hoogheemraadschap
Hollands
Noorderkwartier

RAPPORT

Verkenning Dijkversterking Den Oever Den Helder (DODH)

Nota voorkeursalternatief

Klant: Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Referentie: BF9084WATRP1908291307

Status: Finale versie/P2.0

Datum: 29 augustus 2019

Afdeling: Hoogwaterbeschermingsprogramma

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX AMERSFOORT
Water
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Verkenning Dijkversterking Den Oever Den Helder (DODH)

Ondertitel: Nota VKA Verkenning DODH
Referentie: BF9084WATRP1908291307
Status: P2.0/Finale versie
Datum: 29 augustus 2019
Projectnaam: Verkenning DODH
Projectnummer: BF9084
Auteur(s): Lars Hoogduin, Matthijs Logtenberg

Opgesteld door: Lars Hoogduin

Gecontroleerd door: Odelinde Nieuwenhuis

Datum/Initialen: 03-07-2019

Goedgekeurd door: Odelinde Nieuwenhuis

Datum/Initialen: 29-08-2019

Gate Review: M. Walbeek

Datum: 05-07-2019

Classificatie

Projectgerelateerd

Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and OHSAS 18001:2007.

Inhoud

1	**Een veilige dijk voor Den Helder en Den Oever**	**1**
1.1	Aanleiding	1
1.2	Plangebied	2
1.3	Doel van de dijkversterking	2
1.4	Doel van deze nota VKA	3
2	**Huidige situatie en ontwerpopgave**	**4**
2.1	Karakteristieken per deeltraject	4
2.2	Ontwerpopgave	7
2.3	Meekoppelkansen	9
2.4	Referentiesituatie en autonome ontwikkelingen	10
3	**Ontwerpproces van bouwstenen tot alternatieven**	**12**
4	**Uitwerking kansrijke alternatieven**	**16**
4.1	Expertsessies voor de concretisering van alternatieven	16
4.2	Alternatieven voor traject Den Oever – Den Helder	17
4.3	Wijze van beoordeling en afweging VKA	18
4.4	Methodiek uitwerking kansrijke alternatieven	20
4.5	Uitwerking kansrijke alternatieven	21
5	**Alternatievenafweging zeef 2**	**32**
5.1	Effectbeoordeling op thema’s techniek, ruimte en milieu	32
5.2	Kosten	35
5.3	Draagvlak directe omgeving en belangenbehartigers	38
6	**Voorstel voor het Voorkeursalternatief**	**40**
6.1	Voorstel VKA	40
6.2	Nadere uitwerking en aandachtspunten t.a.v. voorstel VKA	41

7 Lijst met afkortingen 44

8 Referenties 45

A1 Tabel veiligheidsopgave project DODH 46

A2 Ontwerp bekleding 48

A3 Ontwerpberekeningen stabiliteit (STBI) 68

A4 Consequentieanalyse impact versterkingsmaatregelen op andere faalmechanismen 73

A5 Overzicht meekoppelkansen (uitgebreid) 78

A6 Technische ontwerpprofielen 83

A7 Beoordelingskader zeef 2 84

Managementsamenvatting

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) bereidt een dijkversterking voor op het dijktraject Den Oever – Den Helder, omdat het dijktraject niet aan de huidige veiligheidsnormen voor Nederlandse primaire waterkeringen voldoet. Uit een toetsing is gebleken dat de stabiliteit van de Balgzanddijk niet aan de norm voldoet én omdat de bekleding van de Wieringer Zeewering, de Amsteldiepdijk en de Balgzanddijk op bepaalde delen onvoldoende sterkte heeft.

De dijkversterking wordt voorbereid en uitgevoerd in een aantal fasen, conform de landelijke MIRT-systematiek (Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport), die voor alle dijkversterkingen wordt toegepast. Momenteel bevindt het project zich in de Verkenningsfase. Het doel van deze Verkenning is om eind 2019 een Voorkeursalternatief (VKA) vast te stellen voor de gehele dijk, waarmee de wijze waarop de dijk wordt versterkt in hoofdlijnen wordt vastgelegd. De periode 2020/2022 staat gepland voor de Planuitwerkingsfase waarin het ontwerp in detail wordt uitgewerkt en alle noodzakelijke procedures worden doorlopen. In de periode hierna volgt de Realisatiefase, waarin de dijk daadwerkelijk wordt versterkt.

Om de dijkversterking mogelijk te maken moet een projectplan Waterwet worden opgesteld. Ter onderbouwing van het projectplan Waterwet wordt een MER opgesteld dat inzicht geeft in de mogelijke (negatieve) effecten van de dijkversterking op milieuthema's zoals bodem, waterkwaliteit en landschap. In het MER worden mogelijke manieren van dijkversterking (de alternatieven) met elkaar vergeleken om zo tot een voorkeursalternatief te komen.

Figuur i: Plangebied: Balgzanddijk, Amsteldiepdijk en Wieringer Zeewering

Welke alternatieven zijn onderzocht?
Alle mogelijke oplossingen zijn in een trechteringsproces van grof naar fijn met de betrokken stakeholders en omgeving onderzocht op kansrijkheid. Uiteindelijk heeft dit geleid tot de selectie van drie alternatieven voor de dijkversterking. Hierbij zijn de maatregelen aan de buitenzijde in alle alternatieven gelijk, en verschillen de alternatieven van elkaar ter plaatse van het Balgzandkanaal, waar aan de binnenzijde drie onderscheidende alternatieven zijn.

Alternatief 1:
- Versterken bekleding (asfalt, gras, zetsteen) aan de buitenzijde op de Wieringer Zeewering, Amsteldiepdijk en Balgzanddijk
- Damwand in binnenteen van de dijk (ca. 3 km) t.p.v. Balgzanddijk

Alternatief 2:
- Versterken bekleding (asfalt, gras, zetsteen) aan de buitenzijde op de Wieringer Zeewering, Amsteldiepdijk en Balgzanddijk
- Verbreden talud met grond in Balgzandkanaal (ca. 3 km) t.p.v. Balgzanddijk

Alternatief 3:
- Versterken bekleding (asfalt, gras, zetsteen) aan de buitenzijde op de Wieringer Zeewering, Amsteldiepdijk en Balgzanddijk
- Verzwaren talud met stortsteen in Balgzandkanaal (ca. 3 km) t.p.v. Balgzanddijk

Effecten en beoordeling van de alternatieven

In het MER zijn de mogelijke effecten voor verschillende milieuthema's bepaald ten opzichte van de referentiesituatie. De milieueffecten zijn daarbij zowel kwalitatief als kwantitatief beoordeeld en vertaald naar een score met een 5-puntsschaal van "+ +" tot "- -". Het resultaat van de beoordeling van de alternatieven (inclusief de aspecten draagvlak en kosten) is weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel i: Samenvatting beoordeling van de alternatieven

Thema	Criterium	Sub criterium	**Alternatief 1** Versterking bekleding + **damwand** binnenteen BZD	**Alternatief 2** Versterking bekleding + **verbreden binnentalud met zand** BZD	**Alternatief 3** Versterking bekleding + verzwaren binnentalud met stortsteen BZD
Techniek	Uitvoerbaarheid		0	-	+
	Beheerbaarheid		-	-	-
	Uitbreidbaarheid		- -	0	+
Ruimte	Ruimtelijke kwaliteit	Schaalniveau landschap	0	0	0
		Schaalniveau tracé en profiel	0	-	0
	Ruimte voor meekoppelkansen		0	+	+
	Recreatie		0	0	0
	Cultuurhistorie		0	0	0
	Bereikbaarheid		0	0	0
Milieu	Wet natuurbescherming, Natura2000	Permanent	0	0	0
		Tijdelijk	- -	- -	- -
	Wet natuurbescherming Beschermde soorten	Permanent	0	0	0
		Tijdelijk	-	-	-
	Natuurnetwerk Nederland		0	+	0
	Grondwater		0	0	0
	Waterbeheersing		0	- -	-
	Waterkwaliteit		0	0	0
	Bodemkwaliteit		0	0	0
	Hinder tijdens uitvoering		- -	-	-
	Duurzaamheid	CO_2-uitstoot	- -	-	-
		Mate van hergebruik	-	+	0

Kosten	Investeringskosten		€ 28,9 M	€ 24,0 M	€ 23,9 M
	Levensduurkosten (contante waarde)		€ 1,1 M	€ 3,0 M	€ 1,4 M
	Projectkosten (contante waarde)		€ 30,0 M	€ 27,0 M	€ 25,4 M
Draagvlak			Tijdens bijeenkomsten met de omgeving zijn geen grote bezwaren tegen alternatieven naar voren gekomen. Er geldt een lichte voorkeur voor alternatief 2 en alternatief 3, waar ecologische meerwaarde in het Balgzandkanaal kan worden gecreëerd.		

Keuze voor het voorkeursalternatief

Uit de beoordeling van de drie kansrijke alternatieven is per thema geconcludeerd:

- **Techniek:** De uitbreidbaarheid van een damwand (alternatief 1) ten opzichte van de andere alternatieven is slecht beoordeeld, omdat het alternatief minder gemakkelijk kan worden aangepast bij veranderende veiligheidseisen in de toekomst. Overige aspecten verschillen licht van elkaar. De oeverbestorting (alternatief 3) scoort op 2 van de 3 criteria nadrukkelijk positiever dan de andere alternatieven.
- **Ruimte:** Aan de binnenzijde scoort de oeververbreding (alternatief 2) slechter dan de andere alternatieven, omdat deze als enige een zichtbare impact heeft. De oeververbreding (alternatief 2) en oeververzwaring (alternatief 3) bieden beide ruimte voor meekoppelkansen.
- **Milieu**: Alle alternatieven hebben tijdelijke effecten op Natura 2000 en beschermde soorten, dit is niet onderscheidend. Het effect op waterbeheersing is bij de oeververbreding (alternatief 2) het grootste, bij de oeververzwaring (alternatief 3) beperkt en bij de damwand (alternatief 1) niet. De damwand scoort slecht op hinder tijdens uitvoering en duurzaamheid.
- **Kosten:** Er zit verschil in kosten tussen de alternatieven, met name alternatief 1 (damwand) is duurder dan de andere twee alternatieven. Het verschil tussen alternatief 2 en 3 valt binnen de onzekerheidsbandbreedte en wordt niet onderscheidend geacht voor de VKA-keuze.
- **Draagvlak:** Tijdens de bewonersavond op 1 juli 2019 zijn er vanuit de omgeving geen grote bezwaren tegen alternatieven naar voren gekomen. Er geldt een lichte voorkeur voor alternatief 2 en alternatief 3, waar ecologische meerwaarde in het Balgzandkanaal kan worden gecreëerd.

Gebaseerd op bovenstaande conclusies per thema, wordt gesteld dat alternatief 1 (damwand) negatief scoort op meerdere effecten (uitbreidbaarheid, hinder tijdens uitvoering en duurzaamheid) en daarmee niet de voorkeur heeft als deze wordt vergeleken met de andere alternatieven. Qua kosten scoort dit alternatief qua investeringskosten slechter dan de andere 2 alternatieven.

Het verschil tussen alternatief 2 (verbreding met grond) en alternatief 3 (verzwaring met stortsteen) is minder significant. Door HHNK wordt waarde gehecht aan een ontwerp dat flexibel is in relatie tot toekomstige onzekerheden en ontwikkelingen. De beperkte afname van het natte oppervlakte en doorstroomprofiel van het Balgzandkanaal en de goede mogelijkheden voor toekomstige uitbreidbaarheid, maken alternatief 3 flexibeler voor toekomstige wijzigingen dan alternatief 2. Daarmee heeft alternatief 3 de voorkeur boven alternatief 2. De kosten van de alternatieven vallen binnen de onzekerheidsbandbreedte en worden daarmee niet als onderscheidend meegenomen zijn in de afweging.

Alternatief 3, Versterken van de bekleding aan de buitenzijde én verzwaren talud met stortsteen in het Balgzandkanaal, is daarmee als advies voorkeursalternatief door HHNK vastgesteld.

Het vervolg in de planuitwerking

In de planuitwerkingsfase zal het vastgestelde advies VKA verder worden uitgewerkt. Daarbij wordt onder andere aandacht besteed aan het concretiseren van de meekoppelkans vismigratie, het optimaliseren van

het ontwerp door het meenemen van voorlandontwikkeling, onderzoek naar beheeroptimalisatie van de grasbekleding, de materialisatie van de versterking en de uitvoeringswijze.

De uitwerking van het voorkeursalternatief landt uiteindelijk in het projectplan Waterwet. Het MER en het ontwerp projectplan Waterwet en de belangrijkste vergunningen worden medio 2020 ter inzage gelegd. Gedurende deze periode is er voor eenieder de gelegenheid om zienswijzen in te dienen.

1 Een veilige dijk voor Den Helder en Den Oever

1.1 Aanleiding

De Waterwet schrijft voor dat de primaire waterkeringen elke twaalf jaar moeten worden getoetst om te beoordelen of ze voldoen aan de wettelijke normen voor de waterveiligheid. De afgekeurde dijken worden versterkt binnen het landelijke Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) is als beheerder en initiatiefnemer verantwoordelijk voor de versterking van, in totaal, negentien dijktrajecten en kunstwerken die in de (verlengde) derde toetsronde zijn afgekeurd.

Een van deze trajecten is het traject Den Oever - Den Helder (hierna DODH). De Wieringer Zeewering, de Amsteldiepdijk en de Balgzanddijk zijn beschouwd op grond van de nieuwe normen en volgens een nieuwe wijze van beoordelen: met het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium (WBI). De dijken tussen Den Oever en Den Helder zijn daarbij beoordeeld op meerdere zgn. “faalmechanismen”, bijvoorbeeld binnenwaartse of buitenwaartse stabiliteit of bekleding van zetsteen die niet sterk genoeg is. Uit de beoordeling is gebleken dat de dijk niet overal op alle faalmechanismen wordt afgekeurd. Over het algemeen kan worden gesteld dat de stabiliteit van de dijken niet aan de norm voldoet en dat de bekleding van de dijken op bepaalde delen onvoldoende sterkte heeft. HHNK is daarom voornemens om deze dijken op orde te brengen.

De dijkversterking wordt voorbereid en uitgevoerd in een aantal fasen, conform de landelijke MIRT-systematiek, die voor deze dijkversterkingen wordt toegepast. Momenteel bevindt het project zich in de Verkenningsfase. Het doel van deze Verkenning is om eind 2019 een Voorkeursalternatief (VKA) vast te stellen voor de gehele dijk, waarmee de wijze waarop de dijk wordt versterkt in hoofdlijnen wordt vastgelegd. De periode 2020/2022 staat gepland voor de Planuitwerkingsfase waarin het ontwerp in detail wordt uitgewerkt en alle noodzakelijke procedures worden doorlopen. In de periode hierna volgt de Realisatiefase, waarin de dijk daadwerkelijk wordt versterkt.

Figuur 1: Fasering dijkversterking binnen het HWBP

1.2 Plangebied

De te versterken dijk bevindt zich in de kop van Noord-Holland, tussen Den Oever en Den Helder en omvat de volgende drie dijktracés: de Wieringenzeewering, Amsteldiepdijk en Balgzanddijk (zie Figuur 2). De dijktracés grenzen aan de Waddenzee en er bevindt zich weinig bebouwing grenzend aan de dijk. Het achterland van de dijk wordt voornamelijk gebruikt voor landbouw.

Figuur 2: Plangebied: Balgzanddijk, Amsteldiepdijk en Wieringer Zeewering

1.3 Doel van de dijkversterking

Het projectdoel is het realiseren van een veilige en toekomst bestendige dijk op basis van een bestuurlijk en maatschappelijk gedragen plan. De nieuwe dijk wordt daarbij goed ingepast in de omgeving en waar mogelijk en zinvol worden kansen voor innovatieve en duurzame oplossingen en meekoppelkansen benut:

- *Veilig en toekomstbestendig:*
  - De nieuwe dijk lost de veiligheidsopgave op, zoals bepaald met het WBI.
- *Bestuurlijk en maatschappelijk gedragen plan:*
  - Participatie wordt in de geest van de nieuwe Omgevingswet vormgegeven.
  - Maatschappelijk draagvlak wordt gecreëerd via dit participatieproces en zichtbaar via zienswijzen.
  - Alle belanghebbenden hebben minimaal weet van het project. In de communicatie en participatie wordt onderscheid gemaakt tussen meebeslissen, meewerken, meedenken en meeweten.
  - Het plan wordt bestuurlijk vastgesteld via een besluit over het VKA.
- *Goed ingepast in de omgeving:*

- Er wordt specifieke aandacht besteed aan de natuurwaarden aan de buitendijkse zijde; een goede inpassing in het Werelderfgoedgebied Waddenzee.
- Bestaande functies worden zoveel als mogelijk gehandhaafd.

- *Benutten innovatieve en duurzame oplossingen en meekoppelkansen:*
  - Meekoppelkansen worden benut waar mogelijk, maar worden kritische beschouwd op hun haalbaarheid en nut (bijvoorbeeld het bewerkstelligen van een kostenverlaging, meer draagvlak, minder hinder).
  - Innovatie is geen doel op zich, maar wordt toegepast in het formuleren van oplossingsrichtingen indien dit als kansrijk wordt beschouwd.

1.4 Doel van deze nota VKA

Voorliggend document betreft de Nota voorkeursalternatief voor dijkversterking Den Oever Den Helder. Het voorkeursalternatief is tot stand gekomen na een vruchtbaar en interactief werkproces waarin deskundigen en stakeholders samen hebben gewerkt aan een gedragen resultaat. Dit document beschrijft welk proces is doorlopen om tot het voorkeursalternatief te komen, welke afwegingen daarbij zijn gemaakt en wat het resultaat (het voorkeursalternatief) is.

Ter ondersteuning van de besluiten over het project, waaronder de keuze van het Voorkeursalternatief, het projectplan Waterwet en de benodigde vergunningen hebben de Provincie Noord-Holland en HHNK besloten om een MER op te stellen, omdat op voorhand niet kan worden uitgesloten dat de versterking nadelige milieueffecten heeft. Het MER heeft daarbij het doel om het milieubelang volwaardig mee te wegen in de besluitvorming. In het MER worden mogelijke manieren van dijkversterking (de alternatieven) met elkaar vergeleken om zo tot een Voorkeursalternatief (VKA) te komen. Dit is een separaat document [1].

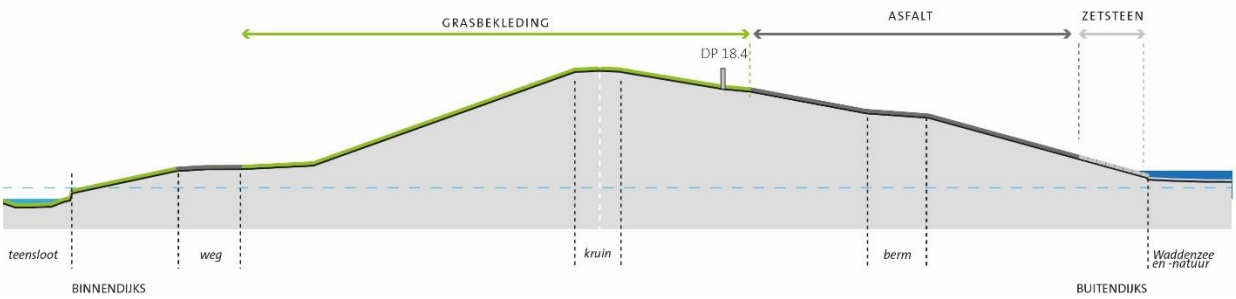
Het dagelijks bestuur van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier stelt op basis van deze Nota voorkeursalternatief en het MER het voorkeursalternatief vast. Daarmee wordt de verkenning afgesloten. Het voorkeursalternatief, dat in deze Nota voorkeursalternatief is beschreven, wordt in de planuitwerking uitgewerkt tot het detailniveau dat nodig is voor de formele besluitvorming over het Projectplan Waterwet en andere wettelijke procedures. Daarbij wordt ook het MER verder uitgewerkt. Het complete MER wordt bij het Projectplan ter inzage gelegd.

2 Huidige situatie en ontwerpopgave

2.1 Karakteristieken per deeltraject

2.1.1 Wieringer Zeewering (WZW)

De Wieringer Zeewering (WZW) loopt vanaf Den Oever tot aan het Amstelmeer. Bij Den Oever sluit de waterkering ter plaatse van de Dokweg aan op een dijkversterkingsproject, Den Oever, waarvan de realisatie in 2019 wordt afgerond. De lengte van de WZW is circa 11 kilometer. De waterkering wordt direct belast vanuit de Waddenzee waar hoogwatersituaties kunnen ontstaan door een combinatie van storm en getij. Over korte stukken van de waterkering is sprake van een voorland, waardoor de golven worden gedempt. Het is een gebied met hoge natuurwaarden naast de Waddenzee zelf. Het achterland is het voormalige eiland Wieringen dat beschermd is als aardkundig monument en hoge archeologische verwachtingen kent. Ook de voorliggende wadplaat Breehorn in de Waddenzee is beschermd als aardkundig monument. Grote dorpen langs de waterkering zijn Hippolytushoef en Den Oever. In het achterland bevindt zich daarnaast een aantal kleine dorpen. De WZW is gelegen in dijktraject 12-1.

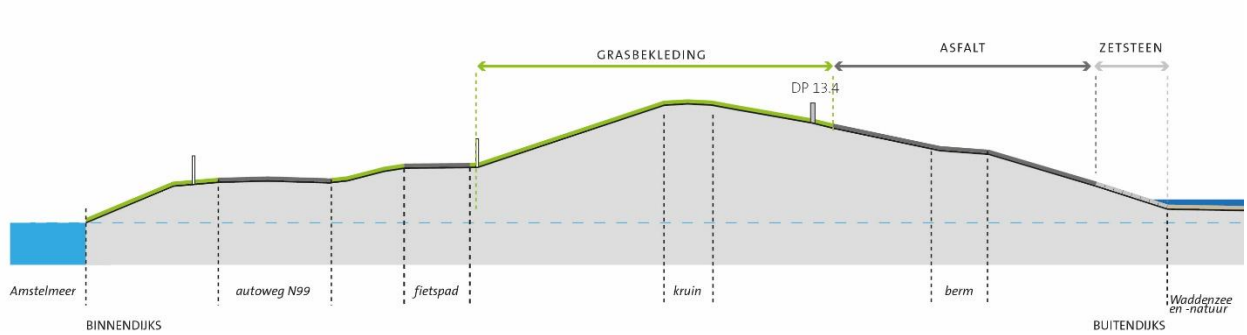


Figuur 3: Typisch dwarsprofiel met materialisering op de Wieringer Zeewering

Figuur 4: Wieringer Zeewering aan de binnenzijde (boven) en de Waddenzee-zijde (onder)

2.1.2 Amsteldiepdijk (ADD)

De Amsteldiepdijk (ADD) is in 1924 aangelegd als pilot voor de Afsluitdijk en wordt aan beide kanten ingesloten door water. Aan de noordzijde is dit de Waddenzee en aan de zuidzijde het Amstelmeer. Het eiland Wieringen werd op deze manier verbonden met de Balgzanddijk bij de Van Ewijcksluis. Tijdens de aanleg van de ADD is een ondiepe zandplaat, 'de Verzakking', ontstaan. Door het gewicht van de dijk werd de onvaste ondergrond zijdelings weggedrukt. Zowel de Waddenzee als het moerasgebied 'de Verzakking' zijn beschermde natuurgebieden. Het gebied kent tot 3 meter onder waterbodem geen hoge archeologische waarden.



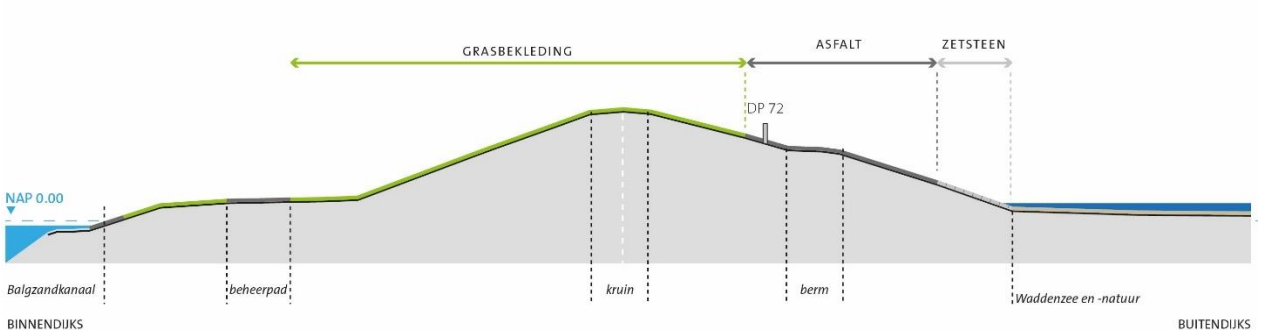
Figuur 5: Typisch dwarsprofiel met materialisering op de Amsteldiepdijk

Figuur 6: Amsteldiepdijk met binnendijks de N99(boven) en de Waddenzee-zijde van de Amsteldiepdijk (onder)

2.1.3 Balgzanddijk (BZD)

De Balgzanddijk (BZD) keert de Waddenzee aan de noordoostkant. Aan de binnenkant ligt het Balgzandkanaal. De aan de binnenkant van de BZD gelegen vogelrijke Balgzandpolder en het Balgzandkanaal zijn beschermde natuurgebieden. Het Balgzand ligt aan de zeezijde van de dijk. Het is een grote wadplaat en heeft een belangrijke functie als foerageer- en rustgebied voor watervogels. Als deelgebied van de Waddenzee is het Balgzand in het kader van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn sinds enkele jaren aangewezen als Natura 2000-gebied. Tevens is de wadplaat Balgzand beschermd als aardkundig monument. Het gebied kent geen hoge archeologische waarden.

Het Balgzandkanaal is een voor HHNK belangrijk afwateringskanaal dat eindigt bij de Spuisluis Oostoever. De Spuisluis zal in de nabije toekomst ook worden versterkt; hiervoor is een apart project opgezet. Een klein stukje dijk (ongeveer 100 m.) ten westen van de Spuisluis hoort ook nog bij het dijkversterkingsproject DODH.



Figuur 7: Typisch dwarsprofiel met materialisering op de Balgzanddijk

Figuur 8: Balgzanddijk met binnendijks het Balgzandkanaal (boven) en de Waddenzee-zijde (onder)

2.2 Ontwerpopgave

De ontwerpopgave is getoond in Tabel 1 en Figuur 9, deze vormt het uitgangspunt voor de voorliggende Nota voorkeursalternatief. Gedurende de Verkenningsfase heeft een optimalisatie van de opgave plaatsgevonden op basis van peilbuisonderzoek en modelstudies. Dit nadere onderzoek heeft geleid tot een significante afname van de veiligheidsopgave: een halvering van de opgave voor binnenwaartse macrostabiliteit en het volledig verdwijnen van de opgave voor buitenwaartse macrostabiliteit. De opgave voor asfaltbekleding is gereduceerd tot 25% van het dijktraject.
Voor een technische beschrijving van de methodiek en resultaten van de veiligheidsanalyse wordt verwezen naar de betreffende rapportage [2]. Een gedetailleerde tabel van de vakindeling die voor het ontwerp wordt gehanteerd, is opgenomen in bijlage A1.

Tabel 1: Ontwerpopgave voor dijkversterking Den Oever – Den Helder

Faalmechanisme	Gebeurtenis	Balgzanddijk	Amstel-diepdijk	Wieringer Zeewering	Dijkvakken
Binnenwaartse macrostabiliteit (STBI)	Afschuiven dijklichaam door verweking .a.g.v. hoge grondwaterstand in de dijk	3,05 km	-	-	DP8.7 tot DP11.75
Asfaltbekleding (AGK/AWO)	Schade door grondwaterdruk onder het asfalt	1,32 km	2,23 km	0,25 km[1]	DP11.25 tot DP15.05;
Grasbekleding (GEBU)	Schade door golfaanval	-	-	3,8 km	DP15.95 tot 16.05; DP16.15 tot 16.45; DP16.75 tot 17.05; DP18.45 tot 18.75; DP19.75 tot 19.85; DP 19.95 tot 20.85; DP20.95 tot 21.55; DP21.65 tot 21.75; DP22.05 tot 22.25; DP22.35 tot 22.55; DP22.65 tot 23.25; DP24.15 tot 24.25.
Zetsteen (ZST)	Schade door golfaanval	0,8 km	0,4 km	0,7 km	DP7.6 tot 7.7; DP8.5 tot 8.6; DP9.5 tot 9.8; DP11.1 tot 11.2; DP11.3 tot 11.4; DP12.2 tot 12.3; DP12.9 tot 13.1; DP13.4 tot DP13.6; DP 16.2 tot 16.3; DP18.4 tot DP19.0.

[1] *In [2] is gerapporteerd dat voor het faalmechanisme asfalt (AGK/AWO) ook een opgave gold over 100m ter plaatse van DP20.0. Uit nadere analyse door HHNK blijkt dat dit gebaseerd is op een onjuiste aanname in de brongegevens. Het asfalt voldoet op deze locatie en hier geldt geen opgave (meer).*

Figuur 9: Overzichtskaart ontwerpopgave dijkversterking DODH

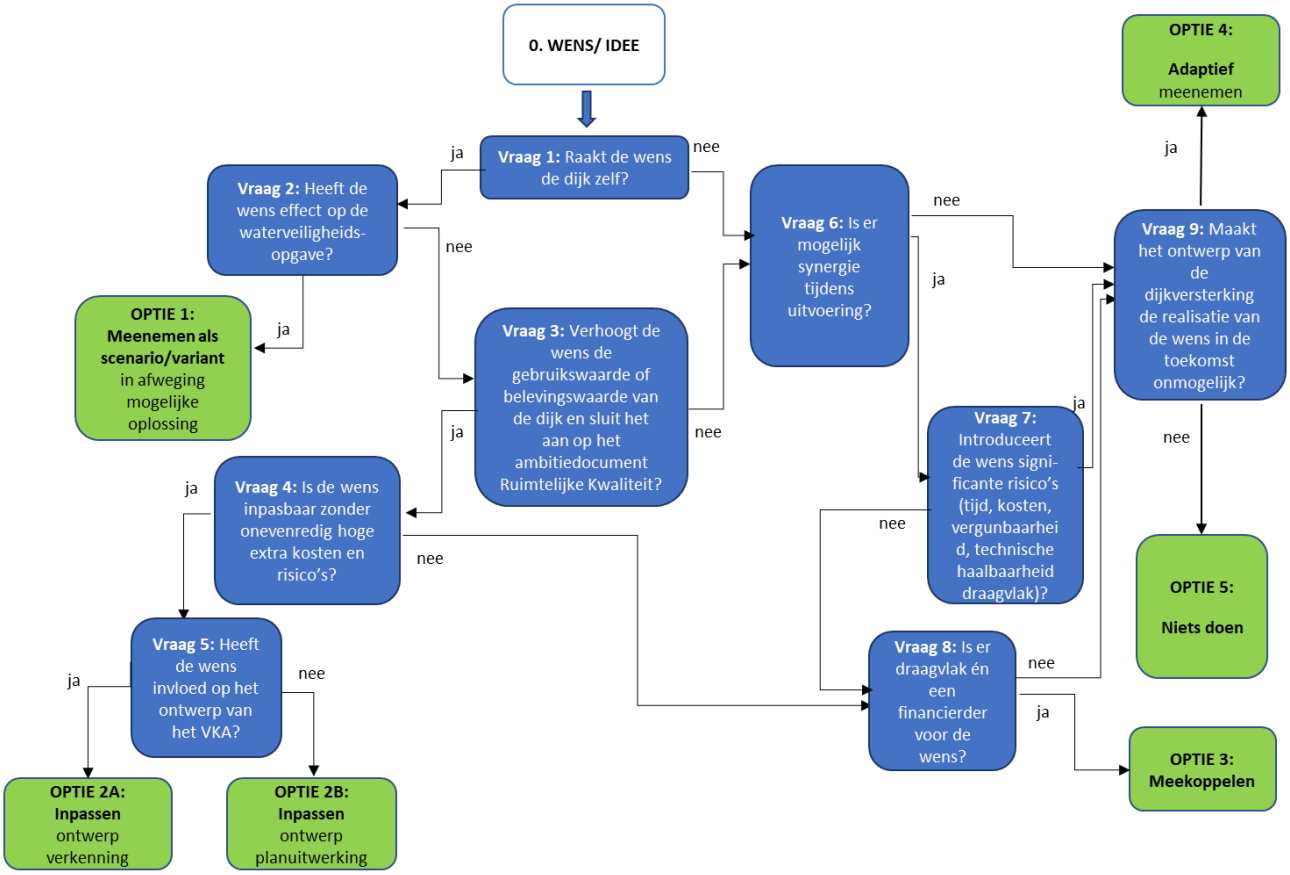
2.3 Meekoppelkansen

De versterkingsmaatregelen voor Den Oever – Den Helder worden zorgvuldig ingepast in de omgeving; dit is een wettelijke eis. In aanvulling daarop kunnen kansen zich voordoen om gelijktijdig met de dijkversterking ruimtelijke kwaliteit toe te voegen door "werk met werk" te maken. Dit wordt meekoppelen genoemd. De essentie is dat meekoppelen een maatschappelijke meerwaarde oplevert.

Meekoppelkansen die zich vaak bij dijkversterking voordoen zijn ontwikkeling van natuur, recreatie of landschap, verbetering van de infrastructuur op de dijk of het oplossen van verkeersknelpunten. Het verbeteren van de bestaande ruimtelijke kwaliteit is geen zelfstandig doel van het waterschap. Meerkosten voor de realisatie van meekoppelkansen worden niet gefinancierd door het HWBP; uitgangspunt is dus dat de financiering door de initiatiefnemer van de meekoppelkans wordt vormgegeven.

Voor de dijkversterking Den Oever – Den Helder zijn in de afgelopen periode suggesties voor meekoppelkansen verzameld. Bij de ter inzagelegging van de Notitie Reikwijdte en Detailniveau d.d. 12 september 2018 is eenieder gevraagd meekoppelkansen kenbaar te maken die in samenhang met de dijkversterking zouden kunnen worden gerealiseerd.

De verzamelde meekoppelkansen zijn vervolgens beoordeeld volgens het "Afwegingskader meekoppelkansen" (zie Figuur 10). Doel hiervan is op een eenduidige, herleidbare en transparante wijze met meekoppelkansen om te gaan.



Figuur 10: Afwegingskader Meekoppelkansen

Een overzicht van meekoppelkansen op hoofdlijnen is weergegeven in Tabel 2, een uitgebreid overzicht is opgenomen in bijlage A5. Hiermee worden ook de ambities van betrokken partijen zichtbaar.
Veel van de meekoppelkansen hebben betrekking op de specifieke inrichting van de dijk (bijv. elementen als uitkijkpunten, recreatieve voorzieningen). Deze elementen hebben geen grote invloed op de keuze voor het voorkeursalternatief en spelen pas bij de Planuitwerkingsfase. In de Verkenningsfase en in dit MER wordt derhalve vooral ingezoomd op de meekoppelkansen met betrekking tot ontwikkeling van voorlanden en mogelijkheden voor natuur en vismigratie.

