

RAPPORT
BETREFFENDE

1290293

**AANVULLENDE WERKZAAMHEDEN I.V.M. MER
DIJKVERSTERKING ENKHUIZEN - HOORN
(ZUIDERDIJK DRECHTERLAND)**

DEEL 1: ONTWERP

Opdrachtnummer: 1204-0026-000



RAPPORT
BETREFFENDE

1290293

**AANVULLENDE WERKZAAMHEDEN I.V.M. MER
DIJKVERSTERKING ENKHUIZEN - HOORN
(ZUIDERDIJK DRECHTERLAND)**

DEEL 1: ONTWERP

Opdrachtnummer: 1204-0026-000

Opdrachtgever : Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Postbus 850
1440 AW PURMEREND

Projectleider : ir. W.R. Halter
Projectleider Waterbouw

Rapport mede opgesteld door: ing. R.J. Struyk
Senior Adviseur

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	28 oktober 2004	concept, exclusief bijl. 7, 8 en 9	
2	1 maart 2005	definitief	

FILE: 1204-0026-000.R02 Op deze rapportage zijn de algemene leveringsvoorwaarden van Fugro Ingenieursbureau B.V. van toepassing die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
1.1	Opdrachtverlening	1
1.2	Doelstelling	1
2	UITGANGSPUNTEN	2
2.1	Planperiode	2
2.2	Geometrie	2
2.3	NAP-daling en kruindaling	2
2.4	Bodemopbouw	3
2.5	Materiaalparameters	3
2.6	Hydraulische randvoorwaarden en relatieve meerpeilstijgingen	4
2.7	Freatische en stijghoogten	5
2.8	Stabiliteitseisen	5
2.9	Bovenbelasting	5
2.10	Constructieve schermen	5
3	VERBETERINGSONTWERPEN PER SECTIE	6
3.1	Inleiding	6
3.2	Sectie 1 (DP 4+100 - DP 6+700)	6
3.3	Sectie 2 (DP 19 - DP 23+50)	7
3.4	Sectie 3 (DP 22+150 - DP 32+50)	7
3.5	Sectie 4 (DP 50 - DP 50+80)	7
3.6	Sectie 5 (DP 67 - DP 94)	7
3.7	Sectie 6 (DP 99 - DP 112+50)	8
3.8	Sectie 7 (DP 112+50 - DP 124+150)	8
3.9	Sectie 8 (DP 135 - DP 142)	8
3.10	Sectie 9 (DP 148 - DP 167+30)	8
3.11	Sectie 10 (DP 178 - DP 186)	9
3.12	Sectie 11 (DP 190 - DP 200+100)	9
3.13	Sectie 12 (DP 201 - DP 220)	9
4	DETAILOPLOSSINGEN MET BEHULP VAN EEN CONSTRUCTIEF SCHERM	10
4.1	Inleiding	10
4.2	Dimensionering constructieve schermen	10
4.3	Voor- en nadelen van de toepassing van een constructief scherm	12
5	SECTIE-OVERGANGEN	13
6	ZETTINGEN	14
7	QUICK SCAN OPHOOGFASERING	17
8	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	19
8.1	Conclusies	19
8.2	Aanbevelingen	19
	LITERATUUR	21

BIJLAGEN

- Overzicht rapportages.....	1
- Overzichtstekening Markermeerdijk tussen Enkhuizen en Hoorn.....	2
- Hoogwaterstanden en polderpeil.....	3
- Totaaloverzicht boringen en sonderingen.....	4
- Proevenverzamelingen.....	5
- Verbeteringsontwerpen.....	6
- MStab-berekeningen.....	7
- MSettle-berekeningen.....	8
- MSheet-berekeningen.....	9

1 INLEIDING

1.1 Opdrachtverlening

Op 10 maart 2004 ontving Fugro Ingenieursbureau B.V. te Nieuwegein van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) te Purmerend de opdracht voor het uitvoeren van aanvullend grond- en laboratoriumonderzoek en het uitbrengen van geotechnisch advies voor detailoplossingen voor de Dijkversterking Enkhuizen - Hoorn (Zuiderdijk Drechterland).

In onderhavig rapport worden de uitgangspunten waarop de dijkversterking is gebaseerd beschreven en worden de verbeteringsmaatregelen bepaald.

Het grondonderzoek wordt separaat gepresenteerd in deel 2 van dit rapport.

Voor een overzicht van de tot nu toe uitgevoerde rapportages wordt verwezen naar bijlage 1.

1.2 Doelstelling

In het verleden zijn voor de Markermeerdijk tussen Enkhuizen en Hoorn verschillende grondmechanische onderzoeken uitgevoerd [R1 t/m R4]. In deze onderzoeken zijn trajecten bepaald waar de dijk niet voldoet aan de eisen met betrekking tot veiligheid. Deze trajecten dienen te worden versterkt. De dijkversterking dient robuust te zijn, hetgeen onder meer wil zeggen dat de dijk na versterking voor een planperiode van 50 jaar veilig genoeg dient te zijn.

In het kader van de MER Dijkversterking Enkhuizen - Hoorn zijn verbeteringsvoorstellen uitgewerkt, voornamelijk binnendijkse versterking in grond, en gerapporteerd [R8]. In de loop van het MER-traject is voor iedere secties het voorkeursalternatief vastgesteld, dat soms afwijkt van de reeds uitgewerkte verbeteringsvoorstellen. Daarnaast zijn tijdens het MER-traject een aantal trajecten / secties naar voren gekomen, waarin een buitendijkse versterkingsmaatregel dient te worden overwogen of waarin een constructief scherm dient te worden toegepast.

De doelstellingen van dit onderzoek zijn:

- het uitwerken van het voorkeursalternatief, voor zover dit nog niet is uitgevoerd;
- het vormgeven van de overgangen tussen (sub)sectiegrenzen;
- het uitwerken van detailoplossingen;
- een indicatie geven van de zettingen.

Ten behoeve van dit onderzoek is aanvullend grondonderzoek uitgevoerd, dat in deel 2 is gerapporteerd. Onderhavig rapport gaat alleen in op de uitgangspunten voor de dijkversterking en de daaruit voortvloeiende verbeteringsmaatregelen.

2 UITGANGSPUNTEN

2.1 Planperiode

De verbeteringsmaatregelen in grond dienen te voldoen voor een planperiode van 50 jaar, harde constructies dienen 100 jaar te voldoen.

2.2 Geometrie

De huidige geometrie van de dijk is gebaseerd op digitale dwarsprofielen verstrekt door de opdrachtgever [O1]. In het kader van dit aanvullend onderzoek zijn enkele aanvullende dwarsprofielen ingemeten.

De vereiste hoogte van de dijk is bepaald door Arcadis op basis van golfploop-berekeningen en prognoses van de autonome kruindaling [R7].

Bij versterking gelden de volgende richtlijnen voor de nieuwe geometrie:

- De nieuwe kruin moet minimaal dezelfde hoogte en breedte krijgen als de huidige kruin.
- Bij binnendijkse versterkingen dient er uit cultuurhistorische overwegingen naar te worden gestreefd om de bestaande helling van het binnentalud te handhaven. Indien dit vanwege de stabiliteit niet haalbaar is, dient te worden gestreefd naar een minimale taludverflauwing.
- Er dient te worden gestreefd naar een hoogteverschil van tenminste 2,5 m tussen kruin en binnenberm.
- Een eventuele binnenberm dient te worden ontworpen met een afschot van 1 : 20 en een ondertalud van 1 : 3.
- Bij buitendijkse versterkingen in grond dient te worden uitgegaan van een flauwer talud dat thans aanwezig.

2.3 NAP-daling en kruindaling

Uit onderzoek [R7] blijkt dat de daling van het Pleistoceen in Noord-Holland circa 0,05 m per 50 jaar bedraagt. Deze daling wordt ook wel NAP-daling genoemd. Deze NAP-daling is in de verschillende analyses verdisconteerd.

Voor de Markermeerdijk tussen Enkhuizen en Hoorn zijn de kruinhoogtemetingen uit 1954 en 1994 [O2] met elkaar vergeleken. In deze periode is de kruin gedaald. Aangenomen wordt dat deze kruindalingen die zijn opgetreden in een periode van 40 jaar representatief zijn voor kruindalingen voor de komende 50 jaar. De kruindaling varieert van 0,02 tot 0,46 m, afhankelijk van het dijkvak. Hierbij is geen rekening gehouden met eventuele zettingen als gevolg van toekomstige ophoogwerkzaamheden.

De invloed van de kruindaling op de macrostabiliteit is zowel positief als negatief. Enerzijds zal de sterkte van de dijk toenemen door samendrukking van slappe lagen (verbetering van de sterkte-eigenschappen) en verflauwing van het dijktaalud, waarbij wordt aangenomen dat de samendrukking onder de dijk groter zal zijn dan voor en achter de dijk (uitgangspunt

Arcadis bij bepaling golfoploop). Anderzijds zal het meerpeil relatief hoger komen te staan tegen de dijk en resulteren in een grotere waterdruk op de dijk.

2.4 Bodemopbouw

De bodemopbouw is gebaseerd op geotechnisch onderzoek en geotechnische lengteprofielen [R1; R4] en [T1; T2].

2.5 Materiaalparameters

Op basis van de verzamelde gegevens zijn proevenverzamelingen samengesteld voor zowel de schuifsterkteparameters als de samendrukkingsparameters.

De proevenverzameling voor de schuifsterkteparameters is gebaseerd op de proevenverzameling Noord Holland '94, die gebaseerd is op celproeven en aangevuld met triaxiaalproeven uit recentere onderzoeken [R3; R4].

Voor de triaxiaalproeven gelden fitfactoren van 1,4 voor het overige klei en veen, behalve voor klei Duinkerke, daarvoor geldt een fitfactor van 1,3. Op zand zijn geen triaxiaalproeven uitgevoerd en worden derhalve ook geen fitfactoren toegepast. De toe te passen materiaalfactor volgt uit vermenigvuldiging van de fitfactor met de materiaalfactor zoals die gelden voor triaxiaalproeven op zowel $\tan \phi$ als c' [L2]. Voor een uitgebreide beschrijving van de bepaling van de fitfactoren wordt verwezen naar [R6].

In het kader van onderhavig onderzoek zijn triaxiaalproeven uitgevoerd op monsters die buitendijks genomen zijn vanaf het water voor de dijksecties 2, 5 en 6. Het betreft monsters uit de lagen Klei Duinkerke en Hollandveen. Op basis van deze resultaten is een aanvullende proevenverzameling gemaakt voor deze secties. Deze aanvullende proevenverzameling, waarop ook de fitfactoren zijn toegepast, staat in tabel 2.1.

Tabel 2.1 - Aanvullende proevenverzameling buitendijks, secties 2, 5 en 6

	σ [kN/m ²]	τ [kN/m ²]	γ_n [kN/m ³]
KLEI Duinkerke	0	0	16,0
	200	50,22	
HollandVEEN	0	6,07	10,2
	29,87	11,65	
	200	37,48	

Voor de verbetering van de macrostabiliteit worden binnen- en/of buitendijks grondmaatregelen toegepast, die zullen worden opgebouwd uit klei. De eigenschappen hiervan staan in tabel 2.

Tabel 2.2 - Materiaalparameters ophoogmateriaal

σ [kN/m ²]	τ [kN/m ²]	γ_n [kN/m ³]
0	3	16,5
100	44,42	
200	85,84	

De proevenverzameling voor de schuifsterkteparameters is weergegeven in bijlage 5.

Op basis van de samendrukkingsproeven is een proevenverzameling gemaakt voor samendrukkingsparameters. Voor de lagen waarop geen samendrukkingsproeven zijn verricht, is uitgegaan van NEN 6740. In tabel 2.3 zijn de voor de zettingsanalyses aangehouden samendrukkingsconstanten weergegeven.

Tabel 2.3: Representatieve waarden voor samendrukkings eigenschappen ondergrond

	$\gamma_{\text{droog}}^{**}$ [kN/m ³]	γ_{nat}^{**} [kN/m ³]	C_p [-]	C_s [-]	C_p' [-]	C_s' [-]	c_v [m ² /s]
KLEI, Antropogeen*	13,7 à 16,7	13,7 à 16,7	40	440	10	110	$5,0 \cdot 10^{-7}$
KLEI, Duinkerke, ondiep, kruin, waterbodem (boven NAP -5,0 m)	13,6 à 16,7	13,6 à 16,7	90	600	40	240	$9,6 \cdot 10^{-7}$
KLEI, Duinkerke, ondiep, voorland (boven NAP -5,0 m)	13,6 à 16,7	13,6 à 16,7	65	460	17,5	55	$4,6 \cdot 10^{-7}$
KLEI, Duinkerke, diep (onder NAP -5,0 m)	13,6 à 16,7	13,6 à 16,7	45	280	15	55	$3,2 \cdot 10^{-7}$
KLEI, Duinkerke, zandig	16,1	16,1	210	1300	95	450	$3,1 \cdot 10^{-6}$
KLEI, Calais*	13,5 à 17,0	13,5 à 17,0	60	600	15	150	$2,5 \cdot 10^{-7}$
Veen, ondiep (boven NAP -5,0 m)	10,2 à 10,5	10,2 à 10,5	20	95	5	25	$1,9 \cdot 10^{-6}$
Veen, diep (onder NAP -5,0 m)	10,2 à 10,5	10,2 à 10,5	60	465	13	65	$6,6 \cdot 10^{-7}$
Veen, waterbodem	10,2 à 10,5	10,2 à 10,5	25	150	5	20	$3,5 \cdot 10^{-7}$
Zand, Holoceen*	18,0	20,0	n.v.t.	n.v.t.	125	n.v.t.	n.v.t.
Zand, Pleistoceen*	18,0	20,0	n.v.t.	n.v.t.	500	n.v.t.	n.v.t.

*herleid uit NEN 6740

**afhankelijk van locatie

2.6 Hydraulische randvoorwaarden en relatieve meerpeilstijgingen

In bijlage 3 zijn polderpeilen [O3; T3] en de maatgevende hoogwaterstanden (MHW) gegeven. Voor de komende 50 jaar wordt rekening gehouden met een absolute stijging van het MHW van 0,20 m. Dit uitgangspunt is gebaseerd op het niet doorgaan van de aanleg van extra spuisluizen in de Afsluitdijk.

Voor berekeningen van macrostabiliteit en zettingen is gerekend met een relatieve stijging van het MHW van 0,25 m. Deze relatieve stijging is opgebouwd uit een absolute stijging van het Markermeerpeil, zie bovenstaande, en een NAP-daling van 0,05 m.

