

Bewezen Sterkte Markermeerdijken

Geotechnische stabiliteit
en kostenschatting voor
stabiliteitsverbetering van
voormalige Zuiderzeedijken



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat



Dienst Weg- en Waterbouwkunde

3560

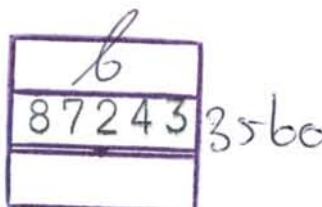


Rijkswaterstaat
directie IJsselmeergebied
bibliotheek
postbus 600
8200 AP IJlstad

Bewezen Sterkte Markermeerdijken

Geotechnische stabiliteit en kostenschatting voor
stabiliteitsverbetering van voormalige Zuiderzeedijken

december 2000



Colofon

Uitgegeven door: Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde

Informatie: Ir. P.J.L. Blommaart
Telefoon: 015-251 82 99
Fax: 015-251 85 68
E-mail: p.j.l.blommaart@dww.rws.minvenw.nl

Uitgevoerd door: Infram B.V.
Postadres: Postbus 81, 3890 AB Zeewolde
Bezoekadres: Patroonsweg 29, 3892 DA Zeewolde
Telefoon: 036-521 80 20
Fax: 036-522 56 77
Internet: www.infram.nl

Bijdragen van: Fugro Ingenieursbureau B.V., Nieuwegein
WL I Delft Hydraulics, Delft
Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft

Datum: december 2000

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Opdracht	1
1.2	Kader	1
1.3	Probleemstelling en doelstelling	4
1.4	Methodiek en uitgangspunten	5
1.5	Leeswijzer	9
2	Hydraulische gegevens en randvoorwaarden	10
2.1	Historische waterstanden	10
2.1.1	Aanwezige hydraulische gegevens	10
2.1.2	Analyse historische waterstanden	11
2.2	Maatgevende Hoog Waters	13
2.3	Vergelijking hydraulische belastingen	16
2.4	Duur van extreme meerpeilen in het Markermeer	18
3	Dijkprofielen	20
3.1	Historische dijkprofielen	20
3.2	Actuele profielen	20
3.3	Vergelijking dijkprofielen	21
4	Analyse geotechnische stabiliteit	23
4.1	Bewezen sterkte voor maatgevende storm	23
4.2	Geotechnische sterkte bij een hoog meerpeil	26
5	Bijstelling kostenraming	28
5.1	Bijstelling op basis van bewezen sterkte	28
5.2	Invloed hoog meerpeil op de kostenraming	30
6	Aanverwante zaken	32
6.1	Marken	32
6.2	Invloed normstelling op dijkhoogten en MHW's	33
6.3	Kunstwerken	35
6.4	Consequenties keuze meerpeilstatistiek	36
6.5	Hoogwaterstanden op de Eem	39
7	Conclusies en aanbevelingen	41
	Referenties	44
	Bijlagen	
	Tabellen	
	Figuren	
A	Lijst met toegeleverde gegevens	
B	Beoordeling kunstwerken	
C	Keuze meerpeilstatistiek HYDRA-M voor het Markermeer	
D	Samenstelling van Stuurgroep en Begeleidingsgroep Markermeer	

1 Inleiding

1.1 Opdracht

Met de brief van 11 maart 1999 en kenmerk AK 991249 heeft de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van de Rijkswaterstaat aan Infram gevraagd offerte uit te brengen voor een studie naar bewezen sterkte met betrekking tot geotechnische stabiliteit van de Markermeerdijken, die voorheen hebben gediend als Zuiderzeedijken. Op 1 april 1999 is offerte uitgebracht met kenmerk i221v990331 en opdracht is verleend op 7 juli 1999 middels overeenkomstnummer DWW-1588 en kenmerk AG 993315.

Met de brief van 27 juli 1999 en kenmerk AK/99375 is gevraagd meerwerk te offren met betrekking tot de rapportage, het eiland Marken en een bijstelling van de kostenraming voor dijkverbeteringen. De offerte is uitgebracht op 29 juli 1999 met kenmerk i221v990729 en opdracht is verleend op 9 september 1999 met kenmerk AK/994518 en overeenkomstnummer DWW-1588A.

Bovenstaand werk is uitgevoerd van juli tot en met november 1999 onder leiding van dr. ir. J.W. van der Meer en met medewerking van ir. J. Wouters, ir. L. P. Schouwstra en W. Veenendaal. Wat betreft de inbreng van geotechnische aspecten is gebruik gemaakt van de DWW-projectbegeleider ir. P.J.L. Blommaart.

In november 1999 is van bovenstaand werk het conceptrapport opgeleverd. De afronding van het rapport heeft een jaar op zich laten wachten door externe toelevering van:

- de uitkomst van een vervolgstudie met betrekking tot de effecten van een extreme meerpeiltop die veel langer duurt dan een storm
- de uitkomst van een vervolgstudie naar de duur van extreme meerpeiltoppen
- de rapportage van een projectgroep omtrent kosten voor verbetering van kunstwerken

Met de brief van 20 oktober 2000 en kenmerk AK 005211 is gevraagd de afronding van de rapportage te offren met medeneming van de resultaten van de studies zoals boven genoemd. De offerte is uitgebracht op 23 oktober 2000 met kenmerk i221-001023-01 en opdracht is verleend met de brief van 3 november 2000 met kenmerk AK 005490.

De uitvoering van het onderzoek werd begeleid door een Stuurgroep en een Begeleidingsgroep, waarin vertegenwoordigers zitting hadden van verschillende betrokken overheden en diensten.

1.2 Kader

Bij de behandeling van de ontwerp Wet op de waterkering in de Tweede Kamer kwam de vraag aan de orde of het Markermeer al dan niet zou moeten worden beschouwd als buitenwater. Tussen het Rijk enerzijds en de betrokken provincies en waterschappen rondom het Markermeer anderzijds bleef tot aan

de parlementaire goedkeuring van de wet verschil van inzicht bestaan over de vraag of het Markermeer moet worden opgenomen in de definitie van buitenwater in de Wet op de waterkering. Tijdens de wetsbehandeling in de Kamer is de motie Lilypaly c.s. aangenomen, waarin de regering werd verzocht om door een onafhankelijk deskundige een analyse te laten uitvoeren naar de effecten en de kansen van een dijkdoorbraak rondom het Markermeer, op grond waarvan opnieuw kon worden beoordeeld of het Markermeer een buitenwater is in de zin van de Wet op de waterkering.

Uit het inmiddels uitgevoerde Onafhankelijk Onderzoek Markermeer, 1998, blijkt:

- dat er geen bestuurlijke argumenten zijn voor of tegen het beschouwen van het Markermeer als buitenwater, en
- dat op technisch-inhoudelijke gronden het Markermeer als buitenwater aangemerkt zou moeten worden.

Wanneer het Markermeer als buitenwater aangemerkt zou worden, heeft dat consequenties voor de regelgeving en mogelijk voor de eisen waaraan de waterkeringen in dat geval zouden moeten voldoen. De discussie en het onderzoek naar het veiligheidsniveau valt buiten het kader van dit project en is inmiddels door de TAW en de staatssecretaris opgepakt, zie Tweede Kamer der Staten-Generaal, 1999.

Ervan uitgaande dat het veiligheidsniveau vaststaat, zullen verbeteringen van de waterkeringen rond het Markermeer nodig zijn. In het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer, 1998, is een schatting gemaakt van de daarmee gepaard gaande kosten. WLdelft hydraulics is daarbij uitgegaan van de op dit moment in de Wet vastgelegde normen, en heeft als uitgangspunt genomen dat de dijken uiteindelijk aan die normen moeten voldoen. Een uitzondering is gemaakt voor de Oostvaardersdijk, omdat voor de Oostvaardersdijk in een ander kader de afspraak is gemaakt dat een norm van 1/4.000 per jaar in plaats van 1/1.000 per jaar geldt.

De kosten voor *dijkhoogteverbetering* zijn waarschijnlijk beperkt (1,8 tot 2,3 miljoen euro / 4 tot 5 miljoen gulden). De studie Onafhankelijk Onderzoek Markermeer, 1998, heeft zich met name met de benodigde dijkhoogteverbetering bezig gehouden.

De geschatte kosten voor *geotechnische verbetering* (stabiliteit van de dijken) zijn geschat op basis van een globale inventarisatie (Fugro, 1998) die veel minder diep ging dan die voor dijkhoogteverbetering. De kosten voor geotechnische verbeteringen werden geschat op 124 miljoen euro (273 miljoen gulden) met een ruime marge van 25 tot 167 miljoen euro (54 tot 369 miljoen gulden).

De verbetering van de bekledingen liggen tussen 4,5 tot 15 miljoen euro (10 tot 34 miljoen gulden), exclusief de Oostvaardersdijk waar een aparte bestuursovereenkomst voor verbetering geldt.

De marge in de geschatte kosten voor geotechnische verbeteringen is groot. De ondergrens (-80%) is bepaald door de aannames dat de Markermeerdijken tijdens historische stormvloed (bijvoorbeeld in 1916) hoge belastingen al eerder hebben weerstaan en omdat verder geotechnisch onderzoek altijd positief op het geheel zal uitvallen. Misschien zijn de dijken rond het Markermeer al voldoende sterk en is geen verdere verbetering nodig. De bovengrens is gebaseerd op de normale onzekerheid in kostenschatting

(+35%). De marge in de kosten kan verkleind worden door meer onderzoek te laten uitvoeren, te beginnen met die van bewezen sterkte.

Ook de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen pleit voor het in beschouwing nemen van historische informatie. Zij schrijft daarover in haar advies aan de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat:

"De beoordeling van de stabiliteit van waterkeringen geschiedt aan de hand van de uitkomst van een berekening, waaraan gegevens over de dijk en de te verwachten belasting (waterstand en golven) ten grondslag liggen. Bij deze berekeningen wordt de werkelijkheid versimpeld, deels omdat de rekentechniek dit noodzakelijk maakt, deels omdat we de werkelijkheid niet goed kennen. Zo is bijvoorbeeld maar in heel weinig gevallen de precieze opbouw van het dijklichaam bekend. Bij deze vereenvoudiging van de werkelijkheid worden een aantal veiligheden ingebouwd, waardoor de rekenuitkomst naar de stabiliteit (of sterkte) doorgaans een onderschatting zal opleveren van de werkelijke stabiliteit. Om een betere indruk te krijgen van de werkelijke stabiliteit moet zo mogelijk aanvullend onderzoek worden uitgevoerd. Een van de mogelijkheden daartoe is de analyse van historische gegevens. Belangrijk is dan bijvoorbeeld te weten of de dijk vroeger waterstanden heeft gekeerd die 'rekentechnisch' niet gekeerd hadden kunnen worden.

De TAW acht het van belang dat bij de beoordeling van de waterkeringen zoveel mogelijk ook de historische informatie omtrent het gedrag van de dijk onder extreme omstandigheden wordt meegenomen. Ook in dit geval, waarbij twijfel is aan de stabiliteit van de dijken rond het Markermeer onder maatgevende omstandigheden, is het raadzaam na te gaan of er in het verleden situaties zijn opgetreden die van belang zijn bij de interpretatie van de rekenuitkomsten van nu. Juist omdat de oude Markermeerdijken, in het verleden, als Zuiderzeedijken, voor verschillende plaatsen al zwaarder belast zullen zijn dan onder de thans geldende maatgevende omstandigheden, is het zeker niet uitgesloten dat geconcludeerd kan worden dat de omvang van de (mogelijke) stabiliteitsproblematiek (veel) geringer is dan door WLdelft hydraulics is aangegeven. Dit zou kunnen betekenen dat met (veel) minder ingrijpende maatregelen kan worden volstaan."

De laatste zin onderschrijft overigens de conclusie van WLdelft hydraulics, want juist daarom is een ondergrens in de marge van de kostenschatting voor geotechnische stabiliteit genomen die maar 20% is van de gemiddelde schatting zonder verder onderzoek.

Figuur 1.1 geeft een kaart van het Zuiderzeegebied rondom 1900. Figuur 1.2 geeft het Markermeergebied met de waterkeringen waar het in deze studie omgaat:

- de dijk langs de west- en zuidzijde van het Markermeer (aansluiting Houtribdijk bij Enkhuizen - Hoorn - Edam - Amsterdam - Muiderberg), met uitzondering van de Diemerzeedijk.
- de dijk langs de zuidzijde van het Gooimeer (Muiderberg - Naarden).
- de Meentweg en Wakkerendijk ten westen van de Eem (Huizen - rijksweg A1).
- de Eemdijk en de Veen- en Veldendijk ten oosten van de Eem (gedeelte rijksweg A1 - Eemmeer).
- de dijk langs de zuidzijde van het Eemmeer (aansluiting op de Veen- en Veldendijk - Nijkerkersluis).
- de kade rond het eiland Marken.

1.3 Probleemstelling en doelstelling

De voormalige Zuiderzeedijken langs het Markermeer hebben in het verleden hogere waterstanden weerstaan dan de huidige maatgevende waterstanden (MHW). Deze informatie kan gebruikt worden voor de beoordeling van de huidige veiligheid van de dijken. In het kort komt het erop neer dat wanneer de opgetreden situatie extremer is dan wat thans maatgevend is **en** wanneer de dijk niet in ongunstige zin gewijzigd is, de veiligheid van de dijk als 'voldoende' beoordeeld kan worden voor het aspect stabiliteit. De 'bewezen sterkte' van de dijk is nu de sterkte van de dijk ten tijde van de opgetreden extreme situatie.

Vóór afsluiting van de Zuiderzee (1932) zijn waterstanden voorgekomen, die hoger zijn dan het huidige MHW's. De hoogste geregistreerde waterstanden zijn voorgekomen tijdens de storm van 13/14 januari 1916. Tijdens deze storm is een groot aantal dijksecties langs het huidige Markermeer beschadigd of bezweken, zodat hieraan geen informatie valt te ontleen omtrent de bewezen sterkte van de dijk. Tussen 1916 en 1922 is een massale dijkversterking uitgevoerd, zodat ook om deze reden de toestand van de dijk vóór deze verbetering moeilijk te vergelijken is met de huidige toestand. Tussen globaal 1920 en 1932 zijn echter nog enkele malen waterstanden voorgekomen, die hoger zijn dan de huidige MHW's. Deze stormen zijn door de voormalige Zuiderzeedijken langs het Markermeer weerstaan. In dit onderzoek wordt uitgegaan van de drie stormen die de hoogste waterstanden hebben gegeven.

Het onderzoek richtte zich op:

- de vergelijking van de hydraulische omstandigheden ten tijde van de opgetreden stormen van na 1920 en voor 1932 en de huidige hydraulische randvoorwaarden.
- de vergelijking van de toestand van de dijk ten tijde van deze stormen en de huidige toestand, leidend tot een conclusie omtrent bewezen sterkte.

In de conceptrapportage van 1999, welke een integraal onderdeel is van deze eindrapportage, kwam een aspect naar voren dat niet eerder was ingezien en dat nader onderzoek behoeft. In veel gevallen is een extreem hoog meerpeil, dat enige weken aanhoudt, maatgevend voor het MHW. Zo'n hoog meerpeil duurt veel langer dan een historische storm en deze situatie kan daarom niet als "bewezen" worden geacht. In de aanvullende fase van het onderzoek is daarom gekeken naar de sterkte van de dijken bij een langdurig hoog meerpeil.

Het uiteindelijke doel van dit onderzoek was:

- de *bijstelling van de kostenraming voor geotechnische stabiliteitsverbetering*, zoals deze is opgesteld in het kader van het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer, 1998. Uiteindelijk is deze bijstelling gebaseerd op zowel de methodiek van bewezen sterkte als een beoordeling van de sterkte bij een hoog meerpeil.

Tot slot moet worden gesteld dat dit rapport geen toetsing geeft van de oude Zuiderzeedijken en dat de normale toetsing volgens de Wet op de waterkering te zijner tijd moet worden uitgevoerd. In deze studie is het uiteindelijke doel de bijstelling van de eerdere kostenraming.

1.4 Methodiek en uitgangspunten

De methodiek van bewezen sterkte kan worden toegepast als een maatgevend hoogwater wordt veroorzaakt door een storm. De duur van zo'n storm komt ongeveer overeen met de duur van een historische storm. Deze methodiek van bewezen sterkte wordt hier eerst behandeld. Een andere maatgevende omstandigheid voor de sterkte van een dijk kan een hoog meerpeil zijn, waarbij niet of nauwelijks van storm sprake is. Deze situatie is afzonderlijk van de bewezen sterktemethodiek bekeken.

Wanneer een dijk in het verleden een zekere hoge belasting heeft weerstaan, dan zal diezelfde dijk een volgende keer ook die belasting kunnen weerstaan. Na de bouw van een dijk wordt de dijk door zetting van de grond en drainage van het grondwater in de loop van de tijd sterker. Dit proces loopt bij iedere dijk in theorie tot in het oneindige door. Van het profiel van een verbeterde dijk, waarvan het oorspronkelijke profiel (vrijwel) intact is gebleven, kan bewezen worden of hij sterker is geworden door de stabiliteitsfactor van het oude en het nieuwe profiel te vergelijken. Zo'n vergelijking valt buiten het huidige onderzoek.

De geotechnische bezwijkmechanismen die in beschouwing worden genomen zijn macrostabiliteit, inclusief opdrijven, en piping. De waterstand is bepalend voor wat betreft deze faalmechanismen. Daarom zal de studie zich vooral op waterstanden richten. Golfwerking is niet van belang voor deze faalmechanismen en hoeft dus niet in de analyse te worden beschouwd, dit in tegenstelling tot de bepaling van benodigde kruinhoogten.

In de eerste fase van het onderzoek werd aangenomen dat hoogwaters van vroeger en MHW's van nu vergelijkbaar waren als de waterstanden vergelijkbaar waren. In principe werd verondersteld dat de MHW's van nu ook door storm en opwaaiing zouden worden bepaald, net als de stormen van vroeger. Tijdens de studie is gebleken dat ook hoge meerpeilen kunnen voorkomen zonder storm. Bij hoge afvoeren van de IJssel en noordwestelijke wind (niet kunnen spuien) is het mogelijk dat de meerpeilen in IJssel- en Markermeer hoog oplopen. Zo'n hoog meerpeil duurt enkele weken en is daarom ook niet te vergelijken met een historische storm. Wat betreft een hoog meerpeil kan dan ook niet de methode van bewezen sterkte worden aangehouden.

In de afrondingsfase van dit onderzoek is daarom een hoog meerpeil anders behandeld dan een hoge waterstand door een storm. In feite kan een hoog meerpeil volgens vigerende leidraden (Leidraad Toetsen op Veiligheid) worden getoetst. Er is daarom een tweedeling gemaakt in dit rapport. De methode van bewezen sterkte, waarvan de uitgangspunten hieronder worden uiteengezet, geldt voor een stormbepaald MHW. Een hoog meerpeil wordt behandeld in aparte paragrafen.

Het onderzoek richt zich uitsluitend op de binnenwaartse macrostabiliteit van de dijk en piping en **niet** op:

- *de buitenwaartse stabiliteit*. Deze komt slechts dan in het geding, wanneer de buitenwaterstand snel daalt. Eventueel bezwijken van het buitentalud zal dan niet leiden tot inundatie van het achter de dijk gelegen gebied, doordat de buitenwaterstand dan aanzienlijk lager zal zijn dan MHW en doordat een buitenwaarts bezwijken over het algemeen geschiedt langs een oppervlakkige glijcirkel, zodat een ruim restprofiel overblijft. Er wordt vanuit gegaan dat voldoende tijd beschikbaar is om de schade te herstellen, voordat zich een nieuw hoogwater voordoet. Dit aspect is veel meer voor rivierdijken van belang.
- *de bekleding*. Toetsing hiervan geschiedt in het kader van het Project Landelijke Inventarisatie Steenbekledingen (PLIS).
- *kunstwerken*. Vanuit de begeleidingsgroep Markermeer is een projectgroep samengesteld, die uitgezocht heeft in hoeverre de bewezen sterkte van de kunstwerken gebruikt kan worden bij de beoordeling van de veiligheid van de kunstwerken en met de raming van de kosten voor eventuele aanpassing. De resultaten van deze studie zijn opgenomen in bijlage B en een samenvatting is gegeven in paragraaf 6.3.

Voor dit onderzoek worden geen stabiliteitsberekeningen uitgevoerd. Vergelijking van de bewezen sterkte met de huidige sterkte geschiedt door vergelijking van de respectieve dwarsprofielen.

De problematiek van bewezen sterkte is nog niet geheel uitgekristalliseerd. Daarom worden hier de overwegingen gegeven die uiteindelijk leiden tot de conclusie dat voor de Markermeerdijken de methode van bewezen sterkte mag worden toegepast voor macrostabiliteit en piping, onder de voorwaarde dat over storm wordt gesproken en niet over een hoog meerpeil.

(a) Verhang van het freatisch niveau over het dwarsprofiel

Aangenomen wordt dat het verschil tussen het polderpeil voor 1932 en nu kleiner is dan het verschil in de opgetreden historische waterstand en de huidige MHW. Dit betekent dat het verhang van het freatisch niveau (grondwaterstand) over het dwarsprofiel tijdens MHW-omstandigheden kleiner is dan tijdens historische stormen.

(b) Stijghoogte van het eerste watervoerend pakket

Aangenomen wordt dat de doorlatendheid van het eerste watervoerend pakket niet is toegenomen sinds 1932 en dat de intredeweerstand buitendijks is toegenomen ten gevolge van de afzetting van slib na afsluiting van de Zuiderzee.

Doordat de buitenwaterstand bij MHW-omstandigheden lager is dan tijdens historische stormen **en** doordat de doorlatendheid van het eerste watervoerend pakket eerder zal zijn afgenomen dan toegenomen **en** doordat de intredeweerstand zal zijn toegenomen, zal de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket bij MHW-omstandigheden ter plaatse van het achterland lager zijn dan tijdens historische stormen.

(c) *Afsluitend pakket*

Het afsluitend pakket zal ter plaatse van het achterland zijn ingeklonken, als gevolg van polderpeilverlaging, kruip, samendrukking door eigen gewicht, etc.

Voor de grond van het afsluitend pakket (klei/veen) geldt dat het volumegewicht boven het freatisch niveau (grondwaterstand) gelijk is aan het volumegewicht onder het freatisch niveau. Het in rekening te brengen totaalgewicht van het afsluitend pakket is dus onafhankelijk van de ligging van het freatisch niveau.

Indien de grond van het afsluitende pakket is ingeklonken sinds 1932, dan is het totaalgewicht van de grond gelijk gebleven. Bij inklinken neemt dezelfde massa een kleinere ruimte in.

Indien het dwarsprofiel niet in ongunstige zin gewijzigd is geldt het volgende:

Macrostabiliteit binnenwaarts: afschuiving

Het aandrijvend moment wordt bepaald door het gewicht van de door de glijcirkel ingesloten moot grond, door vrij water (boven maaiveld) en door externe belastingen. Het tegenwerkend moment wordt bepaald door de maximaal te mobiliseren schuifweerstand langs het glijvlak.

Doordat het freatisch niveau bij MHW-omstandigheden lager is dan tijdens historische stormen zal de waterspanning in de dijk lager zijn en doordat het polderpeil sinds 1932 gedaald is, zal de waterspanning in de grond achter de dijk eveneens lager zijn. Hierdoor neemt de effectieve spanning in de grond toe en dus ook de schuifsterkte langs het glijvlak. Het tegenwerkend moment bij MHW-omstandigheden zal dus groter zijn dan tijdens de historische stormen.

Het gewicht van de ingesloten moot grond zal sinds 1932 niet veranderd zijn (b). Doordat het polderpeil verlaagd is sinds 1932, zal vrij water in de sloten nu een kleiner aandeel hebben in het aandrijvend moment dan voor 1932, dientengevolge zal het aandrijvend moment iets zijn afgenomen.

Doordat het aandrijvend moment bij MHW-omstandigheden nagenoeg gelijk of iets kleiner is dan tijdens de historische stormen en doordat het tegenwerkend moment bij MHW-omstandigheden groter is dan tijdens de historische stormen, is de kans op afschuiving bij MHW-omstandigheden kleiner dan tijdens historische stormen.

Macrostabiliteit binnenwaarts: opdrijven

Opdrijven wordt bepaald door de verticale balans tussen het gewicht van het afsluitende pakket (inclusief grondwater) en de opwaartse druk van het water in het eerste watervoerend pakket. De opwaartse kracht wordt bepaald door de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket. Doordat de stijghoogte bij MHW-omstandigheden lager zal zijn dan tijdens de historische stormen (a) zal de opwaartse kracht bij MHW-omstandigheden kleiner zijn dan tijdens de historische stormen. De neerwaartse kracht door het gewicht van het afsluitende pakket is gelijk gebleven (b).

Doordat de opwaartse kracht kleiner zal zijn en doordat de neerwaartse kracht ongeveer gelijk gebleven zal zijn, zal de kans op opdrijven bij MHW-omstandigheden kleiner zijn dan tijdens de historische stormen.

Piping

De volgorde van gebeurtenissen die tot piping leiden, zijn:

- door opdrijven bolt het afsluitend pakket iets op, waardoor grondbreuk ontstaat.
- door de ontstane scheurtjes zoekt spanningswater uit het eerste watervoerend pakket zich een weg naar het maaiveld.
- door erosie van deze kwelweg ontstaat een kanaal tussen het eerste watervoerend pakket en het maaiveld; het opbarstkanaal.
- het geërodeerde materiaal uit het opbarstkanaal wordt meegevoerd door de kwelstroom en afgezet rond de uitstroomopening.
- door de uit het eerste watervoerend pakket uittredende kwel worden zanddeeltjes vanuit het eerste watervoerend pakket naar het opbarstkanaal getransporteerd.
- het opbarstkanaal wordt gevuld met zand in gefluidiseerde toestand. Hierdoor neemt de stromingsweerstand in het opbarstkanaal toe.
- er zijn nu twee mogelijkheden: door de toegenomen stromingsweerstand neemt de stroomsnelheid van het water aan het begin van het opbarstkanaal zodanig af dat het erosieproces van het eerste watervoerend pakket stopt of de stroomsnelheid van het water aan het begin van het opbarstkanaal neemt onvoldoende af om het erosieproces van het eerste watervoerend pakket te stoppen. In het eerste geval zal de wel schoon water gaan produceren. In het tweede geval zal zand door de kwelstroom via het opbarstkanaal naar het maaiveld worden getransporteerd en rond de wel worden afgezet.
- door de erosie ontstaan kanaaltjes (pipes) in het eerste watervoerend pakket, direct onder het afsluitend pakket.
- bij voldoende groot verhang van het freatisch niveau over het dwarsprofiel zullen de ontstane erosiekanaaltjes blijven groeien, tot ze het buitenwater bereiken (terugschrijdende erosie). Er is dan een open verbinding tussen het buitenwater en het uitredpunt, waarmee piping een feit is.

De kans op piping bij MHW-omstandigheden is kleiner dan tijdens historische stormen, doordat:

- de kans op opdrijven kleiner is bij MHW-omstandigheden dan tijdens historische stormen
- het verhang van het freatisch niveau over het dwarsprofiel bij MHW-omstandigheden kleiner is dan tijdens historische stormen.

Bovenstaande overwegingen en conclusies leiden ertoe dat in deze studie onder bewezen sterkte wordt verstaan de geotechnische stabiliteit met betrekking tot macrostabiliteit van het binnentalud, inclusief opdrijven, en piping, onder stormcondities. Zodra historische waterstanden (aanzienlijk) hoger zijn geweest dan de MHW (bij stormomstandigheden en niet bij een hoog meerpeil) en de historische en actuele dijkprofielen vrijwel gelijk zijn en niet in ongunstige zin zijn veranderd, dan kan het dijkprofiel als "voldoende" worden beschouwd volgens de Leidraad Toetsen op Veiligheid.

Bovenstaande methodiek is aangehouden in de studie. In de toekomst zal een Technisch Rapport Actuele sterkte worden uitgebracht, waarbij uitgangspunten mogelijk gewijzigd zullen worden ten opzichte van deze studie.

Tot slot kan nog gewezen worden op een opmerkelijk verschil tussen de methode van bewezen sterkte en de toetsing op overhoogte en restbreedte bij een hoog meerpeil. Bij bewezen sterkte wordt ervan uitgegaan dat de dijk sterkt genoeg is en blijft staan. Bij de toetsing op overhoogte en restbreedte wordt niet het feitelijk gedrag van de dijk beoordeeld, maar wordt ervan uitgegaan dat het binnentalud niet stabiel is. Bij het afschuiven van het binnentalud wordt dan bekeken of het deel van de dijk dat blijft staan nog hoog en sterk genoeg is om het water te keren. Het wil niet zeggen dat het afschuiven daadwerkelijk gebeurt. Alleen wordt getoetst of bij zo'n situatie de dijk nog sterk genoeg is.

1.5 Leeswijzer

Het kader van de studie, de probleemstelling, de doelstelling, de methodiek en uitgangspunten zijn in dit hoofdstuk al aan bod gekomen, waarbij duidelijk is gemaakt dat bewezen sterkte wordt toegepast bij maatgevende stormen en waarbij een hoog meerpeil afzonderlijk wordt bekeken. In hoofdstuk 2 worden de hydraulische gegevens behandeld, eerst de historische waterstanden, dan de actuele MHW's en daarna een vergelijking van de twee. De laatste paragraaf van hoofdstuk 2 wordt gewijd aan de duur van een mogelijk extreem hoog meerpeil.

Hoofdstuk 3 is net zo opgebouwd als hoofdstuk 2, maar nu worden de dijkprofielen van een groot aantal dijkvakken beschouwd. Dus eerst historische gegevens, dan de actuele profielen en tenslotte de vergelijking. In hoofdstuk 4 wordt dan de methode van bewezen sterkte uitgewerkt (paragraaf 4.1) en ook de aanpak bij een extreem hoog meerpeil (paragraaf 4.2).

In hoofdstuk 5 wordt de kostenraming bijgesteld, het doel van deze studie.

In hoofdstuk 6 wordt een redelijk aantal aanverwante zaken behandeld die voor en tijdens de studie naar voren kwamen. Dit is het wel of niet kunnen toepassen van de methode van bewezen sterkte voor Marken; de invloed van een andere normstelling dan de huidige voor de dijkringgebieden 44, 45 en 46 (bijvoorbeeld van 1/1.250 per jaar naar 1/4.000 per jaar; een globale toets op de kunstwerken met bijbehorende kostenschatting voor verbeteringen; een overzicht van consequenties bij de keuze van een meerpeilstatistiek; en tot slot een nadere studie naar MHW's op de Eem.

Tot slot worden in hoofdstuk 7 de conclusies en aanbevelingen gegeven.

In bijlage A is een lijst opgenomen met al de voor deze studie toegeleverde gegevens. Het rapport omtrent de beoordeling van kunstwerken, samengevat in paragraaf 6.3, is volledig weergegeven in bijlage B. Bijlage C motiveert de keuze voor de een meerpeilstatistiek voor het rekenmodel HYDRA-M, zoals dat voor het Markermeer zou moeten worden toegepast. Tot slot zijn in bijlage D de leden van Stuurgroep en Begeleidingsgroep Markermeer gegeven.

2 Hydraulische gegevens en randvoorwaarden

2.1 Historische waterstanden

2.1.1 Aanwezige hydraulische gegevens

De Zuiderzee werd in 1932 afgesloten door de Afsluitdijk, waarna eerst een groot IJsselmeer ontstond en later een kleiner IJsselmeer door inpoldering (Noordoostpolder en Flevoland) en weer later door het bouwen van de Houtribdijk tussen Enkhuizen en Lelystad, waardoor het Markermeer ontstond. De zwaarste storm in de Zuiderzee tussen 1900 en 1932 was ongetwijfeld die van 13 en 14 januari 1916. Bij deze storm ontstonden tal van dijkdoorbraken langs de hele Zuiderzeekust en raakten veel dijken beschadigd zonder te bezwijken. De schade bestond hoofdzakelijk uit afschuivingen van het binnentalud door hevige golfoverslag over de kruin van de dijk.

Na 1916 werd een versterkingsplan uitgevoerd voor de meeste dijken langs de Zuiderzee. Zo ook voor het gedeelte van het huidige Markermeer, van Enkhuizen tot Nijkerk. Deze versterkingen vonden plaats tussen 1916 en ongeveer 1925. Soms werd de versterking direct aangepakt, soms was dit, door meningsverschillen over ontwerp en kosten, een aantal jaren later. Op de Zuiderzee hebben na deze versterkingen nog enkele stormen gewoed die door stormopzet voor redelijk hoge waterstanden hebben gezorgd. Wel niet zo hoog als in 1916, maar toch zo hoog dat ze de Maatgevende Hoog Waters (MHW's) soms aanzienlijk overtreffen.

In veel gevallen is na de afsluiting van de Zuiderzee weinig meer gedaan aan de voormalige en huidige IJsselmeer- en Markermeerdijken: de Zuiderzee was immers getemd. Dit houdt ook in dat waarschijnlijk in veel gevallen de dijk er momenteel nog net zo bij ligt als zeventig jaar geleden, behoudens enige zetting. In dat geval is de toetsing via de methode bewezen sterkte zeer interessant.

In deze paragraaf worden de historisch opgetreden waterstanden op de Zuiderzee beschreven. Hierbij gaat het om waterstanden *na de dijkversterkingen van 1916* en voor de afsluiting in 1932. Globaal dus de periode 1920 – 1932.

Het Rijksinstituut voor Kust en Zee van de Rijkswaterstaat (RIKZ) beheert de in Nederland gemeten waterstanden op zee. Waterstanden gemeten voor 1960 zijn in de zestiger jaren op microfilm gezet en deze films kunnen ter beschikking worden gesteld. Uit de Tienjarige Overzichten 1911 – 1920 en 1921 – 1930 zijn de hoogste waterstanden gehaald voor de locaties die langs het Markermeer zijn gelegen. Onderstaand is het overzicht gegeven met waterstanden in cm +NAP.

	13/14 jan. 1916	3 dec. 1917	7 nov. 1921	25 nov. 1925	26 nov. 1928
Enkhuizen	241	221	191	137	206
Hoorn	263	220	236	161	211
Oranjesluizen	284	249	258	223	220
Muiden	267	215	258	230	218
Nijkerk	325	290	295	260	236

Niet van alle bovenstaande locaties zijn registraties beschikbaar. In het Markermeergebied zijn microfilms aanwezig met registraties van Enkhuizen, Muiden en Nijkerk. Daarnaast zijn er ook registraties aanwezig van andere locaties in de voormalige Zuiderzee. Om een goed beeld te krijgen van het verloop van de waterstanden voor deze stormen in het grootste deel van de Zuiderzee, zijn registraties van de volgende locaties van microfilm gehaald: Medemblik, Enkhuizen, Muiden, Nijkerk, Elburg, Schokland, Stavoren en Lemmer.

Een afdruk van zo'n microfilm is als voorbeeld gegeven in figuur 2.1 voor de zeehaven bij Nijkerk en wel voor de storm van 7 november 1921. In deze figuur heeft de verticale as twee schalen met een verspringing van 2,50 m. Op de horizontale as worden de uren gegeven. Voor het linkerdeel van de grafiek, de aanloop van de storm, is deze as NAP. Voor het rechterdeel, met de uiteindelijke top van 2,95 m +NAP, is dit 2,50 m +NAP.

Alle van belang zijnde registraties zijn opgemeten en in een Excel-werkblad gezet. Omdat de storm van 1917 kwam voordat veel dijken waren versterkt, is deze storm verder buiten beschouwing gelaten. Figuren 2.2 – 2.5 geven het waterstandsverloop voor bovengenoemde locaties voor de stormen van 1916 (ter vergelijking), 1921, 1925 en 1928.

2.1.2 Analyse historische waterstanden

De waterstandsverlopen van figuren 2.3 – 2.5 zijn gebruikt om de historische waterstanden langs de hele Markermeerkust te bepalen. Als eerste is de stand van het wateroppervlak in de Zuiderzee bepaald op de piek van de storm. Daartoe zijn tussen de stations waar de waterstand werd gemeten, rechte lijnen getrokken, zie figuur 2.6. Deze lijnen werden in vier gelijke stukken verdeeld. Daarna werd verondersteld dat tussen de stations een lineair verband aanwezig was met betrekking tot de waterstand op dat moment. Dit levert een aantal waterstanden op in de Zuiderzee, zoals dat is aangegeven in figuur 2.7. Vervolgens werden op het oog isolijnen getrokken voor gelijke waterstand, dit zijn de stippellijnen in figuur 2.7.

De isolijnen van gelijke waterstand zijn gegeven in figuren 2.7 – 2.9 voor de stormen van 1921, 1925 en 1928. Alhoewel in het zuidelijk deel van de Zuiderzee niet alle isolijnen precies evenwijdig lopen, kan toch wel een redelijk gemiddelde schatting van de richting van de isolijnen worden gemaakt. In feite is het deel van de Zuiderzee dat ten westen van de lijn Enkhuizen – Nijkerk ligt (gearceerd in de figuren) bepalend voor de Markermeerdijken. De windrichting wordt verondersteld loodrecht te staan op de richting van de isolijnen. Op de piek van elke storm werden de volgende richtingen voor de isolijnen en bijbehorende windrichtingen bepaald.

<i>Storm</i>	<i>richting isolijnen [° t.o.v. noord]</i>	<i>windrichting [° t.o.v. noord]</i>
7 november 1921	82	352
25 november 1925	98	8
26 november 1928	49	319

De windrichtingen komen (natuurlijk) redelijk overeen met de richtingen die tijdens de stormen werd gemeten. De op deze manier bepaalde richtingen van de isolijnen zijn gebruikt om voor alle locaties langs de Markermeerdijken het verloop van de waterstand te bepalen. In eerste instantie is uitgegaan van de dijklocaties die in het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (WLdelft hydraulics, 1998) zijn gebruikt. Een overzicht van deze locaties is gegeven in figuur 2.10. In deze overzichtsfiguur zijn de deelfiguren aangegeven (figuren 2.11 – 2.19) waarin de precieze locatie van het dijkprofiel met nummer en ook de richting loodrecht op de as van het dijkvak.

In Noord-Holland bestaat het dijkprofielnummer uit een dijkvaknummer (d18 – d30) gevolgd door een profielnummer. Zo is bijvoorbeeld in figuur 2.13 het dijkprofielnummer d20-60 gegeven. Voor tussenliggende profielnummers kan in de figuur rechtlijnig worden geïnterpoleerd. De locaties voor het Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen van Noord-Hollands Noorderkwartier (USHN) zijn gegeven in figuren 2.11 – 2.16. Die van Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht zijn gegeven in figuren 2.16 en 2.17. Tenslotte zijn de locaties voor het Waterschap Vallei en Eem gegeven in figuren 2.18 en 2.19.

In figuur 2.20 is de wijze gegeven waarop het waterstandsverloop werd bepaald voor alle dijklocaties. In deze figuur is als voorbeeld de storm van november 1925 genomen. De wind kwam vrijwel uit het noorden en de richting van de isolijnen was 98°. Voor de bepaling van de waterstanden ten noorden van Muiden is lijn Enhuizen – Muiden van belang, voor locaties ten zuiden van Muiden is dit de lijn Muiden – Nijkerk. De twee lijnen werden in een redelijk aantal gelijke stukjes verdeeld en er werden lijnen getrokken evenwijdig aan de bepaalde richting van de isolijn.

In figuur 2.20 is dijklocatie d23-76 als voorbeeld gegeven. Een isolijn door deze locatie snijdt de lijn Enhuizen – Muiden. De afstand van Enhuizen naar dit snijpunt is 0,481 maal de afstand van Enhuizen naar Muiden en geeft daarmee de ratio die kan worden gebruikt voor interpolatie tussen waterstanden. Voor alle dijklocaties zijn de ratio's bepaald, hetzij tussen de lijn Enhuizen – Muiden, of tussen Muiden en Nijkerk.

Het waterstandsverloop voor de stations Enhuizen, Muiden en Nijkerk, zoals dat is gemeten voor de drie stormen van 1921, 1925 en 1928, is respectievelijk gegeven in figuren 2.21 – 2.23. Met de gevonden ratio's is voor elk tijdstip en voor elke locatie een tussenliggende, geïnterpoleerde waarde gevonden voor de waterstand. Figuur 2.24 geeft nogmaals de gemeten waterstanden in het huidige Markermeergebied voor de storm van november 1925, maar nu is ook de berekende waterstand van dijklocatie d23-76 gegeven. Deze ligt tussen de gemeten waarden van Enhuizen en Muiden in (met de ratio 0,481).

Tenslotte is voor elke dijklocatie het berekende waterstandsverloop geanalyseerd. Er werden drie gegevens bepaald:

- de maximum opgetreden waterstand
- de duur dat de waterstand boven +2,0 m NAP is gebleven
- de duur dat de waterstand boven +1,5 m NAP is gebleven

Deze gegevens zijn in tabel 2.1 samengevat. In de eerste kolommen van tabel 2.1 is de dijklocatie gegeven met enkele lengtekenmerken. In de volgende kolommen worden bovenstaande gegevens gegeven voor de drie beschouwde stormen. Het maximum van de drie stormen is vet gedrukt.

Uit tabel 2.1 kan het volgende worden samengevat omtrent historische gegevens: de maximale waterstand is overal boven +2 m NAP geweest, bij Nijkerk zelfs bijna +3 m NAP. Een waterstand hoger dan +2 m NAP heeft 2 – 8 uur geduurd, een waterstand boven +1,5 m NAP ongeveer een etmaal.

2.2 Maatgevende Hoog Waters

In het IJsselmeer en Markermeer kunnen Maatgevende Hoog Waters (MHW's) worden bepaald met het rekenmodel HYDRA-M. Dit model is door RIZA ontwikkeld en is gebruikt en beschreven in het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998). Het model HYDRA-M is een statistisch naverwerkingsprogramma voor het toetsen van dijken. Het berekent de overschrijdingsfrequentielijnen voor bijvoorbeeld de waterstand en het 2%-golfoplooppniveau. In de onderhavige studie gaat het om de waterstand, omdat deze van belang is voor de geotechnische faalmechanismen.

Het rekenmodel HYDRA-M voor het IJsselmeer is door de Minister vastgesteld als model te gebruiken voor de toetsing van dijken in het IJsselmeer. Aangezien het Markermeer ten tijde van de studie nog geen buitenwater was, was ook het model HYDRA-M dat in de studie werd gebruikt geen officieel vastgesteld rekenmodel. De verwachting is echter dat het rekenmodel dat in de toekomst zal worden gebruikt, niet of nauwelijks zal afwijken van de versie die in de studie is gebruikt. Een daadwerkelijke toetsing van de Markermeerdijken volgens de Leidraad Toetsen op Veiligheid dient met een door de Minister vastgesteld HYDRA-M te gebeuren.

Als invoer voor het programma om MHW's te kunnen berekenen dienen gegevens als waterstanden en golven voor de dijk als functie van meerpeil en windsnelheid en -richting, en de statistieken van meerpeil en wind. Deze basisgegevens zijn voor het Markermeer allemaal in bovengenoemd Onafhankelijk Onderzoek Markermeer bepaald en beschreven. De enige te kiezen en te beïnvloeden variabele is de meerpeilstatistiek (de windstatistiek, de opwaaiing bij gegeven wind en gegeven meerpeil liggen vast). In het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer is hier uitgebreid aandacht aan besteed. Er zijn 10 verschillende scenario's berekend, voor zowel het IJsselmeer als Markermeer. Deze zijn:

1. De huidige situatie
2. De verwachte klimaatsveranderingen over 50 jaar wat betreft zeespiegelrijzing, verandering van neerslag en verandering van IJsselafoer
3. Het verdubbelen van de spuicapaciteit voor de spuisluizen in de Afsluitdijk, Houtribdijk, bij IJmuiden en Schellingwoude
4. Het verdubbelen van de spuicapaciteit in combinatie met de klimaatsveranderingen
5. Het gedeeltelijk inpolderen van het Markermeer in combinatie met klimaatsveranderingen
6. Een wijziging van het streefpeil van -0,40 m NAP naar -0,20 m NAP, inclusief klimaat
7. De huidige situatie, zonder aflat IJsselmeer – Markermeer

8. De verwachte klimaatsveranderingen over 50 jaar wat betreft zeespiegelrijzing, verandering van neerslag en verandering van IJsselafvoer, zonder aflat IJsselmeer - Markermeer
9. Het verdubbelen van de spuicapaciteit voor de spuisluisen in de Afsluitdijk, Houtribdijk, bij IJmuiden en Schellingwoude, zonder aflat IJsselmeer - Markermeer
10. Het verdubbelen van de spuicapaciteit in combinatie met de klimaatsveranderingen, zonder aflat IJsselmeer - Markermeer

In de eerste zes scenario's wordt bij extreem hoog water op het IJsselmeer water afgelaten naar het Markermeer. In de laatste vier scenario's is dit niet het geval. Voor elk scenario werd de meerpeilstatistiek bepaald. Een aantal scenario's bleek onderling weinig te verschillen, waardoor uiteindelijk per meer drie karakteristieke meerpeilstatistieken onstonden: een lage (LMS), midden (MMS) en hoge meerpeilstatistiek (HMS).

In feite zorgt een zwaardere belasting (zoals klimaatsveranderingen) voor hogere meerpeilen, positieve maatregelen (zoals verdubbeling spuicapaciteit) voor lagere meerpeilen en combinaties voor handhaving van de huidige meerpeilen. Het niet aflaten van water naar het Markermeer bij extreem hoog water op het IJsselmeer zorgt altijd voor redelijk lage meerpeilen op het Markermeer. In die zin is het Markermeerpeil redelijk beheersbaar.

De drie meerpeilstatistieken zijn gegeven in figuur 2.25. In deze figuur valt op dat de lijnen voor het IJsselmeer redelijk dicht bij elkaar liggen (de afvoer van de IJssel zorgt altijd voor behoorlijk hoge meerpeilen) en dat die voor het Markermeer een grote spreiding vertonen. De huidige situatie (scenario 1) geeft zowel voor IJsselmeer als Markermeer de midden meerpeilstatistiek. Het klimaatscenario 2 geeft in beide gevallen de hoge meerpeilstatistiek. Als niet water wordt afgelaten op het Markermeer (scenario's 7 en 8) blijft de situatie voor het IJsselmeer hetzelfde: midden of hoge meerpeilstatistiek. Voor het Markermeer wordt dan in beide gevallen de lage meerpeilstatistiek gevonden.

Voor het feitelijk toetsen van dijken wordt de huidige situatie aangehouden. Dit betekent voor het IJsselmeer de midden meerpeilstatistiek. Voor het Markermeer is de keus de midden of de lage meerpeilstatistiek, afhankelijk van het wel of niet aflaten van water op het Markermeer bij extreem hoog water op het IJsselmeer. Op consequenties voor de keuze van een meerpeilstatistiek wordt in paragraaf 2.5 teruggekomen. In de onderhavige studie zijn de tien scenario's uit het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer aangehouden en worden ook de MHW's voor alle drie de meerpeilstatistieken bepaald.

Voor elke dijklocatie in het Markermeer en voor elk van de drie meerpeilstatistieken is de MHW bepaald. De berekeningen zijn binnen deze studie uitgevoerd door WILdelft hydraulics op identieke wijze als in het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998). De MHW's zijn bepaald voor de gegeven normfrequenties van de dijkkringgebieden:

- dijkkringgebied 13: 1/10.000 per jaar
- dijkkringgebieden 44, 45 en 46: 1/1.250 per jaar

HYDRA-M levert het zogenaamde ontwerppunt. Dit is de combinatie van meerpeil en wind met de grootste kansbijdrage aan het overschrijden van de normfrequentie. In vrijwel alle gevallen is het ontwerppunt of "windbepaald" of "meerpeilbepaald". Windbepaald wil zeggen dat bij een meerpeil in de buurt van het streefpeil een zeer zware storm door hoge opwaaiing voor de MHW

zorgt. De duur van zo'n top komt redelijk overeen met de duur van een historische storm.

Meerpeilbepaald wil zeggen dat de kans op MHW door een extreem meerpeil wordt gegeven, waarschijnlijk bij lage of afluiddige wind. Dit kan in het Markermeer vooral voorkomen bij de dijkvakken die door oostelijke wind worden aangevallen (tussen Enkhuizen en Amsterdam). De relatief zwakke oostenwind ten opzichte van de westelijke sector kan dan geen opwaaiing veroorzaken die hoger is dan een zeer extreem meerpeil. Bij zo'n hoog meerpeil is het waarschijnlijk dat er westelijke windrichtingen zijn (dus afluiddig), want onder die windrichtingen kan er niet gespuid worden en loopt het meerpeil op. Een wezenlijk verschil tussen een wind- of meerpeilbepaald ontwerp punt is dat een hoog meerpeil een veel langere duur heeft (orde weken) dan een hoge opwaaiing (enkele uren). Voor geotechnische stabiliteit zou dit een verschil kunnen betekenen.

Voor alle dijklocaties zijn de ontwerp punten met resulterende MHW's, voor de drie verschillende meerpeilstatistieken, in tabellen 2.2 – 2.4 gegeven. In tabel 2.2 is dit gedaan voor dijkkringgebied 13 (USHN), in tabel 2.3 voor dijkkringgebied 44 (DWR) en tenslotte in tabel 2.4 voor dijkkringgebieden 45 en 46 (Vallei en Eem).

In de eerste kolommen zijn de dijklocaties met kenmerkende lengtes gegeven. Daarna is het uitvoerpunt gegeven waarvoor de MHW is bepaald. Dit is een punt ongeveer 275 m voor de kust in het Markermeer en 125 m voor de kust in de randmeren. Ter vergelijking met de MHW is dan de huidige hoogte van de kruin en buitenkruinlijn gegeven. Daarna worden voor de lage, de midden en de hoge meerpeilstatistiek het ontwerp punt met vier waarden gegeven:

- de maatgevende windrichting
- de windsnelheid
- het meerpeil in deze maatgevende conditie
- het MHW

Een totaaloverzicht is gegeven in figuur 2.26. Van links naar rechts zijn in deze figuur alle dijklocaties gegeven vanaf Enkhuizen, via Hoorn, Amsterdam, Muiden naar Nijkerk, dus vanaf het noorden via de kust naar het zuiden. In de figuur zijn verschillende lijnen gegeven, waarvan de twee bovenste lijnen in de volgende paragraaf worden besproken.

Hier gaat het om de groene, oranje en paarse lijnen die betrekking hebben op de drie meerpeilstatistieken. Er is een dunne en een dikke lijn voor elk van deze kleuren. De dunne lijn is de waarde van het meerpeil dat hoort bij de normfrequentie. Deze is horizontaal en maakt aan de rechterkant van de figuur een abrupte daling, omdat daar wordt overgegaan van dijkkring 13 naar dijkkring 44, waar een lagere normfrequentie geldt, namelijk 1/1.250 per jaar in plaats van 1/10.000 per jaar.

De dikke lijn is het MHW voor geotechnische stabiliteit, behorend bij een bepaalde meerpeilstatistiek. Als de dikke lijn hoger ligt dan de dunne horizontale lijn, dan heeft wind invloed op het MHW. Als de lijnen op elkaar liggen, dan wordt het MHW volledig bepaald door een hoog meerpeil en niet door storm.

