

Bijlagenboek 1.16

Samenvatting MER Markermeerdijken

Projectomschrijving	Versterking Markermeerdijken		
Documentnummer	AMMD- 004250/ 17.0129613		
Verantwoordelijk cluster	PPV		
Werkpakket	MER		
Object			
Versienummer	2.0	Versiedatum	15-11-2017



Autorisatiekader

Opsteller		Gecontroleerd		Vrijgegeven	
Monique Lammens					
Juliëtte Barrois		Monique Lammens		Erica Nijpels	

Documenthistorie

Versienummer	Versiedatum	Omschrijving
1.0	25-10-2017	Concept
2.0	15-11-2017	Definitief

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Nut en noodzaak	5
1.2	Het MER	6
1.3	Modules en secties	6
2	Alternatieven in het MER	11
2.1	Doelstelling	11
2.2	Veiligheidstekort voor Markermeerdijken	13
2.3	Redelijkerwijs in aanmerking te nemen alternatieven in dit MER	14
2.4	Bijbehorend ontwerpproces	19
2.5	Wijze van onderzoek in het MER	19
3	Meest milieuvriendelijk Alternatief en Voorkeursalternatief	21
3.1	Meest Milieuvriendelijk Alternatief	21
3.1.1	Overzicht MMA	21
3.1.2	MMA vanuit de uitvoeringseffecten	23
3.1.3	Mitigerende maatregelen	24
3.2	Voorkeursalternatief (VKA)	25
3.2.1	Overzicht VKA	25
3.2.2	Meekoppelkansen in het VKA	28
3.2.3	Milieueffecten VKA (permanente effecten)	28
3.2.4	Vergelijking permanente milieueffecten MMA-VKA	33
3.2.5	Milieueffecten VKA (uitvoeringseffecten)	39
3.2.6	Vergelijking milieueffecten MMA-VKA van de uitvoering	41
3.3	Robuustheidsanalyse	42
3.4	Leemten in kennis, monitoring en evaluatie	42

1 Inleiding

Dit hoofdstuk gaat over de nut en noodzaak van de dijkversterking. Ook wordt kort ingegaan op de inhoud van het MER en de modules en secties die in het MER onderscheiden worden.

1.1 Nut en noodzaak

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (verder: HHNK) beheert de Markermeerdijken. Al eeuwenlang beschermen de Markermeerdijken het achterland tegen overstromingen. In de loop van de tijd zijn de dijken versterkt, aangepast, doorgebroken en weer hersteld. Tot 1932 keerden deze de Zuiderzee en vanaf 1976 het Markermeer. In 2002 is het Markermeer aangewezen als buitenwater en zijn voor de Markermeerdijken de veiligheidsnormen voor primaire keringen die buitenwater keren gaan gelden.

De Markermeerdijken hebben een bijzonder historisch karakter als voormalige Zuiderzeedijken. De Markermeerdijken zijn honderd jaar geleden voor het laatst versterkt. 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 stormvloeden 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 stormvloeden, 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. In totaal voldoet 30,8 km niet meer aan de wettelijke norm. De afgekeurde delen zijn opgenomen in het tweede Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP-2) van het Rijk. Versterking van de Markermeerdijken is nodig om weer te kunnen voldoen aan de wettelijke norm.

In 2011 is tijdens een nieuwe toetsronde 16,5 km van de dijk aanvullend afgekeurd. De afgekeurde dijktrajecten in 2011 zijn opgenomen in het (nieuwe) Hoogwaterbeschermingsprogramma (nHWBP) en worden pas na 2021 versterkt. Enkele van deze delen, in totaal 3,0 km, zijn vanuit efficiencyoverwegingen wel opgenomen in de scope van de Versterking Markermeerdijken. De overige in 2011 afgekeurde dijktrajecten worden pas later versterkt. 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.

De scope van de Versterking van het MER beslaat hiermee in totaal 33,8 km aan te versterken dijk tussen Hoorn en Amsterdam. De te versterken delen zijn globaal weergegeven in figuur S1.

HHNK, de formele opdrachtgever, heeft er voor de Versterking 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 geleid tot de Alliantieovereenkomst: samen zorgen opdrachtgever en opdrachtnemer (Alliantie Markermeerdijken) voor de Versterking Markermeerdijken.

1.2 Het MER

Voor de versterking van de waterkering is het opstellen van een Projectplan volgens de Waterwet verplicht. Hierbij wordt een m.e.r.-procedure doorlopen. Het doel van de m.e.r.-procedure is om het milieubelang een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming door het bevoegde gezag over het Projectplan. De m.e.r.-procedure is in 2008 opgestart met het uitbrengen van twee startnotities. Het betroffen twee notities, omdat de m.e.r.-procedure destijds is gestart voor het traject Hoorn-Edam (HE) en voor het traject Edam-Amsterdam (EA).

Uiteindelijk is besloten voor beide trajecten één milieueffectrapport (MER) op te stellen. In het MER zijn alternatieven ontwikkeld om het veiligheidstekort op te lossen. Deze alternatieven zijn beoordeeld op hun milieueffecten. De effectbeoordeling is opgenomen in het MER.

1.3 Modules en secties

In het MER wordt gesproken over modules, secties en deelsecties. Elk onderdeel heeft haar eigen functie.

Modules: De dijk is onderverdeeld in 16 modules, van module 1 in Hoorn tot aan module 16 in Durgerdammerdijk. 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 worden gehanteerd. De kans is groot dat de veiligheidsoplossing binnen de module daarmee ook gelijk is, maar dit is geen noodzaak. In het Projectplan Waterwet zijn in tegenstelling tot het MER uiteindelijk 15 modules opgenomen: de Minister van Infrastructuur en Milieu heeft in juli 2017 besloten dat voor de module Durgerdammerdijk een apart Projectplan Waterwet wordt opgesteld.

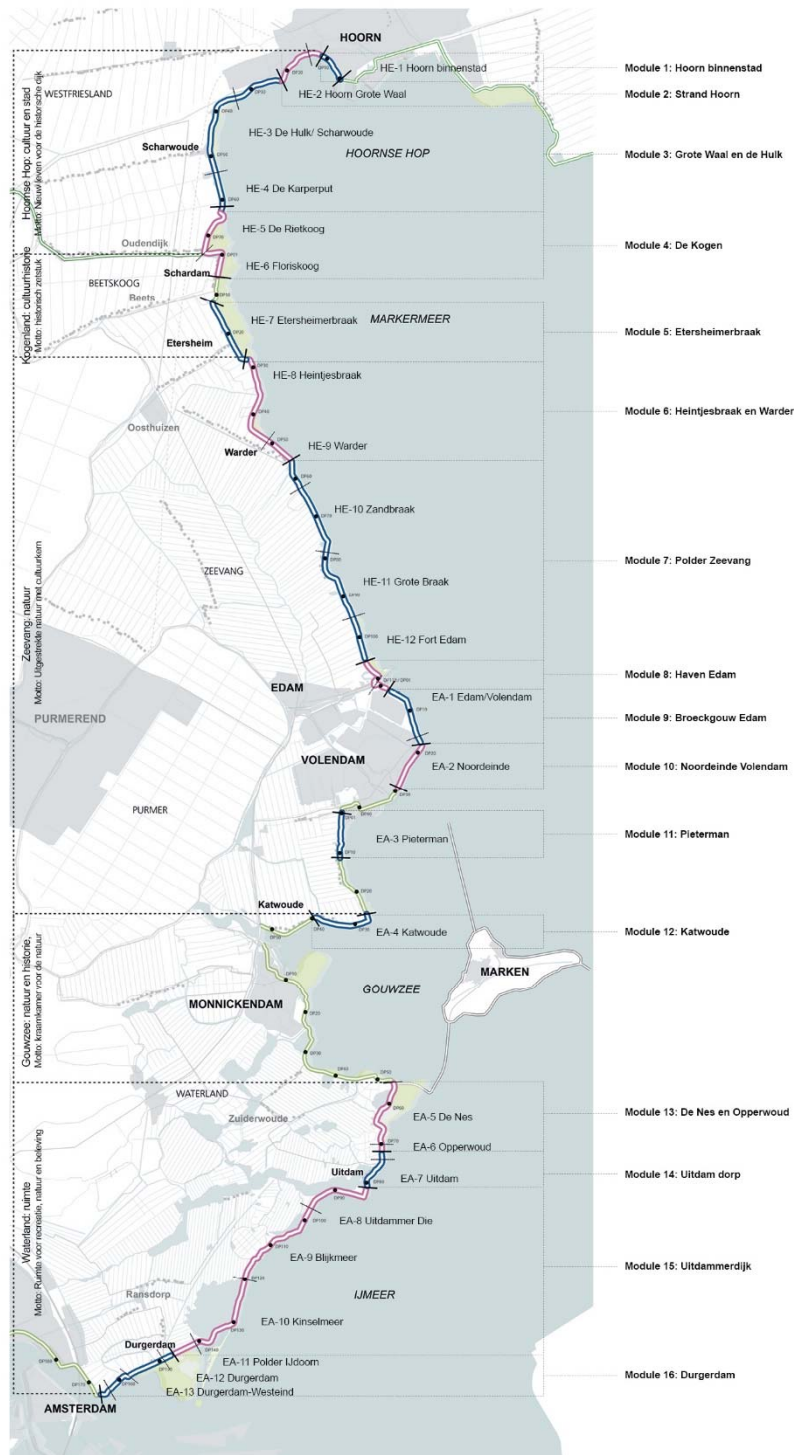
Secties: In de startnotities uit 2008 zijn de dijktrajecten van destijds Hoorn – Edam en Edam – Amsterdam beide onderverdeeld in 12 secties, dus totaal 24 dijksecties. Deze secties zijn opgesteld op basis van een karakteristiek van de ondergrond (faalmechanismen en geografische indeling waarop de dijk is afgekeurd). Deze sectie indeling is ook de basis voor het doorrekenen van de maatgevende profielen (= profiel dat maatgevend is voor het veiligheidstekort voor dat deel van de dijk).

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 voor Durgerdam toegevoegd aan het MER. De versterkingsopgave in het MER bestaat daarmee uit 25 secties. In het Projectplan Waterwet zijn in tegenstelling tot het MER uiteindelijk 23 secties opgenomen, vanwege het besluit van de Minister van Infrastructuur en Milieu dat voor de twee secties van Durgerdammerdijk een apart Projectplan Waterwet op wordt gesteld.

