

**De waterkwaliteit van de stadswateren in de wijken
Hoogland en Schothorst te Amersfoort**

**Verslag van het biologisch- en chemisch onderzoek
april 1988 - april 1989**

door J. Mullwijk, P. Cornelissen en D. Gillissen

**Hogeschool van Amsterdam,
Afd. Laboratoriumonderwijs,
Bennebroekstraat 11,
1058 LJ Amsterdam.**

527 352

Inhoud

Voorwoord 3

Samenvatting 4

1. Inleiding. 8

2. De waterplanten in de stadswateren van Hoogland en Schot-
horst. 10

3. De visfauna op de monsterplaatsen. 14

4. De makrofauna, het zoöplankton en het fytoplankton . . . 17

5. Het bakteriologisch onderzoek. 21

6. Biologische waterkwaliteitsbeoordeling. 23

7. De zuurstofhuishouding in het stadswater. 28

8. Het fysisch-chemisch onderzoek en de microverontreiniging . 31

9. De beschrijving en de biologische waterkwaliteits
beoordeling van de monsterplaatsen. 36

 Toelichting. 36

 De beschrijving van de vijver bij de Gerstekamp 38

 De beschrijving van de vijver bij de Vagenkamp. 42

 De beschrijving van de vijver bij de Zandkamp. 46

 De beschrijving van de vijver aan het Beereveld. 50

 De beschrijving van de singel langs de Elly
 Takmastraat. 54

 De beschrijving van de singel langs het Heer
 Halewijnpad. 58

 De beschrijving van de vijver aan het Avalonpad bij het
 winkelcentrum Schothorst 62

 De beschrijving van de Breede Goren bij het Landgoed
 Schothorst. 66

10. Aanbevelingen 70

11. Literatuur 72

12. Bijlagen 76

 1. Lokaties van de monsterplaatsen in het
 onderzoeksgebied. 77

 2. De gegevens van de makrofauna. 78

 3. De gegevens van het zoöplankton. 82

 4. De gegevens van het fytoplankton. 83

 5. De resultaten van de chemische analyse's. 90

Voorwoord

In opdracht van de gemeente Amersfoort wordt door de Hogeschool van Amsterdam de waterkwaliteit van het stadswater in Amersfoort onderzocht. Dit rapport geeft verslag van het tweede deel van dit onderzoek en beschrijft de waterkwaliteit van de stadswateren in de wijken Hoogland en Schothorst.

In het eerste deel werd de waterkwaliteit van de wijken Randenbroek, Liendert en Rustenburg besproken (Muilwijk c.s., 1988). In het derde deel zal het resultaat van het waterkwaliteitsonderzoek in de binnenstad aan de orde komen.

Aan het onderzoek is door vele studenten meegewerkt. Vooral de studenten van HLO 3 Biologisch hebben veel bijgedragen aan de biologische inventarisatie. Door de studenten van HLO 3 Chemisch zijn enige analyses uitgevoerd.

De studenten reageerden over het algemeen enthousiast op dit onderzoek. Meer gemotiveerd dan normaliter werden de experimenten en determinaties uitgevoerd. Een intensieve begeleiding van de studenten was echter noodzakelijk voor het verkrijgen van betrouwbare resultaten. Deze begeleiding is gegeven door de docenten die bij de betreffende praktika betrokken waren. Daarnaast is veel werk door de technische medewerkers van het Instituut uitgevoerd.

Daarnaast is gebruik gemaakt van de goede kontakten die we met diverse laboratoria hebben. Zo zijn de determinaties van de mijten gecontroleerd door G. Duursema en die van de borstelwormen door mevr. P. van Weezel van de Provinciale Waterstaat van Noord-Holland.

Door mevr. dr. F.I. Kappers en G. van Ee is een belangrijke bijdrage geleverd bij de determinaties van het fytoplankton. De visfauna is in samenwerking met Centrum voor Natuur en Milieu "Landgoed Schothorst" (gemeente Amersfoort) bepaald.

Mevr. dr. E. van Donk, aquatisch ecologe van de Provinciale Waterstaat van Utrecht en mevr. dr. F.I. Kappers van het Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne te Bilthoven hebben in de begeleidingskommissie, die op verzoek van het ministerie van Onderwijs en Wetenschappen gevormd werd, zitting genomen.

Tijdens het onderzoek heeft regelmatig overleg met ambtenaren van de gemeente Amersfoort plaats gevonden, vooral met dhr. L. Visscher van de afdeling Milieu en dhr. V. van Laar van het Centrum voor Natuur en Milieu.

Samenvatting

In 1987 is een onderzoek naar de waterkwaliteit van het Amersfoortse stadswater gestart. In dit rapport wordt de situatie in de wijken Hoogland en Schothorst beschreven.

Het rapport moet gezien worden als een vervolg op de rapportage over de waterkwaliteit in de wijken Randenbroek, Liendert en Rustenburg.

In dit onderzoek staan de volgende aspecten centraal:

1. Wat is de waterkwaliteit van de vijvers en singels van Hoogland en Schothorst op dit moment?

De bepaling van de waterkwaliteit is uitgevoerd door middel van:

- a. Een globale inventarisatie van de fauna en flora van de monsterplaatsen.
- b. Een analyse van een aantal chemische- en fysische kenmerken van het water op de monsterplaatsen. Tevens is een aantal bepalingen uitgevoerd met betrekking tot de microverontreinigingen.
- c. Een bepaling van het aantal faecale bacteriën in het water.

Aan de hand van deze inventarisatie en bepalingen werd een biologische waterkwaliteitsbepaling uitgevoerd. De gevolgde methode, gebaseerd op het saprobiesysteem van Caspers & Karbe, wordt in hoofdstuk 6 verder uitgewerkt.

2. Wat is de samenhang tussen de waterkwaliteit en het rioolstelsel?

In Schothorst-Noord en de Hooglandse wijken De Bik en Bieshaar-Zuid is een zgn. verbeterd gescheiden rioolstelsel aangelegd. In Bieshaar-Noord is een gewoon gescheiden rioolstelsel aanwezig. Bij een gewoon gescheiden rioolstelsel wordt al het regenwater via het regenriool in het stadswater geloosd.

Bij een verbeterd gescheiden rioolstelsel wordt het eerste regenwater naar de rioolwaterzuiveringsinrichting afgevoerd. Pas bij hevige regenbuien vindt er een overstort plaats op de singels.

In verband met de interpretatie van deze vraagstellingen is in Schothorst-Noord bovendien een vijver op het landgoed Schothorst onderzocht, waarop geen lozingen plaats vinden (Grimbergen, 1989).

Deze vijver geeft de referentiewaarden waaraan de waterkwaliteit van het stadswater getoetst kan worden.

DE RESULTATEN VAN DE INVENTARISATIE.

Met behulp van het komputerprogramma CANOCO (figuur 3.1 en 3.3) is een indeling gemaakt van de monsterplaatsen op basis van de makrofauna en het fytoplankton. Uit deze ordinatiediagrammen komt een rangschikking van de monsterplaatsen in relatie tot de mate van verontreiniging naar voren.

Eveneens met CANOCO werd een rangschikking gemaakt van zowel de monsterplaatsen van dit onderzoek, als van die tijdens het onder-

zoek in 1987 (figuur 6.2). Aan de hand van deze figuur is een indeling van de levensgemeenschappen in drie typen gemaakt.

1. 'Het muggelarvetype'. Deze levensgemeenschap wordt gekenmerkt door het massaal voorkomen van twee soorten muggelarven (*Chironomus spec.* en *Psectrotanypus varius*), de watervlo *Daphnia magna* en de flagellaat *Lepocinclis texta*.
2. 'Het algenbloeiotype'. Deze levensgemeenschap wordt gekenmerkt door een bloei van het fytoplankton gedurende de zomer. In deze levensgemeenschap komen tevens diverse muggelarvesoorten (o.a. *Cryptocladopelma*, *Cricotopus sylvestris* agg.), wantsensoorten als *Sigara falleni* en *Sigara striata* (vaak in grote aantallen), bepaalde borstelwormen (*Stylaria lacustris*, *Nais communis*) en diverse Cladoceren voor. Ook Brasem, Blankvoorn en Kolblei komen in dit type voor.
3. 'Het waterplantentype'. In deze levensgemeenschap komen ondergedoken waterplanten voor.
Binnen deze levensgemeenschap wordt een verdere onderverdeling gemaakt in drie subtypen die samenhangen met de mate van belasting.
 - 3a. 'Het Sterrekroostype'. In deze levensgemeenschap komen enkele soorten ondergedoken waterplanten voor: Sterrekroos, Smalle waterpest en Aarvederkruid. De makrofauna wordt door diverse groepen vertegenwoordigd, onder andere weekdieren (*Physa fontinalis*, *Bithynia tentaculata*), wantsen *Sigara striata* en *S. falleni*, en diverse soorten mijten (*Neumania deltoides*, *Piona imminuta*). Naast Brasem, Blankvoorn en Kolblei komen ook Snoek en Rietvoorn voor.
 - 3b. 'Het half-natuurlijke type'. De levensgemeenschap bestaat niet alleen uit soorten die tolerant zijn voor verontreiniging. De levensgemeenschap wordt gekenmerkt door een diversiteit aan levensvormen. De aard en samenstelling van deze levensgemeenschap hangt samen met de eigenschappen van de plaats en geeft een beeld van de 'min of meer' natuurlijke levensgemeenschap. De levensgemeenschap bestaat uit tenminste de soorten van groep 3a en nog een aantal kenmerkende soorten voor minder vervuild water, onder andere kokerjuffersoorten, diverse soorten waterkevers, mijten en mollusken. Er komen maar weinig soorten groenwieren, maar wel verscheidene soorten kiezelwieren voor. Onder de waterplanten zijn soorten als bij voorbeeld Kranswier of Waterviolier aanwezig.
 - 3c. Soortencombinaties van niet verontreinigd water. De levensgemeenschap hangt samen met de natuurlijke eigenschappen van het milieu. De levensgemeenschap wordt gekenmerkt door een grote diversiteit aan soorten.
Een omschrijving van deze levensgemeenschap kan nog niet gemaakt worden. Op dit moment is er een natuurlijke ontwikkeling aanwezig in de Breede Goren, de vijver aan de zuidzijde van het Landgoed Schothorst. Na verloop van enige jaren kan hier een natuurlijke levensgemeenschap ontstaan.

In het rapport over Randenbroek, Liendert en Rustenburg wordt een schematisch overzicht van de verandering van de levensgemeenschappen in het stadswater bij toenemende verontreiniging gegeven. Bovenstaande indeling van de levensgemeenschappen komt met dit schematisch overzicht overeen. In Schothorst en Hoogland zijn ook enkele minder verontreinigde monsterplaatsen onderzocht. Aan de hand van de opbouw van deze levensgemeenschappen is het schone gedeelte in het overzicht verder uitgewerkt onder het type 3b.

Uit tabel 5.1 blijkt dat op de monsterplaatsen 1 (de vijver bij de Gerstekamp), 7 (de vijver bij het winkelcentrum Schothorst) en vooral 3 (de vijver bij de Zandkamp) de I.M.P norm van 20 coliformen per ml. overschreden wordt.

Monsterplaats 8 (de vijver de Breede Goren op het Landgoed Schothorst) geeft een beeld van de concentratie van faecale bacteriën die veroorzaakt worden door eenden en die in elk stadswater aanwezig is.

Uit tabel 5.2 blijkt dat de bacteriekoncentraties in het slib hoog kunnen oplopen. Dit is met name op monsterplaats 2 (de vijver bij de Vagenkamp) het geval, waar de concentratie coliformen hoog is.

DE CHEMISCHE SITUATIE.

Uit de zuurstofmetingen blijkt dat in het vroege voorjaar het water op alle monsterpunten oververzadigd is. Deze oververzadiging hangt samen met de bloei van kiezelwieren op de monsterplaatsen.

Op de monsterplaatsen met waterplanten is er vervolgens een geleidelijke afname van de zuurstofverzadigingswaarde tot ca. 50%.

In de vijver bij de Zandkamp is de afname spectaculair (binnen een maand een afname van 101% tot 7.4% verzadiging).

In de singel langs het Heer Halewijnpad en vooral in de vijver bij het winkelcentrum Schothorst is gedurende de zomer een bloei van groenwieren. Deze groenwierenbloei veroorzaakt sterke schommelingen in de zuurstofconcentratie.

Aan de hand van Stiff-diagrammen wordt de verhouding tussen de anionen chloride, bicarbonaat en sulfaat en de kationen calcium, magnesium en de som van kalium en natrium op de monsterplaatsen vergeleken. Met deze diagrammen kan een watertype karakteristiek voor singels en vijvers met lozingen uit het gewoon gescheiden rioolsysteem onderscheiden worden. In dit type is het aandeel van de sulfaationen gering.

De micro-verontreiniging met zware metalen is gering. De concentratie van PAK's is in de vijvers met een gewoon gescheiden rioolstelsel het hoogst, de zgn. A-norm wordt hierbij overschreden. Dit komt overeen met de gegevens uit het onderzoek in Randenbroek, Liendert en Rustenburg.

DE AANBEVELINGEN VOOR ONDERHOUD, HERSTEL EN BEHEER.

In de aanbevelingen wordt aan de hand van het I.M.P. water en de zgn. ecologische normdoelstellingen voor stadswateren, een verdere uitwerking van de uitgangspunten voor de waterkwaliteit gegeven.

Deze normdoelstellingen geven voor de stadswateren een indeling in drie niveau's. In dit rapport wordt het vereiste beheer om tot een bepaald niveau te komen uitgewerkt.

Minimaal moet het stadswater aan het laagste niveau voldoen.

Doordat de gemeente Amersfoort van plan is om regelmatig het stadswater te baggeren, wordt een goede stap voor het verkrijgen van dit niveau genomen. De gemeente kan haar beleid verder uitbouwen en voor een gedeelte van het stadswater een waterkwaliteit van een hoger niveau kiezen. Aan de hand van de benodigde herstelmaatregelen kunnen de kosten die uit een dergelijk beleid voortvloeien, bepaald worden.

Aan de hand van de gegevens van de faecale verontreiniging veroorzaakt door riooloverstorten en de grote aantallen eenden op de singels, wordt aanbevolen het spelevaren van kinderen op het stadswater zoveel mogelijk tegen te gaan.

1. Inleiding

In dit rapport wordt de waterkwaliteit beschreven van het Amersfoortse stadswater in de wijken Hoogland en Schothorst. Dit rapport moet gezien worden als een vervolg op de rapportage over de waterkwaliteit in Randenbroek, Liendert en Rustenburg. De beschrijving van de methodieken en de algemene aspecten met betrekking tot de biologische waterkwaliteitsbeoordeling worden in dit rapport niet herhaald.

In dit onderzoek staan de volgende aspecten centraal:

a. Wat is de waterkwaliteit van de vijvers en singels van Hoogland en Schothorst op dit moment?

b. Wat is de samenhang tussen de waterkwaliteit en het rioolstelsel?

In Schothorst-Noord en de Hooglandse wijken De Bik en Bieshaar-Zuid is een zgn. verbeterd gescheiden rioolstelsel aangelegd. In Bieshaar-Noord is een gewoon gescheiden rioolstelsel aanwezig. Bij een gewoon gescheiden rioolstelsel wordt al het regenwater via het regenriool in het stadswater geloosd. Bij een verbeterd gescheiden rioolstelsel wordt het eerste regenwater naar de rioolwaterzuiveringsinrichting afgevoerd. Pas bij hevige regenbuien vindt er een overstort plaats op de singels.

c. Welke mogelijkheden zijn er om met beheer en onderhoud een dusdanige waterkwaliteit te verkrijgen of te handhaven dat de ecologische, educatieve en recreatieve functie van het water gewaarborgd is.

In verband met de interpretatie van deze vraagstellingen is in Schothorst-Noord een vijver op het Landgoed Schothorst onderzocht, waarop geen lozingen plaats vinden. Deze vijver geeft de referentiewaarden waaraan de waterkwaliteit van het stadswater getoetst kan worden.

Om de waterkwaliteit te kunnen beoordelen en herstelmogelijkheden uit te werken zijn gegevens verzameld over:

1 DE BIOLOGISCHE WATERKWALITEIT.

Door middel van een globale inventarisatie worden de fauna en flora beschreven.

De organismen van de levensgemeenschappen van het water worden in verschillende groepen ingedeeld. In het stadswater kunnen de volgende groepen aangetroffen worden:

- De waterplanten, deze worden in hoofdstuk 2 besproken.
- De vissen, deze worden in hoofdstuk 3 besproken.
- Het fytoplankton, dat uit mikrosopisch kleine plantjes bestaat. Diverse groepen van het fytoplankton komen in het stadswater voor, o.a. kiezelwieren, groenwieren, cyanobacteriën en flagellaten. Zij worden in hoofdstuk 4 besproken.
- Het zoöplankton, het mikrosopisch kleine dierlijke plankton. Met name watervlooien en andere kleine kreeftachtigen behoren

- hiertoe (hoofdstuk 4).
- De makrofauna, dit zijn de dierlijke organismen die groter zijn dan ongeveer 1 mm. Waterkevers, slakken, libellelarven en kokerjuffers behoren tot deze groep (hoofdstuk 4).
 - De bakteriën. Naast de in hoofdstuk 5 besproken faecale bakteriën komen in het water, maar vooral in het slib, tal van andere soorten bakteriën voor. Deze bakteriën zijn niet onderzocht.

Aan de hand van deze inventarisatie vindt een biologische waterkwaliteitsbepaling plaats. De gevolgde methode, gebaseerd op het saprobiesysteem van Caspers & Karbe wordt in hoofdstuk 6 verder uitgewerkt.

2 DE CHEMISCHE WATERKWALITEIT.

Samenhangend met de biologische waterkwaliteitsbeoordeling zijn de gebruikelijke chemische en fysische parameters bepaald. In hoofdstuk 7 worden de resultaten van de zuurstofmetingen vermeld. In hoofdstuk 8 staan de gegevens van de overige bepalingen en de bepalingen met betrekking tot de microverontreinigingen in slib en water vermeld.

De beschrijving van de waterkwaliteit op de monsterplaatsen staat in hoofdstuk 9 centraal.

In hoofdstuk 10 worden een aantal aanbevelingen uitgewerkt. Deze aanbevelingen zijn aanvullingen op die uit het vorige rapport (Muilwijk c.s., 1988).

2. De waterplanten in de stadswateren van Hoogland en Schothorst

In de singels en vijvers van Hoogland en Schothorst zijn niet alleen meer soorten waterplanten gevonden dan in Randenbroek, Liendert en Rustenburg, ook de groei van de waterplanten is er veel uitbundiger. Zo heeft bijvoorbeeld in Hoogland de vijver bij de Kabof een begroeiing van prachtig bloeiende Waterviolieren en in de noord-oost hoek van Schothorst komen in twee smalle singels tal van soorten voor waaronder het Tenger fonteinkruid. In tabel 2.1 staat het overzicht van de gevonden waterplanten.

Tabel 2.1 De waargenomen soorten waterplanten.

Toelichting op de in de tabel gebruikte afkortingen.

S = Schothorst

H = Hoogland

1 = de soort is op 1 plaats gevonden.

+ = de soort komt op enkele plaatsen voor.

++ = de soort is op diverse plaatsen gevonden.

+++ = de soort groeit in veel singels in de wijk.

* = de soort is zeker aangeplant.

Van de soorten, die maar op 1 plaats gevonden zijn, wordt ook de vindplaats vermeld.

submerse waterplanten:

		voorkomen
Callitriche spec.	Sterrekroos	H(++) en S(+++)
Ceratophyllum demersum	Gedoornd hoornblad	Malewetering
Elodea nuttallii	Smalle waterpest	H(+) en S(+)
Enteromorpha intestinalis	Darmwier	Sara Burgerhartsingel
	Flap (div. groene draadwieren)	S(+)
Myriophyllum spicatum	Aarvederkruid	S(+++)
Nitella spec.	Kranswier	H(1) en S(+)
Potamogeton crispus	Gekroesd fonteinkruid	Gerstenkamp
P.natans	Drijvend fonteinkruid	H(+) en S(+)
P.pectinalis	Schedefonteinkruid	H(+) en S(+)
P.pusillus	Tenger fonteinkruid	Nijenrode

emerse waterplanten:

Alisma plantago-aquatica	Grote waterweegbree	Nijenrode
Glyceria fluitans	Mannagras	Nijenrode
G. maxima	Liesgras	H(+) en S(+)
Hottonia palustris	Waterviolier	* H(++) en S(1)
Juncus effusus	Pitrus	H(+) en S(+)
Iris pseudacoris	Gele lis	* S(+)
Menyantha trifoliata	Waterdrieblad	* H(1) en * S(1)
Phragmites australis	Riet	H(++) en S(+)
Rorippa amphibia	Gele waterkers	Nijenrode
Sagittaria sagittifolia	Pijlkruid	Nijenrode
Sparganium erectum	Grote egelskop	* H(1) en S(++)
Scirpus maritimus	Zeebies	* Amelisweerd
Typha angustifolia	Kleine lisdodde	H(1) en S(++)
T. latifolia	Grote lisdodde	H(+) en S(++)

drijvende waterplanten:

Polygonum amphibium	Veenwortel	H(+) en S(++)
Lemna gibba	Bultkroos	H(+) en S(+)
L. minor	Klein kroos	H(+)
Nuphar lutea	Gele plomp	* S(++)
Nymphaea alba	Witte waterlelie	* Balladelaan
Nymphoides peltata	Watergentiaan	Kanteklaarpad

oeverplanten:

Solanum dulcamara	Bitterzoet	Nijenrode
-------------------	------------	-----------

DE WATERPLANTEN IN HOOGLAND.