Tabel 2: Overzicht van meekoppelkansen op hoofdlijnen

Idee	Effect op ruimtebeslag dijk?	Vervolg
Voorlanden	mogelijk	in Verkenningsfase: onderzocht bij kansrijke alternatieven. Resultaat is dat er geen actieve voorland ontwikkeling gewenst is
uitkijk-/beleefpunten Waddenzee	nee	in Planuitwerkingsfase: initiatiefnemer bepalen en onderzoeken
natuur – binnendijks	nee	geen meekoppelkans. Natuurontwikkeling binnendijks ligt buiten de scope van het project
natuur - programma's en projecten	nee	in Verkenningsfase: onderzocht met mede-overheden of koppelingen met andere (natuur)programma's en projecten mogelijk zijn. Resultaat is dat (nog) geen koppelingen worden gezien
natuur – inrichting dijk	nee	in Planuitwerkingsfase: initiatiefnemer bepalen en onderzoeken
natuur – vismigratie	nee	in Verkenningsfase: concretisering met mede-overheden loopt
Fietspad	nee	geen meekoppelkans. het realiseren van een fietsroute ligt buiten de scope van het project
overige recreatieve voorzieningen	nee	in Planuitwerkingsfase: initiatiefnemer bepalen en onderzoeken
energie: warmteopslag, zonnepanelen	nee	in Planuitwerkingsfase: initiatiefnemer bepalen en onderzoeken
"werk met werk" (bijv. gebruik specie van elders)	nee	in Planuitwerkingsfase of Realisatiefase: initiatiefnemer bepalen en onderzoeken
ideeën m.b.t. inrichting van de dijk	nee	in Planuitwerkingsfase: initiatiefnemer bepalen en onderzoeken
gelijktijdig uitvoeren van asfaltonderhoud aan de niet te versterken dijkvakken	nee	afstemmen in Planuitwerkingsfase
afstemmen met gelijktijdig lopende projecten	nee	afstemmen in Planuitwerkingsfase

2.4 Referentiesituatie en autonome ontwikkelingen

De toestand van het milieu in de referentiesituatie wordt altijd gebaseerd op de bestaande situatie van het milieu, samen met de gevolgen van de zogenaamde autonome ontwikkeling. Concreet houdt dit in dat de referentiesituatie ervan uitgaat dat vastgesteld overheidsbeleid (en de gevolgen daarvan) zal worden gerealiseerd. Relevante autonome ontwikkelingen in het gebied zijn onderstaand opgesomd.

Eigen projecten van HHNK:

- Programma Gezond Water;
- HWBP-2 project Dijkversterking Den Oever;
- Versterking Spuisluis Oostoever (onderdeel van HWBP-project Kunstwerken);
- HWBP-project Wieringermeerkering;

Projecten van anderen:

- Regionaal Ambitiedocument kop van Noord-Holland: De Kop Werkt! (diverse gemeenten en provincie NH);
- Havenontwikkeling (gemeente Den Helder);
- Project Building with Nature (Gemeente Den Helder);
- Renovatie Balgzandbrug/Kooybrug (Rijkswaterstaat);
- Programma Naar een rijke Waddenzee (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, de Coalitie Wadden Natuurlijk (samenwerkende natuurorganisaties), Rijkswaterstaat, de Waddenprovincies en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland);
- Gebiedsprogramma Groen in de Kop (Provincie Noord-Holland samen met gemeenten Den Helder, Hollands Kroon, Schagen en Texel).

De effecten van de dijkversterking worden vergeleken met een referentiesituatie. Genoemde autonome ontwikkelingen hebben in beperkte mate invloed op het te versterken dijktraject. Gezien deze beperkte invloed geldt dat de referentiesituatie gelijk is aan de huidige situatie. Tijdens de Planuitwerkingsfase wordt opnieuw bekeken of de autonome ontwikkelingen meekoppelkansen bieden, bijvoorbeeld om de overlast voor de omgeving te beperken.

3 Ontwerpproces van bouwstenen tot alternatieven

Het doel van de Verkenningsfase is het komen tot een weloverwogen voorkeursalternatief (VKA). Daarbij spelen waterveiligheid, duurzaamheid, kosten, draagvlak in de omgeving, uitvoerbaarheid en vergunbaarheid een belangrijke rol. De afweging om in de Verkenningsfase tot een Voorkeursalternatief te komen, wordt in 6 stappen uitgevoerd (van grof naar fijn), deze stappen zijn getoond inFiguur 11.

Figuur 11: Stappen om te komen tot een uitgewerkt Voorkeursalternatief

Vanuit de opgave zijn er technische maatregelen bepaald waarmee de dijk kan worden versterkt. Deze technische maatregelen worden bouwstenen genoemd. Elke bouwsteen is gericht op het oplossen van een bepaald faalmechanisme van de dijk, bijvoorbeeld stabiliteit binnenwaarts of de bekleding. In de eerste stap is beoordeeld of er onoverkomelijke belemmeringen zijn om een bouwsteen toe te passen bij deze dijkversterking (bijvoorbeeld omdat de bouwsteen ruimtelijk nooit ingepast kan worden). In dat geval valt de betreffende bouwsteen af.

De overgebleven bouwstenen zijn in stap 2 gecombineerd tot oplossingen, waarmee binnen een bepaald dwarsprofiel de gehele veiligheidsopgave wordt opgelost. Oplossingen zijn vervolgens voor een specifiek dijktraject uitgewerkt tot een mogelijk alternatief. Mogelijke alternatieven zijn daarbij globaal gevisualiseerd in een ontwerpschets.

In stap 3 zijn de mogelijke alternatieven per dijktracé beoordeeld aan de hand van zes beoordelingscriteria (de zogenoemde Zeef 1). Deze criteria zijn: technisch haalbaar en maakbaar, betaalbaar, beheerbaar, uitbreidbaar, vergunbaar, combineerbaar. Per criterium is op basis van een kwalitatief deskundigenoordeel een score toegekend:

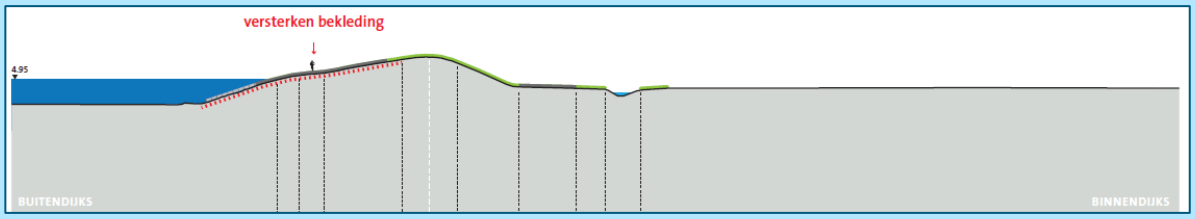
- +: Geen grote risico's vanuit dit criterium, alternatief lijkt haalbaar (geen no-go).

- -: Mogelijk significante risico's vanuit dit criterium, uit te zoeken in volgende fase (mogelijke no-go maar nog niet met zekerheid vast te stellen nu).
- - -: Onacceptabel grote risico's gesignaleerd vanuit dit criterium, alternatief wordt niet haalbaar geacht (no-go, alternatief valt direct af op dit criterium).

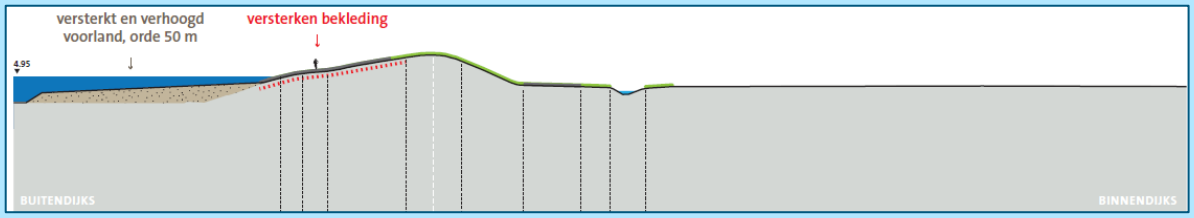
Op basis van deze beoordeling zijn de met zekerheid technisch niet haalbare of niet voldoende effectieve maatregelen afgevallen (de zogenoemde no-go's). In dit geval waren dat allemaal alternatieven die onvoldoende effectief bleken te zijn om het veiligheidsprobleem op te lossen.
De alternatieven die geen no-go scoorden, zijn geselecteerd als kansrijk alternatief. Voor de drie afzonderlijke dijktracés zijn de volgende kansrijke alternatieven geselecteerd:

Wieringer Zeewering:

W1: Versterken gras-, asfalt- en zetsteenbekleding

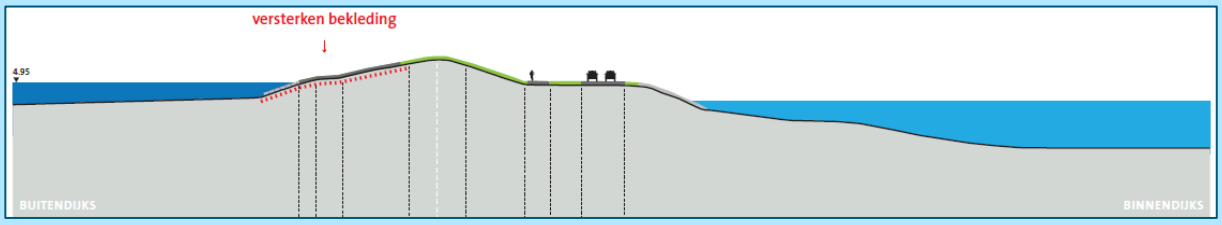


W2: Versterken gras-, asfalt- en zetsteenbekleding i.c.m. versterken/ophogen voorland (bijvoorbeeld kwelderontwikkeling om golven te reduceren)

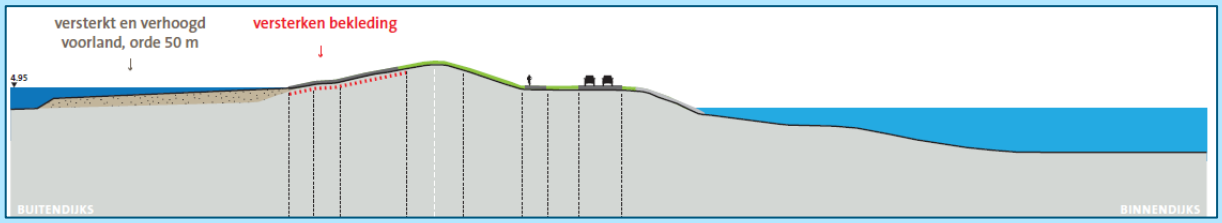


Amsteldiepdijk

A1: Versterken gras-, asfalt- en zetsteenbekleding



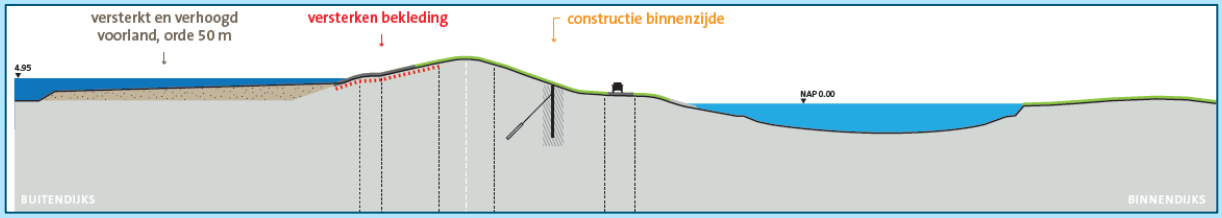
A2: Versterken gras-, asfalt- en zetsteenbekleding i.c.m. versterken/ophogen voorland (bijvoorbeeld kwelderontwikkeling om golven te reduceren)



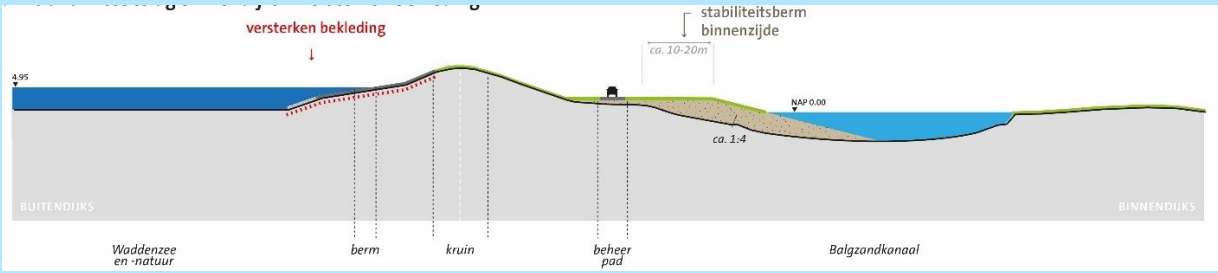
Balgzanddijk

B1: Voorlandversterking, bestaande uit:
a. Constructie binnenzijde
b. Versterken gras-, asfalt- en zetsteenbekleding i.c.m. versterken/ophogen voorland (bijvoorbeeld kwelderontwikkeling om golven te reduceren)

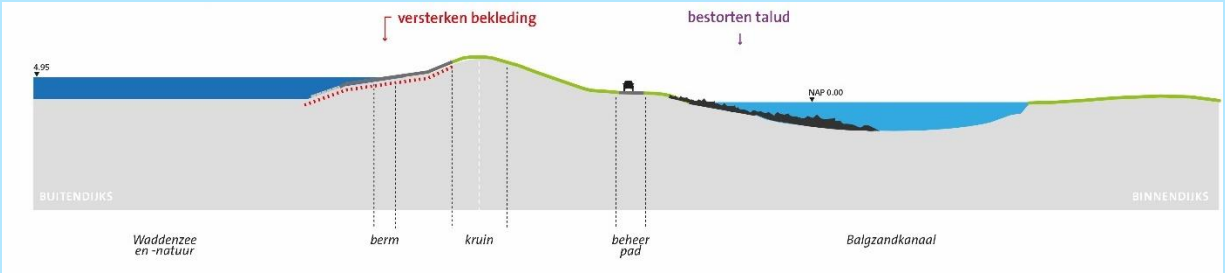
Schetsmatige weergave van het mogelijke alternatief



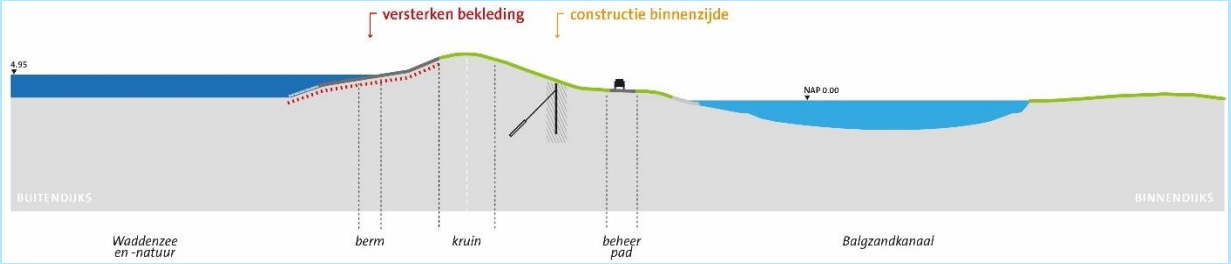
B3: Binnendijkse bermoplossing, bestaande uit:
a. Binnendijkse berm (Balgzandkanaal)
b. Versterken gras-, asfalt- en zetsteenbekleding



B4: Aanpassen Balgzandkanaal, bestaande uit:
a. Aanpassen oever Balgzandkanaal (verzwaren met steenbestorting)
b. Versterken gras-, asfalt- en zetsteenbekleding

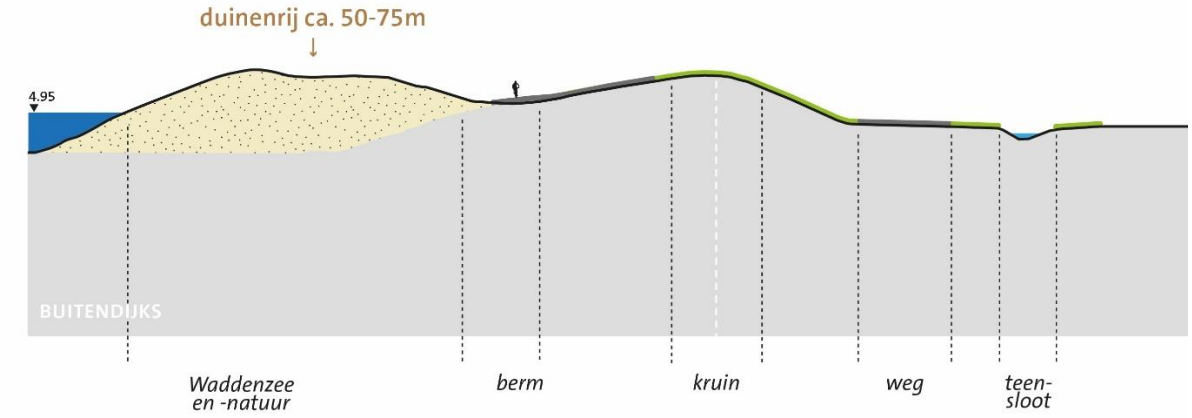


B6: Geen extra ruimtebeslag, bestaande uit:
a. Constructie binnenzijde
b. Versterken gras-, asfalt- en zetsteenbekleding



Geparkeerd alternatief: Duinenrij

Voor de drie dijktracés is ook een ‘duinenrij’ (Figuur 12) benoemd als Mogelijk Alternatief, daarbij wordt een groot zandlichaam in het voorland aangebracht die als vervangende waterkering dient. Dit alternatief scoorde op alle criteria ongunstiger of hooguit gelijkwaardig aan andere vergelijkbare alternatieven. Conform de Notitie Reikwijdte en Detailniveau [3] is dit alternatief daarom ‘geparkeerd’ in het afwegingsproces. Alleen als daar later in het proces aanleiding voor is (bijvoorbeeld als een andere partij het initiatief neemt om zicht te krijgen op vergunbaarheid en financiering omdat deze partij wel mogelijke kansen zit in dit alternatief) kan dit alternatief later alsnog worden ingebracht in het afwegingsproces.



Figuur 12: Illustratie van de duinenrij als vervangende waterkering

4 Uitwerking kansrijke alternatieven

4.1 Expertsessies voor de concretisering van alternatieven

De gekozen kansrijke alternatieven zijn in twee sessies besproken, voordat ze technisch verder zijn uitgewerkt (stap 4 in Figuur 11). In deze sessies zijn samen met externe experts de mogelijkheden verkend van specifieke meekoppelkansen (zie paragraaf 2.3).

Expertsessie ecologie en morfologie
Op 9 mei 2019 heeft de expertsessie plaatsgevonden met specialisten van HHNK, Provincie Noord-Holland, Rijkswaterstaat, Landschap Noord-Holland, Staasbosbeheer, WUR, HKV en RHDHV. Het doel van de expertsessie was om te bepalen in hoeverre voorlanden een mogelijke oplossing voor de dijkversterkingsopgave zijn, om eventueel nieuwe voorlandalternatieven te identificeren en de alternatieven te beschouwen vanuit ecologisch en morfologisch perspectief. Voorlandalternatieven betreffen ophogingen met grond in de Waddenzee om golven te dempen, waardoor de bekleding minder zwaar belast wordt.

De volgende constateringen zijn gedaan:
- Er is een wens om op termijn toe te groeien naar “een waterkerend landschap”. De natuurlijke ontwikkelingen gaan echter langzaam en zijn onzeker. Daarom blijft de dijk vooralsnog nodig én dus zal die dijk ook nog langjarig moeten voldoen aan de veiligheidseisen. De langdurige ontwikkeling naar een waterkerend landschap kan verder worden onderzocht in een parallel traject, maar heeft geen invloed op de dijkversterking nu.
- Er zijn voor de huidige dijkversterking geen echt nieuwe alternatieve oplossingen naar voren gekomen.
- Over één van de alternatieven hebben de experts negatief geadviseerd. Het alternatief van een kunstmatige duinenrij wordt nadrukkelijk afgewezen; dat past hier niet in het Waddenzeelandschap en het wad heeft hier een zeer hoge ecologische waarde die door een duinenrij aangetast zou worden.
- Het alternatief van voorlanden/kwelders wordt weliswaar zinvol geacht om een bijdrage te leveren aan de veiligheid maar het zou niet kunstmatig moeten worden aangelegd (laat de natuur dat zelf doen), tevens zou de zeer hoge ecologische waarde van het wad in dit gebied door een kunstmatig voorland aangetast worden. Wel worden mogelijkheden gezien in enkele kleinschalige maatregelen direct aan de teen, om het natuurlijke aanzandings- en aanslibbingsproces te stimuleren. Hierbij kan bijvoorbeeld aan rijshouten dammetjes gedacht worden.

Werksessie Balgzandkanaal
Op 5 juni 2019 heeft de werksessie plaatsgevonden met specialisten van Provincie Noord-Holland, HHNK, Landschap Noord-Holland en RHDHV. Het doel van de expertsessie was om vanuit verschillende disciplines de alternatieven in het Balgzandkanaal te bespreken en daarbij risico’s en (meekoppel-)kansen te bespreken, als input voor de alternatievenafweging.

De volgende constateringen zijn gedaan:
- Een oplossing in het kanaal kan leiden tot positieve effecten voor vis. Een berm in grond of een bestorting kan paaiplaatsen voor vis opleveren. De positieve bijdrage t.a.v. ecologie is op dit moment nog onbekend en dient nader verkend te worden.
- Mogelijk is er combinatie mogelijk met variatie tussen beide alternatieven: bermoplossing en oeverbestorting.
- T.a.v. de alternatieven in het Balgzandkanaal is een combi met ‘natte infrastructuur Noordkop’ mogelijk. Dit proces zou parallel kunnen gaan lopen aan DODH. Onduidelijk is vooralsnog voor welke soorten het lopende vismigratieproject bedoeld is.

- De eerste ideeën van ‘natte infrastructuur Noordkop’ zijn om aan de westoever van het kanaal paaimogelijkheden te creëren. Hier zijn ook al rietstroken aanwezig die versterkt kunnen worden.
- Een berm in grond levert een vermindering van het doorstroomprofiel van circa 20% in het kanaal op. De steenbestorting levert een vermindering van circa 5% op.

4.2 Alternatieven voor traject Den Oever – Den Helder

Op basis van de uitkomsten in de expertsessies is geconcludeerd dat de kansrijke alternatieven als volgt worden vormgegeven om de beoordeling met zeef 2 uit te voeren:

Eén alternatief buitendijks
Op basis van de expertsessie voorlanden (zie paragraaf 4.1) is besloten om de alternatieven met voorlanden, te weten alternatief W2, A2 en B1, niet verder mee te nemen in het afwegingsproces. Als gevolg van het afvallen van voorlandmaatregelen als apart alternatief (besluit BBG 10-7-2019), blijft er aan de buitenzijde van de dijk nog maar één oplossing over; namelijk de versterking van de bekleding.

Hierbij wordt opgemerkt:
- Kleinschalige maatregelen (bijv. rijshouten dammetjes) om het natuurlijke aanzandingsproces te stimuleren worden wel acceptabel geacht en worden nader onderzocht/uitgewerkt in de planuitwerkingsfase (als optimalisatie van de versterking van de bekleding, niet als op zichzelf staande oplossing).
- Natuurlijke trends t.a.v. aanzanding in het projectgebied en de invloed daarvan op de versterkingsmaatregelen worden in een parallel proces nader onderzocht. Dergelijke natuurlijke aanzanding is echter geen apart alternatief, maar wordt ook gezien als optimalisatie van het voorkeursalternatief waarbij de versterkingsmaatregelen van de bekleding aan de buitenzijde mogelijk worden gereduceerd. Dit is niet alternatief-onderscheidend.

Alternatieven binnendijks bij het Balgzandkanaal
In de werksessie Balgzandkanaal (zie paragraaf 4.1) is geconcludeerd dat alle drie de kansrijke alternatieven interessant zijn om nader uit te werken. De belangrijkste keuzes zitten in de materialisatie van de alternatieven en het daaruit volgende ruimtebeslag. De onderstaande drie alternatieven worden nader uitgewerkt om het binnenwaartse macrostabiliteitsprobleem op te lossen[2]:
- Alternatief 1: Damwand in binnenteen van de dijk (was: “B6 constructie binnenzijde”);
- Alternatief 2: Verbreden talud met grond in Balgzandkanaal (was: “B3 binnendijkse berm”);
- Alternatief 3: Verzwaren talud met stortsteen in Balgzandkanaal (was: “B4 aanpassen oever d.m.v. bestorting”).

De Duinenrij-alternatief vervalt en wordt niet meegenomen in de VKA-afweging.
In expertsessie voorlanden is dit alternatief door de aanwezige experts afgewezen, omdat een dergelijke kunstmatige duinenrij niet past in de Waddenzee en te veel aantasting tot gevolg heeft voor het ecologisch zeer waardevolle wadgebied bij het traject Den Oever Den Helder. Daarnaast is eerder al geconcludeerd dat er andere vergelijkbare alternatieven zijn die overall duidelijk beter scoren én significant goedkoper zijn. Bestuurlijk is afgesproken om dit alternatief niet verder in de afweging mee te nemen.

Drie integrale alternatieven voor de VKA-afweging
In de effectbeoordeling wordt uitgegaan van drie alternatieven. De alternatieven van de verschillende deeltrajecten zijn daarbij gecombineerd tot één alternatief voor het gehele traject Den Oever – Den

[2] *Om het onderscheid tussen de alternatieven duidelijk te benoemen, is de naamgeving van de alternatieven iets aangepast in vergelijking met de Nota Kansrijke Alternatieven*

Helder. Hierbij zijn de maatregelen aan de buitenzijde in alle alternatieven gelijk, en verschillen de alternatieven van elkaar ter plaatse van het Balgzandkanaal, waar aan de binnenzijde drie onderscheidende alternatieven zijn. Bovenstaande leidt ertoe dat de volgende drie alternatieven verder zijn uitgewerkt en beoordeeld in deze Nota VKA en het Milieueffectrapport:

Alternatief 1, bestaande uit:
- Versterken bekleding (asfalt, gras, zetsteen) aan de buitenzijde op de Wieringer Zeewering, Amsteldiepdijk en Balgzanddijk.
- Damwand in binnenteen van de dijk (circa 3 km) t.p.v. Balgzanddijk.

Alternatief 2, bestaande uit:
- Versterken bekleding (asfalt, gras, zetsteen) aan de buitenzijde op de Wieringer Zeewering, Amsteldiepdijk en Balgzanddijk.
- Verbreden talud met grond in Balgzandkanaal (circa 3 km) t.p.v. Balgzanddijk.

Alternatief 3, bestaande uit:
- Versterken bekleding (asfalt, gras, zetsteen) aan de buitenzijde op de Wieringer Zeewering, Amsteldiepdijk en Balgzanddijk.
- Verzwaren talud met stortsteen in Balgzandkanaal (circa 3 km) t.p.v. Balgzanddijk .

4.3 Wijze van beoordeling en afweging VKA

Het beoordelingskader zeef 2 (samengevat in Tabel 3 en volledig opgenomen in bijlage A7) is een hulpmiddel bij de kwalitatieve afweging van het Voorkeursalternatief. Deze keuze wordt niet gebaseerd op de optelling van scores maar op een kwalitatieve en bestuurlijke afweging van de volgende zaken:

1. Scores milieueffecten zeef 2 voor kansrijke alternatieven;
2. Kwantitatieve kostenraming voor kansrijke alternatieven;
3. Draagvlak van directe omgeving (dijkavonden, stakeholder gesprekken), belangenbehartigers (KBG/ dijkavonden/ stakeholder gesprekken) en bestuurlijk (ABG/ BBG).

De keuze tussen dijkversterkingsmaatregelen is een afweging van maatschappelijke belangen. De eventuele toepassing van gewichten en een getalsmatige optelling van scores op zeer uiteenlopende criteria kan leiden tot uitkomsten die geen recht doen aan bepaalde belangen. Daarom worden geen gewichten toegepast en ook geen scores opgeteld (zoals hierboven ook aangegeven).

In de Milieueffectrapportage [1] zijn de milieueffecten van de voorgenomen activiteit bepaald ten opzichte van de referentiesituatie. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het beoordelingskader. In het beoordelingskader is aangegeven welke thema's, aspecten en beoordelingscriteria worden gebruikt. De milieueffecten worden zowel kwalitatief als kwantitatief beoordeeld en vertaald naar een score met een 5 puntsschaal van "+ +" tot "- -" (Tabel 3). De scores zijn bepaald t.o.v. de referentiesituatie. De referentiesituatie wordt gebaseerd op de huidige situatie, samen met de gevolgen van vaststaande "autonome ontwikkelingen". De autonome ontwikkelingen in dit gebied hebben echter beperkt invloed op het te versterken dijktraject, waarmee de referentiesituatie gelijk is aan de huidige situatie. De beoordeling van de effecten in het MER is overgenomen in paragraaf 5.1 van deze Nota voorkeursalternatief.

Tabel 3: scoretabel zeef 2

Score	Toelichting
+ +	Sterk positief effect
+	Beperkt positief effect

0	Geen positief of negatief effect, situatie blijkt gelijk
-	Beperkt negatief effect
- -	Sterk negatief effect

Naast deze milieueffecten, zijn de kosten van de kansrijke alternatieven bepaald en beschreven in paragraaf 5.2, hierbij zijn zowel de investeringskosten als de levensduurkosten beschouwd. Naast de effectbeoordeling en kosten, wordt ook rekening gehouden met het draagvlak in de directe omgeving en op bestuurlijk vlak. Hiervoor is een uitgebreid participatieproces doorlopen in de Verkenningsfase. Dit proces – en de uitkomsten van daarvan – is beschreven in paragraaf 5.3.

Tabel 4: Beoordelingscriteria zeef 2

Thema	Criterium	Omschrijving	Methodiek
Techniek	Uitvoerbaarheid	Ervaring met de techniek. De complexiteit van de uitvoering i.r.t. aanwezige objecten. Mate waarin hoogwaterveiligheid (voor de lange termijn) wordt gegarandeerd.	Kwalitatief
	Beheerbaarheid	Gevolgen van de maatregel op het regulier beheer en onderhoud (inspanning en frequentie) en het beheer tijdens calamiteiten (bijv. bereikbaarheid bij hoogwater)	Kwalitatief
	Uitbreidbaarheid	Mate waarin toekomstige versterking mogelijk is in hoogte, breedte en sterkte (makkelijk uit te breiden of algehele vervanging benodigd)	Kwalitatief
Ruimte	Ruimtelijke kwaliteit	Mate waarin met dijkontwerp wordt voldaan aan eisen op schaalniveau landschap	Kwalitatief a.d.h.v. het RKK
		Mate waarin met dijkontwerp wordt voldaan aan eisen op schaalniveau tracé en profiel	
	Ruimte voor meekoppelkansen	Mate waarin alternatief ruimte biedt aan de meekoppelkansen die nu bekend zijn en invloed hebben op de keuze tussen de kansrijke alternatieven	Kwalitatief
	Recreatie	Invloed op recreatieve routes en recreatief gebruik van de dijk (wandelen, fietsen)	Kwalitatief
		Toegankelijkheid dijk en wad voor recreanten (wadlopers, vissers)	Kwalitatief
	Cultuurhistorie	Invloed op de aanwezige cultuurhistorische waarden: gewaardeerde cultuurlandschappen, dijklandschappen	Kwalitatief
	Bereikbaarheid	Invloed van de dijkversterking op bereikbaarheid en ontsluiting van locaties rond de dijk	Kwalitatief
Milieu	Natuur	Beïnvloeding N2000-gebied	Kwalitatief a.d.h.v. natuurtoets
		Beïnvloeding leefgebied beschermde soorten (Wet Natuurbescherming)	
		Beïnvloeding beheertypen en kenmerkende waarden van Natuurnetwerk Nederland (NNN)	
	Grond- en oppervlaktewater	Invloed op grondwater gerelateerde functies	Kwalitatief
		Invloed op de waterbeheersing	Kwalitatief
		Invloed op de waterkwaliteit	Kwalitatief

Thema	Criterium	Omschrijving	Methodiek
	Bodemkwaliteit	Verandering van aanwezige verontreinigingen door het geheel of gedeeltelijk verwijderen van deze verontreinigingen	Kwalitatief
	Hinder tijdens aanleg	Uitvoeringsduur en –intensiteit (geluid- en stofhinder, verkeersoverlast)	Kwalitatief
	Duurzaamheid	CO_2 uitstoot materieel en materiaal, mate van hergebruik van bouwmateriaal	Kwalitatief
Kosten	Investeringskosten (kostenraming)	Realisatiekosten (incl. vastgoed)	SSK raming
	Levensduurkosten (LCC analyse)	Beheer- en onderhoud en vervangingskosten	LCC analyse

4.4 Methodiek uitwerking kansrijke alternatieven

De drie integrale kansrijke alternatieven voor het traject Den Oever – Den Helder zijn verder uitgewerkt. Het detailniveau van de uitwerking moet dusdanig zijn dat de alternatieven beoordeeld kunnen worden op de zeef 2 criteria. Hieronder volgt een toelichting over de aspecten die per alternatief verder zijn uitgewerkt. De technische uitwerking van de alternatieven is opgenomen in paragraaf 4.5.

Geometrie en maatvoering
Ten behoeve van de effectbeoordeling en kostenraming richt het ontwerp zich op de:
- Geometrie van de dijk;
- Inschatting dikte van dijkbekleding;
- Hoogteligging van de overgangen tussen de bekleding;
- Hoeveelheden van te verwijderen en aan te brengen materialen.

De geometrie aan de buitenzijde van de dijk verandert niet, daar wordt alleen de bekleding aangepast binnen het huidige dijkprofiel. Aan de binnenzijde van de dijk ter plaatse van het Balgzandkanaal wordt in 2 alternatieven de geometrie (oever) van het Balgzandkanaal gewijzigd. De omvang hiervan wordt bepaald op basis van geotechnische berekeningen.

De dikte van de dijkbekleding wordt bepaald op basis van een of enkele indicatieve berekeningen. De inschatting van de bekledingsdikte vormt input voor de kostenraming.

De hoogteligging van de overgangen tussen verschillende bekledingstypes is relevant voor de beoordeling van verschillende effecten, waaronder ruimtelijke kwaliteit en kosten. Daarom worden berekeningen uitgevoerd om de ligging van deze overgangen te bepalen.

De hoeveelheden te verwijderen en aan te brengen materialen volgen uit bovengenoemde analyses, in combinatie met de lengte van de maatregelen. De lengte van de maatregelen (de te versterken dijkvakken) volgen uit de ontwerpopgave (paragraaf 2.2).

De kansrijke alternatieven zijn in een technisch 3D model uitgewerkt op basis van de berekende geometrie en maatvoering. Het ontwerp van de verschillende alternatieven is uitgewerkt en getekend met in achtneming van de huidige hoogteligging en huidige dijkopbouw. Op deze manier is de hoeveelhedenbepaling voor de kostenraming zeer nauwkeurig.

Materialisatie
De huidige dijkbekleding (gras, zetsteen en asfalt) voldoet op meerdere trajecten niet en moet vervangen worden. Het ontwerpproces richt zich in deze fase op het terugbrengen van vergelijkbare bekleding als in het huidige profiel aanwezig is, tenzij er vanuit waterveiligheid noodzaak is voor het aanpassen van het bekledings-type. In de Planuitwerkingsfase zal de exacte materiaalkeuze geoptimaliseerd en uitgewerkt worden.

Levensduurbeschouwing
HHNK hanteert het uitgangspunt dat de dijken integraal versterkt worden voor de geplande levensduur, d.w.z. voor alle faalmechanismen, en niet alleen voor de mechanismen waarvoor de dijk op dit moment is afgekeurd. Daarmee wordt voorkómen dat meermalen achter elkaar versterkt moet worden. Maatwerk blijft echter mogelijk. Daarbij wordt tevens geverifieerd of een bepaalde ingreep in de dijk, geen negatief effect heeft op een ander aspect (faalmechanisme) van de dijk. Deze analyse is opgenomen in bijlage A4.

Het ontwerp van de dijkversterking richt zich op 2073; de gehele dijk moet worden ontworpen zodat die voor een ontwerplevensduur van 50 jaar voldoet aan de eisen. In de veiligheidsanalyse van de dijk is geconcludeerd dat een of meerdere faalmechanismen niet meer voldoen in het jaar 2023 (volgende beoordelingsronde). Andere trajecten of faalmechanismen die binnen dit project worden opgepakt voldoen niet meer in de periode daarna (tot aan zichtjaar 2073). In de dijkversterking worden voor alle faalmechanismen versterkt die in de periode tot 2073 niet voldoen.

