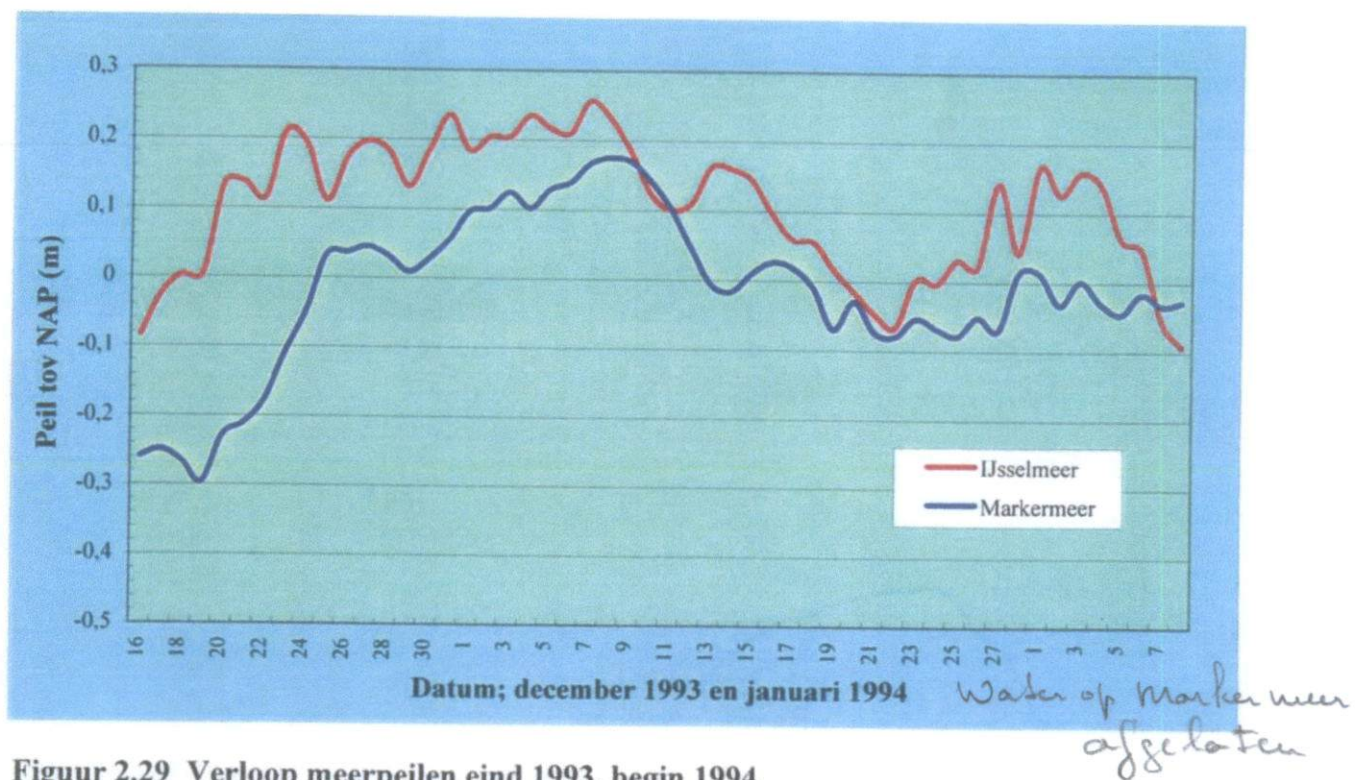
