

149



N

deltadienst
hoofdafdeling
milieu en inrichting

Nota DDMI-82.12

Geochemisch onderzoek in het
Markiezaatsmeer na wegvallen van
het getij

HOLLAND, A.M.B

68193

Middelburg, juli 1982

rijkswaterstaat

deltadienst

nota

DDMI-82.12

titel : Geochemisch onderzoek in het Markiezaatsmeer na wegvallen van het
getij
auteur(s) : A.M.B. Holland en F.W. Geyp
datum : Juli 1982
bijlagen :
samenvatting :

Samenvatting

Tijdens het afsluiten van het Markiezaatsmeer is er vanaf een bepaald moment geen overspoeling meer opgetreden op de hogere delen van de platen en slikken.

Er is toen op locatie een geochemisch onderzoek uitgevoerd met als doel aan te tonen of er snel veranderingen in de chemische kwaliteit van het bodemwater en de bodem optreden na droogvallen.

De resultaten van het onderzoek, dat in de winter werd uitgevoerd, worden in deze nota gepresenteerd.

Er zijn geen veranderingen in de zuurstofhuishouding van sediment of bodemwater geconstateerd die aan de droogstand toegeschreven kunnen worden. Wel fluctueerde het chloridegehalte aanzienlijk.

Voor zover er veranderingen waren, moeten die gezien worden als reactie op veranderingen in de klimatologische omstandigheden.

Bij de definitieve afsluiting van het Markiezaatsmeer zullen delen van de platen en slikken opnieuw droogvallen. Aanbevolen wordt het onderzoek te herhalen als die droogstand in de zomerperiode zou optreden.

<u>Inhoudsopgave</u>	Pagina
1. Inleiding	4
2. Uitvoering onderzoek	4
3. De bemonsterings-locatie	6
4. Periode getijwegval per monsterpunt	6
5. Methode	7
5.1. Bemonstering en veldwerk	7
5.2. Monsterfrequentie	7
5.3. Monsterverwerking	8
5.4. Analyses	8
6. Klimatologische omstandigheden	8
7. Resultaten	10
8. Discussie	11
8.1. Algemeen	11
8.2. Veranderingen in de bodem	11
8.3. Nutriënten	15
8.4. Erosieverschijnselen	17
8.5. Bodemdieren	17
9. Conclusie	17
10. Literatuur	18
11. Lijst van bijlagen	19

Waterstandsverandering in het markiezaatsmeer tijdens de afsluiting

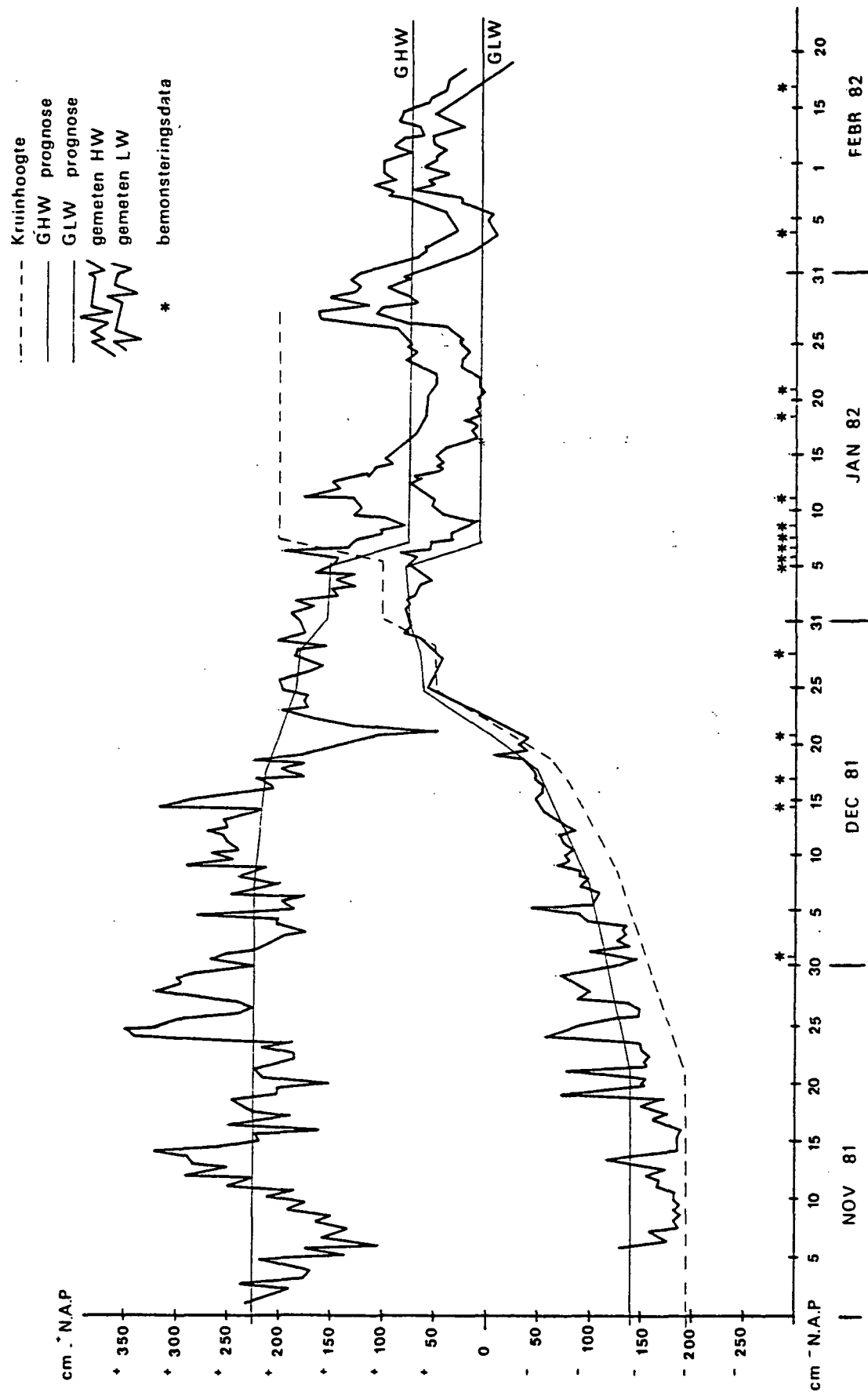


Fig. 1. Waterstanden Markiezaatsmeer nov. '81 - febr. '82.

1. Inleiding

Een steeds groter deel van het Markiezaatsmeer stond vanaf een bepaald tijdstip, in de eerste maanden van 1982, niet meer onder invloed van het getij.

Die situatie is vergelijkbaar met de toestand zoals die in de toekomst in de Oosterschelde zal zijn bij sluiting van de kering.

De getijreductie in het Markiezaatsmeer ontstond langzaam, als gevolg van de bouw van de westelijke Markiezaatskade, tot het moment dat het overgebleven sluitgat werd opgevuld (zie fig. 1 en bijlage 1). Vanaf dat moment trad er op de hogere delen van de platen en slikken plotse-ling geen overspoeling meer op en is er onderzoek gedaan naar de ver-anderingen in de bodem als gevolg van het droogvallen. Een onderdeel daarvan was het geochemisch onderzoek, zoals beschreven in notitie DDMI-81.733, getiteld: "Uitvoering geochemisch onderzoek in het Mar-kiezaatsmeer". De centrale vraagstelling was: Zijn er, snel optreden-de, veranderingen in de chemische kwaliteit van bodemwater en bodem als gevolg van het uitblijven van het getij?

