

Inspectie Leefomgeving en Transport

Postbus 16191
2500 BD DEN HAAG

VERZONDEN 08 MEI 2018

Leeuwarden, 8 mei 2018
Bijlage(n): diverse

Ons kenmerk: WFN1806263

Cluster Plannen
Uw kenmerk: 148383

Onderwerp:
Indiening beoordeling primaire waterkering, trajecten 6-3 en 6-4

Geachte

Langs deze weg dienen wij bij de Inspectie Leefomgeving en Transport de beoordeling in van de trajecten 6-3 en 6-4, het traject Koehool – Lauwersmeer. De beoordeling van 6-3 betreft een tussentijdse beoordeling van een partieel traject, de beoordeling van 6-4 heeft betrekking op het gehele normtraject.

Het Dagelijks Bestuur van Wetterskip Fryslân heeft deze beoordelingen vastgesteld in de bijeenkomst van 24 april 2018. Op 8 mei zijn de door u voorgestelde wijzigingen in de beoordeling vastgesteld door de dijkgraaf van Wetterskip Fryslân, de heer

In uw (ambtelijke) reactie op de ingediende concept-beoordeling vraagt u het bestuur van Wetterskip Fryslân te informeren over de hoge berekende faalkans van het dijktraject. Naar aanleiding hiervan berichten wij u het volgende.

Het Dagelijks Bestuur van Wetterskip Fryslân is, bij de vaststelling van de beoordeling, geïnformeerd over de uitkomsten van de toepassing van het Wettelijk Beoordelings Instrumentarium (WBI2017). Daarbij is duidelijk geworden dat de berekende hoge faalkans een gevolg is van de rekenmethodiek van het WBI2017. Dit oordeel wordt bepaald door een combinatie van zwakke schakels in een lang traject. De grootste bijdragen aan deze berekende faalkans ligt bij het faalmechanisme Piping (STPH) en Macrostabieliteit Binnenwaarts (STBI).

Volledigheidshalve merken wij hier op dat het Dagelijks Bestuur de berekende faalkans voor de faalmechanismen als niet realistisch beschouwd. Er dient meer duidelijkheid te komen rond deze faalmechanismen en de wijze waarop deze in het WBI2017 worden benaderd en berekend. Met name de waarschijnlijkheid en frequentie van voorkomen in getijdegebied behoeft verbetering. Wij ondernemen stappen om de discussie rond deze aanpassing van het WBI2017 te starten.

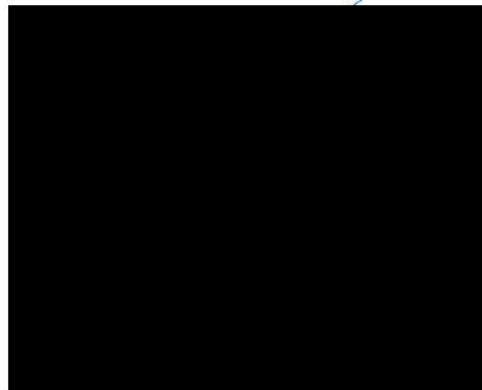
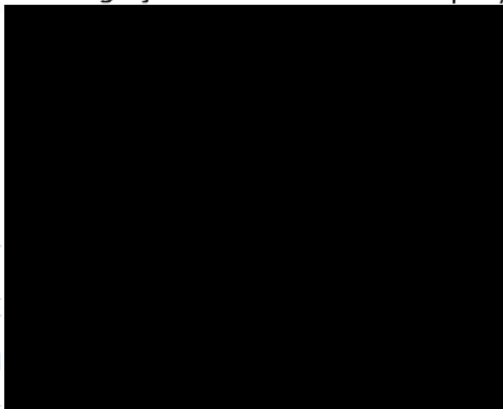
Niettemin onderschrijft het Dagelijks Bestuur de uitkomsten van de beoordeling van het traject Koehool – Lauwersmeer aan de hand van het WBI2017. Na verkregen instemming van de Inspectie Leefomgeving en Transport informeren wij het Algemeen Bestuur over de uitkomsten van deze beoordeling. Daarbij zullen wij expliciet aandacht geven aan de hoge berekende faalkansen van dit dijktraject en de wijze waarop deze in onze visie moeten worden geduid.

Wij verzoeken u nu in te stemmen met de veiligheidsbeoordeling van het traject Koehool – Lauwersmeer. Op basis hiervan dragen wij dit traject voor bij het HWBP-programmabureau, voor de opname ervan in de programmering 2019 – 2023.

Het Dagelijks Bestuur van Wetterskip Fryslân dankt u en uw collega's voor de constructieve wijze waarop de beoordeling van het traject Koehool – Lauwersmeer is begeleid.

Hoogachtend,

het dagelijks bestuur van Wetterskip Fryslân,



EN WAT
DOEN WE
MORGEN
MET
WATER?

Beoordeling Waddenzeedijk Koehool-Lauwersmeer

Rapportage veiligheidsoordeel WBI2017, normtraject 6-4

Wetterskip Fryslân

Project
Opdrachtgever
Datum

Beoordeling Waddenzeedijk Koehool-Lauwersmeer
Wetterskip Fryslân
8 mei 2018, definitief

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Leeswijzer	1
2	BESCHRIJVING NORMRAJECT 6-4	2
3	VEILIGHEIDSOORDEEL TRAJECT 6-4	5
3.1	Werkwijze	5
3.2	Categorieën	6
3.3	Geassembleerd oordeel	7
3.4	Oordeel per toetspoor	8
4	DUIDING VAN HET VEILIGHEIDSOORDEEL 6-4	9
4.1	Duiding toetsoordeel per faalmechanisme	9
4.2	Grootste bijdrage aan veiligheidsoordeel	16
4.3	Invloed van onderhoudstoestand op veiligheidsoordeel	17
4.4	Invloed van bijzondere beoordelingen op veiligheidsoordeel	17
4.5	Ervaringen met deze WBI-beoordeling	17
4.6	Conclusie traject 6-4	18
5	OVERZICHT VAN TE TREFFEN VOORZIENINGEN	19
6	REFERENTIES	20
	Bijlage	Aantal pagina's
I	Resultaat uit assemblage	3
II	Samenhang logboeken met andere bestanden	2
III	Verklaring van gebruikte afkortingen	1

1

INLEIDING

1.1 Aanleiding

Conform de Waterwet brengt de beheerder van een primaire waterkering elke twaalf jaar verslag uit aan de minister van Infrastructuur en Waterstaat over de algemene waterstaatkundige toestand van zijn waterkering. Hiertoe beoordeelt de beheerder zijn dijktrajecten aan de wettelijke normen voor de waterveiligheid aan de hand van de (bij ministeriële regeling vastgestelde) regels voor het bepalen van de hydraulische belasting op de dijk en sterkte van de dijk.

Wetterskip Fryslân is de beheerder van de primaire waterkering van traject 6-4 en vanuit deze rol verantwoordelijk voor de waterveiligheid. Traject 6-4 loopt vanaf Vijfhuizen km 28,55 tot aan de Lauwersmeerdijk km 57,4 en beschermt het noordoostelijke deel van Friesland tegen overstroming vanuit de Waddenzee. In de derde toetsronde is de primaire waterkering deels afgekeurd en deels goedgekeurd (zie H2). Deze afgekeurde delen zijn in 2011 aangemeld bij het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) en vervolgens opgenomen in de HWBP-programmering. Voor het project Koehool - Lauwersmeer voert het waterschap momenteel een verkenning uit. Deze Veiligheidsrapportage 6-4 is opgesteld om na te gaan wat de verbeteropgave is, uitgaande van de nieuwe normering van de waterveiligheid en het WBI2017 (wettelijke beoordelingsinstrumentarium). De peildatum voor deze beoordeling is 31 december 2022.

1.2 Leeswijzer

De voorgaande paragraaf schetst de aanleiding voor dit veiligheidsoordeel. In hoofdstuk 2 is een beschrijving van het traject 6-4 gegeven met daarin een overzicht van eerder uitgevoerde aanpassingen aan de dijk. In hoofdstuk 3 is het resultaat van de kwantitatieve beoordeling tussen Vijfhuizen en de Lauwersmeerdijk gepresenteerd. In hoofdstuk 4 is dit resultaat nader geduid. Het overzicht van de te treffen voorzieningen op basis van deze beoordeling is in hoofdstuk 5 opgenomen. De rapportage wordt afgesloten met de vermelding van de referenties in hoofdstuk 6. De voorliggende rapportage maakt integraal onderdeel uit van een set rapporten en rekenbestanden van de wettelijke beoordeling van de Waddenzeedijk, voor een overzicht zie bijlage II.

2

BESCHRIJVING NORMTRAJECT 6-4

Het normtraject 6-4 bevat de primaire waterkeringen (dijken en kunstwerken) tussen de groene dijk bij Vijfhuizen km 28,55 en Lauwersmeerdijk km 57,4. Het normtraject is in de Waterwet gedefinieerd op basis van de Rijksdriehoekcoördinaten (zie Tabel 2.1).

Tabel 2.1 Rijksdriehoekcoördinaten begrenzings normtraject [ref. 5]

Normtraject	Beginpunt x	Beginpunt y	Eindpunt x	Eindpunt y
6-4	179480	592644	204405	601934

De waterveiligheidsnorm voor normtraject 6-4 is een overstromingskans van 1/3000 per jaar bij de signaleringswaarde en een overstromingskans van 1/1000 per jaar bij de ondergrens. De beoordeling vindt plaats om te bepalen of een waterkering nog voldoet aan de signaleringswaarde. Voldoet de waterkering niet aan de signaleringswaarde dan kan een verbeterwerk plaatsvinden. De afstand tot de ondergrens bepaalt de prioriteit waarmee een verbeterwerk wordt uitgevoerd.

Het normtraject 6-4 begint op de groene dijk bij Vijfhuizen en eindigt bij de Lauwersmeerdijk, daar begint normtraject 6-5. Alle primaire waterkeringen in normtraject 6-4 zijn in beheer bij Wetterskip Fryslân. Het dijkprofiel van deze Waddenzeekeringen tussen de pier van Holwerd en de Lauwersmeerdijk stamt uit 1966-1978, zie Afbeelding 2.1.

