

**inventarisatie markante verschijn-
selen aan rivierdijken opgetreden
tijdens de hoge rijnafvoer van
januari 1982
S-82.018**

centrum voor onderzoek waterkeringen

Inventarisatie markante verschijn-
selen aan rivierdijken opgetreden
tijdens de hoge Rijnafvoer van
januari 1982
S-82.018

Centrum voor Onderzoek Waterkeringen
juli 1982

1. Inleiding	1
1.1. Voorgeschiedenis	1
1.2. Doelstelling onderzoek	3
1.3. Opzet en uitvoering onderzoek	6
1.4. Samenvatting	8
2. Probleemstelling	10
3. Gegevens	14
3.1. Waterschap IJsseldelta	16
3.2. Polderdistrict Hattem	17
3.3. Niet gereguleerde waterkering tussen Polderdistrict Hattem en Polderdistrict Veluwe	18
3.4. Waterschap Salland	19
3.5. Polderdistrict Veluwe en Brummen-Voorst	22
3.6. Waterschap van de Berkel	25
3.7. Polderdistrict IJsselland	26
3.8. Polderdistrict Rijn en IJssel	28
3.9. Polderdistrict Betuwe	30
3.10. Dijkschap Grebbedijk	33
3.11. Niet gereguleerde waterkering tussen het polderdistrict Brummen-Voorst en het Dijkschap Arnhemse en Velpse Broek	34
3.12. Dijkschap Arnhemse en Velpse Broek	35
3.13. Niet gereguleerde waterkering tussen IJsselkop en de Schaapdijk	36
3.14. Waterschap Kromme Rijn	37
3.15. Waterschap Leidse Rijn	38
3.16. Waterschap Lopikerwaard	39
3.17. Hoogheemraadschap Groot Alblasserwaard	40
3.18. Hoogheemraadschap Alm en Biesbosch	41
3.19. Polderdistrict Bommelerwaard	43
3.20. Polderdistrict Tielerwaard	45
3.21. Polderdistrict Lek en Linge	48
3.22. Polderdistrict Maas en Waal	49
3.23. Landsdijken Gelderland	51
3.24. Polderdistrict Oude Rijn	54
4. Uitgevoerd onderzoek	55
4.1. Algemeen	55
4.2. Onderzoek zandmeevoerende wellen	55

<u>Inhoud</u>	<u>Blz.</u>
4.3. Erosie ten gevolge van stroming of golfaanval	56
4.4. Beschadigingen t.g.v. ijsvorming	56
4.5. Schade t.g.v. muskusratten	56
4.6. Toegepaste filtermaterialen	57
4.7. Kwelonderzoek	57
5. Conclusies en aanbevelingen	58
5.1. Buitentaluds bandijken	58
5.2. Binnentaluds bandijken	59
5.3. Wellen	60
5.4. Verweking, opbarsten en kwel	62
5.5. Overslag en overloop	64
5.6. Vreemde objecten	65
5.7. Biologische activiteiten	66
5.8. Algemeen	67
Literatuur	68

Bijlagen

- 1) Beheerssituatie Nederlands rivierengebied alsmede verkend rivierengebied.
- 2) Overzicht ongecorrigeerde waterstanden december 1981-januari 1982.
- 3) Fotobijlage.
- 4) Programma voor inventarisatie van markante verschijnselen aan rivierdijken opgetreden tijdens het hoogwater van januari 1982.

Korte samenvatting

Tijdens het hoogwater in januari 1982 op de Rijn en haar takken als gevolg van de hoge Rijnaafvoer, is door het Centrum voor Onderzoek Waterkeringen (COW) een inventarisatie uitgevoerd van markante verschijnselen aan rivierdijken die op dat moment konden worden waargenomen.

Tevens is door middel van luchtfotografie de omvang van de binnendijkse kwel vastgelegd.

De verzamelde gegevens zijn na het hoogwater aangevuld, gecorrigeerd en geverifieerd door de beheerders van de in het onderzoeksgebied liggende waterkeringen.

Voor zover dat op korte termijn mogelijk was zijn uit de beschikbare gegevens conclusies getrokken.

1. Inleiding

1.1. Voorgeschiedenis

Nederland moet niet alleen door zeedijken tegen de zee beschermd worden, maar ook door vele honderden kilometers rivierdijken tegen de hoge waterstanden op ondermeer de rivieren Rijn, Neder Rijn, Lek, IJssel, Waal en Maas.

Deze rivierdijken werden tot voor enkele decennia onderhouden of na calamiteiten verhoogd of verzaamd op basis van een kruinhoogte die werd vastgesteld aan de hand van de hoogst bekende waterstand, vermeerderd met een zekere waakhogte. Of en met welke kans een waterstand zou kunnen optreden die weer hoger zou zijn dan de aldus vastgestelde kruinhoogte bleef op deze wijze onbekend.

Door sterke toename van het beschermde belang alsmede door verandering in het leefpatroon, waarbij we ondermeer kunnen denken aan bebouwing midden in de polders en niet meer tegen en op de dijken, is in de laatste decennia de vraag naar grotere veiligheid tegen overstromingen met een vast te stellen risico ontstaan.

Speciaal na de stormramp van 1953 is men zich, in navolging op de ontwikkeling bij de zeedijken, gaan bezinnen op de veiligheid. Dit heeft geleid tot het inzicht dat hogere waterstanden dan de hoogst bekende standen uit 1926 met een afvoer van de Rijn van ca. $12000 \text{ m}^3/\text{s}$ geenszins denkbeeldig zijn. Een en ander leidde in 1956 tot het uitgangspunt om bij de bepaling van de kruinhoogte van de rivierdijken van de Rijn en haar takken uit te gaan van een maatgevende afvoer van de Rijn bij Lobith van $18000 \text{ m}^3/\text{s}$ met een kans op overschrijding van 1/3000 per jaar.

In 1978 is conform het advies van de commissie Rivierdijken deze maatgevende afvoer teruggebracht tot $16.500 \text{ m}^3/\text{s}$, wat overeenkomt met een overschrijdingsfrequentie van 1/1250 per jaar.

Uitgangspunt hierbij is dat de rivierdijken in staat moeten zijn om een waterstand, overeenkomend met deze maatgevende afvoer, te keren. Deze eis gaf problemen omdat vanouds de kennis op het gebied van dijkenbouw voor een aanzienlijk deel op ervaring berust. Als dan waterkeringen ontworpen of beoordeeld moeten worden voor omstandigheden die buiten het ervaringsgebied liggen, schiet de kennis te kort.

Vergroting van deze kennis is wel in het bijzonder noodzakelijk om de door de commissie Rivierdijken aanbevolen "Uitgekiende ontwerpen", zowel economisch als technisch verantwoord te kunnen ontwerpen. Met name de stabiliteit van de rivierdijken onder maatgevende omstandigheden en de gevaren van ongecontroleerde kwel, gepaard gaande met het meevoeren van zand van onder de dijk, vragen de nodige aandacht.

Naast pogingen om door middel van technisch wetenschappelijk onderzoek de kennis te vergroten is ook het verzamelen en bundelen van praktijkwaarnemingen van uitermate groot belang, speciaal ten tijde van hoge rivierwaterstanden.

Als werkorgaan van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW) is door het Centrum voor Onderzoek Waterkeringen (COW) tijdens de hoge Rijnaafvoer van januari 1980 op ad-hoc basis een uitgebreide inventarisatie gemaakt van de markante verschijnselen bij de rivierdijken (nota COW S-80.027 van 1981).

Nadat tot deze verslaglegging op korte termijn besloten was, werd als uitvloeisel hieruit en met instemming van de TAW overgegaan tot het opstellen van een zgn. hoogwater meetprogramma. Dit programma heeft ten doel om de benodigde informatie tijdens hoogwaterperioden tijdig en eenduidig te verzamelen zodat bundeling en verwerking van deze gegevens in een rapport zonder al te grote extra inspanning mogelijk is.

Een concept meetprogramma was in het najaar 1981 gereed om met de beheerders van de waterkeringen te worden besproken. Het reeds gestarte overleg met de Unie Commissie Waterkeringen van de Unie van Waterschappen als representatief orgaan van de beheerders werd doorkruist door de hoge afvoer van de Rijn in januari 1982.

Op korte termijn werd toen besloten om op basis van het concept meetprogramma in elk geval met waarnemingen te starten, waartoe op 20 januari 1982 brief nr. 90 de medewerking van de beheerders van de waterkeringen werd gevraagd.

In een later stadium werd besloten om mede vanwege de uitzonderlijke weersomstandigheden, wederom de verzamelde gegevens te verwerken tot een volledige rapportage.

1.2. Doelstelling onderzoek

In het standpunt van de Minister van Verkeer en Waterstaat inzake het eindrapport van de Commissie Rivierdijken staat ondermeer het volgende vermeld over rivierdijken:

"Hoewel de huidige ontwerpmethodiek voorshands geacht wordt voldoende veiligheid te bieden, dient evenwel gezien te worden of het mogelijk is te komen tot een maatstaf voor de beveiliging die gebaseerd is op een risico-analyse van alle betrokken factoren in plaats van alleen de factor "waterstand".

"Tevens dient de kennis benodigd voor het opstellen van de "uitgekiende ontwerpen" operationeel te worden gemaakt".

Het is evident dat voor een risico-analyse van alle betrokken factoren en hun invloed bekend dienen te zijn.

Aangezien op dit moment nog lang niet alle voor de veiligheid van de waterkering van belang zijnde factoren "weegbaar" zijn kan worden gesteld dat de kennis voor het vaststellen van een maatstaf gebaseerd op risico-analyse van alle betrokken factoren, ontoereikend is.

Zonder afbreuk te doen aan de grote hoeveelheid werk welke in de afgelopen jaren reeds door de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW) en haar werkgroepen is verzet kan niet worden gesteld dat alle kennis voor het realiseren van een optimaal "uitgekiend ontwerp" op dit moment volledig operationeel is.

Een van de mogelijkheden om de bestaande kennis te vergroten is ondermeer het systematisch verzamelen en analyseren van verschijnselen die optreden bij de rivierdijken, zodat deze gegevens toegankelijk worden voor alle beheerders.

Daarnaast kunnen deze gegevens van groot belang zijn bij het controleren van de overeenkomst tussen theoretisch onderzoek en de werkelijk optredende verschijnselen. Naarmate deze controle vaker kan plaatsvinden onder extreme omstandigheden, kan beter worden getoetst in hoeverre de theoretische uitgangspunten in praktijk geldig blijken te zijn.

De doelstelling van het onderzoek naar markante verschijnselen tijdens extreme omstandigheden kan als volgt worden geformuleerd:

1. Het systematisch verzamelen van informatie over tijdens het HW opgetreden markante verschijnselen bij rivierdijken.

2. Het vaststellen en voorzover binnen redelijke termijn mogelijk, analyseren van de opgetreden verschijnselen.
3. Het leveren van aanvullende informatie voor door de TAW uitgevoerde of nog uit te voeren onderzoeken.
4. Het opstellen van aanbevelingen m.b.t. de verbetering van de veiligheid van de waterkeringen bij hoge waterstanden.
5. Het bundelen en verspreiden van kennis over het gedrag van waterkeringen bij hoge waterstanden.
6. Het leveren van een bijdrage voor toetsing en/of opstelling ontwerprichtlijnen.

Bij de hiervoor omschreven doelstelling zijn echter nog wel de volgende kanttekeningen te maken.

- ad 1) Het inventariseren van optredende markante verschijnselen zal zinvol zijn onder omstandigheden die sterk afwijken van de omstandigheden waaronder voorgaande inventarisaties zijn uitgevoerd.

Gedacht kan hierbij worden aan afvoer en waterstand, aan klimatologische omstandigheden zoals temperatuur en neerslag en aan sterke wijzigingen in de vorm van de afvoergolf. Ontwikkelingen op het gebied van het probabilistisch ontwerpen van waterkeringen maken echter duidelijk dat elk hoogwater waarbij bezwijkmechanismen op kunnen treden een aanvulling en uitbreiding zal geven op de reeds aanwezige gegevens en dat derhalve een inventarisatie van markante verschijnselen zinvol is.

- ad 3) Wanneer een inventarisatie op grond van bovengenoemde beperkende voorwaarden niet relevant lijkt kunnen onderzoeksaspecten evenwel de aanleiding vormen om toch tot een partiële inventarisatie over te gaan. Bij de voorliggende inventarisatie kan daarbij worden gedacht aan de in-situ waarneming van zandmeevoerende wellen, hetgeen in het kader van het pipingonderzoek noodzakelijk was.

- ad 5) Ten aanzien van het bundelen en verspreiden van kennis speelt nog een ander aspect, onafhankelijk van de hiervoor genoemde technische overwegingen.

Uit overleg met de waterkeringbeheerders is duidelijk hun wens naar voren gekomen om eens per vijf jaar, en als de omstandigheden daartoe aanleiding geven vaker, een rapport als dit te maken.

De discussie over dit onderwerp was bij het ter perse gaan van deze rapportage nog niet afgerond, zodat het bovenstaande moet worden gezien als de voorlopige gedachtenvorming van het COW en de dijkbeheerders.

1.3. Opzet en uitvoering onderzoek hoogwaterperiode januari 1982.

In het kader van het onderzoek naar voorkomen en gedrag van zandmeevoerende wellen is op 5 januari 1982 langs de Rijn, Waal en IJssel gestart met veldverkenning op plaatsen waar tijdens het hoogwater in 1980 zandmeevoerende wellen waren geconstateerd.

Op donderdag 7 januari is, uit de voorspellingen van de berichtenkamer van de directie Waterhuishouding en Waterbeweging, aangenomen dat de verwachte rivierstand bij Lobith de stand van 1980 dicht zou benaderen en dat in ieder geval de stand NAP + 15,00 m bij Lobith zou worden overschreden.

In verband hiermee is op vrijdag 8 januari de veldverkenning geïntensiveerd waarbij 8 teams, ploegen van twee of meer personen, werden ingezet voor de verkenning van 8 tracés langs de dijken in het rivierengebied. Het onderzochte gebied is aangegeven op bijlage 1. Hoofdp opdracht hierbij was het vastleggen van de toestand van bekende zandmeevoerende wellen en het per dag volgen van de ontwikkeling van deze wellen. Tevens werd intensief gezocht naar nog niet bekende zandmeevoerende wellen, waarbij als belangrijkste aandachtspunt werd aangemerkt het tijdstip van ontstaan en de op dat moment heersende omstandigheden zoals rivierstand en binnenwaterstand.

Op zaterdag 9 januari werd duidelijk dat naast de gegevens over zandmeevoerende wellen ook andere verschijnselen de aandacht verdienden. De relatief hoge waterstand op de Waal, Rijn en IJssel viel namelijk in een vorstperiode. Neerslag in de vorm van stuifsnegew gaf een duidelijk beeld van de binnendijks aanwezige bevroren watergangen. De aanwezige kwelplaatsen tekenden zich hierin duidelijk af als donkere plekken.

In overleg met de Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat werd op maandag 11 januari besloten om als proef van een klein gebied nabij Tiel luchtfoto's in kleur te maken teneinde na te gaan in hoeverre deze methode bruikbaar was.

Na het slagen van deze proef werd op dinsdag 12 januari opdracht gegeven aan KLM Aerocarto om kleurenfoto's te maken van de rivierdijken. Het gefotografeerde gebied is op bijlage 1 aangegeven.

Simultaan met het maken van de luchtfoto's werd vanaf de dijk een veldverkenning uitgevoerd ten behoeve van de interpretatie van het fotomateriaal. De hierbij verzamelde gegevens zijn evenals de interpretatie van de luchtfoto's ingeschetst op topografische kaarten schaal 1:10.000 van het betreffende gebied.

Met betrekking tot het onderzoek van kwelplaatsen kan het onderstaande worden gemeld.

De periode van hoge afvoer viel zoals reeds gemeld samen met een vorstperiode.

Door de hoge afvoer trad op veel plaatsen kwel op, die gedeeltelijk bevroor.

Op plaatsen waar geen kwel optrad waren de waterlopen bevroren en bedekt met een dunne laag stuifsnieuw.

De plaatsen waar kwel optrad tekenden zich duidelijk af.

Op plaatsen waar sterke of geconcentreerde kwel optrad bleven de waterlopen open en was de stuifsnieuw uiteraard afwezig.

Op plaatsen waar minder sterke kwel optrad bevroor het kwelwater. Deze plaatsen tekenden zich duidelijk in het terrein af door geelbruin verkleuring van het ijs door ingesloten gronddeeltjes of door de vorming van onregelmatige ribbels op het ijsoppervlak.

Van deze gegevens is met vrucht gebruik gemaakt bij de interpretatie van de luchtfoto's.

Tijdens en na het dalen van de rivierstand zijn aanvullende verkenningen uitgevoerd waarbij onder meer aandacht is besteed aan zandmeevoerende wellen, beschadiging van zomerkaden, het effect van buitentaludbescherming, beschadiging van buitentaluds, beschadigingen door biologische activiteiten en overige sterk in het oog springende verschijnselen.

Evenals na de inventarisatie in 1980 is ook nu contact opgenomen met de betrokken dijkbeheerders (zie bijlage 1 en 4).

Tijdens de bezoeken aan de dijkbeheerders zijn alle gegevens welke tijdens de veldverkenning zijn verzameld geverifieerd en zonodig aangevuld.

Ten overvloede zij vermeld dat de dijktracés langs de Maas buiten deze inventarisatie vielen wegens de relatief lage afvoer die hier optrad.

Alle tijdens de verkenningen verzamelde gegevens zullen worden ingetekend op kaarten schaal 1:10.000, waarna ze voor gebruik door beheerders beschikbaar zijn.

1.4. Samenvatting

Tijdens en na het hoogwater van 7 t/m 13 januari 1982 is door het COW in samenwerking met de Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat een inventarisatie gemaakt van markante verschijnselen optredend bij hoogwater langs de Rijn, Waal en IJssel. Alleen dankzij de medewerking van de betreffende dijkbeheerders was deze inventarisatie op zo korte termijn op te stellen. Een woord van dank voor deze medewerking is op zijn plaats.

Veel van de bij hoogwater optredende mechanismen kunnen met behulp van rekenmodellen worden beschreven.

Het inzicht dat dimensionering op de hoogst bekende waterstand onvoldoende is en dat ontworpen moet worden voor nog niet opgetreden omstandigheden, maakt het berekenen tot ver buiten het ervaringsgebied noodzakelijk. Hierdoor bestaat nog veel onzekerheid over de toepasbaarheid van de rekenmodellen voor ontwerpomstandigheden.

Toetsing van de bij het ontwerp gedane aannamen is van wezenlijk belang om te kunnen komen tot een zowel economisch als technisch optimaal ontwerp. Hiertoe kan een inventarisatie van verschijnselen tijdens hoogwater in belangrijke mate bijdragen.

Als belangrijk doel van het onderzoek kan worden vermeld het verzamelen, analyseren, bundelen en verspreiden van gegevens over het gedrag van de waterkeringen bij hoogwater.

Punten die hierbij de aandacht kregen waren beschadigingen van taluds, wellen, kwel en het gedrag van vreemde objecten.

De verzamelde gegevens zijn samengevat per beheersgebied en weergegeven in hoofdstuk 3.

Voor een uitgebreide samenvatting en de conclusies uit de verzamelde gegevens zij verwezen naar hoofdstuk 5.

Van de bij deze inventarisatie opgemerkte verschijnselen treedt een aantal op de voorgrond.

Genoemd kunnen worden een relatief groot aantal zandmeevoerende wellen die nog niet bekend waren en door intensieve verkenning zijn gevonden.

Tevens treedt op de voorgrond de sterke kwel door de opeenvolging van twee vrij hoge afvoertoppen.

Tenslotte kan worden vermeld dat op een groot aantal plaatsen beschadigingen zijn aangetroffen veroorzaakt door muskusratten. De verrichte inventarisatie is door de bijzonder grote inzet van alle medewerkers op een aantal punten, waarbij met name te denken valt aan kwel, vrij volledig.

Ondanks de min of meer op ad-hoc basis genomen beslissing tot inventarisatie is het gelukt een vrij complete inventarisatie uit te voeren.

Grotendeels is dit te danken aan de flexibiliteit van alle medewerkers en aan de nog vers in het geheugen liggende ervaringen opgedaan bij de inventarisatie in 1980.

Ondanks dit alles dient het inmiddels in concept voorliggende hoogwaterprogramma (bijlage 4) verder te worden uitgewerkt en verbeterd, in overleg met de nauw bij het onderzoek betrokken dijkbeheerders.

2. Probleemstelling

Bij de evaluatie van de inventarisatie van markante verschijnselen tijdens het hoogwater in februari 1980 is uitgegaan van de volgende probleemstelling.

- In hoeverre zijn de tijdens het hoogwater waargenomen verschijnselen in strijd of in overeenstemming met aannamen over mogelijke bezwijkmechanismen welke bij waterkeringen kunnen optreden.
- Welke nog niet eerder gesignaleerde of ogenschijnlijk niet belangrijk geachte mechanismen treden tijdens hoge waterstanden aan het licht.

Met name is aandacht besteed aan de volgende aspecten.

1. Buitentalud beschadigingen:

- a) oorzaak:
 - afschuiving door snelle val buitenwater
 - erosie door grote stroomsnelheden
 - beschadiging door haalgolven
 - beschadiging door wrakhout/ijs
 - beschadiging door muskusratten etc.
 - overige niet genoemde mechanismen
- b) vorm en afmeting van de beschadiging.
- c) plaats van de beschadiging (hmp).
- d) tijdstip van ontstaan of tijdstip van constatering.
- e) neerslag/sneeuw/ijs.
- f) getroffen maatregelen.
- g) effectiviteit van de getroffen maatregelen.
- h) beschikbaar fotomateriaal.
- i) beschikbare notities of verslagen.

2. Binnentalud beschadigingen:

- a) oorzaak:
 - afschuiving door te hoge waterspanning.
 - afschuiving door snelle val binnenwater.
 - afschuiving door overstromend water.
 - erosie door overstromend water.
 - beschadiging door muskusratten etc.
 - overige niet genoemde mechanismen

- b) vorm en afmeting van de beschadiging.
- c) plaats van de beschadiging (hmp).
- d) tijdstip van ontstaan of tijdstip van constatering.
- e) neerslag/sneeuw/ijs.
- f) getroffen maatregelen.
- g) effectiviteit van de getroffen maatregelen.
- h) beschikbaar fotomateriaal.
- i) beschikbare notities of verslagen.

3. Wellen

- a) oorzaak:
 - bestaande (bekende) wel
 - spontaan
 - t.g.v. grondonderzoek boringen/peil-
buizen
 - t.g.v. ontgravingen buitendijks
 - t.g.v. afgraving binnendijks
 - t.g.v. kwel langs vreemde objecten
 - t.g.v. graverij door dieren
 - overige niet genoemde mechanismen
- b) vorm en afmetingen van de wel, zandmeevoerend
of niet.
- c) plaats van de wel (hmp) (binnentalud, sloot,
maaiveld).
- d) tijdstip van ontstaan of tijdstip van constatering.
- e) evt. slootpeil of polderpeil.
- f) getroffen maatregelen.
- g) effectiviteit van de getroffen maatregelen.
- h) beschikbaar fotomateriaal.
- i) beschikbare notities of verslagen van waarnemingen.

4. Verweking opbarsten opdrukken binnendijks terrein en kwel

- a) oorzaak:
 - t.g.v. (te) hoge waterspanningen
 - t.g.v. afgraving binnendijks.
 - t.g.v. verlagen sloot of polderpeil.

- overige niet genoemd.

- b) vorm en afmetingen en eventuele welvorming.
- c) plaats (hmp).
- d) tijdstip van optreden of tijdstip van constatering.
- e) evt. slootpeil of polderpeil.
- f) getroffen maatregelen.
- g) effectiviteit van de getroffen maatregelen.
- h) beschikbaar fotomateriaal.
- i) beschikbare notities of verslagen van waarnemingen.

5. Overslag-overloop

- a) oorzaak: - t.g.v. te lage dijkskruin.
 - t.g.v. zettingen.
 - t.g.v. verzakkingen.
 - t.g.v. golfoploop.
 - overige niet genoemd.
- b) omvang en hoeveelheid van de overslag/overloop.
- c) plaats (hmp).
- d) tijdstip van optreden of tijdstip van constatering.
- e) rivierstand en windsnelheid.
- f) getroffen maatregelen.
- g) effectiviteit van de getroffen maatregelen.
- h) beschikbaar fotomateriaal.
- i) beschikbare notities of verslagen van waarnemingen.

6. Vreemde objecten (bouwwerken, leidingen en kabels en beplantingen)

- a) oorzaken -
- b) vorm en afmetingen.
- c) plaats (hmp).
- d) tijdstip van ontstaan of tijdstip van constateren.
- e) van belang zijnde randvoorwaarden zoals rivierstand, polderpeil, neerslag, sneeuw, ijs, windsnelheid etc.

- f) getroffen maatregelen.
- g) effectiviteit van de getroffen maatregelen.
- h) beschikbaar fotomateriaal.
- i) beschikbare notities of verslagen.

7. "Uitgekiende Ontwerpen"

Alle gegevens over de werking.

Deze gegevens kunnen worden ondergebracht in de andere punten.

8. Verkeer/Publiek

Mogelijke beschadigingen t.g.v. verkeer of publiek kunnen in de andere punten worden ondergebracht.

9. Overige niet genoemde aspecten welke in het kader van de doelstelling van belang worden geacht.

3. Gegevens

Algemeen

Het betreffende hoogwater valt te verdelen in drie perioden.

1. Een hoogwatertop van 11 t/m 17 december 1981 met een hoogste stand van NAP + 14,56 m bij Lobith.
2. Een hoogwatertop van 3 t/m 13 januari 1982 met een hoogste stand van NAP + 15,25 m bij Lobith.
3. Een hoogwatertop van 2 t/m 5 februari 1982 met een hoogste stand van NAP + 14,87 m bij Lobith.

De hoogwaterstand van NAP + 15,25 m heeft een daarbij behorende afvoer van $7960 \text{ m}^3/\text{s}$ en treedt op met een frequentie van éénmaal in de 8 à 9 jaar.