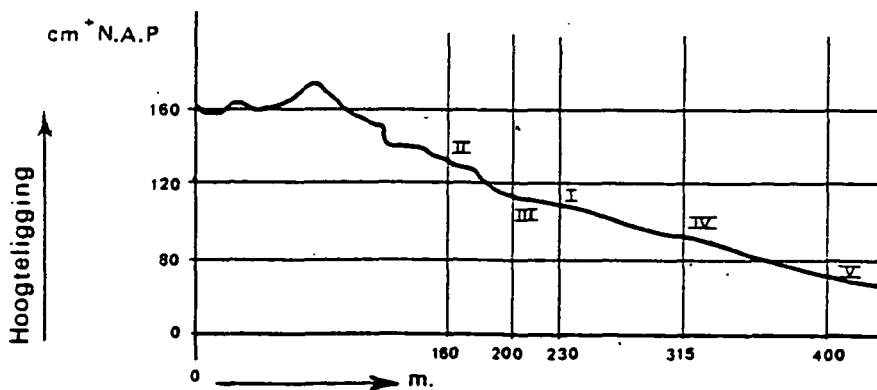
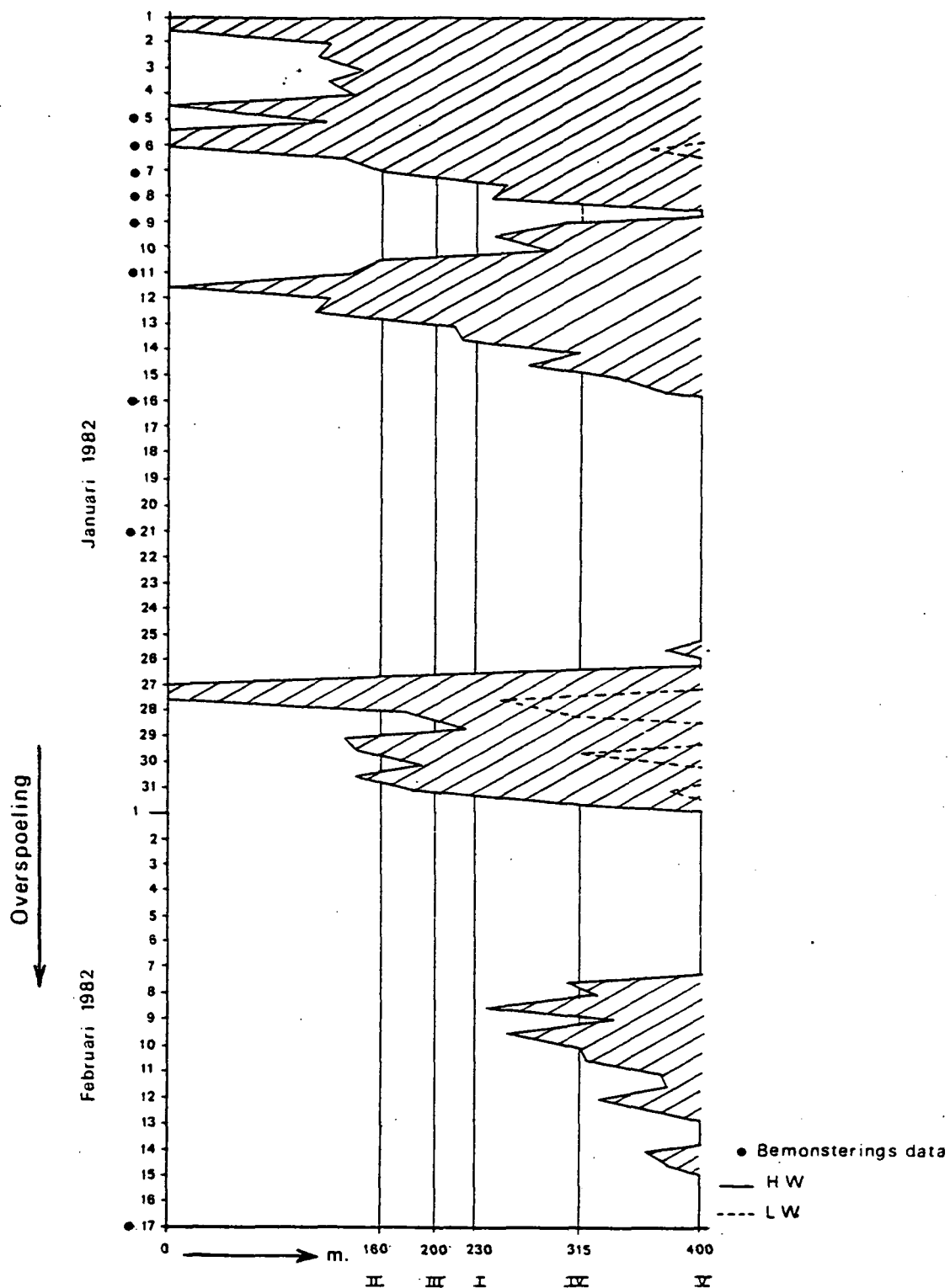
De resultaten van dat onderzoek worden hierna beschreven.

2. Uitvoering onderzoek

Het in notitie DDMI-81.733 uitgewerkte onderzoeksvoorstel is niet exact nagevolgd. Dat kwam omdat de afsluiting van het Markiezaatsmeer in de winter werd uitgevoerd.

De winterse omstandigheden maakten dat slechts één monsterraai, die bij de "Duintjes", voor onderzoek haalbaar was. De monsterpunten daar zijn uiteindelijk ook op iets andere plaatsen komen te liggen dan oor-spronkelijk gepland.

Zowel vóór als na het onderzoek zijn op de twee oorspronkelijk geko-zen monsterraaien bodemanalyses uitgevoerd, de resultaten daarvan zijn gegeven in de bijlagen 2 en 3.



3. De bemonsterings-locatie

De bemonsteringen zijn uitgevoerd op een raai die was gekozen in de buurt van "De Duintjes", aan de oostkant van het Markiezaatsmeer. Op bijlage 4 is de positie ervan gegeven t.o.v. een meetlijnenstelsel dat door de Meetkundige Dienst in opdracht van de Deltadienst t.b.v. het Markiezaatsmeer-onderzoek was opgezet.

De monsterpunten liggen op afstanden van:

160 (II), 200 (III), 230 (I), 315 (IV) en 400 (V) meter.

De hoogteligging van deze monsterpunten neemt met toenemende afstand af. Punt II ligt op 1,25 m + N.A.P., punt V ligt op 0,75 m + N.A.P.

Figuur 2 geeft de hoogteligging van de verschillende monsterpunten weer.

4. Periode getij-wegval per monsterpunt

Door het opvullen van het sluitgat met stortsteen is op het schor en op de hogere delen van het slik het getij in snel tempo weggevallen. In de periode van 6 t/m 10 januari 1982 trad daardoor op bepaalde punten voor het eerst een langer dan een half getij durende droogstand op. Een storm was er de oorzaak van dat er van 10 t/m 13 januari toch weer overspoeling optrad op de hogere slik-delen. Daarna volgde de droogstand van 13 t/m 26 januari. Figuur 3 geeft een beeld van overspoeling en droogstand op de monsterrai. Deze figuur is afgeleid van de veranderingen in hoog- en laagwaterstanden tijdens het ophogen van de sluitkade (zie fig. 1).

Het onderzoek heeft zich vooral gericht op de eerste droogstand die op de monsterpunten optrad. Door verschil in hoogteligging is de duur van deze droogstand per monsterpunt verschillend, zie tabel 1.

Tabel 1.

Monsterpunten (afstand in m)

II (160) III (200) I (230) IV (315) V (400)

Periode 1e

droogstand	3,5	3	3	1	0,5
(dagen)					

5. Methode

5.1. Bemonstering en veldwerk

Op de monsterpunten zijn bodemcores gestoken met een perspex buis met een diameter van 12 cm. Door deze buis in de bodem te drukken en daarna uit te graven werden ongestoorde cores verkregen met een lengte variërend van 15 tot 25 cm. Ter plaatse werd het redoxprofiel in de bodem gemeten m.b.v. platina-electroden die op onderlinge afstand van 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 en 14 cm in de bodem kunnen worden gedrukt door kleine gaatjes in de wand van de perspex buis.

Van de bodemcore werden daarna twee lagen afgestoken en in plastic zakken verpakt. De bovenste 5 cm dikke laag is de ox-laag en de daaronder afgestoken laag van 5 cm dikte wordt de red-laag genoemd. Uit deze bodemsegmenten werd op het laboratorium het poriënwater geperst.

Naast bovenbeschreven monsters voor de chemische analyse werden op ieder monsterpunt in duplo zogenaamde pF-ringen gestoken. Deze ringen hebben een diameter van 5 cm en een dikte van 5 cm en worden gebruikt om het vochtgehalte in de bodem (in volumeprocenten) te bepalen.