In Hoogland is er een opvallend verschil in de begroeiing van de singels in het noordelijk gedeelte en het gedeelte rond de Bieshaar.

1 Het noordelijk gedeelte.

In het noordelijk gedeelte zijn de singels en vijvers slechts spaarzaam of helemaal niet begroeid. Slechts enkele soorten, zoals Sterrekroos, Veenwortel en Klein kroos zijn er aangetroffen. Dit zijn de soorten die het beste tegen watervervuiling bestand zijn. In de vijver bij de Malewetering werden wat meer soorten gevonden (onder andere Gedoornd hoornblad).

2 De Bieshaar.

Het zuidelijk gedeelte is veel rijker begroeid dan het noordelijk gedeelte. Met name de vijver bij de Kabof heeft een dichte begroeiing van waterplanten.

De meest opvallende soort is Waterviolier. Deze soort is in de vijver bij de Kabof aangeplant en vervolgens op meer plaatsen in de wijk terecht gekomen. De Waterviolier staat er in de Kabof vitaal bij en bloeit uitbundig in het voorjaar, in de overige singels komt de plant nauwelijks in bloei en is zij vaak verslijmd.

Behalve Waterviolier komen in de vijver bij de Kabof ook Kranswier (*Nitella spec.*), Grote Egelskop en Liesgras voor.

In de vijver bij de Gerstekamp groeit Drijvend fonteinkruid en Schedefonteinkruid.

Sterrekroos is ook in deze wijk de meest algemene waterplant. In vrijwel alle singels en vijvers komt deze soort voor, plaatselijk, zoals in de vijvers bij de Gerstekamp is het water vrijwel geheel met Sterrekroos dicht gegroeid. Vooral in het vroege voorjaar is de ontwikkeling van de soort maximaal. In de zomer is er enige afname maar eind augustus en september loopt het Sterrekroos weer uit.

De emerse waterplanten komen verspreid over de singels voor. Plaatselijk werden Riet, Liesgras en Kleine lisdodde aangetroffen.

DE WATERPLANTEN IN SCHOTHORST.

Ook in Schothorst is er een opvallend verschil in de begroeiing van de singels.

1 Het zuidelijk gedeelte.

Aan de zuidkant van Schothorst-Noord groeien slechts spaarzaam waterplanten. Vooral Sterrekroos komt hier voor. De vitaliteit van het Sterrekroos is niet groot. De planten hebben gedeeltelijk zwarte bladeren of zijn verslijmd. Deze zwarte vlekken zijn mogelijk veroorzaakt door sulfide-vergiftiging. Vooral in de zomer is er een opvallende afname van de vitaliteit. In het najaar lopen de planten weer uit en zien er wat beter uit. Deze afname van vitaliteit in de zomer is ook bij Smalle waterpest en Aarvederkruid gekonstateerd.

Plaatselijk komt Gele plomp voor. De soort is hier uitgezet en heeft zich uitgebreid, maar komt echter niet steeds in bloei.

2 Het noordelijk gedeelte.

In het noordelijk gedeelte van de wijk zijn de singels veelal rijk begroeid. Behalve Sterrekroos komt ook veel Aarvederkruid in het water voor. Nabij de singel langs de Balladelaan groeit Kranswier. Verspreid door de wijk groeien emergente waterplanten als Riet, Liesgras, Grote en Kleine Lisdodde. De singel langs Amelisweerd heeft een geleidelijke overgang van land naar water. In deze oeverzone groeit onder andere Zeebies. De soort is er echter aangeplant.

In het oostelijk gedeelte zijn de bouwactiviteiten nog volop aan de gang. De singels zijn zeer recent aangelegd, gedeeltelijk op plaatsen waar de vroegere Kooperwetering liep. Daardoor ontstaat een verschil in begroeiing. De nieuw aangelegde singels moeten door de waterplanten nog gekoloniseerd worden. Dit heeft tot gevolg dat er weinig soorten voorkomen, de soorten die er wel groeien komen vaak tot massale ontwikkeling. Een voorbeeld hiervan is het voorkomen van Watergentiaan langs het Kanteklaarpad. Het singelgedeelte dat samenvalt met de oude loop van de oude Kooperwetering heeft daarentegen een gevarieerde begroeiing. Ook Tenger fonteinkruid, een soort uit het Hafdistrikt, en Kranswier komen hier regelmatig voor.

In Schothorst-Zuid zijn geen singels aangelegd.

DE MILIEUVOORKEUR VAN DE GEVONDEN SOORTEN.

De meeste soorten zijn karakteristiek voor voedselrijke wateren. Het zijn soorten die overal in Nederland in verstoorde milieu's voorkomen. Tot deze groep behoren onder andere Sterrekroos, Veenwortel, Riet en Liesgras.

Enkele soorten, zoals Drijvend fonteinkruid en Kranswier zijn kenmerkend voor wat minder geeutrofieerde milieu's.

Kranswier komt meestal op zandige bodems voor. De soort wortelt op de bodem van de singel en wordt ca. 20 - 30 cm. hoog. In dieper water bereikt het Kranswier derhalve het wateroppervlak niet. Bij een te grote voedselrijkdom wordt het Kranswier overschaduwd door fytoplankton of andere waterplanten en verdwijnt er langzamerhand.

Zoals uit tabel 2.1 blijkt, is een aantal soorten aangeplant; ze komen hier van nature niet voor. Deze soorten zijn dan ook minder geschikt om iets over de milieu omstandigheden ter plekke te zeggen. Zo is Waterviolier aangeplant in de vijver aan de Kabof. Doordat dit een relatief schone vijver is (er vindt geen overstort op deze vijver plaats!) gedijt de plant er goed. Vegetatietypes met Waterviolier worden doorgaans gevonden in voedselarme wateren met ijzerhoudende kwel, waardoor de fosfaten in het water gebonden worden. Een beschrijving die niet overeenkomt met de situatie in de Kabof.

Vanuit deze plek komt de waterviolier regelmatig in het overige stadswater van Hoogland terecht, maar leidt daar een kwijnend bestaan.

DE TOESTAND VAN DE WATERPLANTENBEGROEIING.

Uit het onderzoek dat in 1987 in de wijken Randenbroek, Liendert en Rustenburg werd verricht, is een duidelijke verband tussen het voorkomen van waterplanten en de waterkwaliteit naar voren gekomen. Na de aanleg van de singels was er aanvankelijk een rijke begroeiing, maar in de loop van de tijd vond er eerst een verandering in de soortensamenstelling en vervolgens een totale achteruitgang van de waterplantenvegetaties plaats.

In Hoogland en Schothorst is een zelfde ontwikkeling in de waterplantenvegetaties zichtbaar. Alle stadia van de hierboven geschetste achteruitgang van de waterplanten komen in deze wijken voor.

De snelheid waarmee deze achteruitgang verloopt hangt samen met de belasting van het water met regenrioolwater. Aangezien in de nieuwe woonwijken een minder vervuילend rioolsysteem (een verbeterd gescheiden stelsel) aangelegd is, zal de achteruitgang hier langzamer verlopen.

In het noordelijk gedeelte van Hoogland is de situatie daarentegen veel ongunstiger. De wijk heeft een gescheiden rioolstelsel en er vinden overstorten van het gemengd stelsel van Langenoord op het vijverwater plaats. Dit heeft tot gevolg gehad dat de waterplanten vrijwel verdwenen zijn. In de vijvers tussen de Fluitekamp en Zandkamp groeien geen waterplanten meer, terwijl ook hier vroeger volop waterplanten aanwezig waren.

3. De visfauna op de monsterplaatsen

In 1988 zijn alle monsterplaatsen met een zegen bevist. Een zegen is een groot, staand net met een fuik in het midden. De zegen wordt langzaam door het water getrokken. De vis komt deels in de fuik terecht, maar zwemt vooral voor de zegen uit.

Om deze vis toch in het net te krijgen wordt het net tegen een oever getrokken en vervolgens wordt de fuik - zeer voorzichtig- opgehaald. De op deze wijze gevangen vissen werden gedetermineerd en gemeten. In tabel 3.1 staat het resultaat van de vangst vermeld.

De vangsten op de acht monsterplaatsen zijn niet zonder meer met elkaar te vergelijken. Dat komt doordat het beviste oppervlakte niet steeds even groot was en de vangstefficiëntie van plaats tot plaats verschilt. De vangstefficiëntie hangt samen met de hoeveelheid grof vuil op de modderlaag van de singels en vijvers. Het net haakt in dit grof vuil vast en moet vervolgens losgemaakt worden. Als het net losgemaakt wordt, heeft vooral grote snelle, vis de kans om onder de onderlijn weg te zwemmen.

Witvis en kleine vis wordt daarentegen gemakkelijker gevangen dan roofvis en grote vis.

tabel 3.1. De vangst met de zegen op 27 en 28 april.

monsterplaats no:	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Anguilla anguilla</i> (Paling)			1					
<i>Esox lucius</i> (Snoek)		1	3	1	4	3	2	
<i>Abramis brama</i> (Brasem)	4	30		4	32	60	21	120
<i>Blicca bjoerkna</i> (Blei)	33	31		41		9	32	
<i>Carassius carassius</i> (Kroeskarper)				1				
<i>Cyprinus carpio</i> (Karper)					1			
<i>Rutilus rutilus</i> (Blankvoorn)	131	134	43	18	7	14	16	12
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Rietvoorn)	94	2		14			1	
<i>Tinca tinca</i> (Zeelt)			1					
<i>Perca fluviatilis</i> (Baars)	4				1			12

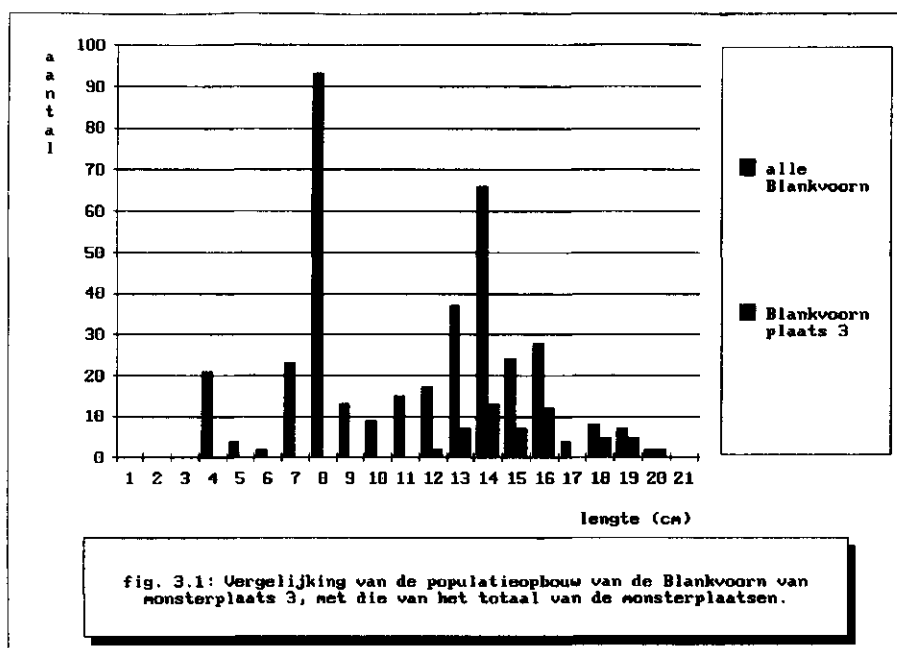
Uit tabel 3.1 blijkt dat op alle monsterplaatsen vis voorkomt. De visstand per monsterplaats is echter verschillend.

BLANKVOORN.

Blankvoorn is een weinig kieskeurige vissoort en komt in Nederland in allerlei wateren voor.

Op alle monsterplaatsen werd dan ook Blankvoorn gevangen.

In figuur 3.1 wordt de frekwentieverdeling van de lengte van alle gevangen Blankvoorn vergeleken met de lengteverdeling van die op monsterplaats 3 (de vijver bij de Zandkamp). Deze vijver is sterk verontreinigd.



In deze figuur is een aantal jaarklassen (de vissen van een gelijke leeftijd en lengte) te zien. De eerste jaarklasse wordt maar gedeeltelijk gevangen, want de vissen die kleiner zijn dan 4 cm. zwemmen door de mazen van het net.

De eerste jaarklasse heeft een gemiddelde lengte van ca. 4.5 cm., de tweede jaarklasse heeft een gemiddelde lengte van ca. 8 cm. De volgende jaarklassen zijn niet meer zo gemakkelijk uiteen te houden. Dat komt doordat de overlap van de snelle groeiers van een jongere jaarklasse met de trage groeiers van een oudere jaarklasse steeds groter wordt. Om dan toch de jaarklassen te onderscheiden, moet de leeftijd van de vis aan de hand van de jaarringen op de schubben bepaald worden.

De gemiddelde lengte van de eerste en tweede jaarklasse Blankvoorn is in vergelijking met gemiddelde groeicijfers van Blankvoorn in Nederland aan de lage kant. (de gemiddelde lengte van eerstejaars Blankvoorn is 6.9 cm. en van tweedejaars 10.0 cm.) Uit figuur 3.1 blijkt tevens dat op monsterplaats 3 geen eerste- en tweede jaars vis voorkomt. Op alle andere monsterplaatsen is wel jonge vis gevangen. Kennelijk vindt er geen voortplanting in deze vijver plaats of het is zo, dat de eieren en jonge Blankvoorn in deze vijver niet kunnen overleven.

RIETVOORN.

Rietvoorn is een soort van vegetatierijke wateren. Dit komt ook in onze vangst naar voren: alleen op monsterplaatsen met veel waterplanten werd Rietvoorn gevangen.

Aangezien bij toenemende waterverontreiniging de waterplanten verdwijnen, komt Rietvoorn alleen op de relatief schone monsterplaatsen voor.

BRASEM.

Brasem is vooral een soort van voedselrijke, onbegroeide wateren. Door de eutrofiëring in Nederland is de Brasemstand enorm toegenomen.

In Hoogland en Schothorst werd behalve op monsterplaats 3 (de vijver bij de Zandkamp), overal Brasem gevangen.

Dit wijst er op dat Brasem toch minder goed tegen watervervuiling kan dan Blankvoorn.

De gemiddelde lengte van eerste-jaars Brasem is ca. 8 cm. en van tweedejaars 12 cm. De gemiddelde lengte van Brasem in Nederland in grachten en singels is resp. 7.9 cm. en 12.3 cm. De groei van Brasem in Hoogland en Schothorst is dus normaal voor dit type water.

BLEI.

Blei is, even als Blankvoorn, een soort die in allerlei Nederlandse wateren voorkomt.

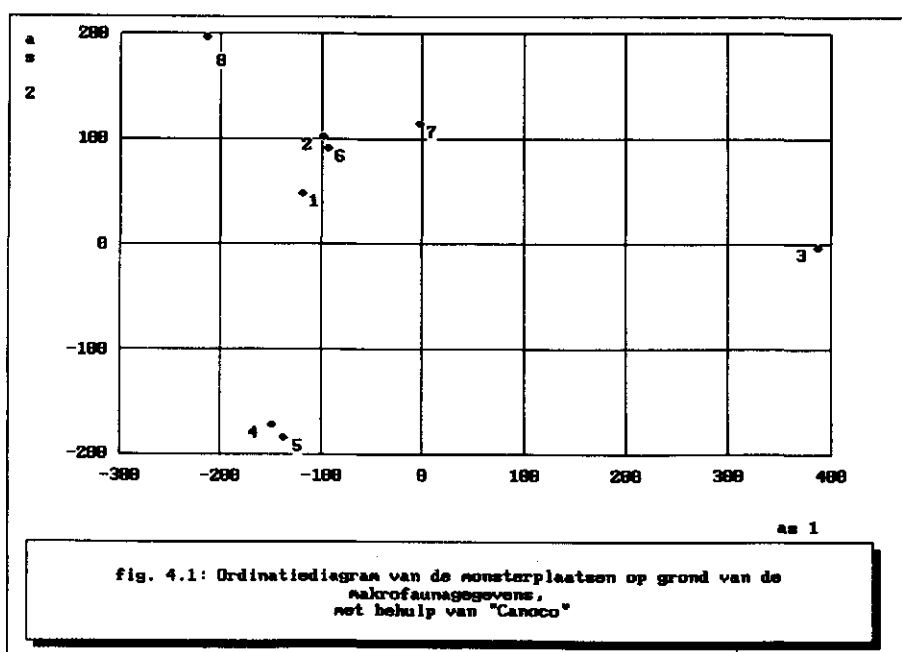
Het voorkomen van Blei is vergelijkbaar met het voorkomen van de Brasem. Op de monsterplaatsen 3 (de vijver bij de Zandkamp) en 8 (de vijver Breede Goren op het Landgoed Schothorst) komt geen Blei voor. De Breede Goren is echter recent aangelegd.

De overige soorten zijn maar weinig gevangen en omdat met de zegen niet op alle monsterplaatsen vergelijkbaar gevangen is, kan uit het voorkomen van deze soorten weinig gekonkludeerd worden.

Samenvattend kan gesteld worden dat het aantal soorten van weinig verontreinigd naar sterk verontreinigd afneemt. Rietvoorn is het meest gevoelig en komt niet meer in de matig tot sterk verontreinigde vijvers voor. Brasem en Blei komen niet meer in sterk verontreinigde vijvers voor. De Blankvoorn wordt nog wel in de sterk verontreinigde vijver bij de Zandkamp gevangen, maar de leeftijdsopbouw van de populatie wijkt af van de leeftijdsopbouw op de overige monsterplaatsen.

4. De makrofauna, het zoöplankton en het fytoplankton

Uit het onderzoek in Randenbroek, Liendert en Rustenburg bleek dat de samenstelling van de makrofauna karakteristiek is voor een bepaalde waterkwaliteit. Ook in dit onderzoek wordt dit gegeven bevestigd. De gegevens van de bemonstering van de makrofauna staan in bijlage 2. De monsterplaatsen zijn op basis van de samenstelling van de makrofauna met behulp van het computerprogramma CANOCO geordend. Bij deze en de overige ordeningen met CANOCO is DCA (detrended correspondence analysis) gebruikt. Bij deze ordening komen de monsterplaatsen met een overeenkomstige makrofauna-samenstelling bijeen te staan. Hierbij wordt tevens gezocht naar de onderliggende factoren, die de verschillen tussen de monsterplaatsen wat betreft de makrofauna kunnen verklaren.



In fig 4.1 staat deze ordening weergegeven. De eerste as, waarmee de grootste verschillen in de makrofauna samenhangen, is het verschil in waterkwaliteit tussen de monsterplaatsen. Links in de grafiek staat monsterplaats 8 (de Breede Goren, een vijver op het Landgoed Schothorst), die niet belast wordt met overstortwater. Vervolgens hebben de monsterplaatsen 4 en 5, beide in Schothorst-Noord, de minste verontreiniging. Uiterst rechts staat monsterplaats 3, de vijver bij de Zandkamp. Deze vijver staat in verbinding met het regenriool van het gescheiden stelsel in het noordelijk deel van Hoogland.

De tweede as geeft vooral het verschil aan tussen de levensgemeenschappen van monsterplaats 8 en die van de monsterplaatsen 4 en 5. Deze drie monsterplaatsen hebben de minste belasting met verontreinigd water. Dit heeft tot gevolg dat de levensgemeen-

schap van deze monsterplaatsen de grootste verscheidenheid aan organismen vertoont.

De Breede Goren is pas ca. 2 jaar geleden aangelegd en heeft een enigszins andere hydrologie, chemische samenstelling en successie dan de monsterplaatsen 4 en 5. Hierdoor komt op deze plaats een wat andere levensgemeenschap voor dan op de monsterplaatsen 4 en 5.

In fig. 4.1 staat de positie van de monsterplaatsen ten opzichte van de assen weergegeven. Op dezelfde manier kan ook een diagram getekend worden, waarin de positie van de soorten weergegeven staat. Aangezien er 104 verschillende soorten op de 8 monsterplaatsen gevangen zijn, is deze figuur van de soorten niet overzichtelijk.

Wel is aan de hand van de scores van de soorten op de eerste as de tolerantie van de soorten t.o.v. de waterkwaliteit af te lezen.

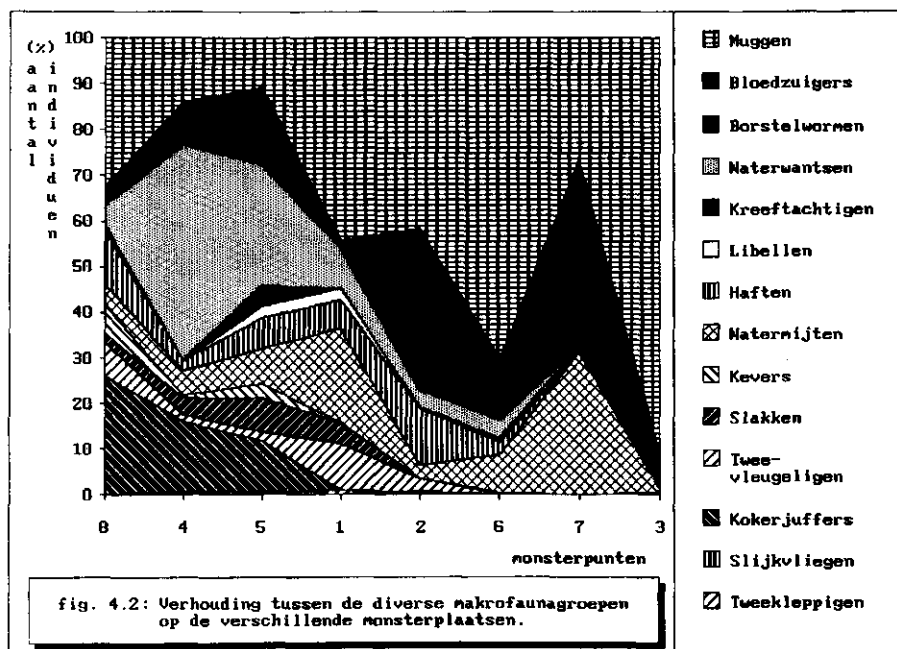
Soorten met een grote tolerantie t.o.v. verontreinigd water zijn o.a. *Tubifex* (borstelwormen), *Chironomus spec.* en *Psectrotanypus varius* (muggelarven). Dit zijn de soorten die vooral op monsterplaats 3 dominant zijn.

