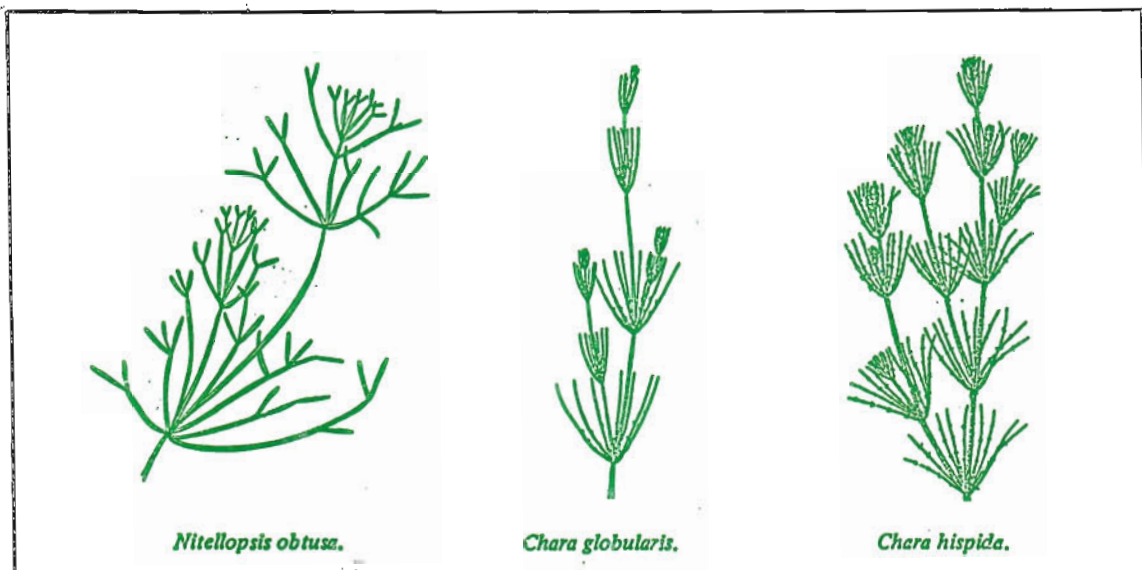


_____ Vastlegging van de _____
_____ aquatische situatie _____
_____ in "De Haak" _____
_____ 1986 _____

I

Watervegetaties
Oppervlaktewater- en bodemwaterkwaliteit
Effekten van baggeren op watervegetatie en -kwaliteit
Abiotische en biotische veranderingen sinds 1971



giesen & geurts

Biologische Projecten

van roggenstraat 8 tel (08350) 3 00 94
7011 ge gaanderen postgiro 2827262

Drs. Th.G. Giesen en M.H.J. Geurts

november 1986

VASTLEGGING VAN DE AQUATISCHE SITUATIE
IN "DE HAAK", 1986.

I

Watervegetaties, oppervlaktewater- en bodemwaterkwaliteit
en de effecten van het baggeren op deze parameters

>>> BioPro Mededeling nr. 8650 <<<

Drs. Th.G. Giesen en M.H.J. Geurts

november 1986

INHOUD.

Dankwoord.....	1
1. Inleiding.....	2
2. Materiaal en methoden.....	5
3. Resultaten.....	7
3.1. Abiotisch.....	7
3.2. Chemische en fysische analyse resultaten.....	19
3.3. Biotisch.....	23
3.3.1. Herhalings-opnamen.....	23
3.3.2. Nieuwe watervegetatie opnamen.....	25
3.4. Transekten.....	28
3.5. Invloed van baggeren.....	32
4. Overzicht van veranderingen.....	36
4.1. Vegetaties.....	36
4.2. Chemisch-fysisch.....	36
5. Konklusies en discussie.....	38
6. Samenvatting.....	42
7. Literatuur.....	46
Bijlage 1 (Tabel 2).....	48
Bijlage 2.....	49
Bijlage 3.....	50

FIGUREN.

Figuur 1. Kaart van "De Haak" met monsterpunten.....	4
2. Kaartfragment met de monsterpunten 27 en 28.....	4
3. Dikte sapropeliumlaag en waterdiepte.....	9
4. Relatie dikte sapropeliumlaag - waterdiepte.....	9
5. Som v.d. waterdiepte en de dikte v.d. sapropeliumlaag.....	10
6. Veranderingen in het verticale profiel.....	10
7. Horizontaal profiel in petgat 1.....	11
8. Temperatuur profielen.....	11
9. Gemiddelde bicarbonaat gehalten.....	17
10. Gemiddelden van chemische parameters van 1969-1986....	18
11. Gemiddelden chemisch/fysische parameters in het interstitieelwater.....	21
12. Ligging van de onderzochte transekten.....	29

TABELLEN.

Tabel 1. Watervegetaties.....	8
2. Overzicht gebruikte analyse methoden.....	46
3a. 1e Oppervlaktewater bemonstering.....	12
3b. 2e Oppervlaktewater bemonstering.....	13
4a. 1e Interstitieelwater bemonstering.....	14
4b. 2e Interstitieelwater bemonstering.....	14
5a. Gemiddelden chemisch-fysische analyse resultaten oppervlaktewater 1969-1986.....	15
5b. Idem oppervlaktewater Boswetering 1969-1986.....	15
5c. Gemiddelden oppervlaktewater petgaten zomer en herfst 1986.....	16
5d. Idem oppervlaktewater Boswetering zomer en herfst 1986.....	16

DANKWOORD.

Voor de begeleiding van dit projekt danken wij de Heer H.G. van der Weijden (N.M.F., Den Haag) en Mevr. H. Bredenoord (Distriktskantoor N.M.F.. Gouda).

Drs. J. van der Does danken wij voor zijn adviezen.

De vereniging "De Haak", in het bijzonder de Heren Groeneveld en Bloos, danken wij voor hun hulp en informatie.

Drs. C. Snijders (Chemicus) gaf zeer goede adviezen bij de chemische analyses en bij de interpretatie hiervan.

Drs. E.X. Maier danken wij voor de controle van de determinaties van de kranswieren en Ph. Sollman voor de controle van de mossen.

Het Instituut voor Onderzoek naar de Bescherming van Gewassen, het I.O.B., in Wageningen danken wij voor het beschikbaar stellen van de bodembemonsterings-apparatuur.

Tensloten danken wij Mevr. Groeneveld en de Heer Groeneveld voor hun gastvrijheid.

1. INLEIDING.

Vanuit de Direktie Natuur, Milieu & Faunabeheer (afd. Natuurbeschermingswet) 's-Gravenhage is de wens naar voren gekomen, onderzoek te starten in Beschermden Natuurmonumenten. De reden hiervoor is o.a. meer inzicht te krijgen in de resultaten van het toegepaste beheer.

Het doel van het beheer in Beschermden Natuurmonumenten is de biologische kwaliteiten te handhaven of, als dat mogelijk is, deze te verbeteren. Om deze kwaliteiten te behouden, is van tijd tot tijd biologisch onderzoek noodzakelijk.

In het Beschermden Natuurmonument "De Haak" bij de Nieuwkoopse plassen (gem. Nieuwkoop, Zuid-Holland), is door Den Held (1973) een uitgebreid vegetatie onderzoek uitgevoerd, met ook watervegetatie opnamen. Sindsdien zijn nog verspreide opnamen en waarnemingen gedaan.

In 1983 zijn in de petgaten van "De Haak" baggerwerkzaamheden begonnen, die in 1987 zullen worden afgerond. In de herft/winter worden een aantal petgaten uitgebaggerd tot op het vaste bodemveen (plus of min 15 cm); er wordt ca. 1 meter uit de oever gebaggerd. Bij het baggeren wordt de bagger (sapropeliumlaag) verwijderd.

Omdat de baggerwerkzaamheden in 1987 worden afgerond, kan de situatie in "De Haak" vóór en na het baggeren worden vastgelegd, alsmede de eventuele effecten van het baggeren op de watervegetaties.

Bij het biologisch- en chemisch onderzoek in 1986 kan tevens een vergelijking worden gemaakt met het onderzoek van 1969 en 1971 (Den Held, 1973).

Door het maken van nieuwe watervegetatie opnamen in 1986 wordt de huidige situatie in "De Haak" vastgelegd; dit is van belang voor de toekomstige evaluatie van beheersinvloeden.

Op 22 augustus 1986 ontvingen wij de opdracht van de Direktie Natuur, Milieu & Faunabeheer (provincie Zuid-Holland), 's-Gravenhage om in het Beschermden Natuurmonument "De Haak" een aantal door het Konsulentschap N.M.F. geselecteerde watervegetatie opnamen met chemische analyses van het oppervlaktewater en het interstitieelwater uit te voeren. Deze opnamen waren gedeeltelijk herhalingsopnamen.

"De Haak" bestaat uit een aantal petgaten (peil -2,14 m NAP) met legakkers. De onderwater-bodem bestaat uit vast laagveen (bosveen; Holoceen), met in petgaten daar bovenop een laag sapropelium van wisselende dikte.

De watervegetaties zijn typisch en vrij uniek voor Nederland. Door Den Held (1973) zijn hier enkele zeer interessante Characeae vegetaties gevonden.

Het oppervlaktewater van "De Haak" staat onder invloed van brak water, hierdoor kon in 1971 het oppervlaktewater zwak oligohalien worden genoemd.

Op 25 plaatsen werden watervegetatie opnamen gepland, waarvan er 15 herhalingsopnamen waren uit 1971 (Den Held, 1973). Deze 25 watervegetatie opnamen zijn door het Konsulentschap N.M.F.

verdeeld over gebaggerde petgaten, nog niet gebaggerde petgaten, niet te baggeren petgaten en over de Boswetering. De bedoeling hiervan was de invloed van het baggeren op de watervegetatie te achterhalen.

Verder werden op 22 plaatsen twee maal, in de zomer en in de herfst, oppervlaktewater-monsters genomen en op 16 plaatsen zijn tweemaal, eveneens in de zomer en in de herfst, bodemmonsters genomen. De oppervlaktewater- en de bodemmonsters zijn chemisch en fysisch onderzocht.

De abiotische en de biotische toestand van "De Haak" in 1986 werd op deze manier vastgelegd, terwijl ook vroegere situaties hiermee vergeleken werden.

Het projekt is opgezet door het Konsulentschap N.M.F. en uitgevoerd door Giesen & Geurts.

De chemische en fysische parameters zijn door het Konsulentschap N.M.F. in overleg met het Hoogheemraadschap van Rijnland uitgezocht, c.q. overgenomen uit Den Held (1973) en De Klein & Bakker (1983). Door Giesen & Geurts is hieraan nog sulfaat toegevoegd, omdat dit ion tot de kwantitatief belangrijkste in het oppervlaktewater behoort en een indicatie geeft voor verontreiniging, brakwater invloed, kwel en een bron kan zijn voor de aanlevering van sulfide (Segal, 1965; De Lange & De Ruiter, 1978).

Om de gewenste vergelijking van de gegevens uit 1969, 1971 en 1986 beter uit te laten komen zijn, volledigheidshalve, de gegevens door ons enigszins statistisch benaderd.

Ook is het verdwijnen van vast bodemveen bediscussieerd.

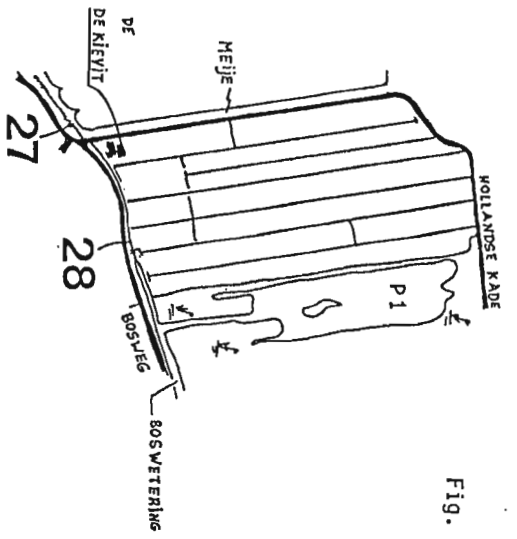


Fig. 2: Kaartfragment van de situatie bij de boerderij "De Kievit" en het inlaatpunt, met de ligging van de monsterpunten 27 en 28.

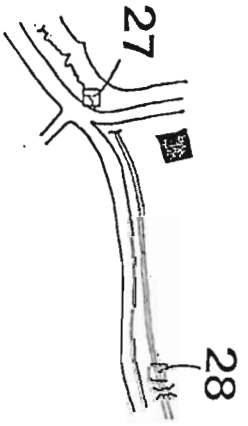
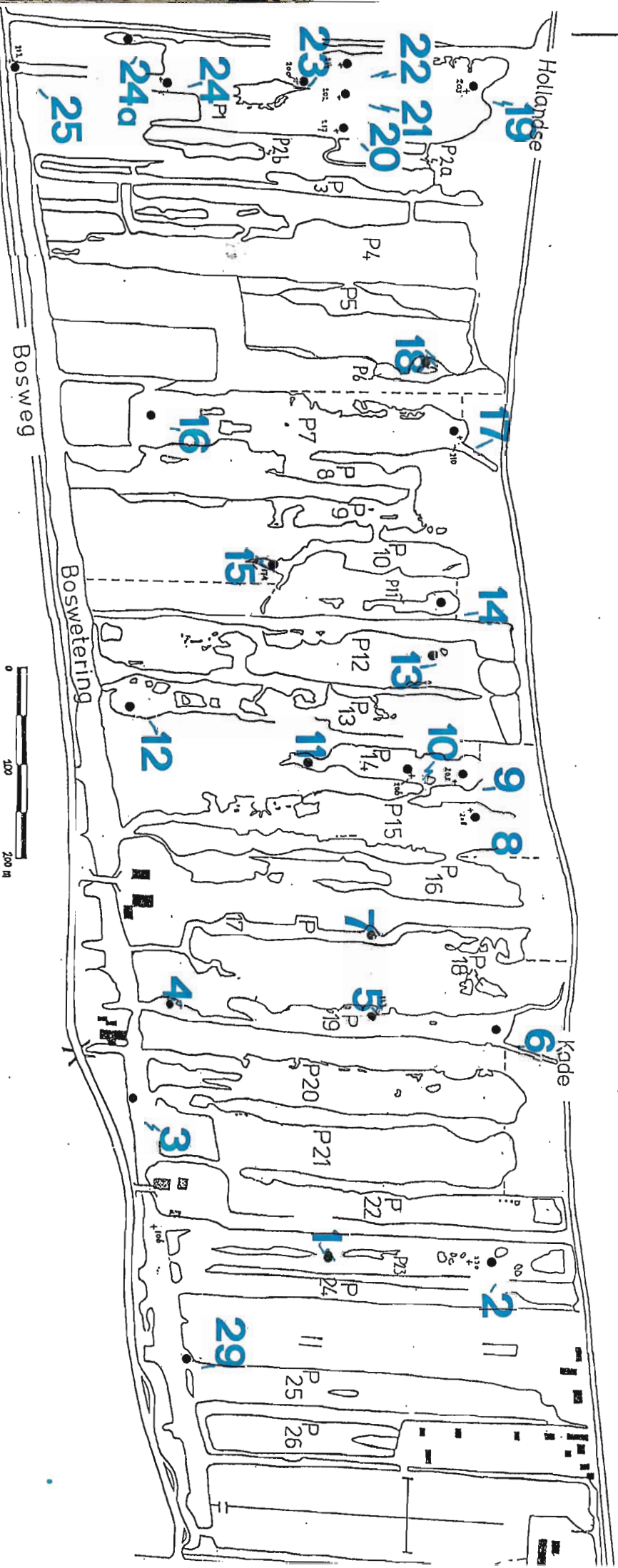


Fig. 1: Kaart van "De Haak" met de ligging van de monsterpunten in 1986 (blauwe cijfers). De monsterpunten uit 1971 (Den Held, 1973) zijn met een kruisje en kleine cijfers aangegeven. P1 t/m P26 zijn petgaten. De zwarte stippen geven het centrum van de vegetatieopnamen aan. De opnamengrootte is 25-30 m².



2. MATERIAAL EN METHODE.

WATERVEGETATIE.

In 1986 zijn tussen 22 juli en 21 augustus in "De Haak" 25 watervegetatie opnamen gemaakt, volgens de methode van de Frans-Zwitserse school (Den Held, 1973; Den Held & Den Held, 1976).

Van deze 25 opnamen (plus punt 24a die extra is gedaan) waren er 15 herhalingsopnamen van Den Held (1973); 4 van deze 15 herhalingsopnamen lagen slechts min of meer in de buurt van de opnamen van Den Held (1973), 10 opnamen zijn watervegetatie opnamen op nieuwe monsterpunten (zie tabel 1). Alle monsterpunten zijn door het Konsulentschap Natuur, Milieu & Faunabeheer in 's-Gravenhage in overleg met de Vereniging "De Haak" uitgezocht. De watervegetatie opnamen liggen verspreid over petgaten die wel of niet (recent) gebaggerd zijn, over petgaten die eind 1986 begin 1987 gebaggerd zullen worden en over petgaten die nooit gebaggerd zijn of worden (tabel 1 en fig. 1 (kaart van "De Haak")).

SAPROPELIUM METING.

Bij iedere vegetatie opname is de dikte van de sapropeliumlaag gemeten met behulp van de meetpaal, die ook door de Vereniging "De Haak" hiervoor wordt gebruikt. Ook Den Held (1973) heeft een vergelijkbare methode toegepast.

OPPERVLAKTEWATER EN INTERSTITIEELWATER BEMONSTERING.

Op 28 en 29 juli en op 22 en 23 september 1986 zijn op 19 van de 25 plaatsen met een watervegetatie opname oppervlaktewater monsters genomen en op 16 plaatsen interstitieelwater monsters. Verder nog 2 oppervlaktewater monsters voor en na de inlaat bij boerderij "de Kievit" en 1 bij kassenbedrijf Wendel, op de hoek van petgat 25 en de Boswetering (zie verder tab. 3 a+b en 4 a+b). In totaal zijn er dus 44 oppervlaktewater monsters en 32 interstitieelwater monsters genomen.

De bodem is verzameld met een bemonsteringsbuis (beschreven door de Heer, 1980), die welwillend beschikbaar is gesteld door het Instituut voor Onderzoek van Bestrijdingsmiddelen (I.O.B.) in Wageningen. Met deze bemonsteringsbuis konden niet verstoorde bodemmonsters worden verzameld.

Door het Hoogheemraadschap van Rijnland in Leiden zijn de door ons op 28 juli en 22 september genomen oppervlaktewater monsters (op iedere datum 16 monsters) geanalyseerd. Hiervoor is per monsterpunt ca. 3 liter water vlak onder de oppervlakte verzameld (1/2 liter in een polyethyleenfles, 1/2 liter in een aangezuurde fles en 2 liter in glazen flessen); ca 300 ml is, met behulp van een z.g. zuurstofbeugel, eveneens vlak onder de oppervlakte bemonsterd en direkt met Winkler I en II oplossing behandeld (O₂-binding). Ter plaatse is de temperatuur van het bemonsterde water gemeten.

