

# Bijlagenboek 1.1

# MER Markermeerdijken

## Deel A

definitief

Projectomschrijving	Versterking Markermeerdijken		
Documentnummer	AMMD—001028 (17.0129608)		
Verantwoordelijk cluster	Planproces en vergunningen		
Werkpakket	m.e.r.		
Object			
Versienummer	2.1	Versiedatum	15 november 2017

### Autorisatiekader

Opsteller		Gecontroleerd		Vrijgegeven	
Monique Lammens		Monique Lammens		Erica Nijpels	
Juliette Barrois		Monique Lammens		Erica Nijpels	

### Documenthistorie

Versienummer	Versiedatum	Omschrijving
0.1	6 oktober 2016	1e concept
0.2	14 oktober 2016	t.b.v. extern review
0.3	23 december 2016	2 <sup>e</sup> concept
1.0	31 maart 2017	concept MER (ontwerp nov), t.b.v. tussenadvies commissie m.e.r
1.1	5 juli 2017	Extern review
2.0	Oktober 2017	Definitief concept MER
2.1	November 2017	Definitief MER

## Inhoudsopgave deel A

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1	Nut en noodzaak van de Versterking	7
1.2	Doelstelling	11
1.3	Waarom een Projectplan en milieueffectrapportage	12
1.4	Besluiten, procedures en betrokken partijen	12
1.4.1	Te nemen besluiten	12
1.4.2	Procedure m.e.r.	14
1.4.3	Betrokken actoren	15
1.4.4	Procedure gecoördineerde besluiten	16
1.5	Leeswijzer	17
<b>2</b>	<b>Plan- en studiegebied en situatiebeschrijving</b>	<b>19</b>
2.1	Plangebied en studiegebied	19
2.2	Beschrijving modules en secties	19
2.3	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	22
2.3.1	Ruimtelijke kwaliteit en belangrijkste waarden	22
2.3.2	Ruimtelijk functioneel gebruik	30
2.3.3	Autonome ontwikkelingen	30
2.4	Veiligheidstekorten	31
2.4.1	Wat houden de veiligheidstekorten in?	31
2.4.2	Toelichting hoogwaterveiligheidsopgave	33
2.4.3	Overzicht van de veiligheidstekorten per module/sectie	35
<b>3</b>	<b>Het ontwerpproces en onderzochte alternatieven in het MER</b>	<b>39</b>
3.1	Randvoorwaarden voor de Versterking en het ontwerpproces	39
3.1.1	Randvoorwaarden	39
3.1.2	Ontwerpproces	39
3.2	Oplossingsrichtingen per waterkeringstechnische tekortkoming	42
3.2.1	Binnenwaartse asverschuiving	43
3.2.2	Buitenwaartse asverschuiving	44
3.2.3	Gecombineerd en op de as versterken	44
3.2.4	Dijk buitenom	46



<b>6</b>	<b>Leemten in kennis en evaluatie</b>	<b>139</b>
6.1	Leemten in kennis	139
6.2	Evaluatieprogramma	140

Dit MER bestaat uit een Deel A en een Deel B.  
Daarnaast zijn achtergrondrapporten en figuren opgenomen in een Bijlagenboek en Kaartenboek.

## 1 Inleiding

*Nederland wordt door middel van waterkeringen goed beschermd tegen overstromingen. De veiligheid van deze waterkeringen is daarbij van groot belang. Met het oog op de toekomst worden er door klimaatverandering strengere eisen gesteld aan de keringen om de veiligheid te kunnen blijven garanderen. Daarom worden de dijken getoetst aan deze veiligheidseisen. Voor de Markermeerdijken zijn grote delen tussen Hoorn en Amsterdam afgekeurd. De stabiliteit van de dijken is onvoldoende en op bepaalde locaties zijn de dijken niet hoog genoeg. Om deze reden moeten grote delen van de Markermeerdijken versterkt worden. Ter voorbereiding op de uitvoering van deze dijkversterking wordt, conform artikel 5.4 van de Waterwet, een Projectplan Waterwet opgesteld.*

*Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (verder: HHNK), de formele opdrachtgever, heeft er voor de realisatie van dit project voor gekozen om al vroegtijdig in het bouwproces te kunnen beschikken over de kennis en ervaring van een marktpartij (een consortium onder leiding van Boskalis Nederland B.V. met consortiumpartners VolkerWessels ondernemingen, KWS Infra B.V. en Van Hattum en Blankevoort B.V.). Dit heeft zijn beslag gekregen in de Alliantieovereenkomst waarbij opdrachtgever en opdrachtnemer samen (Alliantie Markermeerdijken) aan de lat staan voor het maken van het ontwerp, het verkrijgen van de benodigde vergunningen en ontheffingen en de uitvoering van de versterking van de Markermeerdijken.*

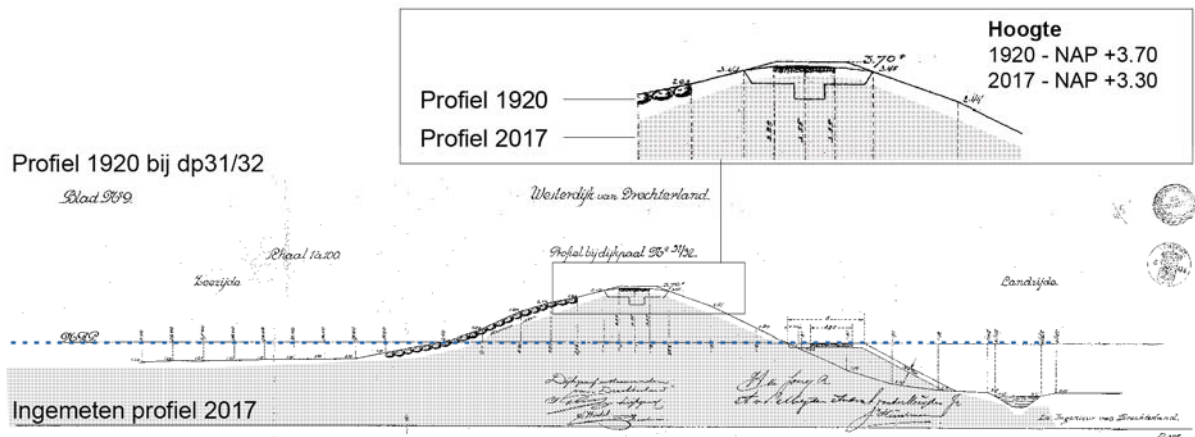
*Ten behoeve van de besluitvorming zijn in dit Milieueffectrapport (MER) de verschillende alternatieven tot versterking en de milieueffecten onderzocht. In dit hoofdstuk staat kort de aanleiding van de Versterking Markermeerdijken (hierna: de Versterking), de procedures rondom Projectplan en m.e.r. en de mogelijkheid tot het indienen van zienswijzen.*

### 1.1 Nut en noodzaak van de Versterking

HHNK beheert de Markermeerdijken. Al eeuwenlang beschermen de Markermeerdijken het achterland tegen overstromingen.

De Markermeerdijken hebben een bijzonder historisch karakter als voormalige Zuiderzeedijken. De Markermeerdijken zijn honderd jaar geleden voor het laatst versterkt. De dijken zijn in de loop van de jaren veranderd door bodemdaling, maar ook door het inklinken van de dijk na aanleg. Het aanlegprofiel van de laatste dijkversterking (1920) na de watersnoodramp in 1916 verschilt dan ook met het huidige dijkprofiel. Dit wordt weergegeven in figuur .





Figuur 1: Ontwerp uit 1920 ingetekend in huidige situatie

Na de afsluiting van de Zuiderzee door de Afsluitdijk en door de aanleg van de Houtribdijk tussen Lelystad en Enkhuizen is het gevaar van een overstroming door het optreden van stormvloed verminderd. Dat neemt niet weg dat door het Rijk in 2002 de dijken langs het Markermeer zijn aangemerkt als primaire waterkering. Deze beslissing was onder andere gebaseerd op een analyse van de gevolgen van overstroming en de bijbehorende economische schade.

Als gevolg van de beslissing om de Markermeerdijken als primaire waterkering aan te wijzen, moeten de Markermeerdijken periodiek worden getoetst volgens landelijke regelgeving. De veiligheid van de dijken wordt beoordeeld door te kijken naar hoogte, stabiliteit en de kwaliteit van de dijkbekleding. In tegenstelling tot het "oude" gevaar van hoge, korte stormvloed, is door de aanleg van de Afsluit- en Houtribdijk een situatie met een langdurig hoog meerpeil, al dan niet in combinatie met de effecten van stormen, bepalend voor de veiligheid van de Markermeerdijken. Tevens wordt de kans op overstromingen als gevolg van bodemdaling groter.

Op basis van deze toetsing is een gedeelte van de Markermeerdijken in 2006 afgekeurd. Bij de toetsing in 2006 bleek voor het grootste gedeelte van de afgekeurde dijken de stabiliteit van de dijk op de slappe ondergrond van klei en veen onvoldoende. Ook is op delen de hoogte en de sterkte van de bekleding onvoldoende. Voor de in 2006 afgekeurde delen is een versterkingsplan opgesteld, waarmee de dijk na de uitgevoerde versterking weer vijftig jaar veilig is. Om een veilige dijk voor vijftig jaar te garanderen wordt rekening gehouden met toekomstige omstandigheden zoals onder andere bodemdaling en meerpeilstijging door meer regen en meer water toestroom vanuit de grote rivieren, in combinatie met een gehinderde afvoer naar het IJsselmeer.

Het gedeelte van de Markermeerdijken dat in 2006 is afgekeurd, is als project opgenomen in het tweede Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP-2). Het gaat hier om 30,8 km Markermeerdijken, die worden versterkt in het kader van het HWBP-2. Voor de uitvoering en financiering van HWBP projecten gelden spelregels bedoeld om de projecten binnen tijd, scope en budget te realiseren. De planning destijds was erop gericht om de veiligheid van de Markermeerdijken in 2017 op orde te hebben. Vanwege de ontwikkeling van het innovatieve "Dijken op veen" onderzoek heeft de minister van Infrastructuur en Milieu besloten vier jaar uitstel te verlenen tot 2021. Hoewel initieel gericht op de sterkte van veen, heeft dit onderzoek uiteindelijk geleid tot een beter en geavanceerder model voor het bepalen van de sterkte van de ondergrond, voor zowel klei als veen.

In 2011 is een nieuwe toetsronde uitgevoerd, waarbij nog eens 16,5 km van de Markermeerdijken zijn afgekeurd. Deze nieuwe delen vallen binnen de planning van het nieuwe Hoogwaterbeschermingsprogramma (n-HWBP), dat als doel heeft om alle dijken in 2050 weer op orde te hebben. In het n-HWBP wordt gewerkt op basis van urgentie: de dijkversterkingen die het meest urgent zijn worden het eerst aangepakt. Een groot deel van de in 2011 afgekeurde delen van de Markermeerdijken zijn echter niet urgent. Zij staan niet op de nominatie om op korte termijn (in ieder geval niet binnen de komende 10 jaar) te worden versterkt. Dat betekent dat deze stukken mogelijk pas over 20 of 30 jaar voor versterking in aanmerking komen. Voor deze stukken wordt te zijner tijd een separaat Projectplan Waterwet opgesteld. Enkele van deze delen, in totaal 3 km, zijn wel opgenomen in de scope van de Versterking. De stukken die wel worden meegenomen in de versterking van de Markermeerdijken zijn weliswaar ook niet urgent, maar zij koppelen wel de uitvoering van grotere trajecten binnen het project Markermeerdijken aan elkaar. Daarom worden deze stukken koppelstukken genoemd. Vanuit het voordeel van synergie en efficiëntie in de uitvoering heeft HHNK besloten deze stukken mee te nemen. Voorbeelden hiervan zijn Barnegat, Kinselmeer en Durgerdam. Door deze koppelstukken mee te nemen, zijn de milieueffecten in de uitvoering kleiner en heeft de omgeving minder last van de uitvoeringswerkzaamheden.

Momenteel is HHNK (mede op verzoek van de gemeente Waterland) bezig met een verkenning naar de mogelijkheid om ook de afgekeurde delen rondom Katwoude te koppelen aan de geplande versterking. De eerste resultaten van de verkenning worden eind 2017 verwacht. Afhankelijk van de uitkomst van de verkenning wordt bestuurlijk een keuze gemaakt om de koppelstukken bij Katwoude alsnog mee te nemen in de uitvoering. Hierbij spelen behalve de noodzakelijke financiering ook eventuele milieueffecten in de uitvoering een rol. De overige afgekeurde dijktrajecten worden later in de tijd binnen het n-HWBP versterkt. De voorverkenningen voor de n-HWBP programma's worden momenteel opgestart. In paragraaf 5.4. van deel B van dit MER is een beschouwing opgenomen van de milieueffecten in de uitvoering van de in 2011 afgekeurde delen die geen onderdeel zijn van de Versterking.

De scope van de Versterking beslaat hiermee in totaal 33,8 km aan te versterken dijk tussen Hoorn en Amsterdam. De te versterken delen zijn globaal weergegeven in figuur 2. Voor deze delen is een versterkingsplan opgesteld, waarmee de dijk na de uitgevoerde versterking weer vijftig jaar veilig is. Om een veilige dijk voor vijftig jaar te garanderen, wordt rekening gehouden met toekomstige omstandigheden zoals onder andere bodemdaling en meerpeilstijging door meer regen en meer water toestroom vanuit de grote rivieren, in combinatie met een gehinderde afvoer naar het IJsselmeer.

Op 5 juli 2017 is door de minister van Infrastructuur en Milieu besloten om de dijkversterking bij Durgerdam (Module 16: Durgerdammerdijk) te temporiseren. Dit betekent dat is afgesproken om voor Durgerdam een apart Ontwerp Projectplan Waterwet op te stellen en ernaar te streven dit eind 2018 ter inzage te leggen. De versterking bij Durgerdam maakt wel onderdeel uit van dit MER.



Figuur 2: Ligging Markermeerdijken met de versterkingsopgave

## 1.2 Doelstelling

De Versterking heeft twee doelstellingen:

- Een veilige dijk die voldoet aan de wettelijke veiligheidsnorm tegen overstromingen.
- Een dijk die zo veel mogelijk wordt ingepast in haar omgeving.

### Een veilige dijk

Doelstelling van de Versterking is ervoor te zorgen dat de Markermeerdijken gedurende de planperiode van 50 jaar aan de wettelijke veiligheidseisen voldoen. Dit houdt in dat in het ontwerp rekening wordt gehouden met toekomstige ontwikkelingen (onder andere door een toeslag op de ontwerpwaterstand door klimaateffecten) en (kennis)onzekerheden, zodat het uitgevoerde ontwerp tijdens de planperiode blijft functioneren zonder dat ingrijpende en kostbare aanpassingen noodzakelijk zijn.

Binnen het Deltaprogramma is een nieuwe normering voor waterveiligheid ontwikkeld en uitgewerkt, zoals vastgelegd in de Deltabeslissing Waterveiligheid. Deze nieuwe normering is in de Waterwet verankerd en per 1 januari 2017 van kracht. In de nieuwe normering wordt niet alleen gekeken naar de kans op een overstroming, maar ook naar de gevolgen van een overstroming. Het uitgangspunt is dat iedereen in Nederland dezelfde basisveiligheid krijgt van een kans van 1:100.000 per jaar op overlijden als gevolg van een overstroming. Op basis van het basisveiligheidsniveau en de economische waarde wordt een overstromingsnorm toegekend aan dijktrajecten. In tegenstelling tot een overschrijdingsnorm - die bepaalt welk belastingniveau een dijk moet kunnen weerstaan - bepaalt een overstromingsnorm de maximaal toelaatbare kans dat een belasting optreedt die groter is dan de sterkte van de dijk waardoor een overstroming optreedt. Tevens is niet meer sprake van dijkringen, maar van dijktrajecten. Voor de Versterking Markermeerdijken is de maximaal toelaatbare overstromingskans 1:1.000 per jaar. De onderzochte alternatieven in dit MER zijn gebaseerd op deze nieuwe normering.

De dijk moet vanaf 2021 tot 2071 voldoen aan de vereiste veiligheid.

### Een dijk die zo veel mogelijk wordt ingepast in haar omgeving

De Versterking Markermeerdijken moet ruimtelijk goed worden ingepast. Bij de versterkingsopgave vindt een zorgvuldige afweging plaats tussen - soms tegenstrijdige - belangen en belangrijke waarden van de dijk en haar omgeving. De dijk is een provinciaal monument, kent archeologische en landschappelijke waarden en delen van de dijk zijn onderdeel van de Stelling van Amsterdam (UNESCO werelderfgoed). Daarnaast liggen aan de dijk beschermde dorpsgezichten en historische plaatsen die van recreatieve en toeristische waarde zijn, net als de dijk zelf. Ook grenst de dijk aan diverse beschermde natuurgebieden en vormt de dijk het leefgebied voor bijzondere plant- en diersoorten. Als leidraad voor de afweging tussen de verschillende belangen is het Kader Ruimtelijke Kwaliteit (KRK) ontwikkeld (zie ook paragraaf 2.3.1). Het KRK benoemt per deel van de dijk de belangrijkste waarden. Deze hebben geleid tot de parels die per module zijn benoemd in de Parelkaart (figuur 11). Het KRK en de Parelkaart worden betrokken bij de keuze voor de voorkeursoplossingen. Hierdoor is geborgd dat het ontwerp van de versterkte dijk, zowel per module als per deelgebied, zo veel als mogelijk is ingepast in haar omgeving. De Versterking sluit hiermee ook aan bij het provinciaal en landelijk beleid.

### 1.3 Waarom een Projectplan en milieueffectrapportage

#### Waarom een Projectplan?

Om de versterking van de Markermeerdijken mogelijk te maken, wordt door HHNK op grond van artikel 5.4 van de Waterwet, een Projectplan Waterwet vastgesteld.

#### Waarom een Milieueffectrapportage (m.e.r.)<sup>1</sup>

Voor de versterking van de Markermeerdijken wordt de m.e.r.-procedure doorlopen. Het doel hiervan is om het milieubelang vroegtijdig, naast andere belangen, een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming. Deze procedure is in 2008 opgestart met het uitbrengen van twee startnotities. Het betroffen twee startnotities, omdat de m.e.r.-procedure destijds is gestart voor het traject Hoorn-Edam (HE) en voor het traject Edam-Amsterdam (EA).

Ten tijde van de start van de m.e.r.-procedure was de versterking conform het Besluit-m.e.r. direct m.e.r.-plichtig<sup>2</sup>; conform het toenmalige onderdeel C, activiteit 12.2, was sprake van een wijziging of uitbreiding van een zee of deltadijk over een lengte van 5 km of meer. Dat was bij de Markermeerdijken het geval.

In 2011 is het Besluit-m.e.r. gewijzigd. Als gevolg hiervan is de voorgenomen Versterking niet langer direct m.e.r.-plichtig. Er is echter wel sprake van een m.e.r.-beoordelingsplicht (conform Besluit-m.e.r. activiteit D 3.2). Ondanks dit feit heeft de initiatiefnemer, de Alliantie, ervoor gekozen om de reeds gestarte m.e.r.-procedure af te ronden. Bovendien is vanwege mogelijk significante effecten op Natura 2000-gebieden een Passende Beoordeling in het kader van de Natuurbeschermingswet noodzakelijk.

Ondertussen is ook duidelijk dat voor de uitvoering van de Versterking tijdelijke vaargeulen worden aangelegd en gebruikt. Deze m.e.r. procedure heeft daarom tevens betrekking op de aanleg van een binnenvaarweg (Besluit m.e.r. activiteit C3)<sup>3</sup>.

Ten behoeve van het Projectplan wordt dan ook een projectMER opgesteld.

### 1.4 Besluiten, procedures en betrokken partijen

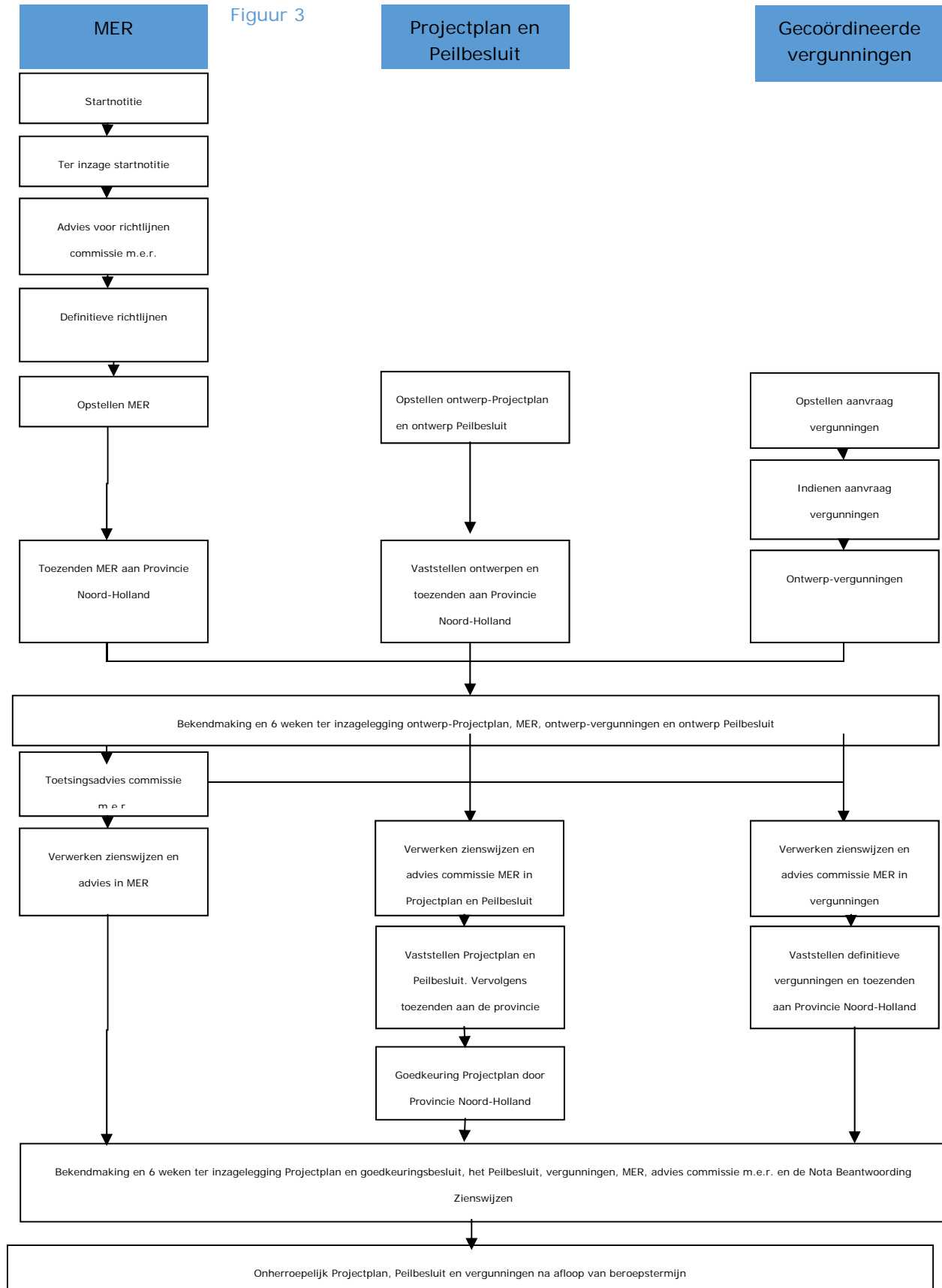
#### 1.4.1 Te nemen besluiten

Ter onderbouwing van het (goedkeurings)besluit over het Ontwerp Projectplan Waterwet is voorliggend milieueffectrapport (MER) opgesteld. De m.e.r.-procedure om tot een MER en Ontwerp Projectplan Waterwet tot komen is weergegeven in figuur 3.

---

<sup>1</sup> Bij milieueffectrapportage worden verschillende termen gehanteerd, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen de termen m.e.r. en MER:

- . m.e.r. staat voor milieueffectrapportage en verwijst naar het proces/ de procedure om tot een milieueffectrapport te komen;
  - . MER staat voor het milieueffectrapport dat wordt opgesteld en verwijst naar het product.
- <sup>2</sup> De verplichting om een MER op te stellen staat in het Besluit milieueffectenrapportage (Besluit-m.e.r.) van de Wet milieubeheer (Wm). Een lijst van activiteiten met mogelijke belangrijke negatieve gevolgen voor het milieu is vastgelegd in onderdeel C en D van de bijlage.
- <sup>3</sup> Het is op dit moment nog niet zeker dat RWS de tijdelijke vaargeulen als binnenvaarweg gaat aanwijzen. Zekerheidshalve is de binnenvaarweg daarom onderdeel van dit MER. Het MER bevat ook de benodigde informatie voor de m.e.r.-beoordeling van de afbaggering van de waterbodem (Besluit m.e.r. activiteit D 29.2) die plaatsvindt voor het graven van de vaargeul.





Voor het uitvoeren van de Versterking zijn verschillende uitvoeringsbesluiten, ontheffingen en vergunningen nodig (zie opsomming onderstaand). In artikel 5.8 van de Waterwet is voorzien dat de voorbereiding van deze besluiten gecoördineerd plaatsvinden met de besluitvorming over het Projectplan Waterwet. Om deze reden zal besluitvorming en inspraak over het Projectplan Waterwet en de benodigde uitvoeringsbesluiten tegelijkertijd plaatsvinden. Het verloop van deze gecoördineerde voorbereiding is nader toegelicht in hoofdstuk 14 van het Ontwerp Projectplan Waterwet. Gedeputeerde Staten van de Provincie Noord-Holland zijn hierbij coördinerend bevoegd gezag.

Het Ontwerp Projectplan Waterwet is samen met de volgende ontwerpbesluiten voorbereid:

- een Ontwerp vergunning Wet natuurbescherming vanwege activiteiten die een effect hebben op een beschermd Natura 2000 en een Ontwerp ontheffing Wet natuurbescherming vanwege activiteiten met effecten op beschermde planten- en diersoorten. Bij het dijkversterkingsontwerp is rekening gehouden met gebieden met bijzondere natuurwaarden, bijvoorbeeld door het ruimtebeslag van het ontwerp zoveel mogelijk te beperken. Voor de werkzaamheden zijn vervolgens mitigerende maatregelen genomen om effecten op bijzondere natuurwaarden zoveel mogelijk te beperken. Als er vervolgens nog sprake is van restschade voor bijzondere natuurwaarden (beschermde planten- en diersoorten), dan wordt hiervoor gecompenseerd. Op deze manier is rekening gehouden met de natuurwaarden in en om de te versterken dijk. Omdat de werkzaamheden wel plaatsvinden in gebieden die in het kader van natuurwetgeving zijn beschermd, is een vergunning en een ontheffing nodig;
- een Ontwerp omgevingsvergunning voor strijdig gebruik. De Ruimtelijke onderbouwing beschrijft de inpasbaarheid van de Versterking in de geldende bestemmingsplannen en geeft aan waarom het aanvaardbaar is om van deze plannen af te wijken. De onderbouwing gaat in op alle planologisch relevante gevolgen van de Versterking, o.a. voor natuur en landschap, milieu, bebouwde omgeving, verkeer, waterhuishouding, monumenten en cultuurhistorie;
- een Ontwerp omgevingsvergunning voor bouwen, voor kappen, voor aantasting van monument en op grond van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht;
- een Ontwerp ontgrondingsvergunning op grond van de Ontgrondingenwet.

Deze ontwerpbesluiten worden met de bijbehorende onderbouwende documenten gelijktijdig ter inzage gelegd.

#### 1.4.2 Procedure m.e.r.

In 2008 is de m.e.r.-procedure met twee zogenaamde startnotities van start gegaan. Het betrof één procedure voor het dijkversterkingstraject Hoorn-Edam en één procedure voor het dijkversterkingstraject Edam-Amsterdam. Eenieder heeft zijn/haar zienswijze kunnen geven en de Commissie m.e.r.<sup>4</sup> heeft twee adviezen voor richtlijnen voor het bevoegd gezag opgesteld. Deze advies-richtlijnen zijn door het bevoegd gezag, te weten Gedeputeerde Staten van de Provincie Noord-Holland (GS), vastgesteld als richtlijnen voor beide milieueffectrapporten.

De wijzigingen in het Besluit-m.e.r. (2011) hebben geen invloed gehad op de inhoudelijke vereisten voor het MER. Het overgangsrecht is van toepassing. Dat omschrijft: 'Voor een besluit is het oude recht van toepassing indien de richtlijnen voor 1 juli 2010 zijn vastgesteld'. Dat is voor deze m.e.r.-procedure het geval. Dit betekent dat het MER de informatie dient te bevatten zoals staat beschreven in de startnotities en de vastgestelde richtlijnen. Daarnaast geldt dat het MER moet voldoen aan de inhoudelijke vereisten conform de oude m.e.r.-wetgeving. Inhoudelijk heeft

---

<sup>4</sup> De Commissie m.e.r. is een onafhankelijke commissie die is ingesteld bij wet en adviseert over de inhoud en kwaliteit van milieueffectrapporten.

dat als consequentie dat in het MER een beschrijving moet worden opgenomen van het zogenaamde meest milieuvriendelijke alternatief (hierna: MMA). Ten slotte geldt procedureel dat het MER formeel door het bevoegd gezag moet worden aanvaard.

In het Bijlagenboek zijn de startnotities en richtlijnen opgenomen.

#### *Eén dijktracé Markermeerdijken*

Oorspronkelijk heeft het HHNK de dijkversterkingen Hoorn-Edam en Edam-Amsterdam als aparte projecten opgestart. De eerste stap bestond uit het publiceren van de startnotities voor beide projecten in 2008, in het kader van de procedure voor de milieueffectrapportage (m.e.r.-procedure).

Het HHNK heeft in 2012, in afstemming met de Provincie Noord-Holland, gekozen om de voorbereiding van beide dijkversterkingsprojecten verder te combineren, omdat:

- de dijktrajecten in elkaars verlengde liggen langs het Markermeer en vergelijkbare karakteristieken hebben;
- de planning van beide projecten vrijwel gelijk op loopt; beide dijktrajecten moeten in 2021 weer aan de veiligheidsnorm voldoen;
- het HHNK vanwege efficiëntie de uitvoering van de dijkversterking bij voorkeur in één geheel wilde aanbesteden.

#### *Eén MER Markermeerdijken*

Gelijktijdig met de samenvoeging is besloten om één MER voor de gehele Versterking op te stellen. Op deze manier is er één document waarin de milieueffecten voor de gehele Versterking worden beschouwd en ook de cumulatie van effecten overzichtelijk in beeld is gebracht. De richtlijnen en de startnotities van beide delen geven samen aan waar dit MER aan moet voldoen. Uitgangspunt daarbij is dat de meest stringente richtlijnen zijn overgenomen voor dit MER. In het algemeen betekent dit dat de richtlijnen van Edam-Amsterdam voor de milieuonderzoeken leidend zijn.

### 1.4.3 Betrokken actoren

#### **Bevoegd gezag**

Dit MER wordt voorgelegd aan het bevoegd gezag. Voor de m.e.r.-plicht en voor het goedkeuringsbesluit van het Ontwerp Projectplan Waterwet zijn de Gedeputeerde Staten (GS) van de Provincie Noord-Holland het bevoegde gezag. Daarnaast zijn GS coördinerend bevoegd gezag (hierna: BG) voor het project.

De GS beoordelen het MER op aanvaardbaarheid. Dit betekent dat wordt beoordeeld of het MER voldoet aan de wettelijke eisen, tegemoetkomt aan de gestelde richtlijnen en geen onjuistheden bevat.

Uiteindelijk zullen GS gelijktijdig het Ontwerp Projectplan, het MER en de Ontwerpvergunningen/-onthefing publiceren.



### **Commissie m.e.r. en wettelijke adviseurs**

Het MER, het Ontwerp Projectplan Waterwet en de Ontwerp-vergunningen worden gedurende 6 weken ter inzage gelegd. Over het MER wordt twee keer advies gevraagd aan de Commissie m.e.r. en de wettelijke adviseurs. Op 3 juli 2017 heeft de Commissie m.e.r. al een tussenadvies uitgebracht op het concept MER (maart 2017). Dit tussenadvies is verwerkt in het MER dat met de ontwerpbesluiten ter inzage gaat, waarna de Commissie m.e.r. haar (tweede) advies geeft.

### **Omgevingspartijen**

Bij de Versterking zijn veel partijen betrokken. De rol van de partijen is verschillend.

In hoofdstuk 12 en 13 van het Ontwerp Projectplan is een uitgebreide omschrijving opgenomen van betrokken partijen naast de betrokken overheden zoals gemeenten en Rijkswaterstaat. Het betreft onder meer omwonenden, bedrijven, recreatieparken, jachthavens, agrariërs, vissers en natuurverenigingen.

#### **1.4.4 Procedure gecoördineerde besluiten**

Dit MER ligt samen met het Ontwerp Projectplan Waterwet en de benodigde overige ontwerpbesluiten ter inzage. GS coördineren de terinzagelegging van de besluitvorming, zij verzamelen hiervoor alle zienswijzen. Uw schriftelijke zienswijze kunt u sturen aan de Provincie Noord-Holland.

#### *Meer informatie*

Indien u informatie wilt over het Ontwerp Projectplan Waterwet of één van de andere ontwerpbesluiten, dan kunt u zich ook wenden tot de initiatiefnemer:

Alliantie Markermeerdijken  
Hoogedijk 1D  
1145PM Katwoude

U kunt via <http://www.markermeerdijken.nl/> meer informatie over het project vinden.

De Alliantie wilt u zo goed mogelijk informeren over de plannen voor de Versterking. U kunt zich aanmelden voor de digitale nieuwsbrief:

[https://www.markermeerdijken.nl/markermeerdijken/actueel\\_285/item/nieuwsbrief-juni\\_8605.html](https://www.markermeerdijken.nl/markermeerdijken/actueel_285/item/nieuwsbrief-juni_8605.html).

#### *Wat gebeurt er met uw zienswijzen?*

De ingediende zienswijzen worden toegezonden aan de Commissie m.e.r. en worden opgenomen in een Nota van Beantwoording. De Commissie m.e.r. neemt de zienswijze mee in hun toetsingsadvies voor het bevoegd gezag.

In de Nota van Beantwoording wordt aangegeven hoe er met de zienswijze voor zowel Ontwerp Projectplan Waterwet, Ontwerp-vergunningen als het MER is omgegaan. Wijzigingen naar aanleiding van de zienswijzen worden daar waar nodig meegenomen in het definitieve Projectplan en de vergunningen.

Na afloop van de terinzagelegging van het Ontwerp Projectplan Waterwet en het MER stelt het algemeen bestuur van het HHNK (het college van hoofdingelanden), het definitieve Projectplan vast op basis van het advies van de betrokken partijen en neemt hierbij de ontvangen zienswijzen mee in zijn afweging. Tegelijkertijd neemt het betreffende bevoegde gezag, mede op basis van de zienswijzen, een definitief besluit ten aanzien van de uitvoeringsbesluiten.

Het vastgestelde Projectplan wordt aan GS van de Provincie Noord-Holland ter goedkeuring aangeboden. GS motiveren hun besluit en leggen het ter inzage samen met het Projectplan en de definitieve uitvoeringsbesluiten van de andere bevoegde gezagen.

### **Beroep**

Tegen het goedkeuringsbesluit van GS, het Projectplan en alle uitvoeringsbesluiten kan beroep worden ingesteld bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State.

Direct tegen het MER in beroep gaan is niet mogelijk. Dit kan wel indirect door in beroep te gaan tegen het Projectplan. In beginsel hebben alleen belanghebbenden die een zienswijze hebben ingediend het recht van beroep. Omdat de Crisis- en herstelwet van toepassing is, is het uitgangspunt dat de Afdeling binnen zes maanden na afloop van de beroepstermijn uitspraak doet.

## **1.5 Leeswijzer**

Voorliggend milieueffectrapport bestaat uit deel A en deel B.

Deel A bevat de hoofdlijnen van de studie en bevat, samen met Deel B, de milieu-informatie die nodig is om te komen tot een afgewogen besluit. In deel A zijn het projectgebied (hoofdstuk 2), de versterkingsopgave (hoofdstuk 2, veiligheidsproblemen en doelstellingen), de mogelijke oplossingen (hoofdstuk 3) per module en de milieueffecten van de alternatieven (hoofdstuk 4) terug te lezen. Deel A eindigt met een beschrijving van de leemte in kennis en een aanzet tot een evaluatieprogramma (hoofdstuk 5).

Deel B geeft een specifieke onderbouwing van de milieueffecten van de verschillende alternatieven per module voor de permanente situatie. Ook gaat deel B in op een beschrijving van het beleidskader (hoofdstuk 1), de gehanteerde beoordelingsmethode (hoofdstuk 2), de huidige situatie en autonome ontwikkeling (hoofdstuk 3). Daarna volgt de effectbeschrijving en -beoordeling per alternatief van de permanente situatie voor de milieuthema's landschap, natuur, cultuurhistorie, archeologie, bodem en water, wonen, werken en recreatie (hoofdstuk 4). De uitvoeringsmethode en tijdelijke effecten komen in hoofdstuk 5 aan de orde.



## 2 Plan- en studiegebied en situatiebeschrijving

*In dit hoofdstuk is het plan- en studiegebied beschreven en de huidige situatie en autonome ontwikkeling. De huidige situatie betreft niet alleen een beschrijving van de waterkeringstechnische tekortkomingen (veiligheidstekort) van de dijk, maar ook van de bestaande (milieu)kwaliteiten van de dijk en haar omgeving.*

### 2.1 Plangebied en studiegebied

In dit MER zijn twee termen gebruikt voor de gebiedsaanduiding: het plangebied en het studiegebied.

Het *plangebied* is het gebied waar de geplande Versterking daadwerkelijk plaatsvindt. Het plangebied in dit MER betreft de Markermeerdijken tussen Hoorn en Amsterdam. Figuur 1 in het vorige hoofdstuk geeft het plangebied weer. In totaal zijn er 25 secties van de dijk opgenomen met een totale lengte van 33,8 km. Dit gebied behoort tot dijkkring 13 Noord-Holland. Deze dijkkring heeft een totale lengte van 251 km.

Het *studiegebied* omvat het plangebied en daarnaast een gebied waarbinnen de verschillende milieueffecten duidelijk merkbaar zijn. De grootte van het studiegebied verschilt per milieuthema en is afhankelijk van de aard, omvang en uitstraling van het effect.

### 2.2 Beschrijving modules en secties

Het totale traject van 33,8 km is ingedeeld in modules, secties en deelsecties. Elk heeft zijn eigen functie.

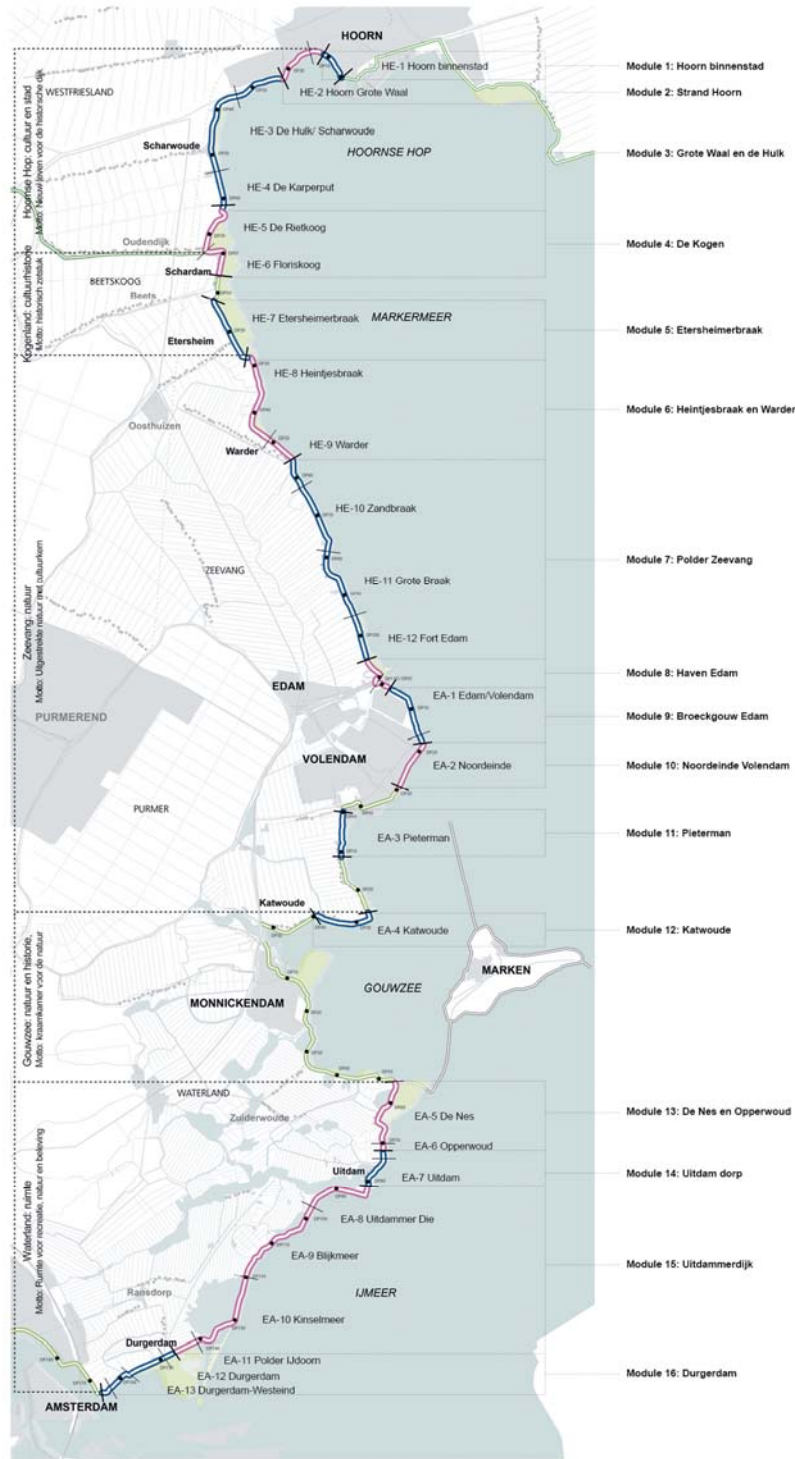
**Modules:** De dijk is onderverdeeld in 16 modules, van module 1 in Hoorn tot aan module 16 in Durgerdam. Deze module-indeling wordt gebruikt voor de planproducten en de communicatie met de omgeving. De modules zijn zo gekozen dat binnen één module zoveel mogelijk dezelfde uitgangspunten, hetzelfde veiligheidsprobleem en geografisch beeld gehanteerd worden. De kans is groot dat de veiligheidsoplossing binnen de module daarmee ook gelijk is, maar dit is geen noodzaak. De milieueffecten worden zoveel mogelijk op niveau van de module beschreven. Voor enkele milieuthema's, zoals woonbeleving en cultuurhistorie, is een toetsing op sectieniveau relevant voor de herkenbaarheid.

**Secties:** In de startnotities zijn de dijktrajecten van destijds Hoorn-Edam en Edam-Amsterdam beide onderverdeeld in 12 secties, dus totaal 24 dijksecties. Deze secties zijn toentertijd opgesteld op basis van een karakteristiek van de ondergrond (faalmechanismen en geografische indeling waarop de dijk is afgekeurd). De secties worden in het MER voornamelijk nog genoemd voor de herkenbaarheid in relatie tot de twee startnotities. De codering in de sectie-indeling verwijst naar het dijktraject uit de startnotitie, HE staat voor Hoorn-Edam en EA voor Edam-Amsterdam. In 2016 is EA-13 toegevoegd aan de scope, de versterkingsopgave bestaat daarmee uit 25 secties.

Met deze uitgangspunten kan het zijn dat één sectie uit de startnotitie nu in twee verschillende modules valt, bijvoorbeeld HE-4 is nu gesplitst. Het eerste deel van de sectie maakt onderdeel uit van module 3: Grote Waal en De Hulk, en het tweede deel maakt onderdeel uit van module 4: De Kogen. In de kaart (figuur 4) zijn de secties en modules opgenomen, zoals ze in [tabel 1](#) zijn beschreven.

Tabel 1. Modules, secties, dijknamen en dijk(paal)nummers (DP) van noord naar zuid

Module	Modulenaam	Dijkpaal-nummers	Sectie	Sectienaam	Dijkpaal-nummers	Lengte (meters)
1	Hoorn binnenstad	DP 5- 10 <sup>+40</sup>	HE-1	Hoorn - Binnenstad	DP 5- 10 <sup>+40</sup>	540
2	Strand Hoorn	DP 10 <sup>+40</sup> - 22 <sup>+50</sup>	HE-2	Hoorn - Grote Waal	DP 10 <sup>+40</sup> - 34	2.000
3	Grote Waal en de Hulk	DP 22 <sup>+50</sup> - 61 <sup>+80</sup>	HE-3	De Hulk	DP 34 - 53	1.900
			HE-4	De Karperput	DP 53 - 63	1.000
4	De Kogen	DP 61 <sup>+80</sup> - 06	HE-5	Rietkoog	DP 63 - 74	1.100
			HE-6	Floriskoog	DP 74 - 06	950
5	Etersheimerbraak	DP 12 - 27 <sup>+50</sup>	HE-7	Etersheimerbraak	DP 12 - 27 <sup>+50</sup>	1.550
6	Heintjesbraak en Warder	DP 27 <sup>+50</sup> - 56	HE-8	Heintjesbraak	DP 27 <sup>+50</sup> - 49	2.150
			HE-9	Warder	DP 49 - 62 <sup>+50</sup>	1.350
7	Polder Zeevang	DP 56 - 106	HE-10	Zandbraak	DP 62 <sup>+50</sup> - 78 <sup>+50</sup>	1.600
			HE-11	Grote Braak	DP 78 <sup>+50</sup> - 95	1.650
			HE-12	Fort Edam	DP 95 - 111 <sup>+20</sup>	1.620
8	Haven Edam	DP 106 - 3	EA-1	Edam/Volendam	DP 0 - 16	1.600
9	Broeckgouw Edam	DP 3 - 18	EA-2	Noordeinde	DP 16 - 29	1.300
10	Noordeinde Volendam	DP 18 - 29	EA-3	Pieterman	DP 1 - 11	1.000
12	Katwoude	DP 25 <sup>+50</sup> - 39 <sup>+50</sup>	EA-4	Katwoude	DP 25 <sup>+50</sup> - 39 <sup>+50</sup>	1.400
13	De Nes en Opperwoud	DP 54 - 72	EA-5	De Nes	DP 54 - 70	1.600
			EA-6	Opperwoud	DP 70 - 73 <sup>+50</sup>	350
14	Uitdam dorp	DP 72 - 81	EA-7	Uitdam	DP 73 <sup>+50</sup> - 81	750
			EA-8	Uitdammer Die	DP 81 - 97	1.600
15	Uitdammerdijk	DP 81 - 147 <sup>+50</sup>	EA-9	Blijkmeer	DP 97 - 120	2.300
			EA-10	Kinselmeer	DP 120 - 141	2.100
			EA-11	Polder IJdoorn	DP 141 - 149	800
16	Durgerdammer dijk	DP 147 <sup>+50</sup> - 165 <sup>+50</sup>	EA-12	Durgerdam	DP 149 - 157 <sup>+50</sup>	850
			EA-13	Durgerdam-West eind	DP 157 <sup>+50</sup> - 165 <sup>+50</sup>	800



Figuur 4: Indeling in modules en secties

## 2.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

De beschrijving van de huidige situatie en autonome ontwikkeling is relevant, omdat dit de situatie is waarmee de effecten van de dijkversterkingsalternatieven worden vergeleken (= referentiesituatie).

De beschrijving van de huidige situatie vindt plaats aan de hand van:

- een beschrijving van de ruimtelijke kwaliteit en de belangrijkste waarden rondom de te versterken delen van de Markermeerdijken;
- een korte beschrijving van het huidige ruimtelijk-functionele gebruik.

Deze situatiebeschrijving geeft de context van de Versterking weer en geeft daarmee de kaders voor invulling van de tweede doelstelling van deze Versterking (zie paragraaf 1.2): een dijk die zo veel mogelijk past in de omgeving.

### 2.3.1 Ruimtelijke kwaliteit en belangrijkste waarden

In deel B van het MER wordt per milieuaspect uitgebreid ingegaan op de huidige situatie zoals de beschermingsstatus van de dijk als monument, de aanwezige beschermde natuurwaarden, de bodemkwaliteit en -gesteldheid. In deze paragraaf wordt ingegaan op de kwaliteiten van het te versterken deel van de Markermeerdijken op een hoger abstractieniveau; wat is de ruimtelijke kwaliteit van de dijken, wat zijn de belangrijkste waarden?

#### **Kader Ruimtelijke Kwaliteit en parelkaart**

Door de Provincie Noord-Holland, Rijkswaterstaat Hoogwaterbeschermingsprogramma (RWS HWBP) en HHNK is een Kader Ruimtelijke Kwaliteit (KRK) opgesteld dat uitgangspunten en oplossingsrichtingen voor de Versterking formuleert die recht doen aan de kwaliteiten van het gebied. In het KRK is de dijk op basis van de ontstaansgeschiedenis en de huidige visueel- en functioneel-ruimtelijke karakteristieken gebundeld in vijf deelgebieden ('consistente eenheden'). In navolging op het KRK zijn de belangrijkste waarden in de deelgebieden nader benoemd. Deze zijn opgenomen op de zogenaamde 'parelkaart' (zie figuur 11). De parelkaart sluit aan bij de vijf deelgebieden uit het KRK: Hoornse Hop, Kogeland, Zeevang, Gouwzee en Waterland/Amsterdam. Elk deelgebied heeft een specifieke kwaliteit waarmee de Versterking rekening moet houden. Parels zijn binnen de deelgebieden de hoogtepunten van de verschillende waarden van de dijk. Het KRK en de parelkaart zijn gebruikt tijdens het ontwerpproces (zie paragraaf 3.1). Zowel het KRK als de parelkaart spelen daarnaast een belangrijke rol bij het bepalen van het MMA en het voorkeursalternatief. Zie voor een toelichting hoofdstuk 3 en 4 van dit MER deel A.

Gelet op de lengte van de te versterken dijk is de huidige situatie in het plangebied hierna per deelgebied beschreven. Dit zijn:

1. Hoornse Hop: volmaakte baai met stedelijke recreatie uitwaaiend naar extensief buitengebied;
2. Kogeland: smalle historische dijk met dijkdorp als afsluiting Kogeland;
3. Zeevang: groene kustzone met lange gerekte natuurkern en markante stedelijke kern;
4. Gouwzee: met afwisseling natuurrijke oevers en historische kernen;
5. Waterland: Waterlandse looper als aaneenschakeling van sterke ensembles (een architectonisch en stedenbouwkundig compositorisch geheel) in een open landschap.



In figuur 5 is de locatie van de verschillende deelgebieden aangegeven. De volgende beschrijvingen zijn afkomstig uit het KRK.



Figuur 5: Locatie met deelgebieden



*Hoornse Hop (modules 1 tot en met 3, en stukje module 4)*

Onder het Hoornse Hop valt het stadslandschap van Hoorn, omrand door (een deel van) de Westfriese Omringdijk (WFO). Het Hoornse Hop wordt ruimtelijk bepaald door twee markante knikpunten in de dijk. Het traject loopt tot Lutje Schardam. De WFO is in de 13<sup>e</sup> eeuw gesloten ter bescherming van West-Friesland, dat in die periode omringd was door de Zuiderzee en de vele binnenwateren in de veenontginningen van Noord-Holland. De WFO vormde één van de weinige goed begaanbare verbindingen in het gebied. In de loop der tijd ontstonden nederzettingen langs deze 'ringweg', waaronder Hoorn (zie figuur 6).

Voor de Versterking staat hier centraal: Nieuw leven voor de historische dijk. Parels zijn onder andere: stadsrecreatie langs het waterfront, het natuurgebied De Hulk met de visdiefjeskolonie en de beleving van het Markermeer bij de Bedijkte Waal.



Figuur 6: Uitzicht vanaf Hoorn op het Hoornse Hop en vanaf de dijk op Hoorn

Karakteristiek:

- kenmerkend profiel bestaande uit grasbekleding, buitendijkse keien en een weg op de kruin van de dijk;
- grotendeels open landschap binnendijks waardoor de dijk van grote afstand herkenbaar is;
- het water van het Markermeer staat grotendeels tot aan de voet van de dijk, slechts op enkele plekken doorbroken door smal voorland;
- Hoornse Hop als baai met stedelijke recreatie uitwaaiierend naar extensief buitengebied;
- Stadsfront Hoorn als grootste blikvanger;
- afbuiging Westfriese Omringdijk van het Markermeer ter hoogte van Lutje Schardam;
- in West-Friesland: lintdorpen en watergangen haaks op de dijk;
- drager continuïteit: weg op de kruin van de dijk;
- tracéverloop: dijk met kapen en baaien en markante bochten bij braken en kogen;
- voorland met hoge natuurwaarden (broedkolonie Visdief) en recreatieve functies;
- hoge archeologische verwachtingswaarde buitendijks: een groot deel van het huidige Hoornse Hop lag lange tijd binnendijks en de haven van Hoorn zorgde voor een concentratie van schepen.

*Kogenland (modules 4 en 5)*

De dijk tussen Lutje Schardam en Etersheim vormt één deelgebied: Kogenland. Een koog is een laag, door de zee aangeslibd, buitendijks stuk land. Tussen de Westfriese Omringdijk en de ringdijk om Zeevang lag een verbinding tussen de Zuiderzee en de Beemster: de Korsloot. Tussen 1311 en

1319 is deze sloot, tot op dat moment een belangrijke vaarroute, afgedamd (de Schardam) om zodoende de invloed van de Zuiderzee op het achterland te doen verminderen. Met het leggen van deze dam ontstond de Schardammer Keukendijk, welke als het ware het 'zetstuk' vormt tussen West-Friesland en Zeevang. Aan weerszijden van de Korsloot lagen slibgronden. Aan de invloed van de Zuiderzee hierop was door de Schardam een einde gemaakt. De Beemster, inmiddels een binnenmeer, had echter nog wel invloed op deze gronden. De slibgronden zijn daarom op enig moment (in ieder geval voor 1388) voorzien van kades en vormden daarmee de Oosthuizerkoog en de Beetskoog. Drie sluizen in het dorp Schardam zorgden (en zorgen) voor de uitwatering van de Beemster. Ten noorden van Schardam wordt momenteel het Gemaal C. Mantel gebouwd. De Etersheimer Keukendijk loopt tot aan de scheidingspaal (Grafelijkheidspaal) uit 1718. Kenmerkend voor dit traject is een afwisselend historisch ensemble, bestaande uit kogen, de dorpen Schardam en Etersheim, sluizen, uitwateringen en breed voorland.

