



Invloed van waterberging in Volkerak-Zoommeer op de boezem van Mark en Vliet

RACHEL VAN WEISSENBRUCH, HKV LIJN IN WATER

RUDOLF VERSTEEG, HKV LIJN IN WATER

NADINE SLOOTJES, RIJKSINSTITUUT VOOR INTEGRAAL ZOETWATERBEHEER EN AFVALWATERBEHANDELING

PIET POLAK, WATERSCHAP BRABANTSE DELTA

In deel 1 van de PKB Ruimte voor de Rivier is het tijdelijk bergen van water op het Volkerak-Zoommeer als maatregel opgenomen in het voorkeursalternatief. Het leidt tot tijdelijke verhoging van de waterstand op het Volkerak-Zoommeer, hetgeen de afvoer van de West-Brabantse rivieren de Mark en de Vliet op het Volkerak-Zoommeer bemoeilijkt. De kans op inzet van het Volkerak-Zoommeer wordt geschat op eens in de 1430 jaar in de huidige situatie en zal zonder andere maatregelen in het gebied in de toekomst toenemen als gevolg van klimaatveranderingen. Het RIZA, Waterschap Brabantse Delta en adviesbureau HKV Lijn in water onderzochten wat de kans is dat piekafvoeren van de Mark en de Vliet samenvallen met waterberging op het Volkerak-Zoommeer. Hierbij is ook gekeken naar de invloed die waterberging op het Volkerak-Zoommeer heeft op het beschermingsniveau in de boezem van de Mark en de Vliet. Uit dit onderzoek blijkt dat in perioden van waterberging op het Volkerak-Zoommeer de afvoerpiek van de Mark en de Vliet veelal gepasseerd is. Door deze maatregel verandert het door het waterschap vastgestelde huidige beschermingsniveau van de Mark- en Vlietboezem (een overstrooming eens in de 50 jaar) enigszins. Wel neemt het risico op wateroverlast rond de Mark en Vliet toe.

Tijdens het onderzoek is geïnventariseerd in hoeverre waterberging op het Volkerak-Zoommeer samenhangt met verhoogde afvoeren op de Mark en de Vliet. Dit is gedaan door middel van een statistische analyse. Hierbij is de correlatie bepaald tussen enerzijds verhoogde afvoeren in de Mark- en Vlietboezem en anderzijds extreme omstandigheden op het benedenrivierengebied, waarbij waterberging op het Volkerak-Zoommeer plaats zou vinden.

Waterberging op het Volkerak-Zoommeer vindt plaats wanneer de stormvloedkeringen in de Nieuwe Waterweg en Hartelkanaal gesloten zijn en een waterstand van NAP +2,60 m op het Hollandsch Diep ter hoogte van de Volkeraksluizen (locatie Rak Noord) is voorspeld. Dat betekent dat de situaties waarin deze waterstand optreedt moeten worden vergeleken met de afvoeren in de Mark- en Vlietboezem. Het is echter niet mogelijk om direct een statistisch verband uit de meetgegevens af te

leiden, omdat de waterstand van NAP +2,60 m bij de Volkeraksluizen in het verleden nog niet is opgetreden. Bovendien is de meetreeks niet representatief voor de huidige situatie door veranderingen in het watersysteem ten gevolge van aanleg van de Deltawerken.

Om uitspraken te doen over de relatie tussen de afvoeren van de Mark en Vliet en waterberging op het Volkerak-Zoommeer is de relatie onderzocht tussen de afvoeren van de Mark en Vliet en de omstandigheden die kunnen leiden tot de waterstand van NAP +2,60 m ter hoogte van de Volkeraksluizen. Deze omstandigheden worden bepaald door de afvoer van de Rijn, de afvoer van de Maas én de zee­waterstand. Hiervan zijn meetgegevens bekend van ongeveer 100 jaar.

Statistische analyse Mark en Vliet

De gemeten afvoeren van de Mark en de Vliet zijn slechts van een korte periode bekend, namelijk van 1988 tot 2003. Deze afvoerreeks is te kort om de beoogde statistische analyse uit te voeren. Daarom is deze reeks verlengd tot een periode van 100 jaar, ongeveer gelijk aan de lengte van de meetreeksen van de zee­water­stand, de Rijnafvoer en de Maasafvoer (zie kader).