De overige oppervlaktewater monsters hebben wij na het verzamelen direct gefiltreerd met een Antlia persfilter over glasfilters (Schleicher & Schuell, nr 31), gefixeerd met 2 ml kwik (II) chloride oplossing (200 mg/l) en in de diepvries bewaard.

De bodem monsters zijn in de koelkast (plm. 0 graden Celcius) bewaard. De volgende dag is 15-20 gr natte bodem met 200 ml gedestilleerd water 15 minuten intensief geroerd. Dit mengsel is over een Whatman GF/A filter in een Büchnertrechter gefiltreerd. Het filtraat is gefixeerd met 2 ml HgCl_2 oplossing en in de diepvries bewaard. Van de bodem monsters is het watergehalte bepaald door wegen, drogen en herweging van enkele grammen natte bodem. De in het bodemfiltraat gemeten concentraties kunnen dus omgerekend worden naar mg per liter interstitieel water.

ANALYSES.

Aan de 2 maal 16 oppervlaktewater monsters zijn door het Hoogheemraadschap van Rijnland volgens hun standaardmethoden (bijlag 1; Klapwijk, 1982) de volgende analyses uitgevoerd:

pH, O_2 gehalte, NH_4^+ -N, $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ -N, PO_4^{3-} -P, Totaalfosfaat-P, Chloride, Waterstofcarbonaat, E.G.V., Calcium, Kalium, Natrium, Magnesium en Totaal ijzer (Fe II en III). Dit zijn dezelfde parameters die gebruikt zijn in de onderzoeken van Den Held (1973) en De Klein & Bakker (1983).

Wij hebben ook het sulfaatgehalte geanalyseerd, i.v.m. de indicatiewaarde voor brakwater, kwel en verontreiniging en omdat het een mogelijke bron is voor de aanlevering van sulfide.

Totaal-fosfaat-P is door het Hoogheemraadschap van Rijnland aan ongefilterde monsters bepaald, waardoor het fosfaat-P-gehalte van organismen in het oppervlaktewater meebepaald wordt.

De overige 2 maal 6 oppervlaktewater en 2 maal 16 interstitieelwater monsters zijn door ons geanalyseerd. De meesten spektrofotometrisch (DREL/5; Hach, 1986), sommigen titrimetrisch. Bijlage 1 geeft een overzicht van de analyse methodes van het Hoogheemraadschap van Rijnland en van Giesen & Geurts.

Omdat door twee laboratoria analyses zijn uitgevoerd, zijn ter controle enkele monsters van Rijnland door ons geanalyseerd.

3. RESULTATEN.

3.1. ABIOTISCH.

SAPROPELIUMLAAG.

Op alle 26 plaatsen (in petgat 1 is een punt extra bemonsterd, nr.24a) waar watervegetatie opnamen zijn gemaakt, is de dikte van de sapropeliumlaag gemeten (tabel 1). Omdat dit ook door Den Held (1973) is gemeten en de Vereniging "De Haak" in 1984 een baggerbestek heeft gemaakt, kunnen de herhalingsopnamen van 1986 hiermee worden vergeleken (fig. 3, 5 en 6). Over het algemeen is de sapropeliumlaag op de niet gebaggerde plaatsen dikker dan in 1971. De sapropeliumlaag op deze niet gebaggerde plaatsen is per jaar gemiddeld ongeveer 10 tot 15% dikker geworden.

Op plaatsen waar wel is gebaggerd, is sinds 1971 de sapropeliumlaag niet of nauwelijks dunner geworden, hoewel men dit wel zou verwachten. Een uitzondering hierop zijn de opname plaatsen 8, 9 en 10 die in 1985 zijn gebaggerd en waar sinds 1971 de sapropeliumlaag dunner is geworden.

De waterdiepte is op de meeste gebaggerde plaatsen toegenomen (fig. 3). Er blijkt een verband te bestaan tussen de waterdiepte en de dikte van de sapropeliumlaag (fig.4); hoe dikker de sapropeliumlaag, hoe ondieper het water, hoe dunner de sapropeliumlaag hoe dieper het water. De som van de sapropelium- en de waterlaag is echter overal ongeveer gelijk. Omdat het waterpeil op -214 cm NAP wordt gehandhaafd, betekent dit dat het vaste bodemveen dat direkt onder de sapropeliumlaag ligt, overal ongeveer op dezelfde diepte begint (met uitzondering van de punten 1, 2, 9 en 10).

In 1971 begon het vaste bodemveen op een gemiddelde diepte van 138 cm onder de waterspiegel; in 1986 begint het vaste bodemveen op 178 cm diepte.

Er is dus ongeveer 40 cm vast bodemveen verdwenen. In fig. 6 zijn hiervan enkele voorbeelden te zien.

Het west - oost transekt in petgat 1 (monsterpunt 22, 21 en 20) geeft zowel in 1971 als in 1986 prachtig de in oostelijke richting afnemende sapropeliumlaag weer (fig. 7); dit wordt veroorzaakt door stroming ten gevolge van de heersende winden (Den Held & Den Held, 1976).

TEMPERATUURPROFIEL.

Tijdens de watervegetatie opnamen in 1986 is de temperatuur van de hele waterkolom en van de bodem (bovenste 5 - 10 cm) gemeten. De hierdoor verkregen temperatuurprofielen staan in fig. 8.

Bij sommige profielen (monsterpunt 1, 2, 8, 9, 10, 11, 14, 16 en 18) daalt de temperatuur naarmate de diepte groter wordt; bij andere profielen (monsterpunt 4 t/m 7, 15, 17, 19 t/m 25) stijgt de temperatuur naarmate de diepte groter wordt. In bijna alle gevallen is de temperatuur van de bodem lager dan die van de waterkolom er vlak boven.

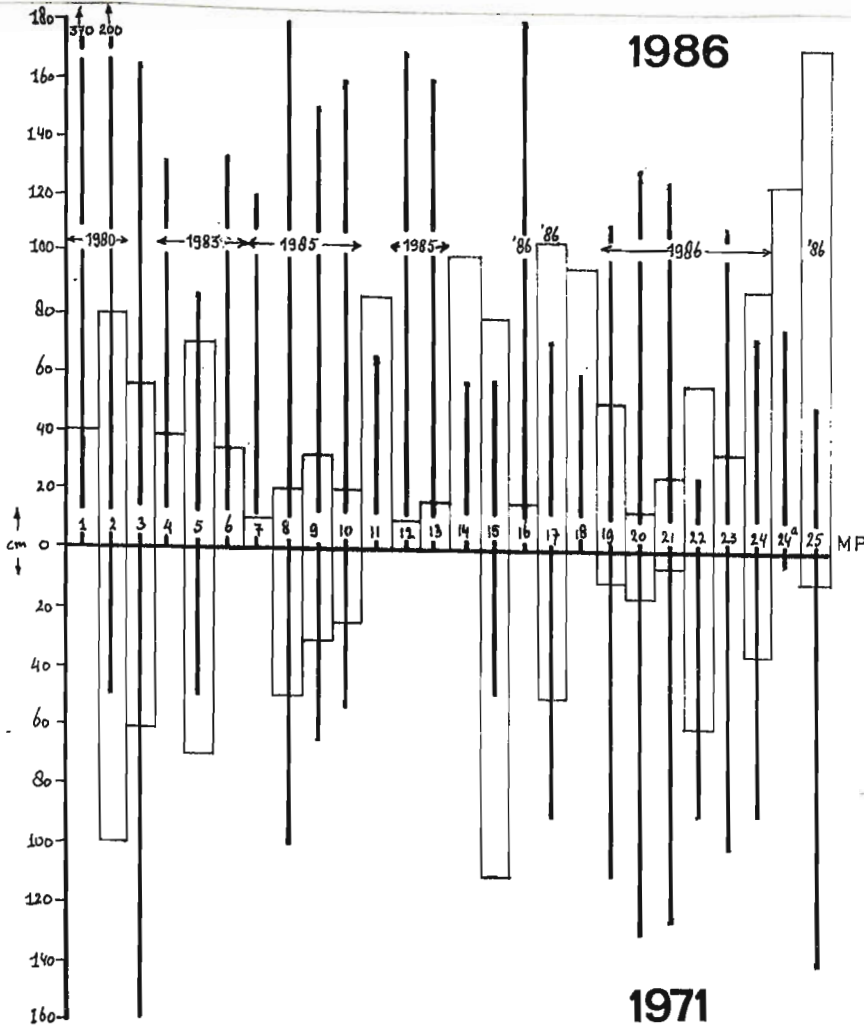


Fig. 3: Histogram met de dikte van de sapropeliumlaag (open balkjes) en de waterdiepte (lijnen) op de bemonsterde punten in 1971 en 1986. De jaartallen geven aan, wanneer op dat punt is of wordt gebaggerd. MP=monsterpunt nummer in 1986.

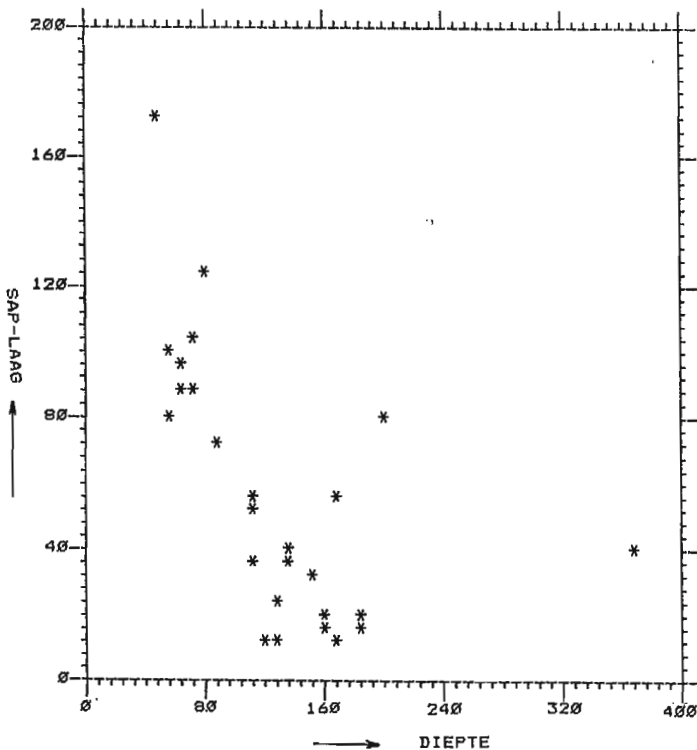


Fig. 4: De relatie tussen de waterdiepte in cm en de sapropeliumlaag in cm met meetwaarden uit 1986. Hoe dikker de sapropeliumlaag, hoe dunner de waterlaag (=waterdiepte).

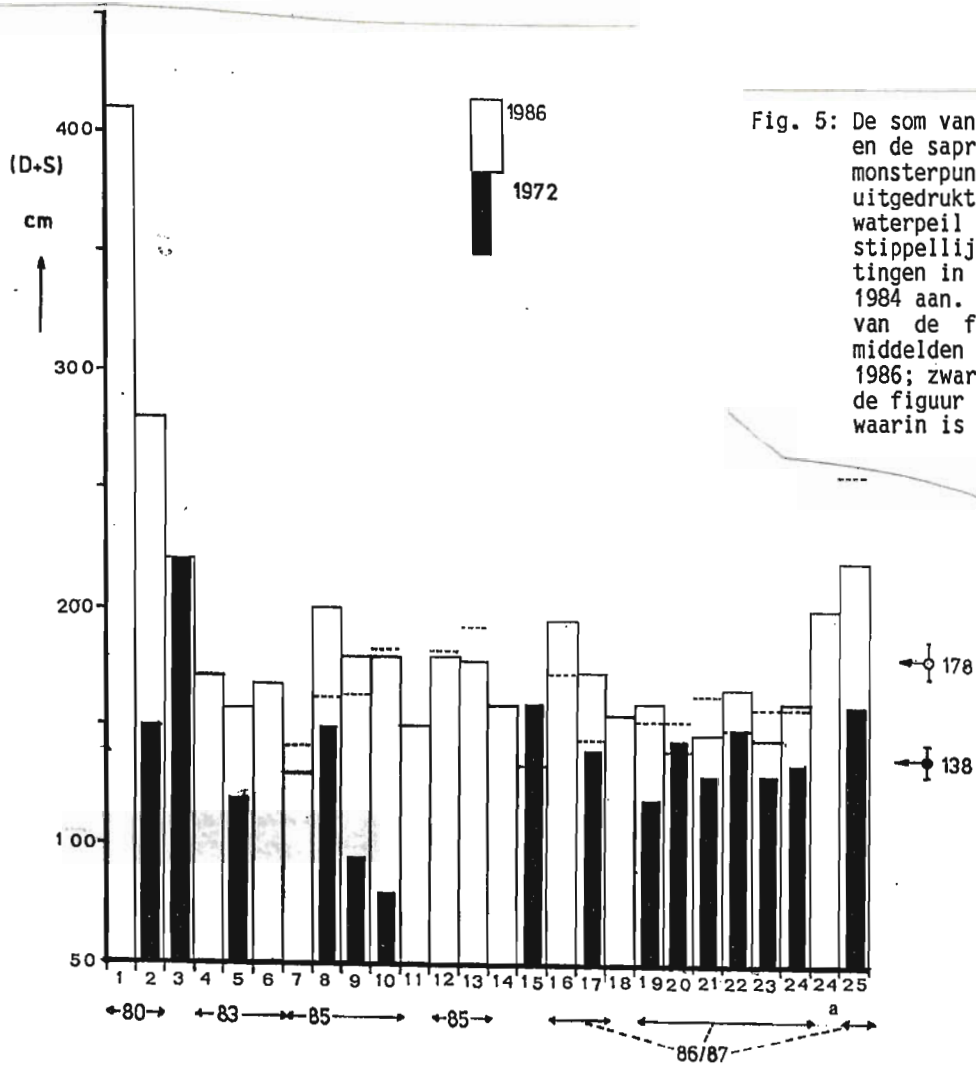


Fig. 5: De som van de waterdiepte (D) en de sapropeliumlaag (S) op de monsterpunten in 1971 en 1986, uitgedrukt in cm beneden het waterpeil (-214 cm NAP). De stippelijntjes geven de metingen in het baggerbestek van 1984 aan. De pijltjes rechts van de figuur zijn de gemiddelden (met SD); open cirkel 1986; zwarte stip 1971. Onder de figuur staan de jaartallen waarin is of wordt gebaggerd.

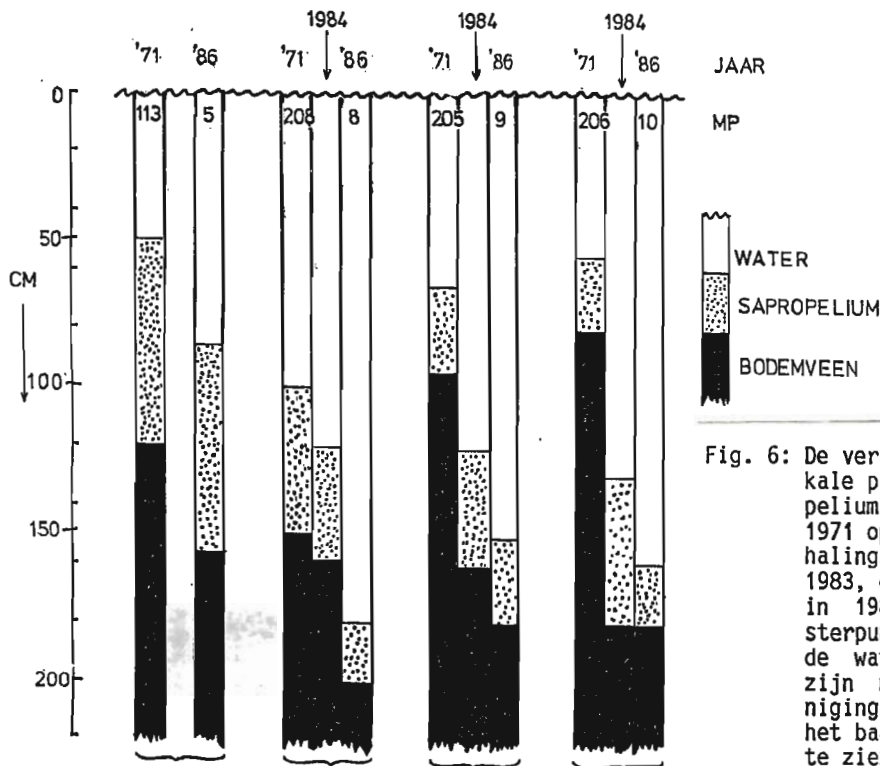


Fig. 6: De veranderingen in de verticale profielen (water-, sapropelium- en bodemveenlaag) sinds 1971 op enkele gebaggerde herhalingsopnamen. Punt 5 is in 1983, de punten 8 t/m 10 zijn in 1985 gebaggerd. MP=monsterpunt; de gegolfde lijn is de wateroppervlakte; in 1984 zijn metingen door de Vereniging De Haak verricht t.b.v. het baggerbestek. Duidelijk is te zien, dat vooral sinds 1971, dus voor het baggeren, al een deel van het vaste bodemveen is verdwenen.

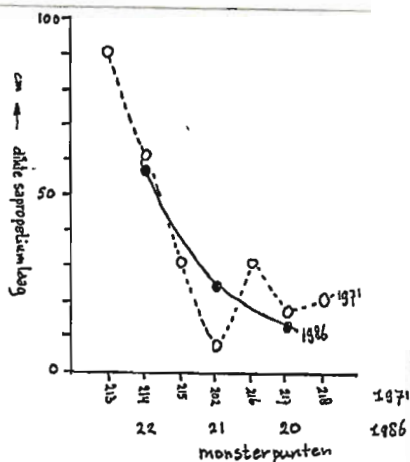


Fig. 7: Horizontaal profiel van de dikte van de sapropeliumlaag in petgat 1. Links is het westen van waaruit de heersende windrichting komt. Door stroming onder invloed van deze wind is de dikte van de sapropeliumlaag aan de leizijde het grootst (Den Held & Den Held, 1976).

