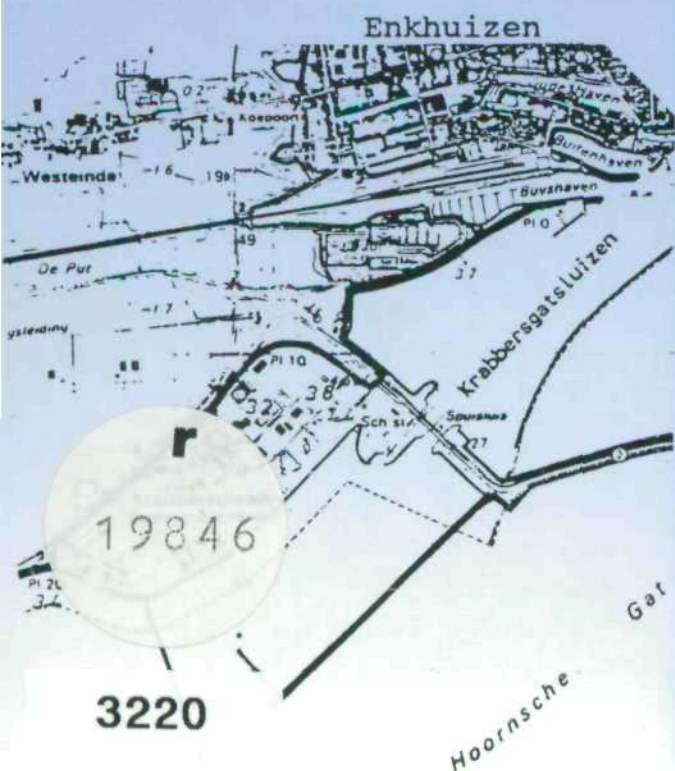


extreme waterstanden en golven
bij de krabbersgatsluizen



3220

notitie nr: 1991 - 5 anp



extreme waterstanden en golven bij de krabbersgatsluizen

auteur: j. s. van vugt

afdeling anp, planstudie natte
infrastructuur en vaarwegen

file : vugt 3
datum : 27 augustus 1991
notitie nr : 1991 - 5 anp

postbus 600
8200 AP Lelystad

smedinghuis
zuidewagenplein 2
tel. (03200) 99111
telex 40115
telefax (03200) 34300



Referaat

Waterstanden en golven bij de Krabbersgatsluizen / J.S. van Vugt;
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Directie
Flevoland- Lelystad: RWS, Fl, 1991.- 12 [16]p.: ill. ; 30 cm. -
(Intern rapport / Directie Flevoland; 1991-5 Anp) Lit.opg.

Voor het uitvoeren van sterkteberekeningen van een nieuw te
bouwen schutsluis bij de Krabbersgatsluizen zijn in deze notitie
de aan te houden extreme waterstanden en golven vermeld. Ook is
aangegeven welke rekenmethode is gebruikt ter bepaling van de
extreme waterstanden en golven.

INHOUD

	Blz.	
0	Samenvatting en conclusie	1
1	Inleiding	3
2	Uitgangspunten	3
	2.1 Veiligheidsnorm IJsselmeerzijde	3
	2.1.1 Notitie Bongaerts-de Muralt	3
	2.1.2 Nota "Veiligheidsnormen dijken IJsselmeer	4
	2.1.3 Zeespiegelrijzing	5
	2.2 Veiligheidsnorm Markermeerzijde	5
	2.3 Uitgangspunten van de berekening	6
3	"Normale" waterstanden bij de sluizen	7
	3.1 Gemiddelde van waterstanden gemeten om 8.00 u en 20.00 u	8
	3.2 Extreme waterstanden uit waarnemingen om het uur	10
4	Maatgevende waterstanden en golven	11
	4.1 Opwaaiing IJsselmeerzijde, afwaaiing Markermeerzijde	11
	4.2 Opwaaiing Markermeerzijde, afwaaiing IJsselmeerzijde	11
5	Literatuur	12

Bijlagen

1	Situatie tekeningen
2	Extreme waterstanden en golven bij de Krabbersgatsluizen

Deze notitie geeft de aan te houden maatgevende waterstanden ter bepaling van de constructie van een tweede schutsluis bij de Krabbersgatsluizen.

Maatgevende waterstanden kunnen berekend worden indien de kans van voorkomen is vastgesteld. Aan de IJsselmeerzijde van de dijk Lelystad-Enkhuizen heeft de directeur-generaal van R.W.S. in 1963 gesteld dat deze dijk bestand moet zijn tegen een "overstromingfrequentie" van 1/10000 per jaar. Uitgaande van deze norm is de maatgevende waterstand aan de IJsselmeerzijde bepaald.

Volgens de nota "Veiligheidsnormen dijken IJsselmeer"[1] is de motie Bongaerts-de Muralt niet van toepassing op de maatgevende waterstand bij de Krabbersgatsluizen. Voor een toelichting zie paragraaf 2.1.2.

Aan de Markermeerzijde zijn tot nu toe geen normen vastgesteld waaraan de hoofdwaterkering om het Markermeer moet voldoen. In de bestuursovereenkomst tussen het Heemraadschap Flevoverwaard en directie Flevoland is echter voor de dijken die door het Markermeer worden bedreigd bepaald dat moet worden uitgegaan van omstandigheden die met een kans van 1/1000 per jaar worden overschreden. Deze kans is ook aangehouden voor de maatgevende waterstand aan de Markermeerzijde van de Krabbersgat- sluisen.

Dit betekent dat voor de bepaling van de constructie van de tweede schutsluis moet worden uitgegaan van een hoogste waterstand aan de:

- IJsselmeerzijde van NAP +1,70 m* en
- Markermeerzijde van NAP +1,50 m*.

Indien de waterstand bij de Krabbersgatsluizen aan de IJsselmeerzijde stijgt tot NAP +1,70 m dan kan uitgaande van een Markermeerpeil van NAP -0,40 m (aanneme) een waterstand aan de Markermeerzijde van de sluis voorkomen van NAP -1,05 m. De significante golfhoogte H_s aan de IJsselmeerzijde van de sluis is dan 0,69 m.

Bij een waterstand van NAP +1,50 m aan de Markermeerzijde van de sluis kan een waterstand aan de IJsselmeerzijde voorkomen van N.A.P.-1,50 m. De significante golfhoogte H_s aan de Markermeerzijde van de sluis is dan 0,90 m.

Stijging van de zeespiegel

De komende eeuw zal de zeespiegel waarschijnlijk meer stijgen dan de afgelopen 100 jaar. Een redelijke aanname lijkt volgens de dienst Getijdewateren 0,60 m per eeuw.