Uit tabellen 2.2 – 2.4 en figuur 2.26 kan samenvattend het volgende worden geconcludeerd ten opzichte van de MHW's en verschillende meerpeilstatistieken:

- Voor de *lage meerpeilstatistiek* wordt in alle gevallen de MHW door wind bepaald. De MHW's voor dijkkringgebied 13 komen nauwelijks boven +0,5 m NAP. Alleen in de buurt van Enkhuizen en ten oosten van Naarden worden MHW's berekend die hoger zijn. De MHW bij Enkhuizen is +1,23 m NAP en bij Nijkerk +1,54 m NAP.
- Voor de *midden meerpeilstatistiek* wordt voor een redelijk groot deel van dijkkringgebied 13 (van Hoorn tot het Kinselmeer), dat op het oosten ligt, een meerpeilbepaald MHW gevonden. Het MHW ligt hier rondom +0,7 m NAP (het 10^{-4} -kwantiel van de middenmeerpeilstatistiek). De MHW bij Enkhuizen is +1,27 m NAP, die bij Nijkerk +1,56 m NAP, beide vrijwel overeenkomend met de lage meerpeilstatistiek.
- Voor de *hoge meerpeilstatistiek* wordt in dijkkringgebied 13 vrijwel overal een meerpeilbepaald MHW gevonden. De MHW's liggen rondom +1,3 m NAP. In dijkkringgebied 44 is de helft van de locaties meerpeilbepaald met een MHW van ongeveer +1 m NAP. De MHW bij Enkhuizen is +1,50 m NAP en bij Nijkerk is dit +1,62 m NAP. De MHW's langs de Eem en richting Nijkerk worden nauwelijks beïnvloed door de meerpeilstatistiek, die ten noorden van Amsterdam heel duidelijk.

2.3 Vergelijking hydraulische belastingen

De samenvattende conclusies aan het eind van paragrafen 2.1 en 2.2 maken een vergelijking van de historische belastingen met de MHW's gemakkelijk. Een vergelijking per locatie kan worden gemaakt met behulp van tabellen 2.1 – 2.4, maar nog gemakkelijker met figuur 2.26. In deze figuur zijn naast de MHW's ook de aanwezige kruinhoogte per locatie uitgezet en de maximum waterstand die is opgetreden tussen 1921 en 1932.

Het is in figuur 2.26 duidelijk dat de maximale historische waterstanden minimaal 0,5 m, maar vaak 1 m of meer hoger zijn geweest dan de MHW's die nu worden berekend. Wat betreft de hoogte van de waterstand kan geconcludeerd worden dat daarom de studie op bewezen sterkte positief scoort. Ook kan worden geconcludeerd dat ten opzichte van alle MHW's, ook die van de hoge meerpeilstatistiek, er in vrijwel alle gevallen een grote overhoogte aanwezig is.

Afhankelijk van de keuze van meerpeilstatistiek komen er locaties voor die meerpeilbepaald zijn. Het verschil met historische waterstanden zit dan vooral in de *duur* van de meerpeiltop die veel langer is dan die van een storm. Ten aanzien van de duur van de (lagere) belasting kan niet worden gezegd dat deze historisch is opgetreden. Voor de midden meerpeilstatistiek (MHS) gaat het om een niveau van +0,7 m NAP, voor de hoge meerpeilstatistiek (HMS) is dit een niveau van +1,3 m NAP.

Geconcludeerd kan worden dat de situatie met een hoog meerpeil niet vergeleken kan worden met een historische storm in de voormalige Zuiderzee en dat de methode van bewezen sterkte hier geen uitkomst biedt. In de tweede fase van deze studie is nader onderzoek uitgevoerd naar de verwachte duur van zeer hoge meerpeilen en is ook gekeken naar hoe kan worden omgegaan

met de geotechnische sterkte van een dijk met overhoogte en een langdurig hoog meerpeil.

In het vervolg van de onderhavige studie is in eerste instantie verondersteld dat in alle gevallen de historische belasting zwaarder is geweest dan de huidige MHW's. Onder deze aanname zijn de historische en huidige dijkprofielen vergeleken en is een aanpassing van de kostenraming gemaakt. In tweede instantie is gekeken naar de sterkte van de dijken bij een hoog meerpeil. De resultaten van de studie naar de duur van een hoog meerpeil zijn beschreven in paragraaf 2.4. Enkele punten ten aanzien van een meerpeiltop worden hier besproken.

Ten eerste zijn niveau's van +0,7 m en +1,3 m NAP herhaaldelijk vrij lange tijd in de Zuiderzeetijd overschreden. Een voorbeeld is gegeven in figuur 2.27 met het waterstandsverloop bij Zeeburg van 3 – 5 januari 1922. Deze storm was niet erg zwaar, maar duurde wel vrij lang. Een niveau van +0,7 m NAP werd gedurende 3 dagen overschreden en voor een niveau van +1,3 m NAP was dit meer dan 2 dagen. Het is mogelijk dat in de periode 1920 – 1932 stormen geweest zijn die een nog langere duur gaven boven één van beide niveaus dan hier gegeven. Hier is geen onderzoek naar uitgevoerd. Maar ook al zou er nog een storm zijn geweest die een langere duur gaf, het zal beperkt blijven tot een aantal dagen en geen weken.

Ten tweede zijn er in het verleden enkele hoge meerpeiltoppen voorgekomen in het IJsselmeer en Markermeer. Dit zijn wel niet de meerpeiltoppen met een MHW, maar toch kan er mogelijk informatie omtrent duren uit worden gedestilleerd. Figuren 2.28 en 2.29 geven de meerpeilen in oktober en november 1998 en december en januari 1994. In 1994 werd wel water op het Markermeer afgelaten, in 1998 niet. In 1998 werd de hoogste top gemeten, zowel in het IJssel- als Markermeer. Uit het verloop van het meerpeil is het volgende overzicht gemaakt met betrekking tot duren boven een bepaald niveau:

niveau t.o.v. top	IJsselmeer		Markermeer	
	1994	1998	1994	1998
top	+0,25 m	+0,52 m	+0,17 m	+0,18 m
binnen 5 cm	10 d	2,5 d	6 d	9 d
binnen 10 cm	19 d	9 d	11 d	14 d
binnen 20 cm	23 d	14 d	25 d	18 d

Uit het overzicht volgt dat een waterstandsniveau boven 10 tot 20 cm beneden de top, globaal 2-3 weken duurt. Of dit bij nog veel extremere meerpeilen ook het geval is, kan niet worden geconstateerd. Hoe hoger een meerpeil wordt, hoe sneller tussendoor toch gespuid kan worden. In de volgende paragraaf wordt hierop terug gekomen.

Het maximum in november 1998 van +0,52 m NAP op het IJsselmeer kwam volgens Pompert (1999) overeen met een overschrijdingskans van eenmaal in 93 jaar. Dit is ook overeenkomstig de midden meerpeilstatistiek in figuur 2.25. Het niveau van +0,18 m NAP op het Markermeer zou moeten worden vergeleken met de lage meerpeilstatistiek in figuur 2.25, omdat geen water is afgelaten van het IJsselmeer op het Markermeer. Uit de figuur blijkt dat deze waterstand minder dan eenmaal in 10.000 jaar overschreden zou kunnen worden. Dit is vrij onwaarschijnlijk, zodat geconcludeerd kan worden dat de lage meerpeilstatistiek voor het Markermeer mogelijk aan de lage kant is.

Hier is ook wel een verklaring voor te geven. Tijdens het hoog water op het IJsselmeer is bewust niet water afgelaten op het Markermeer om overlast voor omliggende gebieden (niet kunnen spuien, etc.) te beperken. Dit had men overigens wel gedaan als de weersverwachting wat betreft windrichting en sterkte ongunstiger waren geweest. Het bleek dat de randmeren ook veel overlast van hoog water hadden en men heeft met pompen water op het Markermeer gebracht. In feite zijn extra maatregelen genomen om water op het Markermeer te laten die niet voorzien waren in het model dat is gehanteerd in het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998) om de meerpeilstatistiek te kunnen vaststellen.

Als geconcludeerd wordt dat de lage meerpeilstatistiek voor het Markermeer mogelijk aan de lage kant is, dan is het een redelijke aanname om voor de huidige situatie in het model HYDRA-M de midden meerpeilstatistiek aan te houden, overeenkomstig het IJsselmeer. Bij deze aanname is het dan niet meer van belang of wel of niet water op het Markermeer wordt afgelaten bij extreem hoog water op het IJsselmeer. De keuze omtrent een aan te houden meerpeilstatistiek in HYDRA-M is verder uitgediept in paragraaf 6.4.

2.4 Duur van extreme meerpeilen in het Markermeer

In de tweede fase van deze studie is door WILdelft hydraulics onderzoek verricht naar het verloop van extreme meerpeilen in het Markermeer en de bijbehorende duur van de top. De studie is beschreven in WL (2000-1). In deze paragraaf wordt een samenvatting gegeven.

Doel van het onderzoek was om in de vorm van een gevoeligheidsanalyse de duur en het bij behorende verloop van meerpeiltoppen op het Markermeer te bepalen met een extreme herhalingsjijd, en daarbij een indicatie te geven van de betrouwbaarheid van het resultaat. Uitgangspunt daarbij was de statistische extrapolatie van meerpeilen uit het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998). De analyse is uitgevoerd door simulatie van meerpeiltoppen voor het Markermeer, die ongeveer overeenkomen met onderstaande gebeurtenissen:

<i>overschrijdingsfrequentie</i>	<i>meerpeilstatistiek</i>	<i>peil</i>
1/10.000 /jr.	midden	+0,7 m NAP
1/1.250 /jr	hoog	+1,05 m NAP
1/10.000 /jr	hoog	+1,3 m NAP

Bij het onderzoek is gebruik gemaakt van het balansmodel van het IJsselmeergebied BekkenWin, een zogenaamd waterbalansmodel, dat zowel de IJsselmeer- als de Markermeerpeilen goed simuleert. De berekening met BekkenWin is vergelijkbaar met de berekeningen zoals uitgevoerd in het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998). Om met BekkenWin extreme meerpeiltoppen te simuleren werd een aantal parameters dusdanig verhoogd dat de drie maatgevende meerpeilniveaus werd bereikt met modelsimulaties. Deze parameters waren de IJsselafvoer, de neerslag en daarmee lineair de regionale afwatering, en de buitenwaterstand op Waddenzee en de Noordzee.

In totaal zijn voor elk maatgevend meerpeilniveau drie combinaties gekozen die zoveel mogelijk van elkaar verschillen. Een synthetische reeks, met vijf meerpeiltoppen gebaseerd op eerder gemeten hoge meerpeilen, is met de combinaties doorgerekend. Deze berekeningen resulteerden in 15 gesimuleerde meerpeiltoppen per maatgevend meerpeilniveau. Deze gesimuleerde meerpeiltoppen zijn verder geanalyseerd.

De volgende hoofdconclusies werden bereikt:

- De toppen duren ongeveer een week, als men aanneemt dat minus 5 cm overeenkomt met de top. Bij 10 cm onder maatgevend peil houden de toppen circa 2 weken aan, met een standaardafwijking van 1 week. Bij 20 cm onder het peil bedragen de duren 3 tot 4,5 weken met opnieuw een standaardafwijking van 1 week. Een hoger niveau duurt wel korter dan een lager niveau (3 weken bij +1,3 m NAP, 4 bij +1,05 m NAP en 4,5 weken bij +0,7 m NAP).
- De resulterende duren zijn in orde grootte vergelijkbaar met de gemeten extreme meerpeilen op het Markermeer. Wel kunnen de duren langer aanhouden dan bijvoorbeeld tijdens het hoogwater van 1998 het geval is geweest, waarbij het meerpeil 20 cm onder de top 2,5 weken aanhield. De stormvloed van 1922 (zie figuur 2.27) duurde slechts 2,5 dagen boven +1 m NAP. Hiermee wordt duidelijk dat het Markermeer als "gesloten" watersysteem veel langer aanhoudende extreem hoge meerpeilen kent in vergelijking tot de Zuiderzee. Waarbij overigens niet moet worden vergeten dat de waterstanden in de Zuiderzee veel hoger zijn geweest en deze altijd gepaard gingen met storm en zware golfaanval.

3 Dijkprofielen

3.1 Historische dijkprofielen

Om op basis van de bewezen sterkte dijken te kunnen beoordelen, zijn historische dijkprofielen van na de storm van 1916, maar voor de stormen van 1922, 1925 en / of 1928, vergeleken met de actuele dijkprofielen. Als de dijkprofielen van vroeger en nu nog steeds vergelijkbaar zijn, dan komen deze profielen in aanmerking voor de methode van bewezen sterkte. Als het dijkprofiel te sterk is veranderd, dan gaat dit niet meer op.

Door USHN, DWR en Vallei en Eem zijn bestekken met bijbehorende bestekstekeningen en in incidentele gevallen dijkopmetingen direct na de uitvoering van de bestekken verstrekt. De bestekken dateren van na 1916 toen massaal de dijken langs de Zuiderzee zijn versterkt. Als het mogelijk was werd uitgegaan van opmetingen na het gereedkomen van de dijkverzwaring. Waren geen opmetingen aanwezig dan werd van de bestekstekening uitgegaan. Een volledig overzicht van aanwezige tekeningen en gegevens is gegeven in bijlage A.

Doordat massaal in een kort tijdsbestek de dijken rondom de Zuiderzee zijn verwaard is de dekkingsgraad van de historische profielen groot. In de meeste gevallen was het wel of niet beschikbaar zijn van de actuele profielen bepalend voor de dekkingsgraad. Er is echter een aantal stukken waarvan binnen de tijdsduur van deze studie geen gegevens konden worden gevonden:

1. bestekstekeningen van Muiderberg naar Naarden en de aansluiting op de hoge gronden
2. situatietekeningen destijds rondom Huizen

3.2 Actuele profielen

In het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998) is voor de dijkhoogtetoeetsing uitgegaan van een aantal representatieve dijklocaties met profielen. In eerste instantie is gewerkt met deze profielen, die ook gegeven zijn in de tabellen van hoofdstuk 2 en figuren 2.10 – 2.19. Hiervan viel echter een aantal profielen af, omdat van deze profielen alleen het buitenprofiel bekend was, en niet het binnenprofiel. Echter, zowel USHN als DWR hebben voor een gedeelte van hun dijken leggers aangeleverd.

Van de volgende dijken waren hierdoor leggers beschikbaar.

USHN:

1. Westerdijk van Drechterland (d20)
2. Klamdijk (d21)
3. Schardam- en Keukendijk (d22)
4. Zeevangsdijk (d23)
5. Zuidpolderzeedijk (d24)
6. Katwouderzeedijk (d25)
7. Nieuwendam (d26)
8. Waterlandse Zeedijk (d27)

-
9. Uitdammerdijk (d28)
 10. Durgerdammerdijk (d29)
 11. Schellingwouderdijk (d30)

De leggers van dijken d20 – d23 kwamen tijdens de concept-rapportagefase beschikbaar en deze extra informatie werd toen nog niet meegenomen. Van de dijk d18, die loopt van Enkhuizen naar Hoorn, en van de dijken d20 – d23 waren echter incidenteel leggerprofielen beschikbaar uit het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998). Ook werden in de concept-rapportagefase leggerprofielen van enkele secties van dijk d18 toegeleverd. Deze extra informatie werd in de eerste fase nog niet verwerkt. Vergelijking van deze aangeleverde informatie met de aanwezige informatie leert dat in de aanwezige informatie al voldoende dijkprofielen aanwezig waren om een goede dekking te geven over de beschouwde dijken. Op het traject van dijk d18 tot en met dijk d23 zijn 31 dijkprofielen beschouwd (ten opzichte van een totaal van 78 voor alle Markermeerdijken). Daarom zijn geen extra dijkprofielen toegevoegd ten opzichte van de concept-rapportagefase.

DWR:

1. Diemerzeedijk
2. Muiden
3. Zeedijk beoosten Muiden
4. Kromme dijk
5. Westdijk
6. Oostdijk

Voor Vallei en Eem zijn geen nieuwe actuele gegevens opgeleverd. Er bestaat een legger uit de jaren zestig, maar die geeft aan hoe de dijk er uit zou moeten zien en niet hoe die er op dat moment bij lag. Voor het gedeelte rondom de Eem, van Eemnes tot aan Nijkerk, zijn alleen actuele dijkprofielen beschikbaar zoals die voor het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998) zijn opgemeten. Dit zijn de profielen 46-e1 – 46-e4, 45-e5 en 45-e6, 45-73a, 45-74, 45-75 en 45-76. De locaties zijn gegeven in figuren 2.18 en 2.19

De beschikbaarheid van de leggers heeft voor de desbetreffende dijken de mogelijke dichtheid voor vergelijking vergroot. In eerste instantie is in de buurt van de locaties van het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998) gezocht naar leggerprofielen en historische profielen. In sommige gevallen zijn locaties vervallen omdat geen goed vergelijk met historische profielen mogelijk was. In andere gevallen zijn de genoemde locaties aangevuld, waar uit de legger bleek dat er afwijkingen of discontinuïteiten waren ten opzichte van de historische profielen, en het dus zinvol was een extra locatie in te voegen.

3.3 Vergelijking dijkprofielen

In totaal zijn voor 78 locaties de historische en actuele dijkprofielen naast elkaar gelegd. Dit zijn 57 in dijkkringgebied 13, ten noorden van Amsterdam, en 21 van Amsterdam tot Nijkerk. De meeste locaties komen overeen met die uit het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998), welke zijn gegeven in figuren 2.10 – 2.19. Een aantal locaties is nieuw. Nieuwe locaties in dijkkringgebied 13 kunnen vrij gemakkelijk worden gevonden. Een locatie is aangeduid met het dijk nummer (d18 – d30), gevolgd door een dijkprofielnummer. De dijkprofielnummers zijn oplopend. Met behulp van figuren 2.10 – 2.16 zijn tussenliggende locaties vrij gemakkelijk te bepalen.

Tussen Amsterdam en Muiden is in dijkkringgebied 44 ook een aantal nieuwe locaties gegeven (voor een deel overigens nabij IJburg, waar de aanwezige dijk wordt gerenoveerd). Deze nieuwe locaties zijn in figuur 3.1 gegeven met de dijklocatienummers 44-76 tot en met 44-80, 44-82 en 44-83.

Voor de exacte plaatsaanduiding dienen de bronnen geraadpleegd te worden, zoals de bestekstekeningen, de leggers en de profielen zoals deze door WL/delft hydraulics zijn gebruikt bij eerdere studies.

Een directe vergelijking van historische en actuele profielen, rekening houdend met aanliggende vergelijkbare profielen, levert de meest betrouwbare beoordeling op omtrent overeenkomsten en verschillen tussen de profielen. Deze directe vergelijking is ook gemaakt ten behoeve van de beoordeling op bewezen sterkte. Om de vergelijking inzichtelijk te maken zijn karakteristieke gegevens van de dijkprofielen in tabellen bijeengebracht. Dit overzicht wordt gegeven in tabellen 3.1 – 3.3.

In tabel 3.1 worden de historische dijkprofielen weergegeven, in tabel 3.2 de actuele dijkprofielen en in tabel 3.3 wordt een vergelijking gemaakt en wordt een oordeel gegeven omtrent bewezen sterkte ten aanzien van geotechnische stabiliteit. De eerste drie kolommen van de tabellen zijn steeds hetzelfde. Hierin worden de dijklocaties gegeven, in de derde kolom overeenkomend met locaties gegeven in figuren 2.10 – 2.19 en 3.1.

In tabel 3.1 is ten aanzien van de oude bestekstekeningen onder de bron tevens het jaar van het bestek weergegeven. Dit wil niet zeggen dat het bestek altijd in dat jaar ook is uitgevoerd. Ten aanzien van deze historische profielen is voor de exacte plaatsbepaling ofwel het (oude!) dijkpaalnummer gegeven, ofwel een profielnummer, hetgeen refereert aan de bestekstekeningen.

Het middengedeelte van tabellen 3.1 en 3.2 geeft het profiel in een aantal karakteristieke grootheden zoals hoogtes, breedtes en taludhellingen. Figuur 3.2 geeft dit karakteristieke profiel met de aanduidingen a – n, welke in de kolommen in tabellen 3.1 en 3.2 zijn aangegeven. Voor zowel de historische als actuele profielen is een kolom opgenomen voor diverse opmerkingen.

In tabel 3.3 zijn de historische en actuele profielen met elkaar vergeleken. Hierbij is het verschil bepaald tussen karakteristieke grootheden van het actuele en het historische profiel. In deze tabel zijn ook waterstanden gegeven, zowel de historische waterstand in november 1928 (welke door alle verbeterde dijken is gekeerd) als de MHW's voor de lage, midden en hoge meerpeilstatistieken, respectievelijk LMS, MMS en HMS. In de laatste twee kolommen van tabel 3.3 wordt een oordeel over de vergelijkbaarheid van de profielen gegeven. Dit wordt in hoofdstuk 4 besproken.

Vooruitlopend op de analyse van de bewezen sterkte kan hier worden opgemerkt dat de rijen in tabellen 3.1 – 3.3 die oranje zijn gekleurd niet direct vergelijkbare profielen gaven en daarmee aangeven dat bewezen sterkte hier niet aannemelijk kan worden gemaakt.

4 Analyse geotechnische stabiliteit

4.1 Bewezen sterkte voor maatgevende storm

De analyse van de geotechnische stabiliteit valt uiteen in een deel waarbij van bewezen sterkte wordt uitgegaan en een deel waarbij een maatgevend hoog water door een extreem meerpeil wordt gegeven. Bewezen sterkte mag worden toegepast als onder maatgevende omstandigheden van een storm wordt uitgegaan. Die behandeling wordt in deze paragraaf uiteengezet. In paragraaf 4.2 wordt de geotechnische stabiliteit bij een hoog meerpeil beschreven.

Het mag duidelijk zijn dat dijken in de loop van tachtig jaar niet precies gelijk blijven. Zetting zal altijd optreden. Daarnaast geven opmetingen van het dijkprofiel zelf en in deze studie opmetingen van tekeningen een meetonnauwkeurigheid die ook voor verschillen zorgt. Bij de vergelijking van profielen moet daarmee rekening worden gehouden.

Het uitgangspunt bij de analyse op bewezen sterkte met betrekking tot geotechnische stabiliteit is, dat als de profielen vergelijkbaar zijn of marginaal zijn veranderd in positieve (geotechnische) zin, er vanuit mag worden gegaan dat het om dezelfde dijk gaat. In hoofdstuk 2 is al aangegeven dat in alle gevallen historisch een hogere waterstand is geweest dan de MHW's van nu. In deze paragraaf wordt er voorlopig vanuit gegaan dat als de dijkprofielen vergelijkbaar zijn, de geotechnische stabiliteit van de dijk is bewezen.

Als dijkprofielen niet vergelijkbaar zijn wil dat overigens niet zeggen dat de dijk geotechnisch niet stabiel zou zijn. De dijk kan echter niet op bewezen sterkte worden goedgekeurd. Dit geldt ook als een dijkprofiel ongunstig is veranderd met betrekking tot geotechnische stabiliteit. In beide gevallen moet nader onderzoek (de feitelijke toetsing) aantonen of de dijk geotechnisch stabiel is.

Met behulp van grondmechanische expertise is een aantal uitgangspunten voor beoordeling van de geotechnische stabiliteit opgesteld, met betrekking tot veranderingen van het dijkprofiel. Het betreft de volgende uitgangspunten:

1. **Verbreiding van de berm aan de binnenzijde** wordt gezien als een **verbetering**, aangezien het niet erg waarschijnlijk is dat er diepe slappe lagen aanwezig zullen zijn, waardoor een berm zou kunnen leiden tot een verslechtering van de stabiliteit.
2. **Verflauwing van het binnentalud** wordt gezien als een **verbetering**.
3. **Versteiling van het buitentalud** wordt binnen zekere marges (tot 1:2,5) beoordeeld als **niet van invloed** op macrostabiliteit binnentalud.
4. De **veranderingen aan een buitendijkse berm** worden beoordeeld als **niet van invloed** op de macrostabiliteit van het binnentalud.
5. **Kruinverbreiding** wordt beoordeeld als een **verbetering** ten aanzien van de stabiliteit.
6. **Kruinverlaging** wordt beoordeeld als een **verbetering** ten aanzien van de stabiliteit.

Voor alle veranderingen geldt dat deze marginaal moeten zijn en dat het duidelijk is dat over ongeveer hetzelfde dijkprofiel wordt gesproken en niet over een volledig veranderd profiel.

Een aantal karakteristieke verschillen die bij de vergelijking van de profielen werden gevonden zijn weergegeven in figuur 3.3. Wat vrij veel is geconstateerd is dat een kruin iets verlaagd en daardoor verbreed is ten bate van een weg op de kruin, zie figuur 3.3a. Hierbij is soms één van beide of beide taluds iets versteild. In principe is een dergelijke verandering goedgekeurd tenzij een (zeer) steil binnentalud aanwezig was en deze bij verandering nog steiler werd. In zo'n geval werd het profiel niet goedgekeurd op bewezen sterkte.

Een aantal dijkvakken bleek te zijn versterkt met een kleikist op de kruin, zie figuur 3.3b. Na het gereedkomen van de Afsluitdijk zijn deze kleikisten weggehaald. Deze dijkvakken werden als vergelijkbaar beschouwd. In een aantal gevallen werd een behoorlijk lagere kruin geconstateerd, zonder dat het verdere profiel veel was veranderd, zie figuur 3.3c. Verlagingen tot 0,6 – 0,8 m waren niet uitzonderlijk. Het is mogelijk dat de zakking volledig door zetting is veroorzaakt, het is ook mogelijk dat een stuk van de kruin is afgehaald. In beide gevallen is de geotechnische stabiliteit niet verminderd en zijn de profielen als vergelijkbaar beschouwd.

De dijk door Eemnes is na de storm van 1916 verhoogd aan de zeezijde. Een vrij brede binnenberm (met weg) bleef aanwezig, zie figuur 3.3d. Om van Eemnes in de Eempolder te komen moest altijd deze "hobbel" worden genomen en onmiddellijk na het gereedkomen van de Afsluitdijk zijn procedures in gang gezet om de dijkversterking weer teniet te doen. In de dertiger jaren is ook inderdaad de verhoging weer weggehaald. Aangezien een groot gedeelte van de oorspronkelijke dijk bestaan bleef en de dijk geotechnisch gezien alleen maar sterker werd, zijn de dijkprofielen vergelijkbaar geacht. Het is overigens best mogelijk dat door latere bebouwing een gedeelte van de dijk niet mag worden goedgekeurd op bewezen sterkte, maar hier wordt in hoofdstuk 5 op terug gekomen.

Soms werd een volledig ander profiel aangetroffen, zie figuur 3.3e. In zo'n geval werd geconstateerd dat de profielen niet vergelijkbaar waren en is de dijk niet goedgekeurd op bewezen sterkte.

Ook kwam het incidenteel voor dat de gegevens niet helemaal duidelijk waren. Ook in zo'n geval is geoordeeld dat bewezen sterkte (nog) niet kon worden aangetoond.

De laatste twee kolommen van tabel 3.3 geven uiteindelijk een oordeel over de vergelijkbaarheid van de profielen en over de uitkomst met betrekking tot bewezen sterkte. In de op een na laatste kolom wordt de vergelijkbaarheid van de profielen gegeven. Daar waar de vergelijking negatief uitpakt is voor het betreffende onderdeel (binnentalud, kruinbreedte, etc.) het vak roodgemaakt in tabel 3.3. Elke vergelijking die te grote verschillen gaf te zien (of onduidelijkheden) is in de tabel aangegeven met een oranje achtergrond.

Tabel 3.3 geeft aan dat 62 van de 78 dijkprofielen vergelijkbaar werden geacht. Deze kunnen als "voldoende" worden beschouwd op basis van bewezen sterkte. Daarmee blijven 16 dijkprofielen over die bij een rechtstreekse vergelijking niet voldoende bleken. In sommige gevallen is het echter vrij duidelijk dat in vervolgonderzoek het dijkvak wel goedgekeurd zal worden. Een dijk die 20 m breder is geworden ten bate van een weg geeft niet een

vergelijkbaar profiel, maar is wel zo sterk dat er van uit mag worden gegaan dat een toetsing tot goedkeuren leidt. Hetzelfde geldt voor dijkvakken waar geen eenduidige informatie van aanwezig was. Nader onderzoek die deze informatie boven water haalt zal waarschijnlijk leiden tot vergelijkbare profielen. Daar waar steile binnentaluds nog steiler zijn geworden kan men twijfelen aan een goedkeuring in een later stadium.

In de laatste kolom van tabel 3.3 is op basis van bovenstaande een opinie gegeven omtrent de uitslag van vervolgonderzoek. Er blijven maar 4 van de 78 dijkprofielen over waar twijfel over bestaat met betrekking tot goedkeuring op geotechnische stabiliteit. Wat betreft het bijstellen van de kostenraming voor geotechnische dijkverbeteringen wordt van de laatste kolom in tabel 3.3 uitgegaan en niet van het oordeel over de vergelijkbaarheid van de profielen.

Geconcludeerd kan worden dat 62 van de 78 dijkprofielen vergelijkbaar waren en dat deze profielen leiden tot een "voldoende" geotechnische stabiliteit op bewezen sterkte. Van de overige 16 dijkprofielen is de verwachting dat minimaal 12 bij vervolgonderzoek zullen worden goedgekeurd.

Hierbij moet wel een belangrijke aantekening worden gemaakt. Een dijkprofiel is in deze studie, net als in het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998), representatief gesteld voor een redelijk grote strekking. Een te grote strekking voor een feitelijke toetsing. Het uitgangspunt van de onderhavige studie is ook niet om elk dijkvak van 100 m of 200 m te toetsen, maar om een goede indruk te krijgen van wat de methode van bewezen sterkte kan opleveren en daarmee een bijstelling van de kostenraming voor geotechnische verbeteringen te kunnen maken. Ook werden toegeleverde documenten over het bestek of latere wijzigingen niet (diepgaand) bestudeerd.

Voor een feitelijke toetsing van dijkvakken op bewezen sterkte is het noodzakelijk dat profielen om de (paar) honderd meter met elkaar worden vergeleken en dat wordt nagegaan of een bestek ook daadwerkelijk volgens de tekeningen is uitgevoerd. In sommige gevallen moet ook worden nagegaan hoe een dijk precies is gewijzigd, bijvoorbeeld bij het aanbrengen van een verbreding voor een weg. De meeste gegevens voor zo'n toetsing zijn wel aanwezig. De benodigde tijd was echter duidelijk niet voor deze studie beschikbaar.

Daar waar de dijk grenst aan bebouwing, of leidingen de dijk doorkruisen, zal een normale toetsing vrijwel altijd noodzakelijk zijn. De situatie kan lokaal veranderd zijn. Met name kunnen hier genoemd worden:

- dijk rond Enkhuizen
- dijk voor Schellinkhout
- dijk rond Hoorn
- dijk voor Schardam
- dijk rond Volendam
- dijk rond Monnickendam
- dijk voor Uitdam
- dijk voor Durgerdam
- dijk bij de Hollandsche brug
- dijk in Spakenburg
- dijk in Eemnes
- dijk in Eembrugge
- de Eemdijk

Bij het maken van de bijstelling van de kostenraming wordt hier rekening mee gehouden.

4.2 Geotechnische sterkte bij een hoog meerpeil

Na de constatering dat een hoog meerpeil niet met een historische storm kan worden vergeleken vanwege de lange duur van het hoog water, is gezocht naar een oplossing van dit vraagstuk. Uiteindelijk heeft Fugro een studie uitgevoerd waarbij de eerder uitgevoerde quick scan (Fugro, 1998) de basis vormde, tezamen met het toepassen van de bestaande klassieke beoordelingsregels die specifiek voor de oude Zuiderzeedijken zijn aangescherpt, en tot slot mogelijk bewezen sterkte voor zover toepasbaar.

Ruimte ten opzichte van de quick scan is gezocht op de volgende punten:

- de MHW's die in deze studie zijn berekend, zijn lager dan die MHW's die in de quick scan waren aangenomen.
- bij een hoog meerpeil hebben de dijken een grote overhoogte en –breedte. Dit ruime profiel maakt de toepassing van een (aangescherpte) restbreedte- of zoneringsregel mogelijk
- er kan worden aangenomen dat opdrukken/opdrijven niet meer vanuit de tussenzandlaag kan optreden na uitvoering van "eenvoudige ingrepen", zoals het dempen van sloten en het aanbrengen van kwelschermen. Daarmee kan worden gesteld dat piping alleen nog kan plaatsvinden in dijkvakken zonder deklaag.

De studie is beschreven in Fugro, 2000. De studie is alleen uitgevoerd voor het gedeelte dat onder USHN valt, dus van Enkhuizen tot aan Amsterdam. Verder heeft Fugro schattingen gemaakt die optimistisch, realistisch, voorzichtig of pessimistisch van aard waren. Hiermee werd een idee omtrent de spreiding in resultaten verkregen. Bij de quick scan werd in totaal 27,6 km dijk afgekeurd op piping en/of macrostabiliteit, waarbij een MHW van +1,5 m NAP was aangenomen. Verder werd onderscheid gemaakt tussen een hoog meerpeil bij de midden meerpeilstatistiek (MMS = +0,7 m NAP) en de hoge meerpeilstatistiek (HMS = +1,3 m NAP). In onderstaande tabel zijn de resultaten samengevat, waarbij het aantal afgekeurde kilometers dijk is gegeven.

	midden meerpeilstatistiek			hoge meerpeilstatistiek		
	on- bebouwd	bebouwd	totaal	on- bebouwd	bebouwd	totaal
optimistisch	1,2	0,4	1,6	6,3	2,1	8,4
realistisch	2,2	2,0	4,2	7,2	7,2	11,1
voorzichtig	6,9	2,3	9,2	11,6	11,6	15,5
pessimistisch	14,5	4,8	19,3	18,5	18,5	24,7

Bij de midden meerpeilstatistiek wordt bij een realistische schatting nog 4,2 km afgekeurd, wat een reductie is tot 15% van de eerdere schatting. Bij de hoge meerpeilstatistiek is dit 11,1 km, overeenkomend met een reductie tot 40%.

In bijlage B van Fugro (2000) wordt een voorstel gedaan om restbreedte in rekening te brengen via een zoneringsregel. In feite geldt bij een hoog meerpeil dat er nauwelijks wind en golven zullen zijn. En als ze er al zijn is het waarschijnlijk uit de noordwestelijke hoek omdat dan niet gespuid kan worden en dit is voor USHN vrijwel altijd aflandig. Dit betekent dat er altijd een grote overhoogte aanwezig zal zijn en daarmee een grote restbreedte. Een afschuiving van het binnentalud leidt daarmee niet tot een doorbraak, omdat er

voldoende profiel overblijft. De regel is opgesteld aan de hand van het Technisch Rapport Boezemkaden en iets aangescherpt.

Met deze aangescherpte regel is een krap, normaal en ruim profiel beoordeeld. De toegestane waterstanden voor een restbreedte van 3 m na afschuiven (0,5 m boven MHW) waren respectievelijk 2,0 m, 2,4 m en 3,3 m voor genoemde profielen. De aangehouden waterstand was +1,3 m NAP. Fugro (2000) concludeert dat eigenlijk alle profielen aan de voorgestelde eis voor de restbreedte voldoen. De onzekerheid die dan in de voorzichtige en pessimistische schatting wordt meegenomen ligt in het feit dat de regel nog niet formeel is goedgekeurd. Bij de optimistische schatting leidt deze regel tot het goedkeuren van de resterende dijkvakken wat betreft macrostabiliteit binnenwaarts.

Alhoewel in Fugro (2000) een restbreedte regel wordt voorgesteld, komt ook een dergelijke regel voor in de vigerende Leidraad Toetsen op Veiligheid. De allereerste stap bij een toetsing op macrostabiliteit binnenwaarts (STM) is een toetsing op een zeer ruim profiel. Hierbij worden zowel overhoogte als restbreedte in beschouwing genomen. Ook toepassing van deze regel leidt waarschijnlijk (er zijn geen nauwkeurige berekeningen gemaakt) tot goedkeuren van de meeste dijkvakken wat betreft een hoog meerpeil.

Wel is er momenteel studie gaande naar deze regel in de Leidraad en het is mogelijk dat er binnenkort een aanpassing komt. Toch is momenteel deze regel vigerend en kan worden gesteld dat een hoog meerpeil, ook niet bij de hoge meerpeilstatistiek, niet of nauwelijks tot afkeuren van dijkprofielen zal leiden met betrekking tot macrostabiliteit van het binnentalud.

5 Bijstelling kostenraming

5.1 Bijstelling op basis van bewezen sterkte

In het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998) zijn kosten geraamd voor het geval het Markermeer buitenwater mocht worden en dit tot noodzakelijke dijkverbeteringen zou leiden. Voor geotechnische stabiliteitsverbeteringen, op basis van globale tot zeer globale toetsing (Fugro, 1998), werd een kostenpost geschat van 124 miljoen euro (273 miljoen gulden), inclusief verbeteringskosten van drie te lage dijkvakken en inclusief Fleverwaard. De maximale schatting bedroeg 167 miljoen euro (369 miljoen gulden = +35%) en de minimale schatting 25 miljoen euro (54 miljoen gulden = -80%). De lage minimale schatting werd gebaseerd op een optimistische uitwerking van twee aspecten, namelijk gedetailleerd geotechnisch onderzoek en een studie naar bewezen sterkte. De effecten van deze laatste studie betreffen het onderhavige onderzoek en de financiële consequenties worden hier weergegeven.

De kosten waren als volgt over de verschillende dijkkringgebieden verdeeld:

Beheerder	Dijkring- gebied	Kostenraming	
		euro	gulden
Fleverwaard			
- Oostvaardersdijk	8	18 miljoen	40 miljoen
- rest	8	25 miljoen	54 miljoen
USHN	13	35 miljoen	76 miljoen
DWR	44	16 miljoen	36 miljoen
Vallei en Eem	45 / 46	30 miljoen	67 miljoen
		124 miljoen	273 miljoen

Met betrekking tot bewezen sterkte blijven de kosten voor Fleverwaard natuurlijk staan, want op de dijken van Fleverwaard kan de methode van bewezen sterkte niet worden toegepast. Alleen dijkkringgebieden 13 en 44 – 46 komen hiervoor in aanmerking. Het gaat dan om een kostenpost van 81 miljoen euro (179 miljoen gulden) met een maximale schatting van 110 miljoen euro (242 miljoen gulden) en een minimale schatting van 16 miljoen euro (36 miljoen gulden).

In deze paragraaf wordt er vanuit gegaan dat de methode van bewezen sterkte mag worden toegepast. In de volgende paragraaf worden de effecten van een extreem hoog meerpeil op de geotechnische sterkte beschreven.

Als basis voor de bijstelling van de kosten voor geotechnische verbeteringen is de uiteindelijke kostentabel van Fugro (1998) gebruikt. Als een dijkvak als "voldoende" werd beschouwd op basis van bewezen sterkte, dan werden de kosten op nul gesteld. Tabellen 5.1 - 5.3 geven de uiteindelijke kostenramingen. In tabel 5.1 voor USHN, zijn alleen die vakken weergegeven waar of een hoogtetekort aanwezig was, of aaneengesloten bebouwing, of geen voldoende op bewezen sterkte. In tabellen 5.2 en 5.3, voor respectievelijk DWR en Vallei en Eem, zijn alle dijkvakken gegeven.

Uit de vergelijking van de dijkprofielen komt naar voren dat een juiste toetsing op bewezen sterkte voor dijkvakken waarlangs aaneengesloten bebouwing staat, alleen kan als dit voor profielen gebeurt op korte afstand van elkaar. Dat is niet in deze studie gedaan. Een enkel profiel werd representatief gesteld voor een vrij lang dijkvak met bebouwing. Als een deel van een dijkvak met bebouwing verbeterd moet worden brengt dit meestal grote kosten met zich mee, omdat de bebouwing zo dicht op de dijk staat en er nauwelijks ruimte is voor verbeteringen. Daarom wordt hier gesteld dat kosten die in Fugro (1998) zijn geraamd voor dijkvakken met aaneengesloten bebouwing, bij de bijstelling van de kostenraming gehandhaafd blijven. Het is mogelijk dat in een later stadium deze kosten meevallen. Het is echter ook mogelijk dat in de Fugro-schatting hier en daar moeilijke stukken binnen de bebouwde kom zijn onderschat, wat de uiteindelijke kosten weer omhoog brengt.

In tabel 5.1 zijn eerst de locaties van de dijkvakken van USHN gegeven met de kosten zoals die in Fugro (1998) zijn geschat. Daarna is aangegeven of er een hoogtetekort is geconstateerd en of er aaneengesloten bebouwing aanwezig is. In de kolom daarna wordt aangegeven of er een "geen voldoende" op bewezen sterkte wordt gescoord (j) en of deze in een mogelijke vervolgstudie wel geacht wordt voldoende te scoren (v). In de laatste drie kolommen worden de kosten gegeven, eerst voor aaneengesloten bebouwing, dan voor andere dijkvakken die geen voldoende halen met de methode van bewezen sterkte en tenslotte de kosten voor dijkvakken die ook na nader onderzoek mogelijk niet worden goedgekeurd. De ramingen zijn rechtsonder in de tabel opgeteld. Dit zijn de *basisramingen exclusief BTW*. Voor engineeringkosten, MER, toeslagen, onvoorzien en BTW is in Fugro (1998) de basisraming met 80% verhoogd, wat leidt tot de uiteindelijke totale raming inclusief BTW, zoals deze aan het begin van dit hoofdstuk is gegeven. De factor 1,8 toegepast op de bedragen in tabel 5.1 leidt voor USHN tot de volgende bijgestelde kostenraming:

USHN

Categorie	Bijgestelde kostenraming	
	euro	gulden
aaneengesloten bebouwing + hoogtetekort	9,1 miljoen	20,0 miljoen
geen voldoende bewezen sterkte	7,1 miljoen	15,6 miljoen
opinie twijfel bij vervolgonderzoek	0,9 miljoen	1,9 miljoen

Als men ervan uit gaat dat vervolgonderzoek tot een bedrag van 0,9 miljoen euro (1,9 miljoen gulden) zal leiden, dan komt het totaal voor USHN op 10,0 miljoen euro (21,9 miljoen gulden).

Bij DWR en Vallei en Eem zijn alle dijkvakken op bewezen sterkte "voldoende" gekeurd en komen kosten alleen nog van dijkvakken met aaneengesloten bebouwing. De totale raming voor DWR en Vallei en Eem, gebaseerd op tabellen 5.2 en 5.3 wordt:

DWR

Categorie	Bijgestelde kostenraming	
	euro	gulden
aaneengesloten bebouwing + hoogtetekort	3,3 miljoen	7,3 miljoen
geen voldoende bewezen sterkte	-	-
opinie twijfel bij vervolgonderzoek	-	-

Vallei en Eem

Categorie	Bijgestelde kostenraming	
	euro	gulden
aaneengesloten bebouwing + hoogtetekort	16,9 miljoen	37,3 miljoen
geen voldoende bewezen sterkte	-	-
opinie twijfel bij vervolgonderzoek	-	-

De kostenpost voor Vallei en Eem valt erg hoog uit. Dit wordt veroorzaakt door bebouwing op de Wakkerendijk en Meentweg waar damwanden en erosieschermen zijn voorzien in Fugro (1998), met twee dijkvakken met een kostenpost samen van meer dan 3,6 miljoen euro (8 miljoen gulden) en door de lange bebouwing van Eemnes. Het is best mogelijk dat de uiteindelijke kosten voor deze dijkvakken meevallen. Maar, zoals eerder genoemd, het is ook mogelijk dat hier en daar de kosten bij bebouwing zijn onderschat of in het geheel niet zijn meegenomen.

Het totaaloverzicht met enige afronding en vergelijking met het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (OOM, 1998) wordt dan:

Beheerder	OOM (1998)		Bewezen sterkte (2000)	
	euro	gulden	euro	gulden
USHN	35 miljoen	76 miljoen	10 miljoen	22 miljoen
DWR	16 miljoen	36 miljoen	3 miljoen	8 miljoen
Vallei en Eem	30 miljoen	67 miljoen	17 miljoen	37 miljoen
	81 miljoen	179 miljoen	30 miljoen	67 miljoen

De totale raming is daarmee teruggebracht van 81 miljoen euro (179 miljoen gulden) naar 30 miljoen euro (67 miljoen gulden). De maximale schatting kan opnieuw gesteld worden op +35%, zodat deze uitkomt op 41 miljoen euro (90 miljoen gulden); dit was 110 miljoen euro (242 miljoen gulden). Voor een minimale marge is 50% aangehouden, omdat een meer gedetailleerde toetsing binnen aaneengesloten bebouwing via bewezen sterkte en/of via geotechnisch onderzoek nog tot een behoorlijke reductie zou kunnen leiden. Deze minimale schatting komt dan op 15 miljoen euro (33 miljoen gulden); dit was 16 miljoen euro (36 miljoen gulden).

De kosten voor Fleverwaard van 43 miljoen euro (94 miljoen gulden) blijven staan, evenals de kosten voor verbetering van de steenbekledingen, zoals dat in een landelijk kader wordt uitgevoerd. Deze kosten werden geschat op 21-47 miljoen euro (46-104 miljoen gulden) voor Fleverwaard en USHN, met 16-32 miljoen euro (35-70 miljoen gulden) voor de Oostvaardersdijk. De steenbekledingen voor dijkkringgebieden 44-46 zijn nog niet getoetst en hiervoor zijn nog geen kostenramingen gemaakt.

De bijstelling van de kostenraming is onder de aanname dat de methode van bewezen sterkte mag worden toegepast. De effecten van een extreem hoog meerpeil worden in de volgende paragraaf behandeld.

5.2 Invloed hoog meerpeil op de kostenraming

In paragraaf 4.2 is de geotechnische stabiliteit van de dijken besproken voor een extreem hoog meerpeil. In Fugro (2000) wordt een aanpak gevolgd met optimistische tot pessimistische schattingen van af te keuren dijkvakken, overigens alleen voor USHN. De samenvatting is in paragraaf 4.2 gegeven.

Daarnaast speelt het feit dat met de vigerende Leidraad Toetsen op Veiligheid mogelijk vrijwel alle dijkvakken voor een hoog meerpeil worden goedgekeurd, omdat dijken bij deze omstandigheden een grote restbreedte en overhoogte hebben. Bij dit laatste aspect worden ongeveer dezelfde kosten gevonden als bij volledige toepassing van bewezen sterkte, namelijk dat met name de dijkvakken met bebouwing vlak achter de dijk het minst zeker zijn en dat daar geraamde kosten blijven staan.

In Fugro (2000) zijn geen kostenramingen gemaakt. Hier worden de schattingen van af te keuren kilometers dijk vergeleken met de quick scan en worden kosten verhoudingsgewijs gereduceerd. Er is een duidelijk onderscheid tussen de midden en hoge meerpeilstatistiek, zie ook de tabel in paragraaf 4.2, en deze zal hier worden aangehouden.

De kostenraming voor dijkkringgebieden 13, 44, 45 en 46 bedroeg in het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998) in totaal 81 miljoen euro (179 miljoen gulden) met een onder- en bovengrens van 16 en 110 miljoen euro (36 en 242 miljoen gulden). Met de geschatte kilometers af te keuren en te verbeteren dijken, gerelateerd aan de 27,6 km afgekeurde dijk bij de quick scan en bovenstaande totale kostenraming, kan een bijgestelde kostenraming worden gemaakt. Deze is onderstaand gegeven en ter vergelijking ook de bijgestelde kostenraming op basis van bewezen sterkte (vorige paragraaf).

hoog meerpeil: midden meerpeilstatistiek

<i>Kostenraming</i>	<i>euro</i>	<i>gulden</i>
optimistisch (ondergrens)	5 miljoen	10 miljoen
realistisch	12 miljoen	27 miljoen
pessimistisch (bovengrens)	57 miljoen	125 miljoen

hoog meerpeil: hoge meerpeilstatistiek

<i>Kostenraming</i>	<i>euro</i>	<i>gulden</i>
optimistisch (ondergrens)	25 miljoen	54 miljoen
realistisch	33 miljoen	72 miljoen
pessimistisch (bovengrens)	73 miljoen	160 miljoen

bewezen sterkte (stormbepaald)

<i>Kostenraming</i>	<i>euro</i>	<i>gulden</i>
optimistisch (ondergrens)	15 miljoen	33 miljoen
realistisch	30 miljoen	67 miljoen
pessimistisch (bovengrens)	41 miljoen	90 miljoen

Het is mogelijk dat in de schattingen van Fugro niet alle kosten voor bebouwde dijkvakken zijn blijven staan. Juist voor Vallei en Eem is deze kostenpost groot, wat niet in de schattingen van Fugro zit omdat daar alleen USHN is beschouwd. Daardoor is mogelijk de realistische schatting bij de midden meerpeilstatistiek voor alle dijkkringgebieden tezamen aan de lage kant. De gemiddelde of realistische schattingen zullen elkaar dan niet veel ontlopen. Alleen geeft Fugro een grotere onzekerheidsmarge dan alleen op basis van bewezen sterkte.

6 Aanverwante zaken

6.1 Marken

Bij aanwijzing van het Markermeer als buitenwater wordt Marken een dijkkringgebied met een eigen normfrequentie. Deze normfrequentie is nog niet vastgesteld, maar er is wel onderzoek naar uitgevoerd (Nieuwjaar, 1999). In deze paragraaf wordt bekeken of de kaden van Marken in aanmerking komen voor een studie naar bewezen sterkte.

Het eiland Marken heeft een niveau dat ongeveer gelijk ligt met het gemiddelde niveau van het omringende water. Het eiland wordt door kaden beschermd tegen hoogwater. Het kruinniveau van deze kaden lag tot voor dertig jaar terug op zo'n +1,50 m NAP. Voordat de afsluiting van de Zuiderzee tot stand kwam (1932), kwam het met een zekere regelmaat voor dat de waterstand in de omgeving van het eiland Marken hoger werd dan de kaden hoog waren. Het water liep dan over de kaden naar binnen. Om de huizen en andere gebouwen op het eiland te beschermen tegen het over de kaden naar binnen stromende water werden deze op zogenaamde werven gebouwd of hadden ze open onderhuizen met de woonruimte op de eerste verdieping. De werven hebben een hoogte van 1,8 m tot 2,4 m boven het maaiveld.

Ondanks het feit dat de huizen op verhogingen waren gebouwd moet er toch met een zekere regelmaat wateroverlast zijn opgetreden. Tussen 1825 en 1916 zijn er 12 stormen voorgekomen waarbij het waterniveau nabij het eiland Marken boven +2,0 m NAP is gekomen. Een tragisch "hoogtepunt" in deze reeks van hoogwaters is het hoogwater van 1916. In de nacht van 13 op 14 januari 1916 kwam het water tot +2,90 m NAP nabij het eiland Marken. De gevolgen waren ontzettend. De vloed deed de fragiele huisjes van hun grondslagen drijven en sloeg ze te pletter op de losgeslagen vissersboten. En, wat erger was, zeventien mensen verdronken tijdens deze ramp op het eiland.

Enige tijd voor de ramp van 1916 waren de kaden rondom Marken schijnbaar verbeterd, want in de uitgave "De Watervloed van 13-14 Januari 1916" van de Zuiderzee Vereniging staat:

"Het eiland Marken, dat zoo zwaar geteisterd is, wordt niet door een hoge zeedijk beschermd, maar heeft slechts een kade, onlangs door het rijk verzwaaard en verhoogd tot + 1,50 NAP".

In hetzelfde artikel wordt een beschrijving gegeven van het opgetreden schademechanisme. Dit wordt als volgt omschreven:

"De golven slaan over de dijk. Het binnentalud is nagenoeg niet verdedigd. Er volgt erosie van het binnentalud waardoor het dijklichaam te smal wordt om het hoge water te kunnen keren".

Informatie over wat er met deze kaden is gebeurd tussen 1916 en circa 1980 is nauwelijks beschikbaar. Het enige wat in meerdere rapporten wordt gesteld is dat de kaden in het kader van het onderhoud regelmatig weer op hoogte werden gebracht. Met name door zetting liep de kruinhoogte regelmatig terug.

Vanaf 1980 zijn er meer systematisch aanpassingen aan kaden rond Marken gedaan. In 1980/1981 zijn de west- en de zuidkade aangepast en in 1983 de noordkade. In Johanson en Vonk, 1993, wordt de volgende opsomming van werkzaamheden aan de verschillende kaden na 1980 gegeven:

Zuidkade:

- 1981: Verhoging tot +1,80 m NAP, herzetten bekleding en herprofilen talud.
- 1985: In verband met zakking van de kruin bij Rozenburg opnieuw opgehoogd.
- 1986: Opnieuw verhoging van een groot deel van de kade tot +1,80 m NAP, waarbij een zware puinlaag onder de glooiing is vervangen door klei. Na 1986 was de kade nog niet volledig gezet zodat nieuwe aanpassingen aan de dijk werden aanbevolen.

