

FYSISCHE EN CHEMISCHE BEPALINGEN, TOPOGRAFIE EN VEGETATIE
VAN ZEVEN MONSTERPUNTEN IN INFILTRATIEPANNEN EN KWELPLASSEN
IN HET GEBIED VAN DE DUINWATERLEIDING VAN 's-GRAVENHAGE
IN 1974 en 1975

E.J. van Nieukerken

J. van Tol

LEIDEN, januari, 1978

Bijlage 2, bij het doctoraalverslag van E.J. van Nieukerken

I N H O U D

Voorwoord

1. Inleiding
2. Methodieken
 - 2.1. Algemeen
 - 2.2. Faunabemonstering
 - 2.3. Temperatuurmeting
 - 2.4. Overige fysische en chemische bepalingen
3. Beschrijving van de monsterpunten
 - 3.1. Algemeen
 - 3.2. De monsterpunten
4. Fysisch-chemische bepalingen
 - 4.1. Inleiding
 - 4.2. Temperatuur
 - 4.3. E.G.V.
 - 4.4. pH, carbonaat en bicarbonaat
 - 4.5. Calcium
 - 4.6. Chloride
 - 4.7. Fosfaat
 - 4.8. Nitraat
5. Conclussie
6. Literatuur

VOORWOORD

Het voor u liggende verslag is een onderdeel van de doktoraal verslagen van beide auteurs. Het onderzoek van J. van Tol (verricht voor de vakgroep Systematische Dierkunde en Evolutiebiologie) behandelt de verspreiding en oecologie van de waterwantsen in Meijndel. Het onderzoek van E.J. van Nieukerken (verricht voor de vakgroep Oecologie) behandelt de macrofauna van duinwateren in Meijndel in zijn totaliteit. Ten behoeve van deze onderzoeken leek het wenselijk gedurende één jaar een aantal plaatsen in het duingebied maandelijks chemisch en op fauna te bemonsteren. Alle bij deze monsterring verkregen resultaten die niet de fauna betreffen, behandelen we in dit rapport.

Op deze plaats willen wij graag allen die ons bij het onderzoek en bij het totstandkomen van dit verslag hebben geholpen bedanken. In de eerste plaats danken we medewerkers en directie van de Duinwaterleiding van 's Gravenhage voor het verlenen van toestemming voor het onderzoek, voor raadgevingen en vooral voor de enorme hoeveelheid chemische bepalingen die het Laboratorium voor ons verrichtte. Verder bedanken wij voor hun hulp, raadgevingen en opmerkingen de heren Prof. Dr. K. Bakker, Drs. D.Ch. Brandt, Drs. H.W.J. van Dijk, Dr. L.W.G. Higler en Prof. Dr. J.T. Wiebes.

Een voorlopige versie van dit rapport werd in 1976 toegevoegd aan het ongepubliceerde verslag van J. VAN TOL (1976).

INLEIDING

Sinds 1955 infiltreert de Duinwaterleiding van 's Gravenhage (DWL) de duinen tussen het Wassenaarse Slag en Den Haag (vaak met de naam "Meijendel" aangeduid) met Rijnwater ten behoeve van de drinkwatervoorziening. Deze maatregel was noodzakelijk geworden doordat de zoetwatervoorraad onder het duin sterk verminderde (zie BOERBOOM, 1958; TUINZAAD, 1974).

Aanvankelijk werden de bestaande duinvalleien enigszins aangepast en gevuld met rivierwater, later moesten er meer en meer hele plassen gegraven worden. Door de verhoging van de grondwaterspiegel ontstonden er, vooral langs de oude pannen, talrijke kwelplassen.

Het hydrobiologisch onderzoek in Meijendel is tot nu toe vrij beperkt gebleven: naast chemisch en bacteriologisch onderzoek aan het laboratorium van de DWL, dat voornamelijk op het infiltratiewater en de pannen gericht is, is er een beperkt aantal onderzoeken aan de macrofauna verricht. Een overzicht van alle hydrobiologisch onderzoeken geven wij elders (VAN NIEUKERKEN & VAN TOL, 1978).

Naar aanleiding van een onderzoek van KUIJPER (1971, 1973), die het gebied op zoetwatermollusken inventariseerde, begonnen wij in 1970 met een inventarisatie van de overige macrofauna, in het begin vooral de waterwantsen en waterkevers.

Het onderzoek kreeg in 1974 de status van doctoraalonderwerpen en werd daartoe opgesplitst in de in het voorwoord geschetste onderzoeken. Bij het hiervoor opgezette monsterprogramma werden van juni 1974 tot juli 1975 zeven monsterpunten in twee infiltratiepannen en drie kwelplassen maandelijks bemonsterd.

Voor de vraagstelling van beide onderzoeken en de resultaten ervan wordt verwezen naar de beide, ongepubliceerde doctoraalverslagen (VAN TOL, 1976; VAN NIEUKERKEN, 1978). Enkele faunistische resultaten werden al gepubliceerd (VAN NIEUKERKEN & VAN TOL, 1978a en b; VAN TOL & VAN NIEUKERKEN, 1978; GEIJSKES & VAN NIEUKERKEN, 1978).

In de zomer van 1975 is het chemische en fysische monsterprogramma op de door ons gekozen monsterplaatsen in combinatie met een vegetatiekundig onderzoek en plankton-analyses voortgezet door H.W.J. van Dijk (vakgroep Milieubiologie).

METHODIEKEN

Algemeen

Vóór het monsterprogramma begon, werd in juni 1974 op elke monsterplaats met behulp van touw en meetlat een profiel opgemeten. Ook werden vegetatie, bodemtoestand e.d. beschreven.

Hoewel hier niet verder wordt ingegaan op de wijze van bemonstering van de fauna, is het voor de duidelijkheid wenselijk hierover het volgende mee te delen.

Gemonsterd werd met behulp van een net met een opening van 1035 cm², aan een stok van 2 m lengte (fig. 1). De monsters werden loodrecht op de oever genomen over een afstand van 2,5 m (in G 21 2 m). Daarna werd speciaal voor de waterwantsen nog 5 m evenwijdig aan de oever gemonsterd (op enige afstand van het eerste monster), met uitzondering van de mp. 1 en 7.

Daarna werd de thermometer afgelezen en weer in orde gemaakt voor de nieuwe meting. Verder werd de vegetatie opgenomen en werden diverse kenmerken van het water genoteerd (helderheid, waterstand e.d.). Ook de bodemtoestand, het weer en de aanwezigheid van niet bemonsterde fauna werden bijgehouden. Het watermonster werd op enige afstand van de plaats van het faunamonster genomen. Er werd één liter water verzameld door de fles ongeveer 10 cm onder water te houden en onder water de fles te sluiten.

De monsterdata waren de volgende:

1974: 18 juni (proefmonster), 14 augustus, 19 september, 17 oktober, 14 november, 23 december (alleen temperatuur); 1975: 15 januari, 17 februari, 12 maart, 16 april, 13 mei, 16 juni, 17/18/20 juli.

Temperatuurmeting

Er werd voor dit onderzoek gebruik gemaakt van Grondthermometers volgens Six (een maximum - minimum thermometer) met een afleesnauwkeurigheid van ongeveer 0,1 °C.

De thermometers waren geklemd in P.V.C. buizen, welke met koperdraad aan houten paaltjes van ongeveer één meter waren bevestigd.

De paaltjes waren zover in het substraat gedreven dat de meters ongeveer 10 cm boven de bodem hingen. Het was helaas niet mogelijk op alle plaatsen de thermometers geheel onder water te bevestigen.

De nauwkeurigheid van deze apparaten moet volgens D. Ch. Brandt (mond. meded.) worden geschat in de orde van grootte van $0,5^{\circ}\text{C}$. Bij het verwijderen van de meters uit de klem was het mogelijk dat de haltertjes, die het maximum en minimum aangeven, iets zakten; hetzelfde kon gebeuren door sterke golfslag.

Overige fysische en chemische bepalingen

In het kort worden hierna de door de DWL gebruikte methoden aangegeven: pH en geleidingsvermogen werden bepaald met elektrische meters.

Chloride: titratie met AgNO_3 volgens Mohr.

Bicarbonaat: titratie met 0.1 N HCl , mengindicator volgens Cooper.

Carbonaat: titratie met 0.1 N HCl , en fenoftaleïne indicator. Carbonaat werd voor het bicarbonaat bepaald.

Sulfaat: gravimetrische bepaling door neerslag met bariumchloride.

Calcium en Magnesium: bepaling met behulp van een atoom adsorptie spectrofotometer.

Nitraat: Volgens de natrium salicylaat methode, colorimetrische bepaling.

Orthofosfaat: Colorimetrische bepaling door het PO_4 -ion in zuur milieu met molybdaat te verbinden. De blauwe kleur wordt bepaald.



Fig. 1 Het materiaal

BESCHRIJVING VAN DE MONSTERPUNTEN

De monsterpunten moesten zo gekozen worden dat tenminste vertegenwoordigd waren: een infiltratieplas van de oude generatie, een van de nieuwe en een aantal kwelplassen van verschillende grootte en structuur. Bovendien moesten de plassen zo liggen dat bemonstering op één dag mogelijk was. Tenslotte leek het wenselijk de infiltratiepannen op tenminste twee plaatsen te bemonsteren.

Dit resulteerde in de volgende keuze: (zie fig. 2 en 3)

Infiltratiepan 17.1. (het Sparregat) bij een Rietkraag (monsterpunt 1) en op kaal zand (monsterpunt 2).

Infiltratiepan 26.1.1. (de Ganzenhoek) op kaal zand (monsterpunt 3) en een plaats met veel bladafval (monsterpunt 4).

Kwelplassen: Een grote, vrij ondiepe (K 10) (monsterpunt 5)

Een middelgrote, vrij diepe (G 15) (monsterpunt 6)

Een kleine, ondiepe (maar wel permanente) G 21 (monsterpunt 7)

In de volgende beschrijving van de monsterpunten worden achtereenvolgens besproken: Ligging, diepte, helling van de oever en de bodem, oevervegetatie, watervegetatie, techniek van de monsternamen ter plaatse en omschrijving van het meestal opgeschepte materiaal. De profieltekeningen zijn gemaakt in juni 1974. De ingetekende waterstand is die van deze dag (en deze gold als referentiepunt voor onze latere metingen). In deze profielen zijn ook de hoogste en laagste waargenomen waterstanden ingetekend.

De bodem bij de peilschaal is als nulpunt gekozen voor de waterstandgrafieken van de kwelplassen. Bij de infiltratiepannen is de waterstand in meters boven N.A.P. (zoals opgemeten door de D.W.L.) gegeven.

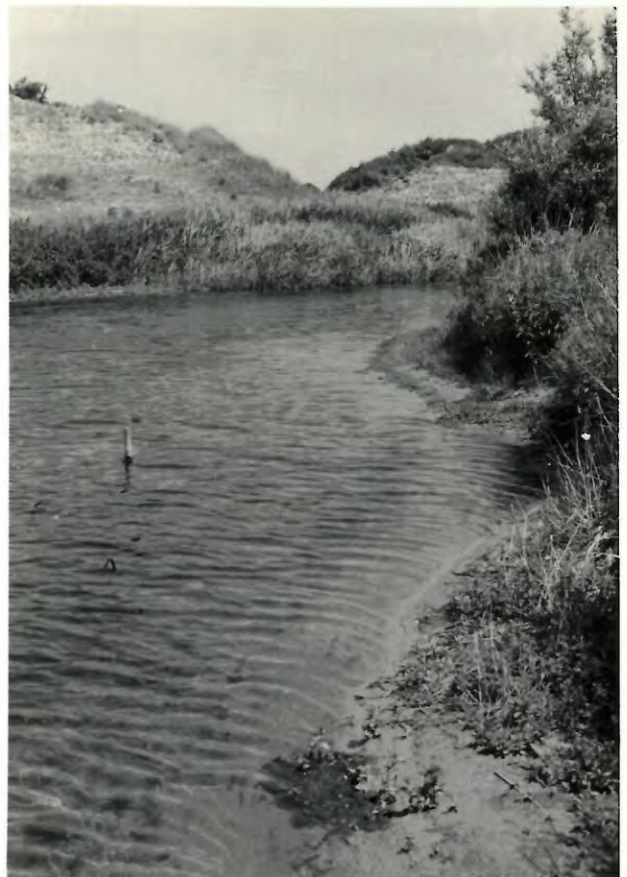


Fig. 3a

Stuatie van de waterplaatsen,
infiltratiepannen

1	2
3	4



6	7
5	

Fig. 3b

Situatie van de menselijke plaatsen, kweekplassen

Monsterpunt 1 (fig. 2, 4 en 5)

Infiltratiepan 17.1* (in bedrijf in 1956). Coördinaten: x=83.400; y=461.785

Beschrijving. Dit monsterpunt is gelegen in de uiterste noordoost punt van een circa 10 meter brede uitloper van het zuiddeel van pan 17.1. Deze uitloper is op de plaats van het monsterpunt door een duiker verbonden met het noorddeel van deze pan. Bij extreem lage waterstanden komt de duiker droog te liggen (november '74).

Op de steile oever (helling 28°) bevindt zich een dichte, circa 1.2 m hoge vegetatie van *Urtica dioica*, *Epilobium hirsutum* en *Cirsium arvense*. Deze vegetatie gaat over in een 2 meter brede dichte riet-vegetatie (maximaal 3 m hoog), waartussen een dichte laag rietafval ligt.

In de maanden mei tot augustus is de hele wateroppervlakte tot aan de rietzoom bedekt met een dikke laag aagespoelde draadalgen die later in het seizoen naar de bodem zinken.

De zandbodem is bedekt met een laag modderig zand, meestal vermengd met dode draadalgen en rietafval.

De helderheid van het water varieert van groot tot gering.

De waterstand in deze pan is aan grote schommelingen onderhevig.

Monstername. Door de steile bodem (afnemend van 28° tot 17°) was het niet mogelijk de monsters loodrecht op de waterlijn te nemen. Er werd 2,5 meter evenwijdig aan de waterlijn, indien mogelijk door de riet-vegetatie, getrokken. Door het grote aantal wantsen in dit monster was het niet zinvol op dezelfde wijze nog eens 5 meter te bemonsteren, mede omdat bij de eerste trek al veel wantsen verjaagd werden. Er werd meestal zeer veel materiaal opgeschept, dit bestond uit rietdeeltjes met wat modder en soms draadalgen.

(* Nummering van de D.W.L.)

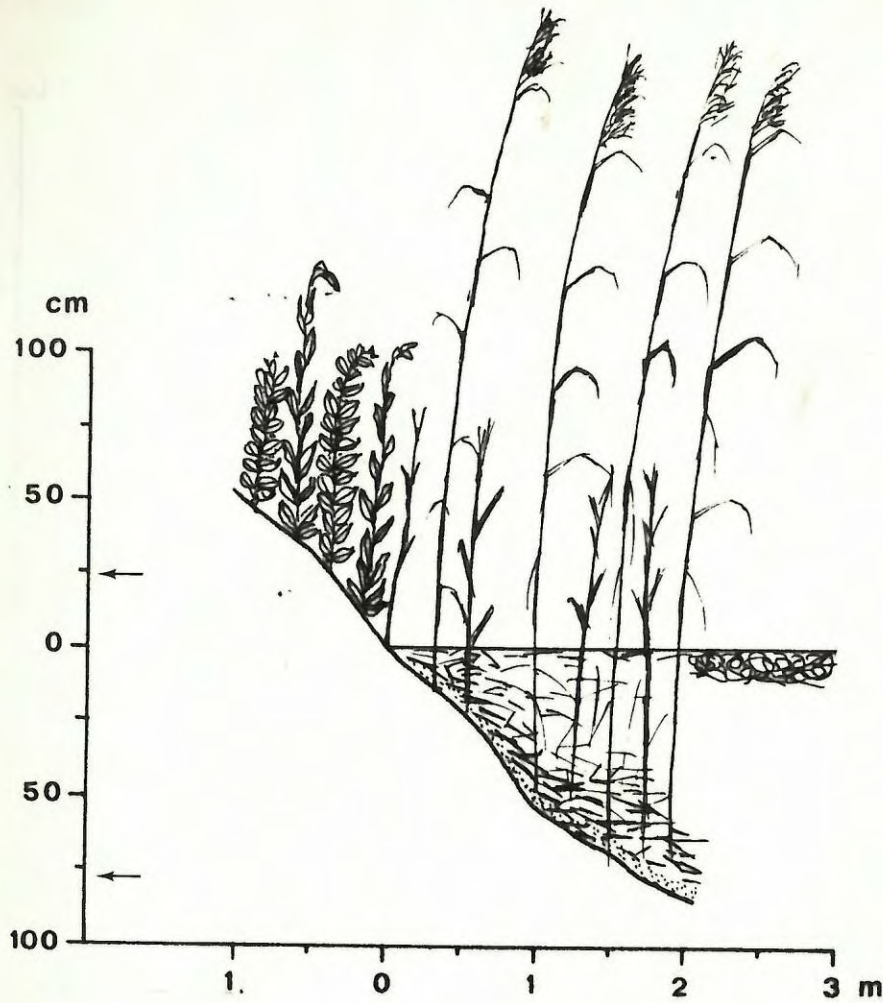


Fig. 4 Profiel van monsterplaats 1

zie p. 12 A

Fig. 5 Waterstandsverloop in pan 17.1 (naar gegevens van de DWL)

fig. 5 (zie p. 12)

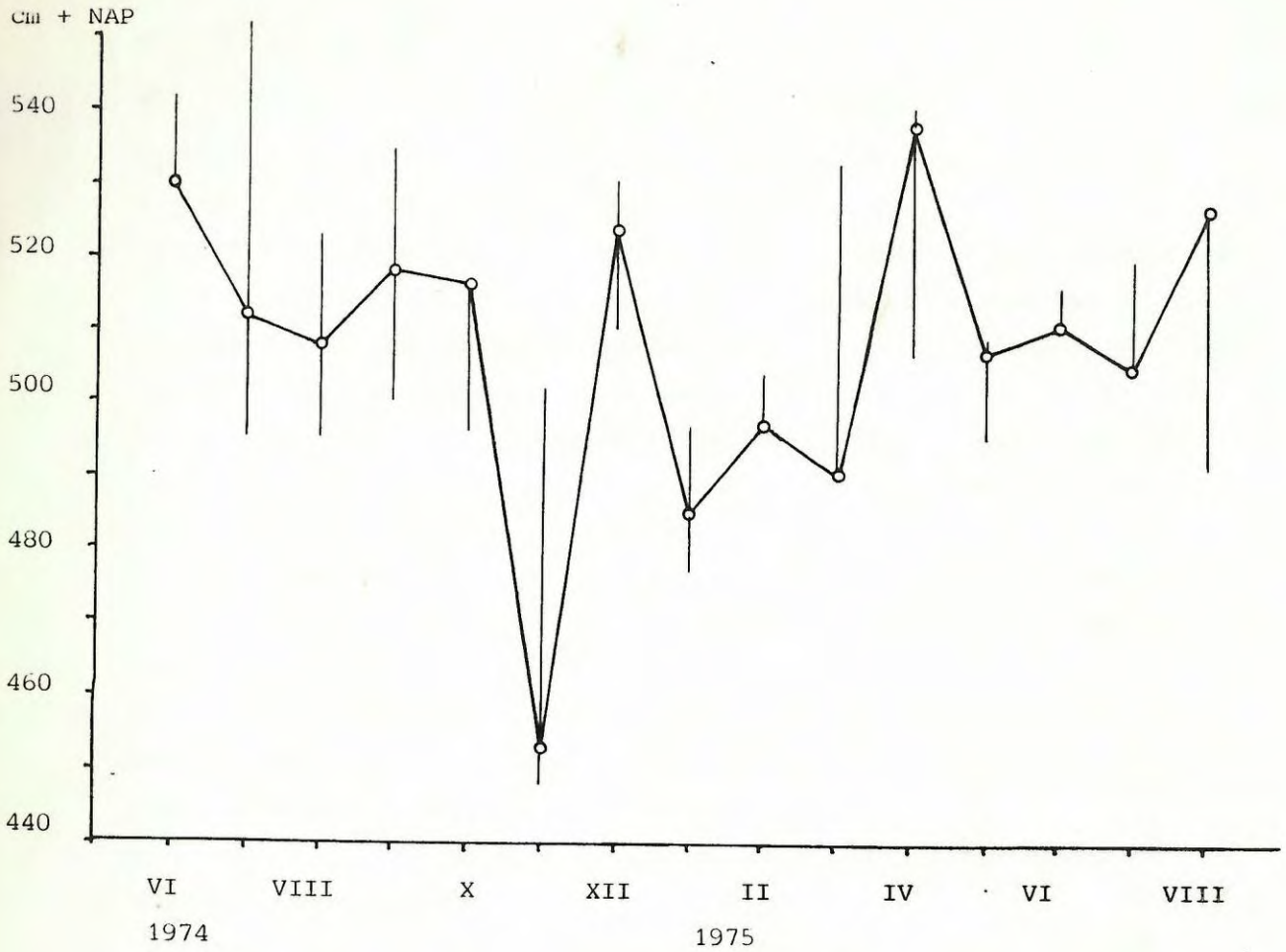
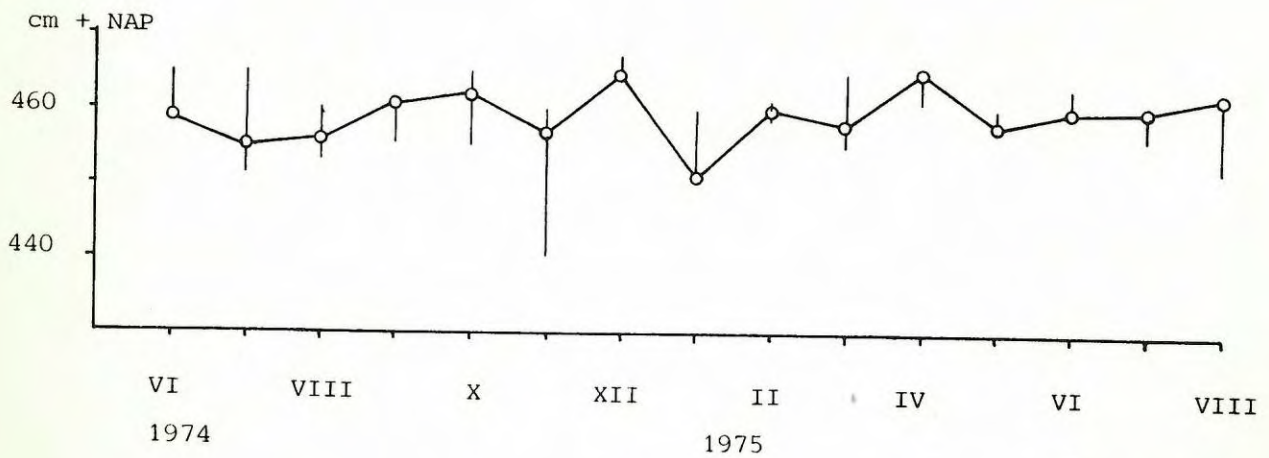


fig. 6 (zie p. 16)



De verticale lijnen geven de maandelijkse spreiding aan.