Per afgekeurd faalmechanisme is een korte analyse uitgevoerd naar de ‘urgentie’ van het veiligheidsprobleem (kopje “levensduurbeschouwing” in paragraaf 4.5.1). Daarmee is inzicht verkregen in hoeverre alle fysieke ingrepen aan de dijk op korte termijn noodzakelijk zijn. Concreet voor het traject DODH betekent dit dat er wordt gekeken of:

- Het grasbeheer in de komende jaren geoptimaliseerd kan worden om de graskwaliteit te verbeteren. Daarmee kan versterking mogelijk worden verminderd/voorkomen.
- Historische aanslibbing voor de dijk in de toekomst doorzet en daarmee in de loop van de komende jaren een reductie van golven oplevert en daarmee mogelijk versterking van dijkbekleding kan worden verminderd/voorkomen.
- Historische en toekomstige afname van de asfaltkwaliteit een effect heeft op de dijkversterkingsmaatregelen.

4.5 Uitwerking kansrijke alternatieven

Zoals in paragraaf 4.2 aangegeven, zijn er drie kansrijke alternatieven die worden uitgewerkt. Het ontwerp van de dijkbekleding aan de buitenzijde is voor alle drie de kansrijke alternatieven gelijk en wordt daarom in 4.5.1 eenmalig beschreven. De opvolgende paragrafen (4.5.2 t/m 4.5.4) beschrijven de ontwerpen van de versterking aan de binnenzijde voor alternatief 1 t/m 3.

4.5.1 Versterken bekleding buitenzijde (alternatief 1, 2 en 3)

4.5.1.1 Asfaltbekleding

Een asfaltbekleding dient ontworpen te worden op de aspecten golfklappen en wateroverdrukken.

Opgave
De asfaltbekleding op de Amsteldiepdijk en een deel van de Balgzanddijk en Wieringer Zeewering voldoet op het traject DP11.75 tot DP15.05 (totaal 3,8 km) niet aan de toepassingsvoorwaarden voor AGK (golfklappen). Als de freatische lijn tegen het asfalt staat is sprake van een verzadigde ondergrond onder de asfaltbekleding die kan leiden tot verwekings-verschijnselen of lokale afschuiving. Ook kan de in

rekening te brengen stijfheid van de ondergrond niet op de gebruikelijke manier worden vastgesteld. Door experts is aangegeven dat nog onvoldoende inzicht is in het gedrag van de asfaltbekleding in de verzadigde zone om deze te beoordelen [2]. Daarom is aangeraden deze asfaltbekleding bij gebrek aan een beoordelingsmethode op te nemen in de veiligheidsopgave.

Tracé	Traject	Lengte [km]
Balgzanddijk	DP11.75 – DP12.57	0,82 km
Amsteldiepdijk	DP12.57 – DP14.80	2,23 km
Wieringer Zeewering	DP14.80 – DP15.05	0,25 km

Ontwerp

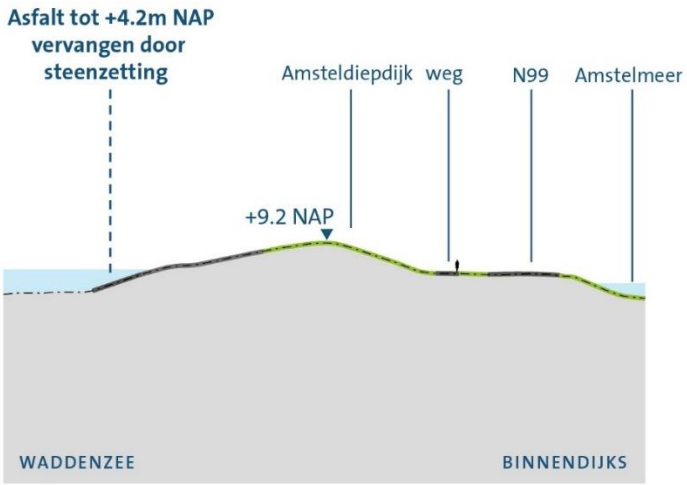
Om te voldoen aan de toepassingsvoorwaarden, is het nodig om de onderkant van de asfaltbekleding op te trekken tot *ten minste* de te verwachten freatische lijn. Voor het ontwerp van de asfaltbekleding op de Amsteldiepdijk wordt de onderkant van de asfaltbekleding op 10cm boven de GRWS (Grondwater in de dijk onder maatgevende omstandigheden) gebracht. Het verwijderde asfalt moet vervangen worden door een doorlatende dijkbekleding. Omdat onderaan het talud al zetsteen aanwezig is, is er gekozen om het asfalt door zetsteen te vervangen.

Door het ondoorlatende deel van het talud te vervangen door een doorlatende bekleding, wordt voldaan aan de toepassingsvoorwaarde. Onder maatgevende omstandigheden voor het zichtjaar 2073 betekent dit dat de onderkant van het asfalt komt te liggen op:

- Balgzanddijk DP11.3 – DP12.57: NAP +3,2m
- Amsteldiepdijk DP12.57 – DP15.0: NAP +4,2m

Uit verkennende berekeningen blijkt dat de benodigde asfaltdikte zowel t.a.v. het aspect wateroverdrukken (AWO) als golfklappen (AGK) kleiner is dan de momenteel aanwezige asfaltdikte (0,332m) op de Balgzanddijk en Amsteldiepdijk [4]. Er is daarom geen noodzaak om een dikkere bekleding aan te brengen dan nu aanwezig. In de planuitwerkingsfase dient de asfaltdikte en exacte hoogte van de overgang zetsteen-asfalt in meer detail berekend te worden.

Hieronder is een visualisatie van de maatregel getoond.



Figuur 13: Ontwerpoplossing asfaltbekleding (Voorbeeld Amsteldiepdijk); voor de Balgzanddijk is een soortgelijke oplossing voorzien, waarbij het asfalt tot +3,2m NAP door zetsteen wordt vervangen

Levensduurbeschouwing
Ontwerp- en beoordelingsaspecten van de asfaltbekleding zijn gerelateerd aan verschillende zichtjaren. Hieruit zijn de volgende conclusies getrokken:

- De bekleding voldoet in 2073 niet aan de toepassingsvoorwaarden. Op basis van een grove inschatting is de verwachting dat:
  a. De asfaltbekleding op de Amsteldiepdijk ook nu al niet voldoet aan de toepassingsvoorwaarden, hier is dus geen ruimte voor eventueel uitstel.
  b. Op de Balgzanddijk voldoet de asfaltbekleding de komende 10-20 jaar mogelijk nog wél aan de toepassingsvoorwaarden én heeft deze ook voldoende dikte. Daarom kan in theorie de verbetering van de asfaltbekleding worden uitgesteld óf worden gewacht op nieuwe beoordelings-inzichten. Als dit gewenst is, dient dit in de planuitwerkingsfase nader onderbouwd te worden met analyses van de freatische lijn voor kortere zichtjaren dan 2073.
- Op delen langs het traject DODH is een aanzandende trend zichtbaar t.p.v. de vooroever. Dergelijke aanzanding heeft enkel invloed op de asfalt-dikte, het neemt het issue t.a.v. de toepassingsvoorwaarden niet weg.
- Voor het meest oostelijke deel van de Wieringer Zeewering is het aanwezige asfalt einde levensduur. Voor de rest van de dijk is de verwachting dat het asfalt voorlopig nog niet vervangen hoeft te worden. Het meenemen van groot onderhoud in de dijkversterking is benoemd als meekoppelkans in het project (zie paragraaf 2.3). HHNK maakt een keuze of deze meekoppelkans wordt geïntegreerd met de dijkversterking.

4.5.1.2 Grasbekleding

Een grasbekleding dient ontworpen te worden op de aspecten golfklappen en golfoploop. Het huidige dijkbeheer is erop gericht om een gesloten zode voor een grasbekleding te realiseren. Uit afstemming met de dijkbeheerder is gebleken dat het tot op heden niet mogelijk is geweest om gesloten zoden te realiseren/beheren over het gehele dijktraject. Ten aanzien van de ontwerpopgave wordt daarom voor de voor het faalmechanisme GEBU (Gras Erosie Buitentalud) uitgegaan van de opgave conform open zoden.

Opgave
Op de volgende trajecten is uit de veiligheidsanalyse gebleken dat de grasbekleding niet voldoet in 2073:

Tracé	Traject	Lengte [km]
Balgzanddijk	n.v.t.	0 km
Amsteldiepdijk	n.v.t.	0 km
Wieringer Zeewering	*Golfklap*: DP21.65 tot 21.75; DP22.05 tot 22.25; *Golfoploop*: DP15.95 tot 16.05; DP16.15 tot 16.45; DP16.75 tot 17.05; DP18.45 tot 18.75; DP19.75 tot 19.85; DP 19.95 tot 20.85; DP20.95 tot 21.55; DP22.35 tot 22.55; DP22.65 tot 23.25; DP24.15 tot 24.25	3,8 km

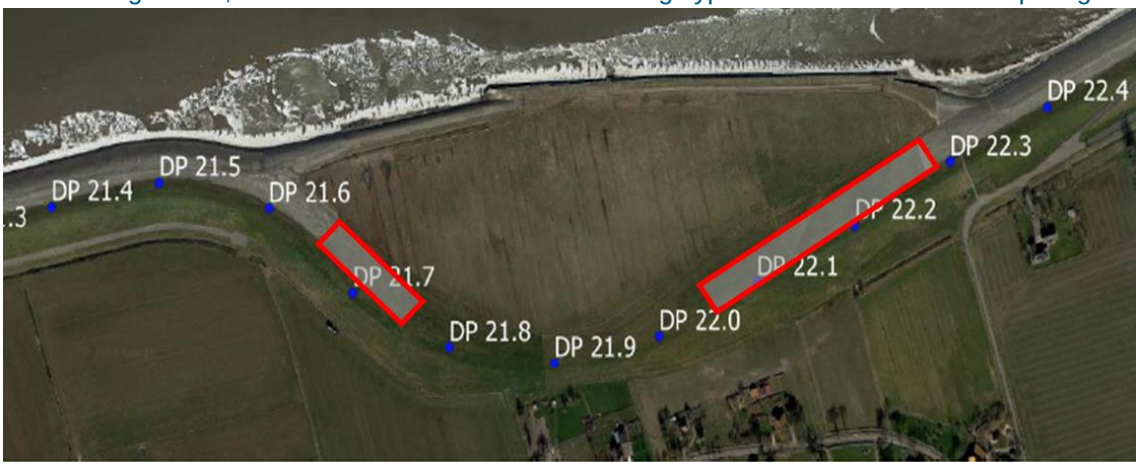
In de ontwerpopgave is onderscheid gemaakt tussen:

- Grasbekleding die niet voldoet t.a.v. het aspect Golfklap op de locatie getoond in Figuur 14. Deze bekleding voldoet niet bij zowel open als gesloten zode.
- Grasbekleding die niet voldoet t.a.v. het aspect Golfoploop op de overige trajecten (3,5km totaal). Dit geldt voor open zode, wat het uitgangspunt is voor de veiligheidsbeoordeling. (N.B. bij gesloten zode voldoet dit dijktraject traject wel)

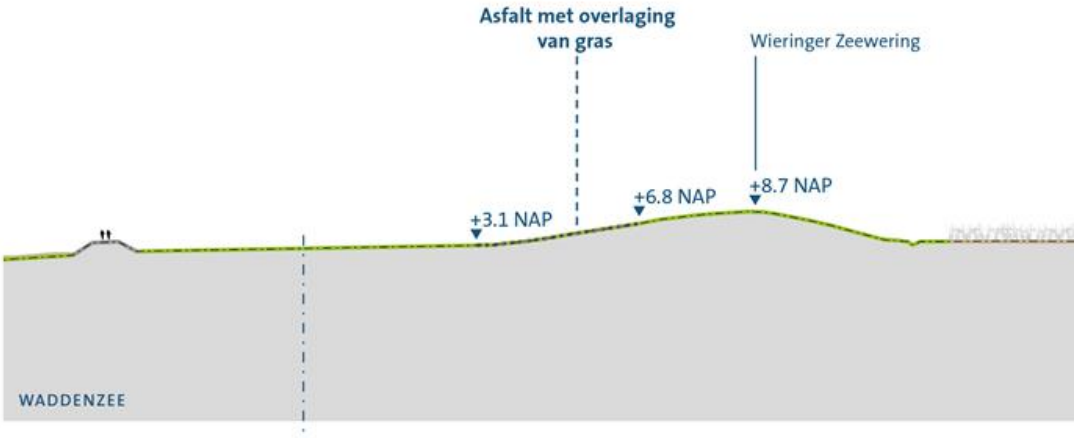
Ontwerp

In het buitendijkse gebied bij Stroe, is de grasbekleding (300m, zie Figuur 14) afgekeurd op het aspect golfklap. Hier moet een harde dijkbekleding worden toegepast. Het is niet mogelijk om met de geldende golfrandvoorwaarden een grasbekleding toe te passen die onder maatgevende omstandigheden voldoet. Vanuit landschappelijk perspectief is het de wens om de huidige groene uitstraling van het buitendijkse gebied tussen DP 21.65 en DP 22.25 te behouden. Deze wens (Ruimtelijk Kwaliteitskader richtlijn 9a en 10a) wordt meegenomen in het ontwerp. Om een harde, groene dijkbekleding te realiseren is gekozen voor een verborgen asfaltbekleding. Hierbij wordt asfalt op de dijk aangebracht, bedekt met klei, teelaarde en gras. Zodoende zorgt het gras voor de gewenste groene uitstraling, en het onderliggende asfalt voor de waterveiligheid tijdens maatgevende condities.

Een optimalisatie die in de planuitwerkingsfase onderzocht kan worden is het toepassen van vezel versterkte grasmat, het is echter onzeker of dit bekledingstype zal voldoen voor het aspect golfklap.



Figuur 14: Ligging van de dijkpalen in buitendijks gebied bij Stroe, hier voldoet de grasbekleding niet op het aspect Golfklap



Figuur 15: Ontwerp grasbekleding t.p.v. DP21.7; DP22.1; DP22.2

Voor de overige trajecten waar de grasbekleding niet voldoet voor het aspect golfoploop, is het niet zeker dat een harde bekleding noodzakelijk is, mogelijk kunnen minder ingrijpende maatregelen het probleem oplossen. Het is bekend dat de afgekeurde trajecten wel voldoen bij gesloten graszode. Daarom wordt er in eerste instantie gericht op manieren om alsnog een gesloten zode te realiseren, daarmee zou het veiligheidsprobleem opgelost kunnen worden. Binnen HHNK wordt momenteel verkend in hoeverre het grasbeheer geoptimaliseerd kan worden, om alsnog een gesloten zode op het buitentalud van de dijk te realiseren. Daarmee kan versterking van de afgekeurde dijkvakken in potentie worden voorkomen.

Het benodigde beheer voor het realiseren van gesloten zode moet hiervoor geconcretiseerd worden, waarmee meer duidelijkheid moet komen over de haalbaarheid van gesloten graszode door middel van een geoptimaliseerd beheer. Nadere concretisering hiervan zal plaatsvinden in de planuitwerkingsfase.

Indien optimalisatie van de kwaliteit van de graszode niet haalbaar blijkt, zal alsnog een alternatieve bekleding ontworpen moeten worden. Een voorbeeld van een alternatieve bekleding voor deze trajecten is het toepassen van grofmazige kunststof matten ('geogrids'). Daarmee blijft het groene karakter van de dijk behouden.

Aandachtspunt: Overgang Hard/Zacht
Een specifiek aandachtspunt is de overgang tussen harde en zachte bekleding op het talud. Bij de uitwerking van de kansrijke alternatieven is volgens de vigerende methodes de hoogte van de overgang tussen harde bekleding en zachte bekleding (gras) uitgerekend. Deze overgang is een belangrijke kostendrijver, een hoge overgang is namelijk een stuk duurder dan een lage overgang. Daarnaast zou het lokaal aanpassen van de overgang hard/zacht een heel groot (ongewenst) effect op de uitstraling van de dijk hebben.

Uit de analyse blijkt dat:
- De overgang hard/zacht ligt op enkele trajecten niet hoog genoeg als wordt uitgegaan van open zode.
- De overgang hard/zacht ligt hoog genoeg als wordt uitgegaan van gesloten zode.

Daarmee wordt geconcludeerd dat, áls beheeroptimalisatie leidt tot een gesloten graszode er geen verschuiving van de overgang hard/zacht nodig is. Als een gesloten graszode niet gerealiseerd kan worden, moet de overgang hard/zacht mogelijk hoger op het talud komen te liggen. Detailberekeningen zullen de exacte ligging van de grens moeten uitwijzen. Daarnaast moet dan overwogen worden hoe met de overgangen tussen versterkte en niet-versterkte vakken omgegaan wordt.

Levensduurbeschouwing
Voor het traject dat is afgekeurd op het aspect golfklap, voldoet de dijk in de huidige situatie al niet. Hier is directe versterking nodig, voor een dergelijke asfaltbekleding wordt een ontwerplevensduur van 50 jaar aangehouden.

Voor de trajecten die zijn afgekeurd op het aspect golfoploop (dit heeft ook een relatie tot de overgang hard/zacht), is het relevant of de grasmat een open of gesloten zode heeft. Uit een analyse blijkt dat het waarschijnlijk is dat de dijk bij open zode tot circa het jaar 2050 (grove schatting) voldoet t.a.v. het aspect golfoploop. Tot die tijd is het dus nog mogelijk om alsnog een gesloten zode te realiseren, terwijl de dijk aan de veiligheidseisen blijft voldoen. Hiervoor is echter wel zekerheid nodig dat een gesloten zode op die termijn ook daadwerkelijk kan worden gerealiseerd.

Conclusie ontwerp
De ontwerpoplossingen zijn in twee trajecten gesplitst:
- DP 21.65-DP21.75 en DP22.05-DP22.25: De dijk voldoet hier niet op het aspect Golfklap en moet versterkt worden. Om het groene karakter van de dijk te behouden, wordt een verborgen bekleding (gras over asfalt) toegepast.
- Overige trajecten met opgave grasbekleding: er wordt verkend of het optimaliseren van het beheer mogelijk is. Als een gesloten zode gerealiseerd kan worden, is versterking op deze trajecten niet nodig. Ook is er bij een gesloten zode geen noodzaak voor het verhogen van de grens hard-zacht.
- Het optimaliseren van de kwaliteit van de graszode dient vanuit technisch oogpunt voor circa 2050 gerealiseerd te zijn, daarna voldoet de grasbekleding niet meer t.a.v. het aspect golfoploop.

4.5.1.3 Zetsteenbekleding

Opgave

Op de volgende trajecten is uit de veiligheidsanalyse gebleken dat de zetsteenbekleding niet voldoet in 2073:

Tracé	Traject	Lengte [km]
Balgzanddijk	DP7.6 tot 7.7; (hoog gelegen steenzetting) DP8.5 tot 8.6; DP9.5 tot 9.8; DP11.1 tot 11.2; DP11.3 tot 11.4; DP12.2 tot 12.3;	0,8 km
Amsteldiepdijk	DP12.9 tot 13.1; DP13.4 tot DP13.6;	0,4 km
Wieringer Zeewering	DP 16.2 tot 16.3; DP18.4 tot DP19.0	0,7 km

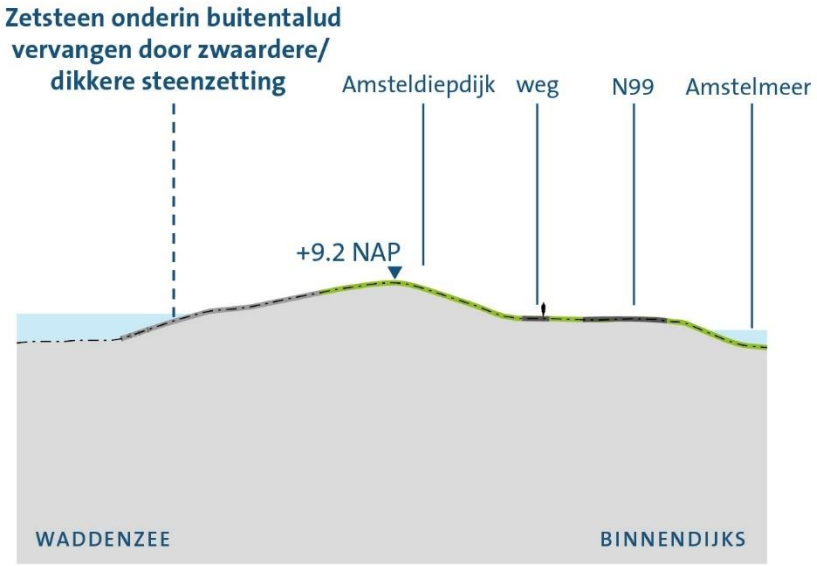
Hierbij wordt opgemerkt dat de steenzetting op het traject DP7.6-DP7.7 hoog op het talud is gelegen, op de overige trajecten is de steenzetting laag in het talud (buitenteen) gelegen.

Ontwerp

Er wordt vanuit gegaan dat bestaande steenzettingen (basalt of basalton) worden vervangen door vergelijkbare zetsteen, maar dan zwaarder om bestand te zijn tegen de golfaanval. Voor extra gewicht kan zetsteen van een ander type, andere dimensie en/of ander soortelijk gewicht worden toegepast.

Er is een verkennende berekening uitgevoerd voor profiel DP 11.3-DP11.4 op de Balgzanddijk. Op deze locatie is de zetsteenbekleding afgekeurd en hier wordt relatief zware golfaanval verwacht. Het is de verwachting op de andere trajecten (Amsteldiepdijk en Wieringer Zeewering) de benodigde steendikte niet significant anders zal zijn dan de hier berekende profielen. In de planuitwerkingsfase moet uitgezocht worden in hoeverre natuurlijke aanzanding van de vooroever een effect heeft op het ontwerp van de steenzettingen.

Uit de berekening volgt een benodigde dikte van de toplaag van 0,38m, voor deze fase wordt dit afgerond naar 0,40m dikte. Onder de zetsteen moet een granulaat onderlaag (circa 0,1m 16/32mm) en geotextiel worden aangebracht.



Figuur 16: Ontwerpoplossing zetsteenbekleding (Voorbeeld Amsteldiepdijk); voor de Balgzanddijk en Wieringer Zeewering is een soortgelijke oplossing voorzien

Levensduurbeschouwing
De ontwikkeling van de ontwerpopgave in de tijd, is mede afhankelijk van de hoeveelheid aanzanding in het voorland van de dijk. Tijdens de expertsessie (paragraaf 4.1) is geconcludeerd dat het meenemen van deze aanzanding in de berekeningen wellicht een optimalisatie van het ontwerp kan opleveren. De aanzanding en het effect daarvan op de opgave worden nader beschouwd in een parallel onderzoek dat is ingezet. Er wordt beschouwd in hoeverre historische aanzanding in de toekomst doorzet en wat dat voor de hydraulische randvoorwaarden beïnvloedt. Vervolgens wordt gekeken in hoeverre de gewijzigde randvoorwaarden van invloed zijn op de ontwerpopgave en/of het ontwerp van de dijkbekleding.

Conclusies ontwerp
Op basis van de Steentoets uitkomsten wordt in deze fase aangenomen dat voor de afgekeurde vakken de toplaag dikte van de steenzetting 0.40 m moet zijn. Met daaronder een onderlaag van 0,1 m granulaat 16/32 mm en een geotextiel. In de planuitwerkingsfase zijn meer gedetailleerde berekeningen nodig, uitgevoerd per dijkvak.

4.5.2 Versterken dijkstabiliteit binnenzijde - Alternatief 1: damwand

Opgave
Voor het onderstaande traject is uit de veiligheidsanalyse gebleken dat de binnenwaartse macrostabiliteit (STBI) niet voldoet in 2073:

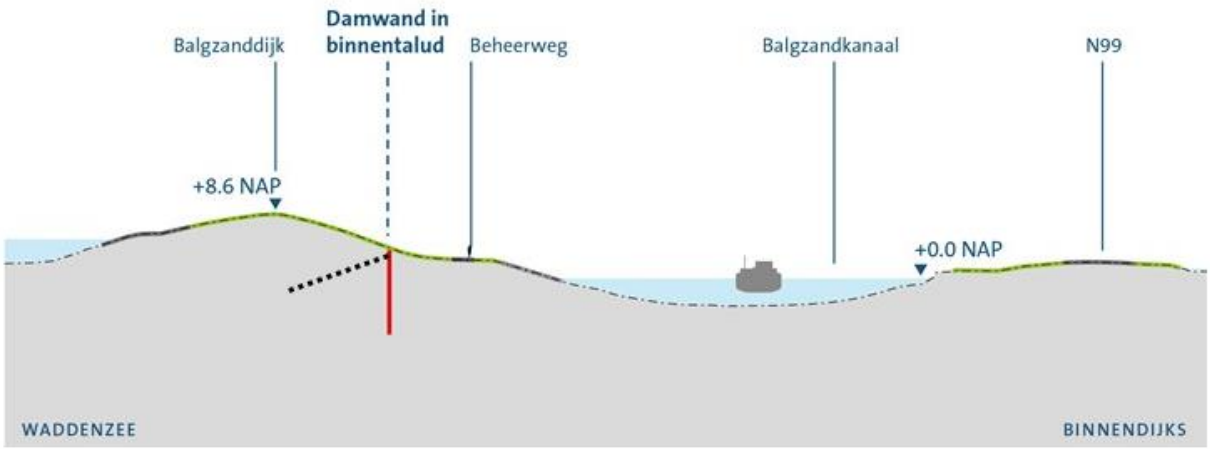
Tracé	Traject	Lengte [km]
Balgzanddijk	DP8.7 tot DP11.7+50	3,05 km
Amsteldiepdijk	n.v.t.	0 km
Wieringer Zeewering	n.v.t.	0 km

Ontwerp
Alternatief 1 gaat uit van het aanbrengen van een damwand aan binnendijkse zijde. De dimensies van de damwand zijn bepaald op basis van geotechnische berekeningen. Ook is een damwand-sterkteberekening gemaakt om het benodigde profiel van de damwand te bepalen.

In D-GeoStability is het stabiliteitsscherm als een forbidden line gemodelleerd. Er kunnen immers geen glijvlakken door het scherm heen gaan. Voor verschillende dieptes van het scherm is de binnenwaartse stabiliteit doorgerekend. Om aan de stabiliteitseis te voldoen is een stabiliteitsscherm nodig van 12m lang. Dit scherm reikt tot 2m in de zandlaag. In de berekening (bijlage A3.1) is aangetoond dat een stabiliteitsscherm een effectieve maatregel is: de stabiliteitsfactor is 1,18, waarmee ruim wordt voldaan aan de stabiliteitseis (SF = 1,14). Er wordt uitgegaan van een AZ24-700 damwand die verankerd wordt aangebracht. Hierbij is uitgegaan van ankers met een lengte van 25m die h.o.h. 2,8m worden aangebracht. Deze dimensies zijn vergelijkbaar met het ontwerp voor de Koegraszeedijk.

Bij de nadere ontwerpuitwerking in de planuitwerkingsfase zal er rekening mee moeten worden gehouden dat de damwand een effect op de freatische lijn kan hebben. Detailberekeningen zullen moeten uitwijzen of dit een nadelig effecten op andere faalmechanismen heeft die mogelijk gecompenseerd moeten worden. Verstaffeld aanbrengen van de damwand kan wellicht de effecten op de freatische lijn verminderen.

De ontwerpoplossing is gevisualiseerd in Figuur 17. De exacte locatie van de damwand in het dwarsprofiel kan in de planuitwerkingsfase nog worden geoptimaliseerd. Dit alternatief heeft geen ruimtelijke impact op de dijk of het Balgzandkanaal. De constructie zal na aanleg niet zichtbaar zijn.



Figuur 17: Ontwerpoplossing alternatief 1

4.5.3 Versterken dijkstabiliteit binnenzijde - Alternatief 2: verbreden talud Balgzandkanaal met grond

Opgave
Voor het onderstaande traject is uit de veiligheidsanalyse gebleken dat de binnenwaartse macrostabiliteit (STBI) niet voldoet in 2073:

Tracé	Traject	Lengte [km]
Balgzanddijk	DP8.7 tot DP11.7+50	3,05 km
Amsteldiepdijk	n.v.t.	0 km
Wieringer Zeewering	n.v.t.	0 km

Ontwerp
Alternatief 2 gaat uit van een grondaanvulling op de oever van het Balgzandkanaal. Het geplaatste gewicht zorgt voor een grotere tegenwerkende kracht, waardoor de stabiliteit wordt verhoogd. Ook heeft het gewicht van de grond een positieve invloed op de opbarstveiligheid. Het plaatsen van de grond heeft geen verdere invloed op de geohydrologische schematisering. De materiaalkeuze (grond) in dit alternatief leidt ertoe dat het talud niet stijl opgezet kan worden, dat is uitvoeringstechnisch niet goed mogelijk. Tevens is een bescherming van de oever tegen erosie rond de waterlijn noodzakelijk. Voor de uitwerking van het ontwerp zijn het slechts en best scorende profiel beschouwd, om zo de range qua ruimtebeslag van de versterking te bepalen. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage A3.2.

Profiel 13006.7
Profiel 13006.7 was in de veiligheidsbeoordeling het slechts scorende profiel (veiligheidsfactor 0.96). Om aan de stabiliteitseis te voldoen moet voor profiel 13006.7 een talud vanaf de huidige berm met een helling van 1:6 worden gerealiseerd. Dit resulteert in een veiligheidsfactor van 1,14, waarmee aan de eis (1,14) wordt voldaan. Qua ruimtebeslag loopt het benedentalud tot het midden van de kanaalbodem.

Profiel 13006.11
Profiel 13006.11 was in de veiligheidsbeoordeling het best scorende profiel (veiligheidsfactor 1,06). Om aan de stabiliteitseis te voldoen moet voor profiel 13006.11 een talud worden aangelegd vanaf de huidige berm met een helling van circa 1:4 boven het waterniveau en circa 1:6 onder het waterniveau. Dit resulteert in een veiligheidsfactor van 1,15, waarmee aan de eis (1,14) wordt voldaan. Qua ruimtebeslag loopt het benedentalud tot min of meer de oude teen van de dijk.

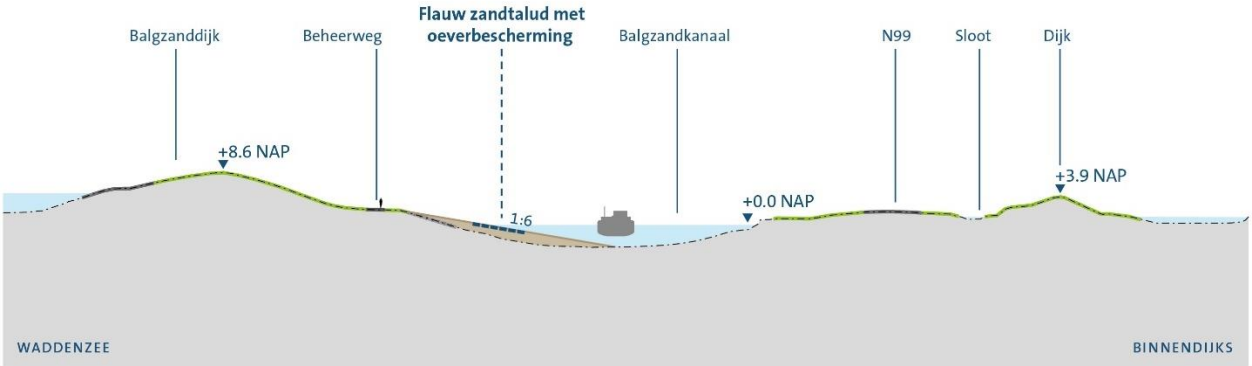
Aan de hand van de berekening van het slechts en het best scorende vak, kan voor alle vakken die niet voldoen in de toetsing een inschatting worden gemaakt van het volume van de berm voor alle vakken. De inschatting hieronder is gemaakt op basis van lineaire interpolatie en vertaald naar het 3D-ontwerpmodel om gedetailleerde volumes voor de kostenraming af te leiden.

Vak:	Faalkans [jaar]:
13006.7 (noordelijke zijde van traject ontwerpopgave)	4.76E-04
13006.8	3.89E-04
13006.9	3.89E-04
13006.10	1.65E-04
13006.11	3.04E-05
13007.1 (zuidelijke zijde van traject ontwerpopgave)	3.33E-05

Oeverbescherming
Het gebruikte materiaal (zand) is onvoldoende bestand tegen optredende stroomsnelheden en scheepsgolven in het kanaal. Er wordt daarom een oeverbescherming aangebracht rondom de waterlijn. In de huidige situatie liggen hier betonnen steenzettingen. In de nieuwe situatie wordt ervan uitgegaan dat blokkenmatten worden toegepast om het talud te beschermen tegen erosie. Er is geverifieerd of dit alternatief geen grote belemmering voor de scheepvaart of waterafvoer vormt. Hieruit volgt op basis van een CEMT III klasse vaarweg:

- Het mogelijk om een normaal vaarwegprofiel in het Balgzandkanaal te behouden. Mogelijk moet dit profiel wel iets verschoven worden.
- De afname van het doorstroomoppervlakte is circa 20%. Dit wordt niet als onoverkomelijk gezien door de beheerder van het kanaal (HHNK).

De ontwerpoplossing is gevisualiseerd in Figuur 18. Berekeningen zijn opgenomen in bijlage A3.2.



Figuur 18: Ontwerpoplossing alternatief 2 (illustratie meest ongunstige profiel, 13006.7)

4.5.4 Versterken dijkstabiliteit binnenzijde - Alternatief 3: verzwaren talud Balgzandkanaal met stortsteen

Opgave
Voor het onderstaande traject is uit de veiligheidsanalyse gebleken dat de binnenwaartse macrostabiliteit (STBI) niet voldoet in 2073:

Tracé	Traject	Lengte [km]
Balgzanddijk	DP8.7 tot DP11.7+50	3,05 km
Amsteldiepdijk	n.v.t.	0 km
Wieringer Zeewering	n.v.t.	0 km

Ontwerp
Alternatief 3 gaat uit van een bestorting op de oever (onder water) van het Balgzandkanaal. Bij het plaatsen van de bestorting is er van uitgegaan dat de bestorting wordt geplaatst op een zandwig, lopend van de waterlijn tot de kanaalbodem. De bestorting die geplaatst wordt op de zandwig heeft een gewicht van 16.1 kN/m^3 (1640 kg/m^3). Dit wordt in D-GeoStability geschematiseerd als een belasting op de zandwig. De dikte van de bestorting is in de sommen de te optimaliseren parameter. Het slechts en best scorende profiel worden beschouwd om de range van de versterking in te bepalen.

Het plaatsen van de zandwig met de bestorting heeft een positieve invloed op de stabiliteit. Het geplaatste gewicht zorgt voor een grotere tegenwerkende kracht, waardoor de stabiliteit wordt verhoogd. Ook heeft het gewicht een positieve invloed op de opbarstveiligheid. Het plaatsen van de wig en bestorting heeft geen verdere invloed op de geohydrologische schematisering.

Profiel 13006.7
Profiel 13006.7 was in de beoordeling het slechts scorende profiel (veiligheidsfactor 0.96). De benodigde bestorting heeft een dikte van 1.0 m. Dit leidt tot een veiligheidsfactor van 1.14, waarmee net voldaan wordt aan de eis (1.14).

Profiel 13007.11

Profiel 13006.11 was in de beoordeling het best scorende profiel (veiligheidsfactor 1.06). De benodigde bestorting heeft een dikte van 0.5 m. Dit leidt tot een veiligheidsfactor van 1.17, waarmee voldaan wordt aan de eis (1.14).