Westkade

In de periode 1979- 1981 is er klei als voorbelasting op het binnentalud en onderberm aangebracht. Tevens is de kade geprofileerd waarbij de kruin op +1,80 m NAP is afgewerkt.

Noordkade

In de periode 1984-1985 is de Noordkade aanzienlijk verhoogd. Aan de buitendijkse zijde van de kade is een aanzienlijk nieuw dijklichaam tegen de bestaande kade aangebouwd. De kruin werd op +2,50 m NAP afgewerkt.

Bij de kadeverzwaringen aan de West- en Zuidkade is gekozen voor een binnendijkse kadeverzwaring. Hierbij zijn vaak vervormingen aan het buitendijkse talud ontstaan. Om reden van de zware golfaanval op de Noordkade is voor deze kade gekozen voor een versterking van het buitendijkse talud. De verzwaring betekende een ophoging van de kruin tot +2,50 m NAP. De geanalyseerde zettingsmetingen geven aan dat deze hoogte in circa 4 jaar sterk was afgenomen tot globaal +1,80 m NAP. Hoewel de snelheid waarmee de zetting plaatsvond ten tijde van de analyse (1990) sterk was teruggelopen was de zetting nog steeds gaande.

Uit geraadpleegde literatuur komt naar voren dat de kaden van Marken door de jaren heen met een zekere regelmaat zijn opgehoogd. En dat de kaden na 1980 belangrijk zijn aangepast. Aanpassingen die gedeeltelijk door zetting weer teniet zijn gedaan. Door het verschil in de mate van zetting van het nieuwe en het oude deel van de kaden is schade aan de kaden ontstaan. De aanpassingen hebben sinds 1932 de kaden dusdanig veranderd dat het concept van bewezen sterkte voor de kaden van Marken zeker niet gehanteerd kan worden.

6.2 Invloed normstelling op dijkhoogten en MHW's

Dijkkringgebieden 44, 45 en 46 hebben een veiligheidsnorm van 1/1.250 per jaar. Bij het uitbrengen van het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998) heeft de TAW advies uitgebracht omtrent een eventuele andere normstelling van bovengenoemde dijkkringgebieden. De veiligheidsnorm van 1/1.250 per jaar is immers gebaseerd op bedreiging vanuit de grote rivieren, terwijl omringende gebieden van het Markermeer een veiligheidsnorm hebben van 1/4.000 per jaar of hoger. Alhoewel de staatssecretaris, met de TAW, van mening is dat een aanpassing van de veiligheidsnorm op dit ogenblik achterwege kan blijven (Tweede Kamer der Staten-Generaal, 1999), is in het kader van de onderhavige studie gemeend de effecten van een eventuele

veiligheidsnormverandering te onderzoeken. Het gaat hier dan om de effecten op de benodigde dijkhoogte, zoals deze in het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer uitgebreid zijn bestudeerd.

De berekeningen met het rekenmodel HYDRA-M zijn op identieke wijze als in het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998) uitgevoerd door WLdelft hydraulics. De benodigde dijkhoogtes zijn berekend voor veiligheidsnormen van 1/2.000 per jaar en 1/4.000 per jaar, voor zowel de lage als de hoge meerpeilstatistiek. De dijken in dijkkringgebied 44 hebben allemaal voldoende overhoogte.

Voor dijkkringgebied 45 ligt het iets ingewikkelder. De procedure was als volgt. De benodigde kruinhoogte werd eerst voor alle dijkprofielen bepaald voor het 2%-golfoploopcriterium. Als de werkelijke kruinhoogte lager was dan de benodigde kruinhoogte, dan werd voor die dijkprofielen de benodigde kruinhoogte berekend bij een 1 l/s per m overslagcriterium. Als de werkelijke kruinhoogte hieraan voldeed, dan werd de kruinhoogte voldoende geacht. Als dit niet het geval was, dan werd het aantal l/s per m golfoverslag bepaald. Deze overslag geeft dan een idee van de toestand bij de toetsbelasting, maar de dijk werd niet op hoogte goedgekeurd.

Voor een veiligheidsnorm van 1/1.250 per jaar voldeed in dijkkringgebied 45 alleen dijkprofiel 45-73a (zie figuur 2.19 voor de locatie) niet aan het 2%-golfoploopcriterium. Dit zowel voor een hoge als lage meerpeilstatistiek. Met het 1 l/s per m golfoverslagcriterium voldeed dit dijkvak wel.

Bij een veiligheidsnorm van 1/2.000 per jaar of 1/4.000 per jaar was dijkprofiel 45-73a opnieuw het enige dijkprofiel wat niet aan het 2%-golfoploopcriterium voldeed. De benodigde kruinhoogte varieerde van +3,28 m NAP tot +3,74 m NAP, terwijl de aanwezige buitenkruinlijnhoogte +2,98 m NAP is.

Bij een overslagcriterium van 1 l/s per m was de benodigde kruinhoogte gelijk of lager dan de werkelijke voor een veiligheidsnorm van 1/2.000 per jaar (+2,82 m NAP en +2,98 m NAP voor respectievelijk de lage en de hoge meerpeilstatistiek). Voor een veiligheidsnorm van 1/4.000 per jaar voldeed ook dit dijkprofiel niet. De benodigde kruinhoogte was +3,12 m NAP, voor zowel de lage als de hoge meerpeilstatistiek. De overslagdebieten bij de werkelijke kruinhoogte en bij een veiligheidsnorm van 1/4.000 per jaar zijn 1,7 en 2,8 l/s per m voor respectievelijk de lage en hoge meerpeilstatistiek. Dus een normverandering heeft alleen invloed op een klein stukje dijk als de norm naar 1/4.000 per jaar wordt gebracht.

Geconcludeerd kan worden dat een verandering van veiligheidsnorm voor dijkkringgebieden 44, 45 en 46 voor de benodigde dijkhoogte nauwelijks invloed heeft, behalve voor een klein dijkvak in dijkkringgebied 45 en dan alleen nog voor een norm van 1/4.000 per jaar. De kosten hiervoor zullen marginaal zijn in vergelijking met eerder genoemde kosten voor dijkverbeteringen.

Een verandering van normstelling heeft ook invloed op de MHW's, dus de maximaal te verwachten waterstand, welke van belang is bij geotechnische stabiliteit. WLdelft hydraulics heeft ook de MHW's berekend voor een normfrequentie van 1/4.000 per jaar. Dit is alleen gedaan voor de lage en de hoge meerpeilstatistiek. Tabellen 6.1 en 6.2 geven de resultaten voor respectievelijk dijkkringgebied 44, 45 en 46. De tabellen zijn rechtstreeks te

vergelijken met tabellen 2.3 en 2.4 voor een normfrequentie van 1/1.250 per jaar.

Een vergelijking bij beide normfrequenties laat zien dat vrijwel alle MHW's 10 tot 20 cm hoger uitvallen bij een norm van 1/4.000 per jaar. Bij dijkkringgebied 44 en de hoge meerpeilstatistiek (de rode cijfers in tabel 6.1) zijn de MHW's meerpeilbepaald. Dit is ook het geval bij een norm van 1/1.250 per jaar, zie tabel 2.3. Het hogere meerpeil van +1,20 m NAP komt overeen met de waarde van de meerpeilstatistiek bij 1/4.000 per jaar.

In alle andere gevallen wordt het MHW bepaald door storm en opwaaiing. De 10 tot 20 cm hogere MHW wordt dan ook veroorzaakt door een hogere windsnelheid die hoort bij een norm van 1/4.000 per jaar. Ook deze MHW's blijven echter onder de historisch gemeten waterstanden, zodat de methode van bewezen sterkte hier nog steeds kan worden toegepast.

Geconcludeerd kan worden dat een verandering van normstelling naar 1/4.000 per jaar voor dijkkringgebieden 44, 45 en 46, MHW's opleveren die 10 tot 20 cm hoger liggen dan bij een norm van 1/1.250 per jaar. De MHW's zijn voornamelijk windbepaald.

6.3 Kunstwerken

In het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998) is gekeken naar kosten met betrekking tot dijkhoogteverbeteringen, geotechnische stabiliteitsverbeteringen en verbeteringen van de gezette bekledingen. Bij een volledige toetsing van de primaire waterkeringen horen echter ook de kunstwerken. Een volledige toetsing van de kunstwerken is te omvangrijk voor de onderhavige studie. Door de Begeleidingsgroep Markermeer is besloten dat de beherende waterschappen rondom het Markermeer middels een werkgroep een inventarisatie zouden uitvoeren met betrekking tot aanwezige kunstwerken en daarbij een afschatting maken van de uitslag van een veiligheidstoetsing en bijbehorende kosten voor mogelijke verbeteringen.

De rapportage van deze werkgroep is te vinden als bijlage B bij dit verslag. De conclusie en aanbevelingen worden hier herhaald. Op basis van de globale toetsing, beschreven in bijlage B, moet voor het verbeteren van kunstwerken in de waterkering, op het moment dat het Markermeer wordt aangemerkt als buitenwater, rekening worden gehouden met een kostenpost tussen 1,0 en 2,9 miljoen euro (2,3 en 6,3 miljoen gulden). Deze is als volgt verdeeld over de betrokken waterschappen:

Beheerder	Optimistische raming		Pessimistische raming	
	euro	gulden	euro	gulden
USHN	227.000,-	500.000,-	868.000,-	1.913.000,-
Amstel, Gooi en Vecht	635.000,-	1.400.000,-	1.387.000,-	3.057.000,-
Vallei en Eem	182.000,-	400.000,-	601.000,-	1.324.000,-
RWS, Directie NH	0,-	0,-	0,-	0,-
Totaal	1.044.000,-	2.300.000,-	2.856.000,-	6.294.000,-

Het gaat hierbij uitdrukkelijk om een eerste schatting. Voor het bepalen van de benodigde werkzaamheden zijn geen berekeningen uitgevoerd. Een dergelijke definitieve toetsing is ook pas mogelijk wanneer de hydraulische randvoorwaarden definitief zijn vastgesteld.

Bij de kostenraming dienen bovendien de volgende beperkingen in acht te worden genomen:

- De sifons van het gemaal Zeeburg te Amsterdam (onder het Amsterdam-Rijnkanaal en de primaire waterkering Zuider IJdijk) zijn niet in het onderzoek meegenomen. Deze zijn momenteel onderwerp van studie. Ten behoeve van de verruiming van de passage Zeeburg in het kanaal zullen de sifons (indien deze ook in de toekomst noodzakelijk zijn) worden vervangen en de Zuider IJdijk gedeeltelijk worden verlegd. Zowel de sifons als de dijkverlegging zullen dan moeten worden ontworpen op basis van de actuele veiligheidseisen.
- Ook de kunstwerken in Flevoland en op Marken en voor de Nijkerkersluis zijn niet in dit onderzoek betrokken, aangezien ook voor de dijken in deze gebieden geen nadere kostenraming is gemaakt. De kunstwerken in Flevoland en de Nijkerkersluis zijn echter betrekkelijk nieuw, waardoor de benodigde aanpassingen naar verwachting beperkt zullen zijn. Voor kunstwerken op Marken is een dergelijke inschatting niet te maken.
- Een belangrijke onzekere factor is steeds de pipinggevoeligheid van kunstwerken. Vooral bij oudere kunstwerken is niet meer te achterhalen of er kwelschermen aanwezig zijn. Soms is de lengte van het kunstwerk voldoende om zeker te kunnen zijn van voldoende kwellengte. Zo niet, dan is op korte termijn geen uitspraak te doen. Afgesproken is, dat als er geen duidelijkheid over is te verkrijgen, er voor de kostenraming van wordt uitgegaan, dat kwelschermen moeten worden aangebracht. Deze onzekerheid is echter van grote invloed op de kostenraming.

Gelet op het voorstaande moet tenslotte worden opgemerkt, dat er behoefte is aan een methodiek om de aanwezigheid van kwelschermen bij een bestaand kunstwerk te bepalen, en aan een methodiek om de reststerkte van oudere kunstwerken te bepalen. In deze globale toetsing blijken hier duidelijk de grootste onzekerheden te zitten. Voor een definitieve toetsing is het gewenst, dat hier een antwoord op wordt gegeven.

6.4 Consequenties keuze meerpeilstatistiek

Het op een juiste manier omgaan met meerpeilstatistieken is een moeilijke materie. In deze paragraaf wordt kort beschreven hoe een meerpeilstatistiek ontstaat, hoe een juiste keuze kan worden gemaakt en wat globaal de effecten zijn van een andere (met name hogere) meerpeilstatistiek dan die voor de huidige situatie.

Welke hoge meerpeilen kunnen ontstaan hangt in wezen af van drie zaken:

- het beheer van het hele watersysteem
 - veranderingen in streefpeilen
 - veranderingen in beheer van de sluizen (wel of niet water op het Markermeer aflaten bij hoog water op het IJsselmeer)
- de veranderingen aan het systeem
 - meer spuisluizen of gemalen
 - inpolderingen
- de veranderingen in de natuur
 - klimaatveranderingen met bijbehorende veranderingen in regenval, rivierafvoer en zeespiegelstijging

Meerpeilen in het IJsselmeergebied zijn gemeten sinds het ontstaan van het IJsselmeer. In het kader van het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998) is van deze metingen een homogene reeks gemaakt als ware het Markermeer en IJsselmeer met bijbehorende inpolderingen al aanwezig vanaf het gereedkomen van de Afsluitdijk. De gegevens van deze reeks kunnen worden

gebruikt en aangepast om andere situaties door te rekenen. Bij een bepaalde situatie of aanpassing wordt met een waterbalansmodel ongeveer 65 jaar aan "metingen" gesimuleerd.

De hoge meerpeiltoppen van de gesimuleerde reeks worden op een rijtje gezet en hier wordt een lijn door gefit met een extrapolatie naar hele kleine frequenties zoals 1/10.000 per jaar. Zo'n lijn wordt een meerpeilstatistiek genoemd en geldt voor de beschouwde situatie. Voor zowel het Markermeer als IJsselmeer ontstaat er een meerpeilstatistiek.

De effecten van een bepaalde situatie kunnen met HYDRA-M worden berekend. De meerpeilstatistiek is een wezenlijk onderdeel van dit model. Maar welke meerpeilstatistiek moet nu worden gebruikt? Dit hangt vooral af van het feit of men wil:

- toetsen
- ontwerpen
- of het effect van veranderingen wil analyseren.

Bij toetsen kijkt men maar 5 jaar vooruit en gaat men uit van de huidige situatie met mogelijke veranderingen in de eerste 5 jaar. Bij ontwerpen van een nieuwe of vervangende waterkering is de planperiode veel langer, bijvoorbeeld 50 jaar of nog langer en wil men de consequenties weten aan het eind van de planperiode. Hetzelfde geldt als men het effect van veranderingen wil analyseren.

In het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998) en ook in deze studie heeft de nadruk gelegen op het beschrijven van de effecten van zoveel mogelijk scenario's, zie bijvoorbeeld paragraaf 2.2 van dit rapport. Daar zijn 10 mogelijke scenario's beschreven, waarbij men 50 jaar vooruit keek. Bij elk scenario hoort een bepaalde meerpeilstatistiek en in beide studies zijn deze samengebracht tot drie karakteristieke meerpeilstatistieken, een lage, een midden en een hoge meerpeilstatistiek. Dus bij het kijken naar de langere termijn bepaalt de beschouwde situatie welke meerpeilstatistiek moet worden gebruikt.

Bij het *toetsen* van waterkeringen is dit anders. Hier geldt altijd de *huidige situatie* met eventueel veranderingen die binnen vijf jaar gaan spelen. De effecten van bijvoorbeeld zeespiegelstijging worden dus iedere vijf jaar automatisch verdisconteerd. Als het beheer verandert, bijvoorbeeld streefpeilen worden veranderd, dan komt dit ook bij een volgende toetsing naar voren in een aangepaste meerpeilstatistiek. De meerpeilstatistiek die in HYDRA-M zit voor de toetsing is dan ook die voor de huidige situatie en niet voor een of ander toekomstscenario.

Voor het Markermeer ontstaat daarbij nog een probleem. Bij hoog water op het IJsselmeer bestaat de keuze wel of geen water of te laten op het Markermeer. Dit beïnvloedt met name de keuze voor de meerpeilstatistiek voor het Markermeer, want voor het IJsselmeer komt er vrijwel dezelfde meerpeilstatistiek uit. Deze problematiek is uitvoerig beschreven in bijlage C. De conclusie daar is dat men het beste uit kan gaan van de situatie dat water wordt afgelaten op het Markermeer, dat wil zeggen de midden meerpeilstatistiek. Of men in een gegeven situatie wel of geen water wil af laten, heeft dan geen invloed meer op de veiligheid van de dijken. Voor meer achtergrond wordt verwezen naar bijlage C.

Bij het kijken naar de effecten van een keuze van een meerpeilstatistiek, kan men ook weer het onderscheid maken tussen toetsen of het analyseren van toekomstscenario's. Bij het toetsen zijn dat de effecten die zijn beschreven bij de midden meerpeilstatistiek, want deze beide worden zowel voor het Markermeer als het IJsselmeer aangehouden.

Het analyseren van toekomstscenario's is gedaan door elk scenario te koppelen aan de hoge, midden of lage meerpeilstatistiek. Door de effecten bij de hoge en midden meerpeilstatistiek te vergelijken wordt een redelijk beeld gekregen van de invloed van de keuze van de meerpeilstatistiek.

Van tevoren kan al worden gezegd dat in veel gevallen deze keuze geen invloed zal hebben. Dit zijn vooral situaties waar maatgevende condities ontstaan door zware storm. In zo'n geval is het meerpeil op dat moment waarschijnlijk vrij laag, in de buurt van het streefpeil, en worden hoge waterstanden veroorzaakt door opwaaiing.

De effecten van de keuze van een meerpeilstatistiek komen dus alleen naar voren daar waar een extreem meerpeil een maatgevende conditie oplevert. Deze effecten zullen worden beschreven voor de benodigde dijkhoogte, de geotechnische stabiliteit van de dijken en de stabiliteit van de steenbekledingen.

Effecten op benodigde dijkhoogte

In het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998) is eerst gekeken naar de benodigde dijkhoogte bij de hoge meerpeilstatistiek. Eerst is het 2%-golfoplooppniveau berekend en voor dijkvakken die lager waren dan dit niveau ook de overslaghoogte bij 1 l/s per m golfoverslag. In het laatste geval bleven er maar drie dijkvakken over in de buurt van Hoorn die (iets) te laag waren, behoudens de Oostvaardersdijk waarvan al bekend was dat deze te laag was.

De situatie voor de oude Zuiderzeedijken (dus exclusief Flevoland) is grafisch weergegeven in figuur 6.1. Op de horizontale as zijn de dijklocaties uitgezet van noord naar zuid, dus van Enkhuizen naar Nijkerk. De bovenste lijn geeft de hoogte van de buitenkruinlijn van het dijkvak aan. De paarse lijn is het 2%-golfoplooppniveau. In enkele gevallen is dit niveau net hoger dan de dijkhoogte. De groene lijn geeft de waterstand bij de maatgevende situatie weer. De rode lijn geeft het meerpeil en het verschil tussen de waterstand en het meerpeil is de waterstandsverhoging door opwaaiing.

Uit de figuur valt op te maken dat bij Enkhuizen en bij Nijkerk de situatie door wind wordt bepaald (bij ongeveer streefpeil) en dat in de tussenliggende locaties de maatgevende situatie wordt bepaald door een combinatie van hoog meerpeil met harde wind. Het meerpeil ligt gemiddeld op +0,8 tot +0,9 m NAP, een situatie die ligt tussen 1/100 per jaar en 1/1.000 per jaar voor deze hoge meerpeilstatistiek, zie ook figuur 2.25.

In ieder geval zijn de effecten van de keuze van een hoge meerpeilstatistiek beperkt wat betreft dijkhoogteverbeteringen. Bij een keuze van een lagere meerpeilstatistiek zullen ook de drie dijkvakken bij Hoorn waarschijnlijk voldoen en blijft de Oostvaardersdijk te laag, omdat de wind daar bepalend is en niet het meerpeil. Wat betreft de verbeteringskosten met betrekking tot de hoogte van dijken rondom het Markermeer blijven de verschillen tussen effecten van een meerpeilkeuze zeer beperkt.

Effecten op de geotechnische stabiliteit

Deze studie heeft zich toegelegd op een betere kostenraming voor de verbeteringen met betrekking tot geotechnische stabiliteit. Hierbij is de methode van bewezen sterkte gebruikt voor maatgevende stormsituaties en daarnaast een (aangepaste) klassieke toets met betrekking tot een hoog meerpeil.

Met betrekking tot stormsituaties maakt de keuze van een meerpeil niets uit. In alle gevallen is de historische waterstand hoger geweest dan in een maatgevende stormsituatie. De MHW's voor geotechnische stabiliteit bij een hoog meerpeil hangen vanzelfsprekend wel sterk af van de beschouwde meerpeilstatistiek, zie ook figuur 2.26 en paragraaf 2.2. De effecten zijn echter niet nauwkeurig in te schatten. Voorlopig wordt aangenomen dat de kosten van verbeteringswerken vallen binnen de bandbreedte die is aangegeven in hoofdstuk 5.1 en dat deze onafhankelijk zijn van de beschouwde meerpeilstatistiek.

Effecten op stabiliteit steenbekleding

Bij de stabiliteit van bekledingen speelt vooral de golfaanval een belangrijke rol en de plaats waar de bekleding ligt, en niet een extreem hoge waterstand. Voor deze stabiliteit mag daarom worden verondersteld dat de keuze van een meerpeilstatistiek hier weinig effect zal hebben.

De eindconclusie is dat de kosten voor verbetering van de (oude) Markermeerdijken niet of nauwelijks afhangt van de keuze van de meerpeilstatistiek in de toekomst. Een hogere meerpeilstatistiek dan de huidige, bijvoorbeeld door wijzigingen in beheer of het systeem, zullen geen effecten hebben op de stabiliteit van bekledingen, nauwelijks effecten op de benodigde dijkhoogte en ook nauwelijks op geotechnische verbeteringen, alhoewel het laatste aspect het minst nauwkeurig kan worden afgeschat.

6.5 Hoogwaterstanden op de Eem

In de Markermeerstudies is tot nog toe de eenvoudige aanname gedaan dat de maatgevende waterstanden in de Eemvallei (als deze overstroomt) en langs de Eem ten noorden van de A1 gelijk zijn aan de waterstand op het Emmeer nabij de monding van de Eem. In werkelijkheid zal dit niet zo zijn en dienen, wanneer het Markermeer buitenwater wordt, MHW's te worden afgegeven. In de studies is tot nu toe niet gekeken naar het gebied ten zuiden van de A1.

In de Begeleidingsgroep Markermeer is afgesproken een goede schatting van deze MHW's te maken, zo mogelijk met dezelfde betrouwbaarheid als het beschikbare materiaal voor het Markermeer. De studie is uitgevoerd door WL|delft hydraulics en is beschreven in WL (2000-2). Hier wordt een samenvatting van de resultaten en conclusies gegeven.

In de studie is een bestaand SOBEK-model gebruikt dat enigszins is aangepast om het geschikt te maken voor zware wind- en neerslaggebeurtenissen. De berekende hoogwaterstanden zijn gebaseerd op het maximum van een tweetal belastinggevallen: hoge wind met lage neerslag en andersom. Als extreme gebeurtenis is de 1/1.250 per jaar waarde voor de windsnelheid genomen met een 1/1 per jaar waarde voor het meerpeil en de neerslag en daarnaast een gebeurtenis met de 1/1.250 per jaar waarde voor de neerslag en het meerpeil met een 1/1 per jaar waarde voor de windsnelheid. Er is onderscheid gemaakt tussen de midden en hoge meerpeilstatistiek. De situatie voor een

normfrequentie van 1/4.000 per jaar is ook doorgerekend, maar wordt hier niet gegeven.

Het volgende overzicht van resultaten kan worden gemaakt:

<i>Gebeurtenis</i>		<i>harde wind</i>	<i>extreme neerslag</i>	<i>harde wind</i>	<i>extreme neerslag</i>
Statistiek		midden	midden	hoog	hoog
Windsnelheid	[m/s]	32	15	32	15
Windrichting	[°]	300	300	300	300
Duur neerslag	[uur]	96	96	96	96
Totale neerslag	[mm]	40	129	40	129
<i>Waterstand [+m NAP]</i>					
Monding Eem		1,20	0,60	1,29	1,15
Maatpolder		1,20	0,70	1,27	1,19
Gemaal Eemnes		1,19	0,80	1,25	1,23
Zuidpolder		1,20	0,85	1,25	1,25
Gemaal de Haar		1,21	0,90	1,25	1,28
Langeind		1,25	0,99	1,28	1,35
Middelwijk		1,29	1,09	1,32	1,43
Amersfoort West		1,41	1,23	1,48	1,54
Industrieterrein		1,49	1,29	1,54	1,59
Begin Eem		1,56	1,36	1,60	1,64

De vetgedrukte waarden geven het maximum voor de beide gebeurtenissen, storm of een hoog meerpeil met veel neerslag. Voor de midden meerpeilstatistiek worden de hoogwaterstanden op de Eem voornamelijk bepaald door extreem hoge waterstanden op het Eemmeer door harde noordwestelijke storm en in veel mindere mate door een hoog meerpeil met zware neerslag.

Voor de hoge meerpeilstatistiek worden de hoogwaterstanden bepaald door een combinatie van zware neerslag met een hoog meerpeil en deels door harde noordwestenwind. Beide situaties ontlopen elkaar niet zo veel.

In beide gevallen wordt bij het begin van de Eem in Amersfoort een maatgevende waterstand gevonden die ongeveer 0,3 m hoger is dan bij de monding van de Eem.

In alle gevallen blijkt dat de bestaande (zomer)kaden langs de Eem zullen overlopen. Enkele polders in het Eemland zullen in dergelijke situaties vollopen, andere zullen slechts voor een deel vollopen. Ook in het stroomgebied van de Eem zullen diverse gebieden overstroomd. Voor de volledige rapportage wordt verwezen naar WL (2000-2).

7 Conclusies en aanbevelingen

Onder bewezen sterkte in deze studie wordt verstaan de geotechnische stabiliteit met betrekking tot macrostabiliteit van het binnentalud, inclusief opdrijven, en piping onder storm bepaalde omstandigheden. Zodra historische belastingen (waterstanden en duren) zwaarder zijn geweest dan de storm- of windbepaalde MHW's en de historische en actuele dijkprofielen vrijwel gelijk zijn en niet in ongunstige zin zijn veranderd, dan kan het dijkprofiel als "voldoende" worden beschouwd.

Uit tabel 2.1 kan het volgende worden geconcludeerd met betrekking tot historische belastingen: de maximale waterstand is overal boven +2 m NAP geweest, bij Nijkerk zelfs bijna +3 m. Een waterstand hoger dan +2 m NAP heeft 2 – 8 uur geduurd, een waterstand boven +1,5 m NAP ongeveer een etmaal.

Een vergelijking per locatie tussen historisch opgetreden waterstanden en MHW's kan worden gemaakt met behulp van figuur 2.26 (en tabellen 2.1 – 2.4). Geconcludeerd kan worden dat de maximale historische waterstanden minimaal 0,5 m, maar vaak 1 m of meer hoger zijn geweest dan de MHW's die nu worden berekend. Wat betreft de *hoogte* van de waterstand kan geconcludeerd worden dat daarom de studie op bewezen sterkte positief scoort.

Afhankelijk van de keuze van meerpeilstatistiek komen er echter locaties voor die meerpeilbepaald zijn. Het verschil met historische waterstanden zit dan vooral in de duur van de meerpeiltop die veel langer is dan die van een storm. Ten aanzien van de duur van de (lagere) belasting kan niet worden gezegd dat deze historisch is opgetreden. Voor de midden meerpeilstatistiek (MMS) gaat het om een niveau van +0,7 m NAP, voor de hoge meerpeilstatistiek (HMS) is dit een niveau van +1,3 m NAP, beide bij een ontwerpfrequentie van 1/10.000. De effecten van een extreem hoog meerpeil zijn buiten de methode van bewezen sterkte om geanalyseerd. De duur van een extreem hoog meerpeil op het Markermeer wordt geschat op 3-4,5 weken, afhankelijk van de meerpeilstatistiek.

Geconcludeerd kan worden dat 62 van de 78 onderzochte dijkprofielen vergelijkbaar waren en dat deze profielen leiden tot een "voldoende" geotechnische stabiliteit op bewezen sterkte. Van de overige 16 dijkprofielen is de verwachting dat minimaal 12 bij vervolgonderzoek zullen worden goedgekeurd.

Hierbij moet wel een belangrijke aantekening worden gemaakt. Een dijkprofiel is in deze studie, net als in het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998), representatief gesteld voor een redelijk grote strekking. Een te grote strekking voor een feitelijke toetsing. Het uitgangspunt van de onderhavige studie is ook niet om elk dijkvak van 100 m of 200 m te toetsen, maar om een goede indruk te krijgen van wat de methode van bewezen sterkte kan opleveren en daarmee een bijstelling van de kostenraming voor geotechnische verbeteringen te

kunnen maken. Ook werden toegeleverde documenten over het bestek of latere wijzigingen niet (diepgaand) bestudeerd.

Voor een feitelijke toetsing van dijkvakken op bewezen sterkte is het noodzakelijk dat profielen om de (paar) honderd meter met elkaar worden vergeleken en dat wordt nagegaan of een bestek ook daadwerkelijk volgens de tekeningen is uitgevoerd. In sommige gevallen moet ook worden nagegaan hoe een dijk precies is gewijzigd, bijvoorbeeld bij het aanbrengen van een verbreding voor een weg. De meeste gegevens voor zo'n toetsing zijn wel aanwezig. De benodigde tijd was echter duidelijk niet voor deze studie beschikbaar.

Uit de vergelijking van de dijkprofielen komt naar voren dat een juiste toetsing op bewezen sterkte voor dijkvakken waarlangs aaneengesloten bebouwing staat, alleen kan als dit voor profielen gebeurt op korte afstand van elkaar. Dat is niet in deze studie gedaan. Een enkel profiel werd representatief gesteld voor een vrij lang dijkvak met bebouwing. Als een deel van een dijkvak met bebouwing verbeterd moet worden brengt dit meestal grote kosten met zich mee, omdat de bebouwing zo dicht op de dijk staat en er nauwelijks ruimte is voor verbeteringen. Daarom wordt hier gesteld dat kosten die in Fugro (1998) zijn geraamd voor dijkvakken met aaneengesloten bebouwing, bij de bijstelling van de kostenraming gehandhaafd blijven. Het is mogelijk dat in een later stadium deze kosten meevallen. Het is echter ook mogelijk dat in de Fugro-schatting hier en daar moeilijke stukken binnen de bebouwde kom zijn onderschat, wat de uiteindelijke kosten weer omhoog brengt.

De totale kostenraming voor de voormalige Zuiderzeedijken in het Markermeer met betrekking tot geotechnische dijkverbeteringen bedroeg in het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (1998) 179 miljoen gulden met een maximale schatting (+35%) van 242 miljoen gulden en een minimale schatting (-80%) van 36 miljoen gulden. De in deze studie bijgestelde raming komt op 67 miljoen gulden met een maximum van 90 miljoen gulden (+35%) en een minimum van 33 miljoen gulden (-50%). Het totaaloverzicht wordt:

<i>Beheerder</i>	<i>euro</i>	<i>gulden</i>
USHN	10 miljoen	22 miljoen
DWR	3 miljoen	8 miljoen
Vallei en Eem	17 miljoen	37 miljoen
	30 miljoen	67 miljoen

Op basis van de studie Fugro (2000) zijn afschattingen gemaakt van de effecten van een hoog meerpeil. Het evenredig omslaan van de schattingen voor af te keuren en te verbeteren kilometers dijk bij USHN naar totale kosten, leidt tot vergelijkbare gemiddelde schattingen als voor de bewezen sterkte, maar de onzekerheidsmarge wordt (veel) groter ingeschat.

Op basis van de globale toetsing, beschreven in bijlage B, moet voor het verbeteren van kunstwerken in de waterkering, op het moment dat het Markermeer wordt aangemerkt als buitenwater, rekening worden gehouden met een kostenpost tussen 2 miljoen en 6 miljoen gulden.

Uit geraadpleegde literatuur komt naar voren dat de kaden van Marken door de jaren heen met een zekere regelmaat zijn opgehoogd. En dat de kaden na 1980 belangrijk zijn aangepast. Aanpassingen die gedeeltelijk door zetting weer teniet zijn gedaan. Door het verschil in de mate van zetting van het nieuwe en

het oude deel van de kaden is schade aan de kaden ontstaan. De aanpassingen hebben sinds 1932 de kaden dusdanig veranderd dat het concept van bewezen sterkte voor de kaden van Marken zeker niet gehanteerd kan worden.

Geconcludeerd kan worden dat een verandering van veiligheidsnorm voor dijkkringgebieden 44, 45 en 46 voor de benodigde dijkhoogte en geotechnische stabiliteit nauwelijks invloed heeft, behalve voor een klein dijkvak in dijkkringgebied 45 en dan alleen nog voor een norm van 1/4000. De kosten hiervoor zullen marginaal zijn in vergelijking met eerder genoemde kosten voor dijkverbeteringen.

In HYDRA-M wordt voor het IJsselmeer en voor de huidige situatie, zoals deze bij de toetsing op veiligheid wordt aangenomen, een statistiek aangehouden die vrijwel overeenkomt met de midden meerpeilstatistiek. Op basis van het recente hoog water in het najaar van 1998 kan worden geconcludeerd dat de lage meerpeilstatistiek voor het Markermeer mogelijk aan de lage kant is. Het is daarom een redelijke aanname om voor het Markermeer en de *huidige* situatie in het model HYDRA-M de midden meerpeilstatistiek aan te houden, overeenkomstig het IJsselmeer. Bij deze aanname is het dan niet meer van belang of wel of niet water op het Markermeer wordt afgelaten bij extreem hoog water op het IJsselmeer.

De eindconclusie is met betrekking tot de keuze van een meerpeilstatistiek is dat de kosten voor verbetering van de (oude) Markermeerdijken niet of nauwelijks afhangt van de keuze van de meerpeilstatistiek in de toekomst. Een hogere meerpeilstatistiek dan de huidige, bijvoorbeeld door wijzigingen in beheer of het systeem, zullen geen effecten hebben op de stabiliteit van bekledingen, nauwelijks effecten op de bestaande en benodigde dijkhoogte en ook nauwelijks op geotechnische verbeteringen, alhoewel het laatste aspect het minst nauwkeurig kan worden afgeschat.

De hoogwaterstanden op de Eem zijn in een aparte studie onderzocht (WL, 2000-2). Bij een midden en hoge meerpeilstatistiek wordt in beide gevallen bij het begin van de Eem in Amersfoort een maatgevende waterstand gevonden die ongeveer 0,3 m hoger is dan bij de monding van de Eem. In alle gevallen blijkt dat de bestaande (zomer)kaden langs de Eem zullen overlopen. Enkele polders in het Eemland zullen in dergelijke situaties vollopen, andere zullen slechts voor een deel vollopen. Ook in het stroomgebied van de Eem zullen diverse gebieden overstromen. Voor de volledige rapportage wordt verwezen naar WL (2000-2).

Referenties

- Fugro, 1998. Kostenverkenning m.b.t. quick-scan Markermeerdijken. Rapport K-0008/001.
- Fugro, 2000. Bijstelling verwachting te verbeteren Markermeerdijken USHN. Traject Enkhuizen – Amsterdam. Rapport K-071.
- Johanson, J.C.P. en B.F. Vonk, 1993. Omringkade Marken. Rapportage visuele verkenning. Rapport Dienst Weg- en Waterbouwkunde, WBA-N-93093.
- Nieuwjaar, M.W.C., 1999. Veiligheidsnorm Marken. Rapport Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Nota W-DWW-99-003.
- Onafhankelijk Onderzoek Markermeer, 1998. Eindrapport, mei 1998. WLdelft hydraulics. Met 12 onderliggende rapporten.
- Pompert, H.J., 1999. Hoogwaterperiode IJsselmeergebied oktober/november 1998. RDII-rapport 99.3.
- Tweede Kamer der Staten-Generaal, 1999. Kustverdediging na 1990. Brief van de staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat. Tweede Kamer, vergaderjaar 1998-1999, 21 136, nr. 28.
- WL, 2000-1. Analyse duur van extreme meerpeiltoppen Markermeer. Rapport WLdelft hydraulics, T2425, augustus 2000.
- WL, 2000-2. Hoogwaterstanden op de Eem. Een benadering. Rapport WLdelft hydraulics, H3658, september 2000.

dijkcode WL verslag fase 3 Onafhankelijk Onderzoek Markermeer	naam dijkvak	dijk	dijkpaal van	tot	lengte dijkvak [m]	Storm 6/7 nov 1921			Storm 25/26 nov 1925			Storm 26 nov 1928		
						max. waterstanc +NAP [cm]	duur boven 2,0 m NAP [uur]	duur boven 1,5 m NAP [uur]	max. waterstand +NAP [cm]	duur boven 2,0 m NAP [uur]	duur boven 1,5 m NAP [uur]	max. waterstanc +NAP [cm]	duur boven 2,0 m NAP [uur]	duur boven 1,5 m NAP [uur]
d18b- 17	KRABBERSGAT	18	6.0	19.5	1350	192	0	10	137	0	0	204	2	19
d18b- 23	ZUIDERDIJK	18	19.5	23.5	400	192	0	10	137	0	0	204	2	19
d18b- 26	GROOTSLAG	18	23.5	31.5	800	192	0	10	137	0	0	204	2	19
d18b- 33	GROOTSLAG	18	31.5	37.5	600	192	0	10	137	0	0	204	2	19
d18b- 41	GROOTSLAG	18	37.5	41.0	350	192	0	10	137	0	0	204	2	19
d18b- 46	GROOTSLAG	18	41.0	49.5	850	192	0	10	137	0	0	204	2	19
d18b- 53	TERSLUIS	18	49.5	54.0	450	192	0	10	137	0	0	204	2	19
d18a- 56	TERSLUIS	18	54.0	59.0	500	194	0	10	137	0	0	204	2	19
d18a- 61	TERSLUIS	18	59.0	65.0	600	194	0	10	137	0	0	204	2	19
d18a- 70	DE-WEED	18	65.0	74.0	900	194	0	10	137	0	0	204	2	19
d18a- 91	KROONHOEVE	18	74.0	94.5	2050	194	0	10	137	0	0	204	2	19
d18a- 95	KROONHOEVE	18	94.5	96.0	150	196	0	11	137	0	0	204	2	19
d18a- 97	KROONHOEVE	18	96.0	98.0	200	196	0	11	137	0	0	204	2	19
d18a- 103	OOSTERLEEK	18	98.0	104.0	600	196	0	11	141	0	0	204	2	19
d18a- 106	OOSTERLEEK	18	104.0	113.0	900	196	0	11	141	0	0	204	2	19
d18a- 126	DRIEBAN	18	113.0	128.0	1500	199	0	11	145	0	0	204	2	19
d18a- 132	KRAAIENBURG	18	128.0	136.5	850	199	0	11	145	0	0	204	2	19
d18a- 138	KRAAIENBURG	18	136.5	145.0	850	199	0	11	145	0	0	204	2	19
d18a- 152	KRAAIENBURG	18	145.0	153.0	800	201	1	12	149	0	0	204	2	19
d18a- 158	DE NEK	18	153.0	159.0	600	201	1	12	149	0	0	204	2	19
d18a- 159	DE NEK	18	159.0	161.5	250	201	1	12	149	0	0	204	2	19
d18a- 166	VENHUIZEN	18	161.5	168.0	650	201	1	12	149	0	0	204	2	19
d18a- 171	VENHUIZEN	18	168.0	172.0	400	199	0	11	149	0	0	204	2	19
d18a- 175	SCHELLHOUT-ZD	18	172.0	177.5	550	199	0	11	149	0	0	204	2	19
d18a- 185	SCHELLHOUT-WST	18	177.5	192.0	1450	199	0	11	149	0	0	204	2	19
d18a- 200	MUNNIKAY	18	192.0	206.0	1400	196	0	11	149	0	0	204	2	19
d18a- 207	HOORN-OST	18	206.0	208.5	250	196	0	11	149	0	0	204	2	19
d18a- 211	HOORN-OST	18	208.5	212.0	350	196	0	11	149	0	0	204	2	19
d18a- 216	HOORN-OST	18	212.0	220.0	800	196	0	11	149	0	0	204	2	19
d20- 11	HOORN-WEST	20	10.0	14.0	400	196	0	11	149	0	0	204	2	19
d20- 19	GROOTE WAAL	20	14.0	25.0	1100	196	0	11	149	0	0	204	2	19
d20- 32	WESTERKOGGE	20	25.0	32.0	700	199	0	11	149	0	0	204	2	19
d20- 43	DE HULK	20	32.0	49.0	1700	199	0	11	152	0	1	204	2	19
d20- 60	POLDER BESCHOOT	20	49.0	65.0	1600	201	1	12	156	0	2	204	2	19
d21- 70	OUDENDIJK	20	65.0	74.0	900	203	1	12	160	0	3	204	2	19
d21- 77	OUDENDIJK	21	74.0	77.5	350	203	1	12	160	0	3	204	2	19
d22- 10	SCHARDAM	22	0	19	1900	205	3	12	163	0	5	204	2	19
d22- 18	ETERSHEIM	22	19	24	500	205	3	12	163	0	5	204	2	19
d23- 26	ETERSHEIM	22	24	26	200	205	3	12	163	0	5	204	2	19
d23- 27	ETERSHEIM	22	26	28	200	205	3	12	167	0	5	204	2	19
d23- 32	OOSTHUIZEN	23	28	33	500	207	3	12	167	0	5	204	2	19
d23- 34	OOSTHUIZEN	23	33	36.5	350	207	3	12	167	0	5	204	2	19
d23- 38	OOSTHUIZEN	23	36.5	39	250	207	3	12	167	0	5	204	2	19
d23- 41	WARDER	23	39	42	300	207	3	12	171	0	7	204	2	19
d23- 45	WARDER	23	42	49	700	207	3	12	171	0	7	204	2	19
d23- 51	WARDER-ZUID	23	49	56	700	210	3	12	171	0	7	204	2	19
d23- 61	WARDER-ZUID	23	56	69	1300	210	3	12	171	0	7	204	2	19
d23- 76	POLDER ZEEVANG	23	69	76	700	213	3	13	175	0	8	204	2	20
d23- 77	POLDER ZEEVANG	23	76	79.5	350	213	3	13	175	0	8	204	2	20
d23- 83	POLDER ZEEVANG	23	79.5	84.5	500	213	3	13	175	0	8	205	2	20
d23- 90	OOSTER-WEAREN	23	84.5	95	1050	217	3	13	178	0	8	205	1	20
d23- 103	OOSTER-WEAREN	23	95	109.5	1450	220	3	13	182	0	8	205	2	20
d23- 110	EDAM	23	109.5	112	250	220	3	13	182	0	8	205	2	20
d24- 2	EDAM	24	0	7.5	750	220	3	13	182	0	8	205	2	20
d24- 13	ZUIDPOLDER	24	7.5	19	1150	220	3	13	182	0	8	206	2	20
d24- 22	VOLENDAM	24	19	29	1000	224	3	14	186	0	8	206	2	20
d24- 28	VOLENDAM	24	29	39	1000	224	3	14	186	0	8	206	2	20
d24- 43	KALHAM	24	39	45	600	224	3	14	186	0	8	206	2	20
d25- 5	KALHAM	25	0	13	1300	227	3	14	190	0	8	206	2	20
d25- 14	ZEEBURG	25	13	16	300	227	3	14	190	0	8	206	2	20
d25- 20	ZEEBURG	25	16	21	500	227	3	14	190	0	8	206	2	20
d25- 22	HOGENDIJK	25	21	22	100	227	3	14	190	0	8	206	2	20
d25- 24	HOGENDIJK	25	22	25.5	350	227	3	14	190	0	8	206	2	20
d25- 26	HOGENDIJK	25	25.5	27	150	227	3	14	190	0	8	206	2	20
d25- 29	KATWOUDE	25	27	31.5	450	230	5	15	194	0	10	206	2	20
d25- 36	KATWOUDE	25	31.5	39	750	230	5	15	194	0	10	206	2	20
d25- 47	STINKEVUIL	25	39	47	800	230	5	15	194	0	10	206	2	20
d25- 51	STINKEVUIL	25	47	53	600	230	5	15	194	0	10	206	2	20

Tabel 2.1 Maximale historische waterstanden langs Zuiderzeedijken in Markermeer tussen 1920 en 1932

dijkcode WL verslag fase 3	naam dijkvak	dijk	dijkpaal			Storm 6/7 nov 1921			Storm 25/26 nov 1925			Storm 26 nov 1928		
			van	tot	lengte dijkvak	max. waterstanc +NAP	duur boven 2,0 m NAP	duur boven 1,5 m NAP	max. waterstand +NAP	duur boven 2,0 m NAP	duur boven 1,5 m NAP	max. waterstanc +NAP	duur boven 2,0 m NAP	duur boven 1,5 m NAP
			[hm]	[hm]	[m]	[cm]	[uur]	[uur]	[cm]	[uur]	[uur]	[cm]	[uur]	[uur]
d27- 9	MONNICKENDAM	27	0	8,5	850	230	5	15	194	0	10	206	2	20
d27- 12	MONNICKENDAM	27	8,5	16	750	230	5	15	194	0	10	206	2	20
d27- 18	MIRKGOUW	27	16	18	200	230	5	15	194	0	10	207	2	20
d27- 19	MIRKGOUW	27	18	20	200	234	5	15	198	0	10	207	2	20
d27- 21	MIRKGOUW	27	20	22	200	234	5	15	198	0	10	207	2	20
d27- 26	MIRKGOUW	27	22	30,5	850	234	5	15	198	0	10	207	2	20
d27- 31	BUITENGOUW	27	30,5	33	250	234	5	15	198	0	10	207	2	20
d27- 34	BUITENGOUW	27	33	35	200	234	5	15	198	0	10	207	2	20
d27- 38	BINNENGOUW	27	35	44	900	234	5	15	198	0	10	207	2	20
d27- 44	BINNENGOUW	27	44	45	100	234	5	15	198	0	10	207	2	20
d27- 52	PEEREBOOM	27	45	53	800	234	5	15	198	0	10	207	2	21
d28- 55	DE NES	28	53	55	200	234	5	15	198	0	10	208	2	21
d28- 62	OPPERWOUD	28	55	70	1500	237	5	15	198	0	10	208	2	21
d28- 73	UITDAM	28	70	74	400	237	5	15	202	2	11	208	2	21
d28- 202	UITDAM	28	74	75,5	150	237	5	15	202	2	11	208	2	21
d28- 75	UITDAM	28	75,5	79	350	237	5	15	202	2	11	208	2	21
d28- 82	UITDAM/ZD	28	79	83,5	450	237	5	15	202	2	11	208	2	21
d28- 85	UITDAM/ZD	28	83,5	90,5	700	241	6	15	202	2	11	208	2	21
d28- 91	HOLYSLOOT	28	90,5	93	250	241	6	15	202	2	11	208	2	21
d28- 94	HOLYSLOOT	28	93	95	200	241	6	15	202	2	11	208	2	21
d28- 95	HOLYSLOOT	28	95	98,5	350	241	6	15	202	2	11	208	2	21
d28- 99	HOLYSLOOT	28	98,5	102	350	241	6	15	206	2	11	208	2	21
d28- 106	BARNEGAT	28	102	108,5	650	241	6	15	206	2	11	208	2	21
d28- 116	BLIJKMEER	28	108,5	118	950	244	6	15	210	4	11	208	2	21
d28- 120	DE MUNT	28	118	121,5	350	244	6	15	210	4	11	208	2	21
d28- 125	KINSELMEER	28	121,5	135	1350	244	6	15	210	4	11	208	2	21
d28- 136	KINSEL	28	135	140	500	244	6	15	210	4	11	208	2	21
d28- 143	KINSEL	28	140	143	300	247	6	15	215	4	11	208	3	21
d28- 145	KINSEL	28	143	146	300	247	6	15	215	4	11	208	3	21
d28- 147	KINSEL	29	146	151	500	247	6	15	215	4	11	208	3	21
d28- 154	DURGERDAM	29	151	159	800	244	6	15	215	4	11	208	3	21
d30- 164	DURGERDAM/ZD	30	159	164	500	247	6	15	215	4	11	208	3	21
d30- 166	DURGERDAM/ZD	30	164	166	200	247	6	15	215	4	11	208	3	21
d30- 172	SCHELLINGW.	30	166	184,5	1850	244	6	15	215	4	11	208	3	21
202c-1	MUIDERTRVRT				950	254	6	17	223	5	11	211	3	20
202c-4b	MUIDENWST				2,735	261	7	18	227	5	11	215	5	21
202c-5	MUIDENWST				450	261	7	18	227	5	11	215	5	21
203c-1	MUIDENOST				465	261	7	18	231	5	11	215	5	21
203c-2a	MUIDENOST				800	261	7	18	231	5	11	216	5	21
203c-2b	NOORDPOLDER				335	264	7	18	231	5	11	216	5	21
203c-3	NOORDPOLDER				745	264	7	18	231	5	11	218	5	22
203-4a	MDBERG-WST				435	264	7	18	231	5	11	218	5	22
205x-1	MDBERG-OST				1,640	264	7	18	235	5	11	219	5	22
206x-1	NAARDEN				3,270	268	7	20	239	5	12	219	5	22
207a-2	NAARDEN				445	268	7	20	239	5	12	220	5	22
207b-3	NAARDEN				750	268	7	20	239	5	12	220	5	22
207bc-3	NAARDEN				750	268	7	20	239	5	12	220	5	22
46-E1	Dijkring West													
46-E2	Vetdijk		75	82,5	750	278	7	22	250	6	13	221	6	22
46-E3	Veendijk		69	75	600	278	7	22	250	6	13	223	6	23
46-E3	Meentweg		37	69	3200	281	7	23	258	6	14	226	7	25
46-E4	Wakkerendijk		6	37	3100	288	8	24	274	9	15	228	7	26
45-E5	Dijkring Oost													
45-E6	Bebouwde k. Eemdijk		118	174,5	5650	292	8	24	277	9	15	231	8	28
45-73a	Veen- en Veldendijk		174,5	192,5	1800	285	8	24	266	7	15	231	8	28
45-74	Veen- en Veldendijk		192,5	197	450	285	8	24	262	7	15	231	8	28
45-74	Bikkerspolder		197	221	2400	285	8	24	262	7	15	231	8	28
45-75	Oostdijk		221	241,5	2050	288	8	24	266	7	15	233	8	28
45-76	Nijkerkernauwdijk		241,5	300,5	5900	292	8	24	266	7	15	234	8	28

Tabel 2.1 Maximale historische waterstanden langs Zuiderzeedijken in Markermeer tussen 1920 en 1932 (vervolg)

