X4 94.04

TAW

Technische Adviescommissie
voor de Waterkeringen

Water tegen de dijk
1993



Blommaart

WATER TEGEN DE DIJK

1993

De toestand van de rivierdijken

tijdens het hoogwater van december 1993

Technische Adviescommissie
voor de Waterkeringen

Delft, maart 1994

Uitgever
Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen,
Delft

Realisatie
Van Hasselt Van Everdingen & Partners,
Den Haag

Fotografie
Alle foto's en illustraties zijn afkomstig van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat met uitzondering van de omslagfoto en de foto's op p. 5, 7, 14, 51, 60, 61 en 69 (Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat), p. 22 en 54 (Polderdistrict Betuwe), p. 23, 47 en 54 (Waterschap Salland), p. 78 (Hoogheemraadschap Krimpenerwaard), p. 17 (Waterschap De Maaskant) en p. 30 en 71 (Hoogheemraadschap Alblasserwaard en Vijfheerenlanden).

Basisgegevens
Waterschappen, Rijkswaterstaat (Directie Gelderland, Directie Limburg, RIZA en de Dienst Weg- en Waterbouwkunde) en het KNMI.

Foto omslag
De Waal bij Winssen ter hoogte van rivierkilometer 894,5.

INHOUD

	Voorwoord	5
	Samenvatting	7
1	**Inleiding**	11
2	**Waterstanden**	13
3	**Opgetreden verschijnselen**	21
	3.1 Beschadiging buitentalud	21
	3.2 Beschadiging binnentalud	25
	3.3 Wellen, zandmeevoerende wellen en piping	27
	3.4 Kwel en verweking	29
	3.5 Overlopen en overslag	32
	3.6 Dierlijke activiteiten	33
	3.7 Kunstwerken, niet waterkerende objecten en uitgekiende ontwerpen	35
4	**Buitendijkse gebieden en beken**	39
5	**Weersomstandigheden**	45
	5.1 Wind	45
	5.2 Neerslag	45
	5.3 Temperatuur	46
6	**Organisatie en communicatie**	47
	6.1 Preventieve maatregelen	47
	6.2 Communicatie	49
	6.3 Kosten	52
7	**Beschouwingen en aanbevelingen**	53
	7.1 Beschouwingen	53
	7.2 Aanbevelingen	55

Bijlagen

1	Opgetreden waterstanden	65
2	Specificering opgetreden verschijnselen	67
3	Weersomstandigheden	80
4	Overzicht geïnterviewde rivierdijkbeheerders	83
5	Stand van zaken rivierdijkversterking	85
6	Begrippenlijst	86

VOORWOORD

Door twee vrijwel samenvallende topafvoeren van de Rijn en Maas heeft zich rondom de kerstdagen van 1993 een extreme hoogwatersituatie voorgedaan. De topafvoer van de Maas betekende een record sinds het begin van de waarnemingen in 1911. De topafvoer van de Rijn werd slechts overtroffen door de afvoeren van 1920 en 1926. Door het hoge water is veel overlast veroorzaakt in het stroomgebied van beide rivieren. De provincie Limburg is door overstromingen getroffen. Ook elders in Europa hebben overstromingen als gevolg van de overvloedige neerslag veel schade veroorzaakt.

Bij het beoordelen van de verschijnselen rondom een hoogwater is het van belang onderscheid te maken tussen bedijkte en onbedijkte gebieden. In de bedijkte gebieden van Nederland dienen de primaire waterkeringen en waterstanden met een kans van voorkomen variërend van 1/1250 per jaar (in het rivierengebied) tot 1/10.000 per jaar (in centraal-Holland) te kunnen keren. De verschillende veiligheidsnormen hebben onder andere te maken met de mogelijke schade tengevolge van overstromingen. Voor het onbedijkte gebied van Nederland zijn dergelijke normen niet vastgesteld. Wel zijn hier vaak kaden aangelegd om de wateroverlast te beperken. Deze kaden hebben dan ook niet de status van primaire waterkering.

Borgharen ligt bij de splitsing van de Maas en het Julianakanaal, net ten noorden van Maastricht. De peilschaal van Borgharen wordt aangehouden als een ijkpunt voor het hoogwater van de Maas. Op 22 december bereikte het Maaswater daar zijn hoogste stand van 45,90 meter boven NAP, terwijl de stand daar normaal ongeveer 6,5 meter lager is. De Maas voerde op dat moment 3120 kubieke meter water per seconde af. Dat is dertien maal de gemiddelde waterafvoer!



Dit hoogwaterverslag van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW) geeft een overzicht van de relevante verschijnselen in het bedijkte gedeelte van Nederland.

De kerende hoogte van de bandijken was in het gehele rivierengebied voldoende om de opgetreden waterstanden te kunnen keren. Een zeer gelukkige omstandigheid hierbij is het uitblijven van sterke wind geweest. Mede hierdoor waren ook vele nog niet versterkte dijken voldoende hoog. Door de duur van het hoogwater en de regenval vlak voor de jaarwisseling, was de berekende stabiliteit van deze dijkvakken in veel gevallen echter niet meer voldoende. Hoewel er geen afschuivingen zijn opgetreden, bieden de nog niet versterkte dijkvakken theoretisch beschouwd een onvoldoende veiligheid. Tijdens dit hoogwater hebben de waterkeringbeheerders (soms op grote schaal) preventieve maatregelen getroffen om gevaarlijke situaties bij niet versterkte dijkvakken te voorkomen. Hierbij is het goed te realiseren dat ruim 700 kilometer rivierdijk nog versterkt moet worden.

De toestand van de reeds versterkte rivierdijken, ruim 800 kilometer, geeft geen aanleiding tot noemenswaardige problemen. Het hoogwater van 1993 lijkt op zich geen aanleiding om het dijkversterkingsprogramma te veranderen, noch qua tempo, noch qua prioriteitstelling, behoudens een beperkt aantal uitzonderingsgevallen, maar bevestigt wel de noodzaak de na de commissie Boertien overeengekomen meerjarenplanning nauwgezet te volgen. De Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen adviseert dan ook het huidige dijkversterkingsprogramma onverwijld uit te voeren en vertragingen te voorkomen.

Dit hoogwaterverslag is vooral gebaseerd op de ervaringen van de waterkeringbeheerders. Om voorliggende rapportage beperkt van omvang te houden, is tevens een uitgebreid rapport met alle achtergrondgegevens opgesteld. Dit achtergrondrapport is eveneens als TAW-publikatie uitgebracht. Ook hebben verschillende waterkeringbeheerders eigen rapportages opgesteld.

Ik wil de beheerders bedanken voor de snelle en efficiënte wijze waarop zij de benodigde gegevens ter beschikking hebben gesteld.

ir. W. van der Kleij
Voorzitter van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen.

's-Gravenhage, 13 maart 1994

SAMENVATTING

In december 1993 zijn in Rijn en Maas extreem hoge waterstanden voorgekomen. Bij Lobith steeg het water tot 16,39 meter boven NAP (25 december), bij Borgharen trad zelfs de hoogste afvoer van deze eeuw op met een bijbehorende waterstand van 45,90 meter boven NAP (22 december). Op de beide rivieren was tegelijkertijd sprake van een topafvoer. Dat kwam bijvoorbeeld bij het voorlaatste hoogwater in 1988 niet voor. Toen was er alleen sprake van een hoge Rijnafvoer. Door deze combinatie van topafvoeren werd van de rivierdijkbeheerders in het land van Maas en Waal in deze periode een zeer grote inspanning vereist.

Het hoogwater heeft in het niet bedijkte gedeelte van Limburg voor veel wateroverlast gezorgd. In het bedijkte gedeelte van de Rijn, Waal, IJssel en Maas, waar zo'n 1500 kilometer dijk ligt, was er geen sprake van overstroming van de bandijken en schade op uitgebreide schaal achter of aan de dijk. Net als tijdens het hoogwater van maart 1988 is dit te danken aan de geringe windkracht en de gunstige windrichting die tijdens het hoogwater voorkwam. Daardoor is er geen golfoploop van betekenis geweest. Evenmin was er sprake van opstuwing vanuit de Noordzee en het IJsselmeer, hetgeen vooral van belang is geweest voor de waterstanden bij Kampen en Dordrecht.



Tolkamer, gemeente Lobith. Dit is ongeveer de plaats waar de Boven-Rijn Nederland instroomt voordat hij zich splitst in het Pannerdensch Kanaal (Neder-Rijn) en Waal. Op 25 december 1993 was de waterstand hier 16,39 meter boven NAP, zo'n 6,5 meter boven het gemiddelde peil. De waterafvoer bedroeg 11.100 kubieke meter per seconde, ongeveer 5 maal de gemiddelde afvoer. De rode deur sluit een doorgang in de dijk af.

De versterkte dijkvakken vragen duidelijk minder zorg van de rivierdijkbeheerder dan de onversterkte vakken , die gezamenlijk nog ongeveer 700 kilometer dijk beslaan. Bij de versterkte dijken kwamen wellen en kwel minder voor. Wanneer het optrad, bleef het verschijnsel beperkt tot overlast, zonder dat het gevaar opleverde voor de stabiliteit van de dijk.

Tijdens de hoogwaterperiode zijn op diverse plaatsen zandmeevoerende wellen tot ontwikkeling gekomen. Door het nemen van maatregelen, zoals afdekken van de wel of het opzetten van het waterpeil zijn gevaarlijke situaties voorkomen. Door de overmatige neerslag in de voorafgaande periode, tijdens het hoogwater (vooral op 30 en 31 december)

en de lange duur van het hoogwater, was er op een aantal plaatsen sprake van veel kwel aan de landzijde van de dijk. Hier trad verweking op van de binnenteen van de dijk. Bovendien traden beken en andere Nederlandse zijriviertjes die deze neerslag moesten afvoeren, buiten hun oevers.



Het afdekken met zanddicht doek en het opkisten met zandzakken zijn effectieve maatregelen om de uitspoeling van zand in zandmeevoerende wellen sterk te verminderen.

Het falen van afsluitmiddelen benadrukt de zorg en aandacht die deze objecten nodig hebben. Het ontbreken van deze aandacht kan leiden tot calamiteiten. Verontrustend is dat een beheerder heeft geconstateerd dat de afsluitmiddelen door derden ontregeld waren.

De combinatie van brede publiciteit over de wateroverlast in het onbedijkte gedeelte van Limburg en het optreden van het hoogwater in de kerstperiode zorgde voor een grote maatschappelijke betrokkenheid. Dit uitte zich in zeer veel vragen die bij de rivierdijkbeheerders binnenkwamen en veel 'hoogwatertoerisme'. De wegbeheerders hebben de meeste wegen op onversterkte dijkvakken tijdens het hoogwater afgezet voor (gemotoriseerd) verkeer. De ervaringen met de mate waarin dit gehandhaafd kon worden zijn zeer verschillend.

Ondanks dat er weinig schade is ontstaan aan de dijken, hebben de beheerders wel extra kosten gemaakt voor bewaking, extra bemaling en (preventieve) maatregelen. Het waterschap De Maaskant bijvoorbeeld schat deze kosten op ruim een half miljoen gulden en het polderdistrict Groot Maas en Waal op ruim driekwart miljoen gulden.

Op grond van de ervaringen die zijn opgedaan tijdens het hoogwater, is een aantal aanbevelingen gedaan voor het beheer, het onderzoek en het beleid ten aanzien van rivierdijken.

Aanbevelingen

De rivierdijkbeheerders stemmen hun preventieve maatregelen geheel af op de voorspelde waterstanden. Een nauwkeurige, snelle en goed toegankelijke voorspelling is daarom van zeer groot belang, zowel om tijdig maatregelen te kunnen nemen ter voorkoming van schade, als om niet onnodig dure maatregelen te moeten treffen. Bovendien is het van belang om, indien nodig, op gecontroleerde wijze de buitendijkse gebieden te laten inunderen, hetgeen schade aan zomerkaden en bandijken kan voorkomen. Alhoewel de voorspelde en de opgetreden waterstanden over het algemeen goed overeenkwamen,

Het dorp Heerewaarden ligt op een zeer smalle strook land waar Maas en Waal bijna in elkaar overvloeien. Alleen een machtige Waaldijk scheidt de twee rivieren: de Heerewaardense Afsluitdijk. Een kleine dijk beschermt het dorp tegen hoogwater in de Maas. Volgens de voorspelling zou het niveau van de Maas dit keer boven de dijk uitstijgen. Met man en macht heeft men over enkele honderden meters de dijk op zeer onorthodoxe wijze iets verhoogd. Tevens zijn strobalen geplaatst op de kering om golfoverslag te voorkomen. Uiteindelijk heeft het water de voorspelde hoogte niet bereikt en hebben de strobalen net niet hun buitengewone functie moeten uitoefenen.



traden op een aantal plaatsen verschillen op die nader onderzoek behoeven. Tevens zijn er verbeteringen aan te brengen in het beschikbaar zijn van de waterstanden en de communicatie over de waterstanden met de rivierdijkbeheerders.

De economische waarde en de belangen van het buitendijks gebied zijn in de loop der tijd toegenomen. Dit heeft een cyclus in gang gezet van steeds betere bescherming, alsmaar gevolgd door investeringen. (Zomer)kaden zijn versterkt, hetgeen weer leidde tot verminderde acceptatie van inundatie. Deze trend heeft ertoe geleid dat enkele beheerders tegemoet willen komen aan de maatschappelijke druk om deze gebieden nog beter te beschermen. Dit speelt onder andere bij Heerewaarden, Kampereiland, de Beusichemse Waard en Tuindorp. Alhoewel hiermede de veiligheid toeneemt, heeft dit tevens gevolgen voor de waterbeheersing (minder berging bij hoogwater) en worden de mogelijkheden voor herinrichting van het gebied bij dijkversterking en natuurontwikkelingsprojecten verminderd. Dit geldt vooral bij de buitendijkse verzwaring. Er moet daarom zeer terughoudend worden omgegaan met deze maatschappelijke druk tot versterking van niet primaire waterkeringen.

Tussen twee dijkringen en aansluitende hoge gronden ligt nabij Hattem een gebied, dat slechts door een kade (geen bandijk) wordt beschermd. Deze kade is op een aantal plaatsen doorgebroken, waarna noodmaatregelen zijn getroffen om een bouwbedrijf en een aantal huizen te beschermen.



Tijdens dit hoogwater bleek de communicatie, de coördinatie en afstemming tussen de verschillende overheden een belangrijk aandachtspunt mede door een aantal wijzigingen in taken, verantwoordelijkheden en organisatiestructuur. Zo heeft de minister van Verkeer en Waterstaat de Buitengewone Riviercorrespondentie niet ingesteld. Het beheer van veel dijkwegen is inmiddels overgedragen aan gemeenten, er zijn regionale coördinatiecentra voor rampen ingesteld, de mobiliteit van de beheerders is groter en de communicatiemogelijkheden zijn toegenomen. Alhoewel dit tijdens het hoogwater niet heeft geleid tot grote problemen, wordt algemeen onderkend dat draaiboeken aangepast moeten worden en dat er meer duidelijkheid moet komen over de taken, verantwoordelijkheden, afstemming en communicatiestromen tijdens hoogwaterperioden. Bovendien is de vraag ontstaan naar goede inundatiemodellen op basis waarvan evacuatieplannen kunnen worden uitgewerkt. Het niet instellen van de Buitengewone Riviercorrespondentie is in overeenstemming gebleken met de toegenomen capaciteit en mogelijkheden bij de rivierdijkbeheerders.

De versterkte dijken vereisten tijdens dit hoogwater minder zorg van de beheerders dan de onversterkte. De toestand van de versterkte dijken gaf geen aanleiding tot noemenswaardige problemen. Dit onderstreept de noodzaak om het dijkversterkingsprogramma voort te zetten. Het hoogwater op zich vormt geen aanleiding om verandering aan te brengen in het versterkingsprogramma, noch in tempo van uitvoering, noch in prioriteitstelling, maar bevestigt wel de na de commissie Boertien overeengekomen meerjarenplanning nauwgezet te volgen. De Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen adviseert dan ook het huidige dijkversterkingsprogramma onverwijld uit te voeren en vertragingen te voorkomen.

1 INLEIDING

De waterstanden op de Rijn en de Maas van december 1993 behoren tot de hoogste van deze eeuw. De Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen heeft - net als bij de hoogwaters in '80, '82 en '88 - een inventarisatie laten maken van de toestand van de rivierdijken tijdens dit hoogwater. Daarbij is dit keer niet alleen aandacht besteed aan de opgetreden verschijnselen op, aan of in de buurt van de dijk zelf, maar ook aan de (preventieve) maatregelen die de beheerder heeft genomen om de rivierdijken in goede toestand te houden. Tevens is daarbij aan bod gekomen de afstemming met andere betrokkenen zoals Rijkswaterstaat, provincies en inliggende gemeenten.

De inventarisatie bestond uit een veldverkenning en een evaluerende gespreksronde met waterkeringbeheerders. Tijdens de hoogwaterperiode is een verkenning uitgevoerd langs de dijken door medewerkers van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat. Zij hebben verschijnselen aan of vlakbij de dijk beschreven en gefotografeerd. Deze verkenning is na de hoogwaterperiode aangevuld met evaluerende gesprekken met alle rivierdijkbeheerders die de primaire waterkeringen langs de Rijn, Waal, IJssel en Maas beheren. Deze gesprekken zijn gevoerd in de periode van 21 januari tot en met 4 februari 1994.



Uit voorzorg heeft het Polderdistrict Groot Maas en Waal bij de Prins Willem Alexanderbrug bij Tiel met zandzakken een tijdelijke kwelkade opgeworpen. Een kwelkade heeft naast het vormen van tegendruk ook het voordeel dat het kwelwater opgevangen wordt en niet meer tot overlast kan leiden in het achterliggende gebied.

De aandachtspunten in de inventarisatie waren:
- beschadiging buitentalud;
- beschadiging binnentalud;
- wellen;
- verweking, kwel, opbarsten, opdrukken binnendijks terrein;
- afsluitbare doorgangen in de dijk ("coupures") en objecten in of op de dijk die geen waterkerende functie hebben (bouwwerken, leidingen, kabels en beplantingen);
- afwijkingen van het gebruikelijke ruime dijkprofiel bestaande uit klei en zand ("uitgekiende" ontwerpen);
- de genomen maatregelen (preventie, schadebeperking, verkeersregulatie);
- overige onderwerpen, zoals buitendijks gebied, afstemming en communicatie met derden.

De bevindingen uit de inventarisatie zijn aangevuld met gegevens van het KNMI over de weersomstandigheden (windsnelheid, windrichting, neerslag en temperatuur) en de waterstanden van het RIZA van Rijkswaterstaat in de hoogwaterperiode.

De bevindingen en gegevens uit de inventarisatie zijn uitgebreid gerapporteerd in het rapport "De toestand van de rivierdijken tijdens het hoogwater van december 1993", dat apart verkrijgbaar is als TAW-publikatie. In de nu voorliggende publikatie wordt hiervan een samenvattend overzicht gegeven.

De bevindingen geven inzicht in de zwakke plekken in de waterkeringen en het functioneren van de huidige dijken. Zij vullen de reeds verworven kennis aan met praktijkwaarnemingen en leveren een praktijktoetsing op onder extreme situaties. Het betreft hier een toetsing van de gehanteerde ontwerpregels, (voorspellings- en berekenings-) modellen en nieuwe technische constructies in de dijk, zoals afsluitmiddelen en damwanden.

Op grond van de analyse van de bevindingen uit de inventarisatie zijn conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan voor de te nemen maatregelen, het nog uit te voeren onderzoek en het beleid ten aanzien van rivierdijken inclusief de organisatie en communicatie.

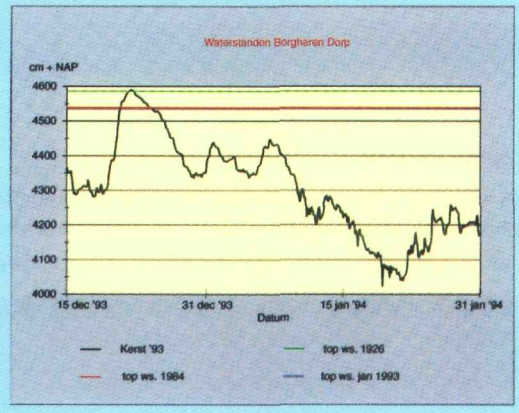
2 WATERSTANDEN

Als gevolg van de extreme regenval in de weken voor Kerstmis 1993 in Frankrijk, België, Luxemburg en Duitsland moest via de Maas en Rijn extreem veel water afgevoerd worden naar de Noordzee en het IJsselmeer. De afvoer van de Maas bedroeg op 22 december ruim 13 maal de gemiddelde hoeveelheid. De Rijn voerde op 25 december 5 maal zoveel af als gemiddeld.
De hoogwaterperiode heeft uitzonderlijk lang geduurd: van half december 1993 tot eind januari 1994.

De Maas

De afvoer bij Borgharen-Dorp (bij Maastricht) kan als ijkpunt dienen voor de afvoer van de Maas. Gemiddeld is de afvoer daar 230 kubieke meter water per seconde (m^3/s). De waterstand ligt bij deze afvoer gewoonlijk op ongeveer 39,50 meter boven NAP.

De afvoergolf op de Maas veroorzaakte de hoogste afvoer ooit in Borgharen gemeten.



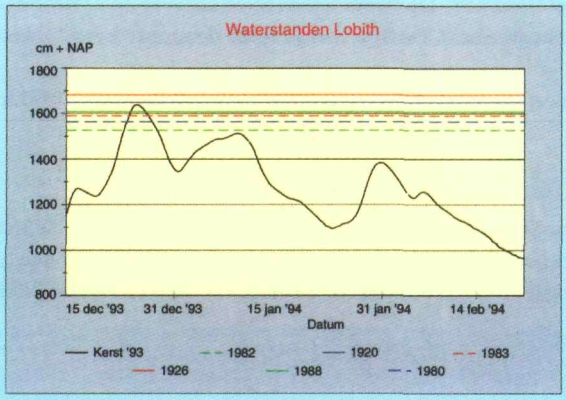
Door de vele neerslag in december stond het water van de Maas op 15 december reeds vier meter boven de gemiddelde waterstand (43,50 meter boven NAP). Op 18/19 december was de waterstand enigszins gedaald tot 42,90. De volgende drie dagen steeg het water snel, waarbij op 22 december 1993 om 9.00 uur de hoogte van 45,90 meter boven NAP werd gemeten. Bij deze hoogste stand bedroeg de afvoer 3120 m^3/s, ruim 13 maal zoveel als gemiddeld. Sinds het begin van deze watermetingen in 1911 is nog nooit een zo hoge afvoer gemeten op de Maas.
Na 22 december daalden de waterstand en de afvoer langzaam. Op nieuwjaarsdag 1994 was er nog een lichte verhoging en een week later weer. Deze laatste twee verhogingen bleven ruim 1,5 meter onder de topstand van 22 december. Daarna zette de daling door.

De Rijn

De afvoer bij het plaatsje Tolkamer in de gemeente Lobith wordt als ijkpunt gebruikt voor de afvoer van de Rijn en zijn takken Waal, IJssel, Lek en Merwede. De Rijn voert gemiddeld ongeveer 2200 m^3/s af, bijna tien maal zoveel als de Maas. De waterstand bij Lobith is gemiddeld 9,80 meter boven NAP.

Half december 1993 stond het water van de Rijn bij Lobith ongeveer twee meter

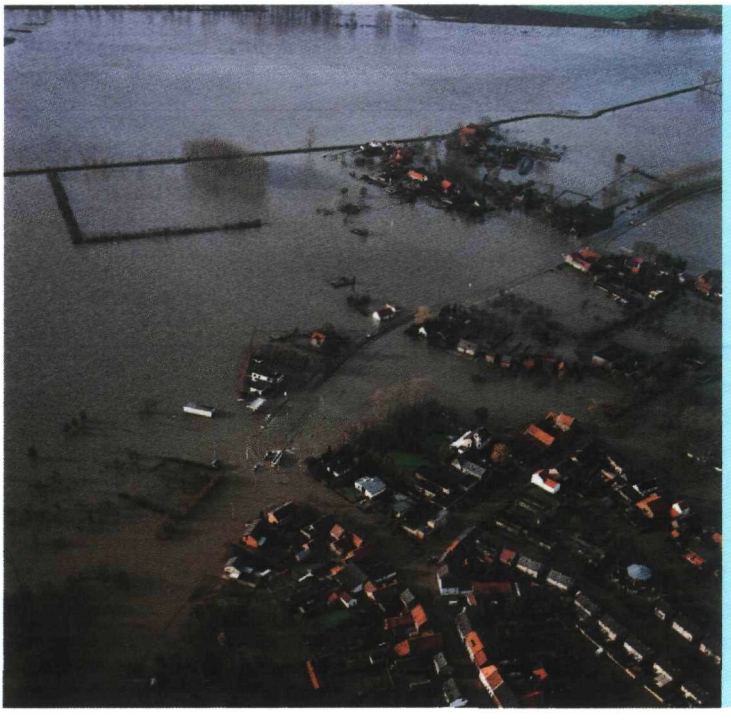
boven het gemiddelde niveau, hetgeen zeer gebruikelijk is voor een natte wintertijd. Na 20 december liep de waterstand zeer snel op naar de topstand op eerste Kerstdag om 12.00 uur: 16,39 meter boven NAP. De waterafvoer was op dat moment 11.100 kubieke meter per seconde. Alleen in 1920 en 1926 is een grotere afvoer van de Rijn gemeten.



De afvoergolf op de Rijn tijdens het hoogwater in december 1993 wordt slechts overtroffen door de afvoeren van 1920 en 1926.