Monsterpunt 2 (fig. 2, 5 en 6)

Infiltratiepan 17.1 (in bedrijf in 1956). Coördinaten: x=83.345; y=461.735

Beschrijving. Dit monsterpunt ligt in dezelfde uitloper als punt 1, echter 70 meter zuidelijker, aan de oostoever.

De niet erg steile oever gaat plotseling via een steil (71°) wandje over in de geleidelijk hellende bodem (17°). De maximale diepte van de pan is op deze plaats waarschijnlijk kleiner dan 1,5 meter, uitgaande van de waterstand die in het profiel is weergegeven.

Bovenop de oever is er een duinriet (*Calamagrostis epigejos*) vegetatie, met grote concentraties nitrofiele planten als *Epilobium hirsutum*, *Urtica dioica* en *Eupatorium cannabinum*.

De waterstand was nadat het profiel is opgenomen (juni '74) meestal zo laag dat er een strandje ontstond. Hierop stond vrij weinig vegetatie: *Mentha aquatica* en *Carex trinervis*.

De watervegetatie bestaat voornamelijk uit draadalgen die in de zomer massaal aanwezig zijn, gedeeltelijk drijvend. In de zomer zijn dieper enkele planten *Potamogeton pectinatus* aanwezig.

De bovenlaag van de zandbodem is vermengd met een weinig modder en afgestorven draadalgen.

De helderheid van het water was in het algemeen iets groter dan op punt 1.

Monstername. Er werd 2,5 meter loodrecht op de oever getrokken. De grootste diepte van dit monster varieerde van 30 tot 80 cm.

Een wantsen-monster van 5 meter werd evenwijdig aan de waterlijn genomen, op een diepte van 10 tot 35 cm. Door de sterk wisselende waterstand wisselde ook de plaats van de monsters nogal; in november '74 werd bij zeer lage waterstand in verband met de grote hoeveelheden alg in het dieptste deel van deze uitloper slechts 1,25 meter getrokken.

Het opgeschepte materiaal bestond vooral uit een zeer zandige draad-algen massa.

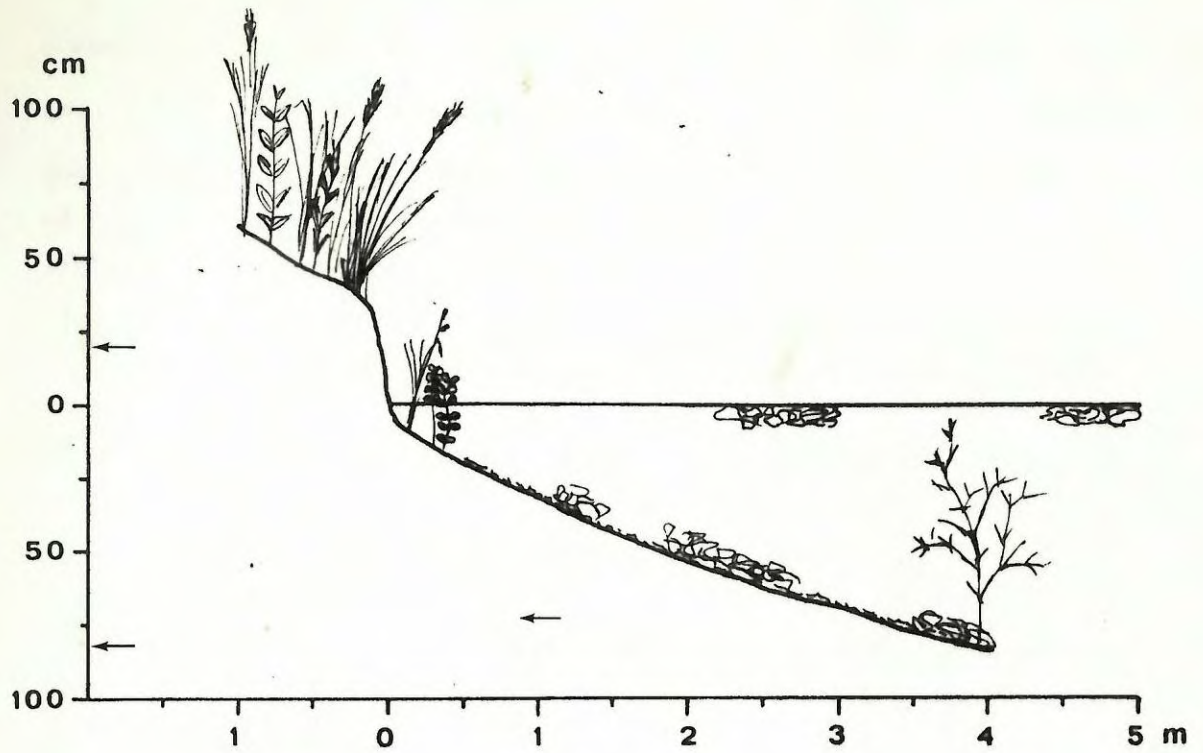


Fig. 6 Profiel van monsterplaats 2.

Monsterpunt 3 (fig. 2, 7 en 8)

Infiltratiepan 26.1.1 (in bedrijf in 1972). Coördinaten: x=84.440; y=463.765

Beschrijving. Dit monsterpunt ligt in de noordoost hoek van deze plas, op een sterk op de wind geëxponeerde plaats. De oever is vrijwel vlak (helling 6°) en vormt bij lage waterstanden een strandje.

Na 5 meter uit de waterlijn (op opname datum) wordt de bodem plotseling zeer steil (28°) en loopt dan snel af naar de grootste diepte van deze plas (± 6 m)

Op de oever groeit ter plaatse een vloedmerkvegetatie met nitrofiele soorten als *Chenopodium rubrum*, *Cirsium arvense*, *Senecio viscosus*, *Solanum dulcamara*, *Solanum triflorum*, *Sonchus arvensis*, *Tussilago farfara*, *Urtica dioica* en *Carex arenaria*.

Aan weerszijden van het vrij kale monsterpunt (betreding!) is er een vrij dichte *Calamagrostis epigejos*-vegetatie, meestal staan ook enkele planten in het water.

Watervegetatie ontbreekt, doch in de zomer (juni - juli) spoelen enorme hoeveelheden *Enteromorpha* aan.

De bodem bestaat uit kaal zand.

De helderheid van het water varieert sterk, in augustus tot september was het water groen door sterke blauwalg bloei (o.a. *Microcystis*).

De waterstand van deze pan varieerde niet zeer sterk tijdens de monsterperiode.

Monstername. Er werd 2,5 meter gemonsterd op de flauw hellende bodem, loodrecht op de waterlijn. Het 5 meter monster werd evenwijdig aan de oever genomen en ging daarbij langs enkele pollen *Calamagrostis*.

Het opgeschepte materiaal bestond voornamelijk uit een kleine hoeveelheid zand, in de zomermaanden werd echter een grote hoeveelheid

Enteromorpha in het net gevangen.

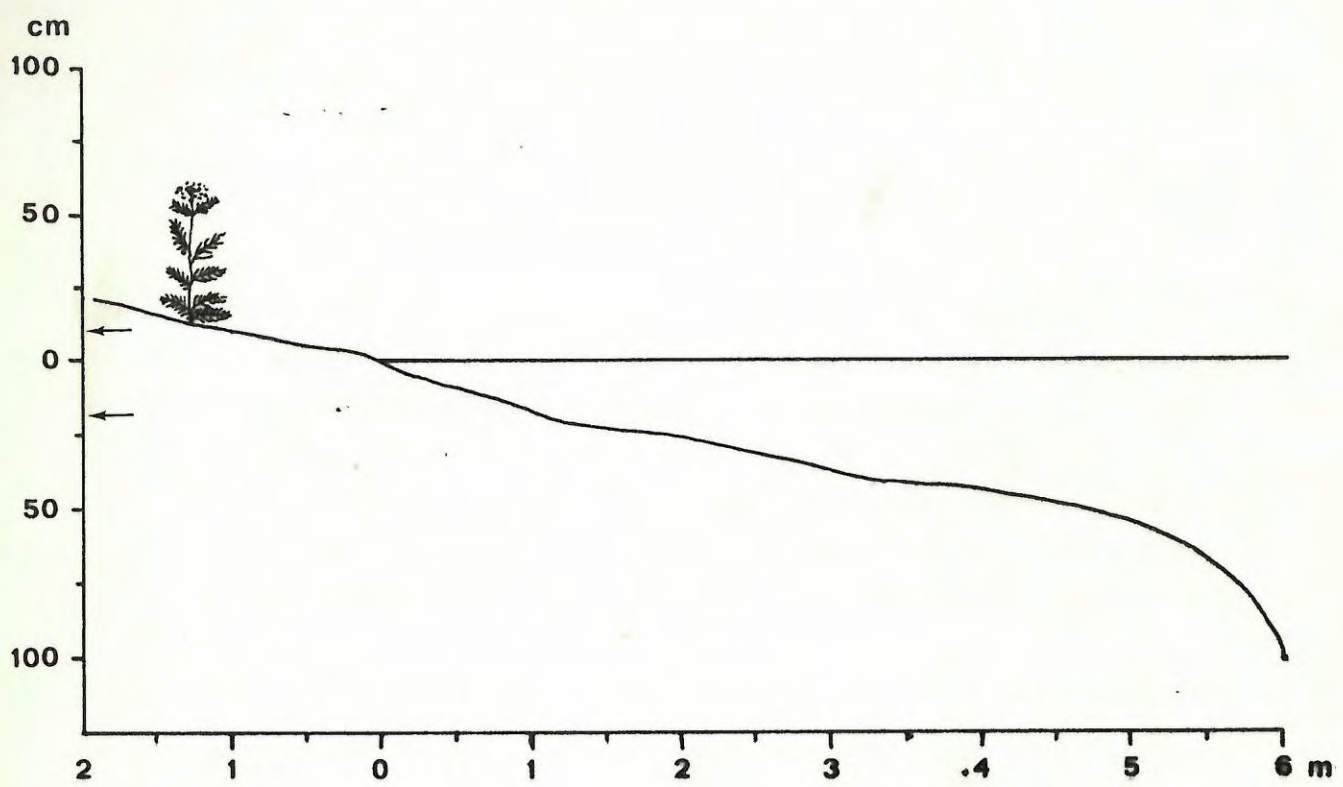


Fig. 7 Profiel van monsterplaats 3.

Ziep. 12A

Fig. 8. Waterstandsverloop in pan 26.1.1 (naar gegevens van de DWL)

Monsterpunt 4 (fig. 2, 8 en 9)

Infiltratiepan 26.1.1 (in bedrijf in 1972). Coördinaten: x=84.320; y=463.750

Beschrijving. Dit punt ligt aan de noordwest oever van de oostelijke kom van deze pan, circa 110 meter verwijderd van punt 3. De plas grenst hier aan het dennenbos van het Wassenaarse Slag.

De oevers en bodem hebben een helling van 15° , waardoor het water snel dieper wordt. De bomen (*Pinus nigra* en *Betula sp.*) komen hier tot vlak aan de oever.

Op de oever staat een tamelijk dichte vegetatie waarin *Calamagrostis epigejos* en *Urtica dioica* domineren, daarnaast staat er *Cirsium arvense*, *Epilobium hirsutum*, *Lycopus europaeus*, *Sonchus arvensis*, *Inula conyza* en meer in het water *Mentha aquatica*.

Echte watervegetatie ontbreekt, 's zomers is de bodem vanaf 3 meter uit de oever echter bedekt met *Enteromorpha*. Er spoelen geen algen aan.

Op de kale zandbodem ligt een dunne laag van bladafval, dennenaalden en takjes.

Helderheid, algbloei en waterstand zijn vrijwel gelijk aan monsterpunt 3.

Monstername. Het 2,5 meter monster werd loodrecht op de oever tot op de kant getrokken, de grootste diepte was 70 tot 86 cm. Het 5 meter-monster werd door de overhangende *Calamagrostis* en *Mentha* getrokken.

Het geschepte materiaal bevatte een weinig van het detritus materiaal.

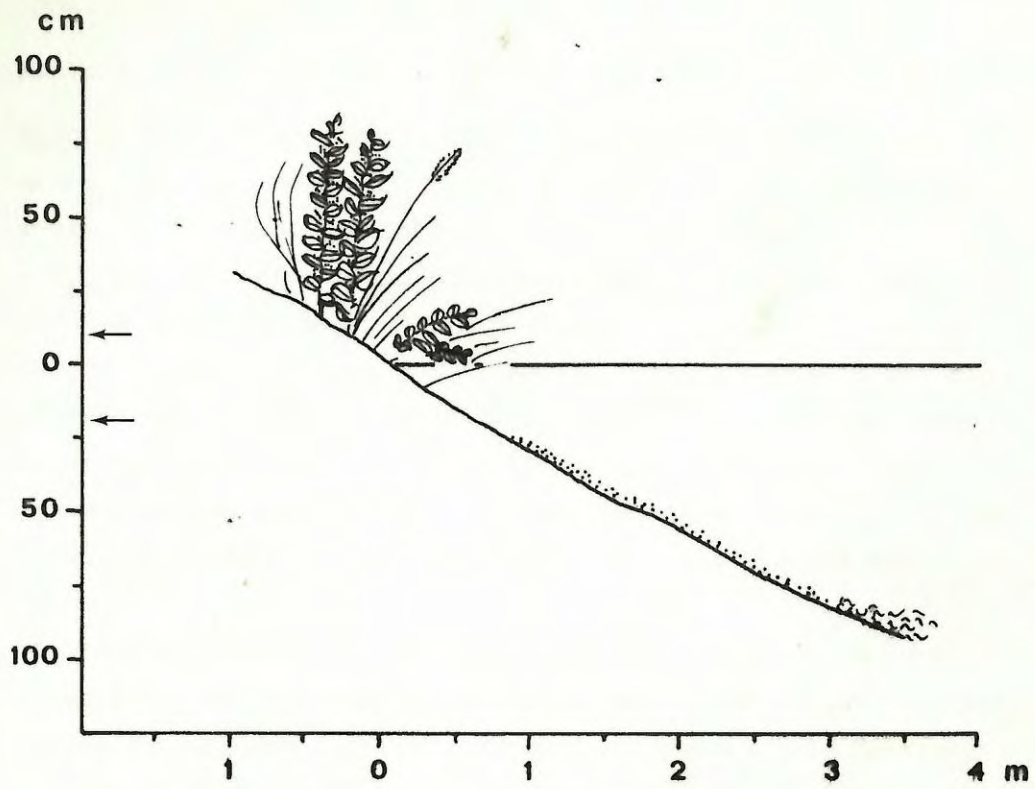


Fig. 9 Profiel van monsterplaats 4.

Monsterpunt 5 (fig. 2, 10 en 11)

Kwelplas K 10* (ontstaan in ± 1956). Coördinaten: x=83.530, y=461.820

Beschrijving. Dit is een grote kwelplas (oppervlakte 0.3 ha). Ze is geheel omgeven door vrij hoge struwelen, en circa 30 meter verwijderd van pan 17.1. De plas is bij de hoogste waterstand maximaal 60 à 70 cm diep. Het aspect van de plas wordt bepaald door de stammen van dode berken, die door de hele plas verspreid staan.

De oever heeft een flauwe helling (20°) en is begroeid met een rijk geschakeerde vegetatie van *Calamagrostis epigejos*. Vlak langs de oever duidt *Epilobium hirsutum* op de aanwezige eutrofiering. Een groot deel van de plas is omgeven door *Phragmites australis* en *Typha latifolia*-zomen. Op de plaats van het monsterpunt staat slechts een klein groepje *Typha*.

De bodem is bedekt met een tapijt van lage *Chara vulgaris* planten, dat bijna 100% van de bodem kan bedekken. Hiertussen staan de kleine elodeïden *Potamogeton pusillus*, *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris* en *Myriophyllum spicatum*. Meer naar de oever staan enkele exemplaren van *Ranunculus aquatilis*.

Merkwaardig is dat deze watervegetatie in september/oktober '74 vrijwel geheel verdween en pas weer in mei '75 verscheen.

De bodem wordt bedekt door een circa 10 cm dikke reducerende zwarte modderlaag.

Het water is meestal vrij helder. Door de nabije ligging van pan 17.1 is ook deze plas onderhevig aan een sterk wisselende waterstand.

Monstername. Er werd 2,5 meter loodrecht op de oever gemonsterd, vanaf circa 1 à 2 meter uit de oever. De diepte varieerde door het jaar van 5 tot 35 cm. Het 5 meter monster werd o.a. door de *Typha*-vegetatie getrokken, doch leverde meestal zeer weinig op.

Het opgeschepte materiaal bestond voornamelijk uit modder en weinig planteresten.

* Nummering van de kwelplassen volgens KUIJPER (1973), door ons aangevuld. Deze nummering is vastgelegd in DWL-kaart nr. A 4250.

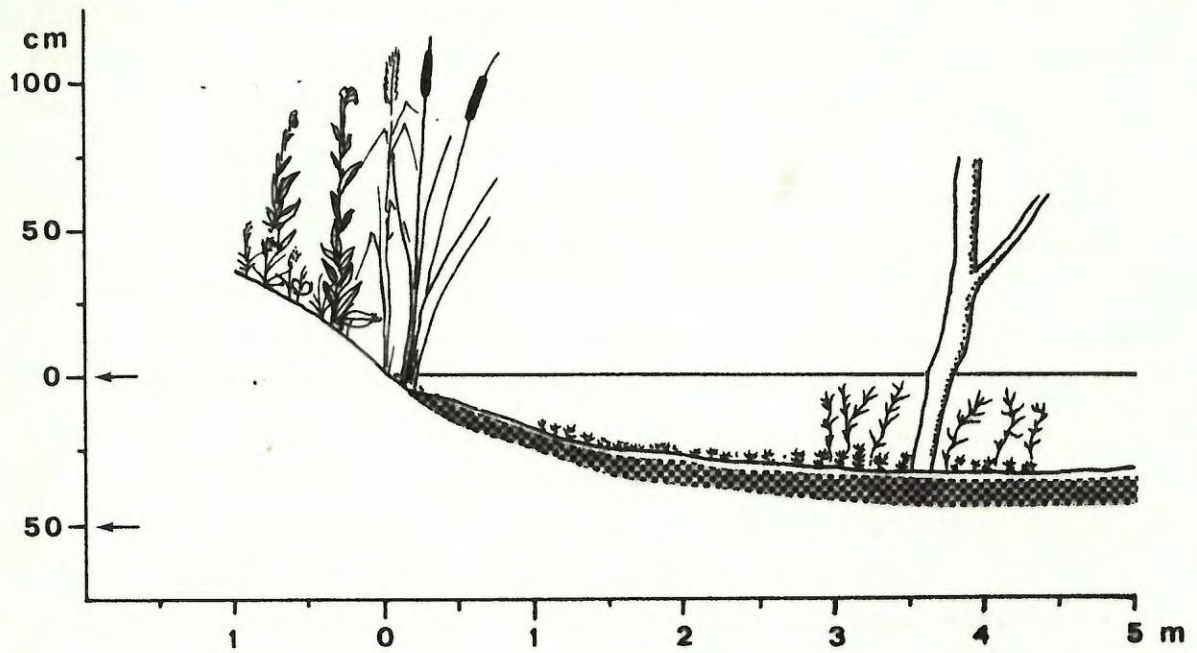


Fig. 10 Profiel van monsterplaats 5.

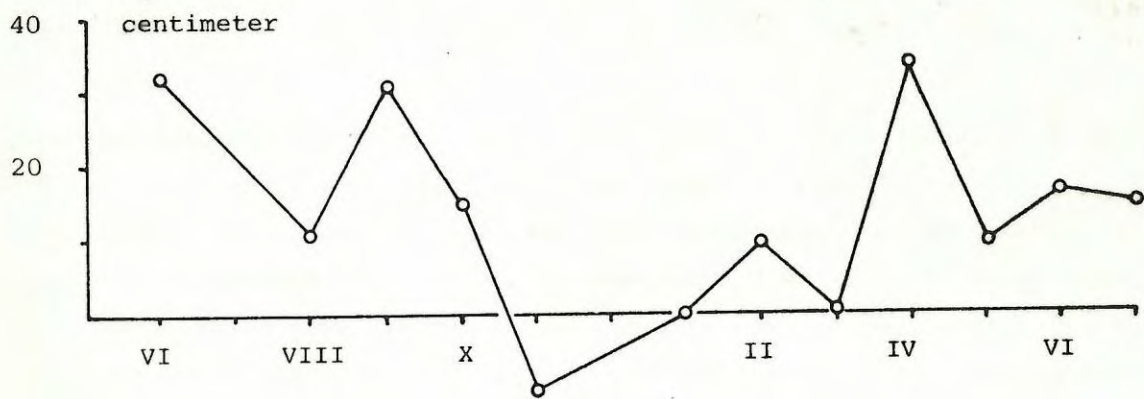


Fig. 11 Waterstanden op monsterplaats 5.