Voor de Versterking staat hier centraal: historisch zetstuk. Parels zijn onder andere: de voorlanden en de visdiefjeskolonie bij Schardam.



Figuur 7: Omgeving Kogenland

Karakteristiek:

- historische water(kunst)werken als sluitstuk tussen Westfriese Omringdijk en Keukendijk;
- historisch ensemble Schardam: een pittoresk en kleinschalig ensemble van dorpjes, huizen en voorland;
- drager continuïteit: tracéverloop met scherpe knikken, relatie binnendijks (watergangen haaks op de dijk) en bebouwingslint;
- breed voorland aan de buitenzijde van de dijk;
- smal dijkprofiel bestaande uit grasbekleding; de weg ligt grotendeels op de binnenberm;
- twee bijzondere punten ter hoogte van sluizen: weg op de kruin met uitzicht op uitwatering, voorland, polder en Schardam;
- lintdorpen en watergangen liggen haaks ten opzichte van de dijk.

*Zeevang (modules 6 tot en met 11)*

De Zeevangse Keukendijk tussen Etersheim en Edam en de Zeepolderdijk tussen Edam en Volendam vallen beide binnen het deelgebied Zeevang. Langs de Zeevangse Keukendijk ligt nauwelijks bebouwing, met uitzondering van het lintdorp Warder. De dijk fungeert hier als een grote groene kustzone tussen de meest uitgestrekte en open gebieden van de regio: het Markermeer en het veenweidegebied van Zeevang. Een groot deel van de polder heeft vanwege de hoge natuurwaarde een Natura 2000-status. Er is op dit traject een hoge cultuurhistorische

verwachting bij verdrongen dorpen, zoals Etersheim. De dijk heeft een hoekig tracé als gevolg van inlaagdijken en doorbraken. De vele braken herinneren aan stormvloed en dijkdoorbraken uit het verleden. Een deel van de dijk lag juist gunstig ten opzichte van de heersende windrichting, waardoor het voorland hier lang behouden is gebleven. Dit verklaart ook dat er, relatief gezien, minder steenbekleding is toegepast. Een bijzonder element is het fort Edam en omgeving. Dit maakt onderdeel uit van de Stelling van Amsterdam en is door UNESCO aangewezen als Wereld Erfgoed.

De Zeepolderdijk is een afwijkende eenheid binnen het tracé. In tegenstelling tot de rest, is dit stukje dijk vrijwel geheel onderdeel van het bebouwd gebied. Volendam is een belangrijke toeristische trekpleister. De dijk wordt intensief gebruikt als toeristische route én als uitloopgebied voor bewoners. Dit stuk dijk heeft in het verleden weinig van doorbraken te lijden gehad. In de Middeleeuwen bestond de Zuidpolderdijk op sommige plaatsen uit een wierdijk<sup>5</sup>. Na het verschijnen van paalworm werden de palen vervangen door steenglooingen. Voor de Versterking staat hier centraal: uitgestrekte natuur met cultuurkern. Parels zijn onder andere: het verdrongen dorp van Etersheim, de waterrecreatie bij Warder, fort Edam en het toerisme op het Noordeinde in Volendam.



Figuur 8: Noordeinde bij Volendam, de huizen staan dicht op het water (links), Polder Zeevang, met schaarse bebouwing (rechts)

#### Karakteristiek:

- drager continuïteit: de openheid en de grote maat en schaal van het landschap;
- dijkprofiel bestaande uit grasbekleding, buitendijks keien en een weg op de binnenberm;
- grotendeels open landschap binnendijks, waardoor de dijk van grote afstand herkenbaar is;
- het water van het Markermeer staat grotendeels tot aan de voet van de dijk, slechts op enkele plekken doorbroken door smal voorland;
- hoge natuurwaarden in het binnendijks veenweidegebied van Zeevang (stapsteen voor de natuur tussen noord en zuid);
- binnendijks water (braken) als refugia;
- hoge mate van rust en ruimte;
- Etersheimerbraak, lintdorp Warder en fort Edam als bijzondere plekken;
- de dijk heeft bij Edam-Volendam een robuust profiel met een relatief brede weg op de binnenberm en een verhard wandelpad op de kruin. Ter hoogte van Noordeinde ligt de weg op de kruin;

<sup>5</sup> Een dijk die vroeger bestond uit zeegras, een plant die voorheen tot de zeevieren werd gerekend.

- Noordeinde met karakteristieke bebouwing op de dijk en uitzicht op de Gouwzee en Marken als toeristische trekpleister
- Katwoude kent relatief veel braken kort naast elkaar.

#### *Gouwzee (module 12)*

De Gouwzee is een luwe baai omgeven door de historische dorpen Marken en Monnickendam en Katwoude. In het ondiepe heldere water is de zoetwaternatuur op zijn best. Bovendien is de Gouwzee het enige stukje Markermeer dat aangewezen is als Habitatrichtlijngebied, omdat daar uitgebreide kranswiervetaties zijn. Vergeleken met het Markermeer, is de Gouwzee kleinschalig. Het dijktraject dat onderdeel is van dit deelgebied loopt van Katwoude tot de verbindingdijk met Marken. Het tracé kent een afwisseling tussen natuurlijke oevers en historische kernen (Katwoude, Monnickendam en Marken).

De weg langs de dijk wordt veel gebruikt als verbindingroute tussen Volendam, Monnickendam en Marken. De Gouwzee wordt intensief gebruikt voor waterrecreatie. De dijk zelf is relatief rustig en de buitendijkse voorlanden zijn slecht toegankelijk.

Voor de Versterking staat hier centraal: Kraamkamer voor de natuur. Parels zijn hier onder andere: de beleving van de Gouwzee en de historisch waardevolle dijkbekleding met Noordse steen.



Figuur 9: Gouwzee, water aan de voet van dijk (links); Bebouwing langs de dijk (rechts)

#### Karakteristiek:

- Gouwzee als kleinschalig open water met hoge natuurwaarden;
- dijkprofiel bestaande uit grasbekleding, buitendijks keien en een weg op de binnenberm;
- het water van het Markermeer staat grotendeels tot aan de voet van de dijk, slechts op enkele plekken doorbroken door smal voorland;
- nauwelijks zicht op het water vanaf binnendijks gelegen wegen en routes;
- dijk als verbindingroute tussen de toeristische en historische plaatsen Volendam, Monnickendam en Marken;
- waterrecreatie met jachthaven Monnickendam;
- karakteristiek tracéverloop kaap Katwoude met voorland;
- Katwoude kent relatief veel braken kort naast elkaar;
- natuurlijke oevers met hoge cultuurhistorische, aardkundige en natuurwaarden.



*Waterland (modules 13 tot en met 16)*

Tussen de verbindingsweg naar Marken en Durgerdam vormt Waterland een deelgebied. De Waterlandse zeedijk dateert even als de andere zeedijken uit Noord-Holland uit de 12<sup>de</sup> of 13<sup>de</sup> eeuw. Door het slappe veen is de dijk altijd zeer instabiel geweest. De littekens van meerdere stormvloedten tekenen zich af in de vele braken en het kenmerkende bochtige verloop van de dijk. De dijk verbindt een veelheid aan kleinschalige en cultuurhistorisch waardevolle ensembles: de pittoreske dorpen Durgerdam en Uitdam, voorlanden en braken. Voor natuur zijn de buitendijkse voorlanden en het binnendijkse veenweidegebied van hoge waarde. Openheid, rust, ruimte en natuur staan centraal. Tegelijkertijd ligt Waterland direct boven de rook van Amsterdam. Het contrast tussen rust en dynamiek kan niet groter.

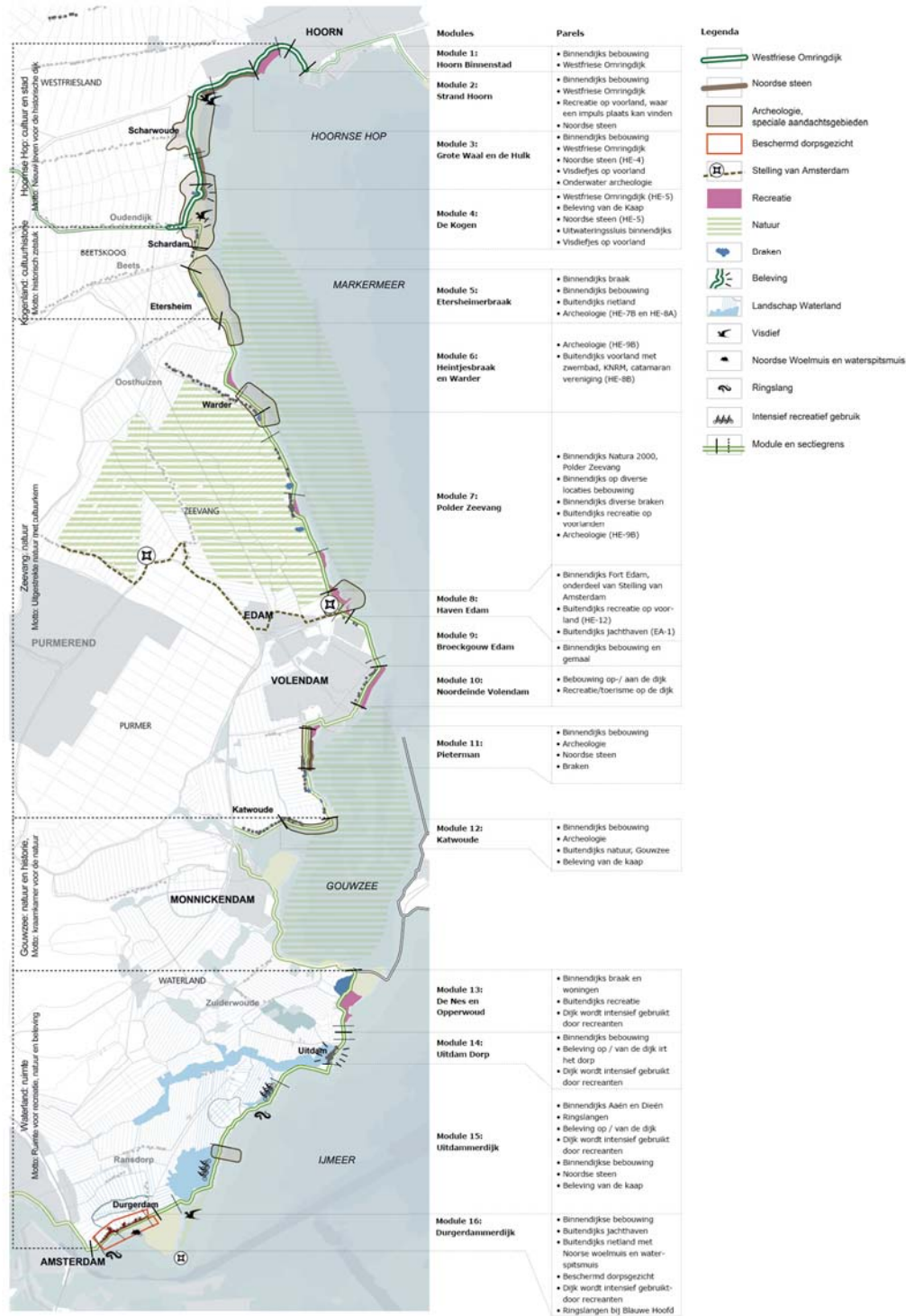
Voor de Versterking staat hier centraal: ruimte voor recreatie, natuur en beleving. Parels zijn onder andere: de landschappelijke ligging van Uitdam, fiets- en wandelrecreatie op de Uitdammerdijk, ringslangen in de dijkbekleding en het beschermde dorpsgezicht Durgerdam.



Figuur 10: De kronkelende dijk bij het Kinselmeer (links) en het zicht op Durgerdam en de haven (rechts)

Karakteristiek:

- kleinschalig profiel bestaande uit grasbekleding, buitendijks keien en een fietspad op de kruin van de dijk;
- grotendeels open landschap met agrarische functie, dijk van verre zichtbaar;
- aaneenschakeling van sterke ensembles en bijzondere plekken: dijk als drager;
- water staat grotendeels aan de voet van de dijk, alleen onderbroken door historisch buitendijks gelegen voorland;
- rust, ruimte en openheid bepalen de beleving van het landschap;
- belangrijk recreatiegebied voor Amsterdam;
- Uitdam en Durgerdam als bijzondere blikvangers;
- veel grote braken binnendijks: Kinselmeer, Barnegat, Oosterpoel;
- binnendijks water (braken en dieën) als refugia.



Figuur 11: Parelkaart

### 2.3.2 Ruimtelijk functioneel gebruik

Naast de ruimtelijke kwaliteit en belangrijkste waarden in het gebied moet de Versterking ook rekening houden met het ruimtelijk-functioneel gebruik.

#### *Wonen en werken (inclusief landbouw en visserij)*

De Markermeerdijken beschermen 1,2 miljoen inwoners van Noord-Holland en 25 miljard euro aan economische waarden. Van noord naar zuid zijn diverse kernen langs de dijk gelegen. In Hoorn, Edam, Volendam, Uitdam en Durgerdam staan woningen direct aan de binnenzijde van en op de dijk. Verder zijn binnendijks boerderijen en overige verspreide bewoning gelegen, ook aan de teen van de bestaande dijk. Tevens is buitendijks, op de voorlanden, beperkt bebouwing aanwezig. In het buitengebied bevinden zich binnendijks hoofdzakelijk veehouderijen met voornamelijk koeien. Buitendijks is het daarvoor veelal te nat en wordt op enkele delen de dijk verpacht ten behoeve van schapen. Aan de noordzijde van Scharwoude is een kleiner cluster van bedrijvigheid gesitueerd. In het noordoostelijke deel van de kern Volendam ligt het bedrijventerrein Julianaweg aan de binnenzijde van de dijk. Overige bedrijfslocaties langs het traject zijn verspreid gelegen landbouwbedrijven, horecagelegenheden, recreatieondernemingen en overige kleinschalige bedrijvigheid. Langs het dijktraject zijn twee families van vissers actief. Daarnaast wordt de dijk gebruikt door sportvissers.

#### *Infrastructuur en bereikbaarheid*

Op de dijk ligt vrijwel overal alleen een (onverhard) voetpad op de kruin. Ten zuiden van Monnickendam ligt een fietspad op de kruin. Op het overgrote deel van het gehele traject ligt een weg op de binnenberm van de dijk; dit is een belangrijke lokale ontsluitingsweg. De ontsluiting van het gebied met wegen is beperkt. Vanaf de weg onderlangs de dijk lopen maar op enkele locaties wegen het binnenland in.

#### *(Water)recreatie*

Het gebied tussen Hoorn en Amsterdam heeft een grote aantrekkingskracht voor verschillende vormen van recreatie. Met name in de zomer is er sprake van drukte doordat recreanten naar de Markermeerdijken trekken. De weg en het fietspad worden op mooie dagen druk gebruikt door automobilisten, motorrijders en recreatieve fietsers en wielrenners. De dijk zelf is onderdeel van diverse wandelroutes. Het Noordeinde in Volendam is een toeristische trekpleister. Het water wordt met name in het zomerseizoen veel gebruikt door de pleziervaart, kanovaarders, (kite)surfers, zwemmers en vissers. Langs het gehele dijktraject (zowel binnen- als buitendijks) zijn verschillende jachthavens, recreatieterreinen, campings, officiële zwemwaterlocaties, strandjes en watersportverenigingen gesitueerd.

### 2.3.3 Autonome ontwikkelingen

De referentiesituatie is de situatie waartegen de milieueffecten van de Versterking worden afgezet. Het betreft de situatie waarin vastgestelde ontwikkelingen in de omgeving wel doorgang vinden, maar het beoogde plan (de Versterking) niet. Hiervoor is het nodig om, naast de huidige situatie, eveneens de vastgestelde ontwikkelingen mee te nemen in verband met mogelijke cumulatie van milieueffecten. Ontwikkelingen die onzeker zijn, kunnen in een scenarioanalyse of robuustheidsanalyse worden meegenomen.

In het MER worden de volgende relevante ontwikkelingen meegenomen:

1. Ontwikkelingen die onafhankelijk van de beoogde Versterking plaatsvinden, zoals bodemdaling en klimaatveranderingen.

2. Ontwikkelingen die gerealiseerd zijn bij vaststelling van het Projectplan Markermeerdijken. Dit is onderdeel van de bestaande situatie.
3. Relevante projecten van enige omvang waarover besluitvorming heeft plaatsgevonden of gaat plaatsvinden vóór vaststelling van het Projectplan Markermeerdijken. Dit betreffen autonome ontwikkelingen.
4. Ingrijpende, mogelijk toekomstige ontwikkelingen waarover nog geen besluitvorming heeft plaatsgevonden, maar die wel van invloed kunnen zijn op de uitvoering van de Versterking Markermeerdijken. Deze ontwikkelingen worden opgenomen in de robuustheidsanalyse (zie paragraaf 3.4).

Dit MER geeft in hoofdstuk 3 van deel B onder autonome ontwikkelingen inzicht in mogelijke cumulatieve effecten vanwege projecten die in de nabijheid van de Markermeerdijken worden uitgevoerd<sup>6</sup>.

In het bijlagenboek is een overzicht opgenomen van de autonome ontwikkelingen. Het betreft onder meer uitbreidingen van jachthavens, uitbreiding van IJburg, andere dijkversterkingen zoals de Houtribdijk, de aanleg van de Marken Wadden en woningbouwprojecten.

## 2.4 Veiligheidstekorten

Het grootste deel van de dijk tussen Hoorn en Amsterdam moet, op basis van de geldende veiligheidsnormen, versterkt worden. Dit komt omdat er sprake is van een veiligheidstekort (op een faalmechanisme van de dijk). Een veiligheidstekort is een beschermende eigenschap van de dijk die tekortschiet, zoals de hoogte of de stabiliteit.

Deze paragraaf licht eerst kort de verschillende veiligheidstekorten (faalmechanismen) toe die spelen langs de Markermeerdijken. Daarna is een technische toelichting gegeven op het bepalen van het hoogwaterveiligheidstekort voor deze dijk. Ten slotte is per module in tabelvorm aangegeven welke veiligheidstekorten de dijk kent. Hiermee wordt voldaan aan de eis uit de richtlijnen voor dit MER dat inzicht wordt gegeven in het geconstateerde veiligheidstekort. Het veiligheidstekort kan per module verschillen.

Per veiligheidstekort kan een aantal oplossingsrichtingen voor de Versterking aan de orde zijn. In het volgende hoofdstuk wordt daarop ingegaan.

### 2.4.1 Wat houden de veiligheidstekorten in?

Hieronder worden eerst kort de veiligheidstekorten toegelicht. De veiligheidstekorten betreffen:

- onvoldoende kruinhoogte van de dijk;
- onvoldoende binnenwaartse of buitenwaartse stabiliteit;
- onvoldoende kwaliteit van de taludbekleding (stenen of gras);
- kans op openbarsten of opdrijven van de dijk.

---

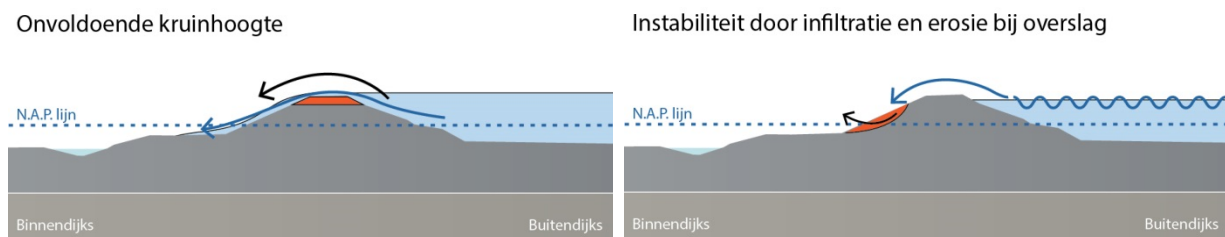
<sup>6</sup> Van belang overigens is dat bij de toetsing van de Wet natuurbescherming (Natura 2000) op een andere wijze getoetst wordt: de referentiesituatie betreft in dat kader de feitelijke bestaande situatie (dus zonder autonome ontwikkelingen), waarbij uiteindelijk bij cumulatie gekeken wordt naar vergunde projecten die nog niet gerealiseerd zijn. De referentiesituatie wijkt voor het aspect natuur dus van de referentiesituatie van de overige milieuthema's.



### Onvoldoende kruinhoogte van de dijk

Om maatgevende waterstanden (waterstand inclusief golven) te kunnen keren, moet een dijk een minimale kruinhoogte hebben. Deze hoogte dient in de eerste plaats voldoende te zijn om te voorkomen dat het water over de dijk komt (overloop) of om te voorkomen dat er te veel water over de dijk slaat (golfoverslag). In figuur 12 is dit weergegeven. Het verschil in hoogte tussen de maatgevende hoogwaterstand (MHW) en de kruin van de dijk wordt de waakhogte genoemd. De minimale waakhogte bedraagt 0,5 meter.

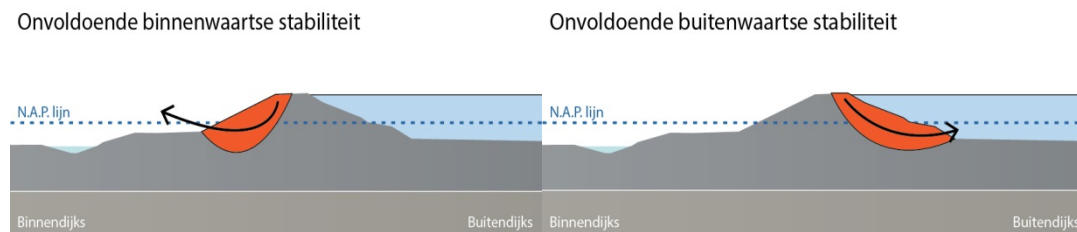
De hoeveelheid water die in het geval van overslag over de kruin slaat, wordt uitgedrukt in liters per meter per seconde (l/m1/s) en wordt 'overslagdebiet' genoemd. Te grote hoeveelheden water die over de dijk slaan leiden tot onbeheersbare situaties bij hoogwater. Ander nadelig gevolg van water over de dijk is de mogelijkheid dat het binnentalud gaat eroderen door overstroming van dit binnentalud waardoor binnenwaartse instabiliteit ontstaat. Dit komt in de volgende paragraaf aan bod.



Figuur 12: Veiligheidsprobleem kruinhoogte en overslag

### Onvoldoende stabiliteit binnenwaarts of buitenwaarts

Onder macrostabiliteit wordt de veiligheid verstaan van het dijklichaam tegen binnen- of buitenwaartse afschuiving van het talud. In figuur 13 is dit weergegeven. De macrostabiliteit van de waterkering kan in gevaar komen als de geometrie van het dijklichaam niet in staat is om weerstand te bieden aan de maatgevende hoogwaterstand. Dit kan optreden bij te steile taluds of een niet draagkrachtige ondergrond. De macrostabiliteit is eveneens in het geding wanneer de sterkte van de dijk is gereduceerd door een van nature hoge grondwaterstand in het dijklichaam of wanneer het dijklichaam verzadigd is met water na zware regenval. Op het moment dat er veel en lang water tegen de dijk aan staat, zal ook de dijk zelf infiltreren met water, wat kan leiden tot instabiliteit van de dijk.



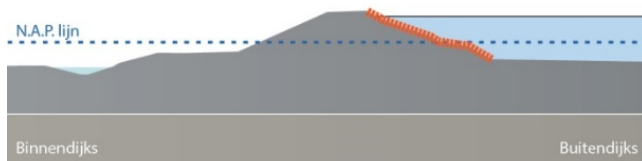
Figuur 13: Veiligheidsprobleem macrostabiliteit

### Onvoldoende stabiliteit/kwaliteit van de bekleding

De taluds en de kruin van de dijk zijn voorzien van een bekleding. Op het buitentalud kan deze bestaan uit een steenbekleding of een grasbekleding. Op de kruin en het binnentalud, daar waar geen weg op de kruin loopt, bestaat deze enkel uit een grasbekleding. Deze bekleding biedt

bescherming tegen erosie van het dijklichaam. De bekleding kan bezwijken door met name golfaanval. Ten gevolge van een sterke golfaanval of snel langsgestroomd water kan het buitentalud van een dijk door erosie worden aangetast. In figuur 14 is dit weergegeven.

#### Onvoldoende kwaliteit van de taludbekleding

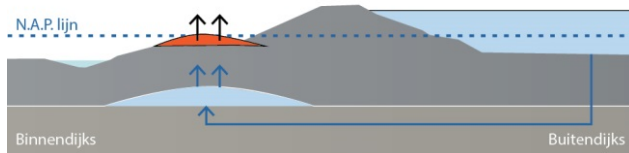


Figuur 14: Veiligheidsprobleem kwaliteit van de bekleding

#### Kans op openbarsten of opdrijven van de dijk

Bij hoogwater neemt de hoeveelheid water in de dijk en de opwaartse waterdruk onder de dijk toe. Door deze toenemende druk kunnen op veel plaatsen ondoorlatende lagen aan de landzijde van de dijk gaan drijven. Ook kan een sloot bij de binnenberm van de dijk opbarsten. Hierdoor kan de macrostabiliteit afnemen en is de dijkstabiliteit niet gegarandeerd. In figuur 15 is dit weergegeven.

#### Kans op opdrijven van de dijk



Figuur 15: Veiligheidsprobleem opbarsten of opdrijven

### 2.4.2 Toelichting hoogwaterveiligheidsopgave

In de Waterwet is opgenomen aan welke eisen een dijk moet voldoen. In de toetsing van 2006 is geconstateerd dat de Markermeerdijken niet aan de gestelde eisen voldoen en dat deze versterkt moeten worden (paragraaf 1.1). De aanpak om te komen tot een veilig (dijk)ontwerp is schematisch als volgt:



Deze elementen zijn in onderstaande paragraaf verder uitgewerkt.

#### Gegevens

Belangrijke input van de gegevens is wettelijk vastgestelde norm waaraan de dijk moet voldoen, nu en voor de komende 50 jaar (2071). Voor de Markermeerdijken is dit een maximaal toelaatbare faalkans van de dijk van 1:1.000 per jaar (zie ook paragraaf 1.2).

### Ontwerpbelasting

Als de dijk niet voldoet aan deze gestelde eis dan wordt een ontwerp opgesteld. De belasting op de Markermeerdijken wordt bepaald door het maatgevend meerpeil van het Markermeer en de windbelasting. Dit noemen we de hydraulische belasting. Daarnaast dient rekening te worden gehouden met belasting van verkeer, extreme belastingen in geval van calamiteiten of bijvoorbeeld het springen van een waterleiding. Hieronder worden eerst de omstandigheden die het maatgevend meerpeil beïnvloeden toegelicht, vervolgens wordt de windbelasting nader omschreven.

Het meerpeil in het Markermeer wordt beïnvloed door regenval, rivierafvoer vanuit De Eem (en in extreme situaties De Vecht), uitslaan van gemalen in de omliggende polders en de spuimogelijkheden naar het IJsselmeer.

Het Markermeer kent een zomermeerpeil van NAP -0,2 meter en een wintermeerpeil van NAP -0,4 meter. Beide zijn streefpeilen, de daadwerkelijk optredende waterstanden zijn echter afhankelijk van wind en afvoermogelijkheden. De afvoermogelijkheid wordt sterk bepaald door het meerpeil op het IJsselmeer, dit meerpeil wordt beïnvloed door de rivierafvoer van de IJssel en de spuicapaciteit naar de Waddenzee.

Onderdeel van het bepalen van ontwerpbelasting is het rekening houden met het verwachte effect van klimaatveranderingen. Uitgangspunt voor de meerpeilstijging in het Markermeer door klimaatverandering is de meerpeilstijging zoals deze onlangs (2015) voor Marken is toegepast. De uitgangspunten zijn:

- het meerpeil IJsselmeer blijft gelijk tot 2050 en stijgt tot 2100 met maximaal 0,3 meter;
- het Markermeerpeil stijgt met 50% van de toename van het IJsselmeerpeil (W+-scenario);
- na 2050 kan ongeveer een derde van het klimaateffect op het Markermeer-winterpeil worden weggepompt.

De windbelasting bestaat uit de windkracht en een windrichting, hieruit vormen zich windgolven. Voor de Markermeerdijken gaat het daarbij vooral om wind uit richtingen tussen noord en oost. Hierdoor ontstaat opwaaiing/scheefstand, maar ook golfbelasting.

Het overgrote deel van de dijken tussen Hoorn en Amsterdam is afgekeurd op (macro)stabiliteit. De maatgevende omstandigheden die bij deze afkeuring bepalend zijn, zijn een verhoogd meerpeil in de orde van NAP +1,1 meter in combinatie met windkracht 4 à 5 Beaufort uit oost- en zuidoostelijke richting. Dergelijke omstandigheden kunnen ontstaan bij gestremde afvoercapaciteit naar het IJsselmeer, waardoor het Markermeerpeil stijgt.

Maatgevende omstandigheden voor golfoploop en golfoverslag (de kruinhoogte) treden op bij een lager meerpeil van het Markermeer in orde van NAP +0,7 á +0,8 meter, in combinatie met harde storm uit een richting tussen noordoost en oost (voor de stad Hoorn is het zuidelijk). Golfoploop en golfoverslag kunnen ertoe leiden dat het binnen- of buitentalud van de dijk beschadigd raakt, waardoor de dijk kan bezwijken. Het is dus niet zo dat het water over de dijk stroomt (overloop) waardoor de polder volloopt.

### Faalmechanismen

De Markermeerdijken moeten na aanpassen weer voldoen aan de gestelde eisen aan de overstromingskans. Om dit te realiseren is het van belang de verschillende faalmechanismen te beoordelen.

Per module is in paragraaf 2.4.3 het veiligheidstekort (2071) opgenomen.

### Ontwerp

Voor het opstellen van een ontwerp zijn modellen beschikbaar, voor de Markermeerdijken is dit het computerprogramma Hydra Zoet. Dit is het ontwerpinstrument van RWS en is specifiek afgestemd op/ontwikkeld voor de meersystemen, zoals het Markermeer. In dit model is de dempende werking van de Houtribdijk opgenomen. De waterkering moet zodanig ontworpen worden dat de kans op bezwijken van de waterkering voldoet aan de norm voor de maximaal toelaatbare overstromingskans. In dit ontwerp is tevens rekening gehouden met bodemdaling.

Er wordt geen rekening gehouden met flexibel peilbeheer in het IJsselmeergebied. Hierover heeft nog geen definitieve besluitvorming plaatsgevonden. Wel is het mogelijke effect opgenomen in de robuustheidsanalyse van het MER Markermeerdijken om te beoordelen hoe robuust de dijkversterking is met het oog op toekomstig verwachte ontwikkelingen. Dit om de noodzaak van een nieuwe dijkversterking binnen de planperiode van 50 jaar op basis van de huidige inzichten te voorkomen.

### 2.4.3 Overzicht van de veiligheidstekorten per module/sectie

In 2006 (en voor een klein deel 2011) heeft de veiligheidstoetsing van de Markermeerdijken plaatsgevonden. De veiligheidstekorten die voor de toekomst tot 2071 per module spelen, kunnen echter verschillen van deze veiligheidstoetsing. Dit heeft de volgende oorzaken:

- het toepassen van de nieuwe normering in het ontwerpproces (deze geldt vanaf januari 2017, zie paragraaf 1.2 en 3.3);
- de Versterking wordt ontworpen voor een planperiode van 50 jaar. Dit kan ertoe leiden dat er ten opzichte van de veiligheidstoetsing 2006 - die uitgaat van de situatie van dat moment - nog aanvullende veiligheidstekorten een rol spelen gericht op de periode tot 2071. In die periode neemt de belasting van de dijken onder extreme omstandigheden toe, onder andere door klimaatontwikkeling (zie ook de vorige paragraaf). Hierdoor spelen soms ook andere veiligheidstekorten een rol.

Per module is in de volgende tabel het veiligheidstekort van zowel 2006 als 2071 weergegeven. Deze kunnen dus van elkaar verschillen. Het veiligheidstekort 2071 betreft de knelpunten die in het dijkversterkingsontwerp voor een periode van 50 jaar moeten worden opgelost. Doordat opdrijven niet als alleenstaand veiligheidstekort voor 2071 is geconstateerd, is dit niet separaat vermeld. Hierdoor kan het voorkomen dat in de tabel bij de Toetsing 2006 het veiligheidstekort opdrijven is genoteerd en dit niet in de kolom van geconstateerd veiligheidstekort 2071 staat.

In figuur 16 is per module het veiligheidstekort weergegeven.

Tabel 2. Overzicht veiligheidstekorten per module

Module	Naam module	Toetsing 2006	Geconstateerd veiligheidstekort 2011
1	<b>Hoorn Binnenstad</b>	Hoogte	Hoogte Buitenwaartse stabiliteit Kwaliteit taludbekleding
2	<b>Strand Hoorn</b>	Hoogte Binnenwaartse stabiliteit	Hoogte Binnenwaartse stabiliteit Kwaliteit taludbekleding
3	<b>Grote Waal en De Hulk</b>	Hoogte (secties HE-2B en HE-2C) Binnenwaartse stabiliteit Opdrijven (sectie HE-3B)	Hoogte (secties HE-2B en HE-2C, HE-4) Binnenwaartse stabiliteit Buitenwaartse stabiliteit (sectie HE-2B) Kwaliteit taludbekleding
4	<b>De Kogen</b>	Binnenwaartse stabiliteit Buitenwaartse stabiliteit (sectie HE-6B)	Hoogte (secties HE-4 en HE-5A) Binnenwaartse stabiliteit (secties HE-4 t/m HE-6A) Buitenwaartse stabiliteit (secties HE-5A en HE-6A) Kwaliteit taludbekleding
5	<b>Etersheimer Braak</b>	Binnenwaartse stabiliteit	Hoogte (sectie HE-7B) Binnenwaartse stabiliteit (sectie HE-7B) Kwaliteit taludbekleding
6	<b>Heintjesbraak en Warder</b>	Binnenwaartse stabiliteit Buitenwaartse stabiliteit (sectie HE-9A)	Hoogte (sectie HE-8A, HE-9) Binnenwaartse stabiliteit Buitenwaartse stabiliteit Kwaliteit taludbekleding
7	<b>Polder Zeevang</b>	Binnenwaartse stabiliteit Buitenwaartse stabiliteit (sectie HE-9B t/m HE-10B)	Hoogte (sectie HE-9 t/m HE-11) Binnenwaartse stabiliteit (secties HE-9 t/m HE-11A en HE-11C) Kwaliteit taludbekleding
8	<b>Haven Edam</b>	Binnenwaartse stabiliteit Opdrijven (sectie EA-1A) Kwaliteit taludbekleding (sectie EA-1A)	Binnenwaartse stabiliteit (sectie HE12A3) Kwaliteit taludbekleding
9	<b>Broeckgouw Edam</b>	Binnenwaartse stabiliteit Opdrijven Kwaliteit taludbekleding	Hoogte Binnenwaartse stabiliteit Kwaliteit taludbekleding
10	<b>Noordeinde Volendam</b>	Binnenwaartse stabiliteit Opdrijven Kwaliteit taludbekleding	Hoogte Binnenwaartse stabiliteit Buitenwaartse stabiliteit (sectie EA-2B) Kwaliteit taludbekleding
11	<b>Pieterman</b>	Binnenwaartse stabiliteit Kwaliteit taludbekleding	Hoogte (sectie EA-3B) Binnenwaartse stabiliteit (sectie EA-3B) Buitenwaartse stabiliteit (sectie EA-3B) Kwaliteit taludbekleding
12	<b>Katwoude</b>	Binnenwaartse stabiliteit Opdrijven Kwaliteit taludbekleding	Hoogte Binnenwaartse stabiliteit Kwaliteit taludbekleding

Module	Naam module	Toetsing 2006	Geconstateerd veiligheidstekort 2071
13	<b>De Nes en Opperwoud</b>	Binnenwaartse stabiliteit Kwaliteit talusbekleding (sectie EA-5)	Hoogte (sectie EA-6) Binnenwaartse stabiliteit Buitenwaartse stabiliteit Kwaliteit talusbekleding
14	<b>Uitdam dorp</b>	Binnenwaartse stabiliteit	Hoogte Binnenwaartse stabiliteit Buitenwaartse stabiliteit Kwaliteit talusbekleding
15	<b>Uitdammerdijk</b>	Hoogte (sectie EA-8B t/m EA-11) Binnenwaartse stabiliteit Opdrijven (sectie EA-9, EA-11) Kwaliteit talusbekleding (sectie EA-9 t/m EA-10)	Hoogte (sectie EA8 t/m EA-10) Binnenwaartse stabiliteit (sectie EA8 t/m EA-10) Buitenwaartse stabiliteit (sectie EA8 t/m EA-10) Kwaliteit talusbekleding
16	<b>Durgerdammerdijk</b>	Binnenwaartse stabiliteit Buitenwaartse stabiliteit (sectie EA-13) Opdrijven (sectie EA-12A, EA-12B) Kwaliteit talusbekleding (sectie EA-12A, EA-12B)	Hoogte (secties EA-12 t/m EA-13) Binnenwaartse stabiliteit (secties EA-12 t/m EA-13) Kwaliteit talusbekleding



Figuur 16: Veiligheidstekort 2071 traject Markermeerdijken



### 3 Het ontwerpproces en onderzochte alternatieven in het MER

*In dit hoofdstuk wordt toegelicht welke alternatieven voor de Versterking zijn onderzocht. Dit wordt stapsgewijs gedaan.*

- *Eerst wordt een toelichting op de randvoorwaarden voor de Versterking gegeven en wordt het ontwerpproces op hoofdlijnen van begin tot realisatie beschreven.*
- *Daarna worden de mogelijke oplossingsrichtingen toegelicht, zoals een buitenwaartse dijkversterking of een kruinverhoging. De uiteindelijke toepasbaarheid van de oplossingsrichting is daarbij afhankelijk van het geconstateerde veiligheidstekort (zie tabel 2 in paragraaf 2.4.2).*
- *Vervolgens heeft in dit MER een trechtering van alternatieven plaatsgevonden. Eerst is bekeken welke alternatieven het geconstateerde veiligheidstekort 2071 oplossen. Van deze overgebleven alternatieven heeft vervolgens een trechtering plaatsgevonden naar realistische alternatieven (per module) die in dit MER zijn onderzocht.*

*Deze alternatieven per module zijn vervolgens in deel B van het MER op hun milieueffecten beoordeeld.*

#### 3.1 Randvoorwaarden voor de Versterking en het ontwerpproces

##### 3.1.1 Randvoorwaarden

Voor de Versterking gelden allereerst technische randvoorwaarden vanuit de Waterwet en het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Hier dienen de dijkontwerpen aan te voldoen.

Voor de Versterking gelden de volgende randvoorwaarden voor het dijkontwerp:

- Het ontwerp moet voldoen aan de nieuwe normering uit de Waterwet, waarbij de signaleringswaarde 1:3.000 per jaar is en de maximaal toelaatbare overstromingskans (ondergrens) 1:1.000 per jaar.
- De dijk voldoet vanaf 2021 tot 2071 aan de vereiste veiligheid (50 jaar veilig, voor kunstwerken 100 jaar).
- Het ontwerp is 'sober, robuust en doelmatig' (eis HWBP-2).

'Sober, robuust en doelmatig'

Het project is opgenomen in het HWBP-2, waarvoor de uitgangspunten sober, robuust en doelmatig gelden. Sober, robuust en doelmatig betekent dat alleen die delen van een dijk worden aangepakt die nu niet meer aan de veiligheidsnorm voldoen. De Versterking biedt een oplossing voor het geconstateerde veiligheidstekort en voldoet gedurende de planperiode na oplevering aan de wettelijke veiligheidsnormen (doelmatig). Deze delen worden verbeterd op alle belangrijke veiligheidsaspecten (veiligheidstekorten). Tegelijk is de gedachtegang 'in één keer goed' (robuust). Daarbij is het uitgangspunt dat een dijk gedurende 50 jaar na oplevering aan de veiligheidsnormen van de Waterwet voldoet zonder dat ingrijpende en kostbare aanpassingen of uitbreidingen noodzakelijk zijn. Voor constructies geldt een termijn van 100 jaar. De opgave is ook om te zoeken naar een maatregel die realiseerbaar is tegen zo laag mogelijke kosten (sober). De maatregel moet tevens beheerbaar en inspecteerbaar zijn.

##### 3.1.2 Ontwerpproces

Het voorkeursalternatief voor de Versterking is in verschillende stappen tot stand gekomen. Dit heeft geresulteerd in het voorkeursalternatief dat in het Projectplan mogelijk is gemaakt. Hieronder



zijn de genomen stappen kort toegelicht, steeds onder verwijzing naar andere paragrafen in dit MER waar de resultaten van deze stappen uitgebreider aan bod komen.

0. De basis is de versterkingsopgave: de afgekeurde delen van HWBP-2 inclusief de koppelstukken (paragraaf 1.1). De resultaten van de toetsingen uit 2006 en 2011 bepalen de scope van de Versterking.  
Resultaat: De versterkingsopgave is bekend (paragraaf 2.4.3).
1. De ondergrond en opbouw van de te versterken dijk is zeer divers. Buitendijkse voorlanden en braken hebben het huidige tracé van de dijk bepaald. De braken, waar in het verleden de dijk doorgebroken is, zijn verantwoordelijk voor de vele bochten in de dijk. Voorlanden zijn het resultaat van het binnenwaarts verplaatsen van de dijk. Dit zorgt voor veel diversiteit in de opbouw van de ondergrond. Om dit goed in beeld te brengen is een groot aantal grondonderzoeken uitgevoerd naar de dijk en de ondergrond.  
Resultaat: Een gedetailleerd inzicht in diversiteit van de ondergrond en dijkopbouw (zie paragraaf 2.5.4.3 in het Ontwerp Projectplan).
2. In het ontwerpproces is het dijktraject opgedeeld in kleinere stukken. Deze stukken zijn (deel)secties. Per (deel)sectie moet vervolgens bepaald worden welke doorsnede representatief is voor het ontwerp, dit is het maatgevend profiel. Het onderscheid in (deel)secties wordt bepaald door de ligging en de oriëntatie van het dijklichaam (bijvoorbeeld uit welke richting komt de maatgevende golfbelasting) of het polderpeil in het achterland. De keuze van het maatgevend profiel wordt onder andere bepaald door de grondopbouw.  
Resultaat: Voor de Markermeerdijken zijn ongeveer 49 (deel)secties vastgesteld, met een lengte per sectie die varieert tussen de 150 en 2.400 meter (zie paragraaf 2.2). Per (deel)sectie zijn maatgevende profielen vastgesteld, hierdoor is een maatgevend profiel de ene keer van toepassing voor honderden meters, de andere keer voor enkele kilometers.
3. Voor elk van deze maatgevende profielen is berekend wat nodig is om de dijk veilig te laten zijn (wat de veiligheidstekorten<sup>7</sup> zijn) voor de periode van vijftig jaar na aanleg (2071). Dit bepaalt op welke van de faalmechanismen de dijk moet worden versterkt.  
Resultaat: Inzicht in het veiligheidstekort per module/sectie (zie paragraaf 2.4.3).
4. Van de mogelijke oplossingsrichtingen voor een dijkversterking, passend bij het veiligheidstekort, is een overzicht gemaakt. De oplossingsrichtingen variëren van versterken in grond, het aanleggen van een volledig nieuwe kering tot het versterken door middel van constructies.  
Resultaat: Een overzicht van mogelijke oplossingsrichtingen, waarbij ook aangegeven is welk veiligheidstekort ze oplossen (zie paragraaf 3.2).
5. Nu het veiligheidstekort per maatgevend profiel inzichtelijk is (stap 3) en een overzicht van de mogelijke oplossingsrichtingen (stap 4) beschikbaar is, volgt de trechtering. Door middel van de trechtering is bepaald welke oplossingsrichtingen redelijkerwijs in beschouwing moeten worden genomen en op hun milieueffecten worden beoordeeld en vergeleken in het MER. De

---

<sup>7</sup> De wettelijke normen en eisen waar de dijk aan moet voldoen zijn vastgelegd in de nieuwe normering die sinds 2017 van kracht is. Deze normen en eisen zijn samen met verschillende externe deskundigen zoals het Kennisplatform Risicobenadering vertaald naar uitgangspunten. Met de uitgangspunten worden de veiligheidstekorten berekend.

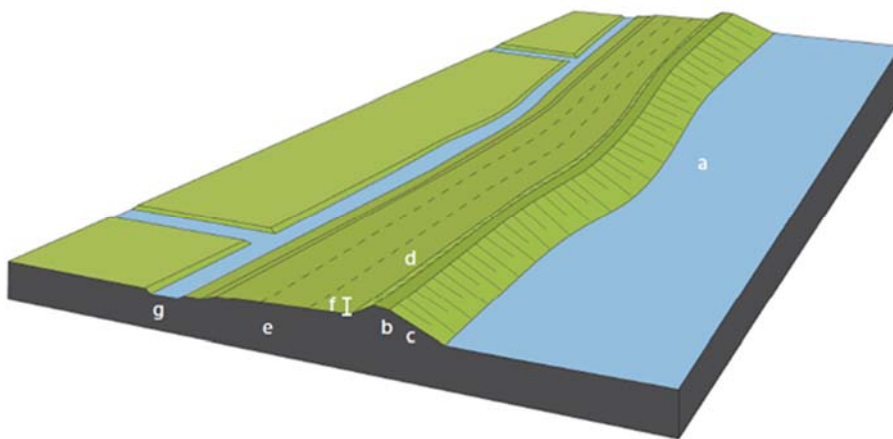
trechtering is beschreven in paragraaf 3.4 en in uitgewerkte versie opgenomen in de bijlagen bij dit MER.

Resultaat: Na de trechtering is per module/(deel)sectie bekend welke oplossingsrichtingen als alternatief in het MER worden onderzocht (zie tabel alternatieven in paragraaf 3.5).

6. Gelet op het historisch karakter van de dijk, de ligging en de waarden in de omgeving zijn voorafgaand aan het ontwerpproces door een aantal disciplines gezamenlijke ontwerpuitgangspunten voor de dijkontwerpen bepaald. Het gaat om de disciplines natuur, cultuurhistorie en archeologie, landschap, dijkbeheer en onderhoud, uitvoering en omgevingsmanagement. Daarnaast zijn er ontwerpuitgangspunten gedestilleerd uit het KRK. In de integrale ontwerpuitgangspunten is nadrukkelijk rekening gehouden met de ruimtelijke kwaliteit van de Markermeerdijken en hun omgeving.

De integrale ontwerpuitgangspunten zijn:

- a. Kronkelende karakter behouden;
- b. Smalle kruin behouden;
- c. Buitentalud zo steil mogelijk waarbij de stabiliteit gewaarborgd is;
- d. Binnentalud niet flauwer dan 1:3;
- e. Binnenberm, waar op het grootste gedeelte van het traject ook de weg ligt. Berm zo smal mogelijk, waarbij de stabiliteit gewaarborgd is;
- f. Hoogteverschil tussen berm en kruin minimaal 2 meter;
- g. Dijkslot terugbrengen op 5 meter naast de binnenberm.



Resultaat: Integrale ontwerpuitgangspunten voor de Markermeerdijken waardoor het toekomstig ontwerp rekening houdt met de ruimtelijke kwaliteit van de Markermeerdijken en hun omgeving.

7. Nu de oplossingsrichtingen bepaald zijn per (deel)sectie (stap 5) en de integrale ontwerpuitgangspunten bekend zijn (stap 6), worden de bijbehorende ontwerpen per oplossingsrichting berekend en uitgewerkt tot een dijkontwerp. Dit zorgt voor een ontwerp per oplossingsrichting per module/ (deel)sectie.

Resultaat: Per module/(deel) sectie minimaal twee dijkontwerpen (zie hoofdstuk 4 deel B van het MER).

8. Vanuit verschillende disciplines (natuur, cultuurhistorie en archeologie, landschap, leefomgeving, effecten in de aanlegfase, etc.) worden de milieueffecten van de verschillende dijkontwerpen bepaald.  
Resultaat: De verschillende ontwerpen per module zijn beoordeeld op milieueffecten (hoofdstuk 4 en 5 deel B MER).
9. Op basis van de beoordeling van de milieueffecten (stap 8) is het meest milieuvriendelijk alternatief bepaald (MMA). Dit is het alternatief dat de minste negatieve milieueffecten kent en het beste aansluit bij de belangrijkste omgevingswaarden zoals deze zijn verwoord in het KRK en op de Parelkaart, dus met name de natuurwaarden, landschappelijke, recreatieve en cultuurhistorische en archeologische waarden.  
Resultaat: Het MMA (hoofdstuk 4).
10. Ten slotte is het Voorkeursalternatief (VKA) gekozen op basis van een integrale belangenafweging (zie paragraaf 4.3 van het Ontwerp Projectplan). Hierbij is behalve naar milieueffecten ook gekeken naar draagvlak of wensen uit de omgeving en de totale kosten voor de Versterking gelet op de eisen van 'sober, robuust en doelmatig' uit het HWBP-2. Dit VKA vormt het ontwerp dat in het Projectplan vastligt.  
Resultaat: Het VKA (zie ook hoofdstuk 5).

Voor wat betreft ruimtelijke kwaliteit en vormgeving is gewerkt van grof naar fijn. Zoals hiervoor beschreven zijn de oplossingsrichtingen tegen de leidende waarden van dat gebied, zoals beschreven in het KRK en de Parelkaart, gehouden. Daarbij is per module gekeken welke oplossingsrichting het meest recht doet aan de leidende waarde.

Vervolgens is in ateliers met de provincie Noord-Holland voor het VKA een gezamenlijke integrale visie op de ruimtelijke kwaliteit opgesteld inclusief de meekoppelkansen (zie paragraaf 5.2). In deze visie zijn de kansen voor landschap, natuur, recreatie en cultuurhistorie verder geconcretiseerd (denk hierbij aan de dijkplaatsen en de voorlanden bij Zeevang). Dit heeft geleid tot een integraal ontwerp met daarin aandacht voor de bochtstralen, overgangen, de positie van de weg op de binnenberm en de ligging van het fiets- en wandelverbindingen. Dit integrale ontwerp is opgenomen in het Projectplan.

Een laatste verfijning zal nog plaatsvinden in overleg met betrokken overheden. Hierbij moet gedacht worden aan: dijktrappen, dijkmeubilair (bijvoorbeeld bankjes), op- en afritten verduidelijken, verkeersveiligheid (kruisingen) uitwerken. Dit wordt vastgelegd in een vormgevingsplan. Voor de laatste verfijning van het ontwerp worden met de Provincie Noord-Holland of de betreffende gemeente samenwerkingsovereenkomsten gesloten.

### **3.2 Oplossingsrichtingen per waterkeringstechnische tekortkoming**

Per waterkeringstechnische tekortkoming of combinatie van tekorten zijn verschillende oplossingsrichtingen mogelijk om de dijk weer veilig te maken. Deze oplossingsrichtingen worden hierna kort beschreven.

De rode stippellijn op de figuren betreft het opleverprofiel (2021). Deze hoogte is in het MER beoordeeld. Het ontwerpprofiel is de hoogte die de dijk aan het eind van de planperiode dus na 50 jaar moet hebben, om aan de veiligheidsnorm te kunnen voldoen. Het opleverprofiel van een dijk bij oplevering is echter hoger. Deze extra hoogte is noodzakelijk om effecten als (rest)zettingen, autonome bodemdaling en kruindaling in de periode tussen oplevering (2021) en einde planperiode (2071) te compenseren. Vanwege deze processen is het opleverprofiel (2021) van de dijk circa een 0,5 meter hoger dan het ontwerpprofiel.

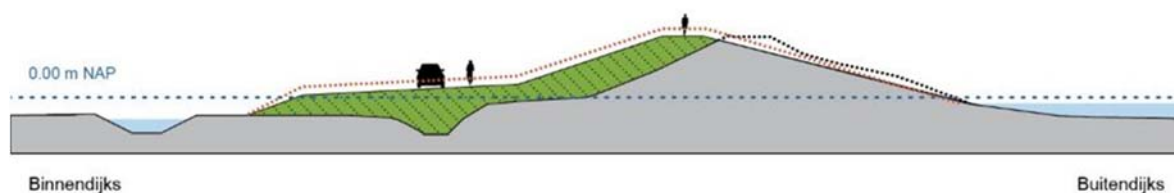
Een dijkversterking van de Markermeerdijken kan bestaan uit de volgende oplossingsrichtingen:

1. binnenwaartse asverschuiving;
2. buitenwaartse asverschuiving;
3. op de as:
  - a. binnenwaartse berm;
  - b. buitenwaartse berm;
  - c. gecombineerd;
  - d. kruinverhoging;
4. oeverdijk;
5. dijk buitenom;
6. havendam of strekdam;
7. constructie (in combinatie met een oplossing in grond).

### 3.2.1 Binnenwaartse asverschuiving

De binnenwaartse asverschuiving betekent dat de as van de dijk naar de landzijde verschuift. De ruimte voor de versterkingsopgave wordt gevonden aan de landzijde. Voor de Markermeerdijken wordt de binnenwaartse asverschuiving alleen toegepast voor een hoogtetekort en/of een binnenwaartse instabiliteit.

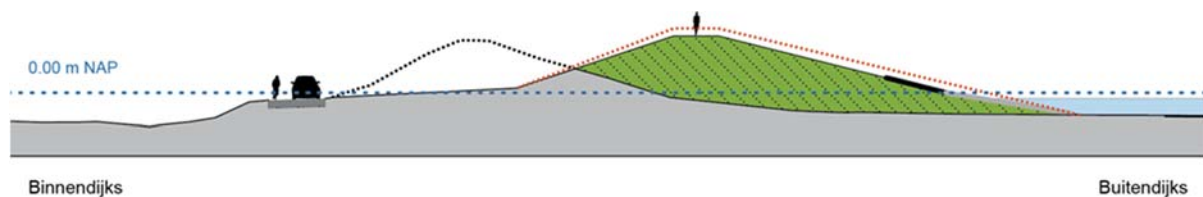
Versteviging aan de binnenzijde van de dijk wordt in deze oplossing uitgevoerd door extra grond (gewicht) aan te brengen aan de binnenkant van de dijk. Dit kan door het aanbrengen van een verhoogde of een verlengde berm en/of een verflauwd binnentalud. Hierdoor wordt de stabiliteit van de dijk vergroot. Ophoging van de kruin is hiervoor benodigd. Door een binnenwaartse versterking kan het bestaande buitentalud gehandhaafd blijven, het kan echter wel zijn dat de bekleding van het buitentalud nog aangepast moet worden.