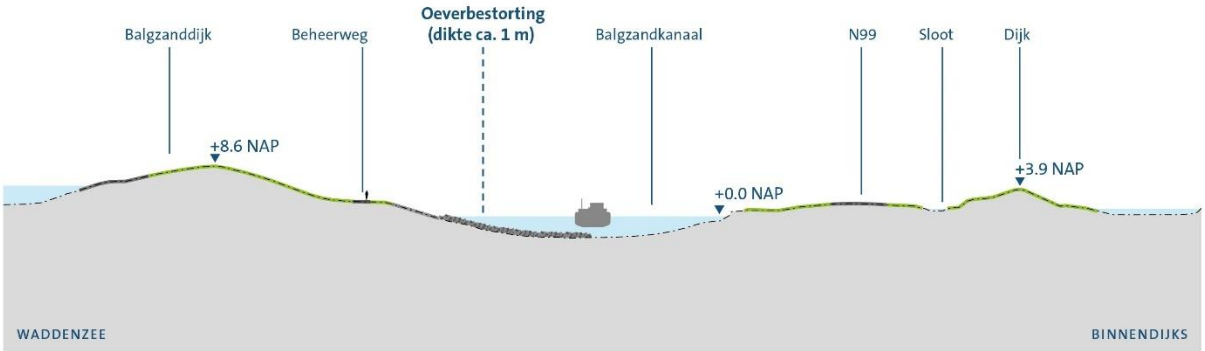
Aan de hand van de berekening van het slechts en het best scorende vak, kan voor alle vakken die niet voldoen in de toetsing een inschatting worden gemaakt van het volume van de wig (ca 45m^3/m^1 voor alle profielen) en de dikte van de bestorting. De inschatting hieronder is gemaakt op basis van lineaire interpolatie en vertaald naar het 3D-ontwerpmodel om gedetailleerde volumes voor de kostenraming af te leiden.

Vak:	Faalkans [jaar]:	Dikte bestorting [m]:
13006.7 (noordelijke zijde van traject ontwerpopgave)	4.76E-04	1.0 (berekening)
13006.8	3.89E-04	0.9
13006.9	3.89E-04	0.9
13006.10	1.65E-04	0.65
13006.11	3.04E-05	0.5 (berekening)
13007.1 (zuidelijke zijde van traject ontwerpopgave)	3.33E-05	0.5

De stortsteen die toegepast wordt, dient bestand te zijn tegen stroming in het kanaal en scheepsgolven. Vooralsnog wordt uitgegaan van een sortering van 10-60kg op een kraagstuk met geotextiel, dit wordt nader gedetailleerd in de planuitwerkingsfase. Er is geverifieerd of dit alternatief geen grote belemmering voor de scheepvaart of waterafvoer vormt. Hieruit volgt op basis van een CEMT III klasse vaarweg:

- Het mogelijk om een normaal vaarwegprofiel in het Balgzandkanaal te behouden.
- De afname van het doorstroomoppervlakte is circa 5%. Dit wordt niet als onoverkomelijk gezien door de beheerder van het kanaal (HHNK).

De ontwerpoplossing is gevisualiseerd in Figuur 19. Berekeningen zijn opgenomen in bijlage A3.3.



Figuur 19: Ontwerpoplossing alternatief 3

5 Alternatievenafweging zeef 2

5.1 Effectbeoordeling op thema's techniek, ruimte en milieu

De alternatieven voor de dijkversterking Den Oever – Den Helder zijn beoordeeld volgens het beoordelingskader en de beoordeling is samengevat in Tabel 11. De Milieueffectrapportage [1] bevat een uitgebreide effectbeoordeling met nadere toelichting per criterium. Daarbij is onderscheid gemaakt in de binnendijkse en buitendijkse maatregelen. De beoordeling van de integrale alternatieven is opgenomen in de tabellen op de volgende pagina's:

- Tabel 5 – Beoordeling alternatieven voor het thema 'Techniek'.
- Tabel 6 – Beoordeling alternatieven voor het thema 'Ruimte'.
- Tabel 7 – Beoordeling alternatieven voor het thema 'Milieu'.

De effectbeoordeling is uitgevoerd door ervaren specialisten van Royal HaskoningDHV en uitvoerig met het projectteam van het Hoogheemraadschap besproken in een interne werksessie op 18 juni 2019. Op 13 juni 2019 heeft een externe werksessie plaatsgevonden om de effectbeoordeling nader te bediscussiëren met specialisten van de Provincie Noord-Holland, HHNK, Landschap Noord-Holland en RHDHV. Vervolg zijn de effecten ook besproken met de klankbordgroep op 25 juni en de Dijkavond voor bewoners op 1 juli. Uiteindelijk heeft dit geleid tot de onderstaande scores.

Tabel 5: Samenvatting milieueffecten van de alternatieven voor het thema Techniek

Thema	Criterium	Sub-criterium	**Alt. 1** Versterking bekleding buitenzijde + **damwand**	**Alt. 2** Versterking bekleding buitenzijde + **berm**	**Alt. 3** Versterking bekleding buitenzijde + **bestorting**	Toelichting op beoordeling (samenvatting o.b.v. MER)
Techniek	Uitvoerbaarheid	n.v.t.	0	-	+	Buitenzijde: Gebaseerd op bewezen technieken, geen bijzonderheden. Alt. 1: Beperkte risico's, maar geen negatief effect verwacht. Alt. 2: Het aanbrengen, profileren en verdichten van zand onder water is lastig, score -. Alt. 3: Goed uitvoerbaar, niet complex.
	Beheerbaarheid		-	-	-	Buitenzijde: Vergelijkbaar met huidige situatie. Alt. 1 t/m Alt. 3: alle alternatieven hebben een beperkt negatief effect; alle alternatieven vragen meer aandacht qua inspectie, beheer en onderhoud dan de huidige situatie. Alt. 3 zorgt mogelijk voor een beperkte belemmering bij het baggeren van het kanaal.
	Uitbreidbaarheid		- -	0	+	Buitenzijde: Vergelijkbaar met huidige situatie. Alt. 1: Een constructie in de grond is zeer slecht uitbreidbaar. Alt. 2: Het uitbreiden van een (beschermde) oever van zand is even goed uitbreidbaar als de huidige situatie. Alt. 3: Een stortstenen oever is goed uitvoerbaar, extra stortsteen is relatief eenvoudig aan te brengen.

Tabel 6: Samenvatting milieueffecten van de alternatieven voor het thema Ruimte

Thema	Criterium	Sub-criterium	**Alt. 1** Versterking bekleding buitenzijde + **damwand** binnenzijde	**Alt. 2** Versterking bekleding buitenzijde + **berm grond** binnenzijde	**Alt. 3** Versterking bekleding buitenzijde + **bestorting** binnenzijde	**Toelichting op beoordeling (samenvatting o.b.v. MER)**
Ruimte	Ruimtelijke kwaliteit	Schaalniveau landschap	0	0	0	Buitenzijde: vervanging asfalt door zetsteen: vermindering van de samenhang en continuïteit tussen de dijkstukken met/zonder versterkingsopgave. Verder geen zichtbare verandering en geen effect. Alt. 1: geen effect, maatregel onder de grond Alt. 2: Zeer beperkte vermindering van de samenhang tussen de Balgzanddijk en aansluitende dijken. Niet onderscheidend. Alt. 3: geen effect, maatregel onder water
		Schaalniveau tracé en profiel	0	-	0	Buitenzijde: vervanging asfalt door zetsteen op BZD en ADD: minimale verandering van de beleving van de dijk. Alt. 1: geen effect, maatregel onder de grond. Alt. 2: verflauwing van talud past minder bij een zeedijk. Impact op het kleine schaalniveau is licht negatief. Alt. 3: geen effect, maatregel onder water
	Ruimte voor meekoppel-kansen		0	+	+	Buitenzijde: Geen effect Alt. 1: Geen effect Alt. 2: mogelijkheden voor ontwikkelen natuurvriendelijke oevers met waterplanten Alt. 3: mogelijkheden visstand: door het ontstaan van nieuwe schuilplaatsen en paaiplaatsen
	Recreatie		0	0	0	Buitenzijde: Geen effect Alt. 1 t/m 3: Geen effect
	Cultuur-historie		0	0	0	Buitenzijde: Geen effect Alt. 1: Geen effect Alt. 2: Door uitbuiging een licht negatief effect op de beleving van de reeks cultuurhistorische lijnen in landschap tussen Amstelmeer en Den Helder. Voor het geheel een neutraal effect omdat dit qua verhouding tot de andere lijnelementen om een relatief kleine verandering gaat. Alt. 3: Geen effect
	Bereikbaarheid		0	0	0	Buitenzijde: Geen effect Alt. 1 t/m 3: Geen effect

Tabel 7: Samenvatting milieueffecten van de alternatieven voor het thema Milieu

Thema	Criterium	Sub-criterium	**Alt. 1** Versterking bekleding buitenzijde + **damwand** binnenzijde	**Alt. 2** Versterking bekleding buitenzijde + **berm grond**	**Alt. 3** Versterking bekleding buitenzijde + **bestorting** binnenzijde	Toelichting op beoordeling (samenvatting o.b.v. MER)
Milieu	Wet natuurbescherming, Natura2000	Permanent	0	0	0	Voor alle alternatieven: Geen permanente aantasting.
		Tijdelijk	- -	- -	- -	Voor alle alternatieven: Verstoring van vogels buitendijks, jaarrond; mogelijk significant negatieve effecten
	Wet natuurbescherming, Beschermde soorten	Permanent	0	0	0	Voor alle alternatieven: Geen permanente vernietiging leefgebied soorten
		Tijdelijk	-	-	-	Voor alle alternatieven: Verstoring van broedvogels en vleermuizen (mitigeerbaar)
	Natuurnetwerk Nederland		0	+	0	Buitenzijde: geen gevolgen voor NNN Alt. 1: geen gevolgen voor NNN Alt. 2: potenties voor natuurontwikkeling, verbetering ecologische functie Balgzandkanaal Alt. 3: geen gevolgen voor NNN
	Grondwater		0	0	0	Buitenzijde: vervanging asfalt door zetsteen zorgt voor toename infiltratie in de dijk. Alleen binnen de dijk een effect, geen effect naar omgeving. Alt. 1: Alleen effect binnen de dijk (mogelijk), daarbuiten wordt het effect gedempt door het Balgzandkanaal. Geen effect op diepere lagen. Alt. 2: Mogelijk zeer beperkt effect binnen dijk door verminderde interactie met het Balgzandkanaal. Geen effect naar omgeving. Alt. 3: Geen effect.
	Waterbeheersing		0	- -	-	Buitenzijde: Geen effect Alt. 1: Geen effect Alt. 2: Reductie doorstroomprofiel met ca. 20% en tevens reductie nat oppervlak Alt. 3: Reductie doorstroomprofiel met ca. 5% en tevens reductie nat oppervlak
	Waterkwaliteit		0	0	0	Alle alternatieven: Geen invloed op abiotische factoren (zoutgehalte) van het water in het Balgzandkanaal/Waddenzee.
	Bodemkwaliteit		0	0	0	Alle alternatieven: het is wettelijk niet geoorloofd dat de mate van bodemverontreiniging mag toenemen bij een toepassing. Er kan zodoende geen negatief effect ontstaan.
	Hinder tijdens uitvoering		- -	-	-	Buitenzijde: Alle maatregelen zorgen voor enige mate van overlast, daarom licht negatief effect Alt. 1: Intrillen/heien zorgt voor veel geluidoverlast en lange uitvoeringsduur Alt. 2: Er is overlast, maar minder dan in Alt. 1.

Thema	Criterium	Sub-criterium	**Alt. 1** Versterking bekleding buitenzijde + **damwand** binnenzijde	**Alt. 2** Versterking bekleding buitenzijde + **berm grond**	**Alt. 3** Versterking bekleding buitenzijde + **bestorting** binnenzijde	Toelichting op beoordeling (samenvatting o.b.v. MER)
						Alt. 3: Er is overlast, maar minder dan in Alt. 1.
	Duurzaamheid	CO_2-uitstoot	- -	-	-	Buitenzijde: Score negatief door de uitstoot die plaatsvindt. Alt. 1: Stalen damwanden zorgen voor veel vrijkomend CO_2 Alt. 2: Meer materiaal, maar qua uitstoot minder belastend t.o.v. Alt. 3. Daarom gelijke score aan Alt. 3 Alt. 3: Minder materiaal, maar qua uitstoot meer belastend t.o.v. Alt. 2. Daarom gelijke score aan Alt. 2
		Mate van hergebruik	-	+	0	Buitenzijde: Geen specifiek grote kansen voor hergebruik. Alt. 1: Hergebruik toekomst vrijwel uitgesloten Alt. 2: Zand/grond/klei kan goed hergebruikt worden Alt. 3: Stenen moeten waarschijnlijk nieuw aangevoerd worden (i.v.m. certificering), hergebruik daardoor niet mogelijk.

5.2 Kosten

Voor het bepalen van de projectkosten is onderscheid gemaakt tussen:
- Investeringskosten: de kosten gerelateerd aan de aanleg.
- Levensduurkosten: de kosten gerelateerd aan het beheer en onderhoud.
- Projectkosten: de som van investeringskosten en levensduurkosten.

5.2.1 Investeringskosten

Er is een SSK-raming[3] opgesteld voor de kansrijke alternatieven. In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste uitgangspunten en de uitkomsten van de raming gepresenteerd. De kostennota met de onderbouwing van de uitgangspunten en de volledige kostenramingen zijn separaat gerapporteerd.

Uitgangspunten investeringskosten
- Prijspeil 1 juli 2019.
- De raming gaat uit van versterken van de waterkering binnen de uitvoeringsduur van 1 jaar, gerekend vanaf 2023. Uitgangspunt in de raming is dat de realisatie gedurende een ‘open’ seizoen van circa 7 maanden plaatsvindt.
- Ontwerpprofielen zoals getoond bij de kansrijke alternatieven (bijlage A6).
- De hoeveelheden die aan de basis liggen van de kostenramingen zijn bepaald met de ontwerpen van de kansrijke alternatieven in het technische 3D ontwerpmodel.

[3] *De Standaardsystematiek voor Kostenramingen (SSK) is een systematiek voor het maken van kostenramingen in de bouw en biedt een handreiking voor kostenmanagement.*

- De meeste werkzaamheden zijn gerekend vanaf land. Bij de aan te brengen berm of steenbestorting in het Balgzandkanaal is ook gerekend met aanvoer en verwerken van materialen vanaf water.
- De Kansrijke Alternatieven zijn ontworpen met de ontwerpgedachte van een sobere en doelmatige dijkversterking.
- In de raming is niet gerekend met het meenemen van Meekoppelkansen.
- Afkopen van pachtcontracten is niet opgenomen in de raming.

De investeringskosten zijn opgenomen in Tabel 8. In de kostenraming zijn voor alle alternatieven dezelfde directe bouwkosten opgenomen voor de versterking van de dijkbekleding aan de buitenzijde. In de SSK raming zijn risico's opgenomen, de totale risicoreservering inclusief percentage van de voorziene kosten is opgenomen in Tabel 8. Naast 5% niet-benoemde risicoreservering, zijn ook benoemde risico's opgenomen in de kostenramingen. Bij elkaar is de risicobijdrage ca. 18% van de investeringskosten.

Tabel 8: Resultaat SSK raming kansrijke alternatieven. Alle kosten inclusief BTW

Alternatief	1	2	3
	Versterking bekleding buitenzijde + **damwand** binnenzijde	Versterking bekleding buitenzijde + **berm grond** binnenzijde	Versterking bekleding buitenzijde + **bestorting** binnenzijde
Voorziene kosten buitendijks	€ 8,5 M	€ 8,9 M	€ 8,9 M
Voorziene kosten binnendijks	€ 20,4 M	€ 15,1 M	€ 15,0 M
Voorziene kosten totaal	**€ 28,9 M**	**€ 24,0 M**	**€ 23.9 M**

Deze kosten van de versterking van de dijkbekleding bedragen grofweg 30-35% van de totale investeringskosten. De voorziene kosten van alternatief 1 zijn het hoogste, constructieve oplossingen zijn in zijn algemeenheid vaak duurder dan oplossingen in grond.

Alternatief 2 is iets duurder dan alternatief 3. Dit wordt vooral veroorzaakt door het grotere volume materiaal dat wordt aangebracht op het talud in combinatie met de blokkenmatten als oeverbescherming. Doordat een talud van 1:6 is ontworpen, vragen beide alternatieven een relatief grote hoeveelheid materiaal In alternatief 2 wordt daarnaast een nieuwe oeverbescherming aangebracht en de oude afgevoerd.

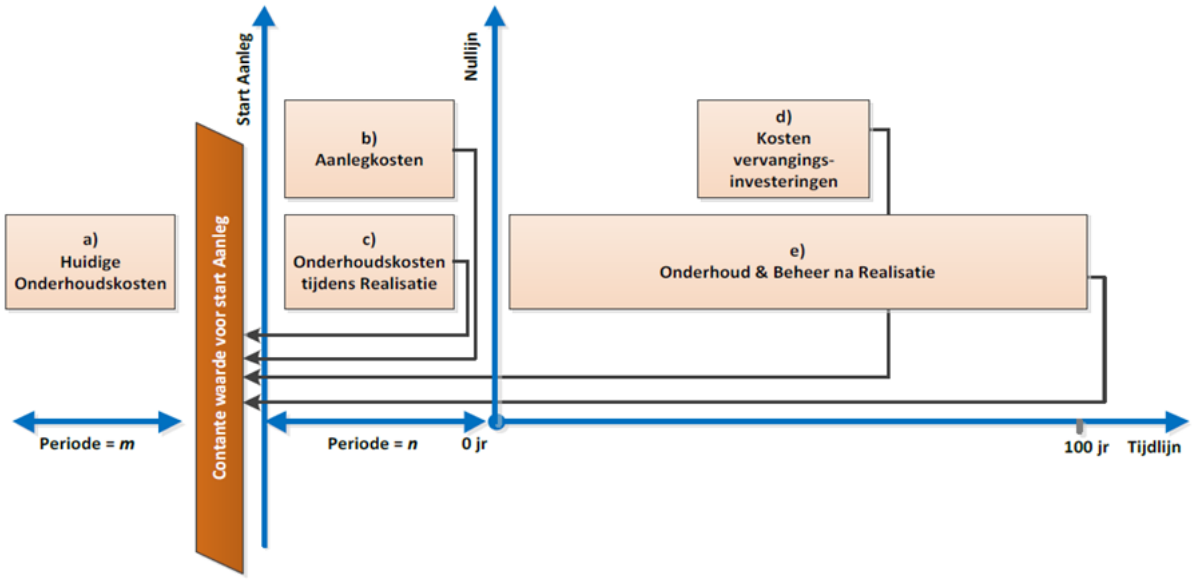
Bij de resultaten wordt opgemerkt dat de verschillen in de kostenraming binnen de nauwkeurigheidbandbreedtes vallen. In de Verkenningsfase worden kosten normaliter met een variatiecoëfficiënt van +/- 25% bepaald. De variatiecoëfficiënt van deze kostenramingen bedraagt 23-24%. Er kan gesteld worden dat de verschillen in investeringskosten tussen alternatieven 2 en 3 binnen de onzekerheidsbandbreedte vallen en daarmee zijn de kosten niet onderscheidend in de afweging.
Van alternatief 1 kan wel gesteld worden dat deze onderscheidend is in kosten t.o.v. de andere alternatieven, de kosten liggen ca. 15-20% hoger dan de andere alternatieven.

5.2.2 Levensduurkosten (LCC)

Life Cycle Costing (LCC) is een werkwijze om te komen tot een doelmatige oplossing met de bijbehorende levensduur vanuit financieel perspectief. Voor het bepalen van de LCC-kosten zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De Levensduurkosten zijn gerekend over 100 jaar, met een discontovoet van 3%. De dijkversterking zelf is gerekend met een ontwerplevensduur van 50 jaar. In de raming is niet gerekend met het upgraden / verhogen van de kering na deze 50 jaar. Uitgangspunt is handhaven huidig ontwerp, waarbij het gaat om het vergelijken van alternatieven over een periode van 100 jaar.

- Er is alleen beheer en onderhoud geraamd van de onderscheidende onderdelen in de raming, dus de alternatieven van het binnentalud van de Balgzanddijk. En daarbij alleen de bij de realisatie aangebrachte objecten en niet het gehele profiel van de kering.
- De LCC afweging vindt plaats op basis van de Contante Waarde van deze alternatieven. Het meenemen van de overige objecten (die in alle drie alternatieven gelijk zijn), zouden de analyse kunnen vertroebelen.



Figuur 20: Overzicht LCC-kosten

Bovenstaande figuur laat de kosten zien welke in de raming zijn opgenomen.

a) Huidige onderhoudskosten zijn niet meegenomen (niet bekend).
b) Aanlegkosten zijn ondergebracht bij de Investeringskosten.
c) Onderhoud tijdens de realisatie: alleen gerekend met maaibeheer. Aangenomen wordt dat tijdens de bouw geen onderhoud meer plaats vindt aan harde bekledingen of wegverhardingen.
d) Vervangingskosten: in de raming is gerekend met opbreken / verwijderen van onderdelen en het opnieuw aanbrengen. Er is niet gerekend met restwaardes van materialen bij sloop.

De jaarlijkse kostenberekening laat de deterministische waarde zien van alle onderhoudstaken, exclusief de taken tijdens de bouwfase en de grootschalige vervanging van objecten, gedeeld door de looptijd (100 jaar). Tabel 9 laat de resultaten van de kostenramingen zien zowel nominaal als met een contante waarde, waarbij een discontovoet van 3% is aangehouden.

Tabel 9: Resultaten Levensduurraming

Alternatief	1	2	3
	Versterking bekleding buitenzijde + **damwand** binnenzijde	Versterking bekleding buitenzijde + **berm grond** binnenzijde	Versterking bekleding buitenzijde + **bestorting** binnenzijde
Levensduurkosten inclusief BTW	€ 18,8 M	€ 12,8 M	€ 13,1 M
Levensduurkosten inclusief BTW (contante waarde)	€ 1,1 M	€ 3,0 M	€ 1,4 M

Uit de levensduurraming volgt dat alternatief 1 de hoogste kosten heeft, de kosten voor het onderhoud en inspectie van een constructie zijn laag, met name de vervanging van de constructie (1x per 100 jaar) draagt significant bij aan de levensduurkosten.

Bij alternatief 2 zijn naast de vervangingskosten van de oeverbescherming (1x per 60 jaar), ook de onderhoudskosten relatief hoog. Dit komt omdat het onderwatertalud dynamisch is (grond/zand) en regelmatig (circa elke 10 jaar) geïnspecteerd en aangevuld moet worden.

Bij alternatief 3 dragen met name de vervangingskosten van de oeverbestorting (1x per 100 jaar) bij. De onderhoudskosten (circa elke 10 jaar stortsteen aanvullen) is beperkter, omdat de verwachting is dat de stortsteen redelijk stabiel blijft liggen onder invloed van stroming en golven.

Qua levensduurkosten is alternatief 2 het duurste (op contante waarde) en alternatief 1 het voordeligst. Als naar totale projectkosten wordt gekeken (projectkosten = investeringskosten + levensduurkosten over 100 jaar), is alternatief 1 het duurste en alternatief 3 het voordeligst.

5.2.3 Projectkosten

De projectkosten is een optelling van de investeringskosten en de levensduurkosten over 100 jaar. Hiermee kunnen alternatieven worden vergeleken op totale kosten over de looptijd van het project. Op projectkosten is alternatief 3 het voordeligst en alternatief 1 het duurste.

Tabel 10: Resultaten projectkosten

Alternatief	1	2	3
	Versterking bekleding buitenzijde + **damwand** binnenzijde	Versterking bekleding buitenzijde + **berm grond** binnenzijde	Versterking bekleding buitenzijde + **bestorting** binnenzijde
Projectkosten inclusief BTW	€ 47,7 M	€ 36,8 M	€ 37,0 M
Projectkosten inclusief BTW (contante waarde)	€ 30,0 M	€ 27,0 M	€ 25,4 M

5.3 Draagvlak directe omgeving en belangenbehartigers

Het omgevingsproces is vormgegeven in de geest van de nieuwe Omgevingswet (invoering voorzien 1-1-2021). Aan het begin van de verkenningsfase is de notitie Reikwijdte en Detailniveau opengesteld voor openbare inspraak. Eenieder heeft gedurende zes weken (van 12 september 2018 tot en met 23 oktober 2018) kunnen reageren op de notitie Reikwijdte en Detailniveau. Er zijn 11 zienswijzenbinnengekomen. Deze zijn zoveel mogelijk betrokken bij het opstellen van de alternatieven. Ook is eenieder gevraagd om oplossingsrichtingen voor de dijkversterking aan te dragen. De reacties bevatten 9 verschillende bouwstenen die in de Nota Kansrijke alternatieven [5] zijn verwerkt.

In de verkenningfase is het MER opgesteld. Het MER beschrijft de (milieu)effecten van de voorgenomen activiteit en houdt rekening met de inhoudelijke eisen zoals deze zijn vastgelegd in Besluit m.e.r. Het MER zal in de planuitwerkingsfase nog verder geconcretiseerd worden alvorens het MER formeel ter inzage gaat. De resultaten van de effectbeoordeling worden meegenomen bij het opstellen van het projectplan Waterwet. Indien er voor gekozen wordt om volgens de Omgevingswet te werken dan zal het MER onderdeel vormen van het zogenaamde Projectbesluit.

De alternatievenafweging is in deze fase op verschillende manieren afgestemd met de omgeving:

- Expertsessies: er zijn twee expert/werksessies georganiseerd om met een brede groep van experts de belangrijkste keuzes en uitwerking van de kansrijke alternatieven te bespreken. De uitkomsten van de sessies zijn gebruikt om de kansrijke alternatieven verder vorm te geven. Dit is toegelicht in paragraaf 4.1.
- Klankbordgroep: de opzet van zeef 2 en het voorstel voor de invulling van zeef 2 is voorgelegd aan de Klankbordgroep. In grote lijnen kon de klankbordgroep de afweging van zeef 2 en de argumentatie onderschrijven. Er zijn enkele aanscherpingen gemaakt, met name op het aspect natuur. De

aanscherpingen zijn verwerkt in het beoordelingskader zoals opgenomen in de MER en in de nota VKA.

- Op 1 juli is tijdens de derde dijkavond het voorstel van de uitgewerkte Kansrijke alternatieven en het voorstel voor de beoordeling voorgelegd aan de brede omgeving. Er zijn vanuit de omgeving geen grote bezwaren tegen alternatieven naar voren gekomen. Er geldt een lichte voorkeur voor alternatief 2 en alternatief 3, waar ecologische meerwaarde in het Balgzandkanaal kan worden gecreëerd. Gezien het feit dat de maatregelen niet tot nauwelijks zichtbaar zijn is het effect op de leefomgeving zeer beperkt. Deze consultatie heeft niet tot aanpassing van de scores geleidt.

Samenvattend wordt geconcludeerd dat de omgeving zich kan vinden in de samenstelling van de drie kansrijke alternatieven en de methode waarop de alternatieven beoordeeld worden. Concrete feedback op het meenemen van voorlanden, de duinenrij en de binnenwaartse alternatieven is verwerkt in de drie integrale kansrijke alternatieven (zoals beschreven in paragraaf 4.5).

Met de keuzes die gemaakt zijn, resteert aan de Waddenzee-zijde van de dijk voor de bekledingsopgave geen keuze tussen onderscheidende alternatieven; er is één oplossing uitgewerkt die onderdeel uitmaakt van alle alternatieven. Deze oplossing – het versterken van verschillende soorten bekleding - heeft beperkte impact op de uitstraling van de dijk en op (permanente) overlast die de omgeving zal ervaren. Mede daarom zijn er geen grote bezwaren tegen de buitendijkse oplossing aangedragen. Het meenemen van natuurlijke aanzanding van het voorland is een technische optimalisatie van het voorkeursalternatief die nog onderzocht wordt, maar geen invloed heeft op de alternatievenafweging.

Aan de binnenzijde bij het Balgzandkanaal zijn er drie alternatieven die van elkaar verschillen. De maatregelen vinden plaats op een traject wat niet voor publiek toegankelijk is, en de maatregelen zijn niet tot nauwelijks zichtbaar. Daarmee is het effect op de leefomgeving zeer beperkt. Uit dijkavond 3 is gebleken dat de omgeving geen sterke voorkeur of weerstand heeft bij een van de alternatieven.

Het voorstel voor VKA zoals dat in het volgende hoofdstuk wordt gepresenteerd, zal in de volgende gremia worden gepresenteerd en besproken:

- Tijdens de 4^{e} dijkavond (18 september 2019) wordt het voorstel voor het VKA gepresenteerd aan de brede omgeving.
- ABG: 1 oktober 2019 vindt de ABG plaats voor nadere afstemming met de partner overheden.
- BBG: Na de zomer in 2019 (datum n.t.b.) vindt de BBG plaats. Zij zullen hun advies aan het bestuur van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier uitbrengen over het gekozen VKA
- In het laatste kwartaal van 2019 zal het bestuur van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier besluiten over het voorgestelde VKA.

6 Voorstel voor het Voorkeursalternatief

6.1 Voorstel VKA

De afweging van het voorkeursalternatief is in nauwe samenwerking tussen HHNK, Royal HaskoningDHV, KBG, ABG en de publieke omgeving gemaakt. Interne en externe stakeholders betrokken bij het samenstellen van de alternatieven, het beoordelen van de alternatieven en het kiezen van het voorkeursalternatief. Onderstaande samenvattende tabel geeft een overzicht van alle aspecten die worden meegenomen in de zeef 2 afweging:

1. Scores milieueffecten zeef 2;
2. Kostenraming;
3. Draagvlak van directe omgeving en belangenbehartigers.

Tabel 11: Samenvatting van de beoordeling van de kansrijke alternatieven

Thema	Criterium	Sub criterium	**Alternatief 1** Versterking bekleding + **damwand** binnenteen BZD	**Alternatief 2** Versterking bekleding + **verbreden binnentalud met zand** BZD	**Alternatief 3** Versterking bekleding + verzwaren binnentalud met stortsteen BZD
Techniek	Uitvoerbaarheid		0	-	+
	Beheerbaarheid		-	-	-
	Uitbreidbaarheid		- -	0	+
Ruimte	Ruimtelijke kwaliteit	Schaalniveau landschap	0	0	0
		Schaalniveau tracé en profiel	0	-	0
	Ruimte voor meekoppelkansen		0	+	+
	Recreatie		0	0	0
	Cultuurhistorie		0	0	0
	Bereikbaarheid		0	0	0
Milieu	Wet natuurbescherming, Natura2000	Permanent	0	0	0
		Tijdelijk	- -	- -	- -
	Wet natuurbescherming, Beschermde soorten	Permanent	0	0	0
		Tijdelijk	-	-	-
	Natuurnetwerk Nederland		0	+	0
	Grondwater		0	0	0
	Waterbeheersing		0	- -	-
	Waterkwaliteit		0	0	0
	Bodemkwaliteit		0	0	0
	Hinder tijdens uitvoering		- -	-	-
	Duurzaamheid	CO_2-uitstoot	- -	-	-
		Mate van hergebruik	-	+	0
Kosten	Investeringskosten		€ 28,9 M	€ 24,0 M	€ 23,9 M
	Levensduurkosten (contante waarde)		€ 1,1 M	€ 3,0 M	€ 1,4 M
	Projectkosten (contante waarde)		€ 30,0 M	€ 27,0 M	€ 25,4 M
Draagvlak			Tijdens bijeenkomsten met de omgeving (zie par. 5.3) zijn geen grote bezwaren tegen alternatieven naar voren gekomen. Er geldt een lichte voorkeur voor alternatief 2 en alternatief 3, waar ecologische meerwaarde in het Balgzandkanaal kan worden gecreëerd.		

Uit de beoordeling van de drie kansrijke alternatieven is per thema geconcludeerd:

- **Techniek:** De uitbreidbaarheid van een damwand (alternatief 1) ten opzichte van de andere alternatieven is slecht beoordeeld, omdat het alternatief minder gemakkelijk kan worden aangepast bij veranderende veiligheidseisen in de toekomst. flexibel is t.a.v. toekomstige dijkversterkingen. Overige aspecten verschillen licht van elkaar. De oeverbestorting (alternatief 3) scoort op 2 van de 3 criteria nadrukkelijk positiever dan de andere alternatieven.
- **Ruimte:** Aan de binnenzijde scoort de oeververbreding (Alt. 2) slechter dan de andere alternatieven, omdat deze als enige een zichtbare impact heeft. De oeververbreding (Alt. 2) en oeververzwaring (Alt. 3) bieden beide ruimte voor meekoppelkansen.
- **Milieu**: Alle alternatieven hebben tijdelijke effecten op Natura 2000 en beschermde soorten, dit is niet onderscheidend. Het effect op waterbeheersing is bij de oeververbreding (Alt. 2) het grootste, bij de oeververzwaring (Alt. 3) beperkt en bij de damwand (Alt. 1) niet. De damwand scoort slecht op hinder tijdens uitvoering en duurzaamheid.
- **Kosten:** Er zit verschil in kosten tussen de alternatieven, met name alternatief 1 (damwand) is duurder dan de andere twee alternatieven. Het verschil tussen alternatief 2 en 3 valt binnen de onzekerheidsbandbreedte en wordt niet onderscheidend geacht voor de VKA-keuze.
- **Draagvlak:** Vanuit de omgeving zijn geen grote bezwaren tegen alternatieven naar voren gekomen. Er geldt een lichte voorkeur voor alternatief 2 en alternatief 3, waar ecologische meerwaarde in het Balgzandakaal kan worden gecreëerd.

Alternatief 2 en 3 scoren beter dan Alternatief 1
Gebaseerd op bovenstaande conclusies per thema, wordt gesteld dat Alternatief 1 (damwand) negatief scoort op meerdere effecten (uitbreidbaarheid, hinder tijdens uitvoering en duurzaamheid) en daarmee niet de voorkeur heeft als deze wordt vergeleken met de andere alternatieven. Qua kosten scoort dit alternatief qua investeringskosten slechter dan de andere 2 alternatieven.

Alternatief 3 scoort beter dan alternatief 2
Het verschil tussen alternatief 2 (verbreding met grond) en alternatief 3 (verzwaring met stortsteen) is minder significant. Alternatief 2 scoort sterk negatief op waterbeheersing, door de relatief grote reductie van het natte oppervlak en doorstroomprofiel van het Balgzandkanaal. Dit is geen no go maar wel een negatief effect. Wel scoort alternatief 2 positief mogelijkheid voor hergebruik van materialen. Daarentegen scoort alternatief 3 vooral positief op uitvoerbaarheid en uitbreidbaarheid. Van de effecten op ruimtelijke kwaliteit en cultuurhistorie wordt verwacht dat ze in de planvormingsfase nog gereduceerd kunnen worden: door ontwerpoptimalisatie kan Alternatief 2 mogelijk lager op het talud beginnen, waardoor de zichtbare impact verder wordt gereduceerd. Daarmee worden de alternatieven op deze aspecten niet onderscheidend ten opzichte van elkaar.

Door HHNK wordt waarde gehecht aan een ontwerp dat flexibel is in relatie tot toekomstige onzekerheden en ontwikkelingen. De beperkte afname van het natte oppervlakte en doorstroomprofiel van het Balgzandkanaal en de goede mogelijkheden voor toekomstige uitbreidbaarheid, maken alternatief 3 flexibeler voor toekomstige wijzigingen dan alternatief 2. Daarmee heeft alternatief 3 de voorkeur boven alternatief 2. De kosten van de alternatieven vallen binnen de onzekerheids-bandbreedte en worden daarmee niet als onderscheidend meegenomen zijn in de afweging.

6.2 Nadere uitwerking en aandachtspunten t.a.v. voorstel VKA

In de Planuitwerkingsfase zal het vastgestelde advies VKA verder worden uitgewerkt. In het proces om te komen tot een VKA zijn, zowel vanuit techniek als vanuit de omgeving, een aantal aandachtspunten benoemd die bij de uitwerking nadere aandacht behoeven voor het advies VKA. Deze punten zijn hieronder beschreven.