BESCHRIJVING DIJK/VAK/PROFIEL				UITVOERPUNT				DIJKHOOGTE				ONTWERPPUNT LAGE STATISTIEK				ONTWERPPUNT MIDDEN STATISTIEK				ONTWERPPUNT HOGE STATISTIEK						
naam	dijk- code	dimensie begin eind	lengte m	richting * tov N	code	diepte m	diepte m	kuin m	buiten- kuinlijn	m	m	* tov N	wind- richting	wind- snelheid m/s	m +NAP	MHW waterstand m +NAP	* tov N	wind- richting	wind- snelheid m/s	m +NAP	MHW waterstand m +NAP	* tov N	wind- richting	wind- snelheid m/s	m +NAP	MHW waterstand m +NAP
KRABBERSGAT	d18b-17	6,0	19,5	1350	140	2,8	2,8	3,50	3,50	3,50	3,50	210	210	31,35	-0,35	1,23	210	210	32,00	-0,38	1,27	210	210	33,99	-0,35	1,50
ZUIDERDIJK	d18b-23	19,5	23,5	400	171	2,6	2,6	3,29	3,26	210	3,18	210	210	31,18	-0,35	1,16	210	210	31,59	-0,35	1,20	210	210	34,20	-0,35	1,45
GROOTSLAG	d18b-26	23,5	31,5	800	169	2,5	2,5	3,48	2,80	210	3,16	210	210	31,16	-0,35	1,15	210	210	31,58	-0,35	1,19	210	210	34,24	-0,35	1,44
GROOTSLAG	d18b-33	31,5	37,5	800	180	2,1	2,1	3,72	3,17	210	3,15	210	210	31,15	-0,35	1,11	210	210	31,57	-0,35	1,16	210	210	34,32	-0,35	1,42
GROOTSLAG	d18b-41	37,5	41,0	350	88	2,2	2,2	3,69	3,48	210	3,08	210	210	31,08	-0,35	1,10	210	210	31,56	-0,35	1,14	210	210	34,44	-0,35	1,40
GROOTSLAG	d18b-46	41,0	49,5	850	93	2,3	2,3	3,47	3,29	210	3,15	210	210	31,15	-0,35	1,04	210	210	31,66	-0,35	1,09	210	210	35,00	-0,36	1,38
TERSLUIS	d18b-53	49,5	54,0	450	96	2,20	2,6	3,55	3,42	210	3,14	210	210	31,14	-0,35	1,00	210	210	31,68	-0,35	1,05	210	210	11,00	1,17	1,37
TERSLUIS	d18b-56	54,0	59,0	500	101	2,18	2,9	3,66	3,59	210	3,120	210	210	31,20	-0,35	0,97	210	210	32,00	-0,37	1,02	210	210	10,00	1,18	1,36
TERSLUIS	d18b-61	59,0	65,0	600	100	2,16	2,9	3,68	3,68	210	3,16	210	210	31,16	-0,35	0,93	210	210	32,00	-0,37	0,99	210	210	11,00	1,16	1,35
DE-WEED	d18b-91	65,0	74,0	900	142	2,10	3,1	3,64	3,53	210	3,122	210	210	31,22	-0,35	0,84	210	210	32,00	-0,35	0,90	210	210	1,76	1,30	1,33
KROONHOEVE	d18b-95	74,0	94,5	2050	157	2,19	3,2	3,75	3,67	210	3,094	210	210	30,94	-0,35	0,68	210	210	32,66	-0,35	0,79	210	210	1,43	1,30	1,32
KROONHOEVE	d18b-95	94,5	96,0	150	153	3,3	3,3	3,35	3,14	210	3,100	210	210	31,00	-0,35	0,65	210	210	33,00	-0,37	0,77	210	210	1,43	1,30	1,31
KROONHOEVE	d18b-97	96,0	98,0	200	134	3,3	3,3	3,86	3,78	210	3,100	210	210	31,00	-0,35	0,65	210	210	33,00	-0,37	0,77	210	210	1,43	1,30	1,31
OOSTERLEEK	d18b-103	98,0	104,0	900	116	3,5	3,5	3,53	3,32	210	3,097	210	210	30,97	-0,35	0,61	210	210	33,26	-0,35	0,76	210	210	2,00	1,28	1,31
OOSTERLEEK	d18a-106	104,0	113,0	900	185	3,7	3,7	3,70	3,56	210	3,098	210	210	30,98	-0,35	0,56	210	210	33,10	-0,30	0,74	210	210	2,00	1,26	1,29
DREBAN	d18a-126	113,0	128,0	1500	134	3,4	3,4	3,72	3,57	210	3,100	210	210	31,00	-0,35	0,48	210	210	11,00	0,58	0,72	210	210	2,00	1,27	1,29
DREBAN	d18a-132	128,0	136,0	800	135	3,4	3,4	3,66	3,43	210	3,100	210	210	31,00	-0,35	0,48	210	210	11,00	0,58	0,72	210	210	2,00	1,27	1,29
KRAAIENBURG	d18a-138	136,0	145,0	900	178	4,0	4,0	3,66	3,43	210	3,115	210	210	31,15	-0,35	0,38	210	210	10,00	0,59	0,70	210	210	2,00	1,27	1,29
KRAAIENBURG	d18a-152	145,0	153,0	800	168	4,0	4,0	4,19	4,09	210	3,200	210	210	32,00	-0,37	0,33	210	210	2,00	0,68	0,70	210	210	2,00	1,27	1,29
DE NEK	d18a-158	153,0	159,0	600	169	4,2	4,2	4,05	3,98	180	26,00	210	210	26,00	-0,35	0,30	210	210	2,00	0,68	0,70	210	210	2,00	1,27	1,29
DE NEK	d18a-159	159,0	161,5	250	231	2,7	2,7	4,28	4,13	210	3,200	210	210	32,00	-0,37	0,38	210	210	2,00	0,68	0,70	210	210	2,00	1,28	1,30
VENHUIZEN	d18a-166	161,5	168,0	650	286	2,7	2,7	4,28	4,13	210	3,200	210	210	32,00	-0,37	0,38	210	210	2,00	0,68	0,70	210	210	2,00	1,28	1,30
VENHUIZEN	d18a-171	168,0	172,0	400	244	2,8	2,8	3,74	3,58	210	3,200	210	210	32,00	-0,37	0,40	210	210	9,78	0,60	0,71	210	210	2,00	1,28	1,30
SCHIEL HOUT-ZD	d18a-175	172,0	177,5	550	235	3,0	3,0	4,03	3,97	210	3,200	210	210	32,00	-0,37	0,40	210	210	9,77	0,60	0,71	210	210	2,00	1,28	1,30
SCHIEL HOUT-WST	d18a-185	177,5	192,0	1450	179	3,2	3,2	4,50	4,34	180	26,00	210	210	26,00	-0,36	0,39	210	210	2,00	0,69	0,71	210	210	2,00	1,28	1,30
MUNKKAY	d18a-200	192,0	206,0	1400	230	2,9	2,9	4,05	4,00	180	25,39	210	210	25,39	-0,35	0,44	210	210	1,52	0,70	0,72	210	210	2,00	1,29	1,31
HOORN-OST	d18a-207	206,0	208,5	350	163	3,0	3,0	3,85	3,66	180	25,47	210	210	25,47	-0,35	0,43	150	9,00	9,00	0,57	0,71	210	210	2,00	1,29	1,31
HOORN-OST	d18a-211	208,5	212,0	250	163	2,9	2,9	3,85	3,66	180	25,42	210	210	25,42	-0,35	0,44	150	9,00	9,00	0,57	0,71	210	210	2,00	1,28	1,30
HOORN-OST	d18a-216	212,0	220,0	800	164	2,8	2,8	3,44	3,14	180	25,26	210	210	25,26	-0,35	0,44	150	8,00	8,00	0,59	0,72	210	210	2,00	1,28	1,30
HOORN-WEST	d20-11	10,0	14,0	400	194	2,2	2,2	2,73	2,73	180	25,25	210	210	25,25	-0,35	0,46	150	9,00	9,00	0,59	0,75	210	210	2,00	1,27	1,29
GROOTE WAAL	d20-19	14,0	25,0	1100	136	2,5	2,5	2,87	2,82	180	25,31	210	210	25,31	-0,35	0,44	150	9,00	9,00	0,56	0,72	210	210	2,00	1,27	1,29
WESTERKOGGE	d20-32	25,0	32,0	700	151	2,8	2,8	2,83	2,76	180	25,51	210	210	25,51	-0,35	0,43	150	9,00	9,00	0,56	0,72	210	210	2,00	1,28	1,29
DE HULK	d20-43	32,0	44,0	1200	93	3,2	3,2	4,20	4,20	180	25,57	210	210	25,57	-0,35	0,41	150	9,00	9,00	0,55	0,71	210	210	2,00	1,28	1,29
POLDER BESCHOOT	d20-60	44,0	63,0	1900	80	2,6	2,6	3,28	3,23	150	21,96	210	210	21,96	-0,35	0,34	150	7,00	7,00	0,59	0,70	210	210	2,00	1,27	1,28
OUDENDIJK	d21-70	63,0	75,0	1200	116	2,5	2,5	3,47	3,47	90	23,00	210	210	23,00	-0,37	0,30	150	6,89	6,89	0,60	0,70	210	210	2,00	1,28	1,29
OUDENDIJK	d21-77	75,0	84,0	900	45	2,5	2,5	3,03	2,96	90	23,00	210	210	23,00	-0,37	0,30	150	6,89	6,89	0,60	0,70	210	210	2,00	1,28	1,29
SCHARDAM	d22-10	0,0	19,0	1900	99	2,6	2,6	2,59	2,59	90	22,44	210	210	22,44	-0,35	0,28	150	6,00	6,00	0,59	0,70	210	210	2,00	1,28	1,28
ETERSHEIM	d22-18	19,0	24,0	500	60	2,6	2,6	3,13	3,13	90	22,43	210	210	22,43	-0,35	0,27	150	6,00	6,00	0,61	0,69	210	210	2,00	1,28	1,28
ETERSHEIM	d23-26	24,0	26,0	200	67	2,6	2,6	3,11	3,05	90	22,30	210	210	22,30	-0,35	0,24	210	2,00	2,00	0,69	0,69	210	210	2,00	1,28	1,28
ETERSHEIM	d23-27	26,0	28,0	200	4	2,6	2,6	3,25	3,25	90	22,30	210	210	22,30	-0,35	0,24	210	2,00	2,00	0,69	0,69	210	210	2,00	1,28	1,28
OOSTHUIZEN	d23-32	28,0	33,0	500	78	2,6	2,6	3,89	3,70	90	22,19	210	210	22,19	-0,35	0,23	210	2,00	2,00	0,69	0,69	210	210	2,00	1,28	1,28
OOSTHUIZEN	d23-34	33,0	36,5	500	87	2,6	2,6	4,06	4,06	90	22,30	210	210	22,30	-0,35	0,23	210	2,00	2,00	0,69	0,69	210	210	2,00	1,28	1,28
OOSTHUIZEN	d23-38	36,5	39,0	250	114	2,7	2,7	3,49	3,47	90	22,26	210	210	22,26	-0,35	0,23	210	2,00	2,00	0,69	0,69	210	210	2,00	1,27	1,27
WARDER	d23-41	39,0	42,0	300	113	2,6	2,6	3,70	3,70	90	22,15	210	210	22,15	-0,35	0,23	210	2,00	2,00	0,69	0,69	210	210	2,00	1,27	1,27
WARDER-ZUID	d23-45	42,0	49,0	700	30	2,6	2,6	3,70	3,70	90	22,15	210	210	22,15	-0,35	0,23	210	2,00	2,00	0,69	0,69	210	210	2,00	1,27	1,27
WARDER-ZUID	d23-51	49,0	56,0	700	39	2,5	2,5	3,99	3,99	90	22,25	210	210	22,25	-0,35	0,22	210	2,00	2,00	0,69	0,69	210	210	2,00	1,26	1,26
WARDER-ZUID	d23-61	56,0	69,0	1300	54	2,6	2,6	3,60	3,56	90	22,38	210	210	22,38	-0,35	0,19	210	2,00	2,00	0,68	0,68	210	210	2,00	1,26	1,26
POLDER ZEEVANG	d23-76	69,0	76,0	700	74	2,6	2,6	3,69	3,68	90	22,62	210	210	22,62	-0,35	0,17	210	2,00	2,00	0,68	0,68	210	210	2,00	1,26	1,26
POLDER ZEEVANG	d23-77	76,0	79,5	350	102	2,3	2,3	3,42	3,40	90	23,00	210	210	23,00	-0,37	0,18										

BESCHRIJVING DIJK/VAK/PROFIEL				UITVOERPUNT		DIJKHOOGTE		ONTWERPPUNT LAGE STATISTIEK				ONTWERPPUNT MIDDEN STATISTIEK				ONTWERPPUNT HOGE STATISTIEK				
naam	dijk- code	dimensie begin eind hm hm	lengte m	richting * tov N	code	diepte m	kruin m	buiten- kruinlijn m	wind- richting * tov N	wind- snelheid m/s	meerpeil m +NAP	MHW m +NAP	wind- richting * tov N	wind- snelheid m/s	meerpeil m +NAP	MHW m +NAP	wind- richting * tov N	wind- snelheid m/s	meerpeil m +NAP	MHW m +NAP
OOSTER-WEAREN	d23-103	95,0 109,5	1450	75	m 46	2,1	3,63	3,57	60	24,00	-0,36	0,16	210	2,00	0,68	0,68	210	2,00	1,26	1,26
	d23-110	109,5 112,0	250	113	m 40	2,4	3,58	3,58	60	24,00	-0,35	0,15	210	2,00	0,68	0,68	210	2,00	1,25	1,25
EDAM	d24-2	0,0 7,5	750	27	m 41	2,3	3,84	3,84	60	24,08	-0,35	0,15	210	2,00	0,68	0,68	210	2,00	1,25	1,25
ZUIDPOLDER	d24-13	7,5 19,0	1150	69	m 35	2,6	3,91	3,84	60	24,31	-0,35	0,15	210	2,00	0,68	0,68	210	2,00	1,25	1,25
VOLENDAM	d24-22	19,0 29,0	1000	127	m 29	3,0	3,03	3,03	60	24,00	-0,36	0,15	210	2,00	0,68	0,68	210	2,00	1,25	1,25
VOLENDAM	d24-28	29,0 39,0	1000	114	m 26	2,8	3,01	2,97	60	23,48	-0,35	0,16	210	2,00	0,68	0,68	210	2,00	1,25	1,25
KALHAM	d24-43	39,0 45,0	600	165	m 20	2,0	3,14	2,92	60	23,00	-0,35	0,19	210	2,00	0,68	0,68	210	2,00	1,25	1,25
KALHAM	d25-5	0,0 13,0	1300	90	m 17	1,8	3,23	3,23	60	22,98	-0,35	0,22	210	2,00	0,68	0,68	210	2,00	1,25	1,25
ZEEBURG	d25-14	13,0 16,0	300	83	m 13	2,0	3,83	3,74	60	23,00	-0,36	0,24	210	2,00	0,68	0,68	210	2,00	1,25	1,25
ZEEBURG	d25-20	16,0 21,0	500	40	m 12	2,0	4,27	4,27	60	23,00	-0,36	0,24	210	2,00	0,68	0,68	210	2,00	1,25	1,25
HOGENDIJK	d25-22	21,0 22,0	100	69	m 10	1,9	4,13	4,13	60	23,00	-0,36	0,23	210	2,00	0,68	0,68	210	2,00	1,25	1,25
HOGENDIJK	d25-24	22,0 25,5	350	69	m 9	2,0	3,81	3,81	60	22,96	-0,35	0,23	210	2,00	0,68	0,68	210	2,00	1,26	1,26
HOGENDIJK	d25-26	25,5 27,0	150	69	m 7	1,9	3,98	3,98	60	23,00	-0,36	0,24	210	2,00	0,68	0,68	210	2,00	1,25	1,25
KATWOEDE	d25-29	27,0 31,5	450	168	m 3	2,6	2,90	2,79	60	23,00	-0,37	0,27	210	2,00	0,68	0,68	210	2,00	1,25	1,25
KATWOEDE	d25-36	31,5 39,0	750	196	m 713	2,6	2,73	2,50	60	23,00	-0,38	0,32	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,26	1,26
STINKEVUIL	d25-47	39,0 47,0	800	174	m 716	1,7	2,72	2,72	60	22,51	-0,35	0,37	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,26	1,26
STINKEVUIL	d25-51	47,0 53,0	600	204	m 716	1,7	2,86	2,80	60	22,51	-0,35	0,37	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,26	1,26
STINKEVUIL	d27-9	0,0 8,5	850	20	m 16	1,7	3,36	3,24	60	22,51	-0,35	0,37	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,26	1,26
MONNICKENDAM	d27-12	8,5 16,0	750	26	m 714	2,4	2,73	2,69	60	23,00	-0,38	0,32	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,25	1,25
MONNICKENDAM	d27-18	16,0 18,0	200	76	m 704	1,7	3,32	3,27	60	23,00	-0,38	0,37	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,25	1,25
MIRKGOEW	d27-19	18,0 20,0	200	96	m 703	1,7	3,52	3,42	60	23,00	-0,38	0,37	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,26	1,26
MIRKGOEW	d27-21	20,0 22,0	200	98	m 702	1,7	3,39	3,39	60	23,00	-0,38	0,38	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,25	1,25
MIRKGOEW	d27-26	22,0 30,5	850	71	m 700	1,9	3,19	3,01	60	23,00	-0,38	0,39	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,26	1,26
BUITENGOUW	d27-31	30,5 33,0	250	96	m 698	1,8	3,26	3,26	60	23,00	-0,37	0,40	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,26	1,26
BUITENGOUW	d27-34	33,0 35,0	200	33	m 698	1,8	3,18	3,11	60	23,00	-0,37	0,40	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,26	1,26
BUITENGOUW	d27-38	35,0 44,0	900	22	m 697	1,9	3,36	3,25	60	23,00	-0,37	0,40	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,26	1,26
BINNENGOUW	d27-44	44,0 45,0	100	5	m 695	1,9	3,54	3,49	60	22,97	-0,35	0,39	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,26	1,26
BINNENGOUW	d27-45	45,0 53,0	800	349	m 691	2,0	3,60	3,60	60	23,00	-0,35	0,36	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,25	1,25
DE NES	d28-55	53,0 55,0	200	100	m 611	2,8	3,20	3,20	30	22,94	-0,35	0,21	210	2,00	0,68	0,68	210	2,00	1,25	1,25
OPPERWOUD	d28-62	55,0 70,0	1500	125	m 605	2,5	3,38	3,38	30	23,00	-0,37	0,24	210	2,00	0,68	0,68	210	2,00	1,25	1,25
OPPERWOUD	d28-73	70,0 74,0	400	86	m 602	2,6	3,24	3,22	30	23,00	-0,37	0,26	210	2,00	0,68	0,68	210	2,00	1,25	1,25
UITDAM	d28-74	74,0 75,5	150	109	m 601	2,8	3,07	2,92	30	23,00	-0,36	0,27	210	2,00	0,68	0,68	210	2,00	1,25	1,25
UITDAM	d28-75	75,5 79,0	350	129	m 599	2,8	2,76	2,76	30	23,00	-0,37	0,28	210	2,00	0,68	0,68	210	2,00	1,25	1,25
UITDAMZD	d28-82	79,0 83,5	450	111	m 597	2,9	3,18	3,07	30	23,00	-0,38	0,30	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,25	1,25
UITDAMZD	d28-85	83,5 90,5	700	196	m 593	3,0	3,09	2,95	30	23,00	-0,38	0,32	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,25	1,25
HOLYSLOOT	d28-91	90,5 93,0	250	156	m 591	2,7	3,24	2,91	30	22,57	-0,35	0,32	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,25	1,25
HOLYSLOOT	d28-94	93,0 95,0	200	147	m 590	2,7	2,99	2,99	30	23,00	-0,38	0,33	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,25	1,25
HOLYSLOOT	d28-95	95,0 98,5	350	133	m 590	2,7	2,95	2,78	30	23,00	-0,38	0,33	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,25	1,25
HOLYSLOOT	d28-99	98,5 102,0	350	119	m 588	2,8	3,08	2,92	30	22,55	-0,35	0,34	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,26	1,26
BARNEGAT	d28-106	102,0 108,5	650	149	m 583	2,8	3,14	3,07	30	22,55	-0,35	0,37	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,26	1,26
BLUKMEER	d28-116	108,5 118,0	950	127	m 580	2,6	3,03	2,99	30	22,53	-0,35	0,40	210	2,00	0,69	0,69	210	2,00	1,26	1,26
DE MUNT	d28-120	118,0 121,5	350	105	m 578	2,6	3,34	3,25	30	22,54	-0,35	0,41	210	2,00	0,70	0,70	210	2,00	1,26	1,26
KINSELMEER	d28-125	121,5 135,0	1350	115	m 575	2,6	3,31	3,31	30	22,56	-0,35	0,44	210	2,00	0,70	0,70	210	2,00	1,26	1,26
KINSEL	d28-136	135,0 140,0	500	109	m 570	2,5	3,15	3,14	30	22,60	-0,35	0,47	30	13,00	0,47	0,71	210	2,00	1,26	1,26
KINSEL	d28-143	140,0 143,0	300	152	m 566	2,4	2,81	2,76	0	25,00	-0,36	0,52	0	27,32	-0,35	0,72	210	2,00	1,26	1,26
KINSEL	d28-145	143,0 146,0	300	157	m 554	3,6	2,89	2,84	0	25,00	-0,36	0,52	0	27,32	-0,35	0,72	210	2,00	1,26	1,26
KINSEL	d28-147	146,0 151,0	900	153	m 554	3,6	3,04	2,93	0	25,00	-0,36	0,52	0	27,32	-0,35	0,72	210	2,00	1,26	1,26
DURGERDAM	d28-154	151,0 159,0	800	159	m 557	2,3	2,53	2,53	30	22,49	-0,35	0,54	30	24,50	-0,35	0,74	210	2,00	1,26	1,26
DURGERDAMZD	d30-164	159,0 164,0	500	116	m 558	2,3	3,12	3,12	30	22,51	-0,35	0,55	30	24,42	-0,35	0,73	210	2,00	1,26	1,26
DURGERDAMZD	d30-166	164,0 166,0	200	166	m 560	3,9	3,13	3,13	60	23,05	-0,35	0,57	30	24,26	-0,35	0,74	210	2,00	1,26	1,26
SCHELLINGWZD	d30-172	166,0 184,5	1850	236	m 562	5,2	3,30	3,24	60	23,00	-0,36	0,57	60	24,71	-0,35	0,73	210	2,00	1,26	1,26

Tabel 2.2 Berekeningsresultaten Maatgevend Hoog Water (MHW) bij drie meerpeilstatistieken voor Dijkkring 13; normfrequentie 1/10.000; blad 2

BESCHRIJVING DIJKVAK/PROFIEL				UITVOERPUNT		DIJKHOOGTE				ONTWERPPUNT LAGE STATISTIEK				ONTWERPPUNT MIDDEN STATISTIEK				ONTWERPPUNT HOGE STATISTIEK			
naam	dijk- code	richting		code	diepte m	buiten- kruinlijn		wind- richting * lov N	wind- snelheid m/s	MHW		wind- richting * lov N	wind- snelheid m/s	meerpeil		waterstand m +NAP	wind- richting * lov N	wind- snelheid m/s	meerpeil		MHW waterstand m +NAP
		lengte m	richting * lov N			m	m			m +NAP	m +NAP			m +NAP	m +NAP						
MUIDERTVRT	202c-1	950	40	m 541	2,6	3,54	3,54	0	23,00	-0,38	0,42	0	24,54	-0,35	0,56	210	4,00	1,04	1,04		
	202c-4b	2735	339	m 531	3,6	3,61	3,61	0	23,00	-0,38	0,43	0	24,36	-0,35	0,57	210	4,00	1,04	1,04		
	202c-5	450	15	m 530	3,9	3,68	3,68	0	23,00	-0,38	0,42	0	24,41	-0,35	0,57	210	4,00	1,04	1,04		
	203c-1	465	342	m 526	2,5	4,00	4,00	0	23,00	-0,38	0,42	0	24,45	-0,35	0,57	210	4,00	1,04	1,04		
MUIDENOST	203c-2a	800	9	m 525	1,9	4,14	4,14	0	23,00	-0,37	0,44	0	24,38	-0,35	0,57	210	4,00	1,04	1,04		
NOORDPOLDER	203c-2b	335	1	m 522	1,7	4,04	4,04	0	23,00	-0,38	0,45	0	24,33	-0,35	0,58	210	4,00	1,04	1,04		
NOORDPOLDER	203c-3	745	33	m 519	1,3	4,19	4,19	0	23,00	-0,36	0,47	330	29,00	-0,37	0,59	330	11,82	0,85	1,05		
MDBERG-WST	203c-4a	435	40	m 516	1,2	3,91	3,91	330	27,00	-0,35	0,51	330	28,31	-0,35	0,61	330	11,00	0,85	1,05		
MDBERG-OST	205x-1	1640	38	m 506	6,1	3,30	3,30	330	27,00	-0,39	0,55	330	28,00	-0,37	0,64	330	12,78	0,80	1,06		
NAARDEN	206x-1	3270	45	g 176	7,2	4,30	4,30	330	26,59	-0,35	0,61	330	27,41	-0,35	0,69	330	12,50	0,80	1,07		
NAARDEN	207a-2	445	38	g 169	2,6	4,30	4,30	330	26,53	-0,35	0,66	330	27,23	-0,35	0,72	330	30,75	-0,35	1,07		
NAARDEN	207b-3	750	358	g 162	0,4	4,30	4,30	330	26,51	-0,35	0,76	330	27,00	-0,35	0,81	330	29,78	-0,35	1,10		
NAARDEN	207c-3	750	328	g 159	0,4	4,30	4,30	330	26,50	-0,35	0,75	330	27,00	-0,35	0,80	330	30,00	-0,36	1,09		

Tabel 2.3 Berekeningsresultaten Maatgevend Hoog Water (MHW) bij drie meerpeilstatistieken voor Dijkkring 44; normfrequentie 1/1250

BESCHRIJVING DIJKVAK/PROFIEL				UITVOERPUNT		DIJKHOOGTE				ONTWERPPUNT LAGE STATISTIEK				ONTWERPPUNT MIDDEN STATISTIEK				ONTWERPPUNT HOGE STATISTIEK			
naam	dijk- code	lengte m	richting * lov N	code	diepte m	buiten- kruin		wind- richting * lov N	wind- snelheid m/s	MHW		wind- richting * lov N	wind- snelheid m/s	meerpeil		waterstan m +NAP	wind- richting * lov N	wind- snelheid m/s	meerpeil		MHW waterstand m +NAP
						m	m			m +NAP	m +NAP			m +NAP	m +NAP						
OOSTERMEENT	46-67	1500	-	g 118	1,0	1,25	1,25	300	32,00	-0,36	0,90	300	32,34	-0,35	0,94	300	34,58	-0,35	1,15		
ST.BRUG-WST	46-68	750	-	g 115	1,0	1,60	1,60	300	32,00	-0,39	0,95	300	32,11	-0,35	0,99	300	34,00	-0,36	1,17		
AUTOWEG N27	46-E1	750	-	g 78	3,2	2,00	2,00	300	31,76	-0,40	1,16	300	31,71	-0,35	1,20	300	32,54	-0,35	1,29		
GOOYERSGRACH	46-E2	600	-	g 78	3,2	2,02	2,02	300	31,76	-0,40	1,16	300	31,71	-0,35	1,20	300	32,54	-0,35	1,29		
MEENTWEG	46-E3	3200	-	g 78	3,2	2,23	2,23	300	31,76	-0,40	1,16	300	31,71	-0,35	1,20	300	32,54	-0,35	1,29		
WAKKERENDIJK	46-E4	3100	-	g 78	3,2	2,42	2,42	300	31,76	-0,40	1,16	300	31,71	-0,35	1,20	300	32,54	-0,35	1,29		
EEMDIJK	45-E5	5650	-	g 78	3,2	1,97	1,97	300	31,76	-0,40	1,16	300	31,71	-0,35	1,20	300	32,54	-0,35	1,29		
VEEN EN VERDEN	45-E6	1800	-	g 78	3,2	2,07	2,07	300	31,76	-0,40	1,16	300	31,71	-0,35	1,20	300	32,54	-0,35	1,29		
EEM-OST	45-73a	450	341	g 70	1,2	3,13	2,98	300	31,68	-0,40	1,26	300	31,62	-0,35	1,29	300	32,27	-0,35	1,36		
BIKKERSPOLDER	45-74	2400	37	g 65	1,4	3,12	2,94	300	31,65	-0,40	1,30	300	31,60	-0,35	1,33	300	32,16	-0,35	1,40		
SPAKENB-OST	45-75	2050	37	g 49	2,9	3,60	3,44	300	31,65	-0,40	1,45	300	31,64	-0,35	1,48	300	32,13	-0,35	1,54		
NIJCKERK NW-OST	45-76	5900	335	g 36	1,3	3,54	3,52	300	31,59	-0,40	1,54	300	31,54	-0,35	1,56	300	31,99	-0,35	1,62		

Tabel 2.4 Berekeningsresultaten Maatgevend Hoog Water (MHW) bij drie meerpeilstatistieken voor Dijkkringen 45, 46; normfrequentie 1/1250

Nr.	Omschrijving	Algemene code	Profiel 1920		Locatie	Kruin		Berm buitendijks		Berm binnendijks		Bultentailud		Binnentalud		Sloot	Opmerking				
			Bron	Bestek		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j			k	l	m	n
						Hoogte	Breedte	Hoogte	Breedte	Talud	Bekleding	Teen	Talud	Bekleding	Maaw	Aanw.					
1	Zuiderdijk	d18b-00	Bestekstekeningen Zuiderdijk, 1922	dp 12/13	3,6	3,8	nvt	nvt	nvt	nvt	Onbekend	-1,3	2,2	Onbekend	-1,5	Ja					
2	Grootslag	d18B-01	Bestekstekeningen Zuiderdijk, 1922	dp20/21	3,8	6,3	nvt	nvt	nvt	nvt	Noorsche steen	-0,8	1,9	Onbekend	Onb.	Ja					
3	Grootslag	d18b-46	Bestekstekeningen Zuiderdijk, 1922	dp 23/24	3,5	5	nvt	nvt	nvt	nvt	Noorsche steen	-0,8	2,0	Onbekend	-1,47	Ja					
4	Tersluys	d18b-56	Bestekstekeningen Zuiderdijk, 1922	dp 28/29	3,5	4,3	nvt	nvt	nvt	nvt	Onbekend	1,1	2,1	Onbekend	-1,5	Ja					
5	De Weed	d18b-70	Bestekstekeningen Zuiderdijk, 1922	dp 00/37	3,75	3,3	nvt	nvt	nvt	nvt	Noordse steen	-1,1	2,4	Onbekend	Onb	Ja					
6	Kroonhoeve	d18b-91	Bestekstekeningen Zuiderdijk, 1922	dp 0/0/48	3,75	4,5	nvt	nvt	nvt	nvt	Noordse steen/basalt	-1,2	2,4	Onbekend	-1,4	Ja					
7	Kroonhoeve	d18b-97	Bestekstekeningen Zuiderdijk, 1922	dp 50/51	3,75	4,5	nvt	nvt	nvt	nvt	Noordse steen	0,65	2,0	Onbekend	Onb	Ja					
8	Oosterleek	d18b-103	Bestekstekeningen Zuiderdijk, 1922	dp 54/53	3,6	5	nvt	nvt	nvt	nvt	Noordse steen	-1,3	2,1	Onbekend	Onb	Ja					
9	Oosterleek	d18a-106	Bestekstekeningen Zuiderdijk, 1922	dp 00/55	3,6	5	nvt	nvt	nvt	nvt	Noordse steen	-1,3	2,1	Onbekend	Onb	Ja					
10	Drieban	d18a-126	Bestekstekeningen Zuiderdijk, 1922	dp 00/85	3,9	4	nvt	nvt	nvt	nvt	Noordse steen/klinkers	0,3	2,8	Onbekend	-1,4	Ja					
11	Kraalenburg	d18a-138	Bestekstekeningen Zuiderdijk, 1922	dp 70/71	3,6	5	nvt	nvt	nvt	nvt	Noordse steen	-2,4	2,5	Onbekend	Onb	Ja					
12	Kraalenburg	d18a-152	Bestekstekeningen Zuiderdijk, 1922	dp 78/77	4	4	nvt	nvt	nvt	nvt	Noordse steen	-1,35	2,0	Onbekend	-1,6	Ja					
13	De Nek	d18a-158	Bestekstekeningen Zuiderdijk, 1922	dp 79/80	4	4	nvt	nvt	nvt	nvt	Noordse steen	-1,6	2,0	Onbekend	-2	Ja					
14	De Nek	d18a-159	Bestekstekeningen Zuiderdijk, 1922	dp 0/0/82	4	4	nvt	nvt	nvt	nvt	Noordse steen	-1,1	1,8	Onbekend	-1,9	Ja					
15	Venuizen	d18a-171	Bestekstekeningen Zuiderdijk, 1922	dp 88/87	3,8	6	nvt	nvt	nvt	nvt	Noorse steen	-0,8	2,2	Onbekend	Onb	Onb.					
16	Munnikel	d18a-200	Bestekstekeningen Zuiderdijk, 1922	dp 102/103	4	4	nvt	nvt	nvt	nvt	Noorse steen/basalt	-0,8	1,9	Onbekend	-1,5	Ja					
17	Hoom-ost	d18a207	Bestekstekeningen Zuiderdijk, 1922	dp 0/0/105	3,8	5,5	nvt	nvt	nvt	nvt	Noorse steen	-1,56	1,5	Onbekend	-3,1	Ja					
18	Hoom-ost	d18a-211	Bestekstekeningen Zuiderdijk, 1922	dp 107/106	3,7	6	nvt	nvt	nvt	nvt	Noorse steen	-1,28	2,1	Onbekend	-2,95	Nee					
19	Hoom-ost	d18a-216	Bestekstekeningen Zuiderdijk, 1922	dp 109/110	3,5	6,3	nvt	nvt	nvt	nvt	Basalt	0	1,9	Onbekend	-1,5	Onb.					
20	Hoom-west	d20-11	Bestekstekeningen Westerdijk van Drechterland 1921	dp 0/0 vak 6	3,5	1,5	nvt	nvt	nvt	nvt	Onbekend	-0,19	2,0	Onbekend	-2,11	Nee					
21	Groote Waal	d20-19	Bestekstekeningen Westerdijk van Drechterland 1921	dp 9/10	3,7	1,5	nvt	nvt	nvt	nvt	Noorse steen	-1,21	1,5	Onbekend	-2,96	Onb.					
22	Westerkogge	d20-32	Bestekstekeningen Westerdijk van Drechterland 1921	dp 18/17	3,7	4	nvt	nvt	nvt	nvt	Noorse steen	-1,56	1,5	Onbekend	-3,1	Ja					
23	Polder Beschoot	d20-60	Bestekstekeningen Westerdijk van Drechterland 1921	dp 30/31	3,7	2,8	nvt	nvt	nvt	nvt	Noorse steen	-1,28	2,1	Onbekend	-2,95	Nee					
24	Eltersheim	d23-28	Bestekstekeningen Keukendijk/Schardam	kmp 2	3,9	2	nvt	nvt	nvt	nvt	Basalt	0	1,9	Onbekend	-1,5	Onb.					
25	Eltersheim	d22-10	Bestekstekeningen Keukendijk/Schardam	kmp 0 profiel 9	3,8	1	nvt	nvt	nvt	nvt	Onbekend	-0,5	1,6	Onbekend	0,7	Onb.					
26	Oosthuizen	d23-34	Bestekstekeningen Zeevang 1916	kmp 3 profiel 4	3,8	2	nvt	nvt	nvt	nvt	Basalt	Onb.	1,8	Onbekend	-1,1	Onb.					
27	Oosthuizen	d23-32	Bestekstekeningen Zeevang 1916	kmp 6 profiel 8	3,7	2	nvt	nvt	nvt	nvt	Basalt	Onb.	1,9	Onbekend	-0,7	Ja					
28	Warder	d23-61	Bestekstekeningen Zeevang 1916	kmp 7 profiel 8	3,9	2	nvt	nvt	nvt	nvt	Basalt	Onb.	2,0	Onbekend	-1,35	Ja					
29	Polder Zeevang	d23-77	Bestekstekeningen Zeevang 1916	kmp 8 profiel 8	3,9	2	nvt	nvt	nvt	nvt	Basalt	Onb.	2,0	Onbekend	-1,75	Ja					
30	Ooster Wearen	d23-90	Bestekstekeningen Zeevang 1916	kmp 8 profiel 8	4,1	2	nvt	nvt	nvt	nvt	Basalt	0,25	1,9	Onbekend	-3	Nee					
31	Ooster Wearen	d23-103	Bestekstekeningen Zeevang 1916	kmp 10 prof 2	4,1	2	nvt	nvt	nvt	nvt	Basalt	0,25	2,0	Onbekend	-1,5	Ja					
32	Edam	d24-5	Bestekstekening Zuidpolder 1916	paal 4	4,45	2	nvt	nvt	nvt	nvt	Onbekend	Onb.	2,2	Onbekend	-0,8	Ja					
33	Zuidpolder	d24-16	Bestekstekening Zuidpolder 1916	paal 17	4,2	1,5	nvt	nvt	nvt	nvt	Onbekend	Onb.	2,3	Onbekend	-0,8	Ja					
34	Volendam	d24-21	Bestekstekening Zuidpolder 1916	paal 21	3,5	2	nvt	nvt	nvt	nvt	Steenglooiing/klinkers	Onb.	2,0	Onbekend	Onb	Nee?					
35	Volendam	d24-28	Bestekstekening Zuidpolder 1916	paal 28	3,6	5,5	nvt	nvt	nvt	nvt	Steenglooiing/klinkers	Onb.	2,0	Onbekend	Onb	Nee					
36	Kalham	d24-40	Bestekstekening Zuidpolder 1916	paal 40	3,45	5	nvt	nvt	nvt	nvt	Onb.	2,1	Onbekend	Onb.	Onb.	Onb.					
37	Kalham	d24-43	Bestekstekening Zuidpolder 1916	paal 43	3,6	1,5	nvt	nvt	nvt	nvt	Onb.	2,0	Onbekend	Onb.	Nee						
38	Kalham	d25-1	Bestekstekening Zuidpolder 1916	paal 2	3,7	2,1	nvt	nvt	nvt	nvt	Onb.	2,0	Onbekend	Onb.	Onb.	Onb.					
39	Zeeburg	d25-10	Bestekstekening Katwoude 1916	paal 10	3,9	2	0,4	6,5	Onb	0	5,3	1,75	2,5	Onbekend	-0,6	Ja					
40	Zeeburg	d25-13	Bestekstekening Katwoude 1916	paal 13	3,9	2	nvt	nvt	nvt	nvt	Onbekend	0,4	2,0	Onbekend	-0,6	Ja					
41	Zeeburg	d25-18	Bestekstekening Katwoude 1916	paal 18	4,4	2	nvt	nvt	nvt	nvt	Onbekend	0,3	2,0	Onbekend	-0,85	Ja					
42	Hogendijk	d25-29	Bestekstekening Katwoude 1916	paal 29	3,8	1,5	nvt	nvt	nvt	nvt	Onbekend	0,25	1,9	Onbekend	-0,6	Ja					
43	Katwoude	d25-36	Bestekstekening Katwoude 1916	paal 36	3,8	1,5	nvt	nvt	nvt	nvt	Onbekend	Onb.	2,0	Onbekend	-0,4	Ja					
44	Sinkevull	d25-46	Bestekstekening Katwoude 1916	paal 46	3,5	1,5	0,5	5,4	2	nvt	nvt	Onb.	2,1	Onbekend	-0,4	Ja					
45	Nieuwendam	d26 0-5	Bestekstekening Nieuwendam 1917		3,8	1,5	nvt	nvt	nvt	nvt	Onb.	0,2	1,5	Onbekend	-2,2	Onb.					
46	Waterlandse dijk	d27-12	Bestekstekeningen map 2, 1917	paal 3	4,3	2	0,8	3	4	0,8	6	1,4	2,1	Onbekend	-1,2	Ja					
47	Markgouw	d27-26	Bestekstekeningen map 2, 1917	paal 4+200	4,3	2	nvt	nvt	nvt	nvt	0,9	6	2	2,7	Onbekend	-1,5	Nee				
48	Buitengouw	d27-34	Bestekstekeningen map 1, 1916	profiel 10	4,2	2	nvt	nvt	nvt	nvt	0,2	6	3	2,8	Onbekend	Onb	Ja				
49	Binnengouw	d27-44	Bestekstekeningen map 1, 1916	profiel 28	4,3	2	nvt	nvt	nvt	nvt	-0,2	6	1,5	2,4	Onbekend	Onb	Onb.				
50	Oppervoud	d28-61	Bestekstekeningen map 2, 1917	paal 11	4	2	0,8	10	Onb	0,8	6	2	3,0	Onbekend	Onb	Onb.					
51	Uldam	d28-74	Bestekstekeningen map 2, 1917	paal 14	4	2	nvt	nvt	nvt	nvt	0,85	2	3	2,3	Onbekend	-1,05	Ja				
52	Uldam	d28-81	Bestekstekeningen map 2, 1917	paal 14+400	4	2	nvt	nvt	nvt	nvt	0,85	6	2	2,6	Onbekend	Onb	Onb.				
53	Uldam/VZD	d28-129	Bestekstekeningen map 1, 1916	paal 24+400	3,8	2	nvt	nvt	nvt	nvt	1	6	2	2,8	Onbekend	Onb	Onb.				
54	Durgerdam	d29-150	Bestekstekeningen Waterlandse dijk map 3, 1917	paal 28+400	3,8	2	0,35	5,9	1,1	2,35	4,2	2	2,9	Onbekend	0,35	Onb					
55	Durgerdam	d29-154	Bestekstekeningen Waterlandse dijk map 3, 1917	paal 29 + 32,5	3,7	1,2	0,4	6	Onb	2,2	4,9	3,5	3,0	Klinkeriglooiing	Onb	Onb					
56	Durgerdam/Schellingw	d30-179	Bestekstekeningen Waterlandse dijk map 5, 1917	paal 35+175	3,8	1,5	nvt	nvt	nvt	nvt	3	5,3	4,5	2,5	Onbekend	Onb	Ja				
57	Muiden	203-01	Bestek tot verbeteren zeedijk boosten Muiden, 1926	paal 34-50	4,6	2	nvt	nvt	nvt	nvt	1,4	4	2	3,7	Basalt	-0,35	2,0	Onbekend	-0,9	Ja	
58	Muiden	203-02	Bestek tot verbeteren zeedijk boosten Muiden, 1926	paal 12	4,6	2	nvt	nvt	nvt	nvt	1,4	4	2	3,7	Basalt	-0,35	2,0	Onbekend	-0,9	Ja	
59	Muiden	203-03	Bestek tot verbeteren zeedijk boosten Muiden, 1926	paal 23	4,6	2	0,4	2,2	Onb	1,4	4	2	2,8	Basalt	-0,8	Ja					
60	Muiden	203-04	Bestek tot verbeteren zeedijk boosten Muiden, 1926	paal 28	4,5	2	nvt	nvt	nvt	nvt	1,4	4	2	2,5	Basalt	-0,4	2,0	Onbekend	Onb	Ja	
61	Muiden	203-05	Opmeting Wakkere Dijk, 1925	profiel 29	3,5	2,2	nvt	nvt	nvt	nvt	2	7,3	1,3	3,0	Onbekend	0,2	1,8	Onbekend	1,1	Onb.	
62	Eemnes	46-e4	Opmeting Wakkere Dijk, 1925	profiel 15	3,6	1	nvt	nvt	nvt	nvt	2,13	7,2	Onb	2,5	Onbekend	0,45	Ja				
63	Eemnes	46-e5	Zee- en rivierkade d. v. A'foort tot Gelderse grens	profiel 89	2,81	2	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2,4	Onbekend	Onb	Ja					
64	Eemnes	45-e6	Zee- en rivierkade d. v. A'foort tot Gelderse grens	profiel 88	3,78	2	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2,0	Onbekend	Onb	Ja					
65	Eemdig	70	Eemdig																		

Nr.	Omschrijving	Algemene code	Huidig profiel	Kruin	a	b	Berm buitendijks	Berm binnendijks	Builtentalud	Binnentalud	Sloot	Opmerkingen huidig profiel
				Hoogte	Breedte	Taalud	Hoogte	Breedte	Taalud	Bekleding	Taalud	
1	Zuiderdijk	d18b-00	d18b-00	3,29	24		nv.	nv.	nv.	2,3	Onbekend	Ja
2	Grootslag	d18b-01	d18b-01	3,69	7,9		nv.	nv.	nv.	2,5	Onbekend	Onb.
3	Grootslag	d18b-46	d18b-46	3,47	6,37		nv.	nv.	nv.	2,2	Onbekend	Onb.
4	Tersluis	d18b-56	d18b-56	3,66	4,95		nv.	nv.	nv.	2,1	Onbekend	Onb.
5	De Weed	d18b-70	d18b-70	3,64	5,74		nv.	nv.	nv.	2,7	Onbekend	Onb.
6	Kroonhoeve	d18b-91	d18b-91	3,75	4,22		nv.	nv.	nv.	2,3	Onbekend	Onb.
7	Kroonhoeve	d18b-97	d18b-97	3,86	5,6		nv.	nv.	nv.	2,8	Onbekend	Onb.
8	Oosterleek	d18b-103	d18b-103	3,53	6,14		nv.	nv.	nv.	2,9	Onbekend	Onb.
9	Oosterleek	d18a-106	d18a-106	3,7	5,9		nv.	nv.	nv.	2,4	Onbekend	Onb.
10	Drieban	d18a-126	d18a-126	3,72	5,78		nv.	nv.	nv.	2,8	Onbekend	Onb.
11	Kraalenburg	d18a-138	d18a-138	3,66	7		nv.	nv.	nv.	2,5	Onbekend	Onb.
12	Kraalenburg	d18a-152	d18a-152	4,19	6,9		nv.	nv.	nv.	2,0	Onbekend	Onb.
13	De Nek	d18a-158	d18a-158	4,05	8,1		nv.	nv.	nv.	2,2	Onbekend	Onb.
14	De Nek	d18a-159	d18a-159	4,4	7,54	4	3	nv.	nv.	2,8	Onbekend	Onb.
15	Venhuizen	d18a-171	d18a-171	3,74	6,3		nv.	nv.	nv.	3	Onbekend	Onb.
16	Munnikel	d18a-200	d18a-200	4,05	6,9		nv.	nv.	nv.	3,4	Onbekend	Onb.
17	Hoorn-ost	d18a-207	d18a-207	3,85	6,1		nv.	nv.	nv.	2	Onbekend	Onb.
18	Hoorn-ost	d18a-211	d18a-211	3,44	8,1		nv.	nv.	nv.	2	Onbekend	Onb.
19	Hoorn-ost	d18a-216	d18a-216	3,44	8,82		nv.	nv.	nv.	4,2	Onbekend	Onb.
20	Hoorn-west	d20-11	d20-11	2,73	0		nv.	nv.	nv.	7,3	Onbekend	Onb.
21	Grote Waal	d20-19	d20-19	2,78	1,26		nv.	nv.	nv.	2,4	Onbekend	Onb.
22	Westerkogge	d20-32	d20-32	3,28	2		nv.	nv.	nv.	3,4	Onbekend	Onb.
23	Polder Beschoot	d20-60	d20-60	3,28	2,29		nv.	nv.	nv.	3,4	Onbekend	Onb.
24	Polder Beschoot	d23-26	d23-26	3,05	2,4		nv.	nv.	nv.	0,6	7,2	2
25	Etersheim	d22-10	d22-10	2,59	10,2		nv.	nv.	nv.	nv.	nv.	nv.
26	Oosthuizen	d23-34	d23-34	4,06	2		nv.	nv.	nv.	0,2	6,5	2
27	Oosthuizen	d23-32	d23-32	3,49	2,14		nv.	nv.	nv.	-0,1	6,3	2
28	Warder	d23-61	d23-61	3,6	2,87		nv.	nv.	nv.	-0,65	6	2
29	Polder Zeevang	d23-77	d23-77	3,42	2,84		nv.	nv.	nv.	-0,45	7,8	2
30	Polder Wearen	d23-90	d23-90	3,57	1,5		nv.	nv.	nv.	-0,15	7,5	2
31	Ooster Wearen	d23-103	d23-103	3,63	2,34		nv.	nv.	nv.	-0,17	6,5	2
32	Edam	d24-5	d24-5	4,2	3		nv.	nv.	nv.	nv.	nv.	nv.
33	Zuidpolder	d24-16	d24-16	3,9	3,9		nv.	nv.	nv.	nv.	nv.	nv.
34	Volendam	d24-21	d24-21	3,76	3,9		nv.	nv.	nv.	2,7	6	2
35	Volendam	d24-28	d24-28	2,8	6,9		nv.	nv.	nv.	nv.	nv.	nv.
36	Kaikh	d24-40	d24-40	2,85	1,4		nv.	nv.	nv.	3,1	Onbekend	Onb.
37	Kaikh	d24-43	d24-43	2,85	3		nv.	nv.	nv.	3,1	Onbekend	Onb.
38	Kaikh	d25-1	d25-1	3,3	2		nv.	nv.	nv.	3,3	Onbekend	Onb.
39	Zeeburg	d25-10	d25-10	3,3	3,9	0	6	2	0	7,5	4	2
40	Zeeburg	d25-13	d25-13	3,6	6,6		nv.	nv.	nv.	0	9	3,75
41	Zeeburg	d25-18	d25-18	3,45	5,4		nv.	nv.	nv.	-0,3	12,9	2,5
42	Hogendijk	d25-29	d25-29	2,85	3		nv.	nv.	nv.	0	8,4	2,5
43	Katwoude	d25-36	d25-36	2,7	6		nv.	nv.	nv.	nv.	nv.	nv.
44	Stinkvul	d25-46	d25-46	2,85	3	0,4	6,3	1,5	nv.	nv.	nv.	nv.
45	Nieuwendam	d26 0-5	d26 0-5	3,45	24	1,35	4,5	3,5	nv.	1	19,5	3,3
46	Waterlandse dijk	d27-12	d27-12	2,7	2,7		nv.	nv.	nv.	nv.	nv.	nv.
47	Markgouw	d27-26	d27-26	3,17	6		nv.	nv.	nv.	0,75	8,1	2,5
48	Buitengouw	d27-34	d27-34	3,15	4,8		nv.	nv.	nv.	0,65	7,2	2,9
49	Binnengouw	d27-44	d27-44	3,5	4,5		nv.	nv.	nv.	1,35	10,5	5
50	Opervoud	d28-61	d28-61	3,1	3	0,5	3,9	nv.	nv.	0,6	6	2
51	Opervoud	d28-74	d28-74	3,15	5,4		nv.	nv.	nv.	0,8	1,2	2
52	Uldam	d28-81	d28-81	3,37	4,5		nv.	nv.	nv.	0,8	5,5	2
53	Uldam/ZD	d28-129	d28-129	3,45	2,1		nv.	nv.	nv.	0,85	4,8	2
54	Kinselsemeer	d29-150	d29-150	2,35	0,6		nv.	nv.	nv.	1,9	8,7	4,1
55	Durperdam	d29-154	d29-154	2,4	1,2	0,15	2,1	Onb	nv.	1,9	8,4	4,3
56	Durperdam/Schellingw.	d30-179	d30-179	3,4	2,4		nv.	nv.	nv.	0,9	7,8	6
57	Muiden	203-c1	Leggerprofiel 53	4,37	2,26		nv.	nv.	nv.	1,3	3,2	2,5
58	Muiden	203c-2b	Leggerprofiel 56	4,22	2		nv.	nv.	nv.	1,8	4,2	2,1
59	Muiden	203c-3	Leggerprofiel 60	4,04	1,86	0	2,38	Onb	nv.	1,3	3,93	2,6
60	Muiden	203c-4a	Leggerprofiel 62	3,81	2,3		nv.	nv.	nv.	1,25	3,38	2,6
61	Eemnes	46-e3	Profiel 46-e3	2,23	14,23		nv.	nv.	nv.	nv.	nv.	nv.
62	Eemnes	46-e4	Profiel 46-e4	2,23	14,23		nv.	nv.	nv.	nv.	nv.	nv.