Figuur 17: Schematische weergave binnenwaartse asverschuiving

### 3.2.2 Buitenwaartse asverschuiving

De buitenwaartse asverschuiving betekent dat de as van de dijk naar de waterzijde verschuift. De ruimte voor de Versterking wordt gevonden aan de waterzijde. Voor de Markermeerdijken kan de buitenwaartse asverschuiving toegepast worden bij hoogtetekort, binnen- en/of buitenwaartse stabiliteit. Doordat de kruinlijn naar buiten wordt verplaatst, wordt de binnenberm verlengd of het binnentalud verflauwd, hierdoor wordt de binnenwaartse stabiliteit verhoogd. Tegelijkertijd kan door de asverschuiving de dijk verhoogd worden of het buitentalud verbeterd worden. Bij een kruinhoogtetekort kan ook het buitentalud verflauwd worden. Op dit nieuwe buitentalud wordt een nieuwe dijkbekleding aangebracht. Een buitenwaartse asverschuiving gaat in het algemeen gepaard met het (deels) afgraven van de huidige kruin. Wanneer dat niet het geval is, wordt dit expliciet aangegeven.



Figuur 18: Schematische weergave buitenwaartse asverschuiving

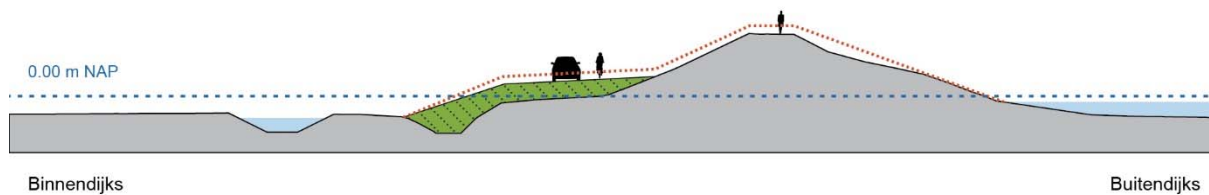
### 3.2.3 Gecombineerd en op de as versterken

Een versterking op de as betekent dat de as van de dijk op de bestaande locatie blijft. Hierbij zijn er vier opties. De dijk kan dan binnenwaarts of buitenwaarts versterkt worden, of allebei (binnen- en buitenwaarts), dan heet dat 'gecombineerd'. Een minimale gecombineerde versterking is de 'kruinverhoging'. Deze vier opties worden hieronder kort toegelicht.

De term 'op de as versterken' wordt voor het overige deel in dit MER overigens niet meer gebruikt: dit is een term die voor ontwerpers en toetsers van belang is, maar minder van belang is voor belanghebbenden. Belanghebbenden willen graag weten hoe de Versterking eruit ziet, zoals aanleg binnenberm of verflauwen buitentalud. Deze termen worden dan ook in de rest van het MER gebruikt.

#### Binnenwaartse berm

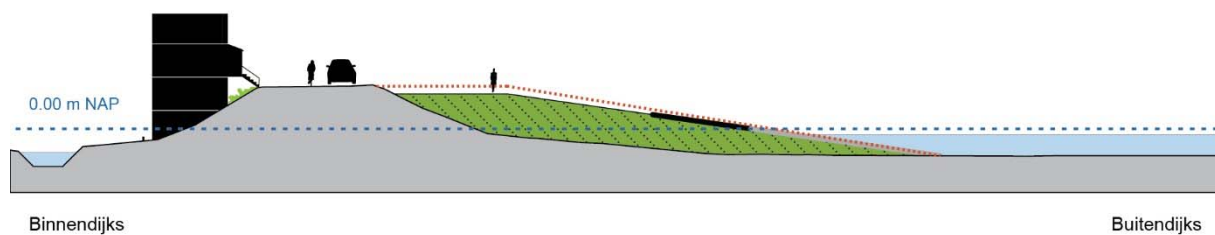
Op de asversterking binnenwaarts wordt de binnenberm verlengd of het binnentalud verflauwd. Hierdoor wordt de binnenwaartse stabiliteit verbeterd. Alternatieven die hieronder vallen betreffen binnenwaartse berm of binnenwaartse taludverflauwing.



Figuur 19: Schematische weergave op de as binnenwaartse berm

#### Buitenwaartse berm

Op de as versterking buitenwaarts wordt het buitentalud aangepast. Hierdoor kan de buitenwaartse stabiliteit worden verbeterd en/of de benodigde kruinhoogte worden verlaagd. Alternatieven die hieronder vallen betreffen aanleggen van een kreukelberm, aanbrengen van een buitenwaartse berm, aanbrengen van voorland, verruwen van het buitentalud en buitenwaartse taludverflauwing.

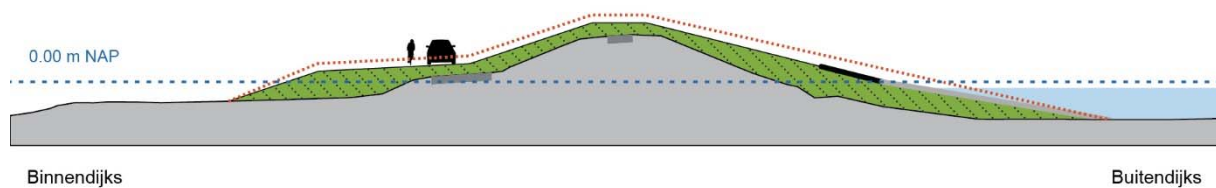


Figuur 20: Schematische weergave op de as buitenwaartse berm

#### Gecombineerd

Op de as gecombineerd. Hier wordt een combinatie van bovenstaande verbeteringen toegepast. Hieronder valt ook de binnenwaartse berm met kruinverhoging als oplossing (de kruinverhoging leidt er namelijk toe dat ook het buitenwaartse talud wordt aangepast).

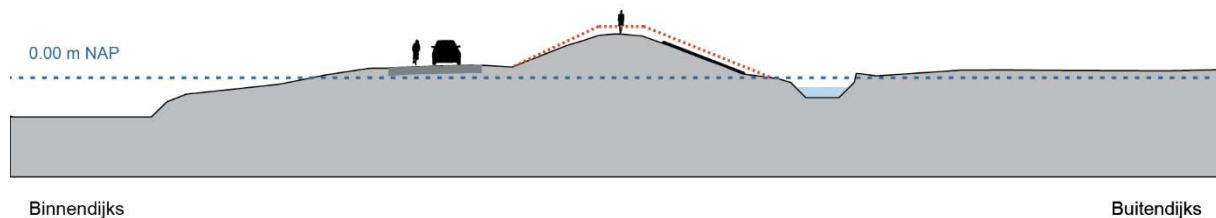




Figuur 21: Schematische weergave op de as gecombineerd

#### Kruinverhoging

Bij kruinverhoging wordt een minimale versterking toegepast, onder andere om de autonome kruindaling te compenseren. Hierdoor wordt de kruin iets hoger en daarnaast beperkt breder.

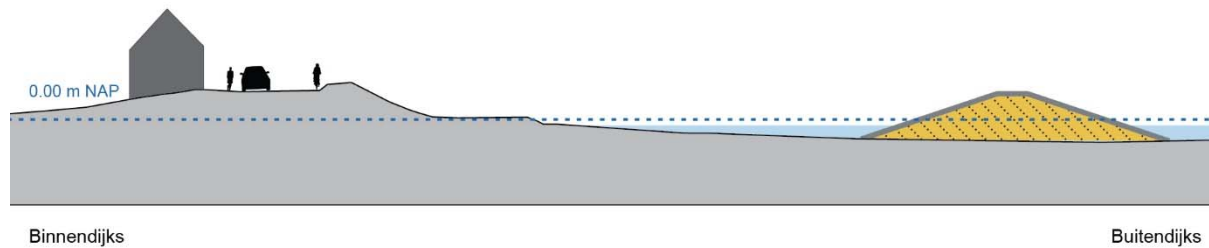


Figuur 22: Schematische weergave kruinverhoging

#### 3.2.4 Dijk buitenom

De oplossing Dijk buitenom is een nieuwe waterkering die in het Markermeer wordt aangelegd. De Dijk buitenom is een reguliere waterkering (opgebouwd uit zand en klei, met een bekleding van gras en/of steen), die de waterkerende functie van de bestaande dijk overneemt. De bestaande dijk blijft ook bij toepassing van de oplossing 'Dijk buitenom' behouden en wordt niet aangetast. De Dijk buitenom neemt de functie als primaire waterkering geheel over. De Dijk buitenom biedt in principe oplossing voor alle veiligheidstekorten over de gehele versterkingsopgave.

Het binnenwater dat gecreëerd wordt in de ruimte tussen de bestaande dijk en de Dijk buitenom zal aan de wettelijke eisen qua waterkwaliteit moeten voldoen. Met enige mate van doorstroming, via afsluitbare openingen in de Dijk buitenom, wordt in het ontwerp rekening gehouden. Bij afsluiten van een jachthaven aan de bestaande dijk zal ook een afsluitbare opening in de Dijk buitenom moeten worden aangelegd. Deze afsluitbare opening zal bij dreigend hoogwater gesloten moeten worden, waarmee de waterveiligheid geborgd wordt.



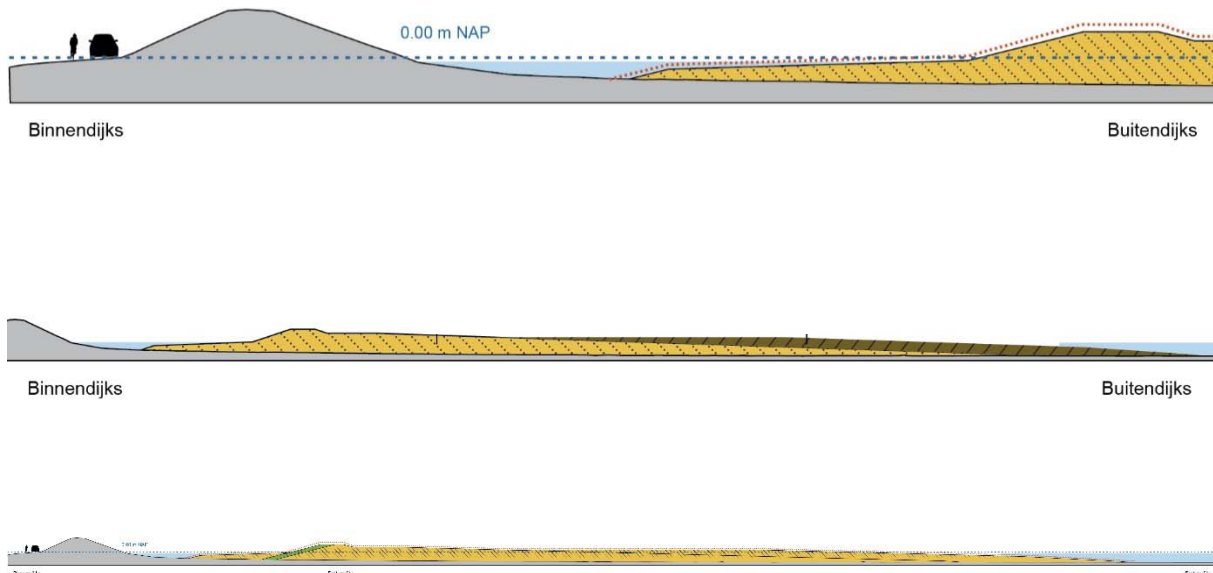
Figuur 23: Schematische weergave Dijk buitenom

### 3.2.5 Oeverdijk

Een oeverdijk is een innovatieve manier van dijkversterking. Dit is een brede 'zachte' waterkering in de vorm van een zanddijk, die met een flauw talud met voorland voor de bestaande dijk wordt aangebracht. De nieuwe oeverdijk neemt de functie van primaire waterkering van de bestaande, achterliggende dijk geheel over. De oeverdijk biedt in principe oplossing voor alle veiligheidstekorten over de gehele versterkingsopgave.

Een 'zachte' waterkering wil zeggen dat het gaat om een kering die niet (grotendeels) voorzien is van een bekleding van een bepaalde erosieklasse, zoals stenen, klei, of een bepaalde begroeiing, maar bestaat uit zand. De werking van een dergelijke waterkering komt overeen met de werking van het afslagprincipe, zoals bij duinen langs de Noordzeekust voorkomt, alleen in mindere mate omdat het Markermeer een rustiger water is dan de Noordzee. De waterkerende veiligheid van de oeverdijk wordt geborgd door het resterende 'veiligheidsprofiel' na afslag van zand van de oeverdijk. Daarmee is dit een geheel nieuwe oplossing die wezenlijk anders is dan een reguliere dijkversterking.

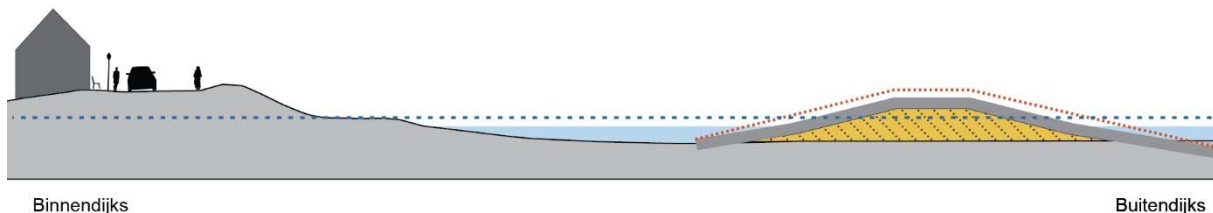
De oeverdijk wordt op enige afstand van de bestaande dijk aangelegd. Tussen de oeverdijk en de bestaande dijk ontstaat hierdoor een watergang (tussenwater) waarmee de oeverdijk wordt gescheiden van de bestaande kering. Haaks op de oeverdijk worden een aantal strekdammen aangelegd, welke de hoeveelheid zandtransport beperken en het zand van de oeverdijk helpen vast te houden. De strekdammen worden bekleed met (breuk)steen. Een oeverdijk is een duinachtig zandlichaam dat ruimte kan bieden voor natuurontwikkeling en recreatie.



Figuur 24: Schematische weergave oeverdijk

### 3.2.6 Aanbrengen havendam of strekdam

De oplossing havendam/strekdam is een dam die voor de huidige dijk komt te liggen en de golven van het water breekt. Door het toepassen van deze dammen wordt de golfloop gereduceerd. De reducering van de golfloop zorgt voor een lagere benodigde kruinhoogte, waardoor dit een oplossing kan bieden voor het veiligheidstekort hoogte. In figuur 25 is een doorsnede van een havendam/strekdam weergegeven. De dam dient zodanig gepositioneerd te worden dat deze de golfloop zo goed mogelijk vermindert.

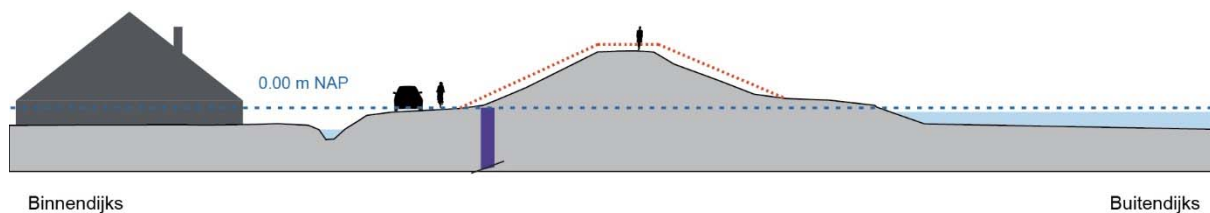


Figuur 25: Schematische weergave havendam of strekdam

### 3.2.7 Constructie (als maatwerkoplossing of in combinatie met oplossing in grond)

Indien lokaal de ruimte ontbreekt om de dijkversterking in grond uit te voeren of ter minimalisering van de oplossing in grond, zijn constructieve maatregelen beschikbaar. Een veel gebruikte constructieve versterking is een damwand, een kistdam of een diepwand. De waterkerende functie wordt deels vervuld door een grondlichaam en deels door de constructie. Naast deze reguliere methoden zijn tevens innovatieve alternatieven voor handen (bijvoorbeeld dijkstabilisator/klapankers of dijkvernageling).

Constructieve versterkingen kennen in tegenstelling tot de reguliere versterkingsoplossingen een planperiode van 100 jaar. Reden voor deze langere periode is onder andere dat een constructie moeilijker aan te passen is dan een grondlichaam.



Figuur 26: Schematische weergave damwand

### 3.2.8 Overzicht van oplossingsrichtingen

Tabel 3. Overzicht van oplossingsrichtingen en welk veiligheidstekort zij oplossen

(min = biedt alleen een oplossing bij een minimale overschrijding van het veiligheidstekort)

Oplossingsrichting (* = met kruinverhoging)	Veiligheidstekort			
	Hoogte	Binnenwaartse stabiliteit	Buitenwaartse stabiliteit	Taludbekleding
Binnenwaartse asverschuiving		x min		
Binnenwaartse asverschuiving*	x	x min		
Binnenwaartse berm		x		
Binnenwaartse berm*	x	x		
Binnenwaartse taludverflauwing		x		
Gecombineerd		x	x	x
Gecombineerd*	x	x	x	x
Kruinverhoging	x			x
Constructie (binnenwaarts)		x		
Constructie (buitenwaarts)			x	
Verruwen buitentalud	x			x
Buitenwaartse taludverflauwing	x		x	
Buitenwaartse taludverflauwing*	x		x	
Buitenwaartse berm	x		x	
Buitenwaartse berm*	x		x	
Aanbrengen voorland	x		x	x
Buitenwaartse asverschuiving		x	x	x
Buitenwaartse asverschuiving*	x	x	x	x
Dijk buitenom (aanleggen nieuwe kering)	x	x	x	x
Oeverdijk (aanleggen nieuwe kering)	x	x	x	x
Havendam of strekdam	x		x	x

### 3.3 Trechtering naar te onderzoeken alternatieven

#### 3.3.1 Wijze van trechtering

In paragraaf 2.5 zijn oplossingsrichtingen per waterkeringstechnische tekortkoming beschreven. Niet al deze oplossingen passen binnen de doelstellingen van de Versterking. Er is eerst getrechterd naar de redelijkerwijs in aanmerking te nemen alternatieven. Dit zijn de alternatieven die in dit MER worden onderzocht en aansluiten bij de veiligheidsdoelstelling van de Versterking en het uitgangspunt 'sober, robuust en doelmatig' uit het HWBP-2. Wat betreft de twee doelstellingen (zie paragraaf 1.2: 1. een veilige dijk, 2. zo veel mogelijk passend in de omgeving) is de tweede doelstelling buiten beschouwing gelaten. Oplossingen worden niet getrechterd op 'passend in de omgeving'. De belangenafweging tussen verschillende milieuthema's en toetsing aan de doelstelling 'zo veel mogelijk passend in de omgeving' vindt in dit MER plaats als onderdeel van het MMA, op basis van onderzoek in het MER. De redenen hiervoor zijn uitgelegd in het volgende kader.

#### **Toetsing aan de doelstelling 'zo veel mogelijk passend in de omgeving'**

Toetsing aan de doelstelling 'zo veel mogelijk passend in de omgeving' vergt vaak reeds een afweging *tussen* verschillende milieuthema's: een afweging tussen landschap, ecologie, cultuurhistorie en cetera. Dit is een belangenafweging tussen verschillende milieuthema's die vaak pas kan plaatsvinden na onderzoek. Daarom vormt toetsing aan deze doelstelling geen onderdeel van de trechtering van te onderzoeken alternatieven.

De afweging tussen verschillende milieuthema's (en daarmee toetsing aan de doelstelling 'zo veel mogelijk passend in de omgeving') vormt een essentieel onderdeel van het MER. Hierbij wordt een waardeoordeel over de onderzochte alternatieven gegeven: welk alternatief past het beste in de omgeving en welk alternatief is op dat vlak het meest milieuvriendelijk? Toetsing aan de doelstelling 'zo veel mogelijk passend in de omgeving' vormt dan ook een essentieel onderdeel van de onderbouwing van het MMA maar ook van de onderbouwing van het voorkeursalternatief (VKA). Dit gebeurt aan de hand van het Kader Ruimtelijke Kwaliteit (KRK) en de Parelkaart. Verwezen wordt naar paragraaf 2.3.1 en 3.1.

#### **Criteria voor trechtering**

Per module is bepaald welke alternatieven mogelijk zijn op grond van de volgende criteria die voortvloeien uit de doelstellingen van het project. Verschillende van deze criteria hebben een directe link met het uitgangspunt 'sober, robuust en doelmatig' uit het HWBP-2:

1. Biedt een *oplossing* voor het geconstateerde veiligheidstekort en voldoet gedurende de planperiode na oplevering aan de wettelijke veiligheidsnormen. Hierbij voldoet de oplossingsrichting aan de normering die in de Waterwet is verankerd en die per 1 januari 2017 van kracht is. De dijk voldoet vanaf 2021 tot 2071 aan de vereiste veiligheid (50 jaar veilig, voor kunstwerken 100 jaar).
2. Is *technisch uitvoerbaar, beheerbaar en inspecteerbaar*.
3. Is *robuust*: het uitgevoerde ontwerp van de oplossingsrichting blijft tijdens de planperiode van 50 jaar (en voor constructies 100 jaar) functioneren zonder dat ingrijpende en kostbare aanpassingen of uitbreidingen noodzakelijk zijn. Dit betekent dat het ontwerp rekening houdt met toekomstige ontwikkelingen en (kennis)onzekerheden (zie hoogwaterveiligheidsopgave 2.4.2).
4. Is *toekomstbestendig*: in de verdere toekomst is de oplossing aanpasbaar en uitbreidbaar door mogelijkheden te bieden voor eventuele toekomstige noodzakelijke versterkingsmaatregelen na de planperiode van 50 jaar.

5. Is *proportioneel*: de oplossingsrichting moet in verhouding zijn met de op te lossen dijkversterkingsproblematiek en de context van de omgeving. Dat wil zeggen:
- Wanneer een lichte ingreep als oplossing voor het geconstateerde veiligheidstekort volstaat, wordt een wezenlijk zwaardere oplossingsrichting – die op zich het veiligheidstekort ook oplost – niet in het MER afgewogen. Wanneer bijvoorbeeld een lichte verzanding/verbreding van de binnenberm volstaat om binnenwaartse instabiliteit van de dijk op te lossen, wordt niet een veel zwaardere buitenwaartse versterking met asverschuiving (waarbij de dijk deels moet worden afgegraven en opnieuw aangelegd) in het MER opgenomen.
  - Een ingreep met een vergelijkbaar profiel als de opgenomen alternatieven in het MER (dat wil zeggen: een ontwerp dat niet minder omvangrijk is), waarbij zonder verder onderzoek geconcludeerd kan worden dat dit leidt tot onaanvaardbare negatieve milieugevolgen, is niet proportioneel.

### 3.3.2 Deels andere oplossingen dan in de startnotities (2008)

De onderzochte alternatieven in het MER (2017) komen niet altijd meer overeen met de te onderzoeken oplossingen zoals opgenomen in de startnotities voor de Versterking Hoorn-Edam en Edam-Amsterdam (2008). Dit komt doordat verschillende oplossingsrichtingen, die in de startnotities zijn aangegeven, anno 2017 niet meer passen binnen de doelstellingen voor de Versterking, voornamelijk omdat zij het huidige veiligheidstekort niet oplossen. Deze zijn dan ook niet meer in dit MER onderzocht.

Sinds de startnotities en richtlijnen voor de Versterking uit 2008 zijn er veel nieuwe ontwikkelingen geweest die van invloed zijn op de mogelijke oplossingen voor de Versterking. In het bijlagenboek (Trechtersnotitie) is gestructureerd per module aangegeven welke oplossingsrichtingen (die in de startnotities zijn genoemd) *wel en niet* in het MER zijn onderzocht. De redenen voor het verschil tussen oplossingen in de startnotities uit 2008 en de alternatieven in dit MER zijn dat:

- Andere veiligheidstekorten zijn geconstateerd voor het ontwerp dan in 2006 bij toetsing van de dijk zijn geconstateerd (verwezen wordt naar paragraaf 2.4.2 en 2.4.3).
- Er nieuwe dijkversterkingsconcepten zijn toegevoegd ten opzichte van de startnotities. Zo is het concept van de oeverdijk specifiek voor de Markermeerdijken ontwikkeld (zie tevens paragraaf 3.2). Ook is de Dijk buitenom en de strekdam toegevoegd. Ten tijde van het opstellen van de startnotities waren deze oplossingen nog niet in beeld. Ten slotte is naar aanleiding van het tussenadvies van de Commissie m.e.r. minder terughoudend omgegaan met constructieve oplossingen in combinatie met oplossingen in grond<sup>8</sup>.

## 3.4 Overzicht alternatieven per module

De trechtering heeft bij de meeste modules geleid tot twee alternatieven per module. Bij enkele modules heeft de trechtering geleid tot drie of vier alternatieven. De redelijkerwijs in aanmerking te nemen alternatieven zijn in deel B van het MER op hun milieueffecten beoordeeld.

In de volgende tabel zijn alle onderzochte alternatieven kort benoemd. Voor een uitgebreidere beschrijving van de alternatieven met toelichtende figuren per alternatief wordt verwezen naar deel B van het MER.

---

<sup>8</sup> Een constructie *zonder* oplossing in grond biedt geen oplossing voor het veiligheidstekort langs de Markermeerdijken. Deze is dan ook niet onderzocht in dit MER.

In de tabel is met een \* aangegeven waar kruinverhoging plaatsvindt in het profiel in combinatie met een binnenwaartse, buitenwaartse of gecombineerde versterking (dus: buitenwaartse berm met kruinverhoging). Daar waar volstaan kan worden met een kruinverhoging als alternatief, is dit in de tabel aangeduid als 'kruinverhoging'.

Bij een buitenwaartse asverschuiving wordt de bestaande dijk meestal (gedeeltelijke) afgegraven. Daar waar bij de buitenwaartse asverschuiving de bestaande kruin blijft behouden, is dit expliciet aangegeven.

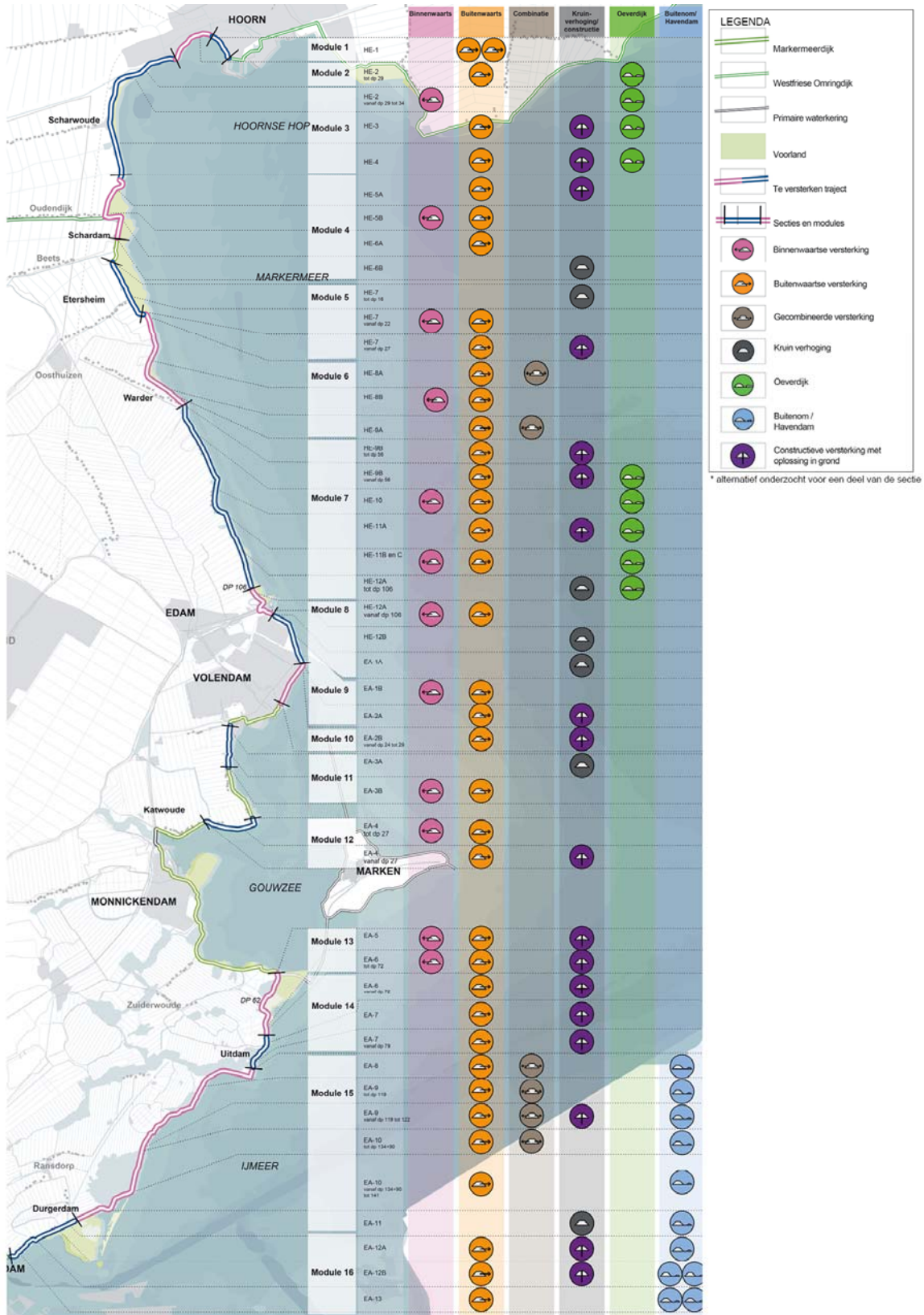
In de tabel is *cursief* aangegeven hoe het alternatief verder in dit MER genoemd wordt.



Tabel 4. Overzicht te onderzoeken alternatieven in het MER (\* = met kruinverhoging)

Mo- dule	Naam module	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
1	Hoorn Binnenstad	Buitenwaartse berm*	Buitenwaartse taludverflauwing*	-	-
2	Strand Hoorn	Oeverdijk	Buitenwaartse asverschuiving*	-	-
3	Grote Waal en De Hulk	Oeverdijk	Binnenwaarts en buitenwaartse asverschuiving: Buitenwaartse asverschuiving* (HE-2B) Binnenwaartse berm met asverschuiving* (HE-2C) Buitenwaartse asverschuiving (HE-3B02) Buitenwaartse asverschuiving* (overig HE-3 en deel HE-4)	Binnenwaarts en buitenwaartse asverschuiving/ gecombineerd: Buitenwaartse asverschuiving* (HE-2B) Binnenwaartse berm met asverschuiving* (HE-2C) Gecombineerd met constructie* (HE-3A en B) Gecombineerd met constructie* (overig HE-3 en deel HE-4)	-
4	De Kogen	Gecombineerd/ binnenwaarts en buitenwaarts/ kruinverhoging: Gecombineerd met constructie* (HE-4 deels, HE-5A) Binnenwaartse berm* (HE-5B) Buitenwaartse asverschuiving* (HE-6A) Kruinverhoging (HE-6B)	Buitenwaarts / kruinverhoging: Buitenwaartse asverschuiving* (HE-4 deels, HE-5A) Buitenwaartse asverschuiving* (HE-5B) Buitenwaartse asverschuiving* (HE-6A) Kruinverhoging (HE-6B)	-	-
5	Etersheimer-Braak	Kruinverhoging/ buitenwaarts: Kruinverhoging (HE-7A1) Buitenwaartse asverschuiving* (HE-7A2, HE-7A3) Buitenwaartse asverschuiving* (HE-7B)	Kruinverhoging/ binnenwaarts/ gecombineerd: Kruinverhoging (HE-7A1) Binnenwaartse berm* (HE-7A2 en HE-7A3) Gecombineerd* met constructie (HE-7B)	-	-
6	Heintjesbraak en Warder	Buitenwaarts/ gecombineerd: Buitenwaartse asverschuiving* (HE-8) Gecombineerd* (HE-9A) Buitenwaartse asverschuiving* (HE-9B)	Gecombineerd/ binnenwaarts/ buitenwaarts: Gecombineerd, met buitenwaartse asverschuiving* (HE-8A1 en HE-8A2) Gecombineerd* (HE-8A3 t/m HE-8A5) Binnenwaartse berm* (HE-8B) Buitenwaartse asverschuiving* (HE-9A/HE-9B)	Geoptimaliseerd buitenwaarts: Buitenwaartse asverschuiving* (HE-8, HE-9A) Buitenwaartse asverschuiving* met constructie (HE-9B)	-
7	Polder Zeevang	Oeverdijk	Buitenwaarts/ kruinverhoging: Buitenwaartse asverschuiving* (HE-9B, HE-10, HE-11) Kruinverhoging (HE-12A1 en HE-12A2)	Gecombineerd/ binnenwaarts/ kruinverhoging: Gecombineerd met constructie* (HE-9B, HE-11A) Binnenwaartse berm* (HE-10, HE-11B en HE-11C) Kruinverhoging (HE-12A1 en HE-12A2)	-
8	Haven Edam	Buitenwaarts/ kruinverhoging: Buitenwaartse asverschuiving (HE-12A3) Kruinverhoging (HE-12B, EA-1A)	Binnenwaarts/ kruinverhoging: Binnenwaartse berm* (HE-12A3) Kruinverhoging (HE-12B, EA-1A)	-	-
9	Broeckgouw Edam	Buitenwaartse asverschuiving/ geoptimaliseerd buitenwaarts: Buitenwaartse asverschuiving* (EA-1B) buitenwaartse berm* met constructie (EA-2A)	Binnenwaarts/ buitenwaarts: Binnenwaartse berm* (EA-1B) Buitenwaartse asverschuiving* (EA-2A)	-	-
10	Noordeinde Volendam	Buitenwaarts (deels behoud kruin): Buitenwaartse asverschuiving* (EA-2A) Buitenwaartse asverschuiving met behoud kruin (EA-2B)	Geoptimaliseerd buitenwaarts: Buitenwaartse berm* met constructie (EA-2A) Buitenwaartse berm met constructie (EA-2B)	-	-
11	Pieterman	Kruinverhoging/ buitenwaarts: Kruinverhoging (deel EA-3A) Buitenwaartse asverschuiving* (deel EA-3A, EA-3B)	Kruinverhoging/ binnenwaarts: Kruinverhoging (deel EA-3A) Binnenwaartse berm* (deel EA-3A, EA-3B)	-	-
12	Katwoude	Binnenwaarts/ buitenwaarts: Binnenwaartse berm* (EA-4A) Buitenwaartse asverschuiving* (EA-4B)	Binnenwaarts/ gecombineerd: Binnenwaartse berm* (EA-4A) Gecombineerd met constructie* (EA-4B)	-	-
13	De Nes en Opperwoud	Buitenwaartse asverschuiving*	Binnenwaartse berm*	Gecombineerd/ binnenwaarts/ buitenwaarts: Gecombineerd met constructie* (EA-5 t/m dijkpaal 63+50) Binnenwaartse berm met constructie bij recreatiepark (EA-5 dijkpaal 63+50-70) Buitenwaartse asverschuiving* (EA-6 dijkpaal 70-72)	-
14	Uitdam Dorp	Buitenwaartse asverschuiving: Buitenwaartse asverschuiving (incl. berm)* (EA-7A) Buitenwaartse asverschuiving* (EA-6 en EA-7B)	Geoptimaliseerd buitenwaarts: Gecombineerd met constructie* (EA-6) Buitenwaartse berm* met constructie bij dorp (EA-7A) Buitenwaartse asverschuiving* (EA-7B)	-	-
15	Uitdammerdijk	Gecombineerd/ kruinverhoging: Gecombineerd* (EA-8) Gecombineerd met buitenwaartse asverschuiving* (EA-9 tot dijkpaal 120) Gecombineerd, met buitenwaartse asverschuiving* met binnenberm (EA-9 en EA-10A van dijkpaal 120-122) Gecombineerd met buitenwaartse asverschuiving* (EA-10A/B dijkpaal 122-134+90) Buitenwaartse asverschuiving* (EA-10B dijkpaal 134+90-141) Kruinverhoging (EA-11)	Buitenom	Buitenwaartse asverschuiving/ kruinverhoging: Buitenwaartse asverschuiving* (EA-8, EA-9, EA-10) Kruinverhoging (EA-11)	Geoptimaliseerd gecombineerd: Gecombineerd* (EA-8) Gecombineerd met buitenwaartse asverschuiving* (EA-9 tot dijkpaal 120) Gecombineerd* met constructie bij recreatiepark (deel EA-9 en EA-10A van dijkpaal 120-122) Gecombineerd met buitenwaartse asverschuiving* (EA-10A/B dijkpaal 122-134+90) Buitenwaartse asverschuiving* (EA-10B dijkpaal 134+90-141) Kruinverhoging (EA-11)
16	Durgerdammerdijk	Buitenwaarts/ havendam/strekdam: Buitenwaartse berm* (deel EA-11, EA-12A) Havendam (EA-12B) Strekdam (EA-13)	Geheel buitenwaarts: Buitenwaartse berm* (deel EA-11, EA-12A) Buitenwaartse asverschuiving met behoud kruin* (EA-12B) Buitenwaartse berm* (EA-13)	Buitenom	Geoptimaliseerd buitenwaarts: Buitenwaartse berm* (deel EA-11) Buitenwaartse berm met constructie (EA-12) Buitenwaartse berm* (EA-13)





Figuur 27: Alternatieven



## 4 Meest milieuvriendelijk alternatief

*In deel B van het MER zijn de redelijkerwijs te onderzoeken alternatieven per module op hun milieueffecten beoordeeld. Dit hoofdstuk 4 licht het meest milieuvriendelijk alternatief (MMA) toe en de wijze waarop dat tot stand is gekomen. Hierin is onder andere gebruikgemaakt van de effectbeoordeling van de alternatieven in deel B van het MER. In hoofdstuk 5 is het voorkeursalternatief (VKA) beschreven.*

*Het MMA is een realistisch alternatief waarbij de nadelige gevolgen voor het milieu zo veel mogelijk worden voorkomen. Voor zover voorkomen niet mogelijk is, worden de nadelige milieugevolgen beperkt, waarbij gebruik wordt gemaakt van de beste bestaande mogelijkheden ter bescherming van het milieu (mitigerende maatregelen). Het MMA is het alternatief dat qua milieu en belangrijkste waarden in het gebied 'het beste uit de bus komt'.*

### 4.1 Wijze van totstandkoming MMA

Naast de alternatieven per module - zoals deze in deel B van het MER zijn beoordeeld op hun milieueffecten - is conform de richtlijnen en het tussenadvies van de Commissie m.e.r. een alternatief gebaseerd op ruimtelijke kwaliteit opgesteld. Een alternatief dat meeste recht doet aan de landschappelijke, cultuurhistorische, archeologische en natuurwaarden zoals benoemd in het KRK, oftewel het MMA. Het MMA gaat uit van de alternatieven zoals deze binnen de doelstellingen van de dijkverbetering en de mogelijkheden van de Alliantie liggen (zie hiervoor paragraaf 3.3).

Voor het MMA wordt per module een alternatief gekozen op basis van de volgende criteria:

- het alternatief sluit het beste aan bij de belangrijkste omgevingswaarden zoals deze zijn verwoord in het KRK en op de parelkaart, dus met name de natuurwaarden, de landschappelijke en de cultuurhistorische en archeologische waarden;
- het alternatief kent de minste negatieve milieueffecten en;
- ten slotte zijn ten behoeve van het MMA mitigerende maatregelen benoemd.

Tevens is voor het MMA beoordeeld of een combinatie van de onderzochte alternatieven binnen een module leidt tot een alternatief dat beter aansluit bij de belangrijkste waarden c.q. minder milieueffecten heeft, dus tot een ander MMA. Deze analyse van combinatie van alternatieven is terug te vinden in het bijlagenboek. Daar waar dit het geval is, is dat in de beschrijving van het MMA in de volgende paragraaf expliciet vermeld.

Voor de bepaling van het MMA wegen de permanente milieueffecten over de planperiode van 50 jaar zwaarder dan de tijdelijke effecten gedurende de uitvoering in 2018-2021. De tijdelijke effecten hebben alleen invloed op het uiteindelijke MMA, indien er nauwelijks onderscheid is tussen de onderzochte alternatieven in de permanente effecten (wat betreft de belangrijkste omgevingswaarden en milieueffecten). In paragraaf 4.3 is expliciet aangegeven waar deze tijdelijke effecten van de uitvoering van invloed zijn geweest op de bepaling van het MMA. In paragraaf 4.4 is de beoordeling van de tijdelijke effecten op de bepaling van het MMA opgenomen.

Voor de beoordeling van het MMA is ten slotte van belang dat de dijkversterkingsmaatregelen samen een logisch geheel vormen. Het KRK beschrijft de vijf deelgebieden, deze moeten herkenbaar blijven na de Versterking. In de volgende paragraaf is eerst per module het MMA

onderbouwd. Daarnaast is per deelgebied de herkenbaarheid van de vijf deelgebieden na de Versterking beschreven (in een kader).

## 4.2 Overzicht MMA

In de volgende tabel is het MMA per module aangegeven. In de paragrafen 4.3 en 4.4 is het MMA verder onderbouwd.

**Tabel 5 MMA per module**

Module	Naam module	MMA (* = met kruinverhoging)
1	Hoorn Binnenstad	<i>Buitenwaartse berm*</i>
2	Strand Hoorn	<i>Oeverdijk</i>
3	Grote Waal en De Hulk	<i>Oeverdijk</i>
4	De Kogen	<i>Gecombineerd/binnenwaarts en buitenwaarts/kruinverhoging</i> Gecombineerd* met constructie (HE-4/5A) Binnenwaartse berm* (HE-5B) Buitenwaartse asverschuiving* (HE-6A) Kruinverhoging (HE-6B)
5	Etersheimerbraak	<i>Kruinverhoging/binnenwaarts/gecombineerd</i> Kruinverhoging (HE- 7A1) Binnenwaartse berm* (HE-7A2/A3) Gecombineerd* met constructie (HE-7B)
6	Heintjesbraak en Warder	<i>Samenstelling van 2 alternatieven</i> Gecombineerd*/binnenwaartse berm* (HE-8) Buitenwaartse asverschuiving* (HE-9A) Buitenwaartse asverschuiving* met constructie (HE-9B)
7	Polder Zeevang	<i>Oeverdijk</i>
8	Haven Edam	<i>Binnenwaarts/kruinverhoging</i> Binnenwaartse berm* (HE-12A3) Kruinverhoging (HE-12B, EA-1A)
9	Broeckgouw Edam	<i>Binnenwaarts/buitenwaarts</i> Binnenwaartse berm* (EA-1B1/1B3) Buitenwaartse asverschuiving* (EA-2A)
10	Noordeinde Volendam	<i>Geoptimaliseerd buitenwaarts</i> Buitenwaartse berm met constructie (deels *)
11	Pieterman	<i>Kruinverhoging/binnenwaarts</i> Kruinverhoging (deel EA-3A) Buitenwaartse asverschuiving* (deel EA-3A, EA-3B)
12	Katwoude	<i>Binnenwaarts/gecombineerd</i> Binnenwaartse berm* (EA-4A) Gecombineerd met constructie* (EA-4B)
13	De Nes en Opperwoud	<i>Gecombineerd/binnenwaarts/buitenwaarts</i> Gecombineerd met constructie * (1 <sup>e</sup> deel EA-5) Binnenwaartse berm met constructie bij recreatiepark (2 <sup>e</sup> deel EA-5) Buitenwaartse asverschuiving* (EA-6)
14	Uitdam Dorp	<i>Geoptimaliseerd buitenwaarts</i> Gecombineerd met constructie* (EA-6) Buitenwaartse berm* met constructie bij dorp (EA-7A) Buitenwaartse asverschuiving* (EA-7B)



Module	Naam module	MMA (* = met kruinverhoging)
15	Uitdammerdijk	<i>Geoptimaliseerd gecombineerd</i> Gecombineerd* (EA-8) Gecombineerd met buitenwaartse asverschuiving* (deel EA-9, EA-10B) Gecombineerd* met constructie bij recreatiepark (deel EA-9, EA-10A) Kruinverhoging (EA 11)
16	Durgerdammerdijk	<i>Voorlopig MMA, samenstel van 2 alternatieven</i> Buitenwaartse berm* (deel EA-11) Buitenwaartse berm met constructie* (EA-12A) Havendam (EA-12B) Strekdam (EA-13)

### 4.3 Onderbouwing MMA

#### Module 1 Hoorn binnenstad

Voor deze module is een buitenwaartse versterking door verbreding van de berm en een minimale kruinverhoging onderzocht. Daarnaast is het verflauwen van het buitentalud met een kruinverhoging onderzocht.

#### *Belangrijkste waarden (KRK en parelkaart)*

De dijk maakt hier onderdeel uit van de cultuurhistorisch belangrijke Westfriese Omringdijk, maar heeft alleen aan de buitenkant een min of meer historisch profiel. In dit deel van het Hoornse Hop bevindt zich de baai met stedelijke recreatie. Meer zuidelijk (in module 2) waaiert dit uit naar een extensief buitengebied. Hier in module 1 vormt het stadsfront van Hoorn de grootste blikvanger.

#### *Milieueffecten*

De alternatieven kennen weinig onderscheid in milieueffecten.

#### *Conclusie*

Het MMA is een buitenwaartse versterking met verbreding van de berm, omdat dit alternatief een kleiner ruimtebeslag heeft en daarom het beste aansluit bij de huidige vorm van de Westfriese Omringdijk bij het stadsfront van Hoorn.

#### Module 2 Strand Hoorn

Voor deze module is een alternatief oeverdijk uitgewerkt en een alternatief met een buitenwaartse versterking met asverschuiving waarbij de kruin van de dijk wordt afgegraven.

#### *Belangrijkste waarden (KRK en parelkaart)*

De dijk maakt hier onderdeel uit van de cultuurhistorisch belangrijke Westfriese Omringdijk. De belangrijkste waarden zijn verder het beschermde Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer. De module maakt onderdeel uit van het Hoornse Hop; een baai met stedelijke recreatie uitwaaiierend naar extensief buitengebied. Het gebied kent een hoge archeologische verwachtingswaarde buitendijks: een groot deel van het huidige Hoornse Hop lag lange tijd binnendijks en de haven van Hoorn zorgde voor een concentratie van schepen. De belangrijkste waarden worden het minste geraakt door een oeverdijk.



#### *Milieueffecten*

Uit de milieueffecten blijkt dat het alternatief van de oeverdijk minder negatieve effecten heeft dan het alternatief buitenwaarts. Vooral bij natuur en in mindere mate bij cultuurhistorie en landschap treden verschillen in effecten op tussen de alternatieven. De oeverdijk biedt kansen voor natuurontwikkeling en waterkwaliteit die het alternatief met een buitenwaartse versterking niet biedt. Op het gebied van landschap blijft bij de aanleg van een oeverdijk de historische dijk intact, ook grijpt de oeverdijk niet in op landschappelijk markante punten als de kaap bij de Galgenbocht. Dit doet het alternatief met een buitenwaartse versterking wel.

#### *Conclusie*

Het MMA voor deze module is de oeverdijk.

#### Module 3 Grote Waal en De Hulk

Voor deze module is een alternatief oeverdijk uitgewerkt, een alternatief waarbij deels een buitenwaartse asverschuiving en deels een binnenwaartse versterking plaatsvindt met een kruinverhoging en ten slotte een alternatief op het eerste deel (sectie HE-2B en HE-2C) conform alternatief 2 een binnenwaartse en buitenwaartse versterking plaatsvindt maar op het laatste deel (sectie HE-3 en HE-4) een gecombineerde versterking met constructie. Ter hoogte van het gemaal Westerkogge wordt in alle alternatieven een constructieve versterking als maatwerk aangebracht.

#### *Milieueffecten*

Uit de milieueffecten blijkt dat het alternatief van de oeverdijk over het geheel genomen minder negatieve milieueffecten heeft dan ander twee alternatieven met deels binnenwaartse, deels buitenwaartse en deels gecombineerde versterkingen met constructie. Grote verschillen treden op voor natuur; verder treden voornamelijk verschillen op voor landschap, cultuurhistorie en archeologie. De oeverdijk biedt grote kansen voor natuurontwikkeling in de vorm van rietlanden en geleidelijke land-water overgangen. Op het gebied van landschap grijpt de oeverdijk niet in op landschappelijk markante punten, zoals de twee knikpunten in de dijk, de kapen en baaien en de bochten bij braken en kogen. Dit doen de andere alternatieven in enige mate wel. Wel is de dijk minder afleesbaar door de omvang van de oeverdijk dicht bij de huidige dijk. De binnenwaartse, buitenwaartse en gecombineerde versterkingen tasten het archeologisch monument aan, dat doet de oeverdijk niet. Bij de buitenwaartse asverschuiving wordt een deel van de historische dijk afgegraven.

#### *Belangrijkste waarden (KRK en parelkaart)*

De dijk maakt hier onderdeel uit van de cultuurhistorisch belangrijke Westfriese Omringdijk. De belangrijkste waarden zijn verder de natuurwaarden met de kolonie Visdiefjes op het voorland. Het gebied kent verder hoge archeologische verwachtingswaarden buitendijks: een groot deel van de huidige Hoornse Hop lag lange tijd binnendijks en de haven van Hoorn zorgde voor een concentratie van schepen. De belangrijkste waarden worden het minst geraakt door een oeverdijk. Ten slotte kent de dijk hier op delen een taludbekleding met Noordse steen die van cultuurhistorische waarde is.

#### *Conclusie*

Het MMA voor deze module is de oeverdijk, vanwege de meerwaarde voor natuur en behoud van de cultuurhistorische waarden van de Westfriese omringdijk.

De Markermeerdijken rond de Hoornse Hop behoudt in het MMA zijn huidige vorm, er is gekozen voor een kleine buitenwaartse versterking van de dijk bij de binnenstad van Hoorn, met behoud van de Markermeerdijken zelf in module 2 en 3, door het aanbrengen van een oeverdijk. De beleving en herkenbaarheid van het Hoornse Hop als baai vermindert met de oeverdijk, maar de oeverdijk heeft een positief effect op recreatie en natuur. Ten zuiden van de Hoornse Hop is gekozen voor een buitenwaartse versterking met asverschuiving, waarbij de bocht om de Bedijkte Waal verder wordt verruimd. Hierbij wordt de dijk ter hoogte van de Rietkoog binnenwaarts versterkt waarmee het historisch dijklichaam hier behouden blijft. Conclusie is dat binnen het Hoornse Hop het dijkprofiel van de Westfriese Omringdijk haar samenhang behoudt in het noordelijke deel door de aanleg van een oeverdijk. In het zuidelijke deel (zie hierna onder module 4) rondom de Bedijkte Waal is dit in mindere mate het geval door de buitenwaartse versterking.

#### Module 4 De Kogen

Voor deze module zijn twee alternatieven uitgewerkt. Eén volledig buitenwaarts alternatief waarbij op het laatste deel (sectie HE-6B) een kruinverhoging volstaat en één alternatief waarbij ook buitenwaarts wordt gegaan maar op één deel (sectie HE-5B) een binnenwaartse versterking plaatsvindt en op één deel een gecombineerde versterking met constructie (HE-4 en 5A). Op de andere secties is het tweede alternatief (sectie HE-6A en 6B) gelijk aan het eerste.

#### *Belangrijkste waarden (KRK en parelkaart)*

De belangrijkste waarden zijn de Westfriese Omringdijk, de kaap en de Visdiefjes op het voorland van de Floriskoog. De dijk vormt hier een historisch zetstuk met kenmerkende kapen en historische sluizen en gemalen.

#### *Milieueffecten*

Het MMA is de deels gecombineerde (met constructie), buitenwaartse en binnenwaartse versterking met op het laatste stuk de kruinverhoging. Dit alternatief grijpt minder in op de cultuurhistorische en landschappelijke waarden dan de volledig buitenwaartse versterking. Ook zijn er minder effecten op het NNN.

In het MMA is op een deel sprake van een buitenwaartse asverschuiving met een kruinverhoging waarbij de kruin van huidige dijk op een deel van de module wordt afgegraven. Op het middendeel is sprake van een stuk binnenwaartse versterking waarbij de kruin blijft liggen. Op het laatste stuk volstaat een kruinverhoging. In beide alternatieven wordt ter hoogte van het duiker Rietkoog en de Hornsluis een constructieve versterking aangebracht.

#### *Conclusie*

Het MMA is een gecombineerde, binnenwaartse en buitenwaartse versterking. Op een deel van de module is sprake van aantasting van de cultuurhistorische waarden door het afgraven van de kruin van de huidige dijk.

#### Module 5 Etersheimerbraak

Voor deze module is een alternatief uitgewerkt met een kruinverhoging (HE-7A1), een buitenwaartse asverschuiving waarbij deels de huidige hoogte volstaat (HE-7A2 en HE-7A3) en deels een kruinverhoging nodig is (HE-7B). Bij het tweede alternatief vindt na de kruinverhoging ter plaatse van HE-7A2 en HE-7A3 binnenwaartse versterking met kruinverhoging en ter plaatse van HE-7B een gecombineerde versterking met constructie plaats.

#### *Belangrijkste waarden (KRK en parelkaart)*

Dit deel valt binnen Kogenland en Zeevang (KRK) waarbij de belangrijkste waarden de binnendijkse braak en bebouwing vormen en het buitendijkse rietland. Daarnaast zijn buitendijks archeologische waarden aanwezig in de vorm van het verdronken dorp van Etersheim.

#### *Milieueffecten*

Uit de milieueffecten blijkt dat het binnenwaartse/gecombineerde alternatief over het geheel genomen iets minder negatieve milieueffecten heeft dan het alternatief buitenwaarts. De verschillen zijn echter beperkt. De voornaamste verschillen treden op voor archeologie en cultuurhistorie, omdat een deel van de bestaande dijk bij de buitenwaartse versterking wordt afgegraven en behouden kan blijven bij de binnenwaartse versterking.