Met deze uitgangspunten kan het zijn dat één sectie uit de startnotitie nu in twee verschillende modules valt. In figuur S1 zijn de secties en modules opgenomen, zoals ze in tabel S1 zijn beschreven.

Tabel S1: 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 ⁺⁴⁰	HE-1	Hoorn - Binnenstad	DP 5- 10 ⁺⁴⁰	540
2	Strand Hoorn	DP 10 ⁺⁴⁰ - 22 ⁺⁵⁰	HE-2	Hoorn - Grote Waal	DP 10 ⁺⁴⁰ - 34	2.000
3	Grote Waal en de Hulk	DP 22 ⁺⁵⁰ - 61 ⁺⁸⁰	HE-3	De Hulk	DP 34 - 53	1.900
			HE-4	De Karperput	DP 53 - 63	1.000
4	De Kogen	DP 61 ⁺⁸⁰ - 06	HE-5	Rietkoog	DP 63 - 74	1.100
			HE-6	Floriskoog	DP 74 - 06	950
5	Etersheimerbraak	DP 12 - 27 ⁺⁵⁰	HE-7	Etersheimerbraak	DP 12 - 27 ⁺⁵⁰	1.550
6	Heintjesbraak en Warder	DP 27 ⁺⁵⁰ - 56	HE-8	Heintjesbraak	DP 27 ⁺⁵⁰ - 49	2.150
			HE-9	Warder	DP 49 - 62 ⁺⁵⁰	1.350
7	Polder Zeevang	DP 56 - 106	HE-10	Zandbraak	DP 62 ⁺⁵⁰ - 78 ⁺⁵⁰	1.600
			HE-11	Grote Braak	DP 78 ⁺⁵⁰ - 95	1.650
			HE-12	Fort Edam	DP 95 - 111 ⁺²⁰	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				
11	Pieterman	DP 1 - 11	EA-3	Pieterman	DP 1 - 11	1.000
12	Katwoude	DP 25 ⁺⁵⁰ - 39 ⁺⁵⁰	EA-4	Katwoude	DP 25 ⁺⁵⁰ - 39 ⁺⁵⁰	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 ⁺⁵⁰	350
14	Uitdam dorp	DP 72 - 81	EA-7	Uitdam	DP 73 ⁺⁵⁰ - 81	750
			EA-8	Uitdammer Die	DP 81 - 97	1.600
15	Uitdammerdijk	DP 81 - 147 ⁺⁵⁰	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 ⁺⁵⁰ - 165 ⁺⁵⁰	EA-12	Durgerdam	DP 149 - 157 ⁺⁵⁰	850
			EA-13	Durgerdam-West eind	DP 157 ⁺⁵⁰ - 165 ⁺⁵⁰	800



Figuur S1: Indeling in modules en secties

2 Alternatieven in het MER

Dit hoofdstuk gaat in op de doelstelling van het project. Ook komen de veiligheidstekorten aan de orde waarmee dit deel van de Markermeerdijken te kampen heeft. Het hoofdstuk geeft aan welke alternatieven in het MER zijn onderzocht die een oplossing bieden voor deze veiligheidstekorten. Tenslotte gaat dit hoofdstuk in op de wijze van onderzoek in het MER.

2.1 Doelstelling

De Versterking heeft twee doelstellingen:

1. *Een veilige dijk die voldoet aan de wettelijke veiligheidsnorm tegen overstromingen.*
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 het ontwerp rekening houdt met toekomstige ontwikkelingen (zoals klimaat effecten) en (kennis)onzekerheden. Dit voorkomt dat tijdens de planperiode ingrijpende en kostbare aanpassingen noodzakelijk zijn. De onderzochte alternatieven in dit MER zijn gebaseerd op de nieuwe normering in de Waterwet die sinds 1 januari 2017 geldt. De dijk moet vanaf 2021 tot 2071 voldoen aan de vereiste veiligheid.
2. *Een dijk die zo veel mogelijk wordt ingepast in haar omgeving.*
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). Daarnaast grenst de dijk aan diverse beschermde natuurgebieden en liggen aan de dijk beschermde dorpsgezichten en historische plaatsen die van recreatieve en toeristische waarde zijn, net als de dijk zelf. Bij de keuze van de voorkeursoplossing moet een afweging tussen deze – soms tegenstrijdige - belangen worden gemaakt. Als leidraad is hiervoor het Kader Ruimtelijke Kwaliteit (KRK) ontwikkeld (zie kader). Het KRK benoemt per deel van de dijk de belangrijkste waarden. Deze waarden hebben tevens geleid tot de parels die per module zijn benoemd in de zogenoemde Parelkaart (zie kader). Zowel het KRK als de Parelkaart spelen een rol bij het bepalen van het Meest Milieuvriendelijke Alternatief (MMA) en het Voorkeursalternatief (VKA, zie verder).

Kader Ruimtelijke Kwaliteit en Parelkaart

Door de Provincie Noord-Holland, Rijkswaterstaat Hoogwaterbeschermingsprogramma (RWS HWBP) en HHNK is een Kader Ruimtelijke Kwaliteit (KRK) opgesteld. Het KRK bevat uitgangspunten en principe-oplossingen voor de Versterking die recht doen aan de kwaliteiten van het gebied.

In het KRK is de dijk gebundeld in vijf deelgebieden (zie figuur S2). Deze gebieden zijn gebaseerd op de ontstaansgeschiedenis en de huidige karakteristieken op visueel vlak en op functioneel-ruimtelijk vlak. In navolging op het KRK zijn de belangrijkste waarden in de deelgebieden nader benoemd op de zogenaamde Parelkaart. Parels zijn binnen de gebieden de hoogtepunten van de verschillende waarden van de dijk. Het KRK en de Parelkaart geven invulling aan de doelstelling 'zo veel als redelijkerwijs mogelijk passend in de omgeving'.



Figuur S2: Indeling deelgebieden Kader Ruimtelijke Kwaliteit

2.2 Veiligheidstekort voor Markermeerdijken

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 (of 'faalmechanisme'). Een veiligheidstekort is een beschermende eigenschap van de dijk die tekort schiet, zoals hoogte of stabiliteit van de dijk.

In de volgende tabel staan de veiligheidstekorten die de dijk kent: de tekorten voor 2006 (het jaar van toetsing) en voor 2071 (immers het dijkontwerp geldt voor een planperiode van 50 jaar). De veiligheidstekorten voor de toekomst tot 2071 verschillen van de toetsing in 2006. Dit komt door de nieuwe wettelijke normering (hierdoor is hoogtetekort eerder een issue dan voorheen) en door de planperiode van 50 jaar waarvoor de Versterking is ontworpen (de toetsing in 2006 ging uit van de situatie in 2006, niet van de situatie in 2071).

Tabel S2: Overzicht veiligheidstekorten per module

Module	Naam module	Toetsing 2006	Geconstateerd veiligheidstekort 2071
1	Hoorn Binnenstad	Hoogte	Hoogte Buitenwaartse stabiliteit Kwaliteit taludbekleding
2	Strand Hoorn	Hoogte Binnenwaartse stabiliteit	Hoogte Binnenwaartse stabiliteit Kwaliteit taludbekleding
3	Grote Waal en De Hulk	Hoogte (secties HE-2B/2C) Binnenwaartse stabiliteit Opdrijven ¹ (sectie HE-3B)	Hoogte (secties HE-2B/2C, HE-4) Binnenwaartse stabiliteit Buitenwaartse stabiliteit (sectie HE-2B) Kwaliteit taludbekleding
4	De Kogen	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	Etersheimer braak	Binnenwaartse stabiliteit	Hoogte (sectie HE-7B) Binnenwaartse stabiliteit (sectie HE-7B) Kwaliteit taludbekleding
6	Heintjesbraak en Warder	Binnenwaartse stabiliteit Buitenwaartse stabiliteit (sectie HE-9A)	Hoogte (sectie HE-8A, HE-9A) Binnenwaartse stabiliteit Buitenwaartse stabiliteit Kwaliteit taludbekleding
7	Polder Zeevang	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	Haven Edam	Binnenwaartse stabiliteit	Binnenwaartse stabiliteit (sectie HE12-A3) Kwaliteit taludbekleding

¹ Doordat opdrijven niet als alleenstaand veiligheidstekort voor 2071 is geconstateerd, is dit niet meer separaat in de kolom voor 2071 vermeld.

Module	Naam module	Toetsing 2006	Geconstateerd veiligheidstekort 2071
		Opdrijven ² (sectie EA-1A) Kwaliteit taludbekleding (sectie EA-1A)	
9	Broeckgouw Edam	Binnenwaartse stabiliteit Opdrijven ² Kwaliteit taludbekleding	Hoogte Binnenwaartse stabiliteit Kwaliteit taludbekleding
10	Noordeinde Volendam	Binnenwaartse stabiliteit Opdrijven ² Kwaliteit taludbekleding	Hoogte Binnenwaartse stabiliteit Buitenwaartse stabiliteit (sectie EA-2B) Kwaliteit taludbekleding
11	Pieterman	Binnenwaartse stabiliteit Kwaliteit taludbekleding	Hoogte (sectie EA-3B) Binnenwaartse stabiliteit (sectie EA-3B) Buitenwaartse stabiliteit (sectie EA-3B) Kwaliteit taludbekleding
12	Katwoude	Binnenwaartse stabiliteit Opdrijven ² Kwaliteit taludbekleding	Hoogte Binnenwaartse stabiliteit Kwaliteit taludbekleding
13	De Nes en Opperwoud	Binnenwaartse stabiliteit Kwaliteit taludbekleding (sectie EA-5)	Hoogte (sectie EA-6) Binnenwaartse stabiliteit Buitenwaartse stabiliteit Kwaliteit taludbekleding
14	Uitdam Dorp	Binnenwaartse stabiliteit	Hoogte Binnenwaartse stabiliteit Buitenwaartse stabiliteit Kwaliteit taludbekleding
15	Uitdammerdijk	Hoogte (sectie EA-8B t/m EA-11) Binnenwaartse stabiliteit Opdrijven ² (sectie EA-9, EA-11) Kwaliteit taludbekleding (sectie EA-9 t/m EA-10)	Hoogte (sectie EA-8 t/m EA-10) Binnenwaartse stabiliteit (sectie EA-8 t/m EA-10) Buitenwaartse stabiliteit (sectie EA-8 t/m EA-10) Kwaliteit taludbekleding
16	Durgerdammerdijk	Binnenwaartse stabiliteit Buitenwaartse stabiliteit (sectie EA-13) Opdrijven ² (sectie EA-12A/12B) Kwaliteit taludbekleding (sectie EA-12A/12B)	Hoogte (secties EA-12 t/m EA-13) Binnenwaartse stabiliteit (secties EA-12 t/m EA-13) Kwaliteit taludbekleding

2.3 Redelijkerwijs in aanmerking te nemen alternatieven in dit MER

Voor dijkversterkingsopgaven zijn verschillende soorten oplossingsrichtingen aanwezig. Niet al deze oplossingen passen binnen de doelstellingen van het project. Ook is het veiligheidstekort 2071 anders dan het geconstateerde veiligheidstekort bij de toetsing in 2006. Daardoor kunnen oplossingsrichtingen anders zijn dan de oplossingen die eerder in de startnotities (2008) zijn benoemd.