Algemene code	Nr.	Omschrijving	Kruin			Berm buitendijks			Berm binnendijks			Buitentalud			Binnentalud			Sloot			Waterstanden			Oordeel ten opzichte van vergelijking met betrekking tot geotechnische toestand			
			Hoogte-verschil	Breedte-verschil	Talud	Hoogte-verschil	Breedte-verschil	Talud	Hoogte-verschil	Breedte-verschil	Talud	Talud oud	Talud nieuw	Talud	Talud oud	Talud nieuw	Talud	Talud oud	Talud nieuw	Aanw.	Aanw. nieuw	1928	MHW		MMS	MHW	MMS
	1	Zuidersluis	-0.31	3.20	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2.9	2.6	2.2	2.3	Onbekend	Ja	Ja	2.04	1.16	1.20	1.45	Dijk is 20 m verbreed voor weg. H
	2	Grootslag	-0.11	1.60	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2.4	2.5	1.9	2.1	Onbekend	Ja	Onb	2.04	1.15	1.19	1.42	Profielen zijn vrijwel gelijk
	3	Grootslag	-0.03	1.37	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	3.2	3.2	2.0	2.2	Onbekend	Ja	Ja	2.04	1.11	1.14	1.38	Profielen zijn vrijwel gelijk
	4	Tersluis	0.16	0.65	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	3.8	3.7	2.0	2.1	0.00	Ja	Onb	2.04	1.00	1.05	1.36	Profielen zijn vrijwel gelijk
	5	De Weerd	-0.11	2.44	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	3.0	2.7	2.4	2.0	Onbekend	Ja	Ja	2.04	0.84	0.90	1.33	Binnentalud is wat steeper geworden
	6	Kroonhoeve	0.00	-0.28	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2.8	2.7	2.4	2.3	Onbekend	Ja	Ja	2.04	0.69	0.79	1.32	Profielen zijn vrijwel gelijk
	7	Kroonhoeve	0.11	1.10	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2.9	2.8	2.0	2.1	Onbekend	Ja	Ja	2.04	0.65	0.77	1.31	Profielen zijn vrijwel gelijk
	8	Oosterleek	-0.07	1.14	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2.8	2.8	2.1	2.0	Onbekend	Ja	Ja	2.04	0.61	0.76	1.31	Profielen zijn vrijwel gelijk
	9	Oosterleek	0.10	0.90	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2.8	2.4	2.1	2.1	Onbekend	Ja	Ja	2.04	0.56	0.74	1.29	Profielen zijn vrijwel gelijk
	10	Drieban	-0.18	1.78	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	3.0	2.8	2.5	2.5	-0.10	Ja	Ja	2.04	0.48	0.72	1.29	Profielen zijn vrijwel gelijk
	11	Kraalenburg	0.06	2.00	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2.9	2.5	2.5	2.5	Onbekend	Ja	Ja	2.04	0.38	0.70	1.29	Profielen zijn vrijwel gelijk
	12	Kraalenburg	0.19	2.90	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	3.0	2.5	2.0	2.0	Onbekend	Ja	Ja	2.04	0.33	0.70	1.29	Profielen zijn vrijwel gelijk
	13	De Nek	0.05	2.10	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2.8	2.2	2.0	1.3	0.20	Ja	Ja	2.04	0.30	0.70	1.29	Buiten- en binnentalud steller voor
	14	De Nek	0.40	3.54	2.15	4.00	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	5.3	2.8	1.8	2.1	-0.20	Ja	Ja	2.04	0.31	0.70	1.29	Flauw buitentalud is veranderd in
	15	Venhuizen	-0.06	0.30	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2.9	3.0	2.2	2.2	Onbekend	Onb	Nee	2.04	0.40	0.71	1.30	Profielen zijn vrijwel gelijk
	16	Munikel	0.05	2.90	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	3.5	3.4	1.9	1.7	0.00	Ja	Ja	2.04	0.44	0.72	1.31	Buiten- en binnentalud steller voor
	17	Hoorn-oost	0.05	0.60	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2.3	2.0	2.0	1.6	-0.20	Ja	Ja	2.04	0.43	0.71	1.31	Buiten- en binnentalud steller voor
	18	Hoorn-oost	-0.26	2.10	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2.4	2.0	2.0	1.5	Onbekend	Ja	Ja	2.04	0.44	0.71	1.30	Buiten- en binnentalud steller voor
	19	Hoorn-oost	-0.06	2.52	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2.6	4.2	1.9	1.9	0.49	Ja	Ja	2.04	0.44	0.72	1.30	Profielen zijn vrijwel gelijk
	20	Hoorn-west	-0.77	-1.50	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	-1.95	-3.50	veft	2.9	7.3	2.29	2.9	7.3	2.0	3.8	3.72	Nee	Nee	2.04	0.46	0.75	1.29	Binnenbarm verdwenen; veel flauw
	21	Groote Waal	-0.92	-0.24	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	0.01	2.84	2.3	2.2	2.9	0.94	1.5	2.4	1.5	2.4	0.18	Onb	Ja	2.04	0.44	0.72	1.29	Brede dijk met weg achter kruin - v
	22	Westerhogje	-0.42	-2.00	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	0.00	2.26	2.0	2.0	2.8	0.94	1.5	1.9	1.5	1.9	0.16	Ja	Ja	2.04	0.43	0.72	1.29	Huidig profiel niet precies bekend
	23	Polder Beschoot	-0.42	-0.51	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	0.00	2.26	2.0	2.1	3.1	3.4	Onbekend	2.1	1.9	2.0	0.01	Nee	Ja	2.04	0.34	0.70	1.28	Huidig profiel niet precies bekend
	24	Etersheim	-0.85	0.40	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	0.45	1.20	2.0	2.0	2.5	2.0	Onbekend	1.9	2.0	2.0	-1.47	Onb	Onb	2.04	0.27	0.69	1.28	Dijk duidelijk gezeel, maaiveld binn
	25	Etersheim	-1.21	9.20	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	-3.00	-4.50	2.0	nvt	2.8	2.0	Onbekend	1.8	1.7	2.0	0.40	Onb	Onb	2.04	0.24	0.69	1.28	Oorspronkelijke buitendijkse verz
	26	Oosthuizen	0.26	0.00	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	0.20	0.50	1.8	2.0	2.9	3.1	Onbekend	1.8	1.7	2.0	-0.68	Onb	Onb	2.04	0.23	0.69	1.28	Profielen zijn vrijwel gelijk
	27	Oosthuizen	-0.21	0.14	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	-0.10	0.30	2.0	2.4	2.8	3.3	Onbekend	1.8	1.9	1.9	-1.30	Ja	Ja	2.04	0.23	0.69	1.27	Profielen zijn vrijwel gelijk
	28	Warder	-0.30	0.87	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	-0.65	0.00	2.0	2.0	3.1	3.0	Onbekend	1.9	1.9	2.0	-0.45	Ja	Nee	2.04	0.18	0.68	1.26	Profielen zijn vrijwel gelijk
	29	Polder Zeevang	-0.48	0.84	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	-0.45	1.90	1.7	2.8	2.9	3.4	Onbekend	2.0	2.0	2.0	-0.18	Ja	Nee	2.04	0.17	0.68	1.26	Profielen zijn vrijwel gelijk
	30	Ooster Wearen	-0.53	-0.50	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	-0.15	1.90	2.8	2.3	3.2	3.7	Onbekend	1.9	2.0	2.0	0.20	Nee	Nee	2.05	0.16	0.68	1.26	Profielen zijn vrijwel gelijk
	31	Ooster Wearen	-0.47	0.34	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	-0.17	0.50	2.0	2.8	2.8	Onb	Onbekend	2.0	Onb	Onbekend	Onb	Ja	Ja	2.05	0.16	0.68	1.26	Profielen zijn vrijwel gelijk
	32	Edam	-0.25	1.00	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	3.5	3.0	2.2	2.1	Onbekend	Ja	Ja	2.06	0.15	0.68	1.25	Profielen zijn vrijwel gelijk
	33	Zuidpolder	-0.30	2.40	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	3.5	3.3	2.3	2.2	Onbekend	Ja	Ja	2.06	0.15	0.68	1.25	Profielen zijn vrijwel gelijk
	34	Volendam	0.26	1.90	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	0.00	0.10	1.5	2.0	2.3	2.8	Onbekend	2.0	2.0	2.0	Onbekend	Nee?	Ja	2.06	0.15	0.68	1.25	Profielen zijn vrijwel gelijk
	35	Volendam	-0.80	1.40	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2.3	2.6	2.3	2.6	Onbekend	2.0	4.3	Onbekend	Nee	Onb	2.08	0.16	0.68	1.25	Profiel deels gelijk, binnen bebouw
	36	Kalham	-0.60	9.00	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2.7	3.1	2.7	3.1	Onbekend	2.1	2.4	Onbekend	Onb	Onb	2.06	0.19	0.68	1.25	Nieuwe profiel precies ipv airt. Bin
	37	Kalham	-0.75	1.50	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2.3	3.1	2.3	3.1	Onbekend	2.0	2.2	Onbekend	Nee	Onb	2.06	0.22	0.68	1.25	Profielen zijn vrijwel gelijk
	38	Kalham	-0.40	-0.10	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	3.0	3.3	2.0	2.2	Onbekend	2.0	2.2	Onbekend	Ja	Ja	2.06	0.22	0.68	1.25	Profielen zijn vrijwel gelijk
	39	Zeeburg	-0.60	1.90	-0.40	-0.50	Onb	2.0	0.00	1.20	1.8	4.0	2.5	2.0	2.0	Onbekend	2.1	2.3	-0.65	-0.65	Ja	Ja	2.06	0.24	0.68	1.25	Buitentalud iets versterkt bij weg
	40	Zeeburg	-0.30	4.60	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	0.00	2.50	2.0	3.8	2.6	2.1	Onbekend	2.0	1.5	2.0	-0.50	Ja	Ja	2.06	0.24	0.68	1.25	Zowel binnen- als buitentalud vers
	41	Zeeburg	-0.95	3.40	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	-0.30	12.90	nvt	2.5	2.3	2.5	Onbekend	2.0	2.5	2.0	-0.45	Ja	Ja	2.06	0.24	0.68	1.25	Kruin verlaagd en daardoor verbr
	42	Hogendijk	-0.95	1.50	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	0.00	8.40	nvt	2.5	2.3	1.9	Onbekend	1.9	2.0	2.0	-0.50	Ja	Ja	2.06	0.24	0.68	1.25	Kruin verlaagd en naar buiten verbr
	43	Katwoude	-1.10	4.50	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2.5	1.9	2.5	1.9	Onbekend	2.0	2.1	Onbekend	Ja	Ja	2.06	0.32	0.69	1.25	Kruin verlaagd en naar buiten verbr
	44	Sinkvuil	-0.95	1.50	-0.10	0.90	2.0	1.5	nvt	nvt	nvt	nvt	2.5	2.3	2.0	2.3	Onbekend	2.1	2.3	-0.20	Ja	Ja	2.06	0.37	0.69	1.26	Profielen zijn vrijwel gelijk
	45	Nieuwendam	-0.35	2.53	1.35	4.50	nvt	3.5	-3.00	-3.00	-8.00	2.6	nvt	3.0	3.0	Onbekend	1.5	2.0	Onbekend	Onb	Onb	2.06	0.37	0.69	1.26	Profiel is 20 m breder geworden bi	
	46	Waterlandse dijk	-1.50	0.70	-0.80	-3.00	4.0	nvt	nvt	0.20	13.50	1.4	3.3	2.1	2.1	Onbekend	2.0	2.3	0.45	Ja	Ja	2.06	0.37	0.69	1.26	Dijk is verlaagd, binnenbarm verbr	
	47	Markgouw	-1.13	4.00	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	-0.15	2.10	2.0	2.5	2.7	2.5	Onbekend	2.0	2.0	0.00	Nee	Ja	2.07	0.37	0.69	1.25	Kruin iets verlaagd en daardoor ve	
	48	Buitengouw	-1.05	2.90	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	0.85	1.20	3.0	2.9	2.8	3.3	Onbekend	2.0	2.1	Onbekend	Ja	Onb	2.07	0.40	0.69	1.28	Kruin iets verlaagd en daardoor ve	
	49	Binnengouw	-0.80	2.50	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	1.55	4.50	1.5	5.0	2.4	3.0	Onbekend	2.1	2.2	Onbekend	Onb	Nee	2.07	0.40	0.69	1.25	Kruin iets verlaagd en daardoor ve	
	51	Oppervoud	-0.90	1.00	-0.30	6.10	Onb	Onb	Onb	-0.20	0.00	2.0	2.0	3.0	4.6	Onbekend	2.0	2.9	Onbekend	Onb	Ja	2.08	0.24	0.68	1.25	Dijk is gezakt. Profielen zijn vrijw	
	52	Uldam	-0.85	3.40	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	-0.05	-0.80	3.0	2.0	2.3	2.7	Onbekend	2.0	2.0	-0.05	-0.05	Ja	Ja	2.08	0.28	0.68	1.25	Profielen zijn vrijwel gelijk
	53	Uldam/ZD	-0.63	2.50	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	-0.05	-0.50	2.0	2.0	2.6	2.4	Onbekend	2.0	2.0	Onbekend	Onb	Ja	2.08	0.32	0.69	1.25	Profielen zijn vrijwel gelijk	
	54	Kinselmeer	-0.35	0.10	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	-0.15	-1.20	2.0	2.0	2.8	3.0	Onbekend	2.0	2.0	Onbekend	Onb	Onb	2.08	0.44	0.70	1.26	Profielen zijn vrijwel gelijk	
	55	Durgerdam	-1.45	-1.40	-0.35	-5.90	n.v.t	nvt	nvt	-0.45	4.50	2.0	4.1	2.9	4.1	Onbekend	2.0	2.0	-0.05	Onb	Onb	2.08	0.55	0.73	1.26	Buitendijkse verzwaaring is verlaag	
	56	Durgerdam	-1.30	0.00	-0.25	-3.90	Onb	Onb	Onb	-0.30	3.50	3.5	4.3	3.0	3.9	Onbekend	2.0	2.0	Onbekend	Onb	Onb	2.08	0.55	0.73	1.26	Buitendijkse verzwaaring is verlaag	
	57	Durgerdam/Schellingw.	-0.40	0.90	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	-2.10	2.50	4.6	6.0	2.5													

	B	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Locatie dijk			Bijstelling kostenraming op basis van bewezen sterkte macrostabiliteit						
2										
3	dijk	dijkpaal		Totale kosten	Hoogte-	Aaneengesloten	Geen	Kosten	Geen	Opinie
4		van	tot	per vak	tekort	bebouwing	voldoende	aaneengesloten	voldoende	geen
5				Fugro (1998)			bewezen	bebouwing	bewezen	voldoende na
14							sterkte	en hoogte	sterkte	onderzoek
15		[hm]	[hm]	[Fl]				[Fl]	[Fl]	[Fl]
16										
17	18	0.0	6.0	0			j/v	0		
18	18	6.0	10.0	1,176,672			j/v	1,176,672		
19	18	10.0	19.5	0			j/v	0		
20	18	19.5	21.5	0			j/v	0		
21	18	21.5	23.5	588,336				588,336		
22	18	57.0	59.0	0				0		
23	18	65.0	68.0	914,472			j/v		914,472	
24	18	68.0	70.5	762,060			j/v		762,060	
25	18	70.5	71.5	304,824			j/v		304,824	
26	18	71.5	74.0	762,060			j/v		762,060	
27	18	98.0	104.0	552,900				552,900		
28	18	136.5	139.0	230,375				230,375		
29	18	139.0	145.0	552,900				552,900		
30	18	145.0	153.0	536,816				536,816		
31	18	153.0	159.0	402,612			j/v		402,612	
32	18	168.0	172.0	40,000				40,000		
33	18	172.0	177.5	0				0		
34	18	192.0	201.0	2,701,234			j/v		2,701,234	
35	18	201.0	206.0	1,500,686			j/v		1,500,686	
36	18	206.0	208.5	693,899					693,899	693,899
37	18	208.5	210.0	371,049					371,049	371,049
38	18	210.0	212.0	0				0		
39	18	212.0	214.0	0				0		
40	18	214.0	216.0	87,592				87,592		
41	18	216.0	218.0	87,592				87,592		
42	18	218.0	220.0	71,708				71,708		
43	19	220.0	224.5	0				0		
44	19	224.5	227.5	0				0		
45	20	0.0	3.0	0				0		
46	20	3.0	4.0	10,000				10,000		
47	20	4.0	10.0	60,000				60,000		
48	20	10.0	11.0	10,000			j/v	10,000		
49	20	11.0	14.0	0			j/v	0		
50	20	14.0	15.0	10,000				10,000		
51	20	15.0	17.0	521,545				521,545		
52	20	17.0	22.0	1,303,863				1,303,863		
53	20	22.0	25.0	563,543				563,543		
54	20	25.0	28.0	563,543				563,543		
55	20	28.0	32.0	751,390				751,390		
56	20	32.0	36.0	0			j/v	0		
57	20	36.0	38.0	117,755			j/v		117,755	
58	20	38.0	49.0	0			j/v	0		
59	20	49.0	51.0	117,755			j/v	117,755		
60	20	51.0	53.0	117,755			j/v		117,755	
61	23	53	56	163,305				163,305		
62	23	56	58	108,966				108,966		
63	23	58	59	54,194				54,194		
64	23	59	62	163,160				163,160		
65	23	109.5	111	0				0		
66	23	111	111.5	0				0		
67	23	111.5	112	0				0		
68	24	7.5	13.5	366,677						
69	24	13.5	14.5	0					0	0
70	24	14.5	19	555,211				555,211		
71	24	19	20	10,130				10,130		
72	24	20	24	0				0		
73	24	24	29	1,529,775				1,529,775		
74	24	29	33.5	0				0		
75	24	33.5	39	0					0	0
76	25	39	47	0				0		
77	26	0	2	0			j/v	0		
78	26	2	5	0			j/v		0	
79	27	0	3	0			j/v	0		
80	27	3	3.5	0			j/v	0		
81	27	3.5	8.5	0			j/v	0		
82	27	8.5	12	0			j/v		0	
83	28	70	72	113,372				113,372		
84	28	72	74	285,560				285,560		
85	28	74	75.5	215,889				215,889		
86	28	75.5	77	81,031				81,031		
87	28	77	78	0				0		
88	29	148.5	149.5	0			j/v	0		
89	29	149.5	151	0			j/v	0		
90	29	151	153.5	0			j/v	0		
91	29	153.5	157	0			j/v	0		
92	29	157	159	0			j/v	0		
93	29	159	163	0			j/v	0		
94	30	182	184.5	0				0		
95										
96	TOTALEN:			20,132,203				11,117,122	8,648,405	1,064,948
97	Totalen, inclusief engineeringkosten, MER, BTW, etc. Factor 1,8							20,0 Mfl	15,6 Mfl	1,9 Mfl

Tabel 5.1 Overzicht bijstelling kostenraming na studie bewezen sterkte; USHN

	C	D	E	F	G	H
2	Locatie dijk			Bijstelling kostenraming; bewezen sterkte		
3						
4	dijkvak	sub	lengte	Totale kosten	Aaneengesloten	Kosten
5		dijkvak	dijkvak	per vak	bebouwing	aaneengesloten
6				Fugro (1998)		bebouwing
15						
16			[m.]	[Fl.]		[Fl.]
17						
18	V01-201c	1	60	53,622	Locatie IJburg	geen toetsing
19		2	255	227,894	Locatie IJburg	geen toetsing
20		3	200	178,741	Locatie IJburg	geen toetsing
21		4	880	549,931	Locatie IJburg	geen toetsing
22		5	360	224,972	Locatie IJburg	geen toetsing
23		6	1,525	250,932	Locatie IJburg	geen toetsing
24		7	2,635	0		
25		8	810	0		
26	V01-202c	1	950	158,422		
27		2	575	95,887		
28		3	500	71,397		
29		4a	600	183,428		
30		4b	1,060	570,506	j	570,506
31		5	450	0		
32		6		0		
33	V01-203c	1	465	515,054	j	515,054
34		2a	800	800,460		
35		2b	335	112,746		
36		3	745	729,395		
37		4a	435	981,013		
38		4b	550	1,122,716		
39		5		0	j	0
40	VT1-204x	1	225	961,425	j	961,425
41	VT1-205x	1	315	1,345,995	j	1,345,995
42		2	130	555,490	j	555,490
43		3	265	455,780		
44		4	155	266,588		
45	VT1-206x	1	450	773,965		
46		2	175	218,048		
47		3	100	124,599		
48		4	225	238,162		
49		5	145	170,155		
50		6	180	211,227		
51		7	325	381,382		
52		8	115	96,213		
53		9a	150	268,698		
54		9b	125	223,915		
55		10	265	883,116		
56		11	215	716,490		
57		12	240	798,640		
58		13	275	913,650		
59		14	285	946,510		
60	V03-207b	1		0		
61		2	445	290,926		
62		3	270	100,321	j	100,321
63						
64				17,768,411		4,048,791
65	Totalen, inclusief engineeringkosten, MER, BTW, etc. Factor 1,8					7,3 Mfl

Tabel 5.2 Overzicht bijstelling kostenraming na studie bewezen sterkte; DWR

	B	C	D	E	I	K	L	M
1	Locatie dijk					Bijstelling kostenraming; bewezen sterkte		
2								
3	dijk	dijkvak	dijkpaal		lengte	Totale kosten	Aaneengesloten	Kosten
4			van	tot		per vak	bebouwing	aaneengesloten
5						Fugro (1998)		bebouwing
14								
15			[hm]	[hm]	[m]	[Fl.]		[Fl.]
16	Dijkkring West							
17	Oude Amsterdamseweg	1	0.0	3.0	300	123,844		
18	"	2	3.0	4.0	100	44,968		
19	Vakkerendijk	3	4.0	6.0	200	240,020		
20	A1	4	6.0	6.0	0	0		
21	Vakkerendijk	5	6.0	15.0	900	971,155		971,155
22	"	6	15.0	37.0	2200	2,359,490		2,359,490
23	Meentweg	7	37.0	64.5	2750	6,109,638		6,109,638
24	"	8	64.5	69.0	450	401,277		401,277
25	Veendijk	9	69.0	73.5	450	45,000		45,000
26	"	10	73.5	75.0	150	15,000		
27	A27	11	75.0	75.0	0	0		
28	Veendijk	12	75.0	77.0	200	75,000		
29	Gooyersgracht Noord	13	77.0	79.0	200	75,000		
30	Vetdijk	14	79.0	82.5	350	131,250		
31								
32	Dijkkring Oost							
33	Spoordijk	1	0.0	5.0	500	187,500	ten zuiden A1	niet meegenomen
34	Viaduct Eem	2	5.0	5.0	0	0	ten zuiden A1	niet meegenomen
35	Spoordijk	3	5.0	16.0	1100	412,500	ten zuiden A1	niet meegenomen
36	Valleikanaal	4	16.0	19.0	300	112,500	ten zuiden A1	niet meegenomen
37	Holkerweg	5	19.0	19.0	0	0	ten zuiden A1	niet meegenomen
38	Valleikanaal	6	19.0	26.5	750	281,250	ten zuiden A1	niet meegenomen
39	Balladelaan	7	26.5	26.5	0	0	ten zuiden A1	niet meegenomen
40	Valleikanaal	8	26.5	27.5	100	37,500	ten zuiden A1	niet meegenomen
41	Maatweg	9	27.5	27.5	0	0	ten zuiden A1	niet meegenomen
42	Grebbeinledijk	10	27.5	37.5	1000	0	ten zuiden A1	niet meegenomen
43	"	11	37.5	48.5	1100	0	ten zuiden A1	niet meegenomen
44	"	12	48.5	54.5	600	0	ten zuiden A1	niet meegenomen
45	"	13	54.5	64.0	950	0	ten zuiden A1	niet meegenomen
46	"	14	64.0	71.0	700	745,570	ten zuiden A1	niet meegenomen
47	Slaagse dijk	15	71.0	82.0	1100	1,171,610	ten zuiden A1	niet meegenomen
48	"	16	82.0	88.0	600	216,240	ten zuiden A1	niet meegenomen
49	"	17	88.0	94.0	600	355,740	ten zuiden A1	niet meegenomen
50	"	18	94.0	97.5	350	207,515	ten zuiden A1	niet meegenomen
51	Gemaal	19	97.5	97.5	0	0	ten zuiden A1	niet meegenomen
52	Zulderleind	20	97.5	100.5	300	594,207	ten zuiden A1	niet meegenomen
53	"	21	100.5	111.5	1100	2,178,760	ten zuiden A1	niet meegenomen
54	"	22	111.5	113.0	150	297,104	ten zuiden A1	niet meegenomen
55	"	23	113.0	114.5	150	297,104	ten zuiden A1	niet meegenomen
56	"	24	114.5	118.0	350	180,173	ten zuiden A1	niet meegenomen
57	A1	25	118.0	118.0	0	0		
58	Oostelijke Eemdijk	26	118.0	120.5	250	102,655		
59	"	27	120.5	127.5	700			
60	Gemaal	28	127.5	127.5	0			
61	Oostelijke Eemdijk	29	127.5	129.5	200			
62	Eemdijk	30	129.5	132.0	250			
63	"	31	132.0	139.5	750	386,085		386,085
64	"	32	139.5	146.0	650	1,293,143		1,293,143
65	"	33	146.0	151.0	500	994,725		994,725
66	"	34	151.0	152.0	100	198,945		198,945
67	"	35	152.0	157.0	500	831,500		831,500
68	"	36	157.0	166.5	950	1,269,827		1,269,827
69	Bebouwde kom Eemdijk	37	166.5	174.5	800	1,455,840		1,455,840
70	Veen- en Veldendijk	38	174.5	181.5	700	1,275,110		1,275,110
71	"	39	181.5	192.5	1100	1,470,326		1,470,326
72	"	40	192.5	197.0	450	0		
73	"	41	197.0	214.0	1700	764,466		
74	"	42	214.0	218.0	400	174,664		174,664
75	Waterkering Spakenburg	43	218.0	221.0	300	552,190		552,190
76	Watergang	44	221.0	221.0	0	0		0
77	Bebouwde kom Spakenburg	45	221.0	226.0	500	920,317		920,317
78	Oostdijk	46	226.0	233.0	700	1,288,443		
79	"	47	233.0	236.5	350	644,222		
80	"	48	236.5	239.5	300	552,190		
81	"	49	239.5	241.5	200	368,127		
82	Nijkerkemauidijk	50	241.5	258.0	1650	3,037,045		
83	"	51	258.0	280.0	2200	4,049,393		
84	"	52	280.0	289.0	900	1,656,570		
85	Arkersluis	53	289.0	289.0	0	0		
86	Nijkerkemauidijk	54	289.0	294.5	550	1,012,348		
87	"	55	294.5	300.5	600	1,104,380		
88								
89	TOTALEN					43,269,415		20,709,231
90	Totalen, inclusief engineeringkosten, MER, BTW, etc. Factor 1,8							37,3 Mfl

Tabel 5.3 Overzicht bijstelling kostenraming na studie bewezen sterkte; Vallei en Eem

BESCHRIJVING DIJKVAK/PROFIEL					UITVOERPUNT		DIJKHOOGTE		ONTWERPPUNT LAGE STATISTIEK				ONTWERPPUNT HOGE STATISTIEK					
naam	dijk- code	richting		code	diepte	kruin	buiten- kruinlijn		wind- richting	wind- snelheid	meerpeil	MHW		wind- richting	wind- snelheid	meerpeil	MHW	
		lengte	m				m	m				m +NAP	m +NAP				m +NAP	m +NAP
MUIDERTVRVT	202c-1	950	40	m 541	2,6	3,54	3,54	0	24,00	-0,37	0,51	210	2,00	1,20	1,20			
MUIDENWST	202c-4b	2735	339	m 531	3,6	3,61	3,61	0	24,00	-0,37	0,53	210	2,00	1,20	1,20			
MUIDENWST	202c-5	450	15	m 530	3,9	3,68	3,68	0	24,00	-0,36	0,52	210	2,00	1,20	1,20			
MUIDENOST	203c-1	465	342	m 526	2,5	4,00	4,00	0	24,00	-0,36	0,52	210	2,00	1,20	1,20			
MUIDENOST	203c-2a	800	9	m 525	1,9	4,14	4,14	0	23,97	-0,35	0,54	210	2,00	1,20	1,20			
NOORDPOLDER	203c-2b	335	1	m 522	1,7	4,04	4,04	0	24,00	-0,35	0,55	210	2,00	1,20	1,20			
NOORDPOLDER	203c-3	745	33	m 519	1,3	4,19	4,19	330	29,00	-0,39	0,58	210	2,00	1,20	1,20			
MDBERG-WST	203c-4a	435	40	m 516	1,2	3,91	3,91	330	28,41	-0,35	0,62	210	2,00	1,21	1,21			
MDBERG-OST	205x-1	1640	38	m 506	6,1	3,30	3,30	330	28,13	-0,35	0,67	210	2,00	1,21	1,21			
NAARDEN	206x-1	3270	45	g 176	7,2	4,30	4,30	330	28,07	-0,35	0,75	210	2,00	1,21	1,21			
NAARDEN	207a-2	445	38	g 169	2,6	4,30	4,30	330	27,97	-0,35	0,80	330	32,06	-0,35	1,22			
NAARDEN	207b-3	750	358	g 162	0,4	4,30	4,30	330	27,98	-0,35	0,91	330	31,00	-0,35	1,23			
NAARDEN	207c-3	750	328	g 159	0,4	4,30	4,30	330	28,00	-0,36	0,90	330	31,17	-0,35	1,23			

Tabel 6.1 Berekeningsresultaten Maatgevend Hoog Water (MHW) bij drie meerpeilstatistieken voor Dijkkring 44; normfrequentie 1/4000

BESCHRIJVING DIJKVAK/PROFIEL				UITVOERPUNT		DIJKHOOGTE			ONTWERPPUNT LAGE STATISTIEK				ONTWERPPUNT HOGE STATISTIEK			
naam	dijk- code	lengte	richting	code	diepte	kruin	buiten- kruinlijn	wind- richting	wind- snelheid	meerpeil	MHW waterstand	wind- richting	wind- snelheid	meerpeil	MHW waterstand	
		m	* tov N		m	m	m	* tov N	m/s	m +NAP	m +NAP	* tov N	m/s	m +NAP	m +NAP	
OOSTERMEENT	46-67	1500	-	g 118	1,0	1,25	1,25	300	34,00	-0,38	1,07	300	36,00	-0,36	1,28	
ST BRUG-WST	46-68	750	-	g 115	1,0	1,60	1,60	300	33,89	-0,40	1,13	300	35,25	-0,35	1,30	
AUTOWEG N27	46-E1	750	-	g 78	3,2	2,00	2,00	300	33,65	-0,40	1,37	300	34,35	-0,35	1,49	
GOOYERSGRACH	46-E2	600	-	g 78	3,2	2,02	2,02	300	33,65	-0,40	1,37	300	34,35	-0,35	1,49	
MEENTWEG	46-E3	3200	-	g 78	3,2	2,23	2,23	300	33,65	-0,40	1,37	300	34,35	-0,35	1,49	
WAKKERENDIJK	46-E4	3100	-	g 78	3,2	2,42	2,42	300	33,65	-0,40	1,37	300	34,35	-0,35	1,49	
EEMDIJK	45-E5	5650	-	g 78	3,2	1,97	1,97	300	33,65	-0,40	1,37	300	34,35	-0,35	1,49	
VEEN EN VERDEN	45-E6	1800	-	g 78	3,2	2,07	2,07	300	33,65	-0,40	1,37	300	34,35	-0,35	1,49	
EEM-OST	45-73a	450	341	g 70	1,2	3,13	2,98	300	33,53	-0,40	1,47	300	34,23	-0,35	1,59	
BIKKERSPOLDER	45-74	2400	37	g 65	1,4	3,12	2,94	300	33,52	-0,40	1,52	300	34,12	-0,35	1,63	
SPAKENB-OST	45-75	2050	37	g 49	2,9	3,60	3,44	300	33,50	-0,40	1,68	300	34,08	-0,35	1,79	
NIJCKERK NW-OST	45-76	5900	335	g 36	1,3	3,54	3,52	300	33,48	-0,40	1,78	300	34,00	-0,36	1,89	

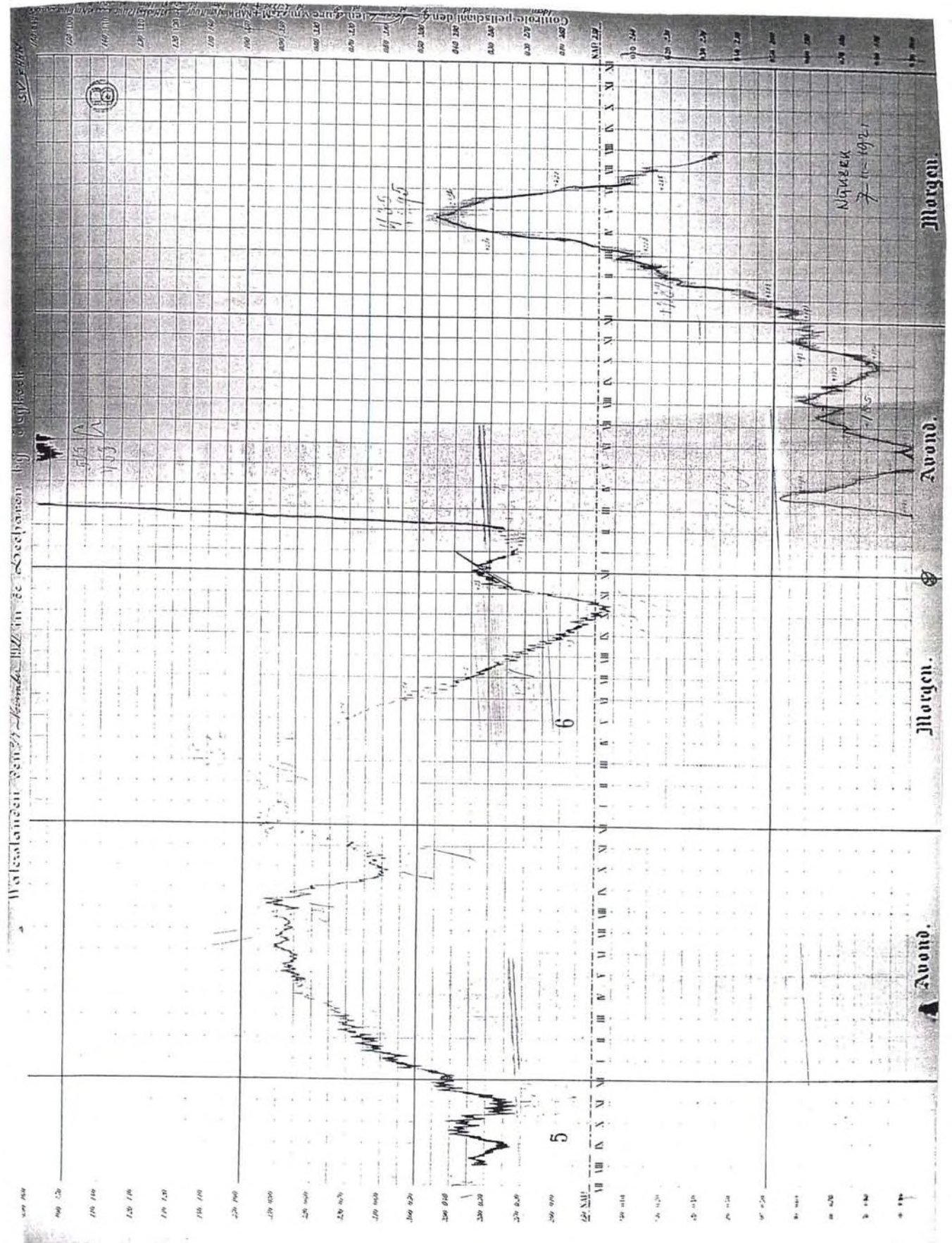
Tabel 6.2 Berekeningsresultaten Maatgevend Hoog Water (MHW) bij drie meerpeilstatistieken voor Dijkkringen 45, 46; normfrequentie 1/4000



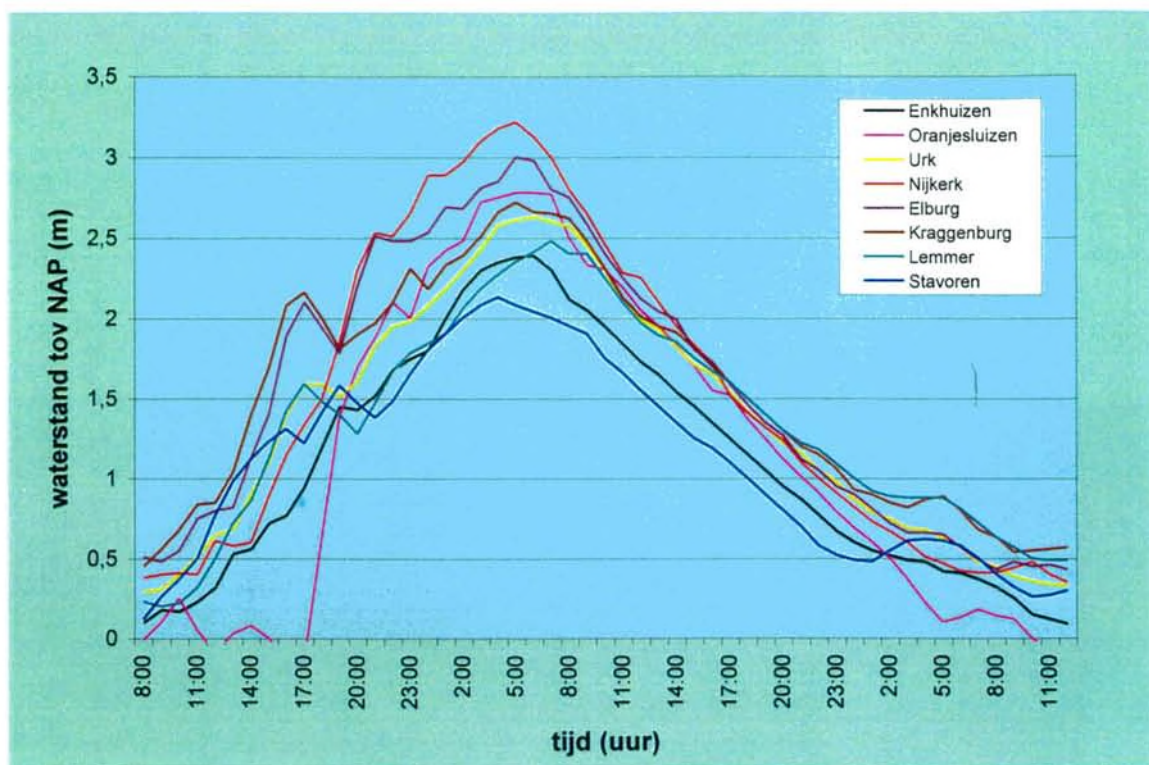
Figuur 1.1 Het Zuiderzeegebied rondom 1900



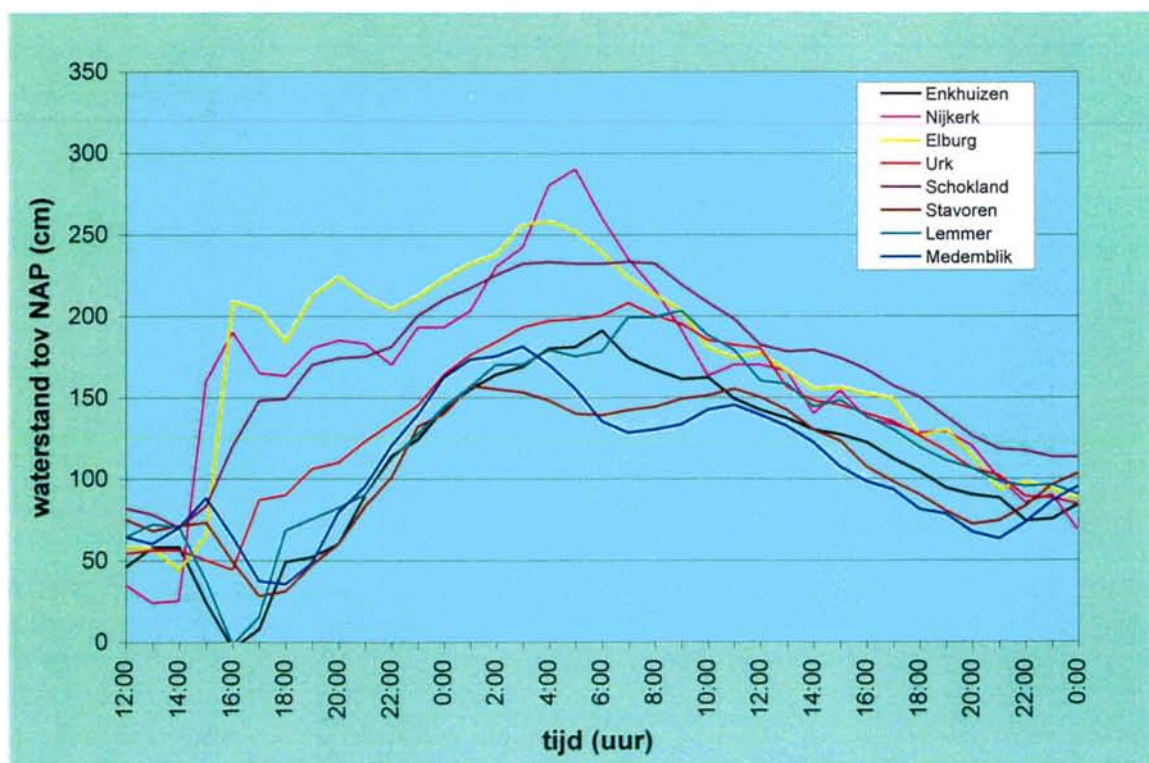
Figuur 1.2 Primaire waterkeringen onder studie



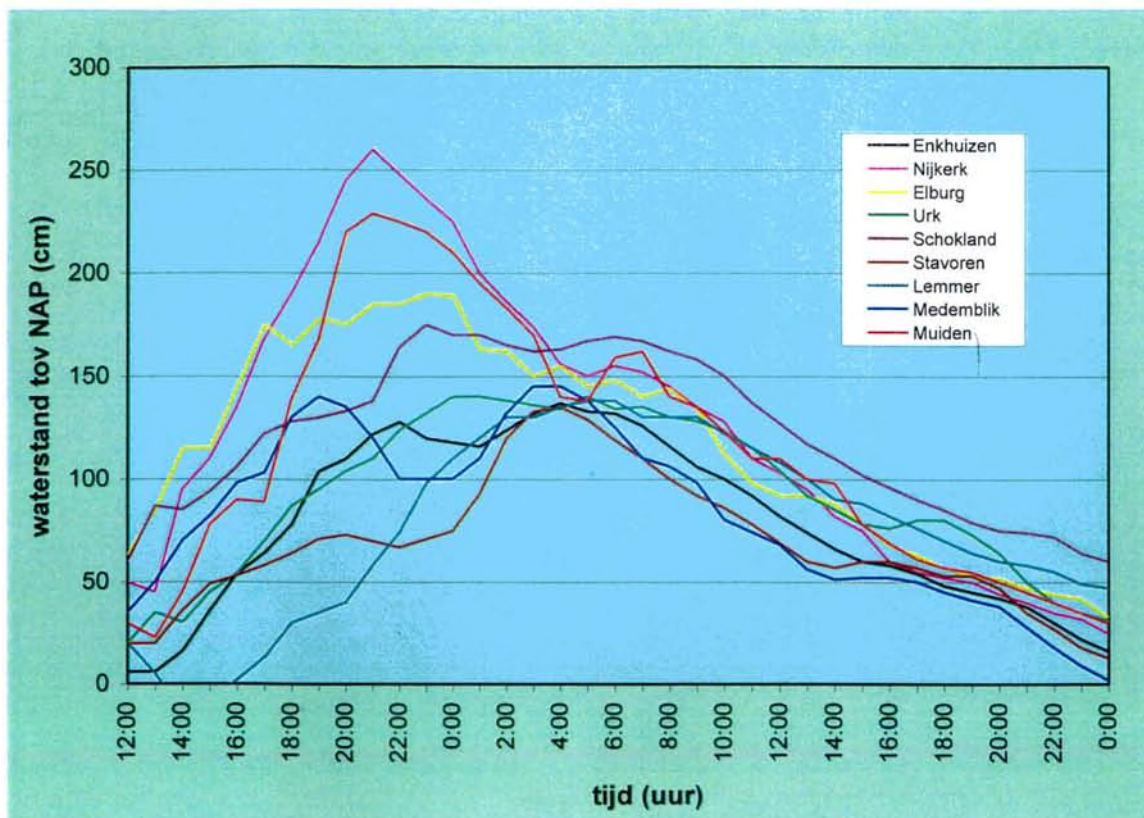
Figuur 2.1 Voorbeeld van een afdruk vanaf microfilm. Gemeten waterstand te Nijkerk op 5-7 november 1921. Het linker gedeelte van de figuur is gegeven ten opzichte van NAP (horizontaal gestreepte lijn met uren). Voor het rechtergedeelte is dit +2,5 m NAP. De top was +2,95 m NAP.



