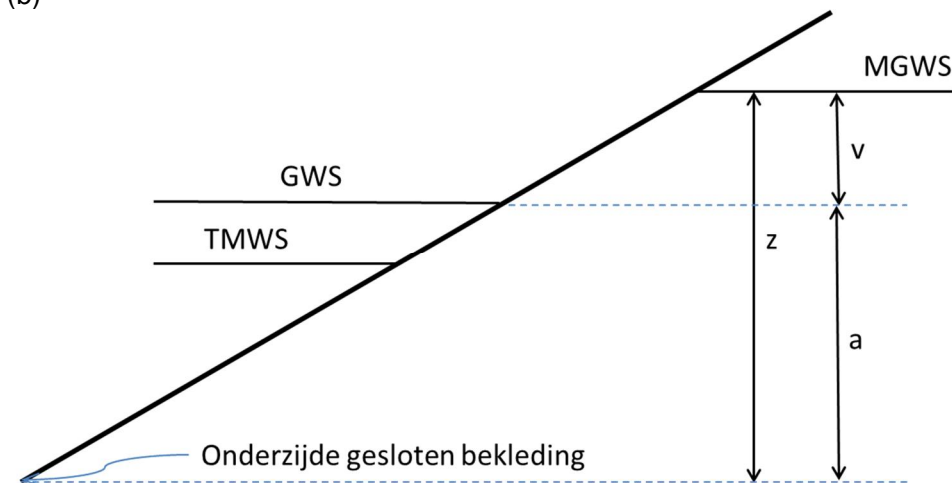
z = hoogteverschil tussen MGWS en onderzijde dichte bekleding ($z = a+v$) [m]

v = de verticaal gemeten afstand van de theoretisch maatgevende buitenwaterstand tot de maatgevende grondwaterstand (MGWS) [m]

a = de verticaal gemeten afstand van de onderrand van de gesloten bekleding tot de theoretisch maatgevende buitenwaterstand [m]



(b)



Figuur 2.1

Definitie a , v en z bij lage (a) en hoge (b) GWS; GWS = gemiddelde buitenwaterstand; TMWS = theoretische maatgevende buitenwaterstand; MGWS = maatgevende grondwaterstand

De taludhelling van de bekleding (α , hoek met de horizontaal) beïnvloedt de weerstand tegen wateroverdruk. Hoe steiler de helling, hoe groter de benodigde laagdikte. Dit is vastgelegd in de factor Q_n waarvoor geldt [VTV, 2006]:

$$Q_n = \frac{0,96}{(\cos(\alpha))^{1,4}} \quad (2.3)$$

De maximaal optredende waterdruk wordt bepaald door z , dat wil zeggen het hoogteverschil tussen MGWS en de onderzijde van de gesloten bekleding. Indien er sprake is van een waterdichte teenconstructie moet daarmee rekening gehouden worden. Dit wordt in de schematiseringshandleiding [Hart, 2015a] uitgewerkt.

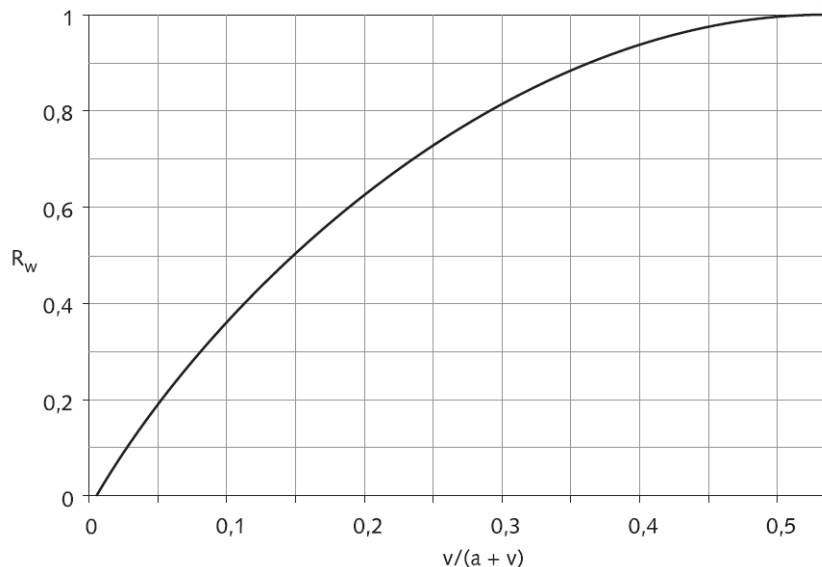
In de situatie dat het asfalt op een kleilaag ligt wordt in vergelijking 2.2 een waarde voor d_{klei} ingevuld. Hoe d_a en d_{klei} bepaald worden staat in de schematiseringshandleiding [Hart, 2015].