#### *Conclusie*

Het MMA voor deze module is de overwegend binnenwaartse versterking, de braak wordt daarbij niet geraakt en dit alternatief heeft iets minder negatieve milieueffecten en sluit beter aan bij leidende waarden met name archeologie.

MMA in deelgebied Kogenland (module 4 en 5)

De dijk rondom het Kogenland wordt in het MMA vooral binnenwaarts versterkt. Het historische dijktracé blijft hierbij grotendeels intact. De enige uitzondering hierop vormt het gedeelte bij het nieuwe gemaal en bij de Koogbraak, het MMA is hier een buitenwaartse versterking (beide alternatieven gaan hier buitenwaarts). Door een zorgvuldige inpassing van de kaap bij de Hornsluis en bij het lint van Etersheim is dit niet negatief voor de eenheid van de bedijking van het Kogenland als geheel.

#### Module 6 Heintjesbraak en Warder

Voor deze module is een alternatief met een buitenwaartse asverschuiving (HE-8A en HE-8B) en vervolgens een gecombineerde versterking (HE-9A) onderzocht. Bij het tweede alternatief vindt eerst een gecombineerde versterking met asverschuiving (HE-8A), daarna een binnenwaartse versterking (HE-8B) met een constructieve versterking als maatwerk ter hoogte van het zwembad en ten slotte een buitenwaartse asverschuiving (HE-9A) plaats waarbij ook de huidige dijk wordt afgegraven. Het derde alternatief is gelijk aan het eerste alternatief maar met een constructie en gecombineerde versterking ter plaatse van lintbebouwing bij Warder (HE-9B).

#### *Belangrijkste waarden (KRK en parelkaart)*

In het KRK ligt deze module in Zeevang. Binnendijks zijn in het zuidelijke deel van deze module hoge natuurwaarden aanwezig. Buitendijks bevinden zich belangrijke waarden zoals het verdronken dorp van Etersheim en de recreatieve functies.

#### *Milieueffecten*

De alternatieven kennen weinig onderscheid in milieueffecten. Er is enig verschil op het punt van landschap en cultuurhistorie. Het tweede alternatief, waarbij deels binnenwaarts wordt versterkt, tast de bestaande dijk minder aan, waardoor er minder aantasting in de cultuurhistorische en landschappelijke kwaliteiten van de dijk zelf is. Het derde alternatief kent op het laatste deel (HE-9A) een buitenwaartse asverschuiving met constructie en tast daarmee ook op dit deel deze waarden het minst aan.

### *Conclusie*

Het MMA voor deze module is een samenstelsel van het tweede en derde alternatief: de gecombineerd/binnenwaartse versterking op HE-8 en op HE-9 de buitenwaartse versterking (in sectie HE-9B met constructie). Dit sluit beter aan bij het profiel van de huidige dijk en cultuurhistorie van de dijk omdat er geen grote asverschuiving optreedt. Er worden minder cultuurhistorische en landschappelijke waarden aangetast. Ook de recreatieve functies op het voorland worden niet aangetast.

### Module 7 Zeevang

Er zijn drie alternatieven onderzocht: een oeverdijk, een buitenwaartse versterking met asverschuiving en een gecombineerde/binnenwaartse versterking.

### *Belangrijkste waarden (KRK en parelkaart)*

De belangrijkste waarden zijn, naast de dijk zelf, de natuurwaarden binnendijks en buitendijks en de braken binnendijks vanwege de cultuurhistorische en archeologische waarden. Ook de Stelling van Amsterdam en het Fort Edam worden als belangrijke waarden genoemd.

### *Milieueffecten*

De alternatieven kennen grote verschillen in milieueffecten met name op het punt van natuur, archeologie en cultuurhistorie. Waar de oeverdijk positieve effecten heeft op natuur en waterkwaliteit tast het gecombineerde/binnenwaarts alternatief juist Natura 2000 en NNN aan. Het buitenwaartse alternatief heeft meer effect op archeologisch bekende waarden en cultuurhistorische waarden dan de oeverdijk en het gecombineerde/binnenwaarts alternatief en tast evenals het alternatief gecombineerd/binnenwaarts NNN aan.

### *Conclusie*

Het MMA is hier de oeverdijk omdat hierbij de belangrijkste waarden - te weten de binnendijkse en buitendijkse natuur en de cultuurhistorische en archeologische waardevolle braken - het minst worden geraakt.

### Module 8 Haven Edam

In deze module is een binnenwaartse versterking en een buitenwaartse asverschuiving (met afgraven van de kruin) onderzocht.

### *Belangrijkste waarden (KRK en parelkaart)*

De belangrijkste waarden zijn cultuurhistorie (Stelling van Amsterdam, Fort Edam) en de recreatie buitendijks.

### *Milieueffecten*

De binnenwaartse oplossing heeft minder negatieve milieueffecten op de archeologische en cultuurhistorische waarden, omdat onder meer de kruin van de dijk niet wordt afgegraven. Voor andere milieuaspecten hebben de alternatieven vergelijkbare effecten.

### *Conclusie*

MMA is hier een binnenwaartse versterking, omdat hiermee de archeologische en cultuurhistorische waarden van de dijk het minst worden geraakt. Er is geen effect op de Stelling van Amsterdam en het Fort.

### Module 9 Broeckgouw Edam

Binnen deze module is een buitenwaarts alternatief (deel met constructie) onderzocht en een deels binnenwaarts en deels buitenwaarts alternatief.

#### *Belangrijkste waarden (KRK en parelkaart)*

De belangrijkste waarden binnen dit deel van Zeevang zijn de binnendijks waardevolle bebouwing zoals het gemaal.

#### *Milieueffecten*

Het alternatief met de deels binnenwaartse oplossing heeft minder negatieve milieueffecten op archeologie en cultuurhistorie dan het buitenwaartse alternatief waarbij de kruin van de dijk op een deel van de module wordt afgegraven. Voor andere milieuaspecten zoals natuur en water hebben de alternatieven vergelijkbare milieueffecten.

#### *Conclusie*

Het MMA is de deels binnenwaartse versterking. De waardevolle bebouwing wordt hierbij niet geraakt, wel komt de berm tot dicht bij de woningen. De binnenwaartse versterking raakt in tegenstelling tot de buitenwaartse versterking geen archeologische en cultuurhistorisch geografische waarden.

### Module 10 Noordeinde Volendam

Er is sprake van twee alternatieven. In het eerste alternatief wordt op het eerste deel de buitenwaartse asverschuiving met afgraven van de kruin uit de vorige module doorgezet. Ter hoogte van de lintbebouwing van het Noordeinde (EA-2B2) vindt een buitenwaartse asverschuiving plaats waarbij de huidige dijk behouden blijft. Bij het tweede alternatief vindt een geoptimaliseerde buitenwaartse versterking met constructie plaats. Ter hoogte van het gemaal Volendam wordt in beide alternatieven een constructieve versterking aangebracht als maatwerk.

#### *Belangrijkste waarden*

De belangrijkste waarden zijn de historische bebouwing op de dijk, het stadsgezicht van Volendam, en de recreatieve waarde.

#### *Milieueffecten*

De belangrijkste effecten voor beide alternatieven treden op voor landschap, archeologie en woonbeleving. Op het eerste deel van de dijk worden bij het eerste alternatief bekende archeologische (verwachtings)waarden aangetast en verandert de huidige karakteristieke opbouw van de dijk (ruimtelijke opbouw en cultuurhistorie). Dit is voor het tweede alternatief niet het geval. Ter hoogte van Noordeinde verandert in beide alternatieven de herkenbaarheid van de dijk, wel blijven de fysieke waarden van het monument behouden. De brede berm heeft in het eerste alternatief bij Noordeinde invloed op de relatie van Volendam met water en dijk, door de grotere afstand van de woningen tot het water, maar biedt kansen voor recreatie. Bij het alternatief met constructie is dit effect ter hoogte van de bebouwing van Noordeinde iets minder.

#### *Conclusie*

Het MMA is de geoptimaliseerde buitenwaartse versterking met constructie. De geoptimaliseerde buitenwaartse versterking met constructie heeft iets minder effecten op de ruimtelijke opbouw en beleving (landschap) van de dijk en op de woonbeleving.

### Module 11 Pieterman

In deze module is een binnenwaartse versterking en een buitenwaartse asverschuiving onderzocht. Op het eerst deel van de module volstaat in beide alternatieven een kruinverhoging.

#### *Belangrijkste waarden (KRK en parelkaart)*

De belangrijkste waarden zijn de binnendijkse bebouwing en de archeologische waarden.

#### *Milieueffecten*

Onderscheidende milieueffecten treden op voor archeologie en cultuurhistorie. De buitenwaartse versterking heeft meer effecten op cultuurhistorische en archeologische waarden. Bij de binnenwaartse versterking wordt de monumentale dijk immers niet (op een deel van de module) afgegraven. De binnenwaartse versterking heeft meer effect op zetting (door constructies bij bebouwing) en op landschapselementen (de braak). Tijdens de uitvoering heeft de binnenwaartse versterking meer effecten op het gebied van geluid en trillingen voor de omgeving en verstoring op Natura 2000/NNN en weidevogelleefgebied (vanwege de noodzakelijke constructies).

#### *Conclusie*

Het MMA is, gelet op de permanente effecten, niet heel evident. Beide alternatieven hebben een negatief effect op één van de leidende waarden in de module (de binnenwaartse versterking op de binnendijkse bebouwing, de buitenwaartse versterking op de archeologische waarden en daarmee samenhangende cultuurhistorische waarde van de dijk). Daarom hebben de effecten tijdens de uitvoering een doorslaggevende rol gespeeld in het MMA. Het alternatief kruinverhoging/buitenwaarts heeft de minste effecten tijdens de uitvoering geluid, trillingen en verstoring natuur). Daarom is het alternatief kruinverhoging/buitenwaarts het MMA.

#### Deelgebied Zeevang (modules 6 tot en met 11)

De polder Zeevang wordt in het MMA ten noorden van Volendam zodanig versterkt dat zo goed mogelijk wordt aangesloten op het huidige dijkprofiel en de cultuurhistorie, de asverschuivingen zijn beperkt gehouden. Er ontstaat in de polder Zeevang wel een verschil in dijkprofiel tussen de versterkte en de niet versterkte delen. De oeverdijk als MMA doorbreekt een aaneengesloten ontwerp.

Ter hoogte van Volendam in het stedelijk gebied, dat in de huidige situatie al sterk afwijkt, heeft het gewenste stadsgezicht mede de gekozen oplossing bepaald.

Ten zuiden van Volendam wordt slechts een klein deel van de Markermeerdijken versterkt. Hier wordt in het MMA de dijk binnenwaarts versterkt om zoveel mogelijk bestaande archeologische waarden te ontzien. De conclusie is dat de polder Zeevang in het MMA vrijwel consistent is ingevuld, waarbij in het stedelijk gebied een duidelijk andere invulling is gekozen, maar dit is gezien de context een logische keuze.

### Module 12 Katwoude

Er is sprake van twee alternatieven. Beide alternatieven kennen op het eerste deel (kort stuk tot de bocht HE-4A) een binnenwaartse versterking. Op het tweede deel (sectie EA-4B) is alternatief 1 een buitenwaartse asverschuiving waarbij de huidige dijk deels wordt afgegraven en de kruin wordt verhoogd. Alternatief 2 is hier een gecombineerde versterking met constructie.

#### *Belangrijkste waarden*

De belangrijkste waarden betreffen de natuurwaarden van de Gouwzee, de binnendijkse en de buitendijkse archeologische waarden en de binnendijkse bebouwing.

#### *Milieueffecten*

De belangrijkste effecten treden op voor archeologie, cultuurhistorie en landschap. Het alternatief met de buitenwaartse asverschuiving heeft hierop meer effect, omdat hierbij de kruin (op een deel van de module) wordt afgegraven. Voor natuur treden geen onderscheidende milieueffecten op.

#### *Conclusie*

Het MMA is alternatief 2, binnenwaarts/gecombineerd. De binnendijkse bebouwing en de binnendijkse archeologische waarden worden hierdoor niet geraakt. Ook is sprake van een beperkter effect op de cultuurhistorische en archeologische waarden van de dijk.

Deelgebied Gouwzee (module 12)

De Versterking rond de Gouwzee is beperkt tot het deel bij Katwoude. De Versterking sluit logisch aan op aangrenzende delen en vormt een consistent geheel met de bestaande dijk.

#### Module 13 De Nes en Opperwoud

In deze module zijn drie alternatieven onderzocht. Het betreft een alternatief met buitenwaartse asverschuiving, een alternatief met een binnenwaartse versterking en een alternatief met gecombineerde versterking met constructie (EA-5 eerst stuk), binnenwaartse berm met constructie (EA-5 bij het recreatiepark) en een buitenwaartse asverschuiving (EA-6).

#### *Belangrijkste waarden (KRK en parelkaart)*

De belangrijkste waarden (KRK en Parelkaart) zijn: ruimte voor recreatie, natuur en beleving. Voor de natuur zijn deze waarden de buitendijkse voorlanden en het binnendijkse veenweidegebied en voor recreatie de buitendijkse recreatie en de dijk zelf die intensief door recreanten wordt gebruikt. Openheid, rust en ruimte zijn verdere centrale elementen. Binnendijks zijn de braak (Oosterpoel) en de aanwezige woningen belangrijke parels.

#### *Milieueffecten*

Het alternatief gecombineerd/binnenwaarts/buitenwaarts en het alternatief met de binnenwaartse versterking hebben minder negatieve effecten dan de buitenwaartse versterking op het gebied van met name archeologisch bekende waarden en cultuurhistorie<sup>9</sup>. Op de andere milieuaspecten zijn de verschillen wel aanwezig, maar minder uitgesproken. Op het gebied van natuur zijn de effectscores in deel B niet onderscheidend. Wel heeft de binnenwaartse berm een enigszins groter ruimtebeslag op het weidevogelleefgebied en de buitenwaartse asverschuiving een enigszins groter ruimtebeslag op de voorlanden. Het alternatief gecombineerd/binnenwaarts/ buitenwaarts en de binnenwaartse versterking hebben iets minder effect op recreatie. De gecombineerd/binnenwaartse/buitenwaartse versterking en de buitenwaartse versterking hebben minder effecten op cultuurhistorisch bouwkundige objecten in de polder en het waterbergend vermogen van de polder dan de binnenwaarts versterking. De binnenwaartse berm heeft de grootste effecten op de beleving van de dijk, de woonbeleving en de braak. De buitenwaartse asverschuiving heeft de grootste effecten op de ruimtelijke opbouw van de dijk.

#### *Conclusie*

Het MMA is het alternatief gecombineerd/binnenwaarts/buitenwaarts, dat deels in combinatie met een constructie wordt uitgevoerd. De buitenwaartse asverschuiving en de binnenwaartse berm hebben beiden de negatiefste effecten op verschillende belangrijkste waarden uit het KRK en de

---

<sup>9</sup> Bij de buitenwaartse versterking wordt de kruin van de bestaande dijk op een deel van de module (10%) afgegraven en op een deel (90%) getransformeerd dat wil zeggen klein deel van kruin afgraven.



Parelkaart. Voor de buitenwaartse asverschuiving geldt dit voor natuur, recreatie en ruimte<sup>10</sup>, voor de binnenwaartse berm heeft dit betrekking op natuur, beleving en de braak<sup>11</sup>. Ook op overige milieuthema's hebben beide andere alternatieven de negatiefste effecten<sup>12</sup>.

#### Module 14 Uitdam Dorp

Er is sprake van twee alternatieven. Het eerste alternatief (buitenwaartse asverschuiving) bestaat op het eerste deel ten noorden van het dorp uit een buitenwaartse asverschuiving en op het tweede deel ter hoogte van het dorp uit een buitenwaartse versterking met een berm. Ten zuiden van het dorp vindt weer een buitenwaartse versterking met een beperkte asverschuiving plaats. Het tweede alternatief (geoptimaliseerd buitenwaarts) is op het laatste deel (EA-7B) gelijk aan het eerste alternatief, maar vanaf het begin van de module tot en met de lintbebouwing bij het dorp vindt een combinatie van versterking in grond met een constructie plaats. Op sectie EA-6 is dit een gecombineerde versterking met constructie, op sectie EA-7B is dit een buitenwaartse berm met kistdam.

#### *Belangrijkste waarden (KRK en parelkaart)*

De belangrijke waarden zijn de binnendijkse bebouwing en de beleving van de dijk in relatie tot het dorp. Openheid, rust en ruimte staan centraal.

#### *Milieueffecten*

De belangrijkste milieueffecten treden op voor archeologie en (woon)beleving. Effecten op archeologie zijn er in beide alternatieven. In het eerste alternatief door een buitenwaartse asverschuiving met afgraven van de kruin op een deel van de module, in het tweede alternatief door de kistdam. Op het punt van beleving heeft het alternatief met constructie het minste effect. Er is geen effect op natuurwaarden.

#### *Conclusie*

Het MMA is de geoptimaliseerde buitenwaartse versterking met constructie. Deze tast de binnendijks bebouwing niet aan en heeft een beperkt effect op de beleving van de dijk.

#### Module 15 Uitdammerdijk

Voor deze module zijn vier alternatieven onderzocht. Het eerste alternatief is een gecombineerde versterking (EA-8), een gecombineerde versterking met een buitenwaartse asverschuiving (EA-9 en EA-10) en op het laatste stuk een kruinverhoging (EA-11). Het tweede alternatief is een Dijk buitenom. Het derde alternatief is een buitenwaartse asverschuiving (EA8, EA-9, EA-10) en op het laatste stuk een kruinverhoging (EA-11). Het vierde alternatief is gelijk aan het eerste alternatief maar met een gecombineerde versterking met constructie ter plaatse van het recreatieterrein (deel EA-9 en EA10-A van dijkpaal 120-122).

#### *Belangrijkste waarden (KRK en parelkaart)*

In Waterland staan openheid, rust, ruimte en natuur centraal. Daarnaast is er op de dijk en buitendijks sprake van recreatie. De beleving op en van de dijk staat centraal.

---

<sup>10</sup> Enigszins meer ruimtebeslag op de voorlanden als belangrijke natuurwaarde, gering ruimtebeslag op het recreatiepark meer effect op de ruimtelijke opbouw van de dijk.

<sup>11</sup> Enigszins meer ruimtebeslag op weidevogelleefgebied als natuurwaarde, groter effect op de beleving van de dijk en op de woonbeleving en groter effect op de braak.

<sup>12</sup> De buitenwaartse asverschuiving op het gebied van archeologie en cultuurhistorie, de binnenwaartse berm op het waterbergend vermogen van de polder).

#### *Milieueffecten*

Onderscheidende milieueffecten treden op voor natuur, archeologie, cultuurhistorie en recreatie. De gecombineerde versterking met constructie (alternatief 4) tast de openheid, beleving van en op de dijk en de recreatie het minst aan. Daarbij moet opgemerkt worden dat alternatief 1 (gecombineerde versterking zonder constructie) en alternatief 3 (buitenwaartse asverschuiving) vooral de beleving van de dijk zelf aantasten en alternatief 2, de Dijk buitenom, vooral de beleving vanaf de dijk (te weten de beleving van het Markermeer). De Dijk buitenom heeft zeer negatieve effecten op de recreatieve mogelijkheden (de Dijk buitenom vormt een extra barrière voor rechtstreekse toegang tot het Markermeer en IJsselmeer) en heeft negatieve effecten op Natura 2000, maar een neutraal effect op NNN. Op de recreatieve voorzieningen bij het Kinselmeer heeft alternatief 1 (de gecombineerde versterking) meer negatieve effecten dan alternatief 3 (buitenwaartse asverschuiving) en alternatief 4 (gecombineerd met constructie). De Dijk buitenom heeft minder negatieve effecten op cultuurhistorie en archeologie dan de andere alternatieven, omdat de huidige dijk niet wordt aangetast. De volledig buitenwaartse versterking (alternatief 3) grijpt het meest in op de cultuurhistorische waarde van de dijk.

#### *Conclusie*

Het MMA vormt de gecombineerde versterking met constructie. Deze komt het meest tegemoet aan de belangrijke waarden; openheid, de beleving op en van de dijk, de recreatie en natuur.

#### Module 16 Durgerdammerdijk

Voor deze module zijn vier alternatieven onderzocht. Het betreft een alternatief Dijk buitenom, een alternatief met geheel buitenwaartse versterking, een alternatief met een geoptimaliseerd buitenwaartse versterking met een constructie bij Durgerdam (EA-12) en ten slotte een alternatief waarbij eerst een buitenwaartse versterking (EA-11 en EA-12A) en vervolgens een havendam en strekdam (EA-12B en EA-13) wordt aangelegd.

#### *Belangrijkste waarden (KRK en parelkaart)*

De belangrijkste waarden zijn het beschermd dorpsgezicht en de recreatieve waarde van Durgerdam. Bij dit beeld hoort ook de buitendijkse jachthaven. Hierbij wordt de dijk intensief recreatief gebruikt door recreanten.

#### *Milieueffecten*

Onderscheidende milieueffecten tussen de alternatieven zijn er vooral op landschap en recreatie. De Dijk buitenom sluit de rechtstreekse toegang tot het IJmeer af en heeft meer negatieve effecten op de beleving van de bestaande dijk, zowel vanuit het aspect cultuurhistorie, als landschap. De historisch ruimtelijke structuur van het dorp en haar omgeving verandert; bij een Dijk buitenom is er geen directe ligging meer aan het Buiten IJ. Het alternatief met de havendam en strekdam grijpt - anders dan de volledig buitenwaartse versterking - het minst in op de ruimtelijke opbouw van de dijk en de relatie van Durgerdam met het water (zichtlijnen, uitzicht). Het alternatief met de constructie bij Durgerdam heeft minder effect op landschap dan de geheel buitenwaartse versterking.

#### *Conclusie*

Het MMA voor de gehele module vormt het alternatief met een buitenwaartse versterking en de strekdam en havendam. Bij de strekdam en havendam wordt het beschermd dorpsgezicht niet fysiek beïnvloed en is er geen effect op recreatie. Kijkend op sectieniveau is het MMA op de secties EA-11 en 12 afwijkend namelijk de geoptimaliseerde buitenwaartse versterking met iets minder

effect op landschap en recreatie (verwezen wordt naar de analyse in het Bijlagenboek). Het uiteindelijke MMA is dan ook een combinatie van twee alternatieven.

#### Deelgebied Waterland (module 13-16)

In het gehele Waterland is sprake van bijzondere waarden binnendijks. Het MMA is dan ook grotendeels buitenwaarts gezocht. De modules worden daarbij zowel gecombineerd en buitenwaarts versterkt, waarbij de omvang van het dijklichaam toeneemt met een brede binnenberm. Alleen in het noordelijke deel is sprake van een binnenwaartse versterking. In het zuidelijke gedeelte (module 14-16) blijft het ruimtebeslag binnendijks doorgaans beperkt. Ter hoogte van Uitdam wordt de dijk buitenwaarts versterkt om het dorp te ontzien. Ter hoogte van Durgerdam wordt een nieuw element in de vorm van een strekdam en een havendam toegevoegd, waarbij de bestaande dijk met aangrenzende bebouwing behouden blijft. Er ontstaat een nieuwe havenkom, die het dorp beschermt zonder dat de relatie met het Markermeer verbroken wordt. Conclusie is dat de samenhang in oplossingsrichtingen in het zuidelijke deel van Waterland overwegend consistent is. Het noordelijke deel wijkt hiervan af met een binnenwaartse versterking.

#### 4.4 Invloed van de uitvoeringseffecten op het MMA

Zoals in de vorige paragraaf is aangegeven, hebben de effecten tijdens de uitvoering (periode 2018-2021) alleen invloed op het MMA, indien er op het gebied van de permanente effecten nauwelijks onderscheid is. De volgende tabel 6 bevat voor de volledigheid een overzicht van het MMA op het gebied van alleen de uitvoeringseffecten en geeft de verhouding met het uiteindelijke MMA aan. Bij het bepalen van het MMA op het gebied van uitvoeringseffecten is een grote waarde toegekend aan geluid en trillingen voor de omgeving. Reeds vroeg in het proces is besloten de aanvoer van klei, zand en waterbouwstenen zoveel mogelijk over het water aan te voeren. Hierdoor blijven de milieueffecten van het grondverzet (verkeersstromen over het land met bijbehorende effecten) zo veel mogelijk beperkt. Bij het bepalen van het MMA uitvoering is derhalve minder waarde toegekend aan de effecten van het grondverzet.

**Tabel 6 MMA uitvoering**

Nr	Naam module	MMA uitvoering	Verhouding met uiteindelijk MMA (tabel 9)
1	Hoorn Binnenstad	Geen MMA uitvoering: alternatieven zijn niet onderscheidend in effecten van de uitvoering.	Gelijk aan het uiteindelijke MMA
	Strand Hoorn	Oeverdijk: effecten uitvoering van de alternatieven geven een diffuus beeld. De oeverdijk is het uitvoeringsMMA, omdat in dit alternatief de effecten van geluid en trillingen bij de bebouwde kom het kleinst zijn.	Gelijk aan het uiteindelijke MMA
2			
	Grote Waal en De Hulk	Oeverdijk: effecten uitvoering van de alternatieven geven een diffuus beeld. De oeverdijk is uiteindelijk het uitvoeringsMMA, omdat deze de minste effecten heeft qua geluid en trillingen bij de bebouwde kom, de minste effecten heeft op NNN en de tijdelijke negatieve effecten op natuur niet opwegen tegen de natuurontwikkeling op de oeverdijk in de permanente situatie.	Gelijk aan het uiteindelijke MMA
3			
	De Kogen	Het overwegend buitenwaartse alternatief: dit alternatief kent de minste negatieve effecten op het gebied van geluid en trillingen voor de omgeving en verstoring op Natura 2000.	Ander MMA dan het uiteindelijke MMA. De permanente effecten zijn doorslaggevend voor het uiteindelijke MMA.
4			
	Etersheimer- braak	Het buitenwaartse alternatief: dit alternatief kent de minste negatieve effecten op het gebied van geluid	Ander MMA dan het uiteindelijke MMA. De permanente
5			

Nr	Naam module	MMA uitvoering	Verhouding met uiteindelijk MMA (tabel 9)
		en trillingen voor de omgeving en verstoring op Natura 2000.	effecten zijn doorslaggevend voor het uiteindelijke MMA.
6	Heintjesbraak en Warder	Het alternatief buitenwaartse asverschuiving (HE-8/HE-9B)/gecombineerd (HE-9A): dit alternatief kent de minste negatieve effecten op het gebied van geluid en trillingen voor de omgeving en verstoring op NNN/weidevogelleefgebieden.	Ander MMA dan het uiteindelijke MMA. De permanente effecten zijn doorslaggevend voor het uiteindelijke MMA.  Gecombineerd*/binnenwaartse berm* (HE-8) buitenwaartse asverschuiving* met constructie (HE-9A)
7	Polder Zeevang	Oeverdijk: dit alternatief kent de minste negatieve effecten op het gebied van geluid en trillingen voor de omgeving en verstoring op Natura 2000 (Zeevang)/ NNN/ weidevogelleefgebieden. Wel leidt dit alternatief tot het meeste grondverzet.	Gelijk aan het uiteindelijke MMA
8	Haven Edam	Het buitenwaartse alternatief is het MMA op het gebied van uitvoering. Dit alternatief kent minder negatieve effecten op het gebied van geluid voor de omgeving.	Ander MMA dan het uiteindelijke MMA. De permanente effecten zijn doorslaggevend voor het uiteindelijke MMA.
9	Broeckgouw Edam	Het alternatief binnenwaartse berm (EA-1B)/ buitenwaartse asverschuiving (EA-2A): dit alternatief kent minder negatieve effecten op het gebied van geluid en trillingen voor de omgeving en verstoring op Natura 2000.	Gelijk aan het uiteindelijke MMA
10	Noordeinde Volendam	Het buitenwaartse alternatief: dit alternatief kent de minst negatieve effecten op het gebied van geluid en trillingen bij de bebouwde kom en verstoring op Natura 2000.	Ander MMA dan het uiteindelijke MMA. De permanente effecten zijn doorslaggevend voor het uiteindelijke MMA.
11	Pieterman	Het overwegend buitenwaartse alternatief: dit alternatief kent minder negatieve effecten op het gebied van geluid en trillingen voor de omgeving en verstoring op Natura 2000/NNN/ weidevogelleefgebied.	Het MMA uitvoering is doorslaggevend voor het uiteindelijke MMA. Gelijk aan het uiteindelijke MMA.
12	Katwoude	Het overwegend buitenwaartse alternatief: dit alternatief kent minder negatieve effecten op het gebied van geluid en trillingen voor de kern Katwoude en verstoring op Natura 2000.	Ander MMA dan het uiteindelijke MMA. De permanente effecten zijn doorslaggevend voor het uiteindelijke MMA.
13	De Nes en Opperwoud	Het buitenwaartse alternatief: dit alternatief kent de minste effecten op het gebied van geluid en trillingen voor de woonomgeving. En leidt in ieder geval tot minder verstoring op Natura 2000/NNN/weidevogelleefgebieden t.o.v. het alternatief gecombineerd/ buitenwaarts (met constructie).	Ander MMA dan het uiteindelijke MMA. De permanente effecten zijn doorslaggevend voor het uiteindelijke MMA.
14	Uitdam Dorp	Buitenwaartse asverschuiving: dit alternatief kent be- duidend minder negatieve effecten op het gebied van geluid en trillingen voor de kern en minder verstoring op Natura 2000/NNN/weidevogelleefgebieden.	Ander MMA dan het uiteindelijke MMA. De permanente effecten zijn doorslaggevend voor het uiteindelijke MMA.
15	Uitdammerdijk	Dijk buitenom: de effecten van de uitvoering van alle alternatieven geven een diffuus beeld. De dijk buitenom is uiteindelijk het uitvoeringsMMA, gelet op de leidende waarden hier. De Dijk buitenom kent minder negatieve effecten qua geluid en trillingen voor de omgeving (van belang voor rust, beleving en recreatie) en minder verstoring op NNN/ weidevogelleefgebieden en beschermde soorten (van belang voor natuur). Wel heeft dit alternatief de grootste effecten op Natura 2000 (natuur) en op het grondverzet.	Ander MMA dan het uiteindelijke MMA. De permanente effecten zijn doorslaggevend voor het uiteindelijke MMA.
16	Durgerdammerdijk	Dijk buitenom: dit alternatief kent de minst negatieve effecten op het gebied van geluid en trillingen voor de bebouwde kom en minder verstoring op	Ander MMA dan het uiteindelijke MMA. De permanente

Nr	Naam module	MMA uitvoering	Verhouding met uiteindelijk MMA (tabel 9)
		NNN/ weidevogelleefgebieden en beschermd soorten. Wel kent dit alternatief de grootste effecten op het gebied van grondverzet en op Natura 2000. Gelet op de aanwezigheid van de (toeristisch aantrekkelijke) kern Durgerdam worden deze effecten minder relevant geacht.	effecten zijn doorslaggevend voor het uiteindelijke MMA.

#### 4.5 Mitigerende maatregelen in het MMA

De alternatieven die het MMA vormen hebben de minste milieueffecten en sluiten het beste aan bij de belangrijkste waarden uit het KRK en de parelkaart. Toch is ook dan binnen een aantal modules nog sprake van grote effecten. Hierna zijn per milieuaspect mitigerende maatregelen benoemd voor de alternatieven die het MMA vormen. Daarbij is aangegeven voor welke module deze maatregelen van toepassing zijn.

Mitigerende maatregelen die te maken hebben met de aanlegfase en met de uitvoering van de Versterking, staan beschreven in het hoofdstuk Effecten van uitvoering in deel B van het MER. In het volgende hoofdstuk is beschreven welke mitigerende maatregelen onderdeel zijn van het VKA en hoe met het VKA invulling is gegeven aan de opgave om de nieuwe dijk passend in de omgeving te laten zijn.

##### *Landschap en cultuurhistorie*

Maatregelen	Module
Waar sprake is van een buitenwaartse asverschuiving en geen bebouwing langs de dijk staat, is op basis van de gehanteerde randvoorwaarden voor het ontwerp de asverschuiving zo klein mogelijk gehouden en de vorm van de huidige dijk zo veel mogelijk behouden. Minimalisering van de buitenwaartse asverschuiving op basis van nieuwe (technische) inzichten heeft blijvend aandacht.	4, 5, 6 en 12
Bij enkele modules kan de oorspronkelijke dijk beter herkenbaar blijven door bijvoorbeeld de bochtstraal bij een kaap of knik in de dijk nader vorm te geven of de overgangen tussen onderscheidende stukken dijk zichtbaar te maken.	4 en 12
Ten slotte kan binnendijks zo veel mogelijk de historische structuur worden behouden van de Westfriese Omringdijk en de droogmakerij door bijvoorbeeld een molensloot parallel aan de dijk terug te brengen.	4, 5 en 6

##### *Natuur*

Voor de effecten op natuur is een mitigatie- en compensatieplan opgesteld, zie hiervoor het bijlagenboek. Hierin zijn natuurmaatregelen opgenomen zowel voor de aanlegfase als voor de permanente effecten vanwege het ruimtebeslag van de Versterking. De maatregelen voor de aanlegfase zijn ook kort beschreven in deel B van dit MER.

In onderstaande tabel zijn de twee belangrijkste maatregelen vanwege het permanente ruimtebeslag van de Versterking kort benoemd.

Maatregelen	Modules
Compensatie vanwege effecten op NNN en weidevogelleefgebied. Voor aantasting van de NNN vindt compensatie plaats in de vorm van natuurontwikkeling op de oeverdijk. Voor weidevogelleefgebieden worden ter compensatie kwaliteitverbeterende maatregelen genomen in de omgeving.	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 15 en 16

*Overige aspecten*

Er zijn geen mitigerende maatregelen voor water, bodem, archeologie, recreatie en wonen.

## 5 Voorkeursalternatief (VKA)

*Dit hoofdstuk geeft inzicht in het voorkeursalternatief (VKA) en de milieueffecten van het VKA. Het VKA is het dijkversterkingsalternatief zoals dat is vastgelegd in het Projectplan Waterwet. De onderbouwing voor het VKA is opgenomen in het Ontwerp Projectplan Waterwet. Het VKA is voor het merendeel van de modules overwegend gelijk aan het MMA (meest milieuvriendelijke alternatief) zoals beschreven in het vorige hoofdstuk: het milieualternatief dat 'het beste uit de bus komt' qua milieueffecten en belangrijkste waarden in het gebied.*

*Ook geeft dit hoofdstuk een samenvatting van de robuustheidsanalyse. In deze robuustheidsanalyse worden globaal de milieueffecten in beeld gebracht van onzekere gebeurtenissen in de omgeving van de Markermeerdijken.*

### 5.1 Onderbouwing VKA

In het Ontwerp Projectplan Waterwet is het voorkeursalternatief voor de Versterking onderbouwd en toegelicht, inclusief de wijze van uitvoering. Bij het bepalen van het VKA hebben uiteraard de milieueffecten van de alternatieven zoals deze in deel B van dit MER zijn beschreven een belangrijke rol gespeeld, waarbij een integrale afweging is gemaakt tussen de belangrijkste waarden, te weten landschap, cultuurhistorie en natuur.

Bij het bepalen van het voorkeursalternatief (VKA) wordt naast de milieueffecten ook gekeken naar:

1. de eisen die worden gesteld op grond van het Hoogwaterbeschermingsprogramma. Dit betekent dat de keuze tussen de alternatieven mede wordt bepaald op grond van de criteria 'sober, robuust en doelmatig';
2. het integraal lijnvormig beeld van de Versterking over het geheel van het dijktracé;
3. ruimte om tegemoet te komen aan initiatieven uit de regio.

Om het MER zelfstandig leesbaar te houden is het VKA per module hierna wel beschreven en is aangegeven wanneer wordt afgeweken van het MMA. De integrale motivering van het VKA is echter terug te vinden in paragraaf 4.3 het Ontwerp Projectplan Waterwet. Deze motivering zal tevens als losse bijlage bij het MER worden verstrekt.

### 5.2 Meekoppelkansen, mitigerende maatregelen en ruimtelijke inpassing van het VKA

De Versterking leidt tot een veilige dijk die voldoet aan de wettelijke veiligheidsnorm tegen overstromingen. Daarnaast wordt de dijk zo veel mogelijk ingepast in haar omgeving. Hiervoor worden enkele maatregelen ten behoeve van ruimtelijke inpassing genomen. Ten slotte is sprake van meekoppelkansen: dit zijn door derden geïnitieerde maatregelen die niet ter verwezenlijking van de veiligheidsopgave dienen, maar wel onderdeel zijn van de Versterking.

#### *Meekoppelkansen*

De ambitie van de Alliantie en haar partners reikt verder dan alleen het op orde brengen van de dijkveiligheid. Door kansen van derden mee te koppelen in het dijkversterkingsproject werkt HHNK aan kwaliteitsverbetering in het gebied. De mogelijke initiatiefnemers van meekoppelkansen zijn in een vroeg stadium betrokken bij de Versterking. De realisatie en het beheer en onderhoud van



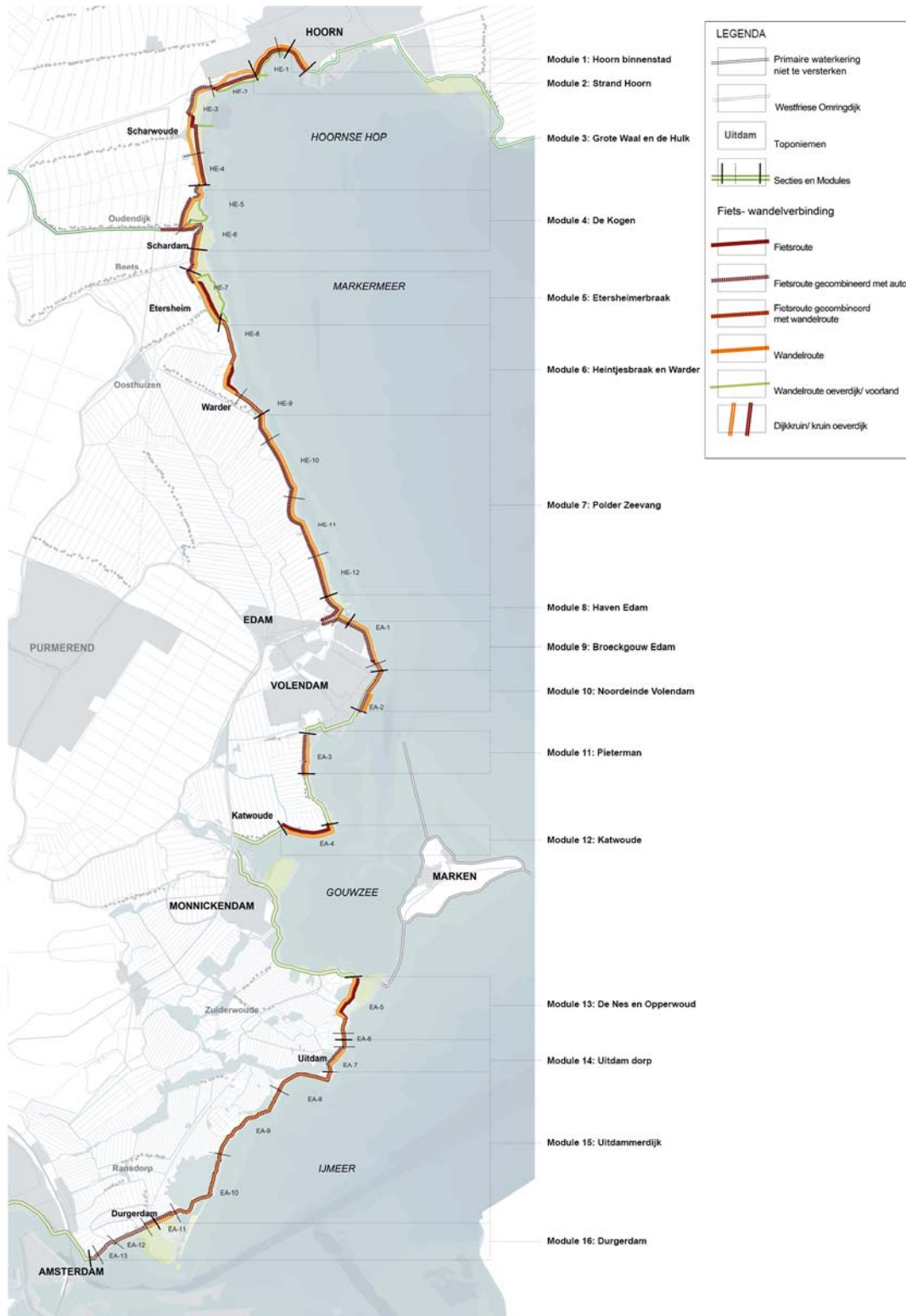
meekoppelkansen worden gefinancierd door de initiatiefnemers. De meekoppelkansen die onderdeel zijn van het VKA zijn het stadstrand bij Hoorn op de oeverdijk (module 2), de realisatie van een ecologisch ingerichte berm bij Zeevang (module 7) en een doorlopende wandel- en fietsverbinding van Hoorn naar Amsterdam. In deel B van het MER zijn de effecten van deze meekoppelkansen apart beschouwd. Zo bestaat inzicht in de effecten van het VKA met en zonder deze meekoppelkansen. De effecten van deze meekoppelkansen zijn beperkt en daarom zijn alle meekoppelkansen, waaronder de doorlopende fietsverbinding en het strand, onderdeel van het VKA.

De volgende meekoppelkansen zijn meegenomen in het ontwerp.

Tabel 7. Meekoppelkansen

Meekoppelkansen	Module	
<b>Realisatie doorgaande fiets- en wandelverbinding</b>	Module 1 Hoorn Binnenstad: - Doorgaande fiets- en wandelverbinding op berm.	
	Module 2 Strand Hoorn: - Doorgaande fietsverbinding aan buitenzijde schouwburg. - Doorgaande fiets- en wandelverbinding vanaf dijkpaal 13 op kruin oeverdijk.	
	Module 3 Grote Waal en de De Hulk: - Doorgaande fiets- en wandelverbinding tot aan dijkpaal 34 op kruin oeverdijk. - Doorgaande fiets- en wandelverbinding tot dijkpaal 46 d.m.v. een verbinding (over de strekdam) terug naar oeverdijk en over kruin oeverdijk.	
	Module 4 De Kogen: - Wandelverbinding dp 74-75+50 (deel HE-6A) in buitenteen op voorland.	
	Module 5 Etersheimerbraak: - Doorgaande fietsverbinding op voorland (HE-7A2, HE-7A3, HE-7B).	
	Module 6 Heintjes-braak en Warder: - Doorgaande fiets- en wandelverbinding op kruin dijk (HE-8A en HE-9A). - Doorgaande fietsverbinding buitendijks op voorland (HE-8B).	
	Module 9 Broeckgouw Edam: - Doorgaande fietsverbinding i.c.m. bestaande wandelverbinding op kruin dijk (EA-2A).	
	Module 10 Noordeinde Volendam: - Doorgaande fiets- en wandelverbinding op kruin dijk (EA-2A en EA-2B1).	
	Module 12 Katwoude: - Doorgaande fietsverbinding vrijliggend naast de weg (EA-4B).	
	Module 13 De Nes en Opperwoud: - Verbreding doorgaande fietsverbinding (EA-5 tot dijkpaal 66 op voorland, EA-5 vanaf dijkpaal 66 en EA-6 op kruin dijk).	
	Module 14 Uitdam Dorp: - Verbreding doorgaande fiets- en wandelverbinding op kruin (EA-6 en EA-7B).	
	Module 15 Uitdammerdijk: - Verbreding doorgaande fietsverbinding op kruin (EA-8 t/m EA-10). - Wandelverbinding in het buitentalud tussen kruin dijk en bovenzijde steenbekleding (EA-8 t/m EA-10).	
	<b>Aanleg stadstrand op oeverdijk</b>	Module 2 Strand Hoorn: Dit is inclusief parkeerplaatsen, een fiets- en voetpad (als onderdeel van doorgaande fiets- en wandelverbinding) en een groenstrook.

Meekoppel- kans	Module
<b>Ecologisch inrichten en onderhouden berm</b>	Module 7 Polder Zeevang (HE-9B, HE-10, HE-11).
<b>Aanleg voorlanden</b>	Module 7 Polder Zeevang: Buitendijks worden op vier locaties, over circa 1,8 km een kort voorland aangebracht in te richten als migratiezone. Deze voorlanden worden gebruikt voor het versterken van de ecologische structuur, zowel langs de dijk als de relatie binnen- en buitendijks. De gekozen locaties voor de voorlanden zijn gekoppeld aan de binnendijkse braken, en zoveel mogelijk niet vóór bestaande bebouwing. De voorlanden liggen direct tegen de dijk met een brede rand stortsteen tussen de dijkteen en voorland, vanwege de dijkveiligheid en inspecteerbaarheid. De voorlanden hebben een variërende breedte van circa 15 tot 30 meter met een flauw talud naar de waterbodem en de inrichting is zacht met lage begroeiing.



Figuur 28: Doorlopende fiets- en wandelverbinding na de Versterking

### Ruimtelijke inpassingen en mitigerende maatregelen

De ruimtelijke inpassingen (deels ook als mitigerende maatregelen genoemd) die in het ontwerp van de Versterking zijn meegenomen, zijn hieronder beschreven (tabel 8). Deze maken onderdeel uit van het VKA en maken onderdeel uit van de beschreven milieueffecten in paragraaf 5.3.

Tabel 8. Ruimtelijke inpassingen en mitigerende maatregelen opgenomen in het ontwerp

Module	Maatregel
<b>Gehele traject</b>	Bestaande voorzieningen worden teruggebracht, zoals wegen, parkeerplekken, strandjes, in- en uitritten en watergangen, dit is inclusief de aanwezige wandel- en fietsverbinding.
<b>Gehele traject</b>	Wanneer sprake is van afgraving van de dijk, worden op een aantal locaties in de nieuwe situatie de 'oude' locaties van de dijk zichtbaar gemaakt met de 'oude' dijkpalen. Op deze manier blijft de geschiedenis van de dijk zichtbaar en kan het verhaal worden doorverteld.
<b>6: Heintjesbraak en Warder en 7: Zeevang</b>	Vanaf dijkpaal 48 tot en met module 7 blijft de weg op de berm liggen. Als er geen milieutechnische belemmeringen zijn, zal de weg met de asverschuiving van de dijk mee verschuiven en daardoor verder van de huizen komen te liggen.
<b>7: Zeevang</b>	Op maximaal een viertal plekken worden interessante en relevante plekken geaccentueerd, zogenaamde dijkplaatsen. Deze dijkplaatsen dienen het verhaal van de dijkpraktijk anno 2017 te vertellen.
<b>4: De Kogen, 12: Katwoude en 15: Uitdammerdijk</b>	Noordse stenen worden plaatselijk teruggebracht als dijkbekleding op markante punten (kopen). Deze markante punten zijn gekozen aan de hand van de historische locatie en de belevingswaarde vanaf de dijk en vanaf het water. <ul style="list-style-type: none"><li>• kaap Bedijkte waal (module 4);</li><li>• kaap Hoek van de Noord (module 12);</li><li>• kaap Uitdam (module 15).</li></ul>

#### *Verdere inpassing in de omgeving*

Bij de verdere uitwerking van het ontwerp zoals dat nu is opgenomen in het Ontwerp Projectplan Waterwet zijn worden de volgende aandachtspunten voor de inpassing in de omgeving betrokken. In paragraaf 6.3 van dit MER is beschreven welke gevolgen dit heeft voor de effectbeoordeling.

- Bij de modules waar een buitenwaartse asverschuiving plaatsvindt, wordt de asverschuiving zo beperkt mogelijk gehouden en de vormgeving van de taluds aangesloten op de huidige vorm. Minimalisering van de buitenwaartse asverschuiving heeft blijvend aandacht.
- De dijk wordt beter herkenbaar gehouden door passende vormgeving van de bochtstraal bij een kaap, knik of overgang in de dijk (module 4, 7, 12) en door rekening te houden met de overgangen tussen onderscheidende stukken dijk. Dit betreft eveneens een mitigerende maatregel die de negatieve effecten van de Versterking op landschap en cultuurhistorie zal verzachten.
- Over de exacte vormgeving van de inrichtingselementen en dijkbekleding worden met de Provincie Noord-Holland, recreatieschap en de betreffende gemeente nadere afspraken gemaakt middels het vormgevingsplan. Een voorbeeld hiervan is het type meubilair, de materiaalkeuze en het type graszaadmengsel.
- Bij het terugbrengen van een bestaande voorziening wordt rekening gehouden met de bestaande situatie. Dit betekent dat indien een weg in de huidige situatie niet geschikt is om te parkeren, in principe een vergelijkbare situatie wordt teruggebracht. Dit wordt afgestemd met de betreffende gemeente en de wegbeheerder.

- Bij module 12 Katwoude wordt gekeken of het fietspad door middel van een getrappt profiel tegen de dijk kan worden aangelegd, waarmee de historie van de dijk wordt benadrukt.
- Voor module 15 Uitdammerdijk wordt bekeken of in het buitentalud een voetpad (gras) kan worden aangelegd. Deze komt te liggen tussen de kruin van de dijk en de bovenkant van de steenbekleding.

De maatregelen voor natuur zijn onderdeel van de Versterking. De volledige maatregelen zijn beschreven in het mitigatie- en compensatieplan.

### 5.3 VKA per module (inclusief milieueffecten)

Hieronder wordt per module het gekozen voorkeursalternatief nader beschreven. Daarbij wordt kort de huidige situatie beschreven, daarna de gekozen oplossing en de milieueffecten. Daarbij is rekening gehouden met de meekoppelkansen en de ruimtelijke inpassing. Ten slotte wordt ingegaan op de lokale maatregelen zoals het aanpassen van kunstwerken.

#### 5.3.1 Overzicht VKA per module (tabelvorm)

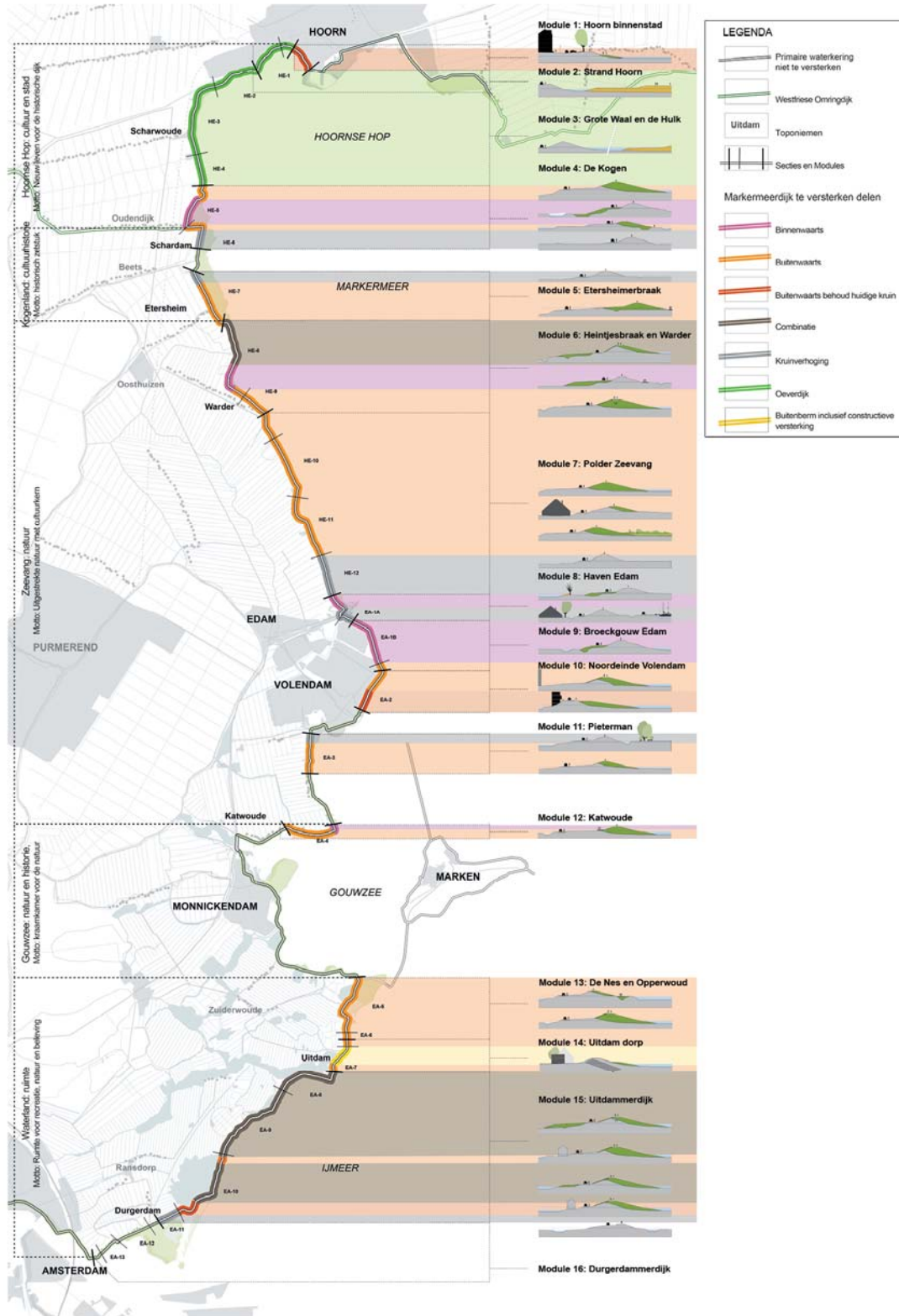
In de volgende tabel is per module het VKA opgenomen, waarbij tevens is aangegeven of dit overeenkomt met het MMA. In paragraaf 5.3.2 is het VKA per module beschreven, inclusief de daarbij behorende milieueffecten.