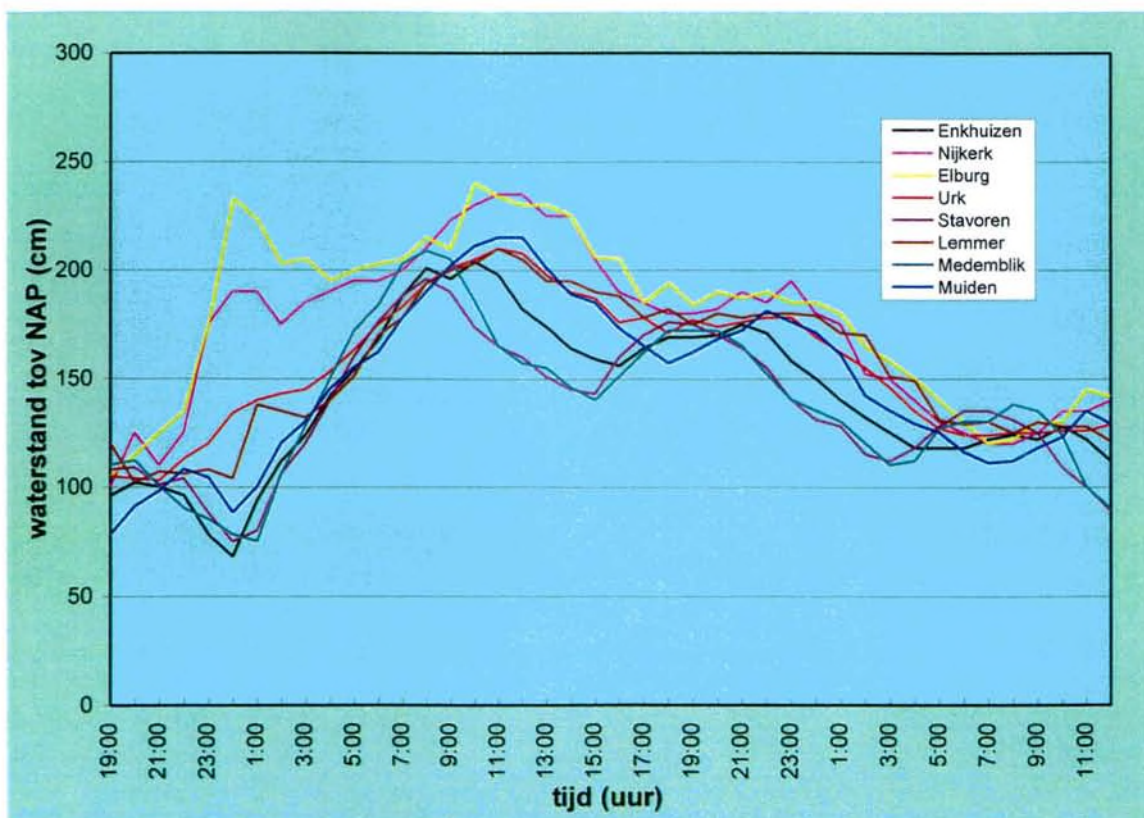
Figuur 2.2 Gemeten waterstandsverloop op 13 en 14 januari 1916



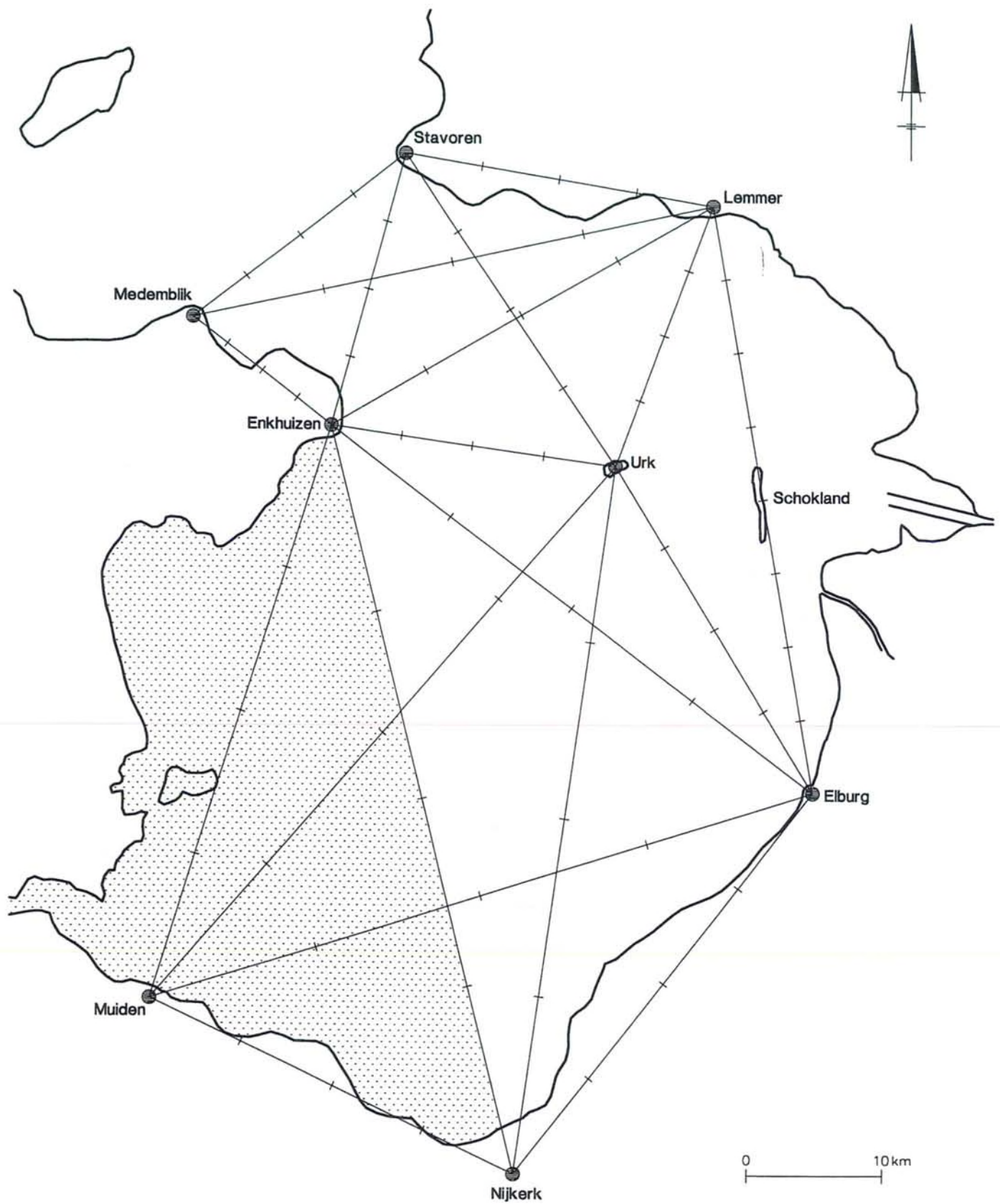
Figuur 2.3 Gemeten waterstandsverloop op 6 en 7 november 1921



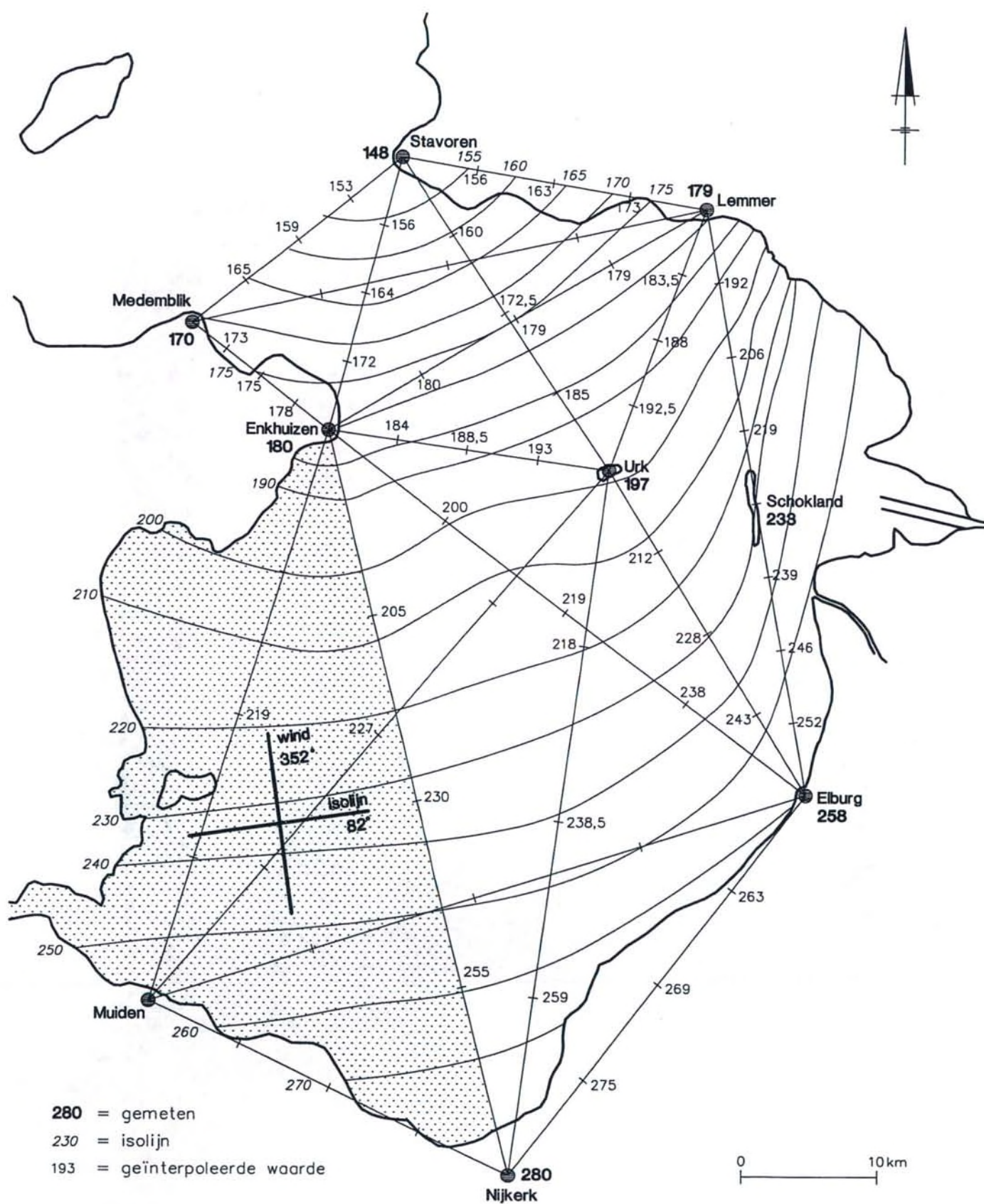
Figuur 2.4 Gemeten waterstandsverloop op 25 en 26 november 1925



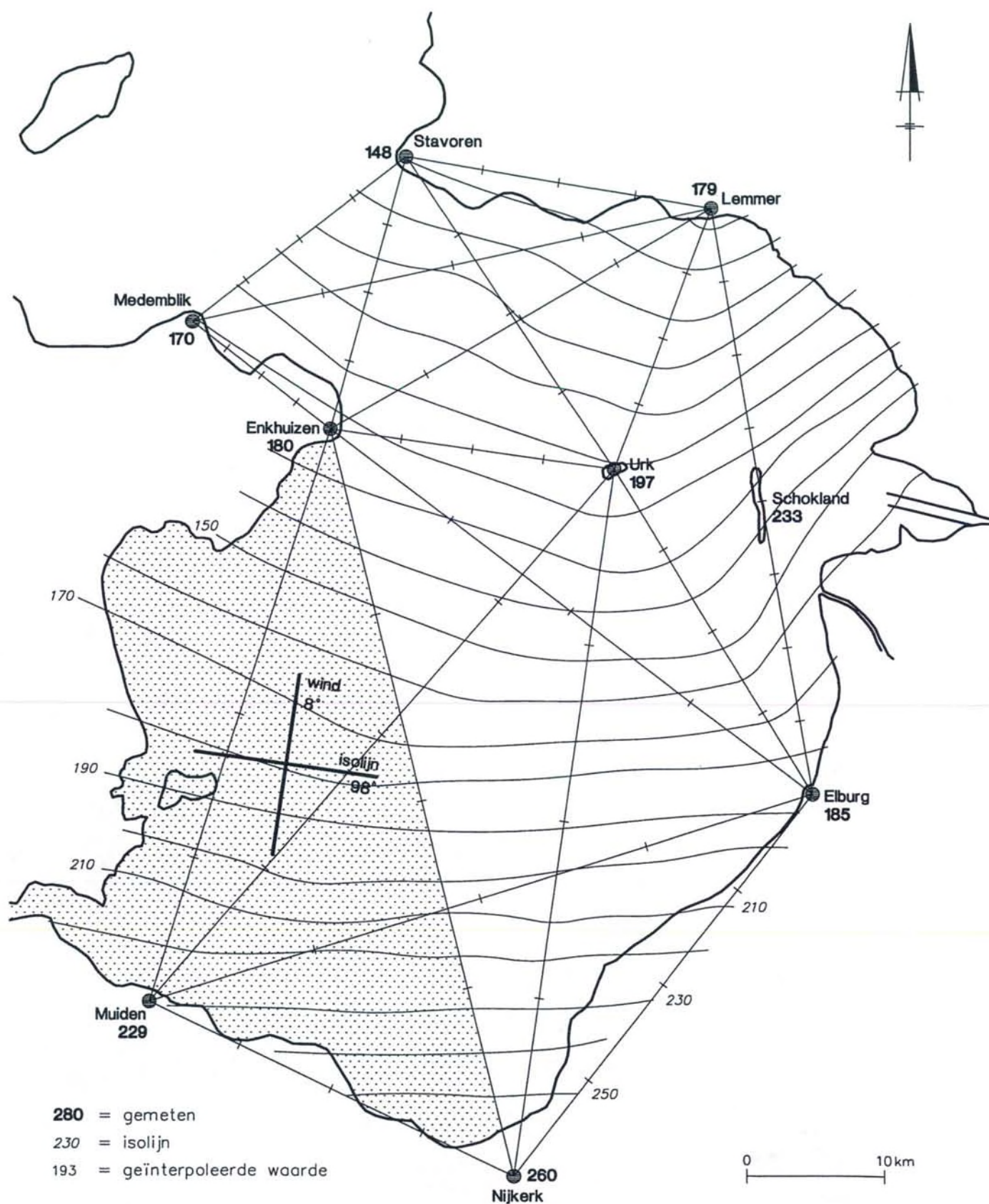
Figuur 2.5 Gemeten waterstandsverloop op 26 november 1928



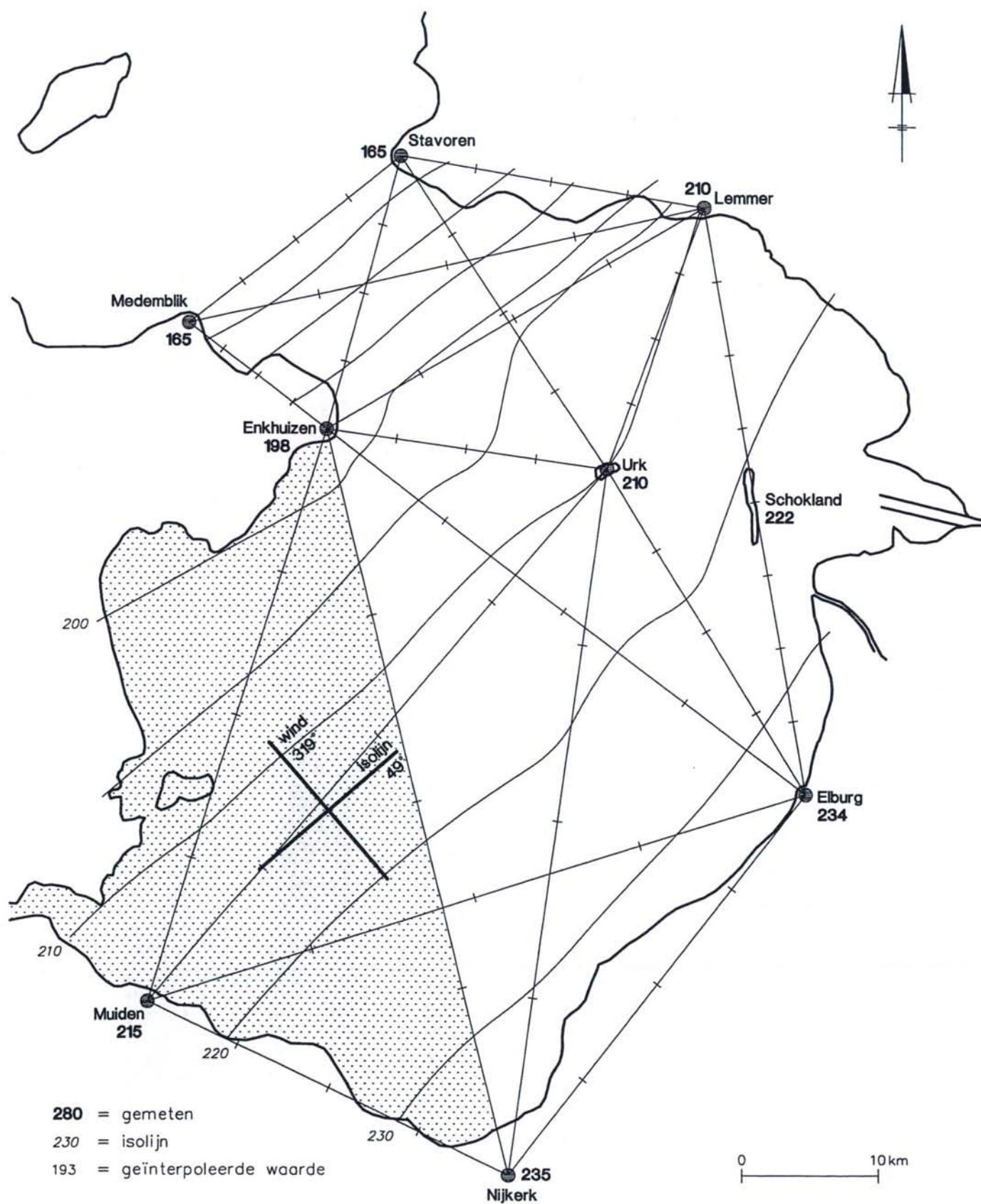
Figuur 2.6 Overzicht van stations waar waterstanden worden gemeten tussen 1916 en 1932. Lineaire interpolatie tussen de stations. Gearceerd is Markermeergebied.



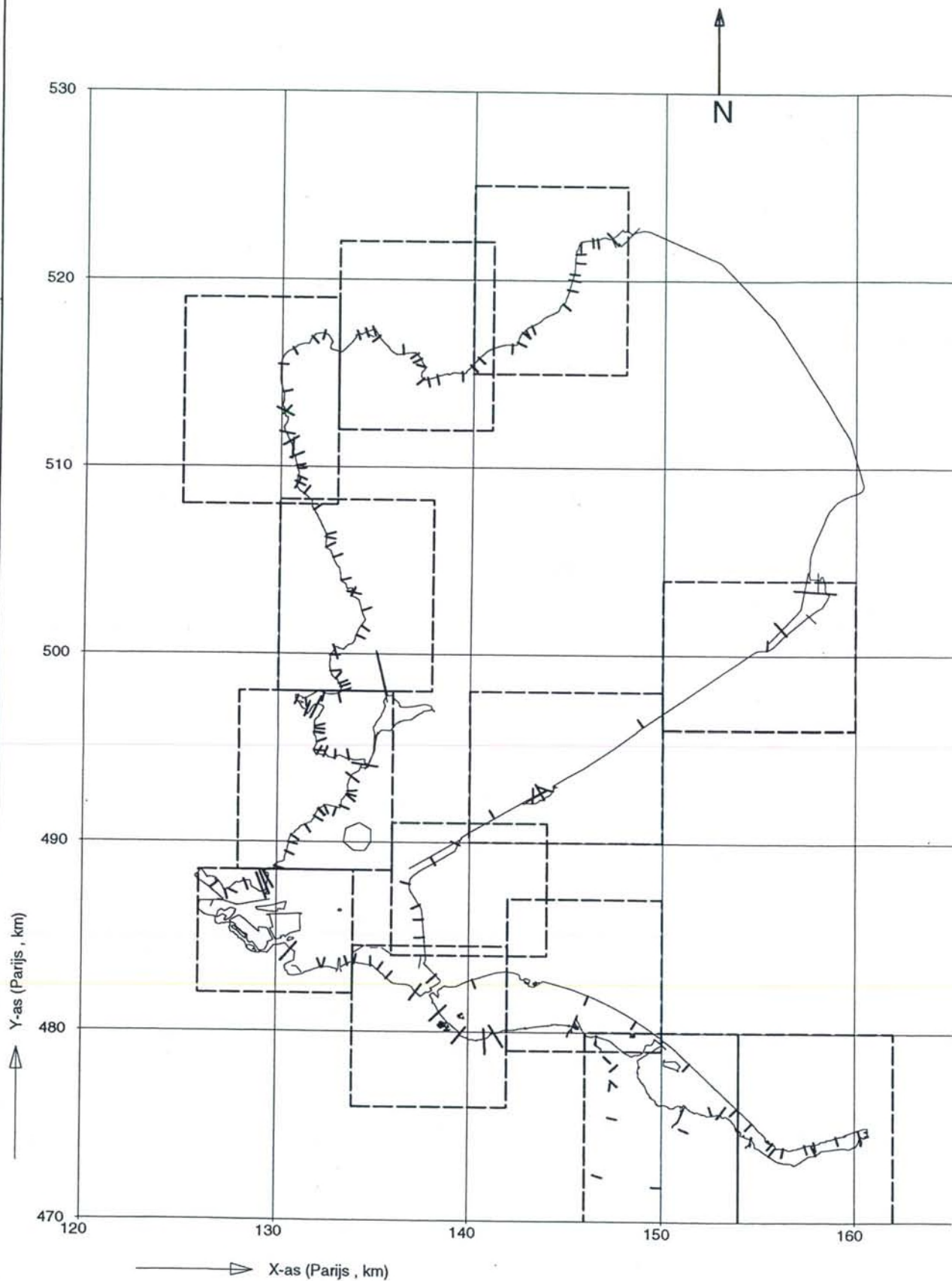
Figuur 2.7 Isolijnen van waterstanden op 7 november 1921 om 4.00 uur met gemiddelde richting isolijnen ten westen van Enkhuizen-Nijkerk.



Figuur 2.8 Isolijnen van waterstanden op 25 november 1925 om 21.00 uur met gemiddelde richting isolijnen ten westen van Enkhuizen–Nijkerk.



Figuur 2.9 Isolijnen van waterstanden op 26 november 1928 om 11.00 uur met gemiddelde richting isolijnen ten westen van Enkhuizen–Nijkerk.



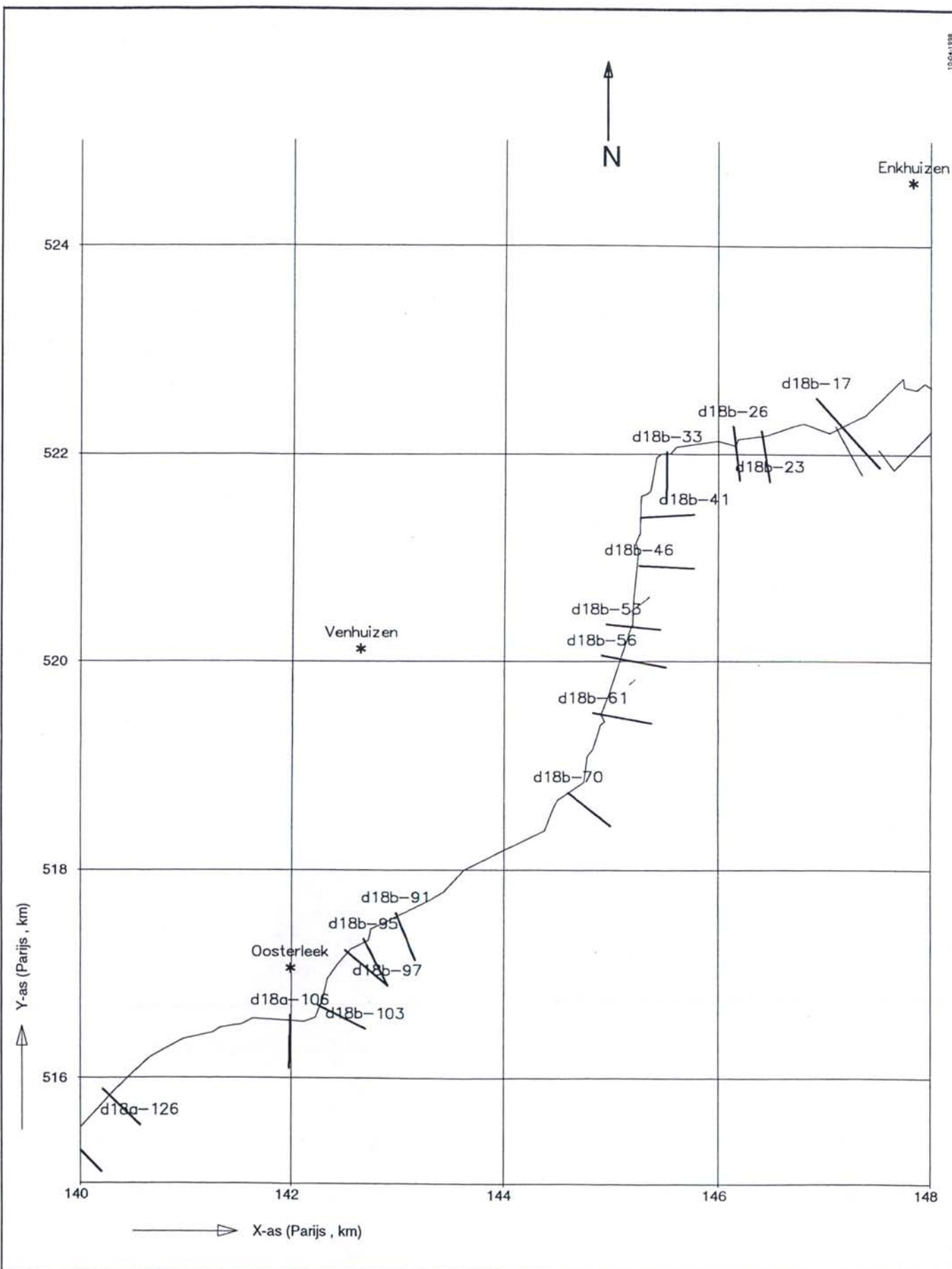
Overzicht dijklocaties Markermeer, Gooi- en Eemmeer

Schaal 1 : 300.000

WL I delft hydraulics

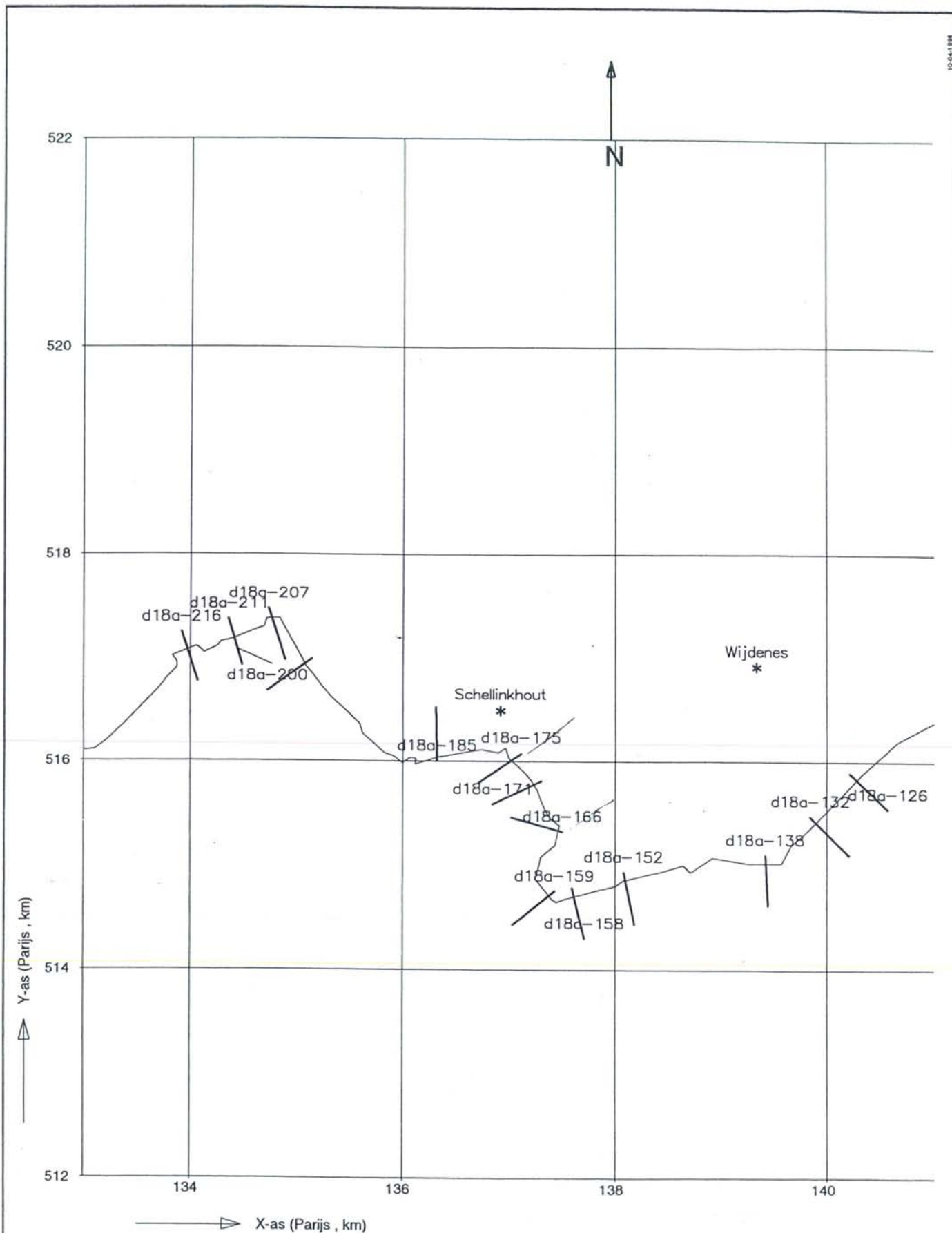
H3211

Fig. 2.10



1004-1998

Ligging en orientatie dijklocaties d18b-17 t/m d18a-126		
	Schaal 1 : 50.000	
WL I delft hydraulics	H3211	Fig. 2.11



Ligging en orientatie dijklocaties

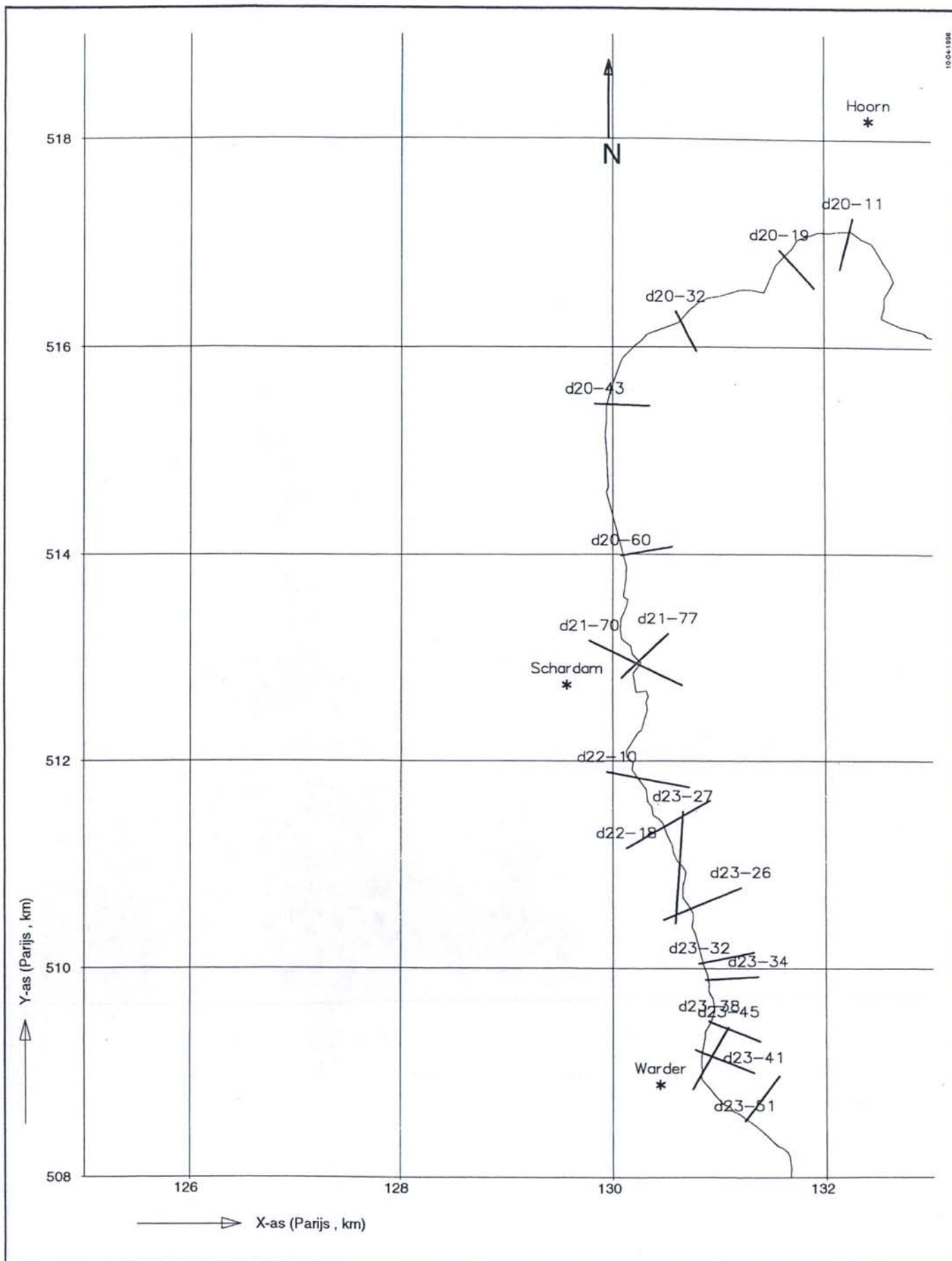
d18a-126 t/m d18a-216

Schaal 1 : 50.000

WL I delft hydraulics

H3211

Fig. 2.12



Ligging en orientatie dijklocaties

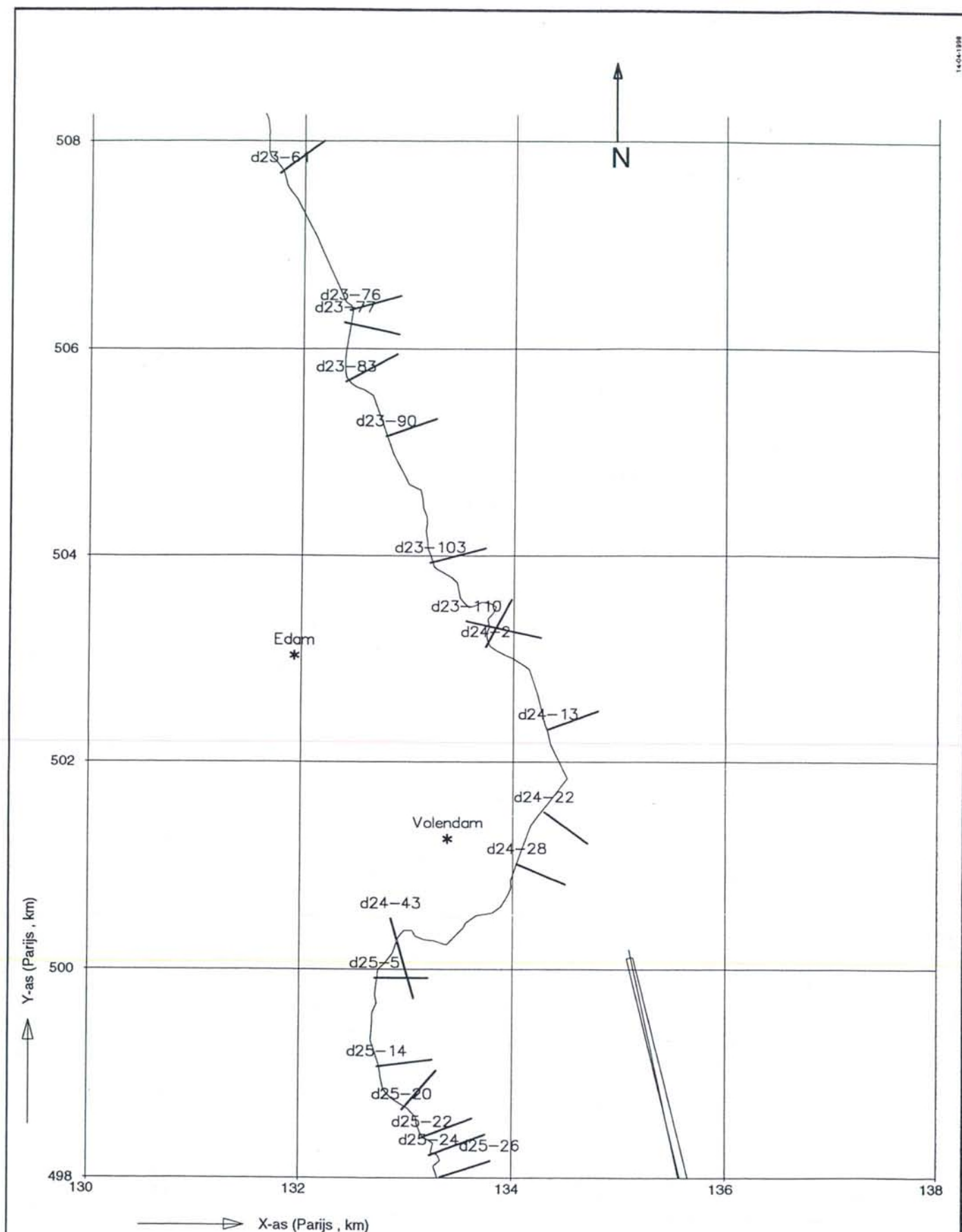
d20-11 t/m d23-51

Schaal 1 : 50.000

WL I delft hydraulics

H3211

Fig. 2.13



Ligging en orientatie dijklocaties

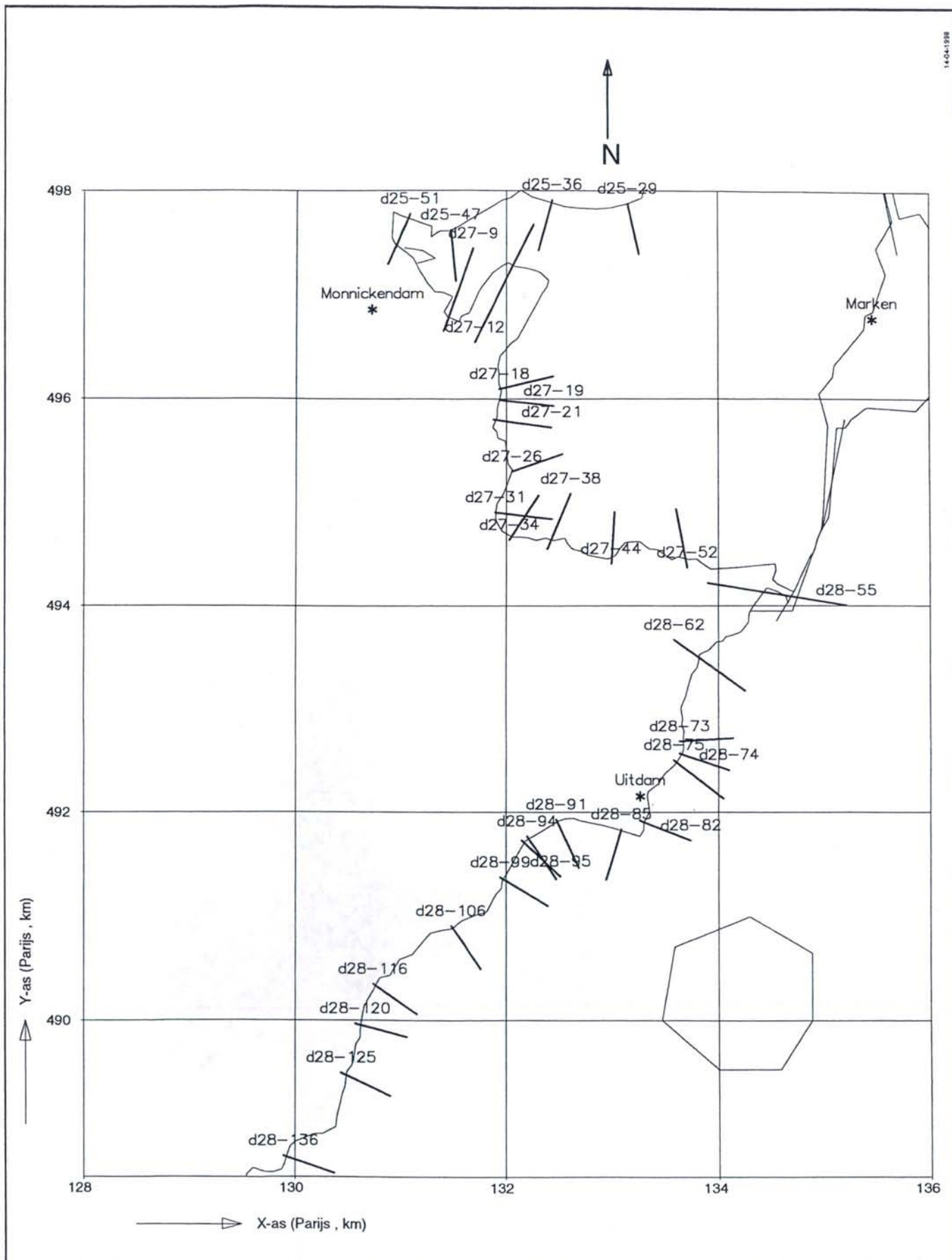
d23-61 t/m d25-26

Schaal 1 : 50.000

WL I delft hydraulics

H3211

Fig. 2.14



14.04.1988

Ligging en orientatie dijklocaties

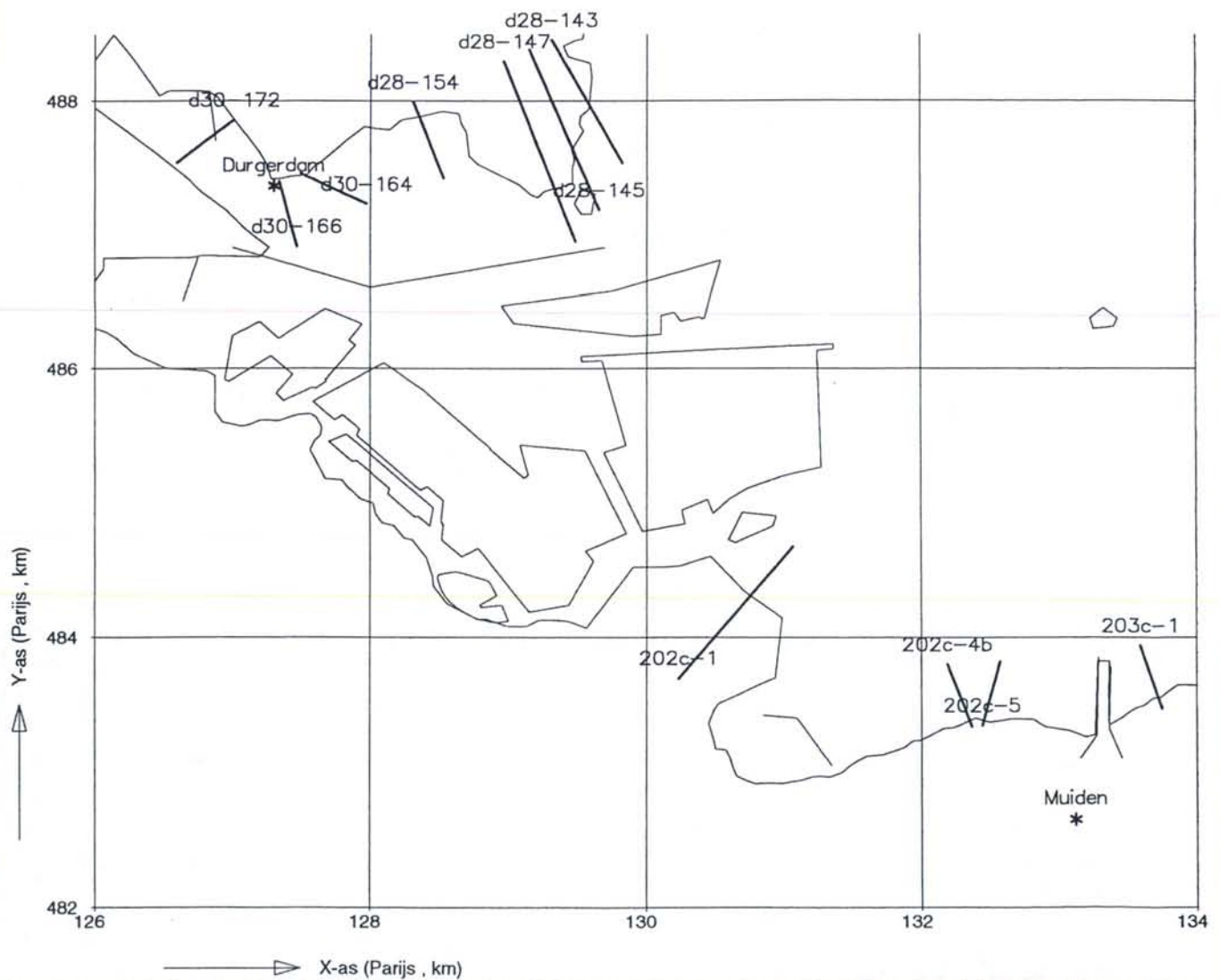
d25-29 t/m d28-136

Schaal 1 : 50.000

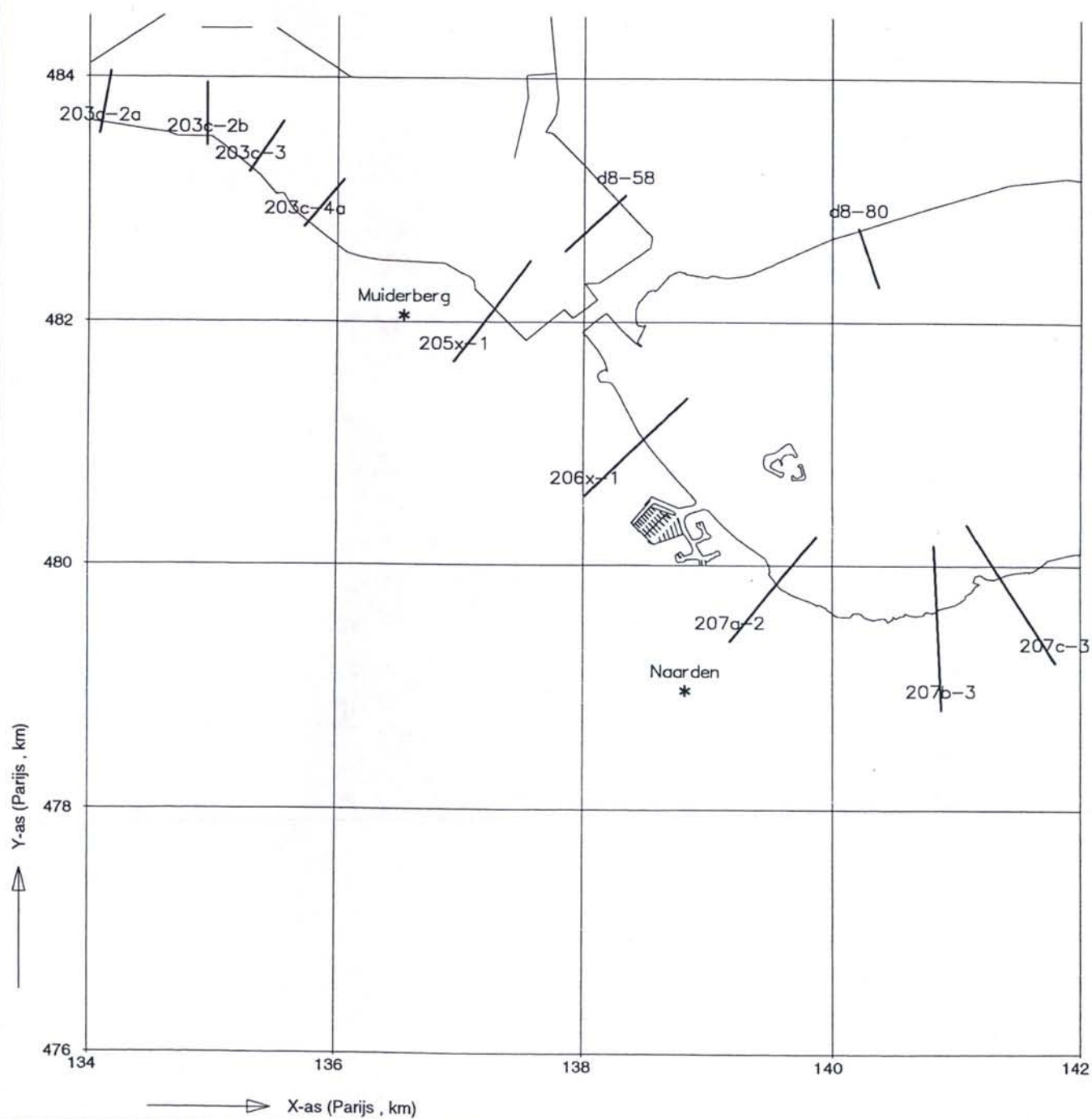
WL | delft hydraulics

H3211

Fig. 2.15



Ligging en orientatie dijklocaties d28-143 t/m 203c-1		
	Schaal 1 : 50.000	
WL I delft hydraulics	H3211	Fig. 2.16



Ligging en orientatie dijklocaties

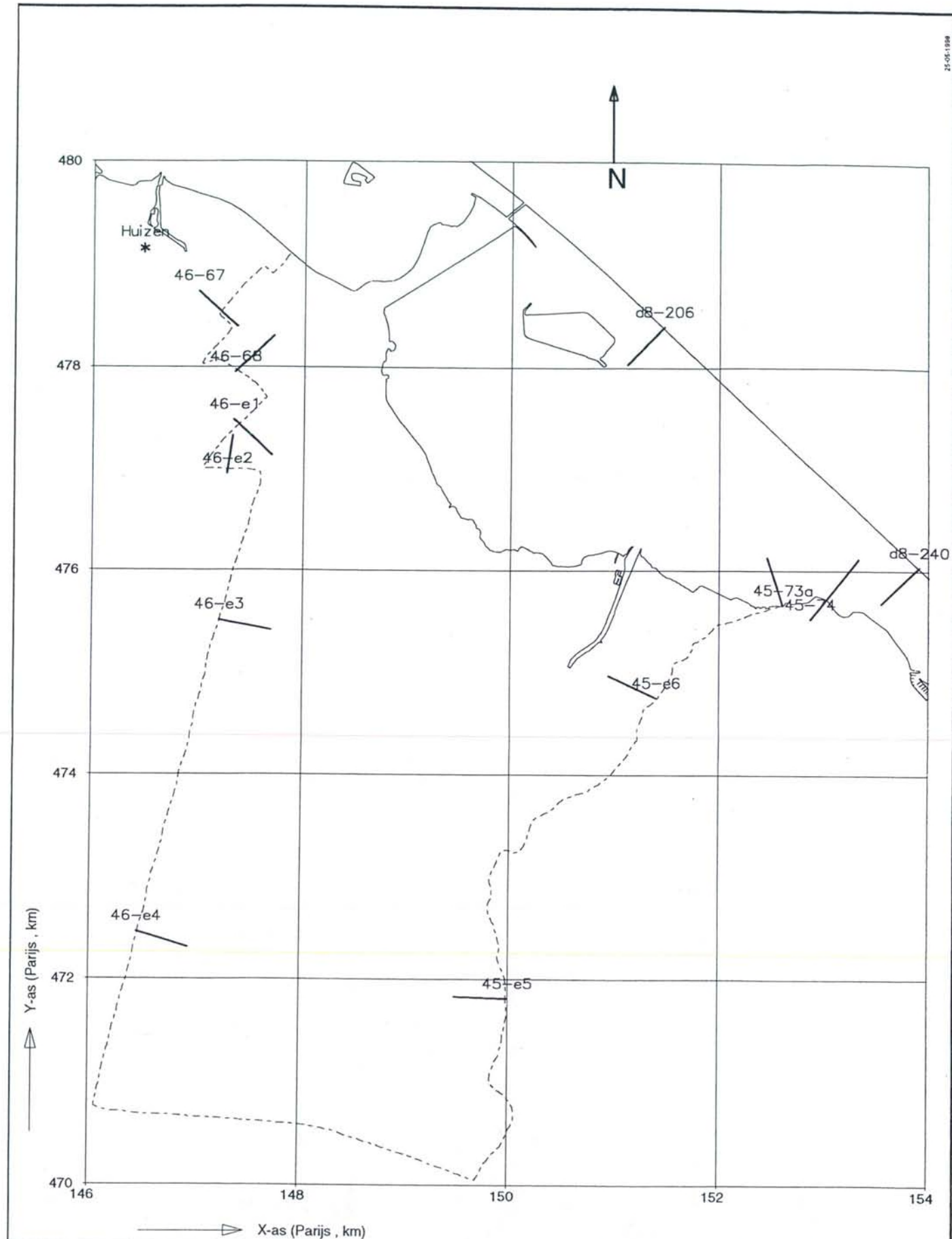
203c-2a t/m 207c-3, d8-58 t/m d8-80

Schaal 1 : 50.000

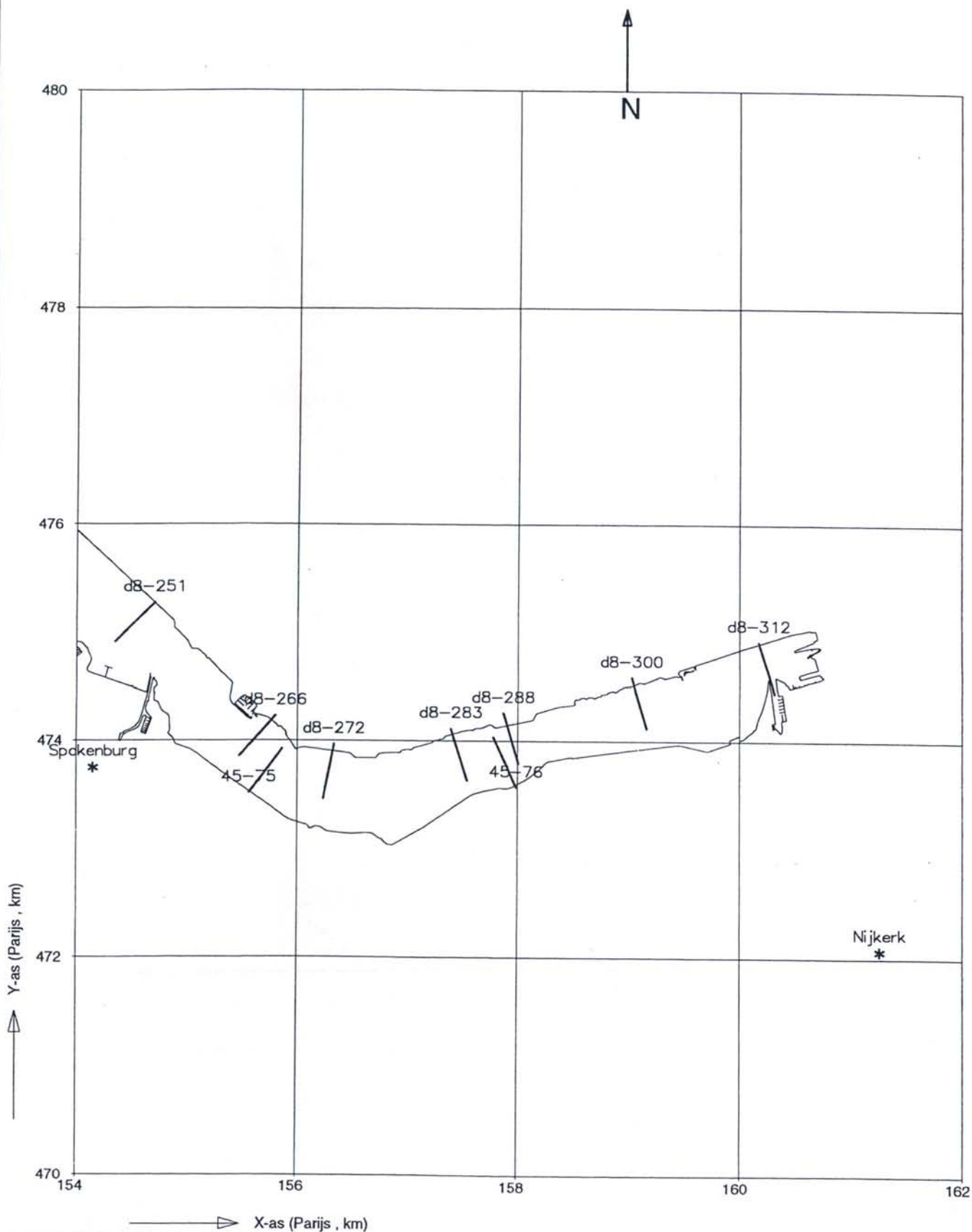
WL I delft hydraulics

H3211

Fig. 2.17



Ligging en orientatie dijklocaties 46-67 t/m 45-74, d8-206 t/m d8-240	Schaal 1 : 50.000	
	H3211	Fig. 2.18