De kans op hoogwater

Hoogwater komt regelmatig voor. De laatste vijftien jaar is de Maas vier keer en de Rijn vijf keer flink buiten de zomerbedding getreden. De kans dat een bepaalde hoogwaterstand optreedt, wordt berekend met een statistische bewerking van de gemeten waterstanden



Maas bij Illikhoven. De waterstand in de Maas was ongekend hoog. Sinds men in 1911 begonnen is met het meten van de waterafvoer, is er nog nooit zoveel water tegelijk door het Maasdal gestroomd als in december 1993. Plaatsen die anders nooit onderliepen, kwamen nu onder water te staan. De kans dat iemand die 80 jaar oud wordt een dergelijke waterstand meemaakt is ongeveer 30%. De kans dat hij dat tweemaal in zijn leven meemaakt is veel kleiner, zo'n 6%.

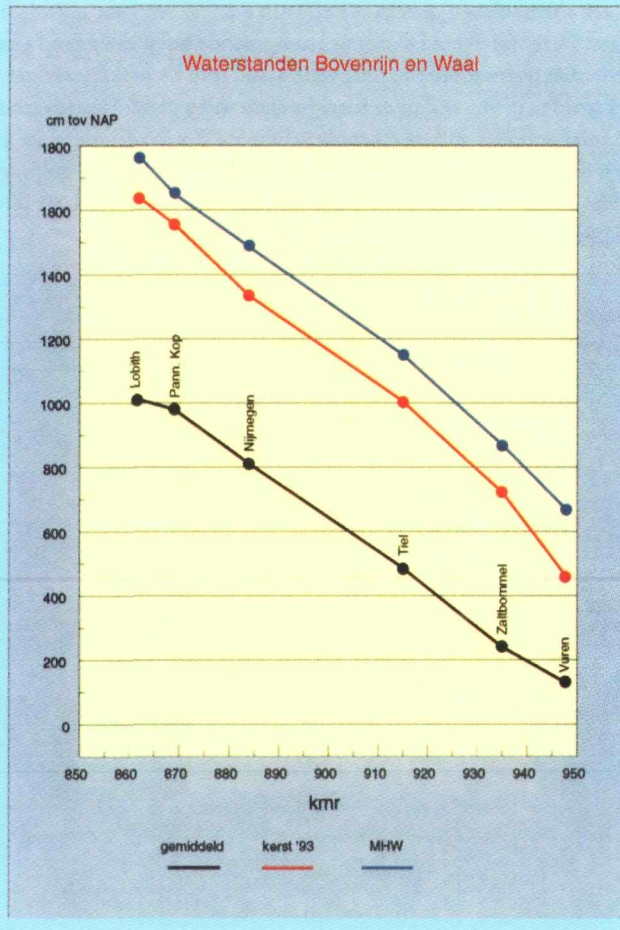
in de laatste eeuw. De waterstanden van de Maas worden sinds 1911 en de Rijn sinds 1901 op een betrouwbare wijze gemeten. Op basis van deze metingen maakt Rijkswaterstaat schattingen van de maatgevende waterstanden (MHW) die voor het ontwerpen van dijken en overstromingskansen als uitgangspunt worden genomen.

Op basis van deze schattingen is de kans op het hoge water in de Maas van december 1993 berekend op 0,5% per jaar, in vaktaal uitgedrukt als 1/200 per jaar. Ook in 1994 en in elk van de volgende jaren is er dus weer een kans van 0,5% dat eenzelfde of hogere waterstand optreedt.

De kans op het hoge water in de Rijn en zijn takken zoals gemeten op 25 december 1993 bedroeg op basis van vergelijkbare analyses 3%. Ook in elk van de volgende jaren is er weer een kans van 3% dat het water net zo hoog komt of hoger. Gedurende de jaren '80-'93 zijn diverse hoogwaters opgetreden, onder andere in '80, '82, '83 en '88. Deze reeks opgetreden topafvoeren van de Rijn gedurende de jaren '80-'93 geeft geen aanleiding de statistieken bij te stellen.

De genoemde kansen per jaar lijken klein, maar als men de kans beschouwt voor een mensenleven dan ontstaat een ander beeld. Iemand die in 1993 geboren is, zijn gehele leven (stel 80 jaar) woont in het gebied langs de Maas dat in december 1993

Wanneer de opgetreden waterstanden vergeleken worden met de Maatgevende Hoogwaterstanden (MHW), blijkt het verschil langs de Waal op de meeste plaatsen ongeveer een meter te zijn.

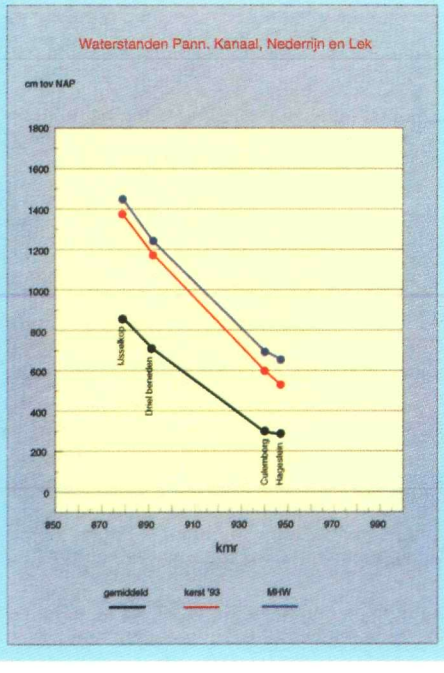


onder water stond, heeft een kans van ruim 30% dat hij nogmaals een waterstand meemaakt die net zo hoog of hoger zal staan als op 22 december 1993. De kans dat hij dat in zijn leven nog tweemaal meemaakt is 6%. Voor een vergelijkbaar persoon langs de Rijn is de kans dat hij nogmaals een waterstand meemaakt die net zo hoog of hoger zal staan als op 25 december 1993 90%.

Bescherming door rivierdijken

Langs (de zijtakken van) de Rijn zijn er in het Nederlandse gebied waterkeringen, vooral rivierdijken die op een aantal plaatsen worden afgewisseld met hoger gelegen gronden, zoals de Wageningse berg. De Maas stroomt vanaf de Nederlandse grens door een gebied dat begrensd wordt door hoger gelegen gronden. Dit gedeelte van de rivierbedding van de Maas wordt veel breder bij hoogwater dan dat van de Rijn daar de rivierbedding van de Rijn beperkt is tot de rivierdijken. De rechteroever is vanaf Mook (bij grens van Limburg en Brabant) voorzien van dijken, de linkeroever vanaf Boxmeer.

De dijken langs de grote rivieren worden momenteel versterkt. In het bovenrivierengebied (daar waar geen invloed van de zee is op de waterstanden in de rivieren) wordt bij de versterking rekening gehouden met een hoogwaterstand die in de eerstkomende 80 jaar (een mensenleven) een kans heeft van 6 à 7 % om voor te komen, in vaktaal 1/1250 per jaar. Deze waterstand wordt de maatgevende hoogwaterstand genoemd. De kans dat de rivierdijk overstroomt bij deze waterstand is in de praktijk kleiner, omdat de dijken hoger worden gemaakt dan de maatgevende waterstand. Deze overhoogte is noodzakelijk omdat er onder andere rekening gehouden wordt met een hoge golfslag op de rivier bij een dergelijke waterstand als gevolg van sterke wind. Deze golfslag treed echter niet noodzakelijkerwijs op. Tijdens het hoogwater van december 1993 bijvoorbeeld was er bijna geen wind en dus ook geen golfslag van enige betekenis.



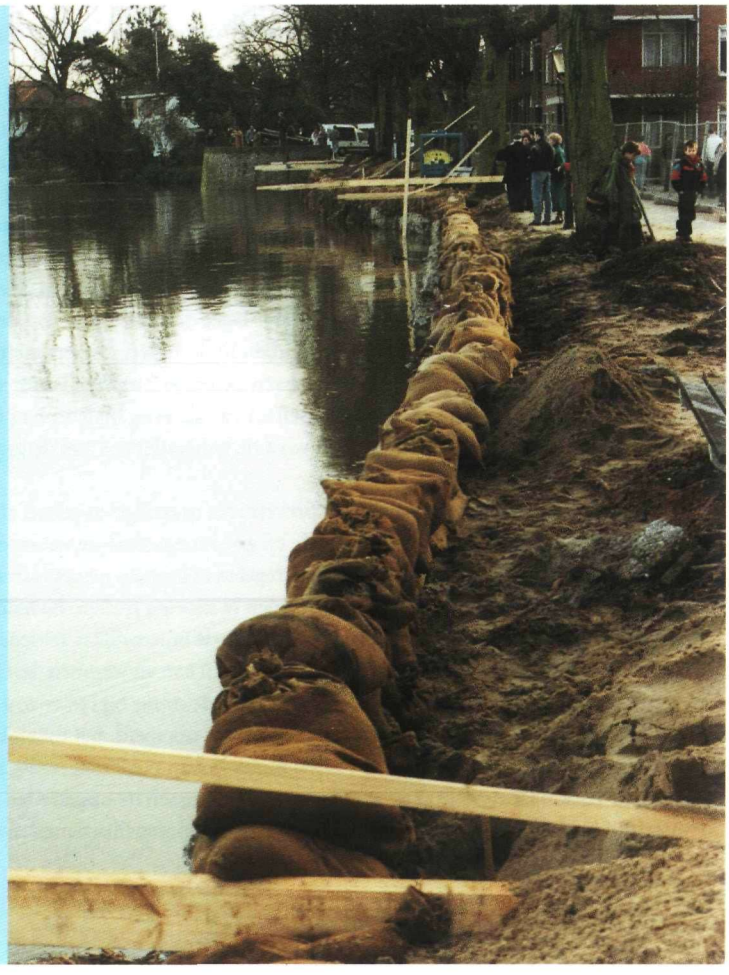
Het verschil tussen de gemeten waterstanden en de Maatgevende Hoogwaterstanden langs de Neder-Rijn en Lek was over het algemeen iets kleiner dan langs de Waal. Hetzelfde geldt voor de IJssel.

Bij een aantal niet versterkte dijkvakken voldoet de hoogte nog niet aan de gestelde normen. Hier was de waakhoogte (de afstand tot de maximale waterstand en de kruinhoogte) tijdens het laatste hoogwater zeer gering. In Kampen bijvoorbeeld kwam het water bij de firma Kramer tot aan de kruin, zo ook langs de dijk bij Heerewaarden. In Grave stond het water tot aan de bovenkant van de kademuur en in Opijnen was de waakhoogte slechts 0,65 meter. Ook bij diverse niet verbeterde Waalbandijken in het Land van Maas en Waal en in de Bommelerwaard was er sprake van een minimale resterende hoogte van 0,65 tot 1,60 meter. Doordat er geen sprake was van golfslag van enige betekenis, heeft op deze dijkvakken geen overslag plaatsgevonden. Op de andere dijkvakken was de waakhoogte tijdens dit hoogwater 1 tot 3 meter.

Bescherming van buitendijks gelegen gebieden

Het buitendijkse gebied heeft een belangrijke functie voor het rivierbeheer tijdens hoogwater. Het vollopen van het winterbed zorgt ervoor dat het afstromende water minder wordt tegengehouden en daardoor minder wordt opgestuwd dan in het geval het rivierwater gedwongen wordt bijvoorbeeld door hoge kaden binnen het zomerbed te blijven. De bergingscapaciteit van het winterbed bepaalt daarmee de stand van het water in het

De keermuur bij Grave wordt gereconstrueerd. In verband met de hoge voorspelde waterstanden is de muur in aanbouw tijdens het hoogwater tijdelijk extra verhoogd met zandzakken om overlopen en de daarmee gepaard gaande schade te voorkomen. Uiteindelijk bleef de opgetreden waterstand lager dan het niveau van de zandzakken.



benedenstrooms gelegen gebied. Deze berging zorgt voor afvlakking van de topafvoer. Zo was de waterstand bij Lobith ruim 6,5 meter hoger dan normaal, maar benedenstrooms bij het waterschap IJsselmonde werd de maximale waterstand gemeten die slechts 70 centimeter hoger was dan normaal. Deze stand bleef daarmee onder de waarde waarbij officieel dijkbewaking dient te worden ingesteld (B.R.C.-waarde). Op de Maas werden deze waarden vanaf Lith niet meer overschreden.
Rijkswaterstaat heeft met de Rivierenwet een instrument in handen om het rivier- en stroombelang te waarborgen. Activiteiten en bouwwerken die invloed hebben op de bergingscapaciteit of de vrije afvoer, kunnen verboden worden. Er zijn echter ook plaatsen in het overstroombare gebied waar activiteiten en bouwwerken geen belemmering vormen voor de capaciteit of de afvoer. Rijkswaterstaat kan deze activiteiten of bouwwerken daarom niet verbieden. Degenen die er voor kiezen op die plaatsen te gaan bouwen en activiteiten uit te gaan voeren, moeten echter wel rekening houden met wateroverlast indien de rivier buiten zijn oevers treedt.

De trend om buitendijks gelegen gebieden beter te beschermen tegen wateroverlast in verband met toegenomen investeringen en/of bewoning, acht de Technische Adviescommissie vanuit het waterkeringsbelang ongewenst gezien de effecten ervan op de capaciteit van het winterbed, de effecten op de afvoer en de beperkingen die het kan opleggen aan dijkversterkingsplannen en natuurontwikkeling in uiterwaarden.

Opgetreden en voorspelde standen

In de meeste beheersgebieden kwamen de door het RIZA voorspelde en de uiteindelijk opgetreden waterstanden redelijk met elkaar overeen. Voor zover er afwijkingen waren, was de gemeten waterstand iets lager dan de voorspelde stand. In een aantal gebieden waren er echter grotere afwijkingen, vooral van de topstand. Zo was de gemeten top op de Waal bij het Hoogheemraadschap van de Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden 22 centimeter lager dan voorspeld, op de Maas bij het dorp Heerewaarden gelegen in het polderdistrict Groot Maas en Waal 30 centimeter lager dan voorspeld, op de IJssel bij Zutphen 22-28 centimeter hoger dan voorspeld en bij Kampen 29 centimeter lager. Het waterschap van de Berkel veronderstelt dat de afwijking bij Zutphen wordt veroorzaakt door het niet meenemen van het opstuwingseffect van de brug bij Zutphen in de voorspellingsmodellen. Het verschil in Kampen wijst de beheerder toe aan de grote aanzuiging van het IJsselmeer.

De rivierdijkbeheerders stemmen hun preventieve maatregelen geheel af op de voorspelde waterstanden. Een nauwkeurige, snelle en goed toegankelijke voorspelling is daarom van zeer groot belang, zowel om tijdig maatregelen te kunnen nemen om schade te voorkomen, als om niet onnodig dure maatregelen te moeten treffen. Bovendien is het van belang om, indien nodig, op gecontroleerde wijze de buitendijkse gebieden te laten inunderen hetgeen schade aan zomerkaden en bandijken kan voorkomen. In Grave waren de opgetreden waterstanden lager dan voorspeld. Voor de muur bij Grave zou bijvoorbeeld, als de werkelijk opgetreden waterstand ook was voorspeld, het tijdelijk ophogen van de in reconstructie zijnde muur tot 11,00 meter boven NAP niet nodig zijn geweest. Nader onderzoek naar de oorzaken van de verschillen tussen de opgetreden en voorspelde waterstanden en indien mogelijk aanpassing van de voorspellingsmodellen is daarom gewenst.

Communicatie

De beheerders krijgen de informatie over de gemeten en voorspelde waterstanden op verschillende manieren aangereikt. Tot de mogelijkheden behoren:

- het telefonisch doorkrijgen van de informatie via de regionale directie van Rijkswaterstaat, de door de regionale directie ingeschakelde PTT-service en in een enkel geval ook door de politie;
- het binnenkrijgen van informatie van de regionale directie van Rijkswaterstaat via de fax;
- het telefonisch opvragen van informatie van automatisch sprekende peilstations;
- het opvragen van de informatie in het Monitoring Systeem Water;
- het opzoeken van de informatie op Teletekst;
- het bellen van de informatielijn binnenwateren van Rijkswaterstaat/RIZA te Lelystad.

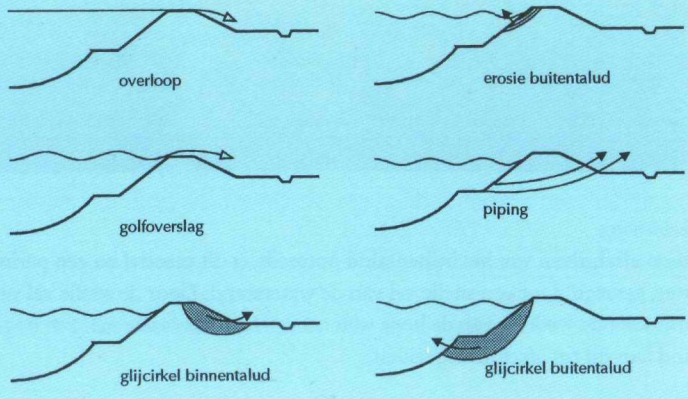
Gebleken is dat de berichtgeving over waterstanden via deze verschillende kanalen niet exact eensluidend is. Ondanks dat het veelal gaat om verschillen van slechts enkele centimeters wordt dit door de beheerders als storend ervaren. Het gelijk maken ervan is gewenst. Tevens wordt als storend ervaren dat informatie op verschillende momenten via verschillende kanalen binnenkomen. Zo ontving een beheerder hetzelfde bericht om 20.00 uur via de fax, om 22.00 telefonisch van de regionale directie en 's nachts om 03.00 uur telefonisch van de politie.

3 OPGETREDEN VERSCHIJNSELEN

De belangrijkste mechanismen die tijdens of vlak na hoogwater ertoe kunnen leiden dat een rivierdijk de waterkerende functie niet kan vervullen of dat de dijk bezwijkt, betreffen het afschuiven van het buiten- of binnentalud, erosie van het buiten- of binnentalud, overlopen, golfoverslag, wellen en kwel.

Tijdens de verkenning en de gespreksronde bij de beheerders is geïnventariseerd of deze mechanismen zijn voorgekomen. Bovendien is onderzocht of op of rond bijzondere constructies en niet waterkerende objecten in de dijk zich nog bijzonderheden hebben voorgedaan die wijzen op mogelijk falen of bezwijken van de dijk. In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de opgetreden verschijnselen.

Een dijk kan op veel manieren dusdanig belast worden, dat de waterkerende functie in gevaar komt. De belangrijkste faalmechanismen zijn overlopen, golfoverslag, afschuiven binnentalud, erosie buitentalud, wellen (ook piping genoemd) en afschuiven buitentalud.



3.1 Beschadiging buitentalud

Erosie

Door golfaanval en grote stroomsnelheden van het water kan erosie van het buitentalud optreden met als mogelijk gevolg dijkdoorbraak. Golfaanval kan optreden door windgolven en door haalgolven veroorzaakt door scheepvaart. Ook kan los drijvend wrakhout in combinatie met golven beschadigingen veroorzaken. De mate van erosie is sterk afhankelijk van de gebruikte bekleding en de conditie ervan. Bij de rivierdijken betreft het meestal een (kruidenrijke) grasmat op een kleilaag, de zogenoemde groene dijk. De conditie van de grasmat wordt zowel bepaald door de ondergrond, het beheer en onderhoud, als het gebruik dat van de grasmat wordt gemaakt (recreatie, overbemesting, beweiding met groot vee, beweiding tijdens natte perioden, biologische activiteiten, etcetera). Een grasmat is pas enige tijd na aanleg op voldoende sterkte. Alleen plaatselijk, waar de dijk blootstaat aan zware golfaanval door het water, wordt een harde bekleding, zoals steen, toegepast. De overgang van gezette steen naar gras is vaak gevoelig voor erosie als gevolg van een slechte groeiconditie voor het gras en de grotere ruwheid van de grasmat ten opzichte van de onderliggende bekleding.



Het buitentalud van de Rijnbandijk bij Ingen verzakte ongeveer twee dagen nadat de topafvoer gepasseerd was. Als het water gedurende enige tijd tegen de dijk heeft gestaan, is het dijklichaam geheel verzadigd met water. De waterdruk die dan in het dijklichaam optreedt, zorgt ervoor dat de gronddeeltjes minder stevig op elkaar drukken, waardoor de dijk minder stabiel is. Als daarna in vrij snel tempo het water in de rivier weer zakt, verliest het buitentalud de steunende kracht van het rivierwater. Omdat het water dan nog niet uit de dijk is gestroomd, kan het buitentalud vervolgens afschuiven. Dit levert wel veel schade op, maar is niet direct gevaarlijk voor de waterkerende functie. Het hoogwater is immers weer voorbij.

Afschuiving

Indien afschuiven van het buitentalud optreedt, is dit meestal na een periode van hoogwater, gevolgd door een snelle val van de waterstand. Door de snelle val verdwijnt de stabiliserende werking van de hoge waterstand. In combinatie met een hoge grondwaterstand kan dit tot afschuiving leiden.

Opgetreden verschijnselen

Op plaatsen waar de grasmatbekleding in een goede conditie verkeert, heeft zich geen schade voorgedaan aan het buitentalud. Op een aantal plaatsen waar sprake was van een slechte conditie van de grasmat, heeft een geringe erosie plaatsgevonden. Dit trad bijvoorbeeld op waar vee de grasmat had kapot getrapt en op plaatsen met schaduw van opgaande bomen, bij overgangen van harde naar grasmatbekleding en in die gevallen waarin de grasmat net was aangelegd. De geringe schade op deze taluds is mede te danken aan de geringe wind tijdens het hoogwater waardoor geen grote windgolven ontstonden.

Specificering

Rijn en zijn zijtakken

- In het polderdistrict Groot Maas en Waal zijn langs de Waal op twee plaatsen (hectometerpaal 45-50 en 306-307) beschadigingen van haalgolven door de scheepvaart afgedekt met zandzakken.
- Langs de Waal in het polderdistrict Betuwe (hectometerpaal 129) is het talud aangetast door lichte golfaanval. De grasmat is hier in een slechte conditie als gevolg van schaduw van de ter plaatse opgaande bomen. Tijdens het hoogwater is nylondoek aangebracht om schade te voorkomen. De beheerder overweegt ter plaatse taludbekleding aan te brengen of de betreffende bomen te verwijderen.
- Langs de Lek tussen dijkpaal 80 en 90 en tussen 65 en 74 in het Hoogheemraadschap van de Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden is het talud iets aangetast. Het eerste gedeelte betreft een net aangelegd stuk waar nog weinig gras op stond.

- Bij twee schaardijken (gelegen bij de Koekoek en bij de provinciegrens Utrecht) is wat erosie opgetreden op de overgang van steenglooiing naar de berm, alsmede van de berm naar het buitentalud. Dit ontstond door de combinatie van grote stroomsnelheden van het water en een slechte grasmat. De grasmat was beschadigd door het recreatieve medegebruik van de dijk.



Beschadiging van het buitentalud door stroming van water langs een IJsseldijk van het waterschap Salland. Erosie van de buitentaluds wordt vaak veroorzaakt door het snelstromende water van de rivier, de haalgolven van schepen, die zeker stroomafwaarts met grote snelheid varen, of door windgolven op de rivier. Tijdens dit hoogwater is scheepvaart een aantal dagen verboden geweest en was de wind nagenoeg afwezig. Daardoor is er ditmaal beduidend minder schade aan de buitentaluds geweest dan in bijvoorbeeld 1988.

- Bij hectometerpaal (N) 152 langs de Rijn is een kleine oppervlakkige afschuiving geconstateerd. De vermoedelijke oorzaak is de combinatie van een steil talud, een slechte grasmat en het kapot trappen van de grasmat door vee. Mogelijk spelen ook uitspoeling van oude graverij door konijnen of muskusratten een rol. De beheerder overweegt de beweiding op dergelijke steile buitentaluds van nog niet verbeterde dijken te beëindigen.
- Op enige plaatsen waren de dijktaluds langs te IJssel in het waterschap Salland door



In de Herwense dijk langs het Pannerdensch Kanaal ontstond tijdens het hoogwater volkomen onverwacht een scheur aan de rivierzijde van de dijk. Deze scheur duidde op een afschuiving van het buitentalud. Gewoonlijk voorkomt de waterdruk van het rivierwater dat zoiets gebeurt. De oorzaak zoekt de beheerder in de wijze waarop de recente dijkversterking is uitgevoerd. Daarbij speelt mogelijk zowel het gebruikte versterkingsmateriaal, de omstandigheden tijdens het aanbrengen als de lokale oude situatie een rol. De dijkweg werd afgezet. Er ontstond geen direct gevaar voor de veiligheid. Rijkswaterstaat doet onderzoek naar de oorzaak. Een technische inspectie van de grond is daartoe direct na het hoogwater uitgevoerd.

intensieve beweiding vertrapt. Er is weinig schade ontstaan aan het talud door de gunstige windrichting en de geringe windsnelheid.
- Bij hectometerpaal (N) 150 heeft een kleine afschuiving plaatsgevonden aan de rivierzijde van de dijk over een lengte van 7 meter tegenover een zware afrit. Ter voorkoming van schade is op het buitentalud een rij zandzakken aangebracht op de waterlijn.

Maas
- In Gewande langs de Maas had tijdens het hoogwater in januari 1993 erosie plaatsgevonden van het verse talud. Toentertijd is het talud afgedekt met doek. Tijdens het hoogwater in december waren er geen bijzonderheden in dit dijkvak, mede door de zwakke wind. De lokatie is zeer gevoelig voor erosie doordat op dit dijkvak grote windgolven kunnen ontstaan op de voor de dijk liggende grote zandwinplaats.