Vervolgens is de correlatie bepaald tussen het afvoerverloop van de Mark en de Vliet, gegeven het optreden van een extreme situatie op het benedenrivierengebied, als gevolg van de Maas- en Rijnafvoer en de zee­water­stand. Ter illustratie is in afbeelding 3 de correlatie weergegeven tussen de afvoer van de Mark en

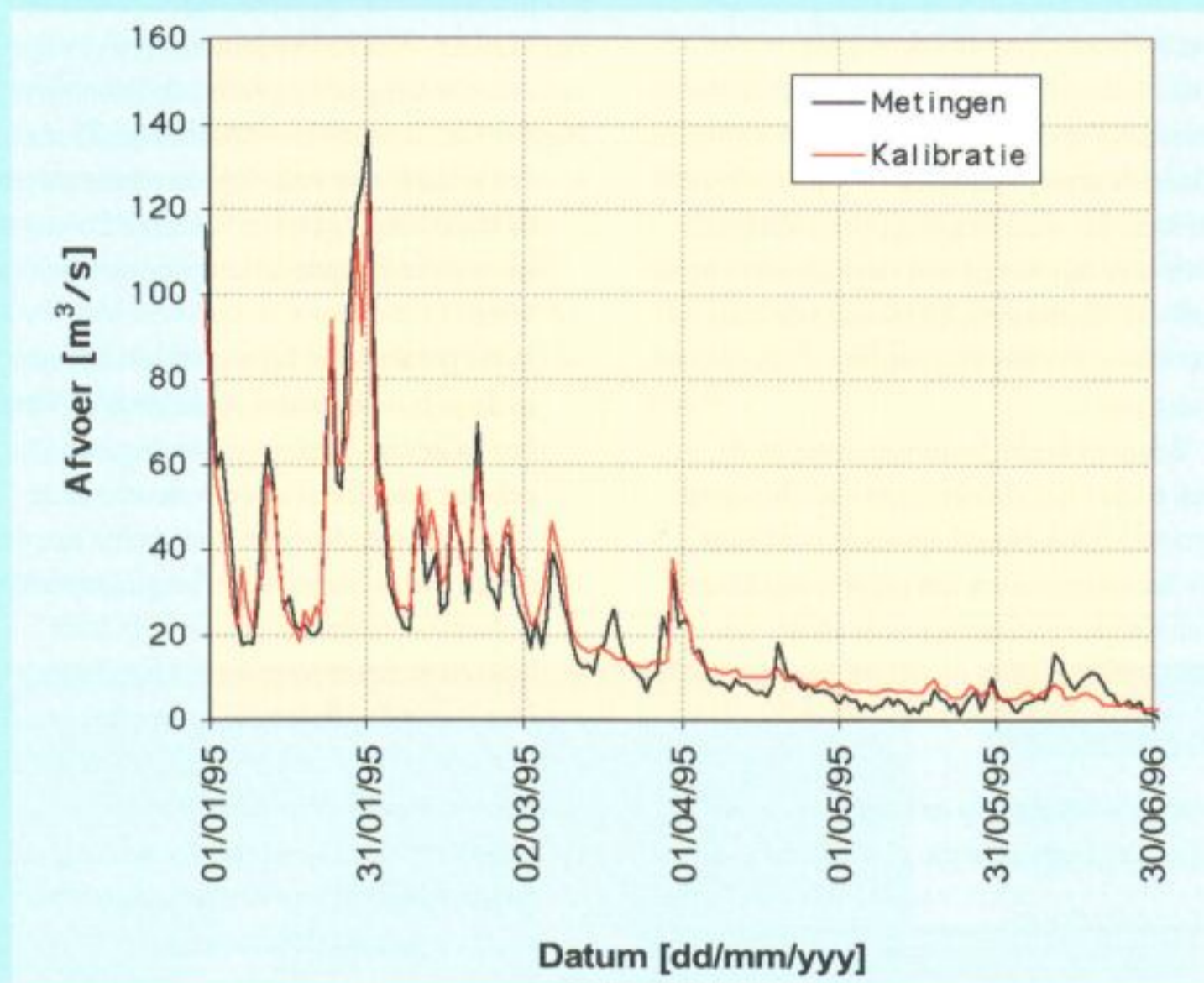
Afb. 1: De ligging van het Volkerak-Zoommeer en de toevoer van de Mark- en Vlietboezem.