Monsterpunt 6 (fig. 2, 12 en 13)

Kwelplas G 15 (ontstaan in ± 1956). Coördinaten: x=82.628, y=461.887

Beschrijving. Dit punt ligt in een middelgrote (circa 1500 m²) kwelplas die door z'n diepte (70 tot 125 cm) nooit droog ligt. De plas is omgeven door hoge duinen. De afstand tot de dichtstbijliggende infiltratiepan (pan 20.1) is 140 meter.

De oeverhelling varieert van 17° tot 30°, maar is bij de monsterplaats vrij steil (30°). De bodem loopt eerst vrij steil af (15°), maar wordt na 3 meter vrijwel vlak.

De oevers zijn bij het monsterpunt begroeid met een *Calamagrostis* vegetatie, verder liggen er duindoornstruwelen rond de plas.

In de westpunten van de plas bevinden zich groepen *Typha latifolia* en *Phragmites australis*, en in oostpunt, waar het kwelwater binnenkomt, groeit een vegetatie van *Epilobium hirsutum*, *Phragmites australis*, *Veronica beccabunga*, *Veronica catenata* en *Hippuris vulgaris*.

Op de monsterplaats staat de duinriet vegetatie bij hoge waterstanden in het water, dieper volgt een stuk kaal zand en daarna (in juni '74) een dichte vegetatie van circa 15 cm lange *Chara vulgaris* planten, met spaarzaam *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton pusillus*, *Myriophyllum spicatum*, *Zanichellia palustris* en *Hippuris vulgaris*. Deze vegetatie was hier al jaren bekend, doch vanaf september '74 verdween ze vrij plotseling en is er niet teruggekeerd. Draadalgen en *Enteromorpha* en *Batrachospermum* zijn wel het hele jaar in wisselend aantal te vinden.

De bodem is bedekt met een laag grijze modder waarin veel *Chara*-deeltjes zitten.

Het water is doorgaans zeer helder. Het waterstandsverloop (zie figuur) doet zeer natuurlijk aan: hoogste waterstand in de winter, laagste in de zomer.

Monstername. Het 2,5 meter monster werd loodrecht op de oever genomen, en tot op de oever getrokken (grootste diepte 50 tot 80 cm).

Afahankelijk van de waterstand werd soms een stukje door de *Calamagrostis* vegetatie getrokken. Het 5 meter monster werd vlak langs de oever door het overhangende gras getrokken. In juni '74 bestond het monster nog uit een zeer grote hoeveelheid *Chara*, later was het meer een modderige massa met dood plantenmateriaal en algen.

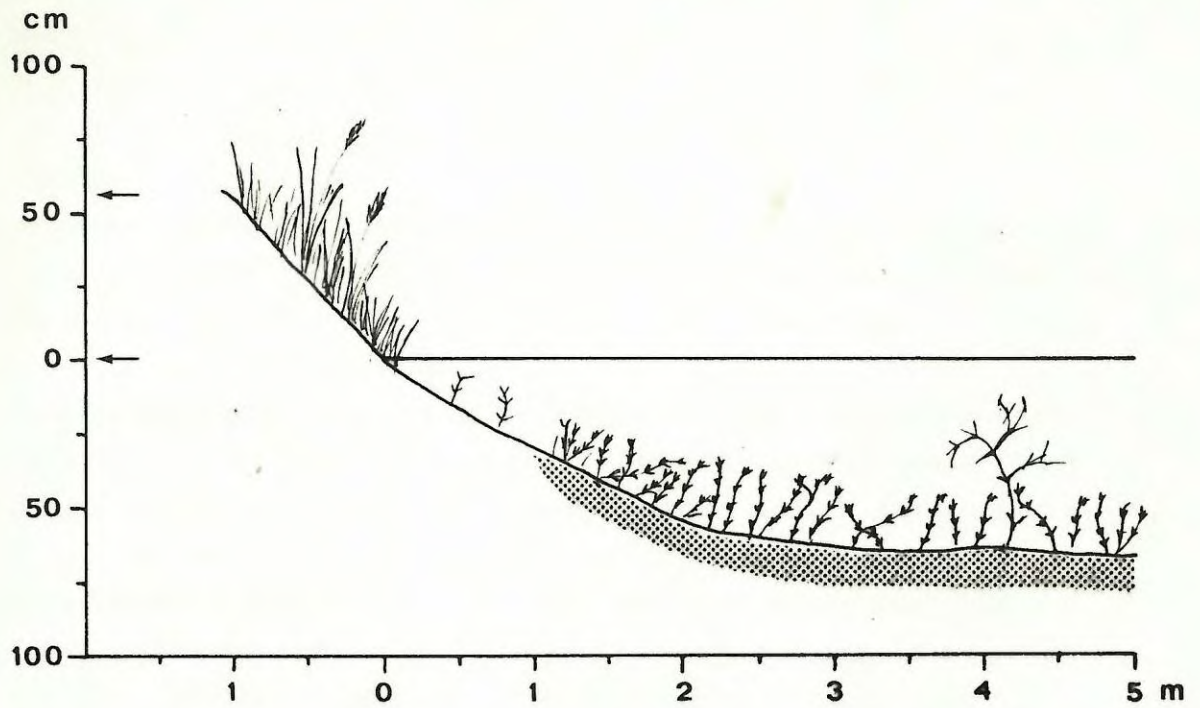


Fig. 12 Profiel van monsterplaats 6.

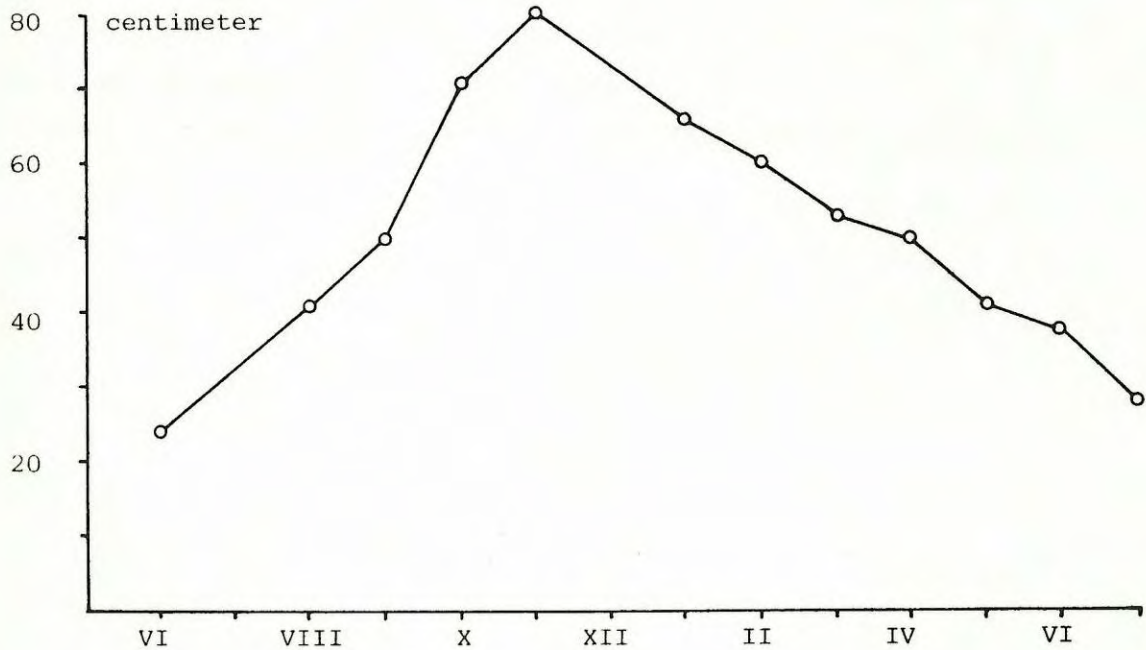


Fig. 13 Waterstanden op monsterplaats 6

Monsterpunt ? (fig. 2, 14, 15 en 16)

Kwelplas G 21 (ontstaan in + 1956). Coördinaten: x=82.755, y=461.862

Beschrijving. Een klein diepliggend kwelplasje op circa 70 meter van pan 20.1 liggend (oppervlakte 12 tot 20 m²). De grootste diepte varieert van 20 tot 45 cm. De oevers zijn vrij steil, maar worden bij het water vlakker.

De oevervegetatie bestaat uit een laag meidoorn- en duindoornstruweel, naast een lagere vegetatie van *Salix repens*, *Rubus caesius*, *Calamagrostis epigejos*. Vlak langs de oever staat wat *Epilobium hirsutum*, *Carex arenaria* en *Juncus articulatus*.

De watervegetatie is zeer rijk en het gehele jaar aanwezig; ze bedekt 's zomers vrijwel 100% van de plas. De emerse vegetatie bedekt maximaal 15% en bestaat uit *Hippuris vulgaris*, *Typha latifolia*, *Veronica catenata*, *Juncus articulatus* en *Eleocharis palustris* (zeer weinig).

De submerse watervegetatie wordt gedomineerd door *Hippuris vulgaris*, *Myriophyllum spicatum* en *Chara vulgaris*, daarnaast zijn *Potamogeton pusillus*, *Potamogeton pectinatus* en *Callitriche cf platycarpa* in klein aantal aanwezig.

De bodem is bedekt met een vrij dikke laag reducerende zwarte modder. Het water is meestal vrij helder. Het waterstandsverloop lijkt sterk op dat van punt 6, de extremen liggen echter minder ver uit elkaar.

Monsternamen. Door de geringe afmetingen en de kwetsbare vegetatie namen we slechts een monster van 2 meter lengte. Hoewel de plaats van het monster steeds iets varieerde, verminderde het aantal waterplanten in de loop van het jaar wel iets in het monster.

Er werd vrij veel modder opgeschept met altijd een hoeveelheid planten.

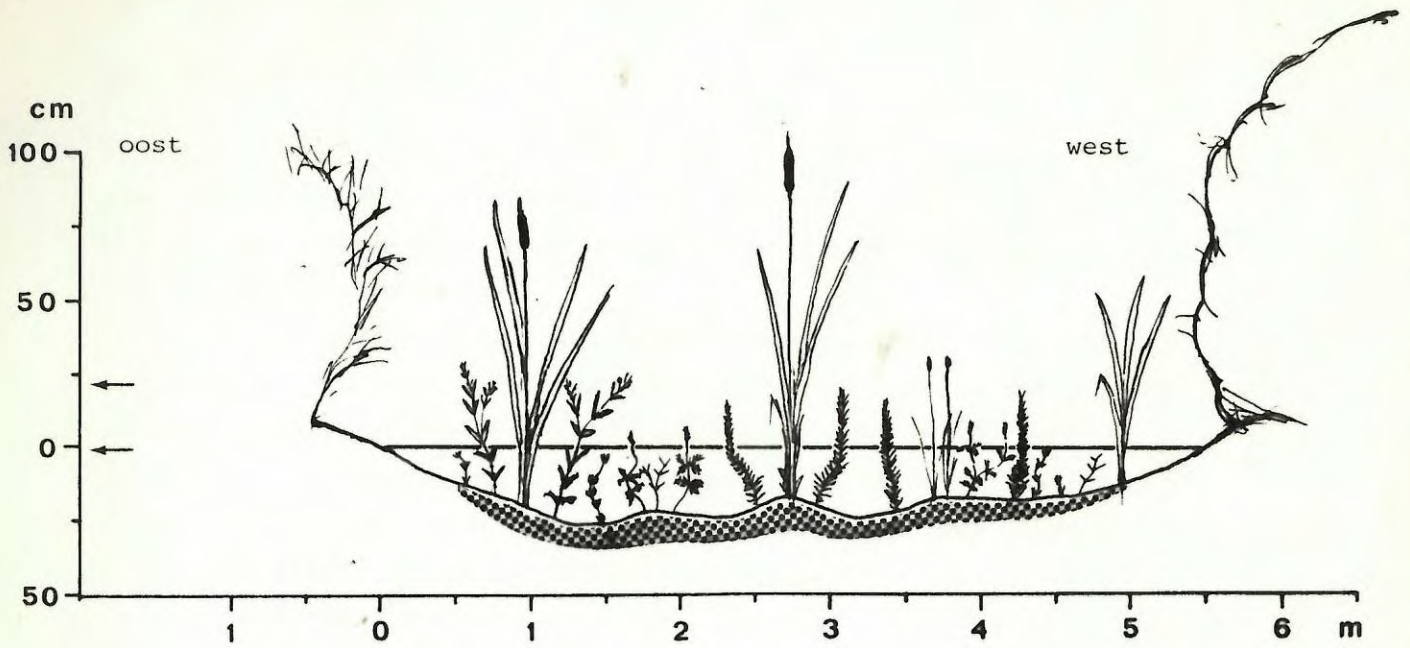


Fig. 14 Oost - west profiel van monsterplaats 7.

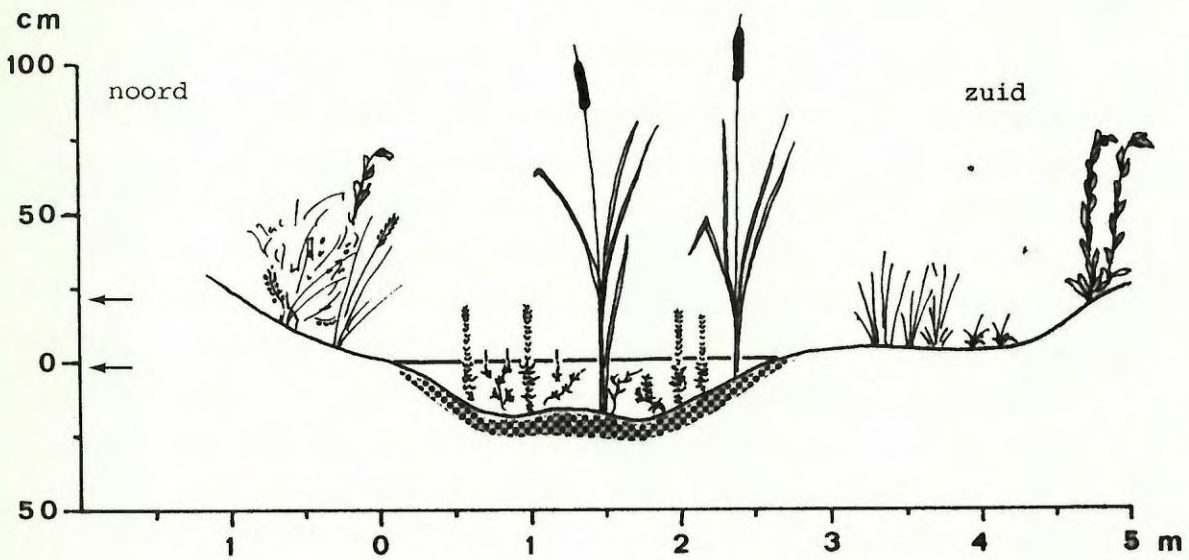


Fig. 15 Noord - zuid profiel van monsterplaats 7.

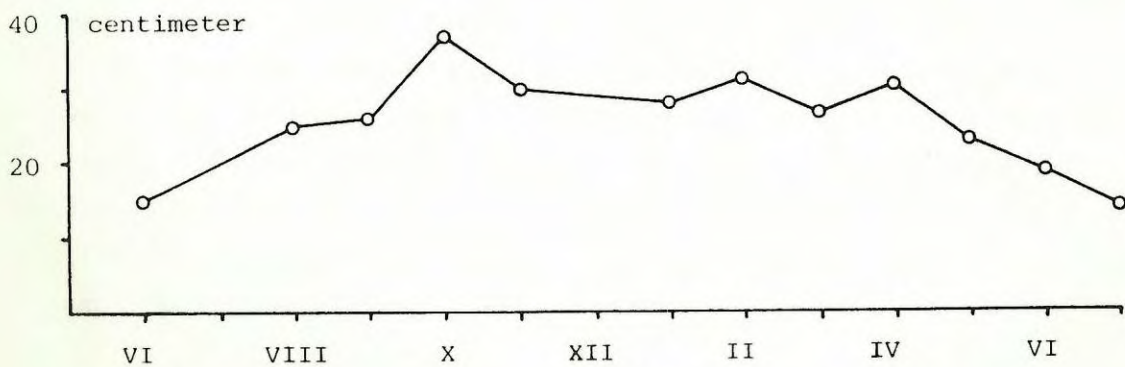


Fig. 16 Waterstanden op monsterplaats 7.

FYSISCHE EN CHEMISCHE BEPALINGEN

INLEIDING

Ten einde enig inzicht te verkrijgen in de chemische samenstelling van de onderzochte plassen werd iedere maand een watermonster op elke monsterplaats genomen. Deze monsters werden geanalyseerd in het Laboratorium van de DWL.

De resultaten worden hierna per component weergegeven in de vorm van grafieken. De gegevens van de infiltratiepannen en van de kwelplassen worden in aparte grafieken vermeld vanwege de overzichtelijkheid. Hoewel we in de infiltratieplassen steeds op beide monsterpunten een watermonster namen, bleek het voldoende te zijn om slechts van één plaats per pan de gegevens grafisch weer te geven, omdat de verschillen in chemische samenstelling zeer gering waren.

Voor een interpretatie van de gegevens is het belangrijk deze in verband te brengen met gegevens van meer natuurlijke duinwateren, gegevens uit het DWL gebied vòòr de infiltratie, bij het begin van de infiltratie en met de chemie van het inlaatwater.

LEENTVAAR (1963, 1967) heeft gedurende ongeveer één jaar van een aantal duinwateren in niet geïnfiltreerde gebieden de waterchemie en de microorganismen bestudeerd. Van maart 1962 tot januari 1963 onderzocht hij het Quackjeswater en het Breede Water op Voorne en het Vogelmeer in de Kennemerduinen. Van maart 1963 tot maart 1964 onderzocht hij vervolgens het Zwanewater bij Callantsoog, de Muy op Texel, het Oerd op Ameland en de Van Hunenplak op Terschelling. Deze plassen zijn nogal verschillend van ouderdom, het Quackjeswater dateert bijvoorbeeld van + 1500, het Vogelmeer van 1952. Daarnaast vertonen ook parameters als diepte, grootte en vegetatie van deze plassen grote verschillen.

In verschillende opzichten wijkt het water van het DWL gebied, met name dat van de infiltratiepannen, sterk af van het water van al deze andere duinplassen.

Uit het onderzoek van LE COSQUINO DE BUSSY (1959) blijkt dat het weinige open water in de duinen van Wassenaar vòòr de infiltratie in de chemische samenstelling sterk afweek van het huidige duinwater. Zij onderzocht van juni 1954 tot juni 1956 een klein poeltje (1,5 x 1,5 meter, diepte 0,4 meter) in sprang G (OBBES, 1930). Ook in het beginstadium van de infiltratie deed LE COSQUINO DE BUSSY (1961) onderzoek aan de chemie van de infiltratiepannen 20 en 26, en aan enkele kwelplassen.

TEMPERATUUR (fig. 17)

1. Algemeen

De temperatuur van de omgeving is een belangrijke milieucomponent voor alle organismen. Zeer veel levensprocessen vertonen (meestal niet-lineaire) verbanden met de temperatuur. Voor voorbeelden in de hydrobiologie kan worden verwezen naar MACAN (1963). De door ons gemeten maximum en minimum temperaturen van één maand geven een indruk van de in de plassen voorkomende waarden.

Bedacht moet worden dat het hier gaat om zeer plaatselijke waarden; dieren kunnen zich bijvoorbeeld beschermen tegen hoge temperaturen door actief naar schaduwrijke plaatsen te migreren.

2. Infiltratiepannen

Het temperatuurverloop in beide pannen vertoont vrijwel hetzelfde beeld. Het verschil tussen maximum en minimum temperatuur bedroeg in de winter ongeveer 4 tot 6 graden en in de zomer ongeveer 12 °C. Deze vrij geringe verschillen kunnen worden toegeschreven aan de waterverplaatsingen in de pannen.

3. Kwelplassen

Bij een vergelijking met de infiltratiepannen valt onmiddellijk op dat a. de gemeten maximumtemperaturen in de kwelplassen veel hoger zijn en b. dat het verschil tussen maximum en minimum veel groter is in de kwelplassen.

Deze punten gelden vooral voor monsterplaats 5 en 7. Dit zijn beide ondiepe kwelplassen (ongeveer 20 centimeter diep); ze gelden veel minder voor monsterplaats 6 (plas G 15) die op de monsterplaats circa 70 centimeter diep is. In deze plas vertoont het verloop veel meer overeenkomst met dat van monsterplaats 4. Het verschil op monsterplaats 5 en 7 tussen maximum en minimum temperaturen bedraagt in de zomer ongeveer 15 °C. Het tamelijk vlakke verloop van de grafiek in de periode september tot maart van monsterpunt 7 kan waarschijnlijk worden toegeschreven aan de beschutte ligging van dit plasje.

4. Eerder onderzoek

Door LE COSQUINO DE BUSSY (1959) wordt alleen de actuele temperatuur van het plasje vermeld. De bedroeg in de periode 2-VI-1954 tot 28-VI-1956 minimaal 0 °C (op 15-II-1955) en maximaal 20.0 °C (op 22-VII-1955). Bij de andere onderzoeken werden geen temperatuurmetingen verricht.

5. Andere duinplassen

Het verloop van de maximumtemperatuur in Quackjeswater, Breede water, en Vogelmeer geleek veel op elkaar in de periode 5-III-1962 tot 12-I-1963. De minimumwaarde bedroeg op alle plaatsen 0°C en de maximumtemperatuur bereikte een waarde van 20 tot 22°C (LEENTVAAR, 1963). Hetzelfde kan worden gezegd van het Zwanewater, Oerd, Muy en Van Hunenplak in de periode maart 1963 tot februari 1964. Op al deze plaatsen werd minimaal 0°C vastgesteld in december 1963 en de top van het maximum lag in juli - augustus met 24 à 26°C .

In fig. 17d zijn ter vergelijking de maxima en minima van de luchttemperatuur van vliegveld Valkenburg aangegeven. Het verloop van de temperatuur op de monsterpunten lijkt goed gecorreleerd met de luchttemperaturen. In het algemeen liggen de maxima van de monsterpunten ver onder de maxima van de luchttemperatuur, en de minima ver boven de luchttemperatuur minima. Dit geldt het minst voor mp 5.