Bij een aanname dat:

- over 50 à 60jaar een gemaal wordt gesticht aan de Afsluitdijk om te voorkomen dat het IJsselmeerpeil te ver oploopt en
- het IJsselmeerpeil voor 60% de zeespiegelrijzing volgt,

zal het IJsselmeer/Markermeerpeil na 50 jaar met $\pm 0,20$ m gestegen zijn.

Aan te houden maatgevende waterstanden voor de constructie van de 2^e Krabbersgatschutsluis.

IJsselmeerzijde, een waterstand van NAP +1,90 m, aan de Markermeerzijde kan in dat geval een waterstand voorkomen van NAP -0,85 m. De significante golfhoogte Hs aan de IJsselmeerzijde van de sluis is dan 0,69 m.

Markermeerzijde, een waterstand van NAP +1,70 m aan de IJsselmeerzijde kan in dat geval een waterstand voorkomen van NAP -1,30 m. De significante golfhoogte Hs aan de Markermeerzijde van de sluis is dan 0,90 m.

Het wordt echter ook mogelijk geacht dat de constructie van de tweede schutsluis moet voldoen aan hydraulische omstandigheden met een kans van voorkomen van 1/4000 per jaar en een situatie met een Markerwaard. De maatgevende hydraulische omstandigheden voor deze situaties zijn daarom vermeld in bijlage 2.

- * Bij de bepaling van de vereiste dijkhoogte worden in verband met mogelijke rekenonnauwkeurigheid en mogelijke buioscillaties genoemde waterstanden met 0,5 m verhoogd (indien de golfhoogte te verwaarlozen is).

1 INLEIDING

Bij de Krabbersgatsluizen kunnen extreme waterstanden voorkomen als gevolg van opwaaiing op het IJsselmeer en Markermeer. Theoretisch zou een hoge waterstand bij de Krabbersgatsluizen ook mogelijk zijn als gevolg van een doorbraak in de Afsluitdijk.

Ter bepaling van de constructie van een mogelijk te bouwen tweede schutsluis bij de Krabbersgatsluizen is in paragraaf 2 een toelichting gegeven over de aangehouden veiligheidsnorm ten aanzien van extreme waterstanden en golven.

In paragraaf 3 zijn de "normale" waterstanden genoemd aan weerszijden van de sluisen en in paragraaf 4 is dan vermeld hoe deze extreme waterstanden zijn berekend. Paragraaf 0 geeft een overzicht van extreme waterstanden en golven gedurende maatgevende hydraulische situaties aan weerszijden van de sluisen.

2 UITGANGSPUNTEN

Onder de punten 2.1 en 2.2 zijn de aan te houden veiligheidsnormen genoemd voor de IJsselmeerzijde en de Markermeerzijde van de sluis en onder punt 2.3 de uitgangspunten voor de berekeningen ter bepaling van maatgevende waterstanden en golfhoogten.

2.1 Veiligheidsnorm IJsselmeerzijde

De IJsselmeerzijde van de sluis moet aan twee veiligheidsnormen voldoen. De eerste norm stelt de motie Bongaerts-de Muralt, zie paragraaf 2.1.1 en de tweede norm is genoemd in de nota "De veiligheid van de IJsselmeerdijk van de Markerwaard" zie paragraaf 2.1.2.

2.1.1 Motie Bongaerts-de Muralt

De essentie van de motie Bongaerts-de Muralt is dat de dijken van alle inpolderingen zodanige afmetingen zullen verkrijgen, dat zij in staat zullen zijn de te verwachten hoogste stormvloed te keren, wanneer de Afsluitdijk gedurende geruime tijd over grote lengte eventueel is doorgebroken of de sluisen het begeven.

De gedachte van de motie gaat uit van de kwade kans dat

de Afsluitdijk zou kunnen bezwijken. De moeilijkheid is om de vaag omschreven begrippen als "te verwachten hoogste stormvloeden", "geruime tijd", en "grote lengte" in getallen te vertalen.

De Dienst der Zuiderzeewerken heeft in 1924 een berekening opgesteld naar de invloed van deze motie op de dijk Lelystad-Enkhuizen.

Uitgangspunt in deze berekening is dat een door een voorafgaande storm in de Afsluitdijk geslagen gat zou zijn verwijd tot 400 m en dat daarna een storm zou optreden, gelijk aan die van december 1895.

In dat geval zou bij Enkhuizen aan de IJsselmeerzijde een waterstand voorkomen van NAP +2,50 m.

2.1.2 Nota "Veiligheidsnormen dijken IJsselmeer"

Volgens de nota "Veiligheidsnormen dijken IJsselmeer" [1] stemt de directeur-generaal van Rijkswaterstaat op 22 november 1963 in met de keuze om bij de bepaling van de hoogte van de noordelijke dijk van de Markerwaard (Houtribdijk) uit te gaan van een "overstromingsfrequentie" van 1/10000 per jaar.

De nota "De veiligheid van de IJsselmeerdijk van de Markerwaard" van de toenmalige Dienst der Zuiderzeewerken en geschreven in 1963 [2] stelt dat de motie Bongaerts-de Muralt buiten beschouwing moet blijven. Dit wordt als volgt gemotiveerd:

De kans dat in een bepaalde winter de Afsluitdijk doorbreekt zal hoogstens 1/1000 per jaar zijn. Tijdens deze storm zal de waterstand aan de IJsselmeerzijde van de Krabbersgatsluizen geen extreem hoog niveau bereiken. De kans dat in dezelfde winter na de storm die de doorbraak veroorzaakte in de Afsluitdijk een tweede zware en langdurige stormvloed voorkomt, heeft een kans van hoogstens 1/100 per jaar. De kans op een combinatie moet dus op ongeveer 1/100000 per jaar worden gesteld. En zelfs dit extreme geval zou voor de dijk Enkhuizen-Lelystad minder gevaarlijk zijn dan een minder zeldzame bedreiging vanuit het IJsselmeer (intern geval).

2.1.3

Stijging zeespiegel

Zeer waarschijnlijk lijkt dat de zeespiegel de komende eeuw meer zal stijgen dan de afgelopen 100 jaar. Hoeveel meer is nauwelijks te schatten. Cijfers worden genoemd van 0,50 à 1,50 m per eeuw.

De dienst Getijde wateren van RWS stelt dat een zeespiegelrijzing van 0,60 m per 100 jaar het meest waarschijnlijk is. Hiervan uitgaande en de aanname dat:

- over 50 à 60 jaar eenemaal wordt gesticht aan de Afsluitdijk om te voorkomen dat het IJsselmeerpeil te ver oploopt en
- het IJsselmeerpeil voor 60% de zeespiegelrijzing volgt,

zal het IJsselmeer/Markermeerpeil na 50 jaar met $\pm 0,20$ m gestegen zijn.