De windsnelheid tijdens de periode van de hoogste waterstand, 9 en 10 januari 1982, was ca. 6 m/s uit richtingen tussen Noordoost en Oost (gemeten te Herwijnen). De gem. windsnelheid resp. windrichting in de periode rond de hoogste waterstand volgt uit de tabel.

datum	windsnelheid m/s	windrichting
3-1	6,5	Z
4-1	9,5	ZW
5-1	9	Z
6-1	5,5	N
7-1	2,5	N naar O
8-1	8,5	O
9-1	6,5	NO
10-1	4	NO
11-1	4,5	NO

In de periode 4 t/m 19 januari 1982 is aanzienlijk minder geloosd door de Haringvlietsluizen dan volgens de theoretische berekening zou moeten n.a.v. de stand te Lobith 2 à 3 dagen tevoren.

De gemiddelde temperatuur te De Bilt tijdens de hoogwaterperiode staat vermeld in het onderstaande overzicht.

datum januari 1982	temperatuur in °C
3	9,7
4	9,3
5	8,0
6	-3,0
7	-5,5
8	-5,5
9	-7,3
10	-9,1
11	-5,5
12	-4,4
13	-5,5

3.1. Waterschap IJsseldelta

Het waterschap heeft in beheer de rechter IJsseldijk van de mond van het Zwolle-IJsselkanaal tot het Kattendiep en de linker IJsseldijk van het gemaal Antlia tot het Keteldiep.

Aan de buitentaluds is geen noemenswaardige schade ontstaan door het hoogwater.

Doordat al snel langs de dijk een gesloten ijsdek ontstond hebben langsschurende ijsschotsen nauwelijks beschadigingen kunnen veroorzaken.

Westelijk van Wilsum hebben muskusratten het buitentalud op twee plaatsen beschadigd. Aan de dijkvoet ligt daar open water van een oude rivierarm.

In een geval heeft het waterschap de beschadiging bekramd met kunststofdoek en zandzakken. Het waterschap wil eerst de muskusratten wegvangen alvorens tot herstel over te gaan.

Bij Zalk zijn op 175 tot 400 m uit de dijk nieuwe wellen geconstateerd in een recent gegraven en een reeds bestaande sloot. In het betreffende gebied borrelde 10 jaar geleden water op uit het maaiveld. De taluds van de sloten zakken uit, hetgeen men met beschoeiing tracht te stuiten.

Achter de IJsseldijk direct bij de mond van het Zwolle-IJsselkanaal komen bij elk hoogwater plaatselijk sterke kwel, verweking en wellen voor. Door de aanwezigheid van een bronbemaling voor de bouw van een rioolwaterzuiveringsinstallatie hebben kwel en wellen zich deze keer niet voorgedaan.

Kwel heeft zich op verscheidene andere plaatsen voorgedaan.

Met name bij de dorpskom van Zalk treedt sterke kwel op bij een zanddijk.

Tussen Wilsum en de in aanbouw zijnde IJsselbrug vormde uit het talud tredend kwelwater ijspakketten op een weggetje langs de teen.

3.2. Polderdistrict Hattem

Het polderdistrict beheert de IJsselwaterkering op de linkeroever in de gemeente Hattem.

Binnendijks trad kwel op aan de binnenteeën van de dijk tussen de brug van de autosnelweg en het gemaal op de grens van het polderdistrict (kmraai 980,7 en 981,7).

Het gemaal is tijdens de hoogwaterperiode constant in werking geweest om kwelwater af te voeren.

Herstelwerkzaamheden uitgevoerd aan enige zomerkadegedeelten n.a.v. schaden geconstateerd na het hoogwater van 1980 hebben het afgelopen hoogwater redelijk goed doorstaan, zij het dat de grasmat nog niet helemaal gesloten was over een lengte van $\pm$ 15 m direct ten zuiden van de oude verkeersbrug.

Juist ten noorden van de spoorbrug werd een ingestort kadegedeelte waargenomen dat vermoedelijk is ontstaan door graverij van mollen.

3.3. Niet geregementeerde waterkering tussen Polderdistrict Hattem
en Polderdistrict Veluwe

Kwel werd geconstateerd tussen 't Kolkhuis en de Hezenbergerbrug aan weerszijden van de weg ten westen van het Apeldoorns kanaal t.h.v. kmr. 974 van de IJssel.

Gedurende de vorstperiode zijn deze kwelplekken bevroren.

Dit verschijnsel deed zich ook voor aan het binnentalud van de kanaaldijk even ten noorden van de papierfabriek t.h.v. kmr. 973 van de IJssel.

3.4. Waterschap Salland

Het waterschap heeft de rechter IJsseloever in beheer van de monding van de Schipbeek bij Deventer tot de mond van het Zwolle-IJsselkanaal bij Zwolle.

Schade aan het buitentalud is bij dit hoogwater hoofdzakelijk ontstaan ten gevolge van golfslag. Het waterschap heeft bij Deventer een oploop van de haalgolven van de scheepvaart geconstateerd van 2,5 tot 3 m langs het talud (helling 1:3,5 à 1:5).

Schade is ondermeer opgetreden bij Herxen. Lichte afslag deed zich voor van het met teelaarde afgedekte en met gras begroeide talud.

Deze schade zal worden hersteld door grond aanvullen en inzaaien.

Vergelijkbare schade aan het buitentalud kwam de laatste jaren regelmatig voor op meerdere plaatsen.

Het talud is slecht erosiebestendig waar het is bekleed met grond van lichte samenstelling of met teelaarde. Het waterschap denkt dat het tegenwoordig intensievere gebruik van de dijk voor de landbouw nadelig werkt op de erosiebestendigheid. Beweiding met vee vindt vaak langdurig plaats. Het veelvuldig en rijkelijk opbrengen van drijfmest leidt tot een open en ondiep wortelende vegetatie. Op arme grond groeit daarentegen een hechte grasmatten met veel kruiden. De drijfmesttransporten brengen ook nogal wat schade toe aan de kruin van de dijk. Het plaatselijk ontwateren van de diepe karresporen veroorzaakt verweekte plekken op binnen- of buitentalud. Regelend optreden t.a.v. gebruik en onderhoud van de dijk i.v.m. waterkeringsbelang wordt bemoeilijkt doordat veel dijken niet in eigendom van het waterschap zijn.

Het waterschap is in 1980 als proef begonnen met bekleden van regelmatig beschadigde taluds met gewapende graszoden. Deze ENKASON-zoden zijn ongeveer 4 cm dikke graszoden die op een gebreide kunststofmat (ENKAMAT) zijn gekweekt.

Ze worden aangebracht op het ontzode, geharkte en met kunstmest bestrooide talud. In 1980 zijn deze zoden gelegd op het sterk aangevallen talud (van zware klei) bij het Pothoofd in Deventer. In 1981 volgden gedeelten bij Oldeneel, Den Nul en Deventer (bevoorden de spoorbrug). Hoewel momenteel nog geen conclusie kan worden getrokken hoopt men dat een talud bekleed met deze gewapende zoden beter erosiebestendig is dan een talud dat is hersteld met

gewone zoden of een talud dat met grond is afgedekt en ingezaaid nicolondoek. Aan de met gewapende zoden beklede dijktrajecten is niet of nauwelijks schade opgetreden.

Gedurende deze hoogwaterperiode is de wind meestal aflagdig geweest. Men heeft maar eenmaal drijf hout op de dijk getrokken.

Bij Oldeneel zal het waterschap, in overleg met Faunabeheer, een muskusrattenbouw in het buitentalud gaan uitgraven.

Het waterschap heeft momenteel geen eigen rattenvanger.

Kwel uit het maaiveld direct achter de dijk deed zich op verscheidene plaatsen voor tussen Deventer en Wijhe. Direct benoorden Olst liep het kwelwater uit de teen over de weg aan de teen en bevroor. Het aldus gevormde ijspakket (tot 15 cm dik) maakte verkeer op de weg onmogelijk. Ook bij Oldeneel bevroor op één plaats over de weglopend kwelwater en hinderde het verkeer.

Binnendijkse verweking is nauwelijks opgetreden.

De al eerder geconstateerde wellen in de waterloop achter de dijk te Herxen waren weer in werking, hoewel de activiteit minder leek dan in 1980. De 2 grote wellen in de dwarssloot, ongeveer 120 m uit de dijkteen blijven onveranderd, maar van de vele kleinere wellen in de teensloot is niet bekend of ze zich steeds op dezelfde plaats voordoen. De waterloop waarin en waarlangs de wellen zich bevinden is na de verbetering van ± 10 jaar terug niet uitgediept zodat het merendeel van het sindsdien door de wellen opgevoerde zand nog rond de wellen moet liggen. De sloot is iets opgezet.

In de watergang achter de dijk tussen Barlo en Wijhe werden enkele nog niet bekende zandmeevoerende wellen geconstateerd. Bij weg-km 15,63 bevindt zich een wel juist tegen de bovenstroomse zijde van een stuwte in de watergang.

Het door de wel opgebrachte zand wordt door de stroming over de stuw meegenomen en ver benedenstrooms afgezet. Men schat de hoeveelheid meegevoerd zand ruwweg op 4 m^3 . Op het tijdstip van ontdekken (12 januari) stroomde de wel nog flink en voerde nog zand mee. Maatregelen ter beteugeling van deze aan de dijkteen gelegen wel zijn nog niet genomen.

In de teensloot bezuiden en benoorden de Raalterweg in Wijhe bevinden zich vele kleinere wellen en een enkele grote. Iets verder

zuidelijk is over een afstand van ongeveer 30 meter het aan de dijkzijde gelegen teensloottalud verzakt.

Onder de nieuwe verkeersbrug bij Zwolle bevindt zich een kleine zandmeevoerende wel en tevens veel bevroren kwel. Voordat de dijk werd verbeterd lag hier een sloot. Deze is over 70 m lengte dichtgegooid en vervangen door een buisleiding.

3.5. Polderdistrict Veluwe en Brummen-Voorst

Het polderdistrict heeft in beheer de linker IJsseloeever van Dieren tot de gemeente Hattem.

De Boschkolk (hmp 12) westelijk van de Kloosterweg nam in omvang toe en vroor bijna helemaal dicht. Hier werden bruine plekken in het ijs ontdekt. Deze ontstaan doordat kwelwater uitloging van de grond veroorzaakt en ijzer meeneemt waarna oxidatie en eventueel uitslibbing optreedt. Dit dijkvak wordt verbeterd.

Het binnendijkse gebied tussen hmp 80 en 90 onder Vorchten tussen de IJsseldijk en de Losweg was door verweking praktisch onbe-
gaanbaar geworden.

Het ver buiten zijn oevers getreden wiel t.h.v. hmp 166 was opvallend. T.h.v. de gasleidingputten direct in de binnenteen werd ernstige kwel geconstateerd die ook tijdens de vorstperiode voortduurde.

Bij naverkenning bleek de binnenteen geheel verweekt en werden roestige kwelsporen van enige m² gefotografeerd.

Op 10 februari kwam een melding binnen over een na de eerste hoogwaterperiode van dit jaar actief geworden zandmeevoerende wel bij hmp 189 van de IJsselbandijk.

Zeker enkele m³ zand had zich afgezet op de slootbodem.

De uitstroomopening had een diameter van ± 25 cm en hoewel de teen-sloot ter plaatse zeer ondiep is kon een stok ongeveer 1,5 m diep in de welkrater worden gestoken. Op dezelfde datum was de wel nog actief.

Het binnendijks waargenomen kwelgebied ten noordwesten van het spoorwegviaduct t.h.v. Deventer, vindt zijn oorsprong in de hoge potentialen die optreden bij hoge IJsselstanden.

Tijdens dit hoogwater werd NAP + 6,30 m afgelezen te Deventer. Bij deze waterstanden blijkt zelfs de viaductconstructie te gaan zweven. Tijdens de hoogwaterperiode werden waterpassingen verricht.

Het buitentalud van de zomerkade t.h.v. kmraai 943 werd vanaf de afrit in zuidelijke richting over een lengte van ± 500 m beschermd door nylon doek verzaaid met zandzakken en stortsteen. Vanaf de afrit in noordelijke richting waar geen beschermende maatregelen waren getroffen werd bij een eerste naverkenning schade vastgesteld aan de grasmat buitendijks (± 50 m).

Niet duidelijk is of de gaten die werden gezien onder de kleilaag van dieren afkomstig waren. Wel was er veel zand uit de kleilaag uitgespoeld. Om en nabij de 2^e hoogwatergolf is hierover alsnog een beschermend doek aangebracht.

De zomerkade naast boerderij "Yperenberg" (kmraai 941) werd reeds 4 dagen vóór de hoogwatertop door de combinatie van hoogwater en harde noordoostenwind aangevallen, er vond golfoverslag plaats. Ter plaatse werd een nylondoek tot midden op de kruin gespannen over een lengte van 50 m. Daar overheen werd tegen het buitentalud een met zandzakken verzwaard buideldoek gelegd.

Bij naverkenning werd schade aan de grasmatten geconstateerd.

Ernstige kwel trad wederom op in het gebied tussen de Weerdse weg en de zomerkade van de Wilpsche Klei (kmraai 940-941).

Na het hoogwater van 1980 is door het COW een rapport uitgebracht i.v.m. een onderzoek naar het ontstaan van de destijds waargenomen wellen. Mollen waren de voornaamste oorzaak hiervan.

De binnenberm van de zomerkade werd aanzienlijk verbreed.

Hoewel er dit jaar geen grote zandmeevoerende wellen ontstonden was de kwel met de daarmee gepaard gaande verweking aanzienlijk.

Er werd een vijftal wellen ontdekt waarvan er twee in geringe mate zand meevoerden, (op 10 en 15 m uit de teen van de dijk). Ijsplekken verschenen ook op de nieuwe aanberming. Al deze verschijnselen werden ontdekt in het eerste perceel direct ten zuiden van de oprit naar de zomerkade. Even ten noorden hiervan werd tegen het buitentalud van de kade nylondoek aangebracht, hier ontstond binnendijks ook veel kwel. De totale hoeveelheid land die door de kwel werd beïnvloed kan worden geschat op ca. 50.000 m². Mollen zijn ook nu weer bijzonder actief geweest in dit gebied.

Aan het buitentalud van de zomerkade t.p.v. de "Houtwal" werd erosie geconstateerd. Over een lengte van 100 m zuidelijk van de boerderij trad kwel op. Tevens ontstonden door kwel ijsplekken op de weg.

In de nieuwe Voorster Kleidijk werden tijdens de naverkenning veel mollengangen gesignaleerd.

Ten westen van het gemaal alhier werd een aanzienlijke oppervlakte bevroren kwel waargenomen achter de hoogwaterkering.

Het binnendijks gebied was hier tevens zeer drassig geworden door kwel uit de teen van de rivierdijk.

Noordelijk van "Hoog Helbergen" blijkt een lekkende schuif in een sluisje in eerste instantie oorzaak te zijn van de wateroverlast.

Achter practisch het gehele dijkgedeelte te Leuvenheim werden grote ijsvlakten waargenomen. Kwel trad niet alleen op aan de binnenteen maar ook verder landinwaarts.

Op de luchtfoto's werden tussen Zutphen en Dieren binnendijks meerdere kwelplekken waargenomen, zelfs achter de spoordijk.

Sommige hiervan waren tijdens de naverkenning nog erg drassig.

3.6. Waterschap van de Berkel

Het waterschap heeft in beheer de rechter IJsseloever vanaf de monding van het Groene of Hackforts kanaal tot de monding van de Schipbeek bij Deventer. Ook beheert het waterschap als hoogwaterkering: de noordelijke kade van het Hackfortskanaal (moet tot 9,50 m + NAP kunnen keren), de kaden langs het Twenthekanaal tot Eefde en de Industriehaven.

Rijksweg E8 (A1) fungeert als hoogwaterkering langs de Schipbeek tot Oostelijk van Bathmen. De hoogwaterkering wordt op veel plaatsen, met name westelijk van Gorssel, Epse en Eefde gevormd door hoge grond.

Schade aan het buitentalud is opgetreden bij de dijk zuidelijk van Zutphen (Emmerikse weg). Tussen kmr. 922 en 923 doet zich bij elk hoogwater afslag voor. In 1981 is een gedeelte bekleed met Nederhemertblokken, maar deze doorgroeiblokkenbekleding heeft nog geen tijd gehad goed te begroeien.

Op enkele plaatsen is wat kwel opgetreden.

3.7. Polderdistrict IJsselland

Het polderdistrict heeft de rechter IJsseldijk in beheer van Doesburg tot aan de monding van het stroomkanaal Hackforts.

Momenteel wordt de rivierdijk tussen Zwarte Schaar (hmp 36) en de voormalige steenfabriek bij Olburgen (hmp 58) verbeterd. Van Olburgen tot het stroomkanaal Hackforts is de verbetering gereed. De dijk tussen Doesburg en Zwarte Schaar moet nog worden verbeterd. Er wordt gewerkt aan plannen voor een nieuwe hoogwaterkering door of om Doesburg.

Op het in verbetering zijnde dijktraject Zwarte Schaar-Olburgen wordt tussen hmp 41 en 44 een taludbekleding aangebracht van grasbetonblokken. Als bij hoogwater de Fraterwaard overstroomd is krijgt dit dijkvak het zwaar te verduren als gevolg van windgolven. Het niet met grasbetonblokken beklede gedeelte van het in uitvoering zijnde werk moest tijdelijk worden beschermd met kunststofdoek en rietmatten. Bij de verbetering is het buitentalud met 1 m klei opgehoogd, waarop plaatselijk de grasbetonblokkenconstructie wordt gelegd. Iets verder, bij Olburgen is wat schade aan een in 1981 gereedgekomen talud provisorisch met doek hersteld.

In 1980 heeft men als proef grasbetonblokken gelegd tussen het gemaal van de Baakse Beek en de boerderij Boterboer.

Kwel trad op verscheidene plaatsen op. Aan de noordkant van Doesburg liep het kwelwater fabrieken binnen. Tussen Doesburg en Zwarte Schaar is er op vele plaatsen kwel. Langs de verbeterde dijk van Olburgen tot het Groene kanaal komt plaatselijk kwel voor maar de onder 1:15 aangelegde binnenberm voorkomt kwel aan de dijkteen.

Achter het gemaal van de Groote Beek bij Bronkhorst trad ook kwel op. De bestrating van een afrit naar het krooshek is onderspoeld en zweeft op veel plaatsen. Het kwelt uit het direct aansluitende maaiveld en er is een kleine niet zandmeevoerende wel die bij elk hoogwater stroomt.

Deze kwelverschijnselen doen zich al jaren voor. De kort geleden buitendijks aangebrachte bodemafdichting van het uitstroomkanaal en damwandschermen hebben geen verbetering gegeven. Overigens heeft het aanbrengen van klei op het buitentalud bij het gelijksoortige gemaal van de Baakse Beek de kwel daar wel verminderd.

In Doesburg, waar het waterschap sinds enige jaren de zorg voor de hoogwaterkering heeft, is uit voorzorg een tuimeldijkje aangelegd. De met kunststofdoek en zandzakken afgedekte zandkade heeft bij dit hoogwater nog geen dienst gedaan.

Schade aan zomerkaden is nauwelijks geconstateerd. Wel is enige erosie op de instroomplaatsen waargenomen.

Grote doorbraken hebben niet plaatsgevonden.

3.8. Polderdistrict Rijn en IJssel

Het polderdistrict Rijn en IJssel heeft de rechter Neder-Rijn bandijk in beheer tussen Kandia en het splitsingspunt met de IJssel, de rechter IJsselbandijken tot de uitmonding van de Oude IJssel en de linker waterkering van de Oude IJssel van Doetinchem tot Doesburg.

Wat betreft beschadigingen aan het buitentalud is dit beperkt gebleven tot plaatselijke beschadigingen aan de grasmat ten zuiden van Westervoort.

Nabij hmp 155 van de Loodijk is aan de binnenteen een zandmeevoerende wel ontstaan. Deze wel is al voor de top van het hoogwater opgekist met zandzakken waarmee de zandafvoer gestopt werd. De in 1980 geconstateerde wellen (zie lit. 1) achter de Pleydijk langs de Neder-Rijn konden niet worden waargenomen aangezien het maaiveld onder water stond.

De reeds bekende wel (zie lit. 1) achter de IJsseldijk tussen Westervoort en Rijksweg 12, nabij hmp 212, heeft nauwelijks zand opgegeven.

Ter hoogte van ca. hmp 212,7 waren drie, reeds in 1980 ontdekte, wellen actief.

Achter de zomerkade van de rechter IJsselbandijk nabij hmp 245 is een zevental kleine wellen aangetroffen.

Tussen Bahr en Giesbeek (hmp 275,4) is de reeds bekende wel (zie lit. 1) op 2 m uit de binnenteen opnieuw zand af gaan voeren bij stijgende rivierstand (diameter van de krater ca. 0,5 m). Na opkisting heeft de wel alleen nog veel water afgevoerd; onder meer waarneembaar door de toenemende spanning waaronder het filterdoek kwam te staan en het hoge waterniveau binnen de ring van zandzakken.

Op vrij veel plaatsen is er kwel opgetreden dat ten dele bevroor door de geringe stroomsnelheid.

Nabij Kandia is binnendijks een groot kwelgebied dat echter groten-deels bevroren is.

Achter de Loodijk bevinden zich ook vele kwelplaatsen met name van hmp 140 tot hmp 170. Het kwelwater nabij de binnenteen is veelal niet bevroren.

Bij Westervoort is de tweede waterkering vlak voor de bebouwing gelegen, hier achter komt vrij veel kwel voor (natte tuintjes), evenals in het gebied gelegen tussen de eerste en tweede waterkering.

In de omgeving van de eerder genoemde wellen tussen Westervoort en Rijksweg 12 komt eveneens veel niet bevroren kwel voor.

Met name de binnenteen is hier drassig.

Ter hoogte van hmp 230 komt eveneens een verweekte binnenteen voor ter plaatse van een smal stukje dijk met een steil binnentalud.

De waterkering bij hmp 260 wordt gevormd door het weglichaam ter plaatse dat bestaat uit opgespoten zand. Aangezien dit zandlichaam aansluit op het watervoerend pakket komt hier veel kwel voor.

De afgedekte wel bij Bahr ligt in een, ten dele bevroren, kwelrijk gebied.

Tot Doesburg is voornamelijk bevroren kwel aangetroffen.

Wat betreft de vreemde objecten kan vermeld worden dat het sluisje bij Westervoort (nabij de spoorlijn) lekkage vertoont. Dit had geen nadelige invloed op het functioneren.

Hoewel de aanwezigheid van publiek als tamelijk lastig is ondervonden zijn er geen verkeersmaatregelen getroffen.

3.9. Polderdistrict Betuwe

Het polderdistrict heeft in beheer de linkeroever van het Pannerdens Kanaal, de Neder-Rijn van Pannerdense Kop tot Ravenswaay en de rechteroever van de Waal van Pannerdense Kop tot Tiel.

Bij het polderdistrict Betuwe zijn tijdens de hoogwaterperiode van januari 1982 de gebruikelijke verschijnselen opgetreden, die echter niet tot grote problemen hebben geleid.

Het buitentalud langs de rechter Waaldijk is op meerdere plaatsen aangetast, voornamelijk door golfaanval ten gevolge van de harde oostenwind op zaterdag 9 januari tijdens de top van de hoogwaterperiode. Aan het buitentalud langs de linkeroever van de Neder-Rijn werd slechts op één plaats schade geconstateerd. Mogelijk heeft graverij van mollen hierbij een rol gespeeld.

Grasbekleding, welke onder andere voorkomt op buitentaluds van verbeterde waterkeringen diende plaatselijk beschermd te worden met zandzakken en met zandzakken verzwaard kunststofdoek. Ter plaatse van een overgang tussen een talud met grasbekleding en een talud, bekleed met ongewapende betonplaten was laatstgenoemde bekleding enigszins onderspoeld.

Het polderdistrict zal de mogelijkheid bezien om de aangevallen grastaluds met andere materialen te bekleden.

Bij sommige dijken, waarvan het talud met verschillende materialen was bekleed, is eveneens schade geconstateerd beneden of boven de bekleding.

De indruk bestaat, dat deze bekledingen te hoog beginnen, dan wel niet hoog genoeg zijn opgetrokken.

Het laatste had tot gevolg dat in de zone boven een stortsteenbekleding erosie van het grastalud plaats had. De dijk is ter plaatse beschermd door kunststofdoek, verzwaard met zandzakken. Het polderdistrict is voornemens genoemde stortsteenbekleding 1 m op te trekken. Het te hoog beginnen van een bekleding heeft geleid tot erosie aan de grasbekleding. Ook zijn stukken aan de onderzijde van de zand-asfaltbekleding en van de betonmortelbekleding op puin door ondermijning losgeraakt en zijn onder invloed van het water onder de bekleding gaten uitgespoeld.

Op verscheidene plaatsen was de erosiebestendigheid van het buitentalud verminderd door activiteiten van holengraving gedierte. Tijdens de verkenning door het COW is in de binnenteen van de Rijnbandijk een muskusrat waargenomen, die bezig was vanuit een kwelplas een gat in het talud te graven.

Over het algemeen waren de wellen in het polderdistrict Betuwe tijdens deze hoogwaterperiode klein van omvang en weinig zandmeevoerend. Zo werden ze bijvoorbeeld gesignaleerd in een pas gegraven kopsloot.

Wellen van enige omvang kwamen ondermeer voor nabij Dodewaard en langs het Amsterdam-Rijnkanaal. Bovengenoemde wellen waren ook in 1980 al actief. Het treffen van maatregelen om de zandafvoer te stoppen was niet noodzakelijk.

De grote zandmeevoerende wellen, die in de inventarisatie van 1980 zijn beschreven, waarbij het noodzakelijk was tijdelijke voorzieningen te treffen, zijn in 1981 door de beheerder op doeltreffende wijze afgedicht.

Langs het gehele traject kwamen gebieden voor waar kwel zichtbaar was, zowel gedeelten met bevroren kwel als gedeelten die nat waren, onder andere ter plaatse van sloten en wielen. Bij natte gedeelten is plaatselijk verweking van de binnenteen geconstateerd.

Verschillende zomerkaden en afritten naar de uiterwaard zijn licht beschadigd door overlopend water.

Op sommige plaatsen is enig grondverlies opgetreden, tijdelijke voorzieningen, aangebracht door het polderdistrict waren plaatselijk noodzakelijk om erger te voorkomen.