In matig verontreinigd water komen vooral voor de muggelarvesoorten *Cryptocladopelma*, *Cricotopus sylvestris* agg., de wantsensoorten *Sigara falleni* en *S. striata* (vaak in grote aantallen) en bepaalde borstelwormen (*Stylaria lacustris*, *Nais communis*).

Soorten van de minder vervuilde/schone wateren zijn o.a. de kokerjuffers *Agraylea sexmaculata*, *Cyrnus flavides*, de waterkevers *Potamonectus depressus* en *Stictotarsus duodecumpustulatus*, de muggelarven *Ablabesmyia cf. phatta*, *Psectrocladius gr. sordidellus*, de slakken *Physa acuta* en *Stagnicola palustris* en de mijt *Eylais discreta*.

Tijdens het onderzoek in Randenbroek, Liendert en Rustenburg werden vrijwel uitsluitend organismen gevangen, die overal in Nederland zeer algemeen zijn. Op de relatief weinig verontreinigde monsterplaatsen zijn in Hoogland en Schothorst soorten gevonden die minder algemeen voorkomen. In het bovenstaande overzicht van soorten die karakteristiek zijn voor schone plaatsen staan vooral deze soorten vermeld.

In fig. 4.2 staat de verhouding van de makrofaunagroepen op de monsterplaatsen vermeld. De volgorde van de monsterplaatsen is gebaseerd op de ordinatie (zie fig. 4.1).



In deze figuur komt de invloed van de verontreiniging op de diversiteit duidelijk naar voren. Op schone monsterplaatsen komen tal van groepen voor. Bij toenemende vervuiling gaan de muggelarven steeds domineren.

HET ZOÖPLANKTON

De gegevens van de bemonstering van het zoöplankton staan in bijlage 3. Het zoöplankton geeft een vergelijkbaar beeld met dat in Randenbroek, Liendert en Rustenburg. Een vrij grote diversiteit aan Cladoceren en het massaal voorkomen van *Daphnia pulex* in een verontreinigde vijver (monsterplaats 3).

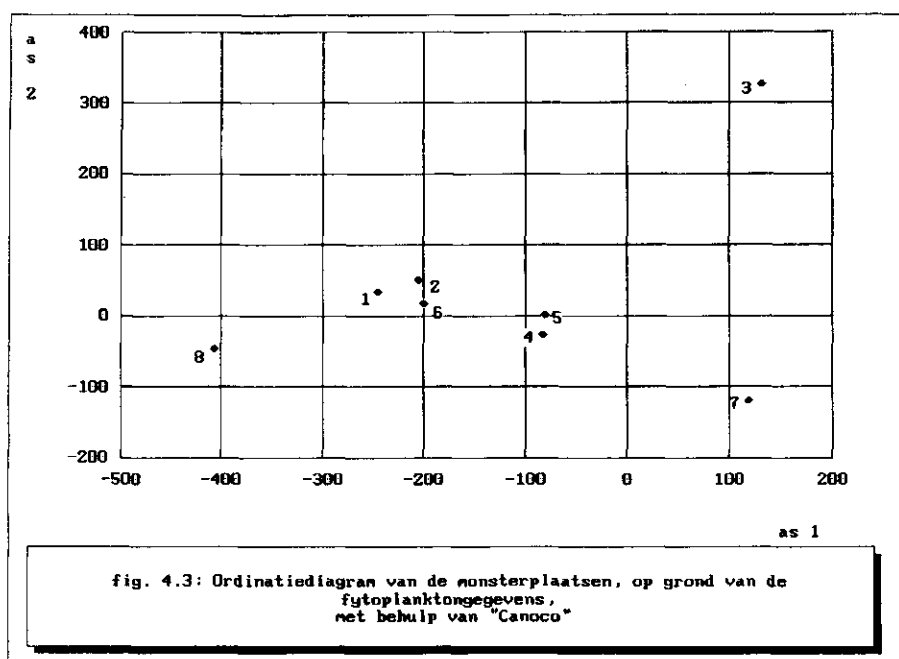
In de nazomer komen enorme aantallen Eenoogkreeftjes (Copepoda) en de larven van deze soorten in de singel langs het Avalonpad voor.

De saprobie-aanduiding van deze groep in de literatuur geeft een wat lagere saprobieklasse aan dan waarop men in dit onderzoek op basis van de overige soorten en parameters uitkomt.

HET FYTOPLANKTON

Bij het fytoplanktononderzoek komt naar voren dat op de schone monsterplaatsen waterplanten voorkomen en in mindere mate fytoplankton. Het fytoplankton is vooral dominant in het water als de waterplanten verdwenen zijn door de verontreiniging en de situatie nog niet zo is dat er sprake is van een doorlopende zuurstofloosheid in het water.

De gegevens van de bemonstering van het fytoplankton staan in bijlage 4. Ook de soortensamenstelling van het fytoplankton is geordend met CANOCO. In fig. 4.3 staat het ordinatiediagram van de monsterplaatsen. In grote lijnen komt eenzelfde beeld als bij de makrofauna naar voren.



De eerste as komt overeen met de vervuilingsgradient, de tweede as hangt samen met het verschil in de soortensamenstelling tussen monsterplaats 3 en 7. Beide plaatsen hebben een algenbloei, op monsterplaats 3 van de flagellaat *Lepocinclis texta* en op monsterplaats 7 van het groenwier *Chlamydomonas spec.*

Ook bij het fytoplankton zijn er soorten te vinden die karakteristiek zijn voor de vervuilingsgraad van het water.

De flagellaat *Lepocinclis texta* komt vooral op monsterplaats 3 voor. Ook in Randenbroek en Liendert werd deze soort op vergelijkbare plaatsen gevonden.

In de singel langs het Heer Halewijnpad en Avalonpad (monsterplaats 6 en 7) komt veel fytoplankton voor. Vooral op monsterplaats 7 is gedurende de zomer een bloei aanwezig. De dominante soorten zijn diverse *Scenedesmus* soorten (*S. quadricauda*, *S. armatus*, *S. acuminatus*), *Coelastrum microporum* en vooral *Chlamydomonas spec.*

Soorten van schoon water zijn vooral bij de kiezelwieren gevonden.

Op monsterplaats 4 en 5 werden onder andere de volgende soorten aangetroffen: *Navicula elginensis*, *Fragillaria bicapitata*, *F. virescens*, *Achnanthes grana*, *A. bioreti*, *A. exigua* var. *heterovalvata* en *A. austriaca* var. *helvetica*

Aangezien de monsterdata goed over het jaar verspreid lagen, is gekeken naar een eventuele seizoensopvolging van kiezelwieren, groenwieren en blauwwieren.

Op geen van de monsterplaatsen is een dergelijke opeenvolging gevonden. Ook komen op geen van de monsterplaatsen veel blauwwieren voor. Mogelijk is de doorstroming in het water toch te groot voor een massale ontwikkeling van blauwwieren.

Monsterplaats 2 heeft in april een opvallende bloei van kiezelwieren. In de singel langs het Avalonpad komt gedurende de zomer een bloei van groenwieren voor.

5. Het bakteriologisch onderzoek

In het stadswater kunnen via overstorten van het riool bacteriën uit het spijsverteringsstelsel van mensen en honden terecht komen. Ook de enorme aantallen eenden op de singels en vijvers zijn een bron van faecale verontreiniging.

Deze faecale bacteriën blijven in de sliblaag leven, zodat vooral in het slib hoge concentraties van bacteriën voorkomen. Door opwervelen kunnen deze bacteriën weer in het water terecht komen. Bij deze mikro-organismen komen ook ziekteverwekkende soorten als *Campylobacter* en *Salmonella* voor. Omdat de concentraties van deze pathogenen laag zijn, worden andere niet pathogene faecale bacteriën gebruikt voor het bepalen van de mate van faecale besmetting van het water.

In dit onderzoek zijn de thermotolerante bacteriën van de coli-groep en de faecale streptococci bepaald. Hierbij is de analyse volgens resp. NEN 6570 en NEN 6562 uitgevoerd. De resultaten worden in tabel 5.1 en 5.2 vermeld.

Tabel 5.1 Het aantal bacteriën per ml oppervlaktewater.

monsterplaats	no:1	2	3	4	5	6	7	8
Coliformen	46	6	183	6	2.6	15	22	4.6
Faecale Streptococci	4.5	7.9	9.4	2.9	2.9	3.2	2.8	2.7

Tabel 5.2 Het aantal bacteriën per ml slib.

monsterplaats	no:1	2	3	4	5	6	7	8
Coliformen	520	40000	2500	170	258	1530	6400	620
Faecale Streptococci	72	220	35	1040	260	2200	210	400

Een norm voor het aantal bacteriën is te vinden in het I.M.P. water 1985 - 1989. Hierin wordt de zgn. basiskwaliteit voor oppervlaktewater omschreven. Bij deze omschrijving staat als norm voor de thermotolerante coliformen ≤ 20 per ml water.

Voor faecale streptococci wordt geen norm gegeven.

Uit tabel 5.1 blijkt dat op de monsterplaatsen 1 (de vijver bij de Gerstekamp), 7 (de vijver bij het winkelcentrum Schothorst) en vooral 3 (de vijver bij de Zandkamp) de norm overschreden wordt. Monsterplaats 8 (de vijver Breede Goren in het stadspark Schot-horst) geeft een beeld van de achtergrondconcentratie van faecale bacteriën veroorzaakt door eenden.

Ook monsterplaats 4 (vijver bij het Beereveld) en 5 (de singel langs de Elly Takmastraat) hebben bacteriekonzentraties vergelijkbaar met monsterplaats 8.

Uit tabel 5.2 blijkt dat de bacteriekonzentraties in het slib hoog kunnen oplopen. Met name op monsterplaats 2 (de vijver bij de Vagenkamp) is de konzentratie coliformen hoog.

Op de vijvers en singels in de stad wordt door kinderen met rubberboten gevaren. Natuurlijk vallen de kinderen dan regelmatig in het water. Bij deze situaties moet men eigenlijk strengere normen hanteren om infectierisico's te minimaliseren. In de wet hygiëne en veiligheid zwemgelegenheden staat als norm voor zowel de coliformen als de streptococci ≤ 3 per ml. Uit tabel 5.1 blijkt dat dergelijke lage waarden in het stadswater niet voorkomen.

Als een kind in water valt, zullen tevens bacteriën uit het slib opwervelen, zodat de bacterie concentratie hoger zal zijn dan de aantallen uit tabel 5.2.

Waarschijnlijk kan hieruit geconcludeerd worden dat dit varen toch te veel infectierisico's oplevert.

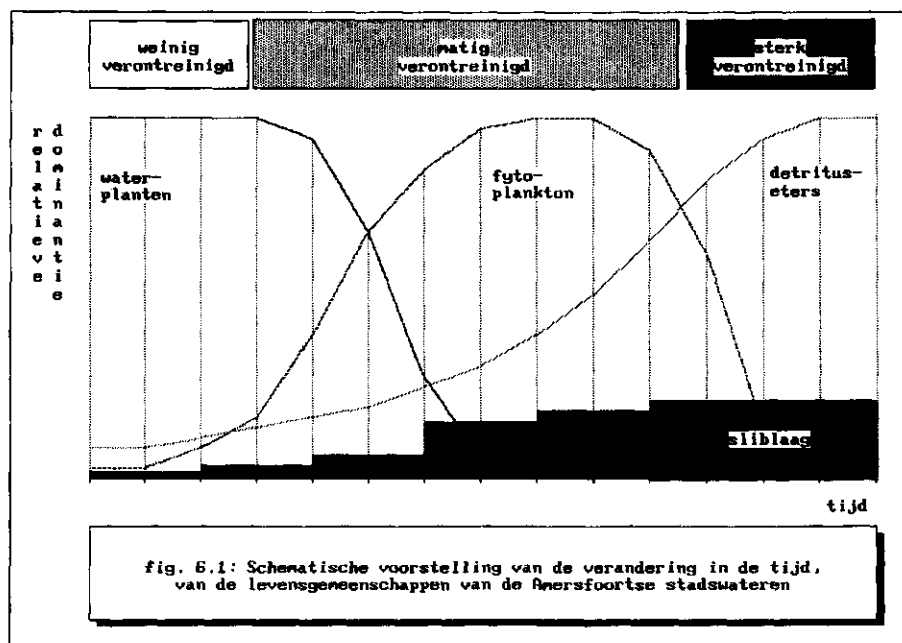
6. Biologische waterkwaliteitsbeoordeling

Karakteristiek voor de stadswateren is de toevoer van zowel voedingszouten als dood organisch materiaal.

De toevoeging van voedingszouten is in eerste instantie te vergelijken met een bemesting van de wateren. Een aantal soorten waterplanten en fytoplanktonsoorten groeien uitbundiger, zodat de primaire produktie (de vorming van plantaardig materiaal) toeneemt. Een teveel aan voedingszouten werkt als overbemesting: de waterplanten verdwijnen, een overmatige groei (bloei) van algen (groenwieren) kan optreden. Op het moment dat deze organismen afsterven (in de herfst), ontstaat er een enorme hoeveelheid dood organisch materiaal.

Door deze toevoer van organisch- en anorganisch materiaal en de daarmee samenhangende neveneffekten verandert de levensgemeenschap van een stadswater in de loop van de tijd. Direkt na de aanleg groeien er volop waterplanten. Na verloop van tijd verdwijnen de waterplanten. Met de waterplanten verdwijnt niet alleen een voedselbron voor de makrofauna, maar ook de schuilplaatsen voor visbroed, makrofauna en zoöplankton. Na de waterplantenfase komt de fase waarin het fytoplankton gaat overheersen. Tot slot verdwijnt het fytoplankton en komen er vooral detrituseters en bacteriën in de levensgemeenschap voor. De snelheid waarmee deze verandering zal verlopen, hangt samen met de belasting met organisch materiaal en is derhalve voor elk water verschillend.

Aan de hand van het onderzoek in Randenbroek, Liendert en Rustenburg is een overzicht van de door bovenstaande processen veroorzaakte veranderingen in de levensgemeenschap gemaakt. In figuur 6.1 wordt deze successie schematisch weergegeven. Tevens wordt globaal de saprobieklasse van de levensgemeenschap aangegeven.



Bij de biologische waterkwaliteitsbeoordeling van de monsterplaatsen wordt gebruikt gemaakt van het saprobiesysteem van Caspers & Karbe.

Dit systeem is een waterkwaliteitsbeoordelingssysteem gebaseerd op de verhouding van de primaire produktie ten opzichte van de afbraak van dood organisch materiaal (de saprobiegraad). Ook diverse andere eigenschappen, zoals de zuurstofhuishouding en de opbouw van de levensgemeenschap, worden bij de beoordeling betrokken.

Het systeem geeft een indeling van de waterkwaliteit in zes klassen.

In de eerste twee klassen worden de weinig verontreinigde (oligosaprobe) wateren ingedeeld. Bij de eerste klasse moet aan bergmeren gedacht worden. Deze klasse komt niet in Nederland voor. De klasse 3 en 4 zijn matig verontreinigd (mesosaprobe).

Klasse 3 is de β -mesosaprobe klasse en klasse 4 de α -mesosaprobe klasse. In klasse 4 horen de wateren met een algenbloei thuis. Klasse 5 en 6 behoren tot het sterk verontreinigde wateren (polysaprobe).

Klasse 6 geeft de situatie van niet gezuiverd rioolwater weer. Hierin overheersen rottingsprocessen.

Om tot een uitspraak te komen over de saprobiegraad van de monsterplaatsen, worden zowel de gegevens over de opbouw (structuur) van de levensgemeenschap, als de zuurstofhuishouding en de bioactiviteit gebruikt.

Deze gegevens worden vergeleken met de referentiewaarden, die door het Zuiveringschap Amstel-en Gooiland op grond van het schema van Caspers & Karbe zijn opgesteld (tabel 6.1).

Invulling van het schema van Caspers & Karbe met meetparameters en klassegrenzen.									
Kwaliteitsklasse	BIOAKTIVITEIT		ZUURSTOFHUISHOUDING			STRUKTUUR VAN DE LEVENSGEMEENSCHAPPEN			
	Afbraak	Opbouw	Σ gunstige O ₂ -wrn. 3)	Σ zeer goede O ₂ -wrn. 4)	minium O ₂ -gehalte (mg/l)	Biomassa I/ML 5) (x 1000)	Diversiteit D 6)	Saprobie	
	BZV 1) (mg/l) O ₂	CHLORO PHYL 2) (mg/m ³)						SQ 7)	SI 8)
II	< 3	< 25	> 85 en	> 50	en > 7	1 ± 0,7	2,25 ± 1,24	1,51 tot 3,00	0,51 tot 1,50
IIIA	< 6	< 50	> 70 en	> 40	en > 5	4 ± 5	3,89 ± 1,32	0,76 tot 1,50	1,51 tot 2,00
IIIB	< 9	< 100	> 55 en	> 20	en > 3	14 ± 27	4,26 ± 1,38	0,01 tot 0,75	2,01 tot 2,50
IVA	< 13	< 150	> 40			45 ± 56	3,83 ± 1,24	-0,75 tot 0,00	2,51 tot 3,00
IVB	< 20	> 150	> 25			72 ± 64	2,48 ± 1,20	-1,50 tot -0,76	3,01 tot 3,50
I	< 30	p.m.	< 25	en	> 0,5			-3,00 tot -1,51	3,51 tot 4,50

1) de 75-percentielwaarde van een jaarreeks BZV

2) het zomerhalfjaar-gemiddelde (april tot en met september)

3) gunstige O₂-waarneming: tussen 60 en 140% zuurstofverzadiging

4) zeer goede O₂-waarneming: tussen 80 en 120% zuurstofverzadiging

5) het gemiddelde aantal individuen per ml + standaarddeviatie

6) de gemiddelde diversiteit volgens Margalef + standaarddeviatie

7) saprobiequotiënt volgens Dresscher & van der Mark; jaargemiddelde gebaseerd op kwartaalbemonstering

8) saprobie-index volgens Pantle & Buck; jaargemiddelde gebaseerd op kwartaalbemonstering

Aan de toepassing van deze referentiewaarden in de Amersfoortse situatie kleven de volgende bezwaren:

- voor de invulling van de tabel worden medianen gebruikt, die op meer bepalingen berusten dan er in Amersfoort verricht zijn;
- deze referentiewaarden zijn opgesteld voor grote oppervlaktewateren in Noord- en Zuid Holland. In deze oppervlaktewateren komen nauwelijks vegetaties van hogere waterplanten voor.

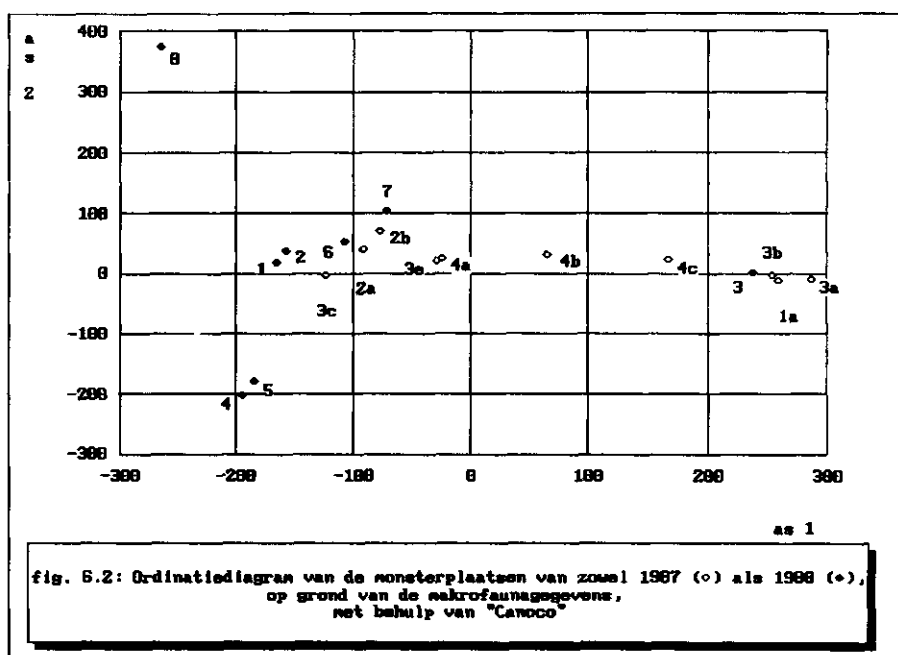
Het voorkomen van waterplanten beïnvloedt de invulling van het systeem. Op plaatsen met veel waterplanten komt maar weinig fytoplankton voor, dit heeft gevolgen voor de referentiewaarden:

1. Het chlorofylgehalte wordt bepaald aan de hand van het chlorofyl in het vrije water, dus in het fytoplankton. Op plaatsen met waterplanten bevindt het chlorofyl zich voornamelijk in de bladeren van de waterplanten.
2. Het aantal individuen van het fytoplankton per ml. is tussen waterplanten gering.
3. De diversiteit van het fytoplankton tussen waterplantenvegetaties is niet te vergelijken met de diversiteit van het fytoplankton in open water. In de wijk Randenbroek werd dit fenomeen ook gevonden in de vijver bij Nijenstede.