Afbeelding 2.1 Normtraject 6-4: tussen Vijfhuizen en Lauwersmeerdijk



Ten westen van de pier van Holwerd heeft de planvorming over het te kiezen tracé destijds langer geduurd en zijn de profielen daardoor later aangepast. De dijk net ten westen van de pier van Holwerd is in 1984 verbeterd en de brede groene dijk ten westen daarvan is tussen 1990 en 1993 gerealiseerd. Met deze dijkverbeteringen voldeed de primaire waterkering aan de eisen die gesteld werden sinds de watersnoodramp van 1953.

De ontwerpduur bij de aanleg van de primaire waterkeringen was 50 jaar voor een dijk van grond. Dit betekent dat het deel van deze primaire waterkeringen ten oosten van de pier van Holwerd in deze beoordelingsperiode op of nabij de ontwerpduur van z'n profiel zit.

Bij km 28,55 wordt momenteel het nieuwe gemaal Vijfhuizen gerealiseerd (het sterretje in afbeelding 2.2). Dit is een nieuw gemaal dat via een uitwateringskanaal door het buitendijkse gebied zoet water vanuit het achterliggende gebied afvoert. Dit gemaal is ontworpen volgens het OI2014 v4.

Uitkomsten voorgaande beoordelingen

Onder de oude normering heette beoordelen nog toetsen. In de derde toetsronde (afgerond in 2011) is bij 60% van de Friese Waddenzeedijken op ten minste één faalmechanisme geconstateerd dat er een aanpassing van de dijk nodig was. Veelal waren de steenbekledingen onderin het talud de reden voor afkeur. De afgetoetste trajecten zijn in afbeelding 2.2 aangegeven met de donkerblauwe kleur. De afgetoetste trajecten zijn aangemeld bij het Hoogwaterbeschermingsprogramma en inmiddels opgenomen in project Koehool-Lauwersmeerdijk. Voor het project Koehool-Lauwersmeerdijk is inmiddels gestart met de verkenningsfase. Deze beoordeling is uitgevoerd om na te gaan of de lichtblauwe deeltrajecten op de strekking tussen Koehool en Vijfhuizen voldoen, wanneer deze trajecten beoordeeld worden conform het nieuwe WBI2017. Voldoen deze strekkingen niet dan kunnen deze worden meegenomen in één project, waarmee niet op korte termijn verdere dijkverbetering nodig is binnen hetzelfde traject.

Afbeelding 2.2 Overzicht normtraject 6-4. In het donkerblauw de dijkvakken die zijn afgekeurd in de derde toetsronde en in het lichtblauw de dijkvakken die zijn goedgekeurd in de derde toetsronde



Tabel 2.2 Deeltrajecten normtraject 6-4

Van [km]	Tot [km]	Oordeel derde toetsronde
28,55	29,30	afgekeurd tijdens de derde toetsronde
29,30	38,30	goedgekeurd tijdens de derde toetsronde

38,30	40,60	afgekeurd tijdens de derde toetsronde
40,60	40,70	goedgekeurd tijdens de derde toetsronde
40,70	42,90	afgekeurd tijdens de derde toetsronde
42,90	46,05	goedgekeurd tijdens de derde toetsronde
46,05	49,85	afgekeurd tijdens de derde toetsronde
49,85	53,65	goedgekeurd tijdens de derde toetsronde
53,65	53,70	afgekeurd tijdens de derde toetsronde
53,70	54,10	goedgekeurd tijdens de derde toetsronde
54,10	54,20	afgekeurd tijdens de derde toetsronde
54,20	55,10	goedgekeurd tijdens de derde toetsronde
55,10	55,15	afgekeurd tijdens de derde toetsronde
55,15	55,30	goedgekeurd tijdens de derde toetsronde
55,30	57,40	afgekeurd tijdens de derde toetsronde

In de veiligheidsanalyse van traject 6-4 zijn alle strekkingen ongeacht of deze goed- of afgekeurd zijn in de derde toetsronde beoordeeld met de nieuwe norm en het wettelijk beoordelingsinstrumentarium 2017. Binnen de verkenning van het lopende HWBP project Koehool - Lauwersmeer moet voor de strekkingen die in de derde toetsronde zijn afgekeurd een veiligheidsanalyse plaatsvinden met het WBI2017 om een eventuele wijziging van de veiligheidsopgave inzichtelijk te maken. De in de derde toetsronde goedgekeurde strekkingen zijn ook door WF beoordeeld met het WBI2017, zodat eventueel afgekeurde strekkingen kunnen worden toegevoegd aan de scope van het lopende HWBP-project. Om geen versnipperd beeld te krijgen en efficiënter te werken zijn beide taken in technische zin samengevoegd, resulterend in een WBI-beoordeling van de gehele primaire kering tussen Koehool en Lauwersmeer.

3

VEILIGHEIDSOORDEEL TRAJECT 6-4

3.1 Werkwijze

De primaire waterkering is beoordeeld conform het WBI2017 dat op 1 januari 2017 van kracht is geworden. De peildatum voor de beoordeling is 31 december 2022.

Het algemene filter op trajectniveau en op vakniveau is niet van toepassing in normtraject 6-4. De beoordeling van normtraject 6-4 is dus voortgezet volgens de beoordelingsprocedure van het WBI2017. De beoordelingsprocedure bestaat uit vier verschillende toetsen:

- eenvoudige toets: per vak en per toetsspoor;
- gedetailleerde toets per vak en per toetsspoor;
- gedetailleerde toets per traject (deze is nog niet beschikbaar en in deze beoordeling niet gebruikt);
- toets op maat.

Onderdeel van de toets op maat kan een onderbouwd beheerdersoordeel zijn. Per faalmechanisme is de analyse doorgezet totdat één van de onderstaande stopcriteria is bereikt. De analyses per faalmechanisme staan beschreven in de afzonderlijke logboeken.

In Bijlage I van het WBI [ref. 2] is een aantal criteria opgenomen op basis waarvan de beheerder kan beslissen om de beoordeling te beëindigen.

Op het niveau van de afzonderlijke faalmechanismes zijn de volgende stopcriteria aangehouden:

- (1) De waterkering voldoet voor het faalmechanisme aan de norm (signaleringswaarde) en de beheerder kan onderbouwen dat het uitvoeren van nadere analyses niet tot een aanpassing van het toetsoordeel (andere categorie) leidt.
- (2) De waterkering is - indien beschikbaar - minimaal beoordeeld via de eenvoudige toets en indien nodig en beschikbaar met de gedetailleerde toets op vakniveau. De beoordeling is van grof naar fijn uitgevoerd. Dit houdt in dat de beoordeling met conservatieve uitgangspunten is gestart. De uitgangspunten zijn per beoordelingscyclus aangescherpt indien het oordeel daartoe aanleiding gaf. De beoordeling is beëindigd als:
 - (2.1) De beheerder kan onderbouwen dat het uitvoeren van nadere analyses niet tot een aanpassing van het toetsoordeel (andere categorie) leidt. De onderbouwing toont dan aan dat een aanscherping van de invoerparameters niet leidt tot een ander toetsoordeel.
 - (2.2) Met een kosten-batenanalyse is aangetoond dat het aanscherpen van het toetsoordeel niet kosteneffectief is ten opzichte van het uitvoeren van een herstel- of verbetermaatregel.

Nadat voor elk faalmechanisme het stopcriterium is bereikt, wordt de assemblage uitgevoerd. Aan het hand van de resultaten van het assemblageproces stelt de beheerder vervolgens het veiligheidsoordeel op over het traject.

Het veiligheidsoordeel wordt uitgedrukt in verschillende categorieën. De categorieën geven inzicht in de mate waarin het dijktraject wel of niet aan de norm voldoet.

3.2 Categorieën

Het WBI maakt onderscheid tussen vijf categorieën voor het uitdrukken van het veiligheidsoordeel. Deze categorieën zijn gegeven in tabel 3.1. Het veiligheidsoordeel is het totale eindoordeel per traject, het toetsoordeel is het onderliggende oordeel per faalmechanisme per traject of vak.

Tabel 3.1 Overzicht van categorieën waarin het veiligheidsoordeel wordt uitgedrukt [ref. 2]

Categorie	Aanduiding categorie veiligheidsoordeel
A+	Overstromingskans van het dijktraject is veel kleiner dan de signaleringswaarde. <i>Dijktraject voldoet ruim aan de signaleringswaarde.</i>
A	Overstromingskans van het dijktraject is kleiner dan de signaleringswaarde. <i>Dijktraject voldoet aan de signaleringswaarde.</i>
B	Overstromingskans van het dijktraject is groter dan de signaleringswaarde, maar kleiner dan ondergrens. <i>Dijktraject voldoet aan de ondergrens, maar niet aan de signaleringswaarde.</i>
C	Overstromingskans van het dijktraject is groter dan de signaleringswaarde en de ondergrens. <i>Dijktraject voldoet niet aan de signaleringswaarde en ook niet aan de ondergrens</i>
D	Overstromingskans het dijktraject is veel groter dan de signaleringswaarde en de ondergrens. <i>Dijktraject voldoet ruim niet aan de signaleringswaarde en aan de ondergrens.</i>

In het assemblageprotocol [ref. 6] staat uitgelegd hoe de vertaling van toetsing per vak en per faalmechanisme naar het veiligheidsoordeel voor het gehele normtraject wordt gemaakt. Ook staat beschreven hoe de verschillende type toetsingen van de groepen toetssporen aan elkaar worden gerelateerd. Naast de categorieën voor het veiligheidsoordeel zijn categorieën per toetsspoor en per vak geïntroduceerd (Tabel 3.2). Het subscript 'v' of 't' bij de categorisering van de beoordeling per toetsspoor duidt op 'vak' of 'traject'.

Toetsoordeel in logboeken

In de logboeken is conform het WBI de naamgeving van de toetsoordelen (I_v t/m IV_v) gehanteerd.