Zo is een kade plaatselijk verdedigd met gewapend kunststofdoek, vastgezet met perkoenpaaltjes. Bij een andere kade zijn de plekken die door graverij van konijnen reeds aangetast waren, met zandzakken afgedekt om verdere erosie te voorkomen.

Een laag gedeelte van een kwelkade is met zandzakken zodanig opgehoogd, dat het kwelwater niet meer over de kade stroomde.

Bij de visuele verkenning door het COW is een kabelsleuf waargenomen, die tot meer dan 1 m in het dijklichaam was uitgespoeld.

In Gendt heeft het verkeer hinder ondervonden van bevroren kwe1
die zich op een asfaltweg had gevormd.

Te Haalderen is een weg met fietspad ter plaatse van een wiel
onder water komen te staan, doordat de waterstand werd opgezet.

3.10. Dijkschap Grebbedijk

Het dijkschap Grebbedijk heeft in beheer de Grebbedijk vanaf de Veerweg van Wageningen naar het Lexkesveer tot aan de rijksweg bij de Grebbe te Rhenen.

Tijdens het hoogwater hebben zich geen markante verschijnselen voorgedaan.

Slechts op enkele reeds bekende plekken heeft zich enige kwel voorgedaan.

3.11. Niet geregementeerde waterkering tussen het polderdistrict Brummen-
Voorst en het Dijkschap Arnhemse en Velpse Broek

Zuidelijk van Dieren stond een groot deel binnendijs land ten zuiden van "Hof te Dieren" blank en dit bevroor tijdens de vorstperiode (hmp. 910).

Zuidelijk van Ellecom was het overgrote deel van de Ellecomse polder bedekt door een ijslaag.

Aan de buitendijkse zijde van de autosnelweg alhier was de Eikenstraat afgesloten. Het water was hier vanuit oostelijke richting overheen gestroomd.

Lichte schade werd geconstateerd aan de wegrand zuidelijk van de "Mettenwaard".

3.12. Dijkschap Arnhemse en Velpse Broek

Het dijkschap heeft in beheer de Westervoortse dijk vanaf de Vlierweg tot de Zevenaarse weg en de Schaapdijk langs de linker IJsseloever van de Zevenaarse weg tot het verkeersplein Velperbroek, en de Velpse broekdijk van het verkeersplein tot gemaal "Volharding".

De Velpse Broekdijk heeft in lichte mate te lijden gehad van de hoogwaterperiode. Over een lengte van ca. 500 m trad hier lichte tot matige erosie van de grasmatten op. Volgens de beheerder is hier de aanwezigheid van muskusratten geconstateerd.

Langs de binnentoeën werd kwelwater waargenomen. Mollen zijn ook hier actief geweest.

Tijdens de naverkenning werd een deel van het binnentalud met gier bewerkt.

De Schaapdijk die aansluit op de Velpse Broekdijk vertoonde ijs aan de binnentoeën over een totale lengte van ca. 1 km. De vele molshopen waren ook hier weer opvallend.

3.13. Niet gereglementeerde waterkering tussen IJsselkop en de Schaapdijk

Langs dit gedeelte werden konijnen geconstateerd.

Tijdens de naverkenning bleek bij kmr. 880,2 ter hoogte van de afrit op het buitentalud ter plaatse van een duiker een gat te zijn ontstaan met een diameter van 1 meter en een diepte van ca. 40 à 50 cm. De oorzaak hiervan is (nog) niet bekend.

3.14. Waterschap Kromme Rijn

Het waterschap Kromme Rijn beheert de dijk langs de rechteroever van de Neder-Rijn, vanaf hmp 1054 tussen Elst en Rhenen, en van de Lek tot aan het Lekkanaal.

Het hoogwater van januari 1982 heeft langs dit traject geen problemen gegeven. Wel werd op verschillende plaatsen kwel geconstateerd en op enkele plaatsen wellen.

Veel kwel werd waargenomen van hmp 0-42. Bij hmp 12 werden enige zandmeevoerende welletjes waargenomen in de teensloot. Door deze sloot werd veel kwelwater afgevoerd.

Vooraf bij hmp 20 was het land erg drassig. Bij hmp 38 liepen enige zandmeevoerende welletjes in kopsloten. De meeste waren reeds bekend van het hoogwater van februari 1980. Bij hmp 40 stroomde veel water uit een oude geslagen put.

Bij hmp 113 werd een zakking in het binnentalud geconstateerd met een diameter van ongeveer 2 m. Dit is waarschijnlijk het gevolg van graverij van dieren. Enkele gangen waren zichtbaar. Er omheen lagen veel molshopen.

Niet duidelijk is of er enig verband is met het hoogwater.

Bij hmp 194-200 werd ook veel kwel waargenomen.

Dit gebied is zelfs in de zomer drassig. Bij hmp 200 traden enige wellen op.

Veel water werd afgevoerd door twee wellen bij hmp 290, één achter de boerderij aldaar en één in de boomgaard naast de boerderij. Er werd op de top van het hoogwater en daarna geen zand meegevoerd. Bij laatste genoemde wel lag een zandpakket in de sloot waar het water naar toe stroomde. In de sterke stroom werden kleideeltjes vanuit de bodem meegevoerd.

Tijdens het hoogwater van januari 1982 is nauwelijks schade aan de taluds opgetreden. Geen schade werd aangericht door muskusratten.

3.15. Waterschap Leidse Rijn

Het waterschap heeft in beheer de rechter Lekbandijk vanaf de Beatrixsluis tot aan de dam in de Kromme IJssel.

Er hebben zich ten gevolge van het hoogwater geen markante verschijnselen voorgedaan.

3.16. Waterschap Lopikerwaard

Het waterschap Lopikerwaard heeft het beheer' over de rechter Lek-bandijk, beginnend bij de IJsseldam km 952 tot aan Schoonhoven, km 971.

Er hebben zich tengevolge van het hoogwater geen problemen voorgedaan. Voor een groot deel liggen de dijken in het zgn. overgangsgebied, d.w.z. dat de waterstanden mede bepaald worden door de zeestand. Tengevolge van een veelal oostelijke wind tijdens het hoogwater deden er zich relatief lage waterstanden voor.

Kwel-bezwaar was er op diverse plaatsen.

Achter de IJsseldam in de Kromme IJssel, hmp 0-4 kwelde het behoorlijk, ook waren er enige welletjes te zien.

Nabij hmp 25 en 26 was er ook behoorlijke kwel, hierbij deden zich weer wellen voor in de teensloot ter plaatse.

Buitendijks bevinden zich hier kleiputten, bovendien wordt er regelmatig op de rivier gebaggerd. Na het baggeren wordt een versterkte kwel verondersteld door het waterschap.

Bij hmp 97 bevindt zich een kleiput welke op diepte wordt gehouden ten behoeve van het polsstokverspringen. In de teensloot achter de dijk is sinds de ontgroning versterkte kwel geconstateerd.

Aan het buitentalud van de Schaardijk bij hmp 177 is geringe uitschuring door stroom en golven opgetreden. Na constatering hiervan is door het waterschap klei op de buitenberm gestort, die men elders toch wilde verwijderen.

3.17. Hoogheemraadschap Groot Alblasserwaard

Het hoogheemraadschap heeft in beheer de linker Lekbandijk vanaf Everdingen tot Kinderdijk, de rechter Merwededijk van Gorinchem tot Papendrecht en de rechter Noorddijk van Papendrecht tot Kinderdijk.

Het hoogwater heeft het hoogheemraadschap geen problemen gegeven. Het grootste deel van haar dijken ligt in het getij- en overgangsgebied. De waterstanden waren hier niet erg hoog. Op een aantal plaatsen werd kwel waargenomen, met name langs de Lek tussen Everdingen en Vianen. Ook uit de polderbemaling kon het optreden van veel kwel worden afgeleid.

Bij hmp 74-76 langs de Lek, tussen stuw Hagestein en het recreatieplan Everstein werd veel kwel geconstateerd, alsmede een aantal zandmeevoerende welletjes in de sloot parallel aan de dijk. Uit twee binnendijks geplaatste peilbuizen, welke net boven het maaiveld uitkwamen, spoot water door de ontluchtingsgaatjes. De recreatieplas was niet bevroren.

3.18. Hoogheemraadschap Alm en Biesbosch

Het hoogheemraadschap heeft in beheer de linker Merwededijk van Woudrichem tot Werkendam en de linker afgedamde Maasdijk van Aalburg tot Woudrichem.

Tijdens de hoge rivierafvoer van januari 1982 is geen noemenswaardige beschadiging van de buitentaluds opgetreden. Ook graverij in de hoofdwaterkering door muskusratten werd niet geconstateerd. Wel werden op diverse plaatsen zandmeevoerende wellen aangetroffen. Deze wellen kwamen voor in een greppel en een kwelsloot, tussen "De Hoef" en "Buurtje" op ongeveer 10 m uit de binnenteen van de Sleeuwijkse Dijk.

De wellen in de greppel, welke nog kort voor de hoge rivierafvoer werd opgeschoond, hebben niet veel zand afgevoerd in tegenstelling tot de wellen in de kwelsloot die gezamenlijk naar schatting zo'n 3 m³ zand hebben afgevoerd.

Kort nadat de top van de hoge afvoer in januari was gepasseerd, werd deze sloot voor zover verzand, opgeschoond.

Bij de, weliswaar niet zo hoge afvoer in begin februari hebben de wellen weer een aanzienlijke hoeveelheid zand afgevoerd.

De wellen, welke tijdens het hoogwater van februari 1980 werden aangetroffen in de sloot aan de zuidkant van de begraafplaats in "Kerkeinde", zijn evenals de wellen tussen Buurtje en Robijnskil in verband met de grote afstand tot de dijk niet tijdens dit hoogwater verkend.

Het Hoogheemraadschap Alm en Biesbosch heeft tijdens het hoogwater eveneens enkele nieuwe wellen geconstateerd, nl. achter de bebouwing langs de dijk nabij Muggenschans en in het achterland ter hoogte van Hoekeinde.

De wellen hebben overigens nergens aanleiding gegeven tot het nemen van maatregelen.

Op zeer grote afstand van het in 1981 verbeterde dijkvak tussen Hoek-einde en Oudendijk ligt een afwateringssloot, waarop een drainagesysteem loost dat tijdens het hoogwater zeer veel water en zand afvoerde. De slootbodem lag ter plaatse van de uitmonding van de drain op ongeveer 50 cm beneden bovenkant slootwater en op overige plaatsen op ongeveer 15 cm beneden bovenkant slootwater.

Bij navraag bij het Hoogheemraadschap Alm en Biesbosch bleek dat dit drainagesysteem aangelegd was ten behoeve van een waterleiding die op ca. 50 m uit de teen ligt ingegraven.

Naar de oorzaak betreffende de grote zandafvoer via de drains, wordt door het Hoogheemraadschap een onderzoek ingesteld.

Op ongeveer 50 m uit de teen van dit verbeterde dijkvak werd door het COW tijdens de hoogwaterperiode nog een kleine zandmeevoerende wel en kwel geconstateerd.

Ook op enkele andere plaatsen werd tijdens het hoogwater kwel geconstateerd wat ook hier nergens aanleiding heeft gegeven tot het nemen van maatregelen.

3.19 Polderdistrict Bommelerwaard

Het polderdistrict heeft in beheer de linker Waalbandijk van St. Andries tot Loevestein en de rechter Maasdijk van St. Andries tot Loevestein.

Tijdens het hoogwater is op een aantal plaatsen, zoals bij Oensel, Hurwenen en Rossum erosie aan het buitentalud boven de basaltbekleding opgetreden. Om verdere uitspoeling te voorkomen, werd bij Hurwenen ter hoogte van km-raai 928 op het buitentalud een krammat aangebracht en bij Oensel en Rossum zandzakken.

Schade aan het buitentalud nabij Zuilichem, waar dicht aan de buitenteen van de dijk een meidoornhaag staat is tijdens dit hoogwater in tegenstelling tot het hoogwater in februari 1980, niet opgetreden. Het buitentalud is hier thans verdedigd met een basaltglooiing.

Tijdens de verkenning werden door het COW in het binnentalud van de Waarddijk ter hoogte van dijkpaal 243 konijnenholen geconstateerd, welke tijdens het hoogwater echter geen aanleiding hebben gegeven tot het nemen van noodmaatregelen. Deze hollen waren reeds bekend bij de beheerder. Wel ligt het in de bedoeling van het polderdistrict om, zodra een goede methode bekend is waarmee het gangenstelsel opgespoord kan worden, deze te dichten.

In de zomerkade van de Broomwaard werden tijdens het hoogwater enkele mollegangen opgemerkt die met de rivier in verbinding stonden.

Op zeer veel plaatsen trad, mede door de vrij langdurige hoge rivierstand, kwel aan de binnenteen op. In een aantal van deze gevallen, zoals ter hoogte van dijkpaal 62 van de Munnikendijk, ter hoogte van dijkpaal 128 bij Gameren, dijkpaal 11 ten westen van Zaltbommel, ter hoogte van dijkpaal 85 ten oosten van Zaltbommel en te Hurwenen liep het kwelwater over een aan de teen gelegen weg waar het bevroor en hier een ijslaag van 10 à 20 cm vormde.

Plaatselijk, zoals ter hoogte van dijkpaal 175 was het achterland verweekt.

Ter hoogte van dijkpaal 6 zijn tijdens het hoogwater in twee kopsloten zandmeevoerende wellen aangetroffen op een afstand van ongeveer 25 m uit de binnenteen.

Maatregelen ten aanzien van de wellen, waarvan er één al vanaf 1970 tijdens hoge rivierafvoeren loopt, zijn niet genomen.

Evenals tijdens het hoogwater in februari 1980 werd ook in de afgelopen hoogwaterperiode op de dijken eenrichtingsverkeer ingesteld.

3.20. Polderdistrict Tielerwaard

Het polderdistrict heeft in beheer de rechter Waalbandijk van Tiel tot Gorinchem.

Het hoogwater van januari 1982 heeft geen bijzondere problemen voor het polderdistrict Tielerwaard opgeleverd.

Op enkele plaatsen zijn beschadigingen aan het buitentalud opgetreden.

Bij Haaften is de oude veerstoep, door de sterke stroming van het water daar ter plaatse, enigszins beschadigd.

Ter hoogte van hmp 300, tussen Hellouw en Haaften, bevindt zich achter twee huisjes in het buitentalud een aanberming van basaltstenen. Deze aanberming is in ernstige mate onderspoeld.

Een beschadiging van het binnentalud is aangetroffen bij Tuil (hmp 220). Het gat, met een diameter en een diepte van ± 1 meter, blijkt echter geen gevolg te zijn van het hoge water, doch van menselijke activiteiten.

In de teensloot bij Tuil (hmp 220-226) zijn tijdens dit hoogwater naast de al aanwezige wellen nog tientallen andere zandmeevoerende wellen ontstaan.

Tegen de wellen in Opijnen (zie lit. 1) zijn in 1980 afdoende maatregelen genomen. De boomgaard (hmp 171) waarin zich een grote wel bevond, is inmiddels gerooid en het land is met 1,3 m klei opgehoogd. Ondanks deze verbetering is er wel enige kwel waargenomen. De wellen in de achtertuin bij hmp 168,2 zijn nog steeds met grind en zandzakken afgedekt. Zij hebben tijdens dit hoogwater geen problemen gegeven.

De wel in de kant van de sloot langs de Stoepstraat heeft nauwelijks zand afgevoerd. De tuin langs deze sloot is ongeveer een halve meter opgehoogd.

In Passewaay is de weg onder langs de dijk voor verkeer afgesloten geweest in verband met ijsvorming van het vele uitgetreden kwelwater.

Ter hoogte van hmp 35,5 heeft de aanwezigheid van een oude put in de boomgaard gezorgd voor veel kwelwater. Deze put zal gedicht worden.

Ter hoogte van hmp 77 is veel kwelwater over de weg onder langs de dijk gelopen.

In Neerijnen is ook tijdens dit hoogwater de Achterstraat weer verweekt geweest evenals het kerkplein in Haaften. Verkeersmaatregelen zijn hier (in tegenstelling tot 1980) echter niet nodig geweest.

Ten gevolge van de hoge rivierstand is hier en daar aan de zomerkaden enige schade toegebracht.

In de Stiftsche Uiterwaarden, ter hoogte van Zennewijnen zijn forse beschadigingenesignaleerd. De in 1981 met teelaarde-achtige grond opgehoogde zomerkade is in ernstige mate geërodeerd en afgekalfd. Zowel op het binnen- als buitentalud is uitgespoelde grond aangetroffen. Waarschijnlijk is door de sterke stroming aan het buitentalud de jonge grasmatt geërodeerd waardoor uitspoeling van grond is opgetreden. Door overslag is het binnentalud op sommige plaatsen sterk afgekalfd. Er is veel puin (o.a. bakstenen) aangetroffen. Ook zijn er mollegangen gevonden. Ter plaatse van een coupure in de kade is de daar achtergelegen stortsteenbekleding door de sterke stroming uitgespoeld.

In de Heseeltsche Uiterwaarden bevindt zich al gedurende 10 jaar een gat in de zomerkade dat echter al die jaren onveranderd is gebleven. Deze uiterwaarden zijn nu gereglementeerd en de verwachting is dan ook dat dit gat in 1982 gedicht zal worden.

In de Cropsche Waard heeft de mens t.b.v. de passage van een schip schade toegebracht aan de zomerkade ter hoogte van Hellow. Door met een graafmachine de zomerkade gedeeltelijk weg te graven (zonder toestemming) kon het schip naar buiten varen. Het schip heeft enige tijd dienst gedaan voor het vervoer van klei en zand ten behoeve van de in de uiterwaard aanwezige steenfabriek. Behalve bovengenoemde schaden zijn er nog enkele grote afkalvingen aan het binnen-

talud gesignaleerd op ongeveer 25 m van de plaats waar het schip over de kade is gevaren.

Verder zijn er veel mollegangen gevonden.

In de Benedenwaard bij Herwijnen zijn op de plaats waar de zomerkade in juni 1980 doorgebroken is geweest ter bescherming van de herstelde zomerkade takkenbossen aangebracht. Er is nu geen schade opgetreden.

Muskusratten komen o.a. voor in De Kil (strang bij Waardenburg). Ondanks de onrustbarende toename is de schade die zij hebben veroorzaakt beperkt gebleven.

Behalve de onder "verweking en kwel" genoemde verkeersmaatregelen zijn er alleen in Herwijnen nog maatregelen genomen. Door de gemeente is éénrichtingsverkeer ingesteld.

Verder dient nog opgemerkt te worden dat de kwelkade ter hoogte van hmp 100 nabij Varik overgelopen is.

Hierbij is enige erosie van de grasmat opgetreden.

3.21. Polderdistrict Lek en Linge

Het polderdistrict Lek en Linge heeft in beheer de linker Lekbandijk vanaf Beusichem km 931 tot nabij Everdingen km 948.

Er hebben zich geen bijzondere problemen voorgedaan.

Vrij veel kwelbezwaar is opgetreden iets bovenstrooms van Culemborg tussen km 935 en 939 (hmp 40-74). In dit gedeelte heeft men al een dijkverbeteringsplan gereed voor uitvoering.

Het overlopen van de zomerkaden heeft slechts geringe schade opgeleverd.

Nabij hmp 95 bevinden zich enkele wellen in een sloot achter een kwelkade. Deze kwelkade omsluit een klein gebiedje met een tweetal woningen. Deze wellen hebben gedurende dit hoogwater slechts weinig zand meegevoerd.

3.22. Polderdistrict Maas en Waal

Het polderdistrict heeft in beheer de linker Waalbandijk van Millingen tot Nijmegen, met uitzondering van een stuk landsdijk, en van Weurt tot St. Andries en de rechter Maasoever van Mook tot St. Andries.

Zoals reeds eerder vermeld in de "Inventarisatie markante verschijnselen aan rivierdijken opgetreden tijdens de hoge Rijnaafvoer van februari 1980" zijn langs de Waal dijkverbeteringen toegepast. Ook nu bleken de aanwezige grasmatten op de buitentaluds over langere trajecten niet voldoende erosiebestendig. Vooral de erosie, ontstaan door golf-aanval op zaterdag 9 januari, tengevolge van harde oostenwind, maakte het noodzakelijk de dijk plaatselijk met kunststofdoeken en zandzakken te verdedigen. De omvangrijkste stukken talud, waar deze voorzieningen noodzakelijk waren, liggen nabij Afferden en Ooij.

Door de beheerder wordt gezien of de noodzaak aanwezig is, de dijkvakken waar weer schade is ontstaan aan het buitentalud met andere materialen te bekleden. Een gedeelte van de waterkering ten oosten van Nijmegen, dat tijdens hoge rivieraafvoeren aangevallen wordt heeft als tijdelijke voorziening een talud-bekleding van betonmortel, gestort op een vlijlaag van puin.

Deze bekleding is echter plaatselijk in ernstige mate onderspoeld, waardoor stukken van de bekleding zijn afgebroken.

Plaatselijk is het buitentalud aangetast door de graverij van muskusratten. Waar nodig zijn de beschadigingen afgedekt met zandzakken om uitspoelen te voorkomen.

Op een aantal plaatsen zijn wellen geconstateerd, die echter klein van omvang en nauwelijks zandmeevoerend waren.

Er was geen reden om preventieve maatregelen te treffen.

Gedurende het hoogwater zijn zeer veel gebieden waargenomen waar kwel voorkwam.

Deze gebieden zijn duidelijk te localiseren op de luchtfoto's die onder andere van de waterkeringen van dit polderdistrict zijn gemaakt.

Een parkeerplaats die tijdens het hoogwater in 1980 geheel verweekt was, is uit voorzorg met filterdoek en zandzakken verzwaard.

Nabij Dreumel is een zomerkade doorgebroken over een lengte van ongeveer 50 m. Deze doorbraak is ontstaan doordat overstromend water het binnentalud van de dijk, waarachter een ontgraving heeft plaats gehad, heeft aangetast.

Aan de overgang van de taludbekleding ter plaatse van een afvoerverleiding van een gemaal naar de bekleding, bestaande uit betonmortel op een vlijlaag van puin is schade opgetreden. Ongeveer 2 m³ grond is als gevolg van deze beschadiging uitgespoeld.

De onderwaterberm, toegepast bij een "uitgekiend ontwerp" van een dijkverbetering ter plaatse van een wiel, die tijdens het hoogwater in 1980 plaatselijk verweekt was, leek tijdens de huidige hoogwaterperiode stabiel te zijn.

Het feit dat de top bij deze hoogwaterperiode eerst na langere tijd bereikt werd, kan de stabiliteit van de onderwaterberm gunstig beïnvloed hebben, door geleidelijke aanpassing van de waterstand in het wiel.

De kwelkade rond een binnendijks wiel, die in 1980 zodanig ondergraven was door muskusratten dat bescherming met kunststofdoeken noodzakelijk was, vertoonde ook nu weer de gevolgen van de aanwezigheid van deze dieren. Bij de gedeelten die het meeste water uit het wiel doorlieten, is met behulp van zandzakken aan de buitenzijde van de kwelkade het water opgezet om de stroomsnelheid te beperken.

Naast de zorg voor de waterkering en het aanbrengen van noodvoorzieningen bij eventuele schade, werd aandacht besteed aan de hoogte van de waterstand binnendijks. Enerzijds is getracht de waterstand zo hoog mogelijk te houden om de wateroverdruk te reduceren, anderzijds diende voorkomen te worden dat bewoners, die hinderlijke gevolgen van het kwelwater zouden ondervinden, zelf de waterstand zouden regelen.

Op verscheidene trajecten is ten tijde van het hoogwater éénrichtingverkeer ingesteld, de belangstelling viel echter mee.

3.23. Landsdijken Gelderland

De landsdijken in Gelderland zijn die waterkeringen die in beheer en onderhoud zijn bij de directie Gelderland van de Rijkswaterstaat.

Noemenswaardige beschadigingen aan het buitentalud deden zich in dit gebied niet voor.

Alleen is er in december 1981 afslag geweest aan de 's-Gravenwaardse dam; dit gedeelte zal echter verbeterd worden zodat momenteel het onderhoud minimaal is.

In het binnentalud van de Galgendaalse dijk zijn diverse hollen, waarschijnlijk van konijnen geconstateerd; met name bij hmp 95,7 ook zijn hier vele mollengangen geconstateerd.

Nabij Tolkamer zijn t.p.v. een duiker die onder een weggetje loopt bij hmp 43 van de Spijkse dijk vele kleine zandmeevoerende wellen gesignaleerd. De afvoer van zand en water was echter gering.

De wel bij hmp 77,5 van de Galgendaalse dijk, ca. 20 m uit de binnenteen, voerde in eerste instantie water af. Bij de hoogste buitenwaterstand was het water echter bevroren. In de meer naar achter gelegen sloot (evenwijdig aan de dijk) zijn toen wel kleine niet zandmeevoerende wellen gezien.

Aan de binnenteen van de Galgendaalse dijk die langs de Pannerdense Waard aan de rechteroever van het Pannerdense Kanaal loopt, zijn wederom vele zandmeevoerende wellen aangetroffen. Onder meer n.a.v. de opgetreden afschuiving van het binnentalud tijdens het hoogwater van februari 1980 was als voorlopige noodmaatregel de parallelsloot gedicht. Hoewel hierdoor de stabiliteit van het binnentalud waarschijnlijk verhoogd is heeft dit het ontstaan van wellen niet voorkomen. Langs de gehele binnenteen van hmp 89 tot hmp 102 zijn wellen in de dichtgeschoven parallelsloot waargenomen. Met name bij hmp 90,2 en 101,5 zijn grote zandmeevoerende wellen ontstaan (diameter ca. 0,70 m) die tijdens het passeren van de top zijn afgedekt met filterdoek en zandzakken.

De zandafvoer is hierdoor gestopt hoewel er in de nabijheid van de afgedekte wellen nieuwe (kleine) zandmeevoerende wellen zijn ontstaan. Toen de buitenwaterstand reeds daalde nam de spanning aan de onderkant van het filterdoek nog toe.