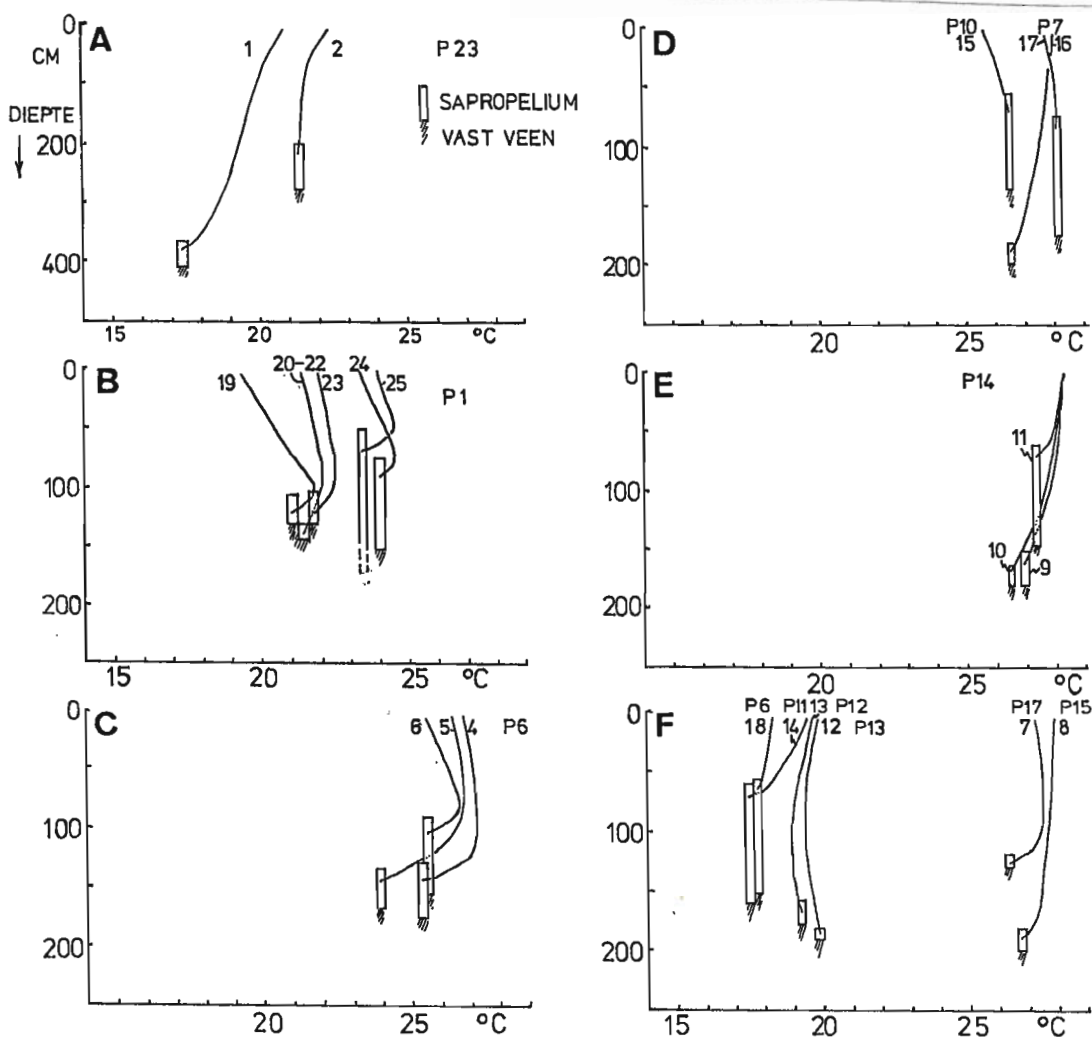


Fig. 8: Temperatuurprofiel van de waterkolom en de bovenste 5-10 cm van de bodemlaag op de plaatsen van de watervegetatie opnamen in 1986. Bij elk profiel staat het monster- en petgat nummer aangegeven. De grafieken c, d, e en f hebben dezelfde verticale schaalverdeling als grafiek b. De lijn geeft het temperatuur verloop aan.

Tabel 3-a: Eerste oppervlakte water bemonstering
in 1986 op 28/7 en 29/7.
(BW=Boswetering)
(M=Meije)

x : Worden niet gebaggerd
1980 : Jaar van baggeren

Monster- punt nr.	Petgat nr.	Analyse door:	pH	E.G.V. in u S/cm	Temp. in graden C	O2 in mg/l	O2-verz. %	NH4-N in mg/l	N03+N02-N in mg/l	P04-P in mg/l	P04-tot P in mg/l	HCO3 in mg/l	S04 in mg/l	Cl- in mg/l	Ca in mg/l	K in mg/l	Mg in mg/l	Na in mg/l	Fe-tot in mg/l	
1980	[1	23 Rijnl.	7,85	620	22,1	8,6	98,8	0,1	0,01	0,01	0,06	115	-	107	-	-	-	-	-	
	[2	23 G&G	7,50	573	22,2	9,0	104,7	0,09	0,01	0,01	0,05	134	56	110	64	-	11,0	-	0,07	
1987	- 3	BW G&G	7,90	694	23,1	10,0	117,6	0,10	0,01	0,02	0,07	171	61	120	62	-	6,9	-	0,07	
	[4	19 Rijnl.	7,70	720	23,1	6,5	75,6	0,1	0,01	0,01	0,06	145	-	126	53	11,0	15,0	78	0,04	
1983	- 5	19 Rijnl.	7,90	650	23,4	10,0	119,0	0,1	0,01	0,01	0,02	120	-	110	46	9,4	14,0	69	0,10	
	[6	19 Rijnl.	7,85	650	23,6	9,0	108,0	0,1	0,01	0,01	0,02	130	-	110	46	9,2	14,0	69	0,09	
	[7	17 Rijnl.	7,65	700	24,0	8,4	100,0	0,1	0,01	0,02	0,08	140	-	122	52	11,0	14,0	74	0,13	
1985	- 8	15 Rijnl.	7,70	690	24,2	7,1	84,5	0,1	0,01	0,02	0,06	145	-	116	51	11,0	17,0	72	0,06	
	[9	14 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1987	- 10	14 Rijnl.	7,40	670	23,8	5,6	66,7	0,1	0,01	0,02	0,04	140	-	114	50	11,0	15,0	71	0,14	
	[11 x	14 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1985	- 12	13 Rijnl.	7,40	590	24,2	6,3	75,9	0,1	0,02	0,02	0,04	96	-	106	39	9,8	12,0	65	0,12	
	[13	12 Rijnl.	7,50	560	23,0	8,0	93,3	0,1	0,01	0,01	0,04	97	-	103	36	10,0	12,0	62	0,09	
1987	- 14	11 Rijnl.	6,65	280	20,9	5,2	59,1	0,1	0,01	0,01	0,04	47	-	44	24	1,3	4,6	26	0,17	
	[15 x	10 Rijnl.	7,60	690	25,0	6,8	83,3	0,1	0,01	0,01	0,04	125	-	118	54	11,0	15,0	74	0,03	
1987	- 16	7 Rijnl.	8,20	750	24,3	10,0	120,0	0,1	0,02	0,01	0,06	150	-	133	60	12,0	16,0	81	0,09	
	[17	7 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1987	- 18 x	6 G&G	7,45	530	22,2	2,4	27,7	0,09	0,01	0,02	0,05	98	81	95	58	-	12,0	-	0,11	
	[19	1 Rijnl.	8,50	700	24,2	10,3	123,0	0,1	0,01	0,01	0,08	130	-	120	52	11,0	15,0	74	0,15	
	[20	1 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1987	- 21	1 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	[22	1 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1985	- 23	1 Rijnl.	8,60	680	24,5	10,3	124,0	0,1	0,02	0,01	0,08	130	-	123	48	11,0	15,0	73	0,07	
	[24	1 Rijnl.	8,60	680	24,2	11,2	133,0	0,1	0,02	0,01	0,08	140	-	122	50	11,0	15,0	74	0,17	
1987	- 25	1 Rijnl.	8,25	720	23,8	10,6	125,0	0,1	0,02	0,01	0,10	145	-	131	52	11,0	16,0	82	0,18	
26	vervalt i.v.m. late baggeren																			
1987	- 27 x	M G&G	8,00	880	22,0	10,3	117,8	0,24	0,12	0,01	0,08	207	83	168	63	-	8,8	-	0,13	
	[28	BW G&G	7,75	900	22,7	6,7	77,0	0,61	0,09	0,20	0,28	232	71	161	68	-	9,2	-	0,19	
1987	- 29 x	25 G&G	7,75	645	-	-	-	0,32	0,03	0,02	0,05	116	60	115	60	-	7,1	-	0,08	

Tabel 3-b: Tweede oppervlakte water bemesting
 in 1986 op 22 en 23 september
 (BW=Boswetering)
 (M=Meije)

Monster- punt nr.	Petgat nr.	Analyse door:	pH	E.G.V. in u S/cm	Temp. in graden C	02 in mg/l	02-verz. %	NH4-N in mg/l	N03+N02-N in mg/l	P04-P in mg/l	P04-tot P in mg/l	HC03 in mg/l	S04 in mg/l	Cl- in mg/l	Ca in mg/l	K in mg/l	Mg in mg/l	Na in mg/l	Fe-tot in mg/l
1	23	Rijnl.	7,90	630	13,8	-	-	0,1	0,02	0,01	0,04	120	-	118	60	13,0	14,0	71	0,14
2	23	G&G	7,65	640	14,3	5,3	52,0	0,12	0,02	0,01	0,03	116	55	120	58	-	13,0	-	0,09
3	BW	G&G	7,70	750	14,6	5,5	54,5	0,11	0,02	0,02	0,04	146	58	147	54	-	7,0	-	0,08
4	19	Rijnl.	7,80	730	13,9	-	-	0,1	0,02	0,01	0,04	145	-	142	46	12,0	9,4	83	0,18
5	19	Rijnl.	7,85	660	14,2	-	-	0,1	0,02	0,01	0,01	130	-	125	36	11,0	16,0	74	0,08
6	19	Rijnl.	7,85	650	13,9	-	-	0,1	0,02	0,01	0,01	120	-	120	34	11,0	16,0	75	0,08
7	17	Rijnl.	7,80	750	13,9	4,9	47,3	0,1	0,02	0,01	0,04	150	-	144	42	13,0	17,0	88	0,05
8	15	Rijnl.	7,95	760	14,0	7,8	75,8	0,1	0,01	0,02	0,04	150	-	150	42	13,0	18,0	89	0,19
9	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	14	Rijnl.	7,70	750	14,0	6,6	64,1	0,1	0,02	0,01	0,04	150	-	145	43	12,0	17,0	85	0,09
11	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	13	Rijnl.	7,55	580	14,9	-	-	0,1	0,01	0,01	0,04	89	-	113	32	11,0	14,0	68	0,14
13	12	Rijnl.	7,70	570	15,2	7,9	79,0	0,1	0,03	0,01	0,02	92	-	110	28	11,0	14,0	67	0,13
14	11	Rijnl.	6,85	270	13,7	-	-	0,1	0,03	0,01	0,04	46	-	51	17	0,7	5,6	28	0,19
15	10	Rijnl.	7,30	670	13,5	5,8	56,0	0,1	0,04	0,01	0,04	100	-	131	34	11,0	17,0	78	0,06
16	7	Rijnl.	7,85	800	14,0	7,2	70,0	0,1	0,04	0,01	0,08	145	-	163	45	14,0	18,0	94	0,12
17	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	6	G&G	7,35	555	14,9	4,3	43,0	0,10	0,02	0,02	0,05	79	49	125	50	-	14,0	-	0,13
19	1	Rijnl.	8,10	740	14,1	8,3	80,9	0,1	0,09	0,02	0,06	150	-	144	40	12,0	17,0	82	0,10
20	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	1	Rijnl.	8,10	740	14,0	8,6	83,6	0,1	0,03	0,02	0,06	140	-	144	42	13,0	17,0	82	0,14
24	1	Rijnl.	8,05	730	14,4	-	-	0,1	0,03	0,01	0,06	145	-	145	42	13,0	17,0	83	0,10
25	1	Rijnl.	7,64	790	13,9	5,4	52,4	0,1	0,05	0,01	0,12	145	-	158	45	14,0	18,0	94	0,26
26	vervalt	i.v.m. late baggeren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	M	G&G	7,85	892	14,4	6,9	67,9	0,18	0,15	0,02	0,06	195	78	182	61	-	8,1	-	0,14
28	BW	G&G	7,45	950	14,6	2,0	19,7	1,85	0,17	0,33	0,38	262	62	172	60	-	11,0	-	0,17
29	25	G&G	7,70	685	14,0	4,5	43,7	0,14	0,03	0,02	0,06	140	60	125	55	-	8,2	-	0,10

Tabel 4a: Interstitieel water 1e bemonstering 28/7 en 29/7 1986.
 concentraties in mg/l

Monster- punt	Petgat	pH	E.G.V. uS/cm	NH4 als N	NO3+ NO2 als N	Fosfaat Ortho Tot. als P als P	HC03	S04	Cl-	Ca++	Mg++	Fe totaal
1	23	6.20	2131	3.07	6.44	0.31 0.31	187	348	307	110	7.36	1.38
4	19	6.55	1609	7.04	2.21	0.40 0.80	245	181	463	161	9.65	0.80
5	19	6.59	1976	19.27	3.61	0.48 1.20	<5	1152	578	164	7.71	1.93
6	19	6.53	1965	32.75	1.82	0.91 1.64	<5	615	273	167	15.10	2.91
7	17	6.73	1204	19.41	1.55	0.97 1.94	355	194	349	93	4.66	0.78
8	15	6.58	1101	18.35	1.15	0.69 1.38	<5	665	413	62	6.65	2.52
10	14	6.80	1667	15.05	10.19	0.23 0.46	<5	591	301	155	10.19	3.47
12	13	6.90	1561	8.33	0.21	0.42 0.83	<5	572	312	167	6.04	0.62
13	12	6.92	1266	2.32	3.09	0.15 0.46	<5	383	262	122	4.79	1.85
14	11	6.90	1149	15.32	6.32	0.38 2.11	<5	57	345	168	4.59	1.72
15	10	6.92	1110	25.30	1.96	0.33 0.82	<5	468	212	157	15.67	0.98
16	7	7.03	1464	15.29	0.16	0.48 0.97	<5	507	322	129	16.09	0.48
19	1	6.90	1365	18.38	4.90	1.05 2.63	320	149	368	140	16.80	2.63
23	1	6.85	1308	6.13	4.50	0.41 0.82	<5	368	266	168	19.62	2.25
24	1	6.95	1741	15.09	9.52	0.23 1.16	<5	708	511	204	22.28	1.16
25	1	7.00	1270	18.52	6.00	0.53 1.06	<5	415	282	129	15.88	2.65

Tabel 4b: Interstitieel water 2e bemonstering 22/9 en 23/9-'86.
 concentraties in mg/l

Monster- punt	Petgat	pH	E.G.V. uS/cm	NH4 als N	NO3+ NO2 als N	Fosfaat Ortho Tot. als P als P	HC03	S04	Cl-	Ca++	Mg++	Fe totaal
1	23	6.85	1023	1.86	9.30	0.19 0.56	340	335	391	71	3.54	1.49
4	19	6.80	1093	3.28	5.46	0.22 0.44	400	181	568	90	3.28	0.66
5	19	6.82	1221	16.96	5.09	0.17 0.68	517	933	458	86	3.22	1.87
6	19	6.88	1182	14.50	5.58	1.56 2.01	408	870	357	170	4.69	0.22
7	17	6.83	968	18.89	3.54	0.94 1.18	576	189	449	43	2.13	1.18
8	15	7.22	1948	4.87	4.06	0.32 0.97	693	568	341	31	1.62	1.14
10	14	6.72	1791	0	11.37	0.28 0.57	520	341	426	148	3.41	3.69
12	13	6.80	1176	10.78	2.94	0.20 0.59	717	451	333	155	2.16	1.37
13	12	6.90	981	2.13	6.40	0.21 1.28	390	427	384	177	2.56	2.13
14	11	6.79	706	5.49	3.45	0.31 1.26	287	47	330	41	2.98	1.10
15	10	7.00	761	2.78	4.64	0.37 0.74	340	464	260	167	12.07	1.30
16	7	6.81	1607	23.37	3.80	0.88 3.51	356	362	701	237	2.63	0.58
19	1	6.80	1313	2.92	11.09	0.44 3.79	534	555	671	184	14.01	3.50
23	1	6.85	1130	2.69	7.00	0.54 0.54	328	431	404	188	12.92	2.42
24	1	6.99	1055	8.18	6.91	0.55 0.55	278	600	455	111	8.73	0.55
25	1	6.95	1245	15.56	7.97	1.17 1.56	237	622	350	109	9.33	2.33

Tabel 5a: Gemiddelden (x) met standaard afwijking (SD) en minimum- en maximumwaarden (min en max) van analyses aan oppervlaktewater monsters in alle petgaten in 'De Haak' in 1969, 1971 en 1986. De monsters zijn genomen in de overgang van zomer naar herfst. Zie voor onderlinge relaties en voor de verklaring van afkortingen fig. 10 (1:n=12; 2:n=3; 3:n=25, data 22-VII t/m 21-VIII; §: slechts een waarneming). Aantal waarnemingen 1969: 6; 1971:15; 1986:19.

oppervlakte water petgaten									
1969			1971			1986			
	x	SD	min-max	x	SD	min-max	x	SD	min-max
pH	8,1	0,3	7,5-8,4	8,0	0,4	7,1-8,4	7,7	0,3	6,85-8,10
EGV	1325	18	900-1700	1497	80	1300-1550	668	121	270-800
NH ₄ ⁺	0,20	0,17	0,07-0,51	0,55	1,43	0,04-5,7	0,10	0,01	0,10-0,12
NO ₂₊₃	0,046	0,043	0,011-0,131	0,058	0,013	0,055-0,105	0,03	0,01	0,01-0,09
o-PO ₄ ³⁻	0,012	0,015	0-0,041	0,007	0,007	0,001-0,028	0,01	0,01	0,01-0,02
t-PO ₄ ³⁻	0,022	0,019	0,010-0,060	0,028	0,010	0,014-0,047	0,05	0,03	0,01-0,12
HCO ₃ ⁻	198	35	159-238	143	28	67-177	124	30	46-150
Cl ⁻	354	99	224-470	341	25	278-364	130	24	51-161
O ₂ -%	-	-	-	-	-	-	62,3	3,9	43,0-83,6
SO ₄ ²⁻	-	-	-	-	-	76 §	55	6	49-60
DZ	-	-	-	-	-	-	65	27	31-135
data	31-VIII en 20-IX			25-IX			22-IX en 23-IX		

Tabel 5b: Gemiddelden (x) met standaard afwijking (SD) en minimum- en maximumwaarden (min en max) van analyses aan oppervlaktewater monsters in de Boswetering in 1971 en 1986. De oppervlaktewater monsters zijn genomen in de overgang van zomer naar herfst. De verklaring van afkortingen staat in fig.10. §: 1=1971, 2=1986; P=significantiegrens; v=aantal vrijheidsgraden. Het aantal waarnemingen in 1971 is 7 en in 1986 is dat 2.