Op iedere monsterdag is gekeken of er in het gebied ter hoogte van de meetraai merkbare veranderingen te constateren waren voor wat betreft bodem, bodemdieren, vegetatie en vogelbestand.

5.2. Monsterfrequentie

Vóór de eerste droogstand is gemonsterd op: 1-12, 14-12, 17-12, 21-12 en 28-12-1981.

Tijdens de eerste droogstand is gemonsterd op: 5-1, 6-1, 7-1, 8-1 en 9-1-1982.

Na de eerste droogstand is gemonsterd op: 11-1, 18-1, 21-1, 4-2 en 17-2-1982.

Zowel in figuur 1 als 3 zijn de bemonsteringsdata aangegeven.

5.3. Monsterverwerking

De bodem-segmenten zijn op het laboratorium uitgeperst in speciale poriënwater-persen. De druk is daarbij langzaam opgevoerd tot maximaal 20 atmosfeer. Het poriënwater is opgevangen in met stikstof gespoelde zakken om de invloed van zuurstof te vermijden. De poriënwatermonsters zijn op 4° C bewaard tot het moment van analyse, wat over het algemeen minder dan twee dagen duurde. De uitgeperste bodemsegmenten zijn gedroogd en daarna gemalen.

5.4. Analyses

In het poriënwater zijn een aantal variabelen geanalyseerd. Soms was het onmogelijk voldoende poriënwater uit te persen om alle analyses uit te voeren. In zo'n geval is steeds tenminste het sulfaat- en het chloride-gehalte bepaald.

Voor zover mogelijk is daarnaast in het poriënwater bepaald: P-oPO₄, N-NH₄, N-NO₃, N-NO₂, Si-SiO₂ en het opgelost anorganisch koolstofgehalte.

Het uitgeperste sediment is vóór en ná drogen op 105° C gewogen waargewogen waarna, rekening houdend met het volume poriënwater dat was uitgeperst, het vochtgehalte in het oorspronkelijke monster werd berekend, uitgedrukt in gewichtsprocenten.

De monsters die met de pF-ringen werden gestoken, zijn gewogen en gedroogd, waarna het vochtgehalte in volume-procenten werd bepaald. Daarnaast werden ook van deze monsters zowel aan het begin als het einde van de onderzoeksperiode het POC en het calciëgehalte bepaald.

6. Klimatologische omstandigheden

In bijlage 7 staat het temperatuursverloop (naast het chloridegehalte in het poriënwater van monsterpunt II) dat gemeten is op het KNMI-station in Bergen op Zoom.

Een zeer belangrijke temperatuursdaling is opgetreden juist in de periode van de eerste droogstand. Door bevroering is een groot deel van de monsterraai onder het ijs komen liggen voordat het water verder weg trok. Op het hoogste deel van de raai, dat al drooggevalen was, zat op bepaald moment de vorst zeer diep in de bodem.

Tabel 2.

Vochtgehalte in volume %, gemiddelde waarden van duplo-monsters, genomen met pF-ringen
Markiezaatsmeer 1982, "De Duintjes".

monsterpunt datum	II 160 m.	III 200	I 230	IV 315	V 400	neerslag		bodem bevroren	ijslaag
						mm. d.d.	mm. cumm. t/m		
281281	43,0	44,2	-	39,9	42,6	0	0	vóór 28-12	tot 300 m.
050182	41,9	42,5	-	43,0	42,6	4,3	30,1	niet	geen
060182	41,1	43,2	41,2	40,7	42,8	16,5	46,6	op 140 m.	geen
070182	41,6	41,2	40,7	42,5	45,8	0	46,6	tot 165 m.	tot 250 m.
080182	bevroren	45,2	39,5	41,7	42,9	0	46,6	tot 165 m.	tot 260 m.
090182	46,1	44,5	42,7	41,1	46,8	1,0	47,6	tot 165 m + sneeuw	400 m.
110182	door een storm is het grootste deel van de raai onder water gekomen.					0	47,6	tot 150 m.	400 m.
180182	40,5	42,2	40,9	42,7	42,9	0	47,6	tot 200 m.	400 m.
210182	41,1	42,7	42,8	43,8	44,5	1,8	49,4	tot 200 m.	400 m.
040282	39,7	45,7	39,5	42,0	41,3	0	49,4	niet	geen
170282	40,1	41,0	43,7	42,0	43,8	0	64,9	niet	geen

7. Resultaten

De bijlagen 5.1 t/m 5.5 geven het totaal aan analyseresultaten in het poriënwater gemeten, per datum.

Tevens is in een kolom het vochtgehalte opgenomen, berekend uit poriënwatervolume en droogverlies. Uitgaande van de analyseresultaten is het $S-SO_4^{=}$ gehalte in % van het Cl^{-} gehalte gegeven ($\frac{S-SO_4^{=}}{Cl^{-}} \cdot 100$).

In tabel 2 wordt het vochtgehalte in volume-procenten gegeven, zoals bepaald in de pF-monsters. Tevens is daarbij een overzicht gegeven van de neerslag en de ijstoestand op de meetraai "Duintjes".

De redoxprofielen, die in het veld zijn gemeten, zijn niet altijd gelukt. Meerdere metingen konden niet worden uitgevoerd vanwege de vorst, soms liet de apparatuur het afweten. Op bijlage 6 is het totaal-overzicht van redox-maatwaarden gegeven voor de verschillende data waarop is gemeten, alsmede een indicatie van de laagdikte van de ox-laag zoals op het oog kon worden bepaald (lichtere kleur bovenlaag sediment). In de tabel is tevens aangegeven hoe lang de periode van droogstand op het monstertijdstip had geduurd, gerekend vanaf de laatste overspoeling die ter plaatse was opgetreden.

8. Discussie

8.1. Algemeen

Als in een gebied dat normaal onder invloed van het getij staat die invloed wegvalt, dan zullen er veranderingen optreden ten gevolge van: neerslag (ontziltning), zonneschijn (uitdroging), temperatuur (uitdroging of bevriezing) en wind (uitdroging). Deze invloeden zullen zeer direct gevolgen hebben voor bodemorganismen die in dát deel van de bodem leven waar de grootste veranderingen optreden. Bij langere perioden van getij-wegval zullen pas invloeden, zoals: voedselaanvoer door het getij en de afvoer van afbraakprodukten, op deze organismen een rol gaan spelen. Een aparte invloed gaat daarnaast nog uit van predatoren (vogels, vissen) die onder getij-omstandigheden een andere druk uitoefenen dan na wegval.

Tegelijk met het geochemisch onderzoek is onderzocht wat de effecten van droogstand op bodemdieren zijn. Voor een zeer uitgebreid verslag van dat bodemdierenonderzoek wordt verwezen naar het rapport van de Rijksuniversiteit Gent door C. Vanosmael, D. Van Gansbeke en C. Heip, getiteld: "De afsluiting van het Markiezaat van Bergen op Zoom, gevolgen van de afsluiting op de bodemfauna".

8.2. Veranderingen in de bodem

Als gevolg van droogstand zullen bodemdieren, die een regelmatige overspoeling nodig hebben, afsterven.

Er gaan dan mineralisatieprocessen optreden, waardoor zuurstoftekorten in de bodem ontstaan op die plaatsen waar onder normale omstandigheden nog voldoende zuurstof aanwezig is. Het zuurstof fungeert namelijk als electronenacceptor in redoxreacties, die in de mineralisatieprocessen een grote rol spelen (lit. 1).

Als de zuurstof in de bodem verbruikt is zullen achtereenvolgens nitraat en sulfaat worden aangesproken als electronenacceptor. Met name het laatste proces verloopt onder anaerobe condities. Anaerobie van de bodem kan weer tot gevolg hebben dat stoffen, belangrijk of schadelijk

voor het milieu, die in geoxideerde vorm aanwezig waren, nu gereduceerd worden en daardoor vrijkomen.

Veranderingen in de zuurstofhuishouding van de bodem kunnen worden aangetoond door verlaging van het nitraat- of sulfaatgehalte in poriënwater of door verlaging van de redoxpotentiaal in de bodem.