Nabij hmp 102 van de Galgendaalse dijk is een kopsloot waarin eveneens zandmeevoerende wellen zijn aangetroffen. In eerste instantie zijn er een tweetal wellen bij het begin van de kopsloot (ca. 20 m uit de binnenteen) op de slootbodem aangetroffen. Precies op dit punt stortte het kwelwater van de vlakbij gelegen dichtgeschoven sloot zich in de kopsloot. Hierdoor is een groot deel van het door de wellen opgevoerde zand verder de kopsloot in gestroomd. Hoewel de diameter van de twee (later drie) wellen niet erg groot leek (ca. 0,40 m) lag er in een paar dagen tijd veel zand in de sloot; twee dagen voor de top ca. 1 m^3 , tijdens de top ca. 2 m^3 , twee dagen na de top ca. 3 m^3 en vier dagen na de top ca. 4 m^3 . Met name enige dagen na het passeren van de top zijn er diepe gangen in de wellen waargenomen (een peilbuis kon zonder veel moeite ca. 1,50 m vrijwel loodrecht naar beneden gedrukt worden). Na het passeren van de top zijn ook verder landinwaarts diverse wellen in de kopsloot waargenomen.

Kwel trad in meerdere of mindere mate op langs de Spijkse dijk, de 's-Gravenwaardse dam, de Herwense en Pannerdense bandijk en de Galgendaalse dijk.

Het merendeel van de kwelplaatsen gaf bevroren kwel te zien; de voornaamste uitzondering hierop vormt de Galgendaalse dijk waar de teen en vaak ook de gedempte sloot onder enige decimeters (ijsvrij) water stonden.

De al eerder genoemde kopsloot nabij hmp 102 diende het vele kwelwater naar achteren af te voeren maar, gezien het tijdens het hoogwater waargenomen stijgende slootpeil is de afvoercapaciteit van de sloot onvoldoende.

De drainageconstructie achter de Spijkse dijk (van hmp 8 tot 26,5) is indertijd uitgevoerd als een zgn. "uitgekiend ontwerp". Aan de hand van peilbuiswaarnemingen ter plaatse is in het verleden de goede werking van het filter gecontroleerd. Een éénduidige uitspraak kon toen niet gegeven worden zodat tijdens dit hoogwater opnieuw peilbuizen zijn waargenomen. Of deze waarnemingen meer inzicht verschaffen in de werking van het filter zal nog moeten blijken.

Tijdens het hoogwater zijn twee vermeldenswaardige zaken waargenomen; enerzijds zijn veel luchtbellen in de kwelsloot gezien, anderzijds is veel bevroren kwel achter de kwelsloot geconstateerd.

De drainageconstructie bij Pannerden, nabij hmp 69 van de Pannerdense dijk, lijkt, gezien de grote waterafvoer, goed te werken. Opmerkelijk was wel dat vlak na het passeren van de top ca. 20 m van het stroomafwaarts gelegen gedeelte van de kwelsloot bevroor.

Verkeersmaatregelen zijn er nauwelijks getroffen; alleen is tijdelijk een deel van de bebouwde kom van Tolkamer afgezet.

N.B. Voor Galgendaalse dijk leze men dijk langs de Pannerdense Waard.

3.24. Polderdistrict Oude Rijn

De in dit polderdistrict gelegen bandijken aan de rechterzijde van de Boven Rijn, het Bijlandsch Kanaal en het Pannerdensch Kanaal zijn (nog) in beheer bij het Rijk. Voor deze dijken zij hier verwezen naar de vorige paragraaf "Landsdijken Gelderland".

De Kandiadijk, van hmp 102 t/m 111 is in beheer bij het polderdistrict.

Volgens waarnemingen van het polderdistrict is nabij de aansluiting van de zomerkade (Lobberdense dam) op de Pannerdense dijk nabij hmp 43 door overslaande ijsschotsen de grasmat op het buitentalud van die kade plaatselijk beschadigd, waarna door erosie en ijsgang een hoeveelheid specie, ongeveer 6 m^3 - is weggespoeld.

4. Uitgevoerd onderzoek

4.1. Algemeen

Na het verzamelen van de gegevens van de dijkbeheerders is per geval de wenselijkheid en de wijze van voortgezet onderzoek bekeken.

Dit voortgezet onderzoek betreft de hiernavolgende onderwerpen:

- a) Onderzoek van zandmeevoerende wellen.
- b) Erosie tengevolge van stroming of golfaanval.
- c) Beschadigingen t.g.v. ijsvorming.
- d) Schade t.g.v. muskusratten.
- e) Toegepaste filtermaterialen.
- f) Kwelonderzoek.

4.2. Onderzoek zandmeevoerende wellen

Naar het verschijnsel van zandmeevoerende wellen wordt reeds sedert enige jaren in opdracht van de TAW onderzoek verricht door het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft.

Het onderzoek dat deels experimenteel en deels theoretisch is, verkeert op dit moment in het stadium dat met behulp van berekeningen kan worden aangegeven of bij een bepaalde dijk rekening moet worden gehouden met het gevaar voor piping. Aangezien de resultaten van deze berekeningen berusten op extrapolatie van laboratoriumproeven dient er een controle op prototype schaal plaats te vinden.

De omstandigheden welke zich tijdens het hoogwater voordeden gaven dan ook aanleiding om een intensief onderzoek te starten naar de aard en het gedrag van zandmeevoerende wellen.

Vastgelegd werden ondermeer gegevens over de ontwikkeling van reeds bekende wellen tijdens de hoogwatertop, de waterstanden binnen en buitendijks, de korrelverdeling van het ter plaatse aanwezige afgevoerde zand, kwellengte etc.

In de komende maanden zullen deze gegevens worden aangevuld met gegevens over de dikte van het watervoerend pakket, de geologie ter plaatse en de opbouw en vorm van de dijk waarbij alle van belang zijnde gegevens zullen worden vastgelegd.

Met behulp van deze gegevens kan naar verwachting een uitspraak worden gedaan over de merites van de hiervoor genoemde rekenregels.

Het zal duidelijk zijn dat de rapportage van dit specifieke onderzoek buiten het kader van de voorliggende inventarisatie valt.

De resultaten van het onderzoek zullen derhalve op een nader te bepalen tijdstip separaat worden gerapporteerd.

4.3. Erosie ten gevolge van stroming of golfaanval

Op veel plaatsen werd na het hoogwater in 1980 erosie geconstateerd. De vraag die bij dit verschijnsel gesteld kan worden is: "wat is de mate van erosiebestendigheid van de grond die voor de bekleding van buitentaluds wordt gebruikt en welke invloed heeft de vegetatie hierop". In 1980 is hiertoe een aantal grondmonsters onderzocht. Uit dit onderzoek kon helaas geen bruikbare conclusie worden getrokken. In 1982 is het onderzoek derhalve beperkt gebleven tot het vastleggen van plaatsen waar beschadigingen aan buitentaluds optraden. Deze gegevens zullen in de toekomst gebruikt kunnen worden voor een meer gedegen onderzoek dat uiteindelijk moet leiden tot een uitspraak over de kwaliteit van de bekledingsgrond voor de buitentaluds van dijken.

4.4. Beschadigingen t.g.v. ijsvorming

In verband met de in het verleden veelvuldig voorkomende doorbraken ten gevolge van ijsgang is ook dit aspect bekeken. Door de overwegend matige vorst kwamen geen uitgestrekte ijsvelden voor zodat ernstige beschadigingen achterwege bleven. Wel was er in veel gevallen sprake van ijsvorming op buitentaluds waardoor onderspoeling optrad.

4.5. Schade t.g.v. muskusratten

Een van de grote problemen op dit moment is het voorkomen van muskusratten in waterkeringen.

Het inventariseren van de door muskusratten aan waterkeringen toegebrachte schade kan dan ook worden gezien als een uitvloeisel van de door de Minister van Verkeer en Waterstaat gestelde vragen aan de TAW.

Eén van de problemen bij het bepalen van schade, aangericht door muskusratten, is de tot dusver gehanteerde methode van onderzoek.

Om de omvang van de schade te bepalen en de dijk te kunnen herstellen wordt tot op heden doorgaans de bouw uitgegraven, hetgeen vergaande gevolgen heeft voor de dijk.

De afdichtende kleibekleding wordt hierbij verstoord en de gerepa-

reerde plek blijft doorgaans de eerstvolgende jaren een zwakke plek in de dijk.

In het kader van een onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden van niet-destructieve onderzoeksmethoden is daarom een onderzoek gedaan naar de inzetbaarheid van "grondradar" bij het opsporen van de gangen van muskusratten.

De eerste resultaten van een recent georganiseerd ééndaags onderzoek mogen positief worden genoemd.

Te verwachten valt dat deze methode t.z.t. zal kunnen worden ingezet voor het opsporen van de hollen waarna deze op eenvoudige wijze zullen kunnen worden geïnjecteerd met bijvoorbeeld bentoniet.

4.6. Toegepaste filtermaterialen

Uit de in 1980 en ook de in 1982 geconstateerde verschijnselen ten gevolge van het gebruik van filtermaterialen kunnen we de conclusie trekken dat inventarisatie van gebruikte soorten filtermateriaal en de ervaring daarmee uitermate nuttige gegevens zou kunnen opleveren.

In dit verband is een inventarisatie gestart waarbij soort filtermateriaal, toepassingsgebied en ervaringen worden vastgelegd.

In verband met de recente start van dit onderzoek kunnen in dit rapport nog geen gegevens worden gepubliceerd over de bevindingen.

4.7. Kwelonderzoek

Een belangrijk gegeven bij systematisch onderzoek van rivierdijken is het voorkomen van kwel.

Eén van de vrijwel volledig in de hoogwater inventarisatie geïntegreerde onderzoeken is het uitgevoerde kwelonderzoek.

Enerzijds kan hieruit worden afgeleid in hoeverre sprake is van uittredend water uit de dijkteen.

Anderzijds kan worden bekeken in hoeverre kwel uit het maaiveld treedt hetgeen veelal wijst op het voorkomen van zandbanen.

Naast nuttige informatie voor het opstellen van criteria voor systematisch rivierdijkonderzoek levert het onderzoek ook gegevens op voor de verbetering en het beheer en onderhoud van rivierdijken. Als belangrijkste punt echter kan worden vermeld dat deze gegevens een basis vormen voor de verdere ontwikkeling van de zgn. uitgekende ontwerpen.

5. Conclusies en aanbevelingen

Ondanks de relatief korte tijd waarin de inventarisatie heeft plaatsgevonden is mede door de grote medewerking van de dijkbeheerders een vrij volledig beeld te geven van de bij het hoogwater opgetreden markante verschijnselen.

Voor zover mogelijk zijn hieruit conclusies getrokken welke u hierna zult aantreffen.

In de volgende paragrafen zullen we de onderverdeling hanteren die ook in hoofdstuk 2 "Probleemstelling" is gebruikt.

5.1. Buitentaluds bandijken

- Afschuivingen ten gevolge van een snelle val van de buitenwaterstand bv. t.g.v. doorbraken van zomerkades zijn tijdens de hoogwaterperiode niet geconstateerd.

Teneinde inzicht te krijgen in het mechanisme wordt in samenwerking met de TH-Delft een niet stationair rekenmodel ontwikkeld waarmee een gevoeligheidsanalyse kan worden uitgevoerd. De resultaten van dit onderzoek zullen t.z.t. worden gerapporteerd.

- Erosie door stroming is op diverse plaatsen geconstateerd. Veelal treedt deze vorm van erosie op ter plaatse van overgangsconstructies van een "harde" op een "zachte" taludbescherming. Voorbeelden hiervan zijn te zien op de foto's 3, 4, 5, 7 en 11.

In een aantal gevallen trad onderspoeling op van de taludbescherming of van de door de vorst op het talud gevormde ijskorst. Voorbeelden hiervan zijn te zien op de foto's 6, 8, 9 en 10.

Aangezien deze vorm van erosie en veelal ook de plaats van voorkomen bij de dijkbeheerders bekend is worden doorgaans, wanneer enige afvoer van betekenis verwacht wordt, de kwetsbare plekken afgedekt met doeken, zie foto 13. De schade aan de taluds blijft hierdoor beperkt.

Aandachtspunt bij deze tijdelijke voorziening is de soort doek en de toepassingsduur, aangezien bij langdurig verblijf van het doek op de grasmat verstikking van de grasmat in de hand wordt gewerkt. Tevens bestaat de indruk dat een aantal doeksoorten minder belemmerend op de grasgroei werken dan de overige.

In verband hiermee heeft de Landbouwhogeschool te Wageningen een onderzoek gestart naar deze verschijnselen.

- Een andere vorm van erosie kan optreden door haalgolven, die overigens hoofdzakelijk worden veroorzaakt door dicht onder de oever varende kleinere schepen, zie foto 1 en 2.
- Een opmerkelijk punt was dat weinig wrakhout e.d. in het water werd aangetroffen.

Mogelijk is dit het gevolg van de aan het hoogwater voorafgaande afvoertop in december waarbij de grootste hoeveelheid rommel afgevoerd resp. geruimd werd.

- Met betrekking tot de schade veroorzaakt door muskusratten kan worden verwezen naar het gedeelte over biologische activiteiten.

De conclusie kan getrokken worden dat bij dit hoogwater het grootste gedeelte van de schades aan buitentaluds is ontstaan door erosie en door graverij van muskusratten.

Overgangsconstructies vormen evenals scherpe bochten in de dijk zwakke schakels.

De indruk bestaat dat de vertragingen bij verbeteringswerken door bezuinigingen aanleiding zijn tot het treffen van tijdelijke noodvoorzieningen die niet in alle gevallen het gewenste resultaat (verbeteren of in ieder geval behouden van de kwaliteit van de dijk) hebben.

5.2. Binnentaluds bandijken

- Afschuivingen van binnentaluds werden niet geconstateerd noch gemeld. Dit was in feite ook niet te verwachten gezien de relatieve lage afvoertop.

Ten aanzien van afschuivingen ten gevolge van wateroverspanningen kan nog worden gemeld dat in samenwerking met de TH-Delft een niet stationair rekenmodel wordt ontwikkeld waarmee een gevoeligheidsanalyse kan worden uitgevoerd in het geval van snelle waterspiegeldaling binnendijks b.v. ten gevolge van het doorbreken van kwelkaden. De resultaten van dit onderzoek zullen t.z.t. worden gerapporteerd.

- Er valt een toenemend aantal aantastingen te constateren ten gevolge van biologische activiteiten waarover meer in het desbetreffende hoofdstuk.

- Ook hier geldt dat, waarschijnlijk in verband met bezuinigingen, oude schades niet of gedeeltelijk worden hersteld, terwijl noodzakelijke aanpassingen niet kunnen worden uitgevoerd.

5.3. Wellen

- Aan het aspect wellen en met name de zandmeevoerende wellen is, zoals ook al vermeld in paragraaf 1.3 en 4.2 veel aandacht besteed.

Ten gevolge van het ontbreken van een goed uitgewerkte rekenregel waren de in 1980 verzamelde gegevens ontoereikend voor een prototype toetsing van de experimenteel theoretisch ontwikkelde pipingregels.

Daarom is de uitwerking van de in 1980 verzamelde gegevens beperkt gebleven tot het vastleggen van de locaties van de wellen en het opslaan van op dat moment bekende gegevens. Deze inventarisatie heeft bij het hoogwater in 1982 zijn nut bewezen doordat gericht en gedetailleerd onderzoek kon worden verricht.

Zo werd vanaf 5 januari 1982 dagelijks de ontwikkeling van een groot aantal bekende zandmeevoerende wellen gevolgd, fotoserie 21 t/m 23, 25 en 26 en 32 t/m 34.

Tevens werden de randvoorwaarden voor de berekening, te weten binnen- en buitenwaterstand vastgelegd.

De ontbrekende gegevens zoals geometrie en grondparameters kunnen in een later stadium van het onderzoek, naar verwachting medio 1982 worden vastgelegd.

Naast het onderzoek van bekende zandmeevoerende wellen is ook intensief gezocht naar wellen die tijdens het hoogwater waren ontstaan.

Dit leverde tot onze verrassing, waarschijnlijk wegens een veel intensiever onderzoek dan in 1980 en een uitstekende samenwerking met de dijkbeheerders, een groot aantal bestaande maar nog niet in het onderzoek opgenomen wellen op.

- In een aantal gevallen werden wellen ontdekt die ontstonden tijdens het HW in 1982.
- Wellen ontstaan ten gevolge van slecht afgedichte boorgaten of onjuist geplaatste peilbuizen werden, in tegenstelling tot 1980 niet aangetroffen. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat enerzijds de afvoer-

top lager was dan in 1980 en anderzijds waarschijnlijk door de dijkbeheerders en grondmechanisch adviesbureaux aan dit aspect meer aandacht is besteed.

Bovendien kan worden aangenomen dat ten gevolge van de bezuinigingen minder grondonderzoek is uitgevoerd.

- Zoals reeds in het vorige rapport werd geconstateerd dient men voorzichtig te zijn met buitendijkse ontgravingen. Naast de in 1980 ten gevolge van buitendijkse werkzaamheden ontstane wellen te Opijnen foto's 29 en 30 werden ook in 1982 op andere plaatsen overeenkomstige situaties aangetroffen. Met klem wordt derhalve geadviseerd bij buitendijkse werkzaamheden voorzorgsmaatregelen te nemen om het ontstaan van zandmeevoerende wellen binnendijs te voorkomen.

Met name speelt dit op die plaatsen waar binnendijs de afdekkende kleilaag dun is en opbarsten van die kleilaag kan optreden.

- Veel zandmeevoerende wellen treden zoals bekend op in binnendijkse waterlopen. Eén van de adviezen gegeven in het rapport S-77.066 (Zandmeevoerende wellen. Een overzicht van in literatuur aangetroffen "piping"-criteria. Huidige toepassingen bij rivierdijkontwerpen) is het dempen van deze koppen/of teensloten.

Doorgaans gebruikt men hiervoor zand.

Duidelijk zal zijn dat er voor moet worden gezorgd dat het gewicht van het zandpakket voldoende moet zijn om opdrukken te voorkomen.

Wanneer op de slootbodem een afdekkend pakket aanwezig is dienen de gaten van oude wellen afdoende te worden gedicht om de vorming van nieuwe wellen aan het oppervlak van de gedempte sloot te voorkomen, zie foto 35.

Een andere mogelijkheid is het volledig verwijderen van de afdichting op de slootbodem waarbij echter wel bedacht moet worden dat dan in principe een drainagesysteem moet worden aangelegd waarbij filterregels in acht moeten worden genomen.

- In een aantal gevallen worden in binnendijs gelegen waterlopen waterstandsregulerende voorzieningen in de vorm van sluisjes of stuwtjes gemaakt.

Wanneer de constructies de afsluitende kleilaag doorsnijden moet ter dege aandacht worden besteed aan de aansluiting kleilaag-kunstwerk.

Bij kwel langs het kunstwerk kunnen gemakkelijk zandmeevoerende wellen ontstaan zoals tijdens dit hoogwater dan ook werd geconstateerd.

- Op een aantal plaatsen werden evenals in 1980 zandmeevoerende wellen gevonden veroorzaakt door graverij van konijnen, mollen en muskusratten. Meer over dit onderwerp kunt u vinden in de paragraaf over biologische activiteiten.

Ten aanzien van tijdens hoogwater te treffen maatregelen ter voorkoming resp. bestrijding van zandmeevoerende wellen kunnen de volgende aanbevelingen worden gedaan.

- 1) In teen- en kopsloten de stroomsnelheid zo laag mogelijk houden om zandafvoer te voorkomen.
 - 2) In teen- en kopsloten de waterstand zo hoog mogelijk houden om het verval over de dijk zo laag mogelijk te houden.
 - 3) Wellen afdekken met filterdoek waarbij het water kan uittreden en de zandafvoer wordt tegengegaan.
 - 4) De filterdoeken ballasten met een ring van zandzakken evt. gevuld met grind.
 - 5) In geval van dunne kleilagen kan het laten oplopen van de waterspanningen aanleiding geven tot opbarsten en de vorming van nieuwe wellen op andere plaatsen.
- In deze gevallen dient men de waterspanning laag te houden en zandafvoer zoveel mogelijk te voorkomen.

5.4. Verweking, opbarsten en kwel

- Geconstateerd is dat op veel plaatsen het terrein binnendijs al verweekt is bij een waterstand die ver ligt onder de MHW-stand. Naar we mogen aannemen neemt het aantal en de omvang van deze gebieden, bij een waterstand hoger dan de in 1982 opgetreden stand, toe.

Ten gevolge van deze verweking zullen de terreinen onbegaanbaar worden.

Inspectie en transport van eventueel noodzakelijke hulpmaterialen ten behoeve van dijkbewaking- of versterking is derhalve alleen mogelijk over wegen of over de dijk.

Het mag daarom als verontrustend worden aangemerkt dat op een aantal plaatsen wegen bij de opgetreden rivierstand onbegaan-

baar blijken te zijn door verweking van de ondergrond.
In één geval werd zelfs melding gemaakt van een "zwevend"
viaduct.

De conclusie die we aan het bovenstaande moeten verbinden
is dat in het kader van een systematisch rivierdijkenonder-
zoek ter dege aandacht zal moeten worden besteed aan het
aspect van de grondwaterstroming.

Het behoeft geen betoog dat deze opmerking ook geldt voor
dijkverbeteringen.

- Tijdens het hoogwater is op zeer veel plaatsen sterke kwel
geconstateerd.

Dank zij de tijdens het hoogwater heersende weersomstandig-
heden kon met behulp van luchtfotografie (zie foto) een vrij
compleet beeld worden verkregen van de omvang en aard van
de binnendijkse kwel. Zie ook de opmerkingen in de paragrafen
1.3 en 4.7.

Opgemerkt dient echter te worden dat op een beperkt aantal
plaatsen de uiterwaard nog niet was ingelopen zodat de bandijk
zelf geen water keerde.

Naast de fotovluchten is op dezelfde dagen een intensieve
veldverkenning uitgevoerd door 12 mensen. De situatie werd
ook tijdens deze verkenningen zowel fotografisch als op
kaartmateriaal vastgelegd.

Aan de hand van het verzamelde materiaal werden de luchtfoto's
geïnterpreteerd waarna met behulp van gegevens van de dijkbe-
heerders de interpretatie werd gecontroleerd.

Bij de interpretatie werden onderscheiden: kwel uit de dijk,
kwel op het maaiveld, beiden zowel bevroren als niet bevroren.
Een voorlopige conclusie van dit onderzoek is dat de inter-
pretatie uitstekend in overeenstemming is met de bij de dijk-
beheerder bekende gegevens.

Gesteld kan worden dat hiermee op de onderzochte tracés een op
geen enkele andere wijze te verkrijgen nagenoeg volledig beeld ge-
vormd is van de bij deze waterstand optredende kwel.

Na de uitwerking van de gegevens op 1:10.000 kaarten zal het
materiaal beschikbaar zijn voor dijkverbetering, systematisch
rivierdijkonderzoek, volgende inventarisatie van markante
verschijnselen en in de nabije toekomst nader te specificeren
onderzoeken op het gebied van het gedrag van grondwater.

Ter illustratie zijn in de fotobijlage een aantal foto's van de kwelvormen opgenomen (foto 36 t/m 47).

Een opmerkelijk verschijnsel dat tijdens de verkenningen werd waargenomen mag niet onvermeld blijven. Op zeer veel plaatsen waren wegen bedekt met een soms tientallen centimeters dikke ijskorst ten gevolge van kwel uit de dijkteen. Afgezien van de onbegaanbaarheid van de wegen en op- en afritten is een dergelijke situatie uit beheers- en onderhouds technisch oogpunt slecht te noemen.

Een taluddrainage met afvoer zou in deze situatie de problemen kunnen oplossen.

5.5. Overslag en overloop

Bij de bereikte waterstand zijn geen bandijken overgelopen. Golfoverslag was eveneens, ondanks de op enkele dagen optredende windsnelheden van ± 9 m/s, niet aan de orde. Dit geldt uiteraard niet voor vrijwel alle zomerkaden en een aantal kwelkaden.

Met betrekking tot zomerkaden kan worden opgemerkt dat ook de economische belangen in de uiterwaard aanzienlijk kunnen zijn. De dijkbeheerders zullen in dat geval inundatie van de uiterwaard en schade aan de zomerkade zoveel mogelijk trachten te voorkomen. Een voorbeeld kunt u hiervan vinden op foto 48. Ook in ons rapport over het hoogwater in 1980 werd gewezen op het belang van kwelkaden en de mogelijke gevolgen van doorbraak van een kwelkade voor de stabiliteit van de bandijk. Naar ons bekend zijn veel kwelkaden, in feite onderdeel van de hoofdwaterkering, gereglementeerd.

Aangezien noch zomerkaden noch kwelkaden bestand zijn tegen sterke stroming over de kruin, getuige de ook dit jaar weer voorgekomen doorbraken, dienen maatregelen genomen te worden om doorbraken te voorkomen.

Deze maatregelen kunnen bestaan uit het aanbrengen van overstorten of afsluitbare sluisjes of duikers, waarbij terdege gelet moet worden op voldoende capaciteit.

Ook verdient het aanbeveling elk jaar de goede werking van de kunstwerken te controleren en bij hoge rivierafvoeren op tijd afsluitbare sluisjes en duikers te openen om schade aan de kaden te voorkomen, foto's 49, 50, 51 en 52.

Van de schade die kan ontstaan door erosie bij overlopen geven foto 16 en 17 een beeld.

Tenslotte nog een opmerking over biologische activiteiten die eveneens een gevaar vormen voor de kaden. Genoemd kunnen worden mollen, konijnen, muskusratten en mensen.

Nadere gegevens over dit onderwerp zijn terug te vinden in de paragraaf biologische activiteiten.

5.6. Vreemde objecten

Op veel plaatsen zijn binnendijks en doorgaans dichtbij de dijk-teen overstromende waterputten waargenomen, foto 56.

Behalve wateroverlast leverden dit soort constructies geen problemen op.

Meer zorgwekkend is de geconstateerde situatie veroorzaakt door aanleg van leidingkruisingen.

Met nadruk mag worden gewezen op de aanbevelingen in de TAW leidraden.

Buiten een goede berekening is ook een goede constructie en een goede uitvoering van belang zodat kwel (foto 53) en verzakkingen (foto 54) worden voorkomen.

Een veel omstreden punt bij dijkverbetering is doorgaans de begroeiing.