Deelstap 2: De bekleding voldoet aan de toets op wateroverdruk als de aanwezige laagdikte in het gehele dwarsprofiel groter is dan de volgens (2.2) benodigde waarde.

Bij het ontwikkelen van de toetsingsregel van deelstap 2 is uitgegaan van de aanname dat de berekende theoretische maatgevende buitenwaterstand (TMWS), waarbij de hoogste overdruk optreedt, hoger ligt dan de gemiddelde buitenwaterstand (GWS, zie figuur 2.1 a). Als de GWS echter hoger ligt dan de berekende theoretische waarde (zie figuur 2.1 b), is de vereiste laagdikte geringer en verdere optimalisatie mogelijk. GWS wordt nu aangehouden als de maatgevende buitenwaterstand, waardoor de verhouding van a en v verandert (zie figuur 2.1 b).

Deze situatie zal zich vooral voordoen als de onderrand van de gesloten bekleding erg laag ligt of schijnbaar erg laag ligt als gevolg van een dichte teenconstructie. In deze situatie zal er een geringere waterdruk onder de bekleding optreden. Om dit in rekening te brengen wordt een reductiefactor R_w toegepast op de benodigde laagdikte.

R_w wordt bepaald uit de kromme van figuur 2.2 [VTV, 2006], aan de hand van de waarden voor a en v (zie figuur 2.1 b).



Figuur 2.2 Reductiefactor R_w voor als de theoretische maatgevende waterstand lager ligt dan de gemiddelde waterstand. R_w wordt 1 als de situatie uit figuur 2.1 (a) wordt benaderd

In plaats van (2.2) is het toetscriterium nu (2.4).

$$d_a + 0,65 \cdot d_{klei} > 0,21 \cdot Q_n \cdot z \cdot R_w \cdot \frac{\rho_w}{(\rho_a - \rho_w)} \quad (2.4)$$

Deeltoetsstap 3 luidt nu: De bekleding voldoet aan de toets op wateroverdruk als de aanwezige laagdikte in het gehele dwarsprofiel groter is dan de volgens (2.4) benodigde waarde.

De wateroverdruk onder de bekleding is maximaal ter plaatse van de maatgevende buitenwaterstand (de theoretische waarde óf de gemiddelde waterstand). Het is echter niet noodzakelijk dat de asfaltdikte die uit vergelijking 2.2 of 2.4 volgt in het gehele dwarsprofiel aanwezig is. Aan de onderkant van de bekleding en ter hoogte van de maatgevende grondwaterstand is geen wateroverdruk aanwezig en mag de dikte – vanuit het oogpunt van opdrukken – in principe gelijk aan nul zijn.

Deze stap vergt een specifieke berekening die alleen in speciale gevallen (met variabele asfaltdikte) wordt toegepast en wordt daarom in de Werkwijze Toets op maat ondergebracht.

Voor het faalmechanisme wateroverdruk AWO is geen gedetailleerde toets ontwikkeld. Wanneer de hierboven beschreven eenvoudige toets niet leidt tot ‘voldoet’ is de volgende stap dus de Toets op maat.

3 Gedetailleerde toetsing

Alleen voor AGK is een gedetailleerde toetsing op semi-probabilistisch niveau uitgewerkt.