2.7 Freatische en stijghoogten

De schematisatie van de freatische lijn, stijghoogte in de watervoerende zandlagen en het polderpeil is voor de meeste trajecten gebaseerd op paragraaf 6.1 van de Keurgrenzenonderzoeken [R1] en [R2] en polderpeilenkaarten. Voor een aantal trajecten is gebruik gemaakt van peilbuisgegevens. Het betreft hier 34 peilbuizen ter plaatse van dijkpaal 52+100, 114+170, 124+050, 154+100 en 158+100. In de periode juli 2001 t/m heden zijn deze peilbuizen opgenomen en de meetgegevens zijn meegenomen in de diverse ontwerpvarianten.

Er is van uitgegaan dat de respons van de stijghoogte op de buitenwaterstand 80% bedraagt van het verschil tussen het MHW en het gemiddeld Markermeerpeil.

Bij MHW en val na MHW is er in de ontwerpberekeningen van uitgegaan dat de freatische grondwaterstand in het dijklichaam gelijk is aan MHW. Dit is beduidend hoger dan in de peilbuizen is gemeten. De peilbuismetingen vielen tot nu toe echter nooit samen met een hoogwater periode.

Bij de dimensionering van de verbeteringsmaatregelen is vooralsnog alleen de eindsituatie (na consolidatie) beschouwd. Met wateroverspanningen in de ondergrond door de verbeteringswerkzaamheden is dus geen rekening gehouden.

2.8 Stabiliteitseisen

De macrostabiliteit is berekend volgens de methode Bishop met behulp van het computerprogramma MStab, versie 9.8. Bij deze methode wordt de veiligheidsfactor van een grondmoot langs een cirkelvormig glijvlak berekend.

De stabiliteit van ontwerpen dient te voldoen aan de $F \geq 1,16$ (MHW) en $F \geq 1,08$ (val na MHW of extreme neerslag).

2.9 Bovenbelasting

Er is conform [L3] een ongedraineerde bovenbelasting van 15 kN/m^2 over een breedte van 2,5 m toegepast op de kruin.

2.10 Constructieve schermen

Bij toepassing van stalen constructieve schermen gelden de volgende aanvullende uitgangspunten:

- Constructieve schermen dienen een minimale levensduur te hebben van 100 jaar.
- Er dient rekening te worden gehouden met dubbelzijdige corrosie tijdens de planperiode. Tenzij op een andere wijze corrosiewerende maatregelen worden toegepast, dient te worden uitgegaan van een corrosietoeslag op de staaldikte van minimaal 5 mm.
- Er mogen geen ankers worden toegepast.
- De maximale damwandvervorming bedraagt 20 à 30 mm bij aanwezigheid van belendingen en 100 mm zonder de aanwezigheid van belendingen.

3 VERBETERINGSONTWERPEN PER SECTIE

3.1 Inleiding

In [R8] zijn, binnendijkse en enkele buitendijkse, verbeteringsontwerpen in grond uitgewerkt. Na aanvullend grond- en laboratoriumonderzoek en aanvullende profielmetingen zijn de nog niet eerder beschouwde verbeteringsontwerpen uitgewerkt. Dit betreft vooral de buitendijkse verbeteringsontwerpen en de dimensionering van de constructieve schermen. In een beperkt aantal gevallen hebben de nieuwe gegevens geleid tot een kleine verfijning van de reeds eerder uitgewerkte verbeteringsontwerpen. De verkregen minimale afmetingen van de verbeteringsmaatregelen zijn gepresenteerd in bijlage 6.

Bij binnendijkse maatregelen is de minimale bermbreedte en -hoogte weergegeven. In veel gevallen is het streven om de helling van het binnentalud niet te verflauwen niet te handhaven, omdat het bestaande talud bij MHW onvoldoende stabiliteit heeft. Voor deze (sub)secties is minimum helling van het binnentalud aangegeven. In sommige gevallen kan de bestaande binnendijkse sloot niet worden gehandhaafd. Voor die gevallen is aangegeven hoeveel de sloot dient te worden verplaatst en wat de minimale afstand is die dient te worden aangehouden tussen de teen van de nieuwe binnenberm en de rand van de sloot.

Bij buitendijkse maatregelen is per (sub)sectie het minimaal benodigde talud gegeven. Indien buitendijs, 0,60 m onder de kruin, een 0,60 m breed wandelpad aan wordt gelegd, dient langs het wandelpad een minimale taludhelling van 1 : 3 te worden toegepast. Buitendijkse maatregelen gaan gepaard met asverschuiving, die tevens in de tabel staat aangegeven.

In verband met het dagelijkse beheer zijn binnendijs vlakke werkstroken langs de dijksloten gewenst. Bij sommige (sub)secties dient het dwarsprofiel hier licht op worden aangepast. Uit berekeningen volgt dat ook na deze aanpassing de binnenwaartse stabiliteit gegarandeerd blijft.

Door ruimtegebrek is bij enkele (sub)secties een oplossing in grond niet mogelijk en is gekozen voor een constructief scherm. De dimensionering hiervan wordt behandeld in hoofdstuk 4.

Bij de grenzen tussen (sub)secties is meestal tevens sprake van een overgang tussen verschillende ontwerpvarianten. De detaillering van de overgangen tussen de subsecties wordt beschreven in hoofdstuk 5.

3.2 Sectie 1 (DP 4+100 - DP 6+700)

In deze sectie wordt de taludbekleding vervangen om het microstabiliteitsprobleem op te lossen. Hiervoor zijn geen extra oplossingen uitgewerkt.

3.3 Sectie 2 (DP 19 - DP 23+50)

Binnen deze sectie is voor de volgende faalmechanismen een negatief toetsoordeel van toepassing:

- kruinhoogtetekort
- onvoldoende macrostabiliteit

Deze sectie is onderverdeeld in de volgende subsectie:

- 2a: DP 19 - DP 22: binnendijkse steunberm
(dijklichaam ligt los van grondlichaam provinciale weg)
- 2b: DP 22 - DP 23+50: binnendijkse steunberm
(dijklichaam en provinciale weg zijn geïntegreerd)

De versterkingsmaatregelen voor sectie 2 bestaat uit het aanbrengen van een voorland in het water voor de dijk en het aanbrengen van een steunberm aan de binnenzijde. In verband met het verloop van de provinciale weg is het ontwerp van de binnenberm verfijnd: bij sectie 2a zal de steunberm van 2,5 m breedte tussen de dijk en de provinciale weg worden aangebracht, terwijl bij sectie 2b een steunberm tegen de geïntegreerde provinciale weg/dijk is voorzien met een minimaal vereiste breedte van 5 m.

3.4 Sectie 3 (DP 22+150 - DP 32+50)

Deze sectie heeft onvoldoende macrostabiliteit en lokaal een kruinhoogtetekort. Deze sectie is opgedeeld in vier subsecties:

- 3a: DP 23+50 - DP 25+50: binnendijkse steunberm
- 3b: DP 25+50 - DP 30: constructief scherm (m.u.v. DP 26+100 tot en met DP 28+000)
- 3c: DP 30 - DP 32: binnendijkse steunberm
- 3d: DP 32 - DP 32+50: constructief scherm

Voor subsecties 3a en 3c zijn in een eerder stadium oplossingen uitgewerkt. Voor subsecties 3b en 3d zijn constructieve schermen gedimensioneerd. Deze schermen dienen in het binnentalud geplaatst te worden, direct onder maaiveld.

3.5 Sectie 4 (DP 50 - DP 50+80)

Het voorkeursalternatief voor deze sectie is een binnenwaartse aanberming. Deze oplossing is reeds in een eerder stadium uitgewerkt.

3.6 Sectie 5 (DP 67 - DP 94)

In deze sectie geldt zowel een kruinhoogtetekort als onvoldoende macrostabiliteit. De sectie is opgedeeld in een vijftal subsecties:

- 5a: DP 67 - DP 78: binnendijkse steunberm
- 5b: DP 78 - DP 83: buitenwaartse asverschuiving
- 5c: DP 83 - DP 88: binnendijkse steunberm
- 5d: DP 88 - DP 93: buitenwaartse asverschuiving
- 5e: DP 93 - DP 94: binnendijkse steunberm

De binnendijkse oplossingen (subsecties 5a, 5c en 5e) zijn reeds in een eerder stadium uitgewerkt. Voor de subsecties 5b en 5d zijn buitendijkse oplossingen gedimensioneerd.

3.7 Sectie 6 (DP 99 -DP 112+50)

Deze sectie heeft zowel een kruinhoogtetekort als onvoldoende macrostabiliteit en is opgedeeld in een drietal subsecties:

- 6a: DP 98+100 - DP 100: binnendijkse versterking en kruinverhoging
- 6b: DP 100 - DP 104: buitendijkse versterking en kruinverhoging
- 6c: DP 104 - DP 112+50: binnendijkse aanberming en kruinverhoging

De binnendijkse oplossingen (subsecties 6a en 6c) zijn reeds in een eerder stadium uitgewerkt. Voor de subsectie 6b is een buitendijkse oplossing gedimensioneerd.

3.8 Sectie 7 (DP 112+50 - DP 124+150)

Deze sectie heeft onvoldoende macrostabiliteit en is opgedeeld in drie subsecties:

- 7a: DP 112+50 - DP 116+000: binnendijkse steunberm
- 7b: DP 116+000 - DP 124+50: buitendijkse asverschuiving
- 7c: DP 124+50 - DP 125+50: constructief scherm

De binnendijkse oplossing bij subsectie 7a is reeds in een eerder stadium uitgewerkt. Voor subsectie 7b is een buitendijkse oplossing gedimensioneerd. Bij deze subsectie wordt nog overwogen om een wandelpad aan te leggen. Bij de aanleg hiervan mag de bestaande helling van het buitentalud niet worden verflauwd. Voor subsectie 7c is een constructief scherm gedimensioneerd

3.9 Sectie 8 (DP 135 - DP 142)

Het voorkeursalternatief voor deze sectie is een binnendijkse aanberming in combinatie met kruinverhoging. Dit alternatief is reeds in een eerder stadium uitgewerkt.

3.10 Sectie 9 (DP 148 - DP 167+30)

Deze sectie heeft onvoldoende macrostabiliteit en is opgedeeld in een vijftal subsecties:

- 9a: DP 148 - DP 159: binnendijkse steunberm
- 9b: DP 159 - DP 162: buitenwaartse asverschuiving
- 9c: DP 162 - DP 163+25: binnendijkse steunberm
- 9d: DP 163+25 - DP 163+75: constructief scherm
- 9e: DP 163+75 - DP 167+30: binnendijkse steunberm

Voor subsecties 9a, 9c en 9e zijn in een eerdere fase binnendijkse oplossingen uitgewerkt. Ook sectie 9b is in eerder stadium beschouwd. Hierbij is een buitenwaartse asverschuiving voorzien, met een binnendijkse taludverflauwing en een binnenberm. Uit nieuwe ontwerpinzichten blijkt dat bij deze bijzondere aanpassing in de ontwerpgeometrie kan

worden volstaan met een iets steiler binnentalud dan eerder was voorzien. Voor subsectie 9d is een detailoplossing in de vorm van een constructieve scherm gedimensioneerd.

In verband met de voor het dagelijks beheer benodigde werkstrook zal het bermtalud in plaats van een helling van 1 : 3 een helling van 1 : 2,5 krijgen, waardoor de berm breder wordt.

3.11 Sectie 10 (DP 178 - DP 186)

Deze sectie heeft onvoldoende macrostabiliteit. Hiervoor is een oplossing gedimensioneerd door middel van een buitenwaartse asverschuiving. In deze sectie wordt een wandelpad overwogen. Uit berekeningen volgt dat het buitentalud hiertoe niet steiler mag worden aangelegd dan een helling van 1 : 3.

3.12 Sectie 11 (DP 190 - DP 200+100)

Deze sectie heeft onvoldoende macrostabiliteit en lokaal een kruinhoogtetekort. De gehele sectie zal verbeterd worden door middel van een buitenwaartse asverschuiving, die is gedimensioneerd.

In verband met de voor het dagelijks beheer benodigde werkstrook zal het bermtalud in plaats van een helling van 1 : 3 het huidige profiel blijven volgen.

3.13 Sectie 12 (DP 201 - DP 220)

Deze sectie heeft onvoldoende macrostabiliteit. De gehele sectie zal verbeterd worden door middel van een buitenwaartse asverschuiving, gedeeltelijk in combinatie met een binnenwaartse versterking, en is opgedeeld in vier subsecties:

- 12a: DP 201 - DP 205: half binnen-/half buitenwaartse versterking
- 12b: DP 205 - DP 206: geheel buitenwaartse versterking
- 12c: DP 206 - DP 212: half binnen-/half buitenwaartse versterking
- 12d: DP 212 - DP 220: half binnen-/half buitenwaartse versterking

In verband met de voor het dagelijks beheer benodigde werkstrook zal het bermtalud bij sectie 12a in plaats van een helling van 1 : 3 het huidige profiel blijven volgen.

Bij DP 206 bevindt zich een voetgangersbrug. De huidige dijk vormt aan één kant het landhoofd van de brug. Dit dijklichaam zal behouden blijven, terwijl de dijk buitendijks wordt versterkt. Door middel van een stabiliteitsanalyse is aangetoond dat het nieuwe profiel voldoende stabiel zal zijn.

In sectie 12d is in verband met de daar aanwezige kabels en leidingen een slootversmalling voorzien. Deze heeft geen invloed op de stabiliteit, mits het ontwerp binnentalud daarbij niet wordt versmald.

4 DETAILOPLOSSINGEN MET BEHULP VAN EEN CONSTRUCTIEF SCHERM

4.1 Inleiding

Bij de versterking van de Markermeerdijk tussen Enkhuizen en Hoorn dient op een aantal trajecten een constructief scherm te worden toegepast, omdat de beschikbare ruimte er te beperkt is om een oplossing in grond toe te passen. Het constructieve scherm heeft als doel kritische glijvlakken naar een dieper, veilig niveau te dwingen en daardoor de macrostabiliteit van het dijklichaam te vergroten. Het betreft de volgende trajecten:

Tabel 4.1 - Dijktrajecten met een constructief scherm

	Van	Tot	Belendingen
Sectie 3b: Broekerhaven	DP 24+150	DP 30+000	Gedeeltelijk bebouwing
Sectie 3d: Broekerhaven	DP 31+095	DP 32+050	Woning
Sectie 7: Het Wuiver	DP 124+050	DP 125+050	Vluchthaven Wijdenes + bebouwing
Sectie 9d: De Nek	DP 162+125	DP 162+175	Woning

Tevens is beschouwd of er rondom de woning aan het einde van sectie 9 (DP 166+130) een damwand benodigd is.