Bijzonderheden

Op de Herwensedijk langs de Rijn is op 25 december bij dijkpaal 31 een scheur ontstaan naast de asfaltverharding in de berm aan de rivierzijde van de dijk. Normaal gesproken kan er tijdens hoogwater geen afschuiving ontstaan aan de rivierzijde. De scheur werd in de daaropvolgende dagen niet groter of kleiner. Er wordt onderzoek verricht naar de oorzaak van de scheur. Vooralsnog vermoedt men dat de scheur te maken heeft met de wijze waarop de versterking is uitgevoerd. Daarbij speelt mogelijk zowel het gebruikte versterkingsmateriaal, de omstandigheden tijdens het aanbrengen als de lokale oude situatie een rol.



In het Land van Heusden en Altena bij Wijk en Aalburg vond een afschuiving van het binnentalud plaats. Het afschuiven van grond is een van de meest gevreesde gebeurtenissen bij dijken tijdens hoogwater. Zo'n afschuiving gebeurt niet heel plotseling. De verplaatsing van de grond duurt misschien enkele uren, maar is moeilijk te stoppen. Als na een afschuiving de kruin niet meer voldoende breedte heeft, kan een doorbraak plaatsvinden.

3.2 Beschadiging binnentalud

Erosie

Ten gevolge van zware regenval, golfoverslag en hoge waterstanden kan erosie optreden van het binnentalud. Bij zware regenval kan door de afvoer van het regenwater aan de oppervlakte het binnentalud plaatselijk eroderen. Dit uit zich in het ontstaan van geulen in het talud. Over het algemeen biedt de grasmat voldoende bescherming tegen deze vorm van erosie. De conditie van de grasmat is daarbij van groot belang.

Afschuiving

Bij hoogwater is er meestal sprake van grondwaterstroming door het dijklichaam. De waterspanning neemt dan toe waardoor de gronddeeltjes minder vast op elkaar drukken en de stevigheid dus afneemt. Dit kan leiden tot het afschuiven van een deel van het binnentalud.

Opgetreden verschijnselen

De meeste waterschappen hebben geen schade van enige betekenis geconstateerd aan het binnentalud. Vier waterschappen hadden te maken met lichte beschadigingen. Naar de oorzaak van deze opgetreden verschijnselen wordt nog onderzoek verricht. Het waterschap De Maaskant heeft uit voorzorg een wiel achter de dijk gedeeltelijk volgestort met puin.

Specificering

Rijn en zijn zijtakken

- Na de versterking van de Lekdijk-West te Bergambacht in 1976 ter hoogte van dijkpaal 978-980 zijn scheuren ontstaan in het wegdek, die regelmatig worden gerepareerd. De deformatie wordt veroorzaakt door een combinatie van opdrijven en kruip. Tijdens het hoogwater is deze lokatie voortdurend geïnspecteerd. In de periode van 23-12-1993 tot 3-1-1994 zijn de al bestaande scheuren in de weg op sommige plaatsen 1,5 à 2 cm. wijder geworden.
  Er wordt nu onderzoek gedaan in verband met het bepalen van de parameterwaarden.



Het wiel bij Kampman in Kessel. Het waterschap de Maaskant heeft preventief het dijkwiel gedeeltelijk dichtgestort met ongeveer 800 vrachtwagens puin, zo'n 8000 m^3! Bij het aanbrengen ging een van de kranen kopje onder. Uit berekeningen voor de aanstaande dijkverbetering was bekend dat de grondwaterstroming vanuit de rivier naar het wiel de stabiliteit van de dijk in gevaar kon brengen. Doorbraak op deze plek zou plaatsen als Rosmalen en 's-Hertogenbosch hebben doen overstromen. De dijk heeft het echter verder zonder problemen gehouden.

Maas

- De stabiliteit van het binnentalud van de Maasdijk nabij de Nederhemertse brug bleek onvoldoende te zijn. Op twee plaatsen is het binnentalud enkele dagen na het optreden van de hoogste waterstand afgeschoven, op de ene plaats langs een diep, op de andere plaats langs een ondiep glijvlak. Het diepe glijvlak werd veroorzaakt door opdrukken van de binnendijkse afdekkende klijlaag, waardoor het binnentalud zijn steun verloor. Het ondiepe glijvlak werd veroorzaakt door verzadiging met regenwater en verweking van de teen. Het betreffende stuk Maasdijk bleef gedurende het hoogwater afgesloten voor verkeer. Een ingenieursbureau is ingeschakeld. Het verricht nu onderzoek naar de oorzaak en zal een voorstel voor te nemen maatregelen opstellen.
- In het nog te verbeteren dijkvak Bokhoven van de Maas (hectometerpaal 16-33) zijn ten gevolge van het hoogwater over het gehele dijktracé scheuren ontstaan in het wegdek. Ter plaatse van hectometerpaal 29 is zo'n 15 meter wegdek licht verzakt (circa 1,5 - 2 centimeter) richting de rivier. De ontstane scheuren hebben niet geleid tot problemen. Door het waterschap wordt nader onderzoek verricht om de oorzaak te kunnen bepalen en maatregelen te treffen.
- Bij hectometerpaal 153 langs de Maas en op twee plaatsen langs de Waal (hectometerpaal 23 en 93) is het binnentalud aangetast door te hoge waterspanningen. Deze gedeelten zijn verzwaard met zandzakken. De laatste lokatie is tevens afgedekt met waterdoorlatend doek.
- Het waterschap De Maaskant heeft uit voorzorg op 24 december de kant van het wiel bij Kessel (hectometerpaal 684) dat tegen de onversterkte Maasdijk ligt, opgevuld met 8.000 m^3 puin. Dit komt overeen met 800 volle vrachtwagens. Het wateroppervlak van het wiel nam daardoor met 20% af. Uit de berekeningen voor de dijkversterkingsplannen bleek dat deze plek onstabiel zou worden bij de voorspelde waterstanden. Aan de binnendijkse zijde ligt een groot wiel dicht tegen de dijk en aan de buitenzijde ligt tot 100 meter van de dijk een grote zandwinplaats. Bij wind uit het westen zou hier een hoge golfslag kunnen ontstaan. Doorbraak van de dijk zou betekenen dat het water door kon stromen tot Den Bosch en Rosmalen. De dijk heeft het echter gehouden.



Een goed voorbeeld van een zandmeevoerende wel in een sloot bij Giesbeek aan de rechteroever van de IJssel. De sloot is gegraven uit de kleilaag. Onder de slootbodem is de kleilaag daardoor dunner. Onder deze kleilaag ligt vaak een zandlaag die direct in verbinding staat met de rivier. In die zandlaag heerst bij hoogwater een hoge waterdruk. Deze waterdruk doet de dunne kleilaag opbarsten en het water stroomt door de grote druk met vrij grote kracht omhoog de sloot in. Als de kracht groot genoeg is wordt er veel zand meegevoerd. Dan is er sprake van zandmeevoerende wellen.

Om het opbarsten van (kleiige) slootbodems tegen te gaan kan men de sloten afdammen. Daardoor vormt zich een soort van stuwmeer. Er ontstaat dan voldoende tegendruk, zodat de bodem niet openbarst en er geen zandmeevoerende wel ontstaat.



3.3 Wellen, zandmeevoerende wellen en piping

In het landschap dat door de Nederlandse rivieren wordt doorsneden, bevindt zich aan het oppervlak veelal een min of meer waterondoorlatende (klei)laag. Onder deze laag ligt meestal zand dat het water wel goed doorlaat. Bij hoogwater kan de waterdruk in de goed doorlatende laag sterk oplopen. Het gevaar bestaat dat de kleilaag die daar bovenop ligt door deze druk zal opbarsten. Na opbarsten kan het grondwater gaan stromen op het grensvlak van het zand en de klei en daarbij het korrelige zandmateriaal meevoeren. Hierdoor kunnen gangen ontstaan (pipes). Het water kan dan ongecontroleerd en geconcentreerd uitstromen al dan niet met meevoering van zand. Indien de hoeveelheid meegevoerd zand groot is kan dit leiden tot ondermijning van het dijklichaam en het

Een opgekiste wel bij dijkpaal 369 in Dreumel aan de linkeroever van de Waal. Door een kist van zandzakken te maken wordt het uitstromende water opgevangen. In de kist ontstaat dan een tegendruk, waardoor verdere problemen met uitspoelende grond wordt tegengegaan. Het water moet juist blijven stromen, zodat de waterdruk in de ondergrond niet te hoog oploopt.



bezwijken daarvan. In het verleden zijn vele verzakkingen en doorbraken van de dijk ontstaan als gevolg van zandmeevoerende wellen. Een voorbeeld hiervan is de doorbraak van de dijk bij Zalk in 1926.

Wellen ontstaan veelal op de bodem van de sloot en op de insteek van de sloot achter de dijk, op plaatsen van overkluizingen (duikers), op plaatsen waar boorgaten voor grondmechanisch onderzoek of peilbuizen zijn gemaakt en die boorgaten niet goed zijn

afgesloten, bij niet waterkerende objecten en kunstwerken en op plaatsen waar door ontgravingen de afsluitende lagen worden doorbroken.

Voor het treffen van maatregelen ter voorkoming of beperking van gevaarlijke zandmeevoerende wellen, zijn door de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen ontwerpregels en aanbevelingen opgesteld. De meest toegepaste maatregelen zijn het afdekken van de wel met zanddicht waterdoorlatend doek en verhogen van tegendruk door het opzetten van het waterpeil door het aanbrengen van een ring zandzakken of het afdammen van de sloot.

Opgetreden verschijnselen

Zandmeevoerende wellen zijn tijdens hoogwater een bekend verschijnsel bij rivierdijken. Een eenmaal ontstane wel komt bij een volgende hoogwater vaak weer terug op dezelfde plek. De beheerder inspecteert daarom nauwkeurig de lokaties waar wellen bij vorige hoogwaters zijn opgetreden ('de bekende wellen') en neemt eventueel preventieve maatregelen op dergelijke lokaties zoals het opzetten van het waterpeil. Naast de bekende wellen zijn er tijdens het hoogwater ook weer wellen ontdekt die voor het eerst zijn ontstaan, de zogenoemde spontane wellen.

Van de 23 rivierdijkbeheerders hebben er 10 helemaal geen last gehad van wellen. Dit betreffen vooral beheerders in het benedenstroomse gebied van Waal en Maas en beheerders in gebieden waar alle dijken versterkt zijn.



Zandmeevoerende wellen ontstaan ook vaak bij bepaalde constructies. Deze paal bij Lathum dichtbij een IJsseldijk steekt waarschijnlijk door de dunne kleilaag tot in het zand. Het water kan vanuit het zand langs de paal naar boven stromen. Het water voert het zand uit de ondergrond mee naar boven.

In totaal zijn er op zo'n 120 plaatsen één of meer wellen geconstateerd, waarvan ongeveer 40 langs de Rijn en 40 langs de Waal, 30 langs de IJssel en 10 langs de Maas. Het merendeel was bekend. De gebruikelijke maatregelen hebben over het algemeen effectief geholpen. Nergens heeft welvorming tot gevaarlijke situaties geleid.

Op de versterkte dijkvakken traden ten opzichte van de situatie voor de versterking tijdens dit hoogwater geen wellen op, waren de wellen veel minder actief en/of hadden de wellen zich meer landinwaarts verplaatst.

Verontrustend is dat een duiker aan het eind van een kwelsloot die de beheerder had dichtgezet om tegendruk te verkrijgen, ontregeld was door derden. De duiker was dichtgezet om het water op te zetten om welvorming te voorkomen. De volgende dag bleken

er toen in de kwelsloot reeds diverse zandmeevoerende wellen van geringe grootte te zijn ontstaan.

Over enkele spontane en/of bijzondere wellen is in de bijlage een toelichting opgenomen.

Voor zover er bijzondere oorzaken van wellen bekend waren, hadden deze te maken met:
- een nieuw gegraven sloot tot dicht bij de dijk in combinatie met een diepe zandwinput aan de rivierzijde;
- het niet goed afdichten van boorgaten voor grondmechanisch onderzoek;
- het doorboren van de kleilaag door sondering, beschoeiingspalen, peilbuizen voor waterbemonstering, het uittrekken van een puntstuk uit de dijk en werkzaamheden aan de riolering;
- zandgeulen in de ondergrond;
- het doen van enige consessies aan de breedte van de berm bij de dijkversterking;
- afgraving van het binnentalud.

Een nadere specificering van de opgetreden wellen van enige betekenis is opgenomen in bijlage 2.

Kwelkaden, zoals deze achter de Waalbandijk bij Dodewaard, zijn kleine dijkjes die zijn aangelegd op enige afstand van en parallel aan de bandijk. Het kwelwater dat vanuit de rivier onder de rivierdijk doorstroomt vormt een grote plas tussen de dijk en de kwelkade. Hierdoor wordt er tegendruk opgebouwd, zodat de hoeveelheid kwel vermindert en de dijk zijn stabiliteit beter behoudt.



3.4 Kwel en verweking

Kwel is een verschijnsel waarbij water vanuit de rivier onder de dijk door in het achterland weer boven de grond komt. In tegenstelling tot de wellen treedt dit water niet geconcentreerd uit en evenmin wordt er zand door meegevoerd. De hoeveelheid kwel wordt onder andere bepaald door de grondsamenstelling van het dijklichaam en de ondergrond. Hoewel kwel op zich geen groot gevaar oplevert voor de stabiliteit van de dijk, kan kwel zorgen voor wateroverlast en/of leiden tot verweking van de binnenteen. Door kwel kunnen niet verharde onderhouds- en inspectiepaden aan de onderkant van de dijk onbegaanbaar worden. Kwel wordt tegengegaan door tegendruk te geven. Dit kan door het polderpeil te verhogen. Tevens kan het water opgezet worden door een aan de landzijde gelegen kleine kade van zo'n 50 centimeter hoog, een zogenoemde kwelkade, af te sluiten. Een kwelkade heeft naast het vormen van tegendruk ook het voordeel dat het kwelwater opgevangen wordt en niet tot overlast leidt in het achterliggende gebied. Een



Langs de Lek bij de woonwijk "De Hagen" van Vianen trad excessieve kwel op, barstte de slootbodem open en werden zandmeevoerende wellen geconstateerd. Het kwelwater werd afgevoerd via het riool. Het water in de singels werd een meter hoger gezet om voor voldoende tegendruk te zorgen. De dijk en de steunberm zelf bleven droog.

andere maatregel die beheerders vaak nemen, is het snel en goed afvoeren van het kwelwater door het graven van greppeltjes zodat er geen verweking en/of wateroverlast ontstaat.

Verweking treedt op doordat water dat door de dijk stroomt, via de zandlagen onder en/of in het dijklichaam door de kleilaag achter de dijk wordt geperst. Omdat klei weinig doorlatend is, duurt het verweken enige dagen en duurt het langer naarmate de kleilaag dikker is. De binnendijkse kleilaag ondersteunt het binnentalud. Door verweking wordt de kleilaag minder sterk en kan het binnentalud gaan afschuiven. De kans hierop is het grootst bij steile binnentaluds van nog niet versterkte dijken. Na een afschuiving kan het afgeschoven binnentalud werken als een soort steunberm, waardoor de stabiliteit van de dijk weer groter wordt. Indien na een afschuiving onvoldoende dijkbreedte overblijft op de kruin, bestaat een kans op dijkdoorbraak.



In het Waterschap Oost-Veluwe bij dijkpaal 468 (Welsum) drukte het onder de dijk door stromende water de weg omhoog. Het zwarte doek verhindert uitstroming van gronddeeltjes en de zandzakken dienen ter verzwaring, om de stabiliteit van de dijk en de weg te handhaven.

Opgetreden verschijnselen

De helft van de beheerders heeft geen kwel van betekenis geconstateerd. De beheerders die wel met kwel te maken hadden, waren vooral te vinden langs de Rijn, de Waal en de Maas. Enkelen van hen hadden te maken met buitenmatig veel kwel. Langs de IJssel is

weinig tot geen kwel opgetreden. Over het algemeen leidde de kwel niet tot grote problemen.

Op een aantal plaatsen is wateroverlast ontstaan door kwel. In eerste instantie leek het er op dat er tijdens het hoogwater minder kwel optrad dan in 1988. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de korte periode tot de topafvoer. De gehele hoogwaterperiode duurde echter relatief lang en daardoor is in totaal sprake van vergelijkbare hoeveelheid kwel met die uit 1988.

Op versterkte stukken is de kwel ten opzichte van vroeger veel minder geworden of manifesteert zich landinwaarts waardoor de kans op verweking van de binnenteen veel minder groot is.

Door de lange duur van het hoogwater was het risico van afschuiven van het binnentalud als gevolg van verweking aanwezig. Uit de berekeningen van enkele dijkvakken bleek de kans op afschuiving aanwezig te zijn. Er hebben zich echter geen afschuivingen door verweking voorgedaan.

De aanleg van drainage en een kwelstuw bleek effectief te zijn bij het verminderen van kwelvorming.

Voor zover er een bijzondere oorzaak bekend is van de opgetreden kwel of verweking, betreft het:

- het aanbrengen van asfaltverharding op een afrit en het aanbrengen van verharding op een parkeerterrein waardoor het water niet kon uittreden uit de teen van de dijk;
- het doorboren van de kleilaag door de wortels van populieren;
- binnendijkse kleiwinning voor de baksteenindustrie.

Andere ervaringen met kwel en verweking:

- wateroverlast door kwel ontstond op verschillende plaatsen door de combinatie van kwel en hevige neerslag op 30 en 31 december;
- door kwelvorming en verweking waren een paar onderhoudswegen onbegaanbaar geworden tijdens het hoogwater;
- de overlast van kwelwater was op een lokatie toegenomen door de dijkversterking, omdat de afvoer niet goed geregeld was;
- molle- en muizegangen hebben lekkages tot gevolg gehad;
- beheerders hebben op kwelgevoelige plaatsen geprobeerd de juiste balans te vinden

Nooddijk bij de houthandel Kramer in Kampen. Vanwege problemen met de inpassing van een nieuwe dijk op het grondgebied van de onderneming, was dit stukje waterkering langs de IJssel nog niet gereed. Op basis van de voorspelde waterstanden zou het water nu zo hoog komen dat overstromen waarschijnlijk was. Het waterschap IJsseldelta heeft daarom snel een nooddijk aangelegd dwars over het terrein. De extra kosten, die alleen voor de nooddijk al zo'n f 30.000 bedroegen, draagt het waterschap.



tussen zo min mogelijk water wegmalen (voor de nodige tegendruk) en het voorkómen van wateroverlast in woningen.

In bijlage 2 is een nadere specificering opgenomen van de lokaties waar kwel en verweking van betekenis optrad.

3.5 Overlopen en golfoverslag

Door het plaatselijk overlopen van een dijk zal over het algemeen niet direct inundatie van het achterland plaatsvinden, maar kan wel erosie van het binnentalud optreden. Door deze erosie kan een bres in de dijk ontstaan waardoor zeer grote hoeveelheden water snel in de dijkring kunnen stromen waarop wel inundatie volgt. Golfoverslag ontstaat door een combinatie van een hoge waterstand en een grote golfhoogte als gevolg van wind of scheepvaart.

Bij dijkversterkingsplannen wordt de rivierdijk nu zo hoog gemaakt dat de kans op overlopen en/of golfoverslag beperkt is tot 1/1250 per jaar.

Opgetreden verschijnselen

Er is nergens sprake geweest van overlopen en golfoverslag van de rivierdijken. Dit geldt echter niet voor de zomerkaden. Op vier lokaties zijn dijkvakken opgehoogd met zandzakken: langs de IJssel bij Kampen en rivierkilometer 994,100 en langs de Maas bij Oijen en Heerewaarden. In Grave langs de Maas is een kademuur opgehoogd die men aan het verbeteren was.

In 1984 is op het laatste lage gedeelte in de natuurlijke kering van het Eesterloo de kering met noodmaatregelen opgehoogd. Twee jaar geleden is dit stuk structureel opgehoogd. Het water heeft nu tegen dit opgehoogde gedeelte gestaan, maar kwam er niet overheen.

Specificering verschijnselen

IJssel

- Op de linker IJsseloever bij de firma Kramer te Kampen is een nooddijk van ongeveer 110 meter aangelegd op een nog onversterkt stuk dijk. De maximale waterstand kwam hier tegen de kruin aan te staan.



Een dassehol in een dijk bij Keent langs de Maas. Door een kist van zandzakken te maken wordt het uitstromende water opgevangen. In de kist ontstaat dan een tegendruk, waardoor verdere problemen met uitspoelende grond wordt tegengegaan. Door de graverij van de dassen wordt ook de grasmat van de dijk aangetast. Daardoor is de dijk gevoeliger voor erosie als er water langs stroomt.

- Op de linker IJsseloever bij rivierkilometer 994,100 zijn zandzakken gelegd in de tuin van een particuliere woning. De kruin van de waterkering was hier te laag om van voldoende waterkerende hoogte te kunnen spreken.

Maas

- In de Maasdijk bij Oijen zit een laag gedeelte van 50-70 centimeter in de kruin. Deze laagte is opgevuld met zandzakken.
- Aan de Maaszijde van Heerewaarden ligt een dijk met de afmetingen van een zomerkade. Deze dijk is met 10.000 zandzakken versterkt. Tevens zijn strobalen geplaatst op de kering om golfoverslag te voorkomen. De gemeente heeft de eventuele evacuatie van de bevolking en vee voorbereid. Bij inundatie zou het dorp ongeveer 50 centimeter onder water komen te staan. Uiteindelijk is evacuatie niet nodig geweest. Het water kwam 30 centimeter minder hoog te staan dan voorspeld. Het heeft daardoor net tot aan de zandzakken gestaan.
- Bij Grave ligt een kademuur. Tijdens het hoogwater was men nog bezig met het verbeteren van de muur. De voorspelde waterstand was hoger dan de top van de muur (10,70 meter boven NAP). De muur is met zandzakken opgevuld tot 11,00 meter boven NAP. Daarvoor werden stalen platen geplaatst die in de muur gezekerd zijn met ankerstangen.

Sommige molshopen groeien uit tot zandmeevoerende wellen die aandacht en behandeling vergen van de beheerders. Door de mollegang stroomt het water makkelijk van de rivierzijde naar de landzijde van de dijk. Soms is een enkele zandzak voldoende om de welvorming te stoppen, soms bouwt de beheerder een kist van zandzakken om het molsgat heen.



3.6 Dierlijke activiteiten

Dieren kunnen door hun graafwerkzaamheden de grasmat en de ondergrond van het binnen- of buitentalud van de dijk aantasten. De conditie van de grasmat gaat daardoor achteruit. Achteruitgang van de grasmat kan ook optreden doordat groot vee het kapot trapt of doordat de grasmat ondiep wortelt als gevolg van (te)veel drijfmest.

Holen- en gangenmakers, zoals mollen, konijnen, muskus- en woelratten kunnen gangen graven waardoor het grondwater snel buiten het talud kan treden. In zomer- en kwelkaden komt het nog wel eens voor dat deze gangen de kade doorboren. In dat geval kan het water heel gemakkelijk door de kade van de rivierzijde naar de landzijde stromen. Tijdens het hoogwater hebben veel holbewoners de neiging met de waterstand mee omhoog te trekken. Ze nestelen zich dan op of in de dijk. Naast het bestrijden van deze dieren dienen de gegraven gangen dichtgestopt te worden. Dit biedt echter geen afdoende oplossing. De aanwezige gangen leveren een blijvende verzwakking van de dijk op.

Interne erosie zal de waterkerende functie van de dijk langzaam doen afnemen en de kans op een calamiteit ten tijde van hoogwater vergroten.



De stevige, rode stalen deur sloot de doorgang in de dijk in Tolkamer (Lobith) af en heeft ruim een meter water gekeerd. Door de rubberen afdichting tussen de deur en de drempel lekte rivierwater het dorp in. Dit was echter zo weinig dat er weliswaar een grote plas ontstond, maar dat de overlast met enkele zandzakken beperkt kon worden gehouden.

Opgetreden verschijnselen

Tijdens het hoogwater is geen schade van betekenis ontstaan in de dijken. Langs de IJssel zijn mollen gesignaleerd die naar de dijk trokken. Wat lichte oppervlakkige schade door graverij is daardoor ontstaan. Het waterschap Salland heeft nog op mollen gejaagd. Meldingen van muskusratten zijn doorgegeven aan de provincies. In het benedenstroomse gebied van de IJssel is een flink aantal muskusratten doodgeschoten.



Een traditionele manier om een coupure adequaat af te sluiten. In de betonnen sponningen wordt een dubbele rij schotbalken geplaatst en de tussenliggende ruimte stort men vol met koeie- of paardemest. Deze mest zorgt ervoor dat de coupure niet lekt. Zand is schoner, maar laat teveel water door. Klei is een goed alternatief en tegenwoordig gebruikt men daarbij ook wel plastic.

Keent is een dijkring die ligt in een grote uiterwaard in de bocht van de Maas. In het gebied leven dassen die bij hoogwater de dijk op gaan. En tussen Heumen en Nederasselt kwamen dasse- en vosseholen voor in het binnen- en buitentalud van de dijk. In overleg met de stichting Das en Boom zijn maatregelen genomen om deze dieren nu weer uit de dijken te krijgen.

3.7 Kunstwerken, niet waterkerende objecten en uitgekiende ontwerpen

Kunstwerken en niet waterkerende objecten

Bij niet waterkerende objecten gaat het om al die objecten die op of in de dijk aanwezig zijn maar geen waterkerende functie hebben. Voorbeelden hiervan zijn leidingen, woningen, gemalen en bomen. Alhoewel ze geen waterkerende functie hebben, kunnen ze wel de waterkerende functie van de dijk beïnvloeden. Vandaar dat in de inventarisatie nagegaan is of dit verschijnsel ook is opgetreden.

Op een aantal plaatsen in de waterkering zijn doorgangen gemaakt, bijvoorbeeld voor een weg naar de veerpont toe. Deze doorgangen ('coupures') worden, indien nodig, bij hoogwater afgesloten. Dit gebeurt onder andere met schotbalken, maar tegenwoordig ook met schuifdeuren of keerdeuren.