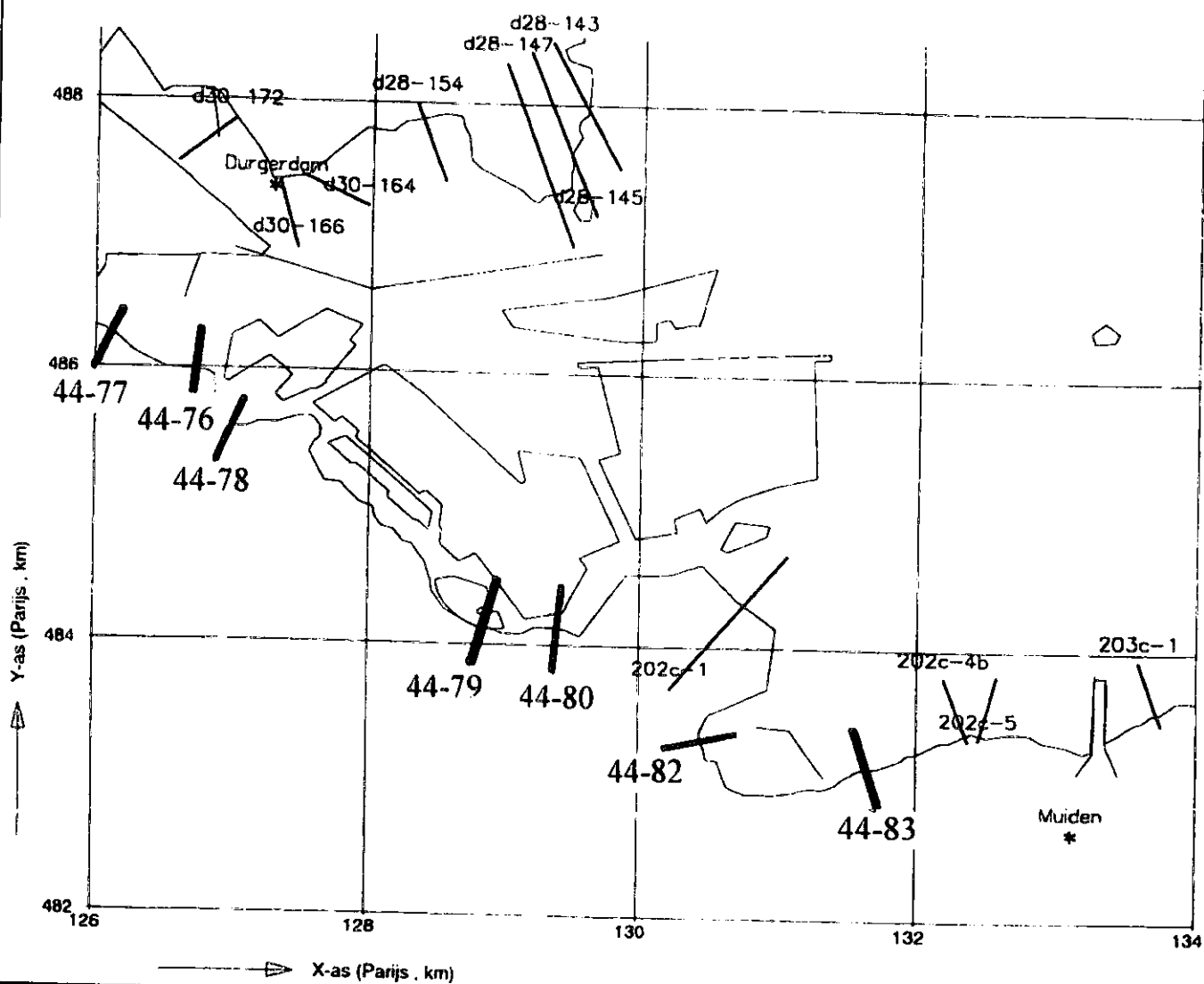