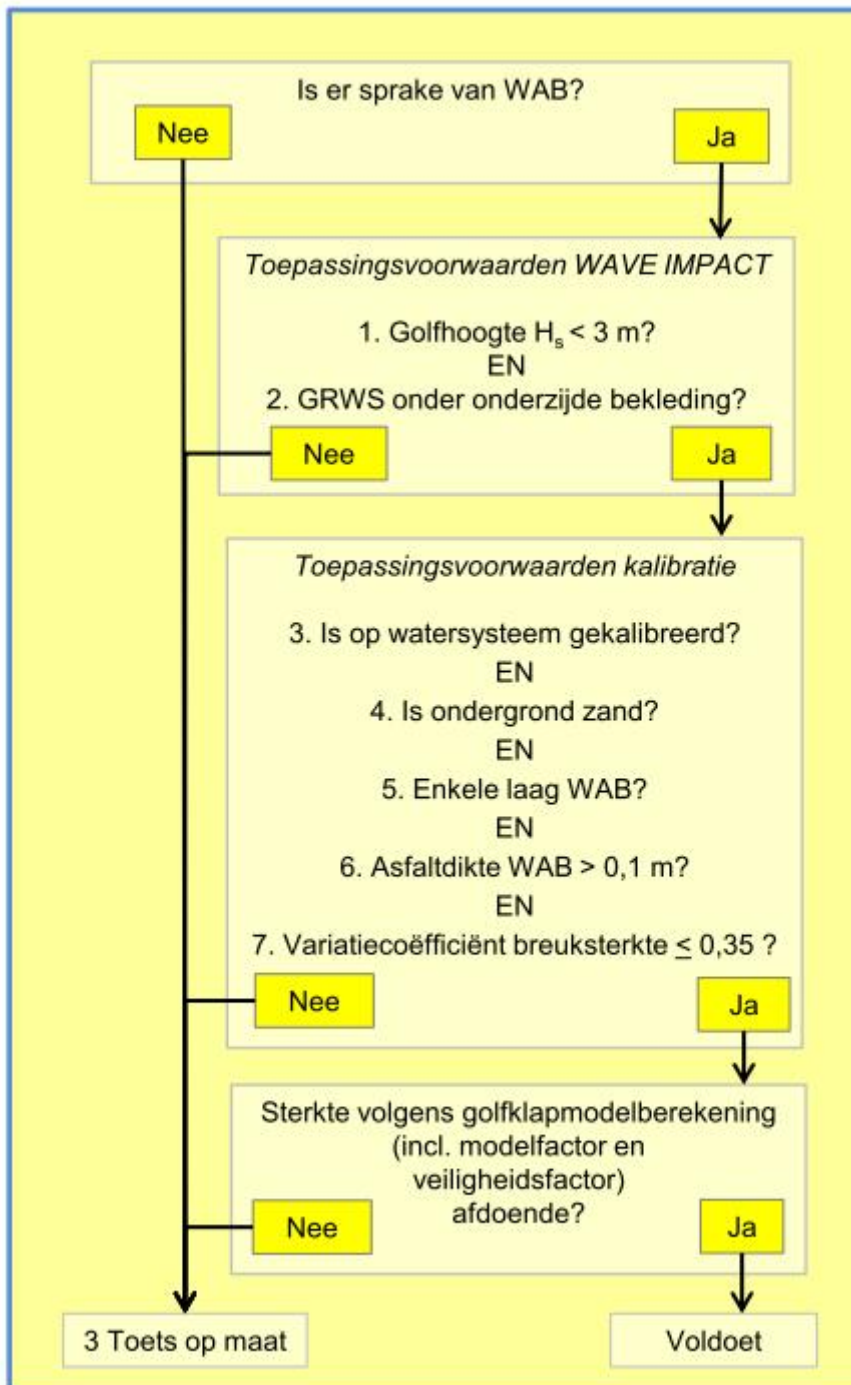
Schema 4 geeft het stroomschema voor de gedetailleerde toetsing. Zoals eerder opgemerkt betreft dit alleen WAB. Alleen voor dat materiaal was voldoende informatie beschikbaar in de vorm van een dataset uit toetsingen, om uit een statistische analyse een veiligheidsfactor af te leiden die toegepast kan worden in de semi-probabilistische aanpak. Voor alle andere materialen leidt niet-goedkeuren in de eenvoudige toets direct naar de Toets op maat.

De gedetailleerde toetsing heeft maar één toetscriterium: blijft de Minersom vermenigvuldigd met de juiste veiligheidsfactor en modelfactor gedurende een maatgevende storm onder 1. Deze Minersom is een maat voor de cumulatieve vermoeiingsschade van het asfalt ten gevolge van de herhaalde golfklappen.

De Minersom (M) wordt berekend in de WAVE IMPACT module die is ingebouwd in Ringtoets. WAVE IMPACT berekent M aan de hand van een opeenvolging van golfklappen die leiden tot het optreden van vermoeiingsscheuren aan de onderzijde van het asfalt. Bij een gegeven golfklapgrootte zal het asfalt scheurtjes gaan vertonen na een zeker aantal (P) klappen. Miner stelt dat iedere golfklap dan $1/P$ bijdraagt aan de Minersom. Een grotere klap – waarvan er minder nodig zijn om het asfalt tot bezwijken te laten komen, zeg aantal Q – geeft een grotere bijdrage, $1/Q$. Alle klappen van alle groottes gedurende een storm samengeteld geven de Minersom M.