2.2

Veiligheidsnorm Markermeerzijde

Voor de dijken rond het Markermeer zijn door het Rijk geen normen vastgesteld waaraan de hoofdwaterkering moet voldoen.

In de bestuursovereenkomst tussen het Heemraadschap Flevoverwaard enerzijds en de directie Flevoland van Rijkswaterstaat anderzijds is vastgelegd dat de dijken van Zuidelijk Flevoland door het Rijk zullen worden afgewerkt op een niveau dat met een kans van 1/1000 per jaar wordt overschreden. Ook deze dijken worden vanuit het Markermeer bedreigd. Het ligt voor de hand deze overschrijdingskansen ook aan te houden voor de Markermeerzijde van de Krabbersgatsluizen.

Het wordt echter ook mogelijk geacht dat de constructie van de tweede sluis moet voldoen aan hydraulische omstandigheden met een kans van voorkomen van 1/4000 per jaar voor zowel de Markermeersituatie als de Markerwaardsituatie. De hydraulische randvoorwaarden zijn daarom ook voor deze omstandigheden berekend. Voor de rekenresultaten zie bijlage 2.

2.3 Uitgangspunten van de berekeningen ter bepaling van de maatgevende waterstanden en golfhoogten.

De berekening heeft tot doel globaal de extreme maatgevende waterstanden en golfhoogten te bepalen waarbij de rekenresultaten die gebruikt worden voor de sterkte berekening van de schutsluis aan de "veilige" kant moeten liggen.

Te nauwkeurig rekenen lijkt weinig zinvol vanwege:

- de korte reeks waterstandsgegevens over IJsselmeer en Markermeer. Een bekende reeks over 14 jaar extrapoleren naar 1000 jaar is een slag in het duister.
- peilbeheersingsmaatregelen zijn ook niet te voorspellen. Waarbij te nauwkeurig rekenen ten aanzien van maatgevende waterstanden een beperking kan vormen voor toekomstig beheer.
- het feit dat mogelijke zeespiegelrijzing een aanzienlijke spreiding veroorzaakt in de rekenresultaten.

Dus uitgaande van de globaal "veilige" benadering is via het rekenmodel Peilof [4] de maatgevende hoogste waterstanden aan weerskanten van de sluis bepaald. Vervolgens is met het rekenmodel nagegaan welke windsnelheid en windrichting een dergelijke opwaaiing kan veroorzaken. De golfhoogte H_s voor de sluis is dan berekend met Bretschneider waarbij de golfontwikkeling in de lengte as van de sluis zonder rekening te houden met de leidammen als meest ongunstige situatie voor de sluisconstructie is aangenomen.

Met de bekende windsnelheid en windrichting is met het rekenmodel Peilof tevens nagegaan welke afwaaiing kan voorkomen aan de luwzijde van de sluis uitgaande van een meerpeil van NAP -0,40 m.

3 "NORMALE" WATERSTANDEN BIJ DE SLUIZEN

Het streefpeil voor zowel Markermeer als IJsselmeer is in de maanden april tot en met september NAP -0,20 m en in de maanden oktober tot en met maart NAP -0,40 m.

In tabel 1 zijn voor de IJsselmeerzijde van de Krabbersgatsluizen de hoogste en laagste waterstanden per jaar en de hoogste en laagste waterstanden per zomerperiode (over de maanden mei t/m sept.) vermeld. Deze waterstanden zijn afgelezen van analoge zelfregistrerende peilschrijvers.

Tabel 1: Waterstanden aan de IJsselmeerzijde van de Krabbersgatsluizen

jaar	Waterstanden per jaar in m. t.o.v. NAP		Waterstanden per zomerperiode* mei t/m sept. in m. t.o.v. NAP	
	hoogste	laagste	hoogste	laagste
1976	+0,12	-0,83	+0,01	-0,44
1977	+0,32	-1,05	+0,11	-0,41
1978	+0,12	-0,70	+0,05	-0,50
1979	+0,15	-0,75	+0,15	-0,50
1980	+0,18	-0,65	+0,05	-0,38
1981	+0,25	-0,70	+0,03	-0,45
1982	+0,16	-0,72	+0,06	-0,40
1983	+0,49	-0,81	+0,13	-0,81
1984	+0,26	-0,56	-0,03	-0,30
1985	+0,07	-0,60	+0,04	-0,43
1986	+0,49	-0,76	+0,09	-0,50
1987	+0,39	-0,97	+0,15	-0,59
1988	+0,33	-0,65	+0,02	-0,63
1989				
1990				

Tabel 2 vermeldt de hoogste en laagste waterstanden aan de Markermeerzijde.

Tabel 2: Waterstanden aan de Markermeerzijde van de Krabbersgatsluizen

jaar	Waterstanden per jaar in m. t.o.v. NAP		Waterstanden per zomerperiode* mei t/m sept. in m. t.o.v. NAP	
	hoogste	laagste	hoogste	laagste
1976	+0,10	-0,66	+0,07	-0,53
1977	+0,34	-0,63	+0,10	-0,38
1978	+0,17	-0,75	+0,08	-0,45
1979	+0,20	-0,71	+0,18	-0,71
1980	+0,15	-0,88	+0,04	-0,48
1981	+0,29	-0,79	+0,09	-0,45
1982	+0,30	-0,63	+0,18	-0,47
1983	+0,62	-0,81	+0,62	-0,33
1984	+0,42	-0,70	+0,08	-0,70
1985	+0,14	-0,64	+0,14	-0,38
1986	+0,30	-0,79	+0,22	-0,41
1987	- - -	- - -	- - -	- - -
1988	+0,46	-0,54	+0,20	-0,41
1989				
1990				

Voor de sterkteberekening van de sluisconstructie kan voor de gestelde levensduur van de sluis worden uitgegaan van een continue "standaard" golfbelasting van $H_s = \pm 0,30$ m ten gevolge van wind en scheepvaart.