Zonder een uitspraak te willen doen over het wel- of niet acceptabel zijn van bomen en struiken op of nabij dijken kan in ieder geval worden opgemerkt dat het domweg omzagen van bomen de dijkbeheerder in ieder geval verzekert van een gangenstelsel in zijn dijk ter grootte van het wortelgestel. Dat dit aanleiding kan zijn tot kwel en mogelijk zelfs piping behoeft geen betoog.

Derhalve kan worden aanbevolen om bij het verwijderen van begroeiing het wortelgestel niet te vergeten (zie foto 55).

Tenslotte als toegift een foto van de "Waterkering" bij Herwijnen (foto 57).

5.7. Biologische activiteiten

Tijdens en na hoogwater is ook in 1982 veel schade geconstateerd, veroorzaakt door mens en dier.

De meest sprekende voorbeelden worden hieronder gegeven.

- Holen van konijnen in bandijken bestaande uit een zandkern afgedekt met een kleibekleding, foto's 59 en 61.
- Mollegangen in bandijken en zomerkaden, foto's 58 en 60.
- Muskusrattengangen in bandijken, zomerkaden en kwelkaden, foto's 63 en 64.
- Zonder toestemming door mensen afgegraven zomerkade, foto 62.

Hoewel de lijst niet indrukwekkend is kan dit wel gezegd worden van de omvang van de schade.

Ten aanzien van hollen in dijken en kaden kan worden opgemerkt dat deze aanleiding kunnen geven tot calamiteiten zodra afsluitende lagen doorgraven worden of een doorgaande verbinding tot stand wordt gebracht tussen binnen en buitenzijde van de waterkering.

Met nadruk moeten we er op wijzen dat het ten enenmale onvoldoende is om gangenstelsels alleen aan de uitgang af te stoppen.

De aanwezige gangen zullen een blijvende verzwakking van de dijk opleveren en ten gevolge van regenval etc. weer openspoelen. De interne erosie hierdoor zal de waterkerende functie van de dijk langzamerhand doen afnemen en de kans op een calamiteit ten tijde van een hoogwater doen toenemen.

Bij het Centrum wordt momenteel onderzoek gedaan naar de mogelijkheden om gangenstelsels volledig op te vullen zonder de gangen uit te graven.

Aangezien moeilijk visueel te beoordelen valt of dit het geval is lijkt de meest aangewezen weg het bestrijden van mollen, muizen, konijnen en muskusratten in de directie omgeving van de dijk.

Met nadruk kan hier gewezen worden op het negatieve effect van het gebruik van drijfmest.

Het gebruik hiervan leidt tot ondiep wortelende vegetatie (zie waterschap Salland) en het voorkomen van veel wormen die op hun beurt mollen aantrekken.

5.8. Algemeen

Door de zeer gedegen en gedetailleerde wijze waarop in 1982, mede dank zij uitstekende samenwerking met de dijkbeheerders, het onderzoek heeft kunnen plaatsvinden, is ondermeer de aandacht gevestigd op de niet in alle opzichten doorzichtige beheersstructuur.

Zo blijken veel waterkeringen wel in beheer maar niet in eigendom te zijn bij de dijkbeheerder.

In een aantal gevallen blijkt dit problemen op te leveren die een goed technisch dijkbeheer belemmeren.

Doorgaans blijken deze problemen samen te hangen met belangen- tegenstellingen tussen eigenaar (gebruiker) en dijkbeheerder die het waterkerend vermogen van de dijk moet bewaken.

In dit kader dient onder meer melding gemaakt te worden van een aantal niet-gereguleerde waterkeringen.

Over een groot aantal van de hiervoor genoemde onderwerpen zijn door de TAW in het kader van het lopend onderzoek publicaties opgesteld.

Deze publicaties zijn vermeld in het jaarverslag dat ieder jaar door de TAW wordt uitgebracht.

Mogelijk ten overvloede is als uittreksel een overzicht van deze publicaties als bijlage 5 bij dit rapport opgenomen.

Literatuur

- lit. 1 Inventarisatie markante verschijnselen aan rivierdijken opgetreden tijdens de hoge Rijnafvoer van februari 1980, S-80.027.
- lit. 2 Zandmeevoerende wellen. Een overzicht van in literatuur aangetroffen "piping"-criteria. Huidige toepassing bij rivierdijkontwerpen, S-77.066.

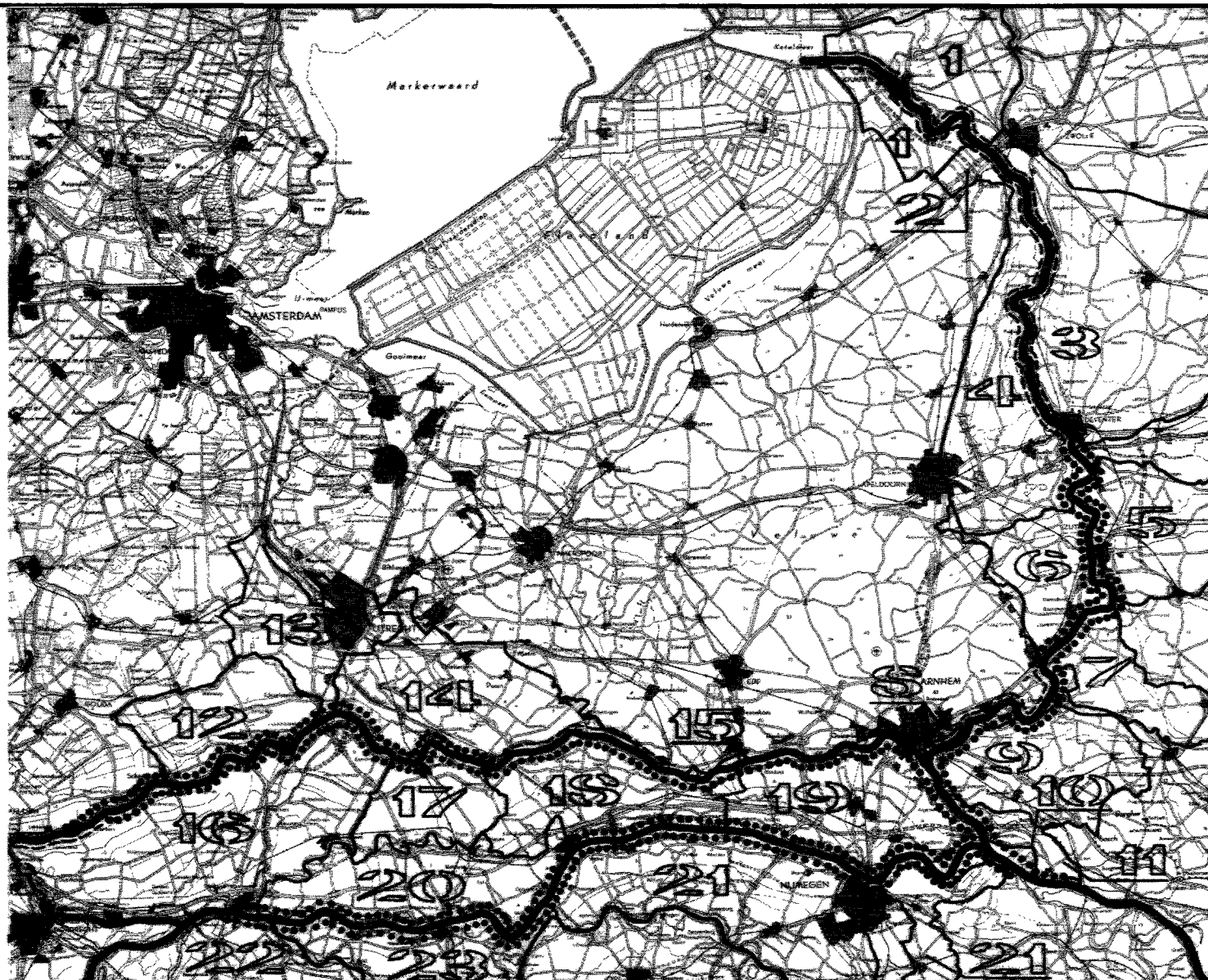
verklaring:

- 1 Waterschap IJsseldelta
- 2 Polderdistrict Hattem
- 3 Waterschap Salland
- 4 Polderdistrict Veluwe
- 5 Waterschap van de Berkel
- 6 Polderdistrict Brummen-Voorst
- 7 Polderdistrict IJsselland
- 8 Dijkschap Arnhemse- en Velpse Broek
- 9 Polderdistrict Rijn en IJssel
- 10 Landsdijken directie Gelderland ■)
- 11 Polderdistrict Oude Rijn
- 12 Waterschap Lopikerwaard
- 13 Waterschap Leidse Rijn
- 14 Waterschap Kromme Rijn
- 15 Dijkschap Grebbedijk
- 16 Hoogheemraadschap Groot-Alblasserwaard
- 17 Polderdistrict Lek en Linge
- 18 Polderdistrict Nederbetuwe
- 19 Polderdistrict Overbetuwe
- 20 Polderdistrict Tielerwaard
- 21 Polderdistrict Maas en Waal
- 22 Hoogheemraadschap Alm en Biesbosch
- 23 Polderdistrict Bommelerwaard

■) niet alle landsdijken zijn aangegeven

... door KLM aerocarto op dit vastgelegd gebied
COW terreinverkenning

--- COW terreinverkenning



Centrum voor Onderzoek Waterkeringen



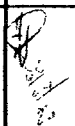
beheerssituatie Nederlands rivierengebied
alsmede verkend rivierengebied

get.	gew.	gez.	Schaal 1:600.000	bijlage 1
			werknr. S-82.018	teknr. A4 82.060

datum	IJsselkop	Doesburg	Zutphen	Olst	Katerveer	Kampen	Lobith	Pann. kop	Nijmegen	Tiel	Zaltbommel	Herwijnen	Driel boven	Amerongen boven
3 jan	1240	943	698	426	191	63	1463	1406	1196	832	537	398	1044	588
4	1260	960	723	471	231	82	1484	1428	1217	873	587	448	1079	646
5	1256	965	735	489	260	103	1467	1412	1210	876	609	473	1082	668
6	1242	967	750	503	273	130	1450	1397	1197	863	595	460	1069	667
7	1253	966	742	510	287	137	1471	1413	1204	864	590	454	1072	662
8	1276	972	739	499	277	124	1507	1447	1239	887	611	471	1095	675
9	1290	981	743	500	272	117	1523	1462	1241	908	635	497	1112	693
10	1298	985	752	509	277	122	1525	1464	1243	903	642	504	1121	713
11	1285	983	754	513	284	128	1502	1446	1232	904	635	500	1113	722
12	1262	973	745	509	275	131	1474	1420	1214	887	618	481	1096	707
13	1243	962	732	496	272	122	1448	1395	1196	870	596	460	1075	683
14	1230	950	720	482	261	111	1427	1375	1181	851	577	440	1055	663
15	1218	942	711	470	251	100	1413	1361	1171	840	561	427	1041	649
16	1203	936	705	461	239	93	1392	1344	1163	828	549	415	1027	632
17	1181	925	698	453	230	85	1360	1316	1140	809	531	395	1003	612
18	1155	913	688	442	221	78	1328	1285	1112	786	507	375	977	587
19	1131	898	673	428	207	69	1297	1254	1085	760	483	350	949	558
20 jan	1102	880	658	414	194	59	1264	1224	1058	737	460	327	921	529

MHW stan-
den bij
afvoer 3 1485 1130 920 645 445 280 1810 1695 1470 1115 830 670
18000 m³/s bij Lobith

stuw open gehele
periode
1286 975

 Centrum voor Onderzoek Waterkeringen	overzicht ongecorrigeerde 8 uur waterstanden van 3 jan. - 20 jan. 1982						get	gew	gez	schaal -		bijlage 2	
										werknr S-82.018		tek nr A4- 82.059	

bijlage 3

legenda:

hmp	hectometerpaal
kmr	kilometerraai
Pd.	polderdistrict
Ws.	waterschap

beschadigingen buitentaluds bandijken



foto 1

Wp. van de Berkel

Golfaanval op buitentalud door haalgolven scheepvaart nabij hmp '923 van de rechter IJsselbandijk te Zutphen, situatie na hoogwater.



foto 2

zie foto 1

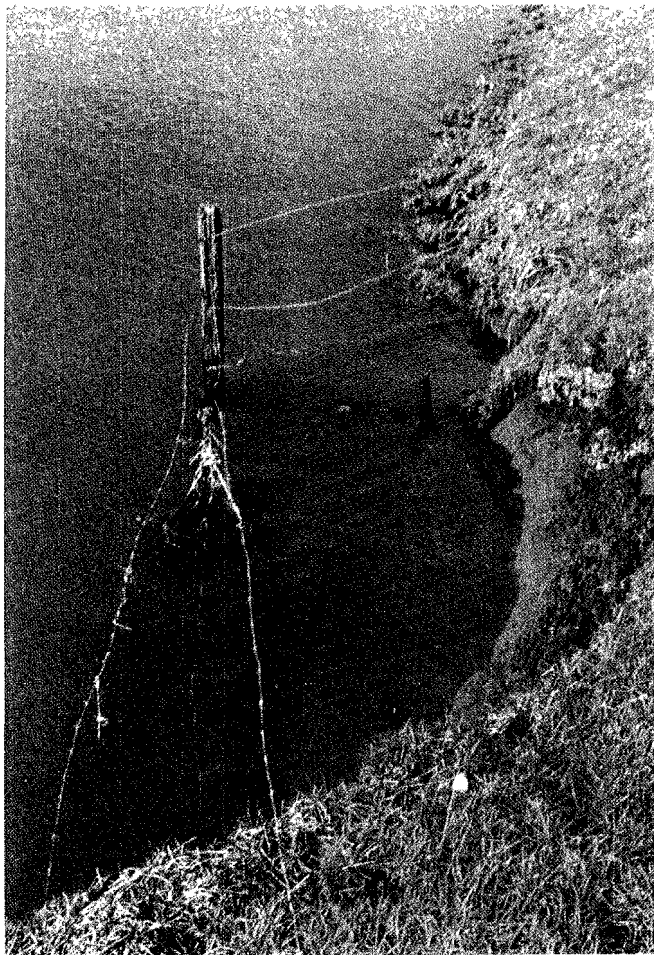


foto 3

Wp. van de Berkel

Beschadiging buitentalud door stroming en golfaanval nabij hmp 923 van de rechter IJsselbandijk bij den Elter, situatie na hoogwater.

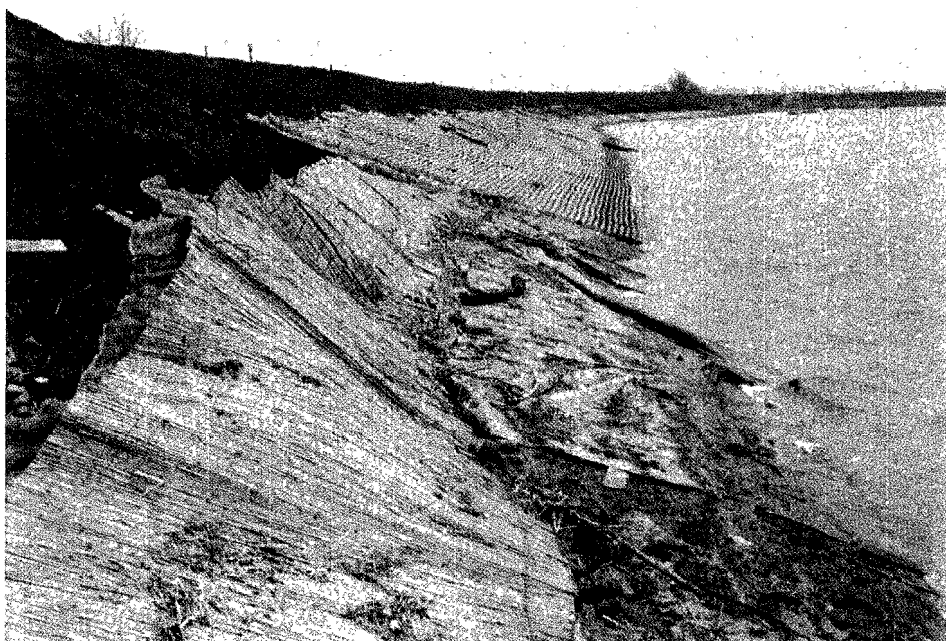


foto 4

Pd. IJsselland

Erosie buitentalud van rivierdijkverbetering in uitvoering nabij hmp 44 van de rechter IJsselbandijk bij de Zoethorst, situatie hoogwater.



foto 5

Pd. Betuwe

Erosie buitentalud boven een talud van lichte stortsteen nabij hmp 299 van de rechter Waalbandijk te Dodewaard, situatie na hoogwater.



foto 6

Pd. Betuwe

Beschadiging glooiing buitentalud nabij hmp 215 van de rechter Waalbandijk te Oosterhout, situatie na hoogwater.

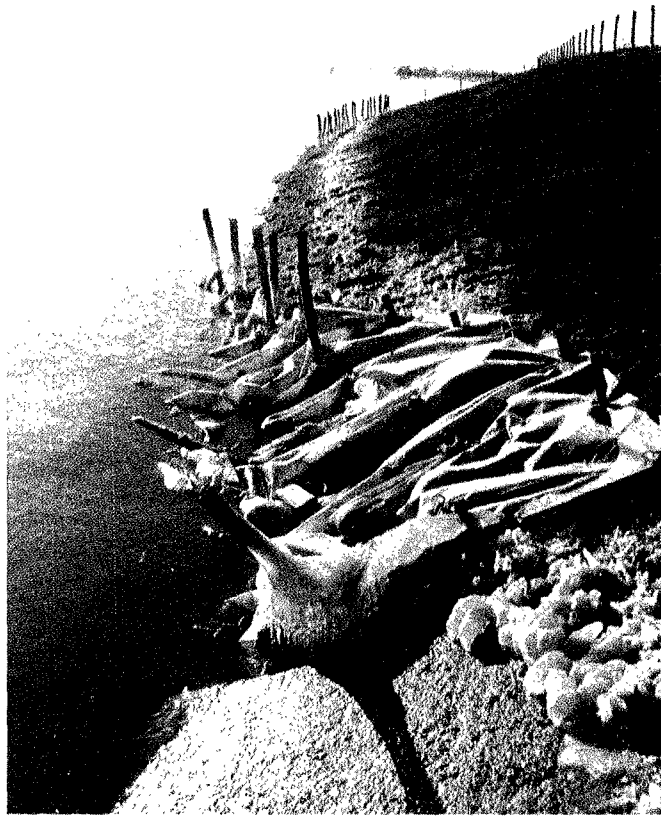


foto 7

Pd. Betuwe

Beschadiging buitentalud naast de beëindiging van betonplaten nabij hmp 185 van de rechter Waalbandijk te Echteld, situatie tijdens hoogwater.



foto 8

Pd. Tielerwaard

Door onderspoeling verzakte basaltglooiing op buitentalud nabij hmp 300 van de rechter Waalbandijk te Hellouw, situatie na hoogwater.



foto 9

Pd. Maas en Waal

Beschadiging in horizontale richting van tijdelijke bescherming buitentalud nabij hmp 27 van de linker Waalbandijk te Ooij, situatie na hoogwater.

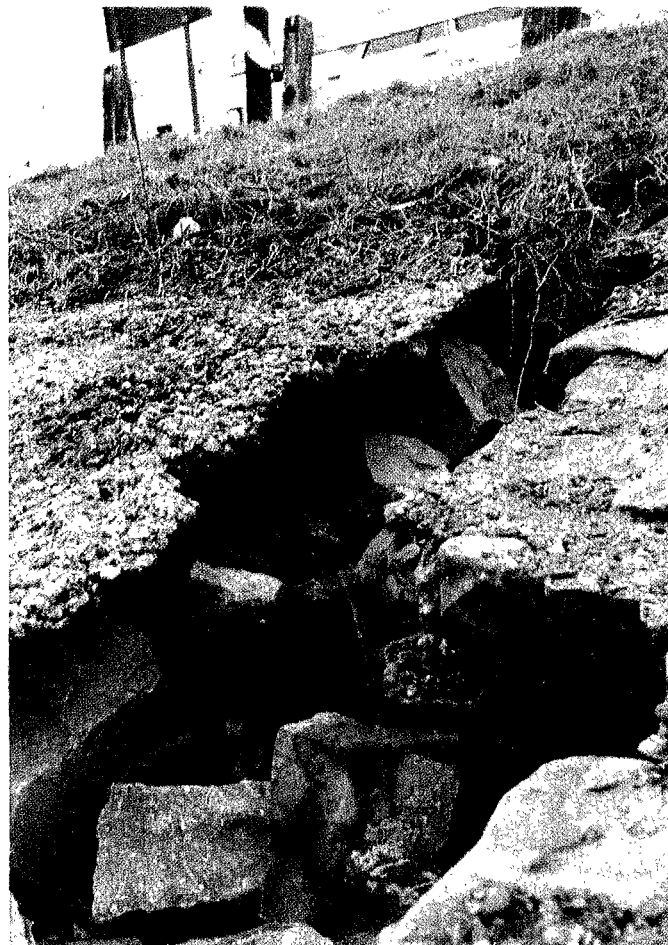


foto 10

Pd. Maas en Waal

Beschadiging in verticale richting van tijdelijke bescherming buitentalud nabij hmp 25 van de linker Waalbandijk te Ooij, situatie na hoogwater.



foto 11

Pd. Maas en Waal

Stroomerosie buitentalud nabij hmp 40 van de linker Waalbandijk te Weurt, situatie na hoogwater.



foto 12

Pd. Maas en Waal

Bescherming buitentalud tegen golfaanval nabij hmp 292 van de linker Waalbandijk te Druten, situatie tijdens hoogwater.

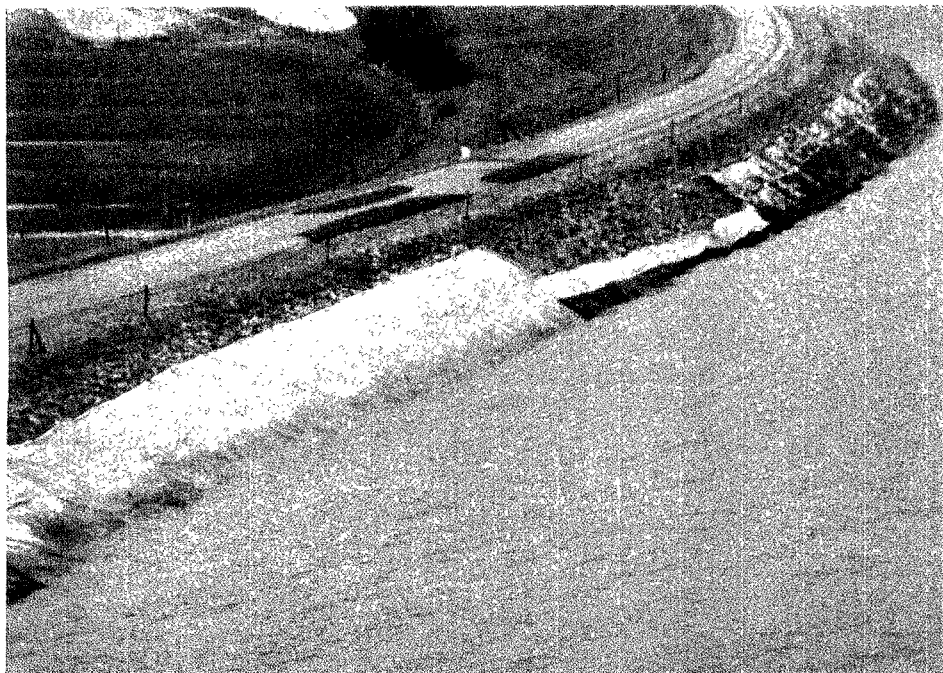


foto 13

Pd. Maas en Waal

Bescherming buitentalud tegen erosie nabij hmp 291 van de linker Waalbandijk te Beneden Leeuwen, situatie tijdens hoogwater.

beschadigingen uiterwaarden / zomerkaden



foto 14

Pd. Veluwe

Aantasting zomerkade aan het einde van de taludbescherming nabij kmr 943 van de linker IJsseloever te Steenenkamer, situatie na hoogwater.



foto 15

Pd. Veluwe

Aantasting zomerkade; door golfslag ondergraven bevroren bovenlaag nabij kmr 943 van de linker IJsseloever te Steenenkamer, situatie na hoogwater.

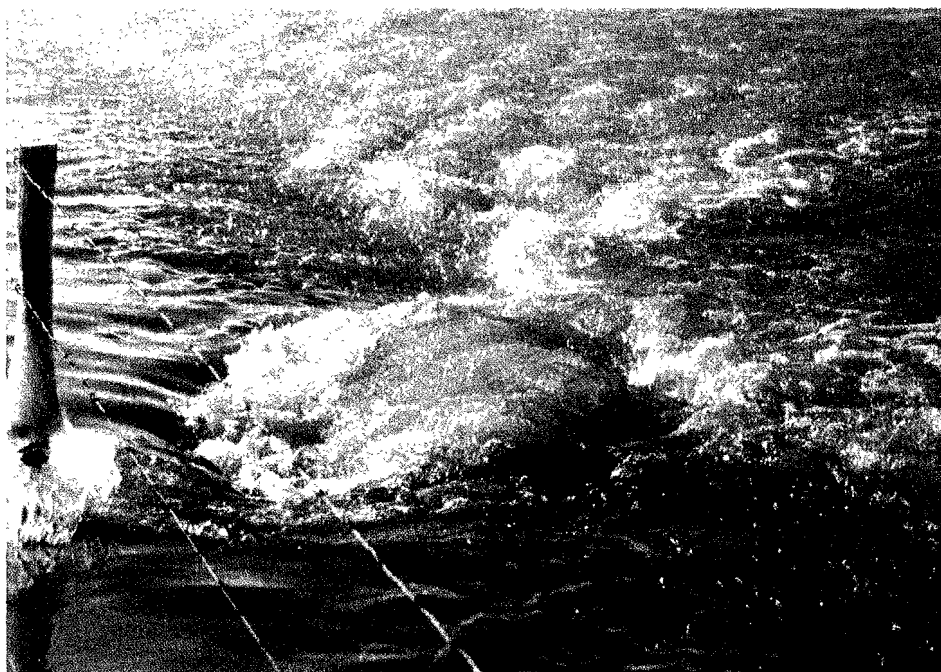


foto 16

Pd. Rijn en IJssel

Aantasting grasmat binnentalud zomerkade nabij hmp 43 van de rechteroever van de Oude Waal, situatie tijdens hoogwater.



foto 17

Pd. Rijn en IJssel

Zie foto 16, situatie na hoogwater.