Het nitraatgehalte in poriënwater is i.t.t. het sulfaatgehalte erg laag en wordt snel beïnvloed door zuurstof dat kan toetreden bij de monstername of -verwerking. Daarom is het nitraatgehalte in poriënwater geen betrouwbare indicator.

In het kader van het project ZACHTSUB zijn in september 1979 en oktober 1980 de relaties onderzocht tussen sulfaatgehalte, chloridegehalte en het voorkomen van bodemdieren in het Krammer/Volkerak. Over het geochemisch deel van dat onderzoek wordt gerapporteerd in lit 3 t/m 6. In deze rapporten wordt onder meer uitgelegd, dat bij verdunning van zeewater met zoet water de verhouding tussen sulfaat en chloride constant dient te blijven. Wordt echter sulfaat omgezet in sulfide, dan verandert deze verhouding wel, omdat chloride zich conservatief blijft gedragen. Daarom is het relatieve sulfaatgehalte, uitgedrukt als $S-SO_4/Cl \times 100$, een goede indicator voor het eventuele optreden van anaërobie. In standaard zeewater heeft het relatieve sulfaatgehalte de waarde 4,67.

In de bodem treden onder aerobe omstandigheden ook omzettingen op van SH-groepen die in bodemdieren zitten, als deze afsterven. Daarbij wordt sulfaat gevormd, lit 2. De hoeveelheden biomassa in de bodem en daarmee de hoeveelheid sulfide daarin die tot sulfaat kan worden omgezet is klein ten opzichte van het al aanwezige sulfaat in het poriënwater zodat daarvan geen merkbare invloed verwacht mag worden.

MEETRAAI "DUINTJES" MARKIEZAATSMEER $\frac{S-SO_4}{(CL^-)} \times 100$ EN VOCHTGEHALTE IN DE BODEM

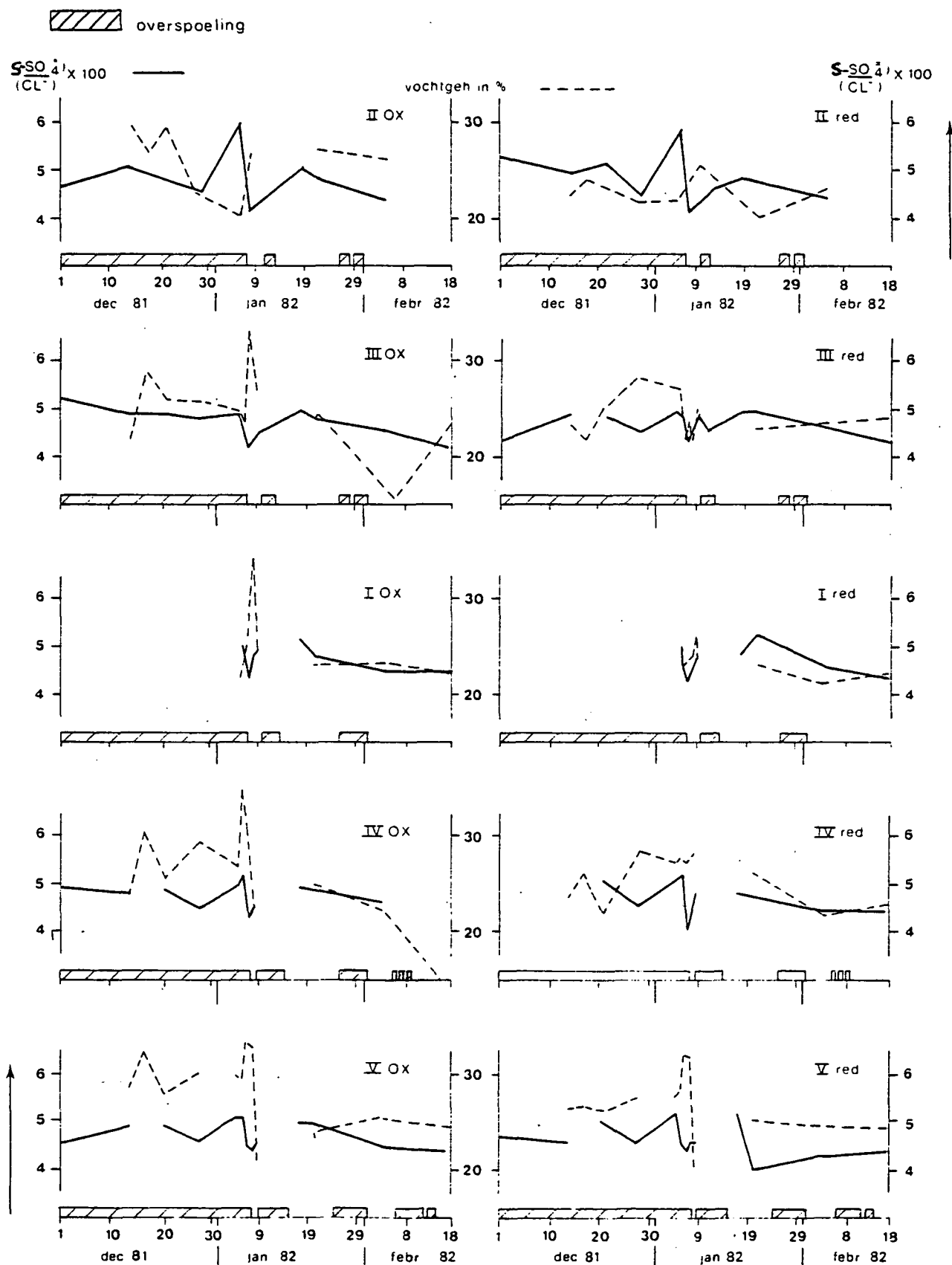


Fig. 4. Het relatieve sulfaatgehalte en het vochtgehalte in de bodem.

82.078

In fig. 4 is het relatieve sulfaatgehalte, samen met het vochtgehalte van de bodem, grafisch uitgezet in de tijd, per monsterpunt en onderverdeeld naar ox- en red-laag. Tevens is de periode van overspoeling van het monsterpunt aangegeven. Waar meetresultaten op een bepaald monsterpunt ontbreken is de verbindingslijn tussen de monsterpunten niet ingetekend.

De grote schommelingen die vanaf 5-1-1982 tot 10-1-1982 in de ox- en red-laag van de monsterpunten optreden zijn waarschijnlijk een gevolg van enige invloeden op de monsterraai, die maken dat het gedrag van het chloride niet geheel conservatief genoemd kan worden. Zo is vaak waargenomen dat er water van de hogere delen afstroomde naar de lagere delen, zelfs ten tijde van de vorst onder het ijs door! Dit water zal sulfaat- en chloridegehalten in andere concentraties gehad hebben dan dat op de monsterpunten. Bij percolatie van afstromend water in de bodem treedt er dus geen verdunningseffect of zoals dat wel met percolerend regenwater gebeurt.

Een andere invloed is uitgegaan van het bevriezen van het zoute water. Tijdens de afname van het getij bevroor de bovenlaag, terwijl de daaronder liggende waterlaag verder weg trok. Door verschillen in oplosbaarheid en concentratie van chloride en sulfaat zal de sulfaat/chlorideverhouding bij bevroering van een deel van het water veranderd zijn. Bijlage 7 laat zien, dat het chloridegehalte aan snelle veranderingen onderhevig was. In dit soort omstandigheden faalt de toegepaste methode blijkbaar.

De zichtbare veranderingen in het relatieve sulfaatgehalte kunnen daarom niet eenduidig aan enig mineralisatieproces toegeschreven worden.

Deze conclusie wordt nog versterkt door de resultaten van de redoxprofielmetingen, zie bijlage 6. De gemeten redox-waarden zijn hoog en positief en in de loop van het onderzoek is alleen maar een toename van de redoxpotentialaal gevonden.

Uit bijlage 5 en tabel 2 blijkt dat het vochtgehalte van de bodem gedurende de periode van het totale onderzoek slechts weinig afnam. Gezien het seizoen is dat niet zo verwonderlijk, hoewel er uitgaande van

de hoogteverschillen toch een snellere uitdroging werd verwacht. Op de meetraai bleef, nadat de dooi was ingevallen, lange tijd een dunne laag afstromend water vanaf het hoger gelegen schor zichtbaar.