3.1 Gemiddelde van waterstanden gemeten om 8.00 u en 20.00 u

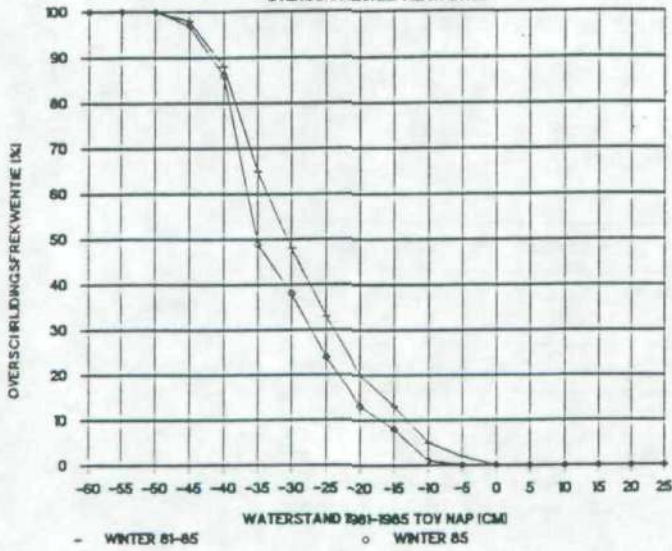
De waterstanden bij de Krabbersgatsluizen worden zowel aan de IJsselmeerzijde als Markermeerzijde twee keer per dag afgelezen, n.l. 's morgens om 8.00 uur en 's avonds om 20.00 uur. Deze hoogste en laagste waterstanden zijn zeer waarschijnlijk niet de hoogste en laagste waterstanden bij de Krabbersgatsluizen gedurende een storm.

Uitgaande van deze 8.00 u en 20.00 u waterstanden is in grafiekvorm zie fig. 1 de overschrijdingsfrequentie van waterstanden aan de IJsselmeer- en Markermeerzijde van de Krabbersgatsluizen vermeld. Zo blijkt uit de grafiek dat gedurende de zomerperiode aan de Markermeerzijde 1% van de tijd de waterstand hoger is dan NAP -0,05 m en 99% van de tijd hoger dan NAP -0,30 m.

IJSSELMEERZIJDE

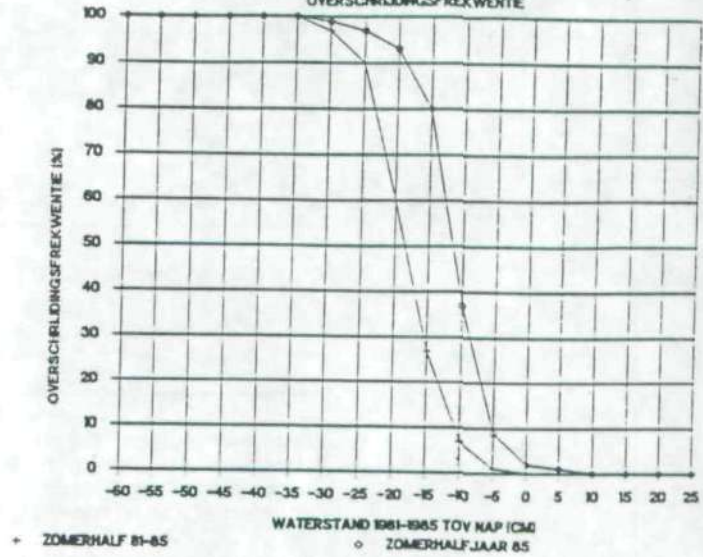
KRABBERSGAT NOORD

OVERSCHRIJDINGSFREKVENTIE



KRABBERSGAT NOORD

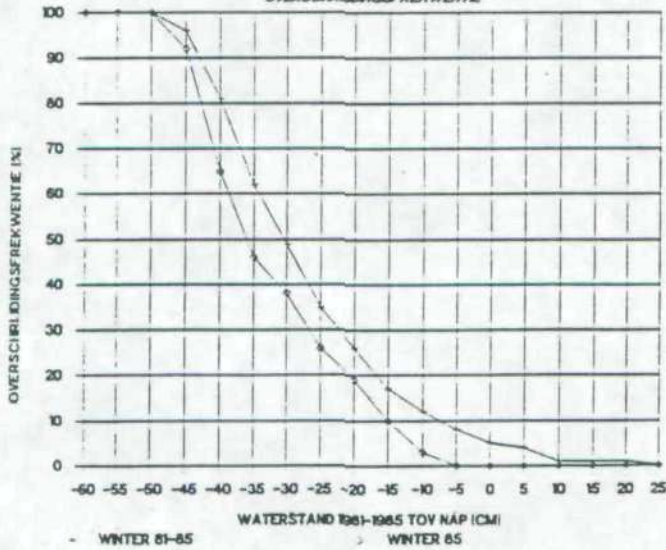
OVERSCHRIJDINGSFREKVENTIE



MARKERMEERZIJDE

KRABBERSGAT ZUID

OVERSCHRIJDINGSFREKVENTIE



KRABBERSGAT ZUID

OVERSCHRIJDINGSFREKVENTIE

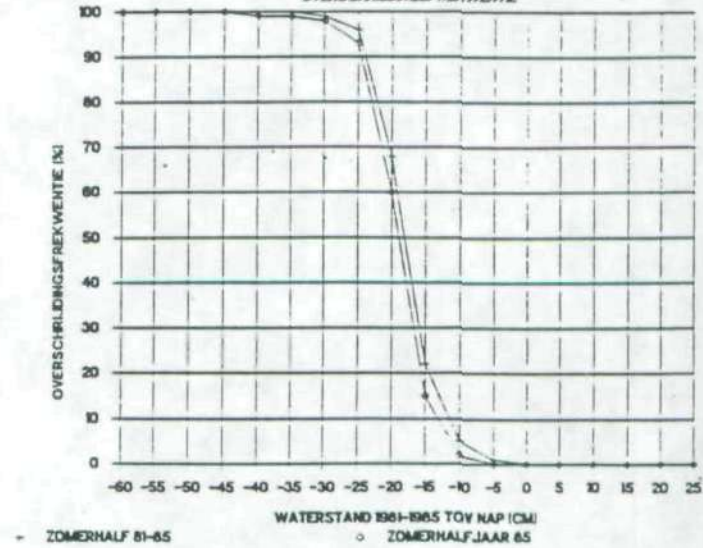


Fig. 1

3.2 Extreme waterstanden uit waarnemingen om het uur

In zowel het buiten- als het binnenhoofd van de huidige schutsluis is een automatische peilschrijver aangebracht. De geregistreeerde waarnemingen om het uur zijn voor de periode 1976 t/m 1990 statistisch bewerkt door de Bouwdienst van RWS. Kenmerkende waterstanden zijn vermeld in tabel 3.

De zomerperiode is gedefinieerd van april t/m september.