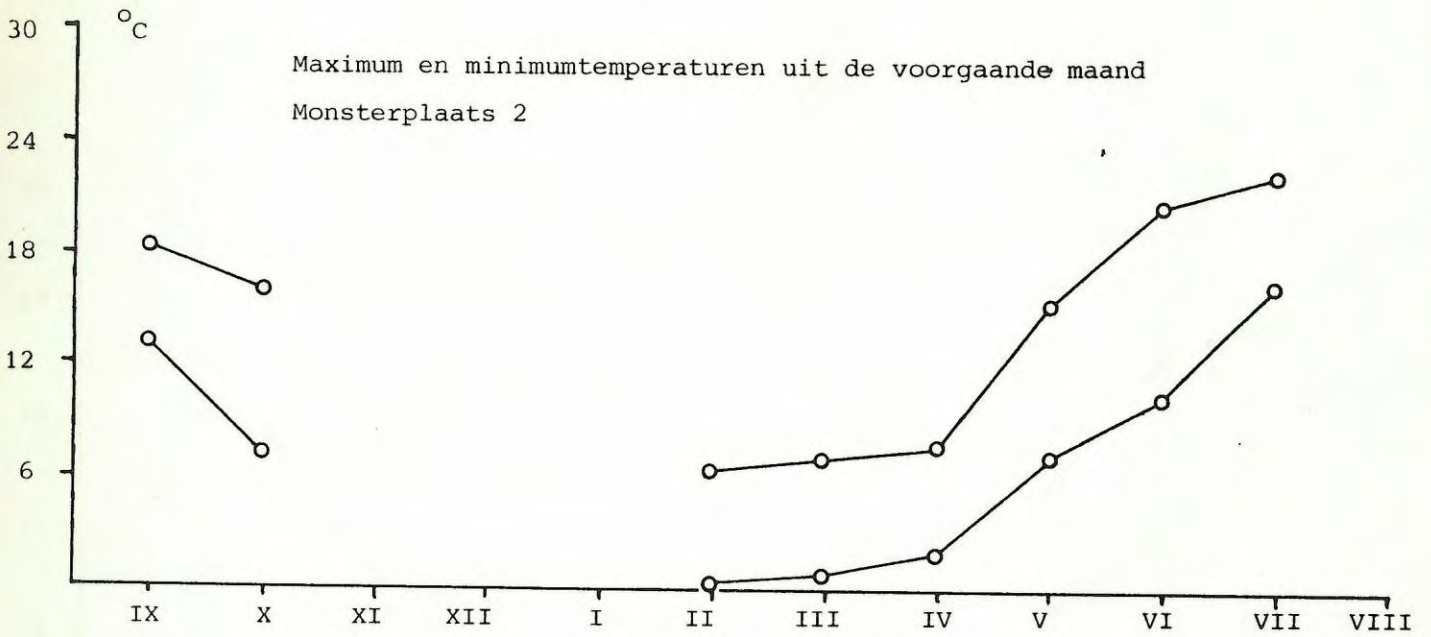
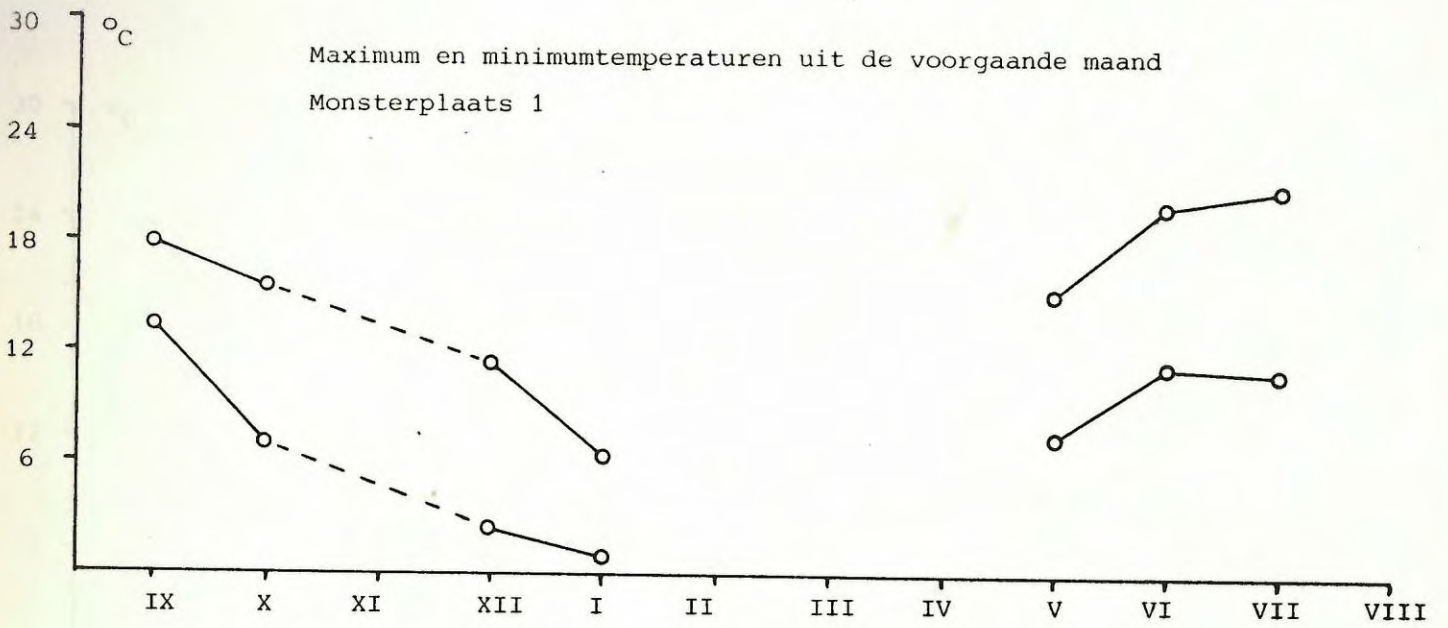


Fig. 17 a

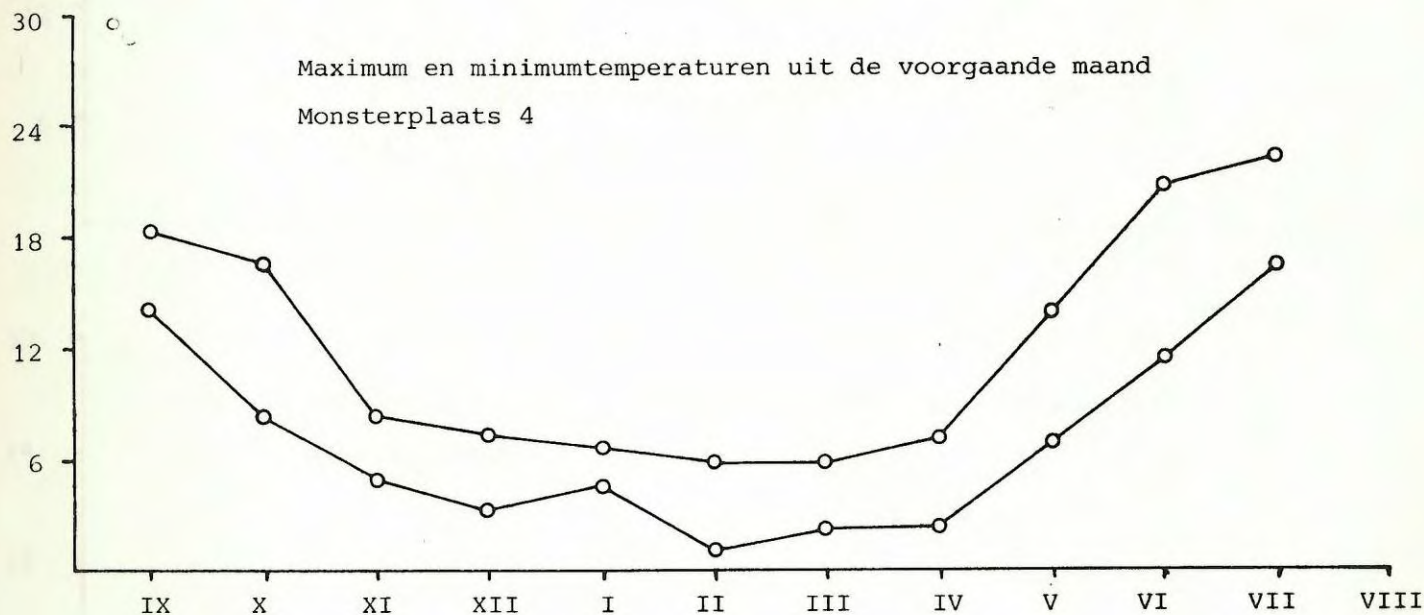
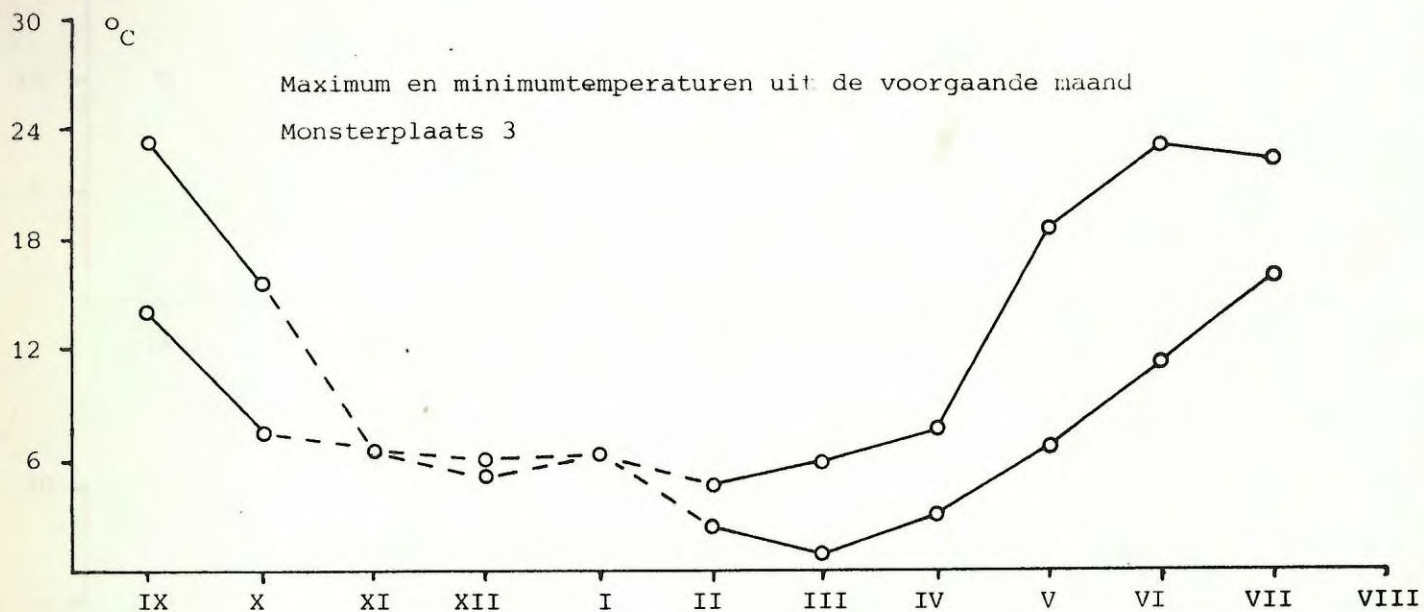
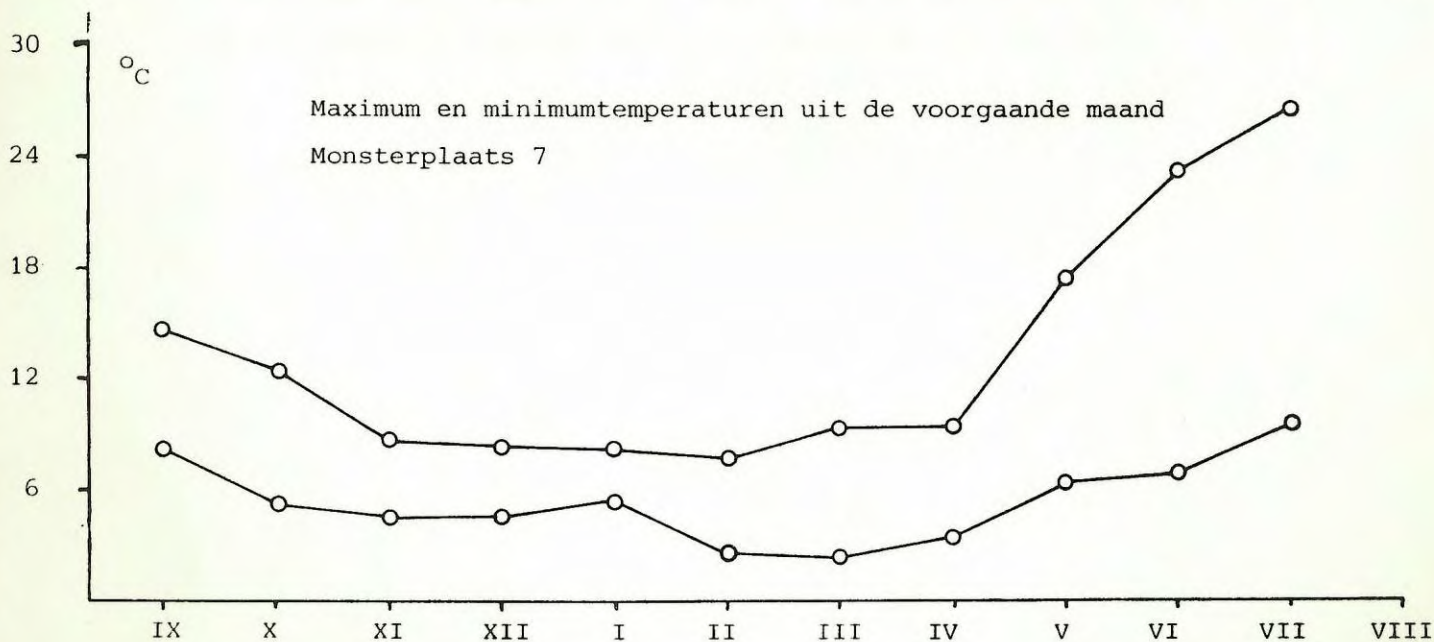
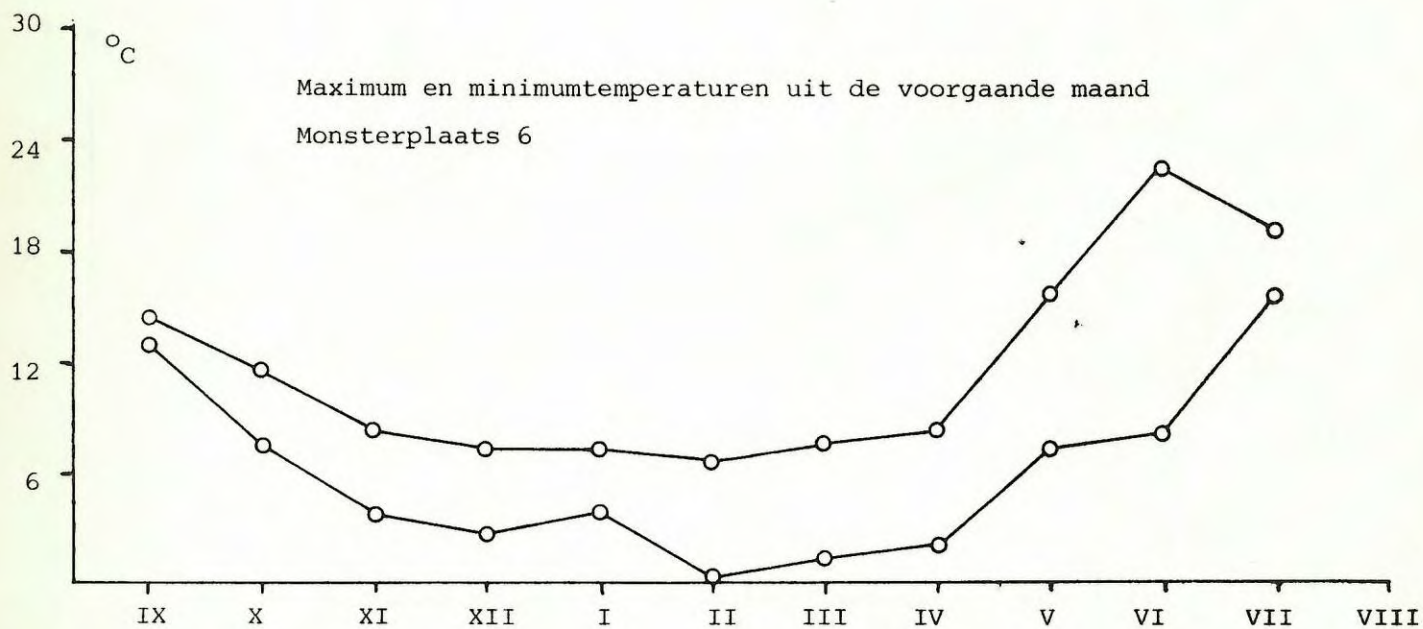
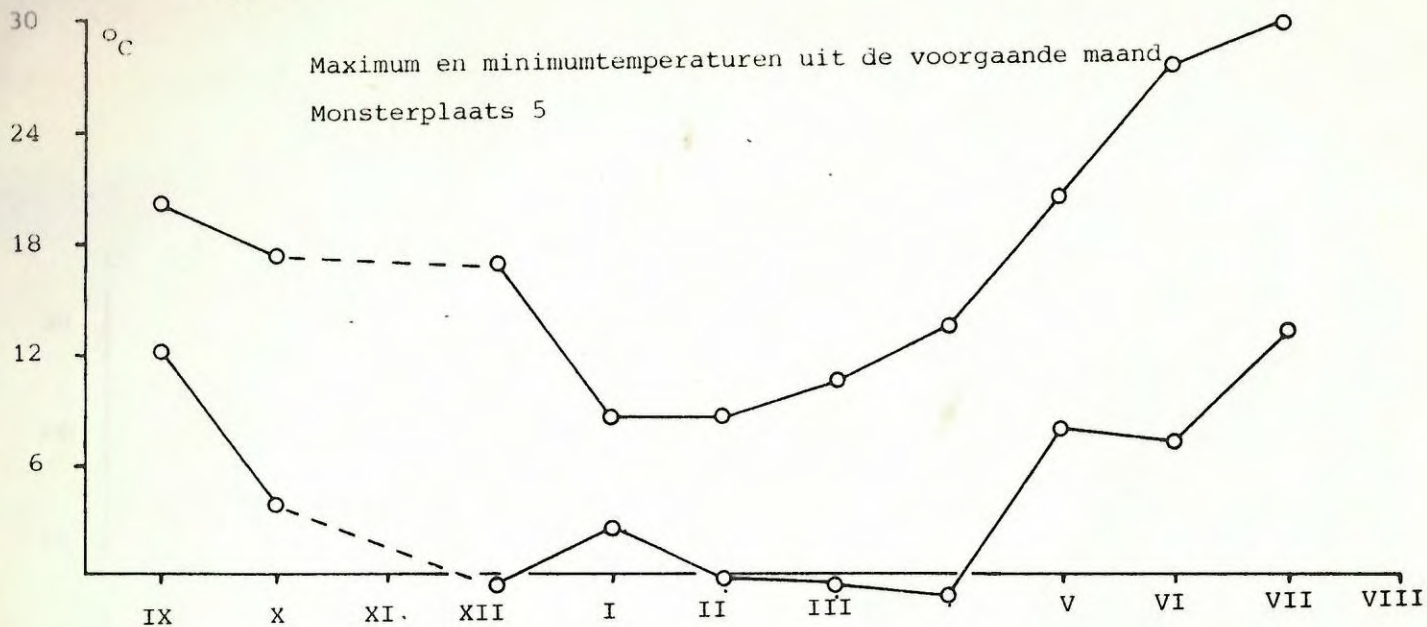


Fig. 17 b

Fig. 17 c



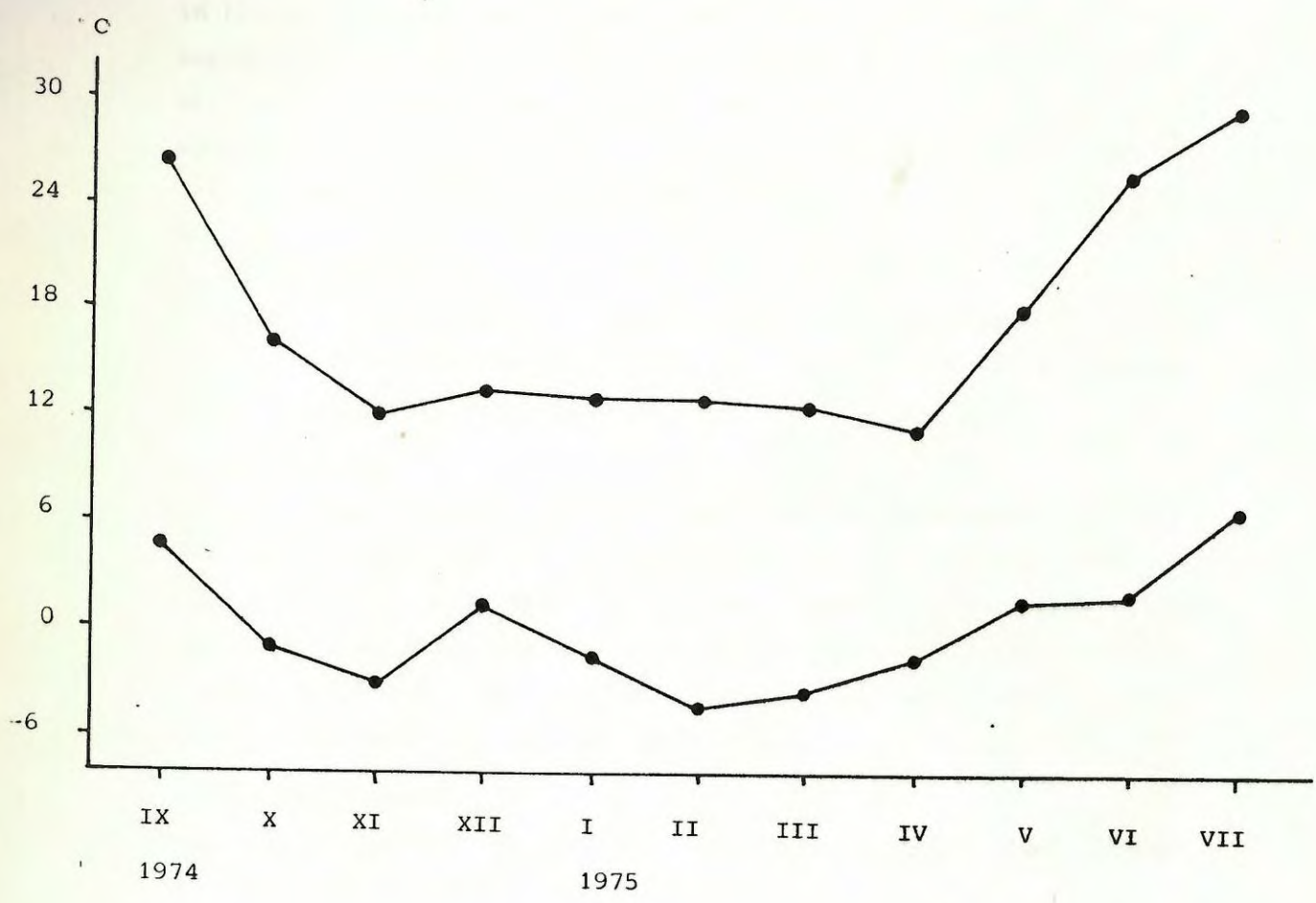


Fig. 17 d. Minima en maxima van de luchttemperatuur op Vliegveld Valkenburg. De punten geven de waarden van de maand voorafgaand aan de monsterdatum. Samengesteld uit dagrapporten van het KNMI.