Naarmate er meer waterplanten in het water voorkomen, neemt de bruikbaarheid van de drie bovengenoemde referentiewaarden af. Aangezien in Randenbroek, Liendert en Rustenburg maar weinig waterplanten in het water voorkomen, was het mogelijk om de referentiewaarden uit tabel 6.1 te gebruiken.

Op de monsterplaatsen in Hoogland en Schothorst komen op de relatief schone plaatsen waterplanten voor. Op deze plaatsen kunnen genoemde waarden niet gehanteerd worden, zodat hier gezocht moet worden naar andere parameters waarmee de structuur van de levensgemeenschap in de waterkwaliteitsbeoordeling betrokken kan worden. Nieuwe referentiewaarden kunnen pas gevonden worden na een grootschalig onderzoek, waarbij de diverse structuurparameters en procesparameters op veel monsterplaatsen bepaald worden. Deze parameters zijn de kengetallen waarmee de levensgemeenschap beschreven wordt. Het is ook mogelijk om de levensgemeenschappen in het stadswater aan de hand van karakteristieke soortenkombinaties te omschrijven en vervolgens deze soortenkombinaties met de waterkwaliteit te combineren. Om tot een beschrijving van deze levensgemeenschapstype's te komen, is aan de hand van de makrofauna met het programma CANOCO een ordening van alle monsterplaatsen uit Amersfoort gemaakt. In figuur 6.2 staat deze ordening weergegeven.

Bij deze ordening blijkt dat de positie van de monsterplaatsen in de ordening uitstekend met de positie van de monsterplaatsen in de successiereeks (fig 6.1) overeenkomt. Hieruit kan gekonkludeerd worden dat de positie van het monsterpunt in deze successiereeks inderdaad bepalend is voor de soortenkombinatie van de makrofauna ter plekke.



Bij deze ordening in het programma CANOCO wordt ook de positie van de makrofaunasoorten bepaald. Vervolgens zijn deze gegevens met het fytoplankton (de ordening met CANOCO), het zoöplankton, de vissen en de waterplanten gekombineerd tot een levensgemeenschapsbeschrijving.

1 De soortencombinatie karakteristiek voor sterk verontreinigd water: saprobiëklasse 5.

Het 'muggelarvetype'

makrofauna:	diverse muggelarvensoorten (<i>Chironomus spec.</i> , <i>Psectrotanypus varius</i>), <i>Oligochaetae</i> (<i>Tubifex spec.</i>) en de bloedzuiger <i>Helobdella stagnalis</i>
fytoplankton:	<i>Lepocinclis texta</i>
waterplanten:	geen onderwatersoorten, wel soorten die boven het wateroppervlak uitsteken als Riet en Liesgras
zoöplankton:	watervlooien (<i>Daphnia pulex</i> , <i>D. magna</i>)
vis:	weinig of geen vis aanwezig.

2 De soortencombinatie karakteristiek voor matig verontreinigd water: saprobiëklasse 4.

Het 'algenbloeytype'

makrofauna:	diverse muggelarvensoorten (<i>Cricotopus sylvestris</i> agg., <i>Cryptocladopelma spec.</i> en <i>Polypedilum gr. nubeculosum</i>), diverse <i>Oligochaetae</i> (o.a. <i>Nais communis</i>),
fytoplankton:	diverse <i>Scenedesmus</i> soorten (<i>S. quadricauda</i> , <i>S. armatus</i> , <i>S. acutus</i>), <i>Coelastrum microporum</i> . Gedurende de zomer is een bloei van groenwieren aanwezig. Hierdoor heeft het water een groene kleur en is het troebel.
waterplanten:	geen onderwatersoorten, wel soorten die boven het wateroppervlak uitsteken als Riet en Liesgras en soorten waarvan het blad op het wateroppervlak drijft, zoals Gele plomp.

zoöplankton: verscheidene soorten o.a. Ceriodaphnia
 pulchella, Scapholeberis mucronata en
 Bosmina longirostris.
vis: Brasem, Blankvoorn en Kolblei

3 De soortenkombinaties karakteristiek voor licht tot matig verontreinigd water: saprobiëklasse 3.
In deze levensgemeenschappen komen ondergedoken waterplanten voor. Er kan een verdere onderverdeling gemaakt worden in verschillende typen van levensgemeenschappen, samenhangend met de mate van belasting.

3a. De soortenkombinatie karakteristiek voor licht-matig verontreinigd water. De levensgemeenschap is van een basiskwaliteitsniveau.

Het 'Sterrekroostype'

makrofauna: enkele soorten weekdieren (o.a. *Physa fontinalis*, *Bithynia tentaculata*), de wantsen *Sigara striata* en *S. falleni*, diverse soorten mijten (*Neumania deltoides*, *Piona imminuta*).

fytoplankton: *Fragillaria pulchella*, *Gomphonema angustum*

waterplanten: Sterrekroos, Smalle waterpest, Aarvederkruid.

zoöplankton: de soorten van het algenbloeytype en enkele nieuwe soorten o.a. *Polyphemus pediculus*

vis: *Brasem*, *Blankvoorn*, *Snoek* en *Rietvoorn*

3b. Soortenkombinaties karakteristiek voor licht verontreinigd water. De levensgemeenschap bestaat niet alleen uit soorten die tolerant zijn voor verontreiniging.

De levensgemeenschap wordt gekenmerkt door een diversiteit aan levensvormen. De aard en samenstelling van de levensgemeenschap hangt samen met de eigenschappen van de plaats en geeft een beeld van de 'min of meer' natuurlijke levensgemeenschap. De levensgemeenschap bestaat uit tenminste de soorten van groep 3 en nog een aantal kenmerkende soorten voor minder vervuild water.

Het 'half-natuurlijke type'

makrofauna: kokerjuffersoorten, diverse soorten waterkevers, mijten en mollusken, mogelijk ook salamanders en schaatsenrijders.

fytoplankton: weinig groenwieren, veel soorten kiezelwieren.

waterplanten: diverse soorten, waarbij bijvoorbeeld Kranswier, Waterviolier.

vis: een evenwichtige opbouw van roofvis (snoek en baars) en witvis (rietvoorn, blankvoorn).

3c. Soortenkombinaties van niet verontreinigd water. De levensgemeenschap hangt samen met de natuurlijke eigenschappen van het milieu. De levensgemeenschap wordt gekenmerkt door een grote diversiteit aan soorten.

Een omschrijving van een dergelijke levensgemeenschap kan nog niet gemaakt worden. Op dit moment is er een natuurlijke ontwikkeling aanwezig in de Breede Goren, de vijver aan de zuidzijde van het Landgoed Schothorst. Na verloop van enige jaren kan hier in samenhang met het specifieke milieu een natuurlijke levensgemeenschap ontstaan.

7. De zuurstofhuishouding in het stadswater

De zuurstofconcentratie in het water wordt door verschillende processen beïnvloed. Van belang zijn:

- Fotosynthese. Hierbij wordt zuurstof gevormd door waterplanten en fytoplankton. Omdat voor de fotosynthese tevens energie (van de zon) nodig is, vindt er alleen overdag fotosynthese plaats. Door de fotosynthese neemt de zuurstofconcentratie overdag toe. Op de meeste monsterplaatsen is er in april een bloei van kiezelwieren. Dit heeft tot gevolg dat de zuurstofconcentraties in deze maand zeer hoog zijn.
- Ademhaling. Hierbij wordt zuurstof verbruikt. Omdat alle organismen het gehele etmaal ademen, neemt de zuurstofconcentratie 's nachts af. Vooral de bacteriën in de modderlaag hebben een groot aandeel in deze ademhaling. Aan gezien veel stadswateren ondiep zijn en een vrij dikke modderlaag met veel bacteriën hebben, domineert deze ademhaling de zuurstofhuishouding.
- Verversing van water door stroming. Als er een dikke modderlaag in het water is neemt door de ademhaling de zuurstofconcentratie af. In stromend water kan echter water met een wat hogere zuurstofconcentratie het water verversen. In de singels en de vijvers in Hoogland en Schothorst is de stroming van het water te gering om een belangrijke rol in de zuurstofhuishouding te spelen.
- Kwel van zuurstofarm water uit diepere lagen. Op de onderzoekslokaties in Schothorst en Hoogland hebben we geen aanwijzingen gekregen dat er aanzienlijke kwelsituaties aanwezig zijn.
- Reaeratie, de uitwisseling van zuurstof tussen water en lucht. Dit is een traag proces en vooral afhankelijk van het verzadigingstekort in het water. Dit proces is vooral van belang in situaties van grote oververzadiging of onderverzadiging.
- Chemische verbruik van zuurstof. In de modderlaag worden nieuwe chemische verbindingen gevormd waarbij zuurstof gebruikt wordt. Ook dit proces speelt een minder belangrijke rol in de zuurstofhuishouding.

DE BEPALING VAN DE ZUURSTOFKONCENTRATIE.

De zuurstofconcentratie op de monsterplaatsen is zowel met behulp van maandelijkse metingen als door kontinu-metingen onderzocht. Met behulp van een kontinu-meting wordt de schommeling van de zuurstofconcentratie gedurende een etmaal bepaald. Aan de hand van de resultaten van een kontinu-meting kan inzicht in de bovengenoemde processen verkregen worden.

De maandelijkse metingen zijn, met uitzondering van de meting van 1 september, steeds 's ochtends (van ca. 9.00 - 10.00) uitgevoerd. In bijlage 5 staan de resultaten van deze metingen vermeld. Uit deze gegevens blijkt dat in het vroege voorjaar het water op alle monsterpunten oververzadigd is. Deze oververzadiging hangt samen met de bloei van kiezelwieren op de monsterplaatsen en de nog geringe activiteit van bacteriën. Op de monsterplaatsen met waterplanten is er vervolgens een geleidelijke afname van de zuurstofverzadigingswaarde tot ca. 50%.

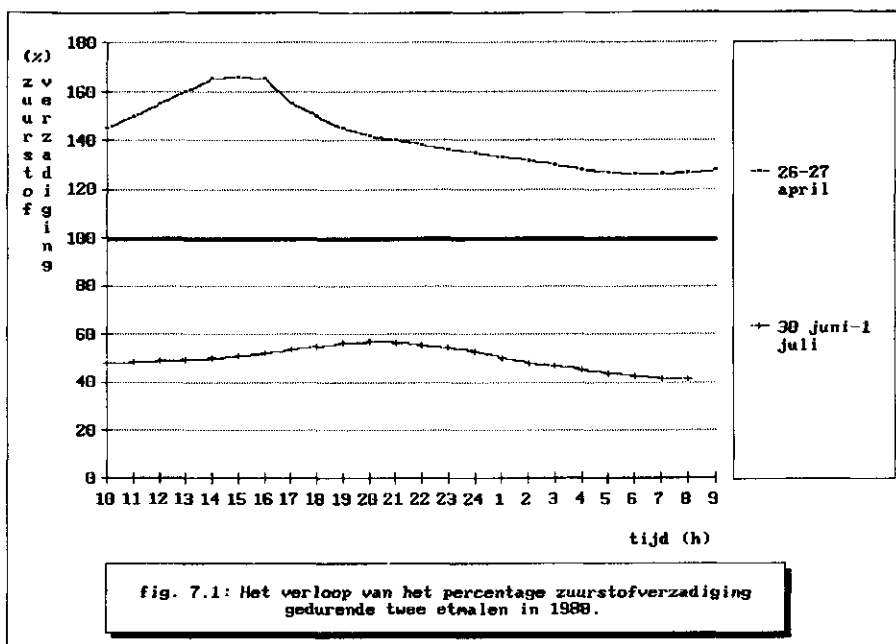
In de vijver bij de Zandkamp is de afname spectaculair (binnen een maand een afname van 101% tot 7.4% verzadiging). Deze afname wordt veroorzaakt door de bacteriële aktiviteit in de modderlaag. In de singel langs het Heer Halewijnpad en vooral in de vijver bij het winkelcentrum is gedurende de zomer een groenwierenbloei. Deze groenwierenbloei veroorzaakt sterke schommelingen in de zuurstofconcentratie waarbij 's ochtends vroeg de gemeten waarden laag zijn, maar in de loop van de dag snel toenemen.

De kontinu-metingen van de zuurstofconcentratie zijn alleen op monsterplaats 2 (de vijver bij de Vagenkamp) uitgevoerd. Bij de kontinu-meting is de probe van de zuurstofmeter en een thermokoppel op ca. 10 - 15 cm. onder het wateroppervlak opgehangen. De resultaten van de metingen staan in figuur 7.1 vermeld.

Het weer tijdens de metingen:

26 - 27 april : licht bewolkt met af en toe zon.

30 juni - 1 juli : zwaar bewolkt met regenbuien.



Uit deze figuur blijkt dat in april het water doorlopend oververzadigd is. Dit hangt samen met de kiezelwierenbloei in het vroege voorjaar. De produktie van zuurstof bij de fotosynthese overdag is veel groter dan het zuurstofverbruik bij de ademhaling gedurende het gehele etmaal.

Eind juni is de situatie drastisch gewijzigd.

De verzadigingswaarde ligt rond ca. 50 %. Overdag is er een

lichte toename van de zuurstofkoncentratie, 's nachts is er een afname van de zuurstofkoncentratie. Het verbruik van zuurstof bij de ademhaling is nu groter dan de zuurstofproduktie bij de fotosynthese. De geringe produktie hangt ook samen met het sombere weer gedurende dit etmaal.

8. Het fysisch-chemisch onderzoek en de microverontreiniging

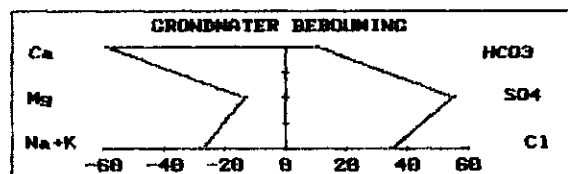
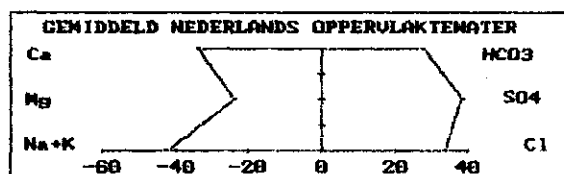
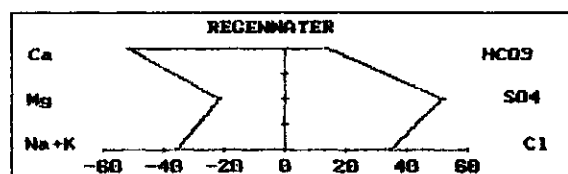
CHEMISCHE TYPERING VAN HET WATER.

Typering van het water kan zowel op basis van de levensgemeenschap van het water als op basis van de chemische bestanddelen van het water gebeuren.

Ten aanzien van de chemische samenstelling wordt vaak gekeken naar de verhouding van een aantal dominerende ionen in het water. Deze verhouding van ionen kan aan de hand van een Stiff-diagram weergegeven worden. In het Stiff-diagram worden de anionen chloride, bicarbonaat en sulfaat en de kationen calcium, magnesium en de som van kalium en natrium uitgezet.

Aangezien in het diagram alleen de verhouding tussen de ionen weergegeven wordt, verandert het diagram maar weinig door verdunning met regenwater. Het nadeel van deze weergave is, dat de concentratie van deze ionen in het water niet afgelezen kan worden.

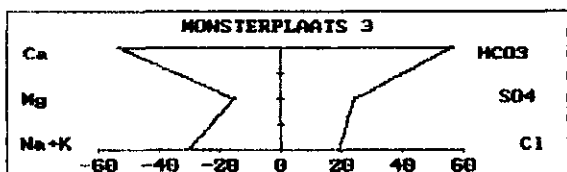
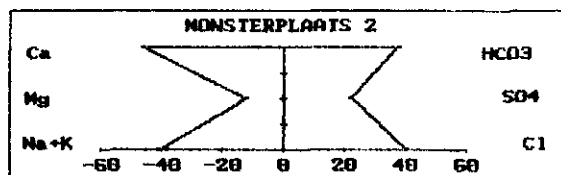
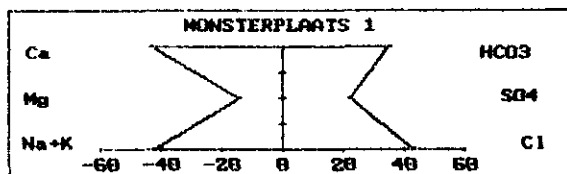
De keuze van deze ionen hangt samen met het gegeven dat aan de hand van deze ionen de herkomst van het water gekarakteriseerd wordt. In figuur 8.1 wordt dit aan de hand van een drietal voorbeelden duidelijk gemaakt. In deze figuur staat een Stiff-diagram van regenwater, van het gemiddelde Nederlandse oppervlaktewater en van grondwater onder bebouwing op zandgronden.



In regenwater zijn vooral sulfaat-, calcium- en natriumionen aanwezig.

Het diagram van het grondwater heeft weer een andere vorm. In de bodem vindt uitwisseling van ionen plaats. Dit heeft tot gevolg dat vooral het aandeel van calcium- en bicarbonaationen toeneemt. In het gemiddelde Nederlandse oppervlaktewater is vooral de concentratie aan bicarbonaat groot.

In figuur 8.2 staat het Stiff-diagram van de monsterplaatsen in Hoogland.



Duidelijk komt de overeenkomst tussen monsterplaats 1 en 2 naar voren en het verschil van deze monsterplaatsen met monsterplaats 3.

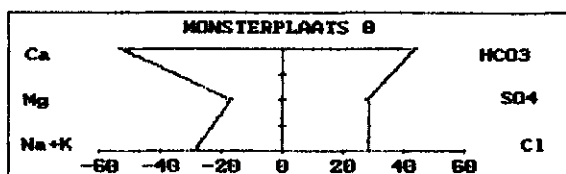
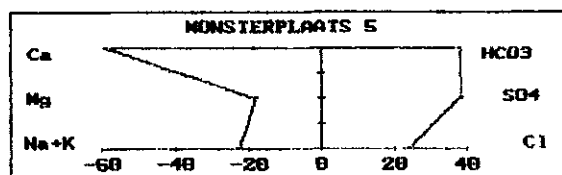
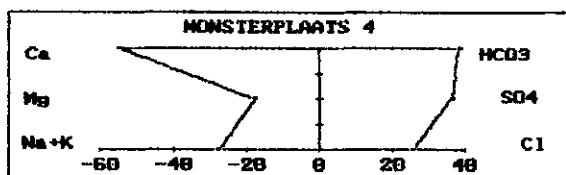
Monsterplaats 3 is de vijver bij de Zandkamp, een gedeelte van Hoogland met een gescheiden rioolstelsel. Het regenwater uit de omgeving komt in deze vijver terecht.

Monsterplaats 1 is de vijver bij de Gerstekamp en monsterplaats 2 de vijver bij de Vagenkamp. In dit gedeelte van Hoogland ligt een verbeterd gescheiden stelsel.

De Stiff-diagrammen van de monsterplaatsen 1 en 2 lijken op het diagram van het gemiddelde Nederlandse oppervlaktewater in figuur 8.1. Uit de diagrammen blijkt dat overal veel bicarbonaat voorkomt. Gezien de pH van het water (7 - 8) is dit voor de hand liggend. De hoge chloride concentratie kan uit dieper grondwater komen of door verontreiniging veroorzaakt worden.

Het Stiff-diagram van monsterplaats 3 heeft een geheel andere vorm. Bij de anionen valt het geringe aandeel aan sulfaationen en chloride-ionen op. Dit kan samenhangen met de omzetting van sulfaat tot waterstofsulfide in zuurstofarme omstandigheden en de verdunning van het chloride door regenwater in deze vijver.

In figuur 8.3 staat het Stiff-diagram van de monsterplaatsen 4, 5 en 8 in Schothorst-Noord uitgebeeld.

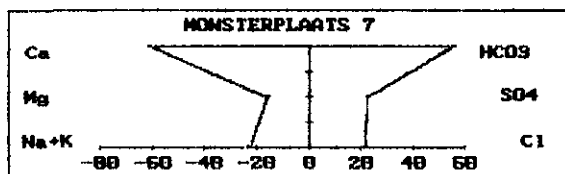
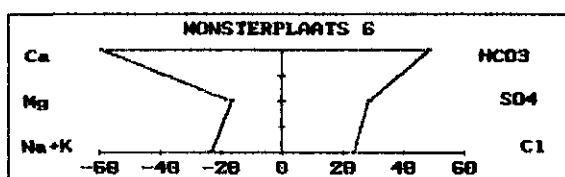


Het diagram van de monsterplaatsen 4 en 5 komt overeen. In vergelijking met monsterplaats 8 is het aandeel van de chloride- en natriumionen op deze monsterplaats minder. Er is dus enig verschil in herkomst en samenstelling van het water op deze monsterplaatsen.

Deze 3 monsterplaatsen hebben het grootste aandeel aan sulfaationen. Dit kan samenhangen met de goede zuurstofhuishouding op deze plaatsen, waardoor maar weinig sulfide gevormd wordt.

Als op de overige ionen gelet wordt (zie bijlage 5) dan valt op dat de concentratie aan nitraationen in de voorjaarsbemonstering op de monsterplaatsen 4 en 5 opvallend hoog is (op monsterplaats 5 29.12 mg/l!). Deze hoge nitraatkonzentratie is niet op monsterplaats 8 aangetroffen. Dit wijst op een verschil in herkomst van het water.