4.2 Dimensionering constructieve schermen

Rekening houdend met de in hoofdstuk 2 genoemde uitgangspunten is voor de in paragraaf 4.1 genoemde trajecten een damwandontwerp gemaakt voor het maatgevend profiel. Hiertoe is eerst de noodzaak en de minimale lengte van de damwand bepaald met MStab, vervolgens is het benodigde profiel en de optimale lengte bepaald met behulp van MSheet.

De resultaten worden weergegeven in tabel 4.2.

De MStab-resultaten zijn gepresenteerd in bijlage 7. De Msettle-resultaten zijn in bijlage 9 weergegeven.

Tabel 4.2 - Damwandontwerpen

Traject	Bovenkant damwand	Lengte damwand	Damwandprofiel* (excl. corrosie toeslag)	Damwandprofiel* (incl. corrosie toeslag)	Berekende vervormingen
Sectie 3 (DP 24+150 - DP 26+050) Maatg. profiel: DP 26+000	NAP+0,45 m	17 m	Larssen 606	Larssen 607	70 mm
Sectie 3 (DP 26+050 - DP 26+100) Maatg. profiel: DP 26+050	NAP +1,00 m	7 m	Larssen 601	Larssen 604	20 mm
Sectie 3 (DP 26+100 - DP 28+000) Maatg. profiel: n.v.t.	geen damwand nodig				
Sectie 3 (DP 28+000 - DP 30+000) Maatg. profiel: DP 28+150	NAP+0,45 m	5 m	Larssen 601	Larssen 604	25 mm
Sectie 3 (DP 30+195 - DP 32+050) Maatg. profiel: DP 32+035	NAP+0,45 m	15 m	Larssen 606	Larssen 607	57 mm
Sectie 7 (DP 124+050 - DP 125+050) Maatg. profiel: DP 124+060	NAP+1,00 m	9 m	Larssen 601	Larssen 604	25 mm
Sectie 9 (DP 162+125 - DP 162+175) Maatg. profiel: DP 162+050	NAP+0,55 m	5 m	Larssen 601	Larssen 604	10 mm
Woning na Sectie 9 (DP 166+080 - DP 166+130) Maatg. profiel: DP 166+150	geen damwand nodig				

- In plaats van een Larssen-profiel kan ook een gelijkwaardig profiel worden toegepast.

In sectie 3 is de dijk tussen DP 24+150 en DP 26+100 enkele jaren geleden versterkt. Het verbeteringsontwerp bestond uit een taludverflauwing tot 1 : 2,3 in combinatie met een 3 m brede berm op NAP -1,0 m. Ondanks deze recente verbetering is dit dijktraject toch afgekeurd. Enerzijds komt dit doordat het verbeteringsontwerp in de praktijk met een minder flauw talud is gerealiseerd, namelijk 1 : 1,9. Anderzijds omdat de uitgangspunten bij het ontwerp in 1998 anders zijn dan de huidige inzichten.

In sectie 3 tussen DP 26+050 en 26+100 kan in plaats van een constructief scherm ook worden volstaan met een binnenberm (4 m breed tot NAP +1,5 m). Voor dit grondalternatief is voldoende ruimte aanwezig.

In sectie 3 is tussen DP 26+100 en DP 28+000 geen damwand nodig door de hoge ligging van het achterland en de aanwezigheid van een sluis.

Aan het einde van sectie 9 (DP 166+130) dient de nu voorziene berm te worden afgewerkt. Hoewel het binnentalud aan het einde van sectie 9 steiler wordt in verband met de aanwezigheid van de woning, is geen constructief scherm nodig in de dijk bij de woning. Volgens stabiliteitsberekeningen is de stabiliteit van het talud achter de woning bij DP 166+150 ook zonder constructief scherm voldoende. Positief werkt hier de afwezigheid van een sloot en de hogere ligging van het achterland.

4.3 Voor- en nadelen van de toepassing van een constructief scherm

Een constructief scherm wordt in dit dijkversterkingsproject toegepast indien een beperkt ruimtebeslag gewenst is. Zo kunnen zaken als bebouwing, natuur en/of cultuurhistorisch belangrijke objecten worden gespaard. Een ander belangrijk voordeel van een constructief scherm is dat deze oplossing 'onzichtbaar' is en het dijklichaam en het landschap op het oog niet zullen veranderen.

Toch wordt alleen in uiterste gevallen voor de toepassing van constructieve schermen gekozen en doorgaans enkel op korte trajecten, omdat aan het gebruik ervan ook bezwaren kleven. Deze worden te kennisneming gegeven:

- Het vervaardigen van stalen damwanden kost energie en gaat ten koste van relatief hoogwaardige grondstoffen
- Het toepassen van een constructief scherm heeft invloed op de geohydrologische situatie van de dijk:
 - Zo is het mogelijk dat kortsluiting ontstaat tussen het Pleistoceen en tussenzandlagen. Eventuele grondwaterstromingen kunnen worden verstoord, wat onder meer effect kan hebben op de flora en fauna.
 - Mogelijk kan water uittreden langs de damwand en ontstaat op deze manier een "pipingprobleem" of ontstaan ongewenste natte plekken.
 - Het toepassen van een constructief scherm in de dijk kan erin resulteren dat bij hoog water de waterspanningen aan de buitenzijde van de damwand zullen toenemen waardoor instabiele situaties kunnen ontstaan.
- Het aanbrengen van een damwandscherm kan resulteren in schade, wanneer de damwand heidend of trillend wordt aangebracht. Het trillingsvrij installeren met het zogenaamde "silent piler" systeem is duur en kent technische beperkingen.
- De dijkversterking wordt ontworpen voor een planperiode van 50 jaar. Normaliter worden damwandschermen echter ontworpen voor een planperiode van 100 jaar. Voor deze situatie zijn de randvoorwaarden minder goed te bepalen.
- Eventuele aanpassingen zijn bij een damwand lastig, zowel niet onmogelijk, terwijl bij oplossingen in grond wel aanpassingen mogelijk zijn. Met andere woorden, nadat de Damwand is geïnstalleerd en deze in de toekomst niet voldoende sterk blijkt te zijn, bestaat een probleem.
- Een oplossing in grond wordt in het algemeen in de loop der tijd sterker, terwijl bij een damwandconstructie dit juist het tegenovergestelde het geval is.
- Damwanden vormen een star punt in de dijk, die onderhevig is aan zettingen en/of bodemdaling, waardoor zettingsverschillen kunnen ontstaan. Zettingsverschillen kunnen resulteren in extra onderhoud.

5 SECTIE-OVERGANGEN

Een deel van de 12 te verbeteren dijksecties tussen Enkhuizen en Hoorn grenst aan elkaar. Sommige secties zijn onderverdeeld in meerdere subsecties. Voor elke (sub)sectie is een apart verbeteringsontwerp gemaakt. Overgangen tussen (sub)secties dienen zodanig te worden uitgevoerd dat beide kanten van de overgang voldoende veiligheid houden. De wijze waarop dit dient te worden gerealiseerd staat vermeld in tabel 5.1.

Tabel 5.1 - Detaillering (sub)sectie-overgangen

Dijkpaal	(Sub)sectie 1	(Sub)sectie 2	Overgangsoplossing
DP 22+000	2a	2b	verloop steunberm 2a in provinciale weg, steunberm 2b begint aan binnendijkse zijde weg
DP 23+050	2b	3a	steunberm 3a doorzetten tot grens en dan laten verlopen
DP 25+050	3a	3b	steunberm 3a doorzetten tot grens en dan laten verlopen
DP 30+000	3b	3c	steunberm 3c doorzetten tot grens en dan laten verlopen
DP 32+000	3c	3d	steunberm 3c doorzetten tot grens en dan laten verlopen
DP 78+000	5a	5b	steunberm 5a doorzetten tot grens en dan laten verlopen
DP 83+000	5b	5c	steunberm 5c doorzetten tot grens en dan laten verlopen
DP 88+000	5c	5d	natuurlijke overgang in bocht dijk
DP 93+000	5d	5e	natuurlijke overgang in bocht dijk
DP 100+000	6a	6b	natuurlijke overgang in bocht dijk
DP 104+000	6b	6c	natuurlijke overgang in bocht dijk
DP 112+050	6c	7a	natuurlijke overgang in bocht dijk
DP 116+000	7a	7b	natuurlijke overgang in bocht dijk
DP 159+000	9a	9b	natuurlijke overgang in bocht dijk
DP 162+000	9b	9c	natuurlijke overgang in bocht dijk
DP 163+025	9c	9d	damwand loopt door in steunberm
DP 163+075	9d	9e	damwand loopt door in steunberm
DP 201+000	11	12a	maatregel verandert niet op overgang
DP 205+000	12a	12b	overgang wordt gevormd door oprit
DP 206+000	12b	12c	natuurlijke overgang in bocht dijk
DP 212+000	12c	12d	geleidelijke asverschuiving

Bij sectie-einden, die niet grenzen aan andere secties, dient de verbeteringsoplossing tot het einde van de sectie te worden toegepast en na de sectiegrens geleidelijk te worden afgebouwd. Bij het einde van sectie 9 (DP166+130) dient tussen het einde van de steunberm en de woning de sloot te worden gedempt.

6 ZETTINGEN

Na dijkversterking zullen zettingen optreden in de dijk. Deze zettingen zijn onder te verdelen in twee oorzaken:

1. Zettingen door het aanbrengen van ophoogmateriaal.
2. Autonome zettingen: overige zettingen door inklinking van de bodem, zijdelingse vervorming van het dijklichaam en bodemdaling.

Door het aanbrengen van ophogingen zal een zettingsproces op gang worden gebracht. De zettingen worden veroorzaakt door verhoging van de korrelspanning. De toename of afname van deze korrelspanning wordt beïnvloed door het aanbrengen of weghalen van ophogingen en veranderingen in grondwaterstanden. De zettingen treden tijdsafhankelijk op, naarmate de tijd vordert nemen de zettingen af bij ongewijzigde omstandigheden. Enerzijds is sprake van het uitdrijven van water (consolidatie gedurende de hydrodynamische periode), anderzijds treedt kruip op (ook secundaire zakking genoemd). De secundaire zettingen verlopen semi-logaritmisch in de tijd. De berekende eindzettingen betreffen theoretische eindzettingen en zullen pas na geruime tijd worden bereikt. Hiervoor is een periode van 50 jaar in acht genomen. Het zettingsproces gedurende de consolidatiefase kan doorgaans worden versneld door het aanbrengen van verticale drains in de samendrukbare lagen, het aanbrengen van een tijdelijke overhoogte of het tijdelijk verlagen van de grondwaterstand.

Deze zettingen worden berekend met de gecombineerde formule van Terzaghi-Buisman (formule van Koppejan), welke luidt:

$$z = h \left(\frac{1}{c_p} + \frac{\log t}{c_s} \right) \ln \left(\frac{\sigma'_{v,z} + \Delta \sigma'_{v,z}}{\sigma'_{v,z}} \right)$$

waarin:

z	=	samendrukking in m
h	=	laagdikte in m
c _p	=	primaire samendrukkingscoëfficiënt
c _s	=	secundaire samendrukkingscoëfficiënt
t	=	tijd in dagen; voor 50 jaar, log t = circa 4,7
σ' _{v,z}	=	oorspronkelijke verticale korrelspanning in kN/m ²
Δσ' _{v,z}	=	verticale korrelspanningsverhoging in kN/m ²

De berekeningen zijn onder andere uitgevoerd met het computerprogramma MSettle, versie 6.0. Dit programma houdt rekening met spreiding van de belasting(en) in de ondergrond, van zowel bestaande als nieuwe ophogingen. Bij de analyses is rekening gehouden met het onder water zakken van de grondlagen (waardoor het effectief gewicht van de ophoging vermindert), de toepassing van verticale drains, het aanbrengen van overhoogte en grondwaterstandsverlaging.

De berekeningen geven het verloop van de zetting in de tijd en de zogenaamde eindzettingen, dat wil zeggen de zettingen die na ca. 50 jaar optreden. De onnauwkeurigheid van de berekeningen bedraagt circa +/- 20 à 30%.

Het optreden van zettingen is een tijdsafhankelijk proces. In eerste instantie zal een ophoging een toename van de waterspanning veroorzaken in de samendrukbare lagen. Het

potentiaalverschil dat hierdoor ontstaat geeft een grondwaterstroming, waardoor de wateroverspanning geleidelijk afneemt en de korrelspanning toeneemt, hetgeen zettingen veroorzaakt. De tijd waarin al het overspannen water wordt afgevoerd, wordt de hydrodynamische periode genoemd. De lengte van deze periode (t_e) is afhankelijk van de laagdikte, de doorlatendheid van de samendrukbare lagen en de afstromingmogelijkheden van het overspannen water.

De hydrodynamische periode is met de volgende formule berekend:

$$t_e = \frac{T \cdot (a \cdot h)^2}{C_v}$$

waarin: t_e = hydrodynamische periode in jaren
 h = laagdikte samendrukbare pakket in m
 C_v = consolidatiecoëfficiënt in m^2/jaar
 T = tijdfactor; praktisch einde van de consolidatie bij $T=2$
 a = constante; bij tweezijdige afstroming $a=0,5$; bij eenzijdige afstroming $a=1$

Het verband tussen de consolidatiegraad U en de tijdfactor T is benaderd volgens:

$$U_v(\Delta t) = \left(\frac{T^3}{0,5 + T^3} \right)^{1/6}$$

waarin: $U_v(\Delta t)$ = consolidatiegraad na tijdsduur Δt bij alleen verticale afstroming (-)

De zetting die in de hydrodynamische periode optreedt deels uit primaire en deels uit secundaire zetting. Na het verstrijken van de hydrodynamische periode treden alleen nog secundaire zettingen op. In geval een dit pakket slappe lagen bepaalt de lengte van de hydrodynamische periode in belangrijke mate de grootte van de restzettingen.

De hydrodynamische periode van de bodem ter plaatse van de Markermeerdijk Enkhuizen - Hoorn varieert afhankelijk van de dikte van de grondsoort, de samendrukbare lagen en de aanwezigheid van tussenzandlagen (zie tabel 6.1). Door toepassing van verticale drains kan de hydrodynamische periode worden teruggebracht.