Concretiseren meekoppelkans vismigratie
In de werksessie over de alternatieven in het Balgzandkanaal is het meekoppelen van vismigratie met de dijkversterking benoemd en besproken. Nadere afstemming en concretisering is nodig om te bepalen of hier synergie te behalen is en op welke manier. Mogelijk kunnen lokale luwe paaiplaatsen voor vissen gecreëerd worden in combinatie met de aangepaste kanaaloever.
Voor andere meekoppelkansen geldt in zijn algemeenheid ook dat in de planuitwerkingsfase verder wordt bepaald of er een initiatiefnemer is en of de meekoppelkans verder uitgewerkt wordt.

Ontwerpoptimalisatie door meenemen voorlandontwikkeling en kleinschalige maatregelen om aanslibbing te stimuleren
In de expertsessie over voorlanden is benoemd dat grootschalige kunstmatige ingrepen in het voorland ongewenst zijn. Wel is het interessant om te onderzoeken of het meenemen van het meegroeiend vermogen van voorlanden in de Waddenzee een positief effect heeft op de versterkingsopgave. Dit wordt gezien als nadere optimalisatie van het voorkeursalternatief, net als het eventueel integreren van kleinschalige maatregelen om aanslibbing te stimuleren (als dat effectief blijkt).
De eerste verkennende overleggen over het effect van aanslibbing in het voorland op de versterkingsopgave zijn in de verkenningsfase uitgevoerd in samenwerking met diverse experts. Eventueel vervolgonderzoek moet in de planuitwerkingsfase uitgevoerd worden.

Onderzoeken beheeroptimalisatie grasbekleding in relatie tot opgave versterking
Binnen HHNK wordt momenteel verkend in hoeverre het grasbeheer geoptimaliseerd kan worden, om alsnog een gesloten zode op het buitentalud van de dijk te realiseren. Daarmee kan versterking van de afgekeurde dijkvakken in potentie worden voorkomen. Het benodigde beheer voor het realiseren van gesloten zode moet hiervoor geconcretiseerd worden, waarmee meer duidelijkheid moet komen over de haalbaarheid van gesloten graszode door middel van een geoptimaliseerd beheer.
Indien optimalisatie van de kwaliteit van de graszode niet haalbaar blijkt, zal alsnog een alternatieve bekleding ontworpen moeten worden. Een voorbeeld van een alternatieve bekleding voor deze trajecten is het toepassen van grofmazige kunststof matten (‘geogrids’). Daarmee blijft het groene karakter van de dijk behouden.

Nader afstemming over beheerinspanning in relatie tot verborgen bekleding en oeverbestorting
De juiste vormgeving, materialisering en uitdetaillering van de volgende twee maatregelen vraag nadere afstemming met de beheerorganisatie binnen HHNK.

- Verborgen bekleding (gras over asfalt): in verband met de inspecteerdbaarheid en beoordeling van de bekleding, dient het ontwerp te worden afgestemd met de beheerorganisatie. Dit om ervaringen vanuit de dijk op Texel en de Markermeerdijken mee te nemen in het ontwerp.
- Bestorting Balgzandkanaal: De ontwerpoplossing heeft mogelijk invloed op het baggeren van het kanaal. De vormgeving van het ontwerp dient daarom te worden afgestemd met de kanaalbeheerder.

Er zijn t.a.v. bovengenoemde aspecten geen onoverkomenlijke problemen gesignaleerd, maar de uitwerking in de planuitwerkingsfase vraagt wel specifieke aandacht en afstemming i.r.t. beheer en onderhoud.

Materialisatie
In de planuitwerkingsfase dienen keuzes gemaakt te worden omtrent de benodigde materialen van het VKA. Dit betreft onder andere de nadere detaillering van de te versterken grasbekleding (300m) bij Stroe waar een verborgen asfaltbekleding wordt voorgesteld. Hier zijn wellicht ook nog andere typen oplossingen mogelijk. Ook kan nader worden gezocht naar kansen voor hergebruik van materialen en werk-met-werk om te de uitvoering te optimaliseren op het gebied van duurzaamheid.

Uitvoeringswijze

In de planuitwerkingsfase moet de uitvoeringswijze in meer detail worden uitgewerkt. Dit is nodig omdat de realisatietijd mogelijk langer is in vergelijking met de beschikbare periode waarin gewerkt mag worden als gevolg van beperkingen vanuit natuur en waterveiligheid (gesloten seizoen). Een realistische kijk op de uitvoering helpt om in te schatten of het beschikbare uitvoeringsvenster lang genoeg is. Daarnaast kunnen de kosten van het project zo nauwkeuriger worden ingeschat.

7 Lijst met afkortingen

Afkorting	Betekenis
ABG	Ambtelijke Begeleidingsgroep
ADD	Amsteldiepdijk
AGK/AWO	Asfalt Golfklappen / Asfalt Wateroverdrukken (faalmechanisme)
BBG	Bestuurlijke Begeleidingsgroep
BZD	Balgzanddijk
DODH	Den Oever – Den Helder (projectnaam)
DP	Dijkpaal
GEBU	Graserosie Buitentalud (faalmechanisme)
HHNK	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
HWBP	Hoog Water Beschermings Programma
KBG	Klankbordgroep
KES	Klant Eisen Specificatie
LCC	Life Cycle Cost
MER	Milieu Effect Rapportage
MIRT	Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport
NRD	Notitie Reikwijdte en Detailniveau
RHDHV	Royal HaskoningDHV
SF	Safety Factor (veiligheidseis in geotechnische berekeningen)
STBI	Stabiliteit binnenwaarts (faalmechanisme)
VKA	Voorkeursalternatief
WAB	Wieringer Zeewering – Amsteldiepdijk – Balgzanddijk (projectnaam van de dijkversterking voordat DODH werd geintroduceerd)
WBI	Wettelijk Beoordelings Instrumentarium
WZW	Wieringer Zeewering
ZST	Zetsteen (faalmechanisme)

8 Referenties

[1] Royal HaskoningDHV, Milieueffectrapport Dijkversterking Den Oever Den Helder.

[2] Royal HaskoningDHV, HKV, „Nader Onderzoek veiligheidsopgave Den Oever Den Helder, definitief P2.0," April 2019.

[3] HHNK, Notitie Reikwijdte en Detailniveau m.e.r. Integrale verkenning Dijkversterking Den Helder-Den Oever (definitief), 12-6-2018.

[4] KIWA KOAC, „Continue inzicht Waddenzeedijken Noord-Holland, definitief (e170015901)," 12 juni 2017.

[5] Royal HaskoningDHV, Nota Kansrijke Alternatieven, versie P3.0, 20-6-2019.

[6] RWS, „Handreiking Ontwerpen met overstromingskans," 2017a.

[7] RWS, „Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017: Bijlage III Sterkte en Veiligheid," 2017b.

[8] TAW, „Technisch Rapport Asfalt voor Waterkeren," 2002.

[9] STOWA, „State of the Asfaltdijkbekldingen," 2010.

[10] Deltares, Hoogte van overgang harde dijkbekleding naar gras, Semi-Probabilistische ontwerpmethode, kenmerk 11200575-012-GEO-0006, 2017.

[11] Royal HaskoningDHV, Integrale uitgangspuntennotitie Verkenning Dijkversterking Den Oever Den Helder (DODH) (P1.0 concept), 6-11-2018.

[12] HHNK, Operationeel Beheerkader versterking waterkeringen, 31-7-2017, versie 2.0 Definitief.

A1 Tabel veiligheidsopgave project DODH

Onderstaande tabel is het resultaat van de nadere analyses, zoals gerapporteerd in [2]

				Ontwerpopgave 2073				
Tracé	van DP	tot DP	lengte	ZST	GEBU	STBI	AGK/AWO	Te versterken
BZD	4,49	7,60	3.110	0	0	0	0	0
BZD	7,60	7,70	100	100	0	0	0	100
BZD	7,70	8,50	800	0	0	0	0	0
BZD	8,50	8,60	100	100	0	0	0	100
BZD	8,6	8,70	100	0	0	0	0	0
BZD	8,70	9,50	800	0	0	800	0	800
BZD	9,50	9,80	300	300	0	300	0	300
BZD	9,80	11,10	1.300	0	0	1.300	0	1.300
BZD	11,10	11,20	100	100	0	100	0	100
BZD	11,20	11,25	50	0	0	50	0	50
BZD	11,25	11,30	50	0	0	50	50	50
BZD	11,30	11,40	100	100	0	100	100	100
BZD	11,40	11,75	350	0	0	350	350	350
BZD	11,75	12,20	450	0	0	0	450	450
BZD	12,20	12,30	100	100	0	0	100	100
BZD	12,30	12,57	270	0	0	0	270	270
ADD	12,57	12,90	330	0	0	0	330	330
ADD	12,90	13,10	200	200	0	0	200	200
ADD	13,10	13,40	300	0	0	0	300	300
ADD	13,40	13,60	200	200	0	0	200	200
ADD	13,60	14,80	1.200	0	0	0	1.200	1.200
WZW	14,80	15,05	250	0	0	0	250	250
WZW	15,05	15,95	900	0	0	0	0	0
WZW	15,95	16,05	100	0	100	0	0	100
WZW	16,05	16,15	100	0	0	0	0	0
WZW	16,15	16,20	50	0	50	0	0	50
WZW	16,20	16,30	100	100	100	0	0	100
WZW	16,30	16,45	150	0	150	0	0	150
WZW	16,45	16,75	300	0	0	0	0	0
WZW	16,75	17,05	300	0	300	0	0	300
WZW	17,05	18,40	1.350	0	0	0	0	0
WZW	18,40	18,45	50	50	0	0	0	50
WZW	18,45	18,75	300	300	300	0	0	300
WZW	18,75	19,00	250	250	0	0	0	250
WZW	19,00	19,75	750	0	0	0	0	0
WZW	19,75	19,85	100	0	100	0	0	100
WZW	19,85	19,95	100	0	0	0	0	0
WZW	19,95	20,85	900	0	900	0	0	900
WZW	20,85	20,95	100	0	0	0	0	0
WZW	20,95	21,55	600	0	600	0	0	600
WZW	21,55	21,65	100	0	0	0	0	0
WZW	21,65	21,75	100	0	100	0	0	100
WZW	21,75	22,05	300	0	0	0	0	0
WZW	22,05	22,25	200	0	200	0	0	200
WZW	22,25	22,35	100	0	0	0	0	0
WZW	22,35	22,55	200	0	200	0	0	200
WZW	22,55	22,65	100	0	0	0	0	0

WZW	22,65	23,25	600	0	600	0	0	600
WZW	23,25	24,15	900	0	0	0	0	0
WZW	24,15	24,25	100	0	100	0	0	100
WZW	24,25	25,67	1.420	0	0	0	0	0
			21.180	1.900	3.800	3.050	3.800	10.650

ZST Stabiliteit Zetsteen
GEBU Graserosie Buitenwaarts
STBI Macrostabiliteit Binnenwaarts
AGK Asfalt Golfklap
AWO Asfalt Wateroverdruk

A2 Ontwerp bekleding

A2.1 Asfaltbekleding

A2.1.1 Scope

Op de volgende trajecten is uit de veiligheidsopgave gebleken dat de asfaltbekleding niet voldoet in 2073:

Tracé	Traject	Lengte [km]
Balgzanddijk	DP11.75 – DP12.57	0,82 km
Amsteldiepdijk	DP12.57 – DP14.80	2,23 km
Wieringer Zeewering	DP14.80 – DP15.05	0,25 km

** In de veiligheidsopgave* [2] *is gerapporteerd dat 1 profiel t.p.v. DP22.0 niet voldoet. Naderhand is gebleken dat dit is gebaseerd op een onjuiste aanname van de hoogteligging van het asfalt op deze locatie. Op basis van de juiste hoogteligging, geldt hier geen veiligheidsopgave*

A2.1.2 Ontwerpaanpak

De volgende aspecten zijn behandeld in het ontwerp t.a.v. asfaltbekleding:

- **Ontwerpanalyse conform OI2014 (wateroverdrukken en golfklappen):** Een asfaltbekleding dient ontworpen te worden op golfklappen en/of wateroverdrukken, beide aspecten zijn beschouwd.

- **Ontwerp- en restlevensduur:** Ontwikkelingen in de tijd (zoals zeespiegelstijging en aanzanding in de Waddenzee) kunnen het ontwerp beïnvloeden als gekeken wordt naar verschillende zichtjaren. Ook de restlevensduur van het aanwezige asfalt speelt hierin mee.

Een asfaltbekleding dient ontworpen te worden op golfklappen en/of wateroverdrukken. De ontwerpanalyses zijn uitgewerkt voor de volgende profielen:

- DP11.3: Hoogste waterstand en zwaarste golfaanval langs afgekeurde traject
- DP14.7: Einde van de Amsteldiepdijk. Lagere waterstand en golfaanval.

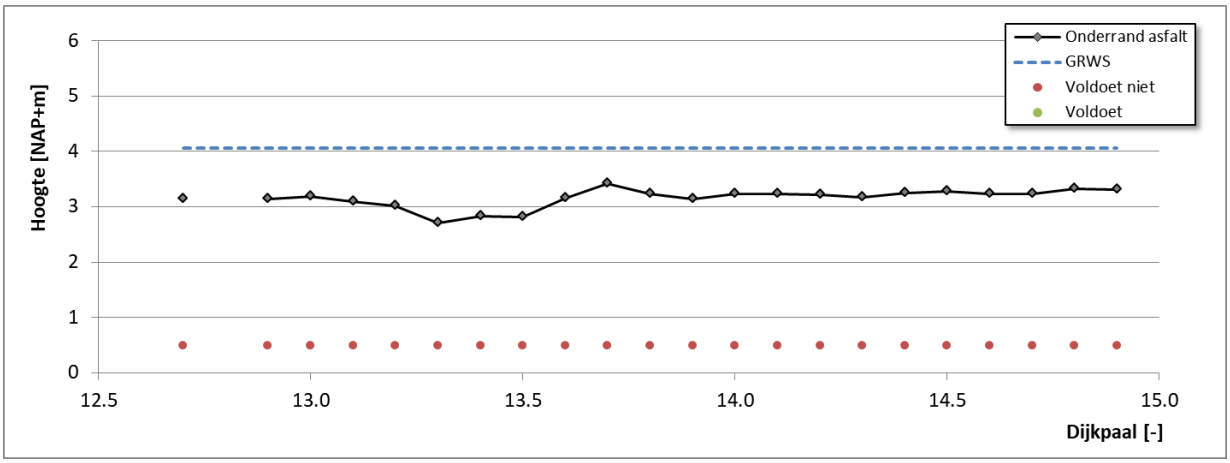
Op basis van deze twee profielen ontstaat een representatief beeld van de afgekeurde secties en de benodigde verbetermaatregelen.

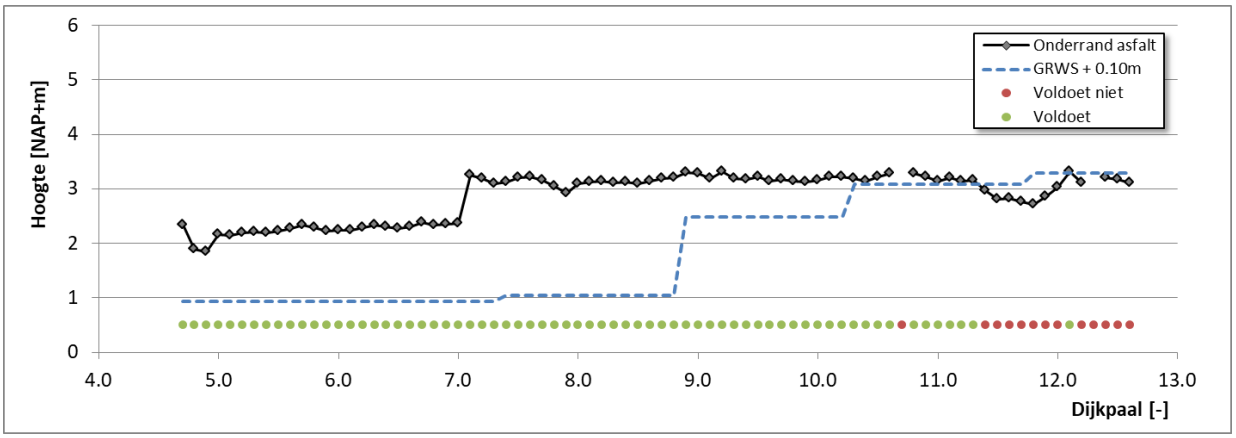
A2.1.3 Wateroverdrukken (AWO)

In het OI2014 [6] wordt niet gesproken over het ontwerpen van asfaltbekledingen op wateroverdrukken (enkel over golfkappen). De benodigde asfaltdikte voor wateroverdrukken kan aan de hand van het WBI [7] worden bepaald, waarbij ontwerpwaarden als input worden gebruikt.

Omdat we een asfaltbekleding binnen de golfklapzone willen ontwerpen wordt het ontwerp gemaakt met de eenvoudige rekenregels voor wateroverdruk bij asfalt Stap E.3.1 [7]. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de inzichten die door middel van peibuis- en modelonderzoek zijn verkregen t.a.v.de freatische lijn [2].

Voor de Amsteldiepdijk ligt de grondwaterstand in de dijk onder maatgevende omstandigheden circa 0,8 – 1,0m boven de onderkant van de asfaltbekleding (situatie 2073). Voor de Balgzanddijk ligt de onderkant van de asfaltbekleding voor het grootste deel boven de grondwaterstand onder maatgevende omstandigheden. Enkel in het zuidelijkste deel van de Balgzanddijk (DP 11.5 – 12.6) ligt de grondwaterstand lokaal iets boven de onderkant van de asfaltbekleding (orde 0 – 0,2m).





Figuur 21: Vergelijking tussen onderrand van het asfalt en de GRWS van de Amsteldiepdijk (boven) en Balgzanddijk (onder)

In [7] wordt een opdruk criterium gegeven voor een waterbouwasfalt bekleding (zonder kleilaag onder de asfaltbekleding):

$$d_a = 0{,}21 \cdot Q_n \cdot z \cdot \frac{\rho_w}{\rho_a - \rho_w}$$

Waarin:

d_a	Benodigde asfaltdikte	[m]
Q_n	Factor voor de taludhelling	[-]
z	Hoogteverschil tussen MGWS en onderrand gesloten bekleding	[m]
P_w	Soortelijk gewicht water = 1.025	[kg/m^3]
P_a	Soortelijk gewicht waterbouwasfalt = 2.440	[kg/m^3]

Uit verkennende berekeningen blijkt dat de benodigde (theoretische) asfaltdikte t.a.v. wateroverdrukken voor de Balgzanddijk en Amsteldiepdijk in de orde 0,05 – 0,15m ligt. In de huidige situatie is er een asfaltdikte van 0,332m aanwezig op de Balgzanddijk en Amsteldiepdijk [4]. Voor het aspect wateroverdrukken is er daarom geen noodzaak om een dikkere bekleding aan te brengen dan nu aanwezig.

A2.1.4 Golfklappen (AGK)

Toepassingsvoorwaarden t.a.v. verzadiging ondergrond
De asfaltbekleding van de Balgzanddijk voldoet op het traject DP11.25 tot DP15.05 (totaal 3,8 km) niet aan de toepassingsvoorwaarden voor AGK (golfklappen). Als de freatische lijn tegen het asfalt staat is sprake van een verzadigde ondergrond onder de asfaltbekleding die kan leiden tot verwekings-verschijnselen of lokale afschuiving. Ook kan de in rekening te brengen stijfheid van de ondergrond niet op de gebruikelijke manier worden vastgesteld. Door experts is aangegeven dat nog onvoldoende inzicht is in het gedrag van de asfaltbekleding in de verzadigde zone om deze te beoordelen [2]. Daarom is aangeraden deze asfaltbekleding bij gebrek aan een beoordelingsmethode op te nemen in de veiligheidsopgave.

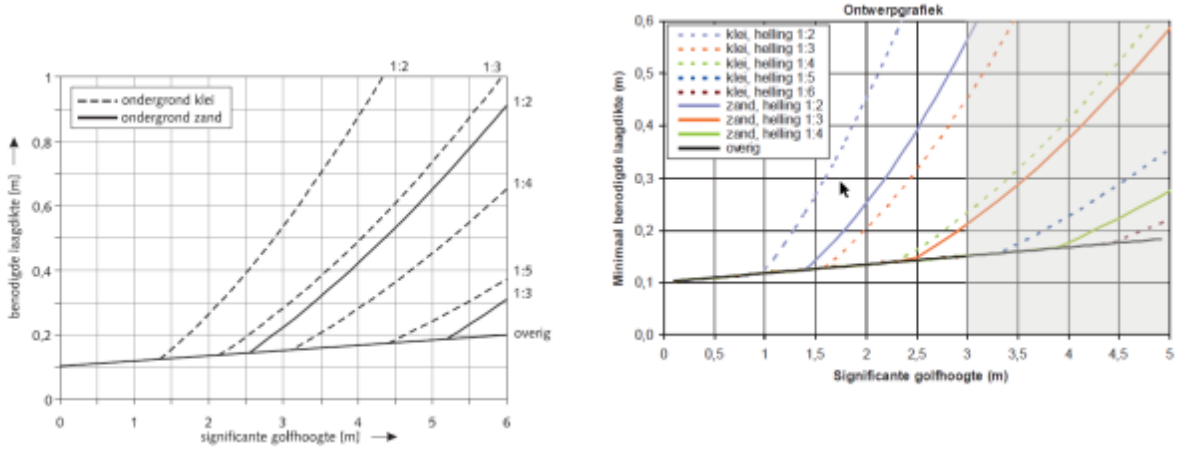
Om te voldoen aan de toepassingsvoorwaarde, dient de onderkant van het asfalt in bovenwaartse richting verplaatst te worden, zodanig dat de freatische lijn niet meer tegen het asfalt komt te staan.
Onder maatgevende omstandigheden voor het zichtjaar 2073 betekent dit dat de onderkant van het asfalt komt te liggen op (o.b.v. Figuur 21, inclusief een veiligheidsmarge van 0,1m):

- Balgzanddijk DP11.3 – DP12.57: NAP +3,2m
- Amsteldiepdijk DP12.57 – DP15.0: NAP +4,2m

Benodigde asfaltdikte (AGK)

Voor een situatie waarbij aan de toepassingsvoorwaarden wordt voldaan (onderkant asfaltbekleding wordt aangepast en ligt hoger dan de freatische lijn), is de benodigde asfaltdikte voor golfklappen bepaald.

In de oude ontwerpmethodiek [8] en [9] werd het ontwerp van asfaltbekledingen gedaan aan de hand van ontwerpgrafieken, zie Figuur 22.



Figuur 22: Ontwerpgrafieken waterbouwasfalt *[8]* links en *[9]* rechts.

Uitgangspunten:

- Het bestaande asfalt heeft een dikte van 0,332m,
- Het bestaande asfalt ligt op een zandondergrond op een talud van circa 1:3.
- De maximale significante golfhoogte langs de Balgzanddijk en Amsteldiepdijk bedraagt 1,97m (zichtjaar 2073), ter plaatse van DP11.2 – 11.6 en DP 13.3.

Uit de ontwerpgrafieken volgt een minimale benodigde laagdikte van iets minder dan 0,15m. Dus ook voor het aspect golfklappen is er geen noodzaak om een dikkere bekleding aan te brengen dan nu aanwezig. De huidige asfaltdikte voldoet aan de ontwerpeisen.

In het kader van het OI2014 [6] moet er voor het ontwerp van waterbouwasfalt bekledingen een minersom met het softwarepakket BM Asfaltgolfklap gemaakt worden.

Voor de berekeningen zijn conservatieve aannames gehanteerd:

- Randvoorwaarden behorende bij 2073 (50 jaar zichtjaar)
- Actuele sterkte-eigenschappen, geëxtrapoleerd naar 2073 (zie KOAC rapport [4])
- Geen voorland meegenomen (terwijl in werkelijkheid aanwezig voorland een gunstiger resultaat zal opleveren)

Onderstaande tabellen tonen de invoer en uitvoer van de berekeningen.

Tabel 12: Hydraulische uitgangspunten BM Asfalt

Hydraulische randvoorwaarden	
Type watersysteem	Waddenzee

Dichtheid water	1.025 kg/m^3
Gemiddelde getijamplitude	0,830 m
Waterstand bij de norm	NAP+4,750 m (DP11.3) NAP+4,830 m (DP14.7)
Gemiddelde buitenwaterstand	NAP+0,000 m
Aantal SWL stappen	100

	Balgzanddijk: DP11.3		Amsteldiepdijk DP14.7	
Niveau [NAP+m]	Significante golfhoogte [m]	Piekperiode [s]	Significante golfhoogte [m]	Piekperiode [s]
1.500	0.100	2.140		
2.000	0.370	2.550	0.110	2.770
2.500	0.640	2.960	0.370	3.200
3.000	0.900	3.420	0.640	3.660
3.500	1.170	3.750	0.910	3.980
4.000	1.430	4.140	1.170	4.420
4.500	1.700	4.430	1.440	4.660

Tabel 13: Schematisatie geometrie asfalt BM Asfalt

Geometrie van het asfalt	Balgzanddijk: DP11.3	Amsteldiepdijk DP14.7
Hoogte voorland	NAP-10,0 m	NAP-10,0 m
Niveau onderrand asfalt	NAP+2,960m	NAP+3,440m
Niveau bovenrand asfalt	NAP+6,230m	NAP+7,900m
Aantal rekenpunten	50	50

Tabel 14: Constructiegegevens asfalt die relevant zijn als invoer voor de BM Asfalt - Bron: [4]

Parameter	Balgzanddijk: DP11.3	Amsteldiepdijk DP14.7
Dikte asfalttoplaag	0,323 m	0,301 m
Stijfheidsmodulus asfalttoplaag	12.813 MPa	13.978 MPa
Dwarscontractiecoëfficiënt asfalt	0,350	0,350
Breuksterkte asfalt (2073) uit KOAC, tabel 33	4,027 MPa	4,027 MPa
Vermoeiingsparameter 1	0,300	0,300
Vermoeiingsparameter 2	4,750	4,750

Veerconstante ondergrond	81,0 MPa/m	62,0 MPa/m

Tabel 15: Resultaat BM Asfalt.

Parameter	Balgzanddijk: DP11.3	Amsteldiepdijk DP14.7
Variatiecoëfficiënt buigsterkte	0,226	0,106
Max. toelaatbare overstromingskans op trajectniveau	1/1.000 jaar	1/1.000 jaar
Lengte van dijktraject	7,9 km	2,3 km
Modelfactor	1,77	1,77
Minersom	0,029	0,017
Veiligheidsbeoordeling	De asfaltbekleding voldoet	De asfaltbekleding voldoet
Veiligheidsfactor (γs)	0,418	0,270
Stabiliteitsfactor ( ) / (-γs)	3,101	5,646
Breuksom	0	0

Vervolgens moeten de rekenresultaten gebruikt worden om te controleren of de waterbouwasfalt bekleding voldoet aan het criterium dat gesteld is in [6], conform onderstaande vergelijking:

$$\log(y_m \cdot M_{max}) < y_s$$

Waarin:

y_m	Modelfactor voor het faalmechanisme asfaltbekleding golfklap (1,77)	[-]
M_{max}	De hoogste berekende waarde voor de vermoeiingsschade in de bekleding ten gevolge van de golfklappen (minorsom) = 0,017	[-]
y_s	Veiligheidsfactor voor het faalmechanisme asfaltbekleding golfklap = 0,270	[-]

Op basis van de uitkomsten uit BM Golfklap (Tabel 15) voldoet een ontworpen waterbouwasfalt bekleding op golfklappen ruim conform het OI2014 [6].

A2.1.5 Conclusies ontwerp

Onderkant asfaltbekleding verhogen, onderliggende talud beschermen met een doorlatende bekleding:

- Balgzanddijk DP11.3 – DP12.57: onderkant asfalt niet lager dan NAP +3,2m
- Amsteldiepdijk DP12.57 – DP15.0: onderkant asfalt niet lager dan NAP +4,2m

De huidige asfaltbekleding heeft voldoende dikte, zowel t.a.v. het aspect wateroverdrukken (AWO) als golfklappen (AGK). Indien nieuwe asfaltbekleding wordt aangebracht, dient deze een (theoretische) dikte te hebben van ten minste circa 0,15m. In de planuitwerkingsfase dient de asfaltdikte in meer detail berekend te worden.

A2.1.6 Levensduurbeschouwing

In deze paragraaf worden ontwerp- en beoordelingsaspecten van de asfaltbekleding gerelateerd aan verschillende zichtjaren:

- De bekleding voldoet in 2073 niet aan de toepassingsvoorwaarden. Op welke termijn wordt het omslagpunt tussen wel/niet voldoen bereikt?
- Wat is de potentiele invloed van aanzanding en erosie op de versterkingsopgave?
- In hoeverre is langjarig onderhoud relevant voor de versterkingsopgave?

Toepassingsvoorwaarden i.r.t. andere zichtjaren
De bovenstaande conclusie is gebaseerd op onderzoek naar de freatische lijn in de dijk voor het zichtjaar 2073 (ontwerplevensduur 50 jaar). Als naar een kortere termijn wordt gekeken, is de buitenwaterstand tijdens maatgevende situatie minder hoog, onder andere omdat klimaateffecten nog niet volledig zijn opgetreden. Een lagere buitenwaterstand kan zorgen ook voor een lagere freatische lijn in de dijk (let op: het verschil niet 1-op-1 door te vertalen) en daarmee zijn er situaties denkbaar waarbij de huidige bekleding nog voldoet. Hiervoor wordt een grove inschatting gemaakt, zonder gedetailleerde analyses naar de freatische lijn voor verschillende zichtjaren te maken. Indien

Onderstaande tabel laat de buitenwaterstand bij de Maximaal toelaatbare kans (MTK) zien voor verschillende zichtjaren en 2 locaties. Hieruit blijkt dat het verschil in buitenwaterstand tussen 2070 en 2050, 20cm bedraagt.

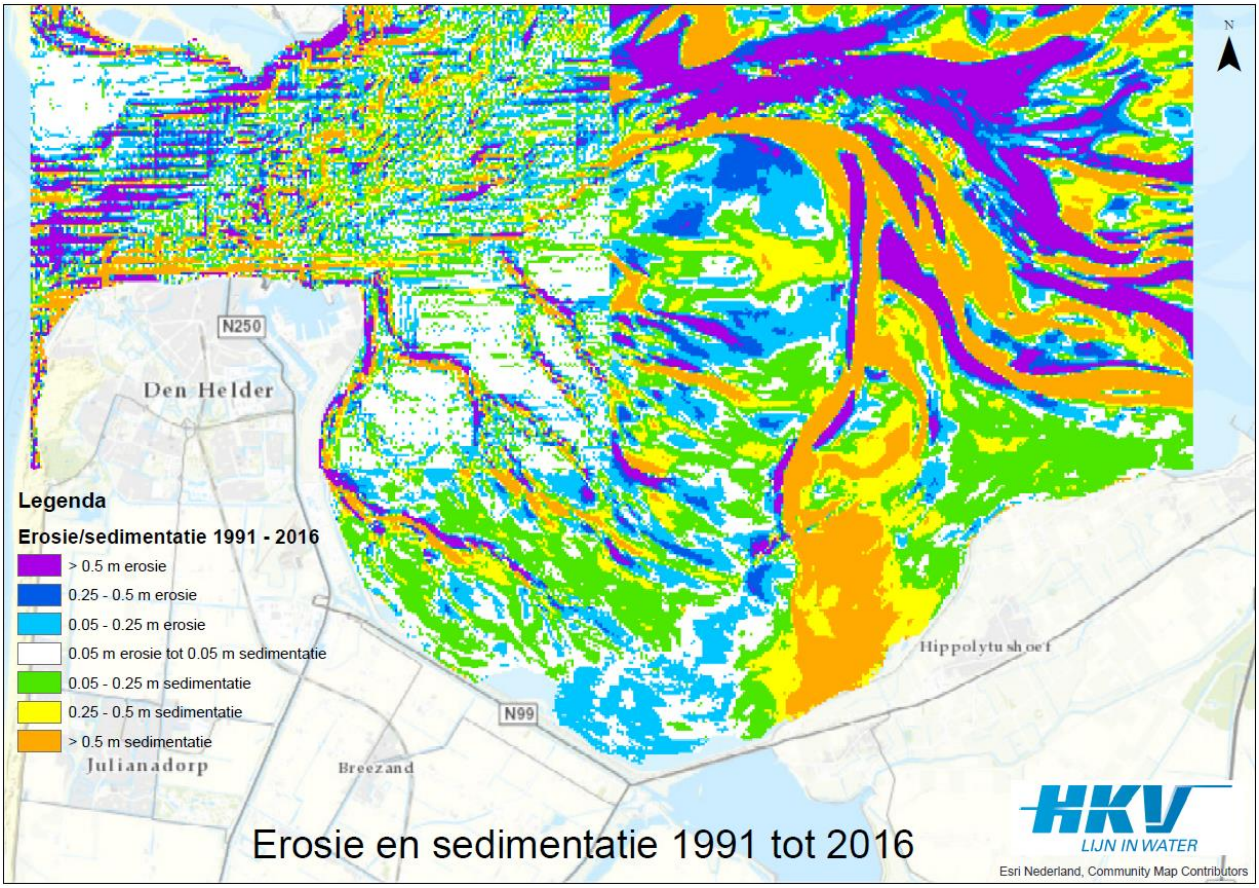
- Voor de Amsteldiepdijk leidt een dergelijke lagere waterstand niet tot het voldoen aan de toepassingsvoorwaarden, omdat het verschil tussen grondwaterstand en onderkant-asfalt circa 0,8 – 1,0m bedraagt. Ook voor kortere zichtjaren dan 2050 is niet de verwachting dat aan de toepassingsvoorwaarde wordt voldaan. Dus de bekleding op dit traject voldoet in de huidige situatie waarschijnlijk al niet aan de toepassingsvoorwaarde.
- Voor de Balgzanddijk kan een verlaging van orde 20cm van de freatische lijn wél leiden tot het voldoen aan de toepassingsvoorwaarden. Omdat deze bekleding voor de komende 10-20 jaar wellicht nog voldoet aan de toepassingsvoorwaarden én ook voldoende dikte heeft, kan in theorie de verbetering van de asfaltbekleding worden uitgesteld óf worden gewacht op nieuwe beoordelings-inzichten. Als dit gewenst is, dient dit in de planuitwerkingsfase nader onderbouwd te worden met analyses van de freatische lijn voor kortere zichtjaren dan 2070.

	DP11.3 (BZD)	DP14.7 (ADD)
Zichtjaar	Waterstand Waddenzee bij MTK	Waterstand Waddenzee bij MTK
2017	+4,28m NAP	+4,36 m NAP
2050	+4,55 m NAP	+4,63 m NAP
2070	+4,75 m NAP	+4,83 m NAP
2100	+5,05 m NAP	+5,13 m NAP

Aanzanding en erosie
De Westelijke Waddenzee is morfologisch dynamisch gebied. Natuurlijke processen en menselijk ingrepen in het verleden beïnvloeden de beweging van slib/zand. Een globale analyse van historische data laat zien (Figuur 23) dat op grote delen van het traject Den Oever – Den Helder sterke aanzanding heeft plaatsgevonden de laatste decennia. Aanzanding kan golven (en daarmee de belasting op de dijk) reduceren en daarmee het ontwerp reduceren.

Echter op het traject waar de asfalt-opgave geldt (Amsteldiepdijk en een stukje Balgzanddijk), wordt in deze analyse met name een eroderende trend waargenomen. Het is zodoende niet de verwachten dat toekomstige morfologische ontwikkelingen een positieve bijdrage kunnen leveren aan optimalisatie van het ontwerp. Desondanks kan nader onderzoek naar de morfologische (toekomstige) ontwikkelingen nog waardevol zijn in het kader van ontwerp-optimalisatie.

Er wordt opgemerkt dat eventuele aanzanding enkel effect heeft op de golfrandvoorwaarden en (vrijwel) niet op de waterstanden. Aangezien de waterstanden relevant zijn voor het voldoen aan de toepassingsvoorwaarden, zal een eventuele aanzanding niet zorgen dat er aan de toepassingsvoorwaarden wordt voldaan.