² Doordat opdrijven niet als alleenstaand veiligheidstekort voor 2071 is geconstateerd, is dit niet meer separaat in de kolom voor 2071 vermeld.

Tabel S3: Overzicht te onderzoeken alternatieven in het MER (* = met kruinverhoging als onderdeel van een andere oplossing)

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)

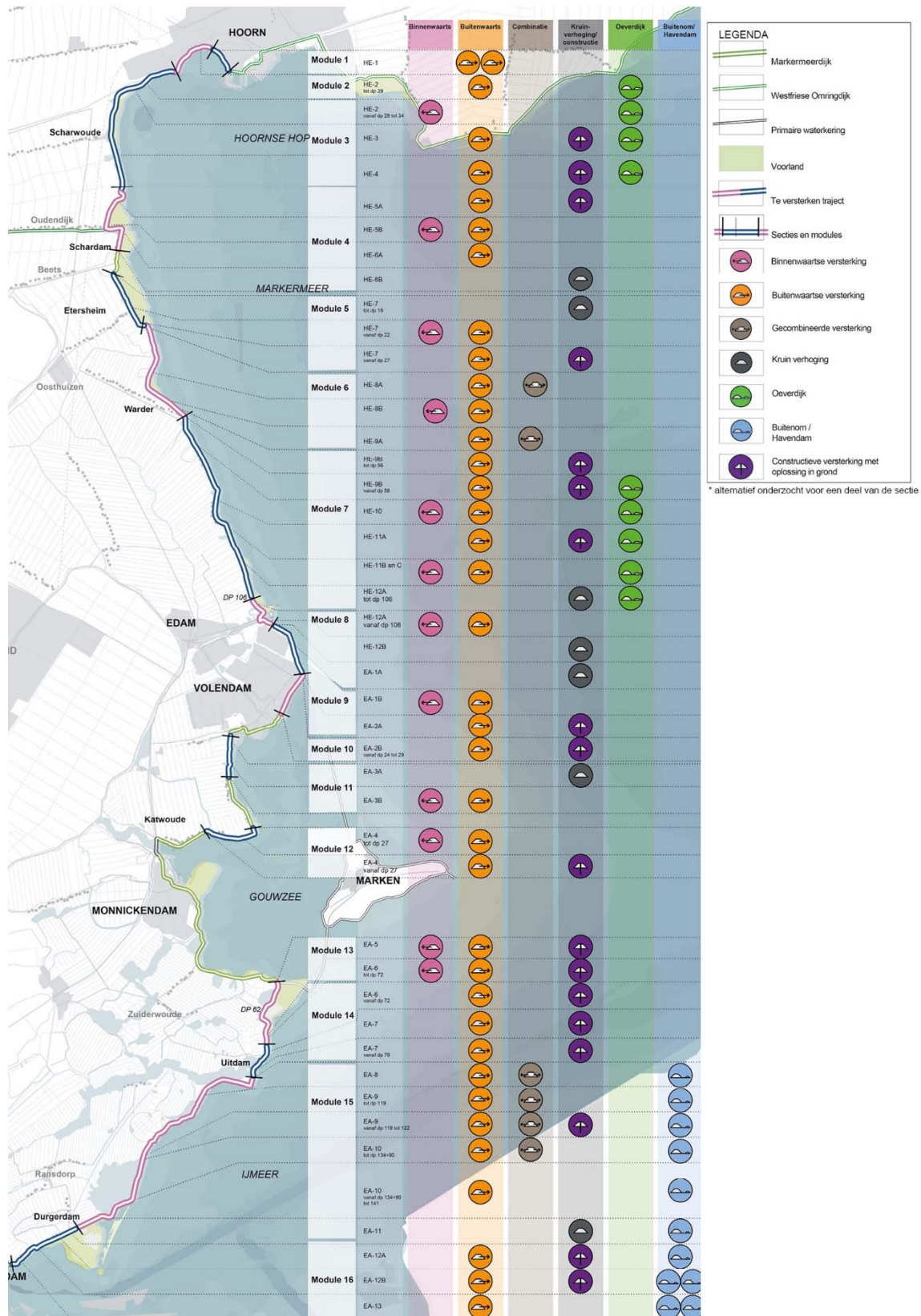
Na het inzichtelijk maken van het veiligheidstekort (zie tabel S2) is in het ontwerpproces voor de Versterking een overzicht gemaakt van de mogelijke oplossingsrichtingen per sectie. Daarna is getrechterd naar de redelijkerwijs in aanmerking te nemen alternatieven. Dit zijn de alternatieven die in dit MER worden onderzocht, passend binnen de doelstellingen van de Versterking.

Uit de doelstellingen voor het project vloeien criteria voort waar de alternatieven in het MER aan moeten voldoen (zie kader). Verschillende van deze criteria hebben een directe link met het uitgangspunt 'sober, robuust en doelmatig' uit het Hoogwaterbeschermingsprogramma.

Criteria voor trechtering

1. biedt een *oplossing*
voor het geconstateerde veiligheidstekort en voldoet gedurende de planperiode na oplevering aan de normering in de Waterwet. De dijk voldoet vanaf 2021 tot 2071 aan de vereiste veiligheid (50 jaar voor dijken en 100 jaar voor kunstwerken).
2. is *technisch uitvoerbaar, beheerbaar en inspecteerbaar*.
3. is *robuust*;
de oplossing blijft tijdens de hele planperiode functioneren zonder dat ingrijpende en kostbare aanpassingen of uitbreidingen noodzakelijk zijn.
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 oplossing moet in verhouding zijn met het op te lossen dijkversterkingsproblematiek en de context van de omgeving. Wanneer een lichte ingreep als oplossing voor het veiligheidstekort volstaat, wordt een wezenlijk zwaardere oplossing niet in het MER afgewogen.

Een overzicht van de redelijkerwijs in aanmerking te nemen alternatieven, die op basis van deze criteria in het MER zijn onderzocht, is opgenomen in tabel S3 en figuur S3.



Figuur S3: Overzicht alternatieven in het MER

2.4 Bijbehorend ontwerpproces

Om de milieueffecten in het MER goed in beeld te kunnen brengen, zijn voor de alternatieven in tabel S3 dijkontwerpen opgesteld. Voorafgaand aan het ontwerpproces zijn door een aantal disciplines gezamenlijke ontwerpuitgangspunten voor de dijkontwerpen bepaald. Dit met het oog op het historisch karakter van de dijk, de ligging en de waarden in de omgeving. Daarnaast zijn er ontwerpuitgangspunten gedestilleerd uit het KRK. Van elk alternatief uit het MER zijn maatgevende profielen opgesteld. De ontwerpen van de alternatieven zijn opgenomen in het bijlagenboek. Deze ontwerpen zijn beoordeeld in deel B van MER.

Voor wat betreft ruimtelijke kwaliteit en vormgeving is gewerkt van grof naar fijn. Bij het bepalen van het voorkeursalternatief (dat is opgenomen in het Ontwerp Projectplan Waterwet, zie paragraaf 3.2) is per module gekeken welke oplossingsrichting het meest recht doet aan de leidende waarden van dat gebied.

Vervolgens is in ateliers met de provincie Noord-Holland voor de gekozen oplossing (het voorkeursalternatief) een nadere integrale visie op de ruimtelijke kwaliteit opgesteld inclusief zogenaamde meekoppelkansen op bijvoorbeeld het gebied van recreatie. 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.

2.5 Wijze van onderzoek in het MER

Het onderzoek naar de alternatieven in het MER is kwantitatief en kwalitatief uitgevoerd. Het kwantitatief onderzoek betreft onder andere berekeningen van het ruimtebeslag in gevoelige natuurgebieden, de lengte van de af te graven dijk als cultuurhistorisch monument, het benodigde grondverzet en de uitvoeringseffecten op het gebied van geluid, luchtkwaliteit en trillingen. Het kwalitatief onderzoek betreft de overige effecttypen, zoals aantasting van landschappelijke kwaliteiten en verstoring van natuur.

3 Meest Milieuvriendelijk Alternatief en Voorkeursalternatief

In dit hoofdstuk staan het Meest Milieuvriendelijke Alternatief (MMA) en het Voorkeursalternatief (= VKA, alternatief zoals opgenomen in het Ontwerp Projectplan Waterwet) centraal. Het hoofdstuk gaat onder andere in op de milieueffecten van het VKA in relatie tot het MMA. Het hoofdstuk sluit af met leemten in kennis, monitoring en evaluatie.

3.1 Meest Milieuvriendelijk Alternatief

In het MER zijn de effecten van de alternatieven uit tabel S3 onderzocht en beoordeeld. Ook is per module het meest milieuvriendelijk alternatief (MMA) bepaald. Dit is een realistisch alternatief met de minst negatieve effecten op het milieu. Het MMA is aan de hand van de volgende criteria tot stand gekomen:

- het alternatief sluit het beste aan bij de belangrijkste omgevingswaarden uit het Kader Ruimtelijke Kwaliteit en op de Parelkaart;
- het alternatief kent de minste negatieve milieueffecten;
- ten slotte zijn ten behoeve van het MMA mitigerende maatregelen benoemd.

3.1.1 Overzicht MMA

De tabel S4 bevat de selectie van het MMA per module en de belangrijkste redenen daarvoor.

Voor de bepaling van het uiteindelijke 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 permanente effecten van de onderzochte alternatieven (qua belangrijkste omgevingswaarden en qua milieu). In tabel S4 is aangegeven waar de tijdelijke effecten van invloed zijn geweest op de bepaling van het MMA. In paragraaf 3.1.2 is per module het MMA op het gebied van uitvoeringseffecten bepaald.