Tabel 3: Waterstanden uit waarnemingen om het uur

Kans van voorkomen		Waterstanden in m t.o.v. NAP			
		IJsselmeer		Markermeer	
		jaar	zomer	jaar	zomer
Onderschrijdingsfrequentie	0,1%	-0,55	-0,40	-0,55	-0,40
Onderschrijdingsfrequentie	1%	-0,45	-0,30	-0,45	-0,35
Onderschrijdingsfrequentie	2%	-0,45	-0,25	-0,45	-0,30
Onderschrijdingsfrequentie	10%	-0,40	-0,20	-0,40	-0,25
Overschrijdingsfrequentie	0,1%	+0,25	+0,15	+0,20	+0,15
Overschrijdingsfrequentie	1%	+0,10	0,00	0,00	0,00
Overschrijdingsfrequentie	2%	+0,05	-0,05	-0,05	-0,05
Overschrijdingsfrequentie	10%	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10
Streefpeil 's zomers			-0,20		-0,20
Streefpeil 's winters		-0,40		-0,40	
Hoogst bekende waterstand tot '89		+0,49		+0,62	
Laagst bekende waterstand tot '89		-1,05		-0,88	

4 BEPALING EXTREME WATERSTANDEN EN GOLVEN

Het golfspectrum in de voorhavens is onder maatgevende hydraulische omstandigheden onvoorspelbaar, ten gevolge van interferentie, weerkaatsing en golfoverslag over de leidammen [4]. Voor de tijdsduur van de extreme hydraulische belasting zoals deze onderstaand zijn genoemd kan een periode worden aangehouden van 3 uur. In paragraaf 4.1. is de aan te houden maatgevende waterstand en golven aan de IJsselmeerzijde van de sluis toegelicht en in paragraaf 4.2. aan de Markermeerzijde.

4.1 Opwaaiing aan IJsselmeerzijde en afwaaiing aan de Markermeerkant

Uitgaande van maatgevende omstandigheden met een kans van voorkomen van 1/10000 per jaar zal volgens berekeningen als toegelicht in de nota "Veiligheidsnormen dijken IJsselmeer" [1] een extreme waterstand aan de IJsselmeerzijde van de Krabbersgatsluizen met een kans van 1/10000 per jaar kunnen voorkomen van NAP +1,70 m. Indien deze opwaaiing voorkomt aan de IJsselmeerzijde van de sluis dan kan aan de Markermeerzijde een afwaaiing voorkomen tot NAP -1,05 m. Ter berekening van deze afwaaiing is uitgegaan van een Markermeerpeil van NAP -0,40 m. Voor een toelichting zie bijlage 2. Aan de IJsselmeerzijde van de sluis staat dan een significante golfhoogte H_s van 0,69 m. De maximale golfhoogte (2%) is dan 1,17 m.

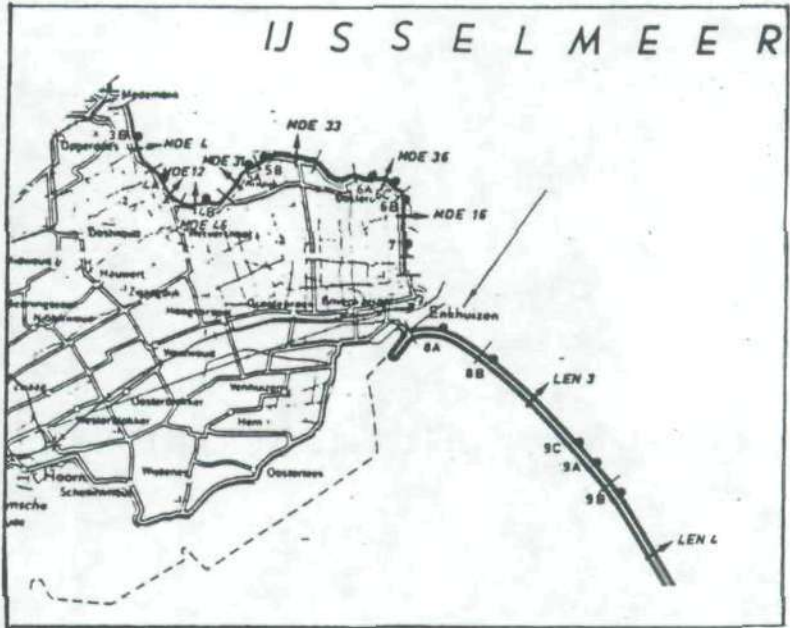
4.2 Opwaaiing aan Markermeerzijde en afwaaiing aan de IJsselmeerkant

Uitgaande van maatgevende omstandigheden met een kans van voorkomen van 1/1000 per jaar zal volgens het rekenmodel Peilof ontwikkeld door RIZA en directie Flevoland een extreme waterstand aan de Markermeerzijde van de Krabbersgatsluizen kunnen voorkomen van NAP +1,50 m. Indien deze opwaaiing voorkomt aan de Markermeerzijde van de sluis dan zal er ook afwaaiing zijn aan de IJsselmeerzijde. Ter berekening van deze afwaaiing is uitgegaan van een IJsselmeerpeil van NAP -0,40 m. Overeenkomstig het gestelde in bijlage 2 zal het IJsselmeer bij de Krabbersgatsluizen maximaal afwaaien tot NAP -1,50 m. De significante golfhoogte H_s aan de Markermeerzijde is dan 0,90 m en de maximale golfhoogte $H_{max} = 1,53$ m.