Figuur 2.28 Verloop meerpeilen oktober en november 1998



Figuur 2.29 Verloop meerpeilen eind 1993, begin 1994



Ligging en orientatie dijklocaties
met nieuwe locaties voor vergelijking dijkprofielen

Schaal 1 : 50.000

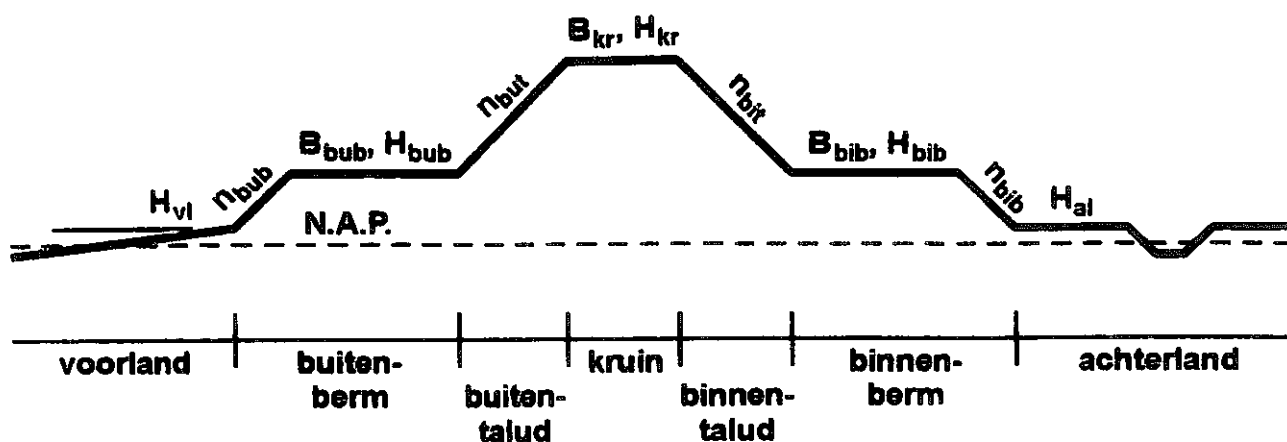
WL I delft hydraulics

H3211

Fig. 3.1

Meerzijde

Landzijde



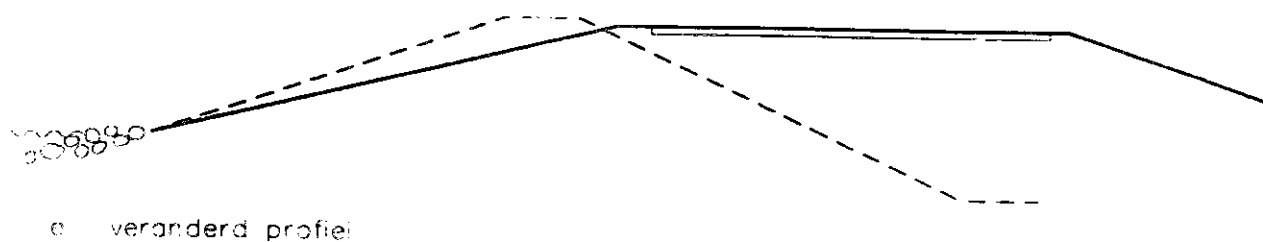
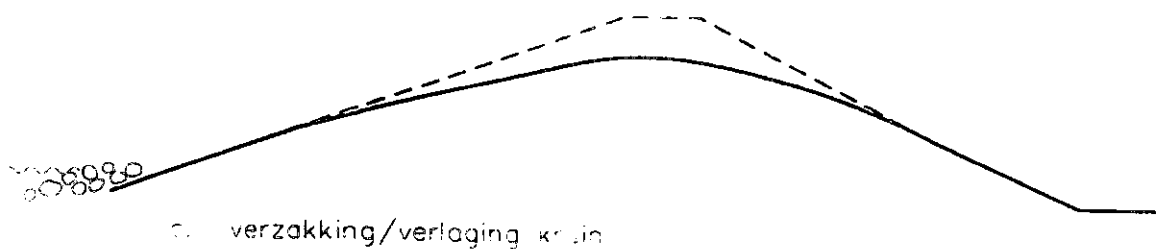
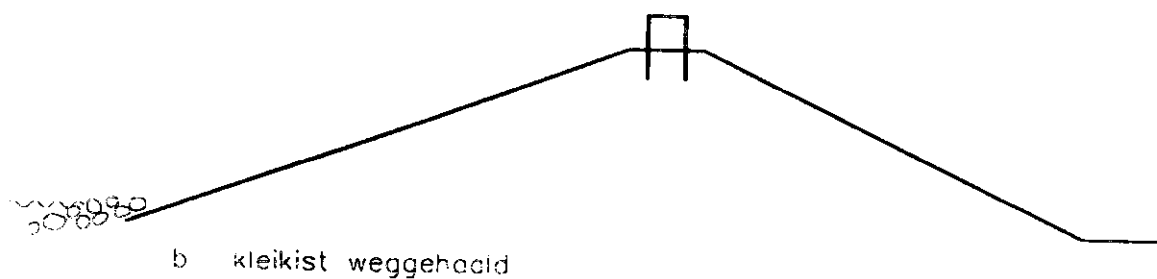
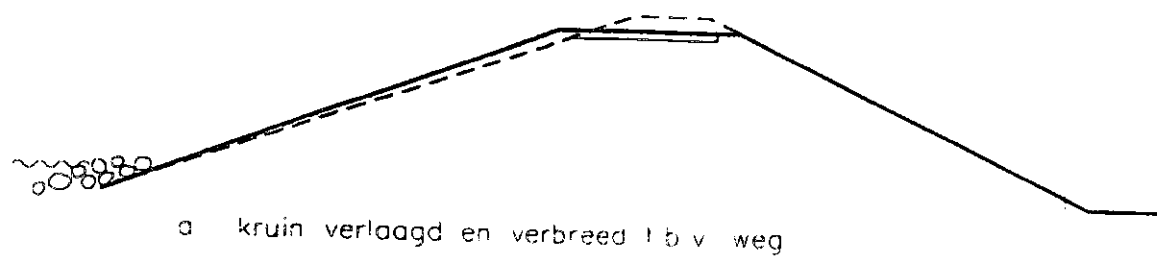
Legenda