In tabel 6.1 zijn de zettingsprognoses weergegeven. De onzekerheidsmarge van de zettingen door ophogen is aangegeven. Met "binnen" worden zettingen door bermaanleg ter hoogte van de huidige binnenteen bedoeld, met "kruin" worden de zettingen onder de kruin bedoeld en met "buiten" wordt ingegaan op de zettingen halverwege het voorziene buitentalud. De vermelde zettingen betreffen bruto zettingen, dat willen inclusief zettingen door overhoogte. Met "overhoogte" wordt de extra ophoging ter compensatie van zettingen aangeduid. In de berekeningen is het ophoogproces als volgt geschematiseerd: de netto ophoging wordt in het begin in een keer aangebracht, terwijl de overhoogte ter compensatie van de zettingen geleidelijk in de tijd wordt aangebracht. Deze versimpeling zal niet overeenkomen met de werkelijke ophoogfasering, maar heeft voor de prognose van de lange termijn zettingen een te verwaarlozen invloed. Voor een prognose van het zettingsverloop tijdens en vlak na het ophogen dient de ophoogfasering bekend te zijn.

Ook in de hydrodynamische periode wordt de onzekerheidsmarge getoond. Bij de autonome kruindaling is de maatgevende prognose per (sub)sectie gegeven.

Ten behoeve van de voorspelling van de zettingen bij de secties zonder voorland, die buitendijks worden versterkt, zijn langs 12 dwarsraaien lodingen uitgevoerd op de vooroevers van het Markermeer. Door de waargenomen bijna-afwezigheid van slib kunnen minder conservatieve uitgangspunten worden gehanteerd in de zettingsberekeningen. Uit de berekeningen blijkt, dat de fluctuaties van de waterdiepte in de langsrichting van de dijk, met uitzondering van sectie 2, geen significante invloed hebben op de zettingen.

De autonome zettingen van de kruin zijn in [R7] geschat door extrapolatie van kruinhoogtemetingen tussen 1954 en 1994. Dit heeft geresulteerd in een zettingsvoorspelling voor 50 jaar, die gepresenteerd is in tabel 6.1.

Tabel 6.1 - Overzicht zettingen Markermeerdijk Enkhuizen - Hoorn

Sectie	Representatief profiel	Zettingen door ophogen na 50 jaar [m]			hydrodynamische periode [jaren]	maatgevende autonome kruindaling na 50 jaar [m]
		binnen	kruin	buiten		
1	n.v.t.	-	-	-	n.v.t.	0,15
2a	DP 20	0,25 - 0,45	0,00 - 0,05	0,25 - 0,40	6 - 10	0,45
2b	DP 26	0,40 - 0,75	0,00 - 0,05	-	4 - 6	0,45
3a	DP 26	0,40 - 0,80	0,00 - 0,05	-	2 - 4	0,45
3b	DP 26	-	-	-	2 - 4	0,45
3c	DP 30	0,40 - 0,75	0,00 - 0,05	-	8 - 12	0,45
3d	DP 30	-	-	-	8 - 12	0,45
4	DP 50	1,10 - 2,05	0,00 - 0,05	-	9 - 15	0,15
5a	DP 96	0,30 - 0,55	0,00 - 0,05	-	11 - 17	0,15
5b	DP 90	-	0,75 - 1,25	0,90 - 1,50	5 - 9	0,05
5c	DP 90	0,25 - 0,50	0,00 - 0,05	-	5 - 9	0,05
5d	DP 90	-	0,80 - 1,35	0,65 - 1,05	5 - 9	0,30
5e	DP 105	0,20 - 0,40	0,00 - 0,05	-	5 - 9	0,30
6a	DP 100	0,30 - 0,55	0,10 - 0,25	-	5 - 9	0,30
6b	DP 100	-	0,70 - 1,10	0,50 - 0,80	5 - 9	0,30
6c	DP 105	0,70 - 1,40	0,45 - 0,90	0,00 - 0,05	5 - 9	0,25
7	DP 125	-	0,70 - 1,30	0,60 - 1,15	5 - 9	0,25
8	DP 142	0,15 - 0,30	0,50 - 0,90	-	2 - 4	0,25
9	DP 161	0,25 - 0,50	0,15 - 0,30	-	4 - 8	0,25
10	DP 184	0,65 - 1,20	0,45 - 0,85	-	4 - 8	0,25
11	DP 193	-	1,05 - 1,70	0,70 - 1,15	10 - 16	0,20
12	DP 218	-	0,60 - 1,10	0,60 - 1,15	10 - 16	0,20

Circa 80 à 90% van de eindzettingen treedt op binnen 5 jaar na ophogen.

In bijlage 8 is een uitgebreide zettingstabel opgenomen, waarin naast de eindzettingen tevens de zettingen na 5 en 15 jaar zijn vermeld. Verder zijn in deze bijlage de uitvoeren van de zettingsberekeningen weergegeven.

7 QUICK SCAN OPHOOGFASERING

Ten behoeve van de uitvoeringsplanning van de versterking van de Markermeerdijk tussen Enkhuizen en Hoorn is een prognose van de benodigde uitvoeringstijd gemaakt. De uitvoeringstijd is onder meer afhankelijk van de uit stabiliteitsoverwegingen haalbare ophoogsnelheid en de restzettingen na ophoging. Op deze twee aspecten is door middel van een quick scan ingegaan. Andere aspecten die invloed hebben op de uitvoeringstijd als inzetbaar materieel, beschikbaarheid van grondstoffen en vergunningen zijn niet beschouwd.

In de definitieve situatie na versterking dient de Markermeerdijk een toetsveiligheid te hebben van $F = 1,16$ tijdens MHW en $F = 1,08$ tijdens extreme neerslag en val na MHW. Tijdens uitvoering van de versterkingsmaatregelen kunnen deze eisen echter nog niet worden gehaald, omdat er sprake is van een overgang van de afgekeurde situatie naar de definitieve situatie en omdat de wateroverspanningen in de ondergrond ten gevolge van het ophogen de stabiliteit nadelig beïnvloeden. Wel gelden de volgende eisen:

1. De stabiliteit F dient in alle gevallen groter te zijn dan 1,00, hetgeen ongeveer overeenkomt met de TGB-eisen uit NEN 6740.
2. Indien de huidige stabiliteit van de dijk groter is dan 1,00, dan mag deze door het aanbrengen van ophoogmateriaal niet lager worden.
3. Regel 2. is niet van toepassing, indien de maatgevende afschuiving geen invloed heeft op het bestaande dijklichaam. Dit is bijvoorbeeld het geval bij een buitendijkse asverschuiving, mits tijdens het ophogen tevens het bestaande dijklichaam in tact wordt gehouden.

Uit de beschikbare MSettleberekeningen is voor elke ophoging de gemiddelde hydrodynamische periode van de ondergrond herleid. Dit is de tijdsduur die benodigd is om nagenoeg alle wateroverspanningen in de ondergrond ten gevolge van het ophogen te laten dissiperen. Vervolgens zijn een aantal profielen geselecteerd, waarvoor de haalbare ophoogfasering globaal is beschouwd. Hiertoe is iteratief het aantal benodigde ophoogslagen bepaald, uitgaande van één ophoogslag per jaar. Elk jaarlijkse ophoogslag kan eventueel weer uit meerdere lagen bestaan. In dat geval wordt er van uitgegaan, dat deze geleidelijk verspreid over het open seizoen wordt aangebracht. Per ophoogslag is het gemiddeld aanpassingspercentage van de wateroverspanningen berekend met de éédimensionale consolidatietheorie van Terzaghi. Versnelling van de consolidatie door middel van bijvoorbeeld drainage is niet beschouwd. Ook zijn zettingen tijdens het ophogen en overhoogte ter compensatie van zettingen niet meegenomen.

Nadat voor een aantal representatieve profielen op bovenstaande manier de globaal benodigde ophoogtijd is berekend, zijn deze resultaten op een logische wijze vertaald naar de overige profielen. Hierbij is onder meer gelet op het type ophoging, de omvang van de ophoging en de hydrodynamische periode van de ondergrond.

Op basis van de benodigde ophoogperiodes is globaal beschouwd welke restzettingen er kunnen worden verwacht na ophogen. Voor de berekening van de restzettingen is als fictief uitgangspunt genomen dat de ophoging in een keer wordt aangebracht halverwege de ophoogperiode.

De resultaten van de quick scan zijn gepresenteerd in tabel 7.1.

Tabel 7.1 - Globaal benodigde ophoogtijden en restzettingen

Sectie	Representatief profiel	netto ophoging [m]			globaal benodigde ophoogtijd [jaren]*			globale consolidatieperiode [jaren]			einzettingen, na 50 jaar [m]			restzettingen, na ophogen [m] (op basis van globaal benodigde ophoogtijd)		
		binnen	kruin	buiten	binnen	kruin	buiten	binnen	kruin	buiten	binnen	kruin	buiten	binnen	kruin	buiten
1	n.v.t.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2a	DP 20	1,40	-	2,50 (1)	ca. 2	-	ca. 1	ca. 9	-	ca. 5	0,25 - 0,45	0,00 - 0,05	0,25 - 0,40	0,05 - 0,15	0,00 - 0,05	0,15 - 0,25
2b	DP 26	2,80	-	-	ca. 2	-	-	ca. 6	-	-	0,40 - 0,75	0,00 - 0,05	-	0,15 - 0,25	0,00 - 0,05	-
3a	DP 26	3,00	-	-	ca. 2	-	-	ca. 4	-	-	0,40 - 0,80	0,00 - 0,05	-	0,10 - 0,20	0,00 - 0,05	-
3b	DP 26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3c	DP 30	2,80	-	-	ca. 3	-	-	ca. 8	-	-	0,40 - 0,75	0,00 - 0,05	-	0,15 - 0,25	0,00 - 0,05	-
3d	DP 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	DP 50	2,80	-	-	ca. 4	-	-	ca. 10	-	-	1,10 - 2,05	0,00 - 0,05	-	0,30 - 0,50	0,00 - 0,05	-
5a	DP 96	1,60	-	-	ca. 2	-	-	ca. 10	-	-	0,30 - 0,55	0,00 - 0,05	-	0,15 - 0,25	0,00 - 0,05	-
5b	DP 90	-	4,30	4,20 (2)	-	ca. 3	ca. 3	-	ca. 6	ca. 6	-	0,75 - 1,25	0,90 - 1,50	-	0,15 - 0,25	0,20 - 0,30
5c	DP 90	1,80	-	-	ca. 1	-	-	ca. 3	-	-	0,25 - 0,50	0,00 - 0,05	-	0,10 - 0,20	0,00 - 0,05	-
5d	DP 90	-	5,50	3,00 (3)	-	ca. 4	ca. 4	-	ca. 6	ca. 6	-	0,80 - 1,35	0,65 - 1,05	-	0,15 - 0,25	0,10 - 0,20
5e	DP 105	1,90	-	-	ca. 1	-	-	ca. 3	-	-	0,20 - 0,40	0,00 - 0,05	-	0,05 - 0,15	0,00 - 0,05	-
6a	DP 100	1,50	0,90	-	ca. 2	ca. 2	-	ca. 7	ca. 7	-	0,30 - 0,55	0,10 - 0,25	-	0,05 - 0,15	0,00 - 0,10	-
6b	DP 100	-	3,60	2,60 (3)	-	ca. 4	ca. 4	-	ca. 8	ca. 8	-	0,70 - 1,10	0,50 - 0,80	-	0,15 - 0,25	0,10 - 0,20
6c	DP 105	2,70	2,40	-	ca. 3	ca. 3	-	ca. 6	ca. 6	-	0,70 - 1,40	0,45 - 0,90	0,00 - 0,05	0,20 - 0,40	0,10 - 0,20	0,00 - 0,05
7	DP 125	-	3,40	1,70	-	ca. 2	ca. 2	-	ca. 3	ca. 3	-	0,70 - 1,30	0,60 - 1,15	-	0,15 - 0,30	0,15 - 0,25
8	DP 142	2,60	2,20	-	ca. 2	ca. 2	-	ca. 2	ca. 2	-	0,15 - 0,30	0,50 - 0,90	-	0,00 - 0,10	0,05 - 0,15	-
9	DP 161	0,80	1,10	-	ca. 2	ca. 2	-	ca. 7	ca. 7	-	0,25 - 0,50	0,15 - 0,30	-	0,00 - 0,10	0,00 - 0,10	-
10	DP 184	2,80	3,80	-	ca. 2	ca. 2	-	ca. 3	ca. 3	-	0,65 - 1,20	0,45 - 0,85	-	0,15 - 0,30	0,05 - 0,15	-
11	DP 193	-	3,20	3,90 (2)	-	ca. 3	ca. 3	-	ca. 6	ca. 6	-	1,05 - 1,70	0,70 - 1,15	-	0,50 - 0,80	0,30 - 0,50
12	DP 218	-	2,20	2,30	-	ca. 3	ca. 3	-	ca. 10	ca. 10	-	0,60 - 1,10	0,60 - 1,15	-	0,25 - 0,45	0,25 - 0,45

Opmerkingen:

(1) maximale ophoging nieuwe voorland

(2) ter hoogte van huidige buitenteen

(3) halverwege nieuwe buitentalud

* vetgedrukte ophoogtijden zijn direct bepaald uit MStab-berekeningen
niet-vetgedrukte ophoogtijden zijn indirect herleid uit gelijksoortige profielen

8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

8.1 Conclusies

In het kader van het MER Dijkversterking Enkhuizen - Hoorn zijn ontwerpvoorstellen doorgerekend voor alle voorkeursvarianten. De berekende minimale afmetingen van de voorkeursvarianten zijn weergegeven in bijlage 6.

In de meeste gevallen bestaat de voorkeursvariant uit een binnen- en/of buitendijkse versterking, die wordt uitgevoerd in grond. Voor een aantal subsecties zijn detailoplossingen bepaald met constructieve schermen. Verder is ingegaan op de vormgeving van overgangen tussen (sub)secties.

Voor alle in grond uitgevoerde verbeteringsontwerpen is een globale indicatie gegeven van de te verwachten zettingen. Deze bedragen ongeveer 20 % tot 60 % van het aangebrachte ophoogmateriaal, afhankelijk van de locatie in het dwarsprofiel en de aanwezige bodemopbouw.

De ophoogperiode, die benodigd is voor het aanbrengen van de voor de dijkversterkingen vereiste ophogingen, varieert globaal tussen de 1 en de 4 jaar. Na ophogen worden, met uitzondering van de secties 11 en 12, restzettingen verwacht van maximaal 0,40 m. Bij de secties 11 en 12 kunnen de restzettingen naar verwachting respectievelijk 0,30 à 0,80 m en 0,25 à 0,45 m bedragen.