LITERATUUR

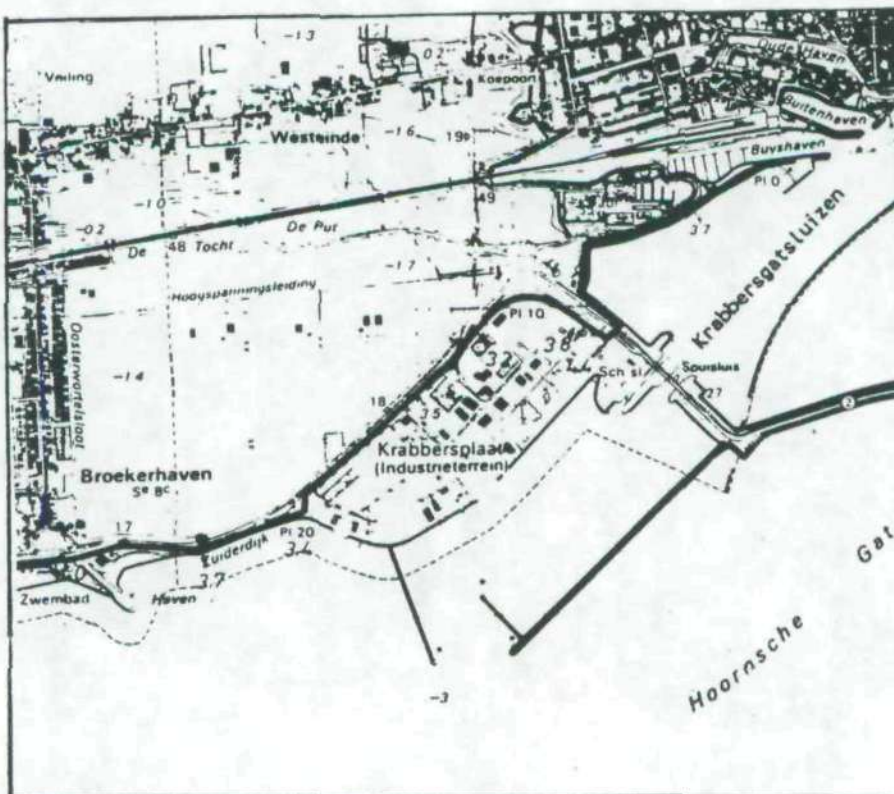
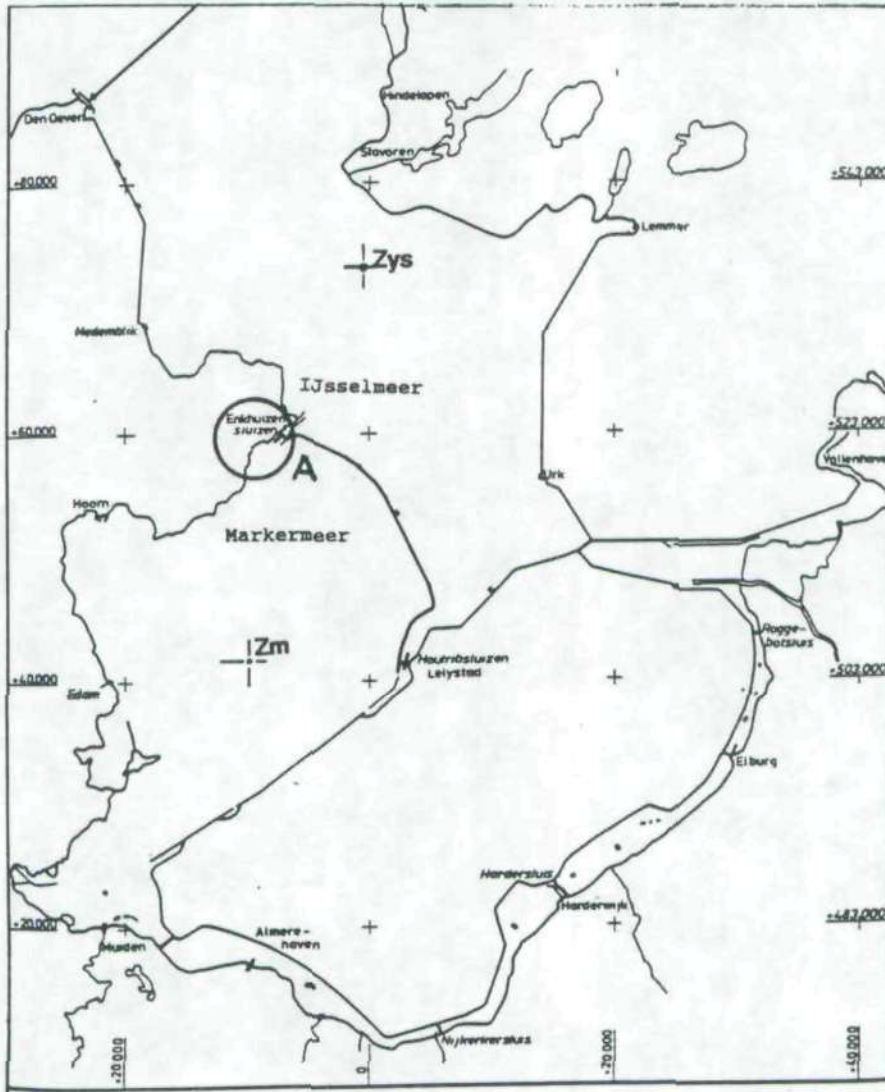
- 1 Veiligheidsnormen dijken IJsselmeer.
Rijkswaterstaat, directie Zuiderzeewerken en
DBW/RIZA 1986
- 2 De veiligheid van de IJsselmeerdijk van de
Markerwaard.
Dienst der Zuiderzeewerken. 1963
- 3 Hydraulische randvoorwaarden dijken Markermeer.
Rijkswaterstaat, DBW/RIZA en directie Flevoland.
- 4 Rekenmodel Peilof, ontwikkeld voor IJsselmeer en
Markermeer. Rijkswaterstaat, DBW/RIZA en directie
Flevoland.

BIJLAGE 1: SITUATIE TEKENINGEN



SITUATIE TEKENING

ZWAARTEPUNTEN IJSSELMEER EN MARKERMEER



DETAIL A

**BIJLAGE 2: EXTREME WATERSTANDEN EN GOLFHOOGTEN
BIJ DE KRABBERSGATSLUIZEN**

EXTREME WATERSTANDEN BIJ DE KRABBERSGATSLUIZEN

1 INLEIDING

Ter bepaling van de maatgevende hydraulische belasting op de sluizen is aan de IJsselmeerzijde uitgegaan van omstandigheden met een kans van voorkomen van 1/10000 per jaar. Aan de Markermeerzijde van de sluizen is de hydraulische belasting berekend voor de bestaande Markermeersituatie, de Markerwaardsituatie en omstandigheden met een kans van voorkomen van 1/1000 en 1/4000 per jaar. Voor zowel de IJssel- als Markermeerzijde van de sluis zijn voor de gestelde maatgevende omstandigheden de hydraulische belasting berekend voor de gevallen M en W.

Geval M is de situatie met een hoog IJsselmeerpeil voor de gestelde kans van voorkomen en een windsnelheid met een kans van voorkomen van 1/10 per jaar.

Geval W is de situatie met een windsnelheid voor de gestelde kans van voorkomen en een IJsselmeerpeil met een kans van voorkomen van 1/10 per jaar.

De zwaarste van beide genoemde belastingen (geval M, geval W), wordt geacht de maatgevende belasting te zijn.

2 IJSSELMEERZIJDE

De maatgevende extreme hoge waterstand bij de Krabbersgatsluizen aan de IJsselmeerzijde is berekend met de relatie:

$$\text{geval M} \quad y = 0,39 \cdot \text{Log } T + 0,145$$

$$\text{geval W} \quad y = 0,19 \cdot \text{Log } T + 0,32$$

waarin:

T = herhalingstijd in jaren [1]

y = waterstand in meters t.o.v. NAP

Genoemde relatie is een van de rekenresultaten van het Peilof rekenmodel voor het IJsselmeer.

Indien T = 10000 jaar dan is voor geval M $y = \text{NAP} + 1,70$ m. en voor geval W $y = \text{NAP} + 1,08$ m. De maatgevende waterstand in belastinggeval M komt voor bij een windsnelheid van 22 m/s uit NO. In dit geval is niet de windsnelheid genomen met een frequentie van 1/10 per jaar maar de windsnelheid waarbij de waterstand een niveau bereikt van NAP +1,70 m. Zie de WAQUA tabellen. De reden is dat de frequenties van waterstanden en windsnelheden uit verschillende richtingen bij elkaar moeten worden opgeteld.