Tabel 9. Gekozen oplossing per module (\* = kruinverhoging)

Nr	Naam module	VKA (* = met kruinverhoging)	Verhouding met het uiteindelijke MMA (tabel 5)
1	Hoorn Binnenstad	Buitenwaartse berm*	Conform alternatief in MMA
2	Strand Hoorn	Oeverdijk	Conform alternatief in MMA
3	Grote Waal en De Hulk	Oeverdijk	Conform alternatief in MMA
4	De Kogen	Buitenwaartse asverschuiving* (HE-4 deels, HE-5A, HE-6A) Binnenwaartse berm* (HE-5B) Kruinverhoging (HE-6B)	Overwegend conform alternatief in MMA m.u.v. sectie HE-4 en HE-5A: daar is het MMA het alternatief met constructie.
5	Etersheimer-braak	Kruinverhoging (HE-7A1) Buitenwaartse asverschuiving* (HE-7A2, HE-7A3, HE-7B)	Afwijking van alternatief in MMA.
6	Heintjesbraak en Warder	Gecombineerd, met buitenwaartse asverschuiving* (HE-8A1 en HE-8A2) Gecombineerd* (HE-8A3 t/m HE-8A5) Binnenwaartse berm* (HE-8B) Buitenwaartse asverschuiving* (HE-9A)	Overwegend conform alternatief in MMA m.u.v. sectie HE-9A: daar is het MMA het alternatief met constructie.
7	Polder Zeevang	Buitenwaartse asverschuiving* (HE-9B, HE-10, HE-11) Kruinverhoging (HE-12A1 en HE-12A2)	Afwijking van alternatief in MMA. Het MMA is hier de oeverdijk.
8	Haven Edam	Binnenwaartse berm* (HE-12A3) Kruinverhoging (HE-12B, EA-1A)	Conform alternatief in MMA.
9	Broeckgouw Edam	Binnenwaartse berm* (EA-1B) Buitenwaartse asverschuiving* (EA-2A)	Conform alternatief in MMA.
10	Noordeinde Volendam	Buitenwaartse asverschuiving* (EA-2A) Buitenwaartse asverschuiving (met behoud kruin) (EA-2B2)	Afwijking van alternatief in MMA. Het MMA is geoptimaliseerd buitenwaarts.

Nr	Naam module	VKA (* = met kruinverhoging)	Verhouding met het uiteindelijke MMA (tabel 5)
11	Pieterman	Kruinverhoging (EA-3A) Buitenwaartse asverschuiving* (EA-3B)	Conform alternatief in MMA.
12	Katwoude	Binnenwaartse versterking berm* (EA-4A) Buitenwaartse asverschuiving* (EA-4B)	Conform alternatief in MMA, m.u.v. sectie EA-4B: daar is het MMA het alternatief met constructie
13	De Nes en Opperwoud	Buitenwaartse asverschuiving*	Afwijking van alternatief in MMA. Het MMA is gecombineerd/ binnenwaarts/buitenwaarts.
14	Uitdam Dorp	Buitenwaartse berm met constructie/vernageling* (EA-7A) Buitenwaartse asverschuiving* (EA-6 en EA-7B)	Overwegend conform alternatief in MMA m.u.v. sectie EA-6, daar is het MMA het alternatief met constructie.
15	Uitdammerdijk	Gecombineerd* (EA-8) Gecombineerd, met buitenwaartse asverschuiving* (EA-9, EA-10) Buitenwaartse asverschuiving* (EA-9/EA-10A/0B, alleen ter hoogte van de recreatieterreinen) Kruinverhoging (EA-11)	Overwegend conform alternatief in MMA m.u.v. sectie EA-10A (dijkpaal 120-122): daar is het MMA het alternatief met constructie.
16	Durgerdammerdijk (voorlopig)	Buitenwaartse berm* (deel EA-11, EA-12A) Havendam (EA-12B) Strekdam (EA-13)	Conform alternatief in MMA, m.u.v. sectie EA-12A: daar is het MMA de buitenwaartse berm met constructie* De planvorming voor deze module is getemporeerd. Het betreft hier een <i>voorlopig</i> VKA.

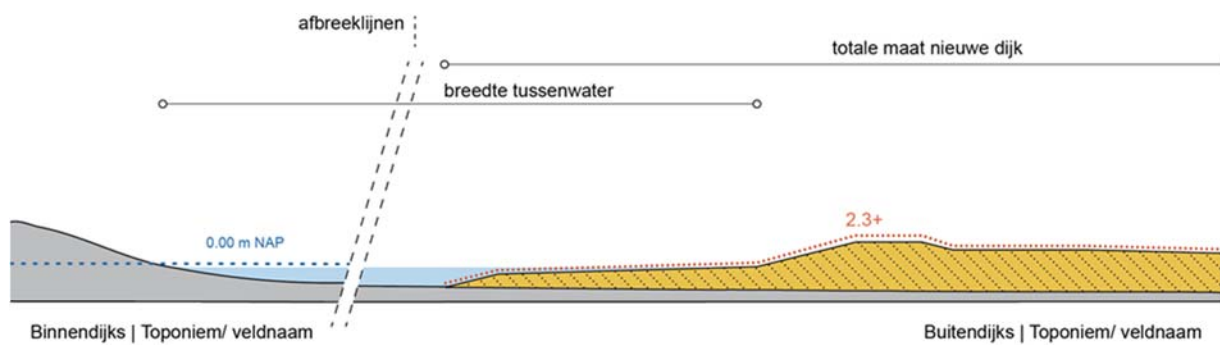
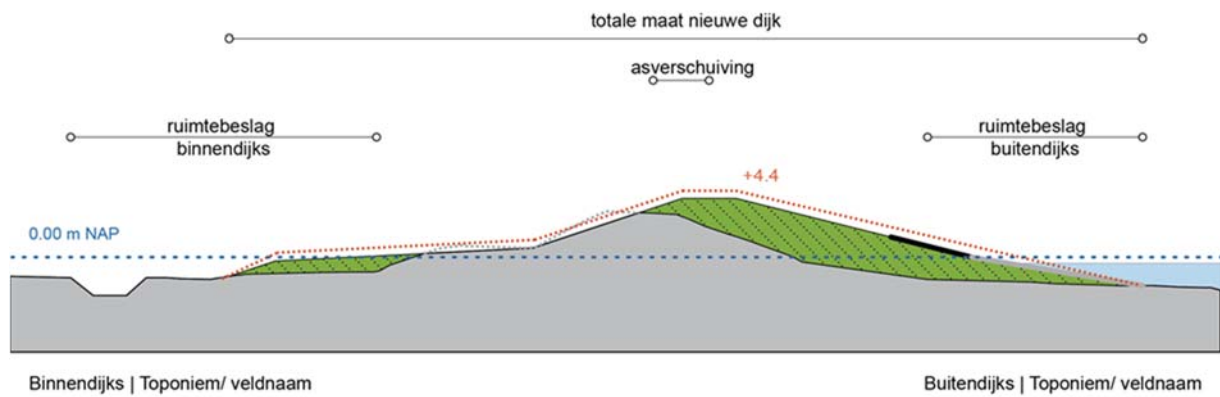




Figuur 29: Schematische weergave VKA



### 5.3.2 Beschrijving VKA per module

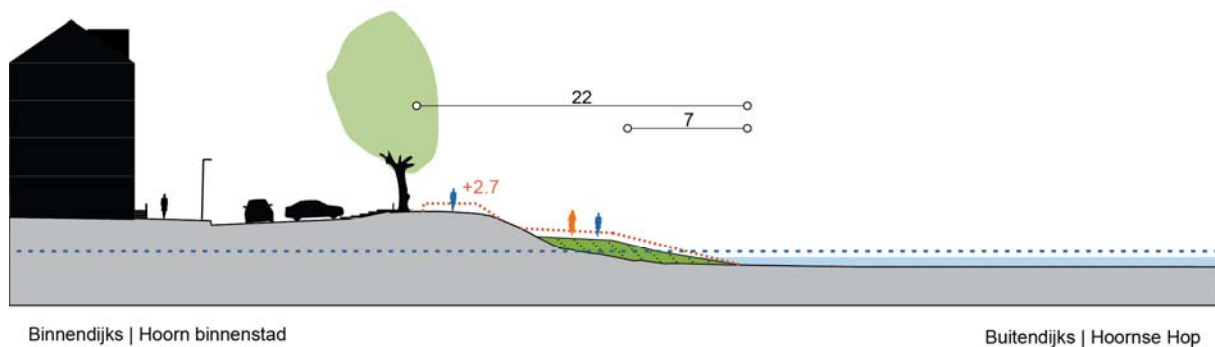


## Module 1 Hoorn binnenstad

### Gekozen oplossing

De voorkeursoplossing betreft een buitenwaartse versterking door verbreding van de berm (met circa 5 meter) en met beperkte kruinverhoging.

In de nieuwe situatie blijft de blusdam behouden. De dijkhoogte wordt min of meer rechtgetrokken zodat overal een gelijke hoogte aanwezig is. De fiets- en wandelverbinding loopt van West langs de dijk en schouwburg.



### HE-1

Figuur 30: VKA module 1

### Milieueffecten

Er is sprake van beperkte effecten op landschap, cultuurhistorische en archeologie. Door de kruinverhoging en brede berm verandert de ruimtelijke opbouw van de historische dijk beperkt (landschap en cultuurhistorie). Er is geen effect op het beschermd stads- en dorpsgezicht. De Noordse steen verdwijnt en de versterking raakt een gebied met archeologische verwachtingswaarden. De buitenwaartse berm raakt geen woningen of tuinen. Door de kruinverhoging wordt het zicht op het water vanuit de woningen beperkt aangetast. Er zijn geen effecten op Natura 2000, NNN en beschermde soorten en op water. De aanwezige bodemverontreiniging wordt afdekt, dit is een positief effect. De fiets- en wandelverbinding leidt tot een positieve beleving van het landschap en de recreatie. Deze verbinding heeft verder geen milieueffecten.

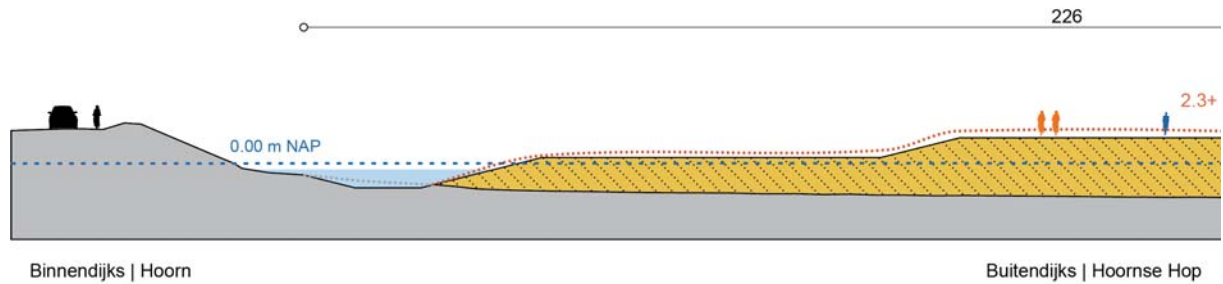
### Overige aspecten

Er zijn in deze module geen aanpassingen aan kunstwerken en lokale inpassingsmaatregelen noodzakelijk.

## Module 2 Strand Hoorn

### Gekozen oplossing

De voorkeursoplossing is hier een oeverdijk met een inrichting als stadstrand (inclusief recreatieve voorzieningen en parkeervoorzieningen) en een fiets- en wandelverbinding. De wandel- en fietsverbinding loopt over de oeverdijk. Het totale ruimtebeslag van de oeverdijk is circa 180 meter. De lengte is circa 850 meter.



HE-2



HE-2

Figuur 31: VKA module 2

De oeverdijk bestaat uit een halfhoge zandige dijk in het Markermeer die de functie van de oude dijk volledig overneemt. De bestaande waterkering verliest daarmee zijn functie als primaire waterkering. De oeverdijk kent op een aantal plaatsen strekdammen om langstransport van water en zand te beperken en toegang tot de oeverdijk te faciliteren.



Figuur 32: Impressie inrichting stadstrand

#### Milieueffecten

De oeverdijk tast de belangrijkste waarden, te weten het Natura 2000-gebied Markermeer en IJmeer en de Westfriese omringdijk, niet aan. De oeverdijk heeft positieve effecten op recreatie,

waterkwaliteit en bodem. Er zijn door de Versterking geen effecten op het Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer. De oeverdijk biedt een (potentieel) leefgebied voor beschermde soorten. Gelet op de realisatie van het stadstrand wordt hier maar een beperkt positief effect voor beschermde soorten behaald. Het stadstrand biedt wel grote meerwaarde voor recreatie. De geleidelijke overgang van land naar water is gunstig voor de ontwikkeling van oeverplanten. In het tussenwater ontstaan goede condities voor de groei van oeverplanten en ondergedoken waterplanten. Beide zijn positief voor de ecologische waterkwaliteit. Ook wordt de puin gerelateerde verontreiniging op de waterbodem van de Hoornse Hop afgedekt. De recreatie op de oeverdijk kan leiden tot verstoring binnen het Natura 2000-gebied. Dit geldt vooral voor niet-broedvogels. Het effect van verstoring is echter niet significant negatief, omdat de aantallen niet-broedvogels hier relatief beperkt zijn en/of uit kunnen wijken naar andere, rustige gebieden. Beperkt negatieve effecten zijn er op gebied van landschap en cultuurhistorie. De karakteristieke cultuurhistorische dijk blijft intact. De oeverdijk grijpt niet in op landschappelijk en cultuurhistorisch markante punten, zoals de kaap bij de Galgenbocht. Ook de Noordse steen blijft behouden. Wel verandert de context van de historische dijk in het landschap en de beleving van het open water van de Hoornse Hop met de nieuwe oeverdijk in het water. Het open water komt op grote afstand van de woningen te liggen, dit tast de woonbeleving van woningen met uitzicht op het Markermeer sterk aan. De bestaande recreatieve routes die op de dijk liggen komen over de oeverdijk te lopen.

#### Overige aspecten

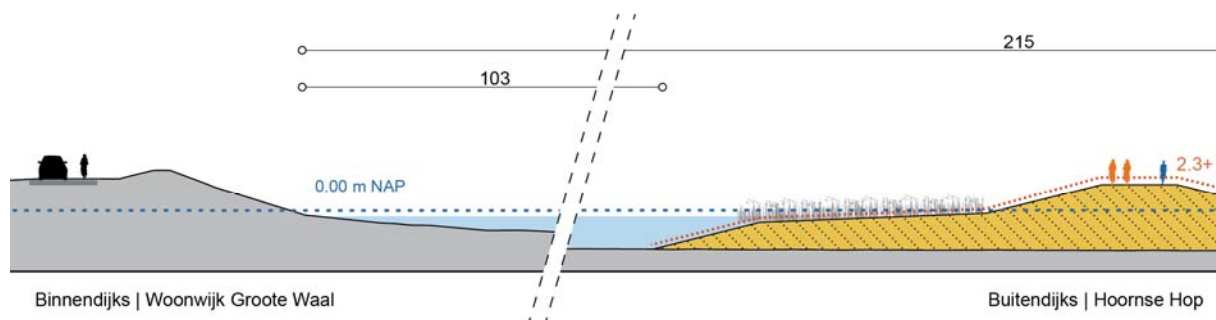
Voor verversing van het tussenwater wordt 'Inlaat Noord' gerealiseerd.

### **Module 3 Grote Waal en De Hulk**

#### Gekozen oplossing

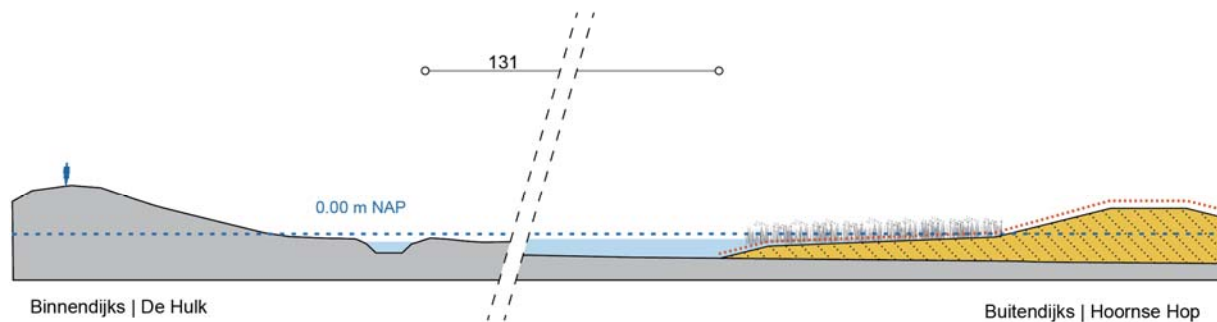
Het voorkeursalternatief bestaat hier uit een oeverdijk met een totaal ruimtebeslag dat varieert van 120 tot 180 meter. De oeverdijk heeft een lengte van circa 3.750 meter.

De oeverdijk bestaat uit een halfhoge zandige dijk in het Markermeer die de functie van de oude dijk volledig overneemt. De bestaande waterkering verliest daarmee zijn functie als primaire waterkering. De oeverdijk kent op een aantal plaatsen strekdammen om langstransport van water en zand te beperken. Dit deel van de oeverdijk is hoofdzakelijk bestemd voor natuurontwikkeling. Een fiets- en wandelverbinding komt deels op de oeverdijk te liggen en deels op de huidige dijk.





HE-3



HE-4



HE-4

Figuur 33: VKA module 3

#### Milieueffecten

De belangrijkste waarden, Natura 2000-gebied Markermeer en IJmeer en de Westfriese omringdijk, worden door de Versterking niet aangetast. Doordat mensen de oeverdijk kunnen betreden, kan er wel sprake zijn van verstoring (Natura 2000). De oeverdijk biedt een (potentieel) leefgebied voor beschermde soorten. Zo worden op de oeverdijk rietlanden ontwikkeld die geschikt leefgebied vormen voor noordse woelmuis, waterspitsmuis en ringslang. De geleidelijke overgang van land naar water is gunstig voor de ontwikkeling van oeverplanten. Hier kunnen niet-broedvogels als foerageergebied van profiteren. In het tussenwater ontstaan goede condities voor de groei van oeverplanten en ondergedoken waterplanten. Beide zijn positief voor de ecologische waterkwaliteit. De oeverdijk tast geen bekende archeologische waarden en geen cultuurhistorische waarden aan; de historische dijk blijft immers in stand. De Noordse steen kan behouden blijven. Wel verandert de landschappelijke context van de huidige Markermeerdijk. Het open water komt op grote afstand van de woningen te liggen, waarmee het zicht op het open water verdwijnt. Door de fiets- en wandelverbinding over de oeverdijk kan effect op het Natura 2000-gebied optreden. Op plekken waar moeras wordt ontwikkeld en bij De Hulk, waar de visdiefkolonie aanwezig is, wordt geen recreatie toegestaan. Hierdoor zijn de negatieve effecten van verstoring door het wandelen en fietsen beperkt. De effecten op recreatie zijn neutraal. De effecten op bodemkwaliteit van de Versterking zijn positief (afdekken van de puin gerelateerde verontreiniging op de waterbodem). De inrichting van het stadstrand met o.a. parkeerplaatsen is geen onderdeel van de Versterking maar wordt door de gemeente aansluitend uitgevoerd (zie voor de effecten ook paragraaf 6.2.2 van deel B van het MER).

### Overige aspecten

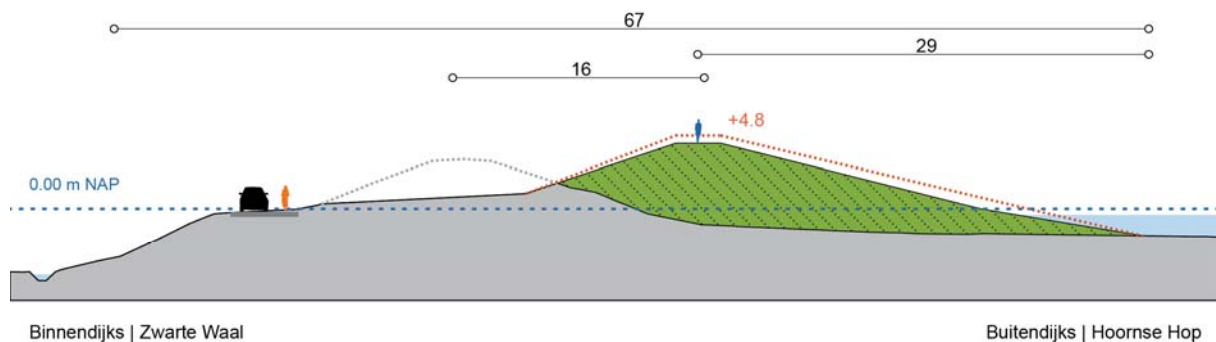
De inlaat bij Westkogge wordt verplaatst naar het gemaal Westkogge, maar de bestaande inlaat moet behouden blijven voor verversing van het tussenwater. Bij het gemaal Westkogge komt een constructie. Er worden in totaal vier kunstwerken aangebracht of aangepast; inlaat Westkogge, Uitlaatconstructie Noord, Inlaatconstructie Zuid en Uitlaatconstructie Zuid.

## **Module 4 De Kogen**

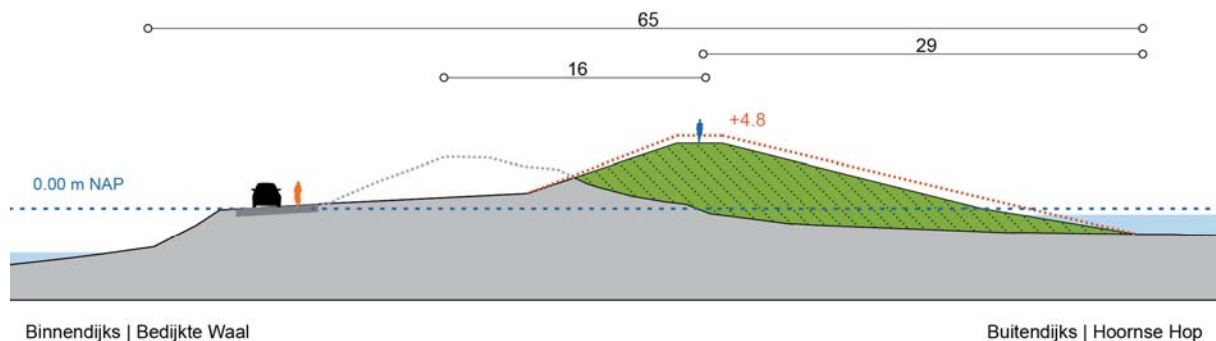
### Gekozen oplossing

Deze module bestaat uit vier te versterken delen. Op drie delen is sprake van een buitenwaartse asverschuiving waarbij de kruin van de huidige dijk over een deel van de module (30%) wordt afgegraven (HE-4, HE-5A en HE-6A). Op het middendeel (HE-5B) is sprake van een stuk binnenwaartse versterking waarbij de kruin blijft liggen. Op het uiterst zuidelijke deel (HE-6B) stuk volstaat een kruinverhoging.

De fietsverbinding is op de weg en vanaf de Hornsluis op het voorland. De wandelverbinding is op de kruin van de dijk of op het voorland.

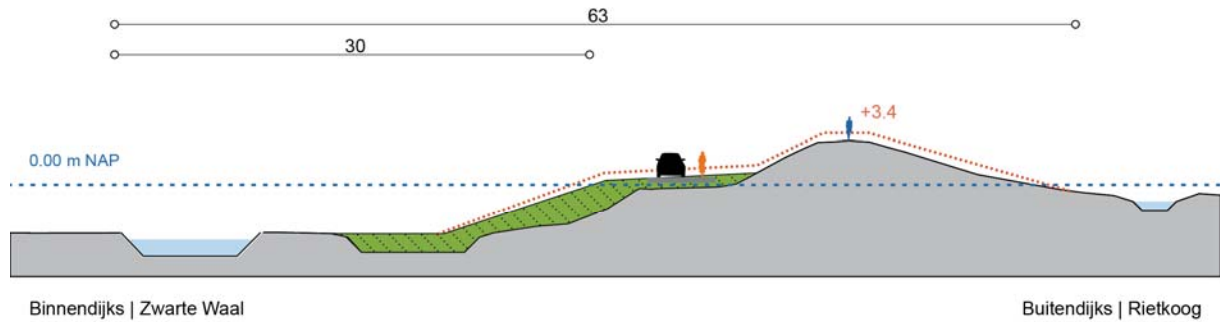


### HE-4

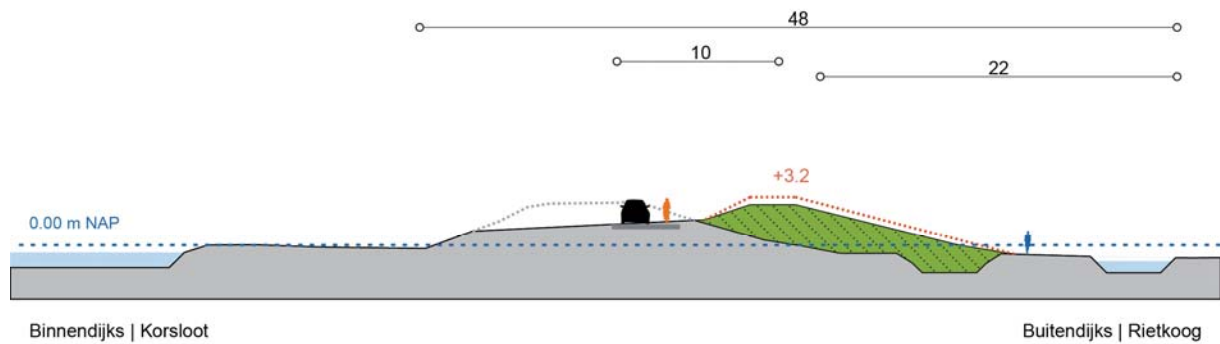


### HE-5A

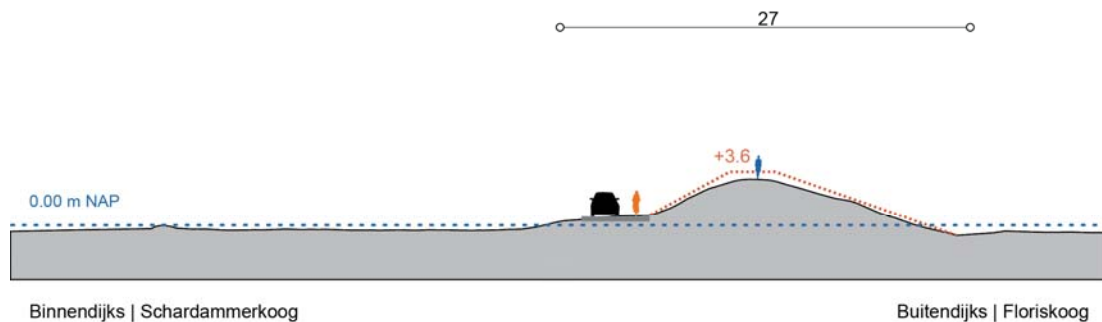




HE-5B



HE-6A



HE-6B

Figuur 34: VKA module 4

Milieueffecten

De buitenwaartse (HE-4, HE-5, HE-6A) en binnenwaartse (HE-6B) versterking heeft invloed op het herkenbare verloop van de historische dijk. De buitenwaartse asverschuiving tast in delen van deze



module - waar de kruin van de huidige dijk wordt afgegraven (30% van de lengte van de module) - een deel van het culturele dijklichaam aan. De buitenwaartse asverschuiving in het noordelijke deel ontziet echter de binnendijks aanwezige landschappelijk en cultuurhistorisch waardevolle Bedijkte Waal, onderdeel van het provinciaal monument. Deze braak heeft tevens ecologische waarde. De Noordse steen wordt op een markant punt teruggebracht. In de delen waar een binnenwaartse versterking komt, wordt het cultuurhistorisch waardevol voorland, tevens NNN, grotendeels gespaard. Hier blijft het historisch dijklichaam bewaard, wel neemt door de brede berm de herkenbaarheid af. Ook wordt de relatie tussen de dijk en het binnendijkse verkavelingspatroon minder sterk door het ruimtebeslag.

De Versterking heeft geen invloed op het Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer, en ook niet op de kolonie visdiefjes. De Versterking leidt wel tot een aantasting van de NNN en weidevogelleefgebieden. Voor aantasting van de NNN vindt compensatie plaats in de vorm van natuurontwikkeling op de oeverdijk. Voor weidevogelleefgebieden worden ter compensatie kwaliteitsverbeterende maatregelen genomen in de omgeving. De effecten op bodem en water zijn beperkt. Dit geldt ook voor de effecten op recreatie en werken. Er zijn verspreid enkele woningen aanwezig, de woonbeleving hiervan wordt beïnvloed doordat de afstand tot het water toeneemt of de berm dichterbij komt.

De belangrijkste waarden, de dijk als historisch zetsstuk, de Visdiefjes en de kaap, blijven in stand. In zijn totaliteit blijft ondanks de Versterking het historisch zetsstuk goed herkenbaar. De dijk is ook na de versterking een smalle dijk met scherpe knikken, waar de uitwatering van de Beemster door historische sluisen en het nieuwe gemaal de geschiedenis van het gebied accentueert. Er is verbinding tussen binnen en buiten: uitzicht op het water met de Riet- en Floriskoog en uitzicht op het land over de Korsloot. Het voorland en de binnendijkse bebouwing blijven in stand.

De wandel- en fietsverbinding vergroot de recreatieve waarde maar leidt tot extra verstoring van het weidevogelleefgebied op het voorland.

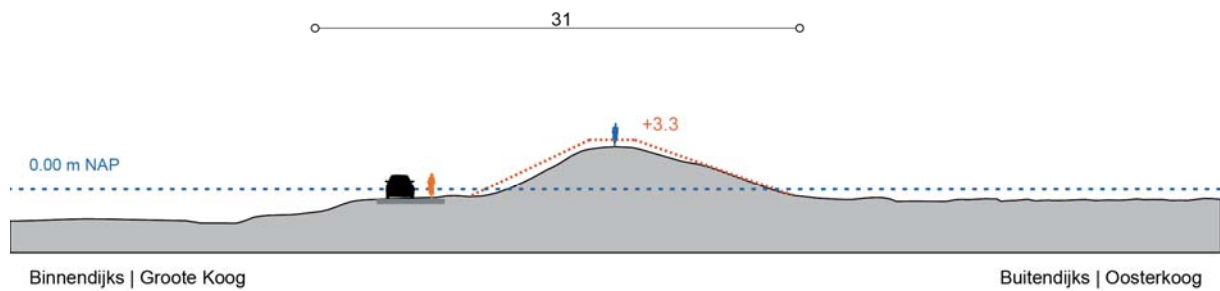
#### Overige aspecten

Bij de Rietkoog moet een duiker worden vernieuwd. Verder wordt een inlaat aangebracht. Ter hoogte van het duiker Rietkoog en de Hornsluis wordt een constructieve versterking aangebracht.

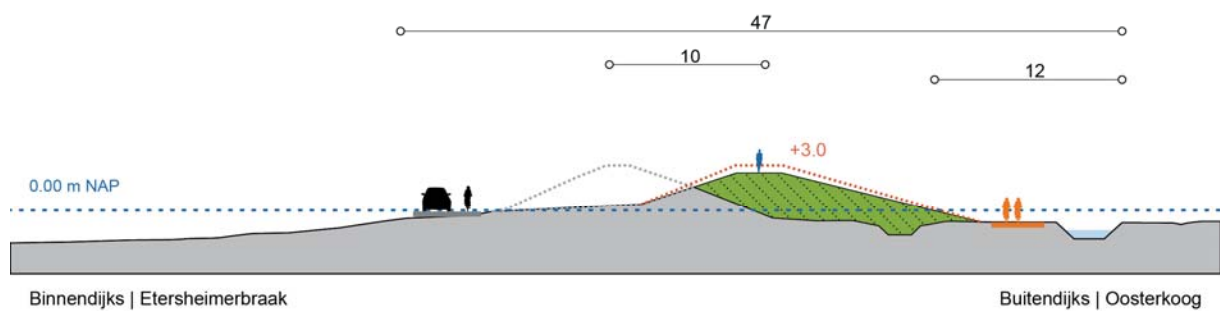
#### **Module 5 Etersheimerbraak**

##### Gekozen oplossing

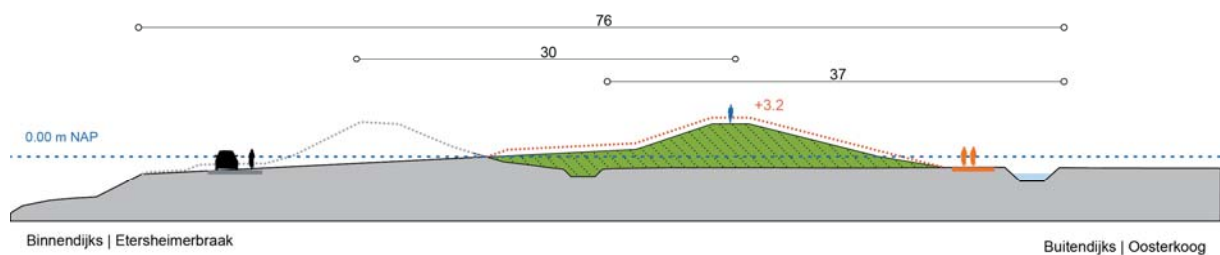
Het voorkeursalternatief bestaat uit een kruinverhoging in het noordelijke deel (dijkpaal 12 tot 16, sectie HE-7A1) van circa 0,5 meter. Op de overige delen vindt een buitenwaartse asverschuiving plaats. Deze omvang van de asverschuiving verschilt per sectie en is in het noordelijke deel minder omvangrijk dan in het zuidelijke deel. De kruin van de huidige dijk wordt bij de buitenwaartse asverschuiving afgegraven. In het noordelijke deel komt het fietspad op de weg, in het zuidelijke deel op het voorland en op het laatste deel weer op de kruin.



#### HE-7A1



#### HE-7A2



#### HE-7B

##### Figuur 35: VKA module 5

##### Milieueffecten

De buitenwaartse versterking met afgraving van de kruin van de bestaande dijk over een deel van de module (75%) tast de ruimtelijke opbouw en de cultuurhistorische en archeologische waarde van de dijk aan. Op de cultuurhistorisch waardevolle braak, tevens specifiek onderdeel van het monument, treden juist geen negatieve effecten op. Er is geen ruimtebeslag op Natura 2000 (het voorland is geen onderdeel van Natura 2000), wel wordt NNN en weidevogelleefgebied aangetast.

Voor aantasting van de NNN vindt compensatie plaats in de vorm van natuurontwikkeling op de oeverdijk. Voor weidevogelleefgebieden worden ter compensatie kwaliteitsverbeterende maatregelen genomen in de omgeving. Verder vindt aantasting van het leefgebied van de woelmuis plaats (moerasvegetatie). Dit wordt na de aanlegfase hersteld. De effecten op bodem en water zijn beperkt. In het deel waar een grote asverschuiving plaatsvindt, verandert de woonbeleving in verband met de afstand tot de dijk. De binnendijkse braak, de bebouwing en het buitendijkse rietland worden vrijwel niet geraakt. De fiets- en wandelverbinding vergroot de beleving en recreatieve waarde maar verstoort weidevogelleefgebied op het voorland.

#### Overige aspecten

Bij enkele woningen is mogelijk een constructie noodzakelijk.

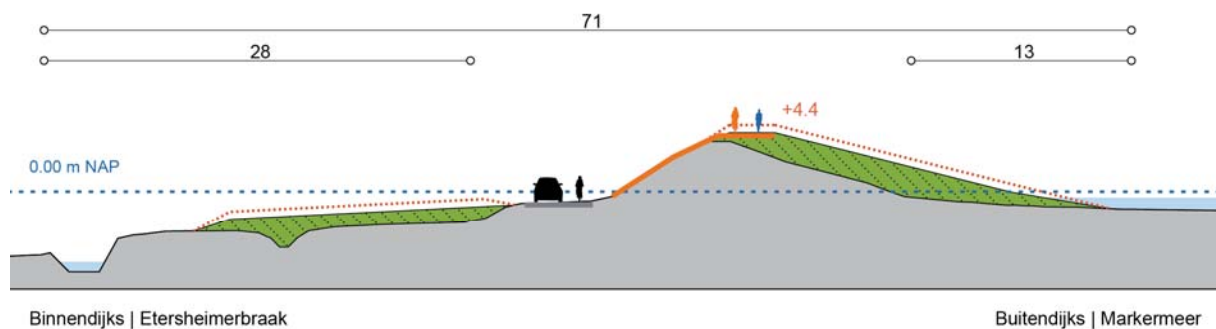
### **Module 6 Heintjesbraak en Warder**

#### Gekozen oplossing

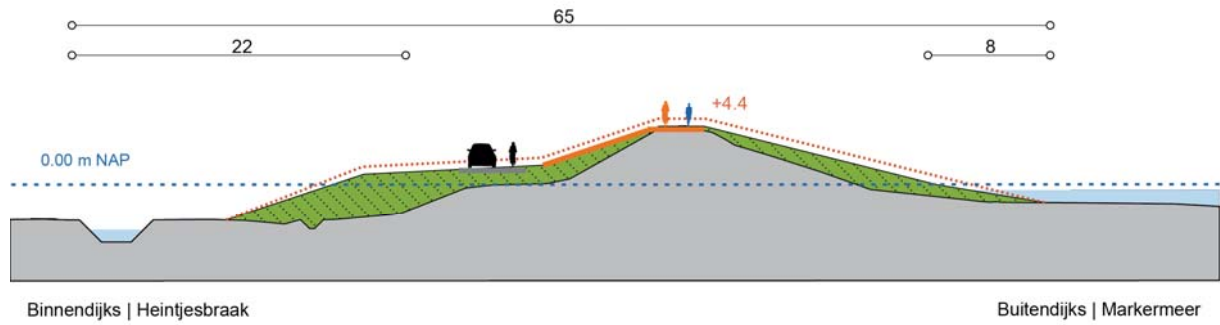
De gekozen oplossing is eerst een gecombineerde versterking (HE-8A), daarna een binnenwaartse versterking (HE-8B) en ten slotte een buitenwaartse asverschuiving (HE-9A) waarbij ook de kruin van de huidige dijk wordt afgegraven.

Voor een betere ruimtelijke inpassing schuift de weg van af dijkpaal 48 tot aan module 7 mee met de nieuwe dijk richting het Markermeer. Hiermee komt de weg verder van de huizen vandaan te liggen. Daarnaast komt als meekoppelkans de doorlopende fiets- en wandelverbinding van het begin tot aan dijkpaal 39 op de kruin van de dijk. Vervolgens komt het fietspad tot dijkpaal 47 op het voorland, het voetpad blijft op de kruin. In het laatste deel van de module wordt dit met het fietspad gecombineerd op de kruin van de dijk.

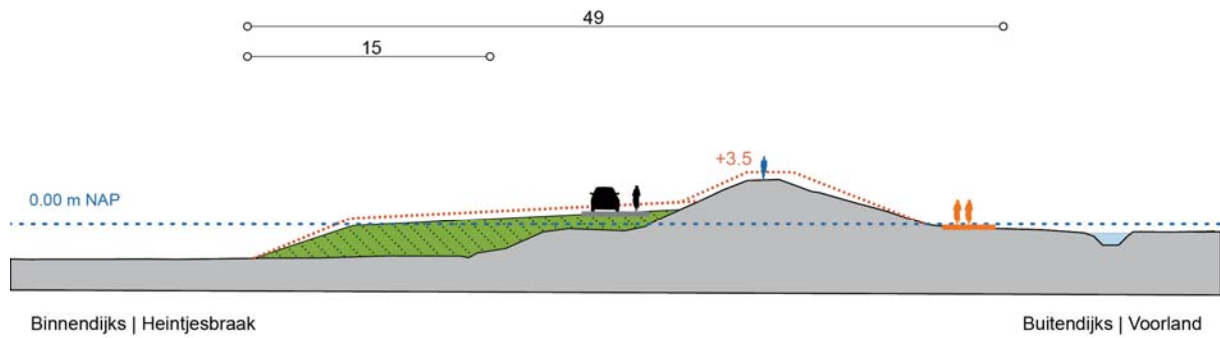
#### *HE-8A*



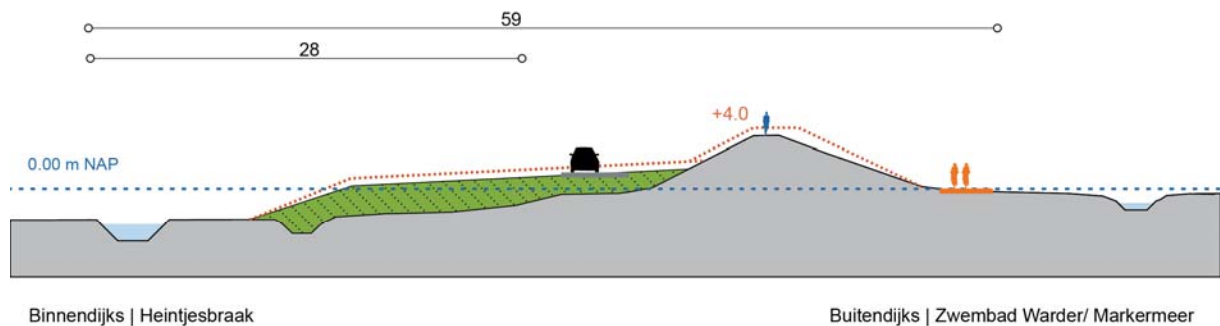
#### HE-8A1



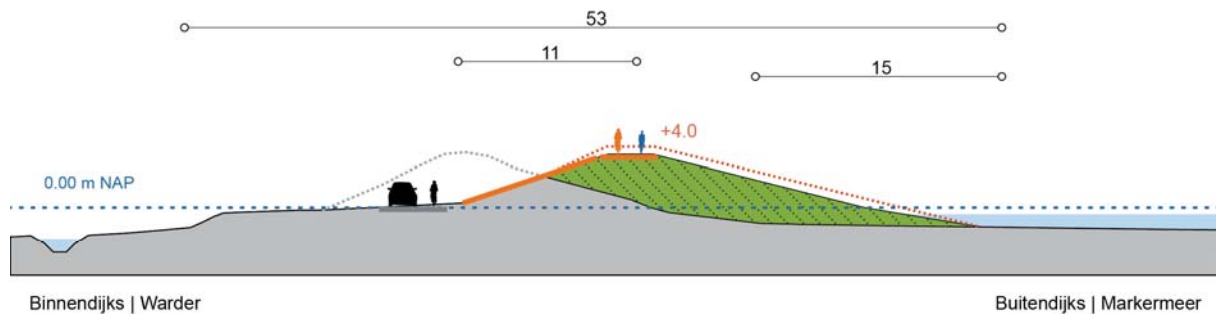
HE-8A2



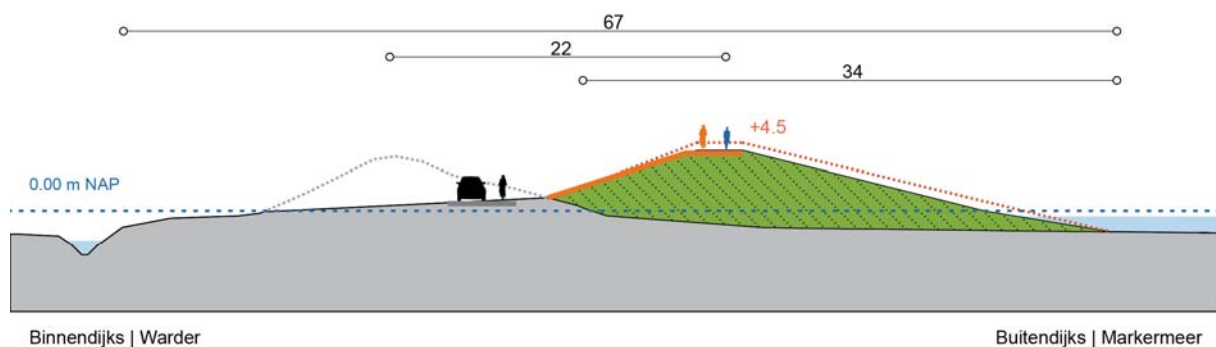
HE-8B1



HE-8B2



HE-9A



HE-9B

Figuur 36: VKA module 6

### Milieueffecten

De binnendijkse natuurwaarden en de buitendijkse archeologische waarden (verdronken dorp van Etersheim) worden vrijwel niet geraakt. De effecten op het landschap en cultuurhistorie zijn in het eerste deel Heintjesbraak beperkt. De kern van de dijk blijft hier behouden, wel wordt het historisch profiel minder herkenbaar door flauwere taluds. In het tweede deel bij Warder is de aantasting groter; door de buitenwaartse asverschuiving krijgt de nieuwe dijk een andere maat en schaal. De kruin van de huidige dijk (archeologisch waardevol) wordt in een deel van de module (50%) afgegraven. Door de buitenwaartse versterking blijven binnendijkse cultuurhistorische waarden behouden, te weten de historische lintbebouwing en de Hoogendijkerbraak. Er zijn geen effecten op Natura 2000, wel wordt NNN en weidevogelleefgebied aangetast. Voor aantasting van de NNN vindt compensatie plaats in de vorm van natuurontwikkeling op de oeverdijk. Voor weidevogelleefgebieden worden ter compensatie kwaliteitsverbeterende maatregelen genomen in de omgeving. De fietsverbinding kan leiden tot extra verstoring van rustende en foeragerende niet-broedvogels. De verbinding heeft echter een positief effect op de beleving en recreatie. Het gebied kent hoge archeologische verwachtingswaarden, in de vorm van verdwenen bebouwing aan de dijk en twee dijkmagazijnen, die geraakt kunnen worden. De archeologische kern van de dijk blijft behouden op het deel met de binnenwaartse versterking. De effecten op water en bodem zijn zeer

gering. In het deel waar een asverschuiving plaatsvindt, verandert de woonbeleving in verband met afstand tot het water. Bij de watersportvereniging ligt nu een klein strandje dat wordt teruggebracht.

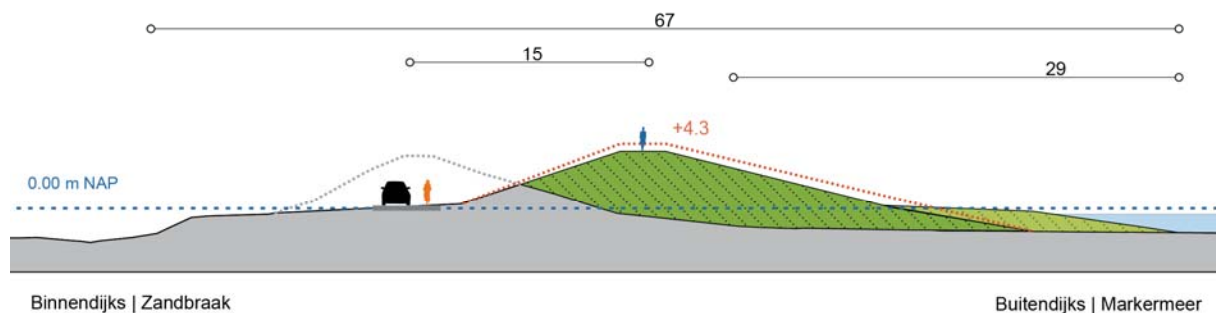
#### Overige aspecten

Bij het gemaal van Warder en het zwembad wordt een constructie aangebracht en mogelijk bij enkele huizen bij de Badhuisweg/Warder.

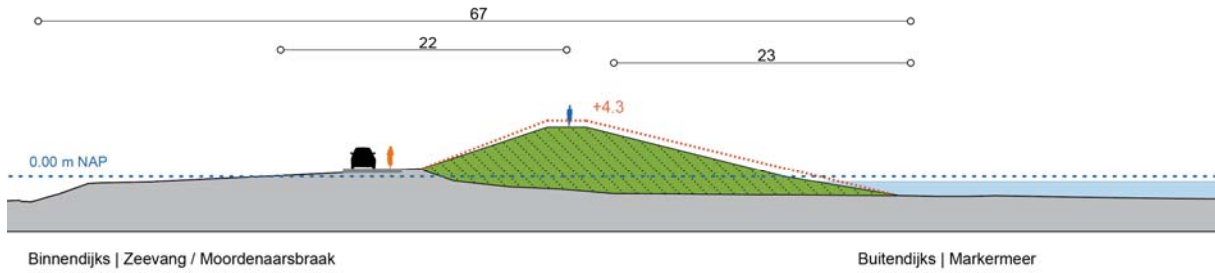
### **Module 7 Zeevang**

#### Gekozen oplossing

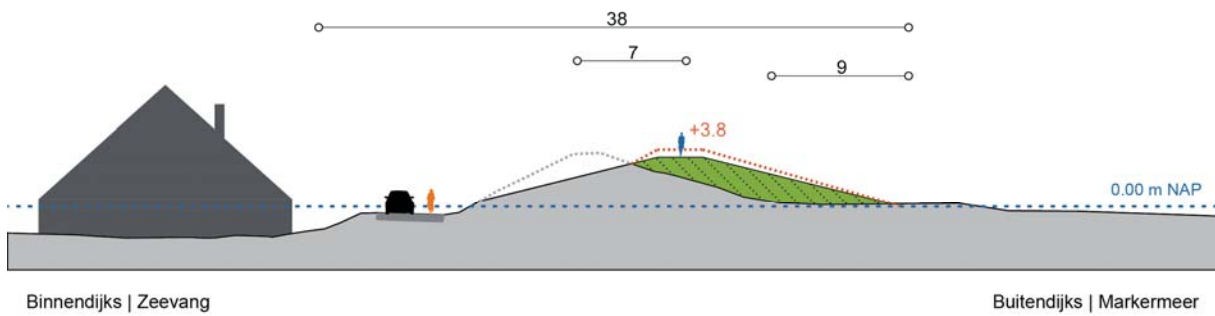
De voorkeursoplossing is een buitenwaartse asverschuiving in het noordelijk deel (HE-9, HE-10, HE-11) en een kruinverhoging (HE-12A) in het zuidelijke deel bij Fort Edam. De mate van asverschuiving en de aanleghoogte verschillen per sectie, en daarmee ook het ruimtebeslag. Bij de buitenwaartse versterking wordt de kruin van de huidige dijk over een deel van de module (65%) afgegraven en over een deel van de module (20%) getransformeerd (beperkt afgegraven). De omvang van de buitenwaartse asverschuiving verschilt per sectie, is in het noordelijk deel groter dan in het midden en in het zuidelijke deel het geringst. Op de berm van de nieuwe dijk komt de weg (net als in de huidige situatie). Wanneer milieutechnisch haalbaar schuift de weg mee met de berm en blijft deze in de historische context van dijk dicht bij de voet van de dijk liggen. De fietsverbinding blijft op de huidige locatie liggen. Daarnaast wordt als meekoppelkans de nieuwe brede binnenberm onderhouden en ingericht op een ecologische manier. Ten slotte wordt als meekoppelkans buitendijks een kort voorland van zachte materialen ingericht. Hier wordt een migratiezone ingericht met lage begroeiing dat door ecologisch maaibeheer de hele zomer gebruikt kan worden door kleine zoogdieren, insecten en ringslangen.



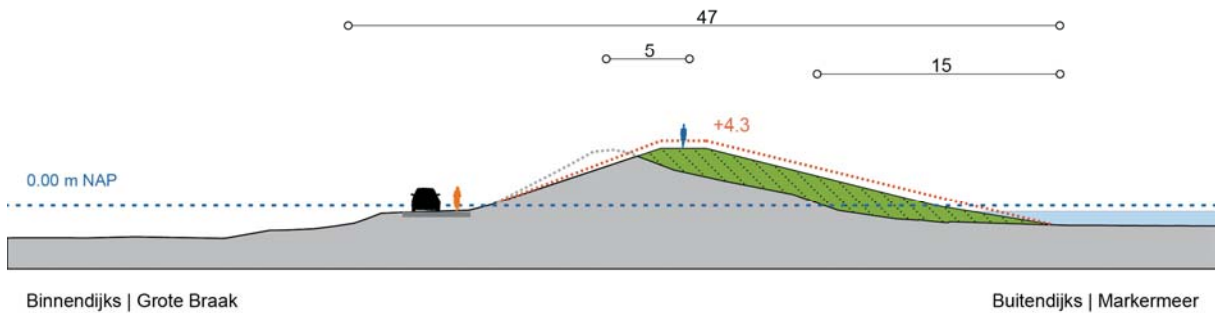
HE-10A



HE-10B

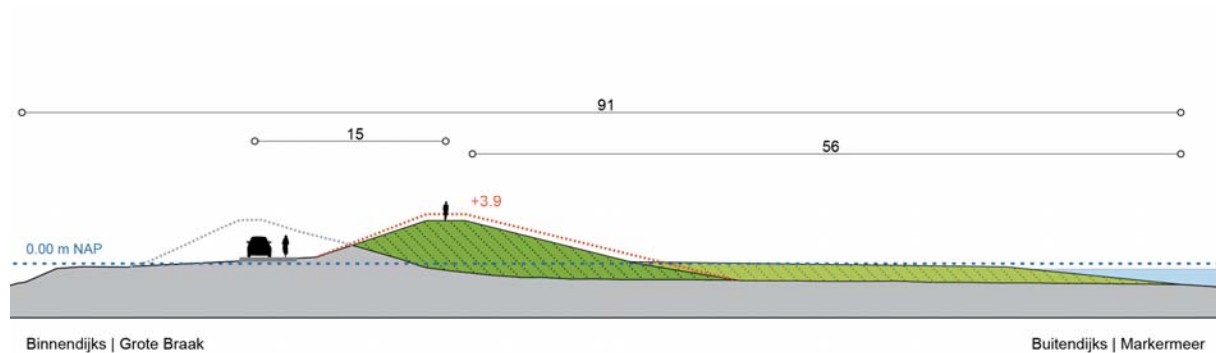


HE-11A

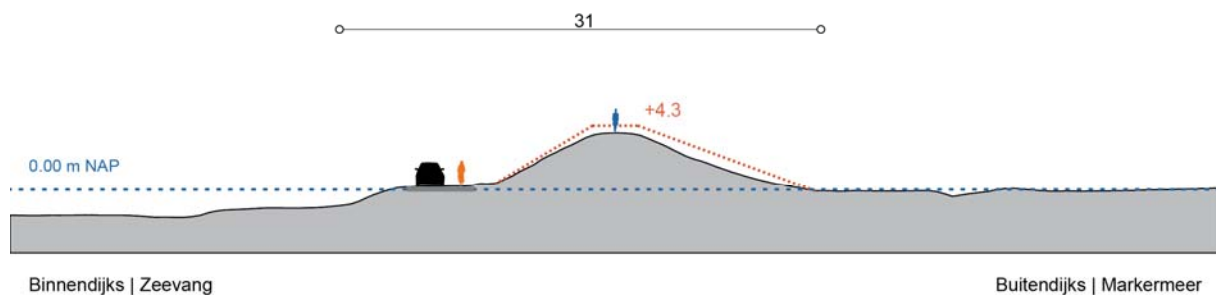


HE-11B





HE-11C



HE-12

Figuur 37: VKA module 7

### Milieueffecten

De cultuurhistorische dijk zelf wordt aangetast, maar de natuurwaarden binnendijks en buitendijks en de waardevolle braken binnendijks blijven behouden. De buitenwaartse asverschuiving veranderen maat, schaal en opbouw van de dijk. Dit betekent een aantasting van het landschap en de cultuurhistorische waarde van de dijk. Ook wordt de monumentale dijk deels afgegraven en worden bekende onderwater-archeologische waarden aangetast. De waardevolle binnendijkse braken, onderdeel van het monument blijven daarentegen in stand. Het cultuurhistorische verhaal van dijkdoorbraken uit het verleden blijft hierdoor behouden en zichtbaar in het landschap. Bij een buitenwaartse versterking blijft de dijk direct grenzen aan het open water van het Markermeer, de beleving van de dijk aan open water blijft behouden. Door de asverschuiving verandert wel de woonbeleving in verband met de afstand tot het water. De effecten op water en bodem van de Versterking zijn verder beperkt.