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

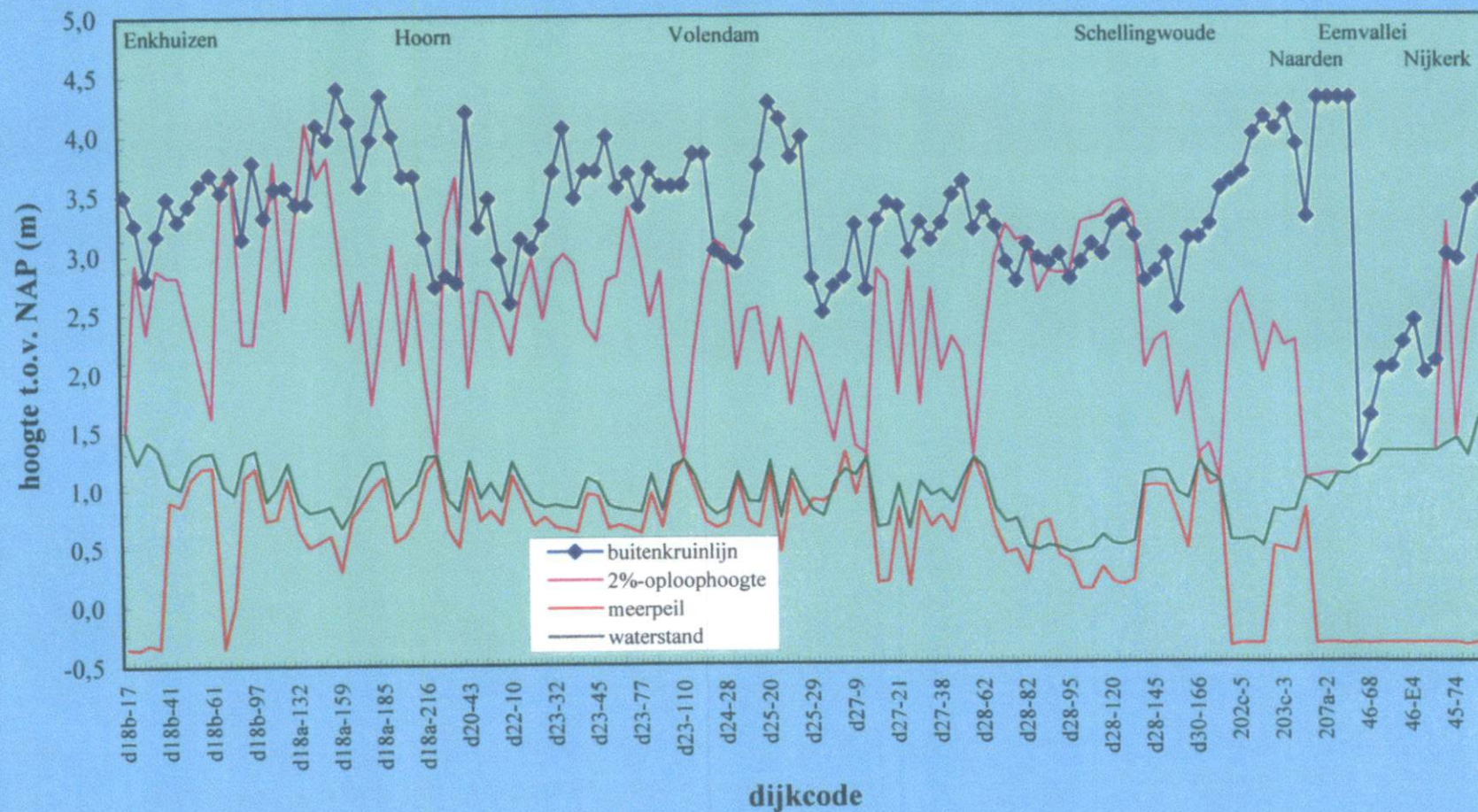
in tabellen 3.1 en 3.2

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%-golfoploophoogte. Hoge meerpeilstatistiek. Vergelijking met bestaande kruinhoogte. Meerpeil en waterstand horend bij het ontwerppunt.