ELECTROCHEMISCH GELEIDINGSVERMOGEN (E.G.V.) (fig. 18)

1. Algemeen

Het E.G.V. is een maat voor de totale hoeveelheid opgeloste ionen in het water. In de duinen wordt het E.G.V. voor een belangrijk deel bepaald door de chloride-concentratie. SEGAL (1965) wijst erop dat het E.G.V. correleert met de osmotische waarde van het water; dit is mogelijk van belang voor het plankton. In Nederland zijn waarden gemeten van 10 tot 10.000 μS (SEGAL, 1965).

2. Infiltratiepannen

Beide pannen vertonen ongeveer hetzelfde beeld; de waargenomen schommeling in de waarden is vrij groot, nl. van 700-1000 μS . In januari werd helaas geen E.G.V. bepaald.

3. Kwelplassen

De kwelplassen vertonen een vrij sterk verschillend beeld. Vooral de zeer grote schommelingen op monsterplaats 5, met zeer lage waarden in de zomer, zijn opvallend. De geconstateerde lage waarden voor de E.G.V. gaan samen met zeer lage Calcium-waarden op deze monsterplaats. Het E.G.V. ligt voor de kwelplassen wel iets hoger dan voor de infiltratiepannen: meestal 700-1100 μS .

4. Eerder onderzoek

Zowel LE COSQUINO DE BUSSY (1959, 1961) als DRESSCHER (1966) hebben geen waarnemingen aan het E.G.V. gedaan.

5. Andere duinplassen

Het onderzoek in andere duinplassen door LEENTVAAR (1963, 1967) toonde in het algemeen een lagere E.G.V. aan dan wij vonden in Meijendel. In de meeste plassen werden waarden van $\pm 400 \mu\text{S}$ aangetoond; een uitzondering vormde het Zwanewater met 500-600 μS . In al deze gebieden werden door LEENTVAAR ook lagere waarden voor chloride en calcium gevonden.

VERKLARING DER SYMBOLEN

Infiltratiepannen

- Monsterplaats 1
- Monsterplaats 3

Kwelplassen

- Monsterplaats 5
- Monsterplaats 6
- ◐ Monsterplaats 7

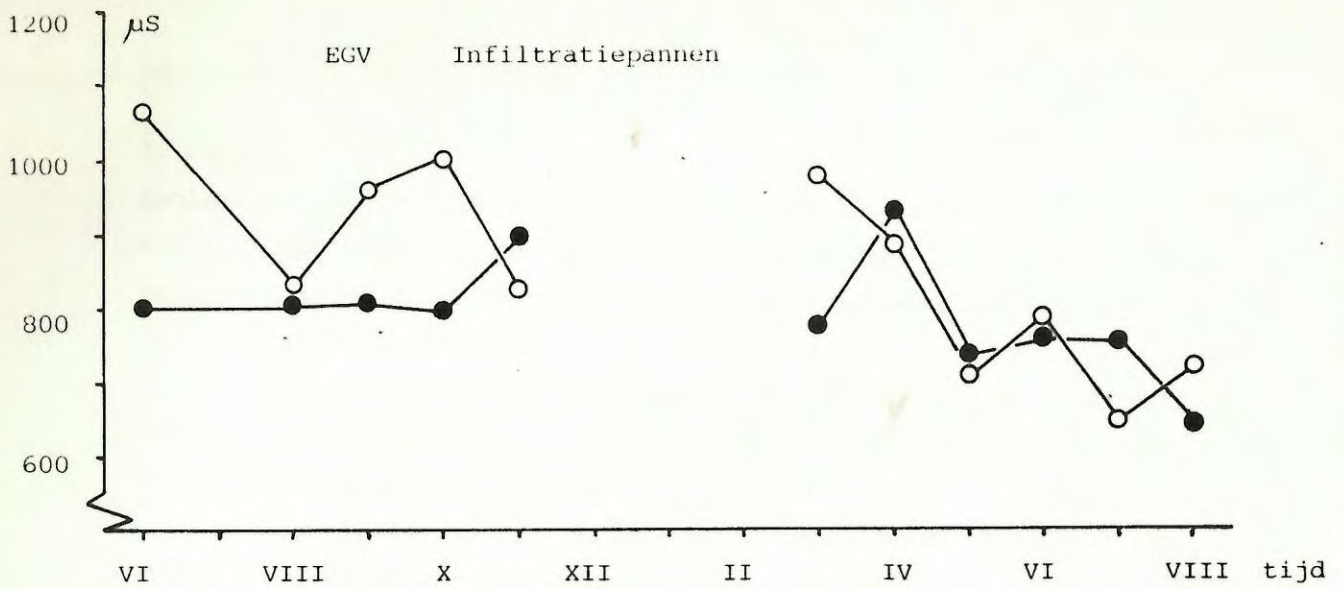
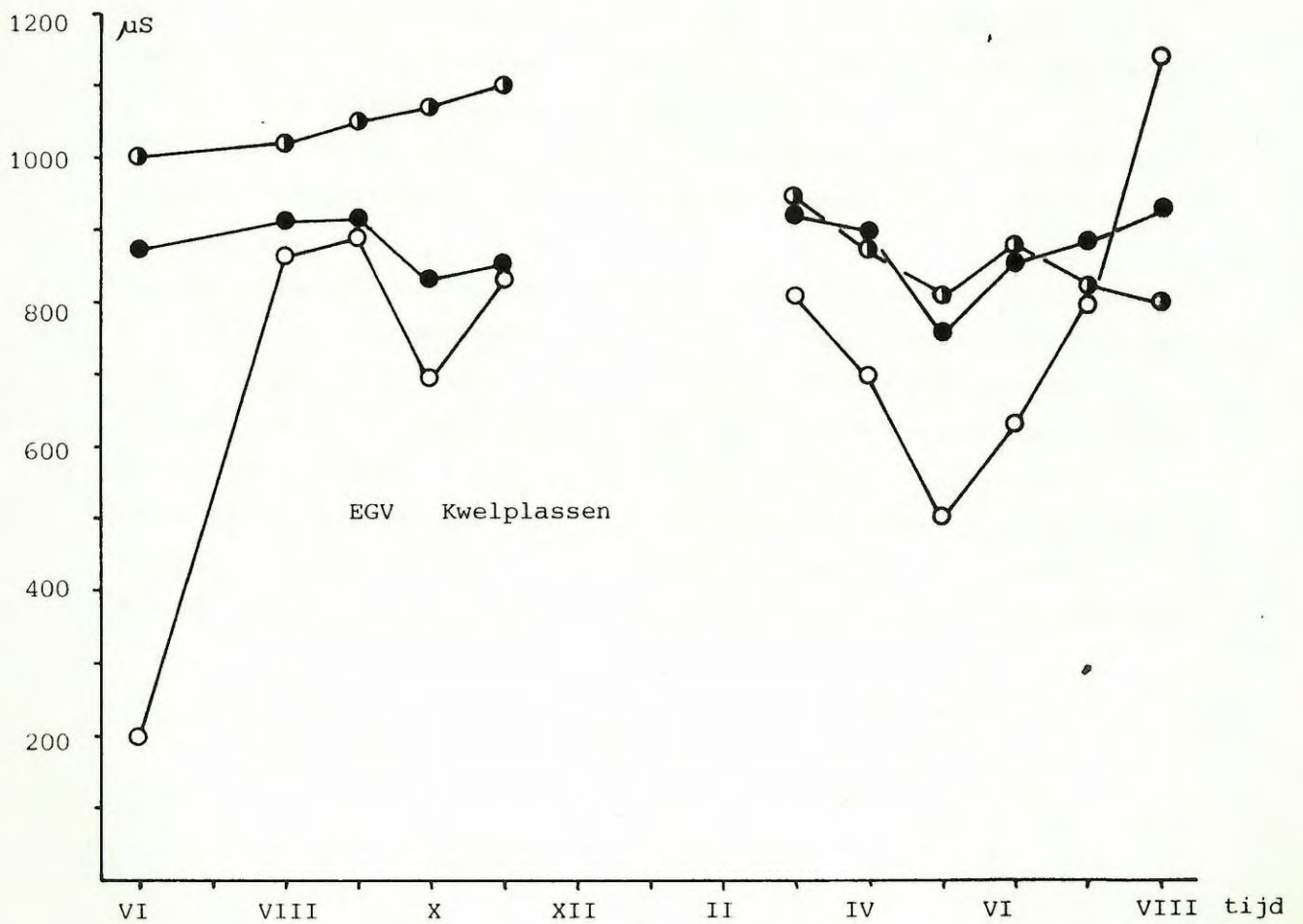


Fig. 18



pH, CARBONAAT EN BICARBONAAT (fig. 19 en 20)

1. Algemeen

Kooldioxide heeft drie belangrijke functies in zoetwater (REID, 1961):

- Het is een buffer tegen plotselinge veranderingen in de zuur-base verhouding door de mogelijkheid een zuur te vormen, neutraal te zijn of als base op te treden.
- Regulatie van biologische processen. De zaadvorming en de groei van planten worden beïnvloed door de kooldioxide concentratie. Het is ook belangrijk voor dieren.
- De belangrijkste functie is dat het koolstof bevat en dit is van belang voor de opbouw van organische verbindingen.

Water bevat aanzienlijk meer kooldioxide dan de lucht: water van 20°C en 760 mm Hg bevat ongeveer 4 cc CO₂ en 6 cc O₂.

Van groot belang is het evenwicht van kooldioxide met water. Vrije CO₂ speelt alleen een rol bij een pH van 5 of lager. Daarom komt het in de wateren van Meijndel vrijwel niet voor. Tussen pH 7 en 9 is het aanwezig als bicarbonaat (HCO₃'') en vanaf pH 9.5 à 10 als carbonaat (CO₃''). In de onderzochte wateren is dus vrijwel alle kooldioxide in de vorm van bicarbonaat aanwezig.

De pH wordt dus sterk beïnvloed als het bicarbonaat aan het water wordt onttrokken. Dit wordt gedaan bij de koolzuurassimilatie door fanerogamen en op grond hiervan kunnen dus in het groeiseizoen van de planten hoge waarden voor de pH worden gevonden.

SEGAL (1965) wijst op de correlatie tussen pH en groeivormen: elodeiden en ceratophylliden komen voor bij een hoge pH en vele isoetiden bij een lage pH.

Ook de verspreidingsbeelden van dieren vertonen correlaties met de pH. In de zure milieus ontbreken bijvoorbeeld de mollusken, omdat zij daar geen kalk kunnen opbouwen. Bij een pH boven de 9.8 zijn schadelijke effecten op dieren mogelijk (LIEBMANN, 1960). Het kooldioxide-gehalte is volgens LIEBMANN (l.c.) voor vissen van belang. Bij concentraties boven de 10 mg/liter vertonen forellen onrust. Bovendien worden deze soorten bij een hoog kooldioxide gehalte gevoeliger voor zuurstofgebrek. Het effect op de meeste dieren is echter onvoldoende onderzocht.

2. Infiltratiepannen

Het verloop van de pH toont duidelijk de te verwachten curve, te weten een hoge pH in de zomer en een lagere in de winter; de oorzaak is de sterke algbloei in de zomer.

Het bicarbonaat vertoont een min of meer duidelijk hoger gehalte in de winter. Het valt op dat het bicarbonaat-gehalte in de Ganzenhoek steeds hoger is dan in pan 17. Dit kan mogelijk worden verklaard door de sterkere begroeiing van pan 17.

3. Kwelplassen

In de kwelplassen vertonen pH en bicarbonaat vrij grote verschillen. Interessant is het verloop op monsterpunt 5. Hier werden hoge waarden van de pH en zeer lage waarden bicarbonaat gevonden in de zomer (mei-juni). Dit valt geheel samen met de groei van *Chara sp.* in deze plas. *Chara sp.* neemt namelijk zeer veel kalk op; deze ontkalking lijkt in de beide andere kwelplassen, hoewel hier toch ook *Chara* voorkomt, een geringere rol te spelen. Toch valt ook hier wel een periode met lage bicarbonaat-waarden samen met de groeiperiode van planten. Bovendien wordt bij deze hoge pH waarden een gedeelte van het bicarbonaat omgezet in carbonaat (CO_3''). De geringe invloed van de vegetatie op de monsterplaatsen 6 en 7 kan mogelijk resp. worden verklaard door de grootte van het water en het veel hogere bicarbonaatgehalte gedurende het gehele jaar. In het laatste geval ging dit samen met het gedurende het gehele jaar optreden van waterplanten.

4. Verder onderzoek

LE COSQUINO DE BUSSY (1959) vermeldt voor het onderzochte, oorspronkelijke duinplasje een pH van 7.33-8.65. Aanvankelijk lag de pH van de pannen gewoonlijk tussen 7.2 en 8 (COSQUINO DE BUSSY, 1961). Bicarbonaat schommelde in het plasje tussen 134 en 288 mg/liter.

Deze waarden wijken dus nauwelijks af van de huidige.

5. Andere duinplassen

Bicarbonaat en pH vertonen in de duinen van Wassenaar ongeveer hetzelfde verloop als door LEENTVAAR (1963, 1967) in andere duinplassen in Nederland werd gevonden. Ook de waarden lagen in dezelfde orde van grootte. Een uitzondering hierop vormt de Van Hunenplak op Terschelling, die een oligotroof karakter heeft (met lage pH-waarden).

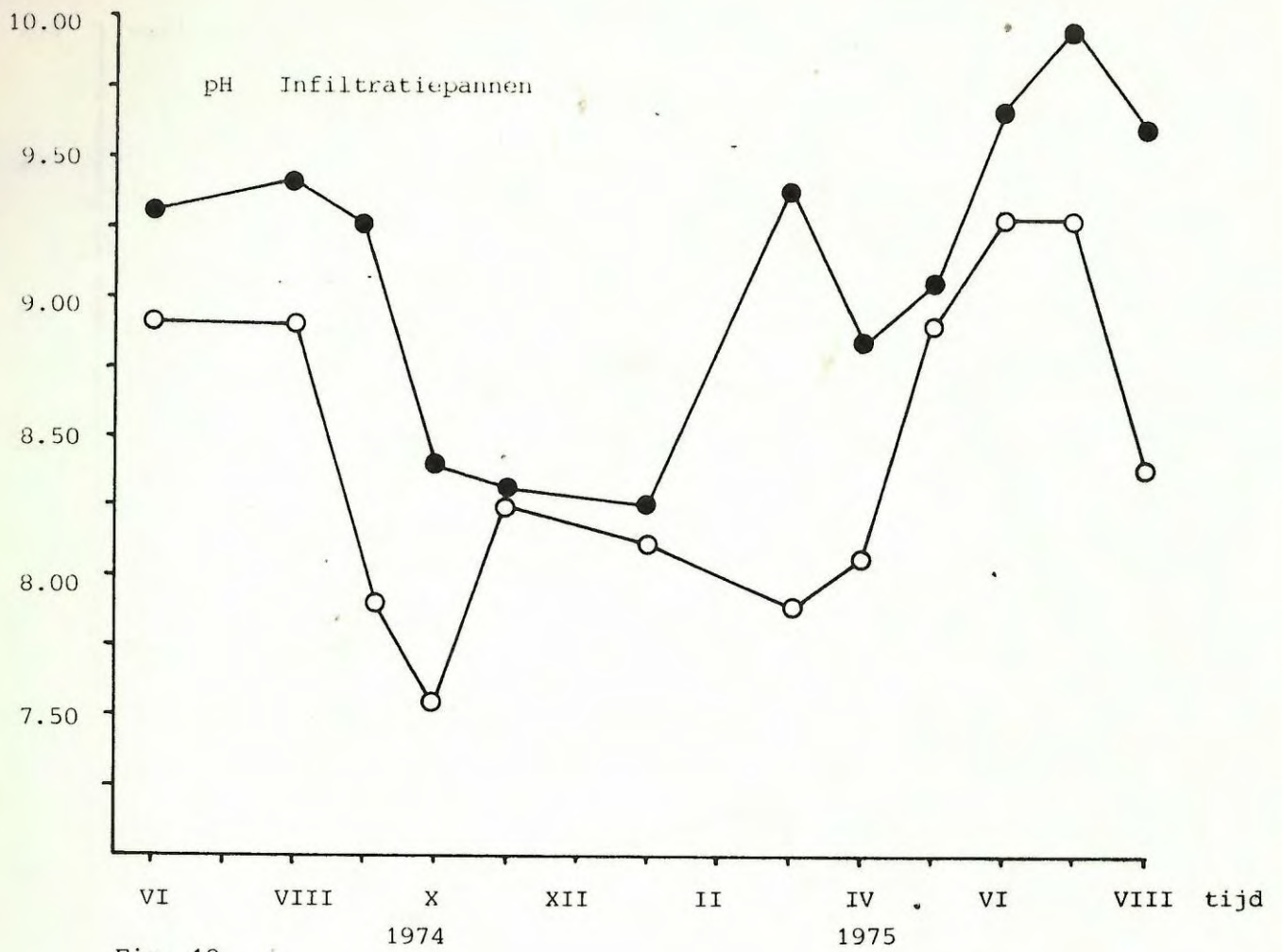
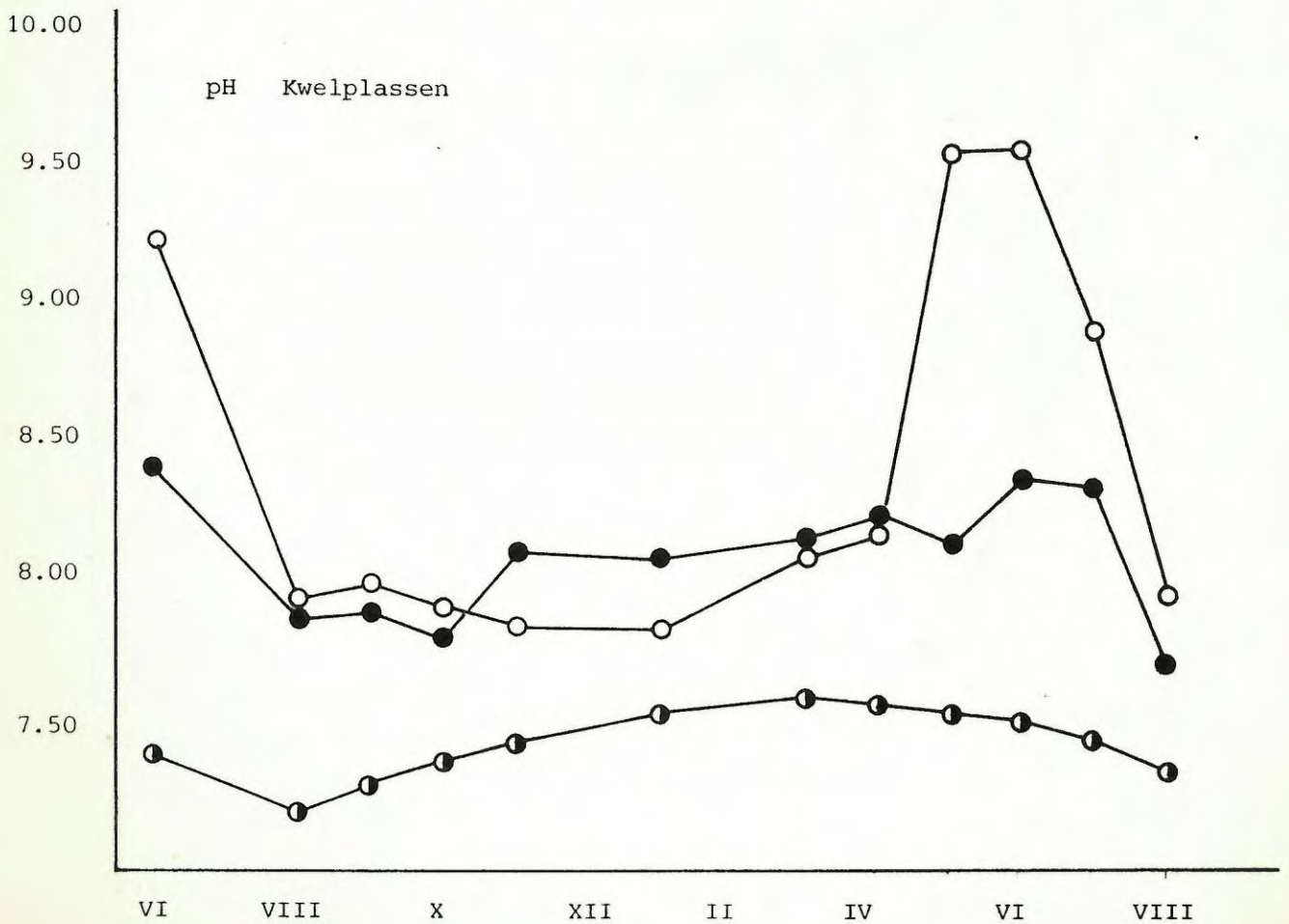