Figuur 23: Opgetreden erosie en sedimentatie in de periode 1991-2016

Restlevensduur asfalt

Er kan voor worden gekozen om groot onderhoud aan de asfaltbekleding met een korte restlevensduur, mee te koppelen met de dijkversterking. Dit is als zodanig ook in het meekoppelkansen-dossier opgenomen.

In 2017 is door Kiwa KOAC onderzoek gedaan naar de kwaliteit van asfalt in het projectgebied: 'Continu inzicht Waddenzeedijken Noord-Holland' [4]**.** Daarbij zijn de onderstaande 4 dijkvakken onderzocht.

Figuur 24: Onderzochte vakken asfalt-restlevensduur [4]

De volgende conclusies worden getrokken t.a.v. restlevensduur van deze vakken.

Tabel 16: Verwachte restlevensduur per dijkvak [4]

Dijkvak	Klasse (tabel 27 rapportage KOAC)	Restlevensduur conform grafieken (figuur 20-23 KOAC rapportage)
1	< 6 jaar	0 jaar
2	>24 jaar	Circa 90 jaar
3	>24 jaar	Circa 60 jaar
4	>24 jaar	Circa 90 jaar

Hieruit volgt dat vervanging van asfalt vanuit onderhoud vooral relevant is op het meest oostelijke deel van de Wieringer Zeewering.

N.B. Er staan in het rapport enkele aanbevelingen over vervolgonderzoek waarvan de status onbekend is. Afhankelijk van vervolgonderzoek kunnen bovenstaande conclusies nog kunnen wijzigen.

Het meenemen van asfalt-onderhoud tijdens de dijkversterking is nu opgenomen als ‘meekoppelkans’ in het project. HHNK zal een afweging maken of het asfalt-onderhoud zal worden meegekoppeld of dat het apart wordt uitgevoerd.

A2.2 Grasbekleding

A2.2.1 Scope

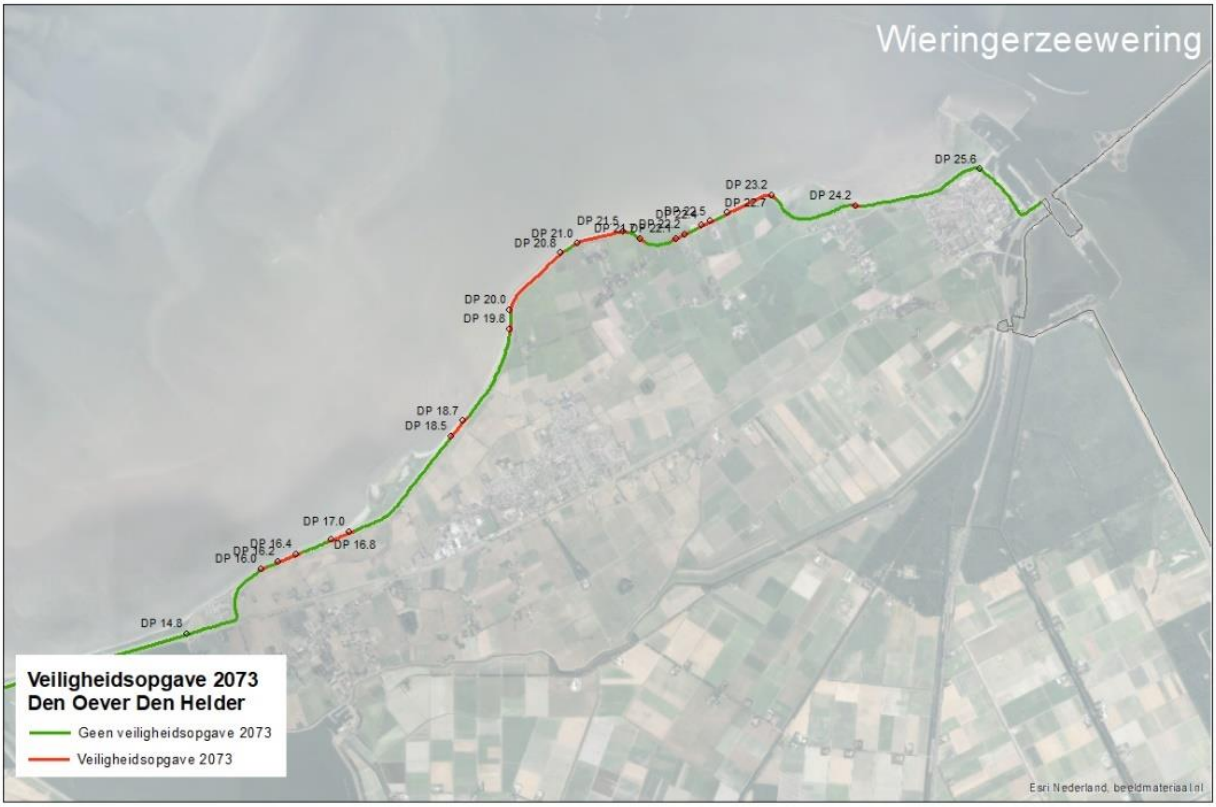
Op de volgende trajecten is uit de veiligheidsopgave gebleken dat de grasbekleding niet voldoet in 2073:

Tracé	Traject	Lengte [km]
Balgzanddijk	n.v.t.	0 km
Amsteldiepdijk	n.v.t.	0 km
Wieringer Zeewering	DP16.0; DP16.2 tot 16.4; DP16.8 tot 17.0; DP18.5 tot 18.7; DP19.8; DP 20.0 tot 20.8; DP21.0 tot 21.5; DP21.7; DP22.1; DP22.2; DP22.4 tot 22.5; DP22.7 tot 23.2; DP24.2	3,8 km

Noot: indien 1 dijkpaal staat aangeduid, wordt bedoeld: 50m links en 50m rechts van deze dijkpaal

Hierbij moet onderscheid worden gemaakt tussen:

- Grasbekleding DP21,65-21,75, DP22.05-22.25 (0,3km totaal) voldoet niet t.a.v. het aspect Golfklap bij open én gesloten zode. Zie Figuur 25.
- De overige trajecten met grasbekleding (3,5km totaal) voldoen niet t.a.v. het aspect Golfoploop bij open zode.



A2.2.2 Ontwerpaanpak

De volgende aspecten zijn behandeld in het ontwerp t.a.v. grasbekleding:

- **Materialisering:** welke vervangende materialen voor de afgekeurde grasbekleding worden toegepast.

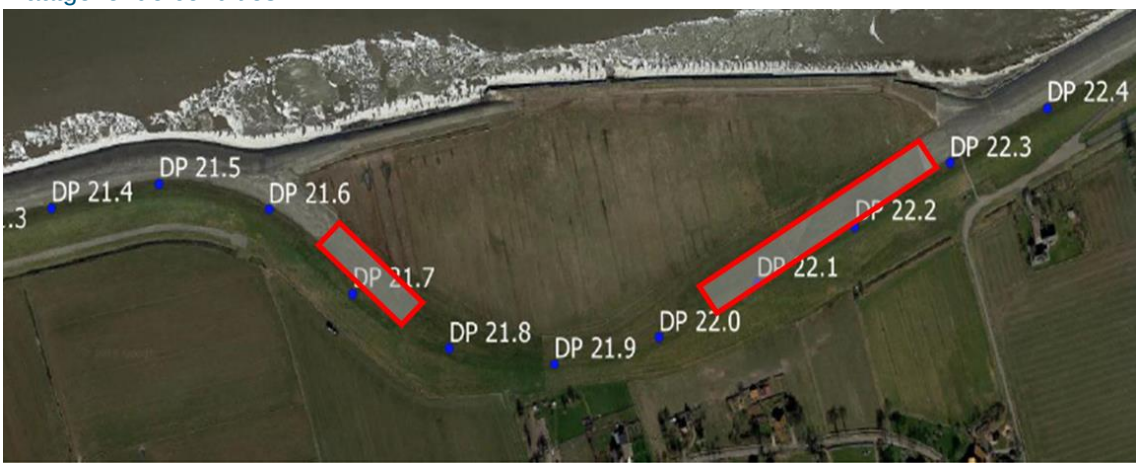
- **Overgang hard-zacht:** De ligging van de overgang van een harde (asfalt) naar een zachte bekleding (gras) heeft veel impact op de kosten van het project.
- **Beheer:** Er zijn veel secties die niet voldoen bij het uitgangspunt ‘open zode’, maar wel bij ‘gesloten zode’. Dit heeft te maken met het beheer van de grasbekleding, die in principe gericht is op ‘gesloten zode’.
- **Versnippering:** De secties van de Wieringer Zeewering die zijn afgekeurd op grasbekleding buitentalud (GEBU) liggen versnipperd langs de dijk. Er zijn veel afgekeurde secties van slechts 100m aanwezig. Hoe wordt hiermee omgegaan?
- **Ontwerp- en restlevensduur:** Ontwikkelingen in de tijd (zoals zeespiegelstijging en aanzanding in de Waddenzee) kunnen het ontwerp beïnvloeden als gekeken wordt naar verschillende zichtjaren.

A2.2.3 Materialisering ontwerp

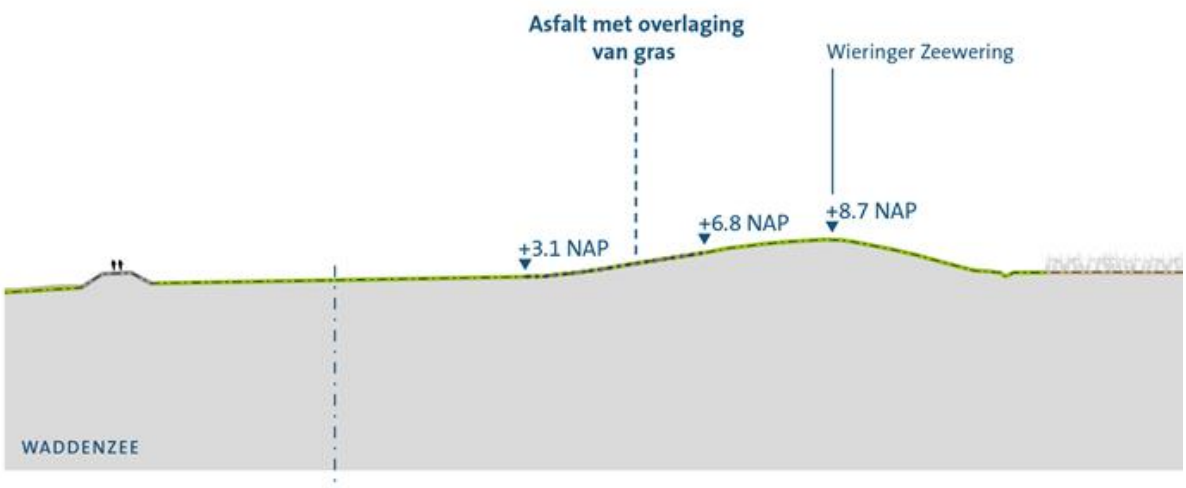
Op het traject waar de grasbekleding (300m) is afgekeurd op golfklap, dient met een harde dijkbekleding te worden toegepast. Het is niet mogelijk om met de geldende golfrandvoorwaarden een alternatieve grasbekleding toe te passen die onder maatgevende omstandigheden voldoet.

Vanuit landschappelijk perspectief is het de wens om de huidige groene uitstraling van het buitendijkse gebied tussen DP 21.65 en DP 22.25 te behouden. Deze wens (KES) wordt gehonoreerd.

Om een harde, groene dijkbekleding te realiseren wordt gekozen voor een verborgen asfaltbekleding. Hierbij wordt asfalt op de dijk aangebracht, overlaagd met teelaarde en gras. Zodoende zorgt het gras voor de gewenste groene uitstraling, en het onderliggende asfalt voor de waterveiligheid tijdens maatgevende condities.



Figuur 25: Ligging van de dijkpalen waar de grasbekleding niet voldoet op het aspect Golfklap



Figuur 26: Ontwerp grasbekleding t.p.v. DP21.7; DP22.1; DP22.2

Voor het traject dat niet voldoet voor het aspect golfoploop, lijkt het niet direct nodig om een zware, harde bekleding toe te passen. Het is bekend dat de afgekeurde trajecten wel voldoen indien een gesloten zode gerealiseerd kan worden. Daarom wordt er in deze fase in eerste instantie gericht op manieren om alsnog een gesloten zode te realiseren, daarmee zou het veiligheidsprobleem opgelost kunnen worden.

Indien dit niet haalbaar blijkt, zal in de Planuitwerkingsfase alsnog een alternatieve bekleding ontworpen moeten worden. Een voorbeeld van een alternatieve bekleding voor deze trajecten is het toepassen van grofmazige kunststof matten ('geogrids'). Daarmee blijft het groene karakter van de dijk behouden.

A2.2.4 Overgang hard/zacht

De ligging van de overgang van een harde (lees asfalt) naar een zachte bekleding (lees gras) heeft veel impact op de kosten van het project. Daarom is ervoor gekozen om verkennende berekeningen te maken om te bepalen of de huidige grens tussen de asfalt en grasbekleding mogelijk te laag ligt.

Voor de overgang hard/zacht is gebruik gemaakt van de ontwerpmethode beschreven in het document: Hoogte van overgang van harde dijkbekleding naar gras [10]. De toegepaste ontwerpmethode is geverifieerd voor enkele andere zeedijken: Eemshaven – Delfzijl, Lauwersmeerdijk, Harlingen, Ossenisse, Vlissingen.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor een profiel op elk van de dijktracés:

- DP 6.9 op de Balgzanddijk (bekleding niet afgekeurd, relatief lage waterstand en golfhoogte bij maatgevende condities)
- DP 11.3 op de Balgzanddijk (bekleding niet afgekeurd, relatief zware golfaanval)
- DP 22.9 op de Wieringer Zeewering (bekleding afgekeurd bij open zode t.a.v. golfoploop, profiel met laagste veiligheidsfactor: 0,42)

Er is gebruik gemaakt van de laatste versie van de ontwerpmethode zoals vastgelegd in [10].

Toelichting methodiek: Conform OI2014

Voor de overgang hard/zacht is gebruik gemaakt van de ontwerpmethode beschreven in [10]. De ontwerpmethode voor het bepalen van de benodigde hoogte van de overgang van een harde dijkbekleding naar gras bestaat uit vijf stappen:

1. Bepaling van de norm: de doorsnede-eis voor gras op het buitentalud.
   De doorsnede-eis voor het bepalen van de overgang hard-zacht op het buitentalud ($P_{eis,dsn}$, zie formule hieronder) is gelijk aan 1/44.444 of 1/66.667 per jaar [11].

Tabel 17: Waterstand bij de norm in 2070 voor de verschillende profielen

	DP 6.9 (BZD)	DP 11.3 (ADD)	DP 22.9 (WZW)
Kruinhoogte (huidig) [m NAP]	8,20	8,77	9,03
Doorsnede-eis	1/66.667	1/66.667	1/44.444
Waterstand bij (4,5% van de norm)	NAP +5,57m	NAP +5,70m	NAP +5,92m

2. Bepaling van de hydraulische belastingen bij de norm.
   De hydraulische golfrandvoorwaarden bij verschillende waterstanden zijn bepaald met Hydra-NL2.4.1 voor zichtjaar 2073. Het resultaat is een waterstand, golfhoogte, -richting en –periode voor verschillende hoogtes op het talud (per 0,5m, vanaf laagwater tot de waterstand bij de doorsnede-eis), zie [2].

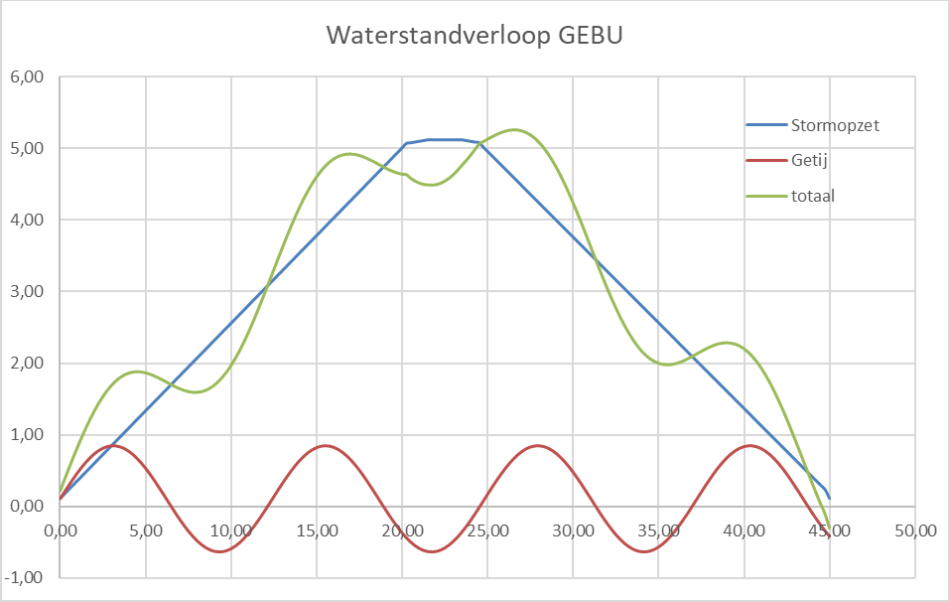
Tabel 18: Hydraulische randvoorwaarden 2070 voor de verschillende profielen

Zichtjaar **2070**	DP 6.9 (BZD)			DP 11.3 (ADD)			DP 22.9 (WZW)		
Water-stand [m NAP]	Hs [m]	Tp [s]	Dir [° N]	Hs [m]	Tp [s]	Dir [° N]	Hs [m]	Tp [s]	Dir [° N]
0,5	-	-	-	-	-	-	0,19	2,28	350,9
1,0	-	-	-	-	-	-	0,46	3,16	351,6
1,5	-	-	-	0,1	2,88	2,2	0,72	3,78	351,6
2,0	0,2	1,88	0,3	0,37	3,47	2,2	0,99	4,4	351
2.5	0,51	2,26	3,3	0,64	4,06	2,1	1,26	4,89	333,4
3,0	0,77	2,69	6,2	0,9	4,17	1,9	1,52	5,38	333,4
3.5	0,83	4,85	20,4	1,17	4,75	346,3	1,79	5,79	333,4
4,0	1,15	4,82	10,8	1,43	4,68	346,8	2,05	6,19	333,4
4.5	1,51	4,65	10,9	1,7	4,99	347,3	2,32	5,9	333,5
5,0	1,83	4,5	10,9	1,97	5,34	347,8	2,59	5,5	333,4
5,5	-	-	-	2,23	4,96	348,4	2,85	5,75	333,4

De Waterstand bij de doorsnede-eis is afgeleid voor zichtjaar 2070 en gebruikt in het waterstandsverloop.

3. Berekening van de minimaal benodigde hoogte van de overgang ten aanzien van het golfklapmechanisme.
   In deze fase is alleen de golfoploopzone beschouwd. We gaan ervan uit dat er harde bekleding nodig is in de golfklap zone.

4. Berekening van de minimaal benodigde hoogte van de overgang ten aanzien van het golfoploopmechanisme.
   Hiervoor is het waterstandsverloop tijdens een stormsituatie van toepassing. Dit waterstandsverloop wordt in de module BM-Gras Buitentalud (voor WBI en OI) gecombineerd met de golfrandvoorwaarden bij verschillende waterstanden. Uitgangspunt is een open zode (U_c=4,3 m/s), maar ook een gesloten zode (U_c=6,6 m/s) is beschouwd.
   In de module kan je op basis van deze randvoorwaarden en een aantal parameters voor gras bepalen vanaf welke hoogte met gras kan worden volstaan in de oploopzone; Vanaf welke hoogte is de gevonden veiligheidsfactor groter dan 1?
5. Bepaling van de benodigde hoogte van de overgang.
   Omdat in dit geval alleen de oploopzone wordt beschouwd is dit gelijk aan het resultaat van stap 4



Figuur 27: Waterstandsverloop conform (Deltares, 2017a).

Resultaten

In onderstaande tabel is een overzicht van de resultaten gegeven. Er is bepaald:

- Wat is de veiligheidsfactor bij open zode? (M.a.w: ligt de huidige grens hard-zacht hoog genoeg bij open zode)
- Wat is de veiligheidsfactor bij gesloten zode? (M.a.w: ligt de huidige grens hard-zacht hoog genoeg bij gesloten zode)
- Wat is de minimaal benodigde hoogte van de hard-zacht overgang bij open zode?

De benodigde hoogte voor open zoden ligt uiteraard hoger dan voor gesloten zoden, er wordt namelijk gerekend met een mindere kwaliteit van de graszode (een lagere kritische stroomsnelheid U_c = 4,3 m/s). Op basis van het huidige beheer voldoet het gras op de kering niet aan de voorwaarden voor een gesloten zode.

Tabel 19: Resultaten berekeningen overgang hard zacht voor verschillende locaties - Ontwerp met OI2014v5

	DP 6.9 (BZD)	DP 11.3 (ADD)	DP 22.9 (WZW)
Onderkant grasbekleding (huidig)	NAP +5,67m	NAP +6,23m	NAP +7,55m
Kruinhoogte (huidig)	NAP +8,20m	NAP +8,77m	NAP +9,03m
Zichtjaar	2070	2070	2070

Toets aan	MTK	MTK	MTK
Doorsnede-eis	1/66.667	1/66.667	1/44.444
Waterstand bij (4,5% van de norm)	NAP +5,57m	NAP +5,70m	NAP +5,92m
Veiligheidsfactor bij huidige grens hard/zacht (Open zode, U_c = 4,3 m/s)	**1,196**	**0,866**	**0,467**
Veiligheidsfactor bij huidige grens hard/zacht (Gesloten zode, U_c = 6,6 m/s)	**10,000**	**10,000**	**10,000**
Benodigde hoogte overgang hard-zacht bij veiligheidsfactor 1,0 (= minimale hoogte asfaltbekleding bij Open zode)	-	NAP +6,4m	NAP +8,00

Uit deze analyse blijkt dat de overgang hard-gras bij twee van de drie profielen niet voldoende hoog ligt voor het zichtjaar 2073 (veiligheidsfactor <1,0), bij open zode. Bij gesloten zode voldoen alle profielen ruim (veiligheidsfactor 10).

Hierbij dient echter opgemerkt te worden dat de gehanteerde methode conservatieve resultaten oplevert. In de Deltares-rapportage 'Hoogte van overgang van harde dijkbekleding naar gras' [10] staat dat:

- Voor de meeste van de doorgerekende cases langs de kust en oostzijde van de meren, waarbij er een grote correlatie is tussen de waterstand en de golfcondities, geeft de semi-probabilistische ontwerpmethode een kleine overschatting: gemiddeld 33 cm (veilige/conservatieve waarde).
- Voor cases waarbij het golfoploopmechanisme van belang is (als H_{m0} > 2,8 m) de ontwerpmethode een beduidend grotere overschatting (dan 33 cm) van de benodigde hoogte geeft. Er wordt derhalve aanbevolen de WBI-software 'BM Gras Buitentalud' te verbeteren.

De berekende resultaten zijn dus conservatief en zullen in een latere fase nader gedetailleerd moeten worden. Indien de veiligheidsfactor inderdaad <1,0 blijkt te zijn, zal mogelijk op een deel van het traject een van de volgende maatregelen genomen moet worden:

- Optimaliseren beheer, zodat gesloten zode gerealiseerd kan worden, óf
- Het onderste deel van de grasbekleding versterken, zodat deze voldoet voor het criterium golfoploop.

Conclusies

De gevonden waarde voor de hoogte van de overgang van hard-zacht op basis van het OI2014 lijkt conservatief. Deze ligt bij open zode soms boven de huidige overgang van asfalt naar gras.

De berekening lijken gevoelig voor kleine verschillen in bijvoorbeeld de golfrandvoorwaarden. De gevonden hoogte kan bij kleine verschillen in parameters relatief veel hoger of lager uitvallen. Deze gevoeligheid versterkt ons vermoeden dat de methode conservatief is.

Daarnaast is onduidelijk hoe de reststerkte wordt meegenomen in de berekeningen. Er is een kleilaag aanwezig in de huidige situatie, die wordt niet beschouwd in de berekeningen. De methode lijkt daarom wederom aan de conservatieve kant.

Voorstel is daarom om vooralsnog geen fysieke ingrepen aan de dijk te plannen voor het aspect golfoploop, maar eerst te onderzoeken of optimalisatie van het beheer mogelijk is, waarmee een gesloten zode wordt gerealiseerd en de overgang hard-zacht hoog genoeg ligt.

Als een gesloten zode niet realiseerbaar blijkt, wordt geadviseerd om in de planuitwerkingsfase de gehanteerde ontwerpmethode te bespreken met externe experts (bijv. Deltares) en te beschouwen in hoeverre deze té conservatief is.

A2.2.5 Beheer

Uit afstemming met de dijkbeheerder is gebleken dat het tot op heden niet mogelijk is geweest om gesloten zoden te realiseren/beheren over het gehele dijktraject. Ten aanzien van de ontwerpopgave wordt daarom voor de voor het faalmechanisme GEBU (Gras Erosie Buitentalud) uitgegaan van de opgave conform open zoden.

Wel is het beheer van de huidige dijken erop gericht om een gesloten graszode te realiseren, dit blijkt uit het Operationeel Beheerkader versterking waterkeringen [12]:

- Eis FWV.002.14: De grasmat dient altijd erosiebestendig / gesloten te zijn. Na een dijkversterking is een optimale ontwikkeling van de grasmat vaak niet direct mogelijk. Daarom dienen hier beheerafspraken over te worden gemaakt (aangepast beheer, extra maairondes); bijv. na het moment van overdracht zal de grasmat binnen maximaal vier jaar volledig aangeslagen zijn

N.B. deze eis komt voort uit de HHNK Beleidsnota waterkeringen '12-17.

Ook de schematiseringshandleiding van het WBI gaat uit van de aanwezigheid van een gesloten zode:

- De kwaliteit van de zode is effectief te beïnvloeden door het (veranderen van het) beheer. Over het beheer van grasbekleding is veel literatuur te vinden. Gelet op de veiligheid van de kering, zou het beheer moeten worden gericht op het verkrijgen van een dicht wortelnet, ofwel een gesloten zode.

De komende periode zal door de dijkbeheerder worden intern worden besproken en onderzocht of het voor deze dijk mogelijk is om alsnog een gesloten zode te realiseren. Indien dit niet mogelijk blijkt, zullen versterkingsmaatregelen in de dijkversterking moeten worden meegenomen.

A2.2.6 Versnippering opgave

De opgave voor grasbekleding op het buitentalud is enigszins versnipperd; er zijn meerdere trajecten van 1- of enkele honderden meters die versterkt moeten worden.
Dit kan tot ongewenste situaties leiden indien deze stukjes los van de rest van de dijk versterkt worden, bijvoorbeeld omdat dan vreemde overgangen in de dijk gecreëerd worden.

Vooralsnog is het ontwerp er echter op gericht om een gesloten zode te realiseren op de dijk en geen fysieke versterkingsmaatregelen te nemen (m.u.v. de 300m dijk dat wordt versterkt op het aspect Golfklap). Doordat geen fysieke versterkingsmaatregelen die versnipperd langs de dijk liggen, is het aandachtspunt t.a.v. de versnippering op dit moment niet relevant voor GEBU.

A2.2.7 Levensduurbeschouwing

Voor het meest ongunstige profiel dat is beschouwd in A2.2.4 zijn in een aanvullende analyse ook kortere zichtjaren beschouwd. Voor DP 22.9 op de Wieringer Zeewering is gekeken in hoeverre de grasbekleding met open zode nog voldoet voor het aspect golfoploop, als de semi-probabilistische methode conform OI2014v5 wordt gevolg.

Hieronder zijn de hydraulische randvoorwaarden getoond voor de zichtjaren 2017 en 2050. In Tabel 21 zijn de resultaten getoond. Hieruit volgt dat de grasbekleding voldoet bij open zode in 2017, en nét niet meer voldoet (veiligheidsfactor 0,983) in 2050.

Op basis van deze resultaten en de opmerking in A2.2.4 betreffende conservatieve uitgangspunten in de semi-probabilistische aanpak, kan verwacht worden dat de huidige grasbekleding met het uitgangspunt 'open zode' nog tot circa 2050 zal voldoen. Daarmee kan worden gesteld dat er nog enige tijd beschikbaar is om het beheer dusdanig te optimaliseren dat gesloten zode gerealiseerd zijn (indien dit daadwerkelijk mogelijk geacht wordt).

Tabel 20: Hydraulische randvoorwaarden voor verschillende zichtjaren

	Zichtjaar 2017, DP22.9			Zichtjaar 2050, DP22.9		
Waterstand [m NAP]	Golfhoogte [m]	Golfhoogte [m]	Piekperiode [s]	Golf-richting [° N]	Piekperiode [s]	Golf-richting [° N]
0,5	0,19	2,28	350,5	0,19	2,28	350,9
1	0,46	3,16	351,9	0,46	3,16	351,6
1,5	0,72	3,78	351,8	0,72	3,78	351,7
2	0,99	4,4	333,5	0,99	4,4	333,5
2.5	1,26	4,89	333,4	1,26	4,89	333,4
3	1,52	5,38	333,4	1,52	5,38	333,4
3.5	1,79	5,78	333,4	1,79	5,78	333,4
4	2,05	5,6	333,4	2,05	5,61	333,4
4.5	2,32	5,23	333,5	2,32	5,87	333,5
5	2,59	5,53	333,4	2,59	6,24	333,4
5,5	-	-	-	2,65	5,76	333,4

Tabel 21: Resultaten berekeningen overgang hard zacht voor verschillende zichtjaren - Ontwerp met OI2014v5

	DP22.9 (WZW) Zichtjaar 2017	**DP22.9 (WZW) Zichtjaar 2050**	**DP22.9 (WZW) Zichtjaar 2073 (conform Tabel 19)**
Onderkant grasbekleding (huidig)	NAP +7,55m	NAP +7,55m	NAP +7,55m
Kruinhoogte (huidig)	NAP +9,03m	NAP +9,03m	NAP +9,03m
Zichtjaar	2017	2050	2070
Toets aan	MTK	MTK	MTK
Doorsnede-eis	1/44.444	1/44.444	1/44.444
Waterstand bij (4,5% van de norm)	NAP +5,45m	NAP +5,72m	NAP +5,92m
Veiligheidsfactor bij huidige grens hard/zacht (Open zode, U_c = 4,3 m/s)	**3,443**	**0,983**	**0,467**
Veiligheidsfactor bij huidige grens hard/zacht (Gesloten zode, U_c = 6,6 m/s)	**10,000**	**10,000**	**10,000**

A2.2.8 Conclusies ontwerp

De ontwerpoplossingen zijn in twee trajecten gesplitst:

- DP 21.65 en DP 22.25: De dijk voldoet hier niet op het aspect Golfklap en moet versterkt worden. Om het groene karakter van de dijk te behouden, wordt een verborgen bekleding (gras over asfalt) toegepast
- Overige trajecten: er wordt verkend of het optimaliseren van het beheer mogelijk is. Indien een gesloten zode gerealiseerd kan worden, is versterking op deze trajecten niet nodig. Ook is er bij een gesloten zode geen noodzaak voor het verhogen van de grens hard-zacht.
- Het optimaliseren van de kwaliteit van de graszode dient vanuit technisch oogpunt voor circa 2050 gerealiseerd te zijn, daarna voldoet de grasbekleding niet meer t.a.v. het aspect golfoploop.

A2.3 Zetsteen bekleding

A2.3.1 Scope

Op de volgende trajecten is uit de veiligheidsanalyse gebleken dat de zetsteen bekleding niet voldoet in 2073:

Tracé	Traject	Lengte [km]
Balgzanddijk	DP7.6 tot 7.7; (hoog gelegen steenzetting) DP8.5 tot 8.6; DP9.5 tot 9.8; DP11.1 tot 11.2; DP11.3 tot 11.4; DP12.2 tot 12.3	0,8 km
Amsteldiepdijk	DP12.9 tot 13.1; DP13.4 tot 13.6	0,4 km
Wieringer Zeewering	DP 16.2 tot 16.3; DP18.4 tot DP19.0	0,7 km

A2.3.2 Ontwerpaanpak

Er wordt vanuit gegaan dat bestaande steenzettingen (basalt of basalton) worden vervangen door vergelijkbare zetsteen, maar dan zwaarder om bestand te zijn tegen de golfaanval. Om een beeld te krijgen van de benodigde verzwaring van deze steenzetting zijn ontwerpberekeningen gemaakt conform [6]. Dit houdt concreet in dat de steenzetting met Steentoets v 17.1.1.1 wordt ontworpen. Hierbij zijn de belangrijkste uitgangspunten:

- Veiligheidsfactor ontwerp 1,1 [6]
- Type steenzetting Basalton
- Soortelijk gewicht 2450 kg/m3

Er is een verkennende berekening uitgevoerd voor profiel DP 11.3-DP11.4 op de Balgzanddijk. Op deze locatie is de zetsteenbekleding afgekeurd en hier wordt relatief zware golfaanval verwacht. Het is de verwachting op de andere trajecten (Amsteldiepdijk en Wieringer Zeewering) de benodigde steendikte niet significant anders zal zijn dan de hier berekende profielen. In de planuitwerkingsfase moet uitgezocht worden in hoeverre natuurlijke aanzanding van de vooroever een effect heeft op het ontwerp van de steenzettingen.

Tracé	Traject	Voldoet niet aan	Benodigde dikte toplaag [m]
Balgzanddijk	DP11.3 tot 11.4	- Materiaaltransport ondergrond - Stabiliteit toplaag	0,38m

A2.3.3 Beheer

Het beheer verandert niet als de zetsteen wordt vervangen door soortgelijke stenen met andere dimensies.

A2.3.4 Versnippering opgave

De opgave voor zetsteen ligt behoorlijk versnipperd langs de dijk. Dit wordt onder andere veroorzaakt door de aanwezigheid van voorland/aanzanding voor de dijk. Deze heeft een invloed op de lokale golfrandvoorwaarden die gelden voor de laag gelegen zetsteen in het talud.

In de uitwerking van de alternatieven wordt uitgegaan van het verzwaren van de zetsteen (vervangen door dikkere basalton) voor de afgekeurde vakken. Er verandert optisch niets aan de dijk door de versnippering, er kunnen wel overgangen (qua steen-dikte) ontstaan die vanuit de dijk-beheerbaarheid ongewenst zijn.

Optimalisatie van de versterkingsopgave – en de daaraan gerelateerde versnippering - worden nader beschouwd in een parallel onderzoek dat is ingezet naar de invloed van natuurlijke aanzanding op de versterkingsopgave (zie paragraaf 4.3).

A2.3.5 Levensduurbeschouwing

De ontwikkeling van de ontwerpopgave in de tijd, is mede afhankelijk van de hoeveelheid aanzanding in het voorland van de dijk. Tijdens de expertsessie (paragraaf 4.1) is geconcludeerd dat het meenemen van deze aanzanding in de berekeningen wellicht een optimalisatie van het ontwerp kan opleveren. De aanzanding en het effect daarvan op de opgave worden nader beschouwd in een parallel onderzoek dat is ingezet. Er wordt beschouwd in hoeverre historische aanzanding in de toekomst doorzet en wat dat voor de hydraulische randvoorwaarden beïnvloedt. Vervolgens wordt gekeken in hoeverre de gewijzigde randvoorwaarden van invloed zijn op de ontwerpopgave en/of het ontwerp van de dijkbekleding.