8.3. Nutriënten

Het $P\text{-oPO}_4$ gehalte is slechts incidenteel bepaald. Er blijken, gespreid in de tijd, zeer grote verschillen voor te komen. De uitschieters buiten beschouwing gelaten mag geconstateerd worden dat de gemiddelde $P\text{-oPO}_4$ gehalten met 0,07 mg/l aan de lage kant zijn (zie lit.7).

In analogie met de omzetting van organische sulfide-groepen in sulfaat worden bij afsterven van organismen de organische stikstofverbindingen daarin omgezet in NH_4^+ . In fig. 6 is onder andere het verloop van het NH_4^+ gehalte grafisch weergegeven. De veranderingen die te zien zijn verlopen ongeveer gelijk aan die van het sulfaatgehalte, zodat ook ten aanzien hiervan geconcludeerd moet worden dat er geen veranderingen in gehalte optreden anders dan door verdunning of concentrering.

Silicium zal zich in een winterperiode conservatief gedragen. Alleen in het voorjaar, wanneer er een diatomeeën-bloei in het oppervlaktewater bestaat, kunnen er verlagingen in het poriënwater optreden als de flux van silicium uit de bodem naar het water toeneemt.

Het verloop van het siliciumgehalte is naast dat van het ammoniumgehalte in fig. 5 weergegeven. Het verloop ervan is ongeveer gelijk aan dat van het ammonium met uitzondering van de relatief hoge gehalten voor silicium die aan het begin van de snelle getij-reductie werden gevonden.

Een verklaring daarvoor is niet te geven, al lijkt de verhoging samen te vallen met de grote temperatuursveranderingen die toen optraden.

Het nitraatgehalte varieert nogal sterk, waarschijnlijk mede door onder de gegeven omstandigheden onvermijdelijke fouten in monsternamen.

Zowel het nitrietgehalte als het totaal opgelost anorganisch koolstofgehalte zijn té incidenteel geanalyseerd om conclusieve uitspraken te kunnen doen. Deze gehalten zijn daarom slechts ter informatie in bijlage 5 opgenomen.

MEETRAAI "DUINTJES" MARKIEZAATSMEEER $N-NH_4$ EN Si , SiO_2 GEHALTE IN PORIËNWATER

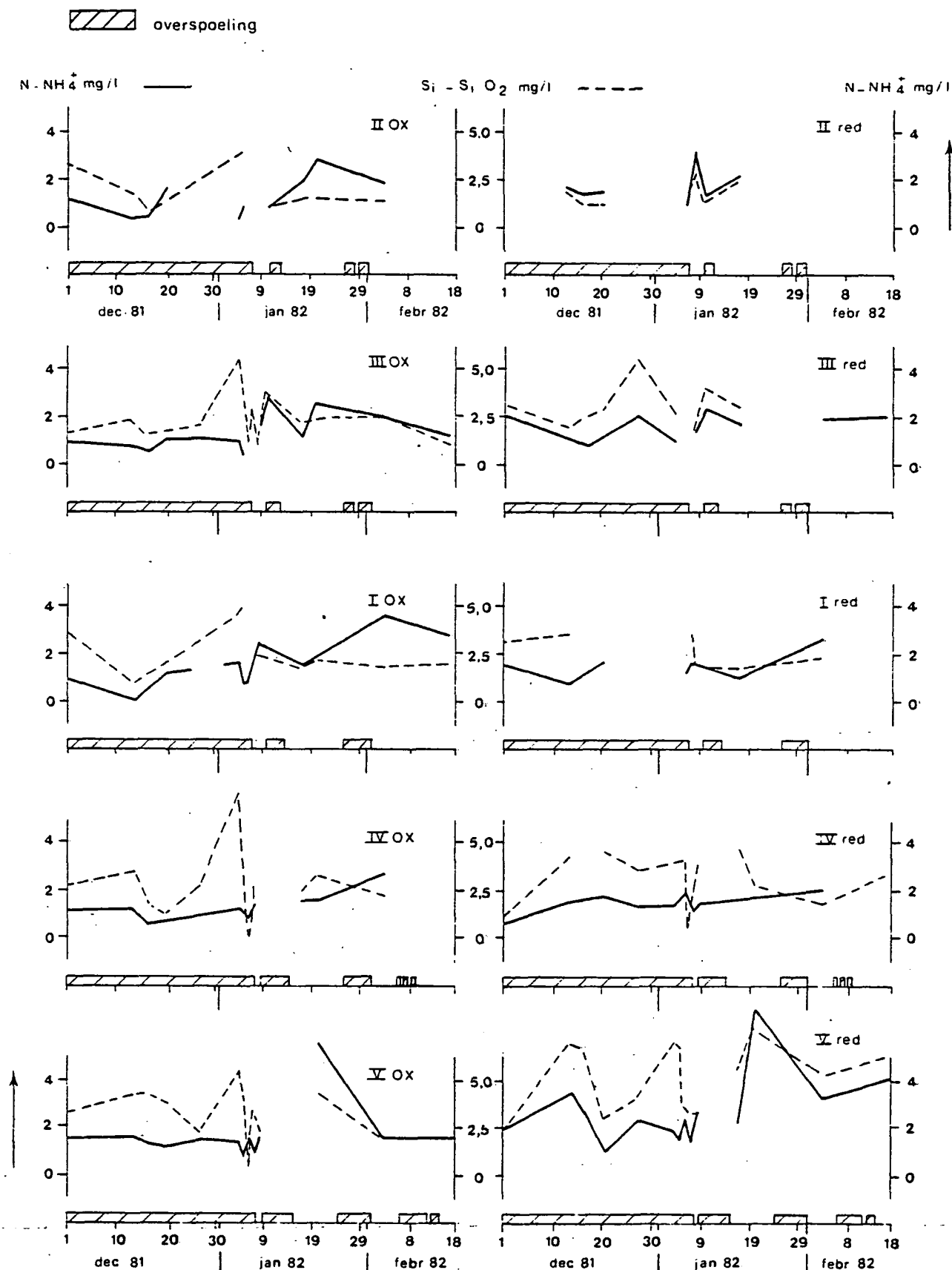


Fig. 5. Het silicium- en ammoniumgehalte in het poriënwater.

82.079

8.4. Erosieverschijnselen

Ten tijde van de snelle getij-wegval zijn geen veranderingen in het gebied waargenomen die duiden op erosie van platen.

De enige zichtbare veranderingen die werden opgemerkt zijn zandribbels geweest die, afhankelijk van de windrichting, soms in het onder getij-invloed staande deel aanwezig waren en daarna ook weer verdwenen.

Op een enkele plaats is in begin februari, na $\pm$ 30 dagen gereduceerd getij, afkalving geconstateerd op enige steile geulranden (pers. mededeling J. Griep).

8.5. Bodemdieren

Wat tijdens de getij-reductie aan veranderingen t.a.v. bodemdieren opviel komt erop neer dat de aanwezige kokkels als gevolg van de vorst in het gedeelte dat droog viel snel afstierven. De grote wadpieten bleken van de vorst geen hinder te ondervinden en gezien de enorme hoeveelheid pierehoopjes op het slik aan het eind van de onderzoeksperiode gingen deze dieren rustig door met waar ze mee bezig waren: sediment eten.

9. Conclusie

Tijdens de snelle getijreductie die in het Markiezaatsmeer in januari 1982 is opgetreden zijn geen merkbare veranderingen opgetreden in de zuurstofhuishouding van bodem en bodemwater. Wel traden aanzienlijke fluctuaties op in het chloridegehalte.

Het uitdrogen van het slik verliep, mede vanwege de lage temperatuur, zeer langzaam, vooral als gevolg van de toevoer van water dat van de hoger gelegen schordelen afstroomde.

Het onderhavige onderzoek heeft alleen meer inzicht gegeven in de effecten van droogstand op een intergetijdegebied in een winterperiode. Bij droogstand 's zomers kunnen de gevolgen heel anders en in ieder geval duidelijker zijn. Daarom verdient het aanbeveling het onderzoek nogmaals uit te voeren als het Markiezaatsmeer definitief wordt afgesloten.