Fig. 19



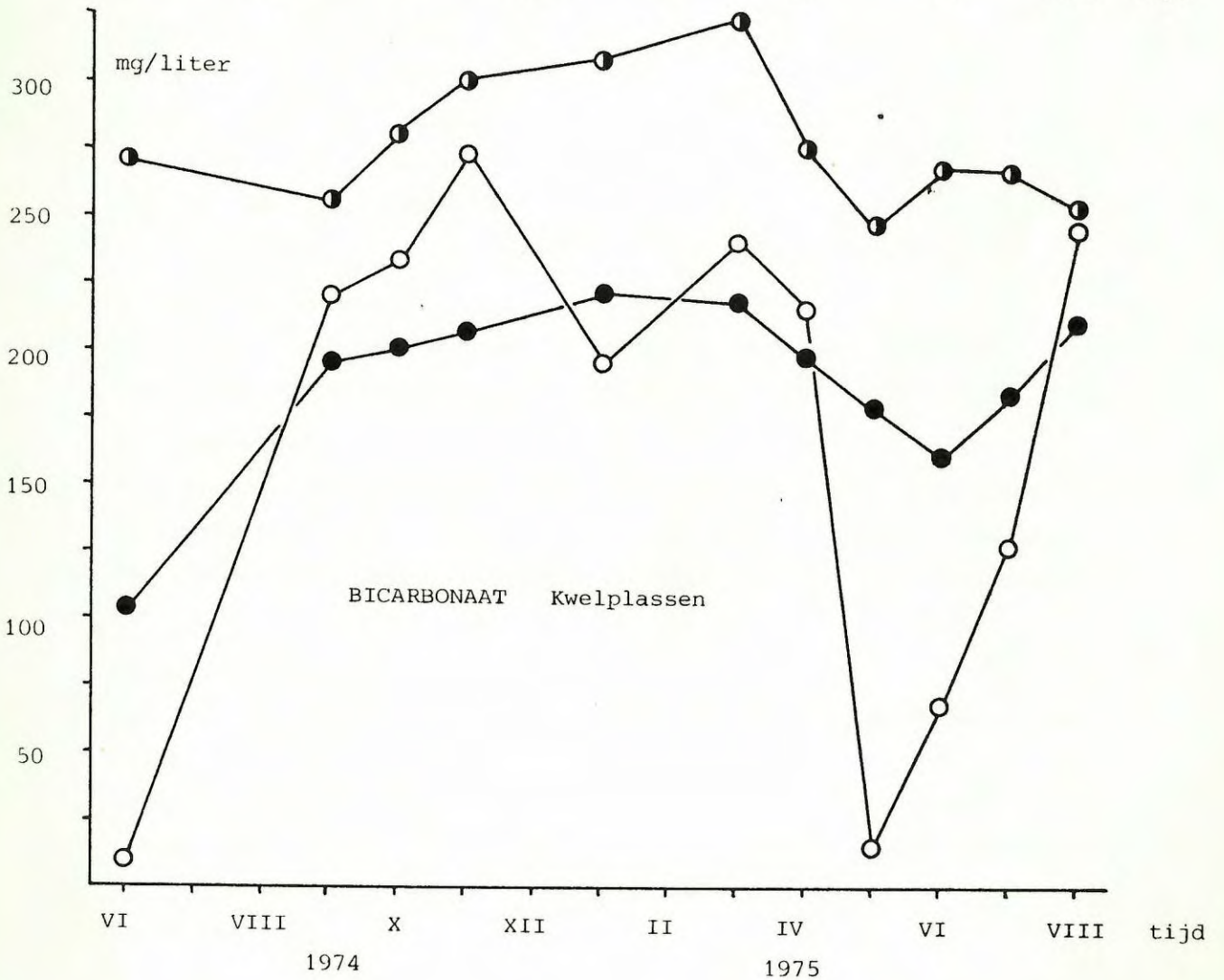
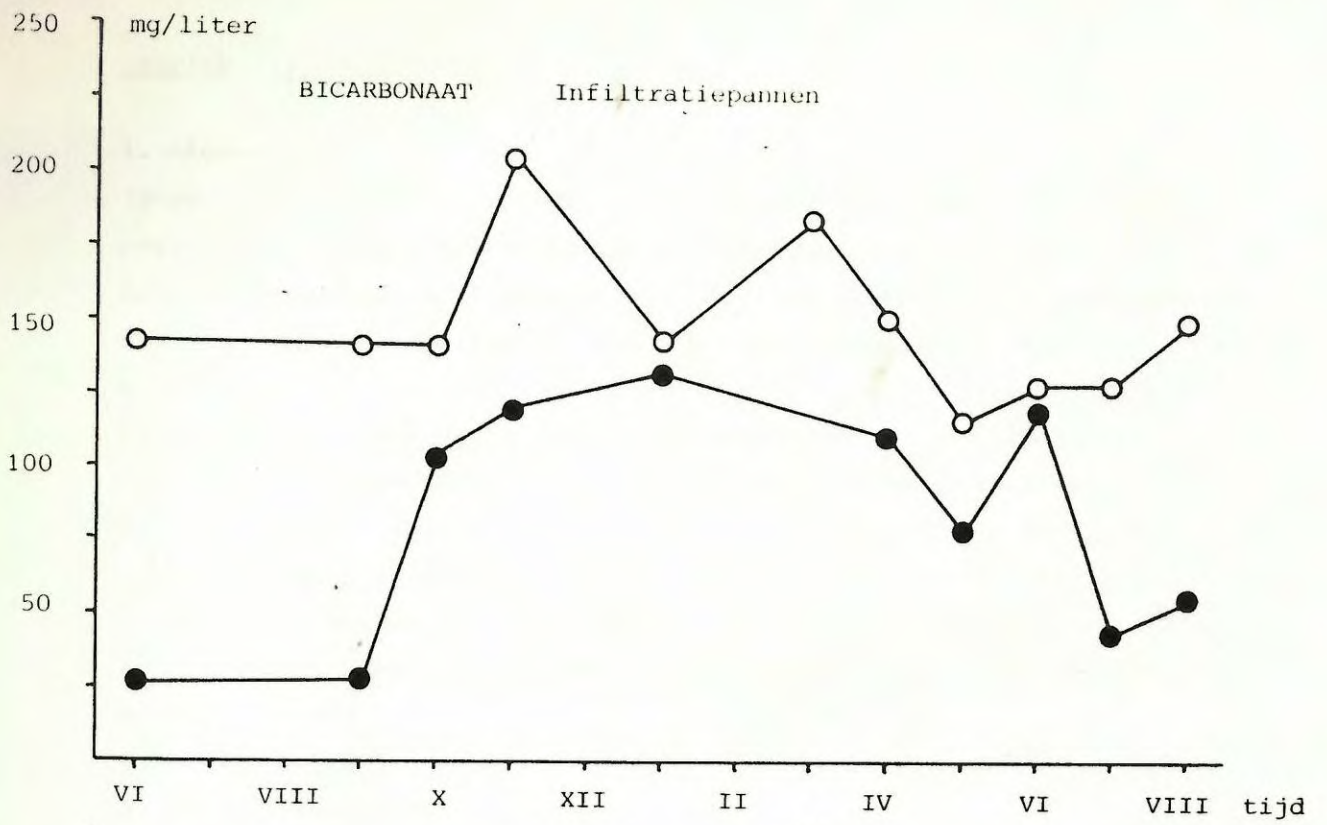


Fig. 20

CALCIUM (fig. 21)

1. Algemeen

In de harde, kalkrijke wateren vertoont het calcium-gehalte ongeveer hetzelfde verloop als het bicarbonaat-gehalte. Dit wordt veroorzaakt door de ontkalking door planten als *Chara* en *Elodea*. In de zomermaanden bij een sterke begroeiing kan dus een laag calcium-gehalte worden verwacht.

De hardheid van het water kan worden uitgedrukt in een schaal met mg/liter calcium volgens OHLE (cit. in REID, 1961). Deze noemt de wateren met meer dan 25 mg/liter hard, en de wateren van Meijendel vallen dus alle in deze categorie. Zeer gebruikelijk is het ook de hardheid van het water uit te drukken in duitse hardheidsgraden ($^{\circ}\text{D}$). Hierin wordt naast het calcium ook het magnesium betrokken. De formule hiervoor luidt:

$$1 \text{ } ^{\circ}\text{D} = 0.14 (\text{mg Ca}^{++} + 0.233 \text{ mg Mg}^{++}) \text{ per liter.}$$

De bijbehorende schaal is dan:

minder dan 1 $^{\circ}\text{D}$	zeer zacht
1 tot 8	zacht
8 tot 16	medium
16 tot 24	hard
meer dan 24	zeer hard

In deze schaal zijn de wateren in Meijendel hard te noemen.

2. Infiltratiepannen

De infiltratiepannen vertonen de verwachte lagere calciumgehalten in de zomer; dit verschijnsel trad in 1975 duidelijker op dan in 1974.

3. Kwelplassen

Hier kunnen dezelfde opmerkingen worden gemaakt als bij het bicarbonaat. Op monsterpunt 5 is -waarschijnlijk door de geringe waterhoeveelheid en relatief veel begroeiing- de ontkalking zeer duidelijk te demonstren.

4. Eerder onderzoek

Het calcium-gehalte voor de infiltratie (LE COSQUINO DE BUSSY, 1959) bedroeg

DRESSCHER (1966) stelde de hardheid in $^{\circ}\text{D}$ vast en vond waarden in infiltratiepannen tussen de 8.6 en 17.7. Het water lijkt dus in de loop der jaren niet harder geworden. De kalkrijkdom van de duinen zal hiervan wel de oorzaak zijn.

5. Andere duinplassen

Het water van de duinen van Wassenaar bevat in het algemeen iets meer calcium dan de andere onderzochte duinplassen in Nederland. Onder de nederlandse duinplassen neem het Van Hunenplak een uitzonderingspositie in, deze kan op grond van het calciumgehalte onder de kalkarme plassen (minder dan 10 mg/liter) worden gerangschikt. Op de meeste andere plaatsen was het kalkgehalte ongeveer 40 tot 50 mg/liter (LEENTVAAR, 1963, 1967).

Bij de berekende hardheid in duitse graden kwam LEENTVAAR meestal in de orde van 10°D ; deze wateren moeten dus middelhard genoemd worden.

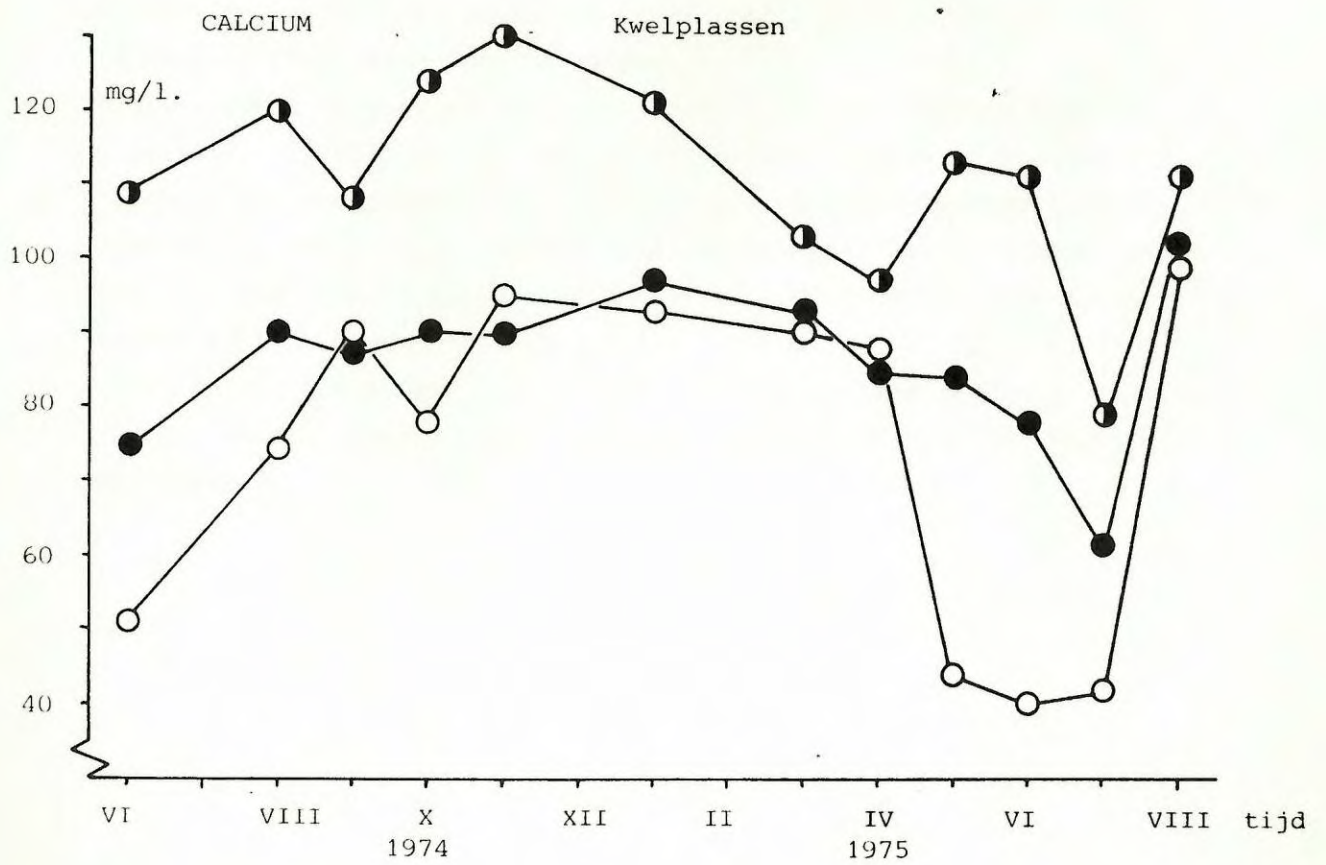
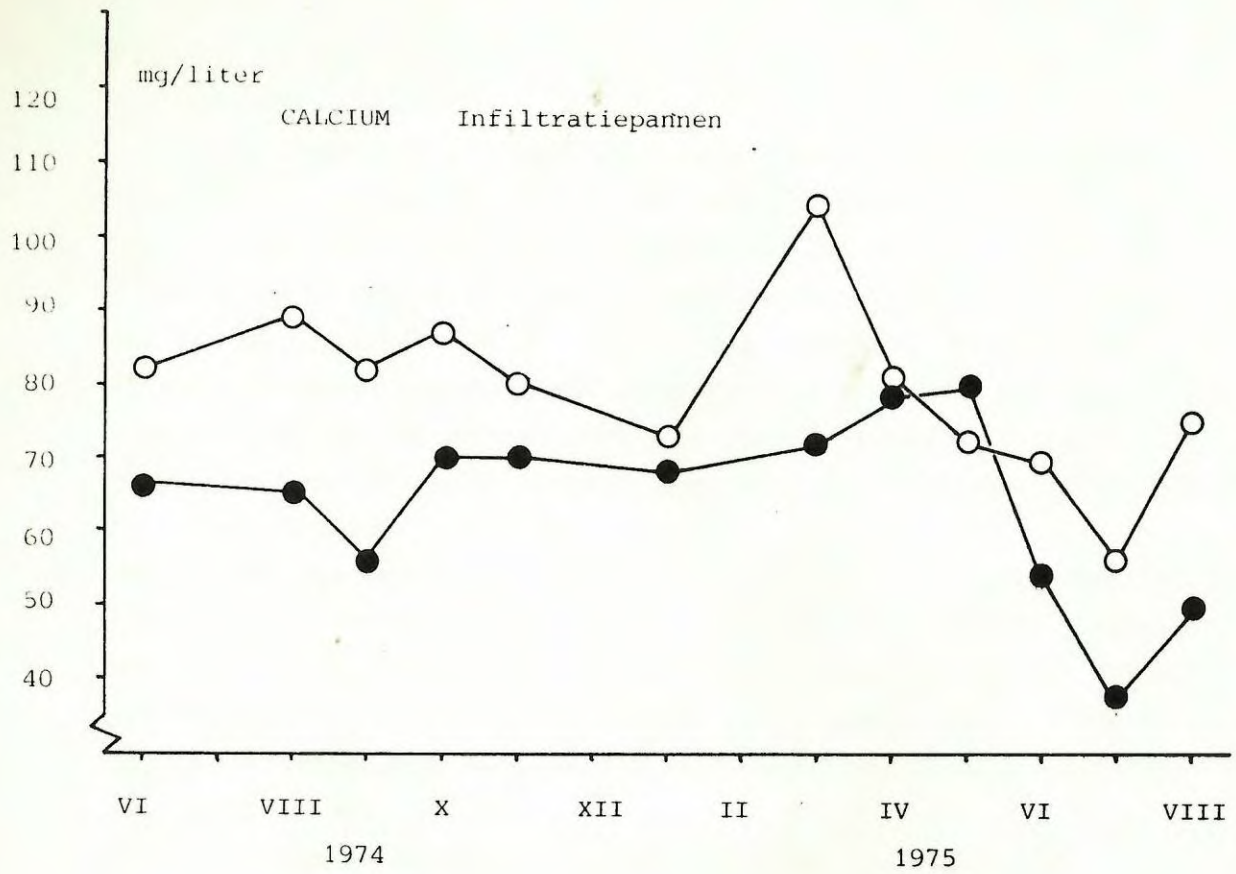


Fig. 21

CHLORIDE (fig. 22 en 23)

1. Algemeen.

Het chloride-gehalte is één van de meest gemeten parameters van de waterchemie. Met name in beken wordt deze nogal eens gebruikt als maat voor de vervuiling (MOLLER PILLOT, 1971).

Chloride heeft veel invloed op de flora en fauna, al is de oorzaak van dit verschijnsel niet altijd volledig duidelijk. Wat betreft dieren kan worden opgemerkt dat fysiologische problemen een grote rol moeten spelen. De zouttolerantie van een dier hangt af van de osmotische waarde van de lichaamsvloeistof, en van de mogelijkheid de eigen osmotische waarde aan te passen.

Ook planten reageren sterk op het chloride-gehalte. De grens tussen zout en zoet volgens REDEKE (nl. 100 mg/liter) is voor veel planten een natuurlijke grens (SEGAL, 1965). Ook de grens volgens het VENICE-systeem schijnt een biologische betekenis te hebben (deze is 300 mg/l). Omgekeerd schijnt het chloride-ion zelf nauwelijks door de organismen beïnvloed te kunnen worden.

Chloride wordt de duinplassen op twee manieren binnengebracht.

- Met regenwater. Wateren aan de kust bevatten altijd meer chloride dan wateren in het binnenland. Volgens LEEFLANG (1938; geciteerd door LEENTVAAR, 1963) is het chloride-gehalte van het regenwater langs de kust ongeveer 16 mg/liter en in het binnenland (Hilversum) ongeveer 4 mg/liter. In 1975 mat de DWL een chloridegehalte van 0 tot 179 mg/liter in het regenwater. Het gehalte vertoont sterke schommelingen afhankelijk van de windrichting en de windkracht. De in de kwelplassen gemeten hoge waarden laten zich echter niet door de chloride-concentratie in het regenwater verklaren.

- Met infiltratiewater. Het infiltratiewater is zeer rijk aan chloride. In 1975 werden waarden gemeten van het infiltratiewater van 100-260 mg/liter.

2. Infiltratiepannen

In de infiltratiepannen wisselt het chloridegehalte sterk en vertoont de tijdens de bemonstering een min of meer duidelijk dalende tendens. De waarden in de winter zijn veel lager dan in de zomer. Dit verschijnsel is ook in andere gebieden waargenomen, en wordt door LEENTVAAR (1963) toegeschreven aan verdamping in de zomer. De waarden in de infiltratiepannen liggen in de range van 100 tot 250 mg/liter.

3. Kwelplassen

De schommelingen in het chloride-gehalte van de kwelplassen zijn minder groot dan die in de infiltratiepannen; de curven lijken in het bijzonder meer 'afgevlakt'. Dit laatste geldt in het bijzonder voor de ver van de infiltratiepannen afliggende monsterplaats 6. Op monsterplaats 5 liep in de zomer van 1975 het chloride-gehalte zeer op, waarschijnlijk onder invloed van de verdamping tijdens de hittegolf.

4. Eerder onderzoek

In het door LE COSQUINO DE BUSSY (1959) onderzochte natuurlijke duinplasje bedroeg het chloride-gehalte 23 tot 91 mg/liter. Al spoedig na de infiltratie werden echter al waarden gemeten in de orde van grootte van de huidige. LE COSQUINO DE BUSSY (1961) vond in infiltratiepannen in de eerste jaren al waarden van 80 tot 220 mg/liter. DRESSCHER (1966) vond in 1959 in een kwelplasje naast pan 20 een chloride-gehalte van 98 tot 214 mg/liter.

5. Andere duinplassen

De gevonden waarden voor het chloride-gehalte in het D.W.L.-gebied liggen veel hoger dan LEENTVAAR (1963, 1967) vond in andere duinwateren. Opvallend is ook dat de schommelingen in de meer natuurlijke wateren veel kleiner zijn. Alleen de Muy op Texel, het Zwanewater bij Callants-oog en de Doodemanskisten op Terschellingen bevatten vrij veel chloride, maar ook hier komen de waarden boven de 180 mg/liter nauwelijks voor.