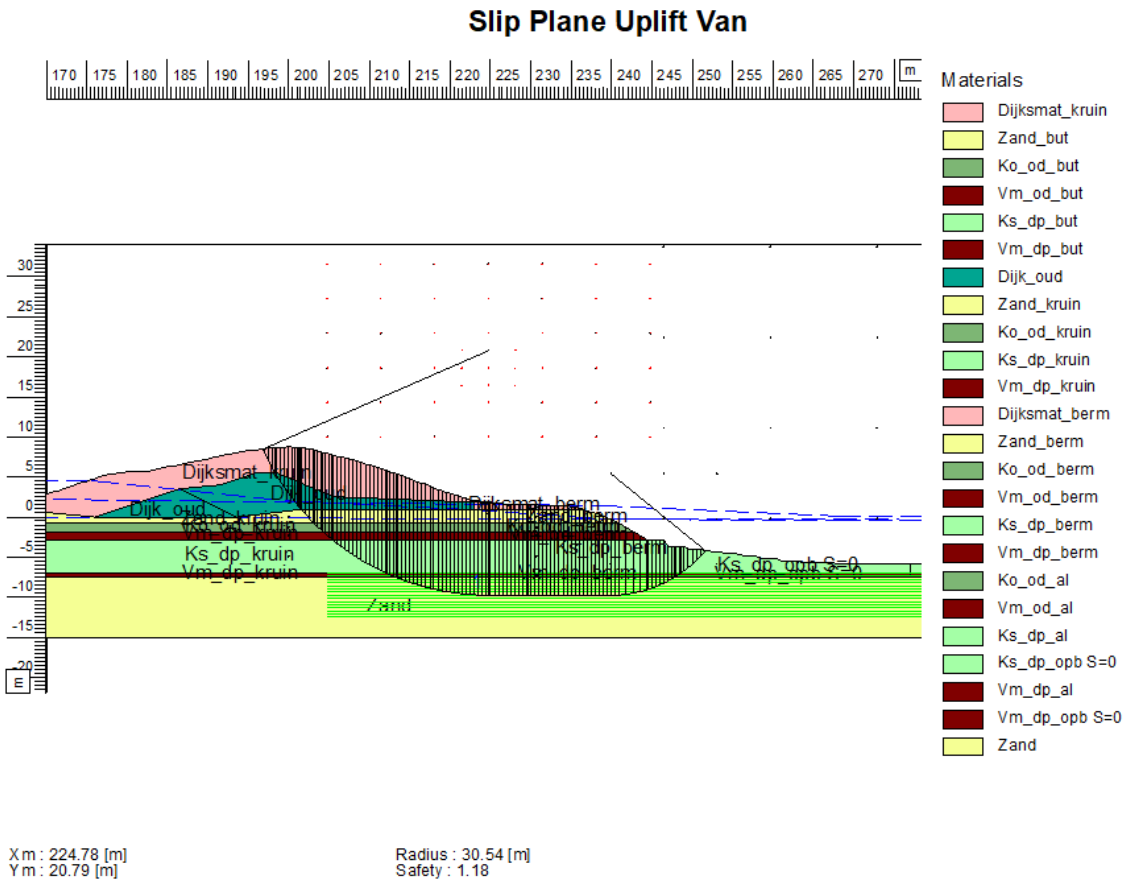
A2.3.6 Conclusies ontwerp

Op basis van de Steentoets uitkomsten wordt in deze fase aangenomen dat voor de afgekeurde vakken de toplaag dikte van de steenzetting 0.40 m moet zijn. Met daaronder een onderlaag van 0,1 m granulaat 16/32 mm en een geotextiel. In de planuitwerkingsfase zijn meer gedetailleerde berekeningen nodig, uitgevoerd per dijkvak.

A3 Ontwerpberekeningen stabiliteit (STBI)

A3.1 Alternatief 1: Damwand

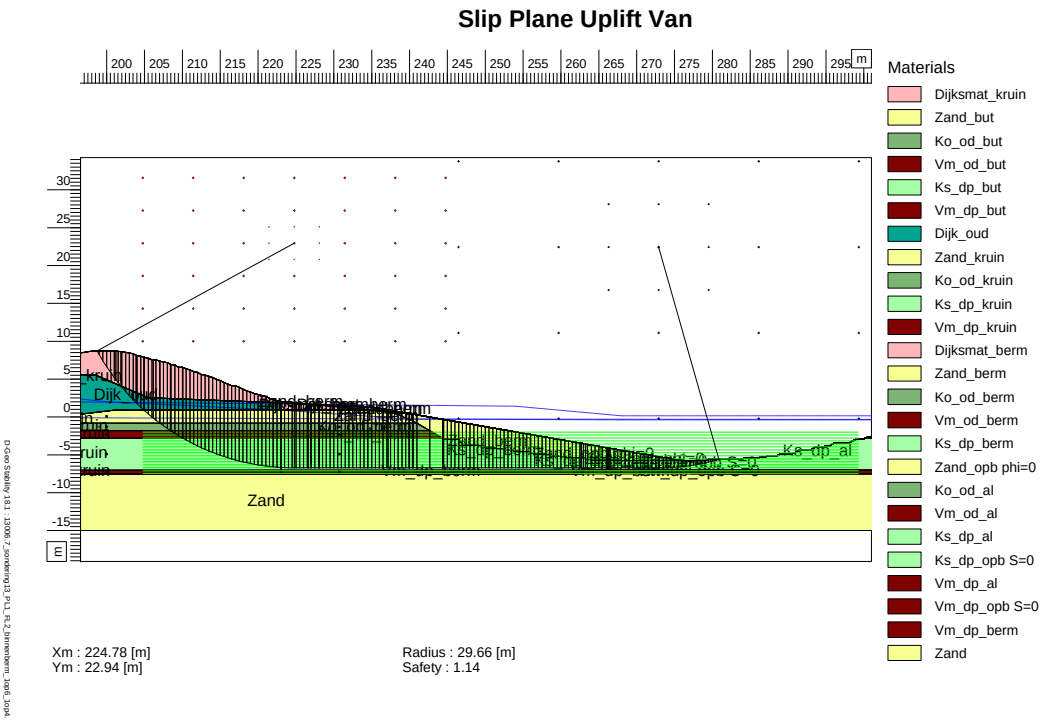
In D-GeoStability is het stabiliteitsscherm als een forbidden line gemodelleerd. Er kunnen immers geen glijvlakken door het scherm heen gaan. Voor verschillende dieptes van het scherm is de binnenwaartse stabiliteit doorgerekend. Om aan de stabiliteitseis te voldoen is een stabiliteitsscherm nodig van 12m lang. Dit scherm reikt tot 2m in de zandlaag. De berekening is hieronder weergegeven. De stabiliteitsfactor is 1,18, waarmee ruim wordt voldaan aan de stabiliteitseis (SF = 1,14).



A3.2 Alternatief 2: Verbreden talud Balgzandkanaal met zand

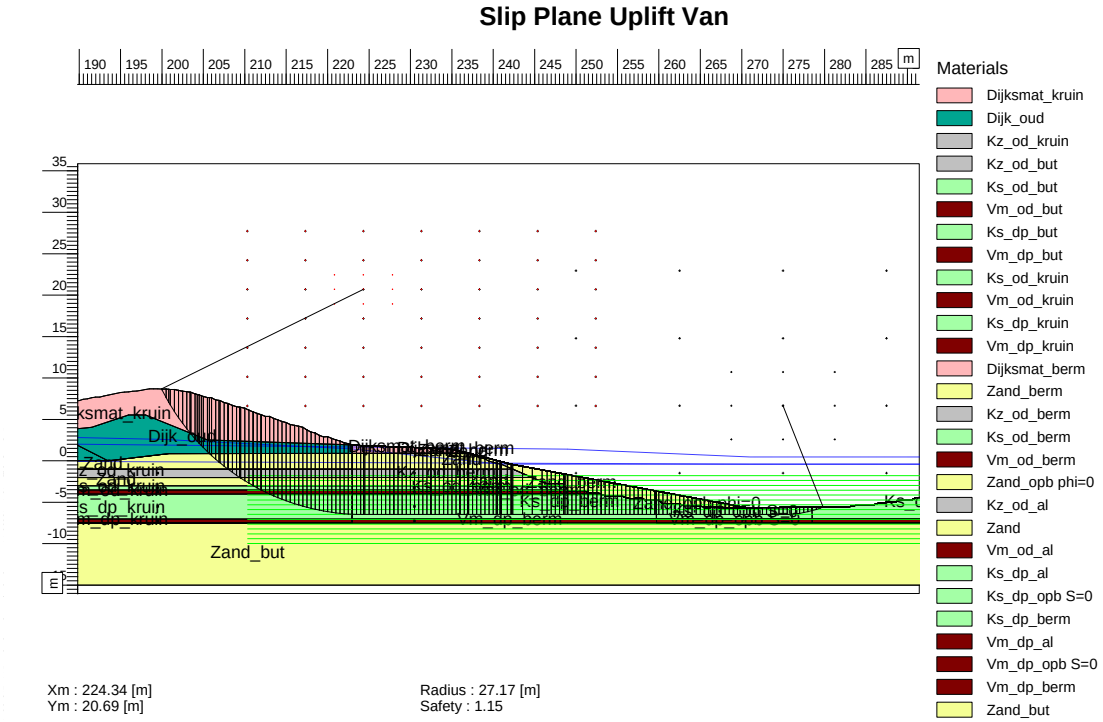
13006.7

Profiel 13006.7 was in de beoordeling het slechts scorende profiel (veiligheidsfactor 0.96). Om aan de stabiliteitseis te voldoen moet voor profiel 13006.7 een talud vanaf de huidige berm met een helling van 1 op 6 worden gerealiseerd. Dit resulteert in een veiligheidsfactor van 1.14, waarmee aan de eis (1.14) wordt voldaan. Qua ruimtebeslag loopt het benedentalud tot het midden van de kanaalbodem.



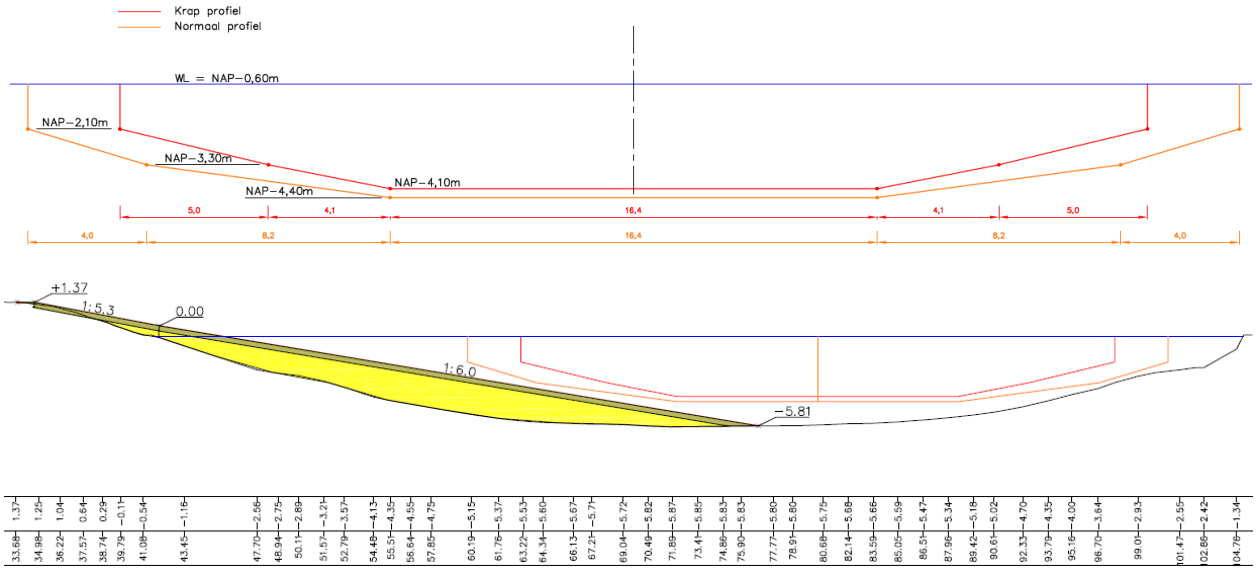
13006.11

Profiel 13006.11 was in de beoordeling het best scorende profiel (veiligheidsfactor 1.06). Om aan de stabiliteitseis te voldoen moet voor profiel 13006.11 een talud worden aangelegd vanaf de huidige berm met een helling van circa 1 op 4 boven het waterniveau en circa 1 op 6 onder het waterniveau. Dit resulteert in een veiligheidsfactor van 1.15, waarmee aan de eis (1.14) wordt voldaan. Qua ruimtebeslag loopt het benedentalud tot min of meer de oude teen van de dijk.



Inpassing scheepvaartprofiel

Onderstaande figuur toont aan dat voor dit alternatief voldoende ruimte blijft voor inpassing van een ‘normaal’ scheepvaartprofiel. Wel dient het scheepvaartprofiel mogelijk iets verschoven te worden, dit vraagt enige aanpassing van beboeiing en dient afgestemd te worden met de vaarwegbeheerder.



Figuur 28: Dimensionering vaarwegprofiel CEMTIII (boven) en inpassing in alternatief 2 (onder)

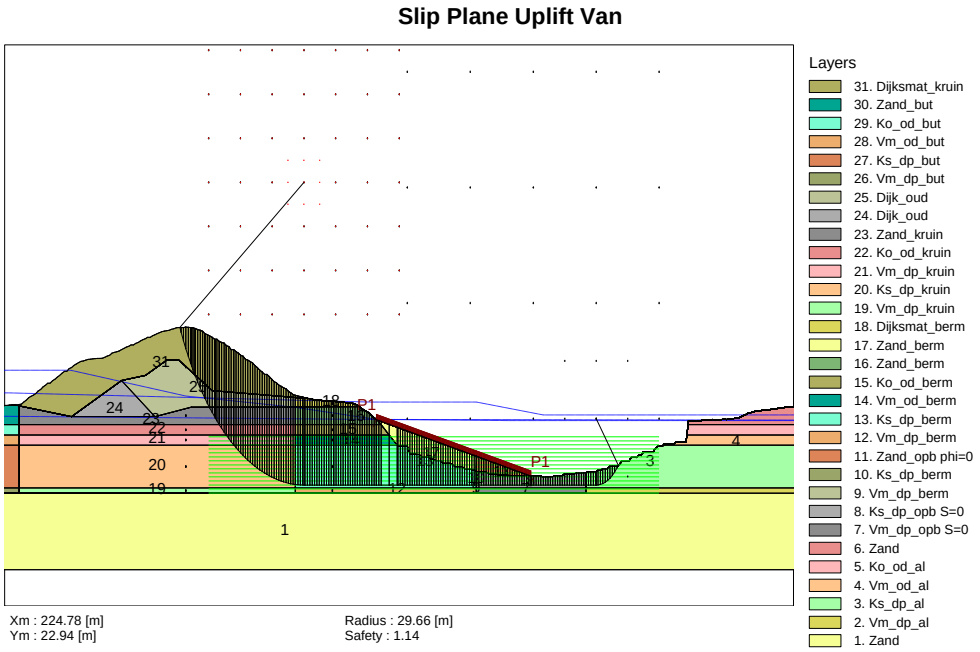
A3.3 Alternatief 3: Verzwaren talud Balgzandkanaal met stortsteen

Bij het plaatsen van de bestorting is uitgegaan dat de bestorting wordt geplaatst op een zandwig, lopend van de waterlijn tot de kanaalbodem. De bestorting die geplaatst wordt op de zandwig heeft een gewicht van 16.1 kN/m3 (1640 kg/m3). Dit wordt in D-GeoStability geschematiseerd als een belasting op de zandwig. De dikte van de bestorting is in de sommen de te optimaliseren parameter. Het slechts en best scorende profiel worden beschouwd om de range van de versterking in te bepalen.

Het plaatsen van de zandwig met de bestorting heeft een positieve invloed op de stabiliteit. Het geplaatste gewicht zorgt voor een grotere tegenwerkende kracht, waardoor de stabiliteit wordt verhoogd. Ook heeft het gewicht een positieve invloed op de opbarstveiligheid. Het plaatsen van de wig en bestorting heeft geen verdere invloed op de geohydrologische schematisering.

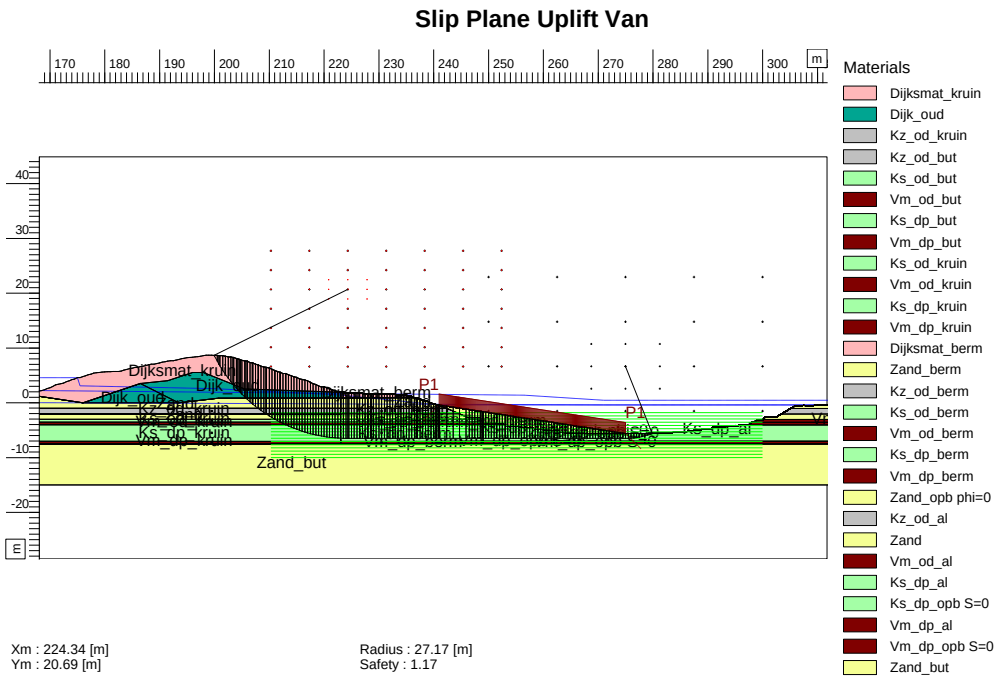
13006.7

Profiel 13006.7 was in de beoordeling het slechts scorende profiel (veiligheidsfactor 0.96). De benodigde bestorting heeft een dikte van 1.0 m. Dit leidt tot een veiligheidsfactor van 1.14, waarmee voldaan wordt aan de eis (1.14).



13007.11

Profiel 13006.11 was in de beoordeling het best scorende profiel (veiligheidsfactor 1.06). De benodigde bestorting heeft een dikte van 0.5 m. Dit leidt tot een veiligheidsfactor van 1.17, waarmee voldaan wordt aan de eis (1.14).

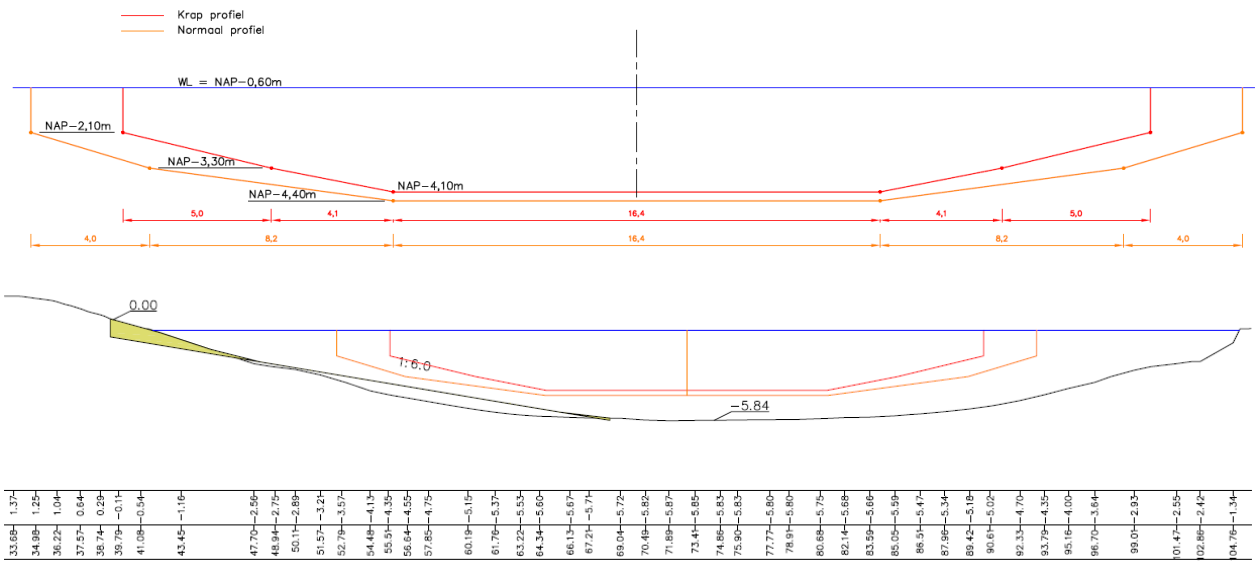


Aan de hand van de berekening van het slechts en het best scorende vak, kan voor alle vakken die niet voldoen in de toetsing een inschatting worden gemaakt van het volume van de wig, die overigens constant is, en de dikte van de bestorting. De inschatting is gemaakt op basis van lineaire interpolatie.

Vak:	Faalkans [jaar]:	Dikte bestorting [m]:
13006.7	4.76E-04	1.0 (berekening)
13006.8	3.89E-04	0.9
13006.9	3.89E-04	0.9
13006.10	1.65E-04	0.65
13006.11	3.04E-05	0.5 (berekening)
13007.1	3.33E-05	0.5

Inpassing scheepvaartprofiel

Onderstaande figuur toont aan dat voor dit alternatief voldoende ruimte blijft voor inpassing van een ‘normaal’ scheepvaartprofiel.



Figuur 29: Dimensionering vaarwegprofiel CEMTIII (boven) en inpassing in alternatief 3 (onder)

A4 Consequentieanalyse impact versterkingsmaatregelen op andere faalmechanismen

In het kader van de dijkversterking Den Oever-Den Helder is een technische uitgangspuntennotitie (TUN) opgesteld ten behoeve van de nadere veiligheidsanalyse en het ontwerp. De geohydrologische uitgangspunten in deze notitie zijn gebaseerd op peilbuismetingen en hydrologische modelberekeningen (Plaxflow). De basis voor de modelberekeningen is de huidige situatie (geometrie, dijkopbouw, bekleding, etc.). In de variantenanalyse zijn enkele oplossingsvarianten tot stand gekomen, waarvan er twee zijn doorgerekend in de hydrologische modellen. Hieruit blijkt dat de varianten invloed hebben op de hydrologische uitgangspunten.
In deze bijlage zijn de consequenties van deze aanvullende analyses voor de uitgangspuntennotitie geduid. Per variant en per beoordelingsspoor zijn de huidige uitgangspunten tegen het licht gehouden en indien noodzakelijk, is een voorstel voor aanvulling van de uitgangspuntennotitie opgesteld.

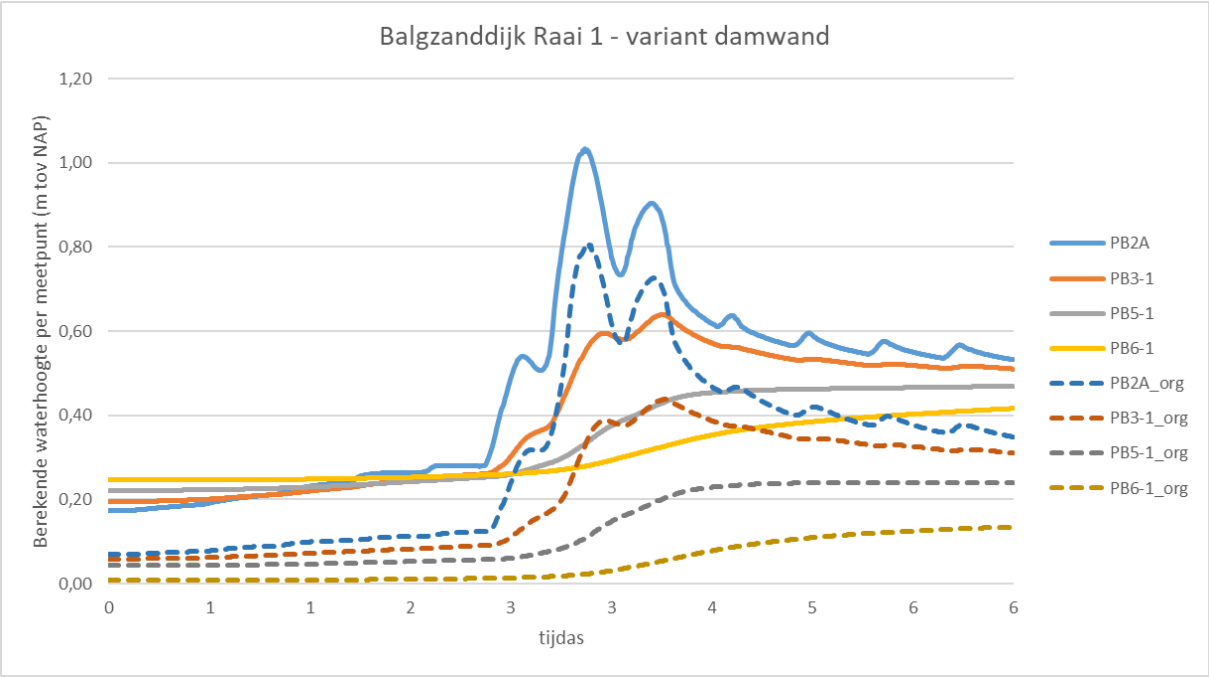
Het doel van deze bijlage is het bewaken van de eenduidigheid en geldigheid van de hydrologische uitgangspunten in de TUN voor het doorrekenen van dijkversterkingsvarianten aan de hand van de aanvullende hydrologische analyses.

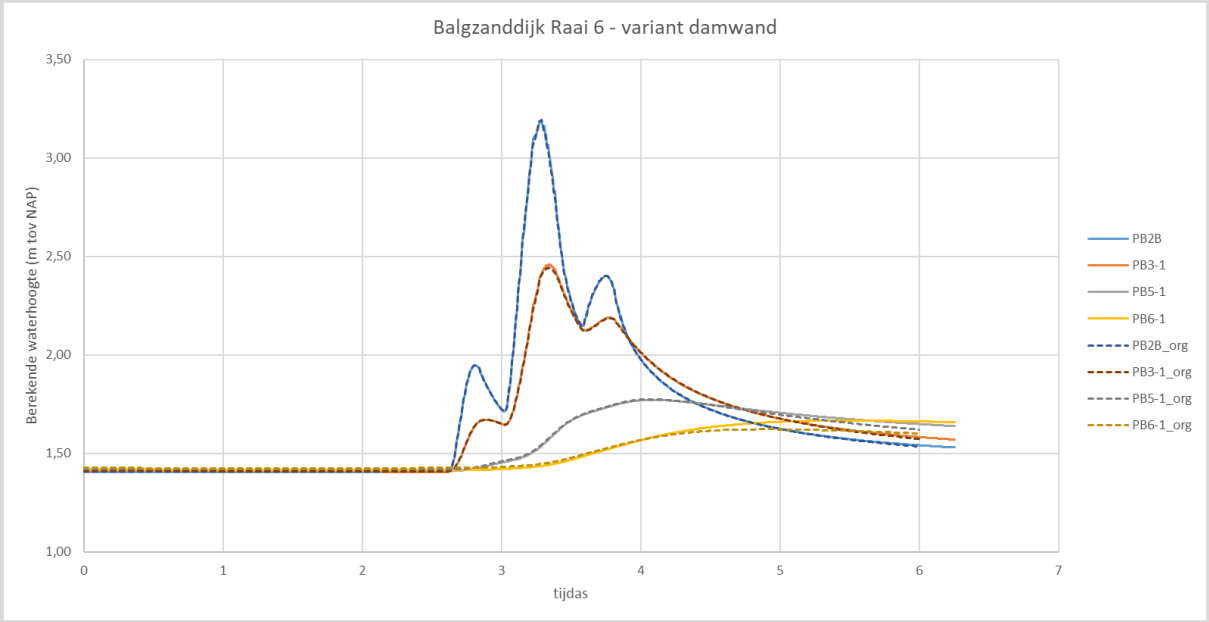
A4.1 Beschrijving varianten en resultaten hydrologische analyses

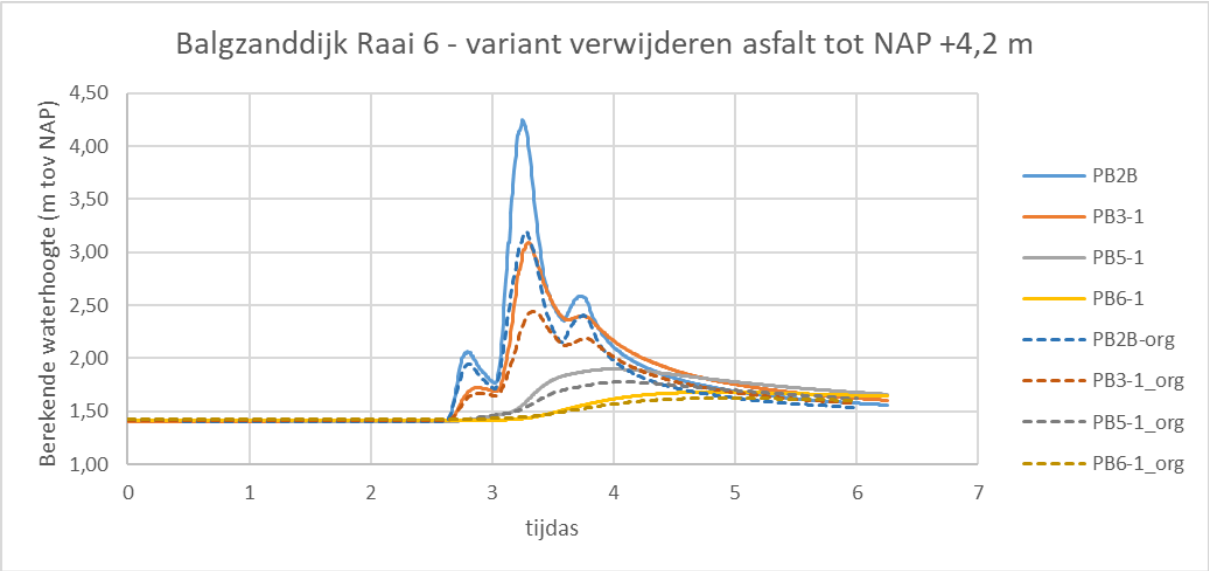
De volgende twee oplossingsvarianten zijn doorgerekend met behulp van het hydrologische model:

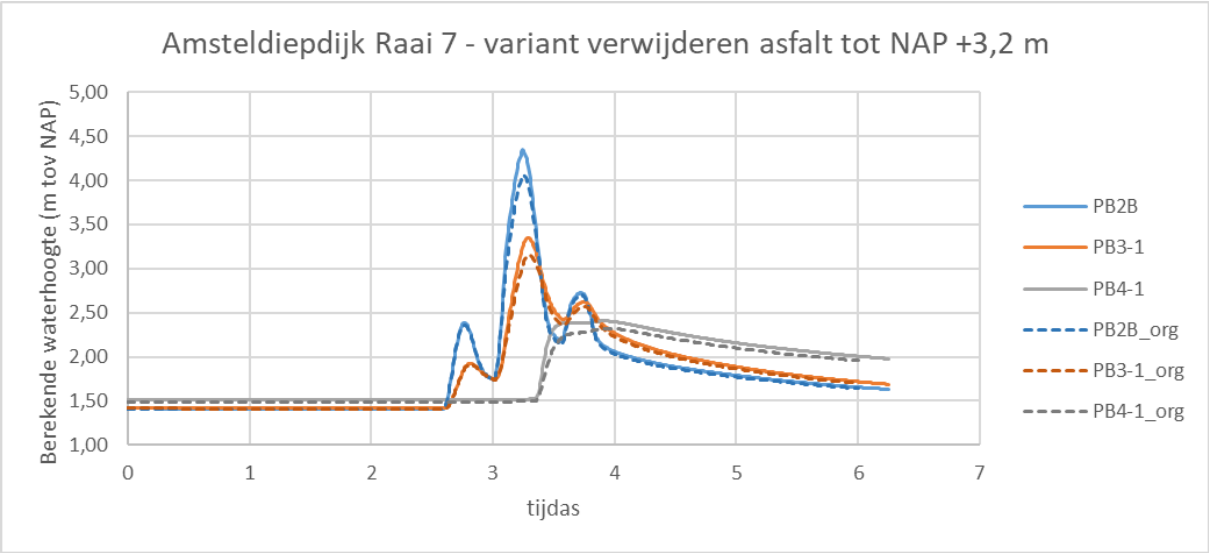
- Damwand in de binnenberm tot NAP -12 m op het traject raai 1 tot en met raai 6;
- Verwijderen van asfaltbekleding op het buitentalud:
    - Balgzanddijk – tussen NAP +2,2 en +4,2 m –equivalente lengte op het talud 8 m;
    - Amsteldiepdijk – tussen NAP +2,5 en +3,2 m –equivalente lengte op het talud 2 m.

In de onderstaande figuren zijn de uitkomsten van de uitgevoerde Plaxflow analyses uitgevoerd. De berekende waterhoogte betreft de freatische lijn, de meetpunten geven de verschillende locaties in het dwarsprofiel weer (2A: voorland, 3: buitenberm, 5: kruin en 6: binnenberm). Op de horizontale as het tijdsverloop van de hoogwatergolf weergegeven (in dagen). In de grafieken zijn de originele resultaten (gestippelde lijn) versus de aanvullende analyses (doorgetrokken lijn) opgenomen.


Balgzanddijk Raai 1 - variant damwand
Berekende waterhoogte per meetpunt (m tov NAP)
1,20
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
0
1
1
2
3
3
4
5
6
6
tijdas
PB2A
PB3-1
PB5-1
PB6-1
PB2A_org
PB3-1_org
PB5-1_org
PB6-1_org


Balgzanddijk Raai 6 - variant damwand
Berekende waterhoogte (m tov NAP)
3,50
3,00
2,50
2,00
1,50
1,00
0
1
2
3
4
5
6
7
tijdas
PB2B
PB3-1
PB5-1
PB6-1
PB2B_org
PB3-1_org
PB5-1_org
PB6-1_org





Op basis van de grafieken worden de volgende resultaten geduid:

- Damwand:
  - Bij raai 6 heeft de aanleg van een damwand geen merkbaar effect op de maximale freatische lijn tijdens MHW. Dat wil dus zeggen dat de damwand ver genoeg ligt om de effecten van tijdelijke hoge waterstanden in de Waddenzee te merken;
  - Bij raai 1 is wel duidelijk het effect van de damwand te zien op de grondwaterstanden. Als gevolg van de aanleg van de damwand stijgt de respons op MHW met ongeveer 0,2 m ten opzichte van de huidige situatie. Dit is een aannemelijk effect. Uit de meetreeksen van deze raai is duidelijk een verlagend effect van het Balgzandkanaal op de freatische lijn te zien. De aanleg van een damwand heft dit effect op. We moeten verder opmerken dat de grondwaterstanden na de piek van MHW mogelijk overschat worden. Dit komt doordat het model aan zeezijde iets “te kort” is. Om toch een goed effect te berekenen hebben we deze modelrand dicht gezet voor grondwaterstroming. Dit leidt er echter toe dat het water na MHW niet kan wegstromen uit het model. In werkelijkheid zal de grondwaterstand sneller afnemen naar de piek van MHW;
- Asfalt:
  - Als gevolg van het verwijderen van het asfalt neemt de respons op de MHW toe. In Raai 6 neemt deze respons met ongeveer 1 m toe en in raai 7 ongeveer 0,3 m. Het verschil in

respons kan vooral gezocht worden in de hoeveelheid asfalt dat verwijderd wordt, bij raai 6 is dat namelijk veel meer dan bij raai 7.

A4.2 Consequentie analyse hydrologische uitgangspunten

Uitsluitend de ontwerpmechanismen die beïnvloed worden door wijzigingen in de hydrologische uitgangspunten ten gevolge van de damwand of het verwijderen van het asfalt op het buitentalud, zijn onderstaand behandeld.