Tabel S4: MMA per module

Nr	Naam module	MMA (* = met kruinverhoging)	Belangrijkste redenen voor MMA
1	Hoorn Binnenstad	<i>Buitenwaartse berm*</i>	- Kleiner ruimtebeslag en sluit hierdoor beter aan bij huidige vorm van de Westfriese Omringdijk bij het stadsfront van Hoorn
2	Strand Hoorn	<i>Oeverdijk</i>	- Raakt de belangrijkste waarden het minst (Natura 2000, hoge archeologische verwachtingswaarden buitendijs) - Minder negatieve milieueffecten algemeen
3	Grote Waal en De Hulk	<i>Oeverdijk</i>	- Meerwaarde voor natuur - Behoud Westfriese Omringdijk - Minder negatieve milieueffecten algemeen
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)	- Minder effecten op cultuur-historische en landschappelijke waarden en op NNN

Nr	Naam module	MMA (* = met kruinverhoging)	Belangrijkste redenen voor MMA
5	Etersheimer-braak	<i>Kruinverhoging/binnenwaarts/gecombineerd</i> Kruinverhoging (HE- 7A1) Binnenwaartse berm* (HE-7A2/A3) Gecombineerd* met constructie (HE-7B)	- Sluit beter aan bij leidende waarden (archeologie) - Iets minder negatieve milieueffecten algemeen
6	Heintjes-braak en Warder	<i>Samenstelsel van 2 alternatieven</i> Gecombineerd*/binnenwaartse berm* (HE-8) Buitenwaartse asverschuiving* (HE-9A) Buitenwaartse asverschuiving* met constructie (HE-9B)	- Minder aantasting cultuurhistorische en landschappelijke waarden - Sluit beter aan bij profiel en cultuurhistorie van huidige dijk - Tast recreatieve functies voorland niet aan
7	Polder Zeevang	<i>Oeverdijk</i>	- Raakt de belangrijkste waarden het minst (de binnendijkse en buitendijkse natuur en de cultuurhistorische en archeologische waardevolle braken)
8	Haven Edam	<i>Binnenwaarts/kruinverhoging</i> Binnenwaartse berm* (HE-12A3) Kruinverhoging (HE-12B, EA-1A)	- Raakt belangrijkste waarden het minst (buitendijkse recreatie, archeologische en cultuurhistorische waarden)
9	Broeckgouw Edam	<i>Binnenwaarts/buitenwaarts</i> Binnenwaartse berm* (EA-1B1/1B3) Buitenwaartse asverschuiving* (EA-2A)	- Minder negatieve milieueffecten op archeologie en cultuurhistorie
10	Noordeinde Volendam	<i>Geoptimaliseerd buitenwaarts</i> Buitenwaartse berm met constructie (deels *)	- Iets minder effect op ruimtelijke opbouw en beleving (landschap) van de dijk en op woonbeleving
11	Pieterman	<i>Kruinverhoging/buitenwaarts</i> Kruinverhoging (deel EA-3A) Buitenwaartse asverschuiving* (deel EA-3A, EA-3B)	- Het MMA is qua permanente effecten niet heel evident. Beide alternatieven hebben een negatief effect op één van de leidende waarden in de module (binnendijkse bebouwing, dan wel archeologische waarden). - Daarom zijn de uitvoeringseffecten doorslaggevend. Het MMA heeft de minste uitvoeringseffecten (geluid, trillingen en verstoring natuur).
12	Katwoude	<i>Binnenwaarts/gecombineerd</i> Binnenwaartse berm* (EA-4A) Gecombineerd met constructie* (EA-4B)	- Beperkt effect op cultuurhistorische en archeologische waarden van de dijk - Beperkt effect op archeologische verwachtingswaarden buitendijks
13	De Nes en Opperwoud	<i>Gecombineerd/binnenwaarts/buitenwaarts</i> Gecombineerd met constructie * (1 ^e deel EA-5) Binnenwaartse berm met constructie bij recreatiepark (2 ^e deel EA-5) Buitenwaartse asverschuiving* (EA-6)	- De andere alternatieven hebben beiden de negatiefste effecten op verschillende belangrijkste waarden uit KRK en Parelkaart (natuur, recreatie, ruimte, beleving, braak). Ook op overige milieuthema's hebben beide andere alternatieven de negatiefste effecten
14	Uitdam Dorp	<i>Geoptimaliseerd buitenwaarts</i> Gecombineerd met constructie* (EA-6) Buitenwaartse berm* met constructie bij dorp (EA-7A) Buitenwaartse asverschuiving* (EA-7B)	- Beperkt effect op beleving van de dijk - Geen effect op natuurwaarden

Nr	Naam module	MMA (* = met kruinverhoging)	Belangrijkste redenen voor MMA
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)	- Komt het meest tegemoet aan de belangrijke waarden (openheid, recreatie, beleving op en van de dijk en Natura 2000)
16	Durgerdammerdijk	<i>Samenstelsel tussen 2 alternatieven</i> Buitenwaartse berm* (deel EA-11) Buitenwaartse berm met constructie* (EA-12A) Havendam (EA-12B) Strekdam (EA-13)	- De buitenwaartse berm bij EA-11 en 12 heeft iets minder effect op landschap en recreatie dan de andere alternatieven. - Bij de strek- en havendam wordt het beschermd dorpsgezicht niet fysiek beïnvloed en is geen effect op recreatie (zoals de jachthaven) als belangrijkste waarden

3.1.2 MMA vanuit de uitvoeringseffecten

Zoals in de vorige paragraaf is aangegeven, hebben de effecten tijdens de uitvoering (periode 2018-2021) alleen invloed op het uiteindelijke MMA, indien er op het gebied van de permanente milieueffecten nauwelijks onderscheid is tussen de alternatieven. Dit is in tabel S4 al aangegeven. De volgende tabel (S5) bevat voor de volledigheid een overzicht van het MMA op het gebied van alleen de uitvoeringseffecten. Bij het bepalen van het MMA op het gebied van uitvoeringseffecten is een grote waarde toegekend aan geluid en trillingen voor de omgeving.

Tabel S5: MMA uitvoering

Nr	Naam module	MMA uitvoering	Verhouding met uiteindelijk MMA (tabel S4)
1	Hoorn Binnenstad	Geen MMA uitvoering: alternatieven zijn niet onderscheidend in effecten van de uitvoering.	Gelijk aan het uiteindelijke MMA
2	Strand Hoorn	Oeverdijk: de effecten van de uitvoering van alle 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
3	Grote Waal en De Hulk	Oeverdijk: de effecten van de uitvoering van alle 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
4	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.
5	Etersheimerbraak	Het 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.
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.

Nr	Naam module	MMA uitvoering	Verhouding met uiteindelijk MMA (tabel S4)
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 en 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 beduidend 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 (o.a. rust, beleving, recreatie en natuur). De Dijk buitenom kent minder negatieve effecten qua geluid en trillingen voor de omgeving en minder verstoring op NNN/weidevogelleefgebieden en beschermde soorten. Wel heeft dit alternatief de grootste effecten op Natura 2000 en qua 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 NNN/weidevogelleefgebieden en beschermde 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 Uitdam worden deze effecten minder relevant geacht.	Ander MMA dan het uiteindelijke MMA. De permanente effecten zijn doorslaggevend voor het uiteindelijke MMA.

3.1.3 Mitigerende maatregelen

De alternatieven die het MMA vormen hebben de minste milieueffecten, maar toch is binnen een aantal modules nog sprake van grote effecten. De volgende tabel benoemt per milieuaspect

maatregelen voor de alternatieven die het MMA vormen en geeft aan in welke module deze maatregelen van toepassing zijn.

Voor natuur is een mitigatie- en compensatieplan opgesteld. In de tabel staan de twee belangrijkste maatregelen vanwege het permanente ruimtebeslag van de Versterking. Er zijn geen mitigerende maatregelen voor water, bodem, archeologie, recreatie en wonen.

Tabel S6: Mitigerende maatregelen

Maatregelen	Module
Landschap en cultuurhistorie	
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 vraagt blijvend aandacht.	4, 5, 6 en 12
Bij enkele modules kan de oorspronkelijke dijk beter herkenbaar blijven, onder andere door 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, 12
Binnendijks kan 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, 6
Natuur (belangrijkste mitigerende maatregelen)	
Compensatie vanwege effecten op NNN en weidevogelleefgebied. Voor aantasting van de NNN vindt compensatie plaats door natuurontwikkeling op de oeverdijk. Voor weidevogelleefgebieden worden ter compensatie kwaliteitverbeterende maatregelen genomen in de omgeving.	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 15, 16

3.2 Voorkeursalternatief (VKA)

Na de beoordeling van de milieueffecten en de selectie van het MMA, is in het Ontwerp Projectplan Water per module de voorkeursoplossing bepaald en is het voorkeursalternatief (VKA) samengesteld. Het VKA is het Versterkingsalternatief zoals dat uiteindelijk wordt vastgelegd in het Ontwerp Projectplan Waterwet. In de afweging van het VKA is rekening gehouden met de milieueffecten (het MMA), de eisen uit het Hoogwaterbeschermingsprogramma, het integrale lijnvormig beeld van de Versterking over het gehele dijktracé en ruimte om tegemoet te komen aan initiatieven uit de omgeving (meekoppelkansen).