In figuur 8.4 staat het Stiff-diagram van de monsterplaatsen 6 en 7 weergegeven.

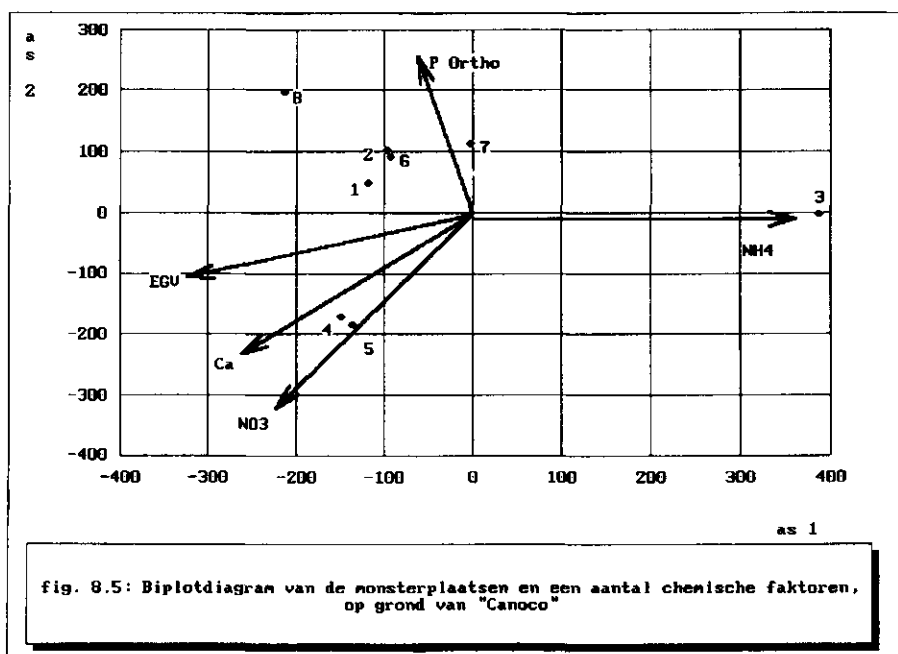


Deze diagrammen vertonen overeenkomst met het diagram van monsterplaats 3. Ook op deze plaatsen vindt er lozing plaats uit het gescheiden regenriool.

DE CHEMISCHE WATERKWALITEIT VAN DE MONSTERPLAATSEN.

De keuze van de ionen en de vorm van het Stiff-diagram geeft enige informatie over de waterkwaliteit. Naast de verhouding tussen deze ionen moet met betrekking tot de waterkwaliteit ook gelet worden op de concentratie van fosfor en stikstof verbindingen. Vooral een hoge concentratie van ammonium is kenmerkend voor een slechte waterkwaliteit.

Met het programma CANOCO is het mogelijk om de gegevens van de levensgemeenschap en de gegevens van de chemische bepalingen te combineren. In het diagram 8.5 wordt deze ordinatie weergegeven.



Alleen de chemische factoren die een duidelijke korrelatie met de assen hebben, zijn in dit diagram uitgezet.

In dit diagram geeft as 1 de mate van verontreiniging weer. Er is een samenhang tussen deze as en de ammoniumconcentratie. Uit het diagram blijkt dat de concentratie van ammonium toeneemt bij toenemende verontreiniging.

De toename van de ammoniumconcentratie wijst op de omzetting van nitraat in ammonium. Dit zijn processen die vooral onder zuurstofloze omstandigheden in het water voorkomen.

De totale ionen concentratie (EGV) neemt toe als het water minder verontreinigd is! Deze toename hangt samen met het gegeven dat het stadswater beter van kwaliteit is naarmate de invloed van het regenriool kleiner is. Op monsterplaats 3 wordt al het regenwater van de buurt geloosd, dus de totale ionenconcentratie is hier gering.

De calciumconcentratie neemt toe als het water wat schoner wordt. Ook deze toename is het gevolg van een geringere verdunning van het oppervlaktewater met het water uit het regenriool.

Met de tweede as hangen vooral de verschillen in samenstelling en herkomst van het water van de monsterplaatsen 4 en 5 met monsterplaats 8 samen. Op monsterplaats 4 en 5 komt de hoge nitraatconcentratie naar voren. In de najaarsbemonstering komt vrijwel geen ortho-fosfaat meer op deze monsterplaatsen voor. Op monsterplaats 8 is er aan het eind van het groeiseizoen geen nitraat meer in het water. Er zijn nog wel opgeloste fosfaten aanwezig.

DE MICROVERONTREINIGING.

In tabel 8.1 en tabel 8.2 worden de resultaten van de chemische analyses vergeleken met de indicatieve richtwaarden uit de wet Bodemsanering en het I.M.P. water 1985-1989.

Tabel 8.1 De microverontreiniging in water.

- = onder de A norm
 + = licht verontreinigd (boven de A norm)
 ++ = matig verontreinigd (boven de B norm)

monsterplaats:	1	2	3	4	5	6	7	8
-Lood *		++			++		++	
-Zink	+		+	+	+	+	+	+

* de detectiegrens van de door ons gebruikte apparatuur is 0.05 mg/l.
 Deze waarde ligt op de B norm.

PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen)

fluor antheen	+	+	+	+	+	+	+	+
benzo(a)pyreen	-	-	-	-	-	-	++	-
6 van Borneff								
totaal *	-	-	+	-	-	-	+	-

Het totaal van de '6 van Borneff' is vergeleken met de indicatieve richtwaarde voor de PAK's totaal. Deze 6 vertegenwoordigers zijn meestal de PAK's met de hoogste concentraties. De werkelijke waarde van PAK's totaal zal dus wat hoger liggen.

Tabel 8.2 De micro-verontreiniging in slib.

Zie tabel 8.1 voor de toelichting

Zware metalen

monsterplaats no:	1	2	3	4	5	6	7	8
- Lood						+		+
- Zink						+	+	+

PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen)

Fluor antheen	+	+	+	+	+	+	+	
benzo(a)pyreen		+	+	+				
PAK's totaal*					+	+	+	

* zie opmerking tabel 8.1

De verontreiniging met zware metalen is gering. Alleen de lood-koncentratie ligt op enkele plaatsen rond de B-norm. De concentratie van PAK's is in de vijvers met een gescheiden rioolstelsel het hoogst. Dit komt overeen met de gegevens uit het onderzoek in Randenbroek, Liendert en Rustenburg. Op geen van de monsterplaatsen wordt de B-norm ver overschreden. Het is opvallend dat ook op monsterplaats 8 de A norm voor fluor-antheen (net) overschreden wordt. In de bodem zijn echter geen polycyclische aromatische koolwaterstoffen aangetroffen.

9. De beschrijving en de biologische waterkwaliteits- beoordeling van de monsterplaatsen

Toelichting.

Bij elke monsterplaats staat eerst een aantal voor zichzelf sprekende karakteristieken van de omgeving vermeld. Vervolgens wordt aan de hand van de bioactiviteit, de zuurstofhuishouding en de structuur van de levensgemeenschap de waterkwaliteit besproken. In het schema worden de bepalingen van het B.Z.V (Biologisch Zuurstof Verbruik), de chlorofylbepaling, de zuurstofhuishouding en de inventarisatie van de levensgemeenschap samengevat.

bioactiviteit		zuurstofhuishouding			structuur van de levensgemeenschap				
afbraak	opbouw	% goede	% zeer	minimum	biomassa	diversiteit	SI		
BZV	chlorofyl	O2	goede O2	O2	l/ml	fyto	makro	fyto	makro
mg/l	O2	mg/m3	waarden	waarden	(x1000)	plankton	fauna	plankton	fauna

De eerste regel van het schema vermeldt de waarden van de metingen. De tweede regel vermeldt de klasse-indeling op grond van de gevonden waarde. Bij de structuur van de levensgemeenschap staat echter tevens het type van de levensgemeenschap vermeld (zie hoofdstuk 6).

klasse III betekent b-mesosaproob (matig verontreinigd)

klasse IV betekent a-mesosaproob (matig verontreinigd)

klasse V betekent polysaproob (sterk verontreinigd)

De afkortingen in het schema zijn:

BZV (Biologisch Zuurstof Verbruik).

In de tabel staat het gemiddelde van de 3 monsterdata.

Chlorofyl-a

In de tabel staat het gemiddelde van de 3 monsterdata. De chlorofylwaarden nemen in eerste instantie met de toename van voedingsstoffen toe (in klasse IV kan een algenbloei optreden). In klasse V is het water zo verontreinigd, dat er nauwelijks nog fytoplankton voorkomt; de waarde voor chlorofyl is derhalve laag.

Zuurstof

De metingen zijn van april tot november tenminste maandelijks uitgevoerd. De gegevens staan in bijlage 6 vermeld.

Goede waarden geven de metingen die in het traject 60 - 140 % verzadiging vallen.

Zeere goede waarden geven de metingen die in het traject 80 - 120 % verzadiging vallen.

Uit de gegevens van de monsterplaatsen blijkt dat de indeling op basis van het BZV meestal een klasse lager uitvalt dan de indeling aan de hand van het zuurstofgehalte. Waarschijnlijk komt dit doordat in deze ondiepe wateren de modderlaag een duidelijke invloed heeft op het zuurstofgehalte in het water. Het zuurstofgehalte in het water zal dus door de zuurstofvraag

van de modderlaag lager zijn dan in diepere wateren met een vergelijkbare BZV waarde.

Biomassa

Als maat voor de biomassa geldt het gemiddelde aantal fytoplankton-individueen. In hoofdstuk 6 wordt op de beperkte toepasbaarheid van deze parameter gewezen.

Diversiteit

De diversiteit is bepaald met de index van Margalef (zie hoofdstuk 6)

De klassegrenzen van de makrofauna zijn niet bekend, er kan dus bij de makrofauna geen indeling gemaakt worden.

SI (Saprobie-Index).

In deze index worden de sapobrie-indikaties die in de bijlage 3 - 5 vermeld staan, gebruikt. De saprobie-indikatie van een soort geeft aan bij welke saprobieklasse een soort voorkomt. De betekenis van de index is niet al te groot, omdat de gegevens van de saprobie-indikaties niet uit stadswateren, maar van buitenwateren afkomstig zijn en veel soorten die in verontreinigd water voorkomen, ook in niet verontreinigd water leven. Deze soorten zijn indifferent ten opzichte van verontreiniging. Een verdere uitleg van dit schema en de klassewaarden staat in hoofdstuk 6. De onderverdeling van de klasse III en IV is niet gebruikt, gezien het beperkte aantal waarnemingen.

De indeling van de levensgemeenschappen in bepaalde levensgemeenschapstypen staat in hoofdstuk 6 beschreven.

Het 'muggelarvetype' komt voor bij saprobieklasse V.

Het 'algenbloeytype' komt voor bij saprobieklasse IV.

Het 'waterplantentype' komt voor bij saprobieklasse III.

Bij de beschrijving van de monsterplaatsen worden enkele facetten van de levensgemeenschap met een histogram en cirkeldiagram geïllustreerd. Het histogram geeft een beeld van de makrofauna. In de figuur staat het aantal bloedzuigers, borstelwormen, slakken, en andere diergroepen die op de monsterplaats werden aangetroffen, vermeld. Het histogram geeft tevens een beeld van de levensgemeenschap op een monsterplaats, omdat de makrofauna meestal een belangrijk deel van de levensgemeenschap vormt. Het cirkeldiagram geeft een beeld van de saprobie-indikatie per monsterplaats, gebaseerd op de samenstelling van de makrofauna. De opmerking over de betekenis van de saprobie-indikatiewaarden bij de Saprobie-Index geldt natuurlijk ook bij deze figuur.

Vervolgens worden de chemische kenmerken aan de hand van het Stiff-diagram en de microverontreiniging van het water en het slib besproken.

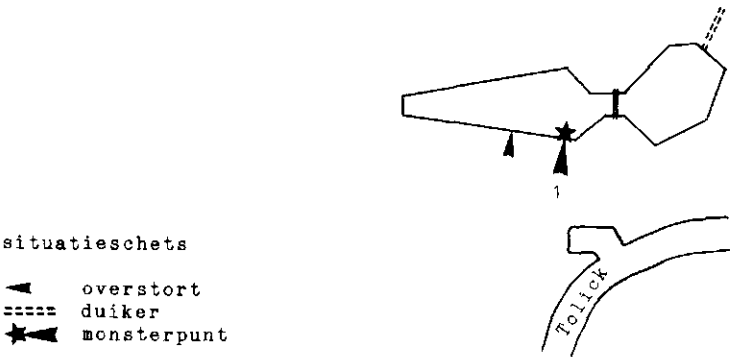
Tenslotte worden de gegevens betreffende de waterkwaliteit in een schema samengevat. Dit schema geeft een beeld van de verandering van de levensgemeenschap onder invloed van de voortdurende toevoer van materiaal naar het stadswater. De verticale lijn geeft de positie van de monsterplaats aan. De richting van de pijl geeft de verdere ontwikkeling van de levensgemeenschap op die plaats aan, als de situatie ongewijzigd zou blijven.

De beschrijving van de vijver bij de Gerstekamp

Monsterplaats: 1
Oppervlakte: 2293 m²
Ouderdom: ca.10 jaar
Bodemsamenstelling: sliblaag op dekzand
Waterdiepte: 60-95 cm.
Dikte sliblaag: 11 cm.
Geur: -
Waterkleur: licht bruin
Beschoeiing: houten paaltjes/planken

Waterplanten: Sterrekroos, Drijvend en Gekroesd fonteinkruid.
Vissen: Blankvoorn, Rietvoorn, Brasem, Blei en Baars
Thermotolerante bacteriën: 46 per ml.

Situatie met betrekking tot het regenwaterriool: op de
situatieschets staat de overstort van het verbeterd gescheiden
rioolstelsel aangegeven.

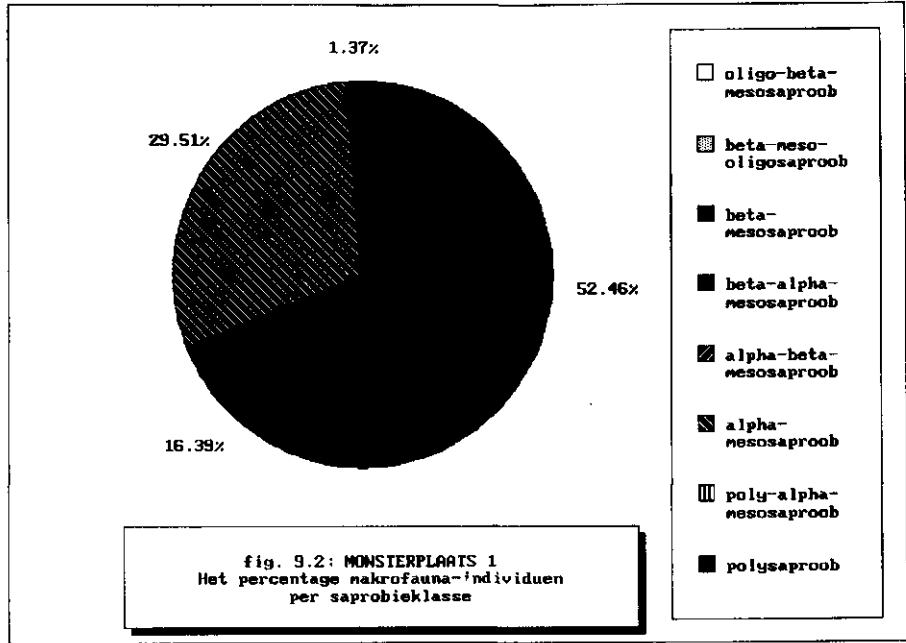
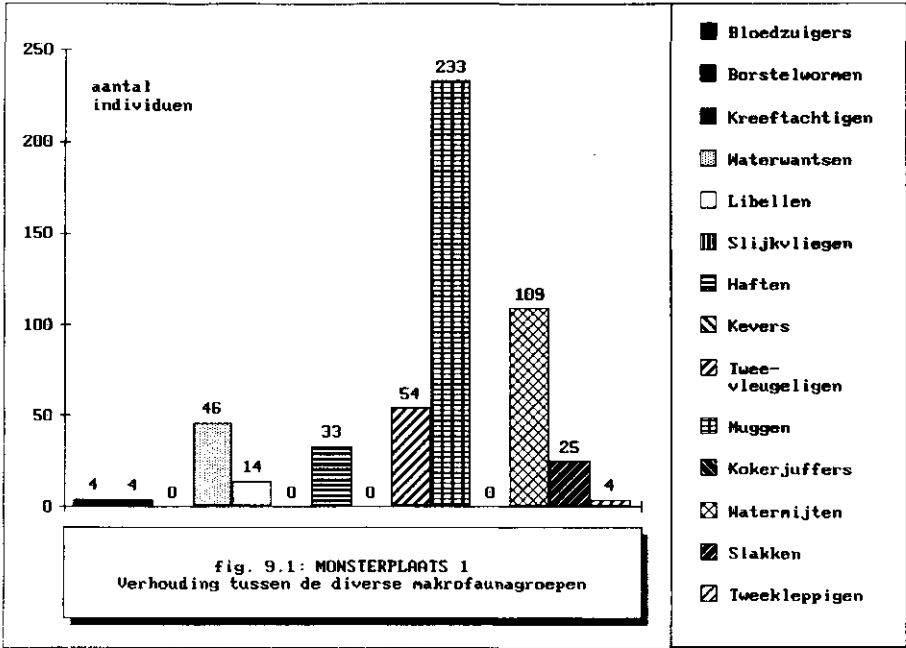


Samenvatting van de gegevens over de waterkwaliteit.

bioactiviteit		zuurstofhuishouding			structuur van de levensgemeenschap				
afbraak BZV mg/l	opbouw chlorofyl mg/m ³	% goede O ₂ waarden	% zeer goede O ₂ waarden	minimum O ₂ mg/l	biomassa I/ml (x1000)	diversiteit fyto makro plankton fauna	SI		
4.8	36.6	44.4	44.4	3.2	1.0	0.8	2.9	1.6	2.2
III	III	----- IV -----			'sterrekroostype/half-natuurlijketype' ----- III -----				

De opbouw van de levensgemeenschap.

Uit het staafdiagram 9.1 is af te lezen dat de diversiteit van de
makrofauna redelijk gevarieerd is. De muggelarven domineren. In
het cirkeldiagram 9.2 is te zien dat soorten uit de β -mesosaprobe

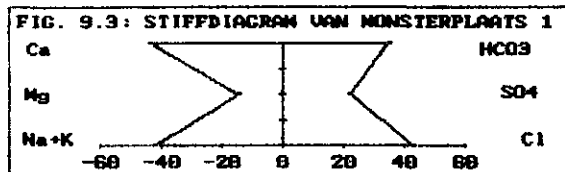


klasse de levensgemeenschap domineren.

De verscheidenheid aan waterplanten is vrij groot. Het voorkomen van Drijvend fonteinkruid kan op een redelijke waterkwaliteit wijzen, de vitaliteit van het Drijvend fonteinkruid is echter gering. De planten zijn veelal verslijmd.

De chemische samenstelling van het water.

In figuur 9.3 staat het Stiff-diagram van deze monsterplaats weergegeven.

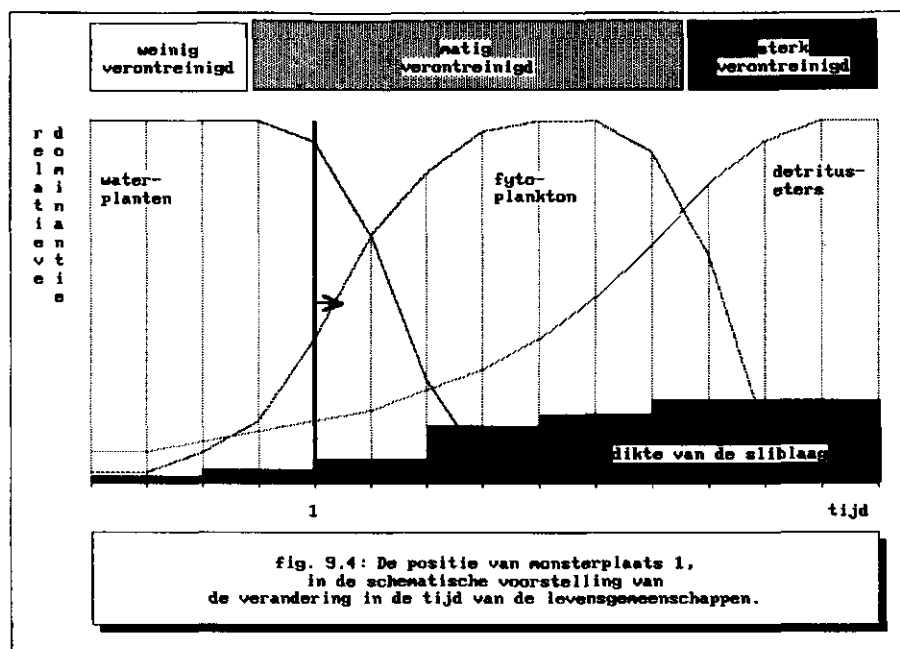


Dit diagram komt overeen met het gemiddelde Nederlandse oppervlaktewater. De herkomst van het water is grondwater, regenwater en het overstortwater uit het regenriool. Het vrij grote aandeel van de chloride ionen wijst op een duidelijke beïnvloeding van de watersamenstelling door de overstorten.