oppervlakte water Boswetering									
1971			1986			relatie P		v	
	x	SD	min-max	x	SD	min-max	(§)		
pH	8,1	0,1	8-8,3	7,6	0,2	7,70-7,45	1=2	0,15 1	
EGV	1521	49	1450-1600	850	141	750-950	1>2	<0,001 7	
NH ₄ ⁺	0,04	0,02	0,02-0,06	0,98	1,23	0,11-1,85	1<2	0,04 7	
NO ₂₊₃	<0,055	0	<0,055	0,10	0,11	0,02-0,17	1=2	0,64 1	
o-PO ₄ ³⁻	0,020	0,011	0,007-0,037	0,18	0,22	0,02-0,33	1<2	0,05 7	
t-PO ₄ ³⁻	0,044	0,018	0,024-0,071	0,21	0,24	0,04-0,38	1<2	0,05 7	
HCO ₃ ⁻	164	14	146-183	204	82	146-262	1=2	0,18 7	
Cl ⁻	352	16	334-380	160	18	147-172	2>3	0,03 7	
O ₂ -%	-	-	-	37,1	24,6	19,7-54,5	-	- -	
SO ₄ ²⁻	-	-	-	60	3	58-62	-	- -	
DZ	-	-	-	-	-	55	-	- -	
data	25-IX			22-IX en 23-IX					

Tabel 5c: Gemiddelden (x) met standaard afwijking (SD) en minimum- en maximumwaarden (min en max) van analyses aan oppervlaktewater monsters in alle petgaten van 'De Haak' in zomer en herfst van 1986. De verklaring van afkortingen staat in fig. 10. z=zomer, h=herfst; P=significantiegrens; v=aantal vrijheidsgraden. Het aantal waarnemingen is 19. *=aantal waarnemingen is 3.

oppervlakte water petgaten								
zomer			herfst			relatie P v		
	x	SD	min-max	x	SD	min-max		
pH	7,8	0,5	7,4-8,6	7,7	0,3	6,85-8,10	z=h	0,60 36
EGV	637	104	530-750	668	121	270-800	z=h	0,39 36
NH ₄ ⁺	0,11	0,05	0,09-0,32	0,10	0,01	0,10-0,12	z=h	0,56 36
NO ₂₊₃ ⁻	0,01	<0,01	0,01-0,03	0,03	0,01	0,01-0,09	z<h	<0,001 36
o-PO ₄ ³⁻	0,01	<0,01	0,01-0,02	0,01	<0,01	0,01-0,02	z=h	0,055 36
t-PO ₄ ³⁻	0,06	0,02	0,02-0,08	0,05	0,03	0,01-0,12	z=h	0,07 35
HCO ₃ ⁻	123	25	47-150	124	30	46-150	z=h	0,95 35
Cl ⁻	112	19	44-133	130	24	51-161	z<h	0,013 34
O ₂ -%	95,6	5,3	27,7-133,0	62,3	3,9	43,0-83,6	z>h	<0,001 28
SO ₄ ²⁻ *	66	13	56-81	55	6	49-60	z=h	0,28 3
DZ	65	27	31-135	-	-	-	-	-
data	28-VII en 29-VII			22-IX en 23-IX				

Tabel 5d: Gemiddelden (x) met standaard afwijking (SD) en minimum- en maximumwaarden (min en max) van analyses aan oppervlaktewater monsters in de Boswetering van 'De Haak' de in zomer en herfst van 1986. De verklaring van afkortingen staat in fig. 10. Het aantal waarnemingen is 2. Geen van de gemiddelden verschillen significant; P is steeds veel groter dan 0,15.

oppervlakte water Boswetering						
zomer			herfst			
	x	SD	min-max	x	SD	min-max
pH	7,8	0,1	7,75-7,90	7,6	0,2	7,70-7,45
EGV	797	146	694-900	850	141	750-950
NH ₄ ⁺	0,36	0,36	0,10-0,61	0,98	1,23	0,11-1,85
NO ₂₊₃ ⁻	0,05	0,06	0,01-0,09	0,10	0,11	0,02-0,17
o-PO ₄ ³⁻	0,11	0,13	0,02-0,20	0,18	0,22	0,02-0,33
t-PO ₄ ³⁻	0,18	0,15	0,07-0,28	0,21	0,24	0,04-0,38
HCO ₃ ⁻	202	43	171-232	204	82	146-262
Cl ⁻	141	29	120-161	160	18	147-172
O ₂ -%	97,3	29	77,0-117,6	37,1	24,6	19,7-54,5
SO ₄ ²⁻	66	7	61-71	60	3	58-62
DZ	-	-	-	-	-	55
data	28-VII en 29-VII			22-IX en 23-IX		

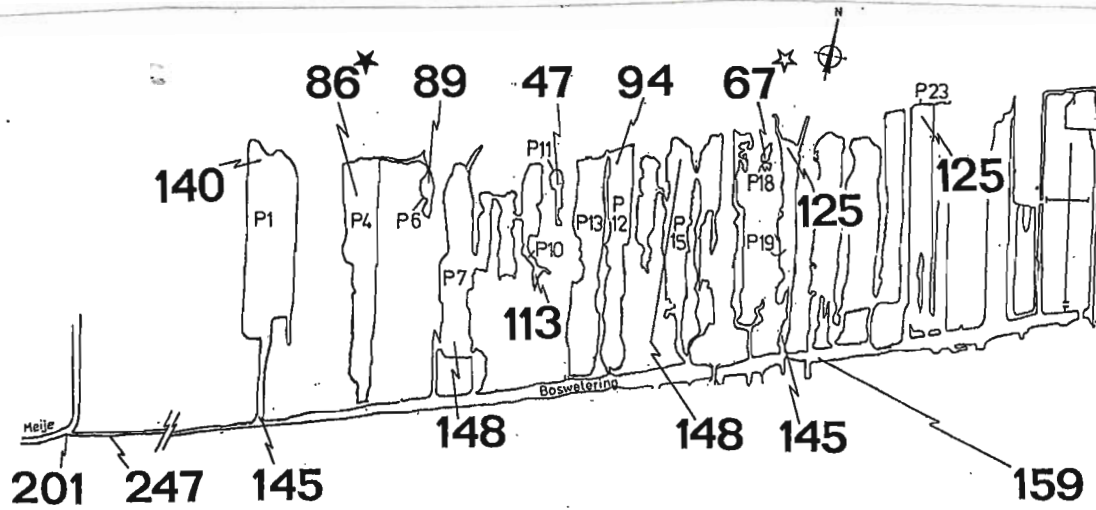


Fig. 9: Gemiddelde bicarbonaatgehalten (HCO_3^- , alkaliniteit) in mg/l in verschillende delen van "De Haak" (sterk vereenvoudigde kaart) in 1986. Open ster: waarde in 1971; zwarte ster: waarde in 1983 (resp. Den held, 1973 en De Klein & Bakker, 1983). Het bicarbonaatgehalte is duidelijk lager in geïsoleerde petgaten; in delen van petgaten verder van de Boswetering af is de waarde wat hoger en dicht bij de Boswetering zijn de waarden nog hoger. De hoogste bicarbonaatgehalten zijn gemeten in de Boswetering, de Meije en bij het inlaatpunt bij boerderij "de Kievit".

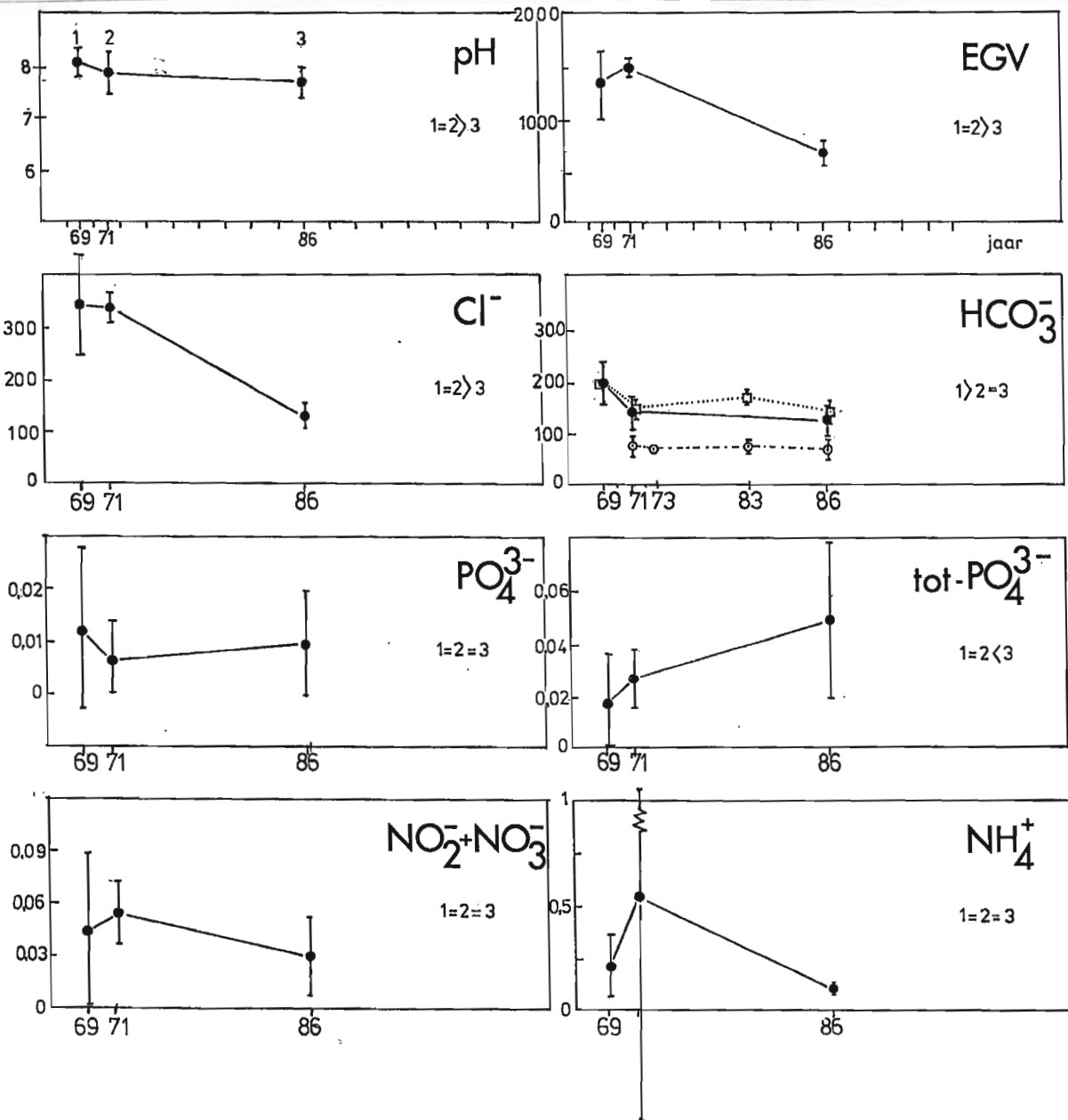


Fig. 10: Gemiddelden met standaard afwijking (resp. stip en verticale streep) van enkele chemische parameters. Het betreft gemiddelden van metingen aan oppervlakte water monsters uit alle petgaten in 1969 (1), 1971 (2) en 1986 (3). Dus exclusief de punten in de Meije en de Boswetering. De open stip in de bicarbonaat figuur is het gemiddelde van de geïsoleerde, het vierkantje het gemiddelde van de niet geïsoleerde petgaten. Het aantal waarnemingen op 31.VIII en 20.IX.1969 is 6, op 25.IX.1971 is dat 15 en op 22 en 23.IX.1986 zijn er 19 waarnemingen. De parameters zijn weergegeven in mg/l; EGV in µS/cm; pH in $-\log(H^+)$. De onderlinge vergelijkingen van de jaargemiddelden (1, 2 en 3) zoals 1=2<3, geven aan of deze gemiddelden gelijk (=) zijn of significant ($<0,05$) verschillen (< of >). Dit is getest met de toets van Student; Sachs, 1978). Zie ook tabel 5a.

Afkortingen: pH=zuurgraad; EGV=electrisch geleidingsvermogen; Cl⁻ =chloride; HCO₃⁻ = bicarbonaat; PO₄³⁻ = ortho-fosfaat-P; tot-PO₄³⁻ = totaal fosfaat-P; NO₂⁻+NO₃⁻ = nitriet + nitraat; NH₄⁺ = ammonium-N.

3.2. CHEMISCHE EN FYSISCHE ANALYSE RESULTATEN.

In tabel 3 a+b en staan de resultaten van de chemische- en fysische analyses van het oppervlaktewater in 1986. De waarden zijn uitgedrukt in mg per liter, om vergelijkingen met vroegere metingen en de metingen van het Hoogheemraadschap van Rijnland mogelijk te maken (voor uitzonderingen op deze eenheid zie tabel 3 a+b en 4 a+b).

Omdat de exakte oppervlaktewater monsterplaatsen uit 1971 (Den Held, 1973) niet bekend zijn (er is alleen aangegeven in welk petgat watermonsters voor de analyses zijn verzameld), kan in 1986 slechts een vergelijking tussen de oppervlaktewater kwaliteit in 1971 en 1986 in petgaten worden gemaakt.

De meest opvallende veranderingen in het oppervlaktewater t.o.v. 1971 hebben plaats gehad in het elektrisch geleidingsvermogen (E.G.V.) en het chloride gehalte (fig. 10 en tabel 5a+b). In 1969 was het E.G.V. in het oppervlaktewater van de petgaten gemiddeld 1325 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (max. 1700 $\mu\text{S}/\text{cm}$); in 1971 gemiddeld 1497 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (tussen 1300 en 1550 $\mu\text{S}/\text{cm}$); en in 1986 nog slechts gemiddeld 668 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (tussen 270 - 950 $\mu\text{S}/\text{cm}$ herfstmeting, tabel 3a en 3b, 5a en fig. 9).

Het gemiddelde chloride gehalte van het oppervlaktewater in de petgaten daalde van 354 mg/l in 1969 naar 341 mg/l in 1971 tot 130 mg/l in 1986 (herfst).

Een andere, minder opvallende verandering is opgetreden in het bicarbonaat gehalte (HCO_3^-) van het oppervlaktewater. In 1969 lag het gemiddelde op 198 mg/l HCO_3^- , in 1971 was dit gemiddeld 143 mg/l HCO_3^- en in 1986 vinden we gemiddeld 124 mg/l HCO_3^- . De laatste twee waarden zijn niet significant verschillend, ze geven hoogstens een dalende trend aan.

In de geïsoleerde petgaten 6, 11, 12 en 13 zijn, in alle vergeleken jaren, lage bicarbonaat waarden in het oppervlaktewater gevonden.

Sinds 1969 is er in het oppervlaktewater van "De Haak" een globale daling van het bicarbonaat gehalte (HCO_3^-) opgetreden, die vermoedelijk samenhangt met de daling van het chloride gehalte. Door deze daling dalen de hieraan sterk gekorreleerde parameters magnesium en natrium eveneens. Ook calcium volgt deze trend. Al deze factoren hangen samen met kwel of brak water invloed (De Lange & De Ruiter, 1978, Segal, 1965).

Het gemiddelde totaal-fosfaat-P gehalte in het oppervlaktewater is wat gestegen; van 0,022 mg/l in 1969 naar 0,05 mg/l in 1986.

In tabel 5 a+b en fig. 10 is een overzicht van deze veranderingen gegeven waaruit duidelijk blijkt, dat in de petgaten van "De Haak" de concentraties nutriënten (nitraat en fosfaat) nauwelijks of niet zijn toegenomen. Wel is in de meeste petgaten sinds 1971 het totaal-fosfaat gehalte in het oppervlaktewater toegenomen. In de geïsoleerde petgaten 10, 11 en 14 is het nitraatgehalte in het oppervlaktewater sinds 1971 afgenomen.

Verder is het opvallend, dat punt 14 (petgat 11) blijkbaar nauwelijks brakke invloed ondervindt (o.a. zeer laag chloride gehalte).

In het oppervlaktewater van de Boswetering zijn de concentraties

nitraat en fosfaat toegenomen (tab. 5b). Bij de inlaat bij boerderij "De Kievit" (Kroosdek ca. 30%) is het ammonium gehalte in het oppervlaktewater in 1986 (in de zomer) ongeveer 20 maal zo hoog als in 1971; het reactieve fosfaat is 10 maal zo hoog en het totaal fosfaat 7 maal zo hoog als in 1971. Het oppervlaktewater in de Meije (opname punt 27) bevat minder nutriënten (tabel 3a+b). Over het algemeen zijn in de Boswetering alle nutriënten-koncentraties hoger dan in de petgaten; de Boswetering zal dus zeker een bron van vervuiling zijn voor de petgaten. Dit is ook al in 1971 vastgesteld (Den Held, 1973).

Het verschil tussen de analyseresultaten van het oppervlaktewater in de zomer en in de herfst van 1986, uit zich vooral in een gemiddeld lager O_2 -verzadigingspercentage in de herfst. Verder zijn de nitraat- en chloride concentraties in het oppervlaktewater van de petgaten in de herfst wat hoger. In de Boswetering is geen significant verschil tussen zomer en herfst gevonden; wel is dezelfde trend te zien als in de petgaten.

Over de resultaten van de analyses in het interstitieelwater kunnen we kort zijn. Omdat deze analyses nog niet eerder zijn uitgevoerd, is geen vergelijking met andere jaren mogelijk. De resultaten van deze analyses staan in tabel 4a en 4b.

Zoals verwacht, zijn de concentraties in het interstitieelwater veel hoger dan in het oppervlaktewater, met uitzondering van de pH.

Enkele opvallende aspecten moeten echter genoemd worden: de pH in het interstitieelwater ligt in het algemeen onder de 7, in het oppervlaktewater is de pH minstens 0,5 eenheden hoger. Het interstitieelwater is in de zomer niet tot zeer zwak gebufferd (zacht water), in de herfst zwak tot matig gebufferd (matig zacht water; De Lyon & Roelofs, 1986). Het oppervlaktewater is matig hard tot hard te noemen.

Als we de diverse concentraties in het interstitieelwater in "De Haak" vergelijken met de door De Lyon & Roelofs (1986; die een grote verscheidenheid aan wateren in Nederland hebben onderzocht) gevonden waarden zien we het volgende:

* de fosfaatgehalten in "De Haak" behoren niet tot de hoogste in Nederland.

* de ammonium- en nitraat + nitriet-koncentraties zijn nogal hoog.

* Het chloride-gehalte is, zoals in verband met brak water invloeden (inlaat, kwel) verwacht kon worden, relatief hoog.

Deze hogere concentraties in het interstitieelwater kunnen er voor zorgen, dat de concentraties in het oppervlaktewater hoger worden.

SEIZOENSINVLOEDEN.