A4.2.1 Macrostabiliteit – freatische lijn

Voor de schematisering van de freatische lijn is in de TUN uitgegaan van een basisschematisering en een aantal scenario's. De scenario's hebben hoofdzakelijk betrekking op de ligging van de freatische lijn ter plaatse van buitentalud en kruin omdat hier in de huidige situatie de grootste onzekerheid over bestaat. Er is geen scenario voor een hogere ligging van de freatische lijn in de binnenteen omdat in de huidige situatie er sprake is van een zeer goed drainerende binnenteen.

De damwand heeft invloed op de drainage van de binnenteen. Hierdoor stijgt de freatische lijn in het gehele dwarsprofiel. De verhoging bedraagt maximaal 0,3 m, dit valt voor buitentalud en kruin binnen bestaande onzekerheden (scenario's). Voor de schematisering van de freatische lijn in de binnenteen, dient echter een extra verhoging geschematiseerd te worden. Voor de ontwerpberekeningen van de damwand dienen de berekeningsresultaten van de aanvullende hydrologische analyses aangehouden te worden.

Voor ontwerpberekeningen voor macrostabiliteit van het buitentalud zijn geen aanvullende uitgangspunten benodigd. De verhoging valt binnen de in de TUN aangehouden onzekerheden in de ontwerpscenario's.

Het verwijderen van asfalt op het buitentalud van de dijk levert een aanzienlijke verhoging van de freatische lijn in het buitentalud op (hoofdzakelijk Balgzanddijk). In de TUN is voor macrostabiliteit buitenwaarts (val na MHW) uitgegaan van de situatie 24 uur na hoogwater. Op de piek van het hoogwater is de verhoging van de freatische lijn maximaal, echter na 24 uur is de situatie vergelijkbaar met de grafiek uit de TUN (nog circa 0,1 m verhoging). Op basis hiervan worden aanvullende hydrologische uitgangspunten niet noodzakelijk geacht.

Samenvattend macrostabiliteit freatische lijn:

- STBI ontwerp damwand: hogere freatische lijn binnenteen schematiseren als basisscenario. Onzekerheden in de ligging van de freatische lijn zijn ook al in de B-EEM opgenomen (gebaseerd op CUR-166);
- STBU ontwerp damwand: geen aanvullende hydrologische uitgangspunten;
- STBI ontwerp verwijderen asfalt: geen aanvullende hydrologische uitgangspunten;
- STBU ontwerp verwijderen asfalt: geen aanvullende hydrologische uitgangspunten.

A4.2.2 Macrostabiliteit – stijghoogte zandondergrond

De uitgangspunten voor de stijghoogte in de zandondergrond is in de TUN bepaald aan de hand van hysterese grafieken. Hieraan liggen geen hydrologische modelberekeningen ten grondslag. Het is dan ook niet mogelijk om modelmatig de invloed van de damwand en verwijderen asfalt te bepalen.
Onderstaand is de verwachte invloed van de varianten op de stijghoogte beschreven:

- Damwand: Er mag van uit worden gegaan dat de damwand een storend element vormt in het watervoerend pakket. Aan de buitenzijde zal hierdoor wellicht een geringe verhoging van de waterdruk optreden, aan de kanaalzijde zal echter een verlaging van de stijghoogte plaats vinden. Voorgesteld wordt om deze effecten niet mee te nemen bij de binnenwaartse en buitenwaartse

macrostabiliteit. Wel kan het scherm tot verlaging van het opbarstrisico zorgen. Indien hiervoor ruimte wordt geboden in de B-EEM, kan de sterktereductie in de opbarstzone wellicht geoptimaliseerd worden voor STBI;

- Verwijderen asfalt: Door verhoging van de freatische lijn is het mogelijk dat er een lichte verhoging van de stijghoogte optreedt (indringing door waterremmende laag). Het is echter de vraag of dat binnen een hoogwater op treedt en of het een significante toename betreft. Gezien de geringe invloed wordt voorgesteld om geen aanvullende scenario's voor de stijghoogte op te nemen voor het verwijderen van asfalt.

A4.2.3 Microstabiliteit

Op basis van de beschrijving van de invloed op de freatische lijn in het binnentalud in A4.2.1 wordt voor de variant damwand voorgesteld om voor de controle op microstabiliteit uit te gaan van de verhoging van de freatische lijn zoals in de aanvullende analyses is vastgesteld.

A4.3 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van deze consequentie analyse wordt geconcludeerd dat de invloed van de varianten (damwand en verwijderen asfalt buitentalud) zich in hoofdzaak beperkt tot de schematisering van de freatische lijn. De invloed van het verwijderen van asfalt van het buitentalud heeft hierbij een zeer beperkte invloed op de ligging van de freatische lijn bij de val na MHW. Hiervoor wordt geen aanvullend hydrologisch scenario voorgesteld.
De invloed van de verhoogde freatische lijn in de variant damwand moet wel worden meegenomen bij het ontwerp van de damwand in de planuitwerkingsfase. In de ontwerpleidraad voor langsconstructies (B-EEM) is evenwel al voorzien in een onzekerheidsmarge op de freatische lijn (conform CUR-166). Derhalve kan volstaan worden met één aanvullende basisschematisering voor het ontwerp van damwanden in het binnentalud van de dijk.

A5 Overzicht meekoppelkansen (uitgebreid)

Er is onderscheid gemaakt tussen 3 fases:

- VK = (concretiseren in) verkenningsfase
- PU = (onderzoeken in) planuitwerkingsfase
- RE = realisatiefase

Tabel 22: Overzicht meekoppelkansen [Stand van zaken tot nu toe]

Bron	Mogelijke Meekoppelkans	Fase
NATUUR – voorlanden		
Info avond 10-10-18	voorlanden betrekken bij oplossing	VK
Zienswijze NRD	stimuleren ontstaan natuurlijke vooroevers	VK
Info avond 26-09-18	realiseren van vooroevers (nabij Normerven) voor natuurontwikkeling	VK
1e Dijkavond 13-2-2019	Kwelders in combinatie met voorland voor waterveiligheid, bevordering natuurlijke processen aanzanding. Slibvangers/ dammetjes voor vangen van slib?	VK
1e Dijkavond 13-2-2019	Aanleg kwelders voor vogels, geeft meer ruimte voor recreatie op de dijk	VK
1e Dijkavond 13-2-2019	Mosselbanken, zeegras voor versterking natuur voorland	VK
Zienswijze NRD	volgelopen kleiputten bij Vatrop weer op diepte brengen waarmee de broedeilanden niet langer bereikbaar zijn voor predatoren als vossen. Met het vrijgekomen materiaal op andere plaatsen natuurlijke vooroevers creëren. Zo verlandingsproces stimuleren en natuurwaarden verder verhogen (vb. Oeverse Schor en Normerven).	PU
1e Dijkavond 13-2-2019	Voorstanders voor kwelders, maar niet als hierdoor de vaarroutes verzanden. Is het mogelijk om bijv. paaltjes, zoals die voor de vorige versterking aanwezig waren, hiervoor te gebruiken?	VK
NATUUR – uitkijk/beleefpunten		
NRD	bestaande vogeluitkijkpunten verbeteren en nieuwe vogeluitkijkpunten creëren, zowel bij het Amstelmeer als in Balgzandpolder	PU
Zienswijze NRD	uitvoering onderdelen 'Rust voor Vogels' waaronder uitkijkpunt bij Normerven, Wieringer Zeewering.	PU
Zienswijze NRD	Het opwaarderen, uitbreiden of ontwikkelen van (nieuwe) Waddenbeleefpunten op en aan de dijk. Zoals het opwaarderen van het huidige vogelkijkpunt bij Ewijcksluis, het versterken van de positie van 't Kuitje en een mogelijk nieuw Waddenbeleefpunt bij het Peilhuisje/De Haukes.	PU
Zienswijze NRD	LNH: Verbeteren van de ontsluiting vogelkijkhut nabij de brug bij de Ewijcksluis, (mogelijk in aansluiting op vernieuwing brug door RWS)	PU
Info avond 10-10-18	W. Hendriks: zwevend uitkijkpunt	PU
1e Dijkavond 13-2-2019	Op de Wieringer Zeewering graag uitzichtpunten /rustpunten creëren.	PU
1e Dijkavond 13-2-2019	Uitkijkpunten voor betere beleving, kijk naar mogelijke verbetering van uitkijk/ beleefpunten ('huidige punten zijn voor verbetering vatbaar') in combinatie met betere route en betere beleefbaarheid van fietsroute tussen Den Oever en Den Helder (bebording, informatie, duidelijke route op en achterlangs de dijk). Beleefroute Den Oever- Den Helder.	

Bron	Mogelijke Meekoppelkans	Fase
NATUUR – binnendijks		
Zienswijze NRD	NM: Het aanleggen van binnendijkse vogelbroedterreinen bij de Wieringer Zeewering	PU
Zienswijze NRD	combinatie met natuurontwikkeling Amstelmeer	RE
Zienswijze NRD	herstel eilandjes in Amstelmeer	RE
Omgevings-analyse	Vogeleilanden: 'wegslaan' tegenaan. Mogelijke samenwerking tussen HHNK en Landschap Noord-Holland.	RE
NATUUR – programma's en projecten		
Zienswijze NRD	bijdragen aan de gestelde opgaven in de Gebiedsagenda Wadden 2050 en/of de structuurvisie Waddenzee en de KRW en Natura2000	VK
NRD	SBB: realisatie groen strand bij Lage Land van Stroe, Wieringer Zeewering. Betreft het toelaten van meer dynamiek op de overstroombare graslanden achter de oude betonnen kering	PU
NATUUR – inrichting dijk		
Zienswijze NRD	Het plaatsen van voswerende hekken en uitwijkmogelijkheden voor vee richting de dijk zodat betere begrazing kwelder mogelijk is	PU
Zienswijze NRD	Het toepassen van bekledingen die ecologische meerwaarde kan geven	PU
1e Dijkavond 13-2-2019	Mogelijkheid om oesterputten terug te brengen of versterken?	PU
1e Dijkavond 13-2-2019	Gebruik kruidenrijke mengsels bevorderlijk voor natuur: grassoort (honeyway), creëren natuurlijke overgangen.	PU
Zienswijze NRD	(Meer) ecologische materialen buitenzijde dijk mogelijk?	PU
1e Dijkavond	kleiputten Vattrop: open waterverbinding maken met stevige brug erover (in plaats van buizen onder de tuimeldijk), goed voor de waterdynamiek. Aan de binnenzijde een constructie waardoor het water niet meteen na de vloed uit het gebied loopt, maar stapsgewijs. Dit zou ook de broedkolonie kluten / visdief/kokmeeuw op de eilandjes ten goede komen.	PU
NATUUR – Vismigratie		
Per mail 14-02-19	gebruik het Balgzandkanaal als vismigratiekanaal. Kierend sluis en een diepe put in het Balgzandkanaal om zoutwater op te vangen en terug te hevelen net als in Den Oever bij de spuisluizen	VK
NRD	Samenwerking met het Programma Gezond Water (HHNK) in relatie tot de ontwikkeling van een natte verbindingszone tussen Den Oever en Den Helder	VK
1e Dijkavond 13-2-2019	Meer samenwerking wordt gezocht met HHNK. Bv Vismigratie gemaal/ sluis, meer zichtbaar maken en uitleg.	VK
NRD	Initiatieven vismigratie (samenwerking met Wetterskip Fryslân, Noorderzijlvest en Hunze en Aa's	VK
RECREATIE		
NRD	extra voorzieningen t.b.v. het lange afstandswandelpad en het wandelpadennetwerk in Noord-Holland.	PU
Omgevings-analyse	zwemmen vanaf de dijk in de Waddenzee	PU

Bron	Mogelijke Meekoppelkans	Fase
Omgevings-analyse	groene routes als verbinding met het achterland, gecombineerd met een grote of kleine dijkovergang	PU
Zienswijze NRD	fietsen mogelijk maken langs de Balgzanddijk	PU
1e Dijkavond 13-2-2019	Graag fietsen mogelijk maken op de BZD, desnoods buiten broedseizoen.	PU
1e Dijkavond 13-2-2019	Fietsroute vanuit de afsluitdijk doortrekken.	PU
1e Dijkavond 13-2-2019	gebruik onderhoudspad als fietspad (ook door laten lopen aan einde Balgzanddijk waar onderhoudspad nu eindigt)	PU
1e Dijkavond 13-2-2019	versterken mogelijkheden extensief recreatief gebruik	PU
1e Dijkavond 13-2-2019	Gemaal Oostoever: t Kuitje, vraag of HHNK actiever wil deelnemen/ bijdragen aan educatiecentrum.	PU
Zienswijze NRD	verbeteren fietsroute langs Wieringer Zeewering	PU
Zienswijze NRD	Realiseer een vrije toegang tot de Waddenzee over de spuisluis bij 't Kuitje	PU
Per mail 13-02-19	Wij wonen aan de Molgerdijk en gaan vaak fietsen ook achter de dijk, Maar er is een stuk [op Wieringer Zeewering] waar allemaal stenen liggen en als je geen zere rug hebt krijg je die daar. Is dat iets als ze toch gaan veranderen om dat aan te passen met asfalt	PU
1e Dijkavond 13-2-2019	Blote voeten paden, educatief, leuke combi	PU
1e Dijkavond 13-2-2019	Duidelijkere bebording en handhaving van wat wel en niet mag (bv m.b.t. afval, betreding van de dijk, overlast etc.). Mogelijk ook in meerdere talen zinvol i.v.m. toeristen.	PU
WERK MET WERK		
NRD	Ontwikkelingen RWS Balgzandbrug / Kooybrug.	RE
1e Dijkavond 13-2-2019	Energietransitie: opslag warmte in materiaal bekleding	PU
1e Dijkavond 13-2-2019	Energietransitie: zonnepanelen verwerken in/op de dijk	PU
1e Dijkavond 13-2-2019	Kun je iets doen met warmte opslag onder het asfalt?	PU
Zienswijze NRD	maak dijken geschikt voor aanleg van vluchtwegen bij onverhoopte watersnoodramp. Nadere toelichting indiener: In mijn zienswijze noemde ik het inrichten van de dijk als mogelijke vluchtweg bij een watersnoodramp. Deze meekoppelkans staat als mkk no 30 op de HHNK-lijst. De kans op overstromingen kwam naar voren in de mailwisseling die ik eind september/begin oktober 2014 had met Marjoke Hoeve en Peter van der Vliet. In de daarop volgende tijd werd het overstromingsgevaar voor de geheel buitendijks gelegen marine haven duidelijk. De marineleiding zelf had toen geen belangstelling voor de opmerking die ik daarover maakte, maar het ministerie heeft inmiddels maatregelen genomen. Volgende maand wil ik me daar verder in verdiepen, maar in het kader van mogelijke 'vluchtwegen' en met een blik op de kaart, waaruit blijkt dat de Marinehaven over de weg vrijwel alleen via bruggen bereikt kan worden, wordt duidelijk dat de zeedijk tussen Den Oever en Den Helder in rampsituaties ook voor Defensie van levensbelang kan zijn.	PU
intern overleg	groot onderhoud bestaande asfaltlaag uitvoeren gelijktijdig met dijkversterking	PU/RE

Bron	Mogelijke Meekoppelkans	Fase
Info avond 10-10-18	verdiep het 'Vissersgaatje' en gebruik specie voor de dijkverbetering	RE/PU
Per mail 14-02-19	baggerslib uit de haven over de dijk pompen om de vorming van de kwelder, die nu natuurlijk ontstaat, te versterken.	RE/PU
1e Dijkavond 13-2-2019	materiaal uit havenaanslibbing Den Oever mogelijk te gebruiken voor 'aanleg' kwelders/ voorland	RE
OVERIG		
Info avond 26-09-18	realisatie van een gemaal in de Amsteldiepdijk om bij calamiteiten water snel weg te pompen. Het boezemwater hoeft dan niet allemaal via gemaal de Helsdeur bij Den Helder (zie kaartje door Dhr. Mulder bijgeleverd)	PU
Zienswijze NRD	Toeristisch-recreatieve ontwikkelingen, duurzame energieopwekking, klimaatadaptatie / waterkwaliteit en circulariteit in grondstoffen / bouwmaterialen meenemen	PU
1e Dijkavond 13-2-2019	Integreren consistent ontwerp afvalbakken op de dijk, verminderen overlast en mooier gezicht.	PU
1e Dijkavond 13-2-2019	Verbeteren op- en afgangen van de dijk.	PU
Zienswijze NRD	Kans Oostoever, Ontwikkeling van natuurlijk energielandschap: Zoek combinaties tussen dijkversterking, natuur en beleving met het inrichten van het gebied met binnendijkse (getijden)natuur en plas-drasoevers met paaiplaatsen voor vissen in het Oostoevergebied rond het Balgzandkanaal.	PU
NRD	Versterking spuisluis Oostoever	PU/RE
NRD	HWBP-project Wieringermeerkering	PU
NRD	Verbetering natte infrastructuur Noordkop (voortvloeisel uit rapport 'verkenningen kansen Kop van Noord-Holland): o.a. link met vismigratie	VK
1e Dijkavond 13-2-2019	Wieringen: mogelijk om eilandgevoel te versterken/ meer terug te laten komen in vormgeving van elementen vd dijk of beleving (bebording, informatie)	PU
1e Dijkavond 13-2-2019	Regelgeving vanaf water (zeilers/ boten) en vanaf land is niet consistent en onduidelijk, waar mag je vanaf water wel komen en waar vanaf land? Mogelijkheid voor verbetering?	PU
Omgevings-analyse	kleinschalig ondernemerschap over de dijk brengen.	PU
GEEN MEEKOPPELKANS		
NRD	natuurcompensatie voor havenontwikkeling Den Helder, project Building with Nature.	n.v.t. is raakvlak-project
NRD	Programma Naar een Rijke Waddenzee.	n.v.t. geen MKK
NRD	Waard Nieuwland en Oosterlander & Stroeërkoog	n.v.t. geen MKK
Info avond 26-09-18	betrek de archeologie erbij	n.v.t. geen MKK
1e Dijkavond 13-2-2019	Windmolens op wad niet wenselijk.	n.v.t. geen MKK
1e Dijkavond 13-2-2019	Duinen op wad/ voorland niet wenselijk.	n.v.t. geen MKK

Bron	Mogelijke Meekoppelkans	Fase
1e Dijkavond 13-2-2019	Waarde van de dijk in stand houden/ versterken: donker en rust in avond/ nacht.	n.v.t. geen MKK

A6 Technische ontwerpprofielen

Bovenaanzicht

SCALE 1:15000

LEGENDA

	ZST	Verbeteren zetsteen dijkbekleding Waddenzee-zijde
	AGK-AWO	Asfalt Golfklappen & Asfalt Wateroverdrukken - Verbeteren asfalt dijkbekleding Waddenzee-zijde
	STBI	Macrostabiliteit Binnenwaarts Alternatief 1 = Damwand Alternatief 2 = Verbreden talud met grond Alternatief 3 = Verzwaren talud met stortsteen
	GEBU	Grasbekleding Erosie Buitentalud - Verbeteren grasbekleding Waddenzee-zijde
	GEBU	Grasbekleding Erosie Buitentalud - Optimaliseren beheer
	Dijkpalen	

OMVANG VAN MAATREGELEN

ZST-1: L: 0,1 km - Opp. 497 m
ZST-2: L: 0,1 km - Opp. 708 m2
ZST-3: L: 0,3 km - Opp. 1862 m2
ZST-4: L: 0,1 km - Opp. 399 m2
ZST-5: L: 0,1 km - Opp. 352 m2
ZST-6: L: 0,1 km - Opp. 468 m2
ZST-7: L: 0,2 km - Opp. 764 m2
ZST-8: L: 0,2 km - Opp. 987 m2
ZST-9: L: 0,1 km - Opp. 627 m2
ZST-10: L: 0,6 km - Opp. 3228 m2

AGK-AWO: L: 3,5 km - Opp. 3554 m2

STBI-Alt-1 L: 3,0 km
STBI-Alt-2 L: 3,0 km - Opp. 123916 m2
STBI-Alt-3 L: 3,0 km - Opp. 104166 m2

GEBU-1 L: 0,1 km - Opp. 2632 m2
GEBU-2 L: 0,2 km - Opp. 6594 m2

1.0	Bovenaanzicht	H. Hussain	L. Hoogdun	O. Nieuwenhus	11-07-2019
revisie	omschrijving	getekend	gecontroleerd	akkoord	datum

opdrachtgever
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

project
Dijkversterking DODH
(Den Oever Den Helder)

omschrijving
Bovenaanzicht

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together
HaskoningDHV Nederland B.V.
Water

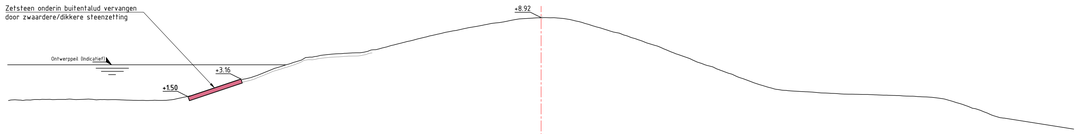
documentstatus	documentversie
Definitief	1.0

projectnummer / tekeningnummer
BF9084-TEK-VKA-001

formaat	schaal	fase	bladnr.	van
A0	1:15000	Verkenningsfase	1	3

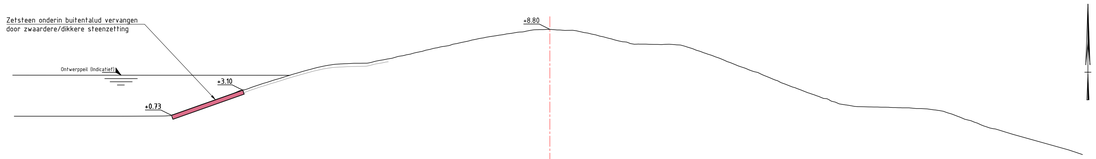
© Royal HaskoningDHV
Deze tekening mag niet worden verveelvoudigd and/or aan derden verstrekt zonder ons schriftelijk toestemming. Wij zijn niet aansprakelijk voor de gevolgen van de door ons niet goedgekeurde wijzigingen in de tekening.

Filename: P:\bf9084\00\Documenten\Deelprojecten\Deelprojecten Fase 1\Verkenning\Tekeningen\Bovenaanzicht\BF9084-TEK-VKA-001-Bovenaanzicht.dwg



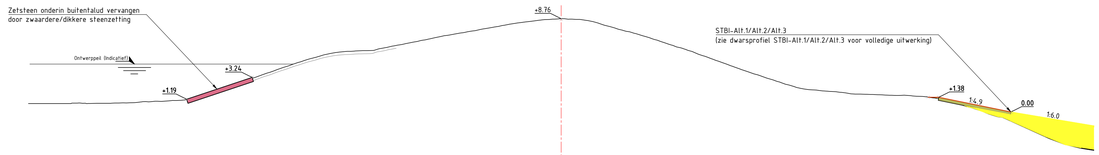
Dwarsprofiel ZST-1
Schaal 1:200

Hoogte bestaande situatie	1.96
Afstand bestaande situatie	50.00



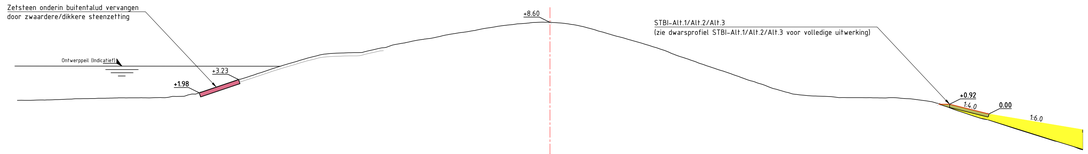
Dwarsprofiel ZST-2
Schaal 1:200

Hoogte bestaande situatie	0.04
Afstand bestaande situatie	0.00



Dwarsprofiel ZST-3
Schaal 1:200

Hoogte bestaande situatie	0.39
Afstand bestaande situatie	50.00

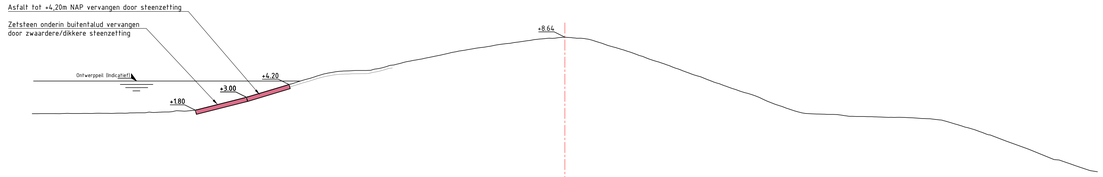


Dwarsprofiel ZST-4
Schaal 1:200

Hoogte bestaande situatie	1.04
Afstand bestaande situatie	50.00

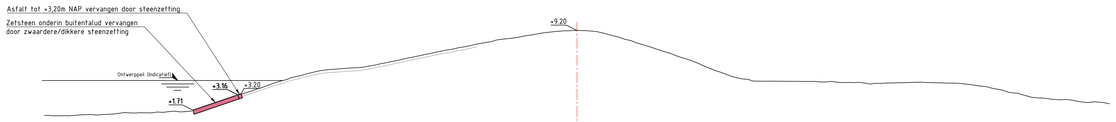
Dwarsprofiel ZST-5
Schaal 1:200

Hoogte bestaande situatie	1.09
Afstand bestaande situatie	50.00



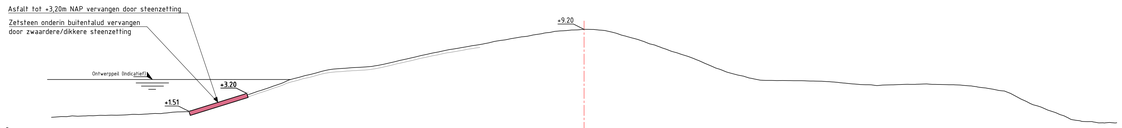
Dwarsprofiel ZST-6
Schaal 1:200

Hoogte bestaande situatie	1.12
Afstand bestaande situatie	50.00



Dwarsprofiel ZST-7
Schaal 1:200

Hoogte bestaande situatie	1.22
Afstand bestaande situatie	50.00

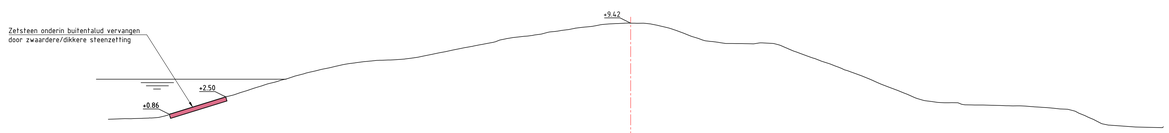


Dwarsprofiel ZST-8
Schaal 1:200

Hoogte bestaande situatie	0.95
Afstand bestaande situatie	50.00

Dwarsprofiel ZST-9
Schaal 1:200

Hoogte bestaande situatie	2.22
Afstand bestaande situatie	50.00



Dwarsprofiel ZST-10
Schaal 1:200

Hoogte bestaande situatie	0.64
Afstand bestaande situatie	50.00

1.0	Dwarsprofielen	H. Hussain	L. Hoogdum	O. Nieuwenhuis	11-07-2019
revisie	omschrijving	getekend	gecontroleerd	akkoord	datum

opdrachtgever
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

project
Dijkversterking DODH
(Den Oever Den Helder)

omschrijving
Dwarsprofielen (1)

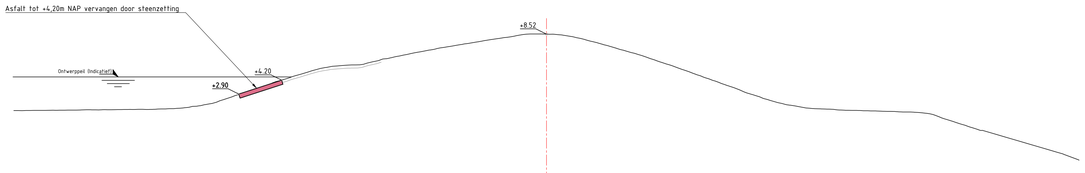
Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together
HaskoningDHV Nederland B.V.
Water

documentstatus	documentversie
Definitief	1.0

projectnummer / tekeningnummer
BF9084-TEK-VKA-002

formaat	schaal	fase	bladnr.	van
A0	1:15000	Verkenningsfase	2	3

© Royal HaskoningDHV
Niets mag worden ingezien, ter kennis gebracht of ter beschikking gesteld aan derden, of anders gebruikt, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Royal HaskoningDHV. Indien van toepassing is de algemene voorwaarden van Royal HaskoningDHV van toepassing.



Dwarsprofiel AGK-AWO-1
Schaal 1:200

Hoogte bestaande situatie	7.75+ 7.75+ 7.75+

A7 Beoordelingskader zeef 2

Thema	Criterium	Omschrijving	Methodiek	Te gebruiken informatie over versterkingsmaatregelen	Te gebruiken overige informatie
1. Techniek	1.1 Uitvoerbaarheid	Ervaring met de techniek. De complexiteit van de uitvoering i.r.t. aanwezige objecten. Mate waarin hoogwaterveiligheid (voor de lange termijn) wordt gegarandeerd.	Kwalitatief	Technische beschrijving en dimensies van het alternatief. Bij innovatieve maatregelen: omvang ervaring met ontwerp en toepassing van de maatregel, mate waarin betrouwbaarheid van de maatregelen te onderbouwen is	Aanwezigheid harde constructies in of om de dijk (o.a. bekleding), langsliggende infrastructuur, kabels en leidingen, NWO's .
	1.2 Beheerbaarheid	Gevolgen van de maatregel op het regulier beheer en onderhoud (inspanning en frequentie) en het beheer tijdens calamiteiten (bijv. bereikbaarheid bij hoogwater).	Kwalitatief	Technische beschrijving van het alternatief. Bij innovatieve maatregelen: ervaring met het beheer en onderhoud van de dijk na versterking met de betreffende innovatieve maatregel	Huidige onderhoud, aanwezigheid objecten voor toegankelijkheid.
	1.3 Uitbreidbaar-heid	Mate waarin toekomstige versterking mogelijk is in hoogte, breedte en sterkte (makkelijk uit te breiden of algehele vervanging benodigd).	Kwalitatief	Technische beschrijving en dimensies van de oplossing	Beschikbare ruimte, aanwezigheid kwetsbare gebieden en objecten
2. Ruimte	2.1 Ruimtelijke kwaliteit landschap	Mate waarin met dijkontwerp wordt voldaan aan eisen op schaalniveau landschap.	Kwalitatief a.d.h.v. het RKK	Ontwerp van de alternatieven	Ruimtelijk kwaliteitskader
	2.2 Ruimtelijke kwaliteit tracé en profiel	Mate waarin met dijkontwerp wordt voldaan aan eisen op schaalniveau tracé en profiel.			
	2.3 Ruimte voor meekoppelkansen	Mate waarin alternatief ruimte biedt aan de meekoppelkansen die nu bekend zijn en invloed hebben op de keuze tussen de kansrijke alternatieven.	Kwalitatief	Ruimtebeslag alternatieven	Ruimtebeslag meekoppelkansen en evt. andere raakvlakken met dijkversterking
	2.4 Recreatie dijk	Invloed op recreatieve routes en recreatief gebruik van de dijk (wandelen, fietsen, vaarweg)	Kwalitatief	Ontwerp van de alternatieven (hoogte, taluds, tracé, vaarweg)	Recreatieve routes en toegangspaden vanaf de dijk + vaarweg
	2.5 Recreatie voorland/ wad	Toegankelijkheid wad voor recreanten (wadlopers, recreatieve vissers)	Kwalitatief	Ontwerp van de alternatieven (hoogte, taluds, tracé)	Huidige toegang tot wad

Thema	Criterium	Omschrijving	Methodiek	Te gebruiken informatie over versterkingsmaatregelen	Te gebruiken overige informatie
	2.6 Bereikbaarheid	Invloed van de dijkversterking op bereikbaarheid en ontsluiting van locaties rond de dijk en op vaarweg	Kwalitatief	Aanpassingen van openbare (vaar)wegen (incl. Balgzandkanaal), fiets- en wandelroutes	Bestaande ontsluitingsstructuur
3. Milieu	3.1 Natuur N2000 habitats - Permanent - Tijdelijk	Beïnvloeding N2000-gebied	Deels kwantitatief a.d.h.v. oppervlak aangetaste habitats	Ruimtebeslag dijkversterking	Ligging habitats, aanwezigheid en gevoeligheid soorten voor dijkversterkingsmaatregelen
	3.2 Natuur leefgebied soorten - Permanent - Tijdelijk	Beïnvloeding leefgebied beschermde soorten (Wet Natuurbescherming), permanent + tijdelijk.	Deels kwantitatief a.d.h.v. oppervlak beïnvloed leefgebied	Ruimtebeslag dijkversterking	Aanwezigheid en gevoeligheid soorten voor dijkversterkingsmaatregelen
	3.3 Natuur NNN - Permanent - Tijdelijk	Beïnvloeding beheertypen en kenmerkende waarden van NNN	Deels kwantitatief a.d.h.v. oppervlak beïnvloed NNN	Ruimtebeslag dijkversterking	Ligging NNN, beheertypen en kenmerkende waarden
	3.4 Landschap	Mate waarin landschappelijke waarden (bijv. herkenbaarheid, zichtlijnen, structuren) worden versterkt of aangetast	Kwalitatief	Ontwerp dijkversterking	Landschap omgeving
	3.5 Cultuurhistorie	Invloed op de aanwezige cultuurhistorische waarden: gewaardeerde cultuurlandschappen, dijklandschappen	Deels kwantitatief a.d.h.v. aantal objecten	Ruimtebeslag dijkversterking	Aanwezige waarden
	3.6 Grondwater	Invloed op grondwater gerelateerde functies. *[NB: effect is waarschijnlijk beperkt tot dijk zelf dus speelt in het ontwerp een rol, nadere analyse bodemopbouw moet hierover helderheid geven]*	Kwalitatief	Wijzigingen in de bodemopbouw, aanbrengen van damwanden	Bestaande bodemopbouw en grondwaterstroming
	3.7 Waterbeheersing	Invloed op de waterbeheersing Balgzandkanaal	Kwalitatief	Wijzigingen afvoercapaciteit Balgzandkanaal	geometrie en functioneren afvoersysteem (Balgzandkanaal, spuisluis, Amsteldiep)
	3.8 Waterkwaliteit	Invloed op de waterkwaliteit	Kwalitatief	n.t.b.	n.t.b.
	3.9 Bodemkwaliteit	Verandering van aanwezige verontreinigingen door het geheel of gedeeltelijk verwijderen van deze verontreinigingen	Deels kwantitatief o.b.v. m3 grondverzet	Te ontgraven en toe te passen grond (boven de interventiewaarde), wijzigingen in de bodemopbouw	Huidige bodemkwaliteit

Thema	Criterium	Omschrijving	Methodiek	Te gebruiken informatie over versterkingsmaatregelen	Te gebruiken overige informatie
	3.10 Hinder tijdens aanleg	Uitvoeringsduur en –intensiteit (geluid- en stofhinder, verkeersoverlast) (voor zover bekend, anders op criterium neutraal scoren).	Kwalitatief a.d.h.v. inschatting transport-bewegingen	Benodigd grondverzet en uitvoeringswijze (voor zover bekend, anders op criterium neutraal scoren)	N.v.t.
	3.11 Duurzaamheid CO2 uitstoot	Materialen: CO_2 uitstoot materieel en materiaal	Kwalitatief	O.b.v. omvang grondverzet, transportafstanden en gebruik materieel (geen Dubocalc of Dubomat berekeningen in deze fase)	-
	3.12 Duurzaamheid hergebruik	Materialen: mate van hergebruik van bouwmateriaal	Kwalitatief	Omvang grondverzet, transportafstanden en gebruik materieel	-
4. Kosten	4.1 Investeringskosten (Kostenraming)	Realisatiekosten (incl. vastgoed)	Kostenraming	Ontwerp van de alternatieven	Kostenkentallen
	4.2 Levensduurkosten (LCC analyse)	Beheer- en onderhoud en vervangingskosten	LCC analyse	Ontwerp van de alternatieven	Kostenkentallen