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

Katwouderzeedijk:

- bestek en voorwaarden dichten doorbraken, 1916
 - * situatietekening
 - * dwarsprofielen binnenteen (2 ongenummerde bladen)
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk, 1916
 - * situatietekeningen deelgebieden met verzwaring (blad 1)
 - * dwarsprofielen met verzwaring (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 verzwaring en boringen (blad 1)
 - * dwarsprofiel met verzwaring (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 verzwarend (blad 1)
 - * dwarsprofielen met verzwarend (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 verzwarend
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk (dp 17¹⁵⁰ t/m dp 22⁴⁰⁰), 1918
 - * dwarsprofielen met verzwarend (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 verzwarend (blad 1 t/m 4)
 - * situatietekening deelgebied (blad 5)
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk (dp 28³⁵⁰ t/m dp 30¹⁹⁰), 1919
 - * situatietekening met verzwarend (blad 1)
 - * dwarsprofielen met verzwarend (blad 2 t/m 6)
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk (dp 30¹⁹⁰ t/m dp 31¹⁷⁵), 1918
 - * situatietekening met verzwarend (blad 3)
 - * dwarsprofielen met verzwarend (blad 1 en 2)
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk (dp 30¹⁹⁵ t/m dp 31¹¹²), 1921
 - * situatietekening met verzwarend (blad 1)
 - * dwarsprofielen met verzwarend (blad 2)
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk (dp 31¹⁵⁰ t/m dp 35¹⁰⁰), 1919
 - * situatietekening met verzwarend (blad 1)
 - * dwarsprofielen met verzwarend (blad 2 t/m 5)
- bestek en voorwaarden verzwaren dijk (dp 35¹⁰⁰ t/m dp 35³⁵⁰), 1919
 - * situatietekening met verzwarend (blad 1)
 - * dwarsprofielen met verzwarend (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 kwellingte 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.