Dertien van de 23 beheerders hebben in totaal op zo'n 34 plaatsen één of meer coupures afgesloten. Bij twee ervan was de afsluiting niet goed en was er sprake van lekkages. Dit betrof de nieuwe stalen schuifdeur in Tolkamer en een oude schotbalkenconstructie bij de Lage Steenweg in Deventer. In Tolkamer dichtte de rubberstrip tussen de deur en de ondergrond niet voldoende af. In Deventer sloten de schotbalken niet goed aan op de drempel. De nieuwe keerdeuren in de Veerpoort bij Schoonhoven functioneerden goed.

Bij een kwart van de beheerders was sprake van wat problemen met niet waterkerende objecten in de waterkering. Twee leidingen hebben gelekt: een persleiding en een riool. Bovendien zijn een telefoonkabel en een elektra-aansluiting in de binnenteen van de dijk kapot gegaan tijdens het hoogwater. Deze kabels zijn gerepareerd toen het water weer ging zakken. In Arnhem dacht de beheerder eerst te maken te hebben met uittredend water langs een waterleiding. Dit water bleek echter regenwater te zijn afkomstig van de John Frostbrug. De beheerder heeft de gemeente Arnhem en Rijkswaterstaat inmiddels verzocht te onderzoeken of de afvoer van het regenwater kan worden gewijzigd.

De Waalkade met het Casino in Nijmegen. 's Zomers staan er op deze kade allemaal terrassen. Tijdens hoogwater zijn de vele cafés noodzakelijkerwijs gesloten. De gemeente sluit hun deuren af met een rijtje schotbalken waarvoor reeds bij de bouw betonnen sponningen zijn gemaakt.



Verder gaf een aantal inlaten en sluizen problemen: een inlaat bij Wageningen kon niet goed worden afgesloten, de inlaatsluis bij Grave lekte en een oude ontwateringssluis bij Blauwe Sluis (die nu tevens deels als inlaat functioneert) gaf wateroverlast.

Het belang van het goed onderhouden van dergelijke objecten, ook zeer oude, is hiermede weer aangetoond.

Tenslotte vroegen het gemaal De Koekoek en de vestigingsplaats Grave extra aandacht. Bij het gemaal de Koekoek in het hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden was sprake van wellen en lekken langs het gebouw heen. Bij het gemaal zijn veel damwanden aangebracht. De eerste palen in de polder staan nog in het zand. Daarom zijn er filterputten aangelegd. Mogelijk komt het water langs de palen omhoog. Grave is een oude vestingplaats met onbekende ondergrondse gangen en gewelven. In de oude haven ligt een begin van een gewelfgang. Dit punt is in het verleden al ingestort, maar hoe de gangen en kanalen nu lopen is niet bekend. Evenmin is bekend of er tijdens hoogwater water stroomt door deze gangen. Wel is bekend dat het riool tijdens het laatste hoogwater vol stond met water, maar de vraag is of dat Maaswater was. Tevens liggen hier onbekende objecten. Zo kreeg de beheerder te maken met een tot dan toe onbekende rioolput die afgesloten moest worden. De bedieningsspindel bleek al onder het water te liggen.

Uitgekiende ontwerpen

Gewone dijkontwerpen worden uitgevoerd met de traditionele materialen klei en zand. Deze ontwerpen hebben een ruim profiel. Bijzondere constructies van staal, beton of kunststof worden zoveel mogelijk vermeden omdat ze veel meer dan grondlichamen aan de tand des tijds onderhevig zijn en daarom meer zorg en aandacht vragen van de beheerder. Naast het belang van een goede bescherming tegen overstroming heeft de beheerder bij het ontwikkelen van het dijkontwerp ook te maken met andere belangen zoals de landschappelijke, cultuurhistorische en natuurwetenschappelijke waarden in het gebied. Op een aantal plaatsen betekent dit dat een gewoon dijkontwerp met een ruim profiel en een grondlichaam van klei en zand niet gewenst is. De beheerder zal dan kiezen voor een uitgekiend ontwerp. Hieronder wordt verstaan een ontwerp dat minder ruimte in beslag neemt. Dit kan tot uiting komen in een dijk met een ander profiel en



De Spijkse dijk langs de Boven-Rijn kende voor de dijkverbetering grote problemen met kwellend water. Aan de binnenzijde is onderaan het talud een waterdoorlatend filter van grind gemaakt. Daardoor trekt al het kwelwater naar dit grindfilter toe, zodat het goed gecontroleerd naar een afvoersloot kan worden geleid. In de praktijk kan het filter op den duur dichtslibben met kleine gronddeeltjes. Dit filter, dat pas enige jaren geleden is aangelegd, functioneert echter nog goed.

een grondlichaam van klei en zand of in het gebruiken van bijzondere constructies. Een ander profiel vertaalt zich naar een minder zwaar profiel, steilere taluds en lagere bermen. In sommige gevallen zal het alleen mogelijk zijn bebouwing en/of andere waarden te sparen door het gebruik van bijzondere constructies zoals damwanden, diepwanden,

kistdammen, betonconstructies, waterkerende schermen, kleikisten, filterconstructies, grondkerende muren en drainage.

Hoe scherper de uitgekiende ontwerpen gedimensioneerd zijn, des te gevoeliger zijn deze constructies voor relatief kleine beschadigingen. Naast een zorgvuldig beheer en onderhoud stellen uitgekiende ontwerpen daardoor eveneens zwaardere eisen aan de inspectie bij hoogwater. Om die reden heeft de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen geïnventariseerd of er problemen zijn geweest tijdens het hoogwater met uitgekiende ontwerpen. Daarbij moet bedacht worden dat het aantal reeds gerealiseerde uitgekiende ontwerpen beperkt is.

Opgetreden verschijnselen

Bij de inventarisatie kwamen de ervaringen met vijf toegepaste bijzondere constructies ter sprake: de damwand bij Schoonhoven, een bentonietcementwand in de Lopikerwaard, de drainage achter de Blauwe Kamer, een filterconstructie langs de rechter IJsseloever en een kwelscherm. De eerste twee leverden wat problemen op, de volgende twee werkten en over het effect van de laatste is nu nog niets te zeggen daar dit scherm net aangelegd was waardoor de dijk hier nog moet zetten.

Eenden genieten van hun tijdelijke paradijs dat de IJssel heeft geschapen in de Ravenswaarden.



Specificering

- In Schoonhoven was er sprake van een lichte verzakking van de nieuwe loswal als gevolg van het uitspoelen van zand. De damwand van de nieuwe loswal is bij de versterking met groutankers vastgemaakt aan de oude loswal. Het water kwam tijdens het hoogwater tot op de loswalhoogte. Langs de damwand ontstonden verzakkingen. De eerste hypothese was dat het zand onder de nieuwe loswal wegspoelde langs de aangebrachte verankering van de damwand. Het zanddicht maken van de verankering baatte echter niet. Mogelijk dat het zand weg loopt langs de groutankers door de geboorde gaten in de oude loswal naar een ruimte onder de oude loswal. De oude loswal staat op houten palen. Vermoedelijk is er vroeger een ruimte ontstaan onder de loswal door wegspoeling van zand.
- Bij de aanleg van het natuurontwikkelingsproject "De Blauwe Kamer" bij Rhenen is er aan de landzijde van de dijk ter hoogte van "De Blauwe Kamer" drainage aangebracht. Het gebied was zeer kwelgevoelig. Het achter de dijk gelegen land bleef tijdens het hoogwater van december 1993 droger op die plaatsen waar de drainage was aangebracht.

Uit de peilbuizen die in de dijk waren aangebracht blijkt dat de drainage ook tot gevolg had dat het dijklichaam zelf droger bleef. Dit komt de stabiliteit van de dijk ten goede.

- Tussen rivierkilometer 984,5 en 985,5 op de rechter IJsseloever is in de teensloot een filterconstructie aangebracht om het uittredende kwelwater op te vangen. De constructie bestaat uit een 20 centimeter dikke laag fijn grind waar een laag open asfalt overheen ligt. De constructie werkte goed tijdens het hoogwater.
- Het hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden heeft een cementbentonietwand geplaatst langs de Lek om daarmee vier woningen te sparen bij de versterking. Achter de aangelegde wand zijn waterpeilfilters geslagen. Uit de peilingen blijkt dat het water over een breedte van zes meter onder de wand door kan stromen. Dit lek wordt vrijwel zeker veroorzaakt doordat de wand over deze zes meter niet gefundeerd is op klei, maar in het zand staat. Momenteel vindt nog onderzoek plaats op deze lokatie.
- Bij Herxen is in 1993 een kwelscherm aangelegd in plaats van een berm in verband met piping. Tijdens het hoogwater traden achter het scherm toch wellen op in een diepe kwelsloot. Of de oorzaak gezocht moet worden in het niet functioneren van het kwelscherm of dat er iets anders aan de hand is, is vooralsnog onduidelijk.

4 BUITENDIJKSE GEBIEDEN EN BEKEN

De inventarisatie van de toestand van de rivierdijken tijdens het hoogwater van december 1993 is beperkt tot de rivierdijken die tot het stelsel van primaire waterkeringen horen, zoals vastgesteld in het wetsvoorstel voor de Wet op de Waterkeringen. Uit de inventarisatie blijkt bij sommige beheerders het beheer van het buitendijkse gebied en de zijtakken van de grote rivieren veel capaciteit en maatregelen te vragen tijdens het hoogwater. De inundatie van het buitendijks gebied, de maatregelen aan zomerdijken en het buiten de oevers treden van beken heeft veel publicitaire aandacht gekregen. Daardoor is ten onrechte het beeld opgeroepen dat er veel problemen en abnormale wateroverlast waren langs het bedijkte gedeelte van de grote rivieren. Bovendien baart een verdergaande bescherming van het buitendijks gebied de Technische Adviescommissie zorgen, omdat hierdoor bergingsmogelijkheden verloren gaan. Om die redenen wordt in deze publikatie aandacht besteed aan het buitendijkse gebied en de zijrivieren.



De zomerkaden beschermen de Wilpse en Nijenbeker Kleipolders. Het zijn buitendijks gelegen gebieden langs de IJssel tussen Zutphen en Deventer. Deze polders hebben zeer hoge zomerdijken, zodat overstroming niet vaak plaatsvindt. Ook bij de hoge waterstanden van Kerstmis 1993 stroomde het water nog net niet de polder in. Het waterschap Oost-Veluwe had uit voorzorg wel een hoogwatermarkering langs de wegen aangebracht zodat de wegen ook bij een kleine overstroming van de dijk begaanbaar bleven.

Zomerkaden: soms grote belangen

Het (economische) belang van buitendijkse gebieden is de laatste jaren verhoogd en de acceptatie van (schade door) inundatie verkleind. Dit heeft een proces in gang gezet waarbij de kaden in een aantal gevallen versterkt en verhoogd worden. De kaden krijgen daardoor steeds meer een sterkte waarbij de kans op overstroming of doorbraak in de buurt komt van die van primaire waterkeringen. Het gebied loopt zelden tot nooit onder. De druk vanuit de maatschappij neemt daardoor toe om deze gebieden te beschermen als waren ze gelegen achter een primaire waterkering. Dit speelt onder andere bij Kampereiland (Waterschap IJsseldelta), Tuindorp (RWS, directie Gelderland) en Heerewaarden (Polderdistrict Groot Maas en Waal).

Bij Heerewaarden zijn extra beschermingsmaatregelen getroffen om overstroming te voorkomen. Voor Kampereiland en Tuindorp zijn geen extra beschermingsmaatregelen genomen. Bij Kampereiland was er tijdens de hoogste waterstand nog een overhoogte van 80 centimeter. De beheerder veronderstelt dat indien tijdens het hoogwater een stevige noordwestenwind had gewaaid, Kampereiland met zo'n 150 boerderijen ondergelopen zou zijn.



Nooddijk bij "De Hoop" in Doesburg om buitendijks gebied toch nog te beschermen. Het is normaal dat de buitendijkse gebieden onder deze omstandigheden overstromen. Als er weer een aantal jaren geen hoogwater is geweest, blijkt vaak dat er in het buitendijkse gebied veel nieuwe activiteiten zijn ontstaan. De mensen kunnen dan maar moeilijk accepteren dat de rivier zich tijdelijk het gebied toeëigent dat ze nodig heeft om haar water naar de zee af te voeren.

Niet gereglementeerde stukken

Bij Hattem en Doesburg zijn nooddijken aangelegd om gebieden te beschermen waar geen dijk of kade ligt. Bij Hattem gaat het om het gebied tussen Hattem en Berghuizen dat gelegen is tussen twee dijkringen die beide eindigen op de hoge gronden van de Hezenberg. In dit gebied liggen onder andere een golfbaan en een bouwmaterialenbedrijf. De gemeente Hattem heeft in '89/'90 een kade aangelegd van de sluis in het Apeldoorns kanaal tot de Berghuizerpapierfabriek, maar de stabiliteit hiervan bleek zeer gering. De kade was lek door graverij. Toen er water tegen de kade aan kwam te staan, liep het water er doorheen en voerde zand mee. De kade zakte daardoor 0,5 meter in. In eerste instantie is de kade versterkt met zandzakken. Doordat het binnendijkse golfterrein niet begaanbaar was voor voertuigen, moesten de zandzakken handmatig aangevoerd worden. Dit hielp niet voldoende. Om de bebouwing in het gebied te beschermen is vervolgens een nooddijk aangelegd.

In Doesburg ligt op de rechter IJsseloever een industrieterrein dat niet beschermd wordt door een bandijk. Op het terrein is bij het graanpakhuis "De Hoop", net als voor het hoogwater in 1984, een nooddijk aangelegd. In eerste instantie van 70 meter, later verlengd tot 170 meter. Ook de Korenkade, een zomerkade aan de Lekdijk te Beusichem is extra opgehoogd. De kerende hoogte van deze relatief hoge zomerkade is 7,00 meter boven NAP. In het gebied achter de kade liggen 12 huizen. Aangezien de verwachting was dat deze stand zou worden overschreden, heeft de beheerder de lage gedeelten opgehoogd met zandzakken. Uiteindelijk is de kade op een aantal plaatsen slechts 12 uur overgelopen en is de polder nagenoeg droog gebleven. De dijk langs de Oude Dieze, een zijriviertje van de Maas ten Noorden van 's-Hertogenbosch, is een tweede waterkering. Achter dit dijkgedeelte is een betrekkelijk nieuwe woonwijk gebouwd. Tijdens het hoogwater is deze dijk met zandzakken opgehoogd. De dijk langs de Donge, ook een zijrivier van de Maas, is ter hoogte van de gemeentelijke haven van Raamsdonkveer zwak. Uit voorzorg zijn zandzakken en afsluitmiddelen naar dit punt gebracht. Het water kwam



Het rivierwater stroomt over de zomerkade de uiterwaarden in. Een hoogwaterperiode begint zodra het zomerbed (het gebied tussen de zomerkaden) niet meer voldoende is om het rivierwater te bergen. Vanaf dat moment wordt de rivier heel erg breed. Het zomerbed is hooguit enkele honderden meters breed, terwijl de breedte tussen de bandijken ofwel winterdijken enkele kilometers kan zijn. Het overstromen van de zomerkaden gaat vaak gepaard met behoorlijk wat schade.

echter niet hoger dan 60 centimeter onder de kruin. De betreffende gemeente heeft wel aangedrongen op een spoedige versterking van deze dijk of het treffen van andere maatregelen (keersluis).

Maatregelen aan zomerkaden

Tijdens het hoogwater zijn op een aantal zomerkaden extra beschermingsmaatregelen genomen. Zo is de Geitenwaardsche dam en een kade bij Doesburg (Polderdistrict Rijn en IJssel) ingepakt. Achter de zomerkade in de Havikerwaard bij Rheden is een noodkade opgeworpen. Van de zomerkade spoelde 40 meter in de erachter gelegen watergang. De kade was vanaf de landzijde weggevreten door overslag.



Overstroming van een zomerkade bij de Lithse Ham, een oude bocht van de Maas die is afgesneden om de Maasafvoer te verbeteren. Het overstromende water vreet het binnentalud aan. Het talud erodeert weg en doorbraak is uiteindelijk het gevolg. Bij hoogwater raken vele zomerkaden op dergelijke wijze beschadigd, hetgeen nadien veel herstelwerkzaamheden met zich brengt. Om dit te voorkomen zijn er vaak speciale constructies zoals inlaatsluizen of overlaten om de uiterwaard al vol te laten lopen, voordat het water over de zomerkade stroomt.

Wateroverlast in buitendijks gelegen gebieden

Langs het bedijkte gedeelte van de Rijn, IJssel en Maas zijn weinig huizen gebouwd. Er is in het buitendijkse gebied dan ook weinig sprake geweest van wateroverlast in woningen. De ondergelopen huizen trokken wel veel bekijks, zoals bijvoorbeeld de buitendijks gelegen bebouwing van Deventer.

Soms zijn er dezelfde ontwikkelingen gaande als in Zuid-Limburg: woningen worden ook op lagere gronden gebouwd. Zo waren er langs de Veerweg in Wageningen tijdens

het hoogwater enkele woningen in aanbouw precies op het laagste punt van de Veerweg. De Veerweg is een weg op de hoger gelegen gronden (de Wageningse berg). In de oude woningen lopen alleen de kelders tijdens hoogwater onder. De in aanbouw zijnde woningen stonden tot een meter onder water. Ook de nieuwgebouwde woningen bij de Veerweg in Epse hadden te maken met wateroverlast. De meeste oude woningen niet, maar die zijn dan ook gebouwd op hoge lokaties.

Een aantal woningen in het buitendijkse gebied is door de bewoners, de gemeente of de beheerder beschermd met zandzakken. Dit gebeurde onder andere in Arnhem en Gorssel.



Tijdens het hoogwater moet er hier en daar geïmproviseerd worden om de melk van koeien die buitendijks op stal staan bij de zuivelfabriek te krijgen.

Veel beken en riviertjes lozen normaal gesproken onder vrij verval op de grote rivieren. Door de hoge waterstand op deze rivieren was dat tijdens het hoogwater niet mogelijk. Op een aantal plaatsen zijn pompen neergezet om toch te kunnen lozen, op andere plaatsen niet. Dit had soms inundatie langs de beken en riviertjes als gevolg. De grote neerslag voor en tijdens het hoogwater leidde tot grote waterafvoeren op deze beken en zijrivieren. Vooral door de hevige buien op 30 en 31 december waaruit ruim 40 millimeter regen viel, traden beken buiten hun oevers. In het waterschap Gelderse Vallei en Eem inundeerde bijvoorbeeld in de benedenloop van de Barneveldsebeek, de Modderbeek en de Moorsterbeek een gebied van 200 hectare. Ook inundeerde in ditzelfde waterschap het stroomgebied van de Munnikenbeek en het Binnenveld. In het Binnenveld heeft het water ruim vijf dagen op het land gestaan.

De neerslag leidde ook tot capaciteitsgebrek bij diverse gemalen. Enkele transformatoren van gemalen raakten oververhit door de lange periode dat de gemalen op volle toeren moesten draaien. Op andere plaatsen kon het water niet via vrij verval worden geloosd of waren beken afgesloten in verband met de hoge waterstand op de grote rivieren. Ook dit droeg bij aan het buiten de oevers treden van de beken en zijrivieren. Dit leidde bijvoorbeeld tot wateroverlast langs de DommerBeek en de Flierderbeek.

De maatregelen die de beheerders nemen om schade op een bepaalde plaats te voorkomen, kunnen leiden tot wateroverlast in andere gebieden. Zo werd een verhoogd peil gehandhaafd van circa 0,90 meter +NAP in het kanaal van Steenenhoek in verband met de stabiliteit van de Nieuwe Wolpherensedijk. Door een combinatie van kwel en hevige neerslag in de nacht van 30 op 31 december (51-57 mm) steeg het waterpeil op de Linge

tot circa 1 meter boven de normale waterstand. Dit leidde tot inundatie van de uiterwaarden langs de Linge waardoor er wateroverlast ontstond voor buitendijkse bewoners.

Deze weg bij Hurwenen loopt tijdens hoogwater dood in de uiterwaarden van de Waal.



5 WEERSOMSTANDIGHEDEN

5.1 Wind

De windsnelheid kwam in de periode van 22 december 1993 tot en met 7 januari 1994 niet uit boven een zwakke wind met een uurgemiddelde van 2,9 m/s (windkracht 2). Tijdens de hoogste waterstanden in het bedijkte deel van het rivierengebied op 25 december was de wind zwak en bedroeg het maximaal uurgemiddelde 0,8 m/s (windkracht 1). De hoofdrichting was noordwest (meetstation te Herwijnen).

De windsterkte gecombineerd met de windrichting bepaalt de golfaanval op de dijk en de opstuwing van de waterhoogte vanuit zee. Bij westenwind met windkracht 5-6 kan bijvoorbeeld op het watersportcentrum De Bijland door opwaaiing een extra waterhoogte van 1,70 meter ontstaan tegen de 's-Gravenwaardse dijk bij Lobith. Deze situatie heeft zich tijdens dit hoogwater echter niet voorgedaan.

Mede door het kalme weer vond ook geen opstuwing plaats van het water vanuit zee. Het water kon daardoor redelijk makkelijk afstromen naar de Noordzee en het IJsselmeer. Dit ondanks dat het waterpeil op het IJsselmeer 60 tot 80 centimeter boven het normale winterpeil stond door de hoge waterafvoer gecombineerd met de beperkte spuicapaciteit bij de sluizen in de Afsluitdijk.

De Waal tijdens het hoogwater. Op de achtergrond is Nijmegen te zien.



5.2 Neerslag

In de maand december heeft het in het Nederlandse stroomgebied van Rijn en Maas overvloedig geregend. In de drie weken voorafgaand aan het hoogwater viel 79-92 millimeter regen. Alle buffers waren daardoor verzadigd in de hoogwaterperiode. Tijdens de hoogwaterperiode viel 72-130 millimeter regen, met een piek op 30 en 31 december van 44-48 millimeter. Deze neerslag stroomde snel af doordat de grond reeds verzadigd was met water. Dit water gecombineerd met de nog steeds aanwezige kwel van het hoogwater op de rivieren leverde aanzienlijke problemen op voor de waterhuishouding.

Door de hoge standen op de Rijn en Maas kon dit water niet altijd meer onder natuurlijk verval snel geloosd worden op de Rijn en Maas, hetgeen voor wateroverlast zorgde in de zijrivieren en beekjes zoals de Linge, de Niers, de Dommel en de Donge.

Er zijn, volgens het KNMI, vanuit wetenschappelijk oogpunt overigens geen aanwijzingen die een verband met de hoeveelheid gevallen neerslag en een klimaatverandering als gevolg van het broeikaseffect rechtvaardigen.

5.3 Temperatuur

In de drie weken voorafgaande en gedurende de hoogwaterperiode lag de gemiddelde temperatuur ruim boven het vriespunt. Daardoor kon de gevallen neerslag snel afstromen en trad geen ijsvorming op de rivieren op.

6 ORGANISATIE EN COMMUNICATIE

6.1 Preventieve maatregelen

Voor alle rivierdijkbeheerders geldt dat zij preventieve maatregelen hebben genomen om schade aan de dijk te voorkomen. Tevens waren zij voorbereid op snel ingrijpen om eventuele schade te beperken.
Tot de maatregelen behoorden:

- het instellen van het coördinatiecentrum (communicatienetwerk en verbindingsapparatuur controleren);
- het instellen van bewaking/inspecties (instructies voor eigen personeel, bereikbaarheid van personeel checken, dijkleger vragen zich gereed te houden);
- het maken van afspraken met aannemers (mensen beschikbaar stellen, prijsafspraken, zandzakken vullen);
- het nemen van beheersmaatregelen (openen van inundatiesluizen en inlaatduikers in de zomerkaden, sluiten van coupures, opzetten van water in watergangen, controleren van afsluitmiddelen in gemalen);
- het gereed houden van reparatiemateriaal (zandzakken en zanddicht doek op bekende probleempunten neerleggen, verlichtingsapparatuur controleren);
- het informeren van bewoners en belanghebbenden in uiterwaarden (aanzeggen tot ontruiming vee);
- het afstemmen met en informeren van instanties (burgemeesters, regionale coördinatiecentra, provincie, Rijkswaterstaat, andere waterschappen).

Bijna alle rivierdijkbeheerders hebben dijkbewaking ingesteld tijdens het hoogwater in die zin dat ze (de zwakke stukken in) de dijken 1-4 keer per dag inspecteerden. Op een enkele lokatie was intensievere inspectie nodig, zoals bij een erg actieve zandmeevoerende wel en een scheur langs de weg. De meeste beheerders hebben de inspecties met eigen medewerkers uitgevoerd.



Dijkbewaking

Bijna alle waterschappen hebben dijkbewaking ingesteld in die zin dat ze (de zwakke stukken in) de dijken elke dag 1-4 keer inspecteerden. Op een enkele lokatie was intensievere inspectie nodig, zoals bij een erg actieve zandmeevoerende wel en een scheur in de weg. De meeste waterschappen hebben de inspecties met eigen medewerkers uitgevoerd. Daarbij speelde mee dat de meeste waterschappen geen ernstige situaties voorzagen. Het Waterschap IJsseldelta heeft voor de inspecties ook het dijkleger ingezet dat naast eigen medewerkers ook uit vrijwilligers bestaat.



De maatregelen van de beheerders richten zich niet alleen op de bescherming van de dijken, maar bijvoorbeeld ook op een snelle afvoer van het water. De stuw in de Neder-Rijn bij Driel houdt normaal gesproken het water in het zomerbed enigszins tegen, zodat het water wordt opgestuwd. Hierdoor hebben de schepen in de Neder-Rijn voldoende vaardiepte en stroomt er meer water de IJssel in, zodat ook deze riviertak goed bevaarbaar is. Tijdens het hoogwater wordt de stuw geheven (de donkere cirkels) zodat de wateraf-voer niet wordt gehinderd.