Het toetsoordeel in categorie IV heeft geen corresponderende categorie van het veiligheidsoordeel volgens de categorieën A, B, C of D (zie ook [ref. 6]). Dit komt omdat de categorieën I-III alleen op basis van grenswaarden per vak zijn ingedeeld, terwijl de categorieën V en VI op basis van grenswaarden op trajectniveau zijn ingedeeld. Een dijkvak of doorsnede valt in categorie IV, als niet wordt voldaan aan de ondergrens per vak/doorsnede, maar wel aan de ondergrens bij norm van het gehele dijktraject. [ref. 6]. Het toetsoordeel IV is alleen mogelijk voor de toetssporen waarbij de gedetailleerde toets per vak met een probabilistische analyse wordt uitgevoerd, of met een semi-probabilistische analyse en waarvoor op basis van de berekende veiligheidsfactor een afstand tot de norm bepaald kan worden [ref. 6].

Tabel 3.2 Categorieën per toetsspoor per traject

Categorie toetsspoor	Toelichting
I_t	voldoet op basis van de eenvoudige toets; voldoet ruim aan de signaleringswaarde ($1/30 * \text{norm}$ signaleringswaarde)
II_t	voldoet aan de signaleringswaarde
III_t	voldoet niet aan de signaleringswaarde maar voldoet wel aan de ondergrens
IV_t	voldoet mogelijk aan de ondergrens en/of aan de signaleringswaarde

Categorie toetsspoor	Toelichting
V _t	voldoet niet aan de signaleringswaarde en niet aan de ondergrens
VI _t	voldoet ruim niet aan de ondergrens (30 * norm ondergrens)

De toetssporen zijn ingedeeld in groepen op basis van het type toetsing (zie Tabel 3.3). De tabel met toelichting op de gebruikte afkortingen staat in bijlage III.

Tabel 3.3 Overzicht van de groepering van toetssporen [ref. 6]

Groep	Toetssporen ¹	Omschrijving
1	GEKB, HTKW, BSKW, STKWp	Toetssporen waarbij de gedetailleerde toets per vak met een probabilistische analyse wordt uitgevoerd.
2	STBI, STPH	Toetssporen waarbij in de gedetailleerde toets per vak een semi-probabilistische analyse wordt uitgevoerd en waarvoor op basis van de berekende veiligheidsfactor een afstand tot de norm bepaald kan worden.
3	AGK, GEBU, ZST	Toetssporen waarbij in de gedetailleerde toets per vak een semi-probabilistische analyse wordt uitgevoerd en waarvoor op basis van de berekende veiligheidsfactor <i>geen</i> afstand tot de norm bepaald kan worden.
4	STMI, AWO, GABU, GABI, PKW	Toetssporen waarvoor geen probabilistische berekening of semi-probabilistische berekening met veiligheidsfactoren die voor WBI2017 zijn afgeleid beschikbaar zijn.
5	STBU, NWO	Toetssporen die de beoordeling van indirecte toetssporen beschrijven. Een indirect toetsspoor is een toetsspoor dat niet direct leidt tot falen van de waterkering, maar de kans op falen door een direct toetsspoor vergroot.

De categorieën per toetsspoor zijn gekoppeld aan faalkansen. Zoals uit tabel 3.3 blijkt is van het grootste deel van de relevante toetssporen geen analyse beschikbaar waarbij een afstand tot de norm bepaald kan worden.

Voor de toetssporen in groep 1 zijn de faalkansen te berekenen. Bij het assembleren is uitgegaan van de bepaalde faalkansen bij signaleringswaarde. Voor toetssporen in groep 2 geldt dat de berekende faalkansen bij signaleringswaarde niet gelijk zijn aan de faalkansen zoals berekend bij ondergrens. In de logboeken is afstand tot de norm en daarmee de categorisering gebaseerd op zowel de berekende faalkansen bij signaleringswaarde als bij ondergrens.

Voor de toetssporen in groepen 3 en 4 is het onderscheid tussen 'voldoet' en 'voldoet ruim' en 'voldoet niet' en 'voldoet ruim niet' gemaakt op basis van een analyse van het effect van veel zwaardere (1/30x) of lichtere (30x) hydraulische belasting op de beoordeling, omdat er nog geen faalkansen te berekenen is. Het toetsoordeel IVv is in ieder geval tot 2019 uitgesloten voor de faalmechanismen in de groepen 3 tot en met 5 uit 3.3 [ref. 6]. Hierdoor zijn op vak- en trajectniveau alleen de oordelen I, II, III, V en VI toe te kennen aan de faalmechanismen uit deze groepen. Het oordeel IVv is hierbij gelijkgesteld aan Vv. Voorgenoemde analyse van het effect van veel zwaardere of lichtere hydraulische belasting op de beoordeling verschilt per faalmechanisme. In de betreffende logboeken is deze analyse toegelicht.

3.3 Geassembleerd oordeel

In de beoordeling is de waterkering per toetsspoor en per vak getoetst. Bij de assemblage zijn alle vakoordelen per toetsspoor vertaald naar trajectoordelen per toetsspoor, waarna de trajectoordelen per toetsspoor verdeeld zijn tot een trajectoordeel voor de toetssporen in de groepen 1 en 2 en in de groepen 3 en 4 (Tabel 3). Deze groepsoordelen zijn tot slot gecombineerd tot een veiligheidsoordeel voor het gehele traject. De indirecte toetssporen (groep 5) zijn niet meegenomen in de assemblage. Tabel 3.2 toont de

¹ Alleen de voor deze beoordeling relevante toetssporen worden genoemd.

trajectoordelen voor de groepen 1 en 2, groepen 3 en 4 en het veiligheidsoordeel. In hoofdstuk 4 volgt een verdere duiding van het oordeel.

Tabel 3.2 Oordeel traject 6-4 voor de groepen 1 en 2, groepen 3 en 4 en het veiligheidsoordeel

Traject	Groep 1 en 2		Groep 3 en 4	Veiligheidsoordeel
	Categorie	Benaderde faalkans		
traject 6-4	D	$5,03 \times 10^{-1}$	D	D

3.4 Oordeel per toetsspoor

Tabel 3.3 toont het gecombineerde toetsoordeel per toetsspoor waarop het veiligheidsoordeel is gebaseerd. Deze tabel is overgenomen uit het assemblageresultaat. Het toetsresultaat van de indirecte toetssporen NWO's (niet meegenomen) en Voorland zijn niet gepresenteerd, omdat deze niet meetellen in het veiligheidsoordeel.

Tabel 3.3 Gecombineerd toetsoordeel bij signaleringwaarde per toetsspoor van traject 6-4 km 28,55 – 57,4

Toetsspoor	Code	Groep	Categorie	Benaderde faalkans
Macrostabieliteit binnenwaarts	STBI	2	Vlt	2,60E-01
Macrostabieliteit buitenwaarts ¹	STBU	4	Vt	-
Piping	STPH	2	Vlt	3,28E-01
Microstabieliteit	STMI	4	Ilt	-
Golfklappen op asfaltbekleding	AGK	3	Vt	-
Wateroverdruk bij asfaltbekleding	AWO	4	It	-
Grasbekleding erosie buitentalud	GEBU	3	Vt	-
Grasbekleding afschuiven buitentalud	GABU	4	Ilt	-
Grasbekleding erosie kruin en binnentalud	GEKB	1	Ilt	1,85E-05
Grasbekleding afschuiven binnentalud	GABI	4	Vt	-
Stabiliteit steenzetting	ZST	3	Vlt	-
Hoogte kunstwerk	HTKW	1	It	verwaarloosbaar
Betrouwbaarheid sluiting kunstwerk	BSKW	1	It	verwaarloosbaar
Piping bij kunstwerk	PKW	4	It	verwaarloosbaar
Sterkte en stabiliteit puntconstructies	STKWp	1	It	verwaarloosbaar

¹ STBU is een indirect toetsspoor, maar in WBI2017 nog niet als indirect toetsspoor uitgewerkt. De uitwerking is gelijk aan de vorige toetsronde en kan vergeleken worden met toetsspoorgroep 4 zonder toegewezen faalkansfactor (uit: Assemblagetool WBI2017 v.1.0.1.0).

4

DUIDING VAN HET VEILIGHEIDSOORDEEL 6-4

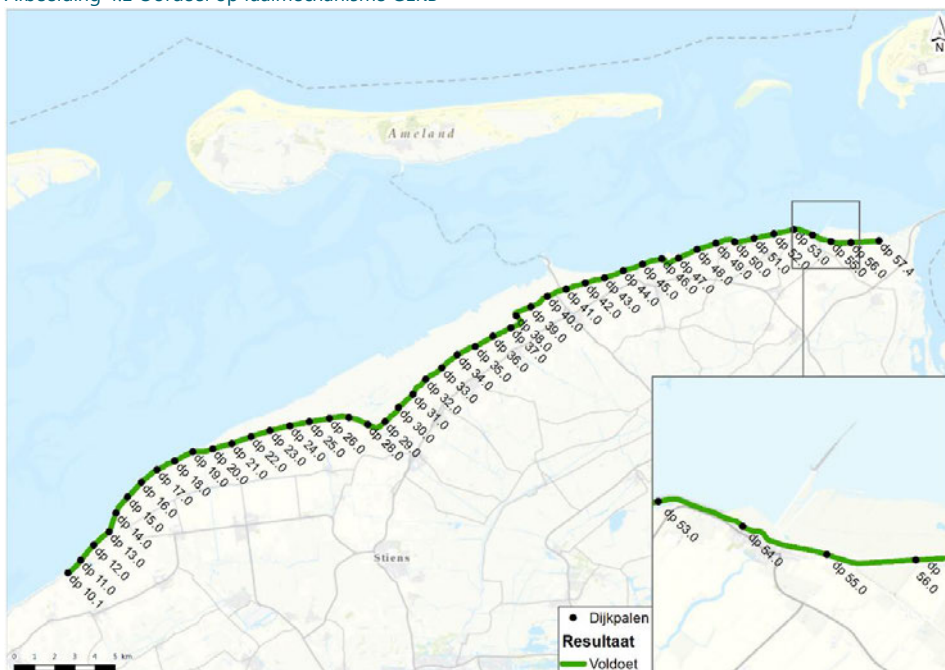
4.1 Duiding toetsoordeel per faalmechanisme

Het veiligheidsoordeel van het gehele traject is opgebouwd uit de verschillende toetsoordeelen per faalmechanisme. In dit hoofdstuk is uitgewerkt welke toetssporen of dijkvakken de grootste bijdrage leveren aan het veiligheidsoordeel. Dit betreft een nadere uitwerking van de toetsoordeel per traject uit Tabel 3.3. Onderstaand worden per faalmechanisme de resultaten van de toetsing geduid. Om een ruimtelijk beeld te geven is per faalmechanisme een kaartje opgenomen met het oordeel 'voldoet' of 'voldoet niet' aan de signaleringswaarde. De tekstuele toelichting is gericht op het traject 6-4 (km 28,55 – km 57,40).