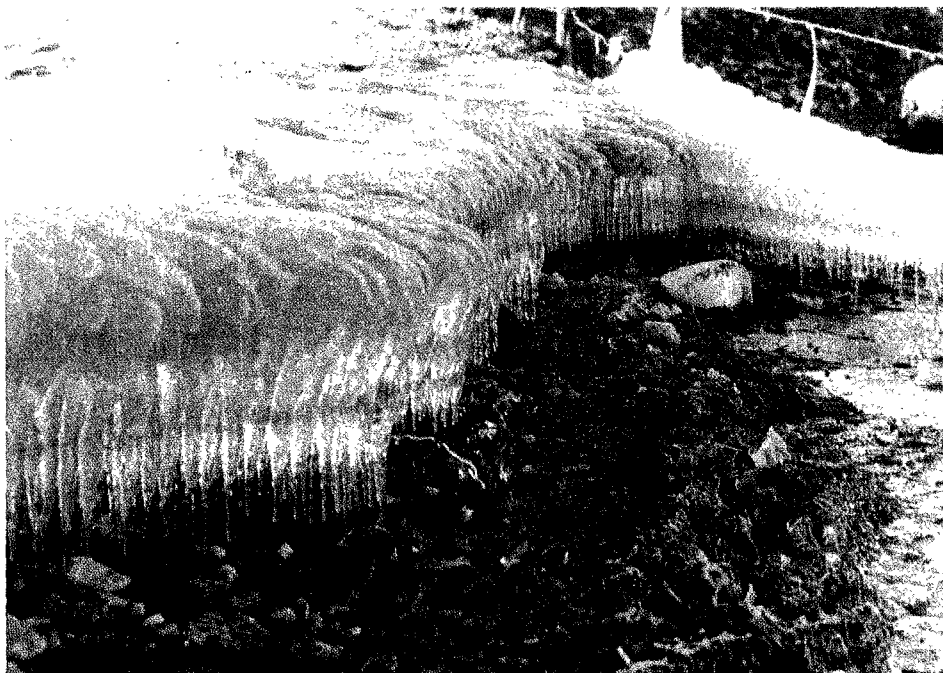


foto 18

Pd. Betuwe

Ijsvorming en erosie onder ijs onder invloed van golfaanval nabij hmp 112 van de rechter Waalbandijk te Ochten, situatie tijdens hoogwater.



foto 19

Pd. Maas en Waal

Afslag kleipakket vooroever nabij hmp 31 van de linker Waalbandijk te Ooij, situatie na hoogwater.



foto 20

Pd. Maas en Waal

Zie foto 19, detailopname.

zandmeevoerende wellen

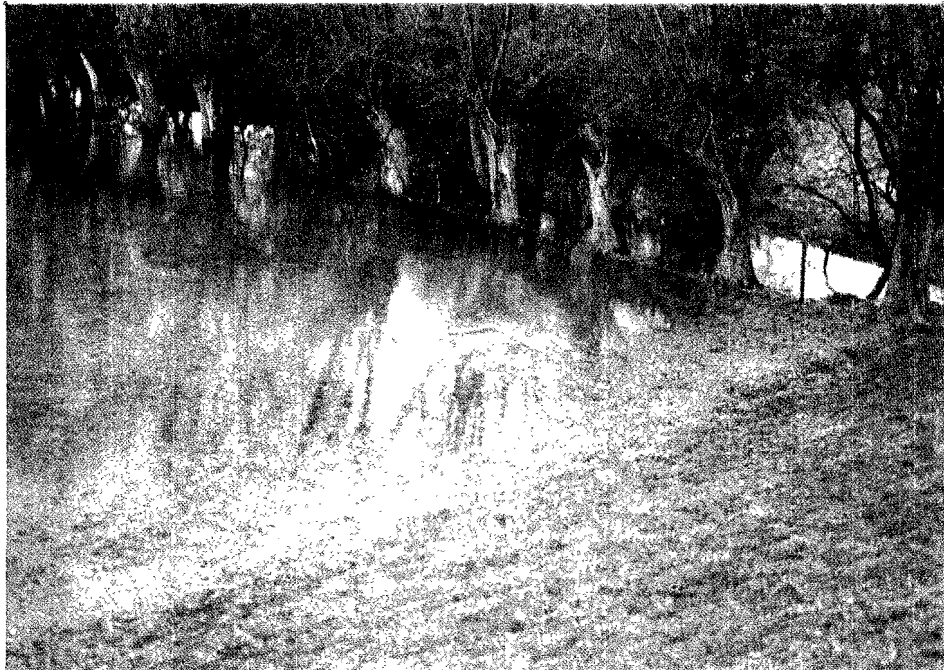


foto 21

Pd. Rijn en IJssel

Zandmeevoerende wel aan de binnenteen nabij hmp 276 van de rechter IJsselbandijk te Bahrse Pol, situatie vóór hoogwater.

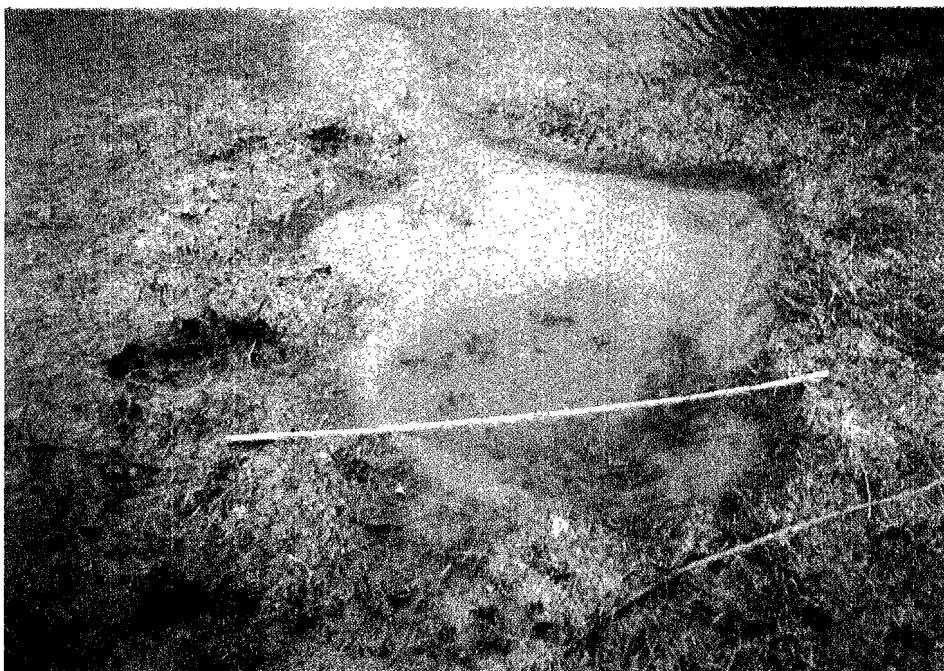


foto 22

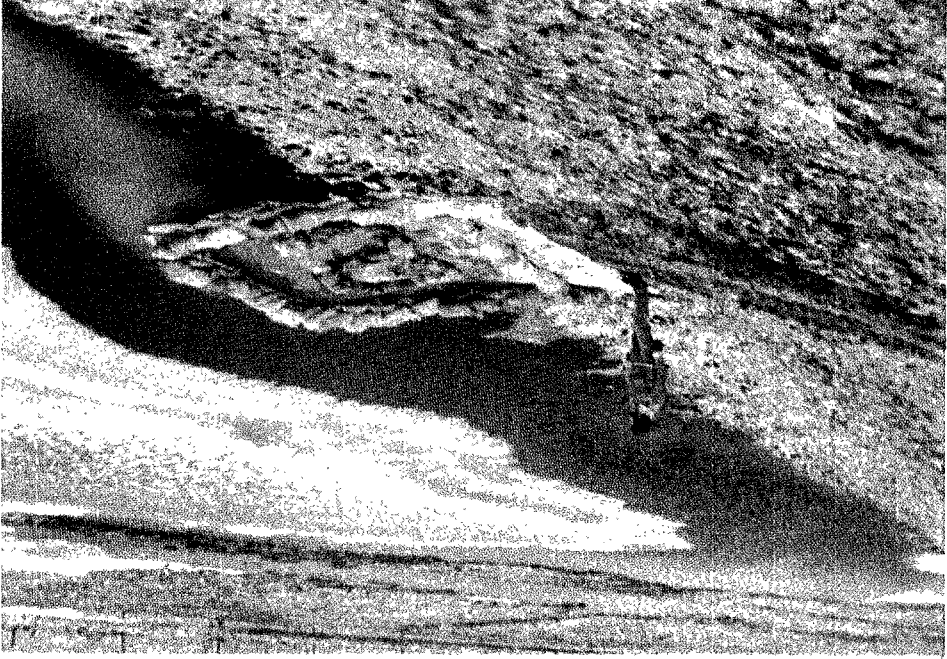
Pd. Rijn en IJssel

Zie foto 21, detailopname van de wel.

Opgekiste zandmeevorende wel aan binnenteen Loodijk nabij hmp 155
van de rechteoever van de Neder-Rijn te Loo, situatie tijdens hoogwater.

Pd. Rijn en IJssel

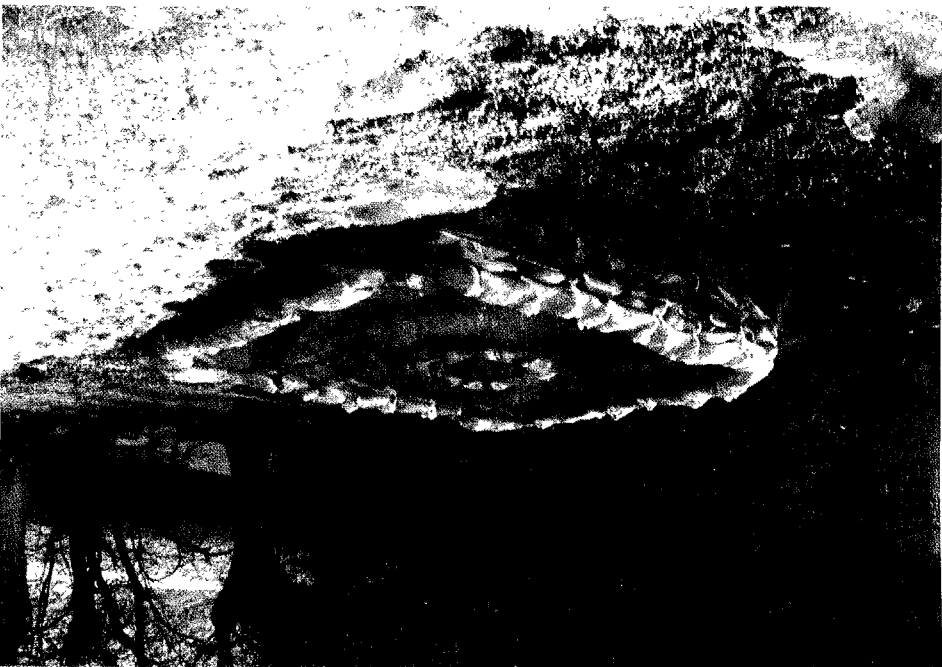
foto 24



zie foto 21 en 22, opgekiste wel, situatie tijdens hoogwater.

Pd. Rijn en IJssel

foto 23



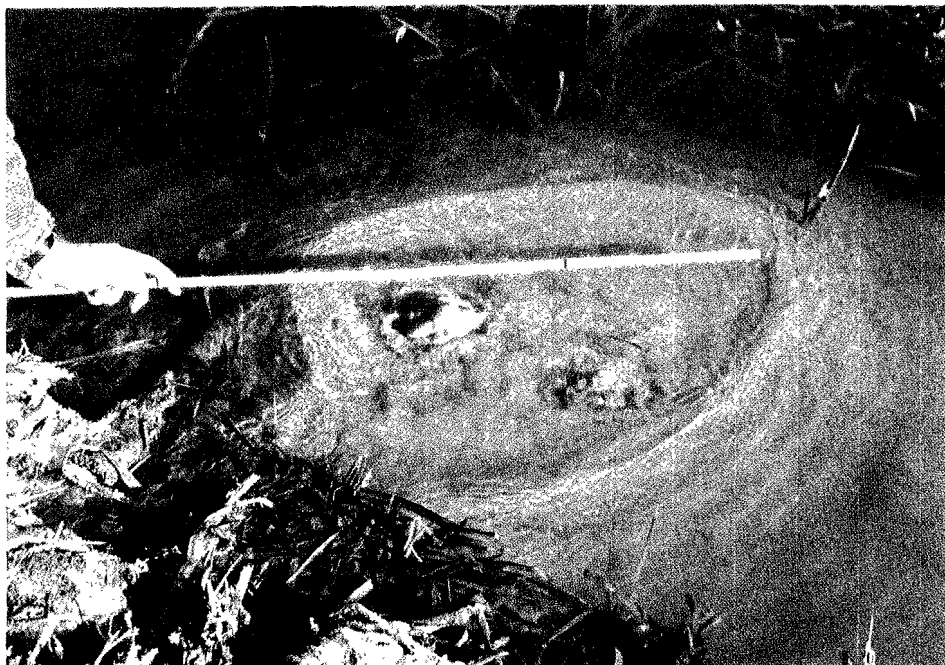


foto 25

Pd. Betuwe

Zandmeevoerende wel in kopsloot nabij hmp 103 van de linkeroever van de Neder-Rijn te Kesteren, situatie tijdens hoogwater.



foto 26

Pd. Betuwe

Zie foto 25, situatie 2 dagen na hoogwatertop.

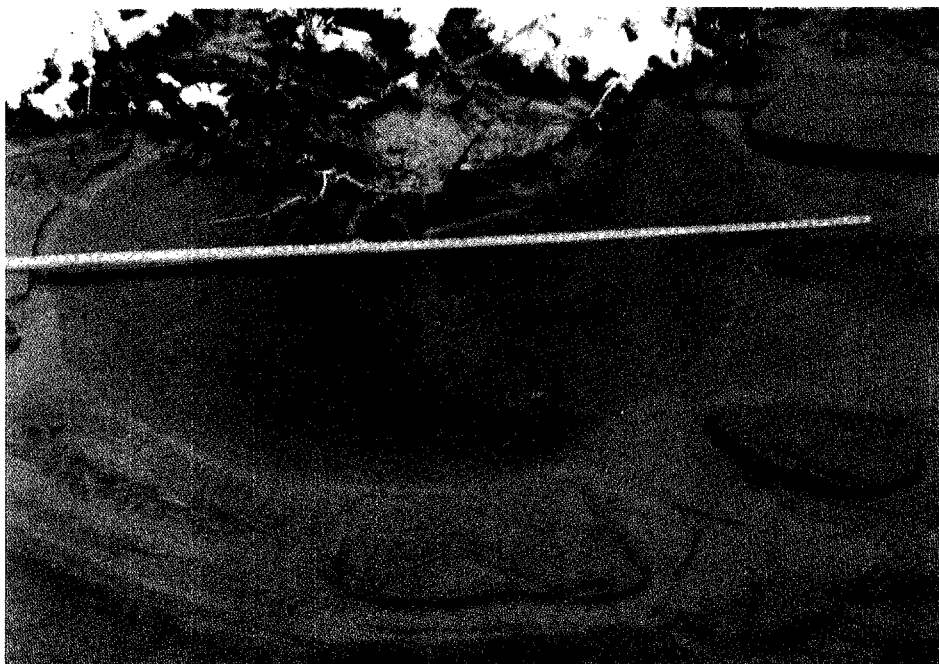


foto 27

Pd. Bommelerwaard

Wel in kopsloot op ca. 20 m uit binnenteen nabij hmp 60 van de linker Waalbandijk te Oensel, situatie tijdens hoogwater.



foto 28

Pd. Tielerwaard

Drie niet-zandmeevoerende wellen in sloot nabij hmp 297 van de rechter Waalbandijk te Hellouw, situatie vóór hoogwater.



foto 29

Pd. Tielerwaard

Zandmeevoerende wel afgedekt met rijshout en verzwaaard met zandzakken nabij hmp 172 van de rechter Waalbandijk te Opijnen, situatie tijdens hoogwater 1980.



foto 30

Pd. Tielerwaard

Dezelfde plaats als foto 29 na verbeteringswerken, kappen boomgaard en ophogen binnendijsks terrein, ter beteugeling van de wellen, situatie tijdens hoogwater 1982.

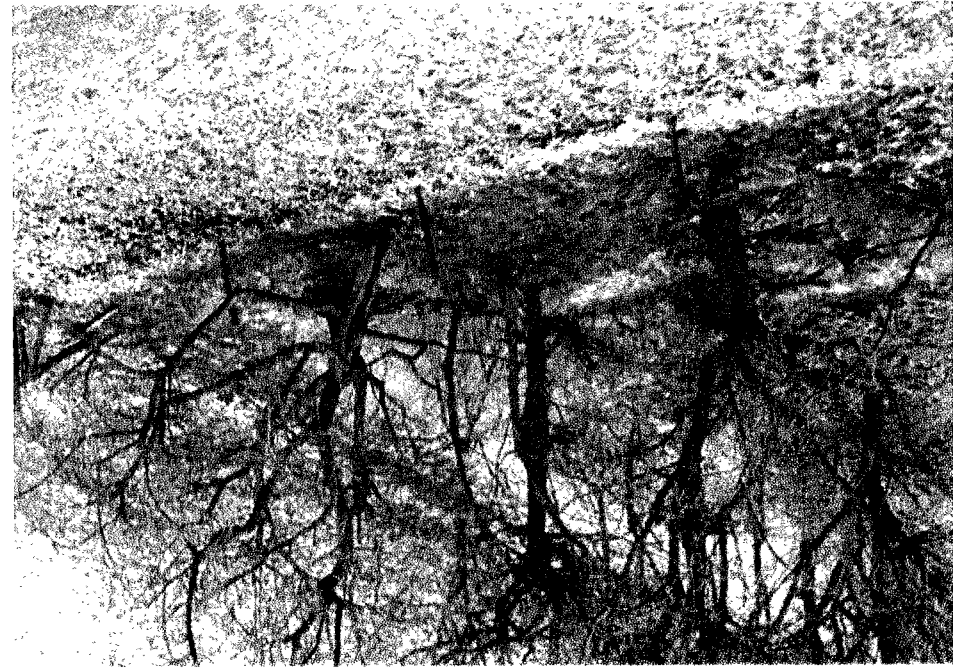


foto 31 Pd. Maas en Waal

Tiental zandmeevorende wellietjes in boomgaard nabij hmp 72 van de lin-ker Waalbandijk te Beuningen, situatie tijdens hoogwater.



foto 32 Landsdijken Gelderland

Drie zandmeevorende wellen in kopsloot Galgendaalse dijk nabij hmp 102 van de rechteroever van het Pannerdens kanaal, situatie 2 dagen na hoogwatertop.

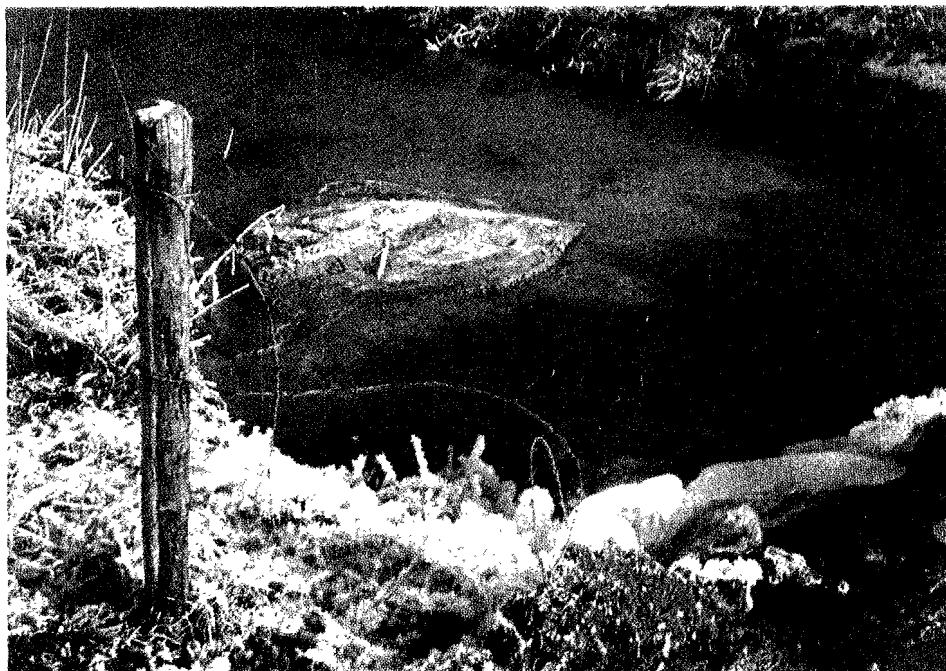


foto 33

Landsdijken Gelderland

Zie foto 32, situatie 4 dagen na hoogwatertop.



foto 34

Landsdijken Gelderland

Zie foto 32 en 33 situatie 14 dagen na hoogwatertop.

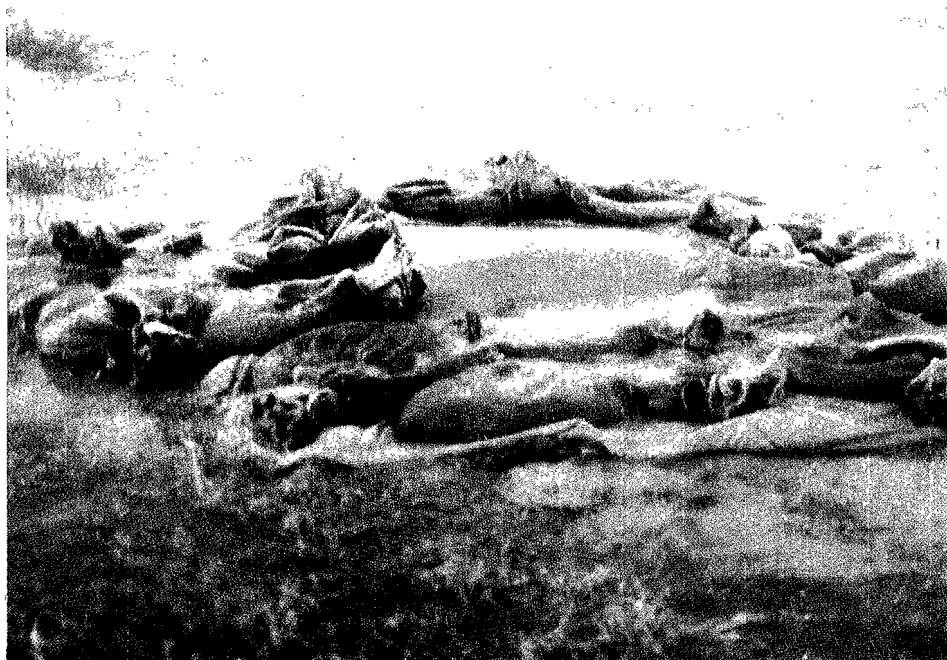


foto 35

Landsdijken Gelderland

Afgedekte zandmeevoerende wel in gedempte sloot aan de binnentoe van de Galgendaalse dijk nabij hmp 101 van de rechteroever van het Pan-
nerdens kanaal, situatie tijdens hoogwater.

kwel

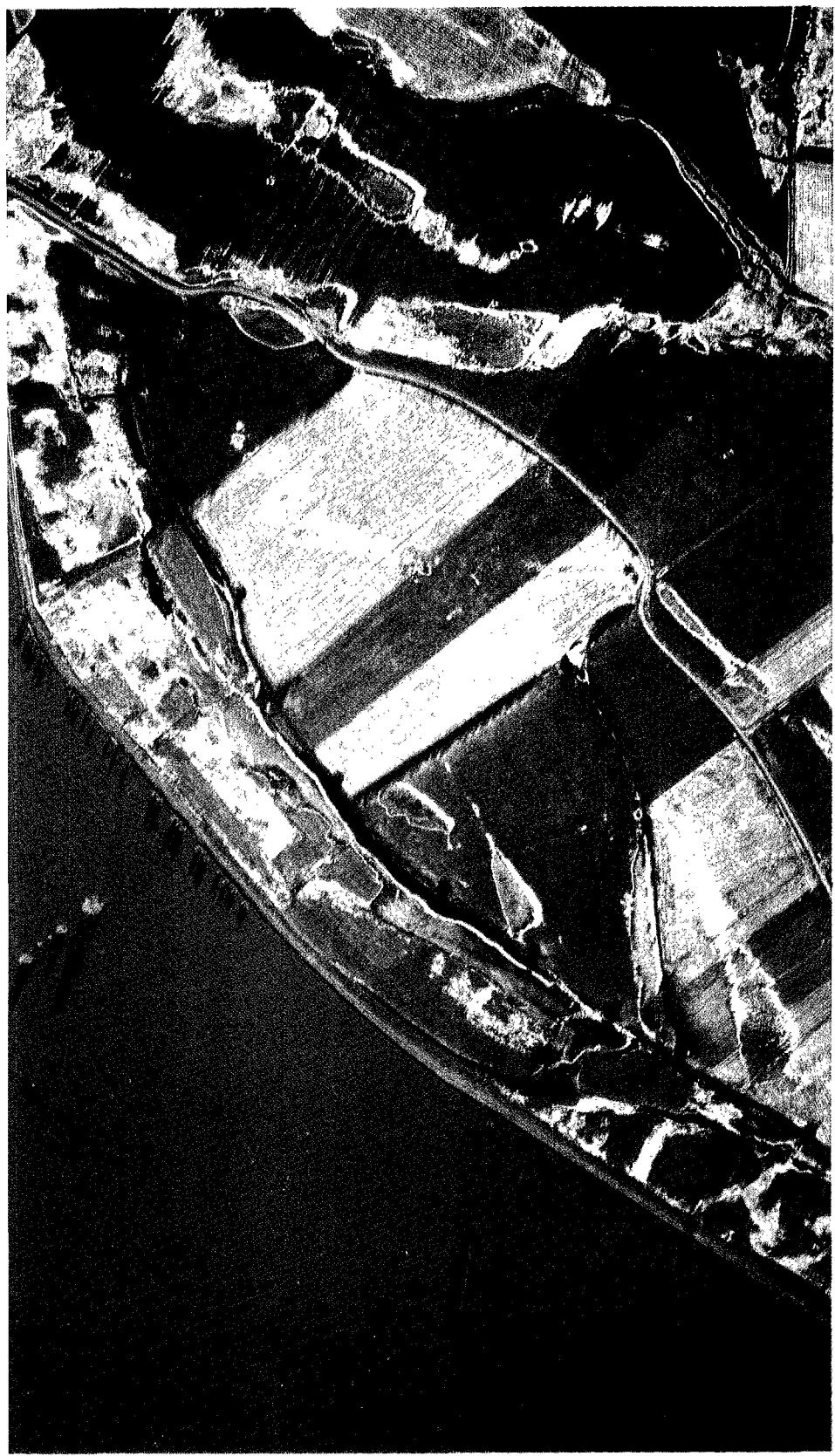


foto KLM- Aerocarto

Luchtopname kwelgebied te Wilp, linker IJsseloevers nabij kmr 94.1 te Wilp, situatie tijdens hoogwater.



foto 36

Pd. IJsseldelta

Bevroren zanderige kwel bij sloot nabij kmr 992 van de rechter IJsseloevers te Uiterwijk, situatie tijdens hoogwater.



foto 37

Wp. Salland

Bevroren kwel nabij kmr 953 van de rechter IJsseloevers te Olst, situatie tijdens hoogwater.