De golfhoogte bij de sluizen is ten gevolge van de aanwezigheid van leidammen niet afhankelijk gesteld van de golfvorming op het IJsselmeer maar van de golfontwikkeling in de voorhaven. Voor de maatgevende significante golfontwikkeling voor de sluizen is aangehouden de maximale strijklengte in de lengte as van de sluis van 1000 m.

Bij wind van 22 m/s uit NO richting ontstaat er aan de Markermeerzijde afwaaiing. Bij een aanname dat het peil op het Markermeer circa NAP -0,40 m bedraagt en zeer veel achterblijft bij die van het IJsselmeer (geval M) is de waterstand bij de Krabbersgatsluizen hoger dan NAP -1,05 m.

Bij een windsnelheid van 26 m/s uit NO richting zal voor belastinggeval W het Markermeer afwaaien to NAP -1,60 m. In tabel B1. zijn de waterstanden berekend volgens het rekenmodel Peilof. De golfhoogten zijn berekend volgens methode Bretschneider. Uitgangspunt zijn extreme hydraulische omstandigheden aan de IJsselmeerzijde van de sluis met een kans van voorkomen van 1/10000 per jaar.

Tabel B1: Extreme waterstanden Ws en golfhoogten bij de Krabbersgatsluizen.

Kans van voorkomen 1/10000 per jaar, windrichting NO									
Belasting geval	IJsselmeer							Markermeer	
	Ws in m. t.o.v. NAP	water- diepte in m.	wind- snel- heid in m/s	golven				waterstand in m t.o.v. NAP	
				strijk- lengte in m.	Hs in m	Tp in s	Lo in m	zonder M.waard	met M.waard
M	+1,70	6,5	22	1000	0,69	2,2	7,7	-1,05	-1,10
W	+1,08	5,9	26	1000	0,83	2,4	9,2	-1,60	-1,60

Over een periode van 50 jaar wordt het waarschijnlijk geacht dat het IJsselmeer/Markermeerpeil met 0,20 m toeneemt t.g.v. een stijging van de zeespiegel met 0,30 m. In tabel Bla zijn dan de maatgevende waterstanden en golfhoogten voor de Krabbersgatsluizen vermeld indien na een periode van 50 jaar de IJsselmeer/ Markermeerpeilen met 0,20 m zijn gestegen.

Tabel B1a: Extreme waterstanden Ws en golfhoogten Hs bij de Krabbersgatsluizen.
 Anno 2040, na een extra zeespiegelrijzing van 0,30m.
 Kans van voorkomen 1/10000 per jaar, windrichting NO.

Belasting geval	IJsselmeer							Markermeer	
	Ws in m. t.o.v. NAP	water- diepte in m.	wind snel- heid in m/s	golven				waterstand in m t.o.v. NAP	
				strijk- lengte in m.	Hs in m	Tp in s	Lp in m	zonder M.waard	met M.waard
M	+1,90	6,7	22	1000	0,69	2,2	7,7	-0,85	-0,90
W	+1,28	6,1	26	1000	0,83	2,4	9,2	-1,40	-1,40

3 MARKERMEERZIJDE

Aan de Markermeerzijde van de sluis zijn, ter bepaling van de extreme hydraulische situaties berekeningen uitgevoerd voor de bestaande Markermeersituatie en de situatie dat er een Markerwaard volgens de "Verkenningen variant" wordt aangelegd.

3.1 Markermeerzijde van de sluis, bestaande situatie.

De maatgevende hoge waterstand bij de Krabbersgatsluis is voor de Markermeersituatie bepaald met de relatie:

$$\text{geval M} \quad y = 0,30 \cdot \text{Log } T + 0,42$$

$$\text{geval W} \quad y = 0,338x \cdot \text{Log } T + 0,49 \quad [3]$$

waarin :

T = herhalingsstijd in jaren

y = waterstand in meter t.o.v. NAP

Indien $T = 1000$ jaar dan is voor geval M $y = \text{NAP} + 1,32$ m en voor geval W $y = \text{NAP} + 1,50$ m. Deze waterstanden komen aan de Markermeerzijde van de sluizen voor bij een windsnelheid van 19 resp. 28 m/s uit ZW richting.

In geval M is de significante golfhoogte voor de sluis $H_s = 0,58$ m en $H_{\max} = 0,99$ m, voor geval W, $H_s = 0,90$ m en $H_{\max} = 1,53$ m.

Het IJsselmeer kan uitgaande van een peil van $\text{NAP} - 0,40$ m (aanname) bij de sluizen afwaaien tot $\text{NAP} - 1,50$ m.

Een overzicht van waterstanden en golven bij de Krabbersgatsluizen voor extreme hydraulische omstandigheden met een kans van voorkomen van 1/1000 per jaar geeft tabel B2 en B2a.

Tabel B2: Extreme waterstanden W_s en golfhoogten H_s bij de Krabbersgatsluizen. Bestaande situatie.

Kans van voorkomen 1/1000 per jaar, windrichting ZW								
Belasting geval	Markermeer							IJsselmeer
	W_s in m. t.o.v. NAP	water- diepte in m.	wind- snel- heid in m/s	golven				W_s in m. t.o.v. NAP
				strijk- lengte in m.	H_s in m	T_p in s	L_o in m	
M	+1,32	6,1	19	1000	0,58	2,0	6,5	-0,70
W	+1,50	6,3	28	1000	0,90	2,5	10	-1,5
Kans van voorkomen 1/4000 per jaar, windrichting ZW								
Belasting geval	Markermeer							IJsselmeer
	W_s in m. t.o.v. NAP	water- diepte in m.	wind- snel- heid in m/s	golven				W_s in m. t.o.v. NAP
				strijk- lengte in m.	H_s in m	T_p in s	L_o in m	
M	+1,50	6,3	22	1000	0,69	2,2	7,7	-0,80
W	+1,71	6,5	31	1000	1,00	2,7	11,2	-1,90

Tabel B2a: Extreme waterstanden Ws en golfhoogten Hs bij de Krabbersgatsluizen. Markermeer situatie. Anno 2040 na een zeespiegelrijzing van 0,30m

Kans van voorkomen 1/1000 per jaar, windrichting ZW.								
Belasting geval	Markermeer						wind- snelh. in m/s	IJsselmeer Ws in m. t.o.v. NAP
	Ws in m. t.o.v. NAP	water- diepte in m.	golven					
			strijk- lengte in m.	Hs in m	Tp in s	Lp in m		
M	+1,52	6,3	1000	0,58	2,0	6,5	19	-0,50
W	+1,70	6,5	1000	0,90	2,5	10,0	28	-1,30
Kans van voorkomen 1/4000 per jaar, windrichting ZW.								
Belasting geval	Markermeer						wind- snelh. in m/s	IJsselmeer Ws in m. t.o.v. NAP
	Ws in m. t.o.v. NAP	water- diepte in m.	golven					
			strijk- lengte in m.	Hs in m	Tp in s	Lp in m		
M	+1,70	6,5	1000	0,69	2,2	7,7	22	-0,60
W	+1,91	6,7	1000	1,00	2,7	11,2	31	-1,70