Buitengewone riviercorrespondentie

De minister van Verkeer en Waterstaat kan heden tijdens hoogwater de Buitengewone Riviercorrespondentie instellen. Hierbij neemt Rijkswaterstaat, indien het water boven een bepaalde stand komt, het toezicht op en het beheer van de rivierdijken over van de waterschappen.

Gezien de huidige capaciteit en kwaliteit van de rivierdijkbeheerders heeft de minister tijdens dit hoogwater de Buitengewone Riviercorrespondentie niet ingesteld, ondanks dat de voorspelde hoogste waterstand de norm voor het instellen van deze Buitengewone Riviercorrespondentie overschreed.

Zodra de Wet op de Waterkeringen in werking zal treden, wordt dit instrument buiten werking gesteld. Met het niet instellen van de Buitengewone Riviercorrespondentie sloot de minister daarmee aan op de toekomstige situatie. De rivierdijkbeheerders staan achter deze beslissing van de minister. Zij wijzen er op dat gebiedskennis en kennis over de optredende verschijnselen en de te nemen maatregelen een eerste vereiste is. Vrijwilligers en medewerkers van buiten het waterschap ontberen deze veelal. De meeste beheerders geven daarom de voorkeur aan het uitvoeren van de inspecties door eigen mensen. Dit is tegenwoordig ook mogelijk gezien de toegenomen mobiliteit van de inspecteurs, het door versterking toegenomen aantal dijkvakken dat minder zorg vraagt, de betere bereikbaarheid van de dijken met auto's en de verbeterde communicatiemiddelen.

Verkeer

De meeste rivierdijkbeheerders hebben maatregelen genomen of laten nemen om de wegen op de dijken af te sluiten voor (gemotoriseerd) verkeer. Het ging daarbij vooral om de smalle nog niet versterkte dijkwegen. In verband met de enorme toeloop van hoogwatertoeristen zijn tevens dijkvakken afgezet waar het massale toerisme de doorgang voor de beheerder belemmerde en/of schade aanbracht aan de wegbermen of taluds.

Het wegbeheer van dijkwegen is inmiddels in de meeste gebieden in handen van gemeenten. Alle gemeenten gaven direct gevolg aan het verzoek van de rivierdijkbeheerder de weg af te sluiten. Enkele namen verdergaande maatregelen dan waarom de beheerder vroeg (geheel afsluiten in plaats van instellen eenrichtingsverkeer). De handhaving van het verbod werd in die gebieden uitgevoerd door de politie. De ervaring met de handhaving zijn wisselend. In veel gebieden was er een grote sociale controle door dijkbewoners

en werd het verbod strikt nageleefd. De massaal toegestroomde 'hoogwatertoeristen', die soms een flink stuk hadden gereden om het hoogwater met eigen ogen te zien, zorgden hier en daar voor overlast door hun auto's te parkeren voor de afzetting. De drukte zorgde plaatselijk ook voor schade aan de wegbermen of taluds, bijvoorbeeld op de groene dijk bij "De Worp" in Deventer.

Het gebruik van versperringen, toeristen die zich niet hielden aan het verbod, en de overlast van geparkeerde auto's belemmerden beheerders bij het uitvoeren van inspecties. Zeker wanneer noodmaatregelen genomen hadden moeten worden, zou hierdoor ernstige belemmeringen zijn ontstaan.



De diensten van veerponten raken gestremd, doordat de veerwegen meestal een heel eind door de uiterwaard leiden. Om aan de andere kant van de rivier te geraken is dan vaak een kilometers lange omweg nodig via een nabijgelegen brug.

Scheepvaart

De scheepvaart is op gedeelten van de grote rivieren een aantal dagen verboden geweest. Toen het scheepvaartverbod werd opgeheven, kwam de scheepvaart zo massaal op gang en voeren de schippers zo snel om hun verloren gegane dagen weer in te halen, dat de haalgolven van de scheepvaart als bedreigend werden ervaren voor het buitentalud. Vooral het weer vrijgeven van de scheepvaart in de avond en nacht was voor de beheerder van de waterkering een ongunstig tijdstip om de effecten ervan direct goed te kunnen beoordelen.

6.2 Communicatie

Publieksvragen

De invloed van de gebeurtenissen in Limburg was in het bedijkte gedeelte van Maas en Rijn duidelijk merkbaar. De publieke belangstelling voor het hoogwater was groot. Bovendien trad het hoogwater op tijdens de kerstvakantie, een periode waarin veel mensen voor een paar dagen weg (willen) gaan. Dit leidde tot veel (telefonische) reacties bij de beheerders. Ook de plaatselijke pers besteedde veel aandacht aan het hoogwater. Hier en daar leidde dit tot verontrustende berichten zoals bij het niet geheel waterdicht zijn van afsluitmiddelen in coupures, het overstromen van zomerkaden en wateroverlast bij buitendijkse woningen. De waterbeheerders hebben bij het overwegen van maatregelen naast het veiligheidsbelang ook mee laten spelen wat voor effect het treffen van maatregelen zou hebben op de burgers. Ter geruststelling van de bewoners zijn bijvoorbeeld

wel zandzakken gelegd op een verweekte onverharde weg, terwijl dit voor de stabiliteit niet echt noodzakelijk was.



Bij hoogwater is waakzaamheid geboden. Zwakke plekken kunnen zich onverwachts manifesteren. Gebiedskennis is daarbij onontbeerlijk. Veel bewoners waarschuwen de waterschappen als er zich vreemde dingen voordoen. Hoe rustig dijk en water er ook bij liggen, het water doet een aanslag op het weerstandsvermogen van de dijk en ogenschijnlijk kleine details kunnen in beginsel leiden tot een calamiteit.

De mededeling van de minister van Verkeer en Waterstaat dat dijkdoorbraken in geval van ongunstige wind in de regio Dordrecht en de Biesbosch niet waren uit te sluiten, veroorzaakte veel onrust onder de bewoners in het gebied benedenstrooms van het land van Maas en Waal.

Overheden

Herziening van de rampenbestrijdingsorganisatie, de overdracht van wegen naar gemeenten en andere wegbeheerders, de fusies tussen de waterschappen en de veranderingen die op komst zijn met het in werking treden van de Wet op de Waterkeringen maken dat de communicatie tussen de verschillende overheden in de afgelopen jaren sterk is gewijzigd en nog steeds aan veranderingen onderhevig is.

Tijdens het hoogwater zijn vele overheden actief. De rivierdijkbeheerders, op de twee regionale directies van Rijkswaterstaat na allemaal waterschappen, zorgen voor het in goede toestand houden van de dijken, de communicatie met de in hun gebied liggende overheden, ingelanden en regionale pers.

Rijkswaterstaat ondersteunt de dijkbeheerders op verschillende manieren. Het berichtencentrum van het RIZA in Lelystad zorgt voor het meten en voorspellen van de waterstanden en geeft deze informatie via verschillende kanalen door, onder andere via de regionale directies. De Dienst Weg- en Waterbouwkunde voert inspecties uit en staat de beheerders met raad bij. Tijdens het hoogwater zijn bijvoorbeeld berekeningen gemaakt van de stabiliteit van enkele onversterkte dijkvakken onder de optredende waterstanden. Daaruit bleek dat de betreffende waterkering zich in de kritische zône bevond ten aanzien van de stabiliteit van het binnentalud. Bij deze situatie is het verdere gedrag van de waterkering praktisch niet meer te voorspellen. Tevens doet de dienst, op verzoek van de beheerders, onderzoek naar de mogelijke oorzaak van opgetreden verschijnselen en geeft advies over de te nemen maatregelen. Dit speelt bijvoorbeeld bij de scheur in het buitentalud op de Pannerdense dijk. Bovendien kan de dienst berekeningen maken van inundatiesnelheid en -diepte bij doorbraak van dijken. De hoofddirectie

van Rijkswaterstaat coördineert de activiteiten van de specialistische diensten en regionale directies van Rijkswaterstaat en adviseert de minister.

De provincies hebben ook een coördinerende rol gehad tijdens het hoogwater. De provincie Gelderland verzamelde bijvoorbeeld dagelijks de informatie over de toestand van de dijken in de provincie en informeerde de landelijke pers hierover.

De lokale en regionale overheden hebben een belangrijke rol indien zich daadwerkelijk rampen voordoen zoals overstroming of doorbraak van de rivierdijken. Zij moeten dan bijvoorbeeld zorgen voor de evacuatie van mensen. In de meeste regio's zijn Regionale Coördinatiecentra van politie en brandweer hiermee belast. Ook het landelijk coördinatiecentrum van het ministerie van Binnenlandse Zaken was tijdens deze hoogwaterperiode actief. Tevens is het beheer van de meeste dijkwegen in handen van de gemeenten. Zij zorgen voor de afzetting van de dijken voor verkeer en de handhaving van uitgevaardigde verboden. Enkele gemeenten zorgen ook voor het afsluiten van coupures en rioolafsluiters binnen de bebouwde kom.



Ooijpolder, versterkte dijk bij Groenlanden langs de Waal. Daar waar de niet versterkte dijken erg veel aandacht en inspanning van de medewerkers van de waterschappen vergden, doorstonden de reeds versterkte dijken de hoge afvoer van de Rijn en zijn takken zeer goed.

De veranderingen die hebben plaatsgevonden in de rampenbestrijding, de organisatie van de waterschappen en de taakverdeling bij de rivierdijken hebben zich nog niet in alle facetten vertaald in duidelijke taakverdelingen, verantwoordelijkheden en communicatielijnen tijdens hoogwater. Tevens zijn enkele onduidelijkheden ontdekt in de rampenplannen van de regionale en lokale overheden en in de draaiboeken van de waterschappen. Daarbij gaat het onder andere om het opstellen van evacuatieplannen en het aanpassen van de draaiboeken in verband met fusie en het niet instellen van de Buitengewone Riviercorrespondentie. Opvallend was dat tijdens het hoogwater in december er veel vragen aan de rivierdijkbeheerders werden gesteld door degenen die verantwoordelijk zijn voor een eventuele evacuatie. Deze vragen hadden betrekking op onder andere

inundatiediepten, inundatiesnelheid en hoger gelegen wegen die bij evacuatie gebruikt kunnen worden.
Hoewel deze veranderingen en onduidelijkheden nergens hebben geleid tot problemen, hebben deze overheden het aanpassen van de plannen en draaiboeken op hun actielijsten gezet.

Het initiatief van het Polderdistrict Betuwe om op 22 december met de betrokken waterschappen, regionale directies van Rijkswaterstaat en provincies bij elkaar te komen om goede afspraken te maken over de informatiestromen, onderlinge communicatie, taakverdeling en verantwoordelijkheden werd door alle betrokkenen zeer gewaardeerd. Het initiatief vraagt om herhaling bij volgende hoogwaters.

6.3 Kosten

De extra kosten van de waterschappen moeten in verband met het hoogwater variëren per waterschap van nul tot ruim driekwart miljoen gulden. Het waterschap De Maaskant schat de extra kosten voor bewaking, extra bemaling, preventieve en herstelmaatregelen op ruim een half miljoen gulden. Daarvan bedragen de kosten voor het storten van 8.000 m^3 puin in het wiel bij Kessel ter verbetering van de stabiliteit van het binnentalud ongeveer twee ton. Het waterschap heeft tijdens het hoogwater 91 personen moeten inzetten voor de bewaking en andere werkzaamheden. Voor het polderdistrict Groot Maas en Waal worden de kosten geraamd op ruim driekwart miljoen gulden en zijn gedurende het hoogwater 85 personen ingezet voor bewaking en andere werkzaamheden. De extra kosten die Rijkswaterstaat heeft in verband met het hoogwater houden vooral verband met extra baggerwerkzaamheden in havens en bedragen enkele tientallen miljoenen.

7 BESCHOUWINGEN EN AANBEVELINGEN

7.1 Beschouwingen

Nagenoeg alle verschijnselen die zijn opgetreden aan de rivierdijken waren voorspelbaar en hadden zich tijdens eerdere hoogwaters, zoals die in het voorjaar van 1988, in meer of mindere mate al gemanifesteerd. De algemene conclusie luidt dan ook dat de rivierdijkbeheerders niet voor grote verrassingen zijn komen te staan. Dit neemt niet weg dat een intensieve inzet van medewerkers tijdens het hoogwater noodzaak is voor de bewaking en het nemen van preventieve maatregelen. Sommige rivierdijkbeheerders hebben daarvoor hoge kosten moeten maken. Doordat in de Rijn en de Maas vrijwel tegelijkertijd de hoogste waterstand werd bereikt, hadden de beheerders van zowel Waal- als Maasdijken het ongekend druk.

Het uitblijven van wind van enige betekenis (het heeft tijdens het hoogwater niet harder gewaaid dan windkracht 2) heeft een grote bijdrage geleverd aan het uitblijven van onmiddellijk gevaar voor de stabiliteit en overstromingen van kritieke stukken dijk.

Door het samenvallen van het hoogwater met grote neerslag op 30 en 31 december ontstond op verschillende plaatsen wateroverlast, bijvoorbeeld langs beken.

In 1988 stond het water op deze rechter Waalbandijk bij Opijnen minder dan een meter onder de kruin, in december 1993 op slechts 0,65 meter. Na de dijkversterking zal de kruin hier een meter hoger liggen.



Verbeterde ten opzichte van niet verbeterde dijken

Bij de verbeterde dijken treden minder wellen op dan vroeger. Voor zover ze voorkomen zijn ze meestal minder actief en hebben zich meer landinwaarts, vaak buiten de dijkzone verplaatst. De verbeterde dijken geven nauwelijks kweloverlast en de aanwezigheid van bermen waarborgen een optimale bereikbaarheid van de binnenzijde van de dijken. Tijdens de gehele hoogwaterperiode waren de routinematige controles van de verbeterde dijken voldoende en konden aanvullende maatregelen achterwege blijven.

Vergelijking hoogwaters ten opzichte van de vorige hoogwaters

In eerste instantie leek de hoeveelheid kwel langs de Rijn minder dan in 1988, maar dat heeft waarschijnlijk te maken met de snelle stijging tot de topafvoer en daardoor korte periode tot de maximale waterstand. De totale periode beziend is de hoeveelheid kwel niet minder dan in bijvoorbeeld 1988.



Drie vulkanen van zandmeevoerende wellen in een dijksloot van het Waterschap Salland nabij Olst. De typische vulkaanvorm ontstaat doordat steeds nieuw zand van onderuit opgestuwd wordt, net als de lava bij een gewone vulkaan. De vorming van een vulkaan zorgt op natuurlijke wijze voor tegendruk, waardoor in een aantal gevallen het meevoeren van zand 'vanzelf' stopt.

Er lijkt zich minder schade te hebben voorgedaan aan het buitentalud, mede door de geringe wind en het stilleggen van de scheepvaart. Wellen hebben zich in geringere mate gemanifesteerd, deels door dijkversterking, deels omdat wellen in een vroeg stadium zijn afgedekt. Binnendijkse afschuivingen hebben zich tijdens het hoogwater niet voorgedaan, hoewel uit berekeningen bleek dat onder de opgetreden omstandigheden instabiliteiten te verwachten waren. In het waterschap Alm en Biesbosch heeft zich na de topafvoer wel een afschuiving voorgedaan, maar dit was niet ten gevolge van het hoogwater. Er zijn aanzienlijke hoeveelheden drijfvuil geconstateerd. De overige verschijnselen komen over het algemeen overeen met die van 1988. Het hoogwater van 1988 kenmerkte zich ook door weinig wind, temperaturen ruim boven het vriespunt en veel neerslag. Op enkele van de kritieke punten zijn sinds 1988 maatregelen genomen of heeft versterking plaatsgevonden, waardoor de verschijnselen niet meer optraden.

Kenmerkend voor dit hoogwater was de zeer grote maatschappelijke betrokkenheid. Oorzaken hiervoor zijn zowel de wateroverlast in Limburg als de toegenomen mobiliteit van de media. Journalisten van radio en televisie zonden rechtstreeks uit bij het hoogwater. In kranten werden ook veel meer foto's afgedrukt dan vroeger. Er waren in vergelijking met andere hoogwaters ook veel meer vragen van de ingelanden. Ook de andere instanties,



Verbeterde Waaldijk bij Gendt. Medewerkers van het waterschap hebben de grootste stukken drijfhout al omhoog getrokken. Drijvend op golvend en stromend water beschadigt het grote vuil de beschermende grasmat van het buitentalud. Na een hoogwater worden vele tonnen vuil afgevoerd om verstikking van het gras te voorkomen.

zoals de regionale coördinatiecentra van politie en brandweer, waren veel nadrukkelijker betrokken bij dit hoogwater.

7.2 Aanbevelingen

Er hebben zich niet veel onverwachte verschijnselen voorgedaan tijdens het hoogwater. Tot grote bijstellingen in het beheer, het onderzoek en het beleid is daarom geen reden. Wel geven de ervaringen aanleiding tot het maken van een aantal aanbevelingen.

Voor de beheerders

In de inventarisatie is gebleken dat hier en daar beweiding door groot vee op de taluds van dijken voorkomt. De Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen raadt dit af daar groot vee de grasmat kapot trapt en daardoor in een slechtere conditie brengt. De kans op schade bij hoogwater is daardoor groter. Dat er dit keer desondanks zeer weinig schade opgetreden is aan de buitentaluds heeft te maken met de zeer geringe wind en daardoor geringe golfslag tijdens het hoogwater.

Tijdens het hoogwater is gebleken dat enkele afsluitmiddelen, zoals duikers, schotbalken, afsluitdeuren en inlaatsluizen, niet goed functioneerden. Dit heeft dit keer ondermeer geleid tot schade aan zomerkaden als gevolg van ongecontroleerde instroom en onrust onder de bevolking. Bovendien vraagt dit extra capaciteit van de beheerders. De commissie onderstreept hierbij het belang van goed beheer en onderhoud van deze objecten en de regelmatige controle ervan.

Goed beheer en onderhoud is ook essentieel voor het toepassen van uitgekiende ontwerpen. De ter beschikking zijnde capaciteit en budgetten dienen hierop afgestemd te zijn.



Tijdens hoogwater zijn zandzakken een onmisbaar produkt. De beheerders hebben duizenden zakken op voorraad en zij hebben vaak afspraken met aannemers om indien nodig te zorgen voor voldoende zand en mankracht. Het lijkt simpel, maar het leggen van zandzakken is nog niet altijd gemakkelijk. Om goed te kunnen stapelen moet de zandzak niet te vol zijn, er moet een touwtje zijn om hem dicht te binden en hij moet op de goede plaats liggen.

Er is bij waterschappen een beroep gedaan op het beschikbaar stellen van zandzakken aan particulieren voor het beschermen van buitendijks gelegen bebouwing. De meeste waterschappen hebben aan deze verzoeken gehoor gegeven. In tijden waarbij het er echt op aan komt, zal zowel de vraag van particulieren groot zijn als de capaciteit bij de beheerder om aan deze vraag te voldoen klein zijn, omdat er zoveel andere taken verricht moeten worden. Zeker gezien de toenemende bebouwing in het buitendijks gebied

moet er een meer structurele oplossing komen voor de vraag van zandzakken door particulieren.

Tijdens het hoogwater worden door de beheerders naast de mensen van de technische afdeling andere medewerkers van het waterschap en aannemers ingeschakeld voor inspecties en het nemen van maatregelen. Voor deze personen dient instructiemateriaal beschikbaar te zijn, bijvoorbeeld schadekaarten met de kenmerken van verschijnselen die kunnen optreden, kaarten met de lokaties waar bij eerdere hoogwaters bleek dat er zich knelpunten hebben voorgedaan, gebruiksaanwijzingen voor het vullen van zandzakken en het aanleggen van een nooddijk.

Het hoogwater heeft veel vragen opgeroepen bij de burgers. Daaruit bleek men onbekend te zijn met wat er gebeurt bij hoogwater, wat de risico's zijn, de invloed van de weersomstandigheden op de mogelijke schade, welke gedeelten van Nederland bedijkt zijn en welk dijken versterkt zijn. Bekeken zal worden of voorlichtingsmateriaal voor de pers en voor de burgers zelf een antwoord kan geven op deze vragen.

De waterschapswereld is organisatorisch volop in beweging. Tijdens het hoogwater vond bijvoorbeeld de fusie plaats tussen drie waterschappen tot het waterschap de Stichtse Rijnlanden. Er zijn nu reorganisatieplannen voor de waterschappen in de provincie Gelderland. De dijken die nu in beheer zijn bij Rijkswaterstaat zullen na de versterking overgedragen worden aan de waterschappen.
Ondanks het beslag dat fusies leggen op de capaciteit gezien de extra hoeveelheid werk die fusies met zich meebrengen, is tijdige bijstelling van de draaiboeken voor hoogwaterperioden van het grootste belang, vooral met betrekking tot de nieuwe communicatielijnen. Intern wordt namelijk de communicatiestructuur ingewikkelder door het grotere beheersgebied en de grotere organisatie. Maar ook extern neemt de complexiteit toe doordat er een groter aantal betrokken overheden is in het grotere beheersgebied.



De coupure in de Heusdense haven werd uit voorzorg gesloten met een dubbele rij schotbalken. Doorgangen in een dijk zijn zwakke schakels. Er bestaat de mogelijkheid dat de coupure bij hoogwater niet op tijd wordt afgesloten of dat deze niet goed afgesloten kan worden door een technisch defect. Grote waakzaamheid, goede draaiboeken, geregeld onderhoud en het testen van de afsluiting blijven daarom geboden.

Voor de ondersteunende diensten en het onderzoek
Zeer goede voorspellingen van de waterstanden zijn van cruciaal belang voor de beheerders om efficiënt en effectief te kunnen handelen. Als de voorspelde standen overeenkomen met de opgetreden waterstanden kan dit zowel schade als het nemen van onnodige

maatregelen voorkomen. Alhoewel de voorspelde en opgetreden standen over het algemeen goed overeen kwamen zijn op enkele plaatsen afwijkingen opgetreden met zowel te hoge als te lage voorspellingen. De Technische Adviescommissie beveelt daarom aan te onderzoeken waardoor de afwijkingen (zowel de te hoge als de te lage voorspellingen) zijn veroorzaakt en tot welke bijstelling van de voorspellingsmodellen overgegaan zou moeten worden.

Keersluizen kunnen grote invloed hebben op de opstuwing en afvoer van het rivierwater en daarmee op de waterstanden in de rivieren, zeker bij de combinatie van hoogwater in de rivieren en wind uit zee. Er is nog een aantal keersluizen gepland, zoals de stormvloedkering in de Nieuwe Waterweg, de Hartelkering, de keersluis in het Heusdens Kanaal en de keersluis Ramspol. Gezien de invloed op de waterstanden adviseert de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen de informatie over het gehanteerde spuiprogramma aan de bovenstrooms gelegen beheerders door te geven.



Waterpoort in Woudrichem ligt in de dijk. Het Hoogheemraadschap Alm en Biesbosch heeft deze poort laten afsluiten. De drempel ligt op 3,60 meter boven NAP, terwijl de voorspelde waterstand ter plekke bijna 1 meter hoger zou zijn. De drempel van de tweede coupure in Woudrichem, de Loevesteinse Poort, ligt 4,40 meter boven NAP en deze werd dus ook gesloten. Uiteindelijk kwam het water niet zo hoog en heeft alleen de Waterpoort echt water gekeerd.

Met betrekking tot de communicatie over de (voorspelde) waterstanden zijn enkele verbeteringen mogelijk:

- betere afstemming van het doorgeven van berichten. Aandachtspunten daarbij zijn de uniformering van de doorgegeven waterstanden en het voorkomen van het verzenden van hetzelfde bericht op verschillende tijden aan één beheerder.
- de voorspelling van de waterstanden voor de komende twee dagen indien mogelijk uitbreiden tot vijf dagen, plus aangeven de verwachte duur van de was, ondanks de grotere onnauwkeurigheid;
- in het Monitoring Systeem Water zowel de gemeten als de voorspelde waterstanden opnemen;
- het vermelden van rivierwaterstanden en de standen in de getijdewateren op verschillende Teletekstpagina's zodat de gegevens over de rivieren sneller op te vragen zijn;
- het opnemen van schattingen voor de waterstanden op tussen de peilstations gelegen plaatsen en/of het uitbreiden van het aantal peilstations, vooral op plaatsen waar waterstanden lokaal sterk beïnvloed kunnen worden door bijvoorbeeld kunstwerken.

Bij de overheden die verantwoordelijk zijn voor evacuatie bij dijkdoorbraak, leefden veel vragen over de te verwachten inundatiediepten bij een doorbraak, de snelheid waarmee de polder onderloopt en mogelijkheden van evacuatie (afvoerwegen etcetera). Niet alle waterschappen hebben deze gegevens beschikbaar. De Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat beschikt over inundatiemodellen (het programma RAMP) waarmee deze gegevens berekend kunnen worden. Aandachtspunt bij het verder ontwikkelen van deze modellen is het effect van compartimenteringsdijken op de inundatiesnelheid.

Door de aandacht voor mogelijke doorbraken, is ook de vraag actueel geworden welke maatregelen de rivierdijkbeheerder het beste kan nemen bij het ontstaan van een doorbraak om de schade zoveel mogelijk te beperken (nooddijken, compartimentering, vullen van gat, etcetera).



Het hoogwater verjaagt vele dieren uit de uiterwaarden, die lopend of zwemmend hoger gelegen plaatsen proberen te bereiken. Soms worden ze ook daar weer ingesloten en op enkele plaatsen zijn bij dit hoogwater ook reddingsploegen speciaal voor klein wild in touw geweest. Het stijgende water verdrijft bijvoorbeeld ook veel muskusratten uit hun holen. Vanwege hun graverij in dijken worden zij als gevaar voor de waterkering beschouwd. Hoogwater biedt een uitgelezen mogelijkheid om er een paar extra te vangen.