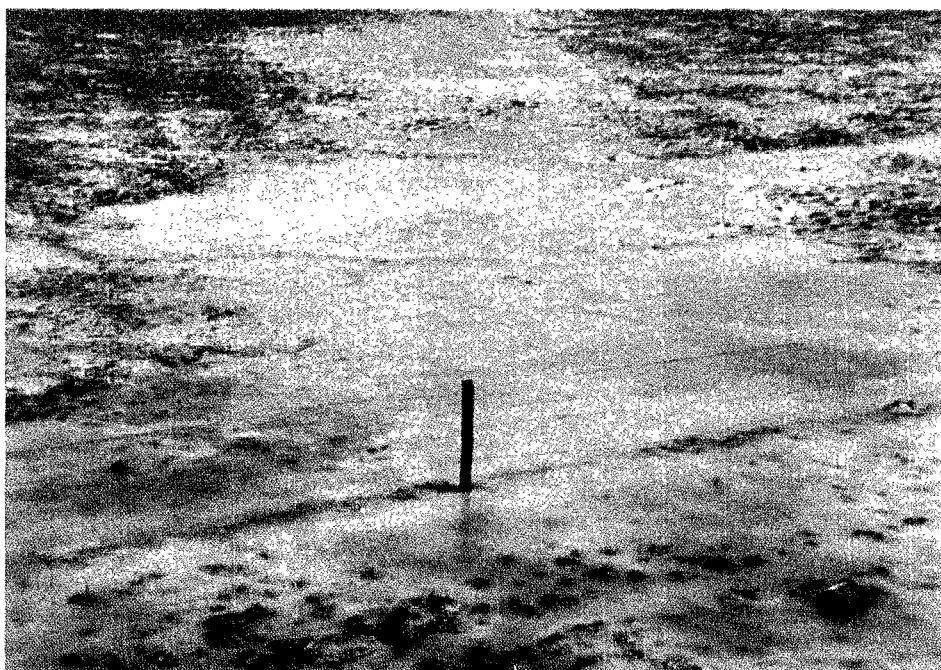


foto 38

Wp. Salland

Bevroren zanderige kwel nabij kmr 951 van de rechter IJsseloever ten Noorden van Deventer, situatie tijdens hoogwater.



foto 39

Pd. Veluwe

Kwel uit binnentalud van de zomerkade nabij kmr 935 van de linker IJsseloever te Gietelo, situatie tijdens hoogwater.

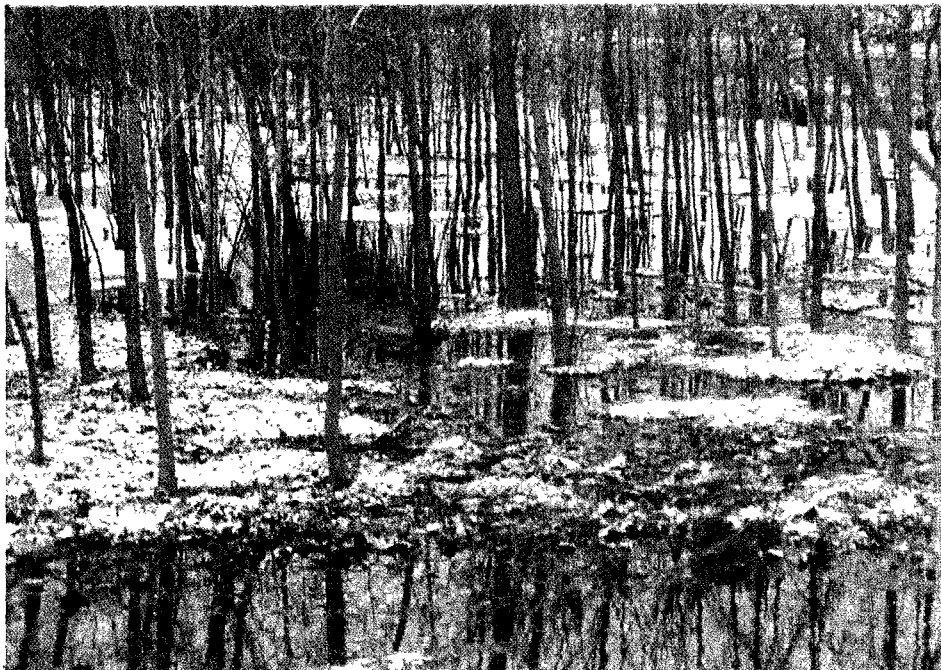


foto 40

Pd. Betuwe

Kwel in bos nabij hmp 51 van de rechteroever van de Neder-Rijn te Opheusden, situatie tijdens hoogwater.



foto 41

Pd. Betuwe

Groot kwelgebied, gedeeltelijk bevroren, nabij hmp 30 van de rechter Waalbandijk te Gendt, situatie tijdens hoogwater.

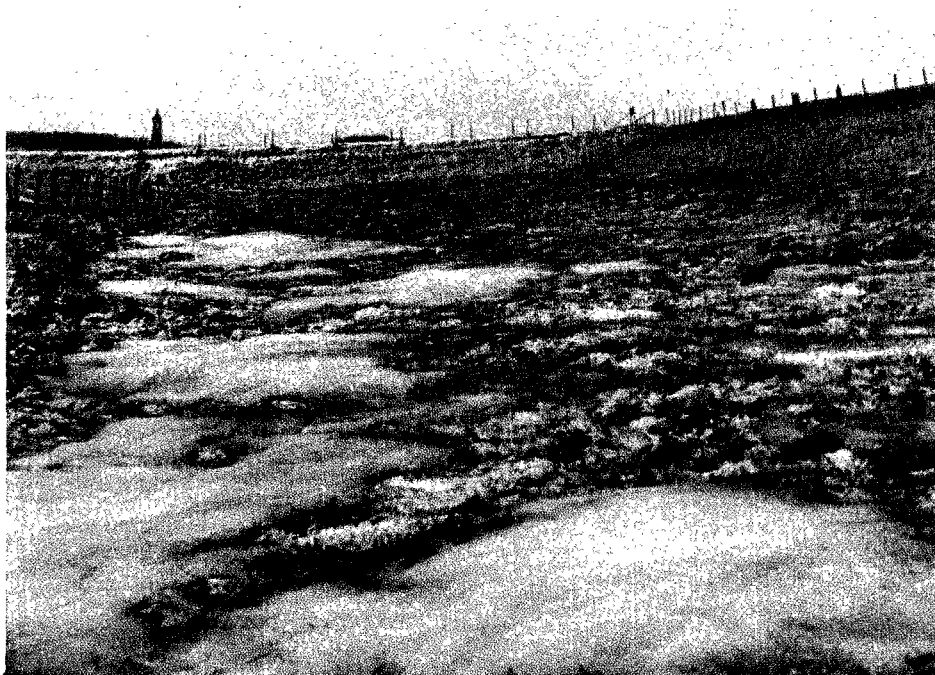


foto 42

Wp. Kromme Rijn

Bevroren kwel aan de binnenteen nabij hmp 12 van de rechteroever van de Neder-Rijn te Amerongen, situatie tijdens hoogwater.



foto 43

Pd. Bommelerwaard

Kwel uit binnenteen nabij hmp 128 van de linker Waalbandijk te Gameren, situatie tijdens hoogwater.



foto 44

Pd. Tielerwaard

Kwel aan de binnenteen nabij hmp 77 van de rechter Waalbandijk te Varik, situatie tijdens hoogwater.



foto 45

Pd. Maas en Waal

Kwel in achterland nabij hmp 338 van de linker Waalbandijk te Dreumel, situatie tijdens hoogwater.

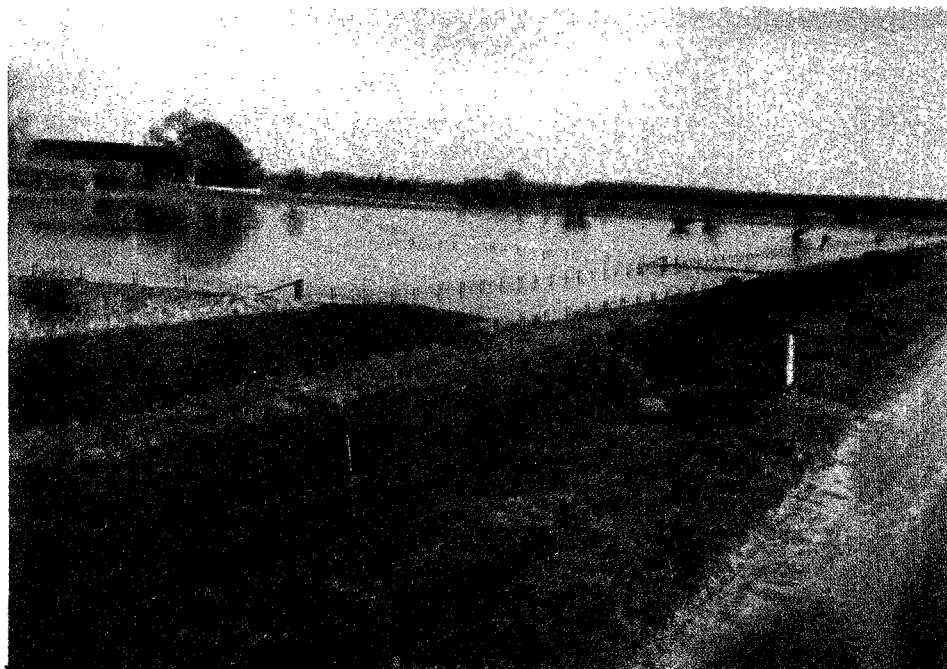


foto 46

Landsdijken Gelderland

Ten dele bevroren kwel nabij hmp 96 van de rechteroever van het Pannerdens kanaal, situatie vóór hoogwater.

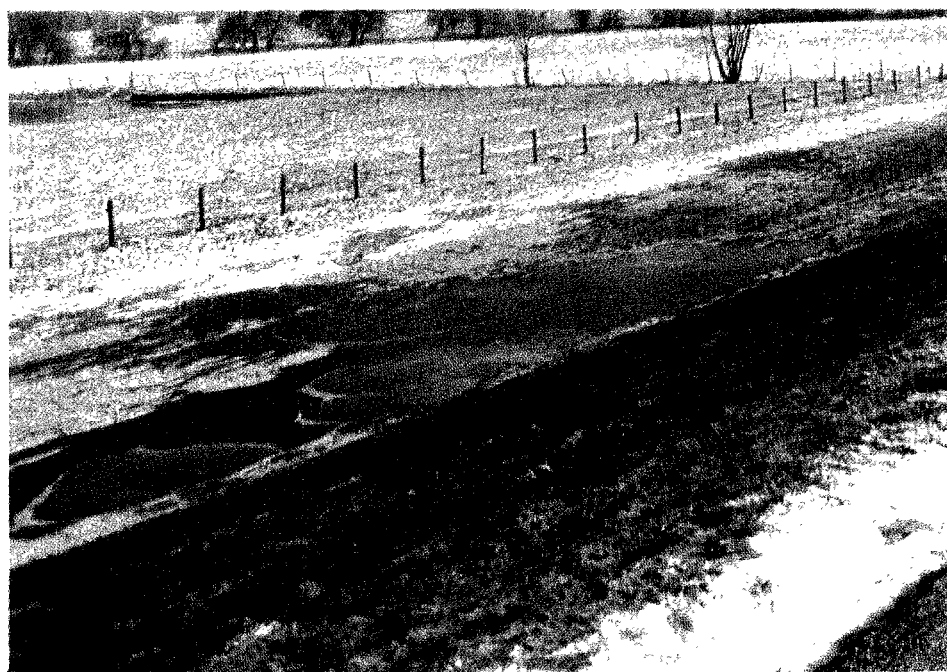


foto 47

Dijkschap Arnhemse en Velpsebroek

Bevroren kwel aan binnenteen van de Schaapdijk t.h.v. kmr 881 van de linker IJsseloevers, situatie tijdens hoogwater.

overslag — overloop

Met zandzakken verhoogde lage plek in kwelkade nabij hmp 137 van de rechter Waalbandijk te Lent, situatie tijdens hoogwater.

Pd. Betuwe

foto 49



Bescherming van de zomerkade tegen overslag nabij kmr 941 van de linker IJsseloevers nabij Wilp, situatie tijdens hoogwater.

Pd. Veluwe

foto 48

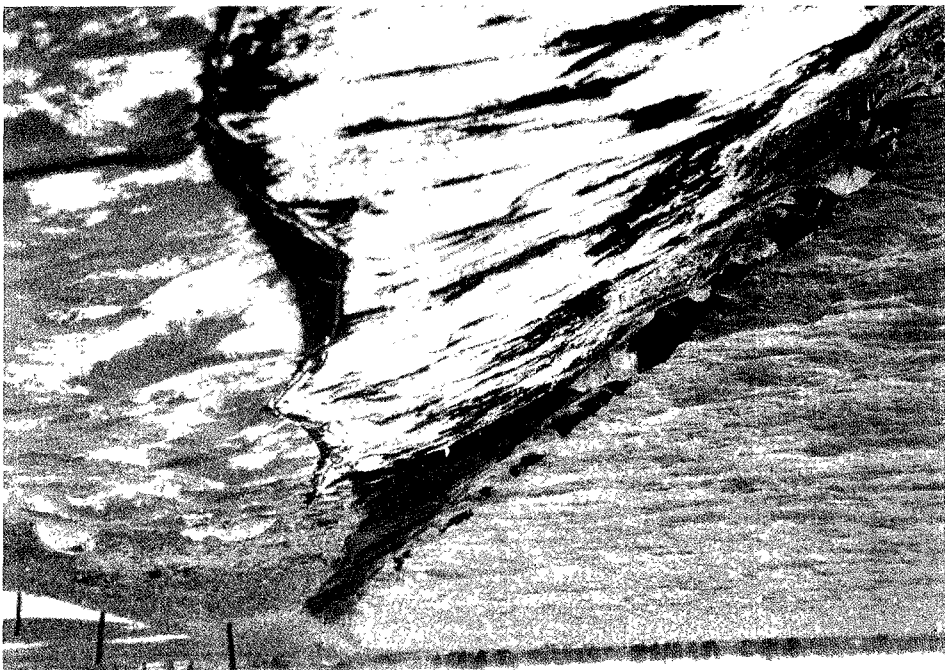




foto 50

Pd. Tielerwaard

Overlopende kwelkade nabij hmp 100 van de rechter Waalbandijk te Varik, situatie tijdens hoogwater.



foto 51

Pd. Lek en Linge

Overstromende zomerkade nabij hmp 220 van de linker Lekbandijk te Culemborg, situatie tijdens hoogwater.

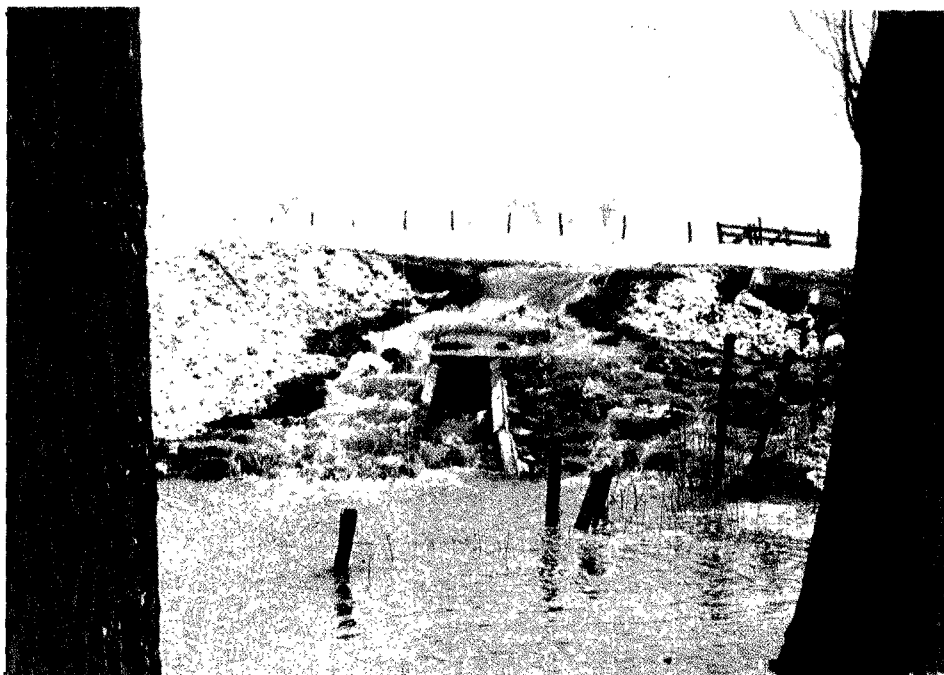


foto 52

Pd. Lek en Linge

Niet werkend duikertje nabij hmp 220 van de linker Lekbandijk te Culemborg, situatie tijdens hoogwater.

vreemde objecten



foto 53

Pd. Veluwe

Kwel bij gasleidingkruising nabij hmp 166 van de linker IJsselbandijk te Welsum, situatie na hoogwater.

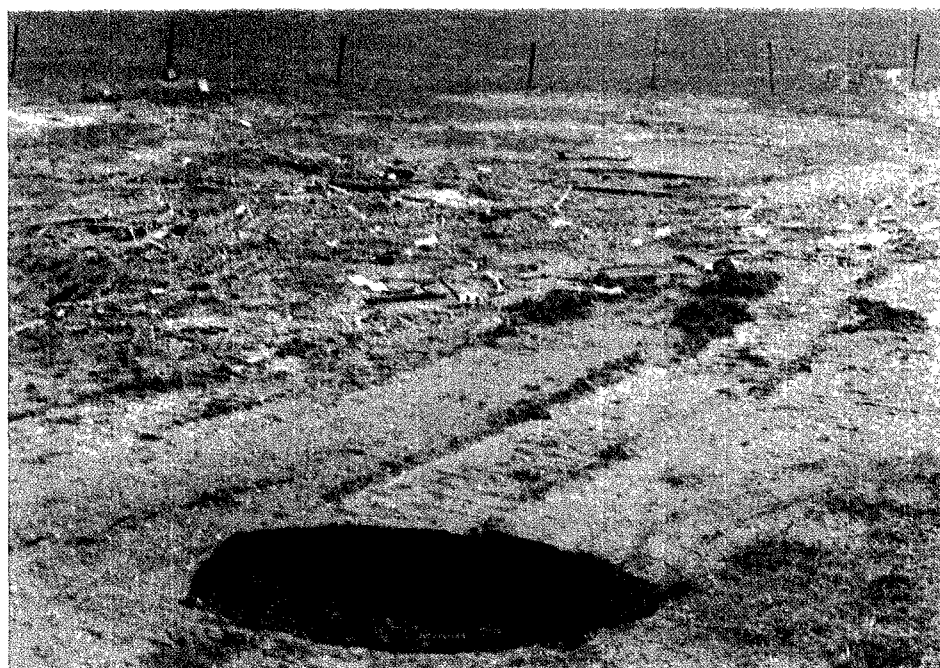


foto 54

ongeregulementeerd

Verzakking in afrit op buitentalud ter hoogte van duiker en zinker bij ENKA - fabriek nabij kmr 880 van de linker IJsseloever, situatie na hoogwater.



foto 55

Pd. Tielerwaard

Omgezaagde boom (diameter 1,80 m, diepte gat 1,40 m) in binnentalud zomerkade nabij hmp 300 van de rechter Waalbandijk te Herwijnen, situatie na hoogwater.



foto 56

Pd. Tielerwaard

Overstromende brandput nabij hmp 313 van de rechter Waalbandijk te Hellouw, situatie vóór hoogwater.



foto 57

Pd. Tielerwaard

Toestand buitentalud nabij hmp 300 van de rechter Waalbandijk te Herwijnen, situatie tijdens hoogwater.

biologische activiteiten



foto 58

Pd. Veluwe

De „ge-mol-de” nieuwe Voorster kleidijk nabij kmr 934 van de linker IJsseloevers te Voorst, situatie na hoogwater.



foto 59

Pd. Bommelerwaard

Konijnehol in binnentalud nabij hmp 242 van de linker Waalbandijk te Loevestein, situatie na hoogwater.



foto 60

Pd. Tielerwaard

Mollegangen in beschadigde zomerkade van de Crobsche Waard nabij hmp 280 van de rechter Waalbandijk te Hellouw, situatie na hoogwater.



foto 61

Pd. Tielerwaard

Beschadiging binnentalud nabij hmp 220 van de rechter Waalbandijk te Tuil, situatie voor en na hoogwater.



foto 62

Pd. Tielerwaard

Voor doorvaart van een schip zonder toestemming afgegraven zomerkade nabij hmp 280 van de rechter Waalbandijk te Hellouw, situatie na hoogwater.



foto 63

Pd. Maas en Waal

Aantasting buitentalud door muskusratten nabij hmp 34 van de linker Waalbandijk te Weurt, situatie na hoogwater.



foto 64

Pd. Maas en Waal

Kwelkade van de Moespotsche Waai aangetast door muskusratten, nabij hmp 62 van de linker Waalbandijk ter hoogte van Beuningen, situatie tijdens hoogwater.

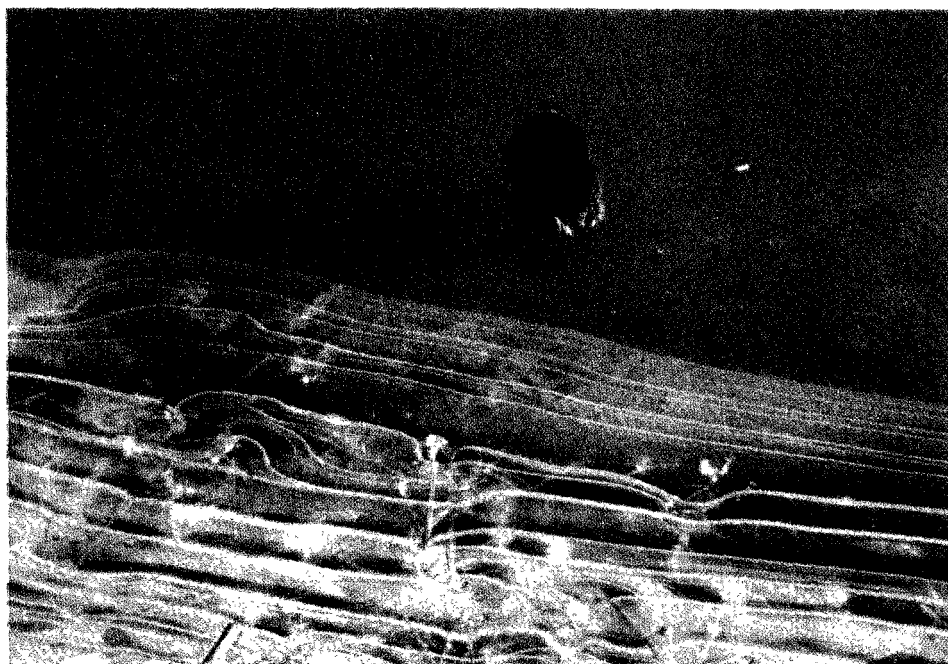


foto 65

Pd. Oude Rijn

„Mol te ijs“, nabij hmp 43 van de Pannerdense dijk te Pannerden, situatie tijdens hoogwater.

Ten tijde van het optreden van de hoge rivierafvoer in januari 1982 was nog overleg met de waterschappen gaande over de nadere uitwerking van de in het hoogwatersverslag van 1980 gedane aanbeveling m.b.t. het opstellen van een hoogwaterprogramma.

In overleg met de waterschappen is besloten de concept-nota S-81.020 als ad hoc basis te gebruiken voor de uitvoering van een inventarisatie van markante verschijnselen.

De concept-nota vindt u hierbij als bijlage.

Hoogwaterprogramma
S-81.020

Concept
26 november 1981

Centrum voor Onderzoek Waterkeringen
ir. A. Penning

Hoogwaterprogramma

Inleiding

Nederland wordt door vele honderden kilometers rivierdijk beschermd tegen het water van o.a. de rivieren Rijn, Neder-Rijn, Lek, IJssel, Waal en Maas.

Door sterke toename van de te beschermen belangen neemt de vraag naar grotere veiligheid tegen overstromingen toe, zodat maatregelen dienen te worden genomen om de kans op overstroming te verkleinen. Vanouds berust de kennis van de deskundigen op het gebied van dijkenbouw voor een aanzienlijk deel op ervaring.

Uitgangspunt bij verbetering van rivierdijken is tot enige decennia terug dan ook de op dat tijdstip hoogst bekende waterstand geweest. Bezinning over de veiligheid van de zeedijken na de stormramp in 1953 heeft de twijfels aan het kerend vermogen van de rivierdijken versterkt. Een meer wetenschappelijke aanpak van het vraagstuk van de hoge waterstanden heeft geleid tot het inzicht dat hogere waterstanden dan de hoogst bekende (van 1926) geenszins denkbeeldig moeten worden geacht.