Opmerking: sinds de infiltratie van maaswater in 1976 op gang gekomen is zijn de chloride gehalten in Meijndel sterk gedaald.

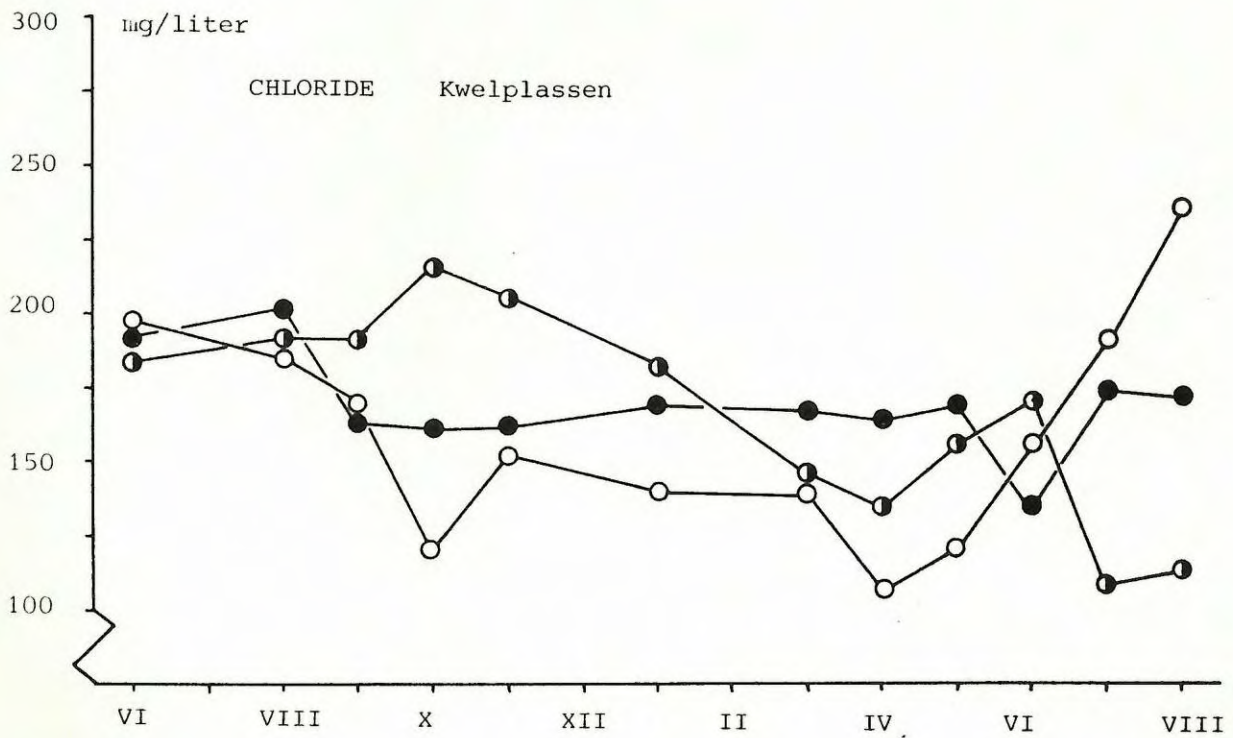
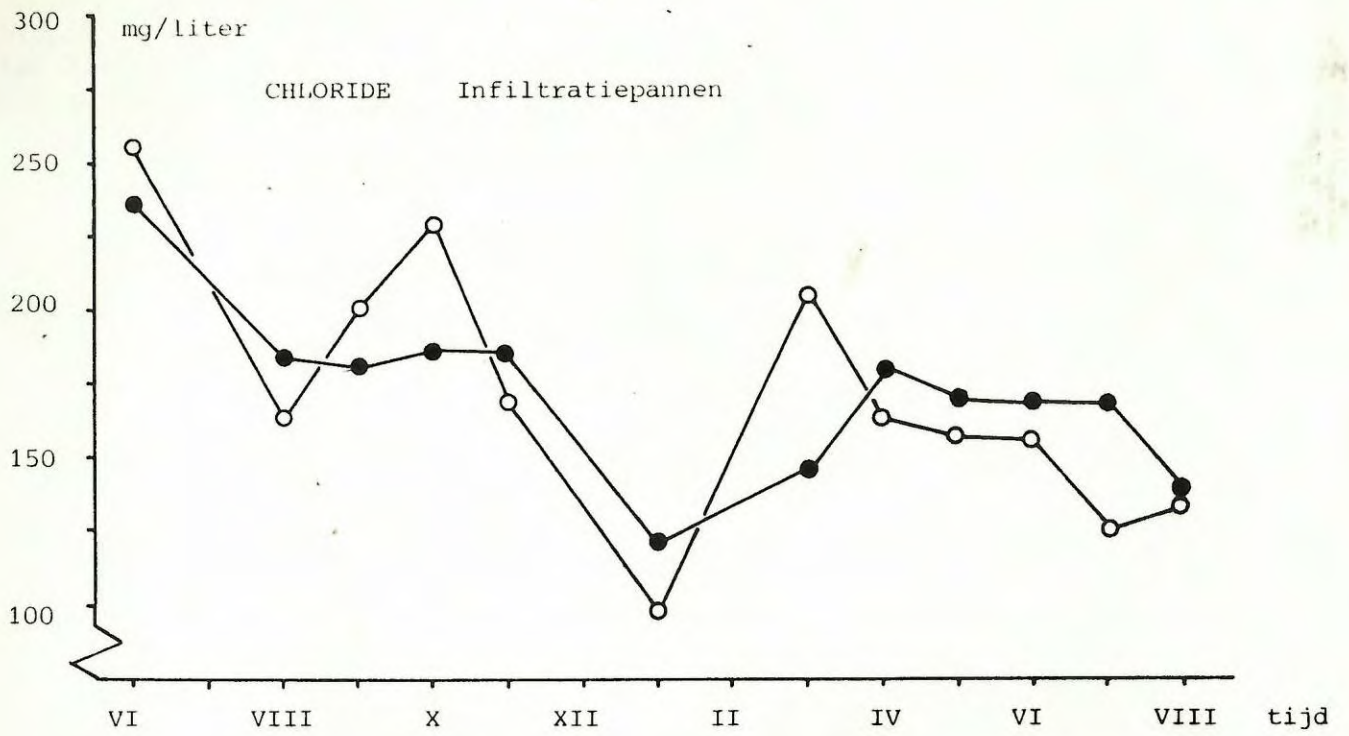
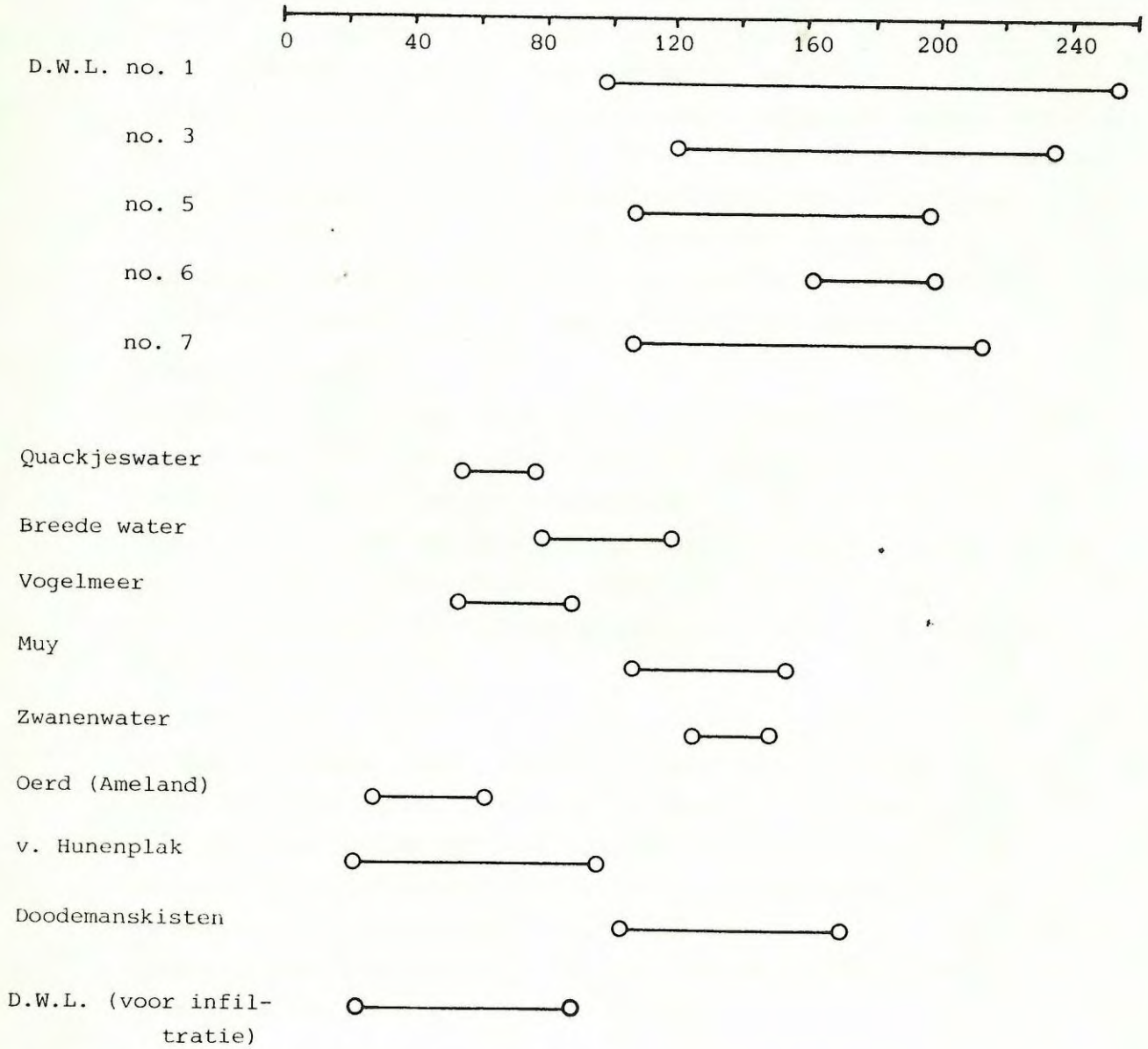


Fig. 22

Fig. 23

CHLORIDE-gehalte in milligram per liter.

Waargenomen maximum en minimum waarden in enkele duinplassen gedurende ongeveer één jaar.



FOSFAAT (fig. 24 en 25)

1. Algemeen

Het gehalte aan vrije fosfaten is een goede maat voor de eutrofiëring van de wateren. In "natuurlijke" wateren is vrij fosfaat vrijwel nooit aantoonbaar, omdat alle fosfaat in de organismen (met name het plankton) is opgenomen. Door toenemende verontreiniging van het oppervlaktewater met fosfaten is het tegenwoordig echter op veel plaatsen in ruime hoeveelheid aanwezig. Deze toevoeging van fosfaten veroorzaakt op deze plaatsen een duidelijke uitbreiding van de hoeveelheid organismen; met name bloei van algen is een veel voorkomend verschijnsel. Andere waterplanten kunnen dan worden verdrongen door deze algen. De invloed op macrofauna lijkt in directe zin niet groot; indirect kunnen echter wel invloeden worden verwacht, bijvoorbeeld het ontbreken van voedselplanten of open ruimte in de plassen.

2. Infiltratiepannen

Fosfaat is hier in zeer grote hoeveelheden aanwezig, alleen 's zomers op monsterplaats 3 wordt alle fosfaat wel opgebruikt door de grote hoeveelheid draadalgen (en micro-organismen?). Aan het eind van de zomer treedt door afbraak van de algen (goed te zien op punt 3) een toename van het gehalte vrij fosfaat op, omdat niet langer fosfaten aan het water worden onttrokken. Fosfaten worden met het infiltratiewater het gebied binnen gebracht.

3. Kwelplassen

In alle kwelplassen was fosfaat in veel geringere hoeveelheden aanwezig dan in de infiltratiepannen. In deze kleine plassen kan blijkbaar wel alle fosfaat dat binnenstroomt worden gebruikt. Het is zeer waarschijnlijk dat tijdens het kwelproces al een groot gedeelte van de in het water aanwezige fosfaat wordt gebonden in de bodem. Op monsterplaats 5, vlak bij een infiltratiepan, kon éénmaal een duidelijk aantoonbare hoeveelheid worden geconstateerd.

4. Eerder onderzoek

In het oorspronkelijk duinplasje werd éénmaal 0.90 mg/liter fosfaat vastgesteld; verder werd vrijwel nooit meer dan 0.20 mg/liter gevonden. In de infiltratiepannen was fosfaat aanvankelijk (COSQUINO DE BUSSY, 1961) 's zomers niet aantoonbaar, en 's winters tot ongeveer 0.3 mg/liter aanwezig. DRESSCHER (1966) vond in een kwelplas bij pan 20 in 1959 gemiddeld 0.25 mg/liter fosfaat.

5. Andere duinplassen

In andere duinplassen kon LEENTVAAR (1963, 1967) slechts zeer geringe hoeveelheden fosfaat vinden. Bij uitzondering werden waarden hoger dan 0.2 mg/liter gevonden.

Geconcludeerd kan worden dat de duinen van Wassenaar duidelijk afwijken van de andere, meer natuurlijke duinwateren.

Opmerking: het gemeten ion is in feite het ortho-fosfaat ion.

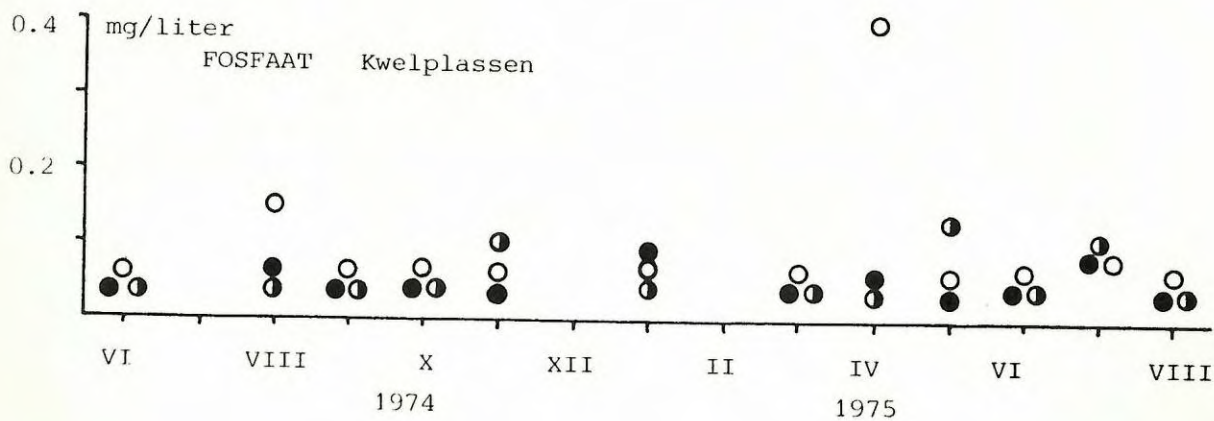
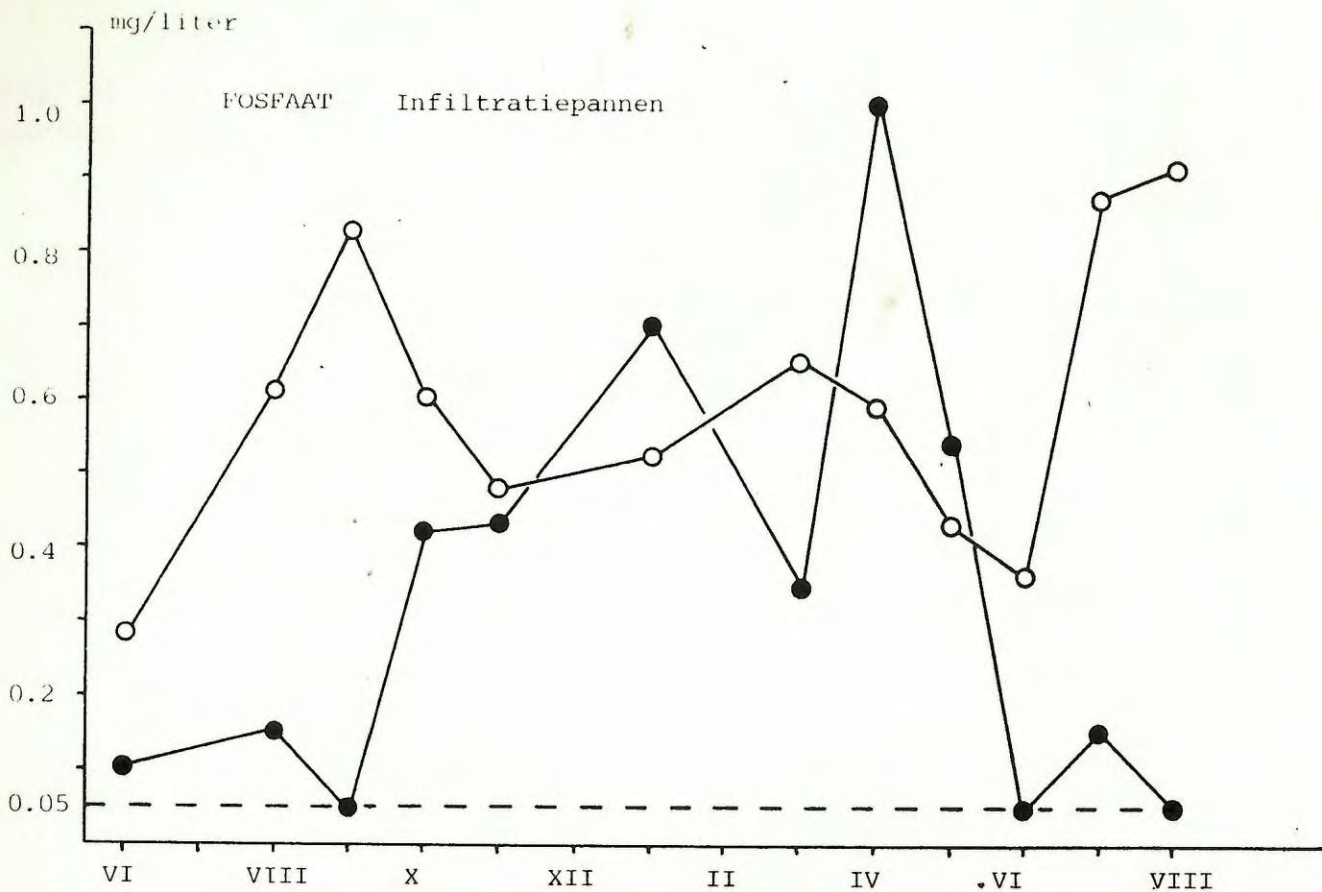
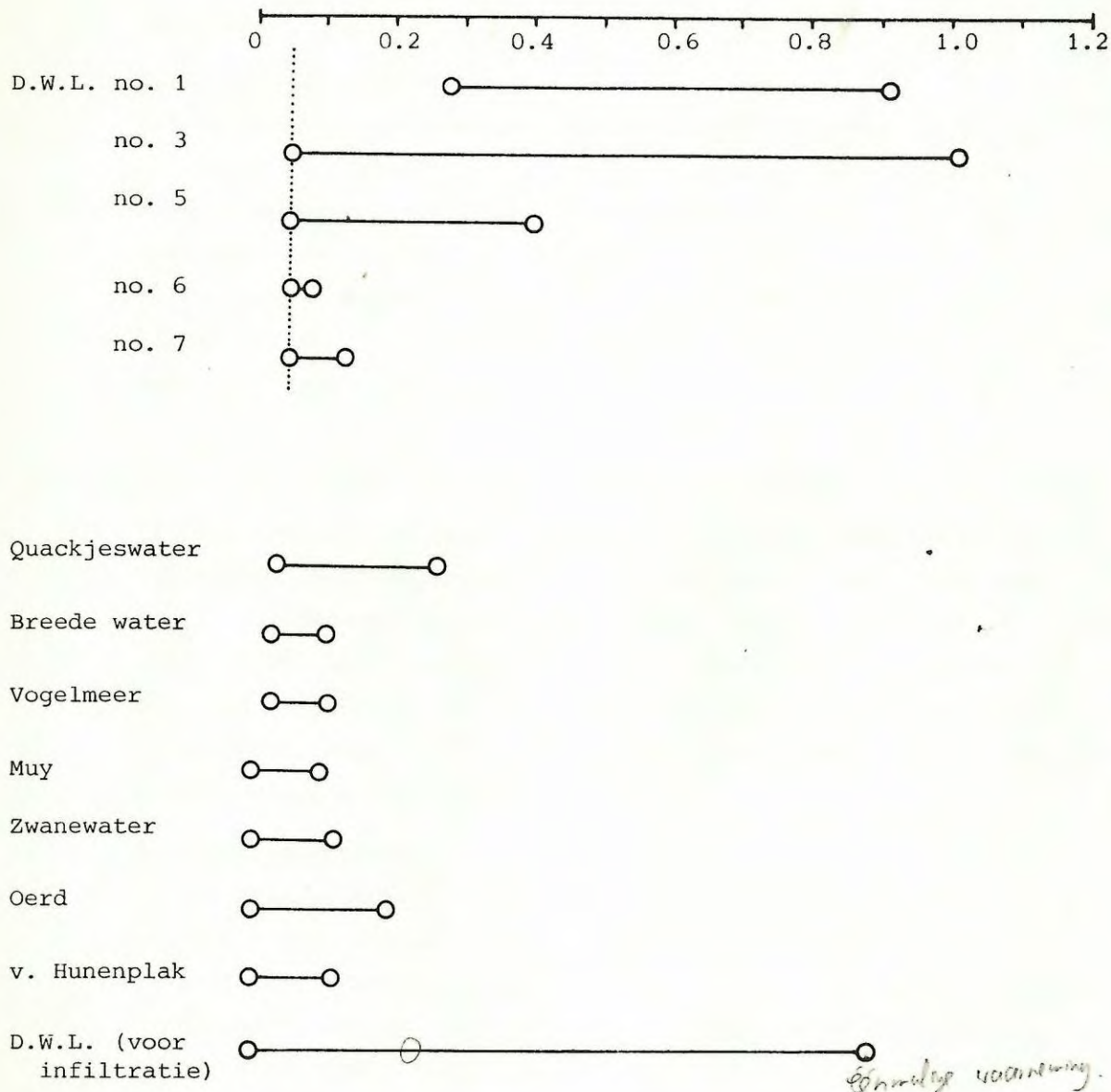


Fig. 24

Fig. 25

FOSFAAT-gehalte in milligram per liter.