In tabel 5c en 5d staan de gemiddelden van de chemische- en fysische parameters van het oppervlaktewater in de petgaten en de Boswetering van "De Haak" in 1986. In fig. 11 staan de gemiddelden van dezelfde parameters in het interstitieelwater.

In het oppervlaktewater van de petgaten is in de herfst het chloride- en nitraatgehalte hoger dan in de zomer, terwijl het zuurstofverzadigingspercentage in de herfst lager is dan in de zomer. Bij de overige parameters is geen significant verschil

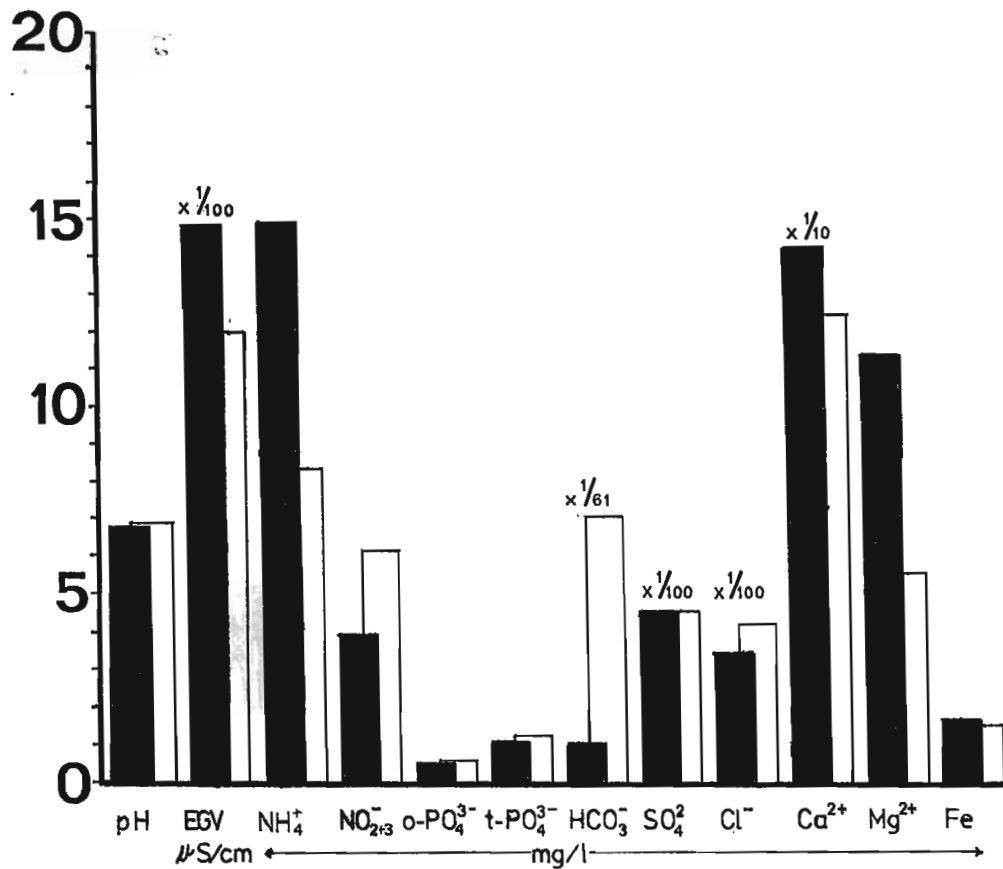


Fig. 11: Gemiddelden (n=16) van chemische en fysische parameters van analyses van het interstieel water in de Haak in de zomer- (blauwe kolommen) en de herfstsituatie (witte kolommen) van 1986. Zie voor exakte waarde tabel 4a en 4b; voor uitleg van de afkortingen fig. 10). Sommige waarden zijn door 10 of 100 gedeeld om de schaal te vereenvoudigen. Het bicarbonaat gehalte is door 61 gedeeld, zodat de hoogte van de kolommen het gehalte in milliequivalenten per liter aangeven.

tussen de zomer- en herfstwaarden vastgesteld.

In het oppervlaktewater van de Boswetering is dezelfde trend waarneembaar (tab. 5d), de verschillen zijn echter niet significant.

In de herfst zijn in het interstitieelwater over het algemeen opvallend lagere concentraties ammonium, magnesium en lagere EGV waarden gemeten. Daarentegen waren de nitraat + nitriet en bicarbonaat waarden in de herfst van 1986 hoger dan in de zomer. De overige parameters verschillen in de zomer en de herfst nauwelijks (fig. 11).

3.3. BIOTISCH.

3.3.1. HERHALINGS-OPNAMEN.

Van de 26 watervegetatie opnamen zijn er in 1971 door Den Held (1973) 12 op exakt dezelfde plaats genomen. De herhalingsopnamen van 1986 kunnen worden vergeleken met de toestand van de watervegetatie in 1971. De herhalingsopnamen van 1986 zijn de opnamen nrs. 5, 8, 10, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24 en 25.

Alle 12 herhalingsopnamen worden hierna besproken. De nummers tussen haakjes zijn de watervegetatie opnamen uit Den Held (1973); de ligging van de monsterpunten is te zien in fig. 1.

OPNAME 5 (113): PETGAT 19, GEBAGGERD IN 1983.

Bij deze watervegetatie opname is in 1986 veel *Najas marina* (Groot nimfkruid) en *Ceratophyllum demersum* (Gedoornd hoornblad) gevonden, maar ook Draadwier en *Fontinalis antipyretica* (Bronmos). In de opname en in de omgeving ervan is relatief veel *Utricularia minor* (Klein blaasjeskruid) waargenomen.

In vergelijking met 1971 valt op, dat van de toen gevonden drie Characeae (Kranswieren) alleen *Nitella flexilis* en *Chara globularis* nog aanwezig zijn, maar in sterk verminderde bedekkingen. *Ceratophyllum demersum* en *Nitella mucronata* (Kranswier) zijn in 1986 wel gevonden en ontbreken in 1971. De Characeae-variant van de *Najas marina* vegetaties (Den Held, 1973) is verschoven in de richting van de *Ceratophyllum demersum*-variant. Daarbij komt de introductie van *Nitella mucronata*, een polysaprobe soort die volgens Maier (1972) "vervuiling" verdraagt (zie ook Krause, 1981).

Watervegetatie opname 5 is een van de weinige opnamen, waarvan het water tijdens de vegetatie opname tot op de bodem helder was.

OPNAME 8 (208): PETGAT 15, GEBAGGERD IN 1985.

In deze opname heeft *Fontinalis antipyretica* de hoogste bedekking; verder is nog wat *Najas marina* gevonden. De in 1971 aanwezige Characeae zijn niet meer gevonden.

Ook hier heeft een verschuiving van vegetaties plaats gehad (van Characeae vegetatie naar *Fontinalis* vegetatie).

Ten opzichte van 1971 zijn in 1986 op opname punt 8 de chemische parameters totaalfosfaat, fosfaat en nitraat + nitriet, die op verontreiniging wijzen, relatief hoog en het doorzicht is minder dan de helft van de diepte.

OPNAME 10 (206): PETGAT 14, GEBAGGERD IN 1985.

Dit is een opname waar veel draadwier is gevonden, maar ook *Najas marina*.

In 1971 is hier *Nitellopsis obtusa* (Kranswier) gevonden ; in 1986 niet meer.

In 1971 is geen Draadwier en *Fontinalis antipyretica* gevonden in

1986 wel.

Door het baggeren is de sapropeliumlaag niet dunner geworden, wel is hier sinds 1971 ca. 1 meter vaste veenbodem verdwenen (zie fig. 6).

Alle nutriënten in het oppervlaktewater zijn sinds 1971 hoger geworden.

OPNAME 15 (174): PETGAT 10, NIET GEBAGGERD.

Deze watervegetatie opname is gemaakt in een sterk geïsoleerd deel van petgat 10. *Chara globularis* is in 1986 niet gevonden.

De aanwezigheid van *Typha angustifolia* (Kleine lisdodde) en *Phragmites australis* (Riet) duidt op een neiging tot verlanding. Hoewel Den Held (1973) wijst op abrupte overgangen van open water naar helofyten vegetaties (soorten die onder water wortelen maar met de stengel boven het water uitkomen), is op dit opname punt en op de punten 11, 14, 18 en 24a wel een geleidelijke, maar geen abrupte overgang gekonstateerd.

Naar de oever toe is het open water steeds dichter begroeid met *Typha* en *Phragmites*; de echte moerasvegetatie begint echter wel abrupt. De geleidelijke overgang ontstaat waarschijnlijk door het ondiepe water en de beschutting. Het water is erg helder.

Sinds 1971 zijn in het oppervlaktewater de nitraat + nitriet concentraties gedaald en is de fosfaat concentratie aanzienlijk gestegen.

OPNAME 17 (210): PETGAT 7, WORDT IN 1987 GEBAGGERD.

In deze opname is in 1986 geen *Nitellopsis obtusa*, *Myriophyllum spicatum* en *Potamogeton pectinatus* meer gevonden. De bedekking van het Bronmos is in vergelijking met 1971 afgenomen.

De dikte van de sapropeliumlaag is in 1986 ongeveer twee keer zo groot als in 1971. De waterkwaliteit is sinds 1971 niet wezenlijk veranderd.

OPNAME 19 t/m 25 (resp. 203, 217, 202, 214, 200,
117 en 212).

PETGAT 1, WORDT IN 1987 GEBAGGERD.

De watervegetaties in deze opnamen bestaan uit veel *Fontinalis antipyretica* en Draadwier, soms is *Nymphaea alba* en *Nuphar lutea* gevonden. Sinds 1971 zijn o.a. *Najas marina*, *Nitellopsis obtusa*, *Nitella flexilis*, *Chara globularis* en *Myriophyllum spicatum* uit deze serie watervegetatie opnamen verdwenen.

Slechts op punt 24a, een later toegevoegde opname in een geïsoleerd deel van petgat 1, is *Najas marina* gevonden. In 1971 is deze soort nog in het hele petgat gevonden.

In het oppervlaktewater zijn relatief hoge concentraties totaal-fosfaat en nitraat + nitriet gemeten (tabel 3 a+b). Ten opzichte van 1971 is alleen de totaal-fosfaat concentratie gestegen.

Samenvattend kan worden gezegd, dat geen enkele watervegetatie zich heeft kunnen handhaven in de staat zoals ze in 1971 door Den

Held zijn opgenomen. Het meest opvallende is, dat in 1986 de Characeae en de brakwater indicerende soorten zoals *Chara hispida* en *Najas marina* (Den Held & Den Held, 1976) op veel plaatsen zijn verdwenen.

3.3.2. NIEUWE WATERVEGETATIE OPNAMEN.

In 1986 zijn 14 nieuwe watervegetatie opnamen in "De Haak" gemaakt. Dit zijn de nrs. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 18 en 24a. De ligging van deze opnamen is te zien in fig. 1. De opname punten zijn zo gekozen, dat ze samen met de herhalingsopnamen van 1986 transekten vormen en/of informatie zouden kunnen geven over de effecten van het baggeren op de watervegetaties. Soms liggen de nieuwe opname punten globaal in de buurt van een opname uit 1971 (Den Held, 1973).

OPNAME 1 en 2: PETGAT 23, GEBAGGERD IN 1980.

Deze twee opnamen verschillen nauwelijks van elkaar. Het zijn watervegetaties met *Fontinalis antipyretica* en in opname 1 Draadwier. Opvallend is, dat in opname 2 (verder van de Boswetering af) Draadwier ontbreekt. Dit was ook het geval bij de in het petgat liggende opname 230 (Den Held, 1973), waar in 1971 echter nog flink wat *Najas marina* is gevonden. Er is een zeer grote waterdiepte gemeten; bij opname 1: 370 cm en bij opname 2: 200 cm .

OPNAME 3: BOSWETERING, WORDT IN 1987 GEBAGGERD.

Een opname met vooral veel *Ceratophyllum demersum* en Draadwier. Opvallend is de aanwezigheid (in lage bedekkingen) van *Najas marina* en *Nitellopsis obtusa*; in 1971 zijn deze soorten door Den Held niet in de Boswetering gevonden.

OPNAME 4 en 6: PETGAT 19, GEBAGGERD IN 1983.

De watervegetaties in deze twee opnamen verschillen niet zoveel van elkaar. De dominerende soorten zijn *Ceratophyllum demersum* en Draadwier. Wel treedt er een verandering van de begeleidende soorten op. In opname 4, dichtbij de Boswetering, zijn *Nitella mucronata* (verdraagt enige "vervuiling"; Maier, 1972), *Nitellopsis obtusa* en *Nitella flexilis* gevonden.

Najas marina, die in opname 6 wel aanwezig was is hier niet gevonden.

In beide opnamen zijn *Utricularia vulgaris* (Gewoon blaasjeskruid) en *Utricularia minor* (Klein blaasjeskruid) naast elkaar gevonden. De herhalingsopname (opname nr. 5, 1986) is vrijwel identiek aan opname 6 (1986), hoewel in opname 5 *Chara globularis* en *Nitella mucronata* ontbreken.

In opname 4 is het totaal-fosfaat gehalte in het oppervlaktewater relatief hoog.

OPNAME 7: PETGAT 17, GEBAGGERD IN 1985.

Dit is een watervegetatie opname in een door bosjes omzoomd deel van petgat 17. Hier is een Draadwier - *Fontinalis antipyretica* vegetatie gevonden. Aan de oevers groeide wat *Utricularis vulgaris*. Het totaal-fosfaat gehalte en de alkaliniteit in het oppervlaktewater zijn relatief hoog.

OPNAME 9: PETGAT 14, GEBAGGERD IN 1985.

In deze opname is voornamelijk Draadwier en in mindere mate *Najas marina* en *Chara globularis* gevonden. *Chara globularis* is echter niet in de naburige herhalingsopname nr. 10 (1986) gevonden. Vergelijking met 1971, punt 205, laat zien dat *Chara aspera* op die plaats is verdwenen. Ook valt op, dat in 1986 wel Draadwier en *Fontinalis antipyretica* zijn gevonden en in 1971 niet. In dit petgat is niet de sapropeliumlaag, maar een flinke laag vast bodemveen verdwenen.

OPNAME 11: PETGAT 14, IS EN WORDT NIET GEBAGGERD.

Deze watervegetatie opname ligt in een geïsoleerd deel van petgat 14, dat in 1985 bij het baggeren is overgeslagen. Op de plaats van de opname is de sapropeliumlaag veel dikker dan in de rest van het petgat (fig. 3). Het doorzicht is gelijk aan de waterdiepte. Er was in 1986 een goed ontwikkelde *Najas marina* vegetatie aanwezig, met daarnaast Draadwier en *Fontinalis antipyretica*. De oevers waren begroeid met *Utricularia vulgaris*.

OPNAME 12 EN 13: PETGAT 13 EN 12, GEBAGGERD IN 1985.

Sinds het baggeren is de diepte op deze opname plaatsen groot (nr. 12: 170 cm; nr 13: 160 cm). De dikte van de sapropeliumlaag in 1984 in petgat 12 was 59 cm en in petgat 13 90 cm, in 1986 was dit 10 cm (petgat 12; opname 13) en 17 cm (petgat 13; opname 12). Er is in 1986 een Draadwier - *Fontinalis antipyretica* vegetatie gevonden.

In een niet gebaggerd oostelijk zijdeel van petgat 13 (naast opname 12) is *Utricularia minor* en *Najas marina* gevonden; hier was de diepte kleiner dan bij opname 12 in petgat 13 en de dikte van de sapropeliumlaag groot.

Op opname punten 12 en 13 is in het oppervlaktewater een relatief laag bicarbonaat gehalte en een relatief lage pH gemeten.

OPNAME 14: PETGAT 11, NIET GEBAGGERD.

Petgat 11 is een geïsoleerd petgat van geringe afmeting, met een dikke sapropeliumlaag en een helderheid tot op de bodem. Tijdens de watervegetatie opname waren dikke Draadwier tapijten op de bodem aanwezig en verder relatief veel *Najas marina*, *Nitella flexilis* en *Chara globularis*.

Het levermosje *Ricciocarpus natans* is hier in grotere aantallen gevonden; deze soort staat als zoutmijdend bekend (Den Held et al, 1970).

Naar de oever toe wordt de sapropeliumlaag dikker en de bedekking met *Phragmites* en *Typha* groter (zie de beschrijving van herhalingsopname 15).

Het oppervlaktewater in opname 14 heeft een erg laag chloride gehalte (resp. 47 mg/l in de zomer en 51 mg/l in de herfst; tabel 3 a+b), een lage pH, een laag bicarbonaat gehalte en een laag zuurstofverzadigings percentage. De brakke (kwel) indicator magnesium is hier erg laag. Er is hier nu duidelijk minder brakke invloed.

OPNAME 16: PETGAT 7, WORDT IN 1987 GEBAGGERD.

Op dit punt was in 1986 nauwelijks watervegetatie aanwezig; er is allen Bronmos en Draadwier gevonden.

In vergelijking met de andere petgaten is hier het bicarbonaat gehalte en het chloride gehalte hoog. In de herfst van 1986 zijn in petgat 7 relatief hoge totaalfosfaat- en nitraat + nitriet gehalten gemeten.

OPNAME 18: PETGAT 6, IS EN WORDT NIET GEBAGGERD.

In deze opname is in 1986 veel *Nymphaea alba* en weinig *Najas marina* gevonden; ook komt het levermosje *Ricciocarpus natans* (is zoutmijdend) tamelijk veel voor. Naar de oever toe wordt de bedekking met *Typha* en *Phragmites* groter. Hoewel de helderheid groot is, groeien er, waarschijnlijk ten gevolge van bladafval (verzuring), niet veel waterplanten. Op de oever van petgat 6 staan veel Elzen en Wilgen.

In het oppervlaktewater zijn de pH, alkaliniteit, het chloride gehalte en het zuurstofverzadigings percentage relatief laag.

OPNAME 24a: PETGAT 1, IS EN WORDT NIET GEBAGGERD.

Hier is de sapropeliumlaag tamelijk dik.

Het doorzicht is niet zo groot.

Evenals in andere, niet gebaggerde petgaten of delen van petgaten, vinden we hier *Najas marina* naast *Nymphaea alba*. Verder is Draadwier en *Fontinalis antipyretica* gevonden.

Den Held (1973) vond op een naburige plaats (118) *Utricularia minor*; dit is in 1986 niet meer gevonden.

3.4. TRANSEKTEN.

In figuur 12 staat een overzicht van de in "De Haak" aanwezige watervegetatie transekten. De meeste lopen van zuid naar noord; dus van de Boswetering af.

De bedoeling van de transekten was, het eventuele effect (een gradiënt) van het voedselrijkere water uit de Boswetering op de vegetaties in de petgaten te achterhalen. Transekt nr. 2 zou een indruk van de west-oost gradiënt moeten geven.

De transekten worden achtereenvolgens besproken, waarbij de watervegetatie en de kwaliteit van het oppervlakte- en interstitieelwater aan de orde komen.