Kruinhoogte en overslag (GEKB)

Op het gedeelte tussen Koehool - Lauwersmeer bedraagt de gemiddelde kruinhoogte N.A.P. +8,49 m. Deze hoogte is voldoende om te grote hoeveelheden golfoverslag te voorkomen (oordeel Iv of Iiv). De gehele strekking (inclusief het traject 6-4 tussen Vijfhuizen en de Lauwersmeerdijk) voldoet aan de signaleringswaarde op het spoor GEKB (zie Afbeelding 4.1).

Afbeelding 4.1 Oordeel op faalmechanisme GEKB

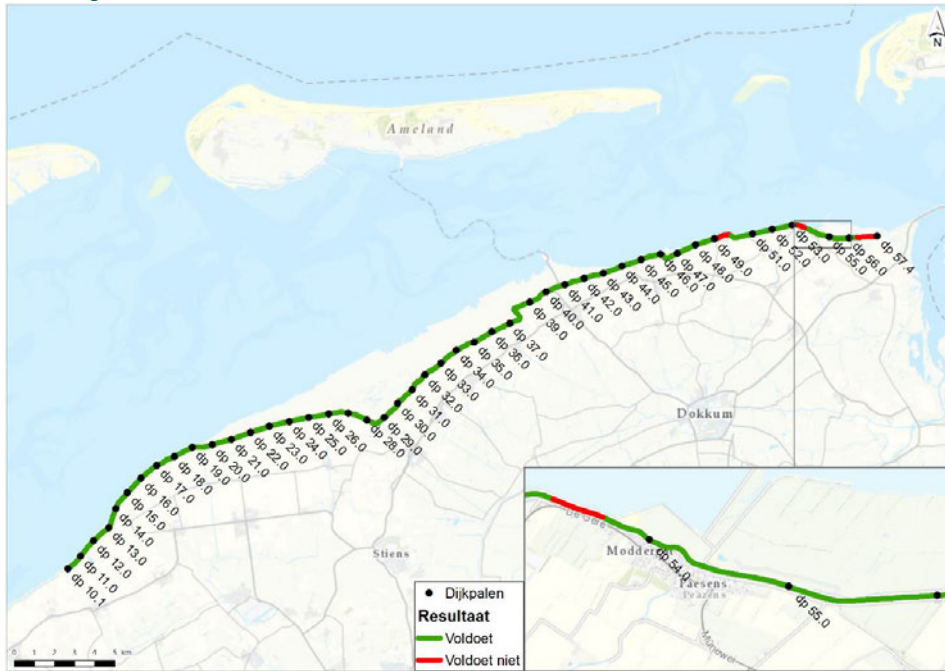


Microstabiliteit (STMI) of grasbekleding afschuiven binnentalud (GABI)

Bij een overslagdebiet dat bij de norm groter is dan 0,1 l/s/m kunnen de waterspanningen in de dijk extra snel stijgen. De toename van waterspanningen als gevolg van golfoverslag moet worden meegenomen in de beoordeling van de stabiliteit van de bekleding op het binnentalud. Deze controle hoeft in het kader van het WBI2017 maar één keer te gebeuren. Daarom wordt bij een overslagdebiet kleiner of gelijk aan 0,1 l/s/m alleen de controle op STMI uitgevoerd en wordt bij een overslagdebiet groter dan 0,1 l/s/m alleen het faalmechanisme GABI gecontroleerd.

Op basis van de eenvoudige toets voldoet 50,1 – 53,3 ruim aan de signaleringswaarde (oordeel Iv). De optredende overslag voor traject 6-4 is bij het grootste deel van traject 6-4 lager dan 0,1 l/m/s. Daarmee is het oordeel GABI dus niet van toepassing, er treedt immers nauwelijks tot geen golfoverslag op. Uit de analyse blijkt dat STMI daar overal ook voldoet (oordeel Iv). Bij Wierum (km 49,00-49,85), Moddergat (km 53,30-53,65) en op een deel van de strekking Langgrousterwei (km 56,40-57,40) is de golfoverslag groter dan 0,1 l/m/s, voor deze strekkingen is het faalmechanisme grasbekleding afschuiven binnentalud (GABI) gecontroleerd. Uit de analyse blijkt dat deze drie locaties niet voldoen aan de signaleringswaarde. Bij een nadere analyse ten aanzien van de ondergrens voldoen deze strekkingen wel aan de ondergrens (zie logboek). Dit klopt met het beeld dat op deze locaties maar net een beetje meer water over de dijk komt dan 0,1 l/m/s. Het is echter in de assemblagetool alleen mogelijk om voldoet of voldoet niet in te vullen. Om recht te doen aan het niet voldoen aan de signaleringswaarde is in de assemblage tool voldoet niet (VN) ingevuld, hetgeen automatisch leidt tot het oordeel Vv (zie Afbeelding 4.2).

Afbeelding 4.2 Oordeel faalmechanisme STMI/GABI

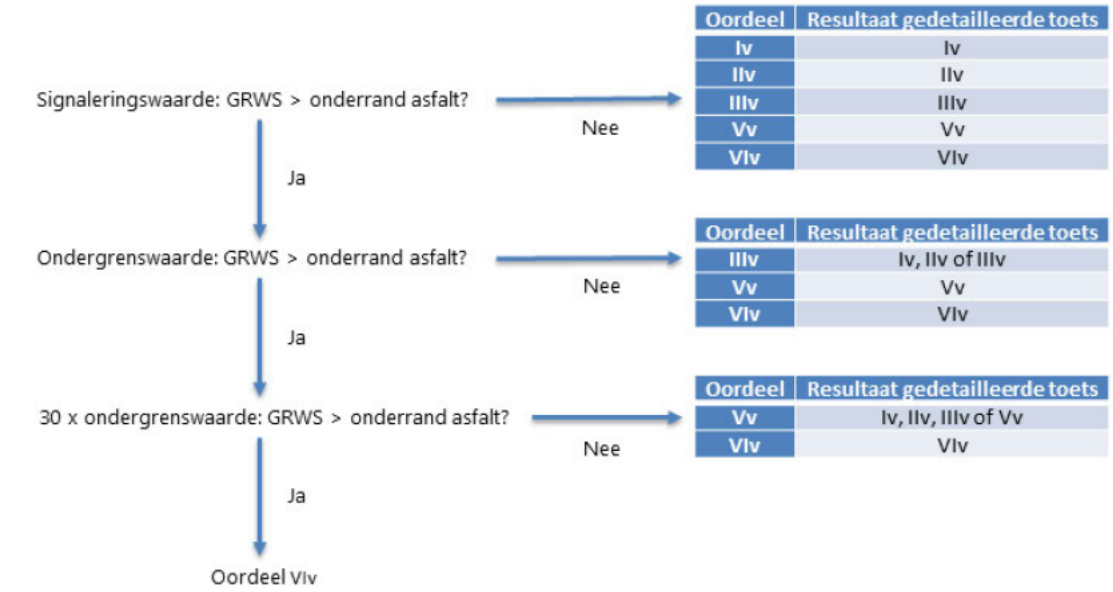


Asfalt golfklap (AGK)

Bij dit faalmechanisme wordt nagegaan of het asfalt sterk genoeg is om de belasting van golfklappen onder maatgevende omstandigheden te weerstaan. Bij dit oordeel speelt een rol of de grondwaterstand in de waterkering onder het asfalt aanwezig is. Uit de gelijktijdig met deze beoordeling uitgevoerde proeven in de Deltagoot met asfalt van de Lauwersmeerdijk, is gebleken dat de combinatie van golfklappen en de aanwezigheid van een hoge waterstand onder de asfaltbekleding inderdaad tot eerder falen van de asfaltbekleding leidt. Dit is de aanleiding om tot een gecombineerd oordeel te komen (zie afbeelding op volgende bladzijde). Als de grondwaterstand (GRWS) boven de onderrand asfalt staat kan de primaire waterkering in de Toets op maat niet als voldoende worden beoordeeld. Indien er geen grondwater onder het asfalt aanwezig is, dan is de gedetailleerde toets weer van toepassing.

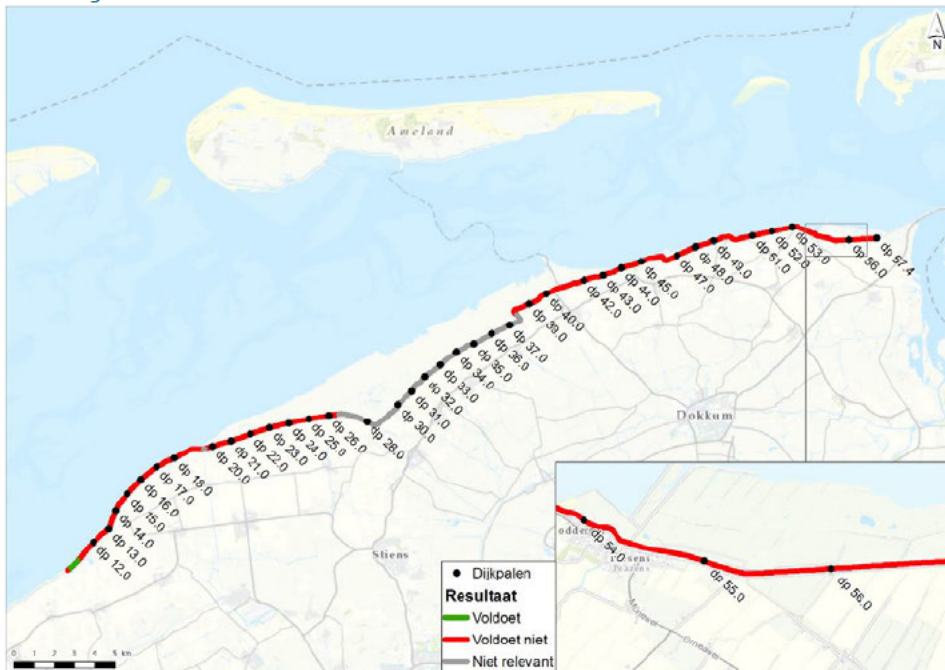
Dit is bij de signaleringswaarde het geval daarom wordt doorgeslagen met de stap of bij de ondergrens het grondwater boven de onderrand van het asfalt staat. In normtraject 6-4 is dit voor de ondergrens ook het geval maar voor de 30 x ondergrenswaarde is dit niet het geval. Het toetsoordeel komt daarom voor het grootste deel uit op Vv.