Verlengen meetreeks Mark en Vliet

Vanwege de korte afvoerreeds van de Mark en de Vliet (1988 tot 2003) is besloten deze te verlengen met behulp van een met Sacramento²⁾ geschematiseerd model. Het betreft een neerslag-afvoermodel dat uitstekend toepasbaar is voor stroomgebieden waarvan weinig gegevens bekend zijn en waarvoor niet veel meer ruimtelijk detail wordt gevraagd dan de afvoer op enkele locaties. Het model is op geautomatiseerde wijze gekalibreerd met wiskundige optimalisatietechnieken. Hiervoor is een set van gemeten afvoeren van de Mark en Vliet over een periode van 14 jaar gebruikt. Met het model is een langjarige reeks van de afvoeren gegenereerd op basis van historische neerslaggegevens van het KNMI-station Oudenbosch. De gegenereerde afvoerreeds is vervolgens gebruikt in de statistische analyse.

In afbeelding 2 zijn de kalibratieresultaten weergegeven voor het eerste halfjaar van 1995. Uit de modelresultaten blijkt dat de planning en de grootte van de verhoogde afvoeren van het geijkte model goed overeenkomen met de werkelijkheid. Bij de wiskundige kalibratie zijn alle relevante hoogwaterperioden tussen 1988 en 2003 betrokken.



Afb. 2: Kalibratieresultaten Sacramento-model verlenging afvoerreeds Mark en Vliet voor het eerste halfjaar van 1995.

maximale afvoerpiek van de Mark en de Vliet ten opzichte van de maximale afvoerpiek van de Maas weergegeven. Hierbij is rekening gehouden met de looptijd van de Maas van circa vier dagen.

Uit verdere analyse blijkt dat zowel de piekafvoer van de Maas als van de Rijn veelal later valt dan de piekafvoer op de Mark en Vliet. Als de afvoer van de Rijn en de Maas waterberging op het Volkerak-Zoommeer noodzakelijk maken, zal de piekafvoer van de Mark en Vliet veelal gepasseerd zijn of in de uitloop van de afvoergolf zitten.

De correlatie tussen de afvoer van de Mark en Vliet en die van de Rijn en Maas is bovendien erg laag, respectievelijk 0.14 en 0.21. De correlatie met de zeewaterstand is nagenoeg nul (als twee parameters volledig gecorreleerd zijn 1, bij een volledig ongecorreleerde correlatie 0).

Hoewel de correlaties zwak zijn, blijkt uit de analyse dat de afvoeren op de Mark en Vliet gedurende perioden waarin de zeewaterstand en de afvoer van de Rijn en Maas verhoogd zijn, gemiddeld hoger zijn dan mag worden verwacht op basis van de gehele winterperiode. Het verband is echter niet sterk. Bovendien is dit verband niet gerelateerd aan de stremmingsduur: de periode waarin het Volkerak-Zoommeer wordt ingezet en er niet geloosd kan worden door de Mark- en Vlietboezem. Daarom is een verfijning van de analyse uitgevoerd waarbij wel rekening is gehouden met de stremmingsduur. Dit is van belang, omdat de wateroverlast niet alleen wordt bepaald door het moment en de hoogte van de piekafvoer van de Mark en de Vliet, maar ook door de duur van de stremming.