8.2 Aanbevelingen

De in deze rapportage opgenomen ontwerpvarianten dienen voor het bestek te worden gedetailleerd. Hierbij zijn met name de volgende aspecten van belang:

- Aanbevolen wordt om de onzekerheden met betrekking tot manier waarop de ophoging wordt gefaseerd verder uit te werken. Onzekerheden zijn er bijvoorbeeld omtrent de wijze waarop de steenbekledingen aan de buitenkant van de dijk worden verwijderd en worden teruggezet en omtrent de wijze waarop de grond kan worden aangevoerd.
- Bij het ophogen zullen wateroverspanningen optreden in de ondergrond, die een nadelige invloed hebben op de stabiliteit. Het ophogen dient daarom geleidelijk en in stappen te worden gedaan. Deze ophoogfasering dient vooraf per (sub)sectie in detail te worden beschreven in een ophoogplan. De ophoogsnelheid kan eventueel worden opgevoerd door middel van maatregelen zoals drainage.
- Bij buitendijkse asverschuiving zal eerst de steenbekleding moeten worden verwijderd. De verwachting is dat onder de steenbekleding puin aanwezig is, dat tevens dient te worden verwijderd. Verwijdering van stenen en puin is belangrijk, omdat deze een onvoorspelbare invloed kunnen hebben op het zettingsproces en een negatieve invloed op de stabiliteit van de aanvulling tegen de dijk. Tevens worden stenen in een dijklichaam gezien als obstakels en daarom als ongewenst. Vooraf dient een uitvoeringsaanpak te worden bedacht waarmee de stabiliteit van het buitentalud in deze fase kan worden gegarandeerd en de functie van de bekleding tijdelijk wordt overgenomen.
- De dijkversterkingsmaatregelen kunnen plaatselijk effecten hebben op de in de omgeving voorkomende belendingen (vervormingen, trillingen, veranderingen in het

grondwater). Dit geldt met name op de locaties waar een constructief scherm wordt toegepast. Aanbevolen wordt om vooraf een prognose te maken van de plaats en omvang van deze effecten en maatregelen vast te stellen om schade aan belendingen te voorkomen, te beperken of te compenseren.

- Bij toepassing van constructieve schermen dient tevens te worden gecontroleerd of er geen kabels, leidingen of andere ondergrondse constructies kunnen worden geraakt door het aanbrengen van de schermen.
- Om te controleren in hoeverre het precieze gedrag van de dijk en de ondergrond overeenkomt met de voorspellingen dienen tijdig meetinstrumenten worden geplaatst (zakbaken, meetbouten, waterspanningsmeters, trillingsmeters, etc.). Deze meetinstrumenten, inclusief de reeds geplaatste peilbuizen, dienen vervolgens op gezette tijden te worden ingemeten/afgelezen. De meetresultaten dienen vervolgens te worden geïnterpreteerd. Aanbevolen wordt om dit alles per sectie vast te leggen in een monitoringsplan.

LITERATUUR

Leidraden:

- L1 Leidraad Toetsen op Veiligheid, TAW, augustus 1999.
- L2 Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken, deel 2 - benedenrivierengebied, TAW, september 1989.
- L3 Handreiking Constructief Ontwerpen, bijlagen 2-5, TAW, april 1994.
- L4 Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies, TAW, juni 2001.

Rapportages:

- R1 Keurgrenzenonderzoek fase 2B/3A, Grondmechanica Delft, CO-370160, augustus 1997.
- R2 Keurgrenzenonderzoek fase 3b/5a/7a, Grondmechanica Delft, CO-373470, april 1998.
- R3 Fase 2: Afbakening en principeoplossingen Markermeerdijk tussen Enkhuizen en Hoorn, deel 2 grondonderzoek, Fugro, U-1238, november 2001.
- R4 Fase 3: Afbakening en principeoplossingen Markermeerdijk tussen Enkhuizen en Hoorn, deel 2 grondonderzoek, Fugro, U-1238, april 2002.
- R5 Startnotitie Dijkversterking Traject Enkhuizen-Hoorn, 110403/HNz/58C/100018.001, Arcadis, september 2002
- R6 Fitfactoren Triaxiaal- en celproeven, Fugro, U-1238/030, mei 2003.
- R7 Dijkversterking Zuiderdijk van Drechterland; toekomstgericht ontwerpen, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, HHNK, Arcadis, Fugro, 27 juni 2003.
- R8 Geotechnische begeleiding MER Enkhuizen - Hoorn, Fugro, U01238010, tweede concept 4 februari 2004.

Tekeningen:

- T1 Geotechnische lengteprofielen dijkvak 18/19, profielen A-D (DP 176 - DP 220) Grondmechanica Delft, maart 1989.
- T2 Geotechnische lengteprofielen dijkvak 18, profielen F-P (DP 0 - DP 174) Grondmechanica Delft, 24 april 1990.
- T3 Kaart met polderpeilen Markermeerdijk (1:15.000), Waterschap Westfriesland, 15 mei 2001.

Overig archiefmateriaal:

- O1 Digitale dwarsprofielen van dijk 18 (13 februari/maart 2001).
- O2 Kruinhoogtemetingen Zuiderdijk tussen Enkhuizen en Hoorn, 1954 en 1994, HHNK.
- O3 Randvoorwaarden t.b.v. geotechniek, Hydraulische randvoorwaarden t.b.v. geotechnisch onderzoek Markermeerdijk Enkhuizen - Hoorn, USHN, 30 januari 2001.

BIJLAGE 1

OVERZICHT RAPPORTAGES

Projectnummer	Datum	Medium	Versie	Titel
U1238.M01	23-04-01	memo		Eerste resultaten beoordeling Markermeerdijk Enkhuizen - Hoor
U-1238	31-05-01	rapport	concept	Fase 1: Verificatie en herberekening Markermeerdijk tussen Enkhuizen en Hoor
U-1238	07-06-01	rapport	definitief	Fase 1: Verificatie en herberekening Markermeerdijk tussen Enkhuizen en Hoor
U-1238	17-09-01	rapport	concept	Fase 2: Afbakening en principe oplossingen Markermeerdijk tussen Enkhuizen en Hoor
U-1238	14-11-2001	rapport	definitief	Fase 2: Afbakening en principe oplossingen Markermeerdijk tussen Enkhuizen en Hoor
U-1238	07-01-02	rapport	concept	Fase 3: Afbakening en principe oplossingen Markermeerdijk tussen Enkhuizen en Hoor
U-1238	10-04-02	rapport	definitief	Fase 3: Afbakening en principe oplossingen Markermeerdijk tussen Enkhuizen en Hoor
	22-01-03	rapport		Verificatie afbakening en principeoplossingen Markeermeerdijk tussen Enkhuizen en Hoor
	07-02-03	rapport	2e concept	Anticipatie op klimaatveranderingen (HHNK, Arcadis, Fugro)
	03-03-03	rapport	concept	Anticipatie op klimaatveranderingen (HHNK, Arcadis, Fugro)
			eindrapport	
	10-04-03	rapport	concept	Toekomstgericht ontwerpen (HHNK, Arcadis en Fugro)
U01238030	18-04-03	memo		Fitfactoren Triaxiaal- en celproeven
U01238030	06-05-03	rapport		Fitfactoren Triaxiaal- en celproeven
U1238010.B01	08-05-03	briefrapport	concept	Effect meerpeilstijging en fitfactor op verbeteringsvoorstellen
U1238010.B01	16-05-03	briefrapport		Effect meerpeilstijging en fitfactor op verbeteringsvoorstellen
U1238010.B02	19-06-03	briefrapport		Effect meerpeilstijging en fitfactor op verbeteringsvoorstellen
U1238010.B02	23-06-03	briefrapport		Effect meerpeilstijging en fitfactor op verbeteringsvoorstellen
	27-06-03	rapport	eindrapport	Toekomstgericht ontwerpen (HHNK, Arcadis en Fugro)
U-1238/010	04-08-03	rapport	1e concept	Geotechnische begeleiding MER Enkhuizen - Hoor
U01238010.M01	04-09-03	memo		Binnenwaartse macrostabiliteit ontwerpvarianten IJsselmeerdijk Enkhuizen - Hoor
U01238010.M02	05-12-03	memo		Inschatting toe te passen damwanden Zuiderdijk
U01238012.B01	19-12-03	briefrapport	concept	Herberekening profiel Broekerhaven bij lager MHW
U-1238/010	04-02-04	rapport	2e concept	Geotechnische begeleiding MER Enkhuizen - Hoor
U1238011	16-02-04	rapport	concept	Monitoring peilbuizen in gebied Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
U1238010	23-02-04	rapport	concept	Toetsing van de Markermeerdijken toegepaste randvoorwaarden en discussie randvoorwaarden
U01238010.B05	12-03-04	briefrapport		Toepassing constructief scherm traject Enkhuizen - Hoor
U1238010	23-03-04	rapport	concept	Toetsing van de Markermeerdijken toegepaste randvoorwaarden en discussie randvoorwaarden
U1238010	24-03-04	rapport	definitief	Toetsing van de Markermeerdijken toegepaste randvoorwaarden en discussie randvoorwaarden
1204-0026-000.M02	26-03-04	memo	concept	Uitgangspunten voor ontwerp constructief scherm in Markermeerdijk Enkhuizen - Hoor
1204-0026-000.M02	29-03-04	memo	definitief	Uitgangspunten voor ontwerp constructief scherm in Markermeerdijk Enkhuizen - Hoor
1204-0026-000.M03	31-03-04	memo		Ontwerp constructief scherm in Markermeerdijk Enkhuizen - Hoor, sectie 5, 9 en 11
U1238012	07-04-04	rapport	definitief	Herberekening profiel Broekerhaven bij lager MHW
1204-0026-000	29-04-04	rapport	eerste versie	Waterbodemonderzoek Markermeer Enkhuizen
1204-0039-000	19-05-04	briefrapport		Bepaling vrijwaringszone dijk "De Oksel" te Enkhuizen
1204-0026.M04	13-08-04	memo	concept	Voorlopige detaillering constructieve schermen Markermeerdijk Enkhuizen - Hoor
1204-0026-000.R01	28-10-04	rapport	concept	rapport concept Aanvullende werkzaamheden i.v. MER Dijkversterking Enkhuizen-Hoor (Zuiderdijk Drechterland)
1204-0026-001	02-11-04	e-mail		Beoordeling macrostabiliteit dijk Enkhuizen - Hoor, sectie 3, traject DP 24+150 - DP 26+100
1204-0026-000.B04	16-12-04	briefrapport		Bepaling vrijwaringszone Markermeerdijk t.h.v. Zuiderdijk 34 te Oosterleek
1204-0026-000.M06	19-01-05	memo		Invloed optimalisatie werkstroken op binnenwaartse macrostabiliteit
1204-0026-000	28-01-05	e-mail		Indicatieve zettingsprognose buitenkant Markemerdijs Enkhuizen - Hoor opbasis van oude peilingen
1204-0026-000.M07	01-03-05	memo		Zettingsanalyse op basis van lodingen vooroevers
1204-0026-000.M08	01-03-05	memo		Quick scan ophoofafasering

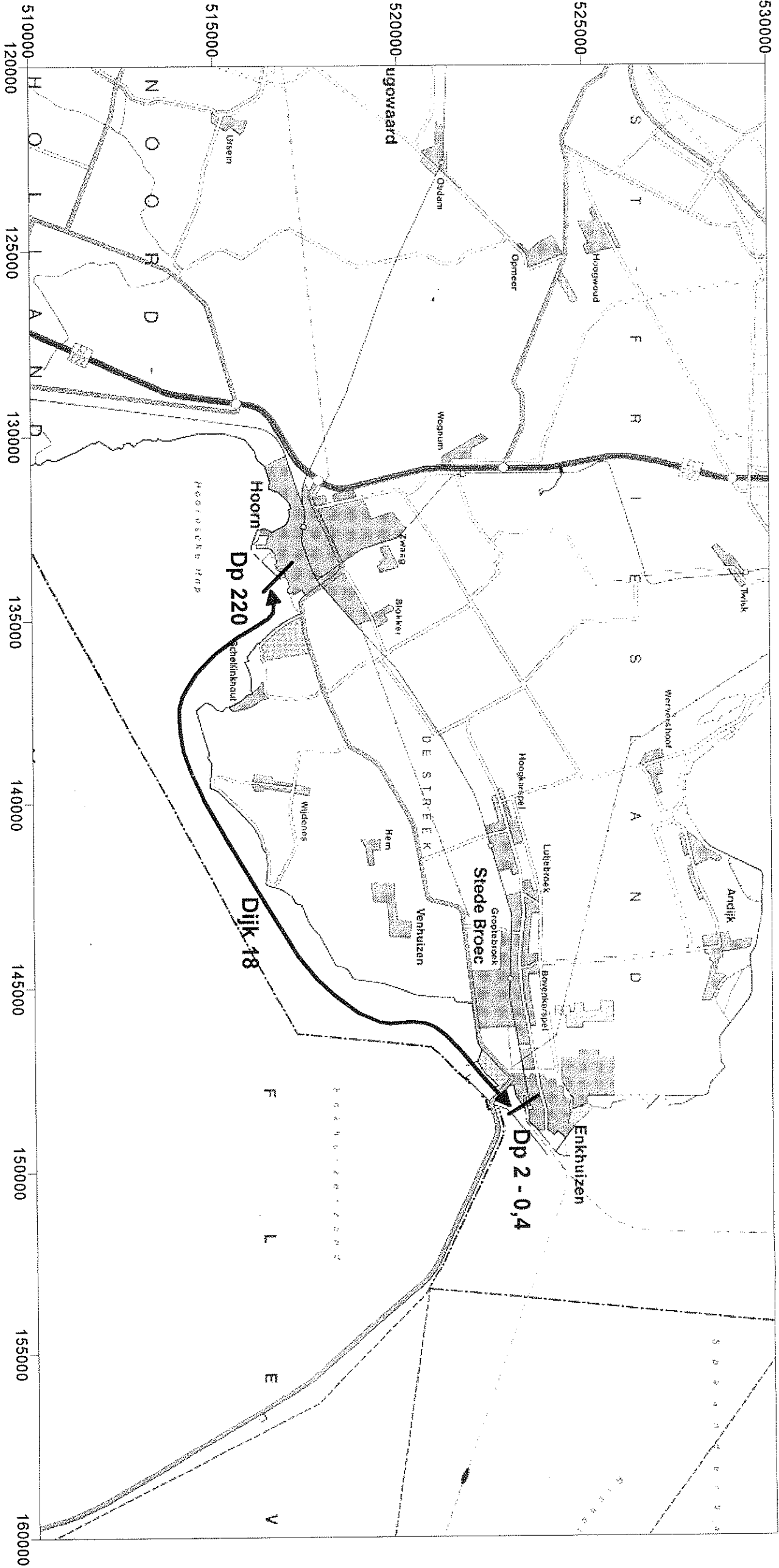
Verklaring projectnummers

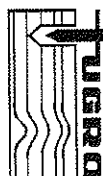
U-1238:	Toetsing
U01238010:	Begeleiding MER
U01238011:	Monitoring peilbuizen
U01238012:	Aanvullende werkzaamheden begeleiding MER
U01238020:	Onderzoek bodemdaling
U01238030:	Onderzoek fitfactoren
1204-0026-000:	Aanvullende werkzaamheden begeleiding MER
1204-0026-001:	Optimalisatie constructieve schermen
1204-0026-002:	Onderhoud aan peilbuizen
1204-0026-003:	Lodingen onderwatertaluds Markermeeroevers