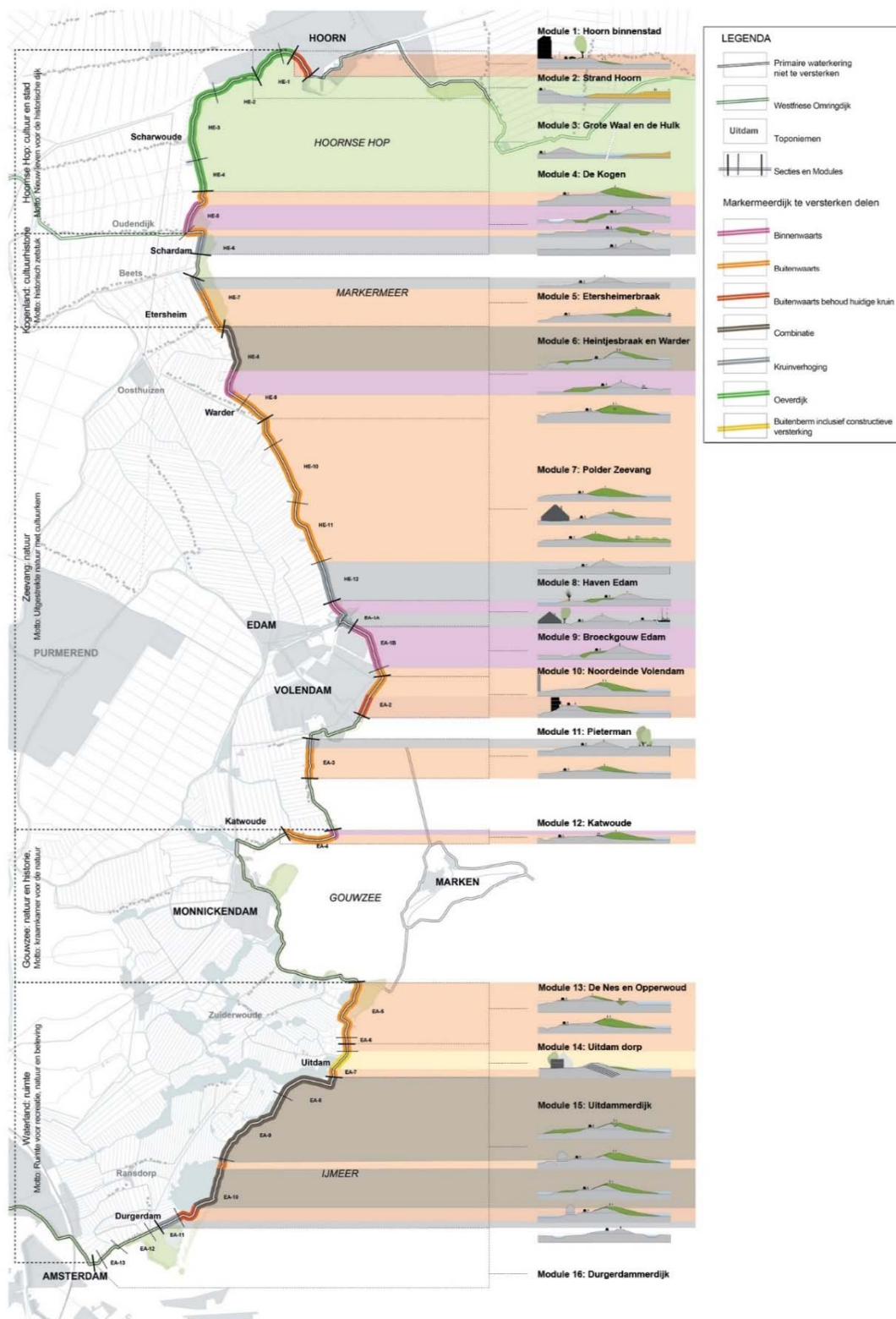
Het VKA is overigens voor het merendeel van de modules gelijk aan het MMA.

3.2.1 Overzicht VKA

In tabel S7 is per module aangegeven of het VKA overeenkomt met het uiteindelijke MMA.

Tabel S7: VKA per module

Nr	Naam module	VKA (* = met kruinverhoging)	Verhouding met het uiteindelijke MMA (tabel S4)
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.
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 getemporiseerd. Het betreft hier een voorlopig VKA.



Figuur S4: Schematische weergave VKA

3.2.2 Meekoppelkansen in het VKA

De Versterking leidt tot een veilige dijk die voldoet aan de wettelijke veiligheidsnorm tegen overstromingen, de dijk wordt zo veel als redelijkerwijs mogelijk ingepast in de omgeving. Hier ontstaan meekoppelkansen: dit zijn door derden geïnitieerde maatregelen die niet ter verwezenlijking van de veiligheidsopgave dienen, maar wel onderdeel zijn van de Versterking. Door kansen van derden mee te koppelen in het dijkversterkingsproject werkt HHNK aan kwaliteitsverbetering in het gebied.

De volgende meekoppelkansen zijn meegenomen in het ontwerp.

Tabel S8: Meekoppelkansen

Meekoppelkans	Module												
	Deze meekoppelkans leidt tot wijzigingen in de ligging van de huidige fiets- en/of wandelverbinding in (delen van) de volgende modules:												
Realisatie doorgaande fiets- en wandel-verbinding	<table><tr><td>- Module 1 Hoorn Binnenstad</td><td>- Module 9 Broeckgouw Edam</td></tr><tr><td>- Module 2 Strand Hoorn</td><td>- Module 10 Noordeinde Volendam</td></tr><tr><td>- Module 3 Grote Waal en De Hulk</td><td>- Module 12 Katwoude</td></tr><tr><td>- Module 4 De Kogen</td><td>- Module 13 De Nes en Opperwoud</td></tr><tr><td>- Module 5 Etersheimerbraak</td><td>- Module 14 Uitdam Dorp</td></tr><tr><td>- Module 6 Heintjesbraak en Warder</td><td>- Module 15 Uitdammerdijk</td></tr></table>	- Module 1 Hoorn Binnenstad	- Module 9 Broeckgouw Edam	- Module 2 Strand Hoorn	- Module 10 Noordeinde Volendam	- Module 3 Grote Waal en De Hulk	- Module 12 Katwoude	- Module 4 De Kogen	- Module 13 De Nes en Opperwoud	- Module 5 Etersheimerbraak	- Module 14 Uitdam Dorp	- Module 6 Heintjesbraak en Warder	- Module 15 Uitdammerdijk
- Module 1 Hoorn Binnenstad	- Module 9 Broeckgouw Edam												
- Module 2 Strand Hoorn	- Module 10 Noordeinde Volendam												
- Module 3 Grote Waal en De Hulk	- Module 12 Katwoude												
- Module 4 De Kogen	- Module 13 De Nes en Opperwoud												
- Module 5 Etersheimerbraak	- Module 14 Uitdam Dorp												
- Module 6 Heintjesbraak en Warder	- Module 15 Uitdammerdijk												
Aanleg stadsstrand op oeverdijk	Module 2 Strand Hoorn (inclusief parkeerplaatsen, een fiets- en voetpad - als onderdeel van de doorgaande fiets- en wandelverbinding - en een groenstrook.												
Ecologische inrichting en onderhoud berm	Module 7 Polder Zeevang (HE-9B, HE-10, HE-11)												
Aanleg voorlanden	Module 7 Polder Zeevang: Buitendijks wordt op 4 locaties, over circa 1,8 km een kort voorland aangebracht, in te richten als migratiezone. Dit ter versterking van de ecologische structuur, zowel langs de dijk als de relatie binnen- en buitendijks. 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.												

3.2.3 Milieueffecten VKA (permanente effecten)

Ruimtelijke kwaliteit van het ontwerp

Vanuit de vijf deelgebieden (conform het KRK) zijn de gevolgen van de Versterking als volgt:

- *Hoornse Hop*: Het dijkprofiel van de Westfriese Omringdijk behoudt haar samenhang, inclusief behoud van Noordse steen³. Er is sprake van een consistente oplossing in de vorm van een oeverdijk. Uitzonderingen hierop zijn het stuk bij de Bedijkte Waal en bij de binnenstad van Hoorn. Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer wordt niet aangetast. De oeverdijk (stadsstrand) geeft in het noorden ruimte voor stedelijke recreatie en stadsfront versterking. Het zuiden geeft de oeverdijk ruimte voor extensieve recreatie en natuurbeleving.
- *Kogenland*: de binnendijkse braak en bebouwing en het buitendijkse rietland worden als belangrijkste waarden vrijwel niet aangetast. De samenhang in oplossingsrichtingen is consistent. Het historische dijktraject wordt wel aangetast, maar het historisch zetstuk blijft als belangrijkste waarde goed herkenbaar.
- *Zeevang*: over vrijwel het gehele deelgebied is de Versterking consistent vormgegeven, waarbij in het stedelijk gebied van Volendam een andere invulling is gekozen. Dit is gezien de context

³ Met uitzondering van module 1, waar de Noordse steen verdwijnt.

- een logische keuze. De binnendijkse en buitendijkse natuurwaarden blijven behouden. Ook bebouwing, braken en recreatie blijven in stand.
- *Gouwzee*: de Versterking 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*: de samenhang in oplossingsrichtingen in het zuidelijk deel is consistent. Het noordelijk deel wijkt af, omdat hier vooral gecombineerd versterkt wordt. De continuïteit van het dijkprofiel en het slingerend traject verloop 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.

Landschap

Grilligheid van het dijktraject

De Markermeerdijken worden gekenmerkt door het grillige traject met bochten en scherpe knikken (kappen). De veranderende waterveiligheidseisen staan op gespannen voet met het huidige kenmerkende dijkprofiel. Door de Versterking krijgen de dijken een brede lage binnenberm, een flauwer en deels ook hoger talud. Hierdoor zullen de bochten in het traject enigszins verflauwen en worden knikken minder scherp. De knikken zijn echter zodanig ontworpen dat deze wel herkenbaar blijven. En er worden enkele 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 verandert niet. Ook bij Hoorn niet, waar door de oeverdijk wel het karakter van het open gebied buitendijks verandert, evenals de beleving van de baai. De ruimtelijke eenheid blijft zo veel mogelijk behouden door ruim zicht vanaf de kruin van de Markermeerdijken. Ook blijven openheid en zicht op het open water en de stad Hoorn behouden. Op lokaal schaalniveau verandert de openheid enkel nabij de woonbebouwing langs de dijk. Bij de binnenwaartse berm wordt de open ruimte tussen woonbebouwing en dijk kleiner dan in de huidige situatie. Bij de woonbebouwing is, waar nodig, maatwerk toegepast, zodat woningen met erf behouden blijven. Ter plaatse is dan sprake van een aantasting.

Landschappelijke elementen aan de dijk

De landschappelijke elementen (zoals oude braken en historisch voorland) zijn bij de Versterking zoveel mogelijk gespaard. Soms zijn de randen van landschappelijke elementen aangetast. Bij 2 van de 16 modules zijn dit kleine elementen, zoals teensloten aan de voet van de dijk. Bij 6 van de 16 modules worden de randen van een aantal bijzondere elementen aangetast (braak of voorland). De elementen zelf blijven daarbij behouden. Het grootste deel van de elementen blijft gespaard.