In principe is de toetsregel (deterministisch): de asfaltbekleding voldoet als de Minersom $M < 1$ blijft gedurende de maatgevende storm. Gebleken is dat het vereenvoudigde model van de asfaltbekleding en de ondergrond (dijklichaam) dat in WAVE IMPACT is ingebouwd, inclusief de gehanteerde werkwijze bij het bepalen van de parameters, gemiddeld tot een te lage Minersom leidt. Uit onder meer een aantal cases van WAB op zand is afgeleid dat deze Minersom gecorrigeerd moet worden. Daarnaast zijn er nog andere invloedsfactoren beschouwd. Dit heeft geleid tot een correctie op de Minersom met de modelfactor $\gamma_m = 1.77$ [Wichman, 2014a]. Daarbij is de bepalingwijze van de beddingsconstante van de ondergrond inbegrepen. Deze modelfactor wordt voor standaard gebruik ingebouwd in Ringtoets. De methode is gevalideerd met onderzoek in 2014 [Wichman, 2014b].

In Ringtoets is de gedetailleerde toets niet deterministisch maar semi-probabilistisch. Voor een aantal representatieve cases (van dijken met een bekleding van WAB op een zandkern) met parameters uit de gehele range van de in Nederland voorkomende dijken, zijn veiligheidsfactoren afgeleid door middel van volledig probabilistische berekeningen. Deze veiligheidsfactoren zorgen in de semi-probabilistische benadering voor de benodigde veiligheid (bijlage H van [Klerk, 2014]). 90% van het WAB ligt direct op zand en bestaat uit één laag. Daarom is alleen hiervoor de kalibratie uitgevoerd.



Schema 4 Toetschema gedetailleerde toetsing voor asfaltdijkbekleding faalmechanisme Golfklap. GRWS = grondwaterstand in dijklichaam (in deze context)

Allereerst moet er voor toepassing van de semi-probabilistische toetsregel sprake zijn van WAB omdat alleen daarvoor de kalibratie is gedaan. Voor andere soorten asfalt is een Toets op maat nodig.

Om vervolgens met WAVE IMPACT het gedrag onder maatgevende omstandigheden correct te voorspellen, moet het *vermoeiings*gedrag van het asfalt maatgevend zijn, waarbij de

ondergrond als een Winkler veren systeem mag worden beschouwd. De ondergrond mag hierbij niet bezwijken of verweken. Tevens mag hierbij de asfaltlaag niet afschuiven ten gevolge van dwarskrachten. Dit wordt nader toegelicht in de faalmechanisme-beschrijving, waarin de diverse sub-mechanismen voor het geval van belasting door golfklappen worden onderscheiden. De toepassingsvoorwaarden (1) 'Golfhoogte $H_s < 3$ m?' en (2) 'Grondwaterstand onder onderzijde bekleding?' samen met (6) 'is de laagdikte > 10 cm?' waarborgen dat het mechanisme in WAVE IMPACT inderdaad het maatgevende (sub-)faalmechanisme is.

Daarnaast heeft de hierboven genoemde statistische analyse en de daaruit volgende kalibratie van de veiligheidsfactor een beperkt geldigheidsgebied. Dit leidt tot de toepassingsvoorwaarden: (3) 'maakt het watersysteem deel uit van de kalibratie?' (4) 'is de ondergrond zand?', (5) 'is er sprake van een enkele laag WAB?', (6) 'is de laagdikte > 10 cm?' en (7) 'is de variatiecoëfficiënt van de breuksterkte $V \leq 0,35$ '.

ad 1: Golfhoogte $H_s < 3$ m?

Bij extreem grote golfhoogtes leiden golfklappen mogelijk tot grondmechanisch bezwijken van de ondergrond. Die is dan niet meer te beschrijven met een beddingsconstante (Winkler veren systeem) zoals in WAVE IMPACT en het model is dus niet toepasbaar. Bij grotere H_s wordt verwezen naar de Toets op maat. De waarde van H_s wordt geleverd door Ringtoets. De waarde van 3 m is een beperking van het geldigheidsgebied van het rekenmodel Golfklap, die in het verleden door ENW-Techniek is aangegeven, met als onderbouwing dat bij grotere golven andere (sub-)mechanismen maatgevend kunnen zijn [ENW-T, 2009].

ad 2. Grondwaterstand in dijklichaam (GRWS) hoger dan onderrand van de bekleding?