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

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/achterloopsheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	?	?	
		18k8 de Spuiter	Inlaatduiker	Onzekerheid m.b.t. onder/achterloopsheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	f 0	f 18.000	afmeting: 0,75 x 1,00 m
		18k9	Inlaatduiker	Onzekerheid m.b.t. onder/achterloopsheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	f 0	f 6.000	Ø 400 mm
		18k10	Inlaatduiker	Onzekerheid m.b.t. onder/achterloopsheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	f 0	f 12.000	Ø 800 mm
		18k16 gemaal Oosterpolder	Uitstroomboker	Onzekerheid m.b.t. onder/achterloopsheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	f 0	f 19.000	Ø 1230 mm
		18k17	Gemaal	Onzekerheid m.b.t. onder/achterloopsheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	f 0	f 20.000	afmeting: 1,30 x 1,30 m
	Westerdijk van Drechterland	20k4 gemaal Westerkogge	Uitstroomboker	Onzekerheid m.b.t. onder/achterloopsheid	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/achterloopsheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	f 0	f 4.000	Ø 250 mm
	Schardam en Keukendijk	22k1 Hornsluis	Uitwateringssluis	Onzekerheid m.b.t. onder/achterloopsheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	f 0	f 104.000	H= +3,68 m en 6,89 m breed
		22k2 Noordersluis te Schardam	Uitwateringssluis	Onzekerheid m.b.t. onder/achterloopsheid	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/achterloopsheid	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
		22k6	coupure	Onzekerheid	Verwijderen en nieuwe plaatsen	f 0	f 500.000	geen damwanden en 5 m breed
	Uitdammerdijk	28k1 afwaterings duiker de Nes	duiker	Onzekerheid m.b.t. onder/achterloopsheid	Kwelscherm/damwand aanbrengen	f 0	f 5.000	Ø 300 mm
14 (AGV)	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	sluisbreedte ca. 6 m, extra kosten i.v.m. voorzieningen t.b.v. aanbrengen deuren kunstwerkbreedte ca. 12 m scherm 12 + (2x15) = 42 m
				Houten deuren in slechte staat (sterk aangetast)	3 Sets deuren vervangen	f 400.000	f 400.000	
				Mogelijk ontbreken van kwelvoorzieningen	Aanbrengen kwelvoorzieningen	f 0	f 126.000	
		2. Diemen-dammersluis	uitwaterings-/keersluis	Gebreken aan de constructie/ (verzakkingen, scheuren, ontbrekende delen, slecht metselwerk)	Herstel constructie, groot onderhoud, herstel vloer en metselwerk	f 200.000	f 400.000	Mogelijk ook verbeteren fundering
				Houten deuren in slechte staat (sterk aangetast)	3 Sets deuren vervangen	f 400.000	f 400.000	
				Mogelijk ontbreken van kwelvoorzieningen	Aanbrengen kwelvoorzieningen	f 0	f 126.000	
		6. Groote Zeesluis te Muiden	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 verdedigingswerken), incl. uitwaterings-sluisje	Mogelijk enige tekortkomingen aan afsluitmiddelen	Verbeteren / vervangen afsluitmiddelen	f 50.000	f 50.000	
		9 t/m 12. 4 duikers tussen Muiderberg en Naarden	afsluitbare duikers	Mogelijk ontbreken van kwelvoorzieningen	Aanbrengen kwelvoorzieningen	f 0	f 240.000	kunstwerkbreedte circa 4 m. scherm per duiker 5 x 4 = 20 m totaal: 4 duikers x 20 m = 80 m
		14. Sluis in de Vesting Naarden	uitwateringssluys / inundatiesluys	Mogelijk gebreken aan de constructie/ het metselwerk Mogelijk onvoldoende afsluitmiddelen of in slechte staat Mogelijk ontbreken van kwelvoorzieningen	Renoveren constructie Aanbrengen / vervangen deuren / afsluitmiddelen Aanbrengen kwelvoorzieningen	f 0 f 0 f 0	f 300.000 f 250.000 f 120.000	kunstwerkbreedte ca. 10 m scherm 10 + (2x15) = 40 m *1 = onvoldoende gegevens voor betrouwbare kostenschatting van benodigde maatregelen
		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 verzwarende in gracht)	f 0	*1	
44 (RWS)	---							
45 (V&E)	Arkemheense Zeedijk	Duiker naast Arkersluis	Inlaatduiker	Aanwezigheid schermen onbekend Puntdeuren in slechte staat	Kwelschermen aanbrengen Puntdeuren renoveren	f 0,- f 100.000,-	f 75.000,- f 100.000,-	breedte 25 meter breedte 5 meter
		Wielse Sluis	Duiker (uitstroom Nijkerkergemaal)	Twijfel aan functioneren bij hoogwater Aanwezigheid schermen onbekend Nu alleen te sluiten met schotbalken; dit is onvoldoende bedrijfszeker.	Constructie renoveren Kwelschermen aanbrengen Plaatsen keermiddelen	f 0,- f 0,- f 100.000,-	f 100.000,- f 84.000,- f 100.000,-	breedte 28 meter breedte 5.60 meter
		Laakse Duiker	Duiker	Aanwezigheid schermen onbekend Onvoldoende gegevens om constructie afsluitmiddelen te controleren	Kwelschermen aanbrengen Keermiddelen renoveren	f 0,- f 0,-	f 75.000,- f 100.000,-	breedte 25 meter breedte 5 meter
		Oostdijk	Gemaal Veendijk	Uilaatduiker gemaal	Aanwezigheid kwelschermen onbekend	f 0,-	f 15.000,-	breedte 5 meter
	Eemdijk	Diverse coupures	Betonnen coupure	Sponningen en constructie zijn zodanig, dat sluiten niet mogelijk is.	Nieuwe coupure plaatsen	f 100.000,-	f 500.000,-	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,-	f 125.000,-	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,-	f 50.000,-	breedte ± 3 meter
	46 (V&E)	---						
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 Uivaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier

Bij de inventarisatie van de kunstwerken in het gebied van Uivaterende 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,-