Afbeelding 4.3 Samengesteld oordeel Toets op maat AGK



Voor een deel van het dijkvak Langgrousterwei (km 56,20 t/m km 56,60) is op basis van een beheerdersoordeel het oordeel Vv overgenomen uit de vorige toetsronde. Reden is de aanwezigheid van zichtbare en onzichtbare scheuren. Dit leidt voor geheel 6-4 tot het oordeel dat op het faalmechanisme AGK niet voldaan wordt aan de signaleringswaarde en ook niet aan de ondergrenswaarde maar wel aan de nog strengere waarde van 30 x de ondergrenswaarde (oordeel Vv, zie Afbeelding 4.3).

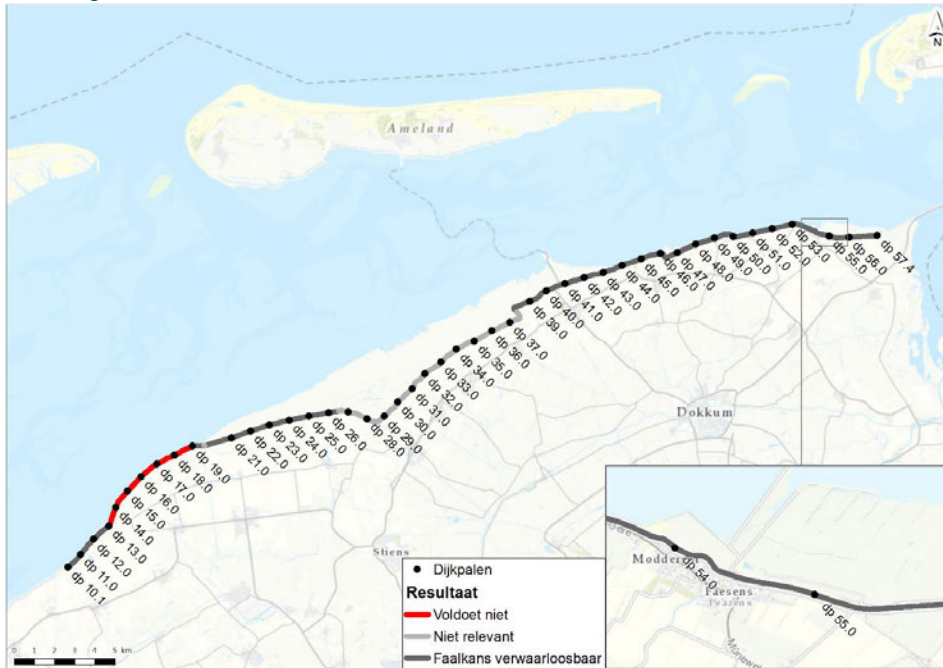
Afbeelding 4.3 Oordeel faalmechanisme AGK



Asfalt wateroverdruk (AWO)

In traject 6-4 (km 28,55 – km 57,4) zijn er geen gesloten bekledingen aanwezig of de aanwezige gesloten bekledingen krijgen het oordeel faalkans verwaarloosbaar in de eenvoudige toets (oordeel Iv), zie Afbeelding 4.4.

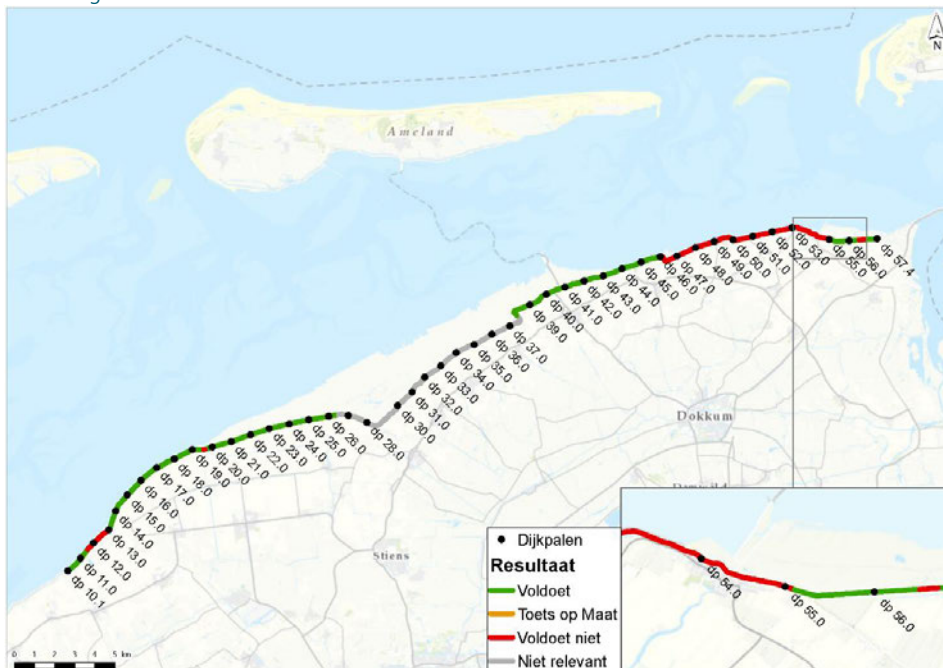
Afbeelding 4.4 Oordeel faalmechanisme AWO



Steenzetting (ZST)

De steenzettingen bevinden zich over het algemeen onderin het talud, net onder de asfaltbekleding. In westelijke deel van traject 6-4 (km 37,90 - km 46,05) zijn alle steenbekledingen goedgekeurd bij de signaleringswaarde. De koperslabblokken tussen km 46,05 en km 55,10 voldoen deels wel (oordeel IIIv) en deels niet aan de ondergrens (oordeel Vv en VIv o.b.v. en laagdiktetekort > 5 cm), zie Afbeelding 4.5. En nog oostelijker tussen km 56,50 en km 56,70 voldoen de koperslabblokken niet aan de ondergrens (oordeel Vv).

Afbeelding 4.5 Oordeel faalmechanisme ZST

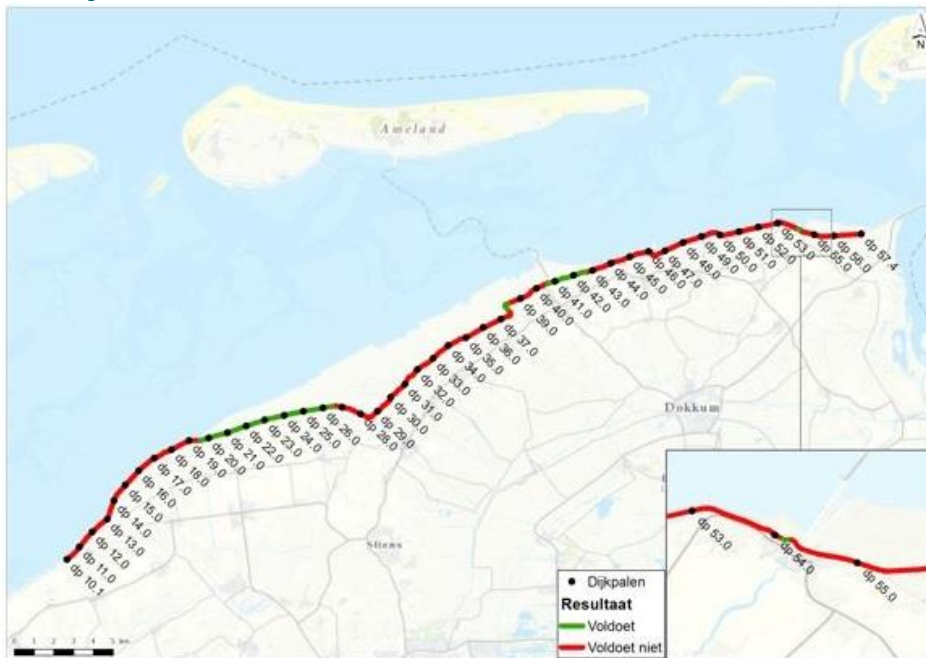


Gras erosie buitentalud (GEBU)

Over het traject tussen km 37,90 en km 57,40 is de grasbekleding boven een asfaltbekleding aanwezig waardoor het gras hier alleen in de golfloopzone ligt. Van het gras wordt nagegaan of het sterk genoeg is om de golfloop op te vangen. Tussen km 37,90 en km 43,90 is het effect van het voorland te merken, waar de grasbekleding niet voldoet is dit ten opzichte van de signaleringswaarde (oordeel IIIv). Ten oosten van km 43,90 voldoet de grasbekleding ook niet ten opzichte van de ondergrens (oordeel Vv).

Op de brede groene dijk ten westen van km 37,90 is ook in de golfklapzone een grasbekleding aanwezig. Op basis van een toets op maat is het niet mogelijk gebleken om aan te tonen dat deze grasbekleding wel voldoet aan de signaleringswaarde. Het oordeel van de groene dijk op GEBU is daarom gesteld op IIIv, omdat het flauwere talud leidt tot een minder grote golfbelasting wordt aangenomen dat de groene dijk zal voldoen aan de ondergrens. Dit is echter niet rekentechnisch te onderbouwen. Dit leidt ertoe dat een groot deel van de grasbekleding niet voldoet aan de signaleringswaarde, zie Afbeelding 4.6.

Afbeelding 4.6 Oordeel faalmechanisme GEBU



Afschuiving grasbekleding op buitentalud (GABU)

Afschuiving van grasbekleding voor het faalmechanisme GABU treedt alleen op voor grasbekledingen die belast worden op golfklap. In de golfklapzone van de groene dijk (het enige deel van 6-4 waar het gras in de golfklapzone ligt) is nagegaan of het afschuiven van de kleilaag van het buitentalud kan plaatsvinden als gevolg van golfwerking. Uit de analyse blijkt de groene dijk voldoet aan de signaleringswaarde (oordeel Iiv), zie Afbeelding 4.7.