TRANSEKT 1: PETGAT 1 5 MONSTERPUNTEN (fig. 12).

Het transekt loopt ongeveer in het midden van petgat 1 en alle watervegetatie opnamen zijn herhalingsopnamen.

In de onderlinge opname punten is van de Boswetering af in 1986 een toename van de bedekking van *Fontinalis antipyretica* geconstateerd. De in 1971 aanwezige *Ceratophyllum demersum* en de *Characeae* zijn nu verdwenen.

In 1969 is in petgat 1 nog *Chara hispida* gevonden; in 1971 was deze soort al plaatselijk verdwenen. Dit wijst volgens Den Held (1973) op een verslechtering van de waterkwaliteit. In 1986 is *Chara hispida* in petgat 1 niet meer gevonden.

In opname nummer 19 komen nog andere soorten voor, namelijk *Nymphaea alba* en *Nuphar lutea*, maar allebei in lage bedekkingen. De opmerking van Den Held (1973) "De Draadwier vegetaties in de verbindingen tussen de Boswetering en de petgaten zijn waarschijnlijk van vitaal belang voor de *Characeae* vegetaties" lijkt aannemelijker te worden. De Draadwier vegetatie tussen petgat 1 en de Boswetering is nagenoeg verdwenen en ("hierdoor?") eveneens de *Characeae* vegetaties.

Opmerkelijk in dit transekt is, dat t.o.v. 1971 naar het noorden toe (Hollandse Kade) de sapropeliumlaag dunner is dan bij de ingang van petgat 1 (zie fig. 12). Het doorzicht in 1986 is gering (ongeveer 35 cm).

Evenals in 1971 (Den Held, 1973), kon ook in 1986 in het oppervlaktewater geen chemische gradiënt van zuid naar noord worden vastgesteld. Wel is een hoger gehalte totaal-fosfaat en nitraat + nitriet gemeten dan op de meeste andere opname plaatsen.

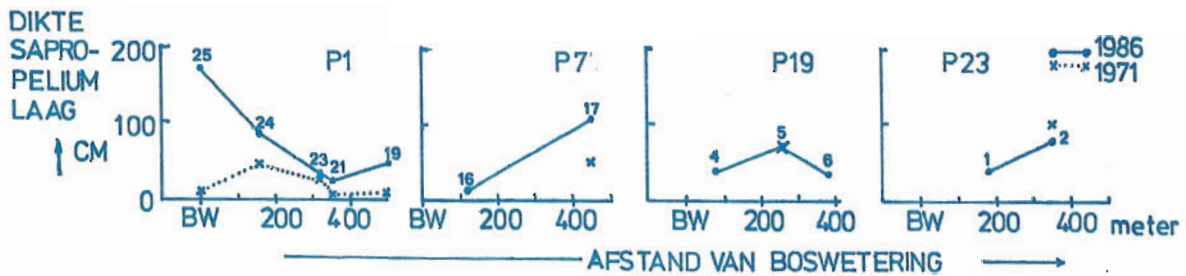
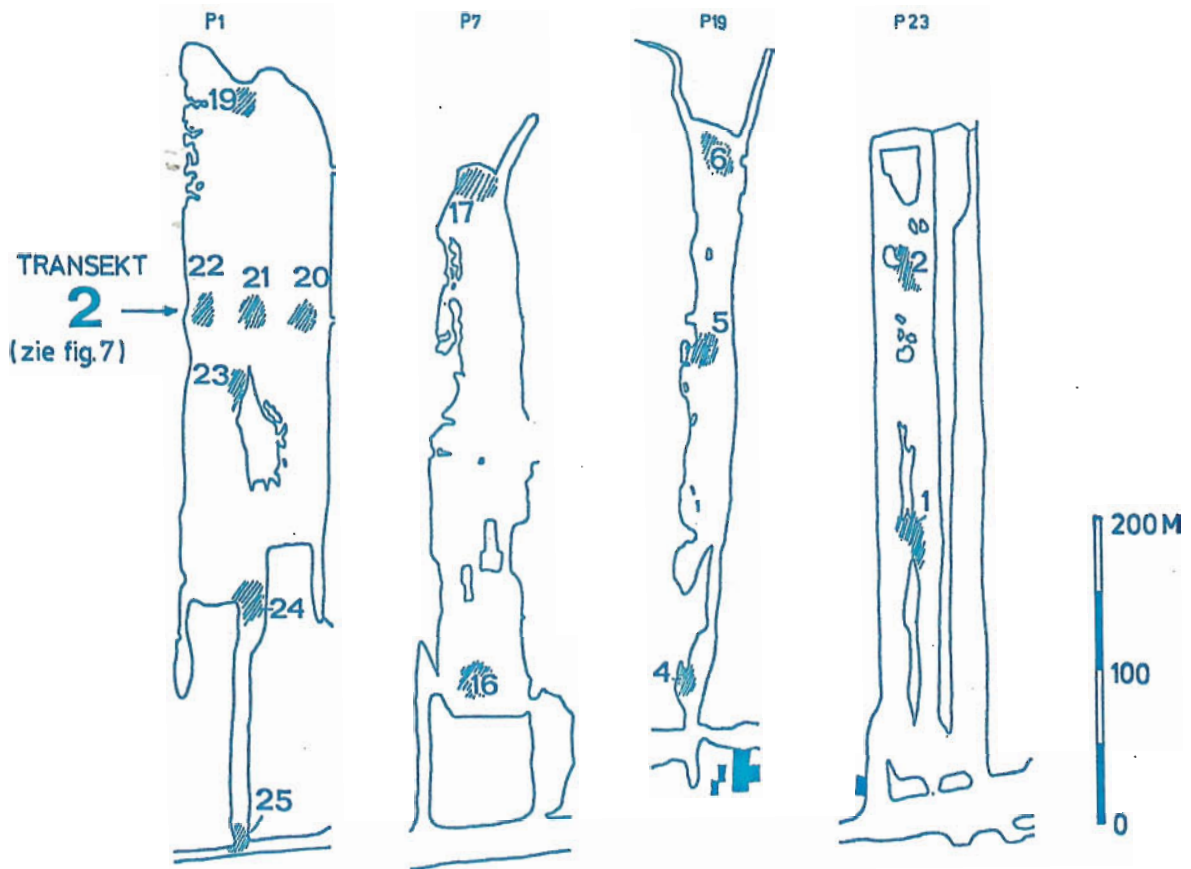
Dichter bij de Boswetering is in de herfst het ammonium en fosfaat gehalte in het interstitieelwater hoger.

TRANSEKT 2: PETGAT 1 3 MONSTERPUNTEN (fig. 12)

Dit is een west - oost transekt.

In 1971 en in 1986 is hier geen vegetatie gradiënt gevonden.

In 1971 bestond de watervegetatie voornamelijk uit *Ceratophyllum demersum*, Draadwier en *Fontinalis antipyretica*; in 1986 is alleen *Fontinalis antipyretica* en Draadwier gevonden.



TRANSEKT-NR. **1** **3** **4** **5**

Fig. 12: De ligging van de onderzochte transekten in de Haak in 1986. Per transekt is in een onderstaand grafiekje een horizontaal profiel van de sapropeliumlaag gegeven. De cijfers in de kaartjes en de grafiekjes zijn de monsterpunten; stippen zijn de dikten in 1986; kruisjes in 1971.

In figuur 7 is te zien, dat ook nu nog de dikste sapropeliumlaag aan de west-oever wordt gevonden. Dit is een gevolg van de windwerking (Den Held, 1973; Den Held en Den Held, 1976).

TRANSEKT 3: PETGAT 7
2 MONSTERPUNTEN (fig. 12)

In dit bescheiden transekt komen Draadwier vegetaties met *Fontinalis antipyretica* voor. Op opname punt 17 is *Nymphaea alba* gevonden, terwijl daar in 1971 o.a. *Nitellopsis obtusa* en *Myriophyllum spicatum* zijn gevonden.

Op punt 16 zijn op beide bemonsteringsdata in het oppervlaktewater de hoogste E.G.V. waarden en chloride concentraties gemeten. Ook is hier een verhoogde concentratie van fosfaat en nitraat + nitriet gemeten (in vergelijking met de overige monsterpunten; zie tabel 3 a+b).

In de herfstbemonstering van het interstitieelwater zijn relatief hoge concentraties ammonium, totaal-fosfaat en chloride gemeten.

TRANSEKT 4: PETGAT 19
3 MONSTERPUNTEN (fig. 12)

Dit transekt laat een verschuiving in de watervegetatie samenstelling zien.

Dichtbij de Boswetering is geen *Najas marina* waargenomen, verder er vandaan wel.

Op opname nr. 4 zijn in 1986 *Nitellopsis obtusa* en *Nitella mucronata* gevonden. In 1971 is *Nitella mucronata* niet op punt 4 gevonden. Naarmate een opname verder van de Boswetering is verwijderd, neemt de *Fontinalis antipyretica* bedekking toe, terwijl de Draadwier bedekking afneemt.

Op punt 5 zijn, in lagere bedekkingen dan in 1971, *Nitella flexilis*, *Chara globularis* en *Nitellopsis obtusa* gevonden.

Op een latere exkursie datum was er doorzicht in petgat 19 tot op de bodem; tijdens de eerdere watervegetatie opnamen was dit niet het geval. Bij deze latere exkursie bleek duidelijk dat naar het noorden toe (Hollandse Kade) de watervegetaties beter waren ontwikkeld. Zo zagen we verder van de Boswetering af steeds meer *Nitella spec.*, *Utricularia minor* en *Najas marina*. In het verbindingskanaal tussen opname punt 4 en de rest van het petgat is zeer veel *Ceratophyllum* waargenomen.

Bij de chemische analyses zijn op punt 4 in het oppervlaktewater hogere E.G.V. waarden, totaal fosfaat, chloride, natrium en alkaliniteit gemeten. Het zuurstofverzadigings-% op punt 4 was lager.

In het interstitieelwater is deze gradiënt het omgekeerde van de metingen in het oppervlakte-water; in de richting van de Hollandse Kade is in het interstitieelwater steeds meer ammonium, fosfaat, totaal-fosfaat, magnesium en calcium gevonden. Ook het sulfaat gehalte is in het petgat zelf op punt 5 en 6 veel hoger dan op punt 4.

TRANSEKT 5: PETGAT 23
2 MONSTERPUNTEN (fig. 12)

Beide watervegetatie opnamen hebben een *Fontinalis antipyterica* vegetatie met *Ceratophyllum demersum*.

Op opname punt 1, dichterbij de Boswetering is ook Draadwier gevonden.

In 1971 is in de buurt van punt 2 veel *Najas marina* gevonden, in 1986 niet meer.

Aan de oevers van de eilandjes c.q. drijftillen groeit *Utricularia vulgaris* en enkele andere soorten.

Punt 1 is uitzonderlijk diep (3,7 meter).

Samenvattend kan worden gezegd, dat er in "De Haak", behalve in petgat 19, geen duidelijk gradiënt van zuid naar noord meer aanwezig is. Dit geldt zowel voor de watervegetatie als voor de waterchemie.

Vermoedelijk heeft er sinds het onderzoek van 1969 en 1971 (Den Held, 1973; Den Held et al, 1970) nivellering plaats gehad. Wel zijn hier en daar aanwijzingen voor een verontreinigings- c.q. eutrofiërings gradiënt.

De door Den Held (1973) opgemerkte troebelings-gradiënt (een doorzicht gradiënt) is ook nu nog duidelijk aanwezig. Dit is vooral te zien in petgat 7, 8, 9 en 10 en wat mindere duidelijk in petgat 15 en 16. Hoe verder men met de roeiboort van de Boswetering af vaart, hoe helderder het water wordt; petgat 7 is troebel, in petgat 8 en 9 is het al wat minder en petgat 10 is helder tot op de bodem.

Ook geïsoleerde zijdelen van petgaten en volledig geïsoleerde petgaten (P 14 en P 18) zijn uitermate helder. Dit is een aanwijzing voor de verontreinigende invloed van de Boswetering in niet geïsoleerde petgaten.

Opmerkelijk is ook de grote helderheid in petgat 19 (opname punten 4, 5 en 6) op 23 september 1986. Er was toen doorzicht tot op de bodem, in tegenstelling tot ons bezoek van 8 augustus 1986 toen de helderheid op punt 4 109 cm bedroeg terwijl de diepte 133 cm is. Op de beide andere punten, nr. 5 en nr. 6, was de bodem wel te zien maar het water was niet kristal helder.

3.5. INVLOED VAN BAGGEREN.

Eén van de doelstellingen van dit onderzoek is het effect van baggeren op de watervegetaties en de waterkwaliteit te achterhalen.

Over het fysische effect van het baggeren (veranderingen in de dikte van de sapropeliumlaag) kan het volgende worden gezegd.

De in 1986 gemeten sapropeliumlaag diktes op de gebaggerde opname punten, zijn in vergelijking met 1971 nauwelijks veranderd (fig. 3).

Een uitzondering hierop vormen de opname punten 8, 9 en 10 waar de dikte van de sapropeliumlaag tussen 1971 en 1984 (zie baggerbestek Ver."De Haak", 1984) is toegenomen van plm. 35 cm tot 43 cm; na het baggeren in 1985 is de dikte van de sapropeliumlaag gedaald tot plm. 23 cm in 1986. Op de punten 12 en 13 is volgens het baggerbestek van de Vereniging "De Haak" in 1984 resp. 59 cm en 90 cm sapropelium gemeten; na het baggeren was dit in 1986 resp. 10 cm en 17 cm.

In veel gevallen is de waterdiepte aanzienlijk toegenomen (fig. 3). Wat kan hiervan de oorzaak zijn?

Als we in fig. 5 naar de punten kijken die gebaggerd zijn en die vergeleken kunnen worden met 1971 (monsterpunt 2, 5, 8, 9 en 10 in 1986) blijkt, dat in de meeste gevallen de som van de dikte van de sapropeliumlaag en de waterdiepte sinds 1971 enorm is gestegen. Van enkele opname punten is dit verduidelijkt in fig. 6.

Op deze plaatsen is sinds 1971 de afstand tussen de wateroppervlakte en het vaste bodemveen groter geworden; met andere woorden, het vaste bodemveen begint op een grotere diepte dan in 1971. Het waterpeil is echter niet veranderd (wordt gehandhaafd op -214 cm NAP) en ook de dikte van de sapropeliumlaag op de gebaggerde plaatsen is sinds 1971 niet wezenlijk veranderd. De enige konklusie die hieruit valt te trekken is dat een gedeelte van het vaste bodemveen is verdwenen (want het begint op een grotere diepte dan in 1971 en de dikte van de sapropeliumlaag en het waterpeil zijn konstant gebleven).

Het vaste bodemveen begon in 1971 gemiddeld op plm. 138 cm en in 1986 begint het op plm. 178 cm. Er is dus sinds 1971 gemiddeld ongeveer 40 cm vast bodemveen verdwenen.

Voor deze verdwijning van het vaste bodemveen hebben wij de volgende mogelijke verklaringen gevonden:

- * 1. Bij het baggeren is mogelijk niet alleen een deel van de sapropeliumlaag, maar ook een deel vast bodemveen verdwenen; en wel meer dan de toegestane extra 15 cm.
- * 2. Door een verandering in de bufferende werking van het oppervlakte- en interstitieel (bodem)water, worden de organische zuren die vrijkomen bij de afbraak van organisch afval (veen) geneutraliseerd, zodat het veen wordt afgebroken. Normalerweise conserveren de organische zuren dit afval, zodat geen verdere veen-afbraak plaatsvindt.
- * 3. Doordat de bovenste veenlaag tijdens het baggeren vermengd wordt met het sapropelium is het mogelijk dat nieuw sapropelium ontstaat.

Het is echter nodig, deze mogelijke verklaringen nog wat toe te lichten:

ad.1: Van enkele punten uit 1984 kon worden achterhaald hoeveel sapropelium er gemiddeld is verwijderd. In 1971 was de gemiddelde sapropeliumlaagdikte 35 cm (± 13 cm; berekend van punt 8, 9 en 10. In 1984 (baggerbestek) is door de Vereniging "De Haak" een gemiddelde sapropeliumlaagdikte van 43 cm (± 6 cm) gemeten. Na het baggeren is door ons in 1986 een gemiddelde sapropeliumlaagdikte van 23 cm (± 6 cm) gemeten. Op sommige plaatsen zou dus 50% van de sapropeliumlaag weggebaggerd zijn. In fig. 6 is dit goed te zien.

In fig. 6 is ook te zien, dat op punt 8 en 9 na het baggeren vast bodemveen is verdwenen; 40 cm op punt 8 en 20 cm op punt 9.

De vraag blijft waar het vaste bodemveen dat in 1971 vóór het baggeren op punt 9 en 10 nog veel dikker was, in de periode van 1971 tot 1984 is gebleven? Dit kan niet door baggeren zijn verwijderd omdat er toen nog niet is gebaggerd.

ad.2: Van oorsprong hebben veengebieden zwak gebufferd (weinig bicarbonaat) of zuur water, waardoor de afbraak van organisch afval wordt geremd.

Omdat dit type wateren te weinig bufferstof bevat om de zuren die bij de afbraak van organisch afval vrijkomen te neutraliseren, hoopt het afval zich op en worden dikke veenpakken gevormd. Neemt nu de bufferende werking van het oppervlaktewater toe (meer bicarbonaat), dan zullen de conserverende zuren worden geneutraliseerd waardoor het organisch afval (veen) weer kan worden afgebroken.

Deze verhoging van de bufferende werking van het oppervlaktewater kan worden veroorzaakt door de inlaat van bicarbonaat-rijk water. Het is volgens ons dan ook belangrijk te achterhalen, hoe hoog het bicarbonaat gehalte in "De Haak" van oorsprong (vóór 1960) is geweest. Dit is na te gaan, of enigszins bij benadering te zeggen door naar het bicarbonaat gehalte in de geïsoleerde petgaten te kijken (fig. 9); deze petgaten hebben geen of weinig invloed van inlaatwater ondervonden.

-Den Held (1973) geeft in 1971 voor petgat 11 en 18 een bicarbonaat gehalte op van resp. 98 mg/l en 67 mg/l (gemiddeld 83 ± 22).

-Den Held & Den Held (1976) noteren in 1972 in een geïsoleerd petgat in "De Haak" een bicarbonaat gehalte van 79 mg/l.

-In 1983 is door De Klein & Bakker (1983) in de geïsoleerde petgaten van Lusthof "De Haeck" een gemiddeld bicarbonaat ($n=7$) gehalte van 86 mg/l ($\pm 1,3$ mg/l) gemeten.

-In 1986 is door ons in petgat 11, punt 14 en in petgat 7, punt 18 een gemiddeld bicarbonaat gehalte van 81 ± 22 mg/l gemeten ($n=4$).