Er zijn geen effecten op Natura 2000, het ruimtebeslag binnen Natura 2000 heeft geen effect op de instandhoudingsdoelstellingen. Ter hoogte van de droogmakerij Zandbraak is sprake van een gering ruimtebeslag op NNN (moeras). Voor aantasting van NNN vindt compensatie plaats in de vorm van natuurontwikkeling op de oeverdijk. Door de maatregelen in de vorm van een voorland en het ecologisch maaibeheer op de binnenberm ontstaat een migratiestrook voor kleine zoogdieren, insecten muizen en ringslangen. Het voorland vormt een brede oeverzone waar tevens de ringslang en de waterspitsmuis van profiteren. Het voorland en de ingerichte binnenberm

vergroten zo de biodiversiteit, maar zijn ook positief voor de waterkwaliteit. De fietsverbinding vergroot de recreatieve waarde van de dijk. Dit geldt ook voor accentuering van de zogenaamde dijkplaatsen.

#### Overige aspecten

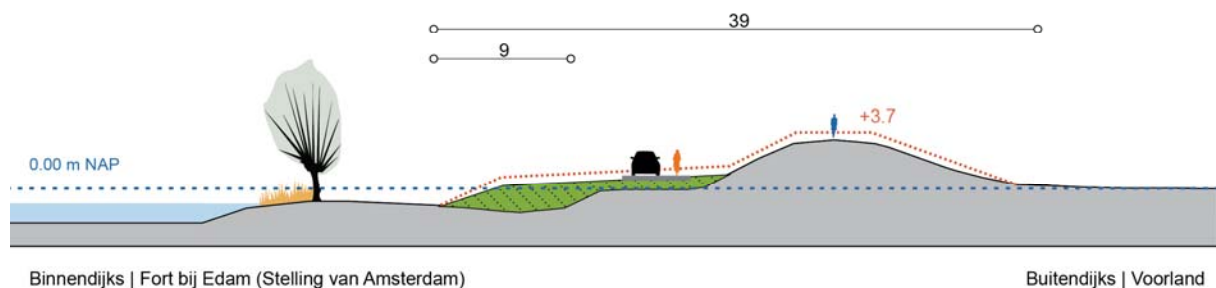
Binnen deze module vindt geen aanpassing van kunstwerken plaats. Bij één woning is mogelijk een constructie noodzakelijk.

### **Module 8 Haven Edam**

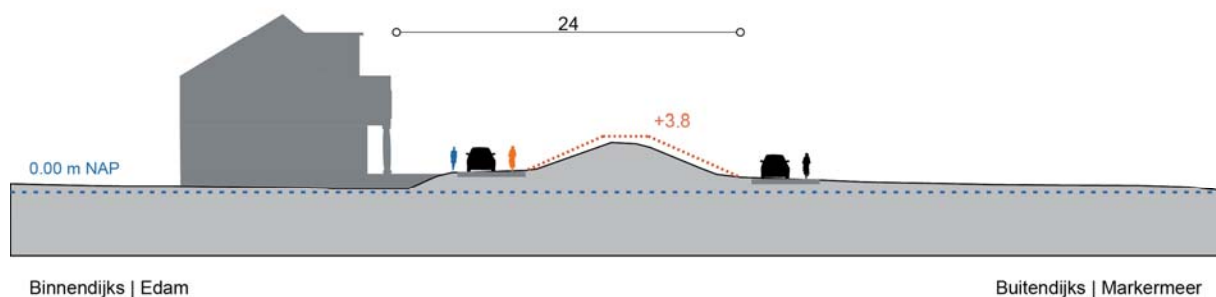
#### Gekozen oplossing

De voorkeursoplossing is hier een binnenwaartse berm op het eerste deel van de module (HE-12A) en kruinverhoging op het tweede deel (HE12B en EA-1).

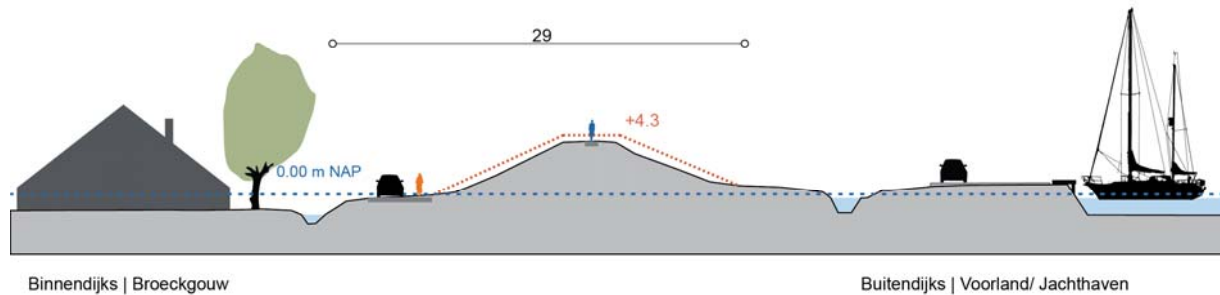
Het ruimtebeslag van de binnenwaartse berm bedraagt circa 26 meter. De weg blijft op de berm liggen, maar schuift iets op. Op sectie HE-12b en sectie EA-1 volstaat een kruinverhoging van maximaal 0,5 meter. Het doorgaande fietspad blijft deels op de huidige locatie maar komt bij de buitenwaartse asverschuiving op de kruin van de dijk. Het wandelpad ligt op de kruin.



#### HE-12B1



#### HE-12B2



EA-1A

Figuur 38: VKA module 8

#### Milieueffecten

De milieueffecten zijn beperkt. De cultuurhistorische waarden (Stelling van Amsterdam en Fort Edam) en de recreatie buitendijks worden niet geraakt. Er is geen ruimtebeslag op de Stelling: de fortgracht, en de verhouding tussen fort, de dijk en het open water veranderen niet. De Stelling van Amsterdam wordt niet minder 'leesbaar'. Er is geen effect op Natura 2000, wel is sprake van beperkt ruimtebeslag in NNN. Voor aantasting van NNN vindt compensatie in de vorm van natuurontwikkeling op de oeverdijk plaats. Er zijn geen noemenswaardige effecten op archeologische waarden. De effecten op water en bodem en woonbeleving zijn beperkt.

#### Overige aspecten

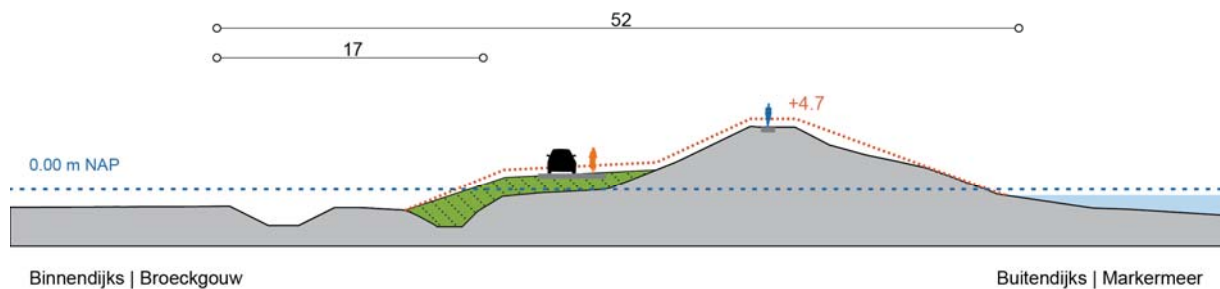
Er vinden geen aanpassingen aan kunstwerken plaats.

### **Module 9 Broeckgouw Edam**

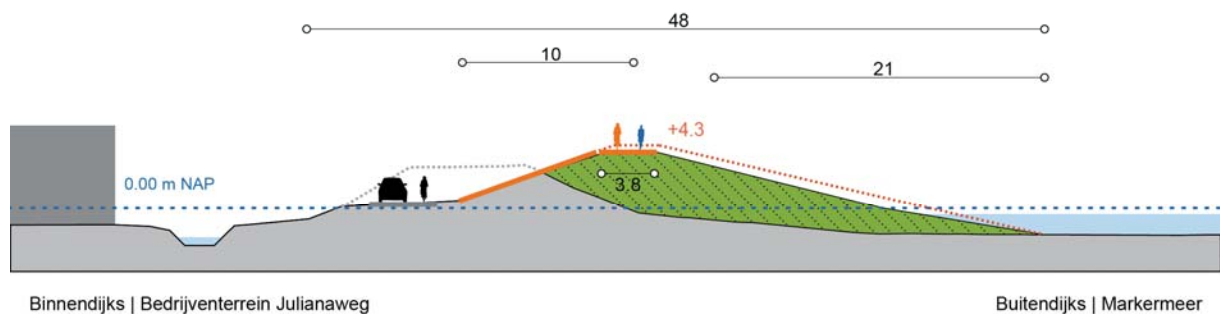
#### Gekozen oplossing

De gekozen oplossing is hier een binnenwaartse berm (EA-1B) en in het meest zuidelijke deel een buitenwaartse asverschuiving (EA-2).

Bij de binnenwaartse berm bedraagt het ruimtebeslag circa 30 meter. De sloot wordt opnieuw gegraven om waterhuishouding binnendijks in stand te houden. Op het laatste stuk van de module, sectie EA2, vindt een buitenwaartse asverschuiving plaats. Op de bestaande weg is een fietsstrook aanwezig, deze komt terug. Bij de buitenwaartse asverschuiving komt de fiets- en wandelverbinding op de kruin van de dijk.



EA-1B



EA-2A1

Figuur 39: VKA module 9

#### Milieueffecten

De Versterking heeft geen ingrijpende milieueffecten. De binnendijkse waardevolle bebouwing zoals het gemaal worden niet geraakt. Wel tast de Versterking op het eerste deel van de module de huidige karakteristieke opbouw van de dijk aan als gevolg van de bredere binnenberm en de flauwere taluds. De Stelling van Amsterdam wordt niet minder leesbaar en er is geen effect op Natura 2000 en NNN. Er worden geen archeologische waarden aangetast en er zijn geen effecten op water en bodem. De binnendijkse sloot wordt opnieuw gegraven om waterhuishouding binnendijks in stand te houden. De effecten op woonbeleving zijn beperkt want de kruin van de dijk wordt niet verplaatst. Op het tweede deel, na het gemaal Volendam, wordt de kruin van de huidige dijk afgegraven, dit betreft een deel van de module (20%). Dit is een aantasting van het landschap en de cultuurhistorische waarde van dit stuk dijk. De fiets- en wandelverbinding heeft een positief effect op de recreatie.

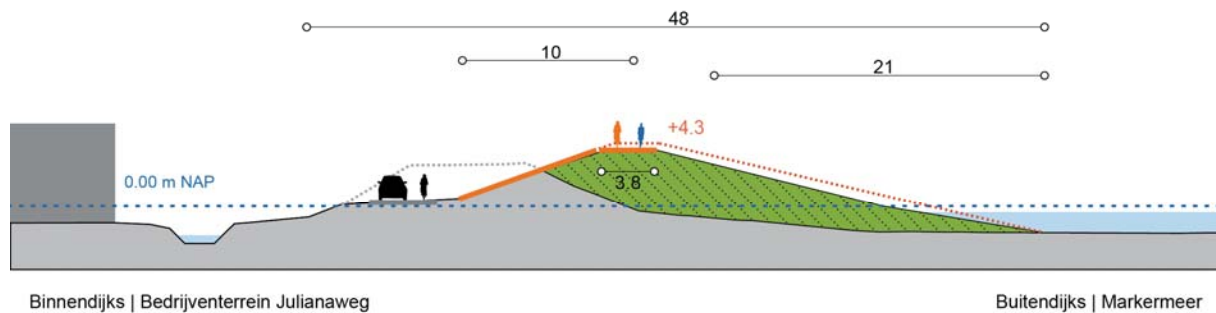
#### Overige aspecten

Ter plaatse van het gemaal Volendam is een constructie nodig. Bij enkele woningen is mogelijk een constructie noodzakelijk.

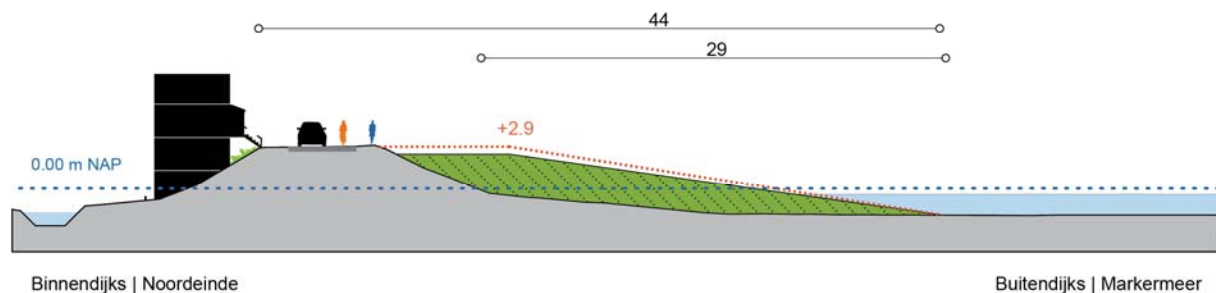
## Module 10 Noordeinde Volendam

### Gekozen oplossing

De gekozen oplossing is een buitenwaartse asverschuiving (EA-2A), deels met behoud van de kruin (EA-2B). Van dijkpaal 18 tot en met 24 vindt een buitenwaartse asverschuiving plaats, waarbij de kruin van de huidige dijk wordt afgegraven. Van dijkpaal 24 tot en met 29 vindt een buitenwaartse versterking plaats zonder afgraven van de huidige kruin van de dijk. Het ruimtebeslag aan de buitenzijde van de dijk is circa 35 meter. De buitenwaartse versterking sluit aan op de buitenwaartse versterking in module 9. Voor deze module wordt als meekoppelkans vanaf dijkpaal 24 een gecombineerd fiets- en wandelpad op de kruin van de dijk aangelegd (in plaats van in de huidige binnenberm).



### EA-2A2



### EA-2B

Figuur 40: VKA module 10

### Milieueffecten

De bebouwing op de dijk - het stadsgezicht van Volendam - en de recreatieve waarde blijven behouden. De belangrijkste effecten treden op voor landschap, archeologie en woonbeleving. De kruin van de huidige dijk wordt over een deel van de module (55%) afgegraven. Hier worden bekende archeologische (verwachtings)waarden aangetast en verandert de huidige karakteristieke

opbouw van de dijk (ruimtelijke opbouw en cultuurhistorie). Ter hoogte van Noordeinde verandert de herkenbaarheid van de dijk, wel blijven de fysieke waarden van het monument behouden omdat de kruin niet wordt aangetast. De brede berm heeft bij Noordeinde invloed op de relatie van Volendam met water en dijk, door de grotere afstand van de woningen tot het water, maar biedt extra ruimte voor recreatie op de verbrede dijk. Ook blijft het Markermeer op dit deel goed zichtbaar door de brede lage berm. Er zijn geen negatieve effecten op natuur, bodem en water, behalve een licht negatief effect op NNN.

Het gecombineerde fiets- en wandelpad op de kruin van de dijk heeft een positief effect op de recreatieve waarde van de dijk.

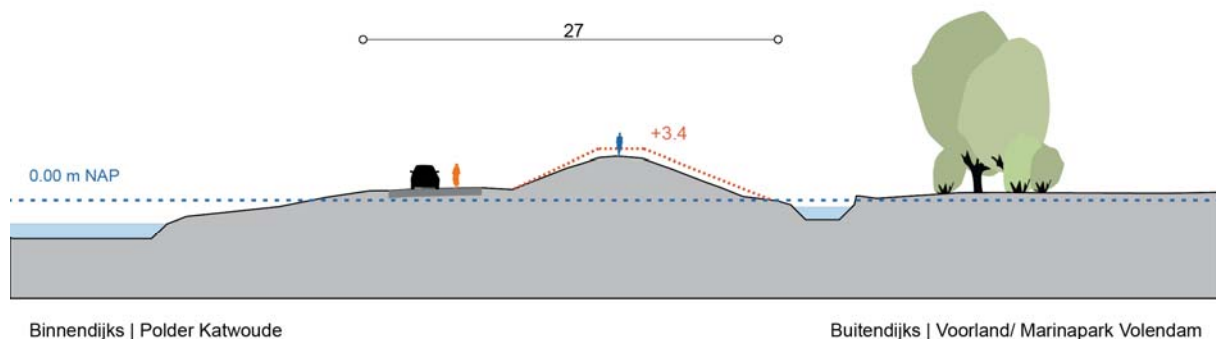
#### Overige aspecten

Er zijn geen aanpassingen in kunstwerken.

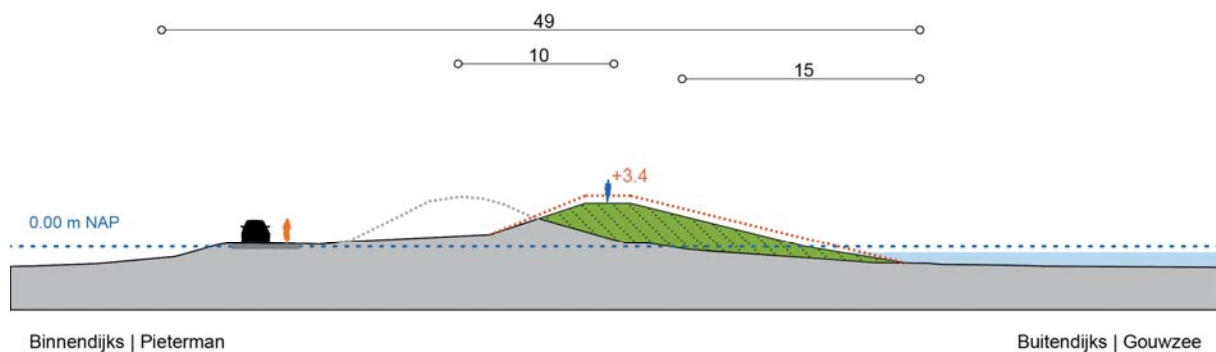
### **Module 11 Pieterman**

#### Gekozen oplossing

De voorkeursoplossing is een kruinverhoging (EA-3) en een buitenwaartse asverschuiving (EA-3B). De kruinverhoging met maximaal 0,5 meter vindt plaats tussen dijkpaal 1 en 3. De buitenwaartse asverschuiving (dijkpaal 3 tot 11) leidt tot extra ruimtebeslag van circa 18 meter. De kruin van de huidige dijk wordt afgegraven. Het fietspad komt terug op de berm van de dijk.



#### EA-3A



EA-3B

[Figuur 41: VKA module 11](#)

#### Milieueffecten

De binnendijks aanwezige waarden zoals de braken (onderdeel van het monument) blijven behouden en zichtbaar in het landschap. De belangrijkste effecten vinden plaats op landschap, archeologie en cultuurhistorie. De buitenwaartse asverschuiving op het tweede deel verandert de relatie dijk–landschap: er ontstaat een grotere afstand tot de zichtbare teen. De kruin van de cultuurhistorisch en archeologisch waardevolle dijk wordt afgegraven over een deel van de module (70%). Er treedt ruimtebeslag op binnen Natura 2000, maar dit tast geen kwalificerende soorten aan. Er is verder geen effect op NNN en beschermde soorten. De afstand van de woonbebouwing tot het water neemt toe, dit heeft een beperkt effect op de woonbeleving. Er zijn geen effecten op bodem, water en recreatie.

#### Overige aspecten

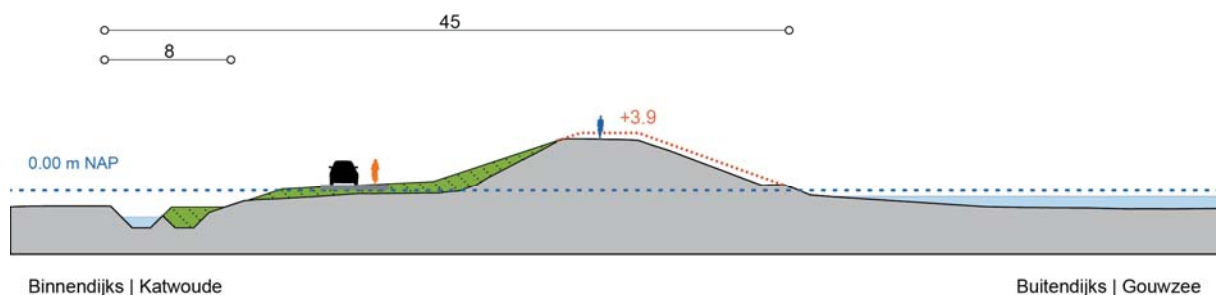
Er vinden geen aanpassingen plaats aan kunstwerken of lokale inpassingsmaatregelen.

### **Module 12 Katwoude**

#### Gekozen oplossing

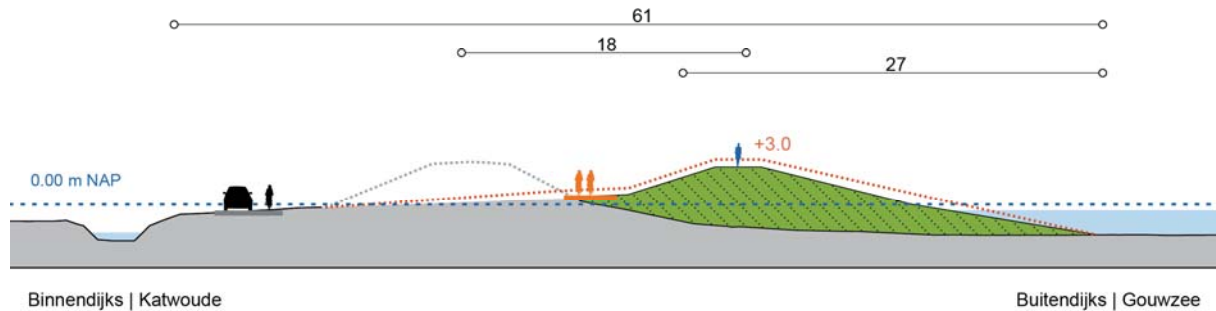
De gekozen oplossing is eerst op een kort stuk tot de bocht een binnenwaartse berm (met kruinverhoging) (EA4 tot dijkpaal 27) en vervolgens een buitenwaartse asverschuiving (EA-4 vanaf dijkpaal 27) waarbij de kruin van de huidige dijk deels wordt afgegraven.

Op het eerste deel is sprake van een kruinverhoging en op het tweede deel is het extra ruimtebeslag van de buitenwaartse oplossing circa 34 meter. Tegen de binnenzijde van de dijk komt (zo mogelijk met een getrapt profiel) het fietspad vrijliggend te liggen.



EA-4A





EA-4B

Figuur 42: VKA module 12

#### Milieueffecten

De ecologische waarde van de Gouwzee blijft behouden. De binnendijkse bebouwing wordt niet geraakt. Omdat zowel binnendijks als buitendijks archeologische waarden aanwezig zijn, kunnen deze niet worden vermeden. De belangrijkste effecten treden op voor archeologie, cultuurhistorie en landschap. Door de brede berm van de buitenwaartse versterking verandert de relatie dijk-landschap, met name ten opzichte van het binnendijks verkavelingspatroon. De kaap blijft herkenbaar. De Noordse steen wordt op markante punten teruggebracht. Buitendijks kunnen archeologische waarden o.a. in de vorm van restanten van verlaten bewoning en militaire stellingen worden geraakt. Er treedt ruimtebeslag op binnen Natura 2000 en NNN en weidevogelleefgebied. De effecten op Natura 2000 zijn beperkt en niet significant. Voor aantasting van de NNN vindt compensatie plaats in de vorm van natuurontwikkeling op de oeverdijk. Voor weidevogelleefgebieden worden ter compensatie kwaliteitsverbeterende maatregelen genomen in de omgeving. De effecten op water en bodem zijn zeer beperkt. De afstand van de woonbebouwing tot de dijk en het water neemt toe, dit heeft een licht negatief effect op de woonbeleving. De fietsverbinding leidt tot een lichte toename van verstoring binnen Natura 2000 en heeft een positief effect op de recreatie.

#### Overige aspecten

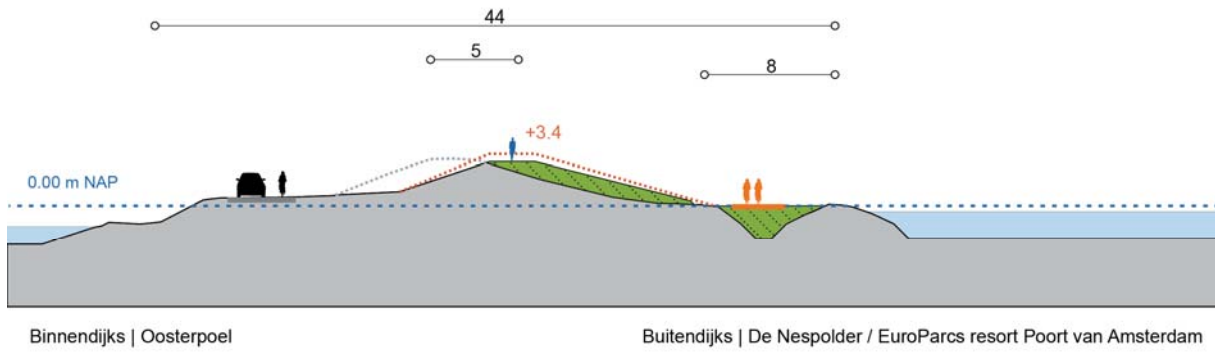
De hevelleiding wordt aangepast. Verder is geen sprake van lokale maatregelen.

### **Module 13 De Nes en Opperwoud**

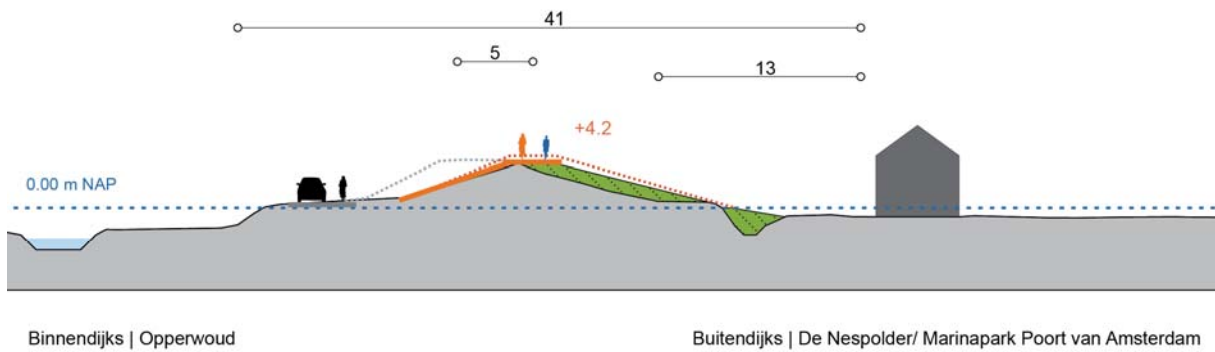
#### Gekozen oplossing

De gekozen oplossing is een buitenwaartse asverschuiving.

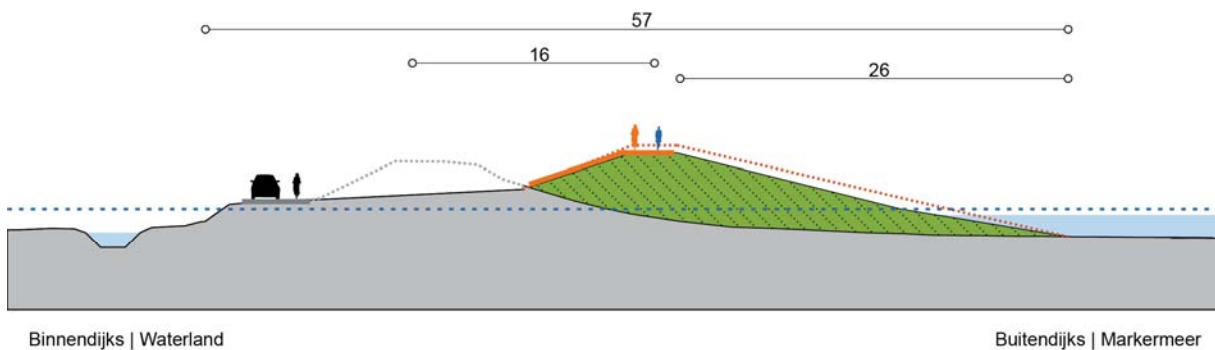
De buitenwaartse asverschuiving kent in het noordelijke deel een beperkt extra ruimtebeslag, in het zuidelijk deel is het extra ruimtebeslag circa 26 meter. De kruin van de huidige dijk wordt afgegraven. Het fietspad ligt eerst buitendijks op de teen van de dijk en vervolgens op de kruin. Het fietspad op de kruin van de dijk wordt verbreed in het kader van de groei van recreatie en toerisme.



EA-5A



EA-5B



EA-6

Figuur 43: VKA module 13

### Milieueffecten

De belangrijkste effecten vinden plaats op archeologie, cultuurhistorie en landschap. De opbouw van de dijk verandert en over een deel van de module (10%) wordt de kruin van de monumentale dijk afgegraven, over het andere deel (90%) is sprake van transformatie (beperkte afgraving). Er is ruimtebeslag op het cultuurhistorisch waardevolle voorland De Nes en de directe overgang van de Oosterpoel naar de dijk wordt, door het naar buiten schuiven van de dijk, minder markant. De braak Oosterpoel zelf blijft wel intact. Hierdoor blijft een vroegere doorbraak van de dijk zichtbaar en daarmee een deel van het cultuurhistorische verleden van de kering. De hogere kruin is vanuit het landschap te zien als positief voor de herkenbaarheid van het profiel, maar de brede berm is te zien als negatief omdat hierdoor de dijk minder herkenbaar is en de aansluiting van de polder/verkaveling op de dijk vermindert. Het voorland maakt geen onderdeel uit van het Natura 2000-gebied en heeft geen functie voor kwalificerende soorten. Alleen in het meest zuidelijke deel van de module treedt ruimtebeslag op binnen Natura 2000; dit heeft geen effect op de instandhoudingsdoelstellingen. Er is ruimtebeslag binnen het NNN en weidevogelleefgebied. Voor aantasting van de NNN vindt compensatie plaats in de vorm van natuurontwikkeling op de oeverdijk. Voor weidevogelleefgebieden worden ter compensatie kwaliteitsverbeterende maatregelen genomen in de omgeving. De leefgebieden van ringslang, bittervoorn en kleine modderkruiper worden tijdelijk aangetast, maar zijn weer aanwezig na de Versterking. De effecten op water en bodem zijn beperkt. De dijkversterking vindt plaats op gronden op het terrein van het verblijfsrecreatiepark (Europarcs). Bij de ontwikkeling van het park waren deze gronden echter al gereserveerd voor de dijkversterking. De inrit van het park wordt gereconstrueerd. De verbreding van het fietspad leidt niet tot andere effecten.

### Overige aspecten

De afwateringsduiker bij De Nes wordt vernieuwd.

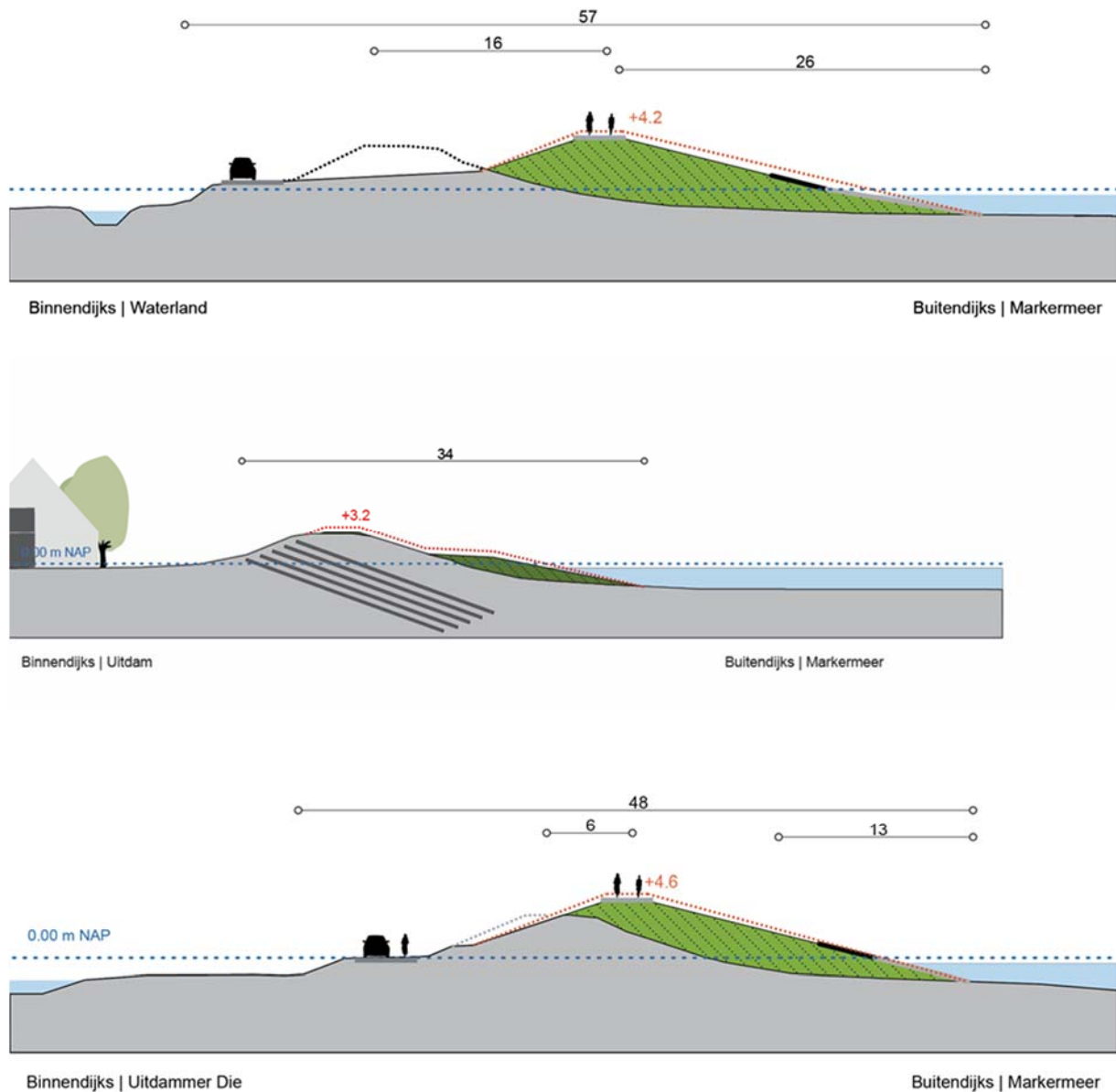
## **Module 14 Uitdam dorp**

### Gekozen oplossing

De gekozen oplossing is een buitenwaartse asverschuiving (EA-6, EA-7B) en ter hoogte van het dorp (EA-7A) een vernageling. Deze oplossing met vernageling is in een apart spoor onder leiding van de Deltacommissaris uitgewerkt. In deel B is ter hoogte van het dorp een versterking in de vorm van een kistdam onderzocht. Deze oplossing is als worstcase te beschouwen in vergelijking tot de effecten van een vernageling.

In het noordelijke en zuidelijke deel, de buitenwaartse asverschuiving, is er extra ruimtebeslag aan de binnen- en buitenzijde. De aanleghoogte is circa 1 meter hoger dan huidige dijk.

Het fietspad op de Uitdammerdijk wordt deels verbreed en komt ten noorden en ten zuiden van dorp op de kruin van de dijk.



Figuur 44: VKA module 14

### Milieueffecten

De belangrijkste effecten treden op voor archeologie en woonbeleving. De kruin van de dijk wordt op een deel van de module (15%) afgegraven of getransformeerd (20%) dat wil zeggen beperkt afgegraven. Hierbij worden mogelijk archeologische bewoningssporen en monumentale waarden aangetast. Door toepassing van de buitenwaartse versterking en vernageling worden effecten op de binnendijkse bebouwing voorkomen. De kruin van de dijk komt bij de asverschuiving in beperkte mate verder van de woningen af te liggen, bij het dorp blijft deze vrijwel op zijn plek. In zowel de huidige als de nieuwe situatie is er vanaf de benedenverdieping van de woningen veelal geen uitzicht op het water. De woonbeleving wordt dan ook in enige mate aangetast. Daarnaast

tast de verbreding van de dijk de historie van de dijk aan (cultuurhistorie en landschap). Het historisch karakter van het dorp: ingeklemd tussen de Uitdammer Die en het Markermeer, blijft echter bestaan. Dit historische karakter is van belang bij de beleving van de dijk. De recreatieve routes lopen binnendijks aan de voorkant van de huizen en niet direct op de dijk, waardoor deze niet aangetast worden. Er is geen ruimtebeslag op Natura 2000 of NNN. De leefgebieden van ringslang, bittervoorn en kleine modderkruiper worden tijdelijk aangetast, maar zijn weer aanwezig na de Versterking. De effecten op water en bodem zijn beperkt. De verbreding van de fiets- en wandelverbinding leidt niet tot andere effecten dan het voorkeursalternatief zonder meekoppelkans.

#### Overige aspecten

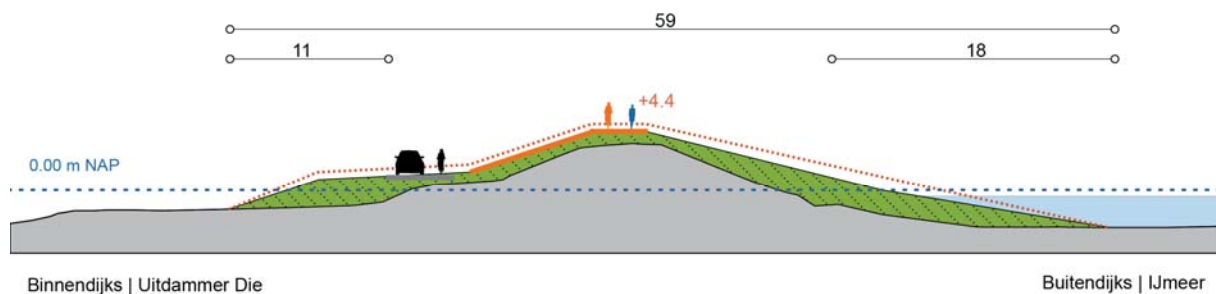
Er zijn geen aanpassingen aan kunstwerken of lokale maatregelen nodig.

### **Module 15 Uitdammerdijk**

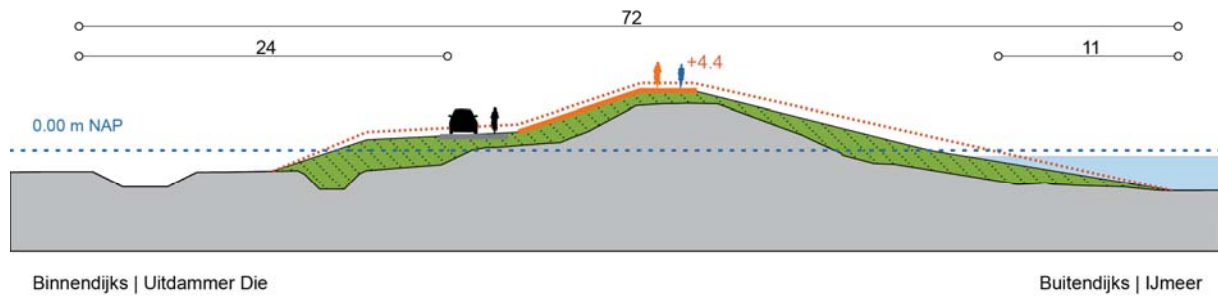
#### Gekozen oplossing

De gekozen oplossing verschilt hier per sectie (zie voor profielen onderstaande figuren). Op het eerste deel is sprake van een gecombineerde versterking (EA-8, drie profielen), op het tweede deel een gecombineerde versterking met een buitenwaartse asverschuiving (EA-9 en EA-10), ter plaatse van de zuidelijke recreatieterreinen (EA-10 dijkpaal 120 tot 122 en dijkpaal 134+90 tot 141) een buitenwaartse asverschuiving en op het meest zuidelijke stuk een kruinverhoging (EA-11).

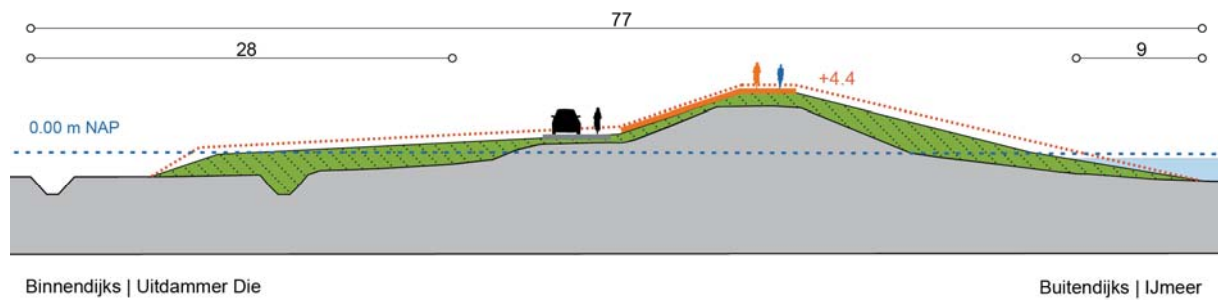
Het fietspad op de kruin van de dijk wordt deels verbreed in het kader van de groei van recreatie en toerisme.



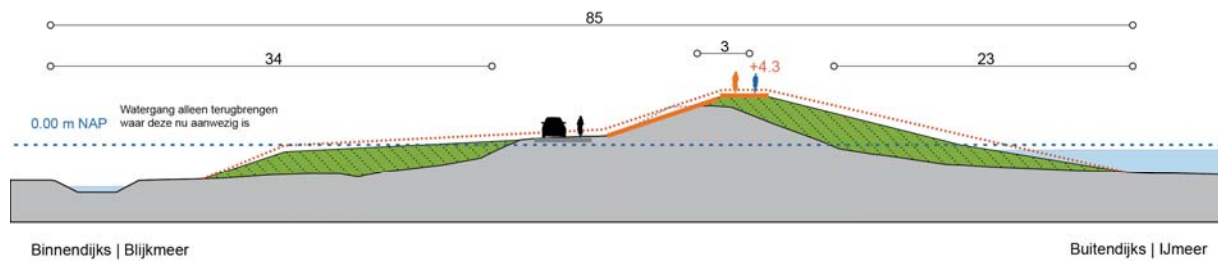
EA-8A1



EA-8A2



EA-8B



EA-9

Pagina

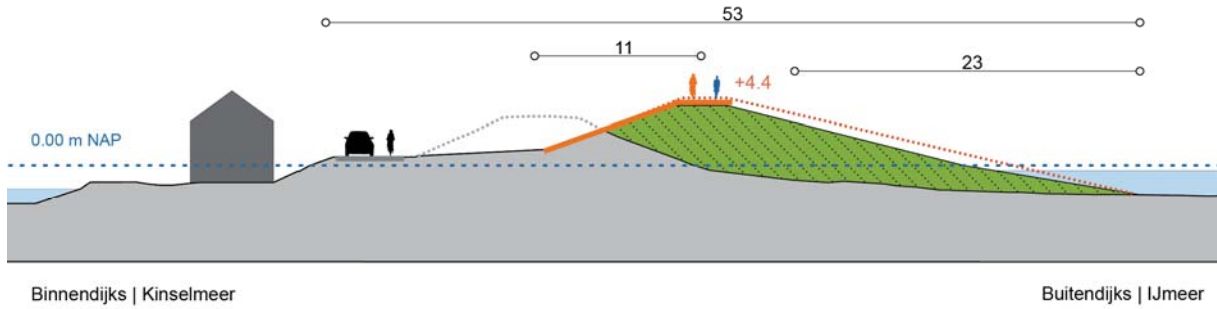
108 van 143

Printdatum

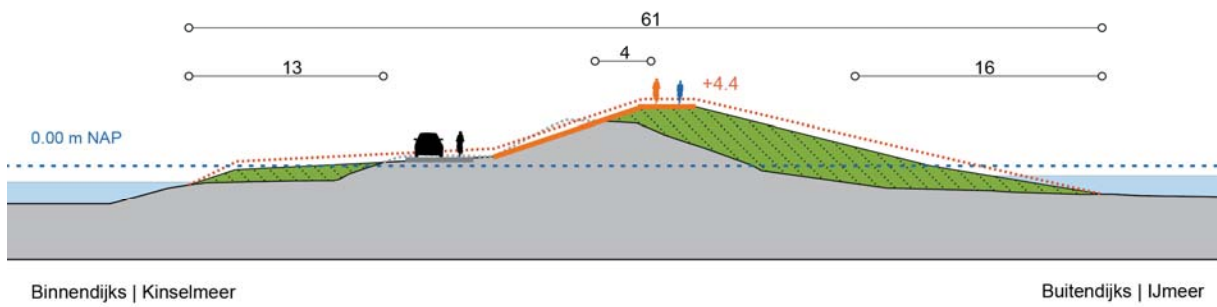
15-11-2017

Documentnummer

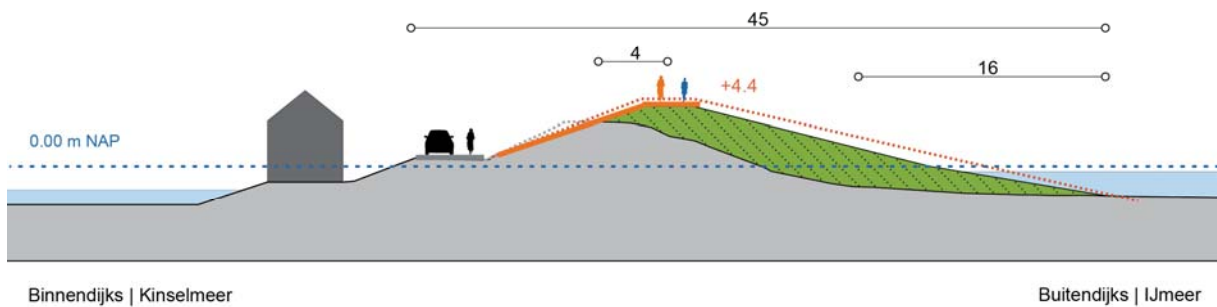
AMMD-001028 (17.0129608)



EA-9/ EA-10A

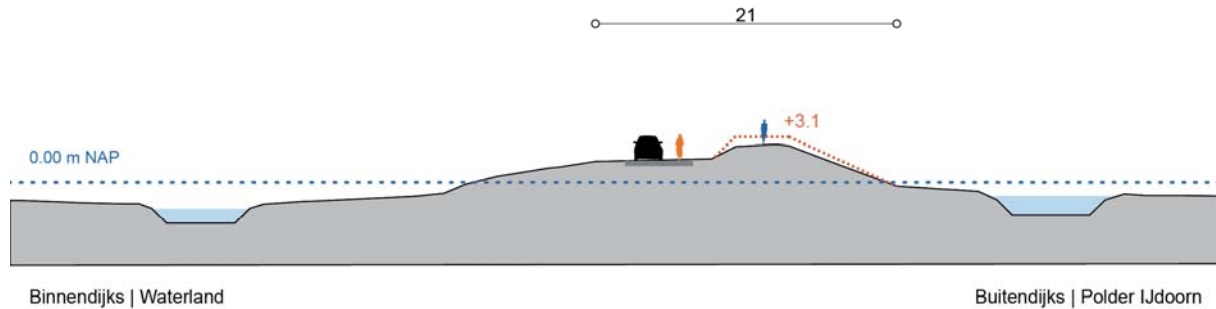


EA-10A/ EA-10B1



EA-10B2





EA-11

Figuur 45: VKA module 15

#### Milieueffecten

De belangrijkste effecten zijn er op het gebied van landschap, natuur, cultuurhistorie, archeologie en recreatie. Door de flauwe taluds en brede berm wordt de afstand tussen dijk en polder groter, dit beïnvloedt het historische verkavelings- en slotenpatroon en het kronkelende verloop van de dijk neemt af. Onder de dijk en buitendijks worden mogelijk archeologische waarden geraakt (zoals bewoningssporen, dijkresten en een batterij uit de Stelling van Amsterdam). De kruin van de huidige dijk wordt maar in een beperkt deel van de module afgegraven (5%). De Noordse steen wordt op markante punten teruggebracht. Er vindt ruimtebeslag plaats op diverse recreatieve voorzieningen, de recreatieve functie is gewaarborgd en aantasting van voorzieningen wordt hersteld of gecompenseerd. Ten slotte is sprake van ruimtebeslag op Natura 2000, het ruimtebeslag heeft geen effect op de instandhoudingsdoelstellingen. Dit geldt ook voor Polder IJdoorn dat geen Natura 2000 is maar wel rust- en foerageergebied voor kwalificerende soorten. Er is ruimtebeslag binnen het NNN en weidevogelleefgebied. Voor aantasting van de NNN vindt compensatie plaats in de vorm van natuurontwikkeling op de oeverdijk. Voor weidevogelleefgebieden worden ter compensatie kwaliteitsverbeterende maatregelen genomen in de omgeving. De leefgebieden van ringslang, Noordse woelmuis en waterspitsmuis worden tijdelijk aangetast. De leefgebieden zijn weer aanwezig na de Versterking.

#### Overige aspecten

Er zijn geen aanpassingen aan kunstwerken of lokale maatregelen nodig.

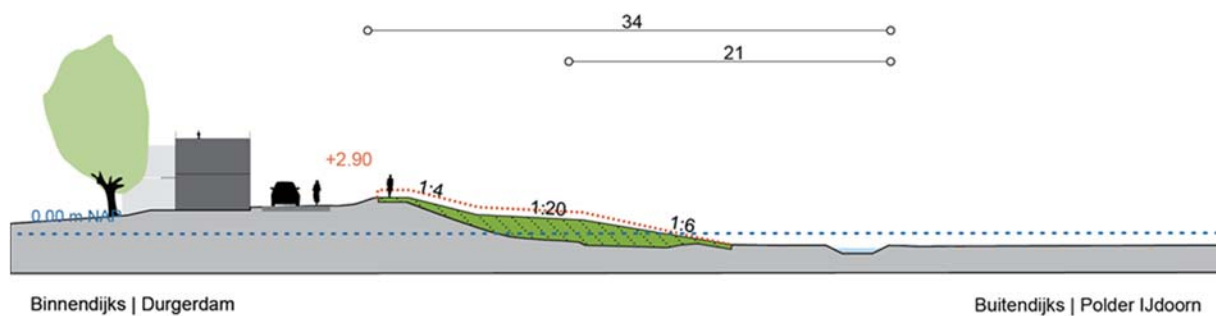
#### **Module 16 Durgerdammerdijk**

De planvorming voor Durgerdam is getemporiseerd. Onderstaande teksten hebben betrekking op een richting waarbij het VKA bestaat uit een buitenwaartse versterking en een havendam/strekdam ter hoogte van Durgerdam.

#### Voorlopige oplossing

In sectie EA-11 ter hoogte van polder IJdoorn wordt een buitenwaartse berm aangelegd. De aanleghoogte is NAP +2,9 meter, dat is ongeveer 0,5 meter hoger dan de huidige dijk. Het ruimtebeslag aan de buitenzijde (vanaf de kruin) bedraagt circa 33 meter.

Ter hoogte van de jachthaven wordt een havendam aangelegd parallel maar op enige afstand van de bestaande dijk. Aan de oostzijde van haven sluit de dam aan op de bestaande dijk. Verder komt er een havendam loodrecht op de haven bij dijkpaal 157+50, deze sluit aan bij de Kapel. Ter hoogte van Westeind komt een strekdam. De strekdam staat niet in verbinding met de bestaande dijk, het is een autonoom object. De strekdam komt op enige afstand van de bestaande dijk.



EA-12A



EA-12B



EA-13

Figuur 46: VKA module 16

#### Milieueffecten voorlopige oplossing

Het beschermd dorpsgezicht en de recreatieve waarde van Durgerdam, inclusief de buitendijkse jachthaven, blijven behouden. Bij polder IJdoorn treedt een aantasting van het dijkprofiel op, maar ter hoogte van het dorp blijft de huidige monumentale dijk intact. Het water blijft goed te ervaren vanuit Durgerdam. Niet alleen blijft er zicht op de haven en het Markermeer mogelijk, ook accentueren de dammen vooral de haven, waardoor de Durgerdammerdijk als dijk herkenbaar blijft. Er ontstaat een eigen havenruimte, met directe relatie naar het IJmeer. Door de strekdam en havendam ter hoogte van het dorp wordt het beschermd dorpsgezicht niet fysiek beïnvloed, de historische bebouwing wordt niet geraakt. De Versterking (buitenberm/ havendam/strekdam) heeft een negatief effect op de woonbeleving. Er is sprake van een beperkt ruimtebeslag in Natura 2000; er is geen sprake van significante effecten. Daarnaast is sprake van beperkt ruimtebeslag op NNN, waar de buitenwaartse versterking overgaat in de havendam en wordt een deel van het rietland geraakt. Dit wordt gecompenseerd. De winterverblijven van de ringslang bij het Blauwe Hoofd

worden niet verstoord. Verder blijft het moeras voor de haven intact evenals de vliegroute van de meervleermuis. Er is dan ook geen effect op beschermde soorten. Er zijn kansen voor een betere waterkwaliteit achter de dammen, door de luwere omstandigheden achter de dammen nemen de mogelijkheden voor water- en oeverplanten (waaronder rietmoeras) toe.