De situatie zoals die is opgetreden tijdens het hoogwater van 1993 is zeer geschikt om bestaande rekenmodellen te toetsen. Bijvoorbeeld de toetsing van het model voor het berekenen van hoogwaterstanden en daarvan afgeleide kruinhoogten. Daarnaast biedt een zeer hoge waterstand de kans om de parameterwaarden voor de sterkte en stabiliteit van een dijk te toetsen. Deze rekenwaarden zijn deels bepaald door het nabootsen van extreme situaties in laboratoriumproeven. Een hoogwatersituatie kan veel informatie geven over de werkelijke sterkte en stabiliteit onder extreme praktijkomstandigheden. Tijdens het hoogwater is voor een aantal zwakke dijkvakken de stabiliteit berekend onder de optredende omstandigheden. Daarbij was, gezien de hoeveelheid neerslag in het beheersgebied gecombineerd met het hoogwater, de vraag of er ernstige verweking zou optreden. De stabiliteit bleek zich te bevinden in de kritische zone waarbij het gedrag van de waterkering praktisch niet meer te voorspellen is.

Een derde voorbeeld van een te toetsen model is het model ter berekening van de veiligheid van een dijk(ontwerp) en de daaraan ten grondslag liggende veronderstellingen. Daarbij verdient vooral de aandacht de faalkans van de toepassing van bijzondere constructies en objecten. Tijdens het hoogwater is gebleken dat bijvoorbeeld coupures niet waterdicht konden worden afgesloten en derden een inlaatsluis ontregelden.

Ten aanzien van natuurontwikkelingsprojecten in het buitendijks gebied en het natuurlijk beheer van de taluds leeft er een aantal vragen. Bij natuurlijk beheerde dijken bij-

voorbeeld is de vraag van belang hoe dergelijke taluds zich houden tijdens hoogwater. Indien natuurlijk beheerde taluds zich significant beter houden, dan kan dat voor de beheerder reden zijn om grond te onttrekken aan agrarisch beheer.

Natuurontwikkelingsprojecten kunnen er soms toe leiden dat er vaker of permanent water tegen de dijk komt te staan. Nadere uitwerking van de gevolgen voor het dijkprofiel en de te nemen maatregelen zijn van belang. Aandachtspunten daarbij zijn onder andere de bereikbaarheid van de dijk voor beheer, onderhoud en inspecties, het in goede conditie houden van de (natuurlijke) bekleding en het optreden van kwel en piping.



De binnendijkse afschuiving bij Wijk en Aalburg is waarschijnlijk het gevolg van de langdurige regenval op de dijk voor en tijdens het hoogwater. Het rivierwater aan de buitenzijde van de dijk heeft hier namelijk niet erg hoog gestaan. Het binnentalud, dat voorheen hol was, was recent aangevuld met een nieuwe laag grond. De beheerder gaat er voorlopig van uit dat de nieuwe laag grond veel water heeft opgezogen en uiteindelijk langs het oude talud naar beneden is gegleden.

De Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat is reeds gevraagd de oorzaak te onderzoeken van enkele verschijnselen die voor het eerst optraden en te adviseren over de te nemen maatregelen, zoals bijvoorbeeld bij de scheur die is opgetreden in het buitentalud van de Pannerdense dijk. Er is tijdens het hoogwater een aantal wellen ontstaan in (pas gegraven) kopsloten. De vraag is wat hiervoor de beste structurele maatregelen zijn.

Er zijn in opdracht van de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat tijdens het hoogwater luchtfoto's gemaakt onder andere met behulp van infraroodcamera's. Deze foto's bieden mogelijkheden voor snelle signalering van bepaalde verschijnselen tijdens hoogwater en zijn daarmee een hulpmiddel bij het vaststellen van plaats, aard en omvang van grondmechanisch onderzoek voor dijkversterkingen.

Voor het beleid

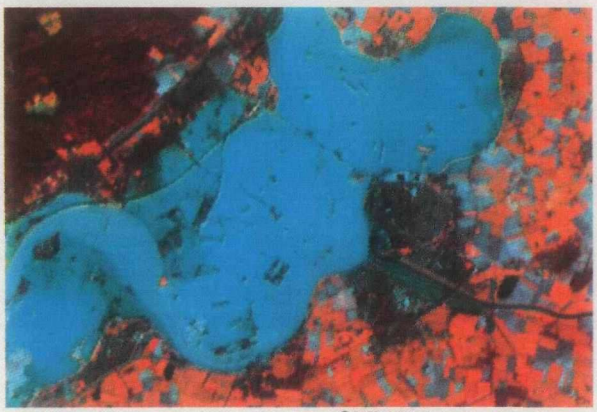
Door de toegenomen economische waarde van en bebouwing in het buitendijkse gebied is er een maatschappelijke druk ontstaan om bepaalde zomerkaden te versterken tot het niveau vergelijkbaar met primaire waterkeringen. De bergingsmogelijkheden van het winterbed nemen door deze versterking af. Rijkswaterstaat zal - op basis van de Rivierenwet - slechts vergunning hiervoor verlenen indien elders compensatie voor de afgenomen bergingscapaciteit wordt geboden. Deze compensatie elders kan dan niet meer gebruikt worden als compensatie voor buitendijkse dijkversterking en natuurontwikkeling in uiterwaarden. Dit acht de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen vanuit het waterkeringsbelang een ongewenste ontwikkeling.
Het hoogwater van december 1993 geeft geen aanleiding voor de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen om te adviseren het dijkversterkingsprogramma extra

Laagwater IJssel
SPOT 18 oktober 1987 - Doesburg e.o.



Schaal
2000 0 2000 Meters

Hoogwater IJssel
SPOT 25 december 1993 - Doesburg e.o.



© CNES 1987, 1993
Beeldbewerking door Rijkswaterstaat, Meetkundige Dienst

Opnamen door de Franse SPOT-satelliet van 28 oktober 1987 en 25 december 1993 tonen het enorme verschil tussen het zomerbed (laagwater) en het winterbed (hoogwater) van de IJssel bij Doesburg. De snelweg A48 (die loopt van linksonder naar middenboven) fungeert als bandijk. Bij het hoogwater is hier veel kwel opgetreden. De volledige opname beslaat een gebied van ongeveer 80 bij 80 kilometer, waarbij details van 20 bij 20 meter kunnen worden waargenomen. Het betreft een zogenoemde 'false-colour'-weergave, hetgeen betekent dat (groene) begroeiing in rode tinten wordt weergegeven. De kleurverschillen tussen beide opnamen zijn ontstaan door een verschil in zonnestand.

te versnellen of in andere zin bij te stellen. De versterkte dijken hebben zich goed gehouden tijdens de opgetreden waterstanden en er zijn geen verrassende verschijnselen opgetreden. De commissie acht het van groot belang dat, na de rustpauze in verband met de commissie Boertien, de uitvoering van het programma weer snel op de rails staat. Voor een uitvoering conform de planning is een goede samenwerking tussen alle betrokken overheden en belanghebbenden noodzakelijk.

De commissie verwacht, net als de beheerders, dat de toegenomen maatschappelijke druk het programma snel uit te voeren een tijdelijke zal zijn. Na enige tijd zal deze druk verminderen en het eigenbelang van de direct belanghebbenden prevaleren boven het maatschappelijk belang, hetgeen kan leiden tot vertragingen bij noodzakelijke onteigening en aanpassing van bestemmingsplannen.

Enkele beheerders overwegen een bepaald dijkvak een hogere prioriteit te geven in het programma. Dit speelt onder andere bij de Maasdijk bij Heerewaarden en het dijkvak Haalderen-Lent. Dit laatste speelt in op de plannen voor bebouwing ten noorden van de Waal. De minister van Verkeer en Waterstaat heeft vlak voor het hoogwater de beheerders te kennen gegeven de Buitengewone Riviercorrespondentie niet in te stellen. De ervaringen

met het niet instellen van de Buitengewone Riviercorrespondentie wijzen erop dat de veronderstelling van de minister dat de beheerders thans zelf over voldoende capaciteit en kwaliteit beschikken om het beheer tijdens het hoogwater zelf uit te voeren, juist zijn. Het lijkt daarom ook niet nodig tijdens toekomstige hoogwaters gebruik te maken van dit instrument. De Wet op de Waterkering sluit hierop aan. In deze wet is aangegeven dat de Buitengewone Riviercorrespondentie niet meer bestaat. Naar verwachting wordt het wetsvoorstel binnen enkele maanden aangeboden. Duidelijkheid over het instellen van de Buitengewone Riviercorrespondentie bij hoogwater in de periode tussen nu en het moment van inwerking treden van de Wet op de Waterkering is gewenst.
De beheerders onderstrepen het belang van een goede kennis van het beheersgebied en de optredende verschijnselen. Om die reden geven zij de voorkeur aan het uitvoeren van inspecties en het beheer door eigen mensen.



Een van de bekendste plekken in het rivierengebied in het kader van dijkversterking. De "Poort van Neerijnen" met het café in het vierkante huis op de voorgrond en daarachter een oude brouwerij. Verder op de achtergrond de bomen van het oude "parkbos" dat bij het huis Neerijnen hoort. De "Poort" en het parkbos vormen belangrijke knelpunten bij de versterking van dit stuk dijk.

Veranderingen zoals de herziening van de rampenbestrijdingsorganisatie, de overdracht van wegen naar gemeenten en de inwerkingtreding van de Wet op de Waterkering en de bestuurlijke herindeling, zorg(d)en voor veranderingen in de verantwoordelijkheden, taken en communicatielijnen van de betrokken overheden.

Tijdens hoogwaterperioden is het van het grootste belang dat alle betrokkenen niet alleen goed voorbereid zijn op hun eigen verantwoordelijkheden en taken, maar ook op de hoogte zijn van wat de andere betrokkenen doen. Tijdens het laatste hoogwater bleek dat niet overal het geval. Zo beschikten niet alle rampenbestrijdingsorganisaties over evacuatieplannen bij een eventuele doorbraak en was niet voor alle beheerders duidelijk waar en waarom andere organisaties en diensten actief waren tijdens het hoogwater.

Er dient nog eens kritisch gekeken te worden naar de informatie over de verantwoordelijkheden van, de taken van en de onderlinge communicatie tussen de betrokken over-



Wel in een sloot. Sloten achter dijken zijn bekende zwakke plekken in de kleilaag. Juist daar kunnen relatief makkelijk wellen ontstaan. De beheerders kijken bij de inspecties daarom niet naar alleen de toestand van de dijk, maar ook naar de achter de dijk gelegen sloten.

heden tijdens hoogwaterperioden. Hierover zal bij alle betrokkenen duidelijkheid moeten komen. Onderlinge uitwisseling van hoe de overheden in een beheersgebied invulling hieraan geven kan hiertoe bijdragen. Het vlak voor het hoogwater gezamenlijk doornemen van de onderlinge afspraken verdient hierbij aanbeveling. Hiertoe behoren ook afspraken over het informeren van de pers. In de provincie Gelderland heeft een dergelijke bijeenkomst plaatsgevonden met de waterschappen, provincie en Rijkswaterstaat. Ook hebben waterschappen een dergelijke bijeenkomst gehouden met alle burgemeesters in hun beheersgebied. Dergelijke bijeenkomsten werden door alle betrokkenen zeer gewaardeerd. Eén van de afspraken die gemaakt moeten worden is wie het initiatief neemt tot dergelijke bijeenkomsten.

BIJLAGEN

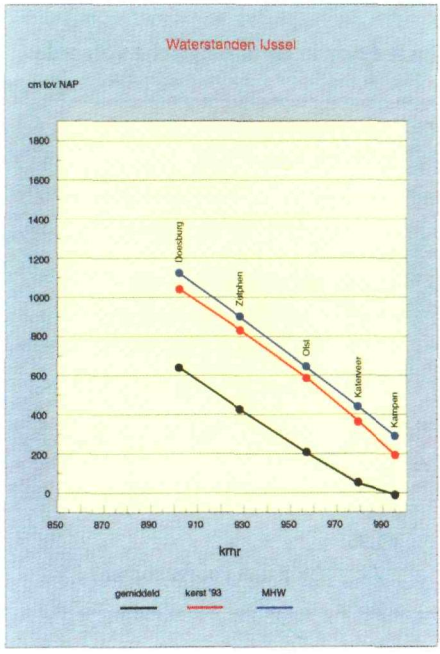
BIJLAGE 1 OPGETREDEN WATERSTANDEN

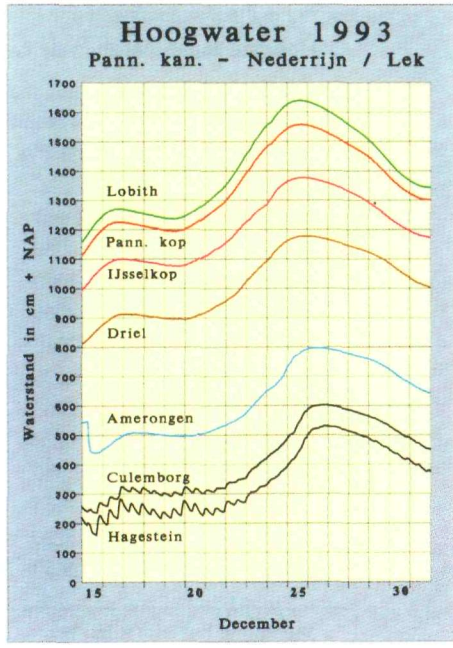
Hoogste topafvoeren in de twintigste eeuw in chronologische volgorde

Datum	Waterafvoer in m^3/s	Waterstanden *) in meters boven NAP	
Meetpunt Borgharen (Maas)			
15-01-1920	2086	45,12	
1/2-01-1926	3000	45,85	(46,05 toen gemeten)
29-11-1939	2060	45,10	(46,00 toen gemeten)
22-12-1952	2010	45,05	(45,42 toen gemeten)
01-02-1961	2125	45,15	
22-02-1970	2165	45,18	
22-07-1980	2120	45,19	
08-02-1984	2550	45,40	
13-01-1993	2388	45,35	
22-12-1993	3120	45,90	
Maatgevende afvoer	3650		(nog niet voorgekomen)
Meetpunt Lobith (Rijn) **)			
02-01-1920	10000	15,96	
18-01-1920	11365	16,48	
07-11-1924	9430	15,63	
3/4-01-1926	12600	16,83	
27-11-1930	9105	15,52	
12-02-1946	9890	15,86	
21-01-1955	9545	15,73	
01-03-1958	9270	15,63	
27-02-1970	9850	15,89	
09-02-1980	8839	15,64	
10-01-1982	7960	15,25	
31-05-1983	9707	15,90	
30-03-1988	10475	16,08	
25-12-1993	11100	16,39	
Maatgevende afvoer	15000	17,65	(nog niet voorgekomen)

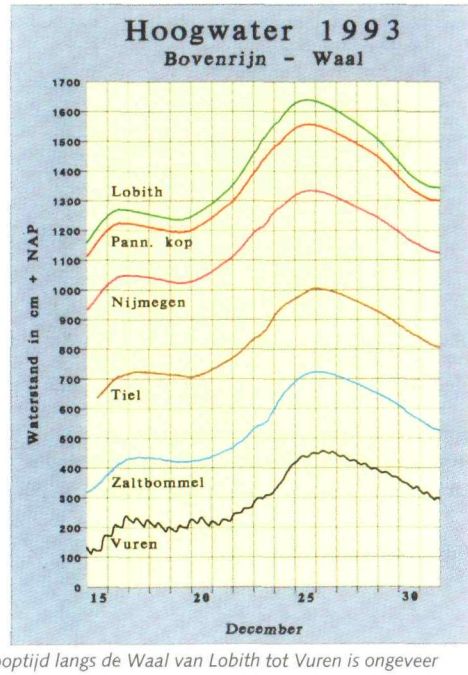
*) waterstanden als de afvoer behorend bij de vermelde datum nu weer zou optreden.
**) waterafvoeren van de Rijn boven 9000 m^3/s (sinds 1980 boven de 7500 m^3/s).

Bron: Berichtencentrum Lelystad, Rijkswaterstaat/RIZA

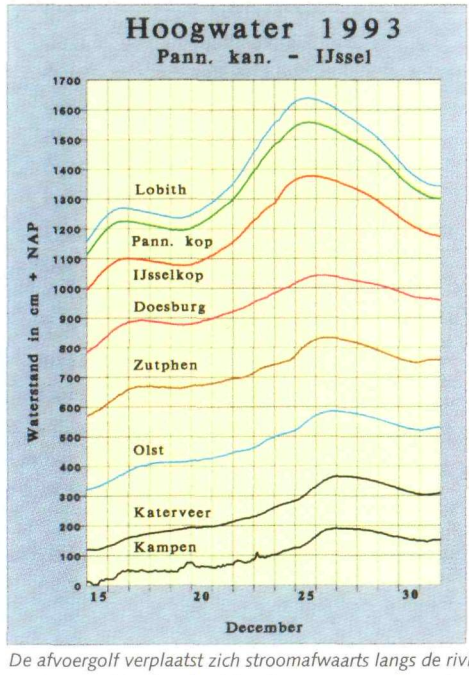




Het verloop van de afvoergolf langs de Neder-Rijn en Lek is vergelijkbaar met het verloop langs de Waal.



De looptijd langs de Waal van Lobith tot Vuren is ongeveer een dag (circa 90 km). De afvoergolf langs de Waal vervlakt veel minder snel dan de golf langs de IJssel. Ook is de invloed van de zee in het waterstandsverloop bij Vuren zichtbaar.



De afvoergolf verplaatst zich stroomafwaarts langs de rivier. Onderweg vlakt de golf af door berging van water in de uiterwaarden. De looptijd van de golf is ook afhankelijk van de bodemhelling van de rivier. Zo is de looptijd van Lobith tot Kampen ongeveer gelijk aan twee dagen (circa 130 km).

BIJLAGE 2 SPECIFICERING OPGETREDEN VERSCHIJNSELEN

In deze bijlage is een nadere specificering opgenomen van de in hoofdstuk drie beschreven opgetreden verschijnselen.

Wellen

Rijn en Lek

- Bij dijkpaal 102 langs de Rijn is een zeer actieve zandmeevoerende wel ontstaan. Na afdekking ontstonden er nieuwe wellen achter deze wel.
- Bij hectometerpaal (O) 275 langs de Rijn bij de steenkuil in Heteren zijn zwaar zandmeevoerende wellen in bermsloten geconstateerd en kleine wellen in het aangrenzende maaiveld. Er zijn geen maatregelen genomen om de problemen niet te verplaatsen en/of te verergeren. Wel heeft er elke twee uur controle plaatsgevonden. De beheerder overweegt de betreffende bermsloten over voldoende lengte te dempen en te voorzien van drainage. Ditzelfde geldt voor een zandmeevoerende wel bij hectometerpaal (N) 167.
- Tussen hectometerpaal (N) 66 en 70 langs de Rijn ligt een weiland met veel kleine wellen en enkele wat grotere zandmeevoerende wellen. De beheerder overweegt de stabiliteit van de binnenteen te waarborgen vooruitlopend op, maar wel inpasbaar in, de definitieve dijkverbetering. Daarbij is tevens een teenopsluiting langs de binnendijkse kolk nodig.
- Bij de Firma Zetten in Wageningen is tijdens het hoogwater een grote zandmeevoerende wel geconstateerd in de kop van een nieuwe perceelsloot nabij de Rijndijk. Naast de grote wel is in de sloot een aantal kleinere wellen ontstaan. Mogelijke oorzaak is een

In totaal zijn er op zo'n 120 plaatsen langs de Rijn en Maas een of meer wellen geconstateerd. Enkele wellen voerden meer dan 2 kubieke meter zand mee. Nergens heeft welvorming tot gevaarlijke situaties geleid.



combinatie van het te ver doorgraven van de sloot naar de dijk en de ligging van een diepe zandpunt aan de rivierzijde van de dijk.

- Bij hectometerpaal 25,65 - 25,95 manifesteerden zich vier zandmeevoerende wellen welke 5 tot 100 liter zand opbrachten. Bij de dijkverbetering ter plaatse zijn twee buitendijkse kleiputten gedempt en is de hoofdwatergang 10 meter landinwaarts gelegd. Het euvel, dat vroeger veel ernstiger was, is hiermede echter niet geheel verholpen.

- Bij hectometerpaal 72,60 langs de Rijn bij Culemborg zijn twee wellen waargenomen, beide licht zandmeevoerend. De ene lag direct naast de damwand en het lage pand van de stadsgracht, de ander lag er circa 5 meter naast. De beheerder overweegt de gemeente Culemborg te verzoeken de bestaande damwand op de bodemlijn af te zagen en een nieuwe wand te plaatsen 20 meter meer richting de stad met de mogelijkheid water tegen de wand te kunnen opzetten. Bij hoogwater is het dan mogelijk de gracht hoger op te zetten.
- Bij de recreatieplas bij Hagestein langs de Lek is een soort kwelkade aangelegd. Het water werd twee meter opgezet door de sloot af te dammen met zandzakken. Vroeger kwamen achter dit stuk dijk veel zandmeevoerende wellen voor. Tientallen kubieke meters zand belandde toentertijd op de slootbodem. Dit keer is er niets bijzonders gebeurd in de sloot.
- Tussen dijkpaal 45 en 52 langs de Lek, ter hoogte van de uitbreidingswijk Amaliasteijn van Vianen, kwamen grote massieve zandmeevoerende wellen voor. De wellen zijn ontstaan doordat boorgaten voor grondmechanisch onderzoek onvoldoende waren afgedicht. Ter plaatse is de kleilaag ongeveer 70 centimeter dik. De wellen liepen op 4 februari 1994 nog steeds.
- Tussen dijkpaal 30 en 45 langs de Lek, ter hoogte van Lexmond, werden tot aan de nieuwe Rijksweg (zo'n 250 meter uit de dijk) zandmeevoerende wellen en kwel geconstateerd. Het ging daarbij om wellen die tot 2 m^3 zand meevoerden.
- Bij dijkpaal 973 bij Schoonhoven langs de Lek was een zandmeevoerende wel actief 5 meter uit de teen van de dijk en 4 meter van een sloot, waarschijnlijk op een oude sondeerlokatie. Het gebied is kwelgevoelig. Er zit een met zand opgevulde geul in de ondergrond.



Wel achter een verbeterde dijk bij Pannerden. Bij het ontwerp voor dijkverbetering gaat men ervan uit dat er vlak achter de dijk geen wellen meer ontstaan. Dat gebeurt in de regel ook niet meer. Alleen bij zeer hoog water komen er nog wel wellen voor, maar deze zijn dan verschoven naar plaatsen veel verder achter de dijk. Echt voorkomen is meestal onmogelijk. Een wel op zo'n grote afstand van de dijk vergt aandacht, maar vormt geen gevaar meer voor de stabiliteit van de waterkering.

- Op een oude sondeerlokatie bij Schoonhoven was een nieuwe zandmeevoerende wel ontstaan. Het water is afgeleid naar de sloot door het graven van een greppeltje. Tevens is de wel afgedekt met doek, twee jute zakken en stenen. Er is 1 tot 2 m^3 zand meegevoerd.

Waal

- Bij hectometerpaal (O) 46 langs de Waal in de Europalaan te Gendt zijn op de plaats waar in de dijkverbetering ter plaatse enige consessies zijn gedaan aan de lengte van de middenberm enige wellen van geringe betekenis ontstaan.
- Bij hectometerpaal (O) 275 langs de Waal nabij de Klipstraat is een beendikke, flink zandmeevoerende wel ontstaan op ongeveer 30 meter uit de binnenteen. De wel is intensief bewaakt, maar is langs natuurlijke weg minder actief geworden. Ingrijpen tijdens het hoogwater zou de situatie vrijwel zeker hebben verslechterd. Tijdens het weekeinde van 8 en 9 januari 1994 was deze wel weer enigszins actief. De beheerder overweegt de wel met specie af te dichten.
- Bij hectometerpaal (O) 301 langs de Waal bij Kromme Hoek zijn oude bekende wellen actief geworden. Ten dele zijn deze geïsoleerd. Bij verslechtering van de situatie zou het totale gebied geïsoleerd zijn. De beheerder overweegt op dit stuk structurele maatregelen te nemen, mede omdat deze plek bij hoogwater arbeidsintensief is.
- Bij hectometerpaal (N) 200 langs de Waal achter de oostelijke Voorhavendijk langs het Amsterdam-Rijn kanaal ontstonden op 28 december 1993 bij vallend water zandmeevoerende wellen in de bermsloot (A-watergang) langs de verlengde Spoorstraat/Akker. Het isoleren van de wellen had geen effect. Verhoging van het peil in de watergang gaf een kleine verbetering te zien. De beheerder overweegt de ter plaatse aanwezige duikers te verlengen en een drainage in een grindkoffer aan te brengen.
- Bij Groenlanden langs de Waal is een bekende wel weer actief geworden. Door een duiker dicht te maken is het waterpeil ter plaatse verhoogd. Naar aanleiding van het hoogwater in '88, heeft de beheerder het aanleggen van een berm overwogen. Besloten is dit niet te doen daar de afmetingen van de berm (te) fors zouden worden om het benodigde effect te verkrijgen.
- Langs de Waal bij hectometerpaal 26 is ten gevolge van afgraving van het binnentalud een spontane wel ontstaan.
- Langs de Waal bij hectometerpaal 23 waren grote zandmeevoerende wellen actief. De wellen zijn omringd met zandzakken.
- Langs de Waal tussen hectometerpaal 292 en 369 zijn tientallen wellen geconstateerd. De meeste waren bekende wellen, twee waren spontaan. De zandmeevoerende wellen

Bij het dorp Opijnen schaart de Waalbandijk aan het stroomvoerende gedeelte van de rivier. Het dorp ligt in een bocht van de dijk op een dunne kleilaag met een fijnzandige ondergrond. In het dorp kan men bij hoogwater altijd zandmeevoerende wellen aantreffen, zelfs tot op enige honderden meters achter de dijk. Verscheidene maatregelen zijn getroffen om de wellen niet te dicht bij de waterkering te laten ontstaan. In de komende jaren wordt dit stuk dijk nog versterkt.



zijn omringd met zandzakken.
Naar aanleiding van het hoogwater in '88 overwoog de beheerder ter hoogte van Wamel (hectometerpaal 291-299) een bermversterking aan te brengen. Besloten is dit niet te doen daar de afmetingen van een berm (te) fors zouden worden om het benodigde effect te verkrijgen. Ter hoogte van Dreumel (hectometerpaal 365-370) is sinds het hoogwater in '88 een kwelstuw aangelegd. Deze stuw werkte tijdens het hoogwater nu goed.