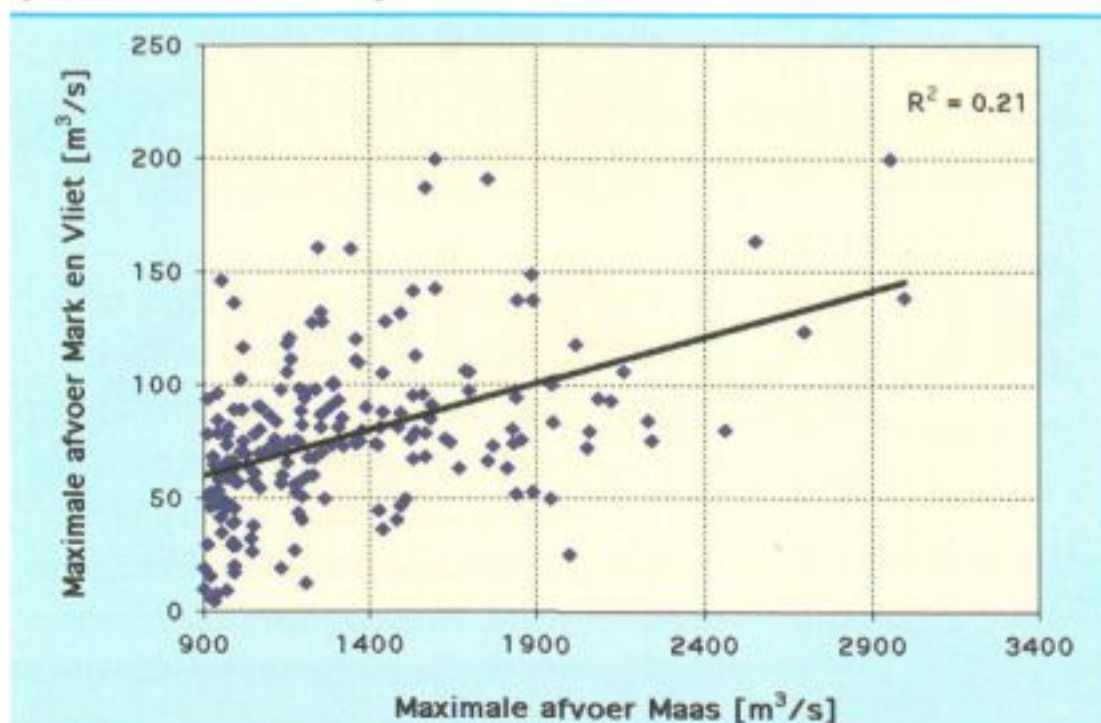
Om een idee te krijgen van de invloed van de stremmingsduur op het samenvallen van maatgevende gebeurtenissen op het benedenrivierengebied en de afvoer van de Mark en Vliet is een verfijning van de statistische analy-

de Vliet én de Maasafvoer. Hierbij zijn de maximale afvoeren van beide rivieren geselecteerd uit de periode van tien dagen voor en tien

dagen na de maximale Maasafvoer te Borgharen.

In afbeelding 4 is het moment van de

Afb. 3: Correlatie Maasafvoer en Mark en Vliet.



Afb. 4: Moment van de afvoerpiek Mark en Vliet ten opzichte van de afvoerpiek van de Maas te Borgharen.



se uitgevoerd. De stremmingsduur is afhankelijk van het begin- en eindtijdstip van waterberging op het Volkerak-Zoommeer. Het begintijdstip van de inzet is afhankelijk van de voorspeltijd van de extreme gebeurtenis. Voor de zeewaterstand is dit zes uur, voor de Rijn- en Maasafvoer de looptijd van twee respectievelijk vier dagen. Het eindtijdstip van de inzet hangt af van de vultijd en de leeglooptijd van het Volkerak-Zoommeer. Voor de leeglooptijd worden een langzame en een snelle variant onderscheiden¹⁾. Met behulp van deze gegevens is voor de drie parameters (Maasafvoer, Rijnafvoer en zeewaterstand) het tijdsvenster rond de extreme gebeurtenis van de parameter bepaald waarbij inzet van het Volkerak-Zoommeer plaatsvindt. Dit is zowel voor de langzame als de snelle leeglooptijd van het Volkerak-Zoommeer gedaan. Vervolgens zijn de afvoeren van de Mark en Vliet in deze tijdvensters geanalyseerd. Uit deze verfijnde analyse blijkt, dat bij beschouwing van de stremmingsduur, het verband tussen enerzijds de afvoer op de Mark en Vliet en anderzijds een verhoogde zeewaterstand, Rijn- en Maasafvoer, hetzelfde beeld geeft als in het geval waarbij geen rekening is gehouden met de stremmingsduur. Van een sterkere correlatie is geen sprake. Wel blijkt uit deze analyse dat, gelet op de stremmingsduur, de kans op een verhoogde afvoer op de Mark- en Vlietboezem groter is bij een piekafvoer op de Maas.