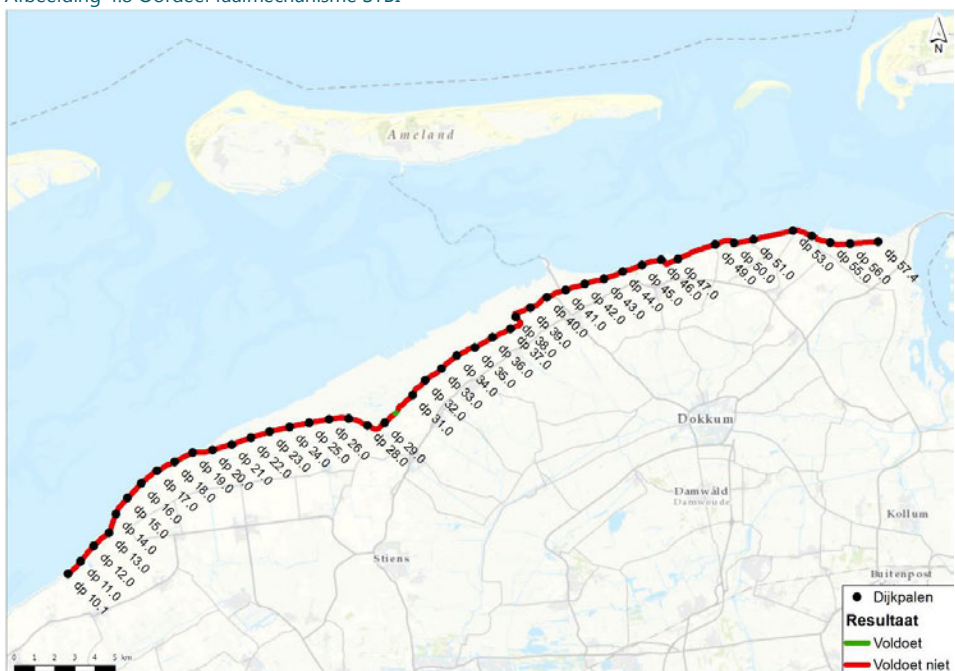
Afbeelding 4.7 Oordeel faalmechanisme GABU



Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)

Bij dit faalmechanisme wordt nagegaan wat de kans is van het optreden van macrostabiliteit door het ontstaan van een glijcirkel aan de binnenzijde van de dijk. Om te bepalen of de primaire waterkering stabiel is, is gebruik gemaakt van de doorrekening van alle bodemopbouw die onder de primaire waterkering kunnen voorkomen. De heterogeniteit van de bodemopbouw onder de Waddenzeedijk is groot. Over vrijwel het gehele traject van 6-4 voldoet de primaire waterkering niet aan de signaleringswaarde (oordeel IVv) en vanaf de pier bij Holwerd (km 41,0) ook niet aan de ondergrens (grotendeels oordeel Vv), zie Afbeelding 4.8. Het eindoordeel voor traject 6-4 wordt grotendeels bepaald door het oordeel IVv op de strekkingen; km 47,7 – km 48,2 en km 49,1 - km 49,7. In de 3^e toetsronde is geconstateerd dat de dijk net wel voldeed ten aanzien van macrostabiliteit binnenwaarts. Met de nieuwe inzichten die in dit wettelijk beoordelingsinstrumentarium zijn verwerkt, blijken deze dijken (net) niet meer te voldoen ten aanzien macrostabiliteit binnenwaarts.

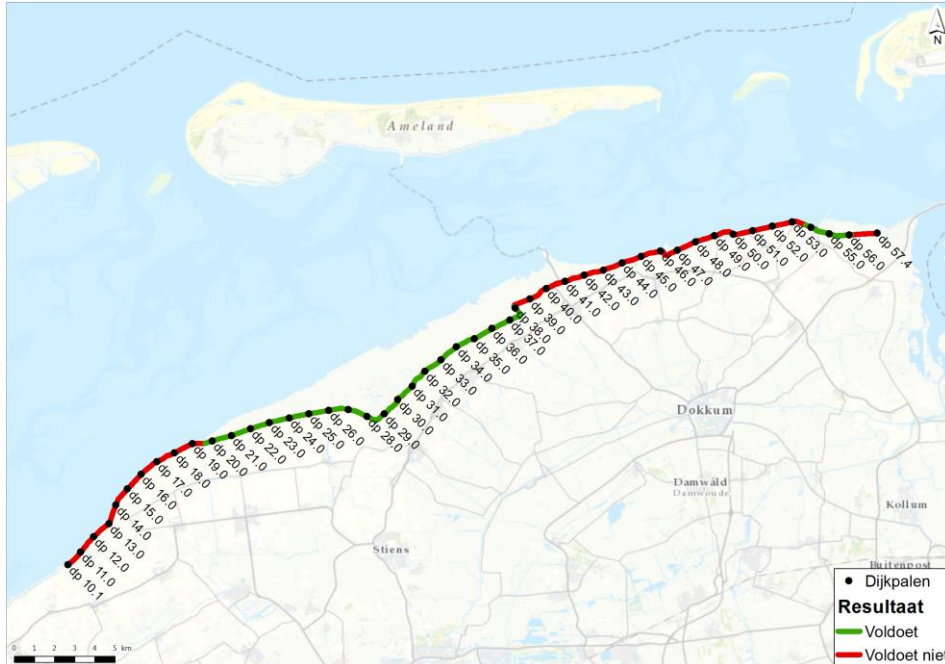
Afbeelding 4.8 Oordeel faalmechanisme STBI



Macrostabieliteit buitenwaarts (STBU)

Bij dit faalmechanisme wordt nagegaan wat de kans is van het optreden van macrostabieliteit door het ontstaan van een glijcirkel aan de buitenzijde van de dijk. De groene dijk tot aan km 38,1 voldoet aan de signaleringswaarde (oordeel Iv), zie afbeelding 4.9. De primaire waterkering tussen km 38,1 en km 53,70 voldoet niet aan de ondergrens (oordeel Vv). Tussen km 53,70 en km 56,10 voldoet de primaire waterkering wel aan de signaleringwaarde (oordeel Iv). Ten oosten van km 56,10 (strekking Langgrousterwei) voldoet de primaire waterkering weer niet aan de ondergrens (oordeel Vv).

Afbeelding 4.9 Oordeel faalmechanisme STBU



Piping (STPH)

Bij het faalmechanisme piping vormt zich via een zandlaag onder een afdekkende kleilaag een pipe waardoor zand van onder de dijk naar een uitrede punt aan de binnenkant van de dijk wordt getransporteerd. Dit faalmechanisme heeft daarmee een effect op de stabiliteit van de primaire waterkering. Er is landelijk discussie over de vraag of piping in getijdegebieden onder maatgevende omstandigheden op kan treden. In deze beoordeling is nagegaan of het mogelijk is om tot een redeneerlijn te komen dat piping niet voor zal komen.

De eerste mogelijke redeneerlijn is de extrapolatie van het feit dat er bij een reguliere hoogwatersituatie geen waarnemingen van piping gedaan zijn. Het feit dat er bij een reguliere hoogwatersituatie geen waarnemingen gedaan zijn, kan echter niet opgevat worden als dat er geen pipingverschijnselen zijn geweest. Ze zijn mogelijk niet geregistreerd. Daarnaast maakt de maatgevende situatie geen deel uit van ons ervaringsbereik. Daardoor kan het heel goed zijn dat de situatie met een regulier hoogwater geen piping optreedt, terwijl dit bij de maatgevende omstandigheid wel kan gebeuren.

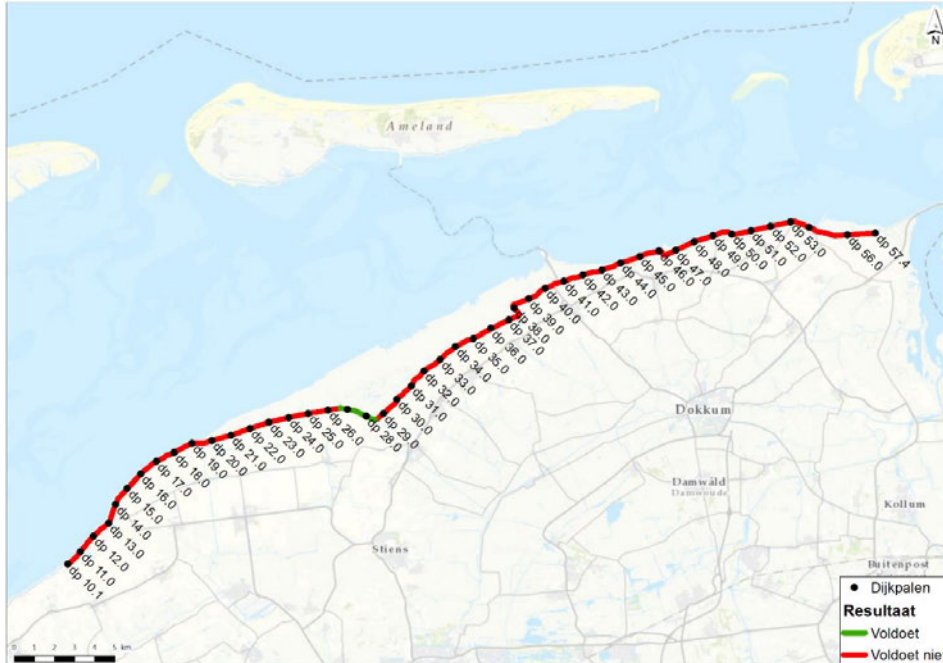
Daarnaast is verkend of het niet voorkomen van piping in een getijdegebied met een fenomenologische beschrijving kan worden beredeneerd. Echter de wadafzettingen zijn divers van samenstelling en bevatten materialen in de ondergrond die pipinggevoelig zijn. Er is in vergelijkbare wadafzettingen een respons op hoogwater waargenomen, daarom zijn bij Ameland en bij de aanleg van gemaal Vijfhuizen maatregelen genomen om de kans op het optreden van piping te verkleinen.