- Langs de Waal heeft bij stomerij Uniek, gelegen bij het westelijk bastion van Gorinchem, bodemsanering plaatsgevonden. Er is ter plaatse een afsluitende kleilaag van 2 meter dikte aangebracht. De kleilaag voldeed, maar de voor de monitoring aangebrachte peilbuizen en monsterputten gaven vanwege een onvoldoende afsluiting water.

IJssel

- Langs de IJssel bij de dijkpalen 199, 203, 208 en 209 is geconcentreerd uittredend water geconstateerd op 25 december 1993 over enkele meters lengte in de teen van de waterkering ter hoogte van afritten. Het lijkt erop dat het water uittreedt middels het zandbed van de afritten. Dit verschijnsel was bij andere hoogwaters niet geconstateerd. Er werd geen zand meegevoerd. Er zijn geen maatregelen getroffen.
- Langs de IJssel bij dijkpaal 215 is circa 35 meter uit de teen een wel geconstateerd in het maaiveld nabij de pompkast van de riolering. Op 24 december 1993 was deze wel zeer actief. De wel is afgedekt en opgestuwd. De wel gaf veel roest/oerhoudend water.



In een sloot naast de Stoepstraat in Opijnen voerde op dezelfde plaats als tijdens eerdere hoogwaters een wel weer zand mee. Ditmaal raakte de straat ondermijnd en verzakte waarbij een telefoonkabel brak. De Waaldijk, op ongeveer 100 meter afstand, liep geen gevaar.

Waarschijnlijk zijn de gaten van de bronneringsbuizen niet zorgvuldig gevuld met betoniet. Het polderdistrict zal de wel uitboren en het boorgat vullen met bentonietkorrels.

- Langs een peilbuis van de provincie is op 25 december 1993 een behoorlijk actieve wel geconstateerd die een beetje zand meevoerde. De peilbuis was geplaatst bij dijkpaal 216, ongeveer 15 meter uit de teen, in verband met waterbemonstering. De provincie had over het plaatsen van de buis geen overleg gevoerd met het polderdistrict. De wel is afgedekt en opgestuwd.
- Langs de IJssel bij dijkpaal 233 was op 27 december 1993 een spontane wel behoorlijk actief circa 15 meter uit de teen van de waterkering. De wel was ontstaan door het uit-

trekken van een puntstuk. Tijdens het hoogwater is de sloot afgedamd. Later zal het gat uitgeboord worden en opgevuld met bentoniet.

- In de kwelsloot achter de waterkering zijn op 25 december 1993 bij de dijkpalen 292-301 van de IJssel vele zandmeevoerende wellen waargenomen. Het zandtransport was niet overmatig. Dit mede dankzij het in een zeer vroeg stadium opstuwen van het water in de kwelsloot door het plaatsen van schotbalkjes in de schotbalksponning van een duiker. Naarmate de rivierstand steeg traden de wellen hoger uit tot boven het peil van de kwelsloot. Daarom werd het water in de kwelsloot verder opgestuwd tot de bovenkant van de duiker. Dit gaf enige wateroverlast voor enkele bewoners van Giesbeek.
- Op 23 december 1993 waren twee bekende wellen bij dijkpaal 309 van de IJssel actief in de kopsloot ten zuiden van de provinciale weg S51. Ze voerden een beetje zand mee. Toen de volgende dag de wellen zeer actief werden, is de kopsloot afgedamd en de duiker in de bermsloot gedicht. Deze maatregelen waren afdoende.
- Langs de IJssel in de kwelsloot van de dijk tussen de dijkpalen 352-360 ontstaan bij hoogwater altijd wellen. Uit voorzorg is op 23 december 1993 de duiker aan het eind van de kwelsloot dichtgezet. De afsluiting van de duiker was 's avonds door derden ontregeld. Er bleken toen in de sloot reeds diverse bekende zandmeevoerende wellen van geringe grootte te zijn ontstaan. De afsluiting is op 24 december hersteld. Ook in de bermsloot van de Didamseweg zijn toen enkele kleine wellen geconstateerd. De volgende dag waren deze wellen zeer actief en voerden veel zand mee. Ook enkele wellen



Zandmeevoerende wellen aan de binnenteen bij Lathum aan de rechteroever van de IJssel. Om het uitstromende zand te stoppen heeft het waterschap een van de wellen met een doek afgedekt. Het water kan daar door stromen, zodat de waterdruk ondergronds niet oploopt. De ring van zandzakken vult zich met water, zodat ook tegendruk wordt opgebouwd.

in de kwelsloot zijn behoorlijk actief geworden. De bermsloot is toen tot voorbij de kwelsloot afgedamd. Dit gaf voldoende tegendruk.

- In het waterschap Salland is een spontane wel ontstaan in een nieuw gegraven watergang. Deze watergang was aangelegd in het kader van de dijkversterking bij Herxen.
- In het waterschap IJsseldelta kwamen op de rechter IJsseloever bij rivierkilometer 981 twee wellen voor als gevolg van de aanwezige beschoeiingspalen.

Maas

- Langs de Maas bij Haren zat de sloot langs de waterkering vol met rood/roestkleurig zand. Het gras langs de sloot was met roestdeeltjes bedekt. Van dit stuk dijk is bekend dat daar in het verleden veel kwel en kleine zandmeevoerende wellen waren tijdens hoogwater. Bij Haren staat het dijkvak met het grootste potentiaalverschil (maaiveld 6 meter boven NAP, hoogste waterstand was 8,30 meter boven NAP). De beheerder onderzoekt de oorzaak.

Kwel en verweking

Rijn en Lek

- Langs de Rijn, bij hectometerpaal (O) 73 vlakbij de paddepoel te Angeren is de overloop van de kwelkade gereguleerd met zandzakken. In de kwelkade zaten een groot aantal lekken vanwege molle- en muizegangen.
- Langs de Rijn, bij hectometerpaal (N) 18 werd veel spanningswater geconstateerd in het talud bij de afrit van M. v/d Bijl. Mogelijk trad dit op als gevolg van de asfaltverharding direct nabij de binnenteen, waardoor het water niet uit de teen kon treden. Het



Het rivierwater stroomt in grote mate door de zandlaag die onder de dijk ligt van de rivierzijde naar de landzijde. Het water komt hier binnendijks vrij gelijkmatig weer bovengronds. Dit vormt geen gevaar voor de waterkering, maar veroorzaakt vaak wel veel overlast voor mens en dier.

asfalt werd plaatselijk door de waterdruk opgetild. Het asfalt is geperforeerd en intensieve controle heeft plaatsgevonden. De hoeveelheid uit de dijk tredend water is hierdoor niet toegenomen. De stabiliteit van de dijk werd ter plaatse gunstig beïnvloed door de toevallige aanwezigheid van een grote fabrieksvoorraad bakstenen op pallets. De beheerder overweegt het nemen van structurele maatregelen om herhaling te voorkomen.

- Langs de Rijn, bij hectometerpaal (N) 102 ontstond spanningswater in het talud bij de afrit van T. v/d Scheur. Intensieve controle heeft hier plaatsgevonden. De beheerder overweegt hier structurele maatregelen te nemen die afgestemd zijn op het dijkverbeteringsplan om herhaling te voorkomen.
- Langs de Rijn bij het perceel van Ruinemans (bij Wageningen) kwam behoorlijk veel kwelwater onder de dijk door. Hier is een dammetje van zandzakken langs de varkensschuur gelegd zodat de schuur droog bleef en het water de moestuin in kon stromen.
- De parkeerplaats van een transportbedrijf direct achter de dijk op het eind van de

Rijnhaven te Wageningen was sterk verweekt.

- Bij de aanleg van het natuurontwikkelingsproject "De Blauwe Kamer" is er aan de binnenzijde van de dijk ter hoogte van "De Blauwe Kamer" drainage aangebracht. In het algemeen functioneerde de drainage goed. Het achter de dijk gelegen land bleef droger dan op plaatsen waar geen drainage is aangebracht.
  Naast de waterstanden op de rivier werden door het waterschap ook de waterstanden in de peilbuizen in het dijklichaam opgenomen. Hiermee kon gevolgd worden hoe snel en in welke mate het dijklichaam natter werd.
  Uit de metingen bleek dat de aangebrachte drainage ook tot gevolg had dat het dijklichaam zelf droger bleef. Dit komt de stabiliteit van de dijk ten goede.
- Langs de Lek aan de westzijde van het gemaal De Koekoek trad vrij veel kwel uit.

Een oude, slecht onderhouden populierenrij bij Vianen langs de Lek bleek de kleilaag doorboord te hebben. Langs de wortels van de bomen trad veel kwel naar buiten. Tevens kwamen hier wellen voor. Het gebiedje was totaal verweekt. Omdat er geen wind stond zijn er geen bomen omgewaaid, zodat zich geen gevaarlijk situatie voordeed.



- Langs de noordoostelijke Voorhavendijk van het Amsterdam-Rijnkanaal ontstond sterk bruin/geel gekleurde kwel.
- Bij hectometerpaal 198 langs de Lek, in het nog te verbeteren dijkvak te Tull en 't Waal, was sprake van een verende verharding. Buiten de 15H-zône het meest. Uit voorzorg is grind gestort.

Bij dit huis in Dreumel aan de Waal stroomde veel rivierwater door de dijk. Vooral bij de onderkant van het talud, de binnenteen, kan dit water de grond verweken . Daardoor ontstaan mogelijk gevaarlijke situaties. Het dijktalud heeft namelijk van nature de neiging om naar beneden te schuiven en juist die natte, verweekte grond moet dat tegengaan. Uit voorzorg heeft het Polderdistrict Groot Maas en Waal een halve cirkel van zandzakken gelegd aan de onderkant van de dijk, zodat er een plas water kan ontstaan die door zijn gewicht afschuiving tegengaat.



- Belangrijke kwel langs en nabij de binnenteen deed zich voor tussen hectometerpaal 49 en 55 van de Rijn. Door de langdurig hoge waterstand vond verweking van het dijklichaam plaats.
- Langs de Lek, bij dijkpaal 95 (Everdingen) had een boer zijn weiland geploegd tot vrijwel in de teen van de dijk. Op dit perceel trad verweking op van de binnenteen door kwel. De dijk zelf bleef droog.
- In het gebied tussen Everdingen en Lexmond kwam excessieve kwel voor.
- Een oud slecht onderhouden populierenbosje bij Vianen langs de Lek bleek de pipinglaag doorboort te hebben. Langs de wortels van de bomen trad veel kwel naar buiten. Tevens kwamen hier wellen voor. Het gebiedje was totaal verweekt. Omdat er geen wind stond zijn er geen bomen omgewaaid. De beheerder overweegt de bomen om te zagen.
- Langs de Lek, tussen dijkpaal 60 en 65, bij de woonwijk "De Hagen" van Vianen, trad excessieve kwel op, barstte de slootbodem open en werden zandmeevoerende wellen geconstateerd. Het kwelwater werd afgevoerd via het riool. Het water in de singels werd een meter hoger opgezet om voor voldoende tegendruk te zorgen. De dijk en de steunberm zelf bleven droog.

Waal

- Bij hectometerpaal (O) 115 van de Waal ter hoogte van het buurtschap "De Pas" te Bemmel is het binnentalud tot een hoogte van ongeveer 2,00 meter boven de teen verweekt. Ter plaatse wonen veel mensen. Onder hen was sprake van veel ongerustheid. Omdat het betreffende dijkgedeelte slecht bereikbaar is met zwaarder materieel, is hier uit voorzorg op maandag 27 december 1993 een baan van rijplaten neergelegd. Op zondag 9 januari 1994 is in verband met toenemende verweking overwogen of niet alsnog tot verzwaring van de binnenteen zou moeten worden overgegaan door het aanbrengen van zo'n 1000 m^3 zand. De te verwachten vrij snelle val en de overweging of hierdoor niet onnodig angstgevoelens zouden worden aangewakkerd, hebben uiteindelijk tot het besluit geleid verzwaring achterwege te laten.
- Alhoewel door de aanwezige bewoners de nadruk op de situatie bij "De Pas" heeft gelegen, was er sprake van een verweekte binnenteen over het gehele gedeelte tussen "Doornik" en "De Pas" (hectometerpaal (O) 114 tot 126). De beheerder overweegt op dit traject een voorziening te treffen om de stabiliteit van de binnenteen te waarborgen vooruitlopend op, maar wel inpasbaar in de definitieve dijkverbetering.
- Bij hectometerpaal (N) 126 trad verweking van het binnentalud bij de teen van de dijk op. Er is hier door de beheerder intensief gecontroleerd.
- Bij hectometerpaal (O) 55 van de Waal ontstond bij de Poelwijklaan te Gendt wateroverlast door kwel. De oorzaak is de wijziging in de kwelafvoer na de dijkverbetering. Een tijdelijke voorziening is tijdens het hoogwater gerealiseerd. De beheerder overweegt de kwelafvoer meer structureel te verbeteren.
- Bij hectometerpaal (O) 140 van de Waal heeft de kolk tegenover het fort "Boven Lent" veel kwelwater te verwerken gekregen. De kwelkade was hiertegen maar nauwelijks bestand. Na de hoogste waterstand in de Waal is een ernstige situatie ontstaan. De aanwezige kwelkade was het punt van bezwijken dicht genaderd. Op de meest kritieke plaatsen zijn zandzakken aangebracht.
  Op 31 december 1993 was ook dit niet meer mogelijk. De kwelkade was vanwege het drassige terrein niet meer bereikbaar, zelfs niet te voet, terwijl het lopen over de kade een nog grotere instabiliteit tot gevolg had. Het mag, volgens de beheerder, dan ook

Bij Grave langs de Maas, is te zien hoe nat het aan de binnenkant van een dijk kan worden, zelfs als er nog geen sprake is van een gevaarlijke situatie. De halfverharde weg aan de onderkant van de dijk is nog begaanbaar voor bijvoorbeeld het aanvoeren van zandzakken. Als er gewoon grasland ligt, is het terrein nagenoeg onbegaanbaar. Door kwelvorming en verweking waren een paar onderhoudswegen onbegaanbaar geworden tijdens het hoogwater.



een wonder heten dat er ter plaatse niets gebeurd is. Indien de kade bezweken zou zijn, was een groot aantal kassen en woningen onder water komen te staan met grote materiële schade als gevolg. De tegendruk van het water bij de bandijk zal in dat geval wegvallen, waardoor afschuiving van het talud in de kolk mogelijk wordt.
De beheerder overweegt het gehele dijkvak Haalderen-Lent, mede gezien de plannen voor stedelijke bebouwing ten noorden van de Waal, meer prioriteit te geven bij de dijkverbetering. Indien mogelijk, wordt de betreffende kolk zeer spoedig voorzien van een zandberm.

- Op veel plaatsen langs de Waal in het polderdistrict groot Maas en Waal was er forse kwel. De kwel gecombineerd met hevige neerslag op 29, 30 en 31 december heeft er voor gezorgd dat honderden hectares land onder water stonden. In de Bommelerwaard is de waterafvoer door ruilverkaveling beter en had men daardoor minder last van kwelwater.
- Bij hectometerpaal 149-153 van de Waal (Gameren) dreef de grasmat ten gevolge van hoge waterspanning. Dit verschijnsel was bij eerdere hoogwaters ook opgetreden. Er zijn geen maatregelen genomen.
- In het kwelgebied in Varik langs de Waal zijn maatregelen genomen om een dreigende doorbraak van de kwelkade en het daarmee wegvallen van de tegendruk tegen de hoofdkering te voorkomen.
- De afvoer van kwelwater in het ruilverkavelingsgebied "Overbetuwe Oost" vergde veel aandacht, vooral door de samenloop van het hoogwater met de overvloedige regenval in de nacht van 30 op 31 december. In dit gebied heeft dit geleid tot grote wateroverlast. De beheerder gaat na of extra voorzieningen nodig zijn bij de realisering van de waterhuishoudkundige infrastructuur in het landinrichtingsgebied "Overbetuwe Oost". Beperkingen ten opzichte van het huidige plan zijn in ieder geval ontoelaatbaar, aldus de beheerder.

IJssel

- Bij dijkpaal 207 van de IJssel in het dijkvak Westervoort-spoorviaduct NS-RW12 is het



Ook buiten Limburg zal Kerstmis 1993 velen nog lang heugen. Kwelwater drong op een aantal plaatsen kruipruimtes binnen en kwam op slechts luttele centimeters van het parket of de vaste vloerbedekking. De rivierdijkbeheerders hebben liever niet dat de bewoners het water snel wegpompen, omdat dan de tegendruk die het water geeft minder wordt, waardoor het kwelwater weer makkelijker kan doorstromen. In de praktijk weerhoudt de beheerder de mensen er echter zelden van hun huis droog te houden.

maaiveld op het parkeerterrein van de manege over een oppervlakte van 10 m^3 opgebarsten/opgedrukt. In de opbarsting was enige welvorming aanwezig die geen zand meevoerde. Dit fenomeen trad voor het eerst op. Het betreft een verbeterd stuk van de dijk. Voor de dijkverbetering trad tijdens hoogwater over grote lengte van de teen water uit. Tijdens de dijkversterking is er op deze plaats aan de binnendijkse zijde over zo'n 80 meter verzwaring opgebracht in de teen. Het parkeerterrein op maaiveld bestaat uit een halfgesloten verharding. Het kwelwater wordt daardoor mogelijk gedwongen verder uit te treden dan voorheen en doet dit nu in een gedeelte waar minder weerstand wordt ondervonden, namelijk direct achter de goot van het parkeerterrein.

- Langs de IJssel bij rivierkilometer 955 (Welsummerveld) is net als in 1988 tijdens het hoogwater het slootpeil opgezet door het afdammen van de sloot met zandzakken. Dit ter voorkoming van verweking van de binnenberm. De beheerder overweegt als permanente oplossing 20 centimeter van de grond af te halen en het talud af te dekken met zanddicht doek om het zandtransport tegen te gaan. De afvoer van het water ter plaatse is geen probleem doordat er een brede sloot achter de dijk ligt.



Kwel en wellen achter de dijk bij het Landgoed de Haere aan de IJssel. De helft van de beheerders had te maken met kwel, waarvan enkele beheerders met buitenmatig veel. Over het algemeen leidde de kwel niet tot grote problemen.

- Bovendien is bij de Welsummerdijk een binnendijks weggetje over 100 meter met doek en zandzakken verzwaard in verband met verweking op dezelfde wijze als in '88. De beheerder zelf stelt vraagtekens bij de effectiviteit van deze maatregel, maar de bewoners ter plaatse vragen er om. In de verbeteringsplannen is opgenomen het maaiveld hier iets op te hogen.
- Langs de IJssel bij het gemaal de Grote Beek te Bronkhorst (hectometerpaal 128,00) was er net als in '82 en '84 sprake van kwelverschijnselen.

Maas

- Er is verweking opgetreden door kwel in de buurt van Ravenstein langs de Maas. Door verweking als gevolg van kwel was de dijk onderlangs niet meer te bereiken. De bereikbaarheid binnendijks is daar verloren gegaan.
- Bij Haren langs de Maas was het halve talud van de dijk verweekt.
- Het kwelwater in het beheersgebied van het waterschap De Maaskant is op een aantal plaatsen alleen weggepompt om schade aan huizen te voorkomen. Het waterpeil is zo hoog mogelijk gehouden om zoveel mogelijk de tegendruk in stand te houden.
- Bij Macharen langs de Maas was er veel kwel. Ter plaatse zijn duikers gegraven om de afvoer van het water te bevorderen.



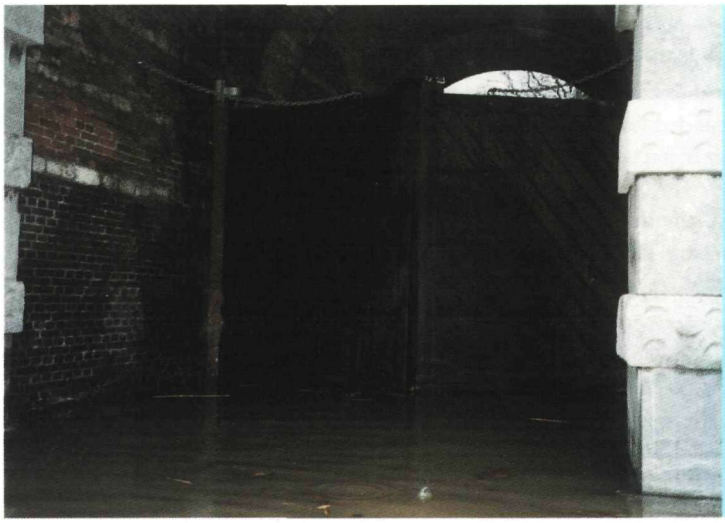
Doorgang (coupure) in de Waalkade in Nijmegen die tijdens hoogwater afgesloten wordt met schotbalken. De ruimte tussen de twee rijen schotbalken is hier opgevuld met paardemest.

- Bij Megen langs de Maas was er veel kwel. Dit water heeft mogelijk zoveel tegendruk gegeven dat daardoor ter plaatse geen wellen zijn ontstaan. In dit gebied was er sprake van wateroverlast doordat duikers verstopt zaten.
- Bij het reeds versterkte dijkvak Bokhovense Overlaat (hectometerpaal 33-72 langs de Maas) trad wel kwel op, maar dat heeft niet geleid tot problemen. Deze kwel was bij de verbetering van het dijkvak voorzien op een groot aantal lokaties, vooral bij hectometerpaal 40, mede door binnendijkse kleiwinning voor de baksteenindustrie. Wel zijn door het waterschap de polderpeilen flink naar boven bijgesteld, om zodoende tegendruk te creëren in de parallel aan de dijk gelegen hoofdwatergang (hectometerpaal 46). Desondanks is op een aantal lokaties de oever gedeformeerd. Deze worden door de beheerder hersteld.

Kunstwerken, niet waterkerende objecten en uitgekiende ontwerpen

Coupures

- De coupure bij Tolkamer is op 23 december gesloten door de gemeente Rijnwaarden. Het is een nieuwe coupure met een stalen schuifdeur. De waterstand was toen 14,95 meter boven NAP. De deur bleek niet waterdicht te zijn. De rubberstrip tussen deur en ondergrond dichtte niet voldoende af. Het binnendringende water dreigde Tolkamer binnen te lopen. Met zandzakken is een dam achter de deur opgeworpen. De dam is de volgende dag verder verzwaard.



Het stadje Schoonhoven heeft drie coupures, de Veerpoort, een hele kleine bij het restaurant Belvedère en de sluis die toegang geeft tot de stadsgrachten. In de afgebeelde Veerpoort zijn de schotbalken in 1991 vervangen door keerdeuren. Tijdens het hoogwater in december hebben deze deuren voor het eerst water gekeerd: ongeveer 15 centimeter. De deuren functioneerden uitstekend.

- De coupure in de Lage Steenweg in Deventer is door de gemeente Deventer afgesloten. De afsluiting was niet waterdicht, doordat de schotbalken niet recht waren. Om de coupure toch waterdicht te maken zijn zandzakken voor de balken gezet en is aan de droge kant een vrachtlading zand gestort. Op zich kon het water dat door de coupure naar binnen kwam direct afgevoerd worden in het riool. De maatregelen zijn echter toch genomen omdat het lekken leidde tot grote onrust onder de bevolking. Dit werd versterkt door de berichtgeving op Radio Oost waarbij gesproken werd over het dichten van een gat in de dijk in plaats van het met zand goed afdichten van de coupure. De lekkende coupure leidde tot honderden telefoontjes.
- In de Veerpoort te Schoonhoven is de coupure voor het eerst afgesloten met de keerdeuren die er in 1991 in zijn geplaatst. De keerdeuren vervangen een schotbalkconstructie. Er heeft 15 centimeter water tegen de deuren gestaan. De deuren waren vrijwel waterdicht.
- Zonder problemen zijn de coupures gesloten bij Nieuwpoort, Zaltbommel, Nijmegen, Tiel (2), Woudrichem (2), Gorinchem (2), Deventer (2), Zutphen (2), Boxmeer, de provinciale weg naar Gennep, de tunnel in de provinciale weg bij Cuijk, Katwijk en bij Ravenstein.

Leidingen

- De gasleidingen in de dijken gaven geen problemen.
- De waterleiding van de PGEM nabij de John Frostbrug te Arnhem is op 24 december 1993 drukloos gemaakt in verband met zichtbaar uittredend water. Op 28 december

De stadsmuur in Wijk bij Duurstede aan de Neder-Rijn keert het hoge water. De muur is hersteld volgens de architectuur van 1860. In de muur zit een laaggelegen toegang (coupure) tot de stad die bij hoogwater met een schuifdeur wordt afgesloten. Deze schuifdeur functioneerde goed tijdens het hoogwater.



kon de waterleiding weer in gebruik worden genomen. Achteraf blijkt regenwater dat van de brug af komt de oorzaak van het uittredende water te zijn. Op 31 december wordt dit verschijnsel, na hevige regenval, opnieuw gemeld. De beheerder heeft de gemeente Arnhem en Rijkswaterstaat verzocht te onderzoeken of de afvoer van het regenwater van de John Frostbrug kan worden gewijzigd.