10. Literatuur

1. Geochemical processes P 380, A. Lerman. John Wiley & Sons, New York
2. Oecologie van micro-organismen, H. Veldkamp (redactie), Pudoc, Wageningen
3. Notitie DDMI-79.562: "Waterkwaliteit poriënwater in lengteprofielen" door Geijp, Al
4. Notitie DDMI-80.375: "Kwaliteit poriënwater in lengteprofielen, vervolgonderzoek" door Geijp
5. Notitie DDMI-81.579: als (4)
6. Notitie DDMI-82. : als (4)
7. Nota DDMI-80.01: "De kwaliteit van de onderwaterbodem in het Zuidwestelijk Deltagebied" door Holland, Al

Lijst van bijlagen

Bijlage 1: Overzichtskaart Markiezaatsmeer

Bijlage 2: Bodemanalyses meetraai "De Duintjes"

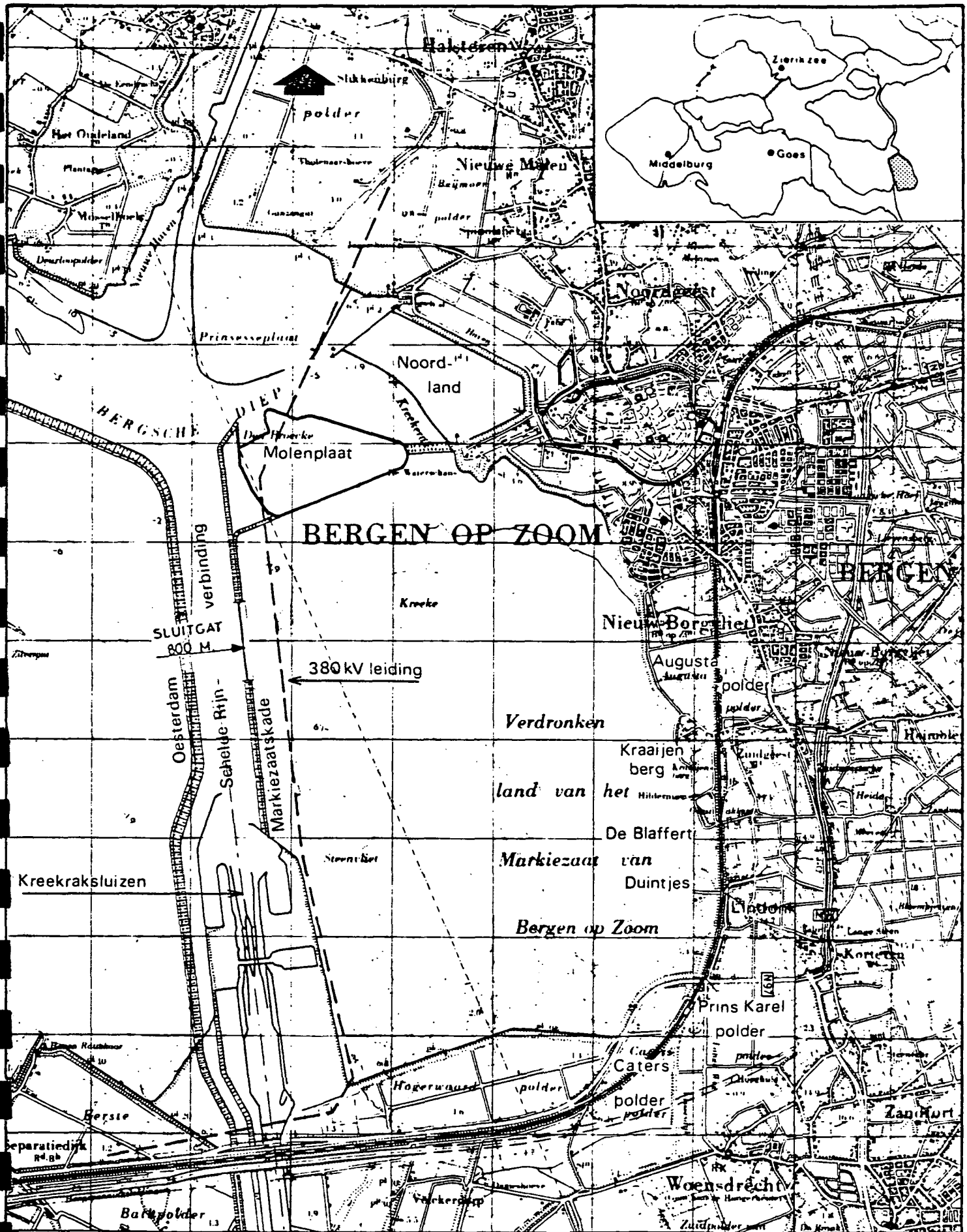
Bijlage 3: Bodemanalyses meetraai "Kreekrak"

Bijlage 4: Positie meetraaien

Bijlage 5.1 t/m 5.5: Poriënwatergehaltes meetraai "De Duintjes"

Bijlage 6: Redoxpotentialen in de bodem

Bijlage 7: Het verloop van het chloridegehalte in poriënwater.