Een en ander leidde in 1956 tot het vaststellen van een maatgevende afvoer van de Rijn bij Lobith van $18000 \text{ m}^3/\text{s}$, met een kans van overschrijden van 1/3000 per jaar.

In 1978 is conform het advies van de Commissie Rivierdijken deze maatgevende afvoer teruggebracht tot $16500 \text{ m}^3/\text{s}$ met een overschrijdingsfrequentie 1/1250 per jaar.

Het zal evenwel duidelijk zijn dat ervaring te kort schiet als waterkeringen ontworpen moeten worden voor omstandigheden die buiten het ervaringsgebied liggen.

Vergroting van de wetenschappelijke kennis op het gebied van aanleg en onderhoud van waterkeringen is dan ook onontbeerlijk om de waterkeringen en met name de door de Commissie Rivierdijken aanbevolen "uitgekiende ontwerpen" zowel economisch als technisch verantwoord te kunnen ontwerpen.

Daartoe is bundeling en overdracht van kennis omtrent de verschijnselen en ervaringen tijdens hoogwaterperioden uitermate belangrijk.

Deze taak is door de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW) opgedragen aan het Centrum voor Onderzoek Waterkeringen (COW).

Het Hoogwaterprogramma heeft nu ten doel om de benodigde informatie tijdens hoogwaterperioden tijdig en eenduidig te verzamelen zodat bundeling en verwerking van deze gegevens in een totaal rapportage zonder al te grote extra inspanning mogelijk is.

Doelstelling

"Hoewel de huidige ontwerpmethodiek voorshands geacht wordt voldoende veiligheid te bieden, dient evenwel bezien te worden of het mogelijk is te komen tot een maatstaf voor de beveiliging die gebaseerd is op een risico-analyse van alle betrokken factoren in plaats van alleen de factor "waterstand".

"Tevens dient de kennis benodigd voor het opstellen van de "uitgekiende ontwerpen" operationeel te worden gemaakt" (ontleend aan het standpunt van de Minister van Verkeer en Waterstaat inzake het eindrapport van de Commissie Rivierdijken).

Het is evident dat voor een risico-analyse van alle betrokken factoren deze factoren en hun invloed bekend dienen te zijn.

Aangezien op dit moment nog lang niet alle voor de veiligheid van de waterkering van belang zijnde factoren "weegbaar" zijn kan worden gesteld dat de kennis voor het vaststellen van een maatstaf gebaseerd op risico-analyse van alle betrokken factoren, ontoereikend is.

Zonder afbreuk te doen aan de grote hoeveelheid werk welke in de afgelopen jaren door de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW) en haar werkgroepen zijn verzet kan tevens worden gesteld dat evenmin alle kennis voor het realiseren van een optimaal "uitgekiend ontwerp" op dit moment volledig operationeel is.

De doelstelling van het onderzoek kan derhalve als volgt worden geformuleerd:

1. Het systematisch verzamelen van informatie over tijdens het HW opgetreden markante verschijnselen bij nog te verbeteren en bij reeds verbeterde rivierdijken.
2. Het vaststellen en voorzover binnen redelijke termijn mogelijk, analyseren van de opgetreden verschijnselen.
3. Het leveren van aanvullende informatie voor door de TAW uitgevoerde of nog uit te voeren onderzoeken.
4. Het opstellen van aanbevelingen m.b.t. de verbetering van de veiligheid van de waterkeringen bij hoge waterstanden.
5. Het bundelen en verspreiden van kennis over het gedrag van waterkeringen bij hoge waterstanden.

Aandachtspunten hoogwaterprogramma

1. Buitentalud beschadigingen:

- a) oorzaak: - afschuiving door snelle val buitenwater
- erosie door grote stroomsnelheden
- beschadiging door haalgolven
- beschadiging door wrakhout/ijs
- beschadiging door muskusratten etc.
- overige niet genoemde mechanismen.
- b) vorm en afmeting van de beschadiging.
- c) plaats van de beschadiging (hmp).
- d) tijdstip van ontstaan of tijdstip van constatering.
- e) neerslag/sneeuw/ijs
- f) getroffen maatregelen.
- g) effectiviteit van de getroffen maatregelen.
- h) beschikbaar fotomateriaal.
- i) beschikbare notities of verslagen.

2. Binnentalud beschadigingen:

- a) oorzaak: - afschuiving door te hoge waterspanning
- afschuiving door snelle val binnenwater
- afschuiving door overstromend water
- erosie door overstromend water
- beschadiging door muskusratten etc.
- overige niet genoemde mechanismen.
- b) vorm en afmeting van de beschadiging.
- c) plaats van de beschadiging (hmp).
- d) tijdstip van ontstaan of tijdstip van constatering.
- e) neerslag/sneeuw/ijs.
- f) getroffen maatregelen.
- g) effectiviteit van de getroffen maatregelen.
- h) beschikbaar fotomateriaal.
- i) beschikbare notities of verslagen.

3. Wellen

- a) oorzaak:
 - bestaande (bekende) wel
 - spontaan
 - t.g.v. grondonderzoek boringen/peilbuizen
 - t.g.v. ontgravingen buitendijks
 - t.g.v. afgraving binnendijks
 - t.g.v. kwel langs vreemde objecten.
 - t.g.v. graverij door dieren
 - overige niet genoemde mechanismen.
- b) vorm en afmetingen van de wel, zandmeevoerend of niet.
- c) plaats van de wel (hmp) (binnentalud, sloot, maaiveld).
- d) tijdstip van ontstaan of tijdstip van constatering.
- e) evt. slootpeil of polderpeil.
- f) getroffen maatregelen.
- g) effectiviteit van de getroffen maatregelen.
- h) beschikbaar fotomateriaal.
- i) beschikbare notities of verslagen van waarnemingen.

4. Verweking opbarsten opdrukken binnendijks terrein

- a) oorzaak:
 - t.g.v. (te) hoge waterspanningen
 - t.g.v. afgraving binnendijks
 - t.g.v. verlagen sloot of polderpeil
 - overige niet genoemd.
- b) vorm en afmetingen en eventuele welvorming.
- c) plaats (hmp).
- d) tijdstip van optreden of tijdstip van constatering.
- e) evt. slootpeil of polderpeil.
- f) getroffen maatregelen.
- g) effectiviteit van de getroffen maatregelen.
- h) beschikbaar fotomateriaal.
- i) beschikbare notities of verslagen van waarnemingen.

5. Overslag-overloop

- a) oorzaak:
 - t.g.v. te lage dijkskruin
 - t.g.v. zettingen
 - t.g.v. verzakkingen
 - t.g.v. golfoploop
 - overige niet genoemd.
- b) omvang en hoeveelheid van de overslag/overloop.
- c) plaats (hmp).
- d) tijdstip van optreden of tijdstip van constatering.
- e) rivierstand en windsnelheid.
- f) getroffen maatregelen.
- g) effectiviteit van de getroffen maatregelen.
- h) beschikbaar fotomateriaal.
- i) beschikbare notities of verslagen van waarnemingen.

6. Vreemde elementen (bouwwerken, leidingen en kabels en beplantingen)

- a) oorzaken
 -
- b) vorm en afmetingen.
- c) plaats (hmp).
- d) tijdstip van ontstaan of tijdstip van constateren.
- e) van belang zijnde randvoorwaarden zoals rivierstand, polderpeil, neerslag, sneeuw, ijs, windsnelheid etc.
- f) getroffen maatregelen.
- g) effectiviteit van de getroffen maatregelen.
- h) beschikbaar fotomateriaal.
- i) beschikbare notities of verslagen.

7. "Uitgekiende Ontwerpen"

Alle gegevens over de werking.

Deze gegevens kunnen worden ondergebracht in de andere punten.

8. Verkeer/Publiek

Mogelijke beschadigingen t.g.v. verkeer of publiek kunnen in de andere punten worden ondergebracht.

9. Overige niet genoemde aspecten welke in het kader van de doelstelling van belang worden geacht.

Gegevensinwinning

Met het verzamelen van gegevens zal worden begonnen nadat in het kader van de buitengewone riviercorrespondentie de voorlopige stationsbezetting is ingesteld.

Volgens de BRC-instructie uit 1952 is dat bij de onderstaande waterstanden.

A. Langs de Maas, de Bergsche Maas en de Afgedamde Maas.

- a) voor de riviergedeelten vallende onder de stations: Nederasselt, Batenburg, Maasbommel, Cuyk, Grave, Ravenstein, Oijen en Maren:
46,40 m + N.A.P. aan de peilschaal te Maastricht
ofwel 17,25 m + N.A.P. aan de peilschaal te Venlo;
- b) voor de riviergedeelten vallende onder de stations: Zaltbommel (ged.), Sint Andries (ged.), Nederhemert, Heusden, Wijk en Woudrichem (ged.):
17,75 m + N.A.P. aan de peilschaal te Venlo.

B. Langs de Bovenrijn, het Pannerdensch Kanaal, de Nederrijn, de Lek, de Waal, de Bovenmerwede en de Geldersche IJssel.

- a) voor de riviergedeelten vallende onder de stations Pannerden, Lobith, Arnhem, Oud-Zevenaar, Westervoort, Elst, Doornenburg, Lent, Nijmegen en Millingen: 7,50 m + 0 aan de peilschaal te Keulen ofwel
15,50 m + N.A.P. aan de peilschaal te Lobith;
- b) voor de riviergedeelten vallende onder de stations: Vreeswijk (ged.), Wijk bij Duurstede, Culemborg, Eck en Wiel, Druten, Tiel, Dodewaard, Zaltbommel, St. Andries (ged.), Waardenburg, Zutphen, Dieren, Terwolde, Wijhe en Deventer: 8,25 m + 0 aan de peilschaal te Keulen, ofwel
15,90 m + N.A.P. aan de peilschaal te Lobith;
- c) voor de riviergedeelten vallende onder de stations Vreeswijk (ged.), Vianen, Gorinchem, Woudrichem (ged.), Heerde, Zwolle en Kampen:
8,75 m + 0 aan de peilschaal te Keulen ofwel 16,40 m + N.A.P. aan de peilschaal te Lobith.

- 2. Langs de Linge wordt een voorlopige bezetting van de stations Geldermalsen en Asperen en van Gorinchem, indien dit station niet reeds ingevolge het bepaalde onder Bc is bezet door de Directeur-Generaal in overleg met de Hoofdingenieurs-Directeuren in de directiën Zuid-Holland en Gelderland ingesteld, indien de toestand daartoe aanleiding geeft.

Door de in de hiernavolgende lijst vermelde medewerkers van het COW zal dan kontakt worden opgenomen met de diverse dijkbeheerders.

Pd/Ws/Hhs	adres Technische Dienst	telefoon	hoofd Technische Dienst	contactpersoon COW
Arnhemse en Velpse Broek	Westervoortsedijk 4a 6847 AS Arnhem	085-457111	ir. J.D. Spaargaren ir. W.F. Ynhoven	van Ooijen/ v.d. Laag
Berkel	Prins Bernhardweg 7 7241 DH Lochem	05730-1201	J. Hovenkamp	Muijs/ Seijffert
Betuwe	Dorpsstraat 8 6661 EK Elst	03443-2144	ing. M. Stahlie/ ing. J. Bijnagte	Ebbens/ Duivenvoorden
Grebbedijk	Hamelakkerlaan 17 6703 EG Wageningen	08370-12542	ir. N.A. Jocheere	Saathof/ Dillingh
Groot Alblasserwaard	Voorstraat 5 4233 EA Ameide	01830-31755	ir. W.G. Epema	Saathof/ Dillingh
Groot Maas en Waal	Oranjesingel 9 6511 NK Nijmegen	080-232245	ing. J.J. Boonstra	Johanson/Penning/ van Etten
Hatterm	Groeneweg 18 8051 KJ Hatterm	05206-41294	ing. D.M. Bakker	van Ooijen/ v.d. Laag
Kromme Rijn	Burg. Wallerweg 25 3991 DM Houten	03403-2444	ing. G.A. Jonkers	Saathof/ Dillingh
Landsdijken	Gildemeesterplein 1 6800 ED Arnhem	085-629111	ir. P. Sanders	Beijersbergen/ van Ooijen
Leidse Rijn	Albert Schweitzerlaan 4 3451 EC Vleuten	03407-3445	ing. J.H. Boer	Saathof/ Dillingh
Lek en Linge	Waldeck Pymontdreef 2 4101 KJ Culemborg	03450-12322	ing. J.A. Blankert	Saathof/ Dillingh
Lopikerwaard	Lekdijk Oost 12 3413 MS Jaarsveld	03475-1223	H. Boer	Saathof/ Dillingh
Oude Rijn	Huis Aerdt 6914 KM Herwen	08364-7444	ing. J.P. v.d. k. t	Beijersbergen/ van Ooijen
Rijn en IJssel	Huis Aerdt 6914 KM Herwen	08364-7444	ing. J.P. v.d. Rest	Beijersbergen/ van Ooijen
Salland	Drostenkamp 3 8100 AA Raalte	05720-6800	ir. P.J.J. Willems	Muijs/ Seijffert
Tielerwaard	Rijksstraatweg 23 4191 SC Geldermalsen	03440-15524	ing. J.A. Blankert	Belgraver/ Cappendijk
Veluwe	Rijksstraatweg 73 7391 MJ Twello	05712-2241/2242	ing. W. van Soest	van Ooijen/ v.d. Laag
IJsseldelta	Buitensingel 1 8261 DA Kampen	05202-15608	H.H. Kok	Muijs/ Seijffert
IJsselland	Burg. Smitstraat 24 7221 BK Steenderen	05755-1251	P.L. van Halst	Muijs/ Seijffert
Alm en Biesbosch	Rijksstraatweg 49 4254 ZG Sleeuwijk	01833-1742	ing. J.C. Zuidweg	Penning/ van Etten

Pd/Ws/Hhs	Adres	Telefoon	hoofd TD	contactpersoon COW
Alm en Biesbosch	Rijksstraatweg 49-51 4254 XB SLEEUWIJK	01833-1742	ing. J.C. Zuidweg	Beijersbergen
Bommelerwaard	Waalkade 2 5301 CH ZALTBOMMEL	04180-2274/2747	ing. J.I. Boonstra	Penning
Maas en Diezepolders	Nieuwkuykstraat 30 5253 AH NIEUWKUYK	04108-2371	ing. J. Hoefnagels	Seijffert
Maas en Waal	Oranjesingel 9 6511 NK NIJMEGEN	080-232245	ing. J.I. Boonstra	Penning
De Maaskant	Oude Kerkstraat 10 5341 HK OSS	04120-33331	ir. C.P. Kallewaard	Belgraver

Het is evenwel niet ondenkbaar dat reeds voordat de voorlopige stationsbezetting in het kader van de BRC is ingesteld zich een aantal markante verschijnselen voordoen, welke voor het onderzoek van het COW van belang kunnen zijn. (zie voorgaande lijst).

In dat geval wordt de dijkbeheerders verzocht om in een zo vroeg mogelijk stadium contact op te nemen met het COW.

In overleg met de beheerder zal in dat geval door het COW actie kunnen worden ondernomen.

Te denken valt aan gegevensinwinning, metingen en/of advisering omtrent te nemen maatregelen.

Gedurende en na het hoogwater zullen hiervoor bij het COW mensen beschikbaar worden gehouden.

Metingen

Naast de hiervoor genoemde inventarisatie van tijdens HW optredende markante verschijnselen aan de rivierdijken zullen ook metingen worden verricht.

Voorzover dit metingen betreft welke in het kader van een onderzoek worden verricht door het COW vallen deze buiten het bestek van dit hoogwaterprogramma.

Bedoeld worden hier de metingen welke door, of in opdracht van de dijkbeheerder worden verricht.

Te denken valt hier o.m. aan peilbuismetingen ter controle van de werking van "uitgekiende ontwerpen" zoals filterconstructies, onderwaterbermen in wielen, kwelschermen etc.etc..

De bij deze peilbuismetingen beschikbaar komende gegevens zijn behalve voor de beheerder ook van groot belang voor het COW in verband met de verdere ontwikkeling van zgn. "uitgekiende ontwerpen".

Het verdient aanbeveling om de peilbuismetingen welke gedurende laagwaterperioden twee maal per maand worden verricht gedurende hoogwater te intensiveren tot twee maal daags. (bv. 8.00 en 20.00 h).

Teneinde op zinvolle wijze konklusies te kunnen trekken uit de meetreeksen is het gewenst, rekening houdend met de looptijd van de top van de hoogwatergolf, de peilbuismetingen te starten wanneer bij Lobith de stand van 12 m + NAP wordt bereikt en naar verwachting de stand van 14 m + NAP zal worden overschreden. Deze toestand zal naar verwachting één maal per jaar voorkomen.

Voor de Maas kunnen worden aangehouden de standen $m + \text{NAP}$ bij
met de verwachting dat de stand van $m + \text{NAP}$
zal worden overschreden.

Rapportage

Bij het instellen van de BRC zal door het COW aan alle dijkbeheerders het als bijlage 1 opgenomen formulier worden toegestuurd met het verzoek hierop de opgetreden markante verschijnselen aan te tekenen.

In overleg met de kontaktpersoon van het COW kunnen deze gegevens bij een bezoek ter plaatse worden aangevuld.

De betreffende formulieren zullen dienen als basis voor een door het COW te verzorgen rapportage over de markante verschijnselen opgetreden tijdens het hoogwater.

De conceptrapportage zal aan de diverse dijkbeheerders worden toegezonden met het verzoek om kommentaar.

Na afronding van de rapportage zal het rapport worden aangeboden aan de TAW, waarna de betrokken instanties een definitief rapport krijgen toegezonden.

Uittreksel uit jaarverslag 1981 van de TAW

Lijst van publicaties TAW

- 1.1. Verzamelen en bewerken van gegevens over golfbeweging,
TAW 1968.
- 1.2. Golfbelasting op taluds,
Verslag onderzoek,
WL juli 1969.
- 1.3. Stabiliteit taludbekleding van gezette steen onder
golfaanval,
Verslag modelonderzoek M 1057,
WL december 1970.
- 1.4. Golfoploop en Golfoverslag,
TAW januari 1972.
- 1.5. Wave run-up and overtopping,
TAW januari 1972.
- 1.6. Invloed van bermen op de oploop van regelmatige golven,
Verslag modelonderzoek M 1130,
WL oktober 1976.
- 1.7. Inventarisatie van methoden voor de berekening van de
kruinhoogten van zeedijken S-75.039a,
COW oktober 1977.
- 1.8. Golfoploopmeting met een 18-punts stappenbaak S-71.069,
COW januari 1978.
- 1.9. Golfvervorming bij een hoog voorland,
Herman van der Most,
TAW november 1979.
- 1.10. Methoden voor golfvoorspelling, deel 1 (tekst) en deel
2 (bijlagen),
L.H. Holthuijsen,
TAW 1980.

- 1.11. Schaaleffecten bij golfklappen op een talud, deel 1
(tekst) en deel 2 (figuren, fotobladen en bijlagen),
Verslag modelonderzoek M 1057,
WL augustus 1979.
- 1.12. Taludbekleding van gezette steen onder golfaanval;
stabiliteit van de bekleding bij verschillende model-
schalen,
Verslag modelonderzoek M 1410, deel 1,
WL mei 1980.
- 2.1. Analyse van de peilbuiswaarnemingen nabij rivierdijken
bij hoge waterstanden S-72.043a,
COW juli 1976.
- 2.2. Infiltratieproef in een uiterwaard S-76.033,
COW oktober 1976.
- 2.3. Zandmeevoerende wellen. Een overzicht van in literatuur
aangetroffen "piping"-criteria.
Huidige toepassingen bij rivierdijkontwerpen S-77.066,
COW november 1977.
- 2.4. Onderzoek zandmeevoerende wellen Tielerwaard S-77.059,
COW februari 1978.
- 2.5. Zandmeevoerende wellen. Enkele beschouwingen bij een
laboratoriumonderzoek naar het verschijnsel van zand-
meevoerende wellen S-71.063,
COW februari 1978.
- 2.6. Waterspanningsmetingen in een kleidijk nabij Zierikzee
S-72.105,
COW januari 1980.
- 2.7. Grondmechanisch onderzoek in een kleidijk nabij Zierik-
zee S-72.105a,
COW januari 1980.

- 2.8. Infiltratieproef in het binnentalud van een kleidijk nabij Zierikzee S-75.046,
COW januari 1980.
- 2.9. Controle drainageconstructie Spijkse dijk A-77.081,
COW december 1980.
- 3.1. Evaluatie van een aantal glijvlakberekeningsmethoden,
SE-690099,
LGM 1977.
- 3.2. Vergelijkend onderzoek cel- en traxiaalproeven,
CO-230640-I en II,
LGM 1978.
- 3.3. Bundel rapporten onderzoek invloed anisotropie op de schuifweerstandseigenschappen van klei,
LGM december 1980.
- 3.4. Bundel rapporten onderzoek invloed middelste hoofdspanning op de schuifweerstandseigenschappen van klei,
LGM december 1980.
- 4.1. Ervaringen met taludbekledingen, deel I, Rivierdijken S-73.086,
COW 1977.
- 4.2. Ervaringen met taludbekledingen, deel II, Keringen langs boezemwateren en scheepvaartkanalen S-73.087,
COW 1977.
- 4.3. Ervaringen met taludbekledingen, deel III, Zeedijken S-73.088,
COW 1977.

- 4.4. Stroombestendigheid van een grasmat op de dijk van
Oostelijk Flevoland R 603,
WL 1970.
- 4.5. Bibliografie Dijkbekledingen S-79.022,
COW 1979.
- 5.1. Waterbeweging in en nabij de brandingszone,
Verslag modelonderzoek M 1077,
WL april 1971.
- 5.2. Richtlijn voor de berekening van duinafslag ten gevolge
van een stormvloed,
TAW juli 1972.
- 5.3. Schaalserie Duinafslag,
Verslag modelonderzoek M 1263,
WL april 1976.
- 5.4. Duinafslag ten gevolge van de stormvloed op
3 januari 1973,
Verslag onderzoek R 587,
WL mei 1978.
- 5.5. Instructie TAW-metingen S-79.051,
COW februari 1981.
- 5.6. Schaalserie Duinafslag,
Verslag modelonderzoek M 1263 II,
WL april 1981.
- 5.7. Inventarisatie duinvoetverdedigingen S-78.019,
COW september 1981.

- 5.8. Onderzoek naar duinafslag tijdens superstormvloed,
Toetsing van de resultaten van het twee-dimensionale
modelonderzoek in een drie-dimensionaal model,
Verslag modelonderzoek M 1653,
WL december 1981.
- 6.1. Werkwijze voor de geo-electrische opname van dijken,
COW januari 1972.
- 6.2. Seismisch onderzoek in rivierdijken,
COW oktober 1973.
- 6.3. Seismisch onderzoek in boezemkaden,
COW januari 1973.
- 6.4. Systematisch onderzoek boezemkaden,
COW april 1973.
- 6.5. Gevolgen kadebreuk W 25-I,
WL januari 1968.
- 6.6. Beschouwing van de resultaten van de celproeven van het
systematisch kadeonderzoek S-74.096,
COW januari 1975.
- 6.7. Samenvatting systematisch kadeonderzoek 1972,
TAW 1974.
- 6.8. Samenvatting systematisch kadeonderzoek 1973,
TAW 1975.
- 6.9. Samenvatting systematisch kadeonderzoek 1974,
TAW 1976.
- 6.10. Samenvatting systematisch kadeonderzoek 1975,
TAW 1977.

6.11. Samenvatting systematisch kadeonderzoek 1976,
TAW 1978.

6.12. Spreidingen in de wrijvingseigenschappen van grond in
een boezemkade S-75.015,
COW januari 1978.

6.13. Samenvatting systematisch kadeonderzoek 1977,
TAW 1979.

6.14. Samenvatting systematisch kadeonderzoek 1978,
TAW 1980.

7.1. Veiligheid persleidingen bij dijken M 1007,
WL september 1969.

7.2. Gevolgen van het uitvallen van pompen of het breken van
de leiding voor de dijk kruisingen in lange vloeistof-
transportleidingen W 88,
WL november 1970.

7.3. Leidraad voor constructie en beheer van vloeistoflei-
dingen in en nabij waterkeringen,
TAW januari 1971.

7.4. Berekeningsmethode voor de bepaling van maximaal moge-
lijke drukverhogingen in gasleiding t.g.v. niet-perma-
nente stroming W 115,
WL juni 1971.

7.5. Ontgronding door gasleidingbreuk M 1136 - R 743,
WL mei 1972.

7.6. Onderzoek uitschuwend effect van gasstromen in grond
CO-21115/16,
LGM april 1972.

- 7.7. Leidraad voor constructie en beheer van gasleidingen in en nabij waterkeringen,
TAW januari 1973.
- 7.8. Metingen van hogedrukleidingen, 24" Totalzinker in het Spui CO-22041-0/II,
LGM april 1974.
- 7.9. Leidraad voor ontwerp, beheer en onderhoud van constructies en vreemde objecten in, op en nabij waterkeringen,
TAW april 1976.
- 7.10. Uitwerking van zakkingsmetingen verricht door de NV Nederlandse Gasunie CO-212791/6,
LGM augustus 1978.
- 8.1. De Tweede Waterkeringen in Nederland,
TAW februari 1973.
- 9.1. De economisch wenselijke volgorde voor het verbeteren van de rivierdijken,
TAW maart 1975.
- 9.2. Aanleg, beheer en onderhoud van de grasmat op rivierdijken,
TAW, 1982.
- 11.1. Invloed van de graverij van muskusratten op waterkeringen,
COW maart 1981.
- 10 jaar Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen,
TAW 1975.

- Inventarisatie markante verschijnselen aan rivierdijken
opgetreden tijdens de hoge Rijnafvoer van februari 1980
S-80.027,
COW oktober 1980.

Inlichtingen omtrent deze publicaties bij het
Centrum voor Onderzoek Waterkeringen,
Hoofthoofdskade 1,
Postbus 20907
2500 EX 's-Gravenhage
tel. (070) 889370.

Gebruikte afkortingen:

TAW : Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen
COW : Centrum voor Onderzoek Waterkeringen
WL : Waterloopkundig Laboratorium
LGM : Laboratorium voor Grondmechanica.