Er is geen micro-verontreiniging van PAK's en zware metalen (lood en zink) op deze plaats. De concentraties liggen rond de A-norm.

De bespreking.

In figuur 9.4 staat de positie van het monsterpunt aangegeven. De positie van het punt geeft aan dat de waterplanten afnemen.



De soorten van de levensgemeenschap wijzen op de aftakeling. De verwachting is dat de fonteinkruiden uit de vijver verdwijnen. De soortensamenstelling is nog divers en de levensgemeenschap valt in saprobiëklasse III. De zuurstofhuishouding geeft een hogere klasse aan. Naar verwachting zullen veel soorten uit de levensgemeenschap verdwijnen als er geen schoning (baggeren) van deze vijver plaats vindt.

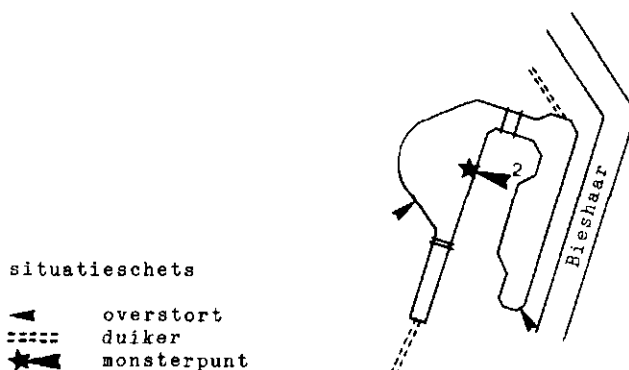
De bacteriële verontreiniging ligt boven de norm.

De beschrijving van de vijver bij de Vagenkamp.

Monsterplaats: 2
 Oppervlakte: 2477 m²
 Ouderdom: ca. 10 jaar
 Bodemsamenstelling: sliblaag op dekzand
 Waterdiepte: 50 -95 cm.
 Dikte sliblaag: 7 cm.
 Geur: /
 Waterkleur: licht bruin
 Beschoeiing: houten paaltjes/planken

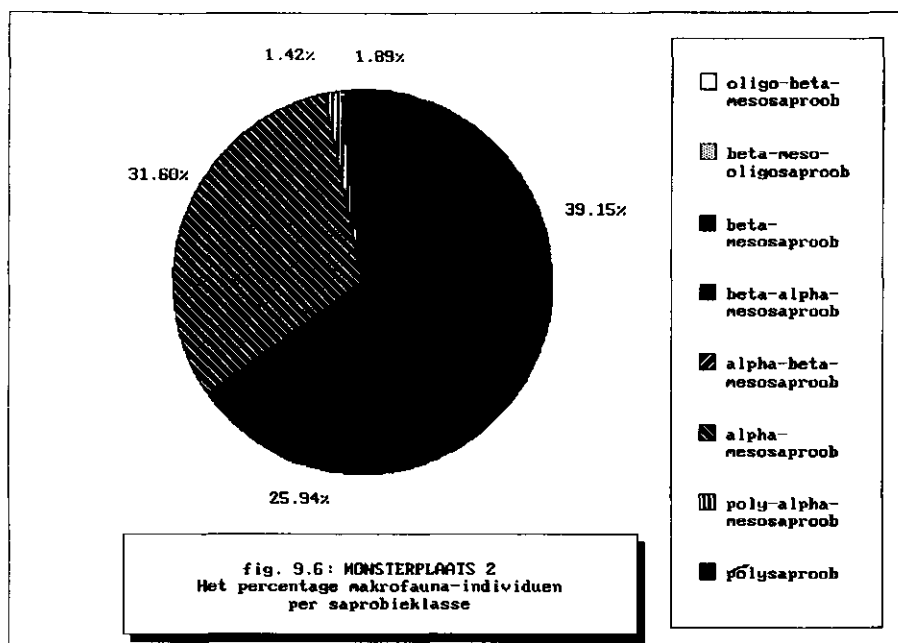
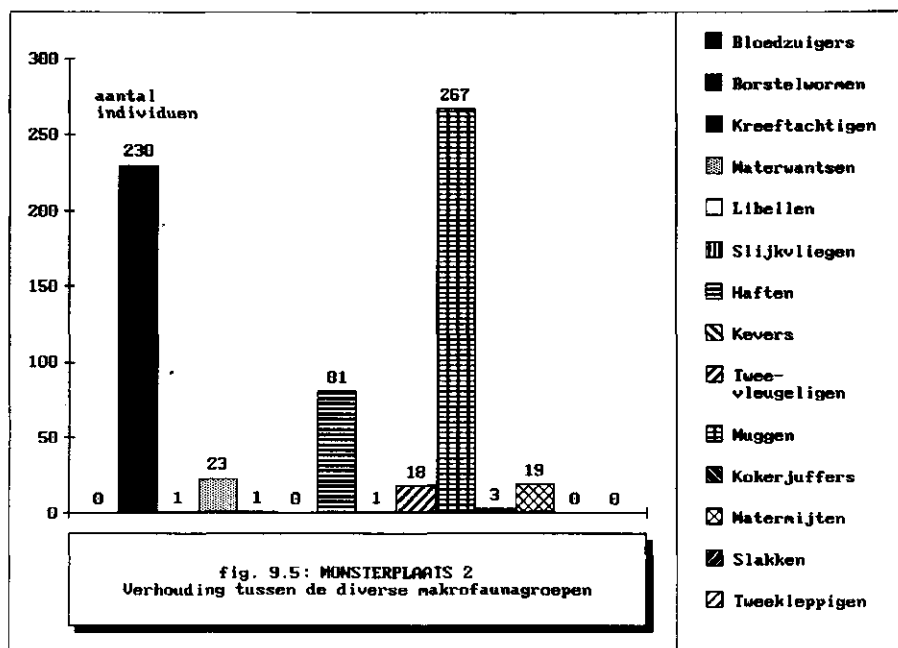
Waterplanten: Sterrekroos, Smalle waterpest en flap(weinig)
 Vissen: Snoek, Kolblei, Karper, Blankvoorn, Rietvoorn en Brasem
 Thermotolerante bacteriën: 6 per ml.

Situatie met betrekking tot het regenwaterriool: het overstortpunt van het verbeterd gescheiden rioolstelsel staat op de situatieschets aangegeven.



Samenvatting van de gegevens over de waterkwaliteit.

bioactiviteit		zuurstofhuishouding			structuur van de levensgemeenschap				
afbraak BZV mg/l O ₂	opbouw chlorofyl mg/m ³	% goede O ₂ waarden	% zeer goede O ₂ waarden	minimum O ₂ mg/l	biomassa I/ml (x1000)	diversiteit fyto plankton	SI makro fauna	fyto plankton	makro fauna
5.3	38.8	33.3	11.1	2.8	1.2	1.7	2.6	1.8	2.3
III	III	---- IV ----			'Waterpesttype' III				



De opbouw van de levensgemeenschap.

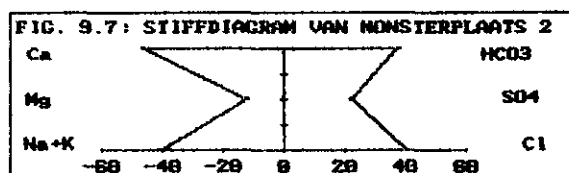
In het staafdiagram 9.5 is te zien dat de levensgemeenschap een redelijk gevarieerde opbouw heeft.

De levensgemeenschap is van het 'Sterrekroostype'. Deze waterplant groeit hier massaal en ziet er gedurende het gehele seizoen vitaal uit.

Deze monsterplaats is in het onderzoek opgenomen, omdat we een gradiënt in de waterkwaliteit verwachtten. Op monsterplaats 1 is één overstortpunt, op deze plaats is de invloed van meerdere overstortpunten te merken. In het cirkeldiagram 9.6 staat de verdeling van de soorten over de saprobiëklassen. In vergelijking met het diagram 9.2 van monsterplaats 1 valt op, dat er meer soorten in een hogere saprobiëklasse vallen. Wat betreft de waterplanten is te zien dat de fonteinkruiden, die op monsterplaats 1 voorkomen, verdwenen zijn.

De chemische samenstelling van het water.

Het Stiff-diagram 9.7 is vergelijkbaar met het diagram van monsterplaats 1.

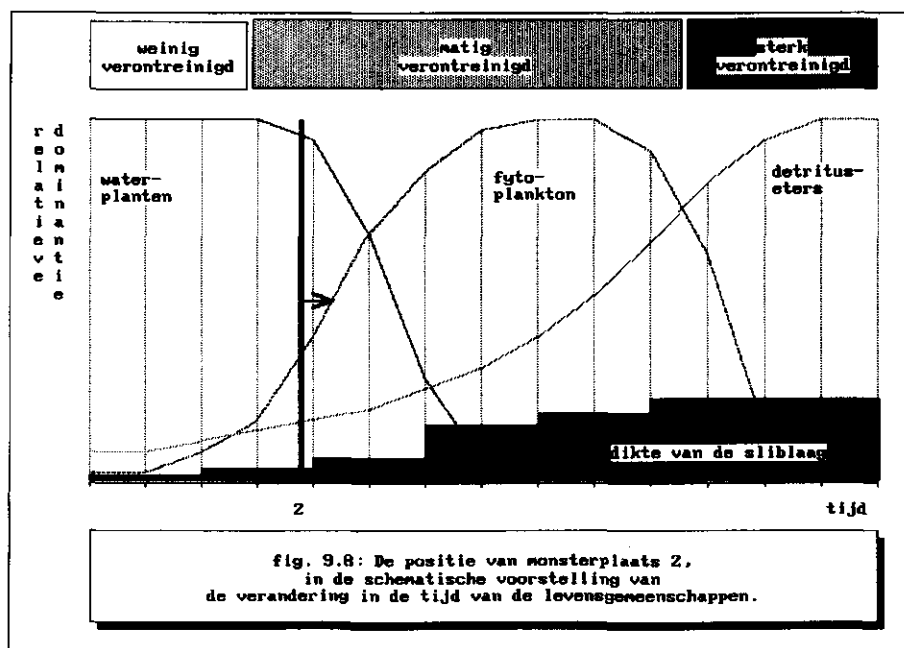


Het diagram geeft een beeld van het gemiddeld Nederlands oppervlaktewater.

Er is geen microverontreiniging van PAK's op deze plaats. De concentraties liggen rond de A-norm. De concentratie zink in het water ligt rond de B-norm.

De bespreking.

In figuur 9.8 staat de positie van het monsterpunt aangegeven.



Evenals op monsterplaats 1 is het hier nodig dat er gebaggerd wordt om op de lange duur een redelijke waterkwaliteit te handhaven.

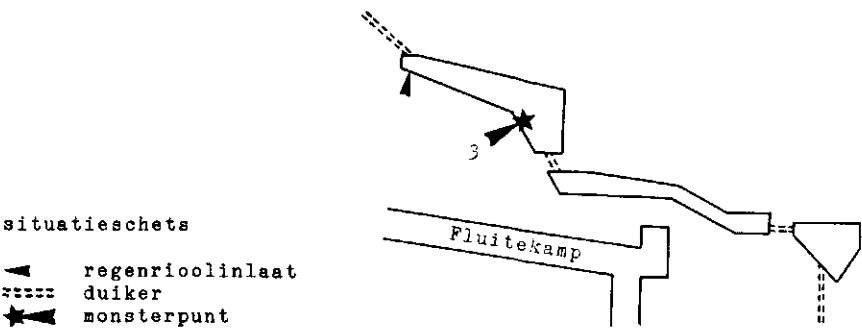
De concentratie van de coliformen bacteriën in het slib is hoog. In het water ligt de concentratie onder de norm.

De beschrijving van de vijver bij de Zandkamp.

Monsterplaats: 3₂
Oppervlakte: 860 m²
Ouderdom: ca. 16 jaar
Bodemsamenstelling: sliblaag op dekzand
Waterdiepte: 30 - 60 cm.
Dikte sliblaag: 9 -16 cm.
Geur: lichte rioolgeur
Waterkleur: grijsblauw
Beschoeiing: houten paaltjes/planken

Waterplanten: geen
Vissen: Snoek, Zeelt, Aal, Blankvoorn
Thermotolerante bacteriën: 183 per ml.

Situatie met betrekking tot het regenwaterriool: De inlaat van het gewoon gescheiden rioolstelsel staat op de situatieschets aangegeven.

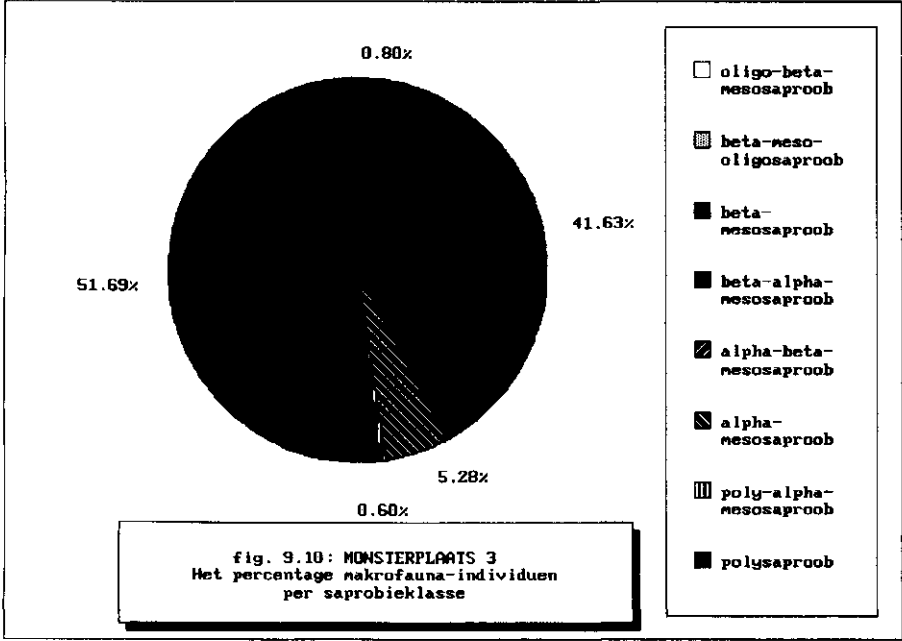
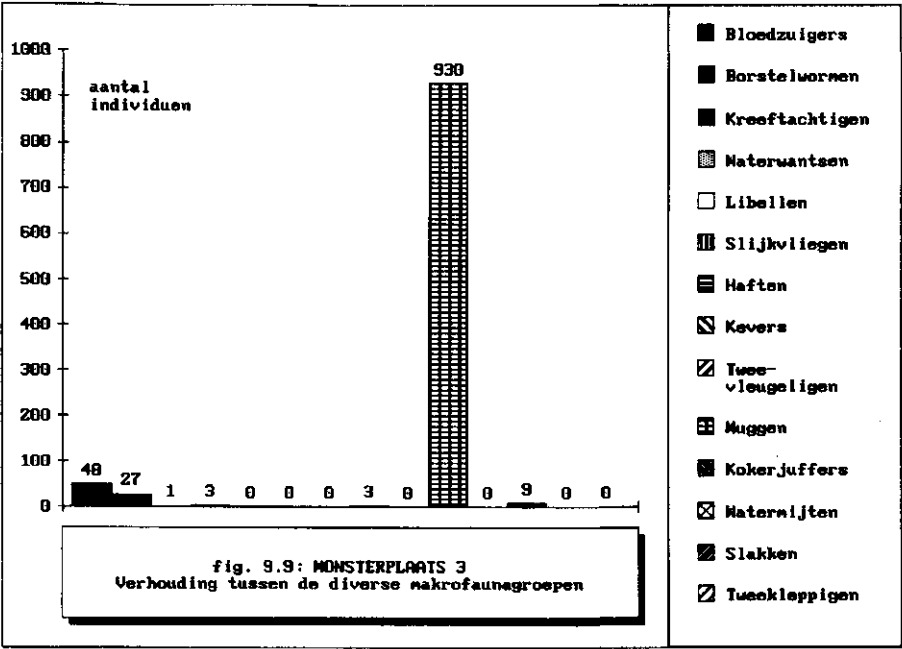


Samenvatting van de gegevens over de waterkwaliteit.

bioaktiviteit		zuurstofhuishouding			structuur van de levensgemeenschap				
afbraak BZV mg/l	opbouw chlorofyl mg/m ³	% goede O ₂ waarden	% zeer goede O ₂ waarden	minimum O ₂ mg/l	biomassa I/ml (x1000)	diversiteit fyto plankton	SI makro fauna	fyto plankton	makro fauna
5.0	26.4	22.2	11.1	0.7	1.4	1.0	1.5	2.2	3.6
III	*	----	V	----	'muggelarvetype' ----- V -----				

De opbouw van de levensgemeenschap.

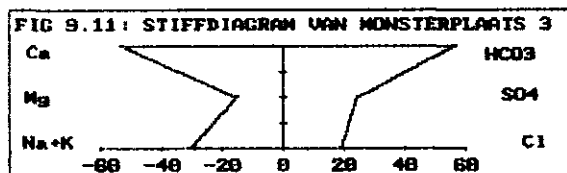
Uit het staafdiagram 9.9 blijkt de geringe diversiteit. van de makrofauna. In de vijver zijn alleen maar muggelarven (vnl. Chironomus spec.) en bloedzuigers gevangen. In het cirkeldiagram 9.10 is te zien dat deze soorten karakteristiek zijn voor de polysaprobe waterklasse.



De levensgemeenschap is kenmerkend voor het 'Muggelarvetype', de levensgemeenschap van saprobiëklasse V. Er is een opvallende overeenkomst in soortensamenstelling tussen deze vijver en de vijvers in Liendert en Randenbroek, die ook in verbinding staan met het gescheiden rioolstelsel.

De chemische samenstelling van het water.

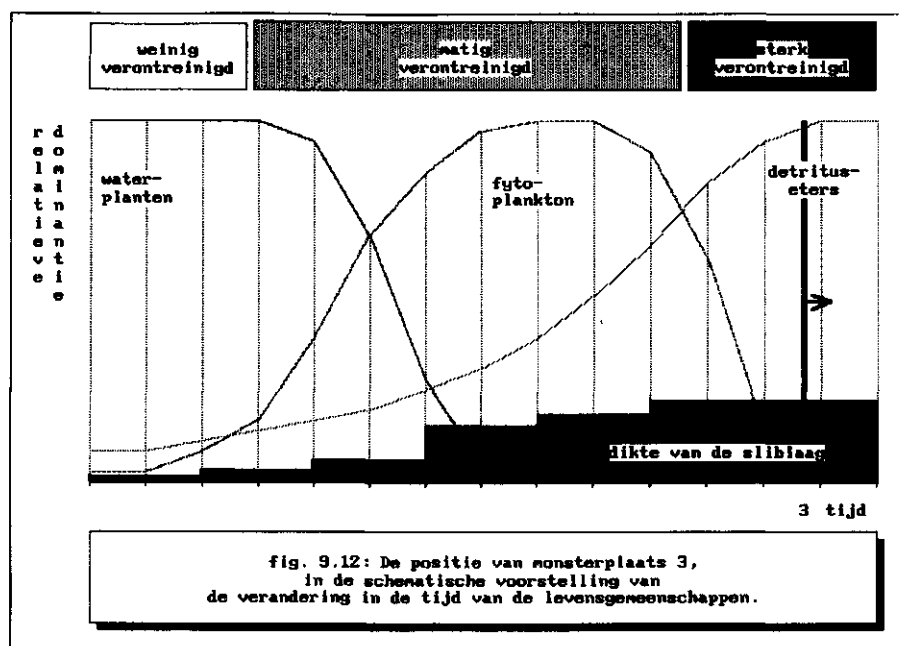
In figuur 9.11 staat het Stiff-diagram van deze monsterplaats weergegeven.



In vergelijking met monsterplaats 1 en 2 (figuur 9.3 en 9.7) valt het duidelijke verschil op. Het aandeel van de sulfaationen is afgenomen. Dit hangt waarschijnlijk samen met de omzetting van sulfaat in sulfide bij de zuurstofarme situatie in het water. De concentratie van ammonium was in september hoog. De concentratie van de PAK's zijn enigszins verhoogd in de vijver.

De bespreking.

In figuur 9.12 staat de positie van de monsterplaats aangegeven.



Uit deze figuur blijkt de slechte toestand van deze vijver.
De slechte toestand hangt samen met het lozen van het regenriool
van het gescheiden stelsel op de vijver.
De situatie in deze vijver komt overeen met die in de vijvers in
Liendert en Randenbroek, waarop eveneens het regenriool loost.
De concentratie van faecale bacteriën ligt ver boven de norm.

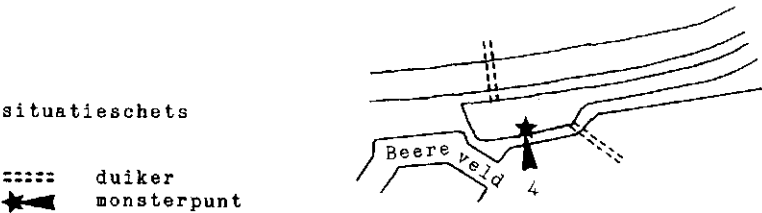
De beschrijving van de vijver aan het Beereveld.

Monsterplaats: 4
Oppervlakte: 264 m²
Ouderdom: ca. 4 jaar
Bodemsamenstelling: sliblaag op dekzand
Waterdiepte: 50 - 80 cm.
Dikte sliblaag: 10 -19 cm.
Geur: /
Waterkleur: licht bruin
Beschoeiing: houten paaltjes/planken

Waterplanten: Sterrekroos, Aarvederkruid, Drijvend fonteinkruid
en (weinig) Kroos.
Vissen: Snoek, Brasem, Kolblei, Kroeskarper, Rietvoorn
Thermotolerante bacteriën: 6 per ml.