Tot slot is ook tijdsafhankelijkheid geen sluitende redeneerlijn. Een bij het eerste extreem hoogwater ingezette pipe kan bij het volgende extreme hoogwater net wel tot instabiliteit van een primaire waterkering en het falen daarvan aanleiding zijn.

Op basis van bovenstaande inzichten kan het vormen van een doorgaande pipe onder de waterkering door, met als gevolg falen van de waterkerende functie, niet worden uitgesloten. Dit heeft geleid tot de conclusie

dat er in deze beoordeling met de huidige kennis van zaken, niets anders resteert dan piping in het Waddengebied met behulp van de beschikbare gedetailleerde toets te beoordelen. Geheel traject 6-4 voldoet op basis van de gedetailleerde toetsing niet aan de signaleringswaarde. Voor het grootste deel van 6-4 voldoet de primaire waterkeringen net wel of net niet aan de ondergrenswaarde (oordeel IVv en Vv). Het eindoordeel op piping in traject 6-4 wordt bepaald door het oordeel IVv voor de strekkingen km 45,7– 49,1 en km 53,2 – 53,7.

Afbeelding 4.10 Oordeel faalmechanisme STPH



Kunstwerk Vijfhuizen

Er is in dit deeltraject één kunstwerk aanwezig namelijk gemaal Vijfhuizen (km 28,55). Dit gemaal is op het moment van beoordeling in aanbouw. Gemaal Vijfhuizen is ontworpen op basis van het OI2014 v4 en tussen de aanbesteding en de uitvoering is het bestek nog aangepast aan het inzicht dat piping in wadafzettingen mogelijk is. Bij het gemaal zijn daarom de damwanden dieper en breder uitgevoerd. Door deze aanpassingen is het optreden van piping gemitigeerd. Gezien het recente ontwerp is dit gemaal vergelijkbaar met andere HWBP projecten, daarom wordt geconcludeerd dat dit gemaal voldoet aan de signaleringswaarde (oordeel IV).

4.2 Grootste bijdrage aan veiligheidsoordeel

Bij het assembleren van alle trajectoordelen voor de verschillende toetssporen tot een veiligheidsoordeel, zoals gepresenteerd in hoofdstuk 3, geldt dat de zwakste schakel leidend is. Per type toetsspoor (groep 1 en 2 of groep 3 en 4) is hieronder toegelicht welk toetsspoor of welke toetssporen de grootste bijdrage hebben aan het veiligheidsoordeel.

In de groepen 1 en 2 wordt het veiligheidsoordeel gedomineerd door de toetssporen Macrostabieliteit binnenwaarts (STBI), Macrostabieliteit buitenwaarts (STBU) en Piping (STPH). De benaderde faalkans die hoort bij het geassembleerde oordeel voor groep 1 en 2 is relatief hoog en komt neer op ½ per jaar. Dit is een vrij hoge frequentie van voorkomen, waarbij het goed is om ons te realiseren dat het oordeel bepaald wordt door een combinatie van zwakke schakels in een lang traject. Zo wordt het oordeel STBI bepaald door enkele locaties waar de faalkans behoorlijk hoger is. De grootste bijdrage aan de benaderde faalkans wordt geleverd door het faalmechanisme piping (STPH) in deze categorie. Dit onderstreept dat het belangrijk is om in het volgende wettelijk beoordelingsinstrumentarium meer duidelijkheid te hebben rondom het voorkomen van piping in getijdegebieden en de wijze waarop de faalkans in deze gebieden het beste bepaald kan worden.

In de groepen 3 en 4 wordt het veiligheidsoordeel gedomineerd door de toetssporen Golfklappen op asfaltbekleding (AGK), Stabiliteit steenzettingen (ZST) en graserosie op het buitentalud (GEBU).

Ruimtelijk gezien is er langs de primaire waterkeringen tussen Vijfhuizen en Lauwersmeerdijk een samenspel van aspecten gericht op zowel bekleding als op stabiliteit waarop de primaire waterkeringen niet aan de signaleringswaarde en meestal net niet meer aan de ondergrens voldoen. Dit beeld is consistent met een primaire waterkering die qua leeftijd in deze beoordelingsperiode op z'n ontwerplevensduur van 50 jaar uitkomt.

4.3 Invloed van onderhoudstoestand op veiligheidsoordeel

De mate van onderhoud en beheer aan de dijk heeft met name invloed op de kwaliteit van de grasbekleding en de werking van de aanwezige drainagesystemen.

Kwaliteit grasbekleding

De toetssporen waar de kwaliteit van de grasbekleding invloed op heeft, zijn GEKB en GEBU (in de golfoploopzone). De graskwaliteit heeft onder andere invloed op de weerstand van de grasbekleding tegen golfoploop. Op GEKB is het deeltraject goedgekeurd en het toetsspoor GEBU niet bepalend voor het veiligheidsoordeel (paragraaf 4.2). In de beoordeling is uitgegaan van een graskwaliteit van het type 'open zode'. In het beheer van de grasbekleding wordt ervoor gezorgd dat de kwaliteit van de grasbekleding zo goed mogelijk is en ten minste van het type 'open zode' blijft.

Werking drainagesystemen

De aanwezige drainagesystemen hebben invloed op de waterstand die in de dijk optreedt. Uit de beoordeling blijkt dat er ook bij aanwezigheid van een goed functionerende drainage er een hoge waterstand in de dijk aanwezig is. Deze hoge waterstand heeft effecten op toetsdelen zoals bijv. AGK (zie 4.1). Een verslechterde werking van de drainagesystemen leidt tot een hogere faalkans op de trajecten waar drainagesystemen aanwezig zijn. In het beheer van de drainagesystemen wordt eraan bijgedragen dat de drainages zo goed mogelijk functioneren en waar nodig worden de drainagesystemen vernieuwd.

4.4 Invloed van bijzondere beoordelingen op veiligheidsoordeel

In de dijktrajecten zijn op verschillende plaatsen voorlanden aanwezig. De voorlanden hebben invloed op de hydraulische belasting op de dijk. De invloed van de voorlanden op de hydraulische belasting is meegenomen, omdat de uitvoerpunten in Ringtoets op het voorland liggen (circa 50 m uit de buitenteen). De faalkans van de voorlanden is onderzocht voor de verschillende faalmechanismen voor voorlanden: golfafslag (VLGA), afschuiving (VLAF) en zettingsvloeiing (VLZV) [ref. 20]. Uit deze analyse blijkt dat de faalkans van het voorland voor deze faalmechanismen verwaarloosbaar is. De faalmechanismen voor het voorland hebben daarmee geen invloed op het veiligheidsoordeel van de dijk.

In het dijktraject zijn ook verschillende Niet Waterkerend Objecten (NWO's) aanwezig. De invloed van deze NWO's op de geotechnische sporen is niet onderzocht, omdat de dijk voor deze geotechnische sporen ook zonder NWO's niet voldoet. De NWO's hebben dus geen invloed op het hier gepresenteerde veiligheidsoordeel.

4.5 Ervaringen met deze WBI-beoordeling

De beoordeling van het traject Koehool-Lauwersmeer is de eerste beoordeling van Wetterskip Fryslân met de nieuwe normering waterveiligheid en het wettelijk beoordelingsinstrumentarium 2017 (WBI2017). Onze ervaring is dat het werken met het WBI2017 veel inspanning vraagt. Een belangrijke oorzaak hiervan is dat er relatief vaak een toets op maat nodig is. Om de hoeveelheid toets op maat terug te dringen is het wenselijk om rekenregels af te leiden voor het rekenen met flauwere taluds voor GEBU. Daarnaast is er in een volgend

instrumentarium behoefte om tijdsafhankelijk te rekenen met piping en om te kunnen rekenen met een hoge waterstand onder een asfaltbekleding. Dit om het rekeninstrumentarium en de werkelijke situatie onder maatgevende omstandigheden weer een stap dichterbij elkaar te brengen. Tot slot kost het assembleren van de resultaten van diverse beoordelingen relatief veel tijd en heeft de huidige tool als nadeel dat de wijze waarop het eindoordeel tot stand komt niet inzichtelijk is.

4.6 Conclusie traject 6-4

Uit bovenstaande beoordeling blijkt dat het normtraject 6-4 (Vijfhuizen-Lauwersmeerdijk) op meerdere beoordelingssporen niet voldoet aan de nieuwe waterveiligheidsnorm. Conform de landelijke afspraken uit 2017 heeft Wetterskip Fryslân de deeltrajecten die nog geen deel uitmaken van het project Koehool-Lauwersmeer reeds aangemeld bij het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Na een instemmend oordeel van de inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) worden deze deeltrajecten onderdeel van het project Koehool-Lauwersmeer en kan daarmee de verkenningsfase starten.

5

OVERZICHT VAN TE TREFFEN VOORZIENINGEN

Uit de voorgaande hoofdstukken volgt dat grote delen van het traject 6-4 niet voldoen. Voor dit normtraject tussen Vijfhuizen en Lauwersmeerdijk wordt op basis van deze beoordeling geconstateerd dat ook de tussenstukken die in de derde toetsronde nog voldeden, nu niet meer voldoen. Bij het Hoogwaterbeschermingsprogramma wordt het verzoek gedaan om deze tussenstukken toe te voegen aan het bestaande project Koehool-Lauwersmeer. De verkenning van dit project is gestart en verwacht wordt dat de realisatie start in 2021 en is afgerond in 2024.

Voor de jaren totdat de dijkverbetering afgerond is, worden voorzieningen getroffen om accuraat te kunnen handelen bij het optreden van tekortkomingen aan de primaire waterkering. Om de risico's van het doorbreken of bezwijken van de primaire waterkering zoveel mogelijk te beperken worden de afgekeurde strekkingen periodiek extra geïnspecteerd. Daarnaast worden deze strekkingen in het calamiteitenhandboek opgenomen zodat ze ook tijdens hoogwater extra worden gemonitord en beveiligd. Vanaf Fase III (NAP+4 m) in het calamiteitenbestrijdingsplan zal bij de inspecties specifiek gelet worden op de geconstateerde faalmechanismen, met name de bekledingen en de binnenzijde van de dijk in verband met macrostabiliteit binnenwaarts en piping. Daarnaast wordt specifieke monitoring uitgevoerd aan de Elastocoast overlagingen zodat een te sterke afname van de veiligheid tijdig kan worden geconstateerd en de benodigde maatregelen kunnen worden genomen.