3.2 Markermeerzijde van de sluis, situatie met Markerwaard

De maatgevende waterstand bij de Krabbersgatsluis is voor de situatie met de Markerwaard via het rekenmodel Peilof bepaald met de relatie:

$$\text{voor geval M} \quad y = 0,35 \cdot \text{Log } T + 0,75$$

$$\text{voor geval W} \quad y = 0,462 \cdot \text{Log } T + 0,80$$

waarin :

T = herhalingstijd in jaren

y = waterstand in meters t.o.v. NAP

Indien T = 1000 jaar dan is voor geval M $y = \text{NAP} + 1,80$ m en voor geval W $y = \text{NAP} + 2,19$ m. Deze waterstanden komen aan de Markermeerzijde bij de sluisen voor bij een windsnelheid van 20 resp. 29 m/s uit ZW. Het IJsselmeer kan uitgaande van een peil van NAP -0,40 m en een kans van voorkomen van 1/1000 per jaar bij de Krabbersgatsluizen in geval M en W afwaaien tot NAP -0,75 m resp. NAP -1,65 m.

Een overzicht van waterstanden en golven bij de Krabbersgatsluizen voor extreme hydraulische omstandigheden met een kans van voorkomen van 1/1000 en 1/4000 per jaar geeft tabel B3.

Tabel B3: Extreme waterstanden Ws en golfhoogten Hs bij de Krabbersgatsluizen. Situatie met Markerwaard

Kans van voorkomen 1/1000 per jaar, windrichting ZW								
Belasting geval	Markerwaardzijde v/d sluis							IJsselmeer
	Ws in m. t.o.v. NAP	water- diepte in m.	wind- snel- heid in m/s	golven				Ws in m. t.o.v. NAP
				strijk- lengte in m.	Hs in m	Tp in s	Lo in m	
M	+1,80	6,6	20	1000	0,62	2,1	6,9	-0,75
W	+2,19	7,0	29	1000	0,93	2,6	10,4	-1,65
Kans van voorkomen 1/4000 per jaar, windrichting ZW								
Belasting geval	Markermeer							IJsselmeer
	Ws in m. t.o.v. NAP	water- diepte in m.	wind- snel- heid in m/s	golven				Ws in m. t.o.v. NAP
				strijk- lengte in m.	Hs in m	Tp in s	Lo in m	
M	+2,01	6,8	22	1000	0,69	2,2	7,7	-0,80
W	+2,46	7,3	31	1000	1,00	2,7	11,2	-1,95

Na een stijging van het IJsselmeer/Markermeerpeil met 0,20 m over een periode van 50 jaar t.g.v. een stijging van de zeespiegel van 0,30 m zijn de waterstanden genoemd in tabel 3a maatgevend.

Tabel B3a: Extreme waterstanden Ws en golfhoogten Hs bij de Krabbersgatsluizen. Situatie met Markerwaard. Anno 2040 na een zeespiegelrijzing van 0,30 m.

Kans van voorkomen 1/1000 per jaar, windrichting ZW.								
Belasting geval	Markermeer						wind- snelh. in m/s	IJsselmeer
	Ws in m. t.o.v. NAP	water- diepte in m.	golven					Ws in m. t.o.v. NAP
			strijk- lengte in m.	Hs in m	Tp in s	Lp in m		
M	+2,00	6,8	1000	0,62	2,1	6,9	20	-0,55
W	+2,39	7,2	1000	0,93	2,6	10,4	29	-1,45
Kans van voorkomen 1/4000 per jaar, windrichting ZW.								
Belasting geval	Markermeer						wind- snelh. in m/s	IJsselmeer
	Ws in m. t.o.v. NAP	water- diepte in m.	golven					Ws in m. t.o.v. NAP
			strijk- lengte in m.	Hs in m	Tp in s	Lp in m		
M	+2,21	7,0	1000	0,69	2,2	7,7	22	-0,60
W	+2,66	7,5	1000	1,00	2,7	11,2	31	-1,75

Aanvulling op de reeds verstrekte gegevens over extreme waterstanden en significante golfhoogten bij de Krabbersgatsluizen.

Voor locatie 8 aan de IJsselmeerzijde van de Houtribdijk bij Enkhuizen en locatie 2 aan de Markermeerzijde, ten Zuiden van de Krabbersgatsluizen zijn in de tabellen B4 en B5 enkele combinaties van waterstanden en significante golfhoogten vermeld met hun kans van voorkomen. De locaties 8 en 2 staan op de bijgevoegde situatietekeningen.

Tabel B4: Extreme waterstanden IJsselmeer

Locatie 8a, peil IJsselmeer NAP +0,28 m normaal 25				
Windrichting	Windsnelheid	Waterstand in m. t.o.v. NAP	Golfhoogte Hs in m.	Kans van voorkomen
0	25	+0,98	1,53	< 1/10000
30	25	+1,00	1,57	< 1/10000
60	25	+0,86	1,43	< 1/10000
90	25	+0,60	1,19	< 1/10000
300	25	+0,46	0,79	± 1/100
330	25	+0,79	1,24	± 1/1000
0	28	+1,21	1,66	< 1/10000
30	28	+1,24	1,73	< 1/10000
60	28	+1,05	1,59	< 1/10000
90	28	+0,71	1,29	< 1/10000
300	28	+0,53	0,86	± 1/1000
330	28	+0,97	1,35	± 1/10000

Tabel B5: Extreme waterstanden Markermeer

Locatie 2, peil Markermeer NAP +0,08 m normaal 162				
Windrichting	Windsnelheid *	Waterstand in m. t.o.v. NAP	Golfhoogte Hs in m.	Kans van voorkomen
120	25	+0,54	1,05	< 1/10000
150	25	+0,95	1,28	< 1/10000
180	25	+1,15	1,33	< 1/10000
210	25	+1,08	1,17	± 1/100
240	25	+0,78	0,85	± 1/50
120	28	+0,69	1,14	< 1/10000
150	28	+1,22	1,43	< 1/10000
180	28	+1,48	1,50	< 1/10000
210	28	+1,40	1,33	± 1/10000
240	28	+1,01	0,96	± 1/500

* Uitgangspunt in de Peilberekeringen is het uurgemiddelde van de windsnelheid.