BIJLAGE 2

OVERZICHTSTEKENING MARKERMEERDIJKEN TUSSEN ENKHUIZEN EN HOORN

OVERZICHT DIJK 18: ZUIDERDIJK VAN DRECHTERLAND



FUGRO INGENIEURSBUREAU B.V.		
Adviesafdeling Waterbouw	Archimedesbaan 7	
030- 6028175	3430 BL NIEUWEGEIN	
OVERZICHT DIJK 18: ZUIDERDIJK VAN DRECHTERLAND		Schaal: 1 : 125.000
Markermeerdijk tussen Enkhuizen en Hoorn		Bijlage: 2

BIJLAGE 3

HOOGWATERSTANDEN EN POLDERPEILEN

Tabel B3.1 - Maatgevende hoogwaterstanden Markermeerdijk Enkhuizen - Hoorn

van	tot	MHW [m t.o.v. NAP]
DP 0	DP 6+400	1,09
DP 6+400	DP 19	1,22 (wind)
DP 19	DP 24	1,22 (wind)
DP 24	DP 39	1,18 (wind)
DP 39	DP 50	1,08 (wind)
DP 50	DP 65	1,02 (wind)
DP 65	DP 81	0,89 (wind)
DP 81	DP 104	0,79 (wind)
DP 104	DP 113	0,74 (wind)
DP 113	DP 129	0,71
DP 129	DP 143	0,70
DP 143	DP 159	0,70
DP 159	DP 168	0,70
DP 168	DP 192	0,71
DP 192	DP 211	0,71 (wind)
DP 211	DP 220	0,72 (wind)

Tabel B3.2 - Polderpeilen Markermeerdijk Enkhuizen - Hoorn

van	tot	polderpeil [m t.o.v. NAP]	polderpeil ver achterland [m t.o.v. NAP]
DP 2	DP 6+200	-2,40	
DP 6+200	DP 26	-3,40	
DP 26	DP 35	-2,40	
DP 35	DP 43	-2,05	-2,90
DP 43	DP 56	-2,60	
DP 56	DP 61	-2,40	
DP 61	DP 72	-1,95	-2,40
DP 72	DP 80	-1,95	
DP 80	DP 89	-1,95	-2,60
DP 89	DP 92	-1,95	
DP 92	DP 98	-1,95	-2,05
DP 98	DP 142	-1,95	-1,60
DP 142	DP 145	-1,95	
DP 145	DP 149	-1,95	-1,55
DP 149	DP 164	-1,95	
DP 164	DP 167	-1,55	-2,05
DP 167	DP 170	-1,55	
DP 170	DP 173	-1,55	
DP 173	DP 180	-1,24	
DP 180	DP 186	?	
DP 186	DP 188	-2,10	
DP 188	DP 193	-2,10	-2,20
DP 193	DP 212	-2,10	
DP 212	DP 220	-1,95/-2,10	



BIJLAGE 4

**TOTAALOVERZICHT
SONDERINGEN EN BORINGEN**

OVERZICHT BORINGEN EN SONDERINGEN UIT ALLE ONDERZOEKEN

Legenda

B = handboring

DB = diepe boring (spitsmuisboring diameter 66 mm) uit 1992

BWAT = boring in waterbodem uit 2001

S = sondering

W = waterspanningsmeting

P = peilbuis

B+P = boring en peilbuis uit 2001

GS = sondering vanaf het water dmv Greta II

GB = boring vanaf water dmv Greta II

MB = milieuboring

Aantal	Nr	Type	Locatie		Kruin, Berm Achter- Voorland	Afstand t.o.v. buitenkruin	Jaar van uitv.
			vak	tussen dijkpalen			
1	220	B	4	Dp 220 - Dp 210+circa 100	K	0	1985
2	219	B	4		V	31	1985
3	DKM218+170VL	S	4		V	30	2004
4	DKM218+000VL	S	4		V	14	2004
5	217+50	B	4		B	19	1985
6	217	B	4		K	6	1985
7	216	B	4		V	20	1985
8	DKM216+000VL	S	4		V	20	2004
9	215	S	4		K	6	1985
10	215	B	4		A	20	1985
11	DKM214+000VL	S	4		V	37	2004
12	213	B	4		V	15	1985
13	212+50	B	4		A	35	1985
14	DKM212+000VL	S	4		V	15	2004
15	B212+000VL	B	4		V	15	2004
16	211+70	B	4		B	3	1985
17	210	B	4		B	15	1985
18	DKM210+000VL	S	4		V	11	2004
19	208+50	B	4		B	4	1985
20	208	S	4		A	40	1985
21	DKM208+000VL	S	4		V	15	2004
22	207+50	B	3	Dp 210+100 - Dp 204	B	8	1985
23	207	B	3		V	31	1985
24	DKM206+000VL	S	3		V	13	2004
25	B206+000VL	S	3		V	13	2004
26	205	B	3		A	22	1985
27	202+50	B	2	Dp 204 - Dp 192	A	17	1985
28	DKM204+000VL	S	2		V	18	2004
29	DKM202+000VL	S	2		V	19	2004
30	DKM200+075W	GB	2		V	68	2004
31	B200+075W	GB	2		V	70	2004
32	MB200+075W	MB	2		V	68	2004
33	DKM200+00W	GB	2		V	45	2004
34	MB200+000W	MB	2		V	45	2004
35	18A	B	2		B	10	?
36	18B	B	2		B	7	?
37	201	B	2		B	8	1985
38	18.4	S	2		K	0	?
39	200+75	B	2		A	17	1985
40	DKM198+010W	GS	2		V	38	2004
41	MB198+010W	MB	2		V	38	2004
42	197	B	2		A	18	1985
43	DKM196+000W	GS	2		V	50	2004
44	MB196+000W	MB	2		V	50	2004
45	195+50	B	2		A	18	1985
46	DKM194+000W	GS	2		V	45	2004
47	MB194+000W	MB	2		V	45	2004

OVERZICHT BORINGEN EN SONDERINGEN UIT ALLE ONDERZOEKEN

Legenda

B = handboring
 DB = diepe boring (spitsmuisboring diameter 66 mm) uit 1992
 BWAT = boring in waterbodembodem uit 2001
 S = sondering
 W = waterspanningsmeting
 P = peilbuis
 B+P = boring en peilbuis uit 2001
 GS = sondering vanaf het water dmv Greta II
 GB = boring vanaf water dmv Greta II
 MB = milieuboring

Aantal	Nr	Type	Locatie		Kruin, Berm		Afstand t.o.v. buitenkruin	Jaar van uitv.
			vak	tussen dijkenpalen	Achter-	Voorland		
48	193	B	2		K		0	1985
49	192+50	B	2		A		18	1985
50	DKM192+050W	GS	2		V		42	2004
51	B192+050W	GB	2		V		42	2004
52	MB192+050W	MB	2		V		42	2004
53	190+50	B	1	Dp 192 - Dp 178	V		39	1985
54	189	S	1		B		14	1985
55	188+50	B	1		A		30	1985
56	188+50	B	1		V		18	1985
57	187+50	B	1		K		0	1985
58	18.1	WB	1		K		0	?
59	18.2	WB	1		B		13	?
60	18.3	BPW	1		A		24	?
61	186+50	B	1		A		27	1985
62	186	S	1		K		0	1985
63	DKM186+000VL	S	1		V		20	2004
64	B186+000VL	B	1		V		20	2004
65	185	B	1		V		19	1985
66	184	B	1		K		0	1985
67	DKM184+000VL	S	1		V		20	2004
68	183	S	1		K		0	1985
69	182+50	B	1		A		30	1985
70	DKM182+000VL	S	1		V		17	2004
71	181	B	1		V		18	1985
72	DKM180+000VL	S	1		V		17	2004
73	B180+000VL	B	1		V		18	2004
74	179	B	1		K		0	1985
75	179	S	1		A		52	1985
76	179	B	1		B		16	1985
77	DKM178+000VL	S	1		V		17	2004
78	177+50	B	1		A		35	1985
79	177	S	1	Dp 177+40 - Dp 172	A		17	1990
80	18.1	DB	1		V		10	1990
81	175.70	B	1		A		106	1990
82	175.50	B	1		V		28	1990
83	174.60	B	1		V		28	1990
84	174.50	B	1		K		0	1990
85	174	B	1		A		64	1990
86	174	B	1		V		28	1990
87	172.50	B	1		V		20	1990
88	172	B	2	Dp 172 - Dp 130	A		112	1990
89	171.50	B	2		K		0	1990
90	171	S	2		K		0	1990
91	RGD 93	B	2		A		102	?
92	RGD 94	B	2		A		108	?
93	RGD 2	B	2		A		60	?
94	DKM168Kr	S	2		K		1,5	2001

OVERZICHT BORINGEN EN SONDERINGEN UIT ALLE ONDERZOEKEN

Legenda

B = handboring

DB = diepe boring (spitsmuisboring diameter 66 mm) uit 1992

BWAT = boring in waterbodembodem uit 2001

S = sondering

W = waterspanningsmeting

P = peilbuis

B+P = boring en peilbuis uit 2001

GS = sondering vanaf het water dmv Greta II

GB = boring vanaf water dmv Greta II

MB = milieuboring

Aantal	Nr	Type	Locatie		Kruin, Berm Achter- Voorland	Afstand t.o.v. buitenkruin	Jaar van uitv.
			vak	tussen dijkpalen			
95	DKM166+170kr	S	2		K		2004
96	DKM166+170a	S	2		A		2004
97	DKM166+100Kr	S	2		K	1,5	2001
98	DKM166+100T	S	2		B	15	2001
99	DKM166+100TA	S	2		B	15	2001
100	B166+100Kr	B+P	2		K	1,5	2001
101	B166+100T	B+P	2		B	15	2001
102	DKM166T	S	2		K	16,5	2001
103	166	B	2		K	0	1990
104	DKM164+100Kr	S	2		K	1,5	2001
105	DKM164+100T	S	2		B	19,5	2001
106	DKM164Kr	S	2		K	1,5	2001
107	DKM164T	S	2		B	18	2001
108	DKM162+150kr	S	2		K		2004
109	DKM162+150a	S	2		A		2004
110	163.30	B	2		A	31	1990
111	DKM162+100Kr	S	2		K	1,5	2001
112	DKM162Kr	S	2		K	1,5	2001
113	162	S	2		A	20	1990
114	161.50	B	2		A	21	1990
115	DKM160Kr	S	2		K	1,5	2001
116	DKM160T	S	2		B	19,5	2001
117	B160Kr	B	2		K	1,5	2001
118	B160T	B	2		B	19,5	2001
119	18.2	WP	2		A	20	1990
120	18.3	WB	2		B	6	1990
121	18.4	WDB	2		K	0	1990
122	18.5	DB	2		B	8	1990
123	159	B	2		K	0	1990
124	B158+100A	B+P	2		A	41	2001
125	B158+100T	B+P	2		B	19	2001
126	B158+100Kr	B+P	2		K	0	2001
127	B158+100Bu	B+P	2		V	14	2001
128	DKM158Kr	S	2		K	1,5	2001
129	DKM158T	S	2		B	16,5	2001
130	156.75	B	2		B	35	1990
131	RGD 92	B	2		A	12	?
132	DKM156+100Kr	S	2		K	1,5	2001
133	156	S	2		K	0	1990
134	B154+100A	B+P	2		A	33	2001
135	B154+100T	B+P	2		B	17	2001
136	B154+100Kr	B+P	2		K	0	2001
137	DKM154Kr	S	2		K	1,5	2001
138	DKM154T	S	2		B	18	2001
139	B154Kr	B	2		K	1,5	2001
140	B154T	B	2		B	18	2001
141	153	B	2		K	0	1990

OVERZICHT BORINGEN EN SONDERINGEN UIT ALLE ONDERZOEKEN

Legenda

B = handboring
 DB = diepe boring (spitsmuisboring diameter 66 mm) uit 1992
 BWAT = boring in waterbodem uit 2001
 S = sondering
 W = waterspanningsmeting
 P = peilbuis
 B+P = boring en peilbuis uit 2001
 GS = sondering vanaf het water dmv Greta II
 GB = boring vanaf water dmv Greta II
 MB = milieuboring

Aantal	Nr	Type	Locatie		Kruin, Berm Achter- Voorland	Afstand t.o.v. buitenkruin	Jaar van uitv.
			vak	tussen dijkpalen			
142	DKM152+100T	S	2		B	19,5	2001
143	DKM152Kr	S	2		K	1,5	2001
144	151.50	B	2		A	19	1990
145	DKM150+100Kr	S	2		K	1,5	2001
146	DKM150Kr	S	2		K	1,5	2001
147	150	S	2		A	19	1990
148	DKM148+100Kr	S	2		K	1,5	2001
149	DKM148+100T	S	2		B	22,5	2001
150	B148+100Kr	B	2		K	1,5	2001
151	B148+100T	B	2		B	22,5	2001
152	DKM148Kr	S	2		K	1,5	2001
153	RGD 4	B	2		A	39	?
154	146.80	B	2		B	16	1990
155	146.50	B	2		K	0	1990
156	145.30	S	2		B	10	1990
157	145	B	2		A	19	1990
158	143.25	B	2		B	16	1990
159	141.50	B	2		K	0	1990
160	RGD 61	B	2		A	145	?
161	139.70	S	2		A	26	1990
162	RGD 36	B	2		A	180	?
163	139	B	2		A	24	1990
164	138.45	S	2		K	4	1990
165	RGD 1	B	2		A	202	?
166	134.50	B	2		A	20	1990
167	133.70	B	2		K	0	1990
168	133.40	S	2		A	20	1990
169	RGD 3	B	2		A	31	?
170	129.50	B	3	Dp 130 - Dp 122+50	V	15	1990
171	128	S	3		K	0	1990
172	127	B	3		V	23	1990
173	126	B	3		K	0	1990
174	RGD 1	B	3		A	142	?
175	DKM124+147kr	S	3		K		2004
176	DKM124+150a	S	3		A		2004
177	DKM124+100kr	S	3		K		2004
178	DKM124+097a	S	3		A		2004
179	DKM124+50kr	S	3		K		2004
180	DKM124+50a	S	3		A		2004
181	B124+050T	B+P	3		B	15	2001
182	B124+050Kr	B+P	3		K	0	2001
183	B124+050Bu	B+P	3		V	12	2001
184	125	S	3		A	28	1990
185	124	B	3		A	17	1990
186	DKM124+000VL	S	3		V	20	2004
187	18.6	WPD	3		A	17	1990
188	18.7	WDB	3		K	0	1990