Bij geconstateerde tekortkomingen worden preventieve maatregelen genomen. Hiervoor zijn al depots met breuksteen en grond ingericht en zijn in de steunpunten geotextiel en zandzakken aanwezig, zodat eventuele schade snel kan worden verholpen.

Tijdens de reguliere inspecties vanuit de zorgplicht wordt extra aandacht besteed aan de zichtbare aspecten die horen bij de tijdens de beoordeling geconstateerde tekortkomingen (bijvoorbeeld scheurvorming in asfaltbekleding of schades aan de grasmatten).

6

REFERENTIES

Laag 1: Wettelijke documenten

1. Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2017). Regeling primaire waterkeringen 2017 incl. toelichting
2. Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2017). Bijlage I - Procedure.
3. Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2017). Bijlage II - Voorschriften bepaling hydraulische belasting primaire waterkeringen
4. Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2017). Bijlage III - Sterkte en veiligheid.
5. Tweede Kamer der Staten-Generaal, 2017. Waterwet, geldend van 1 januari 2017 tot en met heden. Via <http://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/2017-01-01>.

Laag 2: Schematiseringshandleidingen en overige ondersteunende documenten

6. Deltares (2016). Assemblageprotocol WBI2017.

Overige informatiebronnen

7. Kiwa KOAC (2016). Handreiking continu inzicht asfaltdijkbekledingen van waterbouwasfaltbeton (e160016001).
8. Rijkswaterstaat (2012). Handreiking Toetsen Grasbekledingen op Dijken t.b.v. het opstellen van het beheerdersoordeel (BO) in de verlengde derde toetsronde.
9. E-mail Paul Buring, 'RE: beginpunt traject 6-3 en eindpunt traject 6-5', d.d. 4 juli 2017.
10. E-mail Paul Buring, 'RE: Asfaltverloop tussen Koehool en Zwarte Haan', d.d. 6 juli 2017.
11. Beoordeling Waddenzeedijk Koehool-Lauwersmeer - Veiligheidsrapportage.
12. Witteveen+Bos (2017). Beoordeling Koehool-Lauwersmeer - Uitgangspuntennotitie
13. Logboek Grasbekleding erosie kruin en binnentalud.
14. Logboek Grasbekleding erosie buitentalud.
15. Logboek Grasbekleding afschuiven binnentalud en Microstabiliteit.
16. Logboek Grasbekleding afschuiven buitentalud.
17. Logboek Wateroverdruk bij asfaltbekleding.
18. Logboek Golfklappen op asfaltbekleding.
19. Logboek Stabiliteit Steenzetting.
20. Logboek Voorland.
21. Logboek Kunstwerk.

I

BIJLAGE: RESULTAAT UIT ASSEMBLAGE

Op de volgende pagina's volgen de volgende screenshots uit de assemblagetool:

- 1 traject 6-4: veiligheidsoordeel.
- 2 traject 6-4: totaal vakoordeel.

Assemblageresultaat per toetspoor per traject				
Toetspoor	Code	Groep	categorie	benaderde faalkans
Macrostabiliteit binnenwaarts	STBI	2	Vlt	2,60E-01
Macrostabiliteit buitenwaarts	STBU	4	Vt	-
Piping	STPH	2	Vlt	3,28E-01
Microstabiliteit	STMI	4	Ilt	-
Golfklappen op asfaltbekleding	AGK	3	Vt	-
Wateroverdruk bij asfaltbekleding	AWO	4	It	-
Grasbekleding erosie buitentalud	GEBU	3	Vt	-
Grasbekleding afschuiven buitentalud	GABU	4	Ilt	-
Grasbekleding erosie kruin en binnentalud	GEKB	1	Ilt	1,85E-05
Grasbekleding afschuiven binnentalud	GABI	4	Vt	-
Stabiliteit steenzetting	ZST	3	Vlt	-
Duinafslag	DA	3	NIET MEEGENOMEN	-
Hoogte kunstwerk	HTKW	1	It	0,00E+00
Betrouwbaarheid sluiting kunstwerk	BSKW	1	It	0,00E+00
Piping bij kunstwerk	PKW	4	It	-
Sterkte en stabiliteit puntconstructies	STKWp	1	It	0,00E+00
Sterkte en stabiliteit langsconstructies	STKWI	4	It	-
Technische innovatie	INN	4	NIET MEEGENOMEN	-
Assemblageresultaat veiligheidsoordeel				
Combineren van toetsporen			categorie	benaderde faalkans
Toetsporen in groep 1 en 2			D	5,03E-01
Toetsporen in groep 3 en 4			C	
Combineren tot veiligheidsoordeel			D	

II

BIJLAGE: SAMENHANG LOGBOEKEN MET ANDERE BESTANDEN

De voorliggende rapportage maakt integraal onderdeel uit van een set rapporten en rekenbestanden van de wettelijke beoordeling van de Waddenzeedijk. Een overzicht van de rapporten is gegeven in tabel 6.1. De bijbehorende rekenbestanden zijn weergegeven in tabel 6.2 en de schematiseringen in tabel 6.3.

Afwijkend ten opzichte van de veiligheidsrapportage zijn in de logboeken en uitgangspuntennotitie de uitgangspunten, rekenmethodieken en resultaten opgenomen van zowel traject 6-3 als 6-4. In deze rapportages zijn de resultaten per traject gerapporteerd, maar wel samengevoegd in één document.

Tabel 6.1 Overzicht rapporten veiligheidsbeoordeling

Titel	Traject	Inhoud
Veiligheidsrapportage partieel traject 6-3	6-3	samenvatting van het veiligheidsoordeel van de waterkering voor alle toetssporen voor traject 6-3
Veiligheidsrapportage, traject 6-4	6-4	samenvatting van het veiligheidsoordeel van de waterkering voor alle toetssporen voor traject 6-4
Uitgangspuntennotitie	6-3 en 6-4	beschikbare informatie en de gehanteerde (algemene) uitgangspunten in de beoordeling
Logboek - toetsspoor GEKB	6-3 en 6-4	<ul style="list-style-type: none">- waarden (inclusief onderbouwing) die opgenomen zijn Ringtoets- stappen van de beoordeling welke niet in Ringtoets zijn vastgelegd, te weten:<ul style="list-style-type: none">· doorlopen stappen voor de eenvoudige toets· verifiëren van de toepassingscriteria voor de gedetailleerde toets· berekeningen in andere (WBI-)software- resultaten beoordeling- gevoeligheidsanalyse in het geval dat de waterkering niet voldoet aan de signaleringswaarde- stopcriterium
Logboek - toetsspoor STPH	6-3 en 6-4	
Logboek - toetsspoor STBI	6-3 en 6-4	
Logboek - toetsspoor STBU	6-3 en 6-4	
Logboek - toetssporen STMI en GABI	6-3 en 6-4	
Logboek - toetsspoor ZTS	6-3 en 6-4	
Logboek - toetsspoor AGK	6-3 en 6-4	
Logboek - toetsspoor AWO	6-3 en 6-4	
Logboek - toetsspoor GEBU	6-3 en 6-4	
Logboek - toetsspoor GABU	6-3 en 6-4	
Logboek - toetsspoor NWO	6-3 en 6-4	
Logboek - toetssporen Kunstwerk (HTKW, BSKW, PKW en STKWp)	6-3 en 6-4	
Logboek - toetssporen Voorland (VLGA, VLAF en VLZV)	6-3 en 6-4	

Tabel 6.2 Ringtoetsdatabases

Traject	Naam Ringtoets-database
6-4	Traject 6-4 Signaleringswaarde.rtd

Tabel 6.3 Schematiseringen

Toetsspoor	Vakindeling	Schematisaties
GEKB	traject_6-4_Vakindeling_GEKB.shp	Profiel-bestanden
STPH	traject_6-4_Vakindeling_STPH.shp	D-Soilmodel
STBI	traject_6-4_Vakindeling_STBI.shp	BM Macrostablieit
STBU	traject_6-4_Vakindeling_STBU.shp	D-Geostability
STMI	traject_6-4_Vakindeling_STMI.shp	Excel-werkbladen
ZST	traject_6-4_Vakindeling_ZST.shp	SteenToets
AGK	traject_6-4_Vakindeling_AGK.shp	BM Asphalt Golfklap
AWO	traject_6-4_Vakindeling_AWO.shp	Excel-werkbladen
GEBU	traject_6-4_Vakindeling_GEBU.shp	BM Gras Buitentalud
GABU	traject_6-4_Vakindeling_GABU.shp	Excel-werkbladen
GABI	traject_6-4_Vakindeling_GABI.shp	Excel-werkbladen

III

BIJLAGE: VERKLARING VAN GEBRUIKTE AFKORTINGEN

De afkortingen in tabel 6.4 en in tabel 6.5 zijn gebruikt in de beoordeling.

Tabel 6.4 Afkortingen toetssporen

Afkorting	Toetsspoor
GEKB	grasbekleding erosie kruin en binnentalud
STPH	piping
STBI	macrostabiliteit binnenwaarts
STBU	macrostabiliteit buitenwaarts
STMI	microstabiliteit
ZST	stabiliteit steenzetting
AGK	golfklappen op asfaltbekleding
AWO	wateroverdrukken bij asfaltbekleding
GEBU	grasbekleding erosie buitentalud
GABU	grasbekleding afschuiven buitentalud
GABI	grasbekleding afschuiven binnentalud
NWO	niet waterkerende objecten
HTKW	hoogte kunstwerk
BSKW	betrouwbaarheid sluiting kunstwerk
PKW	piping bij kunstwerk
STKWp	sterkte en stabiliteit kunstwerk, puntconstructie
VLGA	golfafslag voorland
VLAF	afschuiving voorland
VLZV	zettingsvloeiing voorland

Tabel 6.5 Afkortingen overig

Afkorting	Betekenis
HB	hydraulische belasting
WBI	wettelijk beoordelingsinstrumentarium