In de overige petgaten zijn steeds veel hogere bicarbonaat concentraties gemeten:

- In 1969 (Den Held, 1973) gemiddeld 198 ± 35 mg/l (n=6)
- In 1971 (Den Held, 1973) gemiddeld 153 ± 13 mg/l (n=13)
- In 1983 (De Klein & Bakker, 1983) gemiddeld 174 ± 7 mg/l (n=2)
- In 1986 gemiddeld 135 ± 14 mg/l (n=30)

In de Boswetering zijn eveneens hogere concentraties bicarbonaat gemeten:

- In 1971 gemiddeld 164 ± 14 mg/l (zie tabel 5b)
- In 1983 175 mg/l
- In 1986 gemiddeld 204 ± 82 mg/l (tab. 5b)

In de Meije:

- In 1986 gemiddeld 201 ± 8 mg/l (n=6)

Door vergelijking van de hierboven vermelde bicarbonaat concentraties is te zien, dat de bicarbonaat concentraties in 1986 in de geïsoleerde petgaten van "De Haak" steeds ongeveer de helft van de bicarbonaat concentraties in de Boswetering en in de Meije (in 1986 door ons gemeten) zijn. "De Haak" ontvangt inlaatwater uit de Meije.

In de overige petgaten is de bicarbonaat concentratie gemiddeld ongeveer 65% van de concentratie in de Boswetering (fig. 9)

Het is dus mogelijk, dat de oorspronkelijke bicarbonaat concentratie in "De Haak" ongeveer 80 mg/l (dit is het gemiddelde van 2 geïsoleerde petgaten in 1986) of nog lager is geweest. In de jaren 60 is als gevolg van een ruilverkaveling water uit de Kromme Mijdrecht in "De Haak" ingelaten, dit water heeft relatief hoge chloride concentraties. Door het voorkomen van *Utricularia minor* in "De Haak", een soort die volgens Meijer (1955) strikt gebonden is aan zoet water, kan het zijn dat vóór de jaren 60 het oppervlaktewater in "De Haak" veel zoeter is geweest (Den Held et al., 1970). Aangezien het chloride- en het bicarbonaat gehalte nauw samenhangen, is het dus niet onwaarschijnlijk dat ook het bicarbonaat gehalte oorspronkelijk (vóór 1960) in "De Haak" veel lager is geweest. In "De Weerribben" is door Van Horssen & Henskens (1983) in een geïsoleerd petgat slechts 25 mg/l gemeten. Deze veranderingen in het chloride gehalte hebben waarschijnlijk geen directe invloed op de aanwezigheid van de Kranswieren gehad. In de literatuur worden zowel hoge als lage chloride concentraties opgegeven, maar wel steeds voedselarm en schoon water.

- ad.3: Als tijdens het baggeren een deel van het vaste bodemveen wordt losgewoeld, en daardoor vermengd wordt met het sapropelium, kan dit worden omgezet in sapropelium (suggestie Drs. v.d. Does). Deze verklaring gaat echter alleen in die gevallen op, waar het bodemveen na het baggeren is verdwenen. In (nog) niet gebaggerde situaties is deze verklaring niet

van toepassing, hoewel op die plaatsen ook vast bodemveen verdwenen is (zie fig 6 1971 --> 1984).

Omdat de door ons genomen bodemmonsters, t.b.v. het interstieelwater, uit die bovenste veenlaag stammen, zou menging van het veen met de sapropeliumlaag in dit bodemmonster te zien moeten zijn; er zouden grovere veenbrokken in de monsters moeten zitten. In de bodemmonsters van punt 1 en 4 en in mindere mate in punt 12 en 13 zijn door ons in 1986 grovere veenbrokken gevonden. Het vreemde is echter dat op punt 12 en 13 geen vast bodemveen is verdwenen.

Welke van deze drie mogelijkheden de oorzaak is voor een toename (sinds 1971) van de som van de waterdiepte en de dikte van de sapropeliumlaag (vast veen begint op lagere diepte) kan niet worden gezegd. Dit valt buiten het kader van dit project en verder onderzoek hierna is zeker wenselijk.

De tweede mogelijkheid, een verandering in de bufferende werking van het oppervlakte water, is de meest waarschijnlijke verklaring voor bovengenoemde toename van de som van de waterdiepte en de dikte van de sapropeliumlaag. Deze verandering in de bufferende werking betreft vermoedelijk een verhoging van het bicarbonaat gehalte sinds de jaren 60, toen begonnen is met inlaat vanuit de Kromme Mijdrecht. De afbraak van bodemveen onder invloed van hogere bicarbonaat gehalten vindt onder anaërobe (zuurstofarme) omstandigheden plaats. Hierdoor wordt uit sulfaat het giftige sulfide (H_2S) gevormd; dit is door ons in 1986 veelvuldig geroken bij de bodem bemonstering. Anaërobe omstandigheden gaan samen met lage redoxpotentialen. Het is aan te raden in de toekomst sulfide en redoxpotentialen bij analyses te betrekken.

Na het fysisch/chemisch effect, behandelen we nu de invloed van het baggeren op de watervegetaties.

Het is in de meeste gevallen niet mogelijk het effect van het baggeren op de watervegetaties aan te geven. Er zijn geen watervegetatie opnamen vlak voor het baggeren gemaakt, zodat een vergelijking van de situatie vlak voor en na het baggeren niet mogelijk is. Eventuele veranderingen in de watervegetatie sinds 1971 kunnen evengoed een andere oorzaak hebben (b.v. waterverontreiniging).

In enkele gevallen kan toch iets gezegd worden. Tijdens een excursie (v.d. Weijden, 1984) zijn in juli 1984 in petgat 12 en 13 vlak voor het baggeren *Nitellopsis obtusa*, *Chara globularis*, *Ch. cf. canescens*, *Ch. contraria cf. baltica*, *Nitella flexilis*, *Najas marina*, *Fontinalis antipyretica* en *Potamogeton pectinatus* gevonden. In 1986 na het baggeren is in een ongebaggerd deel van petgat 13 alleen nog *Najas marina* gevonden, de andere soorten waren verdwenen.

De opnamen in petgat 19 wijken ondanks het baggeren in 1983 niet zo sterk af van de situatie in 1971. Aangezien hier nauwelijks veranderingen in de watervegetatie zijn opgetreden, nemen we aan dat de invloed van het baggeren in dit petgat miniem is.

4. OVERZICHT VAN VERANDERINGEN.

4.1. VEGETATIES.

Met uitzondering van petgat 19, waar de vegetatie sinds 1971 nauwelijks is veranderd, zijn de watervegetaties in "De Haak", voor zover ze kunnen worden vergeleken met andere jaren, matig tot sterk achteruit gegaan.

Baggeren kan zeker niet de enige oorzaak van deze achteruitgang zijn, want ook op niet gebaggerde plaatsen (bijv. punt 19 en 23) is de watervegetatie sterk achteruit gegaan sinds 1971.

De kranswieren *Chara hispida* en *Chara aspera* zijn op de vroegere vindplaatsen niet meer gevonden in 1986. De bedekking van de andere, nog aanwezige kranswieren is ook op niet gebaggerde plaatsen sterk achteruit gegaan.

In 1986 zijn enkele nieuwe soorten gevonden (in vergelijking met Den Held, 1973) namelijk:

- * *Ranunculus aquatilis*, *aquatilis* op punt 3 en 5.
- * *Lemna minor* op punt 1, 4 en 19

Daarnaast zijn in 1986 nog enkele soorten gevonden die in 1971 al elders in "De Haak" zijn gevonden:

- * *Hydrocharis morsus-ranae*
- * *Elodea nutallii*

Bovengenoemde soorten zijn een aanwijzing voor eutrofiëring.

De waterplanten die in 1986 niet meer gevonden zijn staan in tabel 1.

Opvallend is de sterke verarming van de watervegetatie in petgat 1 en petgat 7. In oostelijke richting en in de petgaten die verder van de Boswetering liggen, wordt de verarming wat minder.

Deze verarming wordt gekenmerkt door het verdwijnen van soorten die gevoelig zijn voor verontreiniging, of door achteruitgang van de bestaande bedekkingen en introductie van tolerantere soorten.

4.2. CHEMISCH-FYSISCH.

In de tabellen 5a en 5b staan de gemiddelden (met standaardafwijking en minimum- en maximum waarden) van de chemische- en fysische parameters in het oppervlaktewater in de herfst van 1969, 1971 en 1986. In fig. 10 staan de gemiddelden in het oppervlaktewater van alleen de petgaten van die jaren en hun onderlinge relatie. De in fig. 10 aangegeven onderlinge relatie is significant bij $\alpha < 0,05$.

Er is een duidelijke verlaging opgetreden in het elektrisch geleidingsvermogen (E.G.V.) en de chloride concentratie (Cl^-). Het totaal-fosfaat-gehalte is in 1986 gemiddeld hoger dan in 1971.

Andere nutriënten wijken niet significant af van de waarden in 1969 en 1971.

Opvallend is, dat er ten opzichte van 1969 en 1970 in 1986 minder waarden voorkomen die extreem van het gemiddelde afwijken (uitgezonderd fosfaat); dit wijst op nivellering.

Het gemiddelde bicarbonaat gehalte in geïsoleerde- en niet geïsoleerde petgaten is sinds 1971 niet veranderd (bij $\alpha < 0,05$) (zie fig. 10); in geïsoleerde petgaten is het echter veel lager. Het is aannemelijk, dat in de oorspronkelijke situatie (vóór 1960) het bicarbonaatgehalte in "De Haak" veel lager is geweest, want ook het laagste bicarbonaat gehalte van 46 mg/l in geïsoleerde petgaten is nog twee maal zo hoog als het gehalte in een geïsoleerd petgat in "De Weerribben" (gemiddeld plm. 25 mg/l; minimum 10 mg/l HCO_3^- ; Van Horssen & Henskens, 1983). In fig. 9 is duidelijk te zien, dat inlaat van bicarbonaatrijk water de oorzaak is van de verhoging van het bicarbonaatgehalte in "De Haak".

5. KONKLUSIES EN DISKUSSIE.

Uit de resultaten van de watervegetatie opnamen en de chemische analyses van 1986 en de vergelijking hiervan met het onderzoek van Den Held (1973), kunnen de volgende konklusies worden getrokken:

- * 1. In vergelijking met 1971 begint in 1986 in "De Haak", op meerdere plaatsen, het vaste bodemveen op een grotere diepte.

Sinds die tijd is er dus een hoeveelheid vast bodemveen verdwenen. We hebben geprobeerd te achterhalen waar dit is gebleven.

Bij het vergelijken van de dieptes waarop het vaste bodemveen in 1971, 1984 en in 1986 begint (fig. 6) blijkt, dat bij het baggeren geen of weinig vast bodemveen (plus of min de toegestane 15 cm) is weg gehaald. Een groot deel vast bodemveen was voor het baggeren al verdwenen; dit is duidelijk te zien in fig. 6 bij punt 9 en 10.

De hiervoor mogelijke verklaringen 1 en 3 in hoofdstuk 3.5. zijn niet of nauwelijks van toepassing.

Met de huidige gegevens, kan waarschijnlijk als oorzaak voor de verdwijning van vast bodemveen de hogere buffering (hoog bicarbonaat gehalte) van het oppervlaktewater worden aangewezen; vast veen wordt omgezet in sapropelium en vervolgens gemineraliseerd. In hoofdstuk 3.5. is al opgemerkt, dat het bicarbonaat gehalte in "De Haak" vóór de jaren 60 mogelijk veel lager is geweest. Houdijk & Kok (1984) toonden in laboratorium experimenten aan, dat organische(veen) bodem bij hogere bicarbonaat gehalten (dus sterkere buffering) in het oppervlaktewater sneller wordt afgebroken. In "De Weerribben" is dit door Van Horssen & Henskens (1983) bevestigd. In een niet geïsoleerd petgat (inlaat) vonden ze veel hogere bicarbonaat gehalten dan in een geïsoleerd petgat; resp. ongeveer 100 mg/l en 25 mg/l.

De snellere afbraak van de organische bodem bij hogere bicarbonaat gehalten is, volgens de al eerder genoemde auteurs De Lyon & Roelofs (1986), een gevolg van de hogere buffering (hoger bicarbonaat gehalte) van het oppervlaktewater. Bicarbonaat neutraliseert de zuren die vrijkomen bij de afbraak van veen. Onder normale omstandigheden (dus bij lage bicarbonaat gehalten) beschermen de zuren het veen tegen deze afbraak. Deze afbraak vindt plaats onder anaëroobe (zuurstofarme) omstandigheden. Aanwijzing hiervoor is het in 1986 veelvuldig door ons in de bodem geroken sulfide (H_2S ; gevormd door reductie van sulfaat). Ook de aanwezigheid van *Najas marina* duidt hierop; deze soort kiemt volgens Van Vierssen (1982) alleen onder zuurstofarme omstandigheden.

Door deze afbraak worden voortdurend nutriënten aangeleverd. In het oppervlaktewater was dit alleen merkbaar bij totaal-fosfaat. Deze concentratie is in 1986 gemiddeld ongeveer het dubbele van de waarde in 1971 (fig. 10 en tabel 5a).

Volgens Houdijk (1983) remt een hoog chloride gehalte de afbraak van bodemveen. Sinds 1971 is het chloride gehalte in "De Haak" echter aanzienlijk lager geworden (fig. 10 en tab. 5a).

In verband met de veronderstelling, dat sinds de jaren 60 het bicarbonaat gehalte (veroorzaakt door inlaat; dit blijkt uit het verschil in de bicarbonaat gehalten in geïsoleerde en niet geïsoleerde petgaten) in "De Haak" is gestegen en het chloride gehalte is gedaald, zou het zeer wenselijk zijn het inlaatwater te controleren op de hoogte van het bicarbonaat gehalte en dit inlaatwater indien nodig, met bijv. zoutzuur te neutraliseren. Door deze neutralisatie wordt het bicarbonaat gehalte lager en het chloride gehalte hoger.

- * 2. In het oppervlaktewater van "De Haak" is sinds 1971 geen verdere eutrofiëring vastgesteld.

In het oppervlaktewater van de petgaten is alleen het fosfaat gehalte aantoonbaar gestegen. Door de nogal hoge nutriënten-koncentraties in het interstitieel(bodem)-water, vindt een voortdurende aanvoer van nutriënten plaats. Vermoedelijk worden deze hoge concentraties veroorzaakt door het afbraak-proces van het vaste veen, zoals beschreven in konklusie 1. De hogere nutriëntenconcentraties op punt 28, vlak achter het inlaatpunt bij boerderij "De Kievit", zouden kunnen worden veroorzaakt door spoelwater en door afbraak van het daar aanwezige Lemna-dek. Lemna akkumuleert voedingsstoffen, die na verrotting van de planten weer vrijkomen (meded. Drs. v.d. Does).

Een toename van de nutriëntenconcentraties door inlaat van water uit de Meije is niet te verwachten, gezien de, ten opzichte van "De Haak", niet of nauwelijks hogere nutriënten concentraties op punt 27 (achter de Meije) in het oppervlaktewater bij deze metingen in 1986.

Eutrofiëring is dus alleen te verwachten door nutriënten aanvoer uit afbraak van Lemna plantjes en (door hoger bicarbonaat gehalte) uit afbraak van vast bodemveen en sapropelium. Dit laatste wordt interne eutrofiëring genoemd. Tenslotte willen we wel wijzen op de toename van eutrofiëringsindicerende waterplanten zoals *Ceratophyllum demersum* en draadwier.

Ook een te groot visbestand zou van invloed kunnen zijn op eutrofiëring van het oppervlaktewater. Overbeweiding van het dierlijk plankton door grote aantallen vis kan algenbloei tot gevolg hebben, waardoor het water troebel wordt.

- * 3. De brakke invloed is in "De Haak" sterk afgenomen.

Aanwijzingen voor de afname van de brakke invloed zijn de lagere chloride gehalten, in 1986 zijn die minder dan de helft van de concentraties in 1969 en 1971. Het zelfde geldt voor de E.G.V. waarden (elektrisch geleidingsvermogen). Ook de calcium- en magnesium gehalten zijn in 1986 lager.

Een verdere aanwijzing is de relatief hoge bodem temperatuur, die in de meeste gevallen nauwelijks of niet lager is dan de

temperatuur van het oppervlaktewater. De hogere bodemtemperatuur is mogelijk het gevolg van de afname van de aanvoer van koud kwelwater. Kwelwater is in de zomer kouder dan het oppervlaktewater.

Afname van de zoute kweldruk is ook geconstateerd door De Klein & Bakker (1983) in lusthof "De Haeck". Waarschijnlijk ontvangt "De Haak", door niveau verschil ten opzichte van de Nieuwkoopse plassen, in het noordelijk deel lokale kwel terwijl in het zuidelijk deel water uitzijgt naar de polder Achttienhoven.

Het chloride gehalte in het oppervlaktewater van "De Haak" kan ook zijn afgenomen doordat water wordt ingelaten dat minder zout is.

- * 4. De kranswieren *Chara hispida* en *Chara aspera* zijn waarschijnlijk uit "De Haak" verdwenen.

De oorzaak hiervoor moet worden gezocht in de verontreiniging van het water. *Chara hispida* en *Chara aspera* zijn duidelijke schoonwater-indicatoren (Krause, 1981) en verdragen volgens deze auteur een ortho-fosfaat-gehalte tot ongeveer 0,02 mg/l (=0,007 mg/l PO_4^{3-} -P). Deze waarde wordt in "De Haak" regelmatig overschreden. Krause (1981) vermeldt eveneens, dat *Chara hispida* de voorkeur geeft aan koude kwel; ook dit is in "De Haak" niet het geval.

Maier (schriftelijke meded.) geeft als oorzaak voor het verdwijnen van deze soorten verontreiniging, die gepaard gaat met een afnemend doorzicht. In de "Botshol" zijn deze kranswieren ook verdwenen.

De schoonwatersoort *Nitellopsis obtusa* (Krause, 1981) geeft de voorkeur aan zomerwarm, planktonrijk water. Mogelijk is dit de reden waarom deze soort nog wel in "De Haak" te vinden is.

- * 5. Sommige veranderingen in de watervegetatie van "De Haak" duiden op een voedselrijker milieu.

Deze bewering lijkt in strijd met punt 2 uit dit hoofdstuk, maar men moet zich realiseren dat ook bij lage nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater de aanvoer van nutriënten uit het bodemwater aanzienlijk kan zijn. De nutriëntenconcentraties in het bodemwater van "De Haak" zijn in 1986 relatief hoog.

- * 6. Het baggeren heeft in "De Haak" op z'n minst een tijdelijke achteruitgang van de kwaliteit van de watervegetatie tot gevolg.