Discussie

Belangrijkste conclusies

Uit het onderzoek volgt de conclusie dat de correlatie tussen enerzijds zeewaterstand, Rijn- en Maasafvoer en anderzijds de afvoer op de Mark en Vliet zwak is. Rekening houdend met de looptijden treedt de topafvoer op de Mark- en Vlietboezem doorgaans al voor de topafvoer van de Rijn en de Maas op. Bij beschouwing van de stremmingsduur blijkt dat de correlatie tussen enerzijds zeewaterstand, Rijn- en Maasafvoer en anderzijds de afvoer op de Mark en Vliet onveranderd blijft en nog steeds zwak is. Wel is de kans op een verhoogde afvoer op de Mark- en Vlietboezem groter bij een piekafvoer op de Maas.

Kans op hoge afvoer Mark en Vliet

Door de zwakke correlatie tussen de zeewaterstand en de afvoer van Maas en Rijn enerzijds en de afvoer van Mark en Vliet anderzijds is de kans dat waterberging op het Volkerak-Zoommeer samenvalt met hoge afvoeren op de Mark- en Vlietboezem kleiner dan de kans op inzet van het Volkerak-Zoommeer van eens in de 1430 jaar¹⁾.

Door het beeld dat de topafvoer op de Mark en de Vliet al doorgaans voor de topwaterstand bij Rak Noord optreedt, is de kans voor het samenvallen van toppen nog kleiner. Uiteindelijk ligt de kans dat de afvoer van Mark en Vliet tijdens de waterstandstop bij De

Volkeraksluizen in de val van een hoogwater zit tussen bovenstaande kansen in.

Invloed op het beschermingsniveau

Waterberging op het Volkerak-Zoommeer heeft invloed op de waterhuishouding op de boezem van Mark en Vliet. Door de waterberging wordt de waterstand op het Volkerak-Zoommeer verhoogd, waardoor de boezem van Mark en Vliet minder of zelfs niet meer kan lozen. Het beschermingsniveau van de Mark- en Vlietboezem van 1/50 jaar kan hierdoor afnemen.

Zonder gedetailleerde analyse kan op voorhand worden aangegeven binnen welke grenzen het beschermingsniveau van de boezem van Mark en Vliet kan veranderen ten gevolge van waterberging op het Volkerak-Zoommeer. Hierbij zijn twee uiterste situaties denkbaar:

- een situatie met volledige correlatie tussen de waterberging op het Volkerak-Zoommeer en verhoogde afvoeren op de Mark en Vliet.