Specifieke landschappen

De kernkwaliteiten van het Oude Zeekleilandschap worden niet aangetast. In het veenpolderlandschap wordt alleen een klein deel van het typische verkavelings- en slotenpatroon aangetast in de modules 4 en 9. Dit is acceptabel omdat het een relatief kleine aantasting aan de randen van de polders is. De landschappelijke kwaliteit van het gehele gebied blijft dan ook behouden. Bij de twee kleine droogmakerijen (de Blijkmeerpolder en de Etersheimerbraak) veranderen de kenmerkende randen in lichte mate (verdwijnen - en verderop terugbrengen - van molensloot bij Etersheimerbraak en de lichte verhoging en verbreding van de rand bij Blijkmeerpolder). Dit is

acceptabel vanwege de relatief kleine aantasting. De landschappelijke kwaliteit van de droogmakerijen blijft behouden.

Natuur

Natuur vormt een integraal onderdeel van de Versterking. Er is voor gekozen om de verloren natuurwaarden terug te brengen als een geheel nieuwe functionele eenheid. De locatie voor natuurontwikkeling is de oeverdijk. Deze zorgt voor verbeterde ecologische omstandigheden in het Markermeer door de zachte land-waterovergangen. Het tussenwater krijgt helder water en waterplanten en zorgt voor ondieptes als kraamkamer voor vis en luwtes voor watervogels. Ook elders langs de dijk wordt de overgang tussen land en water gebruikt als een impuls aan natuurwaarden (o.a. aanleg migratiezone op voorland bij Zeevang). De binnenberm bij Zeevang wordt ecologisch ingericht en onderhouden. Tussen Volendam en Hoorn worden maatregelen voor de ringslang genomen.

Natura 2000

De dijkversterking leidt voor de twee Natura 2000-gebieden Markermeer & IJmeer en Polder Zeevang tot effecten (door permanente ruimtebeslag en vanwege verstoring door geluid en beweging). Dit zijn effecten op zogenoemde 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 significante negatieve effecten (de instandhoudingsdoelstellingen komen niet in gevaar). Daarmee is sprake van een vergunbaar ontwerp voor de dijkversterking op basis van de Wet natuurbescherming.

NNN en weidevogelleefgebieden

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 sprake van voldoende natuurcompensatie. Daarmee wordt voldaan aan de vereisten uit de provinciale verordening voor het project.

De Versterking leidt (door ruimtebeslag langs de dijken waar snippers en randen van NNN is gelegen) tot een areaalverlies van 10,5 ha NNN. Verder is er lokaal sprake van verstoring door een verandering van de locatie van fietspaden. Verloren natuurwaarden worden niet teruggebracht waar deze verdwijnen. Natuurwaarden verdwijnen als snippers verspreid langs het dijktraject, maar worden gecompenseerd in een enkel groot gebied (het midden- en zuidelijke deel van de oeverdijk in module 3). Het verlies van zogenoemde wezenlijke waarden en kenmerken beperkt zich tot de omvang van de gebieden (ruimtebeslag van 10,5 ha). De compensatie brengt deze omvang terug (er wordt 41,4 ha tot 62,5 ha NNN gerealiseerd). De compensatie draagt ook bij aan andere wezenlijke waarden en kenmerken van de NNN.

Effecten op weidevogelleefgebieden zijn het gevolg van ruimtebeslag⁴ en verstoring (vanwege de fietsverbinding). De verloren weidevogelleefgebieden worden niet teruggebracht op de oeverdijk: de omstandigheden zijn hier niet geschikt. Er is een beheer- en inrichtingsplan opgesteld om bestaande weidevogelleefgebieden van een hogere kwaliteit te voorzien, om zo de mogelijke daling van de weidevogelstand door de Versterking ongedaan te maken. In het plan staan verschillende maatregelen om de kwaliteit van bestaande weidevogelleefgebieden te verhogen.

⁴ 59,1 ha op smalle stroken langs het grootste deel van het dijktraject en 6,0 ha op de Vochtige weidevogelgraslanden.

Soortenbescherming

Langs de dijk komen soorten voor die beschermd zijn in het kader van de Wet natuurbescherming. Effecten zijn vooral het gevolg van ruimtebeslag op leefgebieden, verstoring door geluid en beweging. 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

Het plangebied bevat een brede schakering aan archeologische (verwachtings)waarden. Zoals het provinciale monument van de dijk zelf (soms met voorlanden en braken), maar ook bewoningssporen rondom/op/in/onder de dijk. Ook zijn militaire, ambachtelijke en waterbouwkundige resten te verwachten. Op/in de waterbodem zijn scheepswrakken, verspoelde dijkresten en verdrongen nederzettingen aanwezig. Deze resten kunnen aangetast worden door de bodemingrepen en voorbelastingen. Er is zoveel mogelijk vooraf inzichtelijk gemaakt waar archeologische resten verwacht worden. Daar waar mogelijk zijn deze waarden ontzien. Behoud op de plaats ('in situ') van behoudenswaardige archeologische resten – die zullen worden aangetast – is niet altijd mogelijk. Deze waarden zullen dan door archeologisch onderzoek ex situ conform regelgeving worden behouden.

Cultuurhistorie

Stelling van Amsterdam

Binnen de begrenzing van het werelderfgoed Stelling van Amsterdam valt in module 8 het Fort bij Edam met het schootsveld (deels ook de dijk en het open water van het Markermeer) en het inundatiegebied. De Versterking tast de Stelling niet aan, ook niet de verhouding tussen fort- dijk- open water of fort-inundatiegebied. De Versterking heeft ook geen effect op het Vuurtoreneiland als onderdeel van de Stelling van Amsterdam in module 16.

Rijksbeschermd stads- en dorpsgezichten en rijksmonumenten

De Versterking heeft een minimaal effect op het Rijksbeschermd stadsgezicht Hoorn (het dijkprofiel heeft een weinig historisch karakter, de bebouwing staat op enige afstand en de Versterking is buitenwaarts). Het gebied van het Rijksbeschermd stadsgezicht Edam (module 8) valt buiten het beïnvloedingsgebied van de Versterking. 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 (ruimtebeslag in de polder en aantasting van de morfologie van de historische dijk). Bij de Versterking is in geen van de modules sprake van aantasting of sloop van rijksmonumenten. Bij het rijksmonument Hornsluis (module 4, sectie HE-6A) is op korte afstand een damwand voorzien. Er is hier gekozen voor de uitvoeringswijze met de minst mogelijke impact op de omgeving (in de grond te drukken, niet heien).

Provinciale en gemeentelijke monumenten

De Versterking heeft geen invloed op andere provinciale monumenten dan de dijk zelf. Ook op gemeentelijke monumenten heeft de Versterking geen effect.

De dijk is over de gehele lengte een provinciaal monument. De Versterking gaat gepaard met aantasting van het monument, maar is naar verwachting vanwege het zwaarwegend algemene maatschappelijke belang van de hoogwaterveiligheid vergunbaar. Bij het VKA is nadrukkelijk rekening gehouden met de kenmerkende waarden van het monument alsmede de specifieke

waarden zoals benoemd in het KRK. Over de totale lengte van de Versterking blijft 60% van de monumentale dijk behouden, 9% wordt getransformeerd (met beperkt afgraven) en 31% van de monumentale dijk wordt afgegraven.

Het VKA heeft zeer verschillende effecten op de cultuurhistorische waarden van dijk en omgeving. In module 2 en 3 blijft de huidige, historische dijk integraal in stand, maar komt er een oeverdijk voor te liggen. In andere modules verdwijnt de historische dijk (deels) als gevolg van buitenwaartse asverschuiving en kruinafgraving. Ook kan hierbij ruimtebeslag op het voorland optreden, dat bij het monument behoort. Bij modules met een binnenwaartse berm blijven de effecten merendeels beperkt. Bij een combinatie van binnen- en buitenwaartse versterking of bij andere maatregelen (zoals een strekdam) is het ruimtebeslag beperkt. De Versterking heeft weinig invloed op de aanwezige historische 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 (soms gedeeltelijke) aantasting van deze waarden niet te voorkomen is, zijn 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 daar bij de aanwijzing op te merken dat het waterstaatkundig belang altijd prevaleert. Met een aantal maatregelen worden negatieve effecten op het monument verder beperkt. Het betreft onder andere het terugbrengen van historische steenbekleding en het verbeteren van de recreatieve beleefbaarheid van de monumentale dijk.

Water

Waterkwaliteit

De buitenwaartse asverschuiving in het VKA heeft geen effecten op de ecologische waterkwaliteit van het waterlichaam Markermeer. De binnenwaartse berm in het VKA heeft ook geen effect op de waterkwaliteit van de binnendijs gelegen KRW⁵-waterlichamen als geheel, omdat sprake is van slechts een relatief klein ruimtebeslag. De effecten van de oeverdijk in het VKA op de ecologische waterkwaliteit ter plaatse is licht positief beoordeeld (gunstig voor de ontwikkeling van oever- en waterplanten). Voor de Versterking als geheel is sprake van een lichte verbetering van de ecologische waterkwaliteit.

Waterbergend vermogen en grondwater

Het VKA heeft een licht negatief effect op het waterbergend vermogen. Door de Versterking neemt het waterbergend vermogen van het Markermeer met circa 145 ha af (0,2% van het waterbergend vermogen van het Markermeer). Ook leidt de Versterking tot een toename van het afvoerend oppervlak van het poldergebied (waardoor het waterbergend vermogen van het poldergebied relatief afneemt). Het VKA heeft een neutraal effect op het grondwater: de grondwaterstanden in de dijk zullen veranderen, maar in het poldergebied zullen deze niet significant veranderen.

Bodem

Het VKA heeft in het algemeen geen effecten op de bodemkwaliteit. Alleen daar waar sprake is van bodemverontreinigingen (bekende of verdachte locaties) die als gevolg van de dijkversterking deels

⁵ Kaderrichtlijn Water.

worden afgegraven of afgedekt, is sprake van een licht positief effect. Dit is bij een vijftal modules op een enkele locatie het geval, zoals in de baai van Hoorn.

Zetting

Bij de meeste modules is er geen kans op zetting bij gebouwen als gevolg van het VKA. 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

Het VKA 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 meer dan 33,8 km, is op een dussdanige manier ontworpen dat het effect op dit ruimtebeslag minimaal is. Bij enkele 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 (ruimtebeslag bij camping/jachthaven Uitdam, waar in het geldende bestemmingsplan reeds een ruimtereservering is gemaakt voor de dijkversterking).