Door het baggeren verdwijnt uiteraard een groot deel van de watervegetatie. De mate van herstel kon niet worden vastgesteld, omdat het baggeren te recent gebeurd is en/of omdat de toestand van de watervegetatie vlak voor het baggeren niet bekend is. Eventuele veranderingen in de watervegetatie sinds 1971 kunnen evengoed andere oorzaken hebben

(b.v. verontreiniging) dan het baggeren. In petgat 19, waar in 1983 is gebaggerd, lijkt de watervegetatie zich te hebben hersteld. Over een aantal jaren kan meer worden gezegd over een verder herstel van de watervegetatie.

6. SAMENVATTING.

Het projekt.

In het Beschermd Natuurmonument "De Haak" (gem. Nieuwkoop) is in 1986, in opdracht van het Konsulentschap Natuur, Milieu & Faunabeheer, een projekt uitgevoerd met als doel, de biotische- en abiotische situatie in "De Haak" vast te leggen en te vergelijken met vroegere onderzoeksresultaten (Den Held, 1973).

Ook zou getracht moeten worden, de invloed van het wegbaggeren van de sapropeliumlaag op de watervegetaties en de waterkwaliteit te achterhalen. Hiervoor is, in overleg met de Vereniging "De Haak", een plan opgesteld door Mevr.H. Bredenoord (Distriktskantoor N.M.F., Gouda) en de Heer H.G. van der Weijden (N.M.F., Den Haag). Het plan omvatte 26 watervegetatie opnamen (waarvan 12 herhalingsopnamen). Op 22 plaatsen zijn in de zomer en in de herft van 1986 oppervlaktewater monsters genomen en op 16 plaatsen zijn, eveneens in de zomer en in de herft, bodemonsters genomen. Deze monsters zijn chemisch en fysisch onderzocht. Een aantal bemonsteringsplaatsen waren dezelfde als die van Den Held (1973). Er zijn ook oppervlaktewater monsters genomen voor en na het inlaatpunt ter hoogte van boerderij "De Kievit" (fig. 1 en 2).

Resultaten.

De resultaten van de watervegetatieopnamen en van de oppervlaktewater- en interstitieelwater analyses staan in tabel 1, 3a, 3b, 4a en 4b. Vergelijkingen met vroegere jaren zijn te vinden in tabel 5a en 5b.

Sapropeliumlaag.

Uit metingen van de sapropeliumlaag dikte en vergelijking hiervan met de in 1971 gemeten diktes blijkt, dat deze dikte op ongebaggerde plaatsen is toegenomen. Het wegbaggeren van de sapropelium laag levert volgens ons onderzoek wisselende resultaten op.

Oppervlaktewater.

De kwaliteit van het oppervlaktewater kon alleen per petgat vergeleken worden, omdat de exakte ligging van de monsterpunten in het petgat in 1971 niet is aangegeven.

In het oppervlaktewater van "De Haak" zijn sinds 1971 het chloride gehalte en het E.G.V. (elektrisch geleidingsvermogen) sterk gedaald. Het chloride gehalte is gedaald van 341 mg/l in 1971 naar 130 mg/l in 1986 (tabel 5a); het E.G.V. is gedaald van 1497 μ S/cm in 1971 naar 668 μ S/cm in 1986 (tabel 5a).

Het totaal-fosfaat gehalte in het oppervlaktewater van de petgaten is in 1986 significant hoger dan in 1971. Dit is gestegen van 0,022 mg/l in 1971 naar 0,05 mg/l in 1986.

Bij het inlaatpunt (boerderij "De Kievit") zijn in 1986 veel

hogere ammonium en fosfaat concentraties gemeten dan in 1971. De chemische gradiënt, die door Den Held (1973) in de petgaten is vastgesteld, was in 1986 op zijn hoogst zeer zwak aanwezig. Het lijkt of er nivellering heeft plaats gehad.

Bicarbonaat.

In "De Haak" is een bicarbonaat gradiënt aanwezig. De hoogste waarden zijn gemeten in het oppervlaktewater van De Meije en in de Boswetering en de laagste bicarbonaat waarden in de geïsoleerde petgaten (fig. 9). Gezien de lage waarden in de geïsoleerde petgaten, zou het oorspronkelijke (vóór 1960) bicarbonaat gehalte in "De Haak" veel lager kunnen zijn geweest.

Aanwijzingen hiervoor zijn:

De lagere bicarbonaat waarden in geïsoleerde petgaten, die geen of weinig invloed van inlaat ondervinden.

Het chloride gehalte en het bicarbonaat gehalte hangen nauw samen. Dit betekent dat wanneer het chloride gehalte daalt, het bicarbonaat gehalte ook daalt. Door de veranderde water inlaat omstreeks 1965 is het oppervlaktewater van "De Haak" van vermoedelijk zoet naar brak water veranderd (Den Held et al., 1970). De achteruitgang van de strikte zoetwater soort *Utricularia minor* (Klein blaasjeskruid) is hiervoor een aanwijzing.

Door de inlaat van brak water in 1965 is vermoedelijk het bicarbonaat gehalte samen met het chloride gehalte gestegen.

Van oorsprong hebben veengebieden zuur of zwak gebufferd (laag bicarbonaat gehalte) water.

In de "Weerribben" zijn bicarbonaat gehalten in geïsoleerde petgaten gemeten van 10 mg/l (Van Horssen & Henskens, 1983). Het water in "De Haak" is volgens Westhoff et al (1971) sinds 1964 zwak brak; voordien was het vermoedelijk zoeter.

Interstitieel water.

Het bodem(interstitieel)water in "De Haak" kan zwak gebufferd (laag bicarbonaat gehalte) worden genoemd.

In vergelijking met de door De Lyon & Roelofs (1986) in Nederland onderzochte 600 wateren, zijn de fosfaat, ammonium en nitraat en nitriet concentraties in het interstitieel water van "De Haak" aan de hoge kant. Deze hogere concentraties in het interstitieelwater kunnen er toe leiden, dat ook de concentraties in het oppervlaktewater toenemen.

Watervegetaties.

De watervegetaties van "De Haak" zijn sinds 1971 tamelijk sterk in kwaliteit achteruit gegaan. Soms zijn er soorten uit de herhalingsopnamen verdwenen, soms is alleen de bedekking van soorten lager geworden. Dit betreft dan vooral soorten die gevoelig zijn voor verontreiniging en eutrofiering (Characeae). *Chara hispida* en *Chara aspera* zijn in 1986 niet meer gevonden.

Enkele soorten die eutrofiëring verdragen zijn in 1986 voor het eerst in "De Haak" gevonden; dit zijn *Ceratophyllum demersum* (Gedoornd hoornblad) en draadwier.

Slechts in petgat 19 is de oorspronkelijke vegetatie nog eniger mate intact, maar ook in dit petgat is verslechtering opgetreden. Voor zover wij hebben kunnen nagaan, heeft baggeren op z'n minst een tijdelijke achteruitgang van de watervegetatie tot gevolg; in petgat 19 lijkt het er op, dat de vegetatie zich hersteld.

Afbraak vast bodemveen.

In 1971 begon het vaste bodemveen in "De Haak" op een diepte van gemiddeld 138 cm; in 1986 op een gemiddelde diepte van 178 cm; tussen 1971 en 1986 is dus gemiddeld 40 cm vast bodemveen verdwenen. In fig.6 is te zien, dat er zelfs een uitschieter van 100 cm bij zit.

De oorzaak voor het verdwijnen van dit vaste bodemveen is zeer waarschijnlijk de afbraak van het veen tot o.a. sapropelium. Deze afbraak vindt plaats onder invloed van de hogere buffering (hoger bicarbonaat gehalte) van het oppervlaktewater; door inlaat komt bicarbonaatrijk water "De Haak" binnen. Bij een toename van de bufferende werking (hoger bicarbonaat gehalte) van het oppervlaktewater worden de zuren die vrijkomen bij de afbraak van veen geneutraliseerd, waardoor het veen verder wordt afgebroken tot o.a. sapropelium.

Van oorsprong hebben veengebieden een zwakke buffering (laag bicarbonaat gehalte) en wordt de afbraak van veen geremd.

Uit experimenten (Houdijk, 1983) is gebleken, dat een hoog chloride gehalte de veenafbraak juist remt; hoe deze elkaar onderling beïnvloeden is moeilijk te achterhalen.

In 1971 was het chloride gehalte in "De Haak" ongeveer 2 maal zo hoog dan in 1986.

Het veen wordt onder anaërobe (zuurstofarme) omstandigheden afgebroken. Hierbij kan sulfaat worden omgezet in het giftige sulfide; dit is door ons in de bodem veelvuldig geroken.

Volgens Van Vierssen (1982) kiemt *Najas marina* (Groot nimfkruid) alleen onder zuurstofarme omstandigheden.

Konklusies.

Resumerend zijn uit het projekt van 1986 in "De Haak" de volgende konklusies te trekken:

- * Sinds 1971 is er een laag bodemveen van wisselende dikte verdwenen. Onder invloed van een sinds 1965 vermoedelijk verhoogde buffering van het oppervlaktewater wordt dit bodemveen onder anaërobe omstandigheden afgebroken (o.a. tot sapropelium). Deze afbraak veroorzaakt interne eutrofiering.
- * Er is sinds 1971 geen significant aantoonbare verhoging van de voedselrijkdom van het oppervlaktewater, hoewel enkele waterplanten die eutrofiëring verdragen in 1986 voor het eerst in "De Haak" zijn gevonden. Alleen het totaal-fosfaat gehalte in het oppervlaktewater is sinds 1971 aanzienlijk gestegen.
- * De brakke invloed in "De Haak" is sterk afgenomen; dit is te zien aan de lagere chloride gehalten en de daaraan gerelateerde ionen. De afname van de brakke invloed is

- vermoedelijk te wijten aan inlaat van zoeter water.
- * De kranswieren *Chara hispida* en *Chara aspera* zijn in 1986 niet meer gevonden.
Vermoedelijk hangt dit samen met het te hoge totaal-fosfaat gehalte (0,05 mg/l in 1986). Krause, (1981) geeft als bovenste grens 0,007 mg/l $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$.
 - * In "De Haak" vinden we, zowel in de bedekkingen als in het aantal soorten, een toename van waterplanten die eutrofiëring tolereren.
Dit lijkt tegenstrijdig met de opmerking dat er geen significante verhoging van de voedselrijkdom van het oppervlaktewater is aan te tonen, maar er moet terdege rekening worden gehouden met de aanvoer van nutriënten vanuit de bodem.
 - * Het baggeren heeft op z'n minst een tijdelijke achteruitgang van de watervegetatie tot gevolg. Herstel lijkt wel mogelijk.

Aanbevolen wordt in toekomstig onderzoek ook sulfide, CO_2 , redoxpotentiaal, aciditeit, ammoniak en COD in de chemische analyses te betrekken.

Verder zou het nuttig zijn volgens de methode van De Lyon & Roelofs (1986) de vegetatie en de waterkwaliteit te reconstrueren aan de hand van indikatiewaarden.

7.LITERATUUR

- Gams, H., 1969. Kleine Kryptogamenflora. Bd Ia: Makroskopische Süßwasser und Luftalgen. Stuttgart. 63 pp.
- Gams, H., 1973. Kleine Kryptogamenflora. Bd IV: Die Moos- und Farnpflanzen. Stuttgart. 248 pp.
- Hach, 1986. Hach water analysis handbook. DREL/5. Loveland.
- Heer, H. de, 1980. Metingen en berekeningen over het gedrag van de insecticiden azinfosmethyl en dimethoat in sloten. Gewasbescherming 11(2):31-38.
- Held, A.J. den, J.J. den Held, & E.X. Maier, 1970. Waterplanten en waterplanten vegetaties in de plassen van de Haak bij Slikkendam (Z.-H.). Gorteria, 5:21-35.
- Held, J.J. den, 1973. Water- en moerasvegetaties van de Haak (Gem. Nieuwkoop). Inst. Syst. Plantkunde, Utrecht. 77 pp, Bijlagen.
- Held, J.J. den & A.J. den Held, 1976. Het Nieuwkoopse plassengebied. Zutphen. 314 pp.
- Horssen, H.J.M. & P.F.T.J. Henskens, 1983. Het effect van waterinlaat op de waterkwaliteit en voedingsstoffen huishouding in het laagveengebied de Weerribben. Doct. Versl. 158. Lab. v. Aq. Oec. K.U. Nijmegen.
- Houdijk, A., 1983. Deel A: Het effect van waterverharding op de kwaliteit van het oppervlaktewater en de groei en ontwikkeling van Krabbescheer (*Stratiotes aloides* L.) in veengebieden. Doct. Versl. 153. Lab. v. Aq. Oec. K.U. Nijmegen.
- Houdijk, A. & H. Kok, 1984. Invloed van pH, HCO_3^- en (NH_4^+) SO_4^{2-} op de afbraak van organisch materiaal en op de N-, C-, en S-huishouding in bodem water kolommen. Doct. verslag Aquat. oec. KUN, nr. 171. Min. VROM Directoraat Lucht, proj. 130.
- Klapwijk, S.P., 1982. Hydrobiologisch onderzoek naar de uitwerking van het waterkwaliteitsklassen systeem van Caspers & Karbe voor grote wateren in Zuid-Holland. Hoogheemraadschap v. Rijnland, T.D. afd. Chemie & Techn. Leiden. 118 pp, 7 bijlagen.
- Klein, J. de & O. Bakker, 1983. In de Haeck. Hydrobiologisch onderzoek in lusthof de Haeck. Rapp. 727. Vakgr. Natuurbeheer, L.H. Wageningen. 30 pp, 7 bijlagen.
- Krause, W., 1981. Characeen als Bioindikatoren für den Gewässerzustand. Limnologica (Berlin), 13 (2):399-418.
- Lange, L. de & M.A. de Ruiter (red.), 1978. Biologische Waterbeoordeling. Werkgr. Waterbeoordeling. Inst. v Milieuhyg. & Gezondheidszorg TNO. Delft. 251 pp.
- Lyon M.J.H. de & J.G.M. Roelofs, 1986. Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid. Deel 1 en 2. Lab.v. Aq. Oec. K.U. Nijmegen.
- Mackereth, F.J.H., J. Heron & J.F. Talling, 1978. Water analysis: some revised methods for limnologists. Freshw. Biol. Ass. Sc. Publ., 36:1-120.
- Maier, E.X., 1972. De Kranswieren (Charophyta) van Nederland. Wet. Meded. KNNV, 93:1-44.

-
- Meijer, W., 1955. Waterplanten- en overplantenvegetaties. In: Kortenhoef (Meijer & de Wit, red.):22-44. Amsterdam.
- Sachs, L., 1978. Angewandte Statistik. Methoden und ihre Anwendung. Berlin 552 p.
- Steeg, H.M. van de, 1984. Effects of summer inundation on flora and vegetation of river forelands in de Rhine area. Acta Botanica Neerlandica, 33:365-366.
- Segal, S., 1965. Een vergetatieonderzoek van hogere waterplanten in Nederland. Wet. Meded. KNNV, 57:1-80.
- Vereniging 'De Haak', 1983. Berheersplan Beschermd Natuurmonument 'De Haak'. Vereniging de Haak & CLN van Staatsbosbeheer in Zuid-Holland.
- Vierssen, W. van, 1982. Some notes on the germination of seeds of *Najas marina* L. Aq. Bot., 12(1982):201-203.
- Weijden, H.G.M. van der, 1984. Verslag van een excursie naar de Haak.
- Westhoff, V. et al., 1971. Wilde Planten, dl. 2. Ver. Beh. Natuurmonumenten Ned.. 303 pp.
-

bijlage 1

Tabel 2: Overzicht van de gebruikte fysische- en chemische analyses en de gebruikte analyse methoden.

De door Giesen & Geurts gebruikte methoden zijn de "Standard Methods for the Examination of Waters and Waist Waters". of afgeleiden daarvan.

ANALYSE	AFKORTING	H.H. van Rijnland		Giesen & Geurts		detectiegr
		methode		methode		
Temperatuur	T	thermometer		thermometer		0,1 graad
Doorzicht	DZ	NEN 6606		Secchi-Schijf		0,02 pH
Zuurtégraad	pH	NEN 6411		fotometrisch		1 uS/cm
Elektrische geleidbaarheid	EGV 25	NEN 6412		geleidbaarheidsmeter		
Zuurstofgehalte	O2	NEN 6490		Winkler (SMEWM-Azide modifikatie)		0,1 mg/l
Zuurstofverz.%	O2-verz.%	Tabel		Tabel NEN 3235		
Ammonium	NH4-N	Autoanalyser, Technicon, NEN 6481		fotometrisch Salicylate methode		0,002 mg/l
Nitraat + nitriet	NO2+NO3-N	idem		fotometrisch; Cd-reduktie en met NitraVer 6		0,01 mg/l
Orthofosfaat	P04-P	idem		fotometrisch; Tinchloride methode		0,001 mg/l
Totaalfosfaat	P04-tot -P	idem		oxidatie tot P04 met H2SO4 en K-persulfaat verder als P04-P		0,001 mg/l
Sulfaat	S04	NEN 6487		turbimetric met SulfaVer 4		0,001 mg/l
Chloride	Cl	Autoanalyser, Technicon, NEN 6481		fotometrisch met kwikthiocyanaat		0,1mg/l
Alkaliniteit	Alk	NEN 6531		titrimetric tot pH 4,3		6,1 mg/l
Calcium	Ca	NEN 6446		titrimetric met EDTA tegen CalVer 2		0,1 mg/l
Kalium	K	NEN 6224		-		
Natrium	Na	NEN 6423		-		
Magnesium	Mg	NEN 6455		titrimetric met EDTA tegen ManVer 2		0,1 mg/l
IJzer-totaal	Fe tot	NEN 6460		fotometrisch met FerroZine reagent		0,001 mg/l

pH, Alkaliniteit, EGV en zuurstofgehalte zijn door ons in het veld bepaald.

bijlage 2

Coderingen en schaal die bij de vegetatie opnamen in 1971 en 1986 zijn gebruikt.

Codering		uitleg		
1986	1971			
R	r	sporadisch in het gehele associatie-individu		-
	+r	sporadisch (1-2 ind.) in de proefvlakte)		-
+	+p	weinig talrijk (3-20 ind.),	bedekking	1%
	+a	idem	"	1-2%
	+b	idem	"	2-5%
1	1p	talrijk (20-100 ind.),	"	1%
	1a	idem	"	1-2%
	1b	idem	"	2-5%
2m	2p	zeer talrijk (> 100 ind.),	"	1%
	2m	idem	"	1-5%
2a	2a	aantal ind. willekeurig,	"	5-12,5%
2b	2b	idem	"	12,5-25%
3	3(a,b)	idem	"	25-50%
4	4(a,b)	idem	"	50-75%
5	5(a,b)	idem	"	75-100%

bijlage 3

Kaart van de Haak overgenomen uit Den Held (1973). De kaart is verkleind en voorzien van de monsterpunten in 1986.