OVERZICHT BORINGEN EN SONDERINGEN UIT ALLE ONDERZOEKEN

Legenda

B = handboring

DB = diepe boring (spitsmuisboring diameter 66 mm) uit 1992

BWAT = boring in waterbodembodem uit 2001

S = sondering

W = waterspanningsmeting

P = peilbuis

B+P = boring en peilbuis uit 2001

GS = sondering vanaf het water dmv Greta II

GB = boring vanaf water dmv Greta II

MB = milieuboring

Aantal	Nr	Type	Locatie		Kruin, Berm		Afstand t.o.v. buitenkruin	Jaar van uitv.
			vak	tussen dijkenpalen	Achter-	Voorland		
189	18.8	DB	3		V		13	1990
190	123	B	3		V		33	1990
191	122.50	B	3		B		9	1990
192	122	S	3		B		10	1990
193	DKM120+100VL	B	3		V		20	2004
194	B120+100VL	S	3		V		20	2004
195	RGD 2	B	3		A		159	?
196	119.50	B	3		V		28	1990
197	118.50	B	3		B		14	1990
198	DKM118+050VL	S	3		V		15	2004
199	118.25	B	3		K		0	1990
200	117	S	3		K		0	1990
201	116.50	B	3		V		25	1990
202	DKM116+000VL	S	3		V		17	2004
203	DKM116+000VL-A	S	3		V		17	2004
204	B114+170A	B+P	3		A		47	2001
205	B114+171T	B+P	3		B		19	2001
206	B114+172Kr	B+P	3		K		0	2001
207	B114+173Bu	B+P	3		V		16	2001
208	115.50	B	3		A		18	1990
209	114.50	B	3		V		29	1990
210	114.25	B	3		A		19	1990
211	113.40	S	3		A		20	1990
212	DKM112+100VL	S	3		V		20	2004
213	DKM112+100VL-A	S	3		V		20	2004
214	B112+100VL	B	3		V		20	2004
215	109.75	B	4	Dp 112+50 - Dp 98	A		18	1990
216	109.70	B	4		K		0	1990
217	108.50	S	4		A		50	1990
218	108	S	4		K		0	1990
219	107	B	4		K		0	1990
220	106	B	4		A		19	1990
221	104	B	4		K		0	1990
222	103.50	B	4		A		22	1990
223	DKM102+160W	GS	4		V		37	2004
224	B102+160W	GB	4		V		35	2004
225	103	B	4		K		0	1990
226	RGD 39	B	4		A		43	?
227	100.50	B	4		B		13	1990
228	100	B	4		K		0	1990
229	100	S	4		K		0	1990
230	DKM98+080W	GS	4		V		70	2004
231	B98+080W	GB	4		V		72	2004
232	97.50	B	5	Dp 98 - Dp 94+70	B		18	1990
233	97	S	5		A		31	1990
234	97.00	B	5		K		0	1990
235	96.80	B	5		V		18	1990

OVERZICHT BORINGEN EN SONDERINGEN UIT ALLE ONDERZOEKEN

Legenda

B = handboring
 DB = diepe boring (spitsmuisboring diameter 66 mm) uit 1992
 BWAT = boring in waterbodembodem uit 2001
 S = sondering
 W = waterspanningsmeting
 P = peilbuis
 B+P = boring en peilbuis uit 2001
 GS = sondering vanaf het water dmv Greta II
 GB = boring vanaf water dmv Greta II
 MB = milieuboring

Aantal	Nr	Type	Locatie		Kruin, Berm		Afstand t.o.v. buitenkruin	Jaar van uitv.
			vak	tussen dijkpalen	Achter-	Voorland		
236	96.00	B	5		A		19	1990
237	18.9A	B	5		B		9	1990
238	18.9B	B	5		B		14	1990
239	18.10	S	5		K		0	1990
240	95.70	B	5		V		18	1990
241	94.50	B	6	Dp 94+70 - Dp 65	A		19	1990
242	93.50	B	6		K		0	1990
243	93.00	B	6		A		19	1990
244	DKM92+100W	GS	6		V		58	2004
245	B92+100W	GB	6		V		63	2004
246	DKM92Kr	S	6		K		1,5	2001
247	DKM92T	S	6		B		19,5	2001
248	91.00	B	6		A		20	1990
249	DKM90+100Kr	S	6		K		1,5	2001
250	DKM90T	S	6		B		18	2001
251	90.00	B	6		K		0	1990
252	DKM90+000W2	GS	6		V		58	2004
253	DKM90+000W1	GS	6		V		37	2004
254	B90+000W	GB	6		V		37	2004
255	89.00	B	6		A		21	1990
256	18.11A	B	6		K		7	1990
257	18.11B	B	6		B		13	1990
258	DKM88Kr	S	6		K		1,5	2001
259	88	S	6		A		30	1990
260	87.00	B	6		A		21	1990
261	DKM86+100Kr	S	6		K		1,5	2001
262	DKM86+035W	GS	6		V		37	2004
263	DKM86T	S	6		B		15	2001
264	86.00	B	6		K		0	1990
265	DKM86+000W	GS	6		V		53	2004
266	B86+000W	GB	6		V		53	2004
267	85.00	B	6		A		17	1990
268	85	S	6		K		0	1990
269	DKM84Kr	S	6		K		1,5	2001
270	84.00	B	6		A		23	1990
271	DKM82+100Kr	S	6		K		1,5	2001
272	DKM82+100T	S	6		B		18	2001
273	82.20	B	6		A		20	1990
274	18.12	DB	6		B		13	1990
275	18.13	DB	6		K		0	1990
276	82.00	B	6		K		0	1990
277	DKM82+000W	GS	6		V		63	2004
278	DKM80+100Kr	S	6		K		1,5	2001
279	80.75	B	6		A		20	1990
280	80.00	B	6		K		0	1990
281	79	S	6		A		21	1990
282	79.00	B	6		K		0	1990

OVERZICHT BORINGEN EN SONDERINGEN UIT ALLE ONDERZOEKEN

Legenda

B = handboring

DB = diepe boring (spitsmuisboring diameter 66 mm) uit 1992

BWAT = boring in waterbodern uit 2001

S = sondering

W = waterspanningsmeting

P = peilbuis

B+P = boring en peilbuis uit 2001

GS = sondering vanaf het water dmv Greta II

GB = boring vanaf water dmv Greta II

MB = milieuboring

Aantal	Nr	Type	Locatie		Kruin, Berm		Afstand t.o.v. buitenkruin	Jaar van uitv.
			vak	tussen dijpalen	Achter-	Voorland		
283	78.50	B	6		A		21	1990
284	77.00	B	6		K		0	1990
285	DKM78+100W2	GS	6		V		62	2004
286	DKM78+100W1	GS	6		V		32	2004
287	B78+100W	GB	6		V		32	2004
288	76.50	B	6		A		27	1990
289	DKM74+100W2	GS	6		V		62	2004
290	DKM74+100W1	GS	6		V		28	2004
291	74.00	S	6		K		0	1990
292	74.00	B	6		K		0	1990
293	74.00	B	6		A		30	1990
294	RGD 9	B	6		V		13	?
295	71.70	B	6		A		22	1990
296	DKM70+100W	GS	6		V		61	2004
297	B70+100W	GB	6		V		63	2004
298	70.00	B	6		K		0	1990
299	70.00	B	6		A		24	1990
300	68.90	B	6		A		23	1990
301	DKM68+000W2	GS	6		V		57	2004
302	DKM68+000W1	GS	6		V		27	2004
303	B68+000W	GB	6		V		27	2004
304	67.70	B	6		A		23	1990
305	67.00	B	6		K		0	1990
306	66.80	B	6		A		25	1990
307	18.14	S+DB	6		K		0	1990
308	66.50	S	6		A		33	1990
309	65.50	B	6		A		25	1990
310	64.00	B	7	Dp 65 - Dp 49+50	V		20	1990
311	63.80	B	7		A		27	1990
312	62.80	B	7		K		0	1990
313	62.80	B	7		A		27	1990
314	62.70	S	7		K		6	1990
315	62.00	B	7		A		29	1990
316	61.30	B	7		A		31	1990
317	61.00	B	7		K		0	1990
318	60.80	B	7		V		43	1990
319	59.00	B	7		K		0	1990
320	58.00	B	7		V		20	1990
321	18.16	WP	7		B		14	1990
322	18.18	W	7		K		0	1990
323	56.50	B	7		A		23	1990
324	56.10	B	7		V		20	1990
325	56.00	B	7		K		0	1990
326	55.50	B	7		A		32	1990
327	54.00	B	7		V		20	1990
328	54.00	B	7		K		0	1990
329	53.75	B	7		A		20	1990

OVERZICHT BORINGEN EN SONDERINGEN UIT ALLE ONDERZOEKEN

Legenda

B = handboring

DB = diepe boring (spitsmuisboring diameter 66 mm) uit 1992

BWAT = boring in waterbodem uit 2001

S = sondering

W = waterspanningsmeting

P = peilbuis

B+P = boring en peilbuis uit 2001

GS = sondering vanaf het water dmv Greta II

GB = boring vanaf water dmv Greta II

MB = milleuboring

Aantal	Nr	Type	Locatie		Kruin, Berm		Afstand t.o.v. buitenkruin	Jaar van uitv.
			vak	tussen dijpalen	Achter-	Voorland		
330	B52+100A	B+P	7		A		37	2001
331	B52+100T	B+P	7		B		18	2001
332	B52+100Kr	B+P	7		K		0	2001
333	B52+100Bu	B+P	7		V		17	2001
334	52.10	B	7		A		34	1990
335	52	S	7		K		5	1990
336	15.70	B	7		K		0	1990
337	51.30	B	7		V		24	1990
338	51.00	B	7		A		20	1990
339	50.30	B	7		V		24	1990
340	50.00	B	7		K		0	1990
341	01	S	7		K		0	?
342	03	S	7		A		33	?
343	48.00	B	8	Dp 49+50 - Dp 32	K		0	1990
344	47.80	S	8		B		11	1990
345	B46+150 W2	BWAT	8		V		19	2001
346	B46+150 W3	BWAT	8		V		24	2001
347	DKM46+100Kr	S	8		K		1,5	2001
348	B46+100Kr	B	8		K		15	2001
349	47.00	B	8		A		13	1990
350	B46+50 W2	BWAT	8		V		18	2001
351	B46+50 W3	BWAT	8		V		23	2001
352	46.50	B	8		K		0	1990
353	46.20	B	8		A		29	1990
354	45.60	B	8		K		0	1990
355	45.32	B	8		A		22	1990
356	DKM44+50Kr	S	8		K		1,5	2001
357	44.00	B	8		A		21	1990
358	43.50	B	8		K		0	1990
359	DKM42kr	S	8		K		1,5	2001
360	DKM42T	S	8		B		24	2001
361	B42K	B	8		K		1,5	2001
362	B42T	B	8		B		24	2001
363	RGD 41	B	8		A		43	?
364	18.21	S	8		K		0	1990
365	18.20	DB	8		B		9	1990
366	41.50	S	8		K		0	1990
367	40.90	B	8		A		32	1990
368	40.40	B	8		K		0	1990
369	39.80	B	8		A		22	1990
370	B38+150 W2	BWAT	8		V		18	2001
371	B38+150 W3	BWAT	8		V		23	2001
372	DKM38+100Kr	S	8		K		1,5	2001
373	39.00	B	8		A		22	1990
374	38.90	S	8		A		23	1990
375	38.20	B	8		A		21	1990
376	37.70	B	8		K		0	1990

OVERZICHT BORINGEN EN SONDERINGEN UIT ALLE ONDERZOEKEN

Legenda

B = handboring

DB = diepe boring (spitsmuisboring diameter 66 mm) uit 1992

BWAT = boring in waterbodem uit 2001

S = sondering

W = waterspanningsmeting

P = peilbuis

B+P = boring en peilbuis uit 2001

GS = sondering vanaf het water dmv Greta II

GB = boring vanaf water dmv Greta II

MB = milieuboring

Aantal	Nr	Type	Locatie		Kruin, Berm Achter- Voorland	Afstand t.o.v. buitenkruin	Jaar van uitv.
			vak	tussen dijkpalen			
377	37.70	B	8		A	23	1990
378	B36+150 W2	BWAT	8		V	19	2001
379	B36+150 W3	BWAT	8		V	24	2001
380	DKM36+100Kr	S	8		K	1,5	2001
381	DKM36+100T	S	8		B	15	2001
382	B36+100Kr	B+P	8		K	1,5	2001
383	B36+100T	B+P	8		B	15	2001
384	B36+75 W2	BWAT	8		V	19	2001
385	B36+75 W3	BWAT	8		V	24	2001
386	36.30	B	8		A	20	1990
387	35.70	B	8		A	20	1990
388	35.70	B	8		K	0	1990
389	35.30	S	8		K	0	1990
390	34.75	B	8		K	0	1990
391	33.75	B	8		B	12	1990
392	DKM32+53kr	S	8		K		2004
393	DKM32+50a	S	8		A		2004
394	32.25	B	8		K	0	1990
395	DKM32+00kr	S	8		K		2004
396	DKM32+00a	S	8		A		2004
397	31.50	B	9	Dp 32 - Dp 23	K	0	1990
398	DKM28+150kr	S	9		K		2004
399	DKM28+150a	S	9		A		2004
400	DKM28+100kr	S	9		K		2004
401	DKM28+100a	S	9		A		2004
402	DKM28+050kr	S	9		K		2004
403	DKM28+050a	S	9		A		2004
404	DKM28+000kr	S	9		K		2004
405	DKM28+000a	S	9		A		2004
406	245	S	9		A	23	?
407	470	S	9		K	0	?
408	25	B	9		V	47	1990
409	18.26	S	9		A	10	1990
410	RGD 3	B	9		A	46	?
411	DKM22+040W	GS	9		V	37	2004
412	B22+040W	GB	9		V	40	2004
413	22	S	10	Dp 23 - Dp 19+40	A	46	1990
414	22.00	B	10		K	4	1990
415	20.30	B	10		A	21	1990
416	DKM20+000W	GS	10		V	67	2004
417	B20+000W	GB	10		V	64	2004
418	RGD 2	B	10		A	70	?
419	19.50	B	10		K	0	1990
420	19.30	B	10		A	25	1990
421	15.3	S	11	Dp 19+40 - Dp 7-80	V	33	?
422	18.00	B	11		A	32	1990
423	15.1	S	11		V	29	?