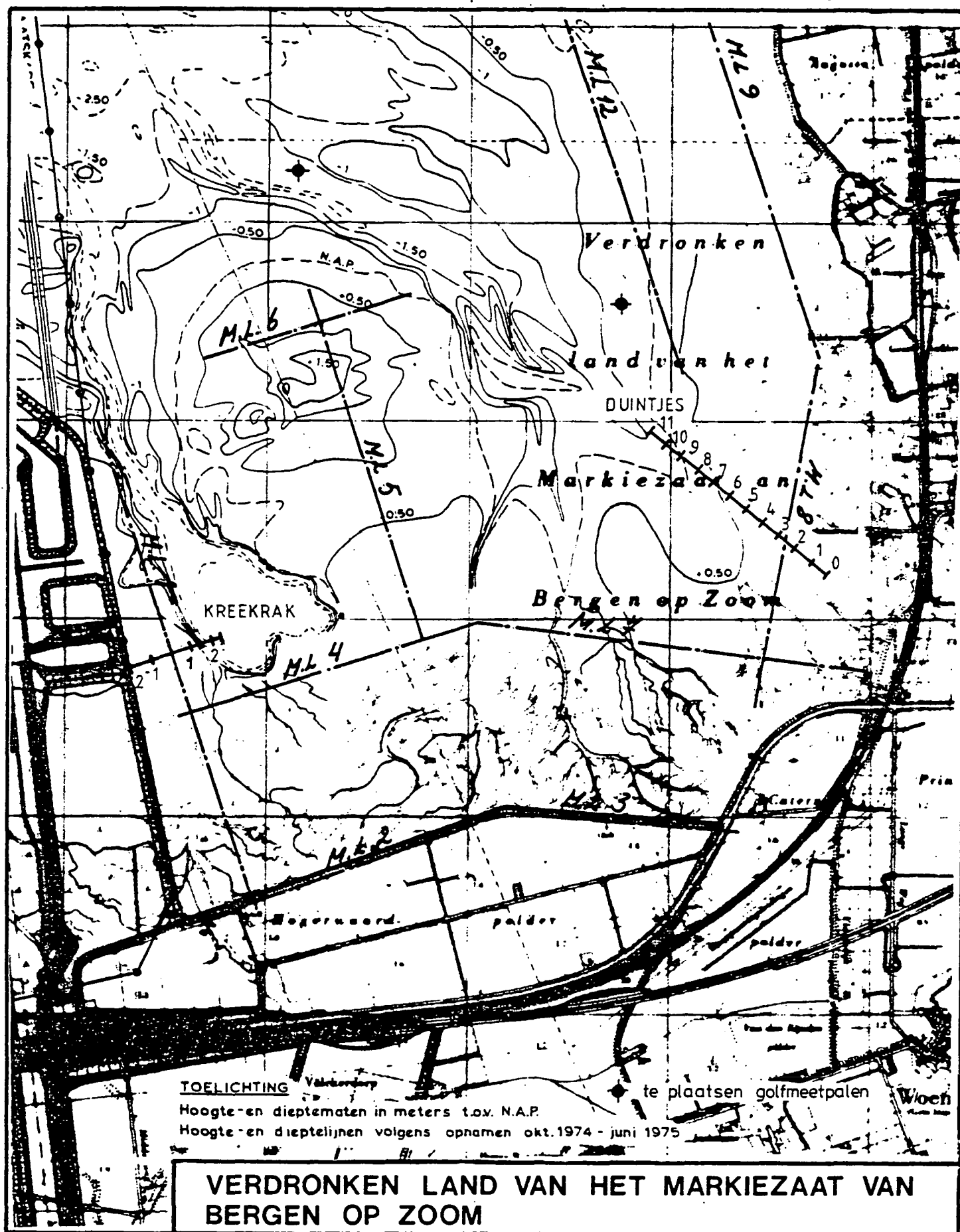
OVERZICHTSKAART VERDRONKEN LAND VAN HET MARKIEZAAT VAN BERGEN OP ZOOM

Bodemanalyses meetraai "De Duintjes", Markiezaatsmeer

monsterpunt		II (160 m)		III (200 m)		I (230 m)		IV (315 m)		V (400 m)	
parameter	datum	011281	170282	011281	170282	011281	170282	011281	170282	011281	170282
% C-org.		0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4	-	0,3	0,2	0,3
% calciet		3,6	4,4	4,0	6,0	4,2	4,4	-	4,2	5,1	4,3
Korrelgrootte:											
% 420 μ			0,2		0,3		0,1		0,1		0,0
300 - 420			0,1		0,0		0,1		0,0		0,0
250 - 300			0,1		0,1		0,9		0,1		0,3
150 - 250			3,1		2,0		4,0		4,6		3,1
106 - 150			36,2		10,7		22,6		11,5		11,1
53 - 106			48,4		68,7		57,2		63,4		66,9
32 - 53			4,3		6,7		5,5		10,5		6,8
25 - 32			1,8		3,1		2,2		2,6		3,1
16 - 25			0,4		1,1		1,2		1,0		1,1
8 - 16			0,4		0,9		0,6		1,0		0,9
2 - 8			0,6		1,1		0,9		0,6		1,1
% 2 μ			4,3		5,3		4,5		4,4		5,3

Bodemanalyses meetraai "Kreekkrak", Markiezaatsmeer

monsterpunt		I (80 m)		II (85 m)		III (95 m)		IV (110 m)		V (130 m)	
parameter	datum	011281	170282	011281	170282	011281	170282	011281	170282	011281	170282
% C-org.		0,8	0,6	0,4	0,3	0,3	0,6	0,2	0,5	0,5	0,7
% calciet		4,7	3,9	4,2	5,3	3,7	9,2	4,6	4,9	5,9	4,0
Korrelgrootte:											
% 420 μ			0,1		0,0		1,0		0,0		0,1
300 - 420			0,1		0,1		0,3		0,5		0,1
250 - 300			0,2		0,1		0,2		2,1		0,3
150 - 250			2,7		4,3		4,2		8,3		2,9
106 - 150			35,6		44,3		47,3		47,7		28,6
53 - 106			38,4		38,8		20,8		26,4		47,0
32 - 53			7,3		4,6		7,6		3,2		6,7
25 - 32			3,2		1,7		3,7		2,1		2,9
16 - 25			2,5		1,4		3,7		1,8		2,9
8 - 16			1,6		0,5		1,8		1,1		0,8
2 - 8			1,1		0,5		1,3		1,5		1,3
% 2 μ			7,1		3,5		8,1		5,4		6,3



Positie meetraaien t.b.v. onderzoek markiezaat 1982

Poriënwatergehalten in mg/L.

Markiezaatsmeer, meetraai 102: "De Duintjes", monsterpunt II (160 m)

Ox-laag boven, Red-laag onder.

datum	P- oPO4	N- NH4 ⁺	N- NO3 ⁻	N- NO2 ⁻	Si- SiO2	Cl ⁻	S- SO4 ⁼	$\frac{S-SO4}{Cl} \cdot 100$	opgel. anorg. C.	gew.% poriënwater
11281	.16	1.20	.19	.03	3.22	10020	466	4,65	35.1	
141281		.36	.07		1.75	12678	641	5,06	33.4	29.6
171281	.08	.46	.38	.05	1.14	14619		-		27.0
211281	.06	1.68	.38	.08	1.56	12804	614	4,80		30.2
281281						14309	672	4,70	37.8	23.0
50182						13653	815	5,97		20.5
60182		.42	.35		3.92	8750	449	5,13	40.0	23.2
70182		.76	.19			10617	449	4,23		26.5
80182										
90182										
110182		.92	.18		1.08	14673	661	4,50		
180182	.05	2.00	.11		1.41	11789	600	5,09		
210182	.01	2.51	.19		1.51	10196	484	4,75		27.7
40282	.08	1.75	.21		1.39	9312	412	4,42		26.5
170282							497	-		14.7
11281						12388	650	5,25		
141281		.75	.02		1.82	12337	617	5,00	32.5	22.4
171281	.07	.61	.09	.03	1.34	14555		-		24.2
211281	.63	3.20	1.46	.14	1.42	7808	406	5,20		
281281						14413	653	4,53	37.8	22.6
50182		.74				5715	332	5,81	39.8	22.7
60182			.24			9353	478	5,11	34.7	23.1
70182		1.16	.10		1.24	10543	445	4,22	42.4	24.5
80182										
90182		2.24	.06		3.12	12752	571	4,48		25.9
90182		2.96	.08		4.20	13482	599	4,44		23.3
110182		.92	.06		1.40	14030	648	4,62		
180182	.02	1.45	.10		2.38	11272	551	4,89		
210182										20.5
40282	.08	1.81	.06		2.39	8874	400	4,51		23.8
170282						11551	509	4,41		23.7

Poriënwatergehalten in mg/L.

Markiezaatsmeer, meestraai 102: "De Duintjes", monsterpunt III (200 m)

Ox-laag boven, Red-laag onder.

datum	P- PO ₄	N- NH ₄ ⁺	N- NO ₃ ⁻	N- NO ₂ ⁻	Si- SiO ₂	Cl ⁻	S- SO ₄ ⁼	$\frac{S-}{Cl} \cdot 100$	opgel. anorg. C.	gew.% poriënwater
11281	.16	.96	.15	.06	1.70	9002	470	5,22	29.8	
141281		.84	.06		2.30	13324	657	4,93	35.3	22.0
171281	.07	.51	.22	.05	1.80	14910		-		28.9
211281	.06	.99	.19	.05	1.86	15317	744	4,86		26.1
281281		1.05	.27		2.12	15016	713	4,75	37.6	25.8
50182		.97	.36		5.44	12918	628	4,86	39.1	24.9
60182		.46	.30		4.08	7592	346	4,56	35.2	23.5
70182		.92	.27		1.20	11630	488	4,20		33.5
80182		1.48	.19		2.52	10054	429	4,27		27.0
90182		1.60	.05		1.28	12780	576	4,51		24.5
110182		2.80	.17		3.80	15582	712	4,57		
180182	.14	1.22	.20		1.89	12272	607	4,95		
210182	.01	2.63	.20		1.96	11708	559	4,77		24.3
40282	.25	2.03	.10		2.00	12802	582	4,55		16.6
170282		1.21	.23		.92	11061	463	4,19		24.1
11281	.17	2.08	.10	.02	3.32	13940	607	4,35	39.2	
141281		.93	.06		1.92	9727	477	4,90	24.2	23.6
171281	.08	.80	.12	.02	2.54	13419		-		22.2
211281	.04	1.16	.21	.07	3.02	12898	635	4,92		25.5
281281		2.03	.04		5.52	14619	674	4,61	44.5	28.8
50182		1.05	.33		2.64	8638	430	4,98	37.2	27.4
60182						8724	422	4,84	6.4	21.9
70182		1.24	.07		.84	12017	523	4,35		24.5
80182						11071	523	4,72		22.2
90182		1.48	.12		1.52	13708	667	4,87		24.8
110182		2.40	.10		4.04	15452	705	4,56		
180182	.04	1.31	.08		2.98	11592	580	5,00		
210182						10913	549	5,03		23.1
40282	.11	1.90	.19		2.47	12393	580	4,68		24.0
170282		2.00	.11		1.91	11116	483	4,35		24.2

Poriënwatergehaltenes in mg/L.