Opmerkingen: op het water drijft veel vuil

Hydrologische situatie: er is geen overstortpunt in de buurt, er is aanvoer van water vanuit het stadspark Schothorst.



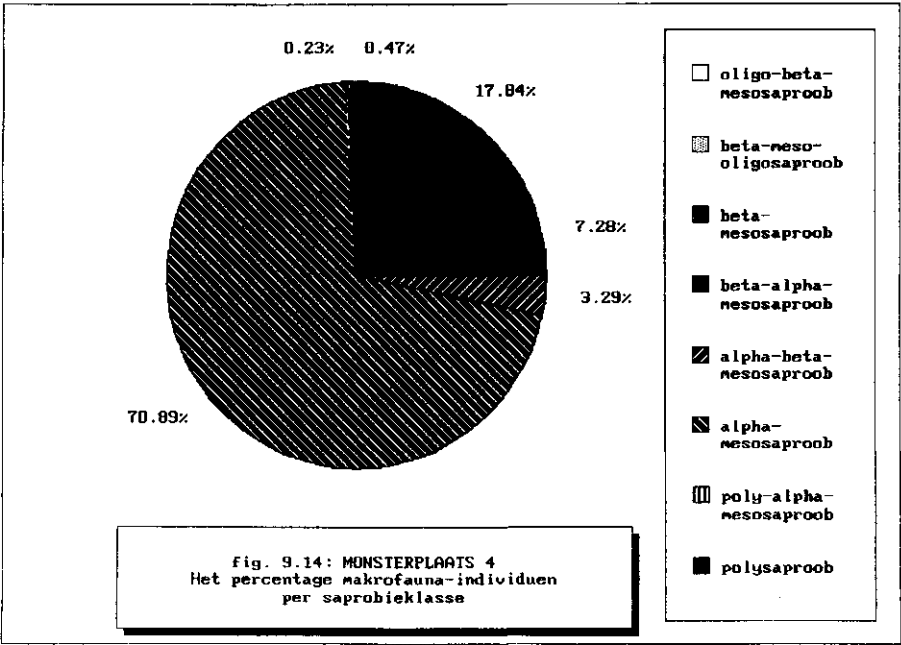
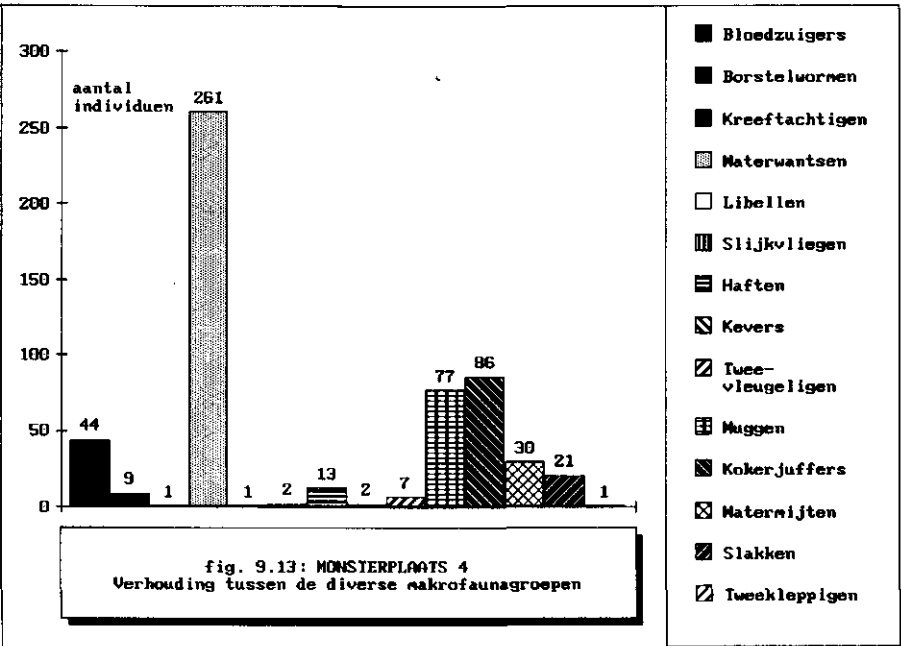
Samenvatting van de gegevens over de waterkwaliteit.

bioactiviteit		zuurstofhuishouding			structuur van de levensgemeenschap				
afbraak BZV mg/l	opbouw chlorofyl mg/m ³	% goede O ₂ waarden	% zeer goede O ₂ waarden	minimum O ₂ mg/l	biomassa I/ml (x1000)	diversiteit fyto plankton	SI makro fauna	fyto plankton	makro fauna
4.0	32.9	66.6	33.3	4.5	1.0	0.9	2.5	1.8	2.4
III	*	----	III	----	'Sterrekroostype' III				

* niet te bepalen in verband met de waterplanten.

De opbouw van de levensgemeenschap.

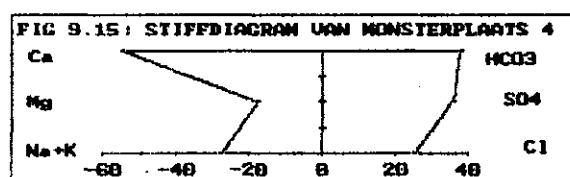
In het staafdiagram 9.13 is te zien dat alle makrofauna-groepen die tijdens het onderzoek in het stadswater gevangen zijn, in deze vijver voorkomen. Deze grote diversiteit van de makrofauna



hangt samen met de rijke groei aan waterplanten in de vijver. In het cirkeldiagram 9.14 domineert de a-mesosaprobe klasse. Dit komt doordat twee soorten waterwantsen, die in grote aantallen gevangen zijn, in deze klasse vallen. Op deze monsterplaats zijn ook kokerjuffers gevangen; zij zijn kenmerkend voor een goede waterkwaliteit.

De chemische samenstelling van het water.

In figuur 9.15 staat het Stiff-diagram van deze monsterplaats weergegeven.

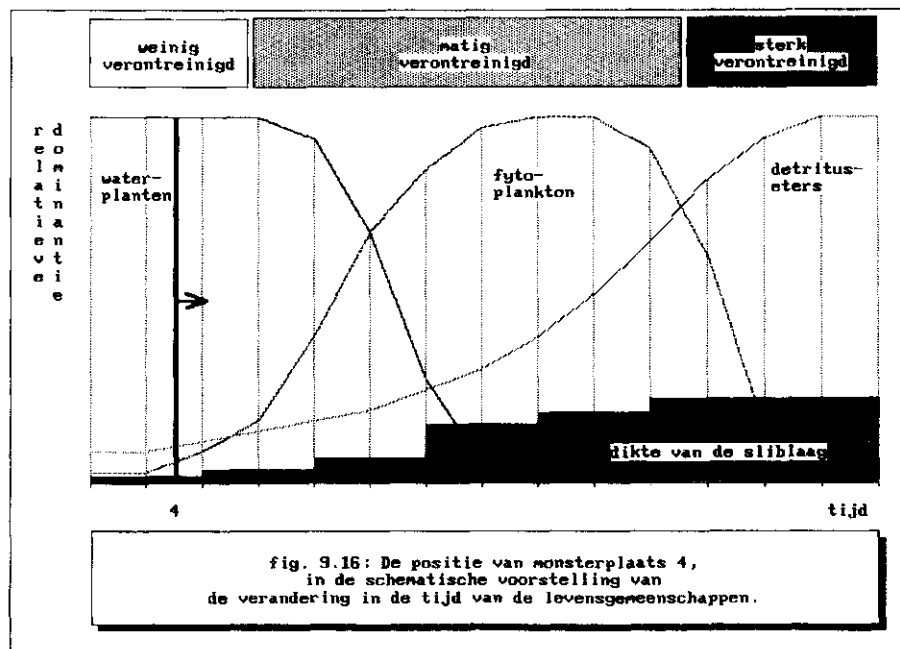


Het diagram komt overeen met het diagram van grondwater, het aandeel van de bicarbonaat ionen is groter. Deze overeenkomst zou er op kunnen wijzen dat de waterkwaliteit op deze plaats goed is. Echter, in het voorjaar werd een zeer hoge concentratie nitraat gemeten (30 mg./l.). De herkomst van dit nitraat zal waarschijnlijk een intensieve bemesting geweest zijn. Het water stroomt zowel vanuit het Stadspark Schothorst als vanuit de singel langs Amelisweerd in deze vijver.

Er is geen micro-verontreiniging van PAK's en zware metalen (lood en zink) op deze plaats. De concentraties liggen rond de A-norm.

De bespreking.

In figuur 9.16 staat de positie van het monsterpunt aangegeven. Uit deze figuur blijkt dat de waterkwaliteit redelijk is. Regelmatig beheer (het maaien van de waterplanten en het verwijderen van het drijfvuil) is nodig om de situatie te handhaven.



Een van de vraagstellingen van dit onderzoek is het bepalen van het effect van overstortwater op de waterkwaliteit. Hiertoe werden de monsterplaatsen in Schothorst-Noord zo gekozen, dat één monsterplaats niet beïnvloed werd door overstortwater en de direkte invloeden van de woonwijk (monsterplaats 8 op het Landgoed Schothorst), dat één monsterplaats niet beïnvloed werd door overstortwater, maar wel door de woonwijk (deze monsterplaats) en dat één plaats onder beïnvloeding van beide factoren stond (monsterplaats 5). In welke mate op monsterplaats 5 inderdaad overstort plaats vindt, is helaas niet nagemeten, zodat het niet duidelijk is of de monsterplaatsen 4 en 5 met betrekking tot deze faktor veel verschillen.

Er is ook een verschil in de hydrologie van de monsterplaatsen. De overeenkomst tussen de monsterplaatsen 4 en 5 is groot. Deze monsterplaatsen vertonen een duidelijk verschil met punt 8. De enorme piek in de nitraatkonzentratie in het voorjaar is niet op monsterplaats 8 gevonden.

Een ander opvallend verschil tussen de monsterplaatsen 4 en 5 enerzijds en punt 8 anderzijds is het verschil in fosfaatkonzentratie. In september wordt geen ortho-fosfaat meer gevonden op punt 4 en 5, op punt 8 komt nog wel ortho-fosfaat voor.

De levensgemeenschappen op deze drie monsterplaatsen zijn ook niet zonder meer te vergelijken. Monsterplaats 8 is recent (juli 1986) aangelegd en zal nog gekoloniseerd worden door tal van soorten. Dit kolonisatieproces zal op deze plaats geleidelijk verlopen omdat de vijver enigszins geïsoleerd ligt van het overige stadswater. De punten 4 en 5 zijn wat ouder (anno 1984) en staan in open verbinding met het stadswater.

Gezien het bovenstaande zijn de effecten van het overstortwater en de ligging in een woonwijk niet eenduidig te meten aan deze serie van monsterplaatsen.

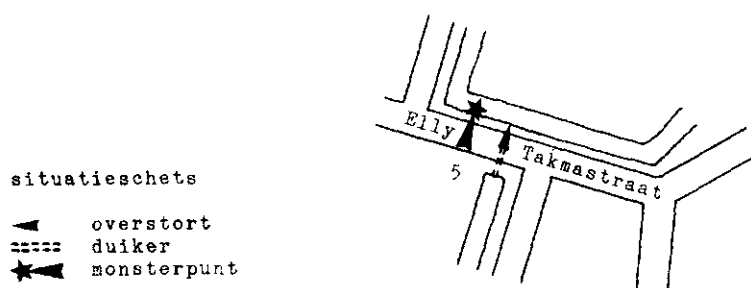
Het aandeel van organismen, dat kenmerkend is voor de a-mesosaprobe klasse, is op monsterplaats 8 opvallend minder dan op de monsterplaatsen 4 en 5 (vergelijk de figuren 9.14, 9.18 en 9.30).

De beschrijving van de singel langs de Elly Takmastraat.

Monsterplaats: 5
 Breedte: ca. 8 m.
 Ouderdom: ca.4 jaar
 Bodemsamenstelling: sliblaag op dekzand
 Waterdiepte: 40 - 80 cm.
 Dikte sliblaag: 15 -20 cm.
 Geur: /
 Waterkleur: /
 Beschoeiing: houten paaltjes/planken

Waterplanten: Aarvederkruid, Sterrekroos, Grote lisdodde, Bult-
 kroos, Smalle Waterpest en Kranswier
 Vissen: Snoek, Brasem, Kolblei, Blankvoorn, Karper en Baars
 Thermotolerante bacteriën: 2.6 per ml.

Situatie met betrekking tot het regenwaterriool: in de wijk is een verbeterd gescheiden rioolstelsel aangelegd.



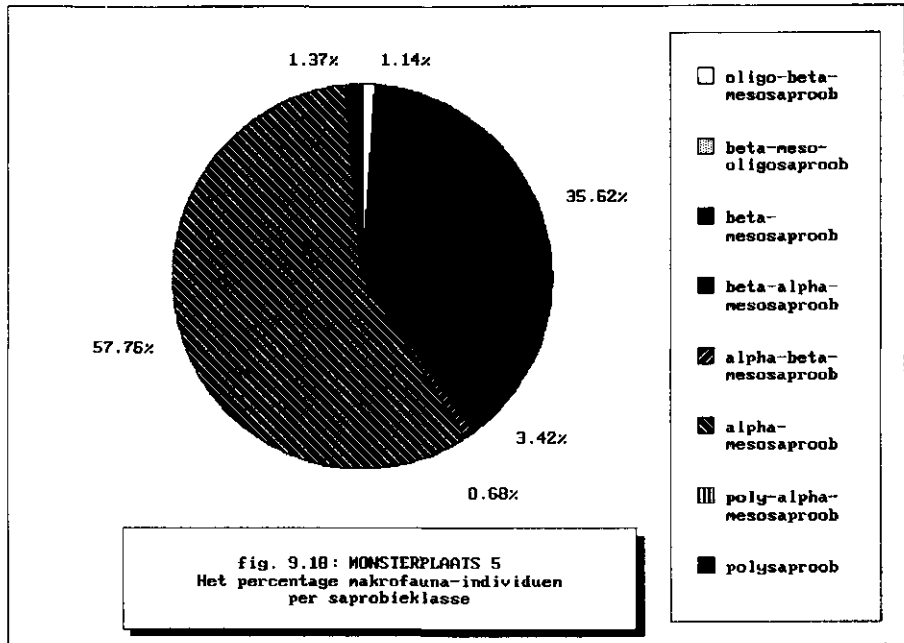
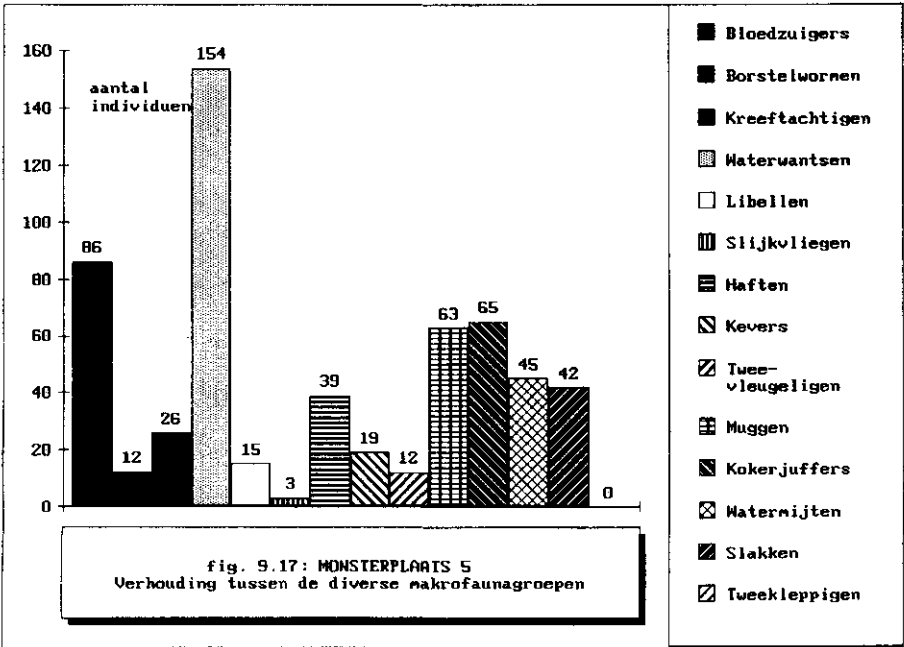
Samenvatting van de gegevens over de waterkwaliteit.

bioactiviteit		zuurstofhuishouding			structuur van de levensgemeenschap				
afbraak BZV mg/l O ₂	opbouw chlorofyl mg/m ³	% goede O ₂ waarden	% zeer goede waarden	minimum O ₂ mg/l	biomassa I/ml (x1000)	diversiteit fyto plankton	SI makro fauna	fyto plankton	makro fauna
3.1	19.5	55.5	44.4	3.8	0.3	0.7	3.3	1.9	2.5
III	*	----	III	----		'waterpesttype' III			

* niet te bepalen in verband met de waterplanten.

De opbouw van de levensgemeenschap.

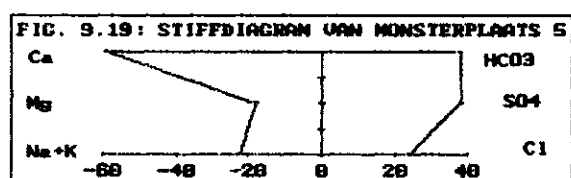
In het staafdiagram 9.17 is te zien dat vrijwel alle makrofauna-
 groepen die door ons in het stadswater gevangen zijn, in deze
 singel voorkomen. Deze grote diversiteit van de makrofauna hangt



samen met de rijke groei aan waterplanten in de singel. In het cirkeldiagram 9.18 valt evenals in het diagram 9.14 van monsterplaats 4 het grote aandeel van de a- mesosaprobe klasse op. Opvallend is het voorkomen van kranswier (*Nitella spec.*) op deze plaats. Ook enige minder algemene soorten kiezelwieren (o.a. *Achnanthes austriaca* var. *helvetica*) en makrofauna soorten (o.a. *Stictotarsus duodecumpustulatus*) zijn hier gevangen.

De chemische samenstelling van het water.

In figuur 9.19 staat het Stiff-diagram van deze monsterplaats weergegeven.

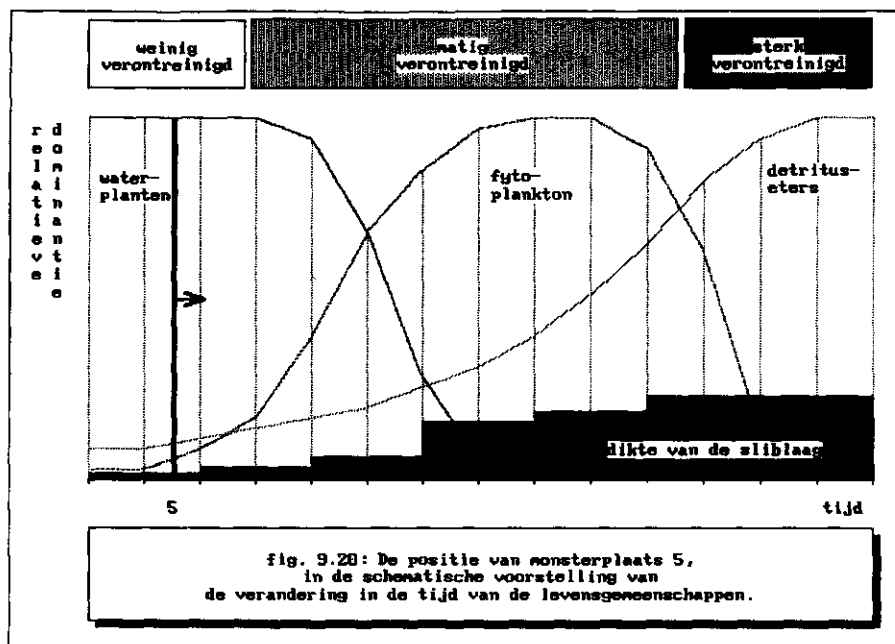


Het Stiff-diagram komt overeen met het diagram van monsterplaats 4 (figuur 9.15). Ook de concentratie van de nutriënten komt overeen met monsterplaats 4.

Er is geen micro-verontreiniging van PAK's en zware metalen (lood en zink) op deze plaats. De concentraties liggen rond de A-norm.

De bespreking.

In figuur 9.20 staat de positie van het monsterpunt aangegeven.



Uit deze figuur blijkt dat de waterkwaliteit redelijk is.

Regelmatig beheer (het maaien van de waterplanten en het verwijderen van het drijfvuil) is nodig om de situatie te handhaven.

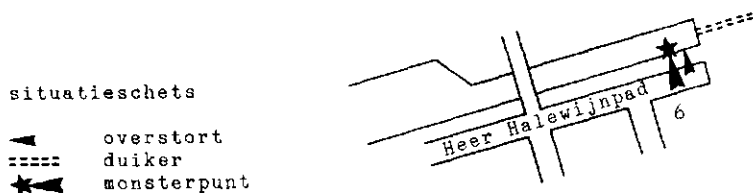
Bij de beschrijving van monsterplaats 4 is reeds op deze monsterplaats ingegaan.

De beschrijving van de singel langs het Heer Halewijnpad.