Woonbeleving

De Versterking van circa 33 km dijk heeft logischerwijs voor de meeste modules negatieve effecten op de woonbeleving. Dit komt doordat in elke module woningen aanwezig zijn en de Versterking de relatie met de dijk (en met het water, daar waar woningen over het water uitkijken) zal veranderen. Binnen een module 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 steeds uitgegaan van de negatiefste 'score' binnen een module, onafhankelijk van het aantal woningen.

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 met zeer negatieve effecten op de woonbeleving: strand Hoorn, de Grote Waal en De Hulk (beiden oeverdijk) en Noordeinde Volendam: hier neemt de afstand tot het water met meer dan 20 meter toe (voor Noordeinde Volendam alleen in het zuidelijk deel). 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.

3.2.4 Vergelijking permanente milieueffecten MMA-VKA

De volgende 4 tabellen geven per module een overzicht van de effecten van het MMA en het VKA.

Tabel S9: Effectbeoordeling MMA en VKA module 1 tot en met 4

Aspect	Criterium	Module 1: Hoorn binnenstad		Module 2: Strand Hoorn		Module 3: Grote Waal en de Hulk		Module 4: De Kogen	
		MMA	VKA	MMA	VKA	MMA	VKA	MMA	VKA
Landschap	Landschapselementen	0	0	0	0	0	0	0	0/-
	Ruimtelijke opbouw	-	-	--	--	--	--	--	--
	Beleving	-	-	-	-	-	-	-	-
	Aardkundige waarden	0	0	0	0	0	0	0	0
Natuur	Gebiedsbescherming	0	0	0	-	-	-	0	0
	Natuurnetwerk Nederland NNN	0	0	+++	0	+++	+++	-	--
	Soortenbescherming	0	0	+++	0	+++	+++	---	---
Archeologie	Bekende waarden	-	-	0	0	0	0	--	--/--
	Verwachtingswaarden	-	-	0	0	-	-	--	---
Cultuurhistorie	Historisch geografische waarden	-	-	-	-	0	0	---	---
	Historisch bouwkundige objecten	0	0	0	0	0	0	0	0
Water	Waterbergend vermogen	0	0	-	-	-	-	-	-
	Oppervlaktewaterkwaliteit	0	0	+	+	+	+	0	0
	Grondwater	0	0	0	0	0	0	0	0
Bodem	Bodemkwaliteit	0	0	+	+	++	++	0	0
	Zetting	0	0	0	0	0	0	--	--
Recreatie, wonen en werken	Recreatie	0	+	0	+++	-	0	0	+
	Ruimtebeslag op wonen en werken	0	0	0	0	0	0	0	0
	Woonbeleving	--	--	---	---	---	---	--	--

Tabel S10: Effectbeoordeling MMA en VKA module 5 tot en met 8

Aspect	Criterium	Module 5: Etershei- merbraak		Module 6: Heintjes- braak en Warder		Module 7: Polder Zeevang		Module 8: Haven Edam	
		MMA	VKA	MMA	VKA	MMA	VKA	MMA	VKA
Landschap	Landschapselementen	-	-	-	-	0	0	0	0
	Ruimtelijke opbouw	-	--	--	--	--	--	-	-
	Beleving	-	-	0	0	--	-	-	-
	Aardkundige waarden	0	0	0	0	0	0	0	0
Natuur	Gebiedsbescherming	-	-	0	-	+	0	0	0
	Natuurnetwerk Nederland NNN	--	---	--	--	++	---	-	-
	Soortenbescherming	---	---	0	0	+++	+	0	0
Archeologie	Bekende waarden	-	---	---	---	--	---	0	0
	Verwachtingswaarden	---	---	---	---	-	0	0	0
Cultuurhistorie	Historisch geografische waarden	-	---	--	--	--	---	0	0
	Historisch bouwkundige objecten	0	0	0	0	0	0	0	0
Water	Waterbergend vermogen	0	-	0	0	-	-	0	0
	Oppervlaktewaterkwaliteit	0	0	0	0	+	0/+	0	0
	Grondwater	0	0	0	0	0	0	0	0
Bodem	Bodemkwaliteit	0	+	0	0	0	0	0	0
	Zetting	-	-	--	--	0	-	0	0
Recreatie, wonen en werken	Recreatie	0	+	0	+	0	0	0	0
	Ruimtebeslag op wonen en werken	0	0	-	-	0	0	0	0
	Woonbeleving	--	--	--	--	---	--	0	0

Tabel S11: Effectbeoordeling MMA en VKA module 9 tot en met 12

Aspect	Criterium	Module 9: Broeck- gauw Edam		Module 10: Noordeinde Volendam		Module 11: Pieterman		Module 12: Katwoude	
		MMA	VKA	MMA	VKA	MMA	VKA	MMA	VKA
Landschap	Landschapselementen	-	-	0	0	0	0	0	0
	Ruimtelijke opbouw	-	-	0	--	--	--	-	--
	Beleving	0	0	0	-	0	0	0	0
	Aardkundige waarden	0	0	0	0	0	0	0	0
Natuur	Gebiedsbescherming	0	0	0	0	0	0	-	-/--
	Natuurnetwerk Nederland NNN	0	0	0	-	0	0	-	-
	Soortenbescherming	0	0	0	0	0	0	0	0
Archeologie	Bekende waarden	0	0	-	---	---	---	0	---
	Verwachtingswaarden	0	0	0	0	--	--	-	---
Cultuurhistorie	Historisch geografische waarden	--	--	-	--	---	---	0	---
	Historisch bouwkundige objecten	-	-	0	0	0	0	0	0
Water	Waterbergend vermogen	0	0	0	0	-	-	0	-
	Oppervlaktewaterkwaliteit	0	0	0	0	0	0	0	0
	Grondwater	0	0	0	0	0	0	0	0
Bodem	Bodemkwaliteit	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zetting	-	-	0	0	0	0	-	0
Recreatie, wonen en werken	Recreatie	0	+	0	+	0	0	0	+
	Ruimtebeslag op wonen en werken	-	-	0	0	0	0	0	0
	Woonbeleving	-	-	--	---	-	-	-	-

Tabel S12: Effectbeoordeling MMA en VKA module 9 tot en met 12

Aspect	Criterium	Module 13: De Nes en Opperwoud		Module 14: Uitdam Dorp		Module 15: Uitdammer dijk		Module 16: Durgerdam merdijk	
		MMA	VKA	MMA	VKA	MMA	VKA	MMA	VKA
Landschap	Landschapselementen	-	-	0	0	-	-	-	-
	Ruimtelijke opbouw	-	--	-	-	--	--	0/--	0/--
	Beleving	0	0	0	0	-	-	0/-	-
	Aardkundige waarden	-	-	0	0	0	0	-	-
Natuur	Gebiedsbescherming	0	0	0	0	0	0	-	-
	Natuurnetwerk Nederland NNN	-	-	0	0	--	--	--	--
	Soortenbescherming	0	0	0	0	--	--	0	0
Archeologie	Bekende waarden	--	---	---	--/--	--	---	0	0
	Verwachtingswaarden	-	-	---	-	--	---	0	0
Cultuurhistorie	Historisch geografische waarden	--	---	--	--	--	--	-	-
	Historisch bouwkundige objecten	0	0	0	0	0	0	0	0
Water	Waterbergend vermogen	-	-	-	-	-	-	0	0
	Oppervlaktewaterkwaliteit	0	0	0	0	0	0	+	+
	Grondwater	0	0	0	0	0	0	0	0
Bodem	Bodemkwaliteit	0	0	0	0	+	+	0	0
	Zetting	--	--	0	-/--	0	--	0	0
Recreatie, wonen en werken	Recreatie	0	-	0	0	-	-/--	0	0
	Ruimtebeslag op wonen en werken	0	-	0	0	-	-	0	0
	Woonbeleving	-	-	--	--	-	-	--	--

Het verschil in milieueffecten over het gehele dijktracé is in de volgende tabel opgenomen.

Tabel S13: 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 VKA. In module 10 heeft het VKA een negatiever effect.

Op het gebied van beheer en onderhoud is alleen ter plaatse van module 7 (Polder Zeevang) sprake van een aanzienlijk verschil tussen het MMA en VKA. Het MMA bestaat uit een oeverdijk. Deze aanzienlijke areaaluitbreiding om te onderhouden en te beheren is zeer negatief voor beheer en onderhoud. In het VKA wordt hier een buitenwaartse asverschuiving toegepast, wat een relevante verlichting van onderhoud en beheer betekent. Voor het overige zijn er geen noemenswaardige verschillen.

3.2.5 Milieueffecten VKA (uitvoeringseffecten)

De uitvoering van de Versterking zal lopen van 2018 tot en met 2021. In het MER is voor de uitvoeringseffecten van het VKA onderscheid gemaakt in de dijkverbetering zelf en de realisatie van de vaargeulen.

Milieueffecten VKA uitvoering dijkversterking

Geluid

De algemene bouwwerkzaamheden leiden tot geluidhinder. Heiwerkzaamheden die plaatsvinden leiden tot veel geluidbelasting. Bekeken wordt op welke locaties hydraulisch drukken als mitigerende maatregel mogelijk is. Zo nodig wordt ontheffing aangevraagd om tijdelijk af te kunnen wijken van de geluidsnormen.

Trillingen

Door transportbewegingen tijdens werkzaamheden ontstaat bij de meeste modules trillingshinder en bij enkele modules kans op trillingsschade. Bij kans op schade kan trillingsarm worden gewerkt. Op acht locaties worden damwanden en/of palen geïnstalleerd met kans op schade/hinder. Op zeven locaties is de nieuw aan te leggen dijk zo dicht op de bebouwing gelegen dat een keerwandconstructie nodig is. De eventuele bijbehorende trillingen mogen de SBR-richtlijnen niet overschrijden. Dit wordt gemonitord.

Verkeer en bereikbaarheid

De uitvoeringswerkzaamheden beperken de bereikbaarheid voor gemotoriseerd verkeer, fietsers en voetgangers tijdelijk (tijdelijk afsluiten van wegen, omleidingsroutes).

Landschap en cultuurhistorie

Gezien de locatie van de tijdelijke depots is het mogelijk dat op verschillende locaties het kleinschalige verkavelingspatroon aangetast wordt. Binnen Waterland gaat het om een sterke aantasting. Binnendijkse werkstroken kunnen (afhankelijk van de lengte) leiden tot een beperkte tot sterke aantasting. De effecten van de depots en werkstroken gelden in gelijke mate voor cultuurhistorie. Landschapselementen worden na de werkzaamheden zoveel mogelijk teruggebracht.