Als onder maatgevende omstandigheden (grond)water achter de asfaltbekleding aanwezig is, dan kunnen golfklappen aanleiding geven tot verwekingsverschijnselen of lokale afschuiving in de onderlaag. Dit leidt tot veel grotere vervormingen en mogelijk tot grondmechanisch bezwijken. WAVE IMPACT is dan niet meer toepasbaar.

In het TR Waterspanningen bij dijken [TAW, 2004], wordt een methodiek beschreven waarmee de ligging van de freatische lijn in de dijk bepaald kan worden. Voor asfaltdijkbekledingen is hierin de variant 'dijk met zandkern' relevant. In de methodiek wordt onderscheid gemaakt tussen een samendrukbare ondergrond en een zand-ondergrond (geval 2A/2B in de TR Waterspanningen Bijlage 1). Het hydraulisch contact tussen buitenwater en het inwendige van de dijk is maatgevend voor hoe hoog het freatisch vlak in de dijk komt te liggen. Bij een gesloten bekleding en een samendrukbare (lees: ondoorlatende) ondergrond wordt in het TR Waterspanningen (bijlage 1, geval 2A) het freatisch vlak direct achter de bekleding verondersteld te liggen op de halve hoogte van het toetspeil t.o.v. de bovenkant van de samendrukbare laag. Bij een doorlatende bekleding en/of een (doorlatende) zandondergrond sluit de freatische lijn in de dijk direct aan op de buitenwaterstand (geval 2B in TR Waterspanningen bijlage 1). Het TR Waterspanningen geeft verder meer gedetailleerde aanwijzingen over de wijze van schematiseren door middel van berekeningen en/of peilbuiswaarnemingen, wat geïllustreerd wordt met een viertal cases.

ad 3: Maakt het watersysteem deel uit van de kalibratie?

Deze vraag is relevant in verband met het bij de kalibratie aangenomen verloop van de waterstand. De kalibratie is uitgevoerd voor de watersystemen Westerschelde/Kust; Waddenzee en IJsselmeer, waarbij voor ieder watersysteem aparte veiligheidsfactoren zijn bepaald. Deze veiligheidsfactoren zijn niet toepasbaar op de dijken langs de Oosterschelde. Het waterpeilverloop en golfcondities zijn daar bij een maatgevende storm wezenlijk anders omdat dan de Stormvloedkering gesloten wordt.

ad 4: Is de ondergrond/ onderlaag zand?

Alleen voor een bekleding van WAB op een ondergrond van zand is er een modelfactor bepaald en een kalibratie van de veiligheidsfactor uitgevoerd. In geval er een onderlaag van zandasfalt onder het WAB aanwezig is, of de ondergrond uit klei of keileem bestaat, of nog anders, dan moet op maat worden getoetst.

ad 5: Is er sprake van een enkele laag WAB?

Als het asfalt uit meerdere lagen bestaat (van in de regel verschillende kwaliteit) is de kalibratie niet geldig en moet op maat worden getoetst. Uitzondering is een samengestelde asfaltbekleding van twee lagen WAB met een goede hechting, die beschouwd kan worden als een enkele laag met een equivalente laagdikte, zie de schematiseringshandleiding [Hart, 2015a].

ad 6: Is de asfaltlaag dikker dan 10 cm?

In uitzonderlijke gevallen is er slechts een dunne schil asfalt aanwezig. De toepassingsvoorwaarde 'Asfaltdikte > 0,1 m?' betreft het feit dat een gangbare WAB bekleding bestaat uit een bepaalde sortering aan granulaat, waaruit een minimaal gewenste laagdikte volgt. Bij een geringere laagdikte is er sprake van 'afwijkend' (lees: 'niet gangbaar') WAB waarvoor de kalibratie niet geldt.

ad 7: Is de variatiecoëfficiënt van de breuksterkte (op peildatum) $V < 0,35$?

Maatgevend voor het vermoeiingsgedrag is de breuksterkte van het asfalt. Deze wordt per dijkvak bepaald aan de hand van laboratoriumonderzoek op boorkernen. De spreiding in deze data (technisch: de variatiecoëfficiënt V , zijnde de standaarddeviatie gedeeld door de gemiddelde waarde) heeft een effect op de te hanteren veiligheidsfactor en is nodig voor de berekening daarvan.