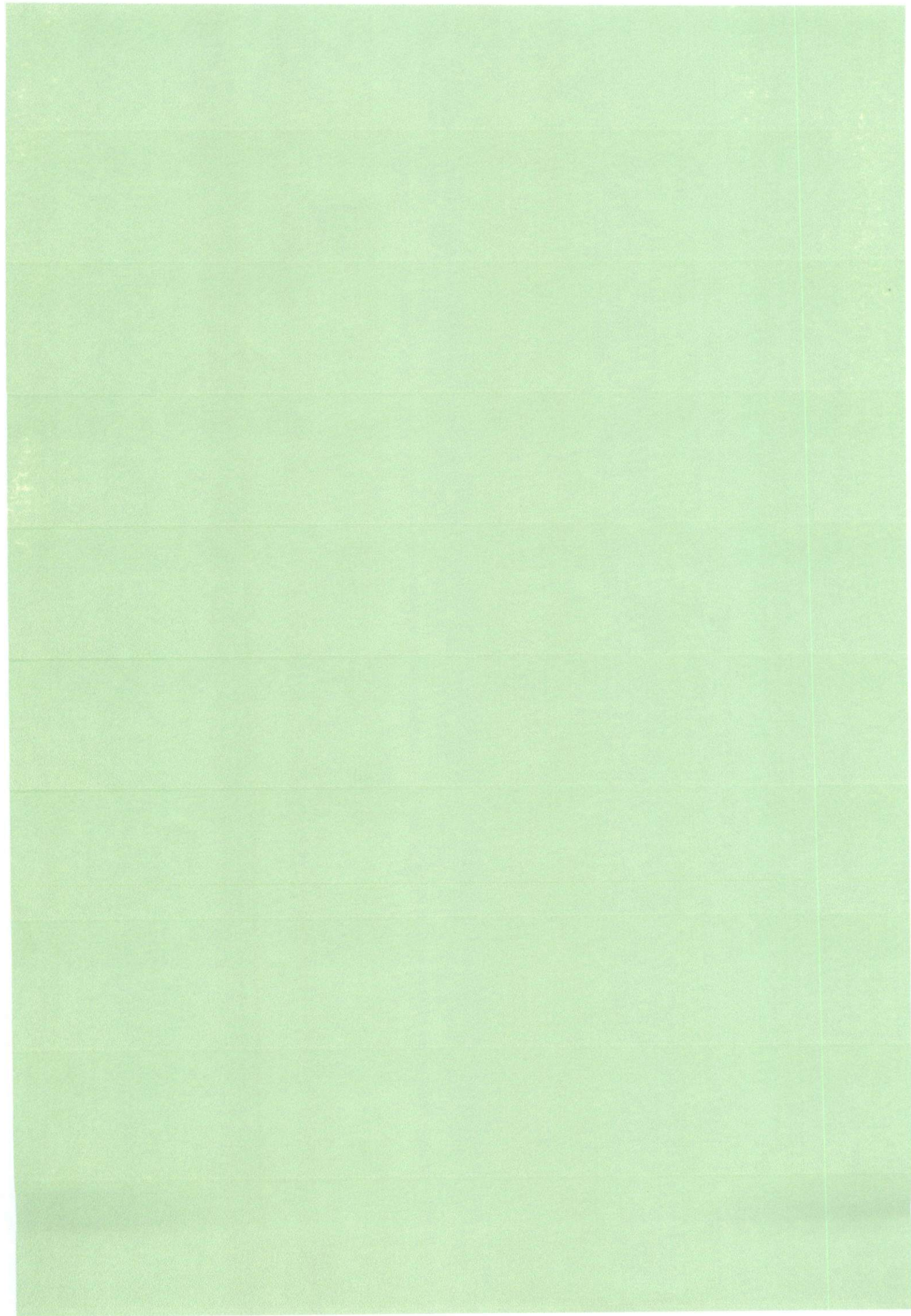
Het gaat hierbij uitdrukkelijk om een eerste schatting. Voor het bepalen van de benodigde werkzaamheden zijn geen berekeningen uitgevoerd. Een dergelijke definitieve toetsing is ook pas mogelijk wanneer de hydraulische randvoorwaarden definitief zijn vastgesteld.

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 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.

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 RDII, 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 naijlt 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 RDII, 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