Ligging en orientatie dijklocaties

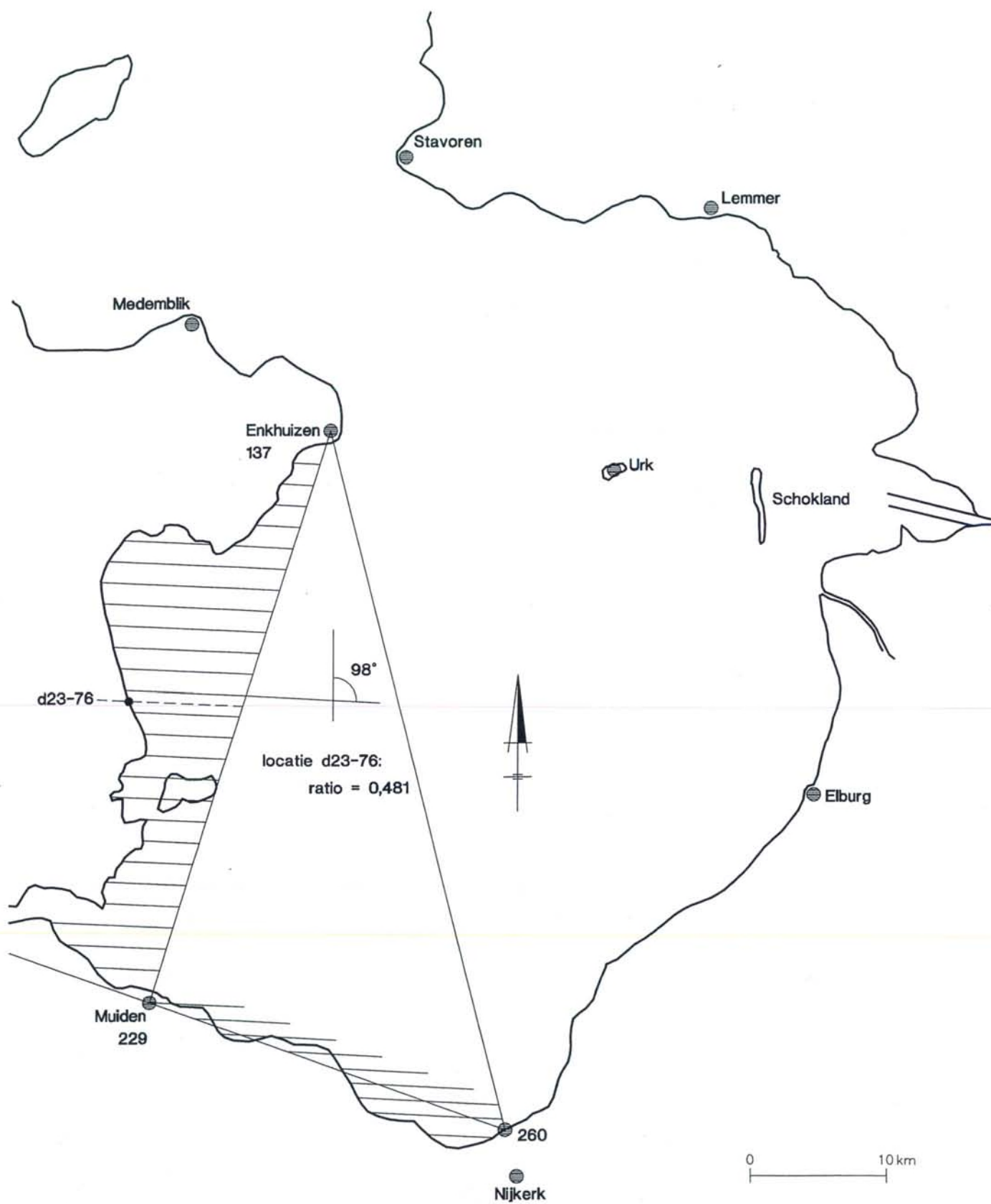
45-75 t/m 45-76, d8-251 t/m d8-312

Schaal 1 : 50.000

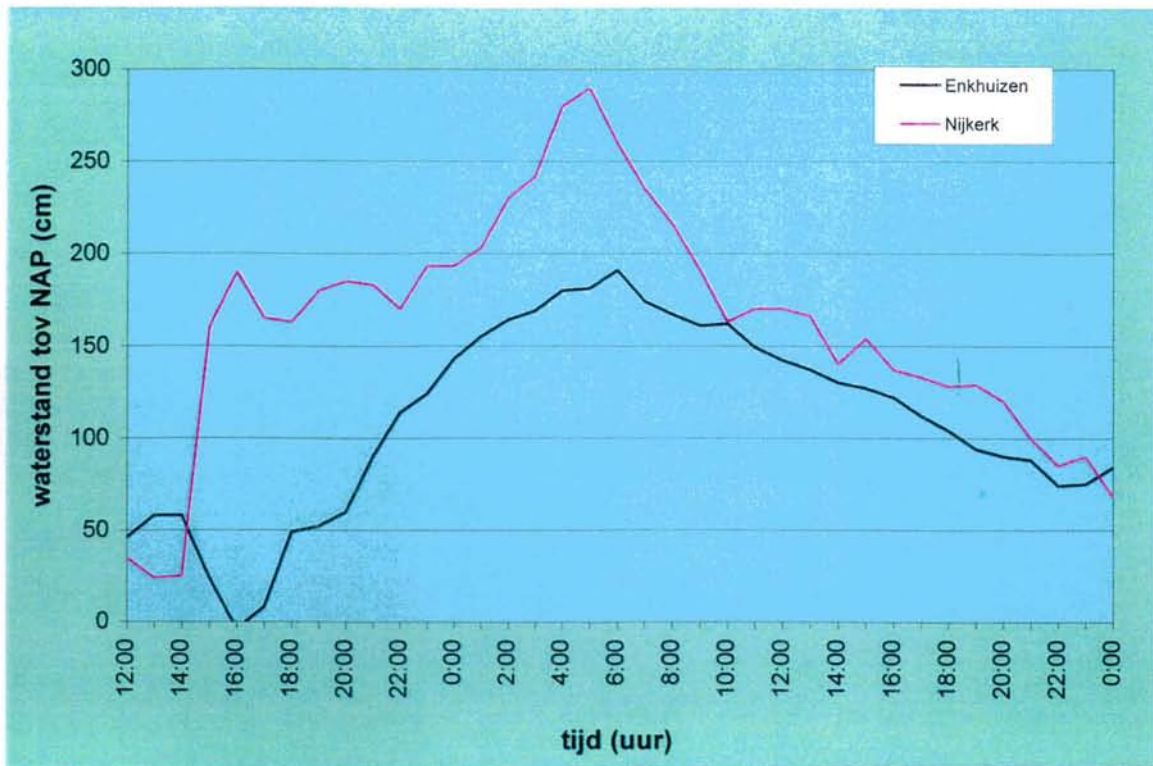
WL | delft hydraulics

H3211

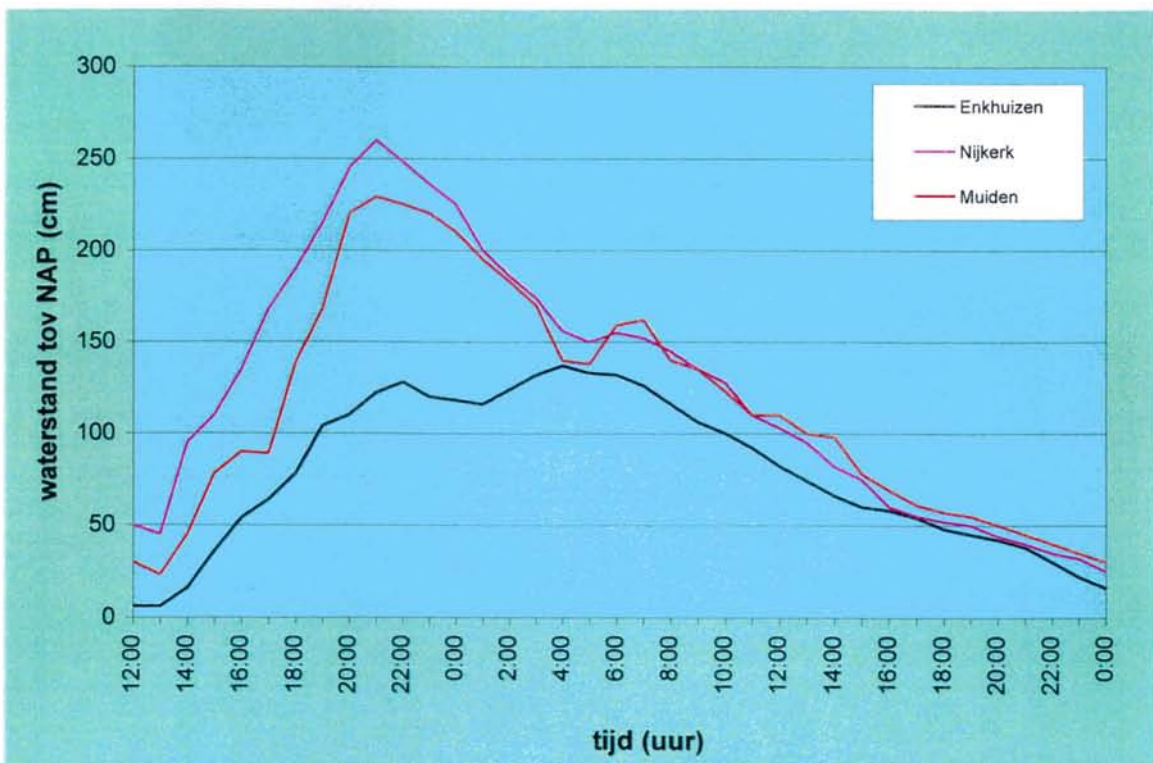
Fig. 2.19



Figuur 2.20 Storm november 1925.
Bepaling ratio voor alle locaties.



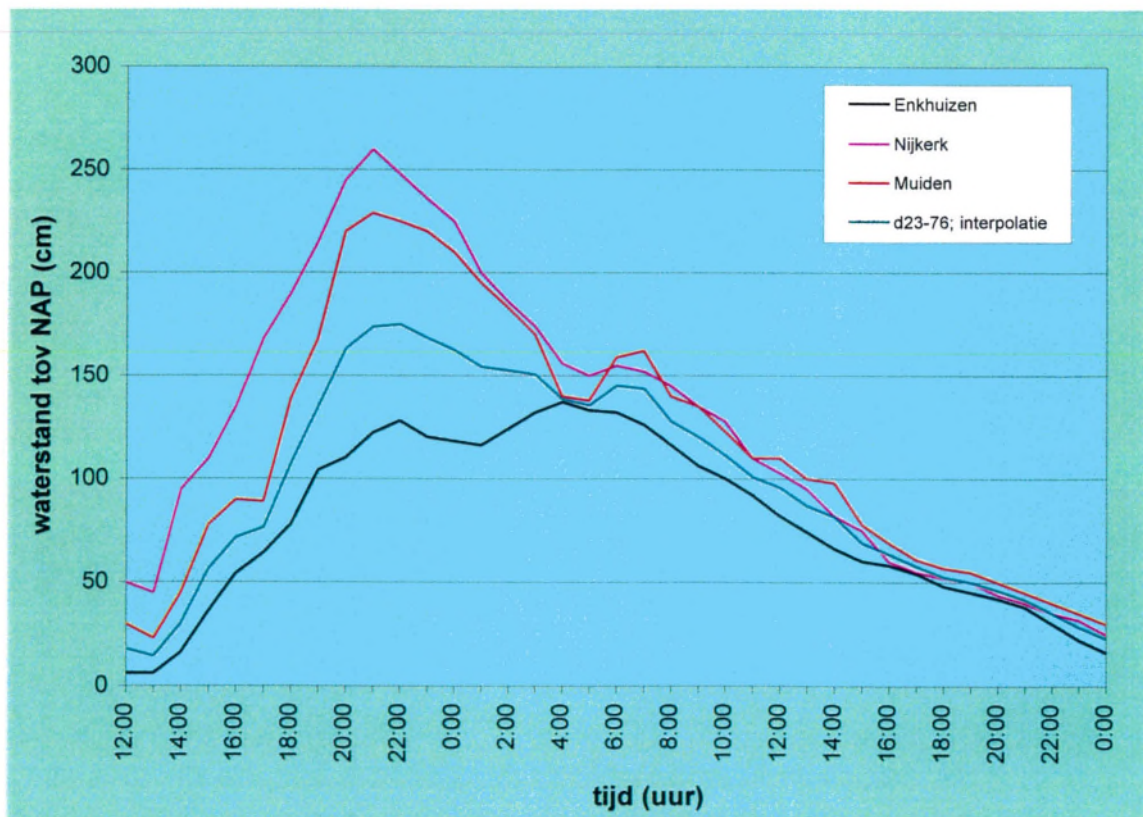
Figuur 2.21 Waterstandsverlopen november 1921 die zijn gebruikt ter bepaling van historische waterstanden langs Markermeerdijken



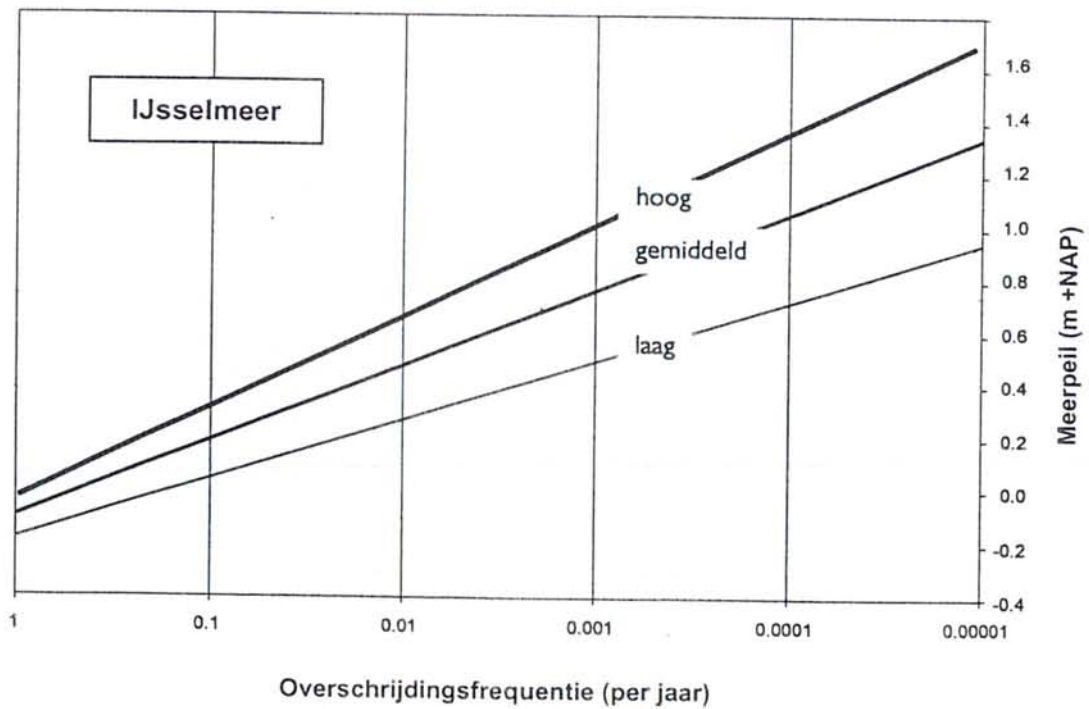
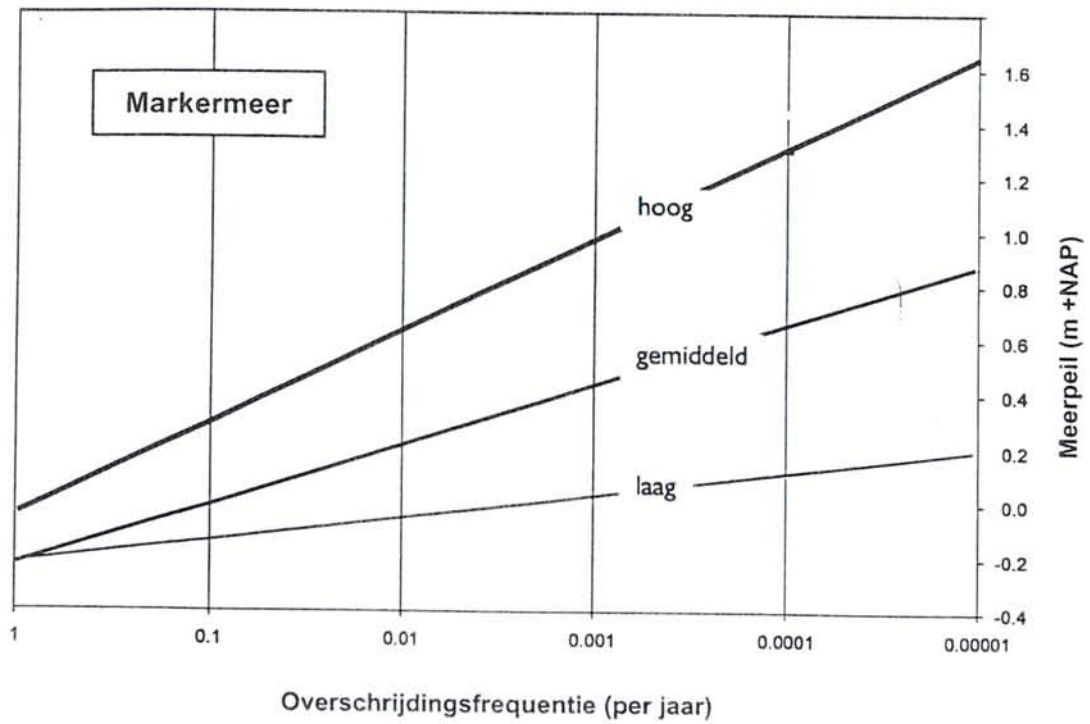
Figuur 2.22 Waterstandsverlopen november 1925 die zijn gebruikt ter bepaling van historische waterstanden langs Markermeerdijken



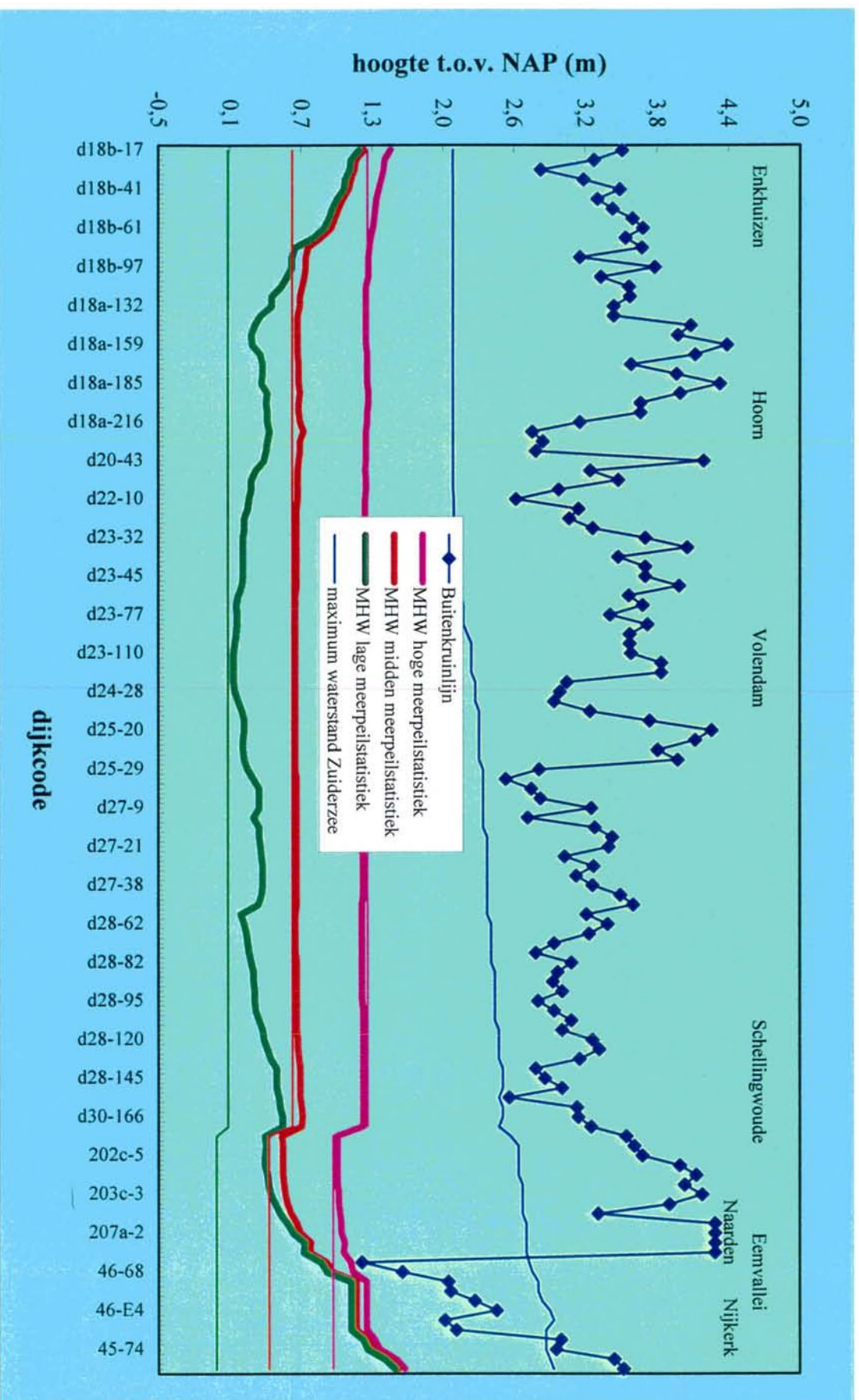
Figuur 2.23 Waterstandsverlopen november 1928 die zijn gebruikt ter bepaling van historische waterstanden langs Markermeerdijken



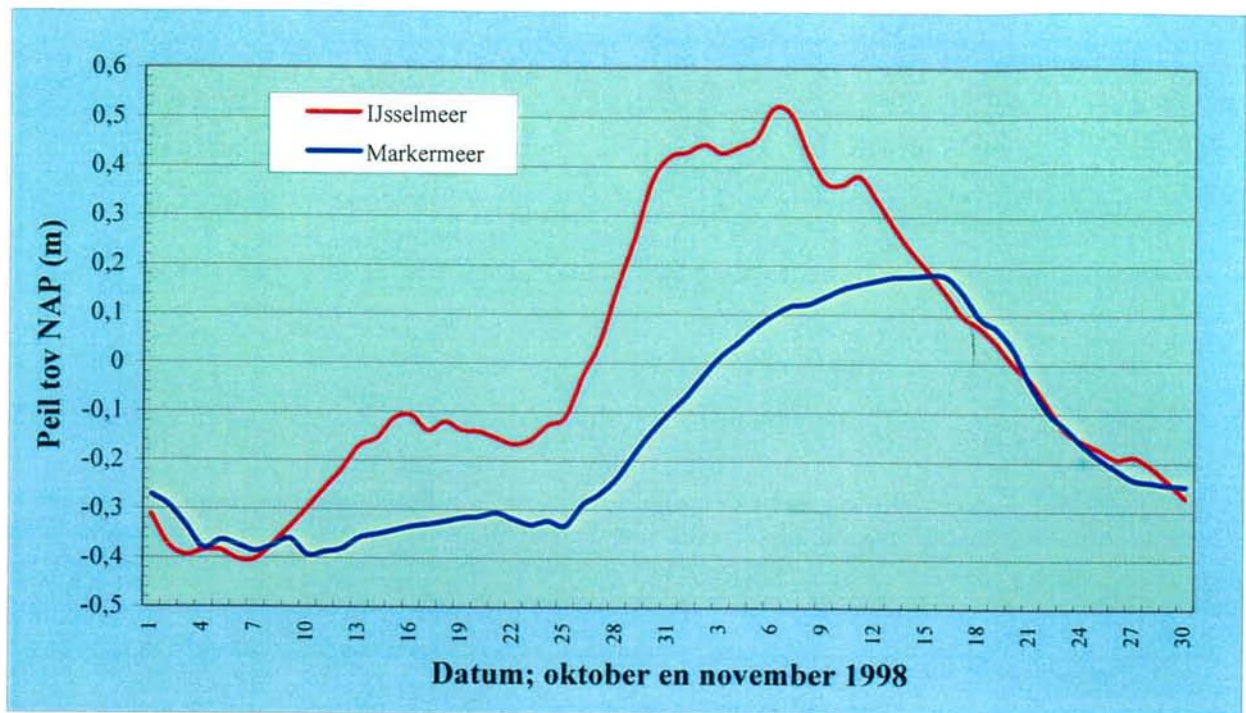
Figuur 2.24 Waterstandsverlopen november 1925 met interpolatie voor dijkvak d23-76 USHN



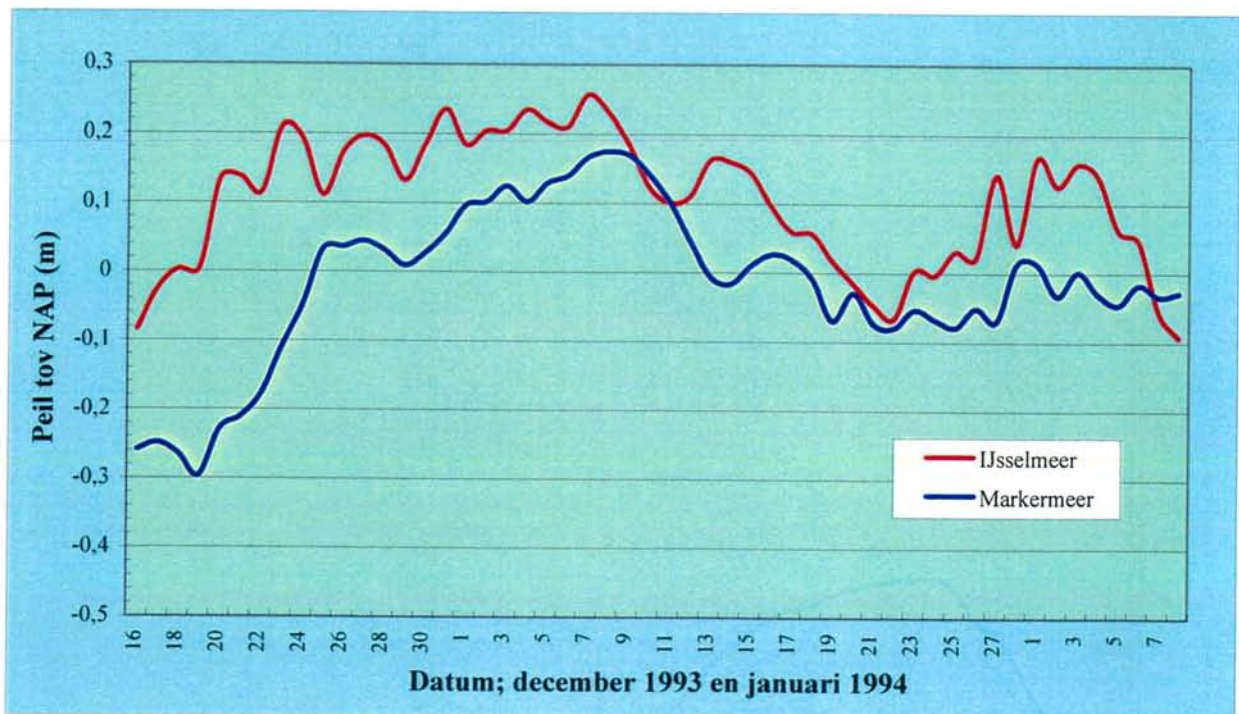
Meerpeilstatistieken voor het Markermeer en het IJsselmeer		010
WL delft hydraulics	H3211	FIG. 2.25



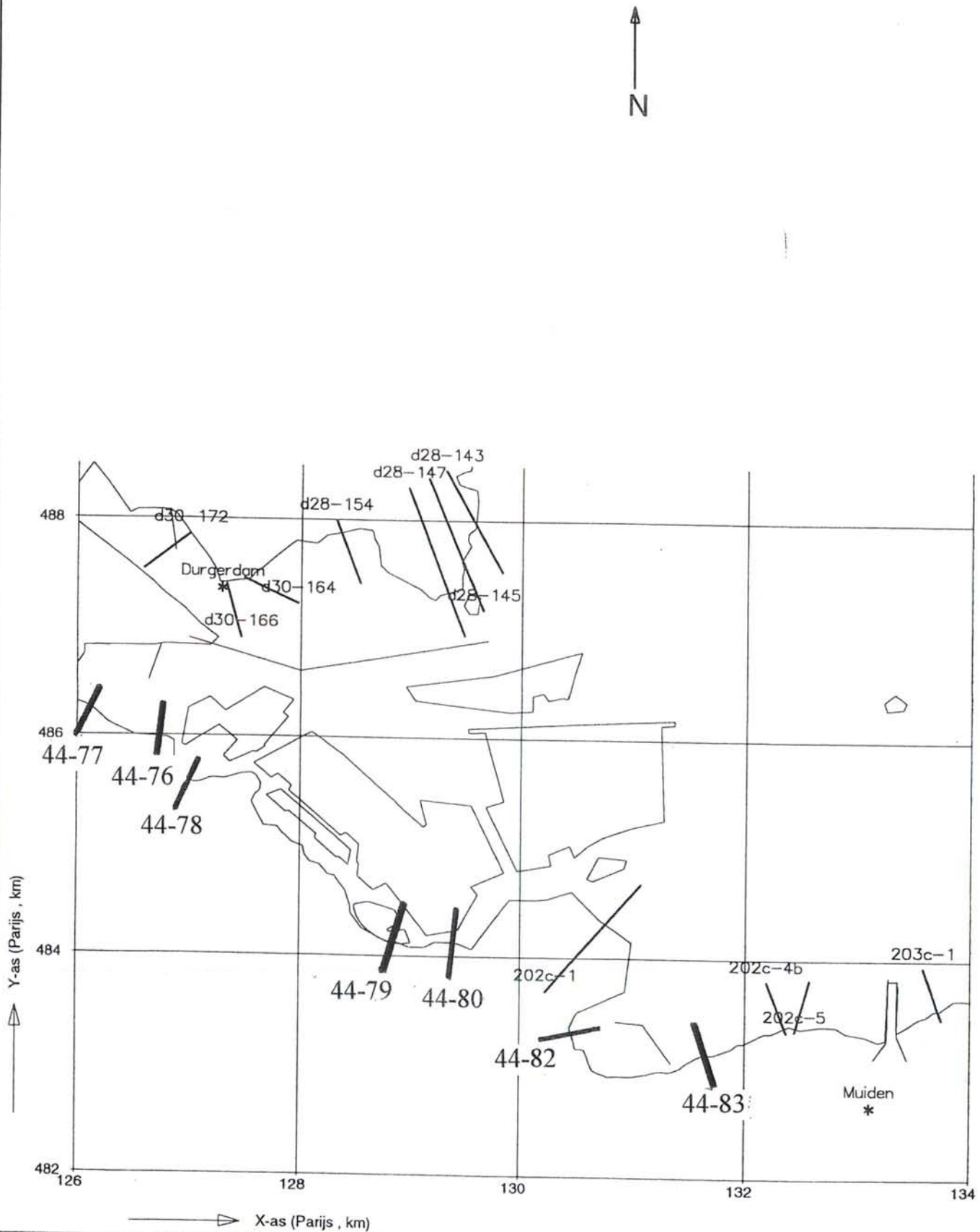
Figuur 2.26 MHW's Markermeerdijken voor geotechnische stabiliteit.
Vergelijking met bestaande kruinhoogte en historisch opgetreden waterstand.



Figuur 2.28 Verloop meerpeilen oktober en november 1998



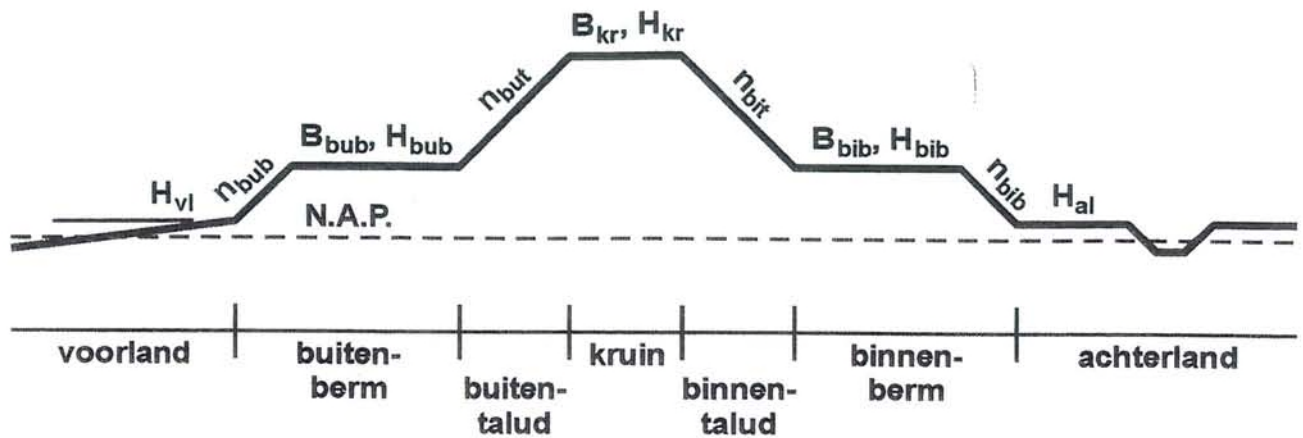
Figuur 2.29 Verloop meerpeilen eind 1993, begin 1994



Ligging en orientatie dijklocaties met nieuwe locaties voor vergelijking dijkprofielen		
	Schaal 1 : 50.000	
WL delft hydraulics	H3211	Fig. 3.1

Meerzijde

Landzijde



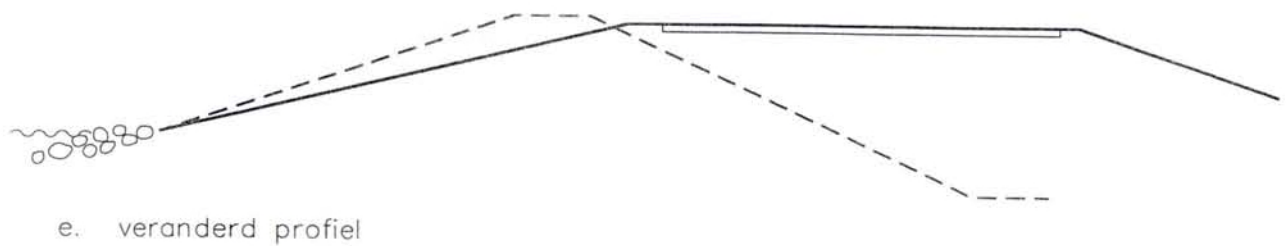
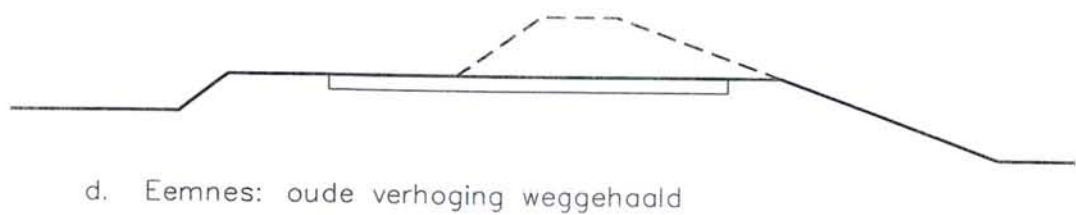
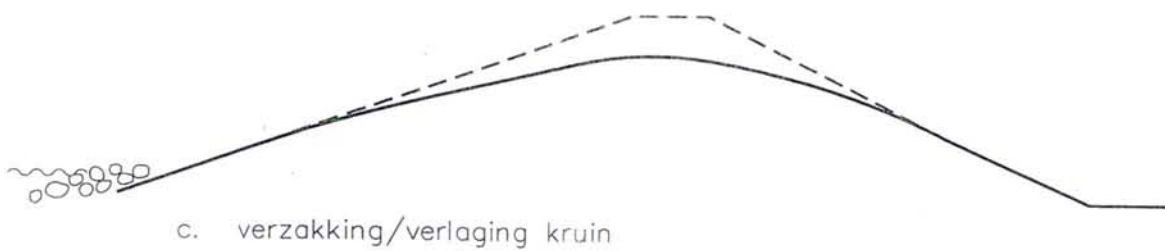
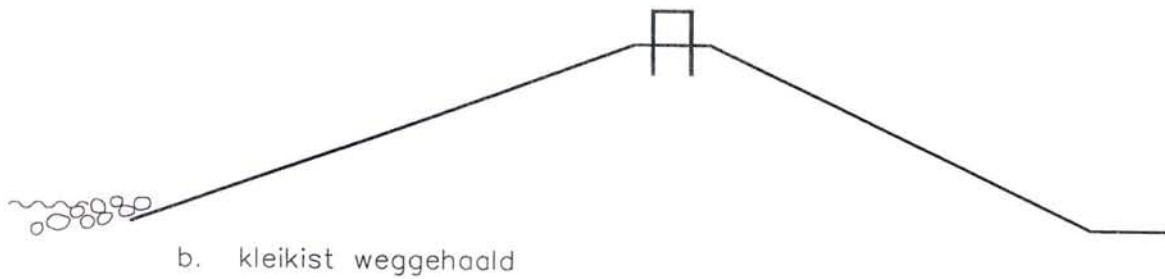
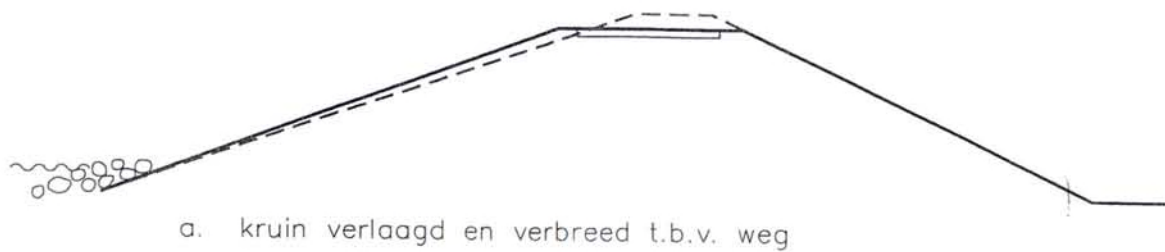
Legenda

H_{vl}	[m]	Hoogte van het voorland t.o.v NAP
n_{bub}	[1:n]	Helling van het talud van de buitenberm
B_{bub}	[m]	Breedte van de buitenberm
H_{bub}	[m]	Hoogte van de buitenberm t.o.v NAP
n_{but}	[1:n]	Helling van het buitentalud
B_{kr}	[m]	Breedte van de kruin
H_{kr}	[m]	Hoogte van de kruin t.o.v NAP
n_{bit}	[1:n]	Helling van het binnentalud
B_{bib}	[m]	Breedte van de binnenberm
H_{bib}	[m]	Hoogte van de binnenberm t.o.v NAP
n_{bib}	[1:n]	Helling van het talud van de binnenberm
H_{al}	[m]	Hoogte van het achterland t.o.v NAP

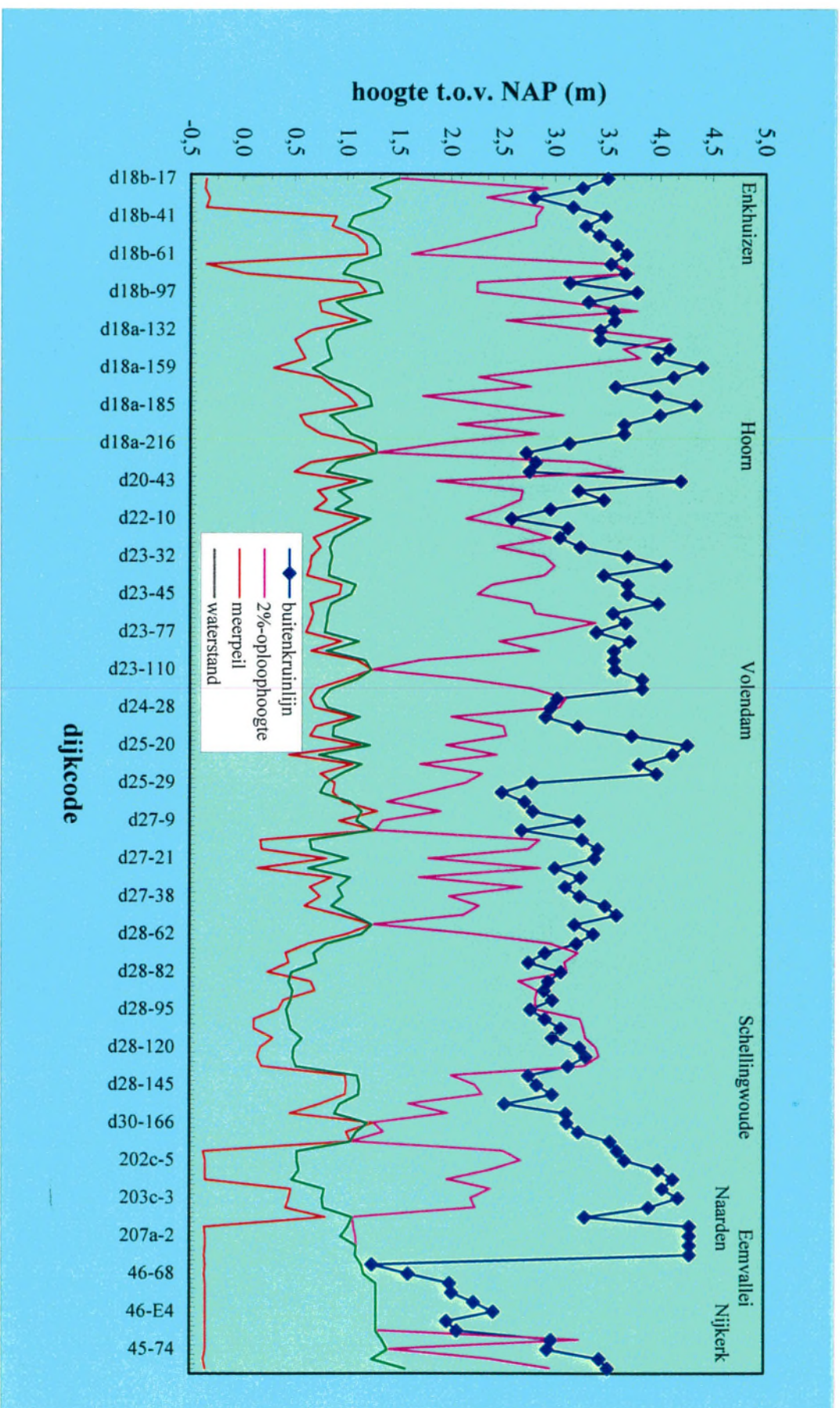
in tabellen 3.1 en 3.2

k
e
d
c
i
b
a
l
g
f
h
n

Figuur 3.2 Karakterisering algemeen dijkprofiel zoals deze in tabellen 3.1 en 3.2 is gegeven voor elke locatie



Figuur 3.3 Geconstateerde verschillen bij vergelijking van historische met actuele dijkprofielen



Figuur 6.1 Benodigde dijkhoogte voor Markermeerdijken op basis van de 2%-golftoploophoogte. Hoge meerpeilstatistiek. Vergelijking met bestaande kruinhoogte. Meerpeil en waterstand horend bij het ontwerp punt.



Bijlage A Lijst met toegeleverde gegevens

Historische gegevens van USHN

Zuiderdijk van Drechterland:

- brief van D&H Drechterland aan GS met plan tot verbetering (beschrijving) (dijkvak 112 tot 30 m voorbij dijkvak 115), mei 1917
 - * tekening met dwarsprofielen
- bestek verzwaren dijk (dijkvak 112 tot 30 m voorbij dijkvak 115), 1917
- brief van hoofdingenieur PWS aan GS over plan tot verbetering (dijkvak 112 tot 30 m voorbij dijkvak 115), mei 1917
- rapport over verbetering (dp 0 vak 1 tot dp 110/111), januari 1918
- rapport over de inwendige toestand, maart 1918
 - * dwarsprofielen met grondboringen (blad 1 t/m 10)
- begroting van kosten (dp 0 vak 1 tot dp 111/112), mei 1918
- plan tot verbetering (beschrijving) (gehele tracé)
- plan tot verbetering (beschrijving met begroting) (dp 0 vak 1 tot dp 0 van vak 104), oktober 1919
- plan tot verbetering (begroting) (dp 0 vak 1 tot dp 0 van vak 104), december 1919
- brief van ingenieur Drechterland aan D&H Drechterland over maken kleikisten (dp 0 vak 2 tot dp 4/5, dp 0 van 8 tot dp 11/12, dp 13/14 tot dp 22/23), november 1922
 - * situatietekening
- brief van ingenieur Drechterland aan hoofdingenieur PWS over maken kleikisten en uitbreiden steenglooiing (dp 0 vak 2 tot dp 4/5, dp 0 van 8 tot dp 11/12, dp 13/14 tot dp 22/23), november 1922
- brief van hoofdingenieur PWS aan ingenieur Drechterland over maken kleikisten en uitbreiden steenglooiing (dp 0 vak 2 tot dp 4/5, dp 0 van 8 tot dp 11/12, dp 13/14 tot dp 22/23), november 1922
- bestek maken kleikisten (dp 0 van vak 2 tot dp 22/23), 1922
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk (dp 58/59 tot dp 0 van vak 70, dp 76/77 tot dp 0 van vak 86, dp 88/89 tot dp 0 van vak 104), 1922
 - * algemene situatietekening
 - * situatietekeningen deelgebieden met verzwaring (blad 1 t/m 14)
 - * dwarsprofielen met verzwaring (blad 1 t/m 34)
 - * lengteprofiel

Waterkering Hoorn

- verbeteringsplan Waterkerende muur Hoorn, april 1916
 - * tekening met verbeteringsplan
- brief van B&W Hoorn aan GS over aanpassing verbeteringsplan, augustus 1916

Westerdijk van Drechterland (inclusief Klamdijk):

- brief van D&H Drechterland aan GS met toelichting verzwaring Klamdijk, mei 1916
 - * dwarsprofiel met verzwaring
- brief van hoofdingenieur PWS aan CdK over plan verzwaring Klamdijk, mei 1916

- rapport over de inwendige toestand, januari 1918
 - * dwarsprofielen met grondboringen (4 ongenummerde bladen)
- voorstellen tot verbetering
- plan tot verbetering
- herzien plan tot verbetering, augustus 1919
- plan tot verbetering (beschrijving met begroting), oktober 1919
- plan tot verbetering (begroting), december 1919
- brief van ingenieur Drechterland aan dijkgraaf Drechterland over lengtewaterpassing en scheurvorming, september 1921
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk, 1921
 - * algemene situatietekening
 - * situatietekeningen deelgebieden met verzwaring (blad 1 t/m 8)
 - * dwarsprofielen met verzwaring (blad 1 t/m 11)
 - * lengteprofiel
- brief van hoofdingenieur PWS aan CdK over maken coupure bij Visserseiland, juli 1923
- brief van hoofdingenieur PWS aan ingenieur Drechterland over verlengen oprit Visserseiland, juli 1923
 - * tekening situatie, dwarsprofielen, lengteprofiel

Schardam en Keukendijk:

- bestek en voorwaarden verzwaren dijk, 1916
 - * algemene situatietekening
 - * situatietekeningen deelgebieden met verzwaring (2 ongenummerde bladen)
 - * dwarsprofielen met verzwaring (blad 1 t/m 3)

Zeevangszeedijk:

- grondboringen zomer en najaar 1916
- brief van hoofdingenieur PWS aan opzichter Zeevang over grondboringen, maart 1918
 - * resultaten grondboringen
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk, 1916
 - * situatietekeningen deelgebieden met verzwaring (2 ongenummerde bladen)
 - * dwarsprofielen met verzwaring (blad 1 t/m 6)
- tekening met situatie en dwarsprofielen met verzwaring voor de aansluiting naar de Zeesluis te Edam (bestekswijziging 1917?)