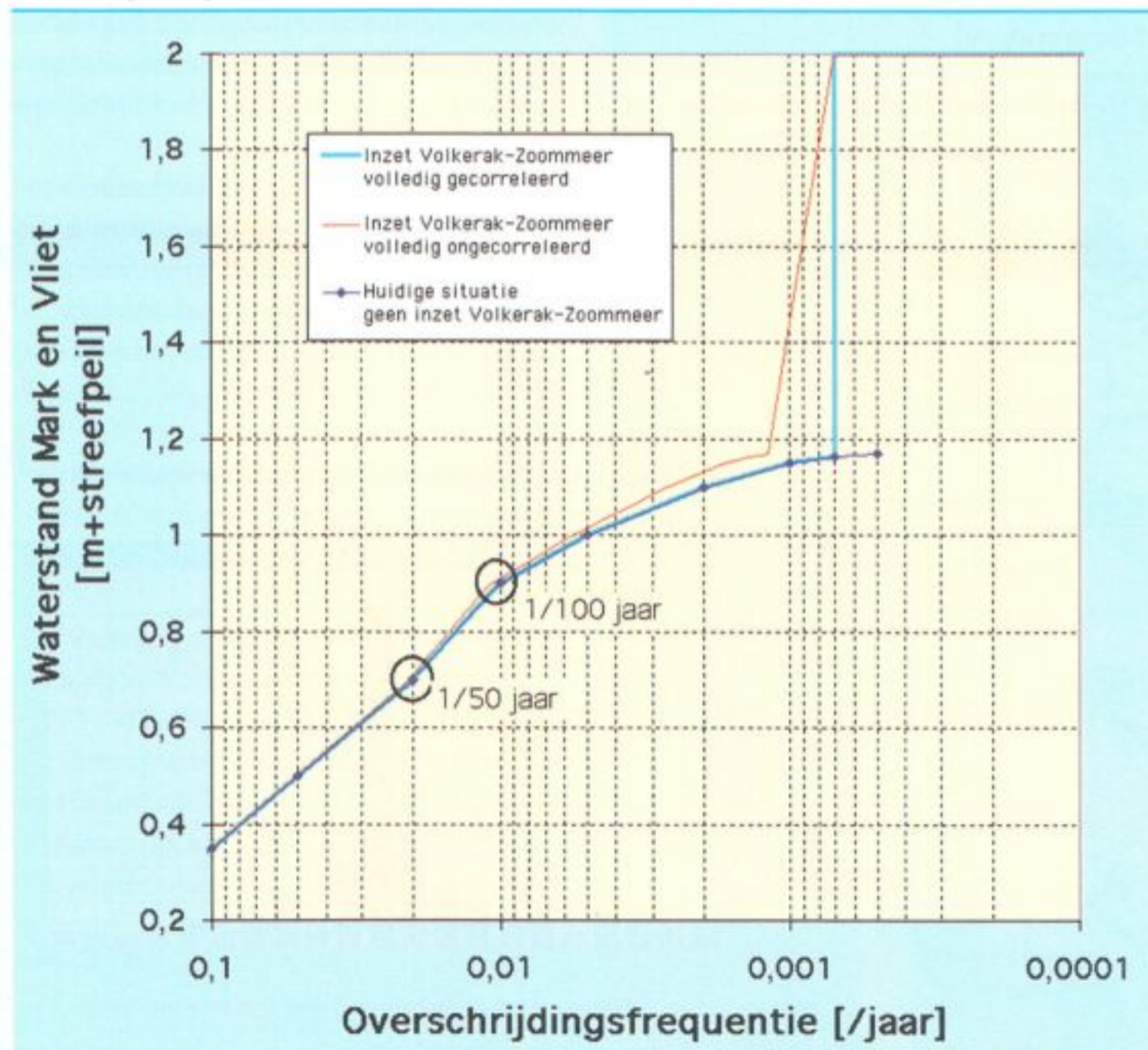
In dit geval wordt, bij een afvoer die eens in de 50 jaar voorkomt op de Mark en Vliet, het Volkerak-Zoommeer niet ingezet. Dit gebeurt pas bij een afvoer van eens in de 1430 jaar op de Mark en Vliet, gelijk aan de frequentie waarmee waterberging op het Volkerak-Zoommeer plaatsvindt. Voor lagere beschermingsniveau's heeft waterberging op het Volkerak-Zoommeer geen invloed op het beschermingsniveau van de boezem van Mark en Vliet;

- een situatie met geen enkele correlatie tussen waterberging op het Volkerak-Zoommeer en verhoogde afvoeren op de Mark en Vliet.

In dit geval bestaat wel een kans dat een afvoer die eens in de 50 jaar voorkomt op de Mark en Vliet gelijktijdig optreedt met waterberging op het Volkerak-Zoommeer. Het kan ook voorkomen dat bij een afvoer die ieder jaar wel eens voorkomt of eens in de tien jaar afvoerproblemen optreden door inzet van het Volkerak-Zoommeer. Het huidige beschermingsniveau van eens in de 50 jaar verandert hierdoor naar maximaal eens in de 48 jaar. Hierbij is ervan uitgegaan dat inzet van het Volkerak-Zoommeer altijd tot een overschrijding van het beschermingsniveau leidt.

Deze twee benaderingen zijn terug te vinden in afbeelding 5. Hierin is de overschrijdingsfrequentie van de waterstand in de huidige situatie uitgezet tegen de situatie met inzet van het Volkerak-Zoommeer, verder onderverdeeld in een volledig gecorrelleerde en ongecorrelleerde situatie. Aangenomen is dat bij waterberging op het Volkerak-Zoommeer de waterstand op de beschouwde locatie in de

Afb. 5: Waterstanden op de Mark en de Vliet waarbij het moment van waterberging op het Volkerak-Zoommeer en een maximale afvoer van Mark en Vliet volledig gecorrelleerd en ongecorrelleerd zijn. De waterstanden zijn fictieve getallen.