#### Overige aspecten

Er zijn geen aanpassingen aan bestaande kunstwerken of lokale maatregelen nodig.

## **5.4 Integraal ontwerp Markermeerdijken en samenvatting milieueffecten VKA**

Hieronder wordt de ruimtelijke kwaliteit van de Versterking als geheel (33,8 km) beschreven. Daarbij wordt ook ingegaan op specifieke opgaven: hoe zijn de waarden van bijzondere plekken zoals kapen vertaald in het ontwerp, hoe wordt een meerwaarde voor natuur ingevuld en hoe zijn overgangen bijvoorbeeld van een oeverdijk naar de bestaande dijk vormgegeven. Voor de herkenbaarheid van de Markermeerdijken is het van belang dat het VKA in de diverse aansluitende modules een samenhangend geheel vormt. Dit geldt zowel voor de verschillende deelgebieden en de Markermeerdijken als geheel. Het doel is de karakteristieken van de deelgebieden herkenbaar te houden en de kernkwaliteiten te versterken. De verschillende deelgebieden van de Markermeerdijken moeten ook weer een samenhangend geheel vormen. Daarnaast is per milieuaspect het effect van de Versterking als geheel beschreven.

### 5.4.1 Ruimtelijke kwaliteit van het ontwerp

#### *Hoornse Hop: stad en cultuurhistorie - monumentale dijk in nieuw landschap*

De belangrijkste waarden zijn de cultuurhistorische en landschappelijke waarde van de Westfriese Omringdijk. Daarnaast is sprake van belangrijke natuurwaarden (Natura 2000 Markermeer & IJmeer) en archeologische waarden buitendijks.

De Markermeerdijken rond de Hoornse Hop behouden in het VKA hun huidige vorm. Er is gekozen voor een kleine buitenwaartse versterking van de dijk bij de binnenstad van Hoorn, met behoud van de dijk inclusief het aanzicht van het stadsfront (module 1), maar met verdwijnen van de Noordse steen. Het ontwerp biedt ruimte voor stedelijke recreatie en de ontwikkeling van het stadsfront van Hoorn.

Ook in module 2 en 3 blijft de Westfriese Omringdijk behouden door het aanbrengen van een oeverdijk. De beleving en herkenbaarheid van het Hoornse Hop als baai vermindert met de oeverdijk, maar de oeverdijk biedt ruimte voor extensieve recreatie en natuurbeleving.

Voor module 4 wordt de dijk ter hoogte van de Rietkoog binnenwaarts versterkt waarmee het historisch dijklichaam behouden blijft. Dit geldt niet bij de Bedijkte Waal, hier is gekozen voor een buitenwaartse versterking met asverschuiving, waarbij de bocht om de Bedijkte Waal verder wordt verruimd en het wiel behouden blijft.

Conclusie is dat binnen het Hoornse Hop het dijkprofiel van de Westfriese Omringdijk zijn samenhang behoudt, inclusief behoud van Noordse steen. In het Hoornse Hop is sprake van een consistente oplossing in de vorm van een oeverdijk. De uitzonderingen hierop zijn het stuk bij de Bedijkte Waal en bij de binnenstad van Hoorn, maar hier is het effect op cultuurhistorische dijk beperkt. Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer wordt niet aangetast. De oeverdijk, voornamelijk het stadstrand, geeft in het noorden ruimte voor stedelijke recreatie en stadsfront

versterking. Het zuidelijke deel van de oeverdijk geeft ruimte voor extensieve recreatie en natuurbeleving en natuurontwikkeling.

*Kogeland: historisch zetstuk- variatie en fijnzinnige verbindingen*

De belangrijkste waarden zijn de dijk als historisch zetstuk, de verbinding tussen land en water door uitwatering van Kogeland. Daarnaast zijn belangrijk de binnendijkse braak en bebouwing, het buitendijkse voorland (rietland) met de kolonie Visdiefjes en de buitendijkse archeologische waarden.

Bij de dijk rondom het Kogeland vinden overwegend kruinverhogingen (noord-zuidgerichte delen) plaats en buitenwaartse asverschuivingen (oost-westgerichte delen). Het historische dijktraject wordt hierbij aangetast. Echter de andere belangrijkste waarden - de binnendijkse bebouwing en het buitendijkse rietland - worden vrijwel niet geraakt. Er zijn geen alternatieven die aantasting van alle belangrijkste waarden (waaronder het historisch dijktraject) voorkomen en die het veiligheidstekort oplossen en, technisch uitvoerbaar, robuust, toekomstbestendig en proportioneel zijn.

Als geheel blijft ondanks de Versterking het historisch zetstuk goed herkenbaar vanwege de eenduidige buitenwaartse oplossing die nog dicht bij de huidige dijk ligt. De dijk is ook na de versterking een smalle dijk met scherpe knikken, waar de uitwatering van de Beemster door historische sluisen en het nieuwe gemaal de geschiedenis van het gebied accentueert. Er is verbinding tussen binnen en buiten: uitzicht op het water met de Riet- en Floriskoog en uitzicht op het land over de Korsloot. Het voorland en de binnendijkse bebouwing blijven in stand.

Conclusie voor Kogeland is dat de binnendijkse braak en bebouwing en het buitendijkse rietland als belangrijkste waarden vrijwel niet worden beïnvloed. De samenhang in oplossingsrichtingen is consistent. Het historische dijktraject wordt wel beïnvloed, maar het historisch zetstuk blijft als belangrijkste waarde goed herkenbaar.

*Zeevang: robuuste natuur in open landschap*

De belangrijkste waarden zijn de binnendijkse en buitendijkse natuurwaarden, de binnendijkse historische bebouwing en de recreatieve waterfronten. Daarnaast vormen de Stelling van Amsterdam en het Fort Edam belangrijke waarden. Er ontstaat in de polder Zeevang een verschil in dijkprofiel tussen de versterkte en niet versterkte delen. Dit is onvermijdelijk.

Bij polder Zeevang wordt de dijk afwisselend buitenwaarts, gecombineerd en binnenwaarts versterkt. Voor delen van de dijk volstaat een kruinverhoging. Bij een buitenwaartse versterking met een asverschuiving wordt de huidige dijk afgegraven, wat een aantasting betekent aan de monumentale dijk. Het ontwerp vormt een robuust, herkenbaar en eenduidig nieuw geheel waarin de Versterking is aangegrepen om veel kwaliteiten voor natuur toe te voegen waarin ook de historie van de dijk zichtbaar blijft. Er komen extra voorlanden, die een migratiezone vormen voor de ringslang, waterspitsmuis en andere insecten en zoogdieren. De voorlanden vormen de zo gewenste zachte land-waterovergang die de ecologische kwaliteiten van het Markermeer versterken. Ook de verbrede binnenberm krijgt een belangrijke natuurfunctie door haar (bloemrijke)vegetatie aansluitend op het veenweidegebied. Er wordt niet voorbijgegaan aan de cultuurhistorie van de dijk, aan de wens om niet alleen de natuur maar ook de cultuurhistorie te beleven. De cultuurhistorie wordt op verschillende manieren goed zichtbaar gemaakt. Zo komt de nieuwe weg weer tegen de dijk aan te liggen, karakteristiek zoals in de huidige situatie, en worden

de weg en het fietspad als één onopvallend geheel vormgegeven. De markante kern Edam-Volendam behoudt haar positie aan het Markermeer. De relatie tussen Fort Edam en de dijk blijft intact en het water bereikbaar. Het waterfront bij Noordeinde houdt haar beleving van het Markermeer, maar is nu door de verbreding ook beter bruikbaar en toegankelijk.

De conclusie is dat over vrijwel het gehele deelgebied Zeevang de Versterking consistent is vormgegeven, waarbij in het stedelijk gebied van Volendam een andere invulling is gekozen, maar dit is gezien de context een logische keuze. De binnendijkse en buitendijkse natuurwaarden blijven behouden en worden door de extra voorlanden lokaal verbeterd. Ook bebouwing, braken en recreatie blijven in stand.

*Gouwzee: kraamkamer voor de natuur*

De belangrijkste waarden zijn de zoetwaternatuur, met gevarieerde natuurlijke oevers en de samenhangende kleinschalige baai. Hier heerst rust en ruimte, de dijk is ontoegankelijk. Kenmerk van de bestaande dijk is het karakteristieke trajectverloop met knikken (kapen) en bochten. Het water staat grotendeels tot aan de voet van de dijk, slechts op enkele delen onderbroken door voorland.

De Versterking rond de Gouwzee is beperkt tot een buitenwaartse versterking bij Katwoude. De ecologische waarde van de Gouwzee wordt niet aangetast. Door de buitenwaartse versterking met een brede berm verandert de relatie tussen de dijk en het landschap.

Conclusie: de Versterking in de Gouwzee sluit logisch aan op aangrenzende delen en vormt een consistent geheel met de bestaande dijk met behoud van het kenmerkende trajectverloop. De belangrijkste waarden zoetwaternatuur en beleving van de samenhangende baai blijven behouden.

*Waterland: rijksmuseum aan het water*

De Waterlandse Zeedijk is de drager en verbinder van historische ensembles zoals Uitdam en Durgerdam. De dijk kent een fijnmazige structuur waar soms natuur, soms recreatie en soms cultuurhistorie de boventoon voeren. Het ontwerp voor de Versterking maakt het nog toegankelijker voor recreanten in de metropoolregio Amsterdam. De historische kern van de oude dijk wordt zo veel mogelijk ingepakt, hierdoor blijft het archeologische bodemarchief behouden, evenals het slingerende karakter van de dijk. Bij Uitdam en Durgerdam blijft de dijk verbonden met de historische bebouwing. In Durgerdam is hiervoor een strekdam en havendam ontworpen op enige afstand van de bestaande dijk. De recreatieve route verbetert door een verbeterde fietsverbinding op de kruin van de dijk. Ook biedt de bredere binnenberm ruimte voor natuur en recreatie.

Conclusie is dat de samenhang in oplossingsrichtingen in het zuidelijke deel van Waterland consistent is. Het noordelijke deel wijkt af, omdat hier vooral gecombineerd versterkt wordt. De continuïteit van het dijkprofiel en het slingerende trajectverloop blijven hierbij echter wel gewaarborgd doordat enkel bij Uitdam een afwijkende vormgeving wordt toegepast, passend bij de schaal van het dorp. De bijzondere binnendijkse waarden - als belangrijkste waarden- worden hierbij ontzien.

#### 5.4.2 Milieueffecten van de dijkversterking (inclusief beheer en onderhoud)

De milieueffecten van de 33,8 km dijkversterking als geheel, zijn als volgt samen te vatten. Meer informatie is hierover te vinden in deel B van het MER. Hieronder staan de effecten van de dijkversterking in de gebruik- en beheerfase; de effecten in de aanlegfase zijn apart beschreven in paragraaf 5.5.

#### Landschap

In de Leidraad Landschap en Cultuurhistorie zijn zowel de Markermeerdijken als het aangrenzende landschap als waardevol aangemerkt. In deze leidraad zijn twee belangrijke beleidsuitgangspunten onderscheiden voor het landschap, die van belang zijn voor de Versterking:

- het behoud van de kenmerken van de Markermeerdijken;
- het behoud van de kenmerken van de landschappen.

De te versterken Markermeerdijken bestaan uit de Westfriese Omringdijk (in het noordelijke deel) en de Noorder IJ- en Zeedijken (in het zuidelijke deel). De belangrijkste kenmerken van de Westfriese Omringdijk en de Noorder IJ- en Zeedijken zijn:

1. de grilligheid van het dijktraject;
2. de aangrenzende openheid;
3. landschappelijke elementen aan de dijk, zoals de braken (restanten van dijkdoorbraken) en het buitendijkse voorland.

#### *Grilligheid van het dijktraject*

De Markermeerdijken worden gekenmerkt door het grillige traject met bochten en scherpe knikken (kappen). Het dijkprofiel van de dijk is zeer kenmerkend door de smalle kruin, een smalle en lage binnenberm en steile taluds. De veranderende waterveiligheidseisen staan op gespannen voet met de huidige kenmerkende opbouw van de dijk. Deze kenmerken zullen dan ook bij de Versterking veranderen: de dijken krijgen een brede lage binnenberm, een flauwer en deels ook hoger talud. Door deze noodzakelijke verbreding en verflauwing van het dijkprofiel zullen de bochten in het traject enigszins verflauwen en worden knikken minder scherp. Aan de vormgeving van de knikken is echter aandacht besteed, ze zijn zodanig ontworpen dat deze wel herkenbaar blijven. Er worden daarnaast wat nieuwe (flauwe) bochten geïntroduceerd door afwisseling in binnendijkse en buitendijkse versterking. Hierdoor blijft de grilligheid van het dijklichaam in het landschap gehandhaafd.

#### *Aangrenzende openheid*

De openheid van het gebied grenzend aan de dijk zal niet veranderen. Ook bij Hoorn (module 2 en 3) verandert de openheid niet, wel verandert het karakter van het open gebied buitendijks door de brede lage oeverdijk. Het behoud van het cultuurhistorisch monument de Westfriese Omringdijk heeft zwaar gewogen bij de keuze voor deze oplossing. De oeverdijk maakt dat de beleving van de baai verandert. Om de ruimtelijke eenheid zoveel mogelijk te behouden is de oeverdijk zodanig vormgegeven dat men er vanaf de kruin van de Markermeerdijken ruim overheen kijkt. Daarbij blijven de openheid en het zicht op het open water en de stad Hoorn behouden.

Op een lokaal schaalniveau verandert de openheid enkel nabij de woonbebouwing langs de dijk. In 5 modules wordt in een deel van het traject binnenwaarts de berm versterkt. Daar waar de dijk binnenwaarts wordt versterkt, wordt de open ruimte tussen woonbebouwing en Markermeerdijken kleiner dan in de huidige situatie. Bij de woonbebouwing is, waar nodig, maatwerk toegepast op de dijkversterking, zodanig dat deze woningen met erf behouden kunnen worden. Ter plaatse is dan sprake van een aantasting.



#### *Landschappelijke elementen aan de dijk*

Landschappelijke elementen aan de dijk zijn bijvoorbeeld oude braken en historisch voorland. Voorbeelden van voormalige braken zijn: de Heintjesbraak, de Moordenaarsbraak, de Bedijkte Waal en ook de Etersheimerbraak. Voorbeelden van historisch voorland zijn onder andere: de Rietkoog, Nespolder en Jan Hagelhoek. Veel van deze landschappelijke elementen zijn ook van aardkundige waarde. De landschappelijke elementen zijn bij de Versterking zoveel mogelijk gespaard. Dit komt doordat de verbreding beperkt is gehouden (waardoor aantasting van buitendijks voorland beperkt is tot de rand) en veelal voor buitenwaartse asverschuiving is gekozen (waardoor binnendijks zoveel mogelijke elementen intact kunnen blijven). In enkele modules zijn de randen van landschappelijke elementen aangetast. Bij 2 van de 16 modules betreffen dit kleine elementen, zoals de teensloten aan de voet van de dijk. Bij 6 van de 16 modules worden de randen van een aantal bijzondere elementen aangetast. Het gaat daarbij om de volgende elementen, de belangrijkste zijn: de voorlanden Rietkoog, de Nespolder en IJdoorn, en om de braken de Heintjesbraak, het Barnegat, het Kinselmeer en de Verlande Braak. De elementen zelf blijven behouden, het gaat om aantasting van een relatief kleine oppervlakte, om een deel van de rand van de elementen. Het grootste deel van de elementen blijft gespaard.

#### *Specifiek landschappen*

Binnendijks grenzen de Markermeerdijken aan het Oude Zeekleilandschap, de Veenpolders (Veenpolderlandschap) en een enkele Droogmakerij (Droogmakerijenlandschap). De kernkwaliteiten van het Oude Zeekleilandschap worden niet aangetast. In het Veenpolderlandschap wordt een klein deel van het typische verkavelings- en slotenpatroon aangetast in module 4 en module 9. Deze aantasting is acceptabel omdat het een relatief kleine aantasting betreft aan de randen van de polders. De landschappelijke kwaliteit van het gehele gebied blijft dan ook behouden. Elders veranderen de bijzondere eigenschappen van het Veenpolderlandschap niet door de Versterking. Er liggen twee kleine droogmakerijen binnen de versterkingsopgave. Bij beide droogmakerijen, de Blijkmeerpolder, en de Etersheimerbraak, veranderen de kenmerkende randen in lichte mate. Bij de Etersheimerbraak verdwijnt de molensloot aan de teen van de dijk. Deze sloot wordt iets verderop teruggebracht aan de nieuwe teen van de dijk. Bij de Blijkmeerpolder wordt de rand iets verhoogd en verbreed. Deze aantasting is acceptabel omdat het een relatief kleine aantasting betreft. De landschappelijke kwaliteit van de droogmakerijen blijft behouden.

#### *Kader Ruimtelijke Kwaliteit*

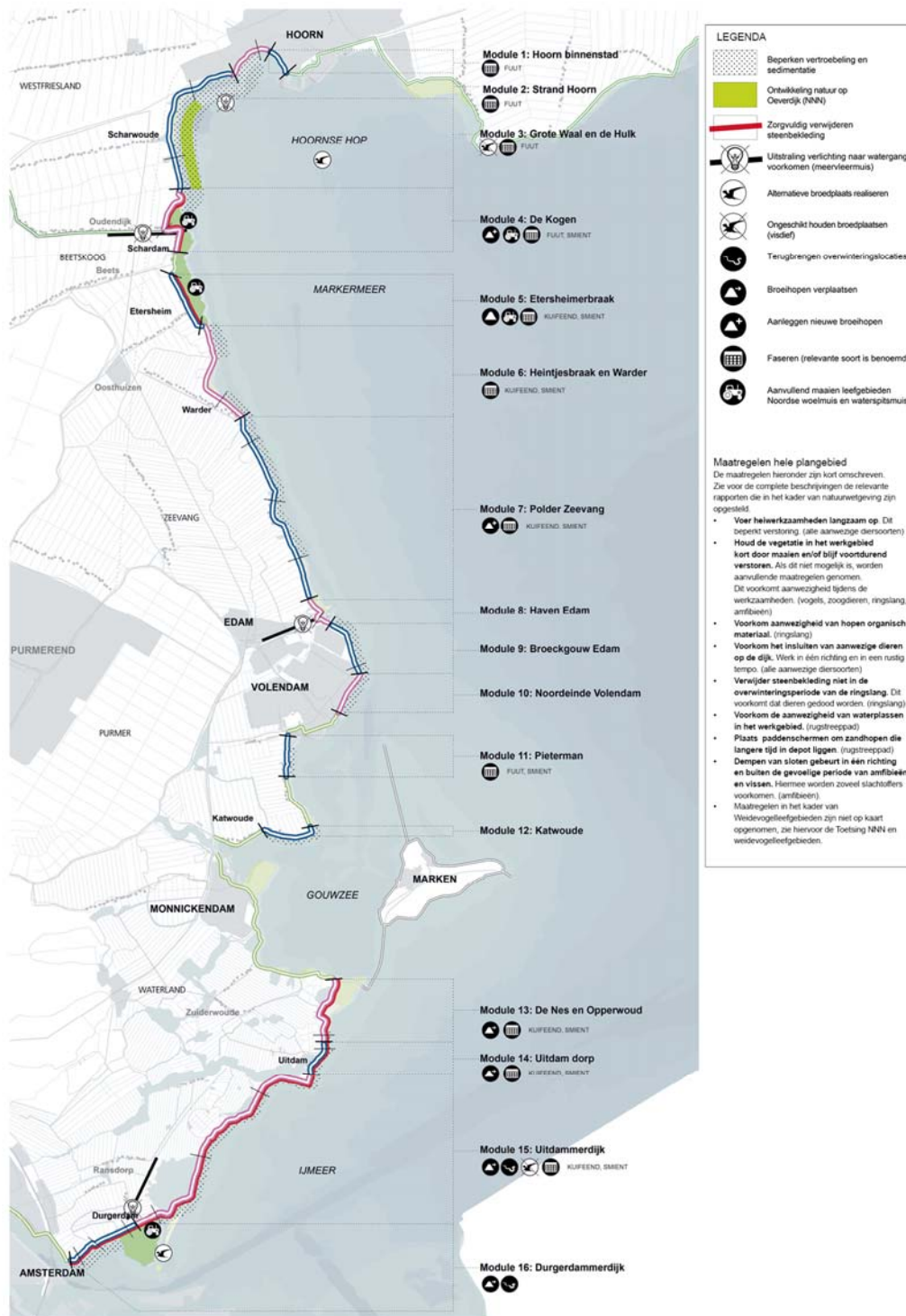
Voor de beoordeling van het VKA als geheel is het van belang dat de dijk een logisch geheel blijft vormen en conform het Kader Ruimtelijke Kwaliteit de vijf deelgebieden herkenbaar blijven. Hiervoor wordt verwezen de toelichting in paragraaf 5.4.1.

#### **Natuur**

Natuur vormt een integraal onderdeel van de Versterking. Er is gekozen om de natuurwaarden overwegend niet terug te brengen op de locatie waar deze worden aangetast, maar een geheel nieuwe functionele eenheid te creëren. De locatie voor natuurontwikkeling is de oeverdijk. De oeverdijk met onder meer haar zachte land-waterovergangen zorgt voor verbeterde ecologische omstandigheden in het Markermeer. Het tussenwater krijgt helder water en waterplanten. Bovendien voorziet het tussenwater in ondieptes die als kraamkamer voor vis kan dienen en luwtes voor watervogels. Ook elders langs de dijk wordt de overgang tussen land en water gebruikt om een impuls aan natuurwaarden te geven. Zo wordt bij Zeevang op de buitenberm een migratiezone aangelegd en worden de braken met elkaar verbonden. Hiervan profiteren de ringslang en noordse woelmuis maar ook vele andere kleine zoogdieren en insecten. Daarnaast wordt de brede



binnenberm bij Zeevang wordt ecologisch ingericht en onderhouden. In het noordelijke deel van het dijktracé (tussen Hoorn en Volendam) worden maatregelen voor de ringslang genomen, onder andere door de dijkbekleding geschikt te maken voor overwintering.



Figuur 47: Compensatie natuur

### Natura 2000

De dijkversterking leidt voor de twee Natura 2000-gebieden Markermeer & IJmeer en Polder Zeevang tot effecten. Er zijn effecten door het permanente ruimtebeslag van de versterkte dijk en vanwege verstoring door geluid en beweging (o.a. recreanten). Dit zijn effecten op kwalificerende soorten en daarmee op de instandhoudingsdoelstellingen. Er worden mitigerende maatregelen genomen. In de Passende Beoordeling is dan ook geconcludeerd dat er geen sprake is van een significant negatief effect, omdat de instandhoudingsdoelstellingen niet in gevaar komen. Daarmee is sprake van een vergunbaar ontwerp voor de dijkversterking op basis van de Wet natuurbescherming. Tabel 10 geeft een compleet overzicht van de habitattypen en kwalificerende soorten en de impact van verwachte effecten na de Versterking (gebruiksfasen).

Tabel 10: Effecten Natura 2000-gebieden

Soort	Effecten gebruiksfase
<b>MARKERMEER &amp; IJMEER</b>	
<b>Habitattypen</b>	
Kranswierwateren	Geen effect.
<b>Habitatrichtlijnsoorten</b>	
Rivierdonderpad	Geen effect.
Meervleermuis	Geen effect, want geen nieuwe verlichting.
<b>Vogelrichtlijnsoorten: Broedvogels</b>	
Aalscholver	Beperkte toename verstoring, significant effect uitgesloten.
Visdief	Geen effect. Huidige broedplaatsen kunnen weer gebruikt worden. Geen toename verstoring door recreatie.
<b>Vogelrichtlijnsoorten: Niet-broedvogels</b>	
Aalscholver	Beperkte toename verstoring, significant effect uitgesloten.
Fuut	Beperkte toename verstoring, significant effect uitgesloten.
Nonnetje	Beperkte toename verstoring, significant effect uitgesloten.
Dwergmeeuw	Soort komt niet voor langs het te versterken traject, effecten zijn uitgesloten.
Zwarte stern	Soort komt niet voor langs het te versterken traject, effecten zijn uitgesloten.
Grote zaagbek	Beperkte toename verstoring, significant effect uitgesloten.
Lepelaar	Beperkte toename verstoring, significant effect uitgesloten.
Kuifeend	Beperkte toename verstoring, significant effect uitgesloten.
Toppereend	Beperkte toename verstoring, significant effect uitgesloten.
Brilduiker	Beperkte toename verstoring, significant effect uitgesloten.
Tafeleend	Beperkte toename verstoring, significant effect uitgesloten.
Meerkoet	Beperkte toename verstoring, significant effect uitgesloten.
Krakeend	Beperkte toename verstoring, significant effect uitgesloten.
Krooneend	Beperkte toename verstoring, significant effect uitgesloten.
Grauwe gans	Beperkte toename verstoring, significant effect uitgesloten.
Brandgans	Beperkte toename verstoring, significant effect uitgesloten.
Smient	Beperkte toename verstoring, significant effect uitgesloten.
Slobeend	Beperkte toename verstoring, significant effect uitgesloten.

Soort	Effecten gebruiksfase
POLDER ZEEVANG	
Vogelrichtlijnsoorten: Niet-broedvogels	
Kleine Zwaan	Geen effect.
Kolgans	Geen effect.
Grauwe Gans	Geen effect.
Brandgans	Geen effect.
Smient	Geen effect.
Goudplevier	Geen effect.
Kievit	Geen effect.
Grutto	Geen effect.
Wulp	Geen effect.

#### NNN en weidevogelleefgebied

Langs de dijk liggen gebieden die provinciaal beschermd zijn: het Natuurnetwerk Nederland (NNN), Natuurverbindingen en Weidevogelleefgebieden. Effecten op provinciaal beschermde gebieden zijn het gevolg van ruimtebeslag en verstoring door geluid en beweging. Er is zowel in kwantiteit als in kwaliteit voldoende natuurcompensatie voor NNN en weidevogelleefgebied. Daarmee wordt voldaan aan de vereisten uit de provinciale verordening. Effecten op Natuurverbindingen zijn uitgesloten omdat deze op afstand van de dijk zijn gelegen.

#### NNN

De Versterking vindt hoofdzakelijk plaats door een aanpassing van de huidige dijk en dat betekent dat daar waar NNN langs de dijken is gelegen, snippers en randen opgaan in de versterkte dijk. In totaal leidt dit tot een areaalverlies van circa 10,5 ha. In tabel 11 is dit areaal nader gespecificeerd per natuurbeheertype. Verder is er plaatselijk sprake van een verandering van verstoring door een verandering van de locatie van fietspaden.

Tabel 11: Totaal ruimtebeslag per natuurbeheertype

Natuurbeheertype	Ruimtebeslag in ha
A01.01 Weidevogelgebied	0,5
N04.02 Zoete plas	0,3
N05.01 Moeras	2,5
N06.01 Veenmosrietland en moerasheide	0,6
N10.02 Vochtig hooiland	0,3
N13.01 Vochtig weidevogelgrasland	6,0
L02.01 Fortterrein*	0,2
TOTAAL	10,5

\* Let op: over fortterreinen (i.c. Fort Edam) wordt aangegeven dat deze naast de cultuurhistorie rijk zijn aan natuurwaarden. In dit geval gaat het voor het ruimtebeslag echter om een strook grasland dat aan de binnenzijde van de dijk ligt (maar buiten de gracht van het fort). De waarden hiervan zijn vergelijkbaar met andere graslanden waar ruimtebeslag op plaatsvindt en zijn niet wezenlijk anders ondanks de ligging nabij het fort.

Verloren natuurwaarden worden niet teruggebracht waar deze verdwijnen. Natuurwaarden verdwijnen als snippers verspreid langs het dijktraject, maar worden gecompenseerd in één groot gebied. De locatie voor compensatie ligt op het midden- en zuidelijke deel van de oeverdijk in

module 3. Realisatie van natuurgebieden van de omvang als voorzien in het project is binnendijks niet mogelijk vanwege ruimtegebruik en conflicteren met bestaande functies (waaronder weidevogelleefgebieden). De oeverdijk sluit aan bij de natuurgebieden die in de huidige situatie op de voorlanden liggen.

Het verlies van wezenlijke waarden en kenmerken beperkt zich tot de omvang van de gebieden (ruimtebeslag), de compensatie brengt deze omvang terug. Tegenover een verlies van 10,5 ha van het NNN staat het realiseren van een oppervlak van circa tot 41,4 tot 62,5 ha NNN. Bovendien draagt de Versterking ook bij aan andere wezenlijke waarden en kenmerken van de NNN door het terugbrengen van bloemrijke graslanden en rietrijke oevers en moerassen die leefgebieden vormen voor soorten als snor, roerdomp en noordse woelmuis.

#### *Weidevogelleefgebied*

Effecten op weidevogelleefgebieden zijn het gevolg van ruimtebeslag en verstoring. Ruimtebeslag op weidevogelleefgebieden vindt plaats over een oppervlakte van 59,1 ha op smalle stroken langs het grootste deel van het dijktraject (daarnaast is sprake van 6 ha ruimtebeslag op de Vochtige weidevogelgraslanden). Een toename van verstoring is het gevolg van een verandering van de ligging van de fietsverbinding. De verloren weidevogelleefgebieden worden niet teruggebracht op de oeverdijk, omdat de omstandigheden hier niet geschikt zijn. In samenwerking met de Agrarische Natuurvereniging Water, Land en Dijken is een beheer- en inrichtingsplan opgesteld om bestaande weidevogelleefgebieden van een hogere kwaliteit te voorzien, om daarmee de mogelijke daling van de weidevogelstand door de dijkversterking ongedaan te maken. In het plan zijn verschillende maatregelen opgenomen om de kwaliteit van bestaande weidevogelleefgebieden te verhogen, zoals het verhogen van waterpeilen, inzaaien met bloemrijke grasmengsel en tegengaan van predatie.

#### Soortenbescherming

Langs de dijk komen soorten voor die beschermd zijn in het kader van de Wet natuurbescherming. Effecten op beschermde soorten zijn vooral het gevolg van ruimtebeslag op leefgebieden, verstoring door geluid en beweging. Met name de moerassen vormen geschikte leefgebieden voor beschermde dieren, maar ook de dijk zelf heeft een functie voor beschermde soorten als leefgebied. Overal langs de dijk zijn broedvogels te verwachten, vogels met een jaarrond beschermd nest komen niet voor langs het dijktraject. De noordse woelmuis en de waterspitsmuis zijn soorten die verspreid langs de dijk in de moerassen voorkomen. De bunzing is een soort die incidenteel langs de dijk te verwachten is. Hermelijn en wezel zijn soorten die meer algemeen voorkomen. De dijk vormt voor beide soorten leefgebied maar tussen de steenbekleding zijn er mogelijk ook verblijfplaatsen aanwezig. Verschillende vleermuissoorten zijn overal langs de dijk te verwachten. Op de dijk bevinden zich geen verblijfplaatsen van vleermuizen, maar de dijk en omgeving vormen wel foerageergebied. Een soort die hierbij bijzonder opvalt, is de meervleermuis, die verblijft in kolonies in het binnenland en via watergangen naar het Markermeer vliegt om daar te foerageren. Verder vormt de kust van het Markermeer voor vleermuizen een migratieroute. Vooral in het zuidelijke deel van het dijktraject komt de ringslang voor. De leefgebieden bevinden zich vooral binnendijks in de moerassen, maar de dijk heeft ook een specifieke functie. Ringslangen overwinteren onder de steenbekleding van de dijk in holle ruimtes. Ten slotte komt in de omgeving van de dijk nog de rugstreeppad voor. De soort is in de huidige situatie niet op de dijk aanwezig, maar bij werkzaamheden kunnen omstandigheden ontstaan die aantrekkelijk zijn voor deze soort om zich te vestigen.

Er worden voor beschermde soorten mitigerende maatregelen genomen om effecten te beperken. Voor de ringslang vindt compensatie van winterverblijven plaats. Door deze maatregelen kan toestemming verkregen worden voor het verstoren van beschermde soorten.

### **Archeologie**

Uit vooronderzoek is gebleken dat het plangebied een brede scharkering aan archeologische (verwachtings)waarden bevat. Deze resten dateren primair uit de Late Middeleeuwen en Nieuwe Tijd. Het gaat hierbij niet alleen om het provinciale monument van de dijk zelf, inclusief de bijbehorende voorlanden en braken, maar ook om bewoningssporen voor, achter, op, in en onder de dijk. Daarnaast zijn militaire, ambachtelijke en waterbouwkundige resten te verwachten. Ten slotte zijn op en in de waterbodem scheepswrakken, verspoelde dijkresten en verdrongen nederzettingen aanwezig. Deze resten kunnen aangetast worden door de geplande bodemingrepen en voorbelastingen. Om die reden is zoveel mogelijk vooraf inzichtelijk gemaakt waar de archeologische resten verwacht kunnen worden. Daar waar mogelijk zijn deze waarden ontzien. Waar behoud in situ van behoudenswaardige archeologische resten niet mogelijk is, maar waar deze wel aangetast worden, zullen deze waarden door middel van archeologisch onderzoek ex situ worden behouden conform de hiervoor geldende regelgeving.

### **Cultuurhistorie**

Enkele cultuurhistorische waarden worden expliciet belicht:

- Stelling van Amsterdam;
- rijksbeschermde stads- en dorpsgezichten en rijksmonumenten;
- provinciale monumenten.

#### *Stelling van Amsterdam*

De gehele Markermeerdijken tussen Edam en Amsterdam maakten onderdeel uit van het Zuiderzeefront van de Stelling van Amsterdam. Deze verdedigingslinie, aangelegd tussen 1880 en 1920, is een uitermate belangrijk cultureel erfgoed. Het poldergebied ten noorden van Edam vormde als inundatiegebied een essentieel onderdeel van de verdediging van de Stelling. Het Zuiderzeefront kende verder geen inundatiepolders maar wel enkele verdedigingswerken waaronder het Fort bij Edam en de kustbatterij bij Durgerdam (Vuurtoreneiland). Binnen de begrenzing van het werelderfgoed Stelling van Amsterdam valt in module 8 het Fort bij Edam met het schootsveld (waarin ook de Markermeerdijken en een stuk open water van het Markermeer) en het binnendijks inundatiegebied. De Versterking voorziet voor het noordelijk deel van de module, waar het fort ligt, in een binnenwaartse oplossing, door het verlengen van de binnenberm. De fortgracht, onderdeel van Fort Edam, verandert hierdoor niet. Ook de verhouding tussen het fort, de dijk en het open water of tussen het fort en het inundatiegebied verandert niet. Er vindt binnen deze module geen aantasting plaats van de Stelling. De Versterking heeft geen effect op het Vuurtoreneiland als onderdeel van de Stelling van Amsterdam in module 16. Er vindt als gevolg van de Versterking geen aantasting of wijziging in verhoudingen plaats.

#### *Rijksbeschermde stads- en dorpsgezichten en rijksmonumenten*

Binnen de versterkingsopgave hebben de plaatsen Hoorn, Edam en Durgerdam de status van Rijksbeschermde Stads- of Dorpsgezicht. De binnenstad van Hoorn is dit sinds 1970 en Edam sinds 1977. Het gebied van het beschermd stadsgezicht Edam (module 8) valt net buiten het beïnvloedingsgebied van de Versterking. In module 1 maakt de Westerdijk deel uit van het beschermd stadsgezicht Hoorn. In module 1 bestaat de dijkverbetering uit een buitenwaartse berm aan de bestaande dijk. Het dijkprofiel heeft hier door eerdere ingrepen als geheel een weinig

historisch karakter. De aanwezige binnendijkse historische bebouwing staat tevens op enige afstand van de dijk. En doordat de dijk hier aan de buitenkant wordt versterkt, is er minimaal effect op het beschermd stadsgezicht. In het gebied van het beschermd dorpsgezicht Durgerdam (module 16) heeft de Versterking ter hoogte van polder IJdoorn een negatief effect op het beschermd dorpsgezicht, door ruimtebeslag in polder IJdoorn en door de aantasting van de morfologie van de historische dijk als onderdeel van het beschermd dorpsgezicht. De havendam en strekdam in deze module hebben geen effect op het beschermd dorpsgezicht.

Langs de Markermeerdijken staat een relatief groot aantal rijksmonumenten (83). Bij de dijkversterking is in geen van de modules sprake van aantasting of sloop van rijksmonumenten. Bij het rijksmonument Hornsluis (in module 4, sectie HE-6A) is op korte afstand een damwand voorzien. De damwand wordt op zorgvuldige wijze geplaatst door deze in de grond te drukken, in plaats van heien. Deze uitvoeringswijze heeft de minst mogelijke impact op de omgeving.

#### *Provinciale monumenten*

Langs het dijktraject zijn de volgende provinciale monumenten relevant voor de Versterking:

- de dijk is over de gehele lengte provinciaal monument als onderdeel van de Westfriese Omringdijk of als onderdeel van de Noorder IJ- en Zeedijk;
- Fort Edam (1913), als onderdeel van de Stelling van Amsterdam (zie hierboven);
- Oorgat, de zeesluis met sluiswachterswoning. Het wachthuisje is niet monumentaal. De zeesluis met de sluiswachterswoning valt buiten het beïnvloedingsgebied van de Versterking en heeft dan ook geen effect.

De Westfriese Omringdijk en de Noorder IJ- en Zeedijken staan op de provinciale monumentenlijst. Dit betekent niet dat er geen ingrepen in de dijk meer mogelijk zijn. De provincie streeft naar 'behoud door ontwikkeling'. Omdat de dijken een waterkerende functie hebben, heeft de provincie met het bestuur van HHNK afgesproken dat het waterstaatsbelang te allen tijden voorrang heeft. De Versterking vormt een 'zwaarwichtige redenen van aantoonbaar algemeen maatschappelijk belang' die het mogelijk maakt om ingrijpende wijzigingen in de dijken te doen. Wel moet getracht worden de ingreep op het monument als gevolg van de dijkversterking zo klein mogelijk te houden.

De monumentstatus betreft:

- de dijk zelf: zowel het traject als het profiel, inclusief de historische steenbekleding;
- het bij het monument behorende buitendijkse voorland;
- de bij het monument behorende binnendijkse braken;
- in het algemeen de zone langs de dijk met aan de binnenkant de overgang naar de bebouwinglinten en verkaveling en aan de buitenkant de scherpe overgang naar het Markermeer.

Bovenstaande beschermde waarden worden daarbij gekenmerkt door drie verschillende kenmerken:

- de beeldbepalende waarde: de dijk als continuerende lijn in het landschap;
- de cultuurhistorische waarde: de afleesbaarheid van de geschiedenis van de dijk, zowel wat betreft traject als profiel;
- de historische morfologische waarden, de daadwerkelijke fysiek beschermde elementen.

De Versterking gaat gepaard met aantasting van het provinciaal monument, maar is naar verwachting vanwege bovengenoemd zwaarwichtige reden van algemene maatschappelijke belang



van de hoogwaterveiligheid vergunbaar. Bij het gekozen voorkeursalternatief is nadrukkelijk rekening gehouden met bovengenoemde kenmerkende waarden van het provinciaal monument alsmede de specifieke waarden zoals benoemd in het KRK.

Het VKA leidt tot drie omgangsvormen met deze monumentale dijken, waarbij een groot deel van de kenmerkende cultuurhistorische waarden van het monument en de waarden uit het KRK behouden blijven met het gekozen VKA:

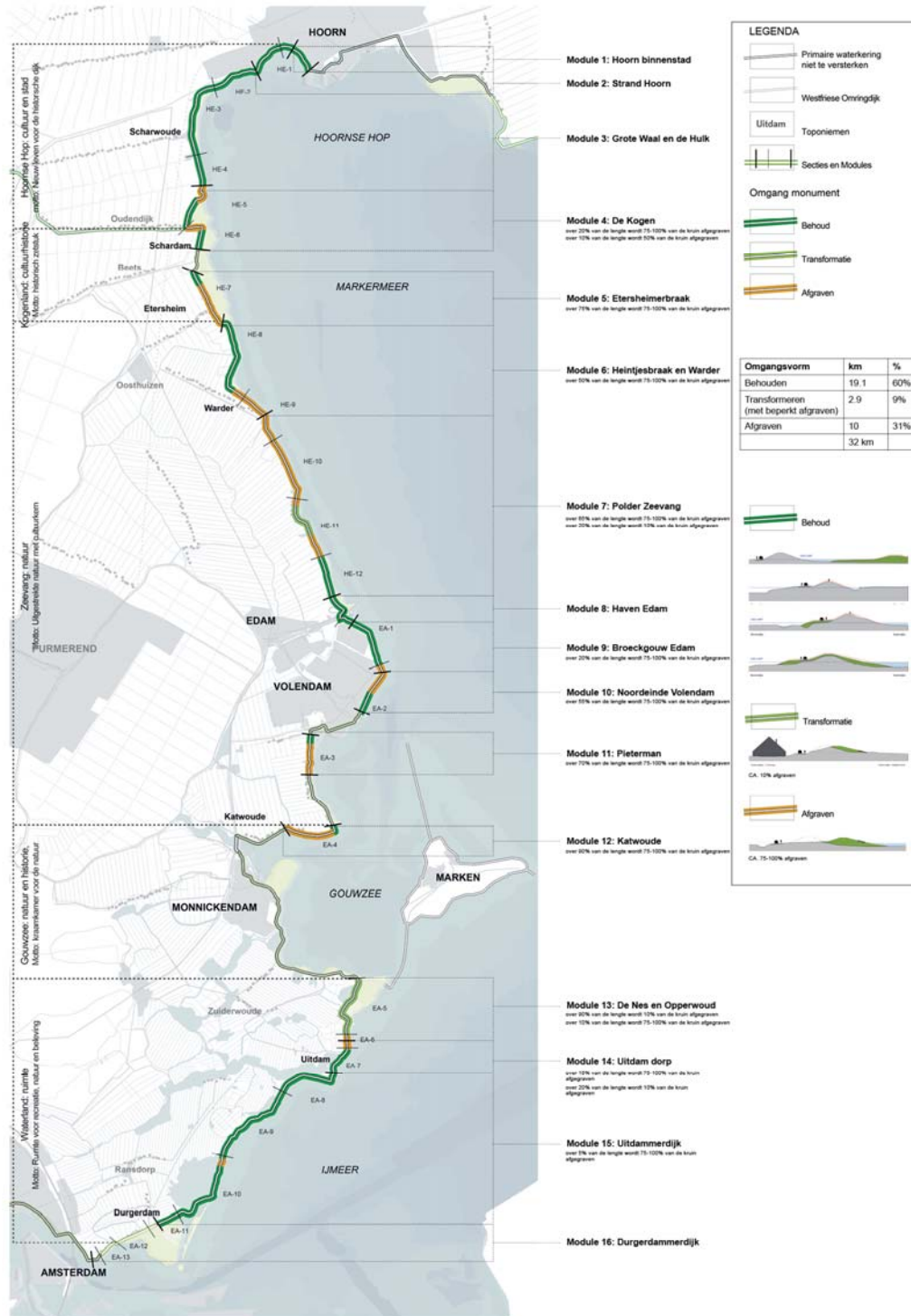
- behoud: 60% wordt behouden;
- transformeren (met beperkt afgraven): 9% wordt getransformeerd;
- afgraven: 31% wordt afgegraven.

Het VKA heeft verschillende effecten op de cultuurhistorische waarden van dijk en omgeving. In enkele modules (bijvoorbeeld module 2 en 3) blijft de huidige, historische dijk integraal in stand, maar komt er een oeverdijk voor te liggen. In een aantal andere modules wordt de historische dijk als gevolg van buitenwaartse asverschuiving deels afgegraven en vindt ruimtebeslag op het voorland plaats, waardoor de kenmerkende waarden van het monument worden aangetast. Waar een binnenwaartse oplossing is gekozen, kan de monumentale dijk grotendeels gehandhaafd blijven. Wel treedt dan ruimtebeslag op het waardevolle verkavelingspatroon van het binnendijkse gebied op. Waar het gaat om een combinatie van binnen- en buitenwaartse versterking (bijvoorbeeld module 15) en andere maatregelen (bijvoorbeeld strekdam in module 16) treedt een beperkt ruimtebeslag op. Op de aanwezige historische (verspreide of lint)bebouwing heeft de dijkverbetering weinig invloed. Op slechts enkele plaatsen komt een berm aan het binnentalud tot dicht aan de bebouwing. Al met al zijn de voornaamste effecten de aantasting van de historische dijk.

Met de keuze voor het voorkeursalternatief wordt de aantasting van de kenmerkende waarden van het provinciale monument zo beperkt mogelijk gehouden. Daar waar een (al dan niet gedeeltelijke) aantasting van deze waarden niet te voorkomen is, zijn - voor zover doeltreffend, doelmatig en technisch haalbaar - de andere onderdelen van het provinciaal monument zoveel mogelijk gespaard. Bij de aanwijzing van de Westfriese Omringdijk en de Noorder IJ- en Zeedijken is met dergelijke aantastingen rekening gehouden, door daarbij op te merken dat het waterstaatkundig belang altijd prevaleert.

Tot slot worden met een aantal maatregelen de negatieve effecten op het monument verder beperkt. Deze maatregelen zien onder andere op het terugbrengen van historische steenbekleding, het beter herkenbaar maken van de oorspronkelijke dijk en het verbeteren van de recreatieve beleefbaarheid van de monumentale dijk. Deze maatregelen worden nader geconcretiseerd in overleg met de Provincie Noord-Holland en de omgeving.





Figuur 48: Omgang monument (exclusief Durgerdam)

## **Water**

### *Waterkwaliteit*

Ten aanzien van waterkwaliteit is buitendijkse versterking in het algemeen als neutraal beoordeeld, omdat de bekleding van het nieuwe buitendijkse talud vergelijkbaar is met de in de huidige situatie aanwezige bekleding, waardoor er geen effecten zijn op de ecologische waterkwaliteit van het waterlichaam Markermeer. Bij binnendijkse versterking is in een aantal modules sprake van ruimtebeslag op binnendijks gelegen KRW-waterlichamen. Beoordeeld is dat dit relatief kleine ruimtebeslag geen effect heeft op de waterkwaliteit van het betreffende waterlichaam als geheel, wat leidt tot een neutrale beoordeling. Bij modules waar binnendijks geen sprake is van een KRW-waterlichaam is geen sprake van effecten. Voor de modules waar sprake is van een alternatief met een oeverdijk zijn de effecten op de ecologische waterkwaliteit licht positief beoordeeld. Met de aanleg van een oeverdijk wordt een meer geleidelijke overgang van land naar water gecreëerd. Dit is gunstig voor de ontwikkeling van oeverplanten. In het tussenwater ontstaan goede condities voor de groei van oeverplanten en ondergedoken waterplanten. Voor de dijkversterking als geheel is sprake van een lichte verbetering van de ecologische waterkwaliteit.

### *Waterbergend vermogen en grondwater*

Ten aanzien van waterbergend vermogen is de dijkversterking als licht negatief beoordeeld. Door de Versterking neemt het waterbergend vermogen van het Markermeer met circa 145 ha af. Dit komt overeen met 0,2% van het waterbergend vermogen van het Markermeer. Hiernaast leidt de Versterking tot een toename van het afvoerend oppervlak van het poldergebied. Dit leidt tot een relatieve afname van het waterbergend vermogen van het poldergebied. Bij de Versterking wordt weliswaar een bredere dijk gecreëerd waardoor de grondwaterstanden in de dijk zullen veranderen, echter zullen de grondwaterstanden in het poldergebied niet significant veranderen.

## **Bodem**

Het VKA heeft in het algemeen geen effecten op de bodemkwaliteit. Alleen daar waar sprake is van bodemverontreinigingen (bekende dan wel verdachte locaties) die als gevolg van de dijkversterking deels worden afgegraven of afgedekt, is sprake van een licht positief effect op de bodemkwaliteit. Dit is bij een vijftal modules op een enkele locatie het geval, onder andere in de baai van Hoorn.

## **Zetting**

Bij de meeste modules is er geen kans op zetting bij gebouwen als gevolg van de beoogde dijkversterking. Dit komt omdat bij veel modules een buitenwaartse oplossing het VKA is, waar minder bebouwing aanwezig is. Daar waar een (kleine) kans op zetting optreedt, is dit in het algemeen ter plaatse van een beperkt aantal gebouwen.

## **Recreatie**

De Versterking zelf heeft – los van de meekoppelkansen – bij de meeste modules geen effect op recreatie. In de module Uitdammerdijk (module 15) verandert de recreatieve beleving van recreatieterrein Kinselmeerzicht. De realisatie van het stadsstrand (module 2) als meekoppelkans zorgt voor een sterk positief effect op het gebied van recreatie. De doorgaande fiets- en wandelverbinding heeft een licht positief effect.

### *Ruimtebeslag op wonen en werken*

Het VKA heeft weinig effecten op het ruimtebeslag op wonen en werken. De Versterking, met een lengte van 33,8 km, is op een dusdanige manier ontworpen dat het effect op ruimtebeslag van aanwezige functies minimaal is. Bij vier modules is sprake van een (lichte) aantasting van functies. Het gaat om een lichte aantasting van agrarische functies in module Heintjesbraak, een zeer beperkte aantasting van enkele tuinen in module Broeckgouw Edam en module Uitdammerdijk en een beperkt ruimtebeslag ter plaatse van bedrijfsfuncties in module De Nes en opperwoud. Dit laatste betreft een beperkt ruimtebeslag bij camping/jachthaven Uitdam (hier is in het geldende bestemmingsplan echter reeds een ruimtereservering gemaakt voor de dijkversterking).

### *Woonbeleving*

De Versterking van circa 33 km dijk en het daarbij behorende VKA hebben logischerwijs voor de meeste modules negatieve effecten op de woonbeleving. Dit komt doordat de Versterking de relatie met de dijk en - vooral daar waar woningen over het water uitkijken - het water zal veranderen en doordat in elke module woningen aanwezig zijn. Hierbij is een verhoging van de kruin met 0,5 meter worst case reeds als licht negatief beoordeeld. Binnen een module zelf kunnen overigens verschillen in de effecten op de woonbeleving optreden. Dit komt doordat binnen een module vaak verschillende dijkprofielen aan de orde zijn. In de totaalbeoordeling per module is uitgegaan van de negatiefste 'score' binnen een module.

Bij module Haven Edam is het effect op de woonbeleving neutraal. Bij vijf modules is sprake van een licht negatief effect (Broeckgouw Edam, Pieterman, Katwoude, De Nes en Opperwoud en Uitdammerdijk). Er zijn drie modules waar zeer negatieve effecten op de woonbeleving optreden. Dit is ter plaatse van de oeverdijk bij de module 2 en 3 (strand Hoorn en de Grote Waal en De Hulk), omdat hier de afstand tot het water met meer dan 100 meter toeneemt. En in de module Noordeinde Volendam, doordat in het zuidelijke deel van deze module de afstand tussen woningen en water toeneemt met iets meer dan 20 meter. Voor het overige deel van het dorp bedraagt deze toename minder dan 10 meter. In de overige zeven modules heeft het VKA een negatief effect op de woonbeleving (Hoorn binnenstad, De Kogen, Etersheimerbraak, Heintjesbraak en Warder, Polder Zeevang, Uitdam Dorp en Durgerdammerdijk). Voor Durgerdammerdijk is dit omdat door de aanleg van de strekdam/havendam het open water minder wordt ervaren.

### **Beheer en onderhoud**

In de modules waar het VKA bestaat uit een binnenwaartse, buitenwaartse of gecombineerde oplossing neemt het totale oppervlak toe voor beheer en onderhoud. Zo zijn de taludhellingen flauwer dan in de bestaande situatie en wordt de berm vaker uitgebreid. Het effect op beheer en onderhoud van deze modules is licht negatief (-).

Daar waar een oeverdijk wordt gerealiseerd (modules 2 en 3) is sprake van een aanzienlijke areaaluitbreiding om te onderhouden en te beheren. Er komt een nieuw groot zandlichaam voor de bestaande dijk te liggen. De effecten op beheer en onderhoud worden als zeer negatief beoordeeld (---), vanwege de zeer zware toename van de mate van beheer en onderhoud.

Wanneer constructies worden toegepast is visueel onderhoud en inspectie niet mogelijk. Bij toekomstige versterkingen moet mogelijk de constructie verwijderd worden. In dit geval is de constructie niet toekomstbestendig en niet uitbreidbaar. Het effect op beheer en onderhoud is negatief (--).

Onderhoud en beheer van de strekdam/havendam in module 16, zoals het eventueel aanvullen van stortsteen, zal bij voldoende natuurlijke diepgang grotendeels vanaf het water plaatsvinden. Voor de havendam bij Oosteind is onderhoud vanaf de havendam zelf mogelijk. De strekdam/havendam vormt een aanzienlijke uitbreiding op het areaal en vormt samen met de bestaande kering de nieuwe primaire waterkering. De effecten op beheer en onderhoud worden als zeer negatief beoordeeld (---).

Tabel 12 Overzichtstabel beoordeling Beheer en onderhoud

Oplossingsrichting	Betreffende modules	Score
Binnenwaarts, buitenwaarts en gecombineerd	Alle modules	-
Dijk buitenom	Module 15 en 16	---
Oeverdijk	Module 2, 3 en 7	---
Strekdam/Havendam	Deel van module 16	---
Constructie	Modules 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14 en 15	--

#### 5.4.3 Vergelijking permanente milieueffecten tussen MMA en VKA

Voor zes van de 16 modules komt de gekozen oplossing exact overeen met het MMA. Bij zes modules is deels afgeweken van het MMA door op enkele secties niet voor het alternatief van een buitenwaartse versterking met constructie te kiezen maar voor de buitenwaartse versterking alleen in grond.

Voor enkele modules (Etersheimerbraak, Polder Zeevang, Noordeinde Volendam, De Nes en Opperwoud) wijkt het VKA als oplossingsrichting in zijn geheel af van het MMA. In deze modules is het VKA in het algemeen een buitenwaartse oplossing, in plaats van een (deels) binnenwaartse versterking in het MMA. Voor Polder Zeevang is het MMA een oeverdijk, terwijl het VKA uitgaat van een buitenwaartse asverschuiving/kruinverhoging. Met dat laatste wordt het meest een eenduidig beeld van de dijk behouden.