Bij de toetsing wordt V berekend uit de voor het dijkvak gemeten waarden van de breuksterkte (monsternamen en laboratoriumtest). Onder voorwaarden kan gebruik gemaakt worden van eerder ingewonnen gegevens [Hart, 2015a]. Als $V > 0,35$ is de kalibratie niet geldig. Dit betekent dat er in dat geval geen gedetailleerde toetsing kan worden uitgevoerd.

Als $V \leq 0,35$ moeten de breuksterktegegevens nog worden geëxtrapoléerd van de meetdatum naar de (toekomstige!) peildatum, om de afname van de breuksterkte door veroudering in rekening te brengen. Hiervoor is een levensduurmodel ontwikkeld in de vorm van een extrapolatieformule [Telman, 2013]. De formule is gebruikt in de Schematiseringshandleiding [Hart, 2015a]. Voor het meeste asfalt (zoals beproefd rond 2009) is $V \leq 0,35$. Omdat V in de loop van de tijd zal toenemen is deze extrapolatie van de meetdata alleen zinvol als de oorspronkelijke V (ruim) onder de 0,35 ligt.

De veiligheidsfactor voor de semi-probabilistische toetsing is generiek bepaald voor een selectie van geconstrueerde cases waarbij $V = 0,2$ en $V = 0,35$. Bij de toetsing wordt de 'lokale' V per dijkvak bepaald. Door interpolatie tussen $V = 0,2$ en $0,35$ volgt dan de te gebruiken veiligheidsfactor. In het geval dat $V < 0,2$ wordt een (conservatieve) waarde $V = 0,2$ aangehouden. In [Klerk, 2014] wordt deze interpolatie aan de hand van een figuur toegelicht. In [Hart, 2015b] is beschreven hoe deze bepaling van de veiligheidsfactor opgenomen wordt in Ringtoets.

Als $V > 0,35$ is de kalibratie niet meer geldig. Dit betekent dat er in dat geval geen gedetailleerde toetsing kan worden uitgevoerd.

Als aan alle toepassingsvoorwaarden is voldaan kan een berekening met Ringtoets worden uitgevoerd. De benodigde, deels door de gebruiker aan te leveren, invoerparameters voor WAVE-IMPACT zijn gegeven in de schematiseringshandleiding [Hart, 2015a]. De

invoergegevens met betrekking tot de sterkte worden verkregen door metingen in het veld en/of uit proeven in het laboratorium aan boorkernen. In sommige gevallen kan gewerkt worden met default-waarden voor de aan sterkte gerelateerde parameters. Details van het bepalen van de invoerparameters staan beschreven in de schematiseringshandleiding [Hart, 2015a]. Hierin wordt ook beschreven of, en onder welke voorwaarden, datasets uit een vorige toetsronde kunnen worden gebruikt.

In alle gevallen moet de breuksterkte worden geëxtrapoleerd naar de peildatum, om de afname van de breuksterkte ten gevolge van veroudering in rekening te brengen. Voor het updaten van de breuksterktes kan het recent ontwikkelde Levensduurmodel WAB [Telman, 2013] worden gebruikt. De extrapolatieformule is opgenomen in de Schematiseringshandleiding [Hart, 2015a].

In de schematiseringshandleiding staat ook beschreven hoe een indeling in dijkvakken wordt gemaakt en hoe het profiel van het buitentalud moet worden geschematiseerd.

4 Toets op maat

Wanneer de bekleding niet aan de eenvoudige toets voldoet of wanneer bij AGK niet aan de gedetailleerde toets wordt voldaan, wil dat niet zeggen dat de bekleding 'niet voldoet'. De volgende stap om na te gaan of de bekleding voldoet, is de Toets op maat. Een handreiking voor een Toets op maat voor asfaltbekledingen zal worden opgesteld in 2016.