Monsterplaats: 6
 Breedte: ca. 10 m.
 Ouderdom: ca.15 jaar
 Bodemsamenstelling: sliblaag op dekzand
 Waterdiepte: 52 cm.
 Dikte sliblaag: 2 - 20 cm.
 Geur: /
 Waterkleur: bruin
 Beschoeiing: houten paaltjes/planken

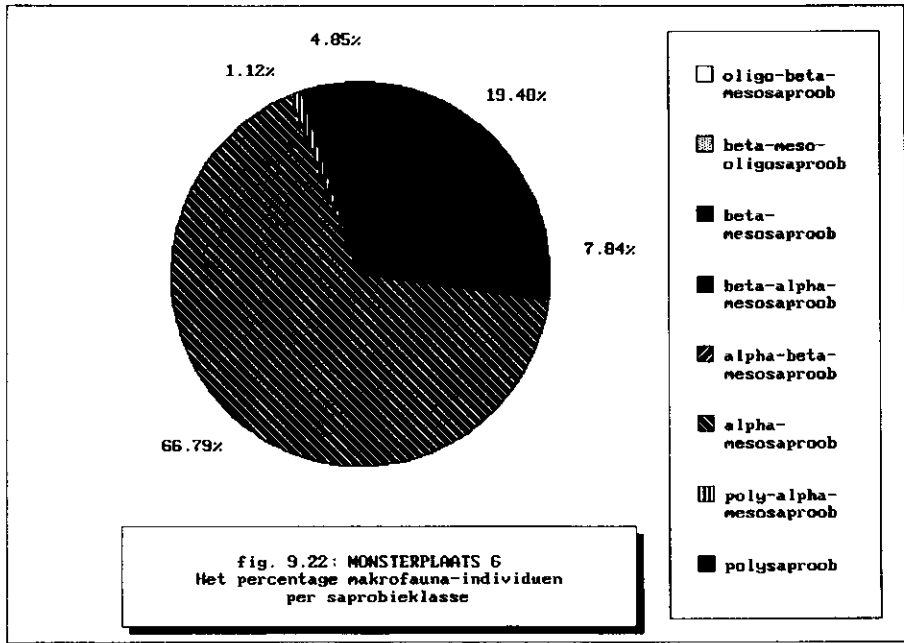
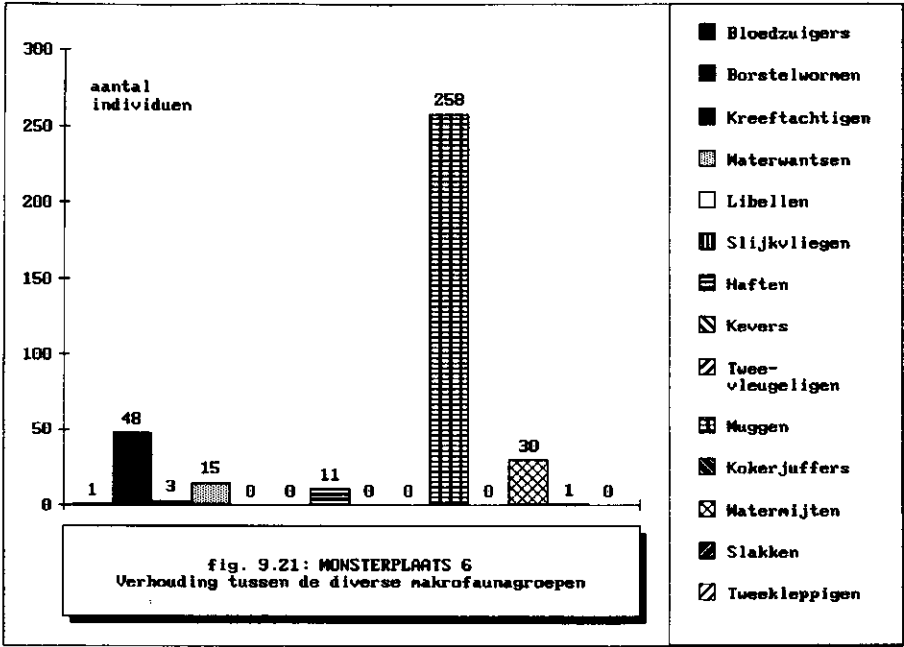
Waterplanten: op 1 plek Riet, weinig Aarvederkruid en Smalle Waterpest
 Vissen: Snoek, Baars, Blankvoorn, Brasem
 Thermotolerante bacteriën: 15 per ml.

Situatie met betrekking tot het regenwaterriool: In Schothorst-Zuid is een gewoon gescheiden rioolstelsel aangelegd. In Schothorst-Noord is een verbeterd gescheiden rioolstelsel aangelegd.



Samenvatting van de gegevens over de waterkwaliteit.

bioactiviteit		zuurstofhuishouding			structuur van de levensgemeenschap				
afbraak	opbouw	% goede	% zeer	minimum	biomassa	diversiteit	SI		
BZV	chlorofyl	02	goede 02	02	I/ml	fyto	makro	fyto	makro
mg/l	02	waarden	waarden	mg/l	(x1000)	plankton	fauna	plankton	fauna
9.3	68.2	55.5	11.1	2.0	0.9	1.7	2.6	1.6	2.6
IV	III	----	IV	----	'Sterrekroostype'/'algenbloeytype'				
					III - IV				



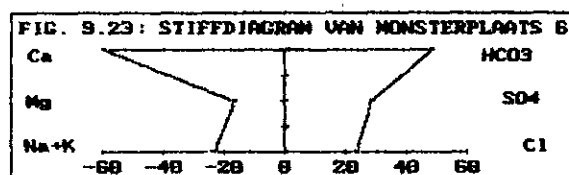
De opbouw van de levensgemeenschap.

In het staafdiagram 9.21 is te zien dat de diversiteit van de makrofauna op deze plaats gering is. Vooral muggelarven komen voor. Er komen ook maar weinig soorten waterplanten voor. Ook bij de visfauna ontbreken de soorten die gevoelig zijn voor verontreiniging. In tegenstelling tot monsterplaats 7, die in de singel langs het Avalonpad ligt, is op deze plaats nog geen sprake van een algenbloei.

In het cirkeldiagram 9.22 domineert de a-mesosaprobe klasse.

De chemische samenstelling van het water.

In figuur 9.23 staat het Stiff-diagram van deze monsterplaats weergegeven.

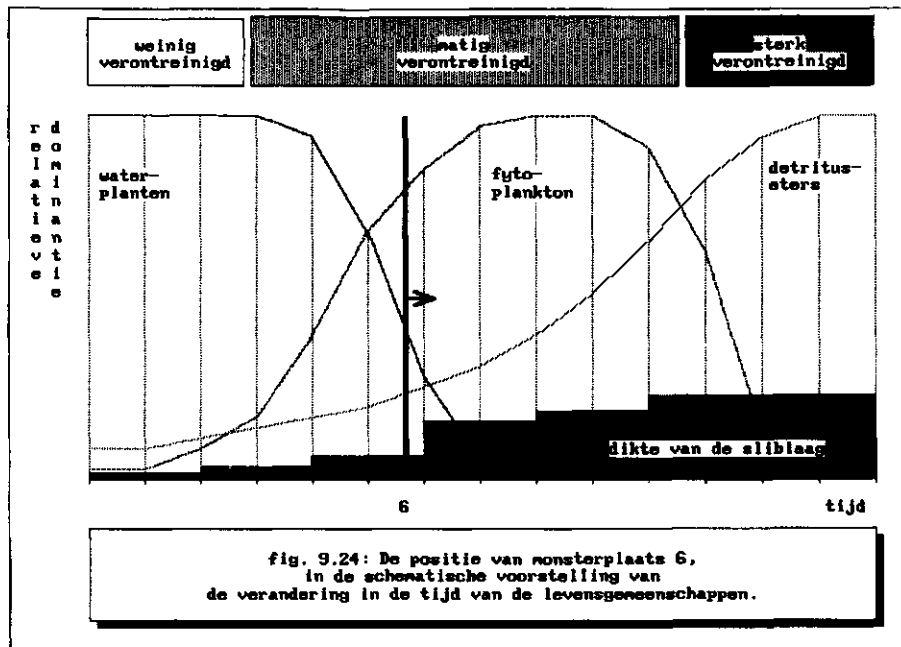


Het diagram komt overeen met diagram 9.19 van monsterplaats 3. Ook de concentraties van de nutriënten geven het effect van het gescheiden rioolstelsel op de waterkwaliteit weer. Met name het biologisch zuurstofverbruik is bij de bemonstering van 29 juni groot. Dit wijst op een belasting van de singel met organisch materiaal.

Er is geen micro-verontreiniging van PAK's en zware metalen (lood en zink) op deze plaats. De concentraties liggen rond de A-norm.

De bespreking.

In figuur 9.24 staat de positie van het monsterpunt aangegeven.



De levensgemeenschap heeft een aantal kenmerken van het 'algenbloeytype', maar er komt nog geen bloei van groenwieren op deze plaats voor. De verwachting is echter dat, als geen herstelmaatregelen (baggeren) genomen worden, de dichtheid van het fytoplankton snel zal toenemen en tot bloei zal leiden.

De beschrijving van de vijver aan het Avalonpad bij het winkelcentrum Schothorst.

Monsterplaats: 7
 Oppervlakte: 1242 m²
 Ouderdom: ca.15 jaar
 Bodemsamenstelling: sliblaag op dekzand
 Waterdiepte: 30 - 80 cm.
 Dikte sliblaag: 12 cm.
 Geur: /
 Waterkleur: bruinig
 Beschoeiing: houten paaltjes/planken

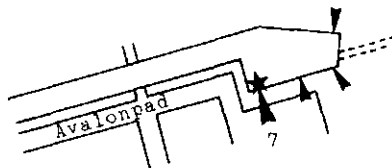
Waterplanten: weinig Kleine Lisdodde, Gele plomp
 Vissen: Snoek, Brasem, Kolblei, Blankvoorn en Rietvoorn (1)
 Thermotolerante bacteriën: 22 per ml.

Opmerkingen: doorlopende verstoring door bouwwerkzaamheden.

Situatie met betrekking tot het regenwaterriool: In deze vijver lost op 3 punten het gescheiden rioolstelsel van Schothorst-Zuid.

situatieschets

▲ regenrioolinlaat
 ----- duiker
 ★ monsterpunt

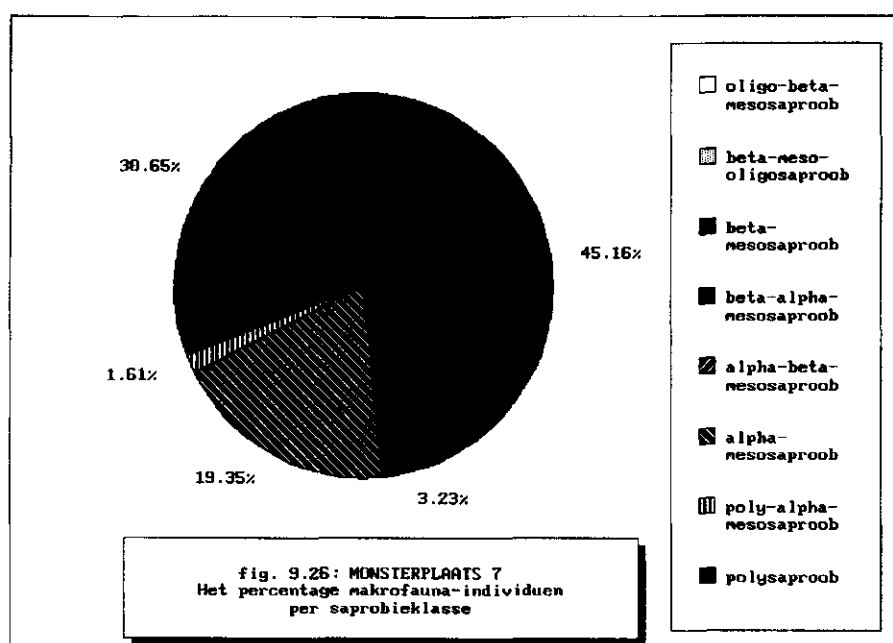
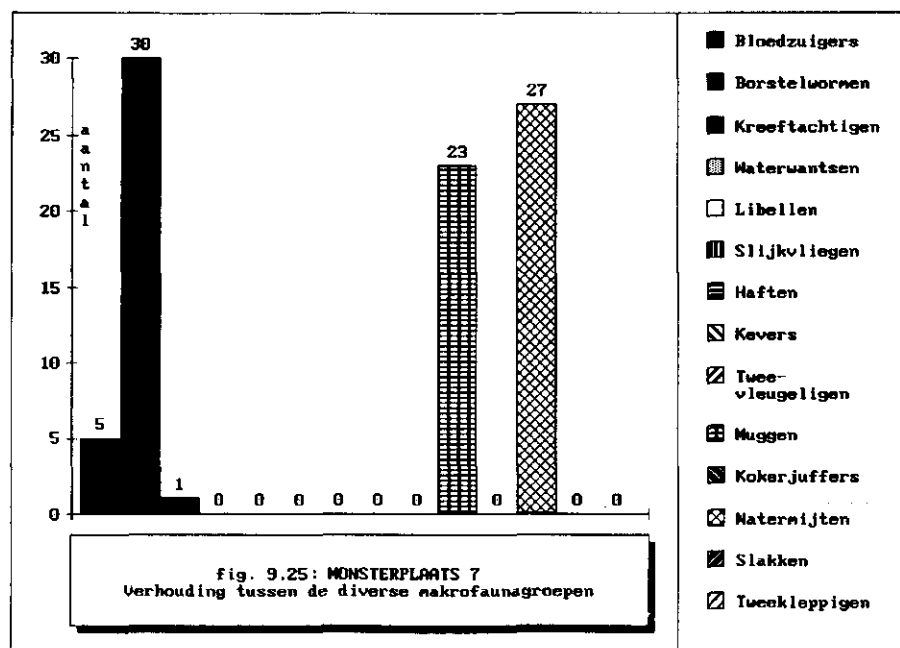


Samenvatting van de gegevens over de waterkwaliteit.

bioactiviteit		zuurstofhuishouding			structuur van de levensgemeenschap				
afbraak BZV mg/l O ₂	opbouw chlorofyl mg/m ³	% goede O ₂ waarden	% zeer goede O ₂ waarden	minimum O ₂ mg/l	biomassa I/ml (x1000)	diversiteit fyto plankton	SI makro fauna	fyto plankton	makro fauna
10.3	160.1	33.3	11.1	1.9	12	0.6	2.6	2.0	3.1
IV	IV	---- IV ----			'algenbloeytype' IV				

De opbouw van de levensgemeenschap.

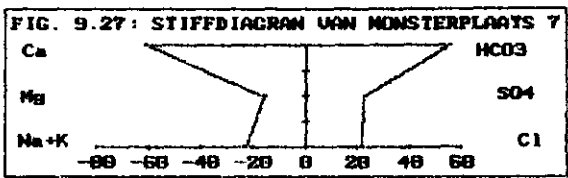
In het staafdiagram 9.25 is te zien dat de diversiteit van de levensgemeenschap gering is. Er komen maar weinig groepen voor. Ook het totale aantal individuen is gering. De levensgemeenschap



wordt gedomineerd door de algenbloei gedurende de zomer. Er komen op deze plaats geen ondergedoken waterplanten (meer) voor. In het cirkeldiagram 9.26 domineren de hogere saprobie-klassen.

De chemische samenstelling van het water.

In figuur 9.27 staat het Stiff-diagram van deze monsterplaats weergegeven.

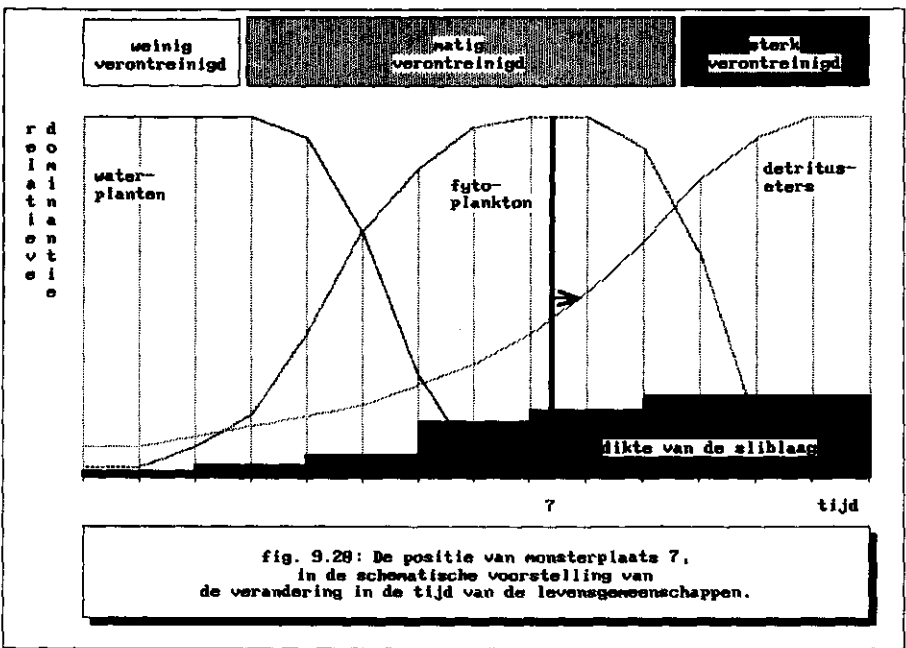


Dit diagram komt overeen met figuur 9.13 van monsterplaats 3 en wijst op het effect van de lozingen uit het gewoon gescheiden rioolstelsel.

Ook de verhoging van de concentratie van de PAK's is karakteristiek voor dergelijke vijvers. De concentraties van de zware metalen (lood en zink) liggen rond de A-norm.

De bespreking.

In figuur 9.28 staat de positie van het monsterpunt aangegeven.



Gezien de invloed van het regenriool op deze plaats, zal de levensgemeenschap verder verslechteren. De concentratie van de faecale bacteriën ligt net boven de norm. Ook de concentratie van deze bacteriën in het slib is hoog. Gedurende vrijwel het gehele zomerseizoen is (grond)water in deze vijver gepompt in verband met bouwwerkzaamheden. Wat het effect van deze verstoring op de levensgemeenschap is, kan niet aangegeven worden. Het is mogelijk dat het geringe individuen aantal van de makrofauna en de verhoging van de PAK's hiermee samenhangen. Verwacht kan worden dat het aantal bacteriën in het water en slib zonder de toevoeging van het opgepompte water hoger zou zijn geweest.

De beschrijving van de Breede Goren bij het Landgoed Schothorst.

Monsterplaats: 8
 Oppervlakte: ca. 150 m
 Ouderdom: ca. 2 jaar
 Bodemsamenstelling: sliblaag op dekzand
 Waterdiepte: max. 100 cm.
 Dikte sliblaag: 1 - 2 cm.
 Geur: /
 Waterkleur: /
 Beschoeiing: aflopend zandtalud

Waterplanten: Draadvormige groenwieren, Drijvend fonteinkruid,
 Riet, Grote Egelskop, Watergentiaan, Grote Lis-
 dodde, Smalle Waterpest en Gele Waterkers

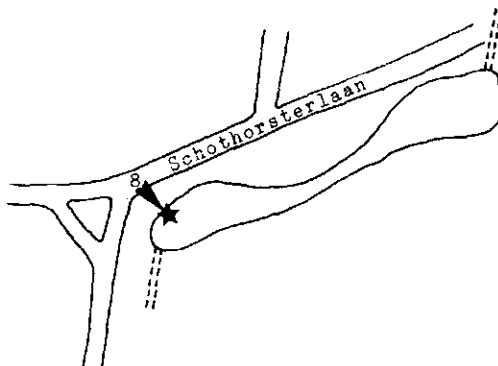
Vissen: Brasem, Blankvoorn, Baars
 Amfibieën: Bruine Kikker, Gewone pad
 Thermotolerante bacteriën: 4.6 per ml.

Hydrologische situatie:

Er is toevoer van regen- en kwelwater uit het Stadspark Schothorst.

situatieschets

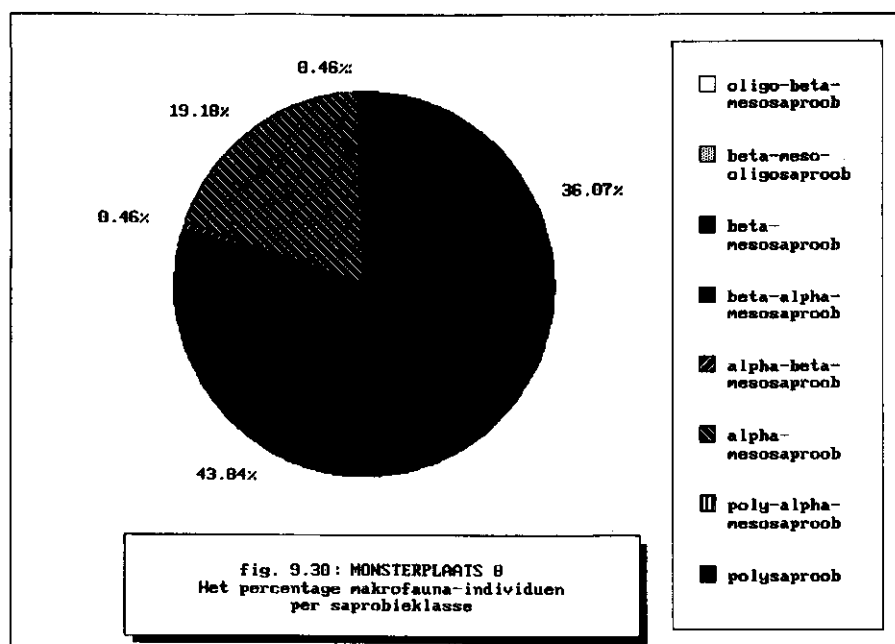