Doordat in de betreffende modules het VKA afwijkt van het MMA, wijken de milieueffecten van het totale VKA over het gehele dijktracé ook in enige mate af van het totale MMA. De verschillen zijn als volgt.

### **Archeologie en cultuurhistorie**

In het VKA wordt ter plaatse van de betreffende modules de monumentale dijk meer afgegraven dan in het MMA. Het gaat om circa 6 km extra dijktracé. In zijn totaliteit wordt van het gehele te versterken dijktracé van 33,8 km in het VKA circa 30% van de historische dijk afgegraven.

Voor de (overige) aanwezige archeologische waarden geldt dat het VKA in module 5 de resten van Etersheim in het zuidelijkste puntje aantast (in tegenstelling tot het MMA), maar dat in module 7 (Polder Zeevang) het VKA juist zorgt voor minder aantasting van bekende onderwater-archeologische waarden dan het MMA (oeverdijk). Het VKA in de module 4, 12 en 15 heeft een enigszins negatiever effect op archeologische verwachtingswaarden dan het MMA doordat MMA een binnenwaartse versterking kent of grondoplossing met constructie waarbij de kruin behouden blijft. In modules 7 en 14 heeft het VKA juist minder effect op verwachtingswaarden dan het MMA.

Het VKA heeft in enige mate een negatiever effect op de overige aanwezige historisch geografische waarden (anders dan het historische dijklichaam) dan het MMA. Dit is het geval in module 5 (meer ruimtebeslag op het waardevolle voorland en minder sterke relatie tussen dijk en binnendijkse elementen), module 12 (geen aantasting historische geografische waarde) en module 13 (minder sterke relatie tussen dijk en omgeving). Het VKA heeft overigens juist minder negatieve effecten op cultuurhistorisch bouwkundige objecten in de polder binnendijs dan het MMA. In module 7 hebben zowel VKA als MMA negatieve effecten op overige historische waarden.

### **Landschap (ruimtelijke opbouw)**

De afwijking van het VKA ten opzichte van het MMA leidt op het gebied van landschap nauwelijks tot een andere effectbeoordeling. Het VKA tast in de modules 5, 10, 12 en 13 de ruimtelijke opbouw/karakter van de dijk in enige mate sterker aan dan in het MMA. Dit komt bijvoorbeeld door flauwere buitentaluds en vergroting van de afstand/maat en schaal van zowel dijk als binnenberm. Voor het overige zijn er geen noemenswaardige verschillen.

### **Natuur**

Op het gebied van natuur leidt de afwijking van het VKA ten opzichte van het MMA nauwelijks tot een andere effectbeoordeling. Het VKA heeft in de modules 2, 6, 7 en 12 een iets negatiever effect op het aspect gebiedsbescherming dan het MMA. De aantasting van NNN/weidevogelleefgebied is in de modules 4, 5, 7 en 10 in het VKA iets groter dan in het MMA. In module 7 (Zeevang) is er in plaats van positieve effecten op het gebied van natuur (MMA) sprake van een neutraal effect (VKA). Op beschermde soorten heeft het VKA alleen bij module 4 een enigszins negatiever effect dan het MMA.

### **Water**

Op het gebied van water leidt de afwijking van het VKA ten opzichte van het MMA nauwelijks tot een andere effectbeoordeling. In module 7 heeft het MMA een licht positief effect op de waterkwaliteit (geleidelijke land-water overgang) ten opzichte van het VKA. In module 5 en 12 heeft het VKA een licht negatief effect op het waterbergend vermogen van het poldergebied, terwijl het MMA een neutraal effect heeft.

### Overige aspecten

Op het gebied van bodem en wonen is er weinig verschil tussen het VKA en het MMA. Als gevolg van de meekoppelkansen heeft het VKA op een groot aantal modules positievere effecten op het gebied van recreatie dan het MMA.

Tabel 13 Verschil in permanente milieueffecten tussen MMA en VKA over de gehele Versterking

Aspect	Effect VKA ten opzichte van MMA over de hele Versterking
Landschap	In de modules 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 14, 15 en 16 is er geen verschil in effecten. Het VKA tast in de modules 5, 10, 12 en 13 de ruimtelijke opbouw/karakter van de dijk in enige mate sterker aan dan in het MMA. Dit komt bijvoorbeeld door flauwere buitentaluds en vergroting van de afstand/maat en schaal van zowel de dijk als de binnenberm. In module 7 tast het VKA de beleving minder aan dan in het MMA.
Natuur	In de modules 1, 3, 8, 9, 11, 13, 14, 15 en 16 is er geen verschil in effecten. Het VKA heeft in de modules 2, 6, 7 en 12 een negatiever effect op het aspect gebiedsbescherming dan het MMA. De aantasting van NNN/weidevogelleefgebied is in de modules 4, 5, 7 en 10 in het VKA groter dan in het MMA. Op beschermde soorten heeft het VKA alleen bij module 4 een enigszins negatiever effect dan het MMA.
Archeologie	In de modules 1, 2, 3, 8, 9 en 16 is er geen verschil in effecten. Het VKA tast in de modules 4, 5, 10, 7, 12, 13 en 15 de archeologische waarden meer aan dan het MMA, maar in module 14 minder. Overigens zorgt het VKA in module 7 voor minder aantasting van bekende onderwater-archeologische waarden dan het MMA. In de modules 4, 12 en 15 heeft het VKA meer impact op archeologische verwachtingswaarden dan het MMA. In de modules 7 en 14 is de impact van het VKA op de archeologische verwachtingswaarden minder dan het MMA.
Cultuurhistorie	In de modules 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 13, 14, 15 en 16 is er geen verschil in effecten. Het VKA heeft in de modules 5, 7, 10 en 12 een negatiever effect op de aanwezige historisch geografische waarden dan het MMA. Dit komt doordat in deze modules in het VKA meer afgraving van de dijk als provinciaal monument plaatsvindt dan in het MMA.
Water	Op het gebied van water is er weinig verschil in milieueffecten tussen het MMA en VKA. Alleen in de modules 5 en 12 heeft het VKA een (beperkt) negatiever effect op het waterbergend vermogen dan het MMA.
Bodem	Op het gebied van bodem is er weinig verschil in milieueffecten tussen het MMA en VKA. Het VKA heeft bij module 5 een enigszins positiever effect op de bodemkwaliteit dan het MMA. Er is in het VKA een grotere kans op zettingen in de modules 7, 14 en 15, maar een kleinere kans op zettingen in module 12.
Recreatie	Als gevolg van de meekoppelkansen heeft het VKA op een groot aantal modules positievere effecten op het gebied van recreatie dan het MMA. Dit is het geval voor de modules 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10 en 12. Ter plaatse van module 2 gaat het hier om een aanzienlijke verbetering (stadsstrand). Het VKA zorgt in de modules 13 en 15 voor een enigszins negatiever effect op recreatie dan het MMA.
Wonen	Op het gebied van wonen is er weinig verschil in milieueffecten tussen het MMA en VKA. In module 7 is het effect van het VKA minder negatief op het gebied van woonbeleving dan het MMA. In module 10 heeft het VKA een negatiever effect.



## 5.5 Effecten van de uitvoering van het VKA

Na vaststelling van het Projectplan, het MER en de vergunningen starten de uitvoeringswerkzaamheden. De totale uitvoering van de dijkverbetering zal lopen van 2018 tot en met 2021.

In deel B zijn de tijdelijke effecten tijdens de uitvoeringsfase in beeld gebracht zowel voor de alternatieven als voor het VKA. Voor de alternatieven is dit gedaan om een MMA uitvoering te bepalen (deel A, zie paragraaf 4.4), waarbij bekeken is of dit MMA uitvoering van invloed was op het uiteindelijke MMA. Deze invloed was beperkt van aard. In een aantal modules spelen de effecten van de uitvoering een rol bij de onderbouwing van het VKA, over het algemeen zijn de permanente effecten na realisatie doorslaggevend (zie hiervoor paragraaf 4.3 Projectplan).

In deel B zijn eerst de effecten tijdens de uitvoeringsfase in beeld gebracht voor de onderzochte alternatieven, en vervolgens voor het VKA. De effecten van de uitvoering van het VKA zijn meer in detail beschreven ten behoeve van onder meer de vergunningaanvragen. De werkwijze voor de uitvoering van de Versterking is beschreven in hoofdstuk 6 van het Ontwerp Projectplan Waterwet.

Voor de dijkversterking zijn grote hoeveelheden klei (circa 2,5 miljoen kuub), zand (circa 4,5 miljoen kuub) en waterbouwstenen (circa 0,5 miljoen ton) nodig. Deze materialen worden zoveel mogelijk over het water aangevoerd naar loslocaties aan de wal (loswallen). Overige materialen worden per as aangevoerd. Het betreft hier materialen als asfalt, beton, wapening en damwanden. Voor de aanvoer over de weg naar de versterkingsopgave wordt deels gebruikgemaakt van de bestaande wegen (rekening houdend met aslastbeperkingen). Binnen het gebied waar de dijkversterking plaatsvindt, wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van bouwwegen (werkstroken) en alleen wanneer nodig van bestaande lokale wegen. Wanneer het vrijkomend materiaal, zoals grond- en stortsteen, civiel- en milieutechnisch voldoet, wordt het materiaal zoveel als mogelijk in het project hergebruikt. Dit kan betekenen dat dit tijdelijk opgeslagen dient te worden in een depot. Het materiaal dat per as of over water wordt aangevoerd, zal zoveel mogelijk direct in de dijk worden verwerkt.

In deze paragraaf wordt achtereenvolgens ingegaan op:

- de milieueffecten VKA van de algemene uitvoeringswerkzaamheden;
- de milieueffecten VKA van de realisatie van de toegangseulen (aanleg, gebruik en baggeren);
- een vergelijking tussen de milieueffecten van de uitvoering van het VKA versus de milieueffecten van het MMA uitvoering.

### 5.5.1 Effecten tijdens de uitvoering van het VKA (exclusief vaargeulen)

#### Luchtkwaliteit

De uitvoeringswerkzaamheden hebben een beperkt effect op het gebied van luchtkwaliteit. Er wordt voldaan aan de grenswaarden die gelden voor de luchtverontreinigende stoffen stikstofdioxide en fijn stof. Mitigerende maatregelen zijn niet noodzakelijk.

#### Geluid

Voor alle modules leiden de algemene bouwwerkzaamheden tot een negatief effect op het gebied van geluid (geluidsbelasting tussen de 60 en 80 dB(A) als dagwaarde). Alleen bij module 2 is de geluidsbelasting lager dan 60 dB(A) als dagwaarde en is sprake van een licht negatief effect. Daar



waar heiwerkzaamheden plaatsvinden heeft dit een negatief tot zeer negatief effect op de geluidsbelasting (modules 2, 3, 4, 8, 9, 12, 15).

#### *Mitigerende maatregelen*

Door toepassing van hydraulisch drukken in plaats van traditioneel heien kan de geluidsbelasting met circa 20 dB(A) worden gereduceerd. Hiermee kan op alle locaties de geluidsbelasting worden teruggebracht tot onder de 80 dB(A). Er zijn dan geen geluidsbelastingen meer aanwezig die volgens het Bouwbesluit 2012 niet zijn toegestaan. Bekeken wordt op welke locaties hydraulisch drukken mogelijk is. Zo nodig wordt ontheffing aangevraagd om tijdelijk af te kunnen wijken van de geluidsnormen.

#### **Trillingen**

##### *Vanwege transportbewegingen als gevolg van de werkzaamheden*

Bij meerdere modules treedt trillinghinder op vanwege transportbewegingen als gevolg van de werkzaamheden van de Versterking. Dit is het geval bij (delen van) de modules 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9 en 15. Bij verschillende modules is er kans op trillingschade vanwege deze transportbewegingen (modules 4, 8, 10, 14 en 16). Voor de overige modules (11, 12 en 13) hebben de transportbewegingen geen relevante effecten op het gebied van trillingen.

##### *Vanwege de realisatie van damwanden en de installatie palen*

Op een achttal locaties worden damwanden en of palen geïnstalleerd. Hierbij ontstaat er kans op schade/hinder. Op een zevental locaties is de nieuw aan te leggen dijk zo dicht op de bebouwing gelegen dat hiervoor een keerwandconstructie aangelegd dient te worden. Omdat deze constructies nog nader uitgewerkt dienen te worden, zijn deze niet in de uitgevoerde trillingenanalyse opgenomen. De eventuele trillingen veroorzaakt door de werkzaamheden bij aanleg van de keerconstructies mogen SBR-richtlijnen niet overschrijden (SBR-richtlijn deel A 'Schade aan gebouwen' of de SBR-richtlijn deel B 'Hinder voor personen in gebouwen'). Dit zal tijdens de trillings- of heiwerkzaamheden dan ook gemonitord moeten worden.

#### *Mitigerende maatregelen*

Daar waar er kans op schade is door het aanbrengen van damwanden kan trillingsarm worden gewerkt. Dit beperkt de effecten op het gebied van trillingen. Voor de start van de werkzaamheden wordt er een nulopname gemaakt.

#### **Verkeer en bereikbaarheid**

De uitvoeringswerkzaamheden kunnen de bereikbaarheid voor gemotoriseerd verkeer, fietsers en voetgangers tijdelijk beperken. In deel B is een kaart opgenomen met de noodzaak voor een eventuele wegafsluiting, de maatregelen die getroffen worden voor het verkeer, potentiële omleidingsroutes en de gevolgen voor de bereikbaarheid. De effectbeoordeling op het gebied van verkeer en bereikbaarheid is per module opgenomen in de volgende tabel. Hierbij is onderscheid gemaakt in bestemmingsverkeer (voor recreatie of exclusief recreatie), doorgaand autoverkeer, doorgaand fietsverkeer en doorgaand wandelverkeer.

Tabel 14. Beoordeling gevolgen uitvoering voor verkeer en bereikbaarheid

Module	Bereikbaarheid bestemmingsverkeer (excl. recreatie)	Bereikbaarheid bestemmingsverkeer (voor recreatie)	Bereikbaarheid doorgaand autoverkeer	Bereikbaarheid doorgaand fietsverkeer	Bereikbaarheid doorgaand wandelverkeer
Module 1	-	0	0	-	-
Module 2	0	-	0	0	-
Module 3	0	0	0	0	0
Module 4	-	-	-	-	-
Module 5	0	0	0	0	0
Module 6	--	--	-	-	-
Module 7	---	--	-	-	-
Module 8	0	--	-	-	-
Module 9	--	-	-	-	-
Module 10	-	-	-	-	-
Module 11	--	--	-	-	-
Module 12	--	--	-	-	-
Module 13	0	0	0	0	0
Module 14	0	0	0	0	0
Module 15	---	---	-	-	-
Module 16	0	0	0	0	0

## Landschap en cultuurhistorie

### *Landschapselementen*

Gezien de locatie van de tijdelijke depots is het mogelijk dat op verschillende locaties het kleinschalige verkavelingspatroon aangetast wordt. Bovendien ligt een deel van de depots binnen Waterland, met haar specifieke landschappelijke patronen en oevers van braken. Tijdens de werkzaamheden is dit te zien als een sterke aantasting, met mogelijk blijvende effecten. Ook de aanleg van de binnendijkse werkstroken van circa 5 meter kunnen een tijdelijk ruimtebeslag op het verkavelingspatroon tot gevolg hebben. Het effect is - afhankelijk van lengte - beoordeeld als een beperkte tot sterke aantasting. De effecten van de depots en de werkstrook gelden in gelijke mate voor het aspect cultuurhistorie.

### *Ruimtelijke opbouw*

Door de aanleg van depots verandert de ruimtelijke opbouw van Markermeerdijken en haar directe omgeving. Deze effecten zijn te zien als een start van de permanente effecten die reeds zijn beoordeeld.

### *Beleving*

In het plangebied liggen stiltegebieden in de polder Zeevang en het Waterland met vrijwel oneindige ruimtes en openheid. Geluidshinder door uitvoering van de werkzaamheden en verlichting van bouwplaatsen in de avond en nacht zal de beleving van rust en donkerte in de polders aantasten, die van veraf zichtbaar zijn. Gezien de kwaliteiten van het gebied met veel rust en ruimte, worden het uitzicht op het Markermeer en de dijk aangetast tijdens de werkzaamheden. Tijdens de uitvoering is sprake van een zeer sterke aantasting van de beleving.

### *Aardkundige waarden*

Op aardkundige waardevolle gebieden Jan Hagelhoek en het Waterland zijn depots voorzien. Dit kan de aardkundige waarden aantasten vooral op het veen, waar inklinking van de venige ondergrond te verwachten is door de druk van de depots. Het aardkundig waardevol gebied Jan Hagelhoek wordt niet aangetast; het depot ligt buiten het gebied. Van het gebied Waterland zal een beperkt gedeelte van de totale oppervlakte worden aangetast. Dit is te beschouwen als een beperkte aantasting van de aardkundige waarden in het plangebied.

### *Mitigerende maatregelen*

Er zijn mitigerende maatregelen mogelijk die de effecten kunnen beperken. Zo kan de verlichting van bouwplaatsen zoveel mogelijk beperkt worden. Ook kunnen na afronding van de werkzaamheden de landschapselementen zoveel mogelijk worden teruggebracht met herstel van de oorspronkelijke ligging en verkaveling.

## **Natuur**

### *Gebiedsbescherming*

Langs het gehele dijktraject komen broedvogel- en niet-broedvogelsoorten voor waarvoor een instandhoudingsdoelstelling geldt binnen het Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer. Voor een groot deel van deze soorten geldt dat in geval van een worstcase scenario het aantal verstoorde vogels boven de instandhoudingsdoelstelling blijft. De werkzaamheden leiden voor deze soorten weliswaar tot een negatief, maar dus zeker niet tot significant negatieve effecten.

De niet-broedvogelsoorten kuifeend, brilduiker en smient ondervinden verstoring en bevinden zich onder de instandhoudingsdoelstelling. Worstcaseverstoring leidt voor niet-broedvogels fuut en lepelaar ook mogelijk tot daling van de aantallen tot onder de instandhoudingsdoelstelling. De aanlegwerkzaamheden leiden vanwege de aanwezigheid van mens en materieel en de toename van geluid tot verstoring door geluid en optische verstoring in gebieden waar deze soorten rusten en/of foerageren. Significant negatieve effecten op deze soorten zijn daarom als gevolg van de aanlegwerkzaamheden niet uit te sluiten. Dit effect is beoordeeld als negatief. Voor de broedvogelsoort visdief geldt eveneens dat de werkzaamheden tot significant negatieve effecten kunnen leiden. Verstoring van broedplaatsen tijdens de werkzaamheden treedt op in module 3 (De Hulk), module 4 (Schardam) en module 15 (Hoeckelingsdam).

### *Mitigerende maatregelen*

Er worden mitigerende maatregelen getroffen om significant negatieve effecten te voorkomen. Zie hiervoor de Passende Beoordeling. Met in acht name van deze maatregelen is er geen sprake van significante effecten en wordt het effect beoordeeld als licht negatief (-).

#### *Natuurnetwerk Nederland en weidevogelleefgebieden*

Tijdelijk ruimtebeslag als gevolg van voorbelasting en werkstroken kan leiden tot een tijdelijke aantasting van delen van het NNN en Weidevogelleefgebieden langs de dijk. Ter plaatse van dit tijdelijke ruimtebeslag kunnen de aanwezige natuurwaarden zich na afloop van de werkzaamheden grotendeels weer herstellen. Deze effecten worden daarom negatief beoordeeld. Waar de aantasting wel permanent van aard is, zijn de effecten meegenomen in de beoordeling van de beheerfase voor de verschillende alternatieven.

Door optische verstoring en verstoring door geluid van Weidevogelleefgebieden tijdens de werkzaamheden wordt het gebied direct langs de dijk tijdelijk minder geschikt om te broeden. Dit effect beperkt zich tot de aanlegfase en is negatief beoordeeld. Ook hiervoor geldt dat waar de verstoring wel permanent van aard is (bijvoorbeeld door veranderd gebruik of toename van gebruik in de beheerfase) de effecten meegenomen zijn in de beoordeling van de beheerfase voor de verschillende alternatieven.

#### *Soortenbescherming*

Ingrepen aan de bestaande dijk en tijdelijk ruimtebeslag als gevolg van voorbelasting en werkstroken hebben mogelijk negatieve effecten op beschermde soorten als broedvogels, noordse woelmuis, waterspitsmuis, wezel, hermelijn, vleermuizen, ringslang en rugstreeppad. Verder zijn effecten mogelijk op algemeen voorkomende zoogdieren en amfibieën. Effecten van de werkzaamheden hebben invloed op beschermde soorten, waaronder zwaar beschermde. Daarom worden deze effecten sterk negatief beoordeeld. Er worden mitigerende maatregelen getroffen. Zie hiervoor de soortenbeschermingstoets.

#### **Archeologie**

De effecten als gevolg van de tijdelijke werkstroken en de voorbelasting zijn meegenomen in de effectbeschrijving voor de permanente situatie en niet apart voor de aanlegfase beoordeeld.

#### **Water**

##### *Oppervlaktewaterkwaliteit*

De kwaliteitselementen voor het waterlichaam Markermeer bestaan uit fytoplankton, macrofauna, macrofyten en vis. De uitvoeringseffecten op deze kwaliteitselementen zijn als volgt.

- *Fytoplankton*: De versterkingswerkzaamheden (aanbrengen van zand en klei) leiden tijdelijk tot een verhoogde vertroebeling met mogelijk effecten op fytoplankton in de directe nabijheid van de werkzaamheden. Op de schaal van het waterlichaam Markermeer is er geen negatieve invloed op de groei van fytoplankton. De uitvoeringseffecten hebben geen gevolgen voor de score op de KRW-maatlat voor het Markermeer. Er is sprake van een licht negatief effect.
- *Macrofauna*: Mosselen kunnen negatieve gevolgen ondervinden van een verhoogde vertroebeling tijdens de werkzaamheden. Deze vertroebeling vindt plaats in de directe nabijheid van de werkzaamheden en is tijdelijk. Op de schaal van het waterlichaam Markermeer heeft de vertroebeling geen negatieve invloed op de groei van mosselen. De uitvoeringseffecten hebben geen gevolgen voor de score op de KRW-maatlat voor het Markermeer. Het effect is licht negatief beoordeeld.
- *Macrofyten*: Aan de westzijde van het Markermeer zijn de dichtheden aan waterplanten relatief hoog. Waterplanten kunnen negatieve gevolgen ondervinden van een verhoogde vertroebeling tijdens de werkzaamheden. Deze vertroebeling vindt plaats in de directe nabijheid van de werkzaamheden en is tijdelijk van aard. Pluimverspreiding van sediment tijdens de werkzaamheden aan de oeverdijk bij Hoorn heeft tijdelijk een lokaal, en op de schaal van het

gehele waterlichaam een zeer beperkt negatief effect op waterplanten. Mitigerende maatregelen zijn daardoor niet noodzakelijk. Op de schaal van het waterlichaam Markermeer heeft de vertroebeling geen negatieve invloed op de groei van waterplanten. De uitvoeringseffecten hebben geen gevolgen voor de score op de KRW-maatlat voor het Markermeer. Het effect is licht negatief beoordeeld.

- *Vis:* In de aanlegfase kan sprake zijn van enig effect op vis door verstoring en vertroebeling, maar dit heeft geen gevolgen voor de visstand. Voor de overleving van de vis zelf kan afname van de helderheid (in heldere perioden) gunstig zijn, wat een deel van het negatieve effect van vertroebeling compenseert. De uitvoeringseffecten hebben geen gevolgen voor de score op de KRW-maatlat voor het Markermeer. Het effect is licht negatief beoordeeld.

#### *Grondwater en mitigerende maatregelen*

- De aanleg van tijdelijke depots bij de uitvoering kan effect hebben op het grondwater, als voor de aanleg van een depot watergangen gedempt worden. Hierdoor kan de grondwaterstand bij het depot verhoogd worden, wat kan leiden tot een verhoogde kweldruk voor nabijgelegen percelen. Dit leidt tot een verhoging van de grondwaterstanden indien de percelen niet voldoende gedraineerd zijn. Door bij de aanleg van de depots er voor te zorgen dat voldoende gedraineerd wordt, kan dit effect voorkomen worden.
- Voor de aanleg van de loswallen worden tijdelijke vaargeulen in het Markermeer plaatselijk uitgediept. Hierdoor wordt de dikte van de slecht doorlatende laag op de bodem van het meer aangepast. Op de geplande locaties voor de loswallen is de huidige slecht doorlatende laag echter voldoende dik, waardoor een significante verhoging van de stijghoogte in de watervoerende lagen niet te verwachten is. Hierdoor neemt de kweldruk in het poldergebied niet toe en zullen de grondwaterstanden niet worden verhoogd. Alleen op de geplande locatie voor de loswal bij module 10 is de dikte van de slecht doorlatende laag beperkt. De aanleg van de loswal bij deze module kan leiden tot een verhoging van de stijghoogte in de watervoerende lagen en daarmee tot een grotere kweldruk onder de dijk en in het achterland. In het achterland kan de grotere kweldruk bij onvoldoende drainage leiden tot een verhoging van de grondwaterstand. Door het toepassen van drainage kan de verhoging van de grondwaterstand teniet worden gedaan. Het effect wordt beoordeeld als licht negatief (-).

#### **Bodemkwaliteit**

De uitvoeringsactiviteiten hebben geen relevant effect op de bodemkwaliteit.

#### 5.5.2 Effecten tijdens de uitvoering vanwege de tijdelijke vaargeulen

Dit betreffen de effecten van de ontgroning van de vaargeulen en de effecten van de bijbehorende vaarbewegingen.

#### **Natuur**

##### *Gebiedsbescherming*

Als gevolg van de aanleg van de vaargeulen treedt tijdelijk ruimtebeslag op in het Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer. Daarnaast is er sprake van extra ruimtebeslag als gevolg van het naast de vaargeul leggen van het gebaggerde materiaal. Hierdoor raken mosselen en waterplanten bedolven, die een voedselbron vormen voor niet-broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoelstelling. De draagkracht van het gebied blijft wat waterplanten betreft voldoende. Locaties met veel mosselen worden vermeden door een route te kiezen met zo min mogelijk mosselen, en het gebaggerde materiaal neer te leggen op locaties waar geen of weinig

mosselen voorkomen. Het effect is negatief beoordeeld. Het ruimtebeslag heeft uiteindelijk geen effect op de instandhoudingsdoelstellingen en is van tijdelijk aard.

#### *Natuurnetwerk Nederland en weidevogelleefgebieden*

Met de ontgroning van de vaargeulen is er alleen sprake van ruimtebeslag binnen 'NNN grote wateren'. In de beoordelingsmethode (zie paragraaf 2.3.6 deel B van het MER) is bij de uitgangspunten toegelicht dat om dubbelingen te voorkomen, hier neutraal voor wordt beoordeeld.

#### *Soortenbescherming*

Van het graven van de vaargeulen zijn geen aanvullende effecten op beschermde soorten te verwachten. Dit wordt neutraal beoordeeld.

#### **Archeologie**

Voor de waterbodem geldt dat voor de gehele scope, inclusief de vaargeulen, archeologisch vooronderzoek heeft plaatsgevonden in de vorm van een opwaterfase met behulp van Sidescan sonar en magnetometer. Uit dit onderzoek blijkt dat op sommige locaties rekening gehouden dient te worden met een hoge archeologische verwachtingswaarde in de vorm van enkele scheepswrakken.

Ter hoogte van één vaargeul zijn twee wraklocaties aangetoond. Eén wraklocatie kan door planaanpassing in situ behouden blijven (de locatie ligt meer dan 100 meter buiten de geplande ingreep van de geul). Er is daardoor sprake van een neutraal effect. Een tweede wraklocatie kan bij deze vaargeul niet door planaanpassing buiten de impactzone worden gehouden. Hier zal in de vervolgfase van het project nader archeologisch onderzoek plaats moeten vinden conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (duikinspectie om de behoudenswaardigheid nader te bepalen en bij daadwerkelijk archeologische waarden, in overleg met de bevoegde overheid nadere onderzoekstappen nemen). Het effect van deze vaargeul wordt worstcase beoordeeld als sterk negatief.

Ter hoogte van een andere vaargeul is eveneens een scheepswrak aangetroffen. Deze wraklocatie kan eveneens door middel van planaanpassing in situ behouden blijven (de locatie ligt daardoor meer dan 100 meter buiten de geplande ingreep van de geul). Er is daardoor sprake van een neutraal effect.

Ter hoogte van Durgerdam heeft de opwaterfase vier scheepswrakken aangetoond in de zone van de golfbreker aan de oostzijde van het dorp. De verwachting is dat het hier om subrecente scheepswrakken gaat. Nadere analyse van de gegevens uit de opwaterfase, de eventuele behoudenswaardigheid van deze wrakken en mogelijke archeologische vervolgstappen die hieruit voortvloeien zullen in de vervolgfase van het project in overleg met de bevoegde overheid worden vastgesteld en daar waar nodig worden uitgevoerd. Het effect van de vaargeul wordt hier worstcase beoordeeld als sterk negatief.

## Water

### *Oppervlaktewaterkwaliteit*

Het ontgraven van tijdelijke toegangsgreuelen leidt tot het verwijderen van waterplanten of mosselen indien deze op de locatie aanwezig zijn. Lokale vertroebeling wordt voorkomen door het gebruik van een grijper bij de werkzaamheden. De toegangsgreuelen worden na afronding van de werkzaamheden gedicht, waarna herstel kan plaatsvinden. Deze aanvullende tijdelijke effecten leiden niet tot een andere beoordeling dan de eerder beoordeelde uitvoeringseffecten. Het ontgraven van tijdelijke vaargeulen heeft geen gevolgen voor de score op de KRW-maatlat voor het Markermeer. Het is effect is licht negatief beoordeeld.

### *Grondwater*

De effecten voor de aanleg van tijdelijke vaargeulen zijn gelijk als beschreven voor de aanleg van loswallen. Deze worden identiek als licht negatief beoordeeld.

## Bodemkwaliteit

Op basis van de huidige informatie en kennis (uitgevoerde vooronderzoek waterbodembodemkwaliteit) worden geen relevante verontreinigingen in de waterbodem verwacht ter hoogte van de vaargeulen. De aanleg van de vaargeul zal geen effect hebben op de waterbodembodemkwaliteit.

### 5.5.3 Vergelijking milieueffecten tussen MMA en VKA op het gebied van uitvoering

In paragraaf 4.4 is het MMA op het gebied van alleen de uitvoeringseffecten aangegeven. Voor 9 van de 16 modules komt de gekozen oplossing exact overeen met het MMA uitvoering. Bij 2 modules is deels afgeweken van het MMA uitvoering. Voor enkele modules wijkt het VKA als oplossingsrichting in zijn geheel af van het MMA uitvoering. In de volgende tabel is dit weergegeven.

**Tabel 15 VKA versus MMA uitvoering**

Nr	Naam module	Verhouding VKA met het MMA uitvoering
1	Hoorn Binnenstad	Het VKA is conform het MMA uitvoering
2	Strand Hoorn	Het VKA is conform het MMA uitvoering
3	Grote Waal en De Hulk	Het VKA is conform het MMA uitvoering
4	De Kogen	Het VKA is grotendeels conform het MMA uitvoering, alleen bij sectie HE-5B anders (binnenberm i.p.v. buitenwaartse versterking).
5	Etersheimerbraak	Het VKA is conform het MMA uitvoering
6	Heintjesbraak en Warder	Het VKA (gecombineerd/binnenwaarts/buitenwaarts) is anders dan het MMA uitvoering (buitenwaartse asverschuiving/gecombineerd).
7	Polder Zeevang	Het VKA (buitenwaartse asverschuiving) is anders dan het MMA uitvoering (oeverdijk).
8	Haven Edam	Het VKA (binnenwaarts/kruinverhoging) is anders dan het MMA uitvoering (buitenwaarts/kruinverhoging).
9	Broeckgouw Edam	Het VKA is conform het MMA uitvoering
10	Noordeinde Volendam	Het VKA is conform het MMA uitvoering.
11	Pieterman	Het VKA is conform het MMA uitvoering.
12	Katwoude	Het VKA is conform het MMA uitvoering.
13	De Nes en Opperwoud	Het VKA is conform het MMA uitvoering.
14	Uitdam dorp	Het VKA (buitenwaartse berm met constructie/ buitenwaartse asverschuiving) is deels anders dan het MMA uitvoering (dijk buitenom).
15	Uitdammerdijk	Het VKA (gecombineerd/kruinverhoging) is anders dan het MMA uitvoering (dijk buitenom).



Nr	Naam module	Verhouding VKA met het MMA uitvoering
16	Durgerdammerdijk	Het VKA (binnenwaarts/havendam/strekdam) is anders dan het MMA uitvoering (dijk buitenom).

Voor het grote merendeel van de modules is het effect van de uitvoering van het VKA vergelijkbaar met het effect van het MMA uitvoering. Daar waar het VKA afwijkt van het MMA uitvoering, wijken de uitvoeringseffecten van het VKA ook af van de milieueffecten van het MMA uitvoering. In het VKA heeft De Versterking in deze modules in het algemeen meer uitvoeringseffecten op het gebied van geluid en trillingen tot gevolg. Dit komt omdat aan geluid en trillingen een belangrijke rol is toegekend bij het bepalen van het MMA uitvoering<sup>13</sup>. De verschillen in uitvoeringseffecten tussen MMA en VKA zijn het grootst in de modules waar in het VKA niet is gekozen voor de oeverdijk (module 7) of de dijk buitenom (modules 15 en 16):

- Er treden in het VKA van de modules 15 en 16 minder verstoringseffecten op Natura 2000 op.
- In de modules 15 en 16 heeft het VKA meer verstoringseffecten op het gebied van NNN, weidevogelgebieden en beschermde soorten tot gevolg.
- Er treedt in het VKA van de modules 7, 15 en 16 beduidend minder grondverzet op dan in het MMA.

## 5.6 Vooruitblik: hoe omgaan met onzekere toekomstige ontwikkelingen in het MER (robustheidsanalyse)

De afgesproken doelstelling met het Rijk is om eind 2021 de dijk veilig te hebben. Een dijkversterking wordt gerealiseerd voor een lange termijn (50 jaar). Dit betekent dat de inhoud van het Projectplan en het bijbehorende MER ook toekomstbestendig moeten zijn. Er spelen diverse ontwikkelingen die op termijn van invloed (kunnen) zijn op de veiligheidsopgave. In een robustheidsanalyse wordt verantwoord wat de invloed is van deze nog onzekere ontwikkelingen op het VKA. De robustheidsanalyse brengt daarnaast op basis van de huidige inzichten over deze onzekere ontwikkelingen globaal de milieugevolgen in beeld.

De robustheidsanalyse voor de Markermeerdijken heeft betrekking op:

1. *Het nieuwe peilbesluit Markermeer*: RWS wil een nieuw peilbesluit nemen voor het Markermeer. In plaats van een vast zomerpeil komt er een streefpeil met een bandbreedte waarbinnen het peil mag fluctueren. Hiermee kan RWS beter inspelen op de veranderende weersomstandigheden en de toenemende vraag naar zoet water in de zomer (op peil houden zoetwatervoorraad in het IJsselmeergebied door voldoende buffer te creëren). Er wordt een vast winterpeil gehanteerd. Een nieuw peilbesluit kan eventueel gevolgen hebben voor de veiligheidsopgave van de Markermeerdijken, wanneer sprake is van een (structureel) hoger peil. Het mogelijke effect wordt beschreven in de robustheidsanalyse.
2. *Dijkversterking Marken*: de waterkering rondom het eiland Marken dient te worden versterkt om te voldoen aan de veiligheidsnormen. De verkenningsfase is hiervoor in 2016 afgerond. De besluitvorming over de Versterking Markermeerdijken vindt eerder plaats dan de besluitvorming over de versterking van de dijk rondom Marken. De Dijkversterking Marken moet derhalve rekening houden met de Versterking Markermeerdijken. In de robustheidsanalyse wordt op hoofdlijnen beoordeeld of de milieueffecten zoals opgenomen in het MER Markermeerdijken in enige mate beïnvloed worden door de toekomstige dijkversterking van de dijk rondom Marken.

<sup>13</sup> Overigens heeft het VKA beduidend minder geluid- en trillingseffecten tot gevolg dan de alternatieven waarin constructies worden toegekend.

De robuustheidsanalyse is als bijlage in het bijlagenboek opgenomen.

Een aantal andere ontwikkelingen is geen onderdeel van de robuustheidsanalyse. Zo zijn de nieuwe veiligheidsnormen (2017) en de reken- en ontwerpmethodiek Dijken op veen toegepast bij het ontwerpen van de versterkingsmaatregelen voor de Markermeerdijken. De resultaten van het onderzoek naar de inzet pompen op de Houtribdijk laten zien dat een dergelijke maatregel niet opportuun is. De luwtmaatregelen Hoornse Hop zijn van de baan (besluit van minister Schulz van Haagen van het Ministerie van I&M), omdat gebleken is dat de maatregelen de waterkwaliteit onvoldoende verbeteren. De betreffende ontwikkelingen zijn dan ook geen onderdeel van de robuustheidsanalyse.

## 6 Leemten in kennis en evaluatie

*In dit hoofdstuk wordt stil gestaan bij de leemten in kennis die zijn geconstateerd bij de effectbeoordeling. Daarnaast wordt een voorzet gegeven voor het evaluatieprogramma.*

### 6.1 Leemten in kennis

Bij de besluitvorming is het van belang inzicht te hebben in de onzekerheden die bij de effectbeoordelingen een rol hebben gespeeld. De leemten en onzekerheden die nog bestaan en waarmee bij de besluitvorming rekening moet worden gehouden, zijn in dit hoofdstuk toegelicht. De aard en omvang van de leemten staan een verantwoorde vergelijking van de alternatieven niet in de weg. Dit MER levert dan ook voldoende informatie voor de besluitvorming.

#### Archeologie

De effectbeoordeling op het gebied van archeologie heeft plaatsgevonden aan de hand van archeologisch bureauonderzoek en voor de waterbodem aan de hand van archeologisch vooronderzoek (in de vorm van een zogenoemde opwaterfase). Op basis van de beschikbare informatie over de archeologische waarden en het uiteindelijke ruimtebeslag van het ontwerp is bepaald waar archeologisch waardevolle gebieden geraakt kunnen worden. Op basis van kengetallen is voor het Projectplan Waterwet een dekkende en reële raming van de kosten met betrekking tot archeologie voor de Versterking opgesteld.

De effectbeoordeling heeft in dit MER plaatsgevonden op basis van een worstcasescenario. Daadwerkelijke effecten moeten blijken uit nader onderzoek in de voorbereidingsfase. Hierbij wordt op alle terreinen met hoge verwachtingswaarde en waar grondroerende werkzaamheden zullen plaatsvinden, waarbij de archeologische waarden verstoord worden, nader onderzoek verricht. Het doel van dit onderzoek is het vaststellen en waarderen van archeologische resten. Vervolgens wordt bepaald of en zo ja, in welke vorm vervolgonderzoek noodzakelijk is. Dit geldt eveneens voor de waterbodem. Daar waar behoud in situ niet mogelijk is zullen mitigerende maatregelen worden genomen. Voor het deelaspect archeologie zal dit bestaan uit behoud ex situ.

#### Bodemkwaliteit

De effecten op de bodemkwaliteit zijn in het MER globaal in beeld gebracht op basis van historische bodemonderzoeken. Gezien het relatief grote, nog uit te voeren, aantal nadere onderzoeken is het waarschijnlijk dat plaatselijk op enkele locaties sprake is van een geval van ernstige bodemverontreiniging, die niet bij de voorliggende beoordeling is meegenomen. Voor een groot deel van het plangebied zijn, zover bekend, geen bodemonderzoeken uitgevoerd. Ook dit kan incidenteel een onvoorzien geval van ernstige bodemverontreiniging aan het licht brengen. De locaties, die op basis van historische activiteiten (zoals tankstations, slootdempingen etc.) verdacht zijn op het voorkomen van bodemverontreiniging, zijn niet allemaal onderzocht, maar zijn op basis van ervaringsfeiten meegenomen in de beoordeling. Ten slotte wordt opgemerkt dat de kwaliteit van de archiefdata niet altijd optimaal is. De ervaring leert dat een aantal van de vastgestelde saneringen mogelijk wel is uitgevoerd, maar niet is verwerkt in de archieven.

Voor de daadwerkelijke Versterking wordt uiteindelijk een Raamsaneringsplan opgesteld, waarin beschreven wordt op welke wijze er met bekende en onbekende verontreinigingen wordt omgegaan. Hierin worden standaard werkmethodes en procedures beschreven. Op basis van kengetallen is voor het Projectplan Waterwet een dekkende en reële raming van de kosten met betrekking tot bodemsanering voor de Versterking opgesteld.

## **Natuur**

De effectbeoordeling op het gebied van natuur heeft plaatsgevonden aan de hand van veldinventarisaties en bureauonderzoek. Vanuit natuur zijn er geen leemtes in kennis geconstateerd die een belemmering vormen voor de beoordeling.

## **Landschap**

De effecten op landschap zijn in beeld gebracht aan de hand van ontwerpprofielen voor hele secties of modules, en bezoek aan het landschap. Effecten zijn op basis hiervan voor de betreffende sectie en modules beoordeeld. Daardoor kunnen kleine verschillen optreden in effecten door plaatselijke verschillen in het huidige profiel. Plaatselijke verschillen zijn er niet alleen in het profiel van de dijk zelf, maar ook in kleine toegangen en trappetjes de dijk op, en beplanting in de omgeving van de dijk. Deze plaatselijke verschillen leiden overigens niet tot een andere effectvergelijking en effectbeoordeling tussen de onderzochte alternatieven op sectie- en moduleniveau en dus ook niet tot een ander MMA en VKA.

## **6.2 Evaluatieprogramma**

De wet verplicht om de werkelijk optredende milieueffecten te evalueren. Deze evaluatie heeft alleen betrekking op het alternatief dat uiteindelijk daadwerkelijk wordt uitgevoerd. Hiervoor moet een evaluatieprogramma opgesteld worden. In dit MER is een aanzet voor dit programma opgenomen. Hierin is, onder andere op basis van de bestaande leemten in kennis, per milieuaspect een aantal onderzoeken (monitoring) voorgesteld. Met de resultaten van de evaluatie kan worden bepaald of en zo ja welke aanvullende maatregelen nodig zijn. De werkelijke effecten die optreden, zowel tijdens de aanlegfase als na realisatie van de Versterking, spelen hierbij een rol. Kernvraag is daarbij komen de voorspelde effecten in dit MER overeen met de werkelijke effecten. In het evaluatieprogramma wordt aangegeven welke maatregelen getroffen kunnen worden om ongewenste effecten te mitigeren of te compenseren.

Monitoring en evaluatie kan betrekking hebben op voorbereidende werkzaamheden, op de aanlegfase en de fase na realisatie. Uitgangspunt bij de uitvoering is uiteraard dat overlast en schade tijdens de realisatie zoveel mogelijk voorkomen dient te worden. In de voorbereidingsfase voorafgaand aan de uitvoering wordt per module een Werkplan opgesteld. In dit plan worden te nemen maatregelen gedetailleerd en uitgewerkt, waarbij tevens aandacht is voor monitoring van de effecten van de maatregelen.

### **Monitoring schade aan bebouwing**

Het voorkomen van schade aan woningen door de werkzaamheden binnen het project is een topprioriteit, gezien de ondergrond met veenlagen en het feit dat veel woningen op staal gefundeerd zijn. Daarnaast zijn er meerdere rijks- en gemeentelijke monumenten op en langs de dijk aanwezig. Uiteraard wordt gestreefd naar het voorkomen van schade, door onder andere aanvoer van materiaal zo veel mogelijk via het water en de inzet van modern equipment.

Daarnaast wordt vooraf en tijdens de uitvoering zorgvuldig onderzoek gedaan naar de gevolgen van de werkzaamheden voor de bebouwing. Hierbij kan gedacht worden aan vooropname van gebouwen, schade-inspecties, etc. De inzet van de volgende monitoringsmaatregelen dragen bij aan het beperken van de nadelige gevolgen en indien onverhoopt toch schade optreedt een nauwkeurige bepaling van de oorzaak van de schade.

- *Deformatiemetingen in het voortraject:* er is al gestart met het meten van de deformatie/autonome zetting in het gebied. Een representatief deel van alle panden langs de dijk worden sinds 2015 twee keer per jaar ingemeten om de hoogteverschillen ten opzichte van de ondergrond te bepalen. Dit gaat door tijdens de uitvoeringsperiode en wordt indien nodig geïntensiveerd. Door hier vroeg mee te beginnen is inzichtelijk welke zakking van een pand 'normaal' is en wat door de werkzaamheden veroorzaakt wordt. In het Werkplan wordt de frequentie van periodieke metingen nader uitgewerkt.
- *Bouwkundige nulopnames:* voor start uitvoering in een sectie wordt van elk pand tot een afstand van circa 50 meter vanaf de werkzaamheden en de bouwroutes, een bouwkundige nulopname gemaakt. Deze opnames worden bij een notaris gedeponereerd en zijn ook in te zien voor de eigenaren van het pand.
- *Bouwroutes:* alle wegen in de nabije omgeving die gebruikt worden als aanvoerroute worden voorafgaand aan de uitvoering opgenomen. Schade aan deze wegen veroorzaakt door bouwverkeer wordt uiteraard hersteld na afloop van de werkzaamheden.
- *Bestaande objecten:* op en langs de dijk staan bestaande objecten zoals steigers, bankjes, prullenbakken etc. Deze objecten moeten voor uitvoering verwijderd worden. Voordat de objecten worden verwijderd, wordt een opname gemaakt van het object, hoe ziet het er uit en in welke staat verkeert het object. Het object wordt aan het einde van het werk in die sectie teruggeplaatst in minimaal dezelfde staat als het is aangetroffen. Indien een object een eigenaar heeft anders dan HHNK, wordt vooraf in overleg met de eigenaar bepaald of en hoe het object teruggeplaatst zal worden. In de voorbereidingsfase voor de start van de uitvoering worden door het omgevingsteam met iedere eigenaar individuele afspraken gemaakt.

### Monitoring trillingen

Tijdens de uitvoering van de dijkverbeteringswerkzaamheden zullen bestaande wegen dienen als aan- en afvoerroute naar het werkgebied. Hierdoor zal (extra) bouwverkeer naar het werkgebied rijden. Afhankelijk van de kwaliteit van het wegdek en de afstand tot woningen, kan dit aanleiding geven tot extra trillinghinder. Ook de inzet van materieel binnen het werkgebied zelf kan leiden tot trillingen in de nabije omgeving.

Maatregelen die worden ingezet om de trillinghinder zoveel als mogelijk te voorkomen zijn:

- aanvoer van materiaal zo veel mogelijk over het water;
- zones instellen waar geen bouwverkeer mag rijden;
- routes van het bouwverkeer vooraf afstemmen met de wegbeheerders.

Algemene stelregel is dat huizen binnen 50 meter van het werkgebied kritisch zijn. In het Werkplan wordt vooraf bepaald welke gebieden gevoelig zijn en welke grenswaarden gehanteerd worden. In de gevoelige gebieden worden trillingmeters geplaatst om trillingen te monitoren. Bij overschrijding van de grenswaarden krijgt de beheerder van de trillingmeters een bericht zodat in de uitvoering passende maatregelen getroffen kunnen worden. Hierbij kan gedacht worden aan het tijdelijk stoppen van de werkzaamheden, andere werkmethode of andere aanvoerroutes.

Een voorbeeld van een gevoelig gebied is Durgerdam, hier hebben in 2015 trillingmeters gehangen en het blijkt dat in de normale situatie de normfrequenties uit de Stichting bouwresearch (SBR) al overschreden worden. De SBR zijn richtlijnen voor het meten van trillinghinder welke ontstaan vanuit de ondergrond en dienen als basis voor monitoringsplannen. In het Werkplan zal tevens extra aandacht besteed worden hoe in Durgerdam voorkomen wordt dat de trillingen toenemen.

Doordat voor de realisatie van de strek- en havendammen de meeste werkzaamheden vanaf het water worden uitgevoerd wordt hieraan invulling gegeven.

### **Monitoring grondwaterstand**

In het ontwerp is rekening gehouden met het terugbrengen van het huidige watersysteem, zodat variatie in het grondwaterpeil wordt voorkomen. Daarnaast wordt eerst een nieuwe sloot gegraven alvorens de bestaande sloot wordt gedempt. Wanneer dit niet mogelijk is worden lokale maatregelen getroffen.

Op locaties met bebouwing tussen de teensloot en de dijk en bij constructieve werkzaamheden die de grondwaterstand kunnen beïnvloeden, worden peilbuizen geplaatst met sensoren die de grondwaterstand meten. Op deze wijze wordt nauwkeurig gemonitord of de grondwaterstand wijzigt en worden indien nodig zo snel mogelijk passende maatregelen getroffen. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan een lokale retourbemaling van grondwater. Op welke locaties de peilbuizen geplaatst worden, en hoe vaak deze worden uitgelezen, wordt uitgewerkt in het betreffende Werkplan.

### **Monitoring archeologie**

Tijdens de diverse graafactiviteiten bestaat de kans dat er archeologische resten vrij gegraven worden. Om die reden zal tijdens het civieltechnische werk archeologische begeleiding plaatsvinden en is er een protocol voor toevalsvondsten. Dit onderzoek zal conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA) worden uitgevoerd, maar zal sober en doelmatig van aard zijn. In gebieden waar nader onderzoek niet het gewenste resultaat heeft geleverd en wel hoge verwachtingen zijn of in gebieden met hoge verwachtingen waar om civieltechnische redenen geen vooronderzoek mogelijk was, zullen civieltechnische graafwerkzaamheden waar nodig onder archeologische begeleiding worden uitgevoerd. De gebieden worden vooraf besproken met bevoegd gezag. In vrijgegeven gebieden kan altijd een toevalsvondst worden gedaan. Dan treedt het protocol toevalsvondsten in werking en zal onder archeologische begeleiding verder gegraven worden.

Het onderzoek (veldwerk) zal, gezien de grote lengte van de dijk en de fasering van de civieltechnische werkzaamheden, zowel op het land als in de waterbodem, gefaseerd plaats vinden.

### **Monitoring natuur**

Voor het aspect natuur is een mitigatie-, compensatie- en monitoringsplan opgesteld. Dit plan vormt een aanvulling op de natuurtoetsingen die zijn gedaan voor de vergunnings- en ontheffingsaanvragen. In de toetsen zijn de huidige stand van de aanwezige natuurwaarden, de ingreep en de effecten beschreven en getoetst aan de wettelijke kaders. Uit de toetsing is voor een aantal natuurwaarden gekomen dat het noodzakelijk is om maatregelen te nemen omdat het effect niet acceptabel is. Hierbij gaat het om mitigerende maatregelen als de effecten tijdens de werkzaamheden verzacht worden en om compenserende maatregelen op het moment dat schade hersteld wordt. Om ontwikkelingen op het gebied te volgen is ook voorzien in monitoring tijdens en na de werkzaamheden. Monitoring in het kader van natuur is in het kader van de volgende aspecten uitgewerkt.

- Broedlocatie visdief: Bij De Hulk en Schardam wordt tijdelijk, voor de duur van de werkzaamheden, een alternatieve locatie geboden in de vorm van een speciaal hiervoor aangepast ponton. Tijdens monitoring van voorgaande pontons (2013-2016) is gebleken dat dit een effectieve maatregel is (Engels & Fijn, 2016). Om de effectiviteit van de maatregel

tijdens de werkzaamheden te monitoren, wordt het onderzoek voortgezet tijdens de uitvoering van het project. Daarbij wordt vastgesteld hoeveel broedparen gebruikmaken van het ponton en wat het uitvliegsucces van jonge visdiefjes is.

- Winterverblijven ringslang: De effectiviteit van de aanleg van nieuwe winterverblijven wordt onderzocht door middel van monitoring. Op Marken zijn bij de aanpassingen aan de dijk vergelijkbare winterverblijven aangebracht en RAVON heeft aangegeven dat de eerste resultaten van de maatregelen op Marken positief zijn en dat ringslangen gebruikmaken van de winterverblijven. De relevante onderzoeksvragen voor de monitoring bij de Markermeerdijken zijn 1) worden de verschillende alternatieve overwinteringsplekken daadwerkelijk gebruikt als overwinteringsplek door de ringslang? En 2) zo ja wat is de effectiviteit van de verschillende alternatieve overwinteringsplekken? De monitoring wordt uitgevoerd door RAVON in samenwerking met Bureau Waardenburg. Hierbij wordt voorafgaand aan de werkzaamheden een verkenningsronde uitgevoerd. Vervolgens wordt tijdens de werkzaamheden in het veld gezocht naar zonnende ringslangen. Daarbij wordt gekeken naar de aanwezigheid bij de verschillende voorzieningen (overwinteringsputten, broeihopen etc.). Daarnaast worden in de winterverblijven ook dataloggers aangebracht om abiotische omstandigheden op te nemen. Op basis van deze gegevens wordt inzicht verkregen in welke mate de ringslangen de verschillende voorzieningen gebruiken en indien nodig kan worden bijgestuurd. Dit kan worden gedaan door aanvullende winterverblijven aan te leggen of extra broeihopen.
- Natuurontwikkeling op de oeverdijk: Het is noodzakelijk om de ontwikkeling van de oeverdijk te monitoren, vanwege de gestelde doelstellingen voor de oeverdijk. Deze monitoring zal bestaan uit:
  - monitoring van de abiotische randvoorwaarden, met name (grond)waterstanden;
  - monitoring van de ecologische ontwikkeling, met name vegetatie en vogels;
  - de effecten van suppletie indien dit aan de orde is.
- Op het moment dat ongewenste ontwikkelingen optreden, zal worden bepaald welke maatregelen moeten worden genomen. Zo is het mogelijk om bijvoorbeeld het zand bij te mengen met organisch materiaal, delen opnieuw in te zaaien of het maaibeheer te verlichten of juist te verzwaren.

### **Monitoring landschap**

Na aanleg is monitoring van de aanheling van het huidige landschap aan het nieuwe dijklichaam belangrijk. Bij een goede aanheling wordt de toegankelijkheid zoveel mogelijk hersteld, worden de nieuwe randen van aangetaste landschapselementen zo goed mogelijk aangehecht, en wordt ook het aangrenzend watersysteem aan de landzijde waar nodig afgerond en aangesloten.