OVERZICHT BORINGEN EN SONDERINGEN UIT ALLE ONDERZOEKEN

Legenda

B = handboring
 DB = diepe boring (spitsmuisboring diameter 66 mm) uit 1992
 BWAT = boring in waterbodern uit 2001
 S = sondering
 W = waterspanningsmeting
 P = peilbuis
 B+P = boring en peilbuis uit 2001
 GS = sondering vanaf het water dmv Greta II
 GB = boring vanaf water dmv Greta II
 MB = milieuboring

Aantal	Nr	Type	Locatie		Kruin, Berm Achter- Voorland	Afstand t.o.v. buitenkruin	Jaar van uitv.
			vak	tussen dijkenpalen			
424	17.00	B	11		K	3	1990
425	16.5	B	11		A	33	1990
426	15.4	S	11		K	2	1990
427	15.0	B	11		A	34	1990
428	15.0	B	11		K	2	1990
429	14.63	S	11		V	20	?
430	13.5	B	11		A	43	1990
431	14.33	S	11		V	23	?
432	14.32	S	11		V	29	?
433	14B.1	B	11		V	37	?
434	14.31	S	11		V	15	?
435	12.5	B	11		K	2	1990
436	25	B	11		A	44	?
437	14.13	S	11		V	13	?
438	14.12	S	11		V	22	?
439	14.9	S	11		V	31	?
440	150	S	11		A	33	?
441	14.6	S	11		V	22	?
442	14.4	S	11		V	18	?
443	14B.4	B	11		V	33	?
444	14.3	S	11		V	20	?
445	350	B	11		A	30	?
446	350	B	11		K	2	?
447	14-1	S	11		V	30	?
448	500	B	11		K	(*)	?
449	RGD 20A78	B	11		K	(*)	?
450	700	S	11		K	(*)	?
451	18.27	S	12	Dp 7-80 - Dp 2-40	V	9	1990
452	18.27A	B	12		K	0	1990
453	800	B	12		K	0	?
454	850	B	12		A	29	?
455	11.70	S	12		A	66	?
456	11.71	S	12		A	65	?
457	5.5	B	12		K	0	1990
458	4.7	B	12		A	31	1990
459	11.58	S	12		A	47	?
460	4.0	B	12		K	0	1990
461	11.57	S	12		A	52	?
462	2.5	B	12		K	2	1990
463	100	B	12		A	74	?
464	18.28	S	12		K	0	1990
465	18.28	DB	12		K	0	1990
466	A	B	12		V	7	?
467	B	B	12		V	10	?
468	B6+700Kr	B+P	12		K	1,5	2001
469	B6+700T	B+P	12		B	10,5	2001
470	B6+500Kr	B+P	12		K	1,5	2001

OVERZICHT BORINGEN EN SONDERINGEN UIT ALLE ONDERZOEKEN

Legenda

B = handboring

DB = diepe boring (spitsmuisboring diameter 66 mm) uit 1992

BWAT = boring in waterbodem uit 2001

S = sondering

W = waterspanningsmeting

P = peilbuis

B+P = boring en peilbuis uit 2001

GS = sondering vanaf het water dmv Greta II

GB = boring vanaf water dmv Greta II

MB = milieuboring

Aantal	Nr	Type	Locatie		Kruin, Berm Achter- Voorland	Afstand t.o.v. buitenkruin	Jaar van uitv.
			vak	tussen dijpalen			
471	B6+500T	B+P	12		B	10,5	2001
472	B6Kr	B+P	12		K	1,5	2001
473	B6T	B+P	12		B	12	2001
474	B4+50Kr	B+P	12		K	1,5	2001
475	B4+50T	B+P	12		B	12	2001

(* Onderzoekslocaties liggen op dijk Enkhuizen-Lelystad)

BIJLAGE 5

PROEVENVERZAMELINGEN

Tabel B5.1 - Samengestelde proevenverzameling DP 2+40 t/m DP 148

afzetting	loc.	σ [kN/m ²]	τ [kN/m ²]	γ_n [kN/m ³]
KLEI, Antropogeen	K	0	0	13,7 á 16,7
	K	17,56	7,22	13,7 á 16,7
	K	200	68,72	13,7 á 16,7
	B	0	1,80	13,7 á 15,7
	B	200	76,37	13,7 á 15,7
KLEI, Calais	K	0	0,90	14,2 á 15,0
	K	30	11,88	14,2 á 15,0
	K	200	62,24	14,2 á 15,0
	B	0	0	14,2 á 15,0
	B	14,88	6,91	14,2 á 15,0
	B	200	61,74	14,2 á 15,0
	A	0	0	14,2 á 15,0
	A	10,96	5,21	14,2 á 15,0
	A	200	60,48	14,2 á 15,0
Hollandveen	K	0	0	10,5
	K	19,97	12,97	10,5
	K	52,32	24,74	10,5
	K	200	32,48	10,5
	B	0	0	10,2
	B	16,98	10,20	10,2
	B	200	105,7	10,2
	A	0	0	10,2
	A	29,87	15,95	10,2
	A	200	55,54	10,2
KLEI Duinkerke	K	0	0,90	13,6 á 16,7
	K	40	16,64	13,6 á 16,7
	K	200	68,82	13,6 á 16,7
	B	0	0,37	13,6 á 16,7
	B	200	63,76	13,6 á 16,7
	A	0	1,20	13,6 á 16,7
ZAND Holo-/ Pleistoceen	K-A	0	0	20
	K-A	200	115,47	20

Opmerking tabel:

- Fitfactoren (1,4 voor klei en veen) zijn verwerkt in deze proevenverzameling
- Kleilig zand Duinkerke (niet opgenomen in bovenstaande tabel) heeft de σ - τ eigenschappen van klei Duinkerke met een γ_n van 18,0 kN/m³
- Zand kleilig Duinkerke (niet opgenomen in bovenstaande tabel) heeft de σ - τ eigenschappen van zand Holo-/Pleistoceen
- Tabel is met betrekking tot het volumiek gewicht enigszins gespecificeerd t.o.v. tabellen uit de toetsingsrapporten (lokale proevenverzameling)

Tabel B5.2 - Samengestelde proevenverzameling DP 161

afzetting	locatie	σ [kN/m ²]	τ [kN/m ²]	γ_0 [kN/m ³]
KLEI, Antropogeen 1	K	0	0	16,6
	K	100	39,81	16,6
KLEI, Antropogeen 2	K	0	1,01	17,57
	K	40	22,49	17,57
	K	200	100,7	17,57
	B	0	1,80	16,4
	B	200	76,37	16,4
KLEI, Calais	K	0	0,90	14,4 à 15,5
	K	30	11,88	14,4 à 15,5
	K	200	62,24	14,4 à 15,5
	B	0	0	14,0 à 17,0
	B	40	15,33	14,0 à 17,0
	B	200	73,28	14,0 à 17,0
	A	0	0	14,5 à 15,5
	A	10,96	5,21	14,5 à 15,5
	A	200	60,48	14,5 à 15,5
Hollandveen	K	0	15,16	12,22
	K	40	23,49	12,22
	K	200	49,24	12,22
	B	0	0	10,2
	B	16,98	10,20	10,2
	B	200	105,7	10,2
	A	0	0	10,2
	A	29,87	15,95	10,2
	A	200	55,54	10,2
KLEI Duinkerke	K	0	0	16,03
	K	40	11,22	16,03
	K	200	50,98	16,03
	B	0	0,38	16,11
	B	200	63,76	16,11
	A	0	1,20	16,11
	A	200	71,63	16,11
ZAND Holo-/ Pleistoceen	K-A	0	0	20
	K-A	200	115,47	20

Opmerking tabel:

- Klei antropogeen 1 vormt bekleding van het dijklichaam, herkomst onbekend en klei antropogeen 2 vormt het dijklichaam, resultaat uit proevenverzameling GD
- Voor verdere opmerkingen: zie tabel B5.1.

Tabel B5.3 - Samengestelde proevenverzameling DP 148 t/m DP 220

afzetting	locatie	σ [kN/m ²]	τ [kN/m ²]	γ_n [kN/m ³]	spanningsgebied [kN/m ²]
KLEI, Antropogeen	K	0	0	16,6	<25
	K	100	55,74	16,6	<25
	K	0	0	16,6	>25
	K	200	92,07	16,6	>25
	B	0	1,80	15,0 à 17,0	
	B	200	78,17	15,0 à 17,0	
KLEI, Calais	K	0	0,90	13,5 à 15,5	<35
	K	100	37,50	13,5 à 15,5	<35
	K	0	3,00	13,5 à 15,5	>35
	K	200	62,24	13,5 à 15,5	>35
	B	0	0	13,5 à 15,5	<15
	B	100	46,42	13,5 à 15,5	<15
	B	0	2,50	13,5 à 15,5	>15
	B	200	61,74	13,5 à 15,5	>15
	A	0	0	13,5 à 15,5	<20
	A	100	47,48	13,5 à 15,5	<20
	A	0	2,00	13,5 à 15,5	>20
	A	200	60,48	13,5 à 15,5	>20
Hollandveen	K	0	4,60	10,5	
	K	200	77,79	10,5	
	B	0	0	10,2	<15
	B	100	60,09	10,2	<15
	B	0	1,40	10,2	>15
	B	200	105,7	10,2	>15
	A	0	0	10,2	
	A	100	44,51	10,2	
KLEI, Duinkerke	K	0	0,91	16,1	
	K	200	68,83	16,1	
	B	0	0,38	16,1	
	B	100	33,22	16,1	
	A			15,0 à 15,5	
	A			15,0 à 15,5	
KLEI, zandig, Duinkerke	K	0	4,62	16,1	
	K	200	63,15	16,1	
ZAND Holo-/ Pleistocene	K-A	0	0	20	
	K-A	200	115,47	20	

Opmerking tabel:

- Voor opmerkingen: zie tabel 5.3.

BIJLAGE 6

VERBETERINGSONTWERPEN

BILAGE 6: VERBETERINGSMAATREGELEN

		Maatregelen binnendijks						Constructief scherm			Maatregelen buitendijks		
sectie		kruin- ophoging [m tov NAP]	talud- verflauwing	bermhoogte [m tov NAP]	bermbreedte [m]	slootverplaatsing [m]	asverschuiving [m]	afstand sloot- teen [m]	bovenkant damwand [m tov NAP]	ondergrens damwandlengte [m]	minimaal benodigd damwandtype	slootverplaatsing [m]	taludverflauwing
1													
2a	dp19-dp22	-	1:2,4	0,90	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-
2b	dp22-dp23+50	-	-	0,90	5,0	9,0	-	0,8	-	-	-	-	-
3a	dp23+50-dp25+50	3,25	1:1,8	0,90	7,90	10,5	-	0,5	-	-	-	-	-
3b	dp25+50-dp26+50	3,80	-	-	-	-	-	-	0,45	17	Larsen 607	-	-
3b	dp26-50-dp27	3,80	-	-	-	-	-	-	1,00	7	Larsen 604	-	-
3b	dp27-dp28	3,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3b	dp38-dp30	3,80	-	-	-	-	-	-	0,45	5	Larsen 604	-	-
3c	dp30-dp31+95	3,25	1:2,1	0,70	7,15	-	-	-	-	-	-	-	-
3d	dp31+95-dp33+50	3,75	-	-	-	-	-	-	0,45	15	Larsen 607	-	-
4	dp50-dp50+80	-	1:2,4	0,80	12,65	10,0	-	-	-	-	-	-	-
5a	dp67-dp67+50	-	1:2,5	1,30	8,5	14,7	-	3,7	-	-	-	-	-
5a	dp67+50-dp70+50	4,75	1:2,5	1,50	5,70	12,9	-	3,2	-	-	-	-	-
5a	dp70+50-dp73+50	-	1:2,5	1,50	5,20	7,0	-	3,0	-	-	-	-	-
5a	dp73+50-dp78	4,45	1:2,5	1,50	4,70	11,9	-	2,5	-	-	-	-	-
5b	dp78-dp80+50	4,45	-	1,50	6,0	-	8,5	7,5	-	-	-	-	1:3,8
5b	dp80+50-dp83	-	-	1,20	5,0	-	5,5	8,0	-	-	-	-	1:3,8
5c	dp83-dp88	-	1:2,3	1,20	7,40	9,5	-	2,0	-	-	-	-	-
5d	dp88-dp93	-	1:2,5	1,50	6,5	-	9,0	7,5	-	-	-	-	1:3,8
5e	dp93-dp94	-	1:2,6	1,10	6,85	7,0	-	3,0	-	-	-	-	-
6a	dp99-dp100	4,00	1:2,1	1,10	2,35	-	-	-	-	-	-	-	-
6b	dp100-dp104	3,75	1:2,5	1,10	2,0	-	4,5	-	-	-	-	-	1:4,2
6c	dp104-dp112+50	3,75	1:2,6	1,10	7,05	7,0	-	2,8	-	-	-	-	-
7a	dp112+50-dp116	-	1:2,6	1,1	7,5	-	-	3,0	-	-	-	-	-
7b	dp116-dp124+50	-	1:2,5	1,2	8,0	-	9,0	2,8	-	-	-	-	1:2,8
7c	dp124+50-dp125+50	-	-	-	-	-	-	-	1,00	9	Larsen 604	-	-
8	dp135-dp142	5,00	1:2,0	-	-	8,0	-	2,0	-	-	-	-	-
9a	dp148-dp159	-	1:2,5	0,90	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-
9b	dp159-dp162	-	1:2,5	0,90	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-
9c	dp162-dp163+25	-	1:2,5	0,90	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-
9d	dp163+25-dp163+75	-	-	-	-	-	-	-	0,55	5	Larsen 604	-	-
9e	dp163+75-dp167+30	-	1:2,5	0,90	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-
10	dp178-dp186	-	1:2,1	0,80	4,4	-	9,5	1,4	-	-	-	-	1:3,4
11a	dp190-dp192	-	1:2,0	1,0	13,0	-	10,0	0,4	-	-	-	-	1:4,2
11b	dp192-dp201	4,05	1:2,1	1,0	13,0	-	11,5	0,4	-	-	-	-	1:4,2
12a	dp201-dp205	-	1:2,2	0,9	9,8	-	5,0	0,5	-	-	-	-	-
12b	dp205-dp206	-	1:2,2	0,9	8,80	-	10,0	0,5	-	-	-	-	-
12c	dp206-dp212	-	1:2,2	0,9	9,8	-	5,0	0,5	-	-	-	-	-
12d	dp212-dp220	-	1:2,2	0,9	9,8	-	5,0	0,5	-	-	-	-	-