Geluidhinder door werkzaamheden en verlichting van bouwplaatsen in de avond en nacht zal de beleving van rust en donkerte in de polders tijdelijk aantasten (zeer sterke aantasting). Een mitigerende maatregel is het beperken van de verlichting.

Van het aardkundig waardevolle gebied Waterland zal, daar waar depots zijn voorzien, een beperkt gedeelte van de totale oppervlakte worden aangetast.

Natuur

Langs het gehele dijktraject komen broedvogel- en niet-broedvogelsoorten voor met een instandhoudingsdoelstelling binnen het Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer. De werkzaamheden zullen bij deze soorten tot negatieve effecten leiden. Voor veel soorten zijn deze effecten niet significant negatief. Voor verschillende soorten zijn significant negatieve effecten niet op voorhand uit te sluiten als gevolg van verstoring (kuifeend, brilduiker, smient, fuut, lepelaar, visdief). Er worden daarom mitigerende maatregelen getroffen om deze significant negatieve effecten te voorkomen. Door deze maatregelen zijn de effecten slechts licht negatief en niet significant.

Tijdelijk ruimtebeslag tijdens de uitvoering kan leiden tot een tijdelijke aantasting van delen van het NNN en Weidevogelleefgebieden langs de dijk. De aanwezige natuurwaarden kunnen zich echter na afloop van de werkzaamheden grotendeels weer herstellen. Door verstoring tijdens de aanlegfase wordt het gebied direct langs de dijk tijdelijk minder geschikt om te broeden.

Water

De uitvoeringseffecten hebben door vertroebeling en soms verstoring een licht negatief effect op de oppervlaktewaterkwaliteit. Er zijn geen gevolgen voor de score op de zogenoemde KRW-maatlat voor het Markermeer (ecologische kwaliteitsdoelstellingen).

De aanleg van tijdelijke depots bij de uitvoering kan leiden tot een verhoging van de grondwaterstanden voor nabijgelegen percelen, als deze niet voldoende gedraineerd zijn. Ook de realisatie van de loswal kan in die situatie op één locatie leiden tot een verhoging van de grondwaterstand in het achterland. Door het toepassen van drainage kan de verhoging van de grondwaterstand teniet worden gedaan.

Overige milieuaspecten

De uitvoeringswerkzaamheden hebben geen relevant effect op de overige milieuaspecten.

Milieueffecten VKA realisatie tijdelijke vaargeulen

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

Natuur

Er treedt tijdelijk ruimtebeslag op in het Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer door de vaargeul. Het naast de vaargeul leggen van het gebaggerde materiaal leidt ook tot extra ruimtebeslag, waarbij mosselen en waterplanten bedolven raken (voedselbron kwalificerende soorten). De draagkracht van het gebied blijft wat waterplanten betreft voldoende. Locaties met veel mosselen worden vermeden. Het ruimtebeslag heeft geen effect op de instandhoudingsdoelstellingen en is tijdelijk van aard. Er zijn geen aanvullende effecten op beschermde soorten te verwachten.

Archeologie

Voor de waterbodem heeft archeologisch vooronderzoek plaatsgevonden in de vorm van een opwaterfase met behulp van Sidescan sonar en magnetometer. Hieruit blijkt dat op sommige locaties mogelijk sprake is rekening gehouden dient te worden met een hoge archeologische verwachtingswaarde in de vorm van enkele scheepswrakken. Bij twee vaargeulen kunnen door een doorgevoerde planaanpassing twee wraklocaties in situ behouden blijven. Bij één vaargeul is verdere planaanpassing niet mogelijk. Hier zal in de vervolgfase van het project nader archeologisch onderzoek plaats moeten vinden (zoals duikinspectie). Ter hoogte van Durgerdam zijn vier scheepswrakken aangetoond in de zone van de golfbreker aan de oostzijde van het dorp (voorlopig VKA). Ook hier zal nader onderzoek noodzakelijk zijn. Het effect van de vaargeul ter plaatse van de wrakken wordt worst case beoordeeld als sterk negatief.

Water

De tijdelijke effecten door het ontgraven van tijdelijke vaargeulen leiden op het gebied van oppervlaktewaterkwaliteit 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. De effecten voor de aanleg van tijdelijke vaargeulen op het grondwater zijn gelijk als voor de aanleg van loswallen.

Overige milieuaspecten

De tijdelijke vaargeulen hebben geen relevant effect op de overige milieuaspecten.

3.2.6 Vergelijking milieueffecten MMA-VKA van de uitvoering

Het voorkeursalternatief verschilt in enkele modules van het MMA uitvoering. Dit is in de volgende tabel kort weergegeven. Het MMA uitvoering is opgenomen in tabel S14.

Het VKA is voor het merendeel van de modules gelijk aan het MMA uitvoering. Dit is voor 9 van de 16 modules het geval en voor 2 modules is het VKA (groten)deels gelijk aan het MMA uitvoering.

Tabel S14: 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 (buitenwaartse asverschuiving)
15	Uitdammerdijk	Het VKA (gecombineerd/kruinverhoging) is anders dan het MMA uitvoering (dijk buitenom)
16	Durgerdammerdijk	Het VKA (binnenwaarts/havendam/strekdam) is anders dan het MMA uitvoering (dijk buitenom)

Daar waar het VKA afwijkt van het MMA voor de uitvoering, wijken de uitvoeringseffecten van het VKA ook in enige mate 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. 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.

3.3 Robuustheidsanalyse

Omdat een dijkversterking wordt gerealiseerd voor een lange termijn (50 jaar), moet het Ontwerp Projectplan Waterwet en het MER toekomstbestendig zijn. Er spelen diverse onzekere ontwikkelingen die op termijn van invloed (kunnen) zijn op de veiligheidsopgave. In een robuustheidsanalyse bij het MER is verantwoord wat de invloed is van deze nog onzekere ontwikkelingen op het VKA en op de milieueffecten. In de robuustheidsanalyse is beoordeeld of het toekomstige peilbesluit Markermeer en de Dijkversterking Marken van invloed zijn op de Versterkingsopgave Markermeerdijken.

3.4 Leemten in kennis, monitoring en evaluatie

Leemten in kennis

Bij de besluitvorming is het van belang inzicht te hebben in leemten in kennis die bij de effectbeoordelingen een rol hebben gespeeld. Voor dit MER geldt dat op het vlak van:

- Archeologie: effectbeoordeling op basis van archeologisch bureauonderzoek en deels een archeologische opwaterfase voor de waterbodem;
- Bodemkwaliteit: effectbeoordeling op basis van historische bodemonderzoeken;
- Landschap: effectbeoordeling op basis van ontwerpprofielen voor hele secties/modules en bezoek aan het landschap. Er kunnen lokaal kleine verschillen optreden in effecten door plaatselijke verschillen in het huidige profiel.

Deze leemten in kennis zullen niet leiden tot een andere effectbeoordeling tussen de onderzochte alternatieven op sectie- en moduleniveau en dus ook niet tot een ander MMA en VKA. De aard en omvang van de leemten in kennis staan een verantwoorde vergelijking van de alternatieven niet in de weg. Dit MER levert dan ook voldoende informatie voor de besluitvorming.

Monitoring en evaluatie

De wet verplicht om de werkelijk optredende milieueffecten van de uiteindelijk uitgevoerde Versterking te evalueren. Hiervoor moet een evaluatieprogramma opgesteld worden. In het MER is een aanzet voor dit programma opgenomen. Kernvraag in het programma is of de voorspelde effecten in dit MER overeenkomen met de werkelijke effecten.

Uitgangspunt bij de uitvoering is uiteraard het zoveel mogelijk voorkomen van overlast en schade. In de voorbereidingsfase voorafgaand aan de uitvoering wordt per module een Werkplan opgesteld. In dit plan worden te nemen maatregelen gedetailleerd en uitgewerkt, met aandacht voor de monitoring van de effecten van de maatregelen. Monitoring vindt op de volgende vlakken plaats:

- *Monitoring schade aan bebouwing.* Dit heeft topprioriteit. Uiteraard wordt gestreefd naar het voorkomen van schade. Vooraf en tijdens de uitvoering wordt zorgvuldig onderzoek gedaan naar de gevolgen van de werkzaamheden voor de bebouwing.
- *Monitoring trillingen:* Er worden trillingsmeters geplaatst in de gevoelige gebieden waar veel trillingen verwacht worden tijdens de uitvoering. In het Werkplan wordt vooraf bepaald welke signalerings- en alarmwaardes gehanteerd worden. Bij overschrijding krijgt de verantwoordelijke ter plaatse automatisch bericht, zodat in de uitvoering verdere passende maatregelen getroffen kunnen worden.

- *Monitoring grondwaterstand*: Op locaties met bebouwing tussen teensloot en dijk en bij constructieve werkzaamheden die de grondwaterstand kunnen beïnvloeden worden peilbuizen geplaatst die de grondwaterstand meten. Zo wordt nauwkeurig gemonitord of de grondwaterstand wijzigt en kunnen indien nodig zo snel mogelijk passende maatregelen worden getroffen.
- *Monitoring archeologie*: Tijdens de diverse graafactiviteiten bestaat de kans dat er archeologische resten vrijgegraven worden. 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 graafwerkzaamheden waar nodig onder archeologische begeleiding worden uitgevoerd. In vrijgegeven gebieden kan altijd een toevalsvondst worden gedaan. Dan treedt het protocol voor toevalsvondsten in werking en zal onder archeologische begeleiding verder gegraven worden.
- *Monitoring natuur*: Er is een mitigatie-, compensatie en monitoringsplan opgesteld. Dit vormt een aanvulling op de natuurtoetsingen die zijn gedaan voor de vergunnings- en ontheffingsaanvragen. Uit de toetsing is voor een aantal natuurwaarden gebleken dat het nodig is om maatregelen te nemen omdat het effect niet acceptabel is. Er is ook voorzien in monitoring tijdens en na de werkzaamheden. Monitoring is uitgewerkt voor de broedlocatie van de visdief, winterverblijven van de ringslang en natuurontwikkeling op de oeverdijk.
- *Monitoring landschap*: er vindt monitoring plaats van de aanheling⁶ van het huidige landschap aan het nieuwe dijklichaam tijdens en na de uitvoeringsfase.

⁶ Aanwerking van het nieuwe dijklichaam naar het bestaande landschap, het zich vormen van de overgang tussen nieuw dijklichaam en bestaand landschap.