De toepassingsvoorwaarden die gesteld worden aan het uitvoeren van de gedetailleerde toets voor AGK (1 – 7, zie pag. 18) hangen samen met het mogen toepassen van de semi-probabilistische toets. In de Toets op maat hoeft niet altijd aan die randvoorwaarden voldaan te worden, omdat daarbij de uitgevoerde kalibratie niet van toepassing is en een onafhankelijke beschouwing gegeven wordt, waarbij nog steeds een golfklapberekening kan worden uitgevoerd. Bij de Toets op maat kan een volledig probabilistische golfklapberekening worden uitgevoerd (die in Ringtoets niet mogelijk is). Die leidt tot een minder conservatief resultaat en kan alsnog leiden tot een oordeel 'voldoet'. Tevens kan bij de Toets op maat de reststerkte van de asfaltbekleding onderzocht worden. Het gaat hier om het bepalen van de tijd die nodig is voor doorgroei van scheuren en het open gaan staan van deze scheuren. Het toetscriterium 'Minersom = 1' beschrijft het moment van ontstaan van scheurtjes aan de onderzijde van het asfalt, duidelijk vóór het moment dat de bekleding zijn functionaliteit verliest. Scheurdoorgroei vergt de nodige tijd [Ven, 2008].

Voordat besloten wordt tot een Toets op maat, is in de algemene WTI-systematiek een discussiemoment ingelast, waarbij wordt nagegaan of het zinvol is een dergelijke toets uit te voeren. Alternatieven zijn (niet uitputtend):

- De bekleding eerst te repareren/ vernieuwen.
- Een nieuwe dataset te bepalen in plaats van te werken met default waarden of een oude dataset.
- Aangetaste delen van dijk nader te onderzoeken en specifiek hiervoor de parameter waarden te bepalen.

Voor de beoordeling van OSA is een nieuwe werkwijzebeschrijving opgesteld [Looff, 2015] die kan worden gebruikt in de toets op maat. Daarbij moet ook het risico op bezwijken van de ondergrond worden beschouwd, met name als er veel water indringt.

5 Referenties

[Davidse, 2015] Toetsing vol en zat gepenetreerde breuksteen, R. Davidse, 4 maart 2015, notitie KOAC-NPC n150099/advv/rda

[ENW-T, 2009] ENW Werkgroep Techniek, Verslag bespreking 24 april 2009, memo ENW-T 09-18

[Hart, 2015a] Schematiseringshandleiding asfaltbekledingen, R 't Hart, Deltares, in bewerking, te verschijnen 2015).

[Hart, 2015b] Specificatie ten behoeve implementatie GOLFKLAP in Ringtoets, R 't Hart, Deltares, in bewerking, te verschijnen in 2015.

[Klerk, 2014] Calibration of Safety Factors for wave impact on Hydraulic Asphalt Concrete Revetments, W.J. Klerk and W. Kanning, report 1209431-010-ZWS-0002, 1 December 2014

[Looff, 2015] Werkwijzebeschrijving voor het uitvoeren van een geavanceerde toetsing op golfklappen op een bekleding van open steenasfalt, A.K. de Looff en M.P. Davidse, KOAC-NPC rapport e130334101, 9 februari 2015

[NEN, 2002] NEN-EN 13383-1 Waterbouwsteen – deel 1: Specificatie, NNI, juni 2002

[RAW, 2015] Standaard RAW bepalingen 2015, CROW, januari 2015

[RWS-WVL, 2015] Handreiking Dijkbekledingen; Deel 3: asfaltbekledingen (RWS-WVL) (in bewerking, verwacht 2015)

[STOWA, 2016] STOWA/Rijkswaterstaat, Handreiking Continu Inzicht asfaltbekledingen (in bewerking, te verschijnen 2016)

[TAW, 2004] Technisch Rapport Waterspanningen bij dijken, TAW 2004, RWS-DWW publicatie 2004-057

[TAW, 2002] Technisch rapport Asfalt voor Waterkeren, TAW, kenmerk DWW 2003-046, Delft 2002.

[Telman, 2013] Rapport Voorspellingsmodel voor breuksterkte, afhankelijk van leeftijd en holle ruimte; Jan Telman, Q-Consult, 3 december 2013.

[Ven, 2008] Literatuurstudie scheurgroei WAB bekleding; M.F.C. van de Ven, TU Delft, november 2008.

[VTV, 2006] Voorschrift Toetsen op Veiligheid Primaire Waterkeringen, Ministerie V&W, 2007, in het bijzonder katern 8 Bekledingen, hoofdstuk 3 Asfaltbekledingen

[Wichman, 2010] Memo bij Addendum bij TR Asfalt voor Waterkeren, 27 juli 2010, Deltares memo 1202401-000-GE-0014

[Wichman, 2014a] Definition and quantification of a model factor for the WAVE IMPACT model for asphalt on dikes, B. Wichman, Deltares 2014, report 1209437-021-HYE-0006.