Markiezaatsmeer, meetraai 102;"De Duintjes", monsterpunt IV (315 m)

Ox-laag boven, Red-laag onder.

datum	P- oPO4	N- NH4 ⁺	N- NO3 ⁻	N- NO2 ⁻	Si- SiO2	Cl ⁻	S- SO4 ⁼	$\frac{S-SO_4}{Cl} \cdot 100$	opgel. anorg. C.	gew.% poriënwater
11281	.13	1.16	.11	.03	2.78	12640	616	4,87	37.6	
141281		1.24	.12		3.60	11973	579	4,84	41.7	24.1
171281	.05	.54	.20	.03	1.64	14503		-		31.0
211281	.03	.69	.23	.07	1.32	17774	874	4,92		25.9
280181		.93	.50		2.84	13852	616	4,45	37.2	29.2
50182		1.30	.34		7.76	13532	676	5,00	40.3	28.1
60182		1.03	.24		3.84	10349	534	5,16	35.4	27.1
70182		.92	.26		.36	12451	539	4,33		34.6
80182		1.36	.27		2.84	13424	601	4,48		24.0
90182										
180182	.01	1.56	.27		2.49	13704	688	5,02		
210182	.01	1.57	.19		3.02	12283	599	4,88		25.1
40282	.26	2.70	.43		2.25	12958	594	4,58		22.4
170282							572	-		14.1
11281	.05	.67	.05	.01	.96		418	-	23.6	
141281		1.36	.06		4.15	12266	621	5,06	38.0	23.9
171281						13767		-		26.6
211281	.43	1.88	.10	.01	4.56	14595	737	5,05		22.1
281281		1.32	.07		3.56	14631	671	4,59	36.9	28.1
50182		1.50			4.32	9069	458	5,05	39.2	27.4
60182		1.76	.13		4.24	10510	544	5,18	38.9	28.0
70182		2.16	.14		.60	10025	420	4,19	25.9	27.7
80182		1.12	.12		3.80	12245	547	4,47		28.6
90182		1.40	.04		1.76	13604	656	4,82		20.0
90182		1.52	.06		1.84	13637	651	4,77		19.7
180182	.01	1.59	.24		4.74	8040	396	4,93		
210182	.01	1.79	.06		2.77	11869	556	4,68		26.7
40282	.08	2.06	.06		1.83	12508	565	4,52		22.3
170282		5.58	.06		3.30	13015	581	4,46		23.1

Poriënwatergehaltes in mg/L.

Markiezaatsmeer, meetraai 102; "De Duintjes", monsterpunt V (400 m)

Ox-laag boven, Red-laag onder.

datum	P- PO ₄	N- NH ₄ ⁺	N- NO ₃ ⁻	N- NO ₂ ⁻	Si- SiO ₂	Cl ⁻	S- SO ₄ ⁼	$\frac{S-SO_4}{Cl} \cdot 100$	opgel. anorg. C.	gew.% poriënwater
11281	.06	1.52	.07	.01	3.34	13689	634	4,63	34.2	
141281		1.60	.09		4.31	12666	616	4,86	50.0	28.5
171281	.25	1.32	.07	.02	4.32	14432		-		32.4
211281	.17	1.20	.20	.08	3.98	13935	682	4,89		28.2
281281		1.49	.18		2.30	14486	672	4,64	34.9	30.4
50182		1.46	.42		5.52	9347	479	5,12	40.1	29.9
60182		.76	.39		3.92	9296	474	5,10	35.0	29.4
70182		1.68	.26		.20	11805	527	4,46		34.1
80182		.88	.40		3.55	12397	547	4,41		33.2
90182		1.60	.18		2.36	12484	573	4,59		21.8
180182						13311	671	5,04		
210182	.01	5.64	.17		4.24	10535	529	5,02		24.7
40282	.12	1.57	.19		2.20	13432	598	4,45		25.4
170282		1.55	.15		2.62	13029	579	4,44		24.8
11281	.08	1.92	.10	.04	2.32	13918	656	4,71	36.0	
141281		3.52	.04		7.08	12527	577	4,61	50.0	26.3
171281	.37	2.56	.09	.01	6.88	12061		-		26.5
211281	.05	1.04	.09	.02	3.12	15554	783	5,03		26.3
281281		2.28	.16		3.96	14744	683	4,63	38.6	27.6
50182		1.87	.17		6.96	9436	493	5,22	42.3	28.2
60182		1.58	.15		6.80	11225	519	4,62	36.8	28.5
70182		2.32	.11		3.80	11171	496	4,44		31.8
80182		1.44	.06		3.24	12266	547	4,46		31.5
90182		2.60	.04		3.20	14361	639	4,45		20.4
180182	.01	2.17	.23		5.46	10195	533	5,23		
210182	.22	7.40	.14		7.84	12596	507	4,03		25.5
40282	.27	3.21	.39		5.36	13662	591	4,32		24.9
170282		3.93	.15		6.12	10196	448	4,39		24.9

Redoxpotentialen in de bodem, mV t.o.v. H₂ electrode

datum	droog- stand in dagen *	monster- punt	ox- laag cm	cm in de bodem									
				1	2	3	4	5	6	8	10	12	14
011281	getij	II	4	125	130	-5	105	185	140	215	195	215	-
		III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		I	5	5	150	120	125	100	305	315	135	-	-
		IV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		V	8	155	160	140	175	85	110	30	130	250	-
050182	getij	II	5	145	155	-45	55	95	125	10	55	-	-
		III	5	165	175	170	140	80	15	110	145	100	-
		I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		IV	4	385	185	130	110	100	145	40	25	215	-
		V	5	225	195	210	140	75	50	-15	-35	-35	-
060182	getij	II	3	235	210	225	160	195	150	180	205	240	-
		III	6	305	260	295	120	65	120	65	60	85	155
		I	5	230	220	195	55	-40	20	60	50	175	-
		IV	3	125	220	225	185	185	210	125	135	-	-
		V	6	210	185	135	120	195	-25	180	130	215	-
070182	1/2	II	5 ijs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1/2	III	4 ijs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1/2	I	-	250	215	160	170	140	105	145	190	-	-
	getij	IV	-	170	180	150	125	165	190	145	250	-	-
	getij	V	-	245	215	190	110	40	-20	-35	-60	-110	-
180182	5 1/2	II	ijs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	III	ijs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4 1/2	I	ijs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	IV	2	295	250	140	185	125	140	120	240	190	-
	2	V	4	270	250	170	160	185	110	205	-	-	-
210182	8 1/2	II	5	335	225	195	165	220	235	195	215	205	-
	8	III	5	235	210	215	175	170	70	95	125	90	-
	7 1/2	I	3	275	210	180	20	45	105	25	155	220	-
	6 1/2	IV	3	120	115	120	120	185	175	-	-	-	-
	5 1/2	V	3	215	150	175	60	-155	-145	-15	-	-	-
040282	4 1/2	II	8	260	210	295	215	110	100	165	130	150	135
	4	III	9	250	110	125	120	80	105	120	180	220	-
	4	I	10	265	160	125	175	170	120	110	205	135	-
	3 1/2	IV	12	285	120	210	190	130	160	210	180	180	-
	3 1/2	V	2	220	205	150	185	-10	5	-50	-110	-60	-10
170282	17 1/2	II	8	140	125	90	125	180	50	145	140	230	-
	17	III	8	150	100	125	115	105	10	140	130	155	-
	17	I	12	190	150	200	235	155	110	100	155	235	-
	7	IV	4	-	120	75	60	80	45	155	90	-40	50
	2	V	4	-	140	130	170	135	185	130	25	-80	-20

* droogstand na laatste overspoeling, zie figuur 3.

MEETRAAI 'DUINTJES' MARKIEZAATSMEER Cl^- GEHALTE IN PORIËNWATER