Mark- en Vlietboezem direct stijgt tot twee meter boven streefpeil (bovengrensbenadering). In de grafiek is te zien dat bij volledige correlatie de waterstand behorende bij het beschermingsniveau van eens in de 50 of 100 jaar niet verandert. Uitgaande van ongecorrigeerdheid wordt het beschermingsniveau maximaal beïnvloed.

Door de geringe kans dat waterberging op het Volkerak-Zoommeer zal plaatsvinden, is de verhoging van de waterstand behorende bij het beschermingsniveau echter beperkt. Wel kan worden verondersteld dat de waterstanden op de boezem van Mark en Vliet stijgen bij inzet van het Volkerak-Zoommeer. Hierdoor wijzigt de veiligheid van het watersysteem en kunnen de gevolgen in de vorm van bijvoorbeeld inundaties veel groter zijn dan in het geval dat het Volkerak-Zoommeer niet zou worden ingezet. Het risico van wateroverlast rond de Mark en de Vliet kan door waterberging op het Volkerak-Zoommeer behoorlijk toenemen, ondanks de kleine kans van voorkomen. Het is daarom van belang deze risico's in kaart te brengen.

Hoe verder?

De uitgevoerde analyse geeft een eerste idee over de mogelijke consequenties voor de Mark en Vliet van waterberging op het Volkerak-Zoommeer. De analyse kan verder worden gedetailleerd door gebruik te maken van langere tijdseries en informatie over de inzetfrequentie en -strategie van het Volkerak-Zoommeer, zowel in de huidige situatie als in de toekomst. De afvoerreeksen op de Maas, Rijn en het Mark en Vlietwatersysteem kunnen worden verlengd door het genereren van lange (bijvoorbeeld 1000 jaar) neerslag-, temperatuur- en verdampingsreeksen voor de stroomgebieden van de Rijn, de Maas en de Mark- en Vlietboezem. Verder blijkt uit het onderzoek dat waterberging op het Volkerak-Zoommeer een behoorlijke invloed kan hebben op de risico's voor het gebied rond de Mark en de Vliet. De grote risico's worden niet zo zeer bepaald door een grote kans van optreden, maar door de omvang van de gevolgen in de vorm van wateroverlast in het betreffende gebied. Daarom is het van belang om de risicobenadering voor de Mark- en Vlietboezem te kwantificeren. ☁

LITERATUUR

- 1) Sloopjes N. (2005). Hoogwaterberging Volkerak-Zoommeer. Verdiepingslag voor Ruimte voor de Rivier. Projectorganisatie Ruimte voor de Rivier.
- 2) Burnash R., R. Ferral en R. McGuire (1973). A generalized streamflow simulation system - Conceptual modeling for digital computers. Technical Report Joint Federal and State River Forecast Center. National Weather Service and California Department of Water Resources.

advertentie

Zuiver water een bron van voordurende zorg.
Aquador introduceert een nieuw, veelbelovend spoelsysteem voor transport- en distributieleidingen tot DIN 600.



NIUWE SPOELTECHNIEK

Met deze unieke gepatendeerde spoeltechniek worden spoelsnelheden gehaald van 15 mtr./sec., zonder drukverhoging in het leidingnet! Geen "sedimentverplaatsing" in het voortraject en geen ongewenste nagroei van kiemgetallen. Een revolutionair systeem met een bijzonder rendement. Vraag informatie!

AQUADOR
 DESINFECTIE • OXIDATIE • REINIGING

Dorpsweg 130c / 4221 LL Hoogblokland / Postbus 9 / 4240 CA Arkel
 Telefoon (0183) 56 11 99 / info@aquador.nl / www.aquador.nl

PROFS IN DRINKWATERHYGIËNE

De specialist in open telemetrie

Wat is H2gO?

H2gO is een softwarepakket voor de monitoring, besturing en alarmering van uw infrastructuur. H2gO wordt toegepast bij oppervlakte-, grond- en rioolwaterbeheer.

De sterke punten van onze software zijn:

- overal en altijd actuele informatie;
- modulaire opbouw (geen onderdelen die u niet gebruikt);
- hardware onafhankelijk;
- eenvoudig in gebruik en dus tijdbesparend.

Meer weten? Kijk dan op www.h2go.nl of bel 0575 465444.



Winnaar van de Gelderse Innovatie Prijs



I-Real Business Solutions BV

www.i-real.nl