- Twee leidingen hebben tijdens het hoogwater gelekt: bij hectometerpaal 129 langs de Waal (Gameren) lekte een rioolafsluiter en bij hectometerpaal 109 (Zaltbommel) een persleiding. Beide zijn gerepareerd.
- In "De Worp", een wijk van Deventer, trad storing op in het telefoonnet doordat een kabel in de binnenteen van de dijk het begaf. Er is een aantal dagen met een straalzender gewerkt. Nadat het water ging zakken is de kabel gerepareerd.
- Een elektra-aansluiting van een huis in Terwolde ging kapot. Ook deze aansluiting in de binnenteen van de dijk is gerepareerd nadat het water weer begon te zakken.

Inlaten en sluizen

- De middelste schuif van de inlaat naar de Kromme Rijn kon niet geheel worden afgesloten.
- Bij de Blauwe Sluis ligt een zeer oude ontwateringssluis die nu tevens als inlaatsluis functioneert deels onder een café. Bij de sluis ontstond wateroverlast, de kelders van het café liepen onder.
- Aan de Maas, bij Grave, lekte de inlaatsluis die een enkele kering heeft, behoorlijk. Het probleem bij het nemen van maatregelen is dat er geen tekeningen beschikbaar zijn, terwijl niet van buiten af te constateren valt wat er precies aan de hand is.
- Extra aandacht is besteed aan de "Beersluis" bij het fort Everdingen. Naast plaatselijke lekkage via de schotbalken van het kunstwerk hebben zich daar geen bijzonderheden voorgedaan. Er zijn plannen om deze sluis definitief af te sluiten.

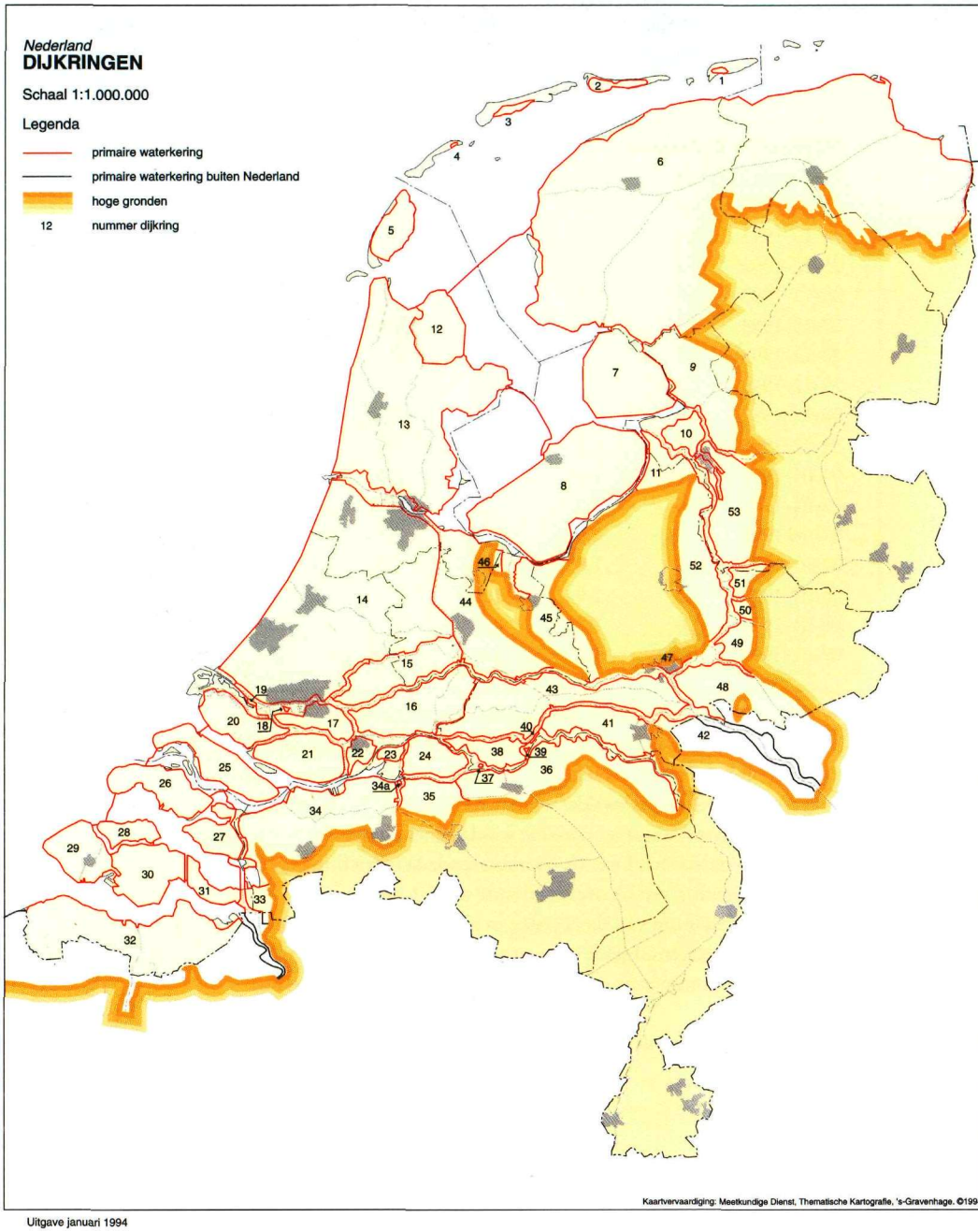
BIJLAGE 3 WEERSOMSTANDIGHEDEN

Datum	Wind				Neerslag	Temperatuur	
	Wgem in m/s	Wmax in m/s	Wvec in m/s	Wricht	N24 in mm	Tgem in °C	Tmin in °C
Meetstation De Kooy							
22-12-1993	1,8	2,5	1,4	W	13,0	5,1	1,9
23-12-1993	1,6	2,0	0,9	W	0,9	4,7	3,5
24-12-1993	1,0	1,7	0,8	NO	5,9	3,9	2,1
25-12-1993	0,3	0,9	0,2	N	0,4	1,2	-2,1
26-12-1993	1,0	1,5	1,0	N	2,8	3,3	2,5
27-12-1993	0,4	0,8	0,7	NO	0,7	2,8	1,2
28-12-1993	0,8	1,3	0,8	Z	0,1	1,5	0,5
29-12-1993	1,5	2,4	1,4	Z	4,4	5,1	1,9
30-12-1993	1,4	2,0	1,4	ZW	8,9	6,1	4,4
31-12-1993	1,2	2,0	1,1	W	3,2	5,3	3,5
01-01-1994	1,1	1,3	0,9	W	0,5	4,2	1,3
02-01-1994	1,6	2,1	0,7	ZW	6,2	4,5	0,6
03-01-1994	1,5	2,9	1,2	ZW	8,2	5,7	2,3
04-01-1994	2,0	2,7	1,8	ZW	6,7	6,1	4,8
05-01-1994	1,6	2,3	1,4	ZW	7,4	5,6	3,5
06-01-1994	1,1	1,5	1,0	Z	2,6	5,9	3,7
07-01-1994	1,7	2,6	1,6	ZW	0,0	5,5	4,8
Meetstation Herwijnen							
22-12-1993	1,7	2,2	1,5	ZW	13,8	4,8	3,1
23-12-1993	1,3	2,2	0,9	ZW	1,7	4,0	0,8
24-12-1993	0,8	1,4	0,3	N	3,5	4,1	2,4
25-12-1993	0,4	0,8	0,4	NW	0,0	-1,2	-3,6
26-12-1993	0,9	1,2	0,8	NW	1,3	1,6	-1,6
27-12-1993	0,4	0,6	0,3	NW	3,4	2,2	1,2
28-12-1993	0,7	1,1	0,5	Z	1,7	2,0	0,7
29-12-1993	1,2	1,6	1,1	Z	4,7	5,5	2,1
30-12-1993	1,3	2,1	1,3	ZW	39,3	7,2	5,6
31-12-1993	1,3	2,3	1,2	ZW	5,0	6,1	2,0
01-01-1994	0,9	1,4	0,7	ZW	0,0	2,7	1,0
02-01-1994	1,6	2,2	1,1	ZW	13,8	5,2	1,1
03-01-1994	1,3	2,3	1,1	Z	6,9	6,4	3,4
04-01-1994	1,6	1,9	1,5	ZW	0,4	6,5	5,0
05-01-1994	1,4	1,8	1,2	Z	4,1	5,8	3,5
06-01-1994	1,0	1,3	0,9	Z	5,3	6,4	4,0
07-01-1994	1,1	1,4	1,0	ZW	0,0	4,3	2,2

Datum	Wind				Neerslag	Temperatuur	
	Wgem in m/s	Wmax in m/s	Wvec in m/s	Wricht	N24 in mm	Tgem in °C	Tmin in °C
Meetstation Rotterdam							
22-12-1993	1,8	2,5	1,4	ZW	15,1	5,4	4,1
23-12-1993	1,4	2,2	1,0	ZW	2,6	4,6	2,7
24-12-1993	0,8	1,4	0,5	N	8,0	4,0	1,6
25-12-1993	0,2	0,5	0,1	W	0,0	-0,3	-3,2
26-12-1993	1,0	1,5	0,9	N	2,1	2,8	-2,4
27-12-1993	0,3	0,5	0,2	NW	3,8	2,3	0,5
28-12-1993	0,8	1,3	0,7	Z	1,6	2,1	0,6
29-12-1993	1,3	1,7	1,2	Z	7,4	5,9	2,5
30-12-1993	1,2	1,7	1,1	ZW	38,5	7,2	5,5
31-12-1993	1,2	1,9	1,1	W	9,6	6,1	2,4
01-01-1994	0,8	1,1	0,6	ZW	0,0	3,2	1,2
02-01-1994	1,6	2,3	1,1	ZW	15,9	5,8	1,2
03-01-1994	1,4	2,5	1,1	ZW	6,4	6,8	4,4
04-01-1994	1,7	1,9	1,5	ZW	5,2	6,4	5,4
05-01-1994	1,5	2,0	1,3	Z	7,1	6,1	4,0
06-01-1994	1,0	1,2	0,9	Z	7,0	6,5	4,7
07-01-1994	1,2	1,7	1,1	ZW	0,0	5,1	3,3

Wgem Etmaalgemiddelde windsnelheid in meters per seconden.
0-0,2 m/s is windstil, windkracht < 1 (Beaufortschaal)
0,3-1,5 m/s is zwakke wind, windkracht 1 (Beaufortschaal)
1,6-3,3 m/s is zwakke wind, windkracht 2 (Beaufortschaal)
Wmax Maximale uurgemiddelde windsnelheid in meters per seconde
Wvec Windsnelheid van de overheersende Windrichting (vectorwind)
Wricht Richting van de overheersende windrichting
N24 Etmaalsom van de neerslag in millimeter per seconde
Tgem Etmaalgemiddelde temperatuur in graden Celsius
Tmin Minimumtemperatuur van het etmaal in graden Celsius

Bron: KNMI in De Bilt



Uitgave januari 1994

BIJLAGE 4 OVERZICHT GEÏNTERVIEWDE RIVIERDIJKBEHEERDERS

Dijkring 10 en 11
Waterschap IJsseldelta
M. Selles
Postbus 366
8260 AJ KAMPEN

Dijkring 15
Stichtse Rijnlanden
H. Boer
Postbus 1054
3430 BB NIEUWEGEIN

Dijkring 15
Hoogheemraadschap Krimpenerwaard
ing. W. Giljamse
D. van Schie
Postbus 150
2920 AD KRIMPEN A/D IJSSEL

Dijkring 16
Hoogheemraadschap Alblasserwaard en Vijfheerenlanden
ing. E.J. Steenbergen
Postbus 102
4200 AC GORINCHEM

Dijkring 17
Waterschap IJsselmonde
ing. A. de Koning
Postbus 3
2990 AA BARENDRECHT

Dijkring 21 en 22
Waterschap De Groote Waard
ir. A. Dijkshoorn
Postbus 7010
3286 ZG KLAASWAAL

Dijkring 23 en 24
Hoogheemraadschap Alm en Biesbosch
ing. J.C. Zuidweg
Postbus 5
4285 ZG WOUDRICHEM

Dijkring 34
Hoogheemraadschap West-Brabant
ing. J.A.M. Mulders
ir. P. Winsemius
Postbus 2212
4800 CE BREDA

Dijkring 36 en 36a
Waterschap De Maaskant
ir. C.H.B.N. Ceelaert
J.A.P.M. van Hal
Postbus 309
5340 AH OSS

Dijkring 36
De Maas- en Diezepolders
ing. G.G. Rouhof
Nieuwkuijksestraat 30
5253 AH NIEUWKUIJK

Dijkring 37, 38, 39, 40 en 41
Polderdistrict Groot Maas en Waal
ing. B.G. de Bruijn
Postbus 89
6650 AB DRUTEN

Dijkring 43
Polderdistrict De Betuwe
ing. J.W.Th.M. van Meegen
ing. C.G. de Vrieze
Postbus 25
6660 AA ELST

Dijkring 43
Polderdistrict Tieler- en Culemborgerwaarden
ing. J.H. Boer
ing. J.J.Th. Gianotten
Postbus 247
4190 CE GELDERMALSEN

Dijkring 45
Waterschap Gelderse Vallei en Eem
P.J. Walrave
Postbus 220
3870 CE HOEVELAKEN

Dijkring 47
Dijkschap Arnhemse en Velpse Broek
ir. M.J. Waalboer
Postbus 9200
6800 HA ARNHEM

Dijkring 47
Dijkschap Arnhemse en Velpse Broek
p/a Gemeente Rheden
ing. H. Frizo
Postbus 9110
6994 ZJ DE STEEG

Dijkring 48
Polderdistrict Rijn en IJssel
J.W. Hoekstra
Postbus 380
6900 AJ ZEVENAAR

Dijkring 49 en 50
Waterschap IJsselland-Baakse Beek
ir. B.J. Veurman
Kerkplein 8
7261 AZ RUURLO

Dijkring 51
Waterschap van de Berkel
S. van Dijk
Postbus 26
7240 AA LOCHEM

Dijkring 52
Waterschap Oost-Veluwe
P. Spaan
Postbus 8
7390 AA TWELLO

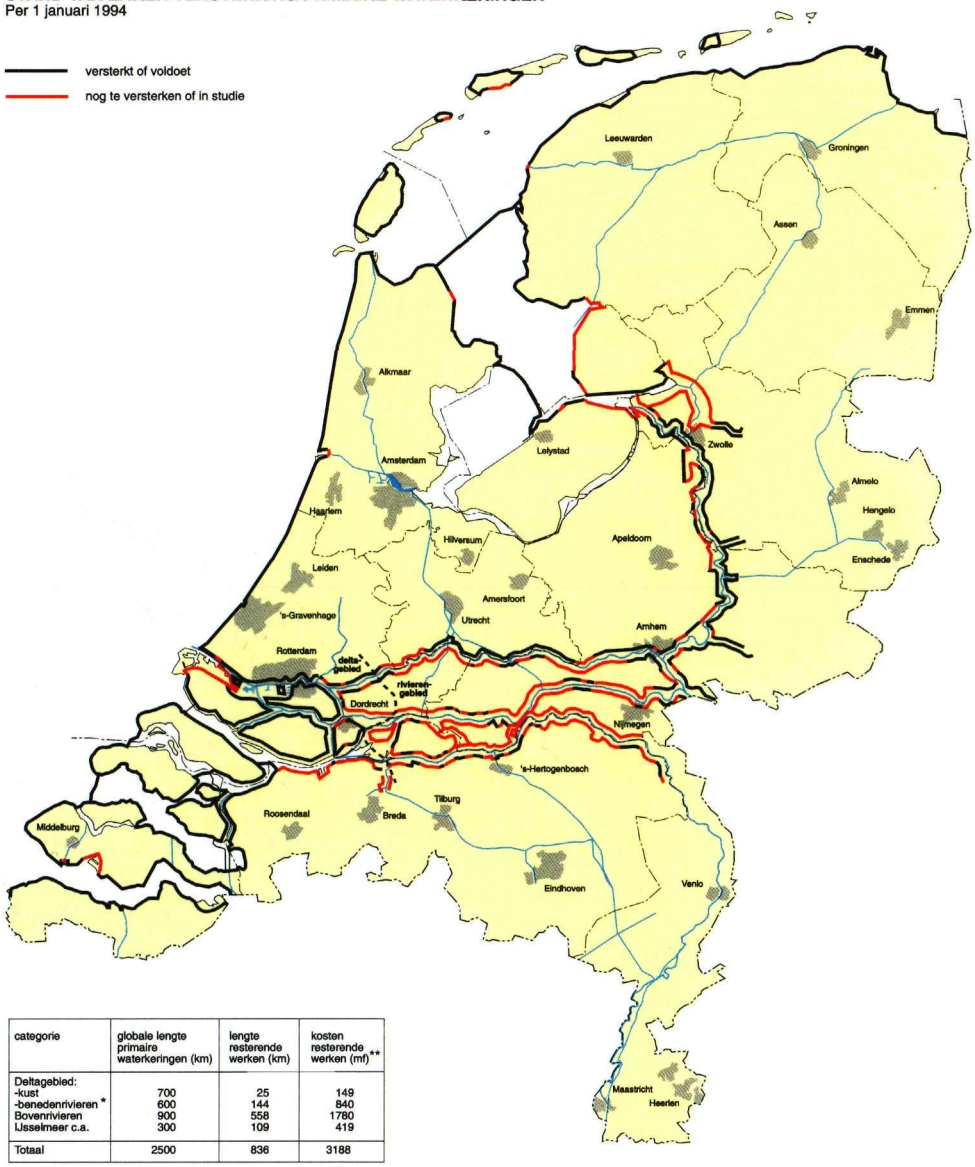
Dijkring 53
Waterschap Salland
J.A. Tijs
Postbus 42
8100 AA RAALTE

Rijkswaterstaat
Directie Gelderland
J.H. Spapens
Postbus 9070
6800 ED ARNHEM

Rijkswaterstaat
Directie Noord Brabant
ing. H.G.A. de Ru
Postbus 90157
5200 MJ 's-HERTOGENBOSCH

BIJLAGE 5 STAND VAN ZAKEN RIVIERDIJKVERSTERKING

STAND VAN ZAKEN VERSTERKING PRIMAIRE WATERKERINGEN
Per 1 januari 1994



categorie	globale lengte primaire waterkeringen (km)	lengte resterende werken (km)	kosten resterende werken (mf) **
Deltagebied:			
-kust	700	25	149
-benedenrivieren *	600	144	840
Bovenrivieren	900	558	1780
IJsselmeer c.a.	300	109	419
Totaal	2500	836	3188

* inclusief Europoortkering en stormvloedkering Nieuwe Waterweg

** betreft kosten van Rijk, Provincies en Waterschappen

Kaartvervaardiging: MD - Afdeling TM K. ©1994

BIJLAGE 6 BEGRIPPENLIJST

Dijk

Ban-, winter- of rivierdijk : de rivierdijk die het winterbed omsluit.

(Binnen)berm : extra verbreding aan de landzijde van de dijk om het dijklichaam extra steun te bieden en/of om zandmeevoerende wellen te voorkomen.

Binnentalud : hellend vlak van het dijklichaam aan de landzijde van de dijk.

Binnenteen : de onderrand van het dijklichaam aan de landzijde van de dijk (de overgang van dijk en naar maaiveld).

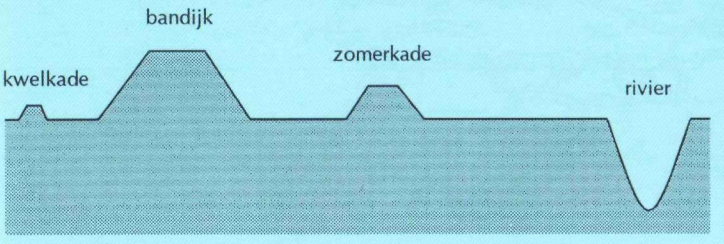
Buitentalud : hellend vlak van het dijklichaam aan de rivierzijde.

Coupure : onderbreking in de waterkering, bijvoorbeeld voor een doorgang naar de stad of een veerpont, die bij hoogwater afgesloten dient te worden.

Kade : kleine dijk.

Kruin : het hoogste punt van het dijklichaam.

Kwelkade : een achter de bandijk gelegen ongeveer 50 centimeter hoge kade die het kwelwater opvangt.



Een dwarsprofiel geeft aan welke elementen een rol spelen bij de bescherming tegen hoogwater langs de rivieren. Bij lage rivierwaterstanden stroomt de rivier in het zomerbed tussen beide zomerkaden. De uiterwaarden tussen de bandijk en de zomerkade zijn dan beschikbaar voor natuur, landbouw of recreatie. Bij hoge afvoeren stijgt de rivierwaterstand en komen de uiterwaarden ook onder water. Dan komt er water tegen de (ban)dijk. Bij langdurige hoogwaterstanden kan veel kwelwater aan de binnenkant van de dijk overlast veroorzaken. Om overmatige kwel tegen te gaan en de overlast te beperken dienen de kwelkaden aan de binnenkant van de dijk.

Niet waterkerend object : objecten op of in de dijk die geen waterkerende functie hebben, zoals leidingen, woningen, gemalen en bomen.

Primaire waterkering : een waterkering die beveiliging biedt tegen overstroming, doordat deze ofwel behoort tot het stelsel dat een dijkring – al dan niet met hoge gronden – omsluit, ofwel voor een dijkring is gelegen.

Schaardijk : rivierdijk die onmiddellijk aan het zomerbed grenst.

Uitgekiend ontwerp : afwijkende dijkprofielen en technische constructies in de dijk waardoor het ontwerp afwijkt van het gewone ruime

dijkprofiel bestaande uit zand en klei.

Winterbed : rivierbed inclusief de uiterwaarden ofwel het totale gebied waar de rivier in geval van hoogwater stroomt.

Zomerbed : (rivier)bed waar de rivier onder normale omstandigheden stroomt, vaak begrensd door de zomerkaden.

Zomerkade of -dijk : langs het zomerbed van de rivier liggen vaak kleine dijkjes die ervoor zorgen dat de uiterwaarden niet te vaak overstromen.

Verschijnselen

Golfoverslag : het verschijnsel waarbij water over de kruin van de dijk het achterland in loopt waarbij de waterstand lager is dan de kruin, maar het water opgezwiept wordt door golven ten gevolge van wind of scheepvaart.

Kwel : water dat vanuit de rivier onder de dijk door in het achterland weer boven de grond komt. In tegenstelling tot wellen treedt dit water niet geconcentreerd uit en wordt evenmin zand meegevoerd.

Overlopen : het verschijnsel waarbij water over de kruin van de dijk het achterland in loopt omdat de waterstand in de rivier hoger is dan de kruin.

Piping : het ontstaan van een doorgaande ondergrondse verbinding (pipe of pijp) als gevolg van een zandmeevoerende wel onder de dijk door. Dit leidt onherroepelijk tot ondermijning van de dijk.

Verweking : water dat onder de dijk stroomt via de zandlagen en door de afdekkende slecht waterdoorlatende kleilaag wordt geperst, leidt tot verweking van deze afdekkende kleilaag.

Wel : geconcentreerde uitstroming van kwelwater door een gat of langs een paal in de afdekkende kleilaag.

Zandmeevoerende wel : wel die zand meevoert uit de ondergrond en die zo onbeheersbaar kan worden dat dit leidt tot piping.

Algemene waterstaatkundige begrippen

Benedenrivierengebied : het door Rijn en Maas gevoede rivierengebied ten westen van de lijn Schoonhoven - Werkendam - Dongemond, inclusief Hollands Diep en Haringvliet, zonder de Hollandse IJssel.

Bovenrivierengebied : het door Rijn en Maas gevoede rivierengebied ten oosten van de lijn Schoonhoven - Werkendam - Dongemond. De waterstanden worden daar niet beïnvloed door het getij van de Noordzee.

Dijkring : een gebied dat door een gesloten stelsel van waterkeringen beveiligd is tegen overstroming.

Maatgevende hoogwaterstand : de waterstand die als uitgangspunt wordt genomen voor het ontwerpen van de versterking van primaire waterkeringen. Het begrip wordt afgekort als MHW.

NAP : Normaal Amsterdams Peil. Hoogte ten opzichte van het 'Amsterdams Peil', de gemiddelde zomervloedstand van het

IJ voor Amsterdam toen dit nog in vrije verbinding stond met de Zuiderzee.

Waakhoogte : de hoogte van de kruin boven de optredende waterstand.

Wiel, kolk of waai : ontgrondingskuil direct achter of voor een dijk die is ontstaan bij een oude dijkdoorbraak., waar nu vaak de dijk in een kronkel omheen ligt. Het wiel is dan een klein meertje geworden.

De Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen is door de minister van Verkeer en Waterstaat ingesteld. De commissie adviseert de minister omtrent alle technisch-wetenschappelijke aspecten die van belang kunnen zijn voor een doelmatige constructie en het onderhoud van waterkeringen en voor de veiligheid van door waterkeringen beschermde gebieden.

Met vragen omtrent het werk van de TAW kan men zich wenden tot het werkorgaan van de TAW, ondergebracht bij de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat.
Postbus 5044, 2600 GA Delft,
Tel. 015-699440.

Meer exemplaren van deze publikatie zijn te bestellen bij 015-699436 met vermelding van 'Water tegen de dijk 1993'.