Waterkering Zeesluis Edam:

- brief van architect Uitwaterende Sluizen aan ingenieur PWS over noodzaak verbeteringswerk, augustus 1916
- brief van hoofdingenieur PWS aan GS over noodzaak verbeteringswerk, augustus 1916
- brief van D&H Uitwaterende Sluizen aan GS met toelichting verbetering, oktober 1916
 - * tekening met situatie en dwarsprofielen met verzwaring

Zuidpolderzeedijk:

- grondboringen (dp 13 + 300)
- bestek en voorwaarden grondverbetering (dp 24 t/m dp 37¹¹), 1917
- brief van D&H Zuidpolder aan GS over verzwaring dijk (dp 0 t/m dp 20), mei 1916
 - * situatietekening met verzwaring (blad 3)

- * dwarsprofielen met verzwarende (blad 1 en 2)
- * situatietekening opritten (blad 4)
- besluit van GS verbeteringsplan dijk goed te keuren (dp 0 t/m dp 20), juni 1916
- brief van D&H Zuidpolder aan GS over verzwarende dijk (dp 20 t/m dp 29²⁵), augustus 1919
- toelichting op verzwarende dijk (dp 20 t/m dp 29²⁵)
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk (dp 20 t/m dp 29²⁵), 1919
 - * situatietekening met verzwarende (blad 1)
 - * dwarsprofielen met verzwarende (blad 2 t/m 6)
- brief van hoofdingenieur PWS aan D&H Zuidpolder over wijziging verzwarende dijk (dp 20 t/m dp 29²⁵), november 1919
- brief van D&H Zuidpolder aan GS over wijziging verzwarende dijk (dp 20 t/m dp 29²⁵), november 1919
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk (dp 29²⁵ t/m dp 41), 1920
 - * situatietekening met verzwarende (blad 1)
 - * dwarsprofielen met verzwarende (blad 2 t/m 7)
 - * betonwerken (blad 8 en 9)
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk (dp 40⁵⁰ t/m dp 45), 1916
 - * situatietekening met verzwarende
 - * dwarsprofielen met verzwarende

Katwouderzeedijk:

- bestek en voorwaarden dichten doorbraken, 1916
 - * situatietekening
 - * dwarsprofielen binnenteen (2 ongenummerde bladen)
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk, 1916
 - * situatietekeningen deelgebieden met verzwarende (blad 1)
 - * dwarsprofielen met verzwarende (blad 2 t/m 7)
- brief van ingenieur PWS aan hoofdingenieur PWS over grondboringen, juni 1917
 - * dwarsprofiel met grondboringen

Nieuwendam:

- bestek en voorwaarden verzwaren dijk, 1917
 - * situatietekening met verzwarende en boringen (blad 1)
 - * dwarsprofiel met verzwarende (blad 2)
- brief van ingenieur PWS aan hoofdingenieur PWS over grondboringen, augustus 1917
 - * dwarsprofiel met grondboringen

Waterlandse Zeedijk (inclusief Uitdammerdijk, Durgerdammerdijk en Schellingwouderdijk):

- bestek en voorwaarden dichten doorbraken, 1916
 - * situatietekeningen deelgebieden doorbraken (blad 1 en 5)
 - * dwarsprofielen doorbraken (blad 2 t/m 5)
- lengtewaterpassingen dijk
- bestek en voorwaarden maken kistdam (Durgerdam), 1916
- bestek en voorwaarden opspuiten binnenberm (dp 15⁴⁰⁰ t/m dp 28⁴⁰⁰), 1917
- bestek en voorwaarden opspuiten binnenberm (dp 30¹⁹⁰ t/m dp 31¹⁷⁵), 1918
- bestek en voorwaarden verwijderen puin (dp 15⁴⁰⁰ t/m dp 22⁴⁰⁰), 1917
- bestek en voorwaarden verwijderen puin (dp 28³⁵⁰ t/m dp 31¹⁰⁰), 1918
- bestek en voorwaarden verwijderen puin (dp 31¹⁰⁰ t/m dp 35⁸⁰), 1918
 - * situatietekening deelgebied met dwarsprofielen met verbetering (1

- ongenummerd blad)
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk (dp 0 t/m dp 15⁴⁰⁰), 1916
 - * situatietekening met verzwaring (blad 1)
 - * dwarsprofielen met verzwaring (blad 2 t/m 8)
 - * situatietekeningen deelgebieden (blad 9)
 - * Poelkolksluis (blad 10)
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk (dp 15⁴⁰⁰ t/m dp 17¹⁵⁰), 1917
 - * dwarsprofielen met verzwaring
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk (dp 17¹⁵⁰ t/m dp 22⁴⁰⁰), 1918
 - * dwarsprofielen met verzwaring (blad 1 en 2)
- resultaten revisiemeting (dp 17¹⁵⁰ t/m dp 22⁴⁰⁰)
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk (dp 22⁴⁰⁰ t/m dp 28³⁵⁰), 1917
 - * dwarsprofielen met verzwaring (blad 1 t/m 4)
 - * situatietekening deelgebied (blad 5)
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk (dp 28³⁵⁰ t/m dp 30¹⁹⁰), 1919
 - * situatietekening met verzwaring (blad 1)
 - * dwarsprofielen met verzwaring (blad 2 t/m 6)
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk (dp 30¹⁹⁰ t/m dp 31¹⁷⁵), 1918
 - * situatietekening met verzwaring (blad 3)
 - * dwarsprofielen met verzwaring (blad 1 en 2)
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk (dp 30¹⁹⁵ t/m dp 31¹¹²), 1921
 - * situatietekening met verzwaring (blad 1)
 - * dwarsprofielen met verzwaring (blad 2)
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk (dp 31¹⁵⁰ t/m dp 35¹⁰⁰), 1919
 - * situatietekening met verzwaring (blad 1)
 - * dwarsprofielen met verzwaring (blad 2 t/m 5)
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk (dp 35¹⁰⁰ t/m dp 35³⁵⁰), 1919
 - * situatietekening met verzwaring (blad 1)
 - * dwarsprofielen met verzwaring (blad 2 en 3)
- rapport van opzichter Waterland over scheurvorming tussen dp 12 en dp 14, maart 1918
- grondboring (dp 21), 1881
- brief van hoofdingenieur PWS aan D&H Waterland over grondboringen tussen dp 17²⁰⁰ en dp 35³⁵⁰, januari 1918
 - * resultaten grondboringen
- brief van hoofdingenieur PWS aan opzichter Waterland over grondboringen bij dp 13³⁰⁰, maart 1918
 - * resultaten grondboringen
- brief van hoofdingenieur PWS aan opzichter Waterland over grondboringen bij dp 15⁴⁵⁰, dp 17²⁰⁰, dp 29³⁰⁰ en dp 33, juli 1920
 - * dwarsprofielen boorlokatie
- brief van opzichter Waterland aan hoofdingenieur PWS over grondboringen bij dp 15⁴⁵⁰, dp 17²⁰⁰, dp 29³⁰⁰ en dp 33, oktober 1920
 - * resultaten grondboringen
- brief van hoofdingenieur PWS aan GS over plaatsen peilbuizen, januari 1919
 - * dwarsprofielen te plaatsen peilbuizen
- brief van hoofdingenieur PWS aan firma Lankelma over herplaatsen peilbuis dp 7, mei 1919
 - * gewijzigd dwarsprofiel
- brief van firma Lankelma aan hoofdingenieur PWS met resultaten grondboringen voor plaatsen peilbuizen, juni 1919

- schets dwarsprofielen met ingemeten peilbuizen en meetresultaten
- brief van opzichter Waterland aan hoofdingenieur PWS over peilbuismetingen, juni 1920
 - * meetresultaten
- vergelijking oude en nieuwe palenstelsel

Noorder IJ- en Zeedijken, 1857:

- profielen Koekendijk
- profielen Schardamsche Dijk
- profielen Etersheimer Keukendijk
- profielen Zeevangs Keukendijk
- profielen Zeevangs Zeedijk
- profielen Zuidpolder Zeedijk
- profielen Katwouder Zeedijk
- profielen Nieuwendam
- profielen Waterkering der stad Monnickendam
- profielen Zeedijk van Waterland (tot Schellingwoude)

Archiefmateriaal USHN vanaf 1921:

- **Verbeteringswerken aan Zuiderzeedijken van Schellingwoude tot Schardam, dienstjaar 1922**
- **Onderhoudswerken aan de Zuiderzeedijken van Schellingwoude tot Schardam, dienstjaar 1923**
- **Onderhoudswerken aan Zuiderzeedijken van Schellingwoude tot Schardam, dienstjaar 1924**
- **Onderhoudswerken aan Zuiderzeedijken van Schellingwoude tot Schardam, dienstjaar 1925**
- **Het verrichten van onderhoudswerken, herstellingen en vernieuwingen aan de Zuiderzeedijken van Katham tot Schellingwoude met hun vooroeverwerken in twee percelen, 1926/1927**
- **Waterlandsche zeedijk, verslag van de werken uitgevoerd in 1921**
- **Westerdijk van de Vier Noorder Kogge, verbreden ged. berm en onderzeese beloop, 1923**
- **Oosterdijk/Westerdijk van de Vier Noorder Koggen, verhoging zeewering, 1926**
- **Schardam- en Keukendijk, verhoging en verzwaring met bijbehorende werken, dienst 1926**
- **Verhoging en verzwaring ged. Zuiderzeedijk van de Klamdijk tot Durgerdam, 1926**

Historische gegevens van DWR

- Brief van de gemeente Amsterdam aan het Hoogheemraadschap Zeeburg en Diemerdijk met het plan tot aanleg van een persleiding, inclusief situatietekening, 13 april 1908.
- Correspondentie met betrekking tot het voornemen van de gemeente Amsterdam om een persleiding aan te leggen.
- Bestek met bestekstekeningen ten behoeve van het maken een persleiding in de Zeeburgerdijk, tezamen met zeven bestekstekeningen, 29 november 1909.
- Topografische kaart van het gebied tussen Muiderberg en Naarden met daarop aangegeven de zeedijk, uitgave 1912.
- Correspondentie tussen het Hoogheemraadschap van Zeeburg en Diemerdijk en de gemeente Amsterdam met betrekking tot de aanleg van een persleiding door de Zeeburgerdijk, 1939.
- Toelichting bij de ontwerpwijzing van de zeedijk bij paal 13½, met tekening, 29 mei 1925.
- Toelichting bij de ontwerpwijziging van de zeedijk door het aanbrengen van een binnenbermverhoging, met tekening, februari 1928.
- Brief van het Provinciaal Bestuur van Noord-Holland aan het Hoogheemraadschap m.b.t. wijziging taludverdediging zeedijk (nabij de Papenlaan onder Muiden), met tekening, 23 mei 1914.
- Brief van het Provinciaal Bestuur van Noord-Holland aan het Hoogheemraadschap m.b.t. wijziging taludverdediging zeedijk, met de nodige dwarsprofielen, 12 juli, 1916.
- Bestek en bestekstekeningen ten behoeve van dijkverzwaring bij paal 9 en paal 9½, 17 juli, 1916.
- Brief van het Provinciaal Bestuur van Noord-Holland aan het Hoogheemraadschap m.b.t. verbetering zeewering met zeven tekeningen, 19 juli, 1916.
- Brief van het Provinciaal Bestuur van Noord-Holland aan het Hoogheemraadschap m.b.t. wijziging taludverdediging zeedijk, bij paal 9 en paal 9½ met de nodige dwarsprofielen, 13 september, 1916.
- Verzameling van overzichten van "Uitgevoerde werken en bijzondere voorvallen" over de periode 1921 t/m 1932.
- Bestek en voorwaarden voor het verzwaren en reconstrueren en met zetsteen en klinkers bezetten van het buitentalud van de zeedijk vanaf 238 m voorbij dijkspaal 11½ tot aan de westbatterij te Muiden, juni 1917.
- Bestek en voorwaarden voor het maken van een binnenberm langs de zeedijk in de Diempolder, met de benodigde bestekstekeningen, maart 1918.
- Bestek en voorwaarden voor het verzwaren en reconstrueren en met zetsteen en klinkers bezetten van het buitentalud van de zeedijk vanaf 238 m voorbij dijkspaal 11½ tot aan de westbatterij te Muiden, met de benodigde bestekstekeningen, juni 1917.
- Brief van Provinciale Waterstaat van Noord-Holland aan het Hoogheemraadschap betrekking hebbende op de verbetering van de zeedijk beoosten Muiden, met een zestal dwarsdoorsneden, augustus 1917.
- Brief van Provinciale Waterstaat van Noord-Holland aan het Hoogheemraadschap betrekking hebbende op het maken van trappen tegen het binnenbeloop van de zeedijk, februari 1918.
- Brief van Provinciale Waterstaat van Noord-Holland aan het Hoogheemraadschap betrekking hebbende op de verbetering van de zeedijk beoosten Muiden (Wet op de verboden kringen), met de nodige tekeningen, maart 1925.
- Bestek en voorwaarden voor de verbetering van de zeedijk beoosten Muiden, met bijbehorende bestekstekeningen, april 1926.

Historische gegevens van Vallei en Eem

- Toelichting betreffende de herstelling der stormschade van 13/14 januari, 1916.
- Bestek voor de herstelling en verhoging van de gedeelte van de zeedijk van de polder Arkemheen, met bestekstekening, 1916.
- Bestek en voorwaarden voor het verzwaren en verhogen van de Wakkerendijk, 1923.
- Langs- en dwarsprofielen t.b.v. de verhoging van de Wakkerendijk (drie tekeningen), ca 1919.
- Langsprofiel Zeedijk van de polder Arkemheen, oktober 1924.
- Correspondentie tussen de Provincie en het Hoogheemraadschap m.b.t. aanpassingen aan de dijk van de Arkemheerpolder, 1921.
- Langs- en dwarsprofielen van de Wakkerendijk, na de verhoging van de dijk (twee tekeningen), 1925.
- Langs- en dwarsprofielen van de Zee- en rivierwaterkerende dijken van Amersfoort tot de Gelderse grens (zes tekeningen), 1926.
- Correspondentie van het Hoogheemraadschap aan de provincie m.b.t. aanpassingen aan de Veldendijk, 1943, 1944.
- Correspondentie tussen de Provincie en het Hoogheemraadschap m.b.t. aanpassingen aan de dijk in de Veldendijk en de Veendijk (met tekening), 1948.
- Brief van het Provinciaal Bestuur van Utrecht aan het waterschap Eemnes, waterpassing van de hoofdwaterkeringen (met bijvoegsel), 1951.
- Brief van het Provinciaal Bestuur van Utrecht aan het waterschap Beoosten de Eem met aanwijzingen ten aanzien van de vereiste kruinhoogten, 1965.

Bijlage B Beoordeling kunstwerken

Beoordeling kunstwerken

Aanleiding voor het onderzoek

De Begeleidingsgroep Markermeer houdt zich bezig met het in beeld brengen van de gevolgen van de keuze om het Markermeer aan te wijzen als buitenwater. Een belangrijk onderdeel is het verkrijgen van inzicht in de kosten die gemoeid zijn met werkzaamheden aan de waterkering, teneinde deze te laten voldoen aan de gestelde veiligheidsnormen. De eventuele aanpassing van kunstwerken was hier tot nu toe niet bij betrokken. Daarom is besloten hiervoor een werkgroep in te stellen.

Doel van de werkgroep is inzicht te geven in aantal, aard en kwaliteit van de kunstwerken in de waterkeringen rond het Markermeer, met als doel een indicatie te geven van de kosten van benodigde verbeteringen ten gevolge van het besluit om het Markermeer aan te wijzen als buitenwater. Het onderzoek is beperkt tot kunstwerken in de dijken waarvoor ook de bewezen sterkte is beoordeeld (dijkring 13, 44, 45 en 46).

In de werkgroep zijn vertegenwoordigd de drie betrokken waterschappen, een vertegenwoordiger namens de provincies en een deskundige van de Bouwdienst op het gebied van kunstwerken.

Werkwijze

In tegenstelling tot de aanpak van de waterkeringen zelf is voor de kunstwerken geen gebruik gemaakt van de methode van bewezen sterkte. Op dit moment is nog geen goede systematiek beschikbaar om deze methode toe te passen op kunstwerken. Daarom is aan de hand van de Leidraad Toetsen op Veiligheid bekeken op welke manier in korte tijd een indruk kan worden verkregen van de benodigde verbeteringen.

Allereerst is een inventarisatie gemaakt van de voorkomende kunstwerken. Vervolgens is volgens de systematiek van de Leidraad Toetsen bekeken welke aspecten getoetst moeten worden.

Per type kunstwerk is bekeken hoe deze toetsing op eenvoudige wijze kan worden uitgevoerd. Van belang is hierbij, dat het gaat om een indicatie van kosten, zodat een zeer globale toetsing volstaat.

De resultaten van de toetsing en de benodigde maatregelen zijn samengevat in een tabel.

Vervolgens zijn voor de verschillende soorten maatregelen eenheidsprijzen bepaald op basis van ervaring en recent uitgevoerde werken. Deze bedragen zijn ingevuld in de tabel. In de kostenraming is onderscheid gemaakt tussen:

- Een optimistische raming, uitgaande van de werkzaamheden, die zeker moeten worden uitgevoerd.
- Een pessimistische schatting, waarbij ervan uit wordt gegaan, dat voor alle onzekerheden ook werkzaamheden worden uitgevoerd.

Op deze manier ontstaat, net als bij de kostenraming voor stabiliteit en hoogte, een raming met een boven- en een ondergrens. Deze kan in de totale kostenraming voor het Markermeer worden opgenomen.

Globale toetsing

In onderstaande tabel is aangegeven welke soorten kunstwerken zijn onderscheiden en op welke aspecten ze getoetst dienen te worden om te kunnen beoordelen of ze voldoen aan de gestelde veiligheidsnormen:

Constructie	HT	STC	STP	AMC	AMB
In- / uitlaatduikers (incl. gemalen), hevels		X	XX	XX	X
Coupures	X	X		XX	X
Schut- / keer- / spuisluizen	X	XX	XX	XX	X
Stenen beren	X	XX	XX	(XX)	(XX)
Leidingen		X	X		

HT = hoogte

STC = stabiliteit van de constructie

STP = pipinggevoeligheid

AMC = constructie van de afsluitmiddelen

AMB = bediening van de afsluitmiddelen

X = eenvoudig te toetsen

XX = toetsing meer gecompliceerd

Duikers, gemalen, hevels**STC:**

- Gedrag in de praktijk nagaan (bijvoorbeeld slecht functioneren, verzakkingen).
- Bij slecht gedrag: repareren of vervangen.

STP:

- Constructie niet op palen gefundeerd: geen problemen te verwachten.
- Constructie wel op palen gefundeerd: nagaan of er onder- en achterloopsheidschermen zijn geplaatst.
- Als dit niet is te achterhalen: uitgangspunt is, dat een scherm moet worden geplaatst.

AMC:

- Constructieve toestand nagaan (visuele inspectie).
- Ontwerpberekening opzoeken.
- Als constructieve toestand slecht of berekening niet (meer) voldoende: afsluitmiddel vervangen.

AMB:

- Visuele inspectie: is het afsluitmiddel te sluiten? Is er een oplossing als sluiten niet lukt (bijvoorbeeld een onafhankelijk tweede keermiddel)?
- Als onvoldoende: herstellen of vernieuwen.

Coupures**HT:**

- Inmeten (zal vaak al blijken uit toetsing van de waterkering zelf).
- Indien te laag: verhogen.

STC:

- Visuele inspectie en gedrag in de praktijk nagaan.
- Bij zichtbare gebreken of slecht gedrag: repareren of vervangen.

AMC:

- Alleen relevant voor coupures, die met een bewegend afsluitmiddel (deur o.i.d.) worden gesloten. Voor schotbalken n.v.t.
- Constructieve toestand nagaan (visuele inspectie).
- Ontwerpberekening opzoeken.
- Als constructieve toestand slecht of berekening niet (meer) voldoende: afsluitmiddel vervangen.

AMB:

- Visuele inspectie: is de coupure te sluiten? Is er een oplossing als sluiten niet lukt (bijvoorbeeld een onafhankelijk tweede keermiddel)?
- Als onvoldoende: herstellen of vernieuwen.

Sluizen**HT:**

- Inmeten.
- Indien te laag: verhogen.

STC:

- Visuele inspectie en gedrag in de praktijk nagaan.
- Bij zichtbare gebreken of slecht gedrag: repareren of vervangen.

STP:

- Constructie niet op palen gefundeerd: geen problemen te verwachten.
- Constructie wel op palen gefundeerd: nagaan of er onder- en achterloopsheidschermen zijn geplaatst.
- Zo niet, nagaan of constructie zelf voldoende kwallengte oplevert (regel van Bligh).
- Als dit niet is te achterhalen: uitgangspunt is, dat een scherm moet worden geplaatst.

AMC:

- Constructieve toestand nagaan (visuele inspectie).
- Ontwerpberekening opzoeken.
- Als constructieve toestand slecht of berekening niet (meer) voldoende: afsluitmiddel vervangen.

AMB:

- Visuele inspectie: voldoen de afsluitmiddelen? Is er een oplossing als sluiten niet lukt (bijvoorbeeld een onafhankelijk tweede keermiddel)?
- Als onvoldoende: herstellen of vernieuwen.

Stenen beren

HT:

- Inmeten.
- Indien te laag: verhogen.

STC:

- Visuele inspectie en gedrag in de praktijk nagaan.
- Bij zichtbare gebreken of slecht gedrag: repareren of vervangen.

STP:

- Constructie niet op palen gefundeerd: geen problemen te verwachten.
- Constructie wel op palen gefundeerd: nagaan of er onder- en achterloopsheidschermen zijn geplaatst.
- Zo niet, nagaan of constructie zelf voldoende kwellingte oplevert (regel van Bligh).
- Als dit niet is te achterhalen: uitgangspunt is, dat een scherm moet worden geplaatst.

AMC (alleen indien afsluitmiddel aanwezig):

- Constructieve toestand nagaan (visuele inspectie).
- Ontwerpberekening opzoeken.
- Als constructieve toestand slecht of berekening niet (meer) voldoende: afsluitmiddel vervangen.

AMB (alleen indien afsluitmiddel aanwezig):

- Visuele inspectie: voldoen de afsluitmiddelen? Is er een oplossing als sluiten niet lukt (bijvoorbeeld een onafhankelijk tweede keermiddel)?
- Als onvoldoende: herstellen of vernieuwen.

Leidingen

STC / STP:

- Nagaan of het gaat om een leiding met hoge druk (> 10 bar) en/of grote diameter (> 500 mm).
- Zo nee: geen maatregelen verwacht.
- Zo ja: nagaan of aangelegd conform Pijpleidingcode of NEN-normen.
- Als niet conform PLC / NEN: herberekenen of aanpassen door nutsbedrijf. De kosten kunnen in principe (gedeeltelijk) worden verhaald op de vergunninghouder i.v.m. afschrijving van de leiding.

Gehanteerde eenheidsprijzen

Op basis van de inventarisatie zijn voor de te verwachten werkzaamheden eenheidsprijzen bepaald. Deze zijn gecontroleerd met recente ervaringen.

- Plaatsen kwelschermen: uitgegaan is van een diepte van 10 meter en een breedte aan weerszijden van het kunstwerk van 2x de breedte van het kunstwerk met een maximum van 15 m.
(b.v. voor een sluis van 5 meter: 10 meter scherm aan weerszijden + 5 meter t.p.v. de constructie zelf); hierbij is rekening gehouden met extra kosten voor aansluiting op het kunstwerk en eventueel droogzetten. f 3.000,- per meter
 - Vervangen deuren: kleine sluis (breedte < 3 m) f 50.000,- per set
 middelgrote sluis (breedte 3-6 m) f 100.000,- per set
 grote sluis (breedte 6-12 m) f 250.000,- per set
 zeer grote sluis (breedte > 12 m) f 500.000,- per set
 - Renoveren constructie: groot kunstwerk (ervaring sluis in Hoorn) f 200.000,- à 400.000,-
 klein kunstwerk f 100.000,- à 200.000,-
- Deze kosten zijn heel erg afhankelijk van het type constructie en de aard van de werkzaamheden.
- Coupure vervangen: kleine coupure (< 2 m breedte) f 50.000,-
(incl. afsluitmiddelen) middelgrote coupure (2-5 m breedte) f 250.000,-
 grote coupure (> 5 m breedte) f 500.000,-
 - Leidingen: per geval nagaan

Alle bedragen zijn inclusief overheadkosten en BTW.

Overzicht maatregelen en kosten

Dijkring nr.	Dijksectie	Kunstwerk nr. en naam	Type kunstwerk	Tekortkomingen	Maatregelen	Optimistische raming	Pessimistische raming	Opmerkingen
13 (USHN)	Zuiderdijk van Drechterland	18k4 keersluis Broekerhaven	keersluis	Kleine lekkage, sluisdeuren sluiten niet goed; schotbalken aanwezig	Restauratie deuren i.v.m. lekkage	f 500.000	f 500.000	H= +2,50 m en 10 m damwand
		18k6	Inlaatduiker	Onzekerheid m.b.t. onder/achterlooptheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	?	?	
		18k8 de Spuiter	Inlaatduiker	Onzekerheid m.b.t. onder/achterlooptheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	f 0	f 18.000	afmeting: 0,75 x 1,00 m
		18k9	Inlaatduiker	Onzekerheid m.b.t. onder/achterlooptheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	f 0	f 6.000	Ø 400 mm
		18k10	Inlaatduiker	Onzekerheid m.b.t. onder/achterlooptheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	f 0	f 12.000	Ø 800 mm
		18k16 gemaal Oosterpolder	Uitstroomboker	Onzekerheid m.b.t. onder/achterlooptheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	f 0	f 19.000	Ø 1230 mm
		18k17	Gemaal	Onzekerheid m.b.t. onder/achterlooptheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	f 0	f 20.000	afmeting: 1,30 x 1,30 m
		20k4 gemaal Westerkogge	Uitstroomboker	Onzekerheid m.b.t. onder/achterlooptheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	f 0	f 36.000	afmeting: 1,40 x 2,40 m
		20k5 duiker de Rietkoog	Duiker	Onzekerheid m.b.t. onder/achterlooptheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	f 0	f 4.000	Ø 250 mm
		22k1 Hornsluis	Uitwateringssluis	Onzekerheid m.b.t. onder/achterlooptheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	f 0	f 104.000	H= +3,68 m en 6,89 m breed
	Schardam en Keukendijk	22k2 Noordersluis te Schardam	Uitwateringssluis	Onzekerheid m.b.t. onder/achterlooptheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	f 0	f 96.000	H= +3,43 m en 6,35 m breed
		22k3 Zuidersluis te Schardam	uitwateringssluis	Onzekerheid m.b.t. onder/achterlooptheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	f 0	f 93.000	H= +3,62 m en 6,20 m breed
		22k5	coupure	Onzekerheid	Verwijderen en nieuwe plaatsen	f 0	f 500.000	geen damwanden en 7 m breed
14 (AGV)	Uitdammerdijk	22k6	coupure	Onzekerheid	Verwijderen en nieuwe plaatsen	f 0	f 500.000	geen damwanden en 5 m breed
		28k1 afwaterings duiker de Nes	duiker	Onzekerheid m.b.t. onder/achterlooptheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	f 0	f 5.000	Ø 300 mm
	Primaire waterkering Amsterdam – 't Gooi	1. Ipenslotersluis	uitwaterings-/keersluis	Gebreken aan de constructie/ metselwerk	Herstel constructie / metselwerk (o.a. voegen)	f 100.000	f 200.000	
				Houten deuren in slechte staat (sterk aangetast)	3 Sets deuren vervangen	f 400.000	f 400.000	sluisbreedte ca. 6 m, extra kosten i.v.m. voorzieningen t.b.v. aanbrengen deuren
				Mogelijk ontbreken van kwelvoorzieningen	Aanbrengen kwelvoorzieningen	f 0	f 126.000	kunstwerkbreedte ca. 12 m scherm 12 + (2x15) = 42 m
								Mogelijk ook verbeteren fundering
		2. Diemen-dammersluis	uitwaterings-/keersluis	Gebreken aan de constructie/ (verzakkingen, scheuren, ontbrekende delen, slecht metselwerk)	Herstel constructie, groot onderhoud, herstel vloer en metselwerk 3 Sets deuren vervangen	f 200.000	f 400.000	sluisbreedte ca. 6 m, extra kosten i.v.m. voorzieningen t.b.v. aanbrengen deuren
	6. Groote Zeesluis te Muiden			Houten deuren in slechte staat (sterk aangetast)	Aanbrengen kwelvoorzieningen	f 400.000	f 400.000	kunstwerkbreedte ca. 12 m scherm 12 + (2x15) = 42 m
				Mogelijk ontbreken van kwelvoorzieningen	Aanbrengen kwelvoorzieningen	f 0	f 126.000	kunstwerkbreedte ca. 35 m scherm 35 + (2x15) = 65 m
			2 schutsluizen en 1 spuisluis/ inlaatwerk	Mogelijk ontbreken van voldoende kwelvoorzieningen	Aanbrengen kwelvoorzieningen	f 0	f 195.000	kunstwerkbreedte ca. 35 m scherm 35 + (2x15) = 65 m
	7. Coupure Muiderslot		coupure	Twijfel over de sterkte van de constructie	Vervangen coupure	f 250.000	f 250.000	
				Slechte staat / ontbreken van afsluitmiddelen	Aanbrengen afsluitmiddelen	(tezamen)	(tezamen)	

44 (AGV) { vervolg }	Primaire waterkering Amsterdam – 't Gooi { vervolg }	8. Stenen Beer te Muiden	Stenen Beer (onderdeel verdedigings- werken), incl. uitwaterings- sluisje	Mogelijk enige tekortkomingen aan afsluutmiddelen	Verbeteren / vervangen afsluutmiddelen	f 50.000	f 50.000	kunstwerkbreedte circa 4 m. scherm per duiker 5 x 4 = 20 m totaal: 4 duikers x 20 m = 80 m
		9 t/m 12. 4 duikers tussen Muiderberg en Naarden	afsluitbare duikers	Mogelijk ontbreken van kwelvoorzieningen	Aanbrengen kwelvoorzieningen	f	0	f 240.000
		14. Sluis in de Vesting Naarden	uitwateringssluys / inundatiesluys	Mogelijk gebreken aan de constructie/ het metselwerk Mogelijk onvoldoende afsluutmiddelen of in slechte staat Mogelijk ontbreken van kwelvoorzieningen	Renoveren constructie Aanbrengen / vervangen deuren / afsluutmiddelen Aanbrengen kwelvoorzieningen	f	0	f 300.000 f 250.000 f 120.000
		15. Vestingwallen te Naarden	gemetselde muren als onderdeel van de waterkering (aarden vestingwallen)	Mogelijk onvoldoende buitenwaartse stabiliteit	Verbeteren buitenwaartse stabiliteit (b.v. door aanbrengen buitendijkse verzwaring in gracht)	f	0	*1 *1 = onvoldoende gegevens voor betrouwbare kostenschätzung van benodigde maatregelen
44 (RWS)	---							
45 (V&E)	Arkenheense Zeedijk	Duiker naast Arkersluis Wielse Sluis Laakse Duiker	Inlaatduiker Duiker (uitstroom Nijkerkergemaal) Duiker	Aanwezigheid schermen onbekend Puntdeuren in slechte staat Twijfel aan functioneren bij hoogwater Aanwezigheid schermen onbekend Nu alleen te sluiten met schotbalken; dit is onvoldoende bedrijfszeker. Aanwezigheid schermen onbekend Onvoldoende gegevens om constructie afsluutmiddelen te controleren	Kwelschermen aanbrengen Puntdeuren renoveren Constructie renoveren Kwelschermen aanbrengen Plaatsen keermiddelen Kwelschermen aanbrengen Keermiddelen renoveren Kwelscherm aanbrengen	f f f f f f f f	0,- f 100.000,- 0,- 0,- f 100.000,- 0,- 0,- 0,-	f 75.000,- f 100.000,- f 100.000,- f 84.000,- f 100.000,- f 75.000,- f 100.000,- f 15.000,-
46 (V&E)	Oostdijk	Gemaal Veendijk	Uilaatduiker gemaal	Aanwezigheid kwelschermen onbekend	Kwelscherm aanbrengen	f	0,-	breedte 5 meter
	Eemdijk	Diverse coupures	Betonnen coupure	Spionningen en constructie zijn zodanig, dat sluiten niet mogelijk is.	Nieuwe coupure plaatsen	f	100.000,-	Schatting: min. 2; max. 10 breedte ± 3 meter
		Diverse coupures	Betonnen coupure	Constructie is maximaal een halve meter te laag	Coupure verhogen	f	50.000,-	Schatting: min. 2; max. 5
	Grebbeiniedijk	Coupure Krachtwijk	Betonnen coupure	Lager dan aangrenzende dijk Coupure sluit niet aan op dijklichaam!	Coupure vernieuwen en aansluiten op dijklichaam	f	50.000,-	breedte ± 3 meter
TOTAAL	---					f	2.300.000,-	f 6.294.000,-

N.B. Alle bedragen zijn afgerond op veelvouden van f 1.000,-

Toelichting bij de tabel

Hoogheemraadschap Uiwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier

Bij de inventarisatie van de kunstwerken in het gebied van Uiwaterende Sluizen, bleek het enige probleem dat geconstateerd is, de keermiddelen van de keersluis te Broekerhaven te zijn. De deuren sluiten niet volledig af waardoor er een kleine lekkage zit. De meest dure oplossing om dit probleem te verhelpen, is het plaatsen van een stel nieuwe deuren.

Voor de andere kunstwerken, waar op grond van de jaarlijkse schouw en inventarisatie ten behoeve van de toetsing geen problemen zijn opgemerkt, blijft de onzekerheid over onder- en achterloopsheid een grote factor. Het gaat hierbij om zes duikers, drie gemalen en drie sluizen waar geen damwanden onder zitten of waar het niet bekend is en die niet recentelijk zijn gerenoveerd of getoetst. Voor toetsing is 1996 aangehouden als criterium. Voor twee coupures langs het Markermeer is aangenomen dat deze in de meest pessimistische situatie worden verwijderd en er nieuwe coupures worden geplaatst.

Kabels en leidingen zijn in deze inventarisatie wel meegenomen en gecontroleerd op aanleg volgens de NEN normen en de Pijpleidingencode maar niet opgenomen in de kostentabel.

Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht

In de primaire waterkering langs het Markermeer tussen Amsterdam Zeeburg en 't Gooi bevinden zich 16 waterkerende kunstwerken. Hiertoe behoren 6 sluizen en 4 (afsluitbare) duikers. Voorts bevinden zich in de waterkering enkele bijzondere kunstwerken, die behoren tot de monumentale vestingwerken van Muiden en Naarden. Zo komen 3 zgn. Stenen Beren voor en maken ook de vestingwallen van Naarden, aan de buitenzijde voorzien van gemetselde muren, deel uit van de primaire waterkering.

Bij de 16 waterkerende kunstwerken zijn geen (kruisende) leidingen opgenomen, omdat wordt verwacht dat deze leidingen zullen voldoen, en indien dit niet het geval is, de kosten van verbeteringsmaatregelen beperkt zullen zijn.

De kostenraming is opgesteld op basis van beschikbare gegevens en visuele beoordeling. Van diverse oude kunstwerken zijn weinig gegevens beschikbaar. Voorts is van de oude kunstwerken veelal onzeker of voldoende kwelvoorzieningen tegen onder- en achterloopsheid aanwezig zijn. In gevallen waarin dit onbekend is, is aangenomen, dat deze voorzieningen moeten worden aangebracht. Ook bestaat onzekerheid over de onderwaterconstructie en de fundering van de oude kunstwerken.

Waterschap Vallei & Eem

In dijkkring 45 liggen 17 duikers en gemalen. De meeste zijn in de ruilverkaveling (jaren '80/'90) geplaatst en voldoen aan de eisen. Van gemaal Veendijk is niet te achterhalen of een kwelscherm rond de uitlaatduiker is geplaatst. Ook bij 3 oudere duikers (inlaat naast Arkersluis, Wielse Sluis en Laakse duiker) is de aanwezigheid van kwelschermen niet te achterhalen. Bij de eerste twee voldoen ook de afsluitmiddelen niet. Bovendien wordt getwijfeld aan de stabiliteit van de Wielse Sluis tijdens hoogwater. Voor de uitlaat van de RWZI te Bunschoten geldt, dat te weinig informatie bekend is om het waterkerend vermogen te beoordelen. Aangezien de zuivering in 2003 wordt gesloten en er geen aanwijzingen voor problemen zijn, is het gerechtvaardigd hier geen maatregelen te treffen.

In de dijkkring bevinden zich 24 relatief kleine coupures. Bekend is, dat in een aantal gevallen de constructie vervangen moet worden. Bij nog een aantal is de hoogte onvoldoende. Voor de aantallen is een schatting gedaan. De coupure bij Krachtwijk dient geheel te worden vervangen en opnieuw te worden aangesloten op het dijklichaam. De coupures in Spakenburg maken deel uit van het stedelijk gebied en zijn niet beschouwd.

In dijkkring 46 bevinden zich alleen een aantal duikers. Er wordt getwijfeld aan de afsluitmiddelen van een aantal oude duikers. Deze hebben in de ruilverkaveling hun functie verloren en kunnen dichtgezet worden. Om deze reden zijn voor deze duikers geen werkzaamheden opgenomen. De enige sluis, de Arkersluis is recent getoetst en goed bevonden.

Voor leidingen zijn geen werkzaamheden opgenomen. Verwacht wordt, dat het opzoeken of alsnog leveren van een berekening conform de NEN-normen er toe zal leiden, dat ze "goed" worden gekeurd.

Rijkswaterstaat, Directie Noord-Holland

De Oranjesluizen maken onderdeel uit van dijkkring 44. Bij de renovatie van het sluizencomplex en bij het ontwerp van de nieuwe Prins Willem-Alexandersluis is als uitgangspunt gehanteerd, dat de toelaatbare faalkans van alle kunstwerken in een dijkkring tezamen 10% bedraagt van de faalkans van de dijkkring, d.w.z. $1/12500$ per jaar ($8 \cdot 10^{-5}$ per jaar). Deze faalkans is gelijkelijk verdeeld over het bestaande sluizencomplex en de nieuwe sluis (elk $4 \cdot 10^{-5}$ per jaar). Beide zijn op deze toelaatbare faalkans gecontroleerd en voldoen aan de eisen. Werkzaamheden ter verbetering van de stabiliteit van de Oranjesluizen zijn derhalve niet aan de orde.

Conclusie en aanbevelingen

Op basis van bovenstaande globale toetsing moet voor het verbeteren van kunstwerken in de waterkering, op het moment dat het Markermeer wordt aangemerkt als buitenwater, rekening worden gehouden met een kostenpost tussen 2 miljoen en 6 miljoen gulden. Deze is als volgt verdeeld over de betrokken waterschappen:

Waterschap	Optimistische raming	Pessimistische raming
Uitwaterende Sluizen in HN	f 500.000,–	f 1.913.000,–
Amstel, Gooi en Vecht	f 1.400.000,–	f 3.057.000,–
Vallei & Eem	f 400.000,–	f 1.324.000,–
RWS, Directie Noord-Holland	f 0,–	f 0,–
<i>totaal</i>	f 2.300.000,–	f 6.294.000,–

Het gaat hierbij uitdrukkelijk om een eerste schatting. Voor het bepalen van de benodigde werkzaamheden zijn geen berekeningen uitgevoerd. Een dergelijke definitieve toetsing is ook pas mogelijk wanneer de hydraulische randvoorwaarden definitief zijn vastgesteld.

Bij de kostenraming dienen bovendien de volgende beperkingen in acht te worden genomen:

- De sifons van het gemaal Zeeburg te Amsterdam (onder het Amsterdam-Rijnkanaal en de primaire waterkering Zuider IJdijk) zijn niet in het onderzoek meegenomen. Deze zijn momenteel onderwerp van studie. Ten behoeve van de verruiming van de passage Zeeburg in het kanaal zullen de sifons (indien deze ook in de toekomst noodzakelijk zijn) worden vervangen en de Zuider IJdijk gedeeltelijk worden verlegd. Zowel de sifons als de dijkverlegging zullen dan moeten worden ontworpen op basis van de actuele veiligheidseisen.
- Ook de kunstwerken in Flevoland en op Marken en voor de Nijkerkersluis zijn niet in dit onderzoek betrokken, aangezien ook voor de dijken in deze gebieden geen nadere kostenraming is gemaakt. De kunstwerken in Flevoland en de Nijkerkersluis zijn echter betrekkelijk nieuw, waardoor de benodigde aanpassingen naar verwachting beperkt zullen zijn. Voor kunstwerken op Marken is een dergelijke inschatting niet te maken.
- Een belangrijke onzekere factor is steeds de pipinggevoeligheid van kunstwerken. Vooral bij oudere kunstwerken is niet meer te achterhalen of er kwelschermen aanwezig zijn. Soms is de lengte van het kunstwerk voldoende om zeker te kunnen zijn van voldoende kwallengte. Zo niet, dan is op korte termijn geen uitspraak te doen. Afgesproken is, dat als er geen duidelijkheid over is te verkrijgen, er voor de kostenraming van wordt uitgegaan, dat kwelschermen moeten worden aangebracht. Deze onzekerheid is echter van grote invloed op de kostenraming.

Gelet op het voorstaande moet tenslotte worden opgemerkt, dat er behoefte is aan een methodiek om de aanwezigheid van kwelschermen bij een bestaand kunstwerk te bepalen, en aan een methodiek om de reststerkte van oudere kunstwerken te bepalen. In deze globale toetsing blijken hier duidelijk de grootste onzekerheden te zitten. Voor een definitieve toetsing is het gewenst, dat hier een antwoord op wordt gegeven.

Bijlage C Keuze meerpeilstatistiek HYDRA-M voor het Markermeer

1 Doel van de notitie

Bij het toetsen op veiligheid van de primaire waterkeringen wordt voor het IJsselmeer en Markermeer het probabilistisch model HYDRA-M gebruikt. Dit programma gebruikt de statistiek voor windsnelheden en windrichtingen en de statistiek voor de meerpeilen, en combineert dit vervolgens met hydraulische randvoorwaarden die voor een bepaalde locatie zijn berekend. De statistiek voor windsnelheden en windrichtingen staat in principe vast en is niet te beïnvloeden gegeven. Dit is niet zo met de meerpeilstatistiek, want het meerpeil is, zeker op het Markermeer, in principe redelijk beheersbaar. Welke meerpeilen op het Markermeer zijn te verwachten, hangt dan af van het scenario dat men naar de toekomst aanhoudt.

Met HYDRA-M (en ook HYDRA-Q) worden dijken getoetst op veiligheid. HYDRA-M geeft de benodigde dijkhoogte en met HYDRA-Q worden de randvoorwaarden voor het toetsen van bekledingen berekend. Bij toetsen wordt naar "de huidige situatie" gekeken, met een tijdshorizon van 5 jaar (want daarna wordt opnieuw getoetst). Dit betekent dat ook de meerpeilstatistiek in deze programma's gebaseerd moet zijn op de huidige situatie en niet op toekomstscenario's.

Voor het Markermeer bestaat er echter niet een eenduidige "huidige situatie". Binnen het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer, OOM 1998, zijn twee mogelijke situaties onderkend. Bij extreem hoge meerpeilen op het IJsselmeer, veroorzaakt door hoge afvoeren van de IJssel en het niet voldoende kunnen spuien bij de Afsluitdijk, bestaat de mogelijkheid water af te laten door de beide sluizen in de Houtribdijk op het Markermeer. In zo'n situatie volgt het Markermeerpeil ongeveer het meerpeil op het IJsselmeer. Als men echter bij een extreem hoog meerpeil op het IJsselmeer *geen* water aflat op het Markermeer, dan blijft het meerpeil op het Markermeer (veel) lager.

Het doel van deze notitie is een onderbouwing te geven voor een keuze van de te gebruiken meerpeilstatistiek voor het programma HYDRA-M voor het toetsen op veiligheid.

De notitie is als volgt opgebouwd:

- het beschrijven van de meerpeilstatistieken uit OOM, 1998.
- het beschrijven van de effecten van een keuze voor een meerpeilstatistiek
- het analyseren van de meerpeilen gedurende de hoogwaterperiode in 1998
- het aanbevelen van een keuze.

Deze notitie is geschreven door dr ir J.W. van der Meer.

2 Mogelijke meerpeilstatistieken

In het Onafhankelijk Onderzoek Markermeer, OOM 1998, is een tiental scenario's bekeken met onder andere klimaatveranderingen, het verhogen van spui- of maalcapaciteit en het veranderen van streefpeilen. Enkele van deze scenario's zijn doorgerekend met zowel aflaten van water op het Markermeer tijdens extreem hoogwater op het IJsselmeer, als met het dicht houden van de sluizen in de Houtribdijk (niet aflaten van water).

Uiteindelijk konden alle berekende meerpeilstatistieken worden samengebracht tot drie karakteristieke statistieken, een lage, een midden en een hoge meerpeilstatistiek. Een eenvoudig overzicht van de verschillen wordt verkregen als de waarde wordt genomen die hoort bij een overschrijdingsfrequentie van bijvoorbeeld eenmaal in de 10.000 jaar (het zogenaamde 10^{-4} -kwantiel).

Meerpeil t.o.v. NAP, behorend bij overschrijdingsfrequentie van 1/10.000

	Markermeer	IJsselmeer
Lage meerpeilstatistiek	0,1 m	0,75 m
Midden meerpeilstatistiek	0,65 m	1,1 m
Hoge meerpeilstatistiek	1,3 m	1,4 m

Of in de huidige situatie nu wel of niet water wordt afgelaten van het IJsselmeer naar het Markermeer in extreme situaties, maakt voor het IJsselmeer nauwelijks iets uit, want in beide gevallen wordt de midden meerpeilstatistiek gevonden. Het werkelijke verschil tussen beide scenario's is 0,08 m voor het 10^{-4} -kwantiel. Voor het Markermeer wordt in de huidige situatie de lage meerpeilstatistiek gevonden als *geen* water van het IJsselmeer wordt afgelaten en de midden meerpeilstatistiek als dit *wel* het geval is. Overigens is in OOM 1998 voor de lage meerpeilstatistiek het scenario met de laagste waarde genomen en is het de waarde voor het 10^{-4} -kwantiel bij de huidige situatie *zonder aflat*en niet 0,1 m +NAP, maar 0,31 m +NAP. Uitgaande van de huidige situatie (zoals bij toetsing op veiligheid) wordt dus alleen de midden of lage meerpeilstatistiek gevonden en niet de hoge.

De keuze voor HYDRA-M geldt voor de huidige situatie. Voor het Markermeer is dit dus de lage of de midden meerpeilstatistiek (of eventueel tussen het huidige scenario met of zonder water aflat

3 Effecten keuze meerpeilstatistiek

Eventuele effecten van een keuze voor de meerpeilstatistiek zijn zowel in het OOM, 1998 beschreven (dijkhoogte) als in de vervolgstudie naar geotechnische stabiliteit (Markermeer II, 1999). In feite kunnen drie effecten worden bekeken:

- op benodigde dijkhoogte
- op geotechnische stabiliteit
- op stabiliteit bekledingen

In het OOM, 1998, zijn alle scenario's bekeken en is men in eerste instantie uitgegaan van de hoge meerpeilstatistiek, omdat die mogelijk het grootste effect heeft. Dit is bijvoorbeeld een klimaatscenario, waarbij geen maatregelen worden genomen. In dat geval zijn er bij Hoorn drie dijklocaties die net niet aan het overslagcriterium van 1 l/s per m breedte voldoen. De conclusie in het OOM, 1998, was dan ook dat er nauwelijks kosten verwacht hoeven te worden voor het verhogen van de dijken.

Als van een lage of midden meerpeilstatistiek wordt uitgegaan, dan voldoen alle dijkvakken langs het Markermeer (met uitzondering van Flevoland, waar een afzonderlijke procedure loopt) wat benodigde dijkhoogte betreft. Er is dus geen verschil in effect in benodigde dijkhoogte als de lage of de midden meerpeilstatistiek wordt genomen.

Voor geotechnische stabiliteit van de dijken is niet de opwaaiing met golfoploop van belang, maar uitsluitend de waterstand. Golven spelen dus geen rol. Een maatgevende waterstand kan dan worden veroorzaakt door een storm (opwaaiing), een extreem meerpeil (wel wind, maar geen extreme storm), of een combinatie (een redelijk hoog meerpeil met een redelijke storm).

Uit de onderhavige studie (zie hoofdstuk 2 van het hoofdrapport) blijkt in de buurt van Enkhuizen en aan de andere kant van Naarden richting Nijkerk dat de wind (zeer zware storm) voor de maatgevende waterstand zorgt. Dit is met zuidwesten, c.q. noordwesten-wind. Op die locaties is het effect in keuze van meerpeil verwaarloosbaar, want de wind zorgt voor maatgevende condities en niet het meerpeil.

Dit is anders voor de meer op het oosten gelegen dijkvakken langs de Noord-Hollandse kust van het Markermeer. Oostelijke stormen zijn nooit erg sterk en het blijkt dat een maatgevende waterstand vrijwel uitsluitend door een hoog meerpeil wordt veroorzaakt. Er is dus duidelijk een behoorlijk verschil in maatgevend hoogwater voor de lage en midden meerpeilstatistiek (globaal 0,2 m + NAP en 0,65 +NAP). In Markermeer II, 1999, is echter aangetoond dat in het verleden, in de tijd van de Zuiderzee, er waterstanden zijn voorgekomen die minstens 1,5 m hoger waren dan de maatgevende hoogwaterstanden bij een midden meerpeilstatistiek. Veel dijken zijn nog vergelijkbaar met die uit de tijd van de

Zuiderzee en daarom kunnen veel dijkvakken worden goedgekeurd op basis van bewezen sterkte. En daarbij heeft de keuze tussen een meerpeilstatistiek geen effect. Dus ook voor geotechnische stabiliteit is er geen verschil in effect.

Bij de stabiliteit van bekledingen speelt vooral de golfaanval een belangrijke rol en de plaats waar de bekleding ligt, en niet een extreem hoge waterstand. Voor deze stabiliteit mag daarom worden verondersteld dat de keuze van meerpeilstatistiek ook hier weinig effect zal hebben.

Algemeen mag worden geconcludeerd dat de keuze van meerpeilstatistiek voor HYDRA-M nauwelijks tot geen effect zal hebben op de toetsresultaten voor de veiligheid en daarmee gepaard gaande kosten voor verbetering.

4 Hoog water 1998

Het hoog water in 1998 heeft geleid tot een maximum waterstand in het IJsselmeer van 0,52 m +NAP en in het Markermeer van 0,18 m + NAP. In die situatie is *geen* water afgelaten van het IJsselmeer naar het Markermeer.

In RDIJ, 1999, wordt deze hoogwaterperiode beschreven en wordt geconcludeerd dat de maximum waterstand op het IJsselmeer statistisch gezien maar eenmaal in 93 jaar wordt overschreden. Wordt de lage meerpeilstatistiek voor het Markermeer aangehouden (er is immers geen water afgelaten van het IJsselmeer), dan komt het maximum van 0,18 m+NAP overeen met een gebeurtenis die maar eens in de 50.000 jaar wordt overschreden. Wordt niet met de lage meerpeilstatistiek gerekend, maar met de werkelijke meerpeilstatistiek voor deze situatie, dan komt de maximale waterstand overeen met een overschrijdingsfrequentie van eens in de 1000 jaar. In beide gevallen wordt een veel extremere situatie ingeschat dan voor het IJsselmeer.

Uit de waterstandsverlopen van 1998 blijkt dat het Markermeer najlt ten opzichte van het IJsselmeer. Pas 9 dagen nadat in het IJsselmeer het maximum werd bereikt, ontstond het maximum in het Markermeer. Dit komt omdat het Markermeer pas water kwijt kan als het IJsselmeer weer voldoende gezakt is.

Verder constateert RDIJ, 1999, dat er met extra inzet van pompen water op het Markermeer is gepompt, bijvoorbeeld vanuit de randmeren. Deze extra maatregelen zitten niet in het model waarmee de meerpeilstatistiek is berekend. Tot slot bestaat er het vermoeden dat de maalcapaciteit van polders de laatste decennia dermate is toegenomen dat in korte tijd vrijwel al het overtollige water kan worden geloosd. Dit is een verschil met vroeger en daarmee kan het zijn dat de meetreeks, die gebruikt is voor bepaling van de meerpeilstatistiek, niet helemaal homogeen is. Daarmee is het mogelijk dat de berekende lage meerpeilstatistiek aan de lage kant is.

5 Conclusies en voorstel voor keuze

Er kan worden geconcludeerd dat:

- de lage meerpeilstatistiek mogelijk aan de lage kant is
- het verschil in effecten op dijkhoogte, geotechnische stabiliteit en bekledingen gering tot nihil is bij gebruik van de lage of midden meerpeilstatistiek
- bij keuze van de midden meerpeilstatistiek een beleidsbeslissing, om in extreme situaties op het IJsselmeer wel of geen water af te laten op het Markermeer, geen invloed heeft op de veiligheid van de dijken.

Uit deze conclusies volgt direct dat de midden meerpeilstatistiek voor het toetsen van dijken met HYDRA-M de juiste keuze is. Deze statistiek is dan ook aangehouden in de huidige versie van HYDRA-M voor het Markermeer.

Referenties

OOM, 1998. Onafhankelijk onderzoek Markermeer. Eindrapport. WL | delft hydraulics.
Met 12 onderliggende rapporten.

RDIJ, 1999. Hoogwaterperiode IJsselmeergebied, oktober/november 1998.
RDIJ-rapport 99-3

Bijlage D Samenstelling van Stuurgroep en Begeleidingsgroep Markermeer II

Stuurgroep Markermeer

ir P.J.L. Blommaart	Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde. projectleider
mw N.M. la Brijn	Hoofdkantoor van de Waterstaat secretariaat
ir A.W. van der Hoek	Hoofdkantoor van de Waterstaat voorzitter
mw mr J.G.J. Kamp	Provincie Utrecht
ir J. Kaspers	Rijkswaterstaat, Directie Noord-Holland
mw G.E. Lenstra van Doorn	Waterschap Vallei en Eem
ir W.G. de Raad	Provincie Flevoland
mw ir S.L. Ras	Hoofdkantoor van de Waterstaat secretaris
dhr H.L. Tiesinga	Waterschap Zuiderzeeland
ir C. Venema	Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied
ir J. van der Vlist	Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Noord-Hollands Noorderkwartier

Stukken ter kennisname:

dhr J.H. Eikelenboom	Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Noord-Hollands Noorderkwartier
dhr P. van Hamersveld	Ministerie van Verkeer en Waterstaat
dhr S. Klein	Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Noord-Hollands Noorderkwartier
dhr C.G.F. van der Kroft	Provincie Noord-Holland
dhr H. Kuiper	Provincie Flevoland
ing C. Langelaan	Unie van Waterschappen
dhr G. Milort	IPO
mw S. van Vliet	Provincie Utrecht
mw drs M.A. Wildekamp	Provincie Noord-Holland

Begeleidingsgroep Markermeer

ir P.J.L. Blommaart	Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde. projectleider
ir J. Hartman	Rijkswaterstaat, RIZA
ing. E.C. Hazenoot	Provincie Utrecht
dhr K. van den Herik	Waterschap Vallei & Eem
ir J. Kaspers	Rijkswaterstaat, Directie Noord-Holland voorzitter
ir P.G. Kruitwagen	Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied
mw drs C. Maas	Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier
ir P.G. Neijenhuis	Waterschap Vallei en Eem
ir M.W.C. Nieuwjaar	Rijkswaterstaat, Directie Noord-Holland; later Provincie Flevoland
mw ir S.L. Ras	Hoofdkantoor van de Waterstaat
ing L.C. Vendrik	Dienst Waterbeheer en Riolerings (DWR)

Agendaleden:

ing O.P. Landheer	Heemraadschap Fleverwaard/ waterschap Zuiderzeeland
mw ir A.M. de Leeuw	Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde
dhr W.J. Potthoff	Gemeente Amsterdam
dhr C. Veraa	Provincie Gelderland
ir G.W. van Vliet	Rijkswaterstaat, Directie Utrecht



De Dienst Weg- en Waterbouwkunde is de adviesdienst van Rijkswaterstaat voor techniek en milieu voor de weg- en waterbouw. De dienst adviseert, onderzoekt en draagt kennis over in de constructieve weg- en waterbouw, de natuur- en milieutechniek van fysieke infrastructuur, waterkeringen en watersystemen, en de grondstoffenvoorziening voor de bouw, inclusief de milieuaspecten.

Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Rijkswaterstaat
Postadres: Postbus 5044
2600 GA Delft
Bezoekadres: Van der Burghweg 1
telefoon: (015) 251 83 08
telefax: (015) 251 85 55
E-mail: dwwmail@dww.rws.minvenw.nl
Internet: www.minvenw.nl/rws/dww/home/
intranet: www.venwnet.minvenw.nl/rws/dww/home/

Publicatienummer: DWW-2002-004