[Wichman, 2014b] Validation of WAVE IMPACT assessment based on an analysis of experimental results, B. Wichman, Deltares 2014, report 1209437-021-HYE-0010.

[Wichman, 2015] Verslag Expertsessie toetschema's asfalt AGK, Deltares 26-01-2015, met Saathoff (WVL), Davidse (KOAC-NPC), 't Hart, Wichman en Van Deen (Deltares) (Bijlage 4)

A Wijzigingen ten opzichte van de VTV 2006

Het uitgangspunt voor het opstellen van de stroomschema's in dit document zijn de documenten die ten behoeve van het WTI-2011 zijn opgesteld (uiteindelijk niet uitgebracht). Zie hiervoor 'de oplegnotitie bij Addendum bij Technisch Rapport Asphalt voor Waterkeren ten behoeve van accordering door ENW Techniek', versie juli 2010 [Wichman, 2010].

De volgende wijzigingen zijn aangebracht ten opzichte van het WTI-2011.

AGK - WAB:

- De belangrijkste wijziging is de overgang van de deterministische aanpak met het programma Golfklap naar de semi-probabilistische aanpak met Ringtoets en de daarin opgenomen rekenkern WAVE IMPACT. WAVE IMPACT is qua model identiek aan het oude Golfklap, maar is beter geverifieerd en getest aan benchmarks.
- Voor het bepalen van veiligheidsfactoren voor de semi-probabilistische aanpak is statistisch onderzoek uitgevoerd [Klerk, 2014]. Alleen voor WAB waren hiervoor voldoende gegevens beschikbaar uit toetsingen. Omdat WAB het meeste voorkomt zal toetslaag 2a uitsluitel geven voor een groot deel (orde 50%) van de gevallen (70% van het areaal is WAB, in 70% daarvan is aan de voorwaarden voldaan).
- De gedetailleerde toetsing wordt semi-probabilistisch uitgevoerd. De kalibratie van de veiligheidsfactoren ten behoeve van die semi-probabilistische toets heeft een beperkt geldigheidsgebied. Dat leidt tot een aantal toepassingsvoorwaarden.
- Een aantal onderwerpen zijn overgeheveld naar 'de zorgplicht'. De uitwerking hiervan vindt plaats in de Handreiking Continu Inzicht ([STOWA, 2016] in ontwikkeling).
- De toetsgrafieken voor de eenvoudige toetsing zoals toegepast in VTV 2006 en WTI-2011 (laagdikte vs. golfhoogte) komen te vervallen. Deze waren bedoeld voor jong asphalt (<30 jaar) met goede aanlegkwaliteit. Om onnodig boren en labonderzoek te voorkomen wordt de opening geboden om in deze situatie defaultparameters te gebruiken. Dit wordt beschreven in de schematiseringshandleiding [Hart, 2015a].
- Wanneer de eenvoudige toets de score 'voldoet' oplevert, betekent dit dat we ervanuit mogen gaan dat de bijdrage van dat mechanisme aan de faalkans verwaarloosbaar is ten opzichte van de faalkanseis uit de gedetailleerde toetsing.
- Voortschrijdend inzicht heeft geleid tot de constatering dat het golfklapmodel niet geldig is als het zand onder het asphalt verzadigd is. In dat geval kunnen verwekingsverschijnselen of lokale afschuiving onder het asphalt optreden met grote deformaties in de onderlaag. Daarom is een bovengrens voor de ligging van de freatische lijn in de dijk als toepassingsvoorwaarde toegevoegd.

AGK - V&ZG

De eenvoudige toetsgrafiek voor vol & zat gepenetreerde breuksteen is komen te vervallen. De minimale laagdikte zoals weergegeven in deze grafiek is 15 cm. Er is een nieuwe laagdikte eis opgesteld.

AGK - OSA:

Voor de beoordeling van OSA is een nieuwe werkwijzebeschrijving opgesteld [Looff, 2015] die kan worden gebruikt in de toets op maat. Daarbij moet ook het risico op bezwijken van de ondergrond worden beschouwd, met name als er veel water indringt.

AWO:

Bij de eenvoudige rekenregel is de vierde deelstap weggelaten en naar de Toets op Maat overgebracht. Deze stap is een relatief ingewikkelde berekening die bovendien slechts zelden toepasbaar is. De Toets op Maat is daarom een logischer plek.