Waargenomen maximum en minimum waarden in enkele duinplassen gedurende ongeveer één jaar.



NITRAAT

1. Algemeen

Nitraten worden, net als fosfaten door planten opgebruikt. In min of meer natuurlijke wateren is dan ook meestal geen nitraat aantoonbaar. In de min of meer natuurlijke duinplassen die door LEENTVAAR (1963, 1967) werden onderzocht, kon hoogstens 0.5 mg/liter worden gevonden.

2. Infiltratiepannen

Nitraat is hier in zeer grote hoeveelheden aanwezig. In de winter ligt dit in de orde van 20 tot 25 mg/liter; alleen in de zomer van 1975 werd op monsterplaats 1 geen nitraat meer gevonden, maar in de Ganzenhoek was toen nog steeds 8 mg/liter aanwezig.

Ook nitraten worden met het infiltratiewater uit de Rijn het terrein binnengebracht. 's Winters loopt het nitraatgehalte op, doordat de opname stilstaat.

3. Kwelplassen

Het nitraatgehalte in de kwelplassen is zeer veel lager dan in de infiltratiepannen. In feite is van de onderzochte componenten van de waterchemie deze degene die de grootste verschillen tussen kwel- en infiltratiepannen vertoont. Toch worden vooral 's winters en in het voorjaar wel hoge waarden bereikt in vergelijking met natuurlijke wateren. Het verschil tussen kwel- en infiltratieplassen moet worden gezocht in de bodem. Daar wordt namelijk het nitraat (vóór sulfaat) gebruikt als zuurstofdonor bij de oxidatie.

4. Eerder onderzoek

In het oorspronkelijk duinplasje vond LE COSQUINO DE BUSSY (1959) vrijwel nooit aantoonbaar nitraat. Eénmaal werd 20 mg/liter vastgesteld. In infiltratiepannen was nitraat vanaf het begin in grote hoeveelheden aanwezig: 's winters van 14-20 en 's zomers van 6.5-11 mg/liter (LE COSQUINO DE BUSSY, 1961).

5. Andere duinplassen

Zoals al in de inleiding is vermeld is nitraat volgens LEENTVAAR (1963, 1967) in de natuurlijke duinplassen vrijwel altijd afwezig.

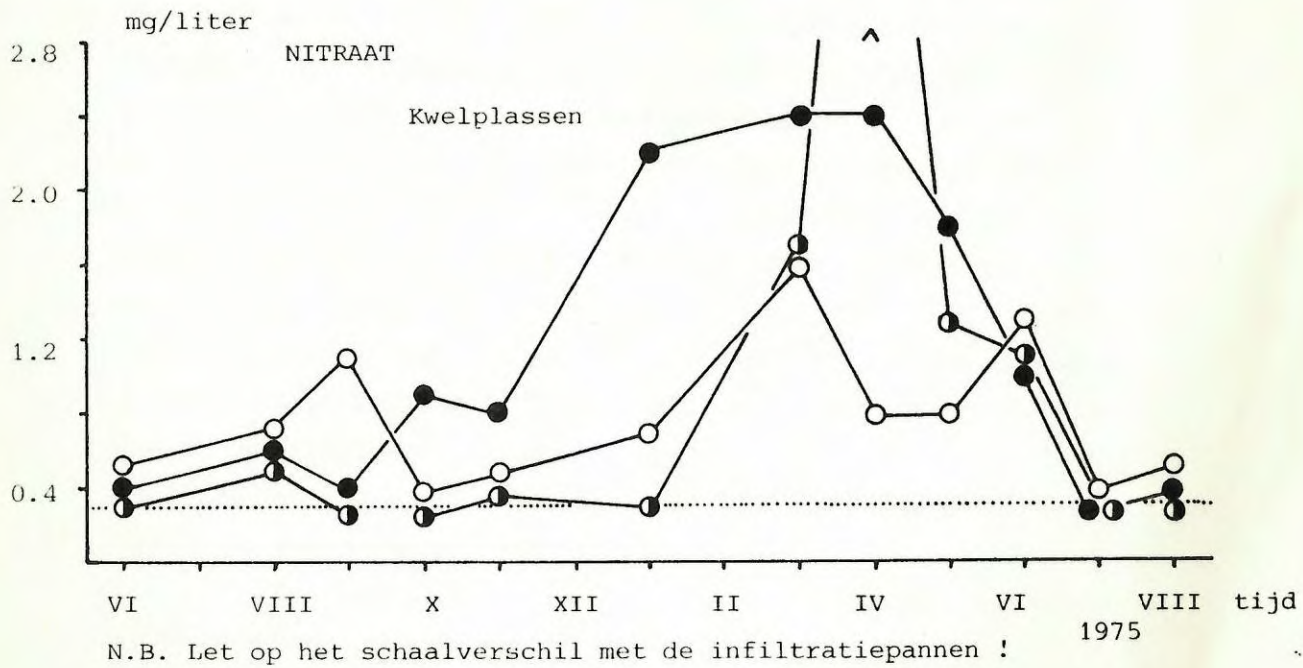
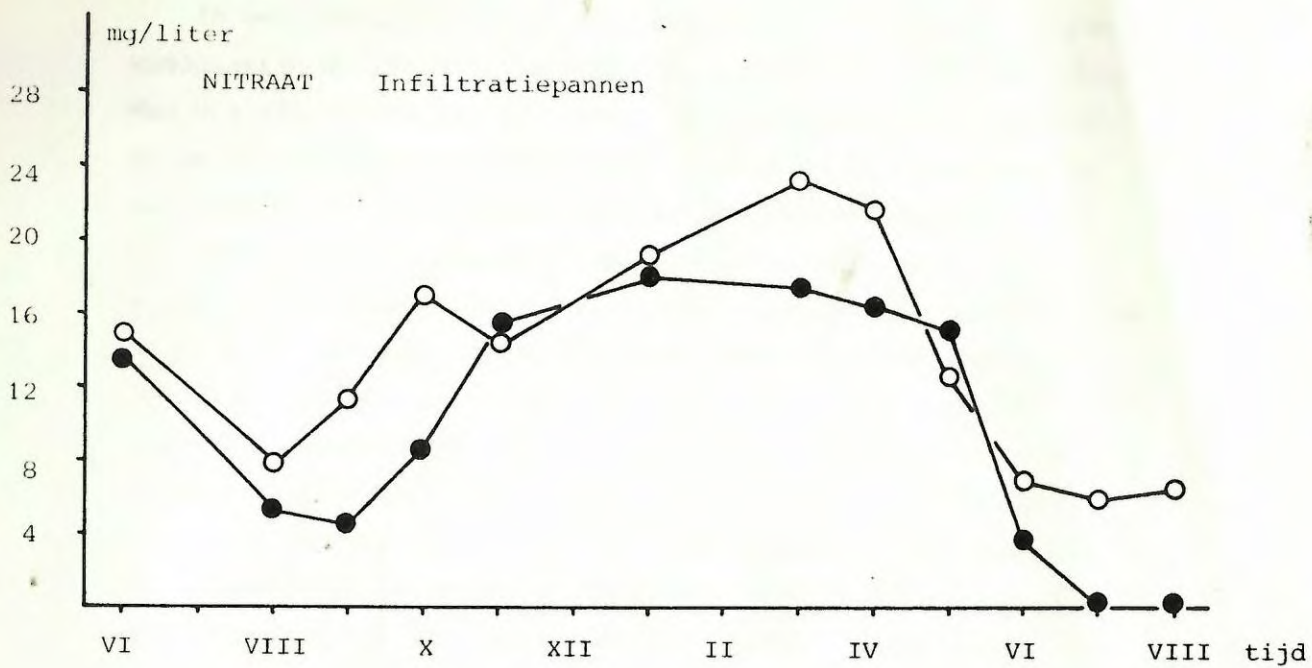


Fig. 26

Discussie

In het voorgaande is al gebleken dat er verschillen tussen kwelplassen en infiltratiepannen zijn, maar ook overeenkomsten. Men kan zich afvragen in hoeverre de infiltratie invloed heeft op de samenstelling van het kwelplaswater en in welke mate de duinwateren nog op oorspronkelijke duinwateren lijken. Een aantal van de gemeten parameters wordt vrij sterk door de vegetatie beïnvloed: pH, bicarbonaat, calcium; het hoge calciumgehalte is waarschijnlijk ook veroorzaakt door het kalkrijke duinzand. Hierdoor zijn genoemde parameters niet geschikt om iets over de samenstelling van het kwelwater te zeggen. Ortho-fosfaat en nitraat zijn van nature nauwelijks in het duin aanwezig; ze worden grotendeels met het infiltratiewater binnengebracht. In de infiltratiepannen werden deze stoffen zelden opgebruikt, in de kwelplassen zijn ze echter^h zeer geringe concentratie aanwezig. Bij het passeren door het duinzand verliest het infiltratiewater al veel van deze stoffen, en bij het binnenkomen in de kwelplas wordt er nog eens door de vegetatie veel van deze voedingszouten opgebruikt: dit blijkt uit de vaak dichte vegetaties ruigtekruiden aan de kwelplasoever die het dichtst bij de infiltratiepan ligt. In het nabijgelegen duingebied werden overigens in de kwelplassen veel hogere fosfaatconcentraties gevonden (DE JONGE & VAN 'T SANT, 1976). De Chlorideconcentraties kunnen iets meer over de aard van het kwelplaswater zeggen omdat het chloride-ion indifferent is. Sterke verdamping in de zomer kan echter onverwacht hoge concentraties opleveren (mp 5, 1975!). Uit de waarden die het chloride in de kwelplassen bereikt blijkt dat kwelplaswater zeker geen 100% regenwater is, doch een mengsel met een zeer groot aandeel infiltratie water. De invloed van het regenwater wordt waarschijnlijk op grotere afstand van de pannen groter, dit is o.a. af te leiden door de waterstands grafieken van de verschillende plassen te vergelijken.

Kwelplas K10 (mp 5, fig. 11) ligt vlakbij pan 17.1, waar het waterpeil onder invloed van de bedrijfsvoering enorm schommelt (fig. 5). Men ziet dat de kwelplas die schommelingen, zij het in gedepte vorm, vrijwel direkt volgt.

De kwelplassen G21 (mp 7, fig. 16) en G15 (mp 6, fig. 13) liggen op respectievelijk 70 en 140 m van pan 20.1. Deze pan vertoont een zeer vlak waterstandsverloop (fig. 27), terwijl de waterstand in G21 en G15 in de herfst sterk stijgt, en in het voorjaar weer daalt. Deze stijging is vooral te verklaren door de toegenomen neerslag (vergelijk de fig. in VAN NIEUKERKEN & VAN TOL, 1978a) vanaf augustus

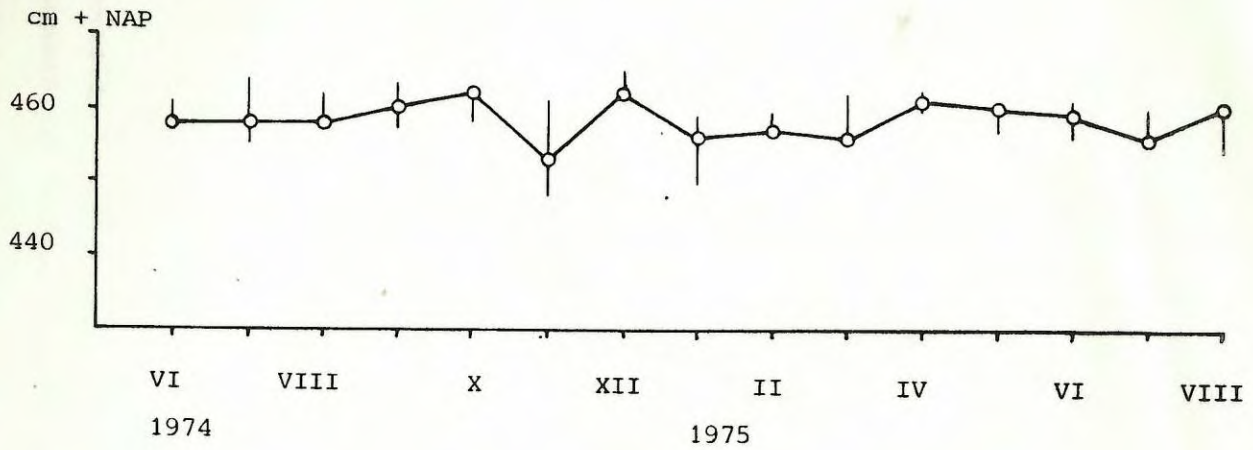


Fig. 27. Waterstandsverloop in pan 20.1 (naar gegevens van de DWL).
Vergelijk dit met de waterstanden van de kwelplassen G 15
en G 21 (fig. 13 en 16). De verticale lijnen geven de
maandelijkse spreiding aan.

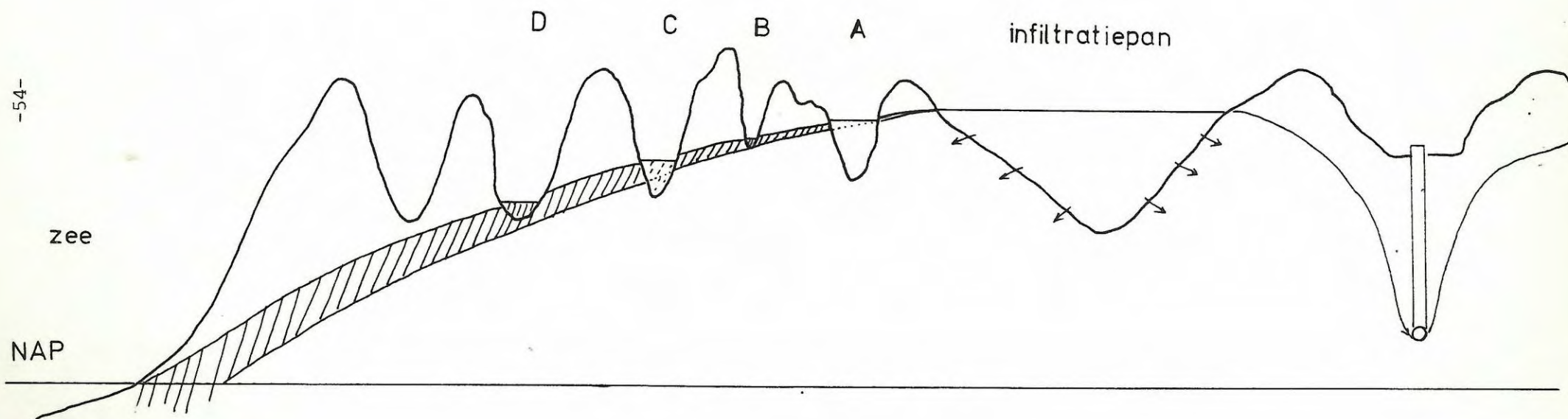


Fig. 28 Vereenvoudigde voorstelling van de hydrologie van kwelplassen en infiltratiepannen, niet op schaal. Regenwater gearceerd. In feite zal een menging tussen regenwater en infiltratiewater optreden. Kwelplas A bevat vooral infiltratiewater, kwelplas c een mengsel en plas B en D regenwater. De dikte van de laag regenwater is in verhouding tot de diepte van de plassen sterk overdreven.

Dit leidt tot de volgende hypothese over de hydrologie van het infiltratiewater, (deze komt ongeveer overeen met de ideeën van Ir. De Jong, directeur van de Leidsche Duinwater Mij., mond.med.) Vanaf de pannen is er een afstroming van het infiltratiewater, enerzijds naar de winningemiddelen en anderzijds naar de zee. De op de duinen gevallen neerslag komt hier boven op en stroomt eveneens zeewaarts, en blijft waarschijnlijk boven het infiltratiewater stromen. Het is gemakkelijk in te zien dat de laag regenwater in de richting van de zee groter wordt omdat een groter duinoppervlak wordt afgewaterd. De verhouding van regen- en infiltratiewater in een kwelplas zal dus afhangen van de afstand tot de infiltratiepan en van de diepte waarmee de waterlaag aangesneden wordt. Een en ander is schematisch waergegeven in fig. 28.

Conclusies

1. De infiltratiepannen vertonen duidelijke verschillen met de kwelplassen in profiel, vegetatie en enkele chemische parameters.
2. De watervegetatie is in de infiltratiepannen meestal maar schaars ontwikkeld. Het meest algemeen zijn Potamogeton spp. en Zannichellia. Lange de oude pannen komt veel riet voor. De kwelplassen hebben een veel soortenrijkere water- en oevervegetatie.
3. Het fosfaat- en nitraatgehalte van het water vertonen de grootste verschillen tussen beide watertypen: in de kwelplassen zijn deze stoffen maar in zeer geringe concentraties aanwezig. De verschillen in pH, bicarbonaat, calcium en chloride zijn veel kleiner.
4. Kwelplassen hebben doorgaans een mengsel van infiltratie- en regenwater. De verhouding hangt af van de duinmassa tussen kwelplas en infiltratiepan en van de diepte van de kwelpl_s (zie fig. 28). Het chloride-gehalte van de kwelplassen wijst op een grote invloed van het infiltratiewater. 's Winters is de invloed van regenwater groter.
5. In vergelijking met de natuurlijke duinwateren zijn de plassen van Meijndel voedsel- en chloride-rijker. De samenstelling van het kwelplaswater lijkt meer op het water van de oorspronkelijke duinplassen dan de infiltratiepannen.

Literatuur.

- Boerboom, J.M.A., 1958. Begroeiing en landschap van de duinen onder Scheveningen en Wassenaar van omstreeks 1300 tot heden. Een historisch vegetatiekundige studie. — *Belmontia II Ecologie* 3 (12), bijlage: 1-108.
- , 1960. De huidige begroeiing in en rond de duinmeren bij Den Haag. — *Levende Natuur* 63: 32-42.
- Cosquino de Bussy, I.J. le., 1959. Verslag van een limnologisch onderzoek in een poeltje in de duinen van Meijndel ('s-Gravenhage). — *Instituut voor Gezondheidstechniek T.N.O., Werkrapport A15.*
- , 1961. Limnologische Untersuchungen an Infiltrationsstellen zur Trinkwassergewinnung in Dünengebieten. — *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 14: 1049-1053.
- Dresscher, Th.G.N., 1966. Enige hydrobiologische gegevens betreffende een infiltratievijver in het duingebied van Meijndel. — *Biol. Jaarb.* 34: 94-109.
- Geijskes, D.C. & Van Nieuwerkerken, E.J., 1978: Libellen (Odonaten) van Meijndel en omgeving. Sauna van de wateren in Meijndel IV. — *Zool. Bijdr.* 23, in druk.
- Hoekstra, A.C., 1974. De infiltratievijver en zijn levende have. In: N. Croin Michielsen (red.). *Meijndel. Duin - water - leven.* — Van Hoeve, Den Haag.
- Jonge, D. de & P. van 't Sant, 1976., Onderzoek naar de waterkwaliteit van enige plassen in het Duingebied Berkheide. — *Doctoraal verslag, Leiden.*
- Kuijper, W.J., 1971., *Gyraulus laevis* (Mollusca: Planorbidae) in Nederland — *Basteria* 35: 87-94.
- , 1973. De zoetwatermollusken van het duingebied ten noorden van Den Haag, — *Basteria* 37: 1-20.
- Leentvaar, P., 1963. Dune waters in the Netherlands. I. Quackjeswater, Breede water and Vogelmeer. — *Acta Bot. Neerl.* 12: 498-520.
- , 1967. Duinmeren II: Zwanewater, Muy, Oerd en Van Hunenplak. — *Biol. Jaarb.* 35: 228-266.
- Liebmann, H., 1960. *Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie.* — München.
- Macan, T.T., 1963. *Freshwater ecology.* — Longmans, Londen (second edition, 1974).
- Moller Pillot, H.K.M., 1971. Faunistische beoordeling van de verontreiniging in laaglandbeken. — *Pillot-Standaardboekhandel, Tilburg.*

- Nieuwerkerken, E.J. van, 1978. De macrofauna van wateren in het met rivierwater geïnfilteerde duingebied Meijendel. — Doctoraal verslag, Leiden.
- & J. van Tol, 1978a. Meijendel als milieu voor waterorganismen. Fauna van de wateren in Meijendel I. — Zool. Bijdr. 23, in druk.
- & ———, 1978b. Lijst van de waterkevers van Meijendel (Coleoptera). Fauna van de wateren in Meijendel III. — Zool. Bijdr. 23, in druk.
- Obbes, J.F., 1930. Meijendel-onderzoek. Rapport over het voorkomen van eenige zoetwateralgen. — Levende Nat. 35: 171-173.
- Reid, G.K., 1961. Ecology of inland waters and estuaries. — Reinhold, New York.
- Schlieper, C., 1958. Ueber die Physiologie der Brackwassertieren. — Verh. int. Verein. Limnol. 13: 710-717.
- Segal, S., 1965. Een vegetatieonderzoek van de hogere waterplanten in Nederland. — Wet. Meded. K. ned. natuurh. Veren. 57.
- Tol, J. van, 1976. Verspreiding en oecologie van water- en oppervlakte-wantsen in het gebied van de Duinwaterleiding van 's-Gravenhage. — Doctoraal verslag, Leiden.
- & E.J. van Nieuwerkerken, 1978. Lijst van de water- en oppervlakte-wantsen van Meijendel (Heteroptera). Fauna van de wateren in Meijendel II. — Zool. Bijdr. 23, in druk.
- Tuinzaad, H., 1974. Duin voor het water - water voor het duin. — In ; N. Croin Michielsen (red.). Meijendel, Duin - water - leven. Van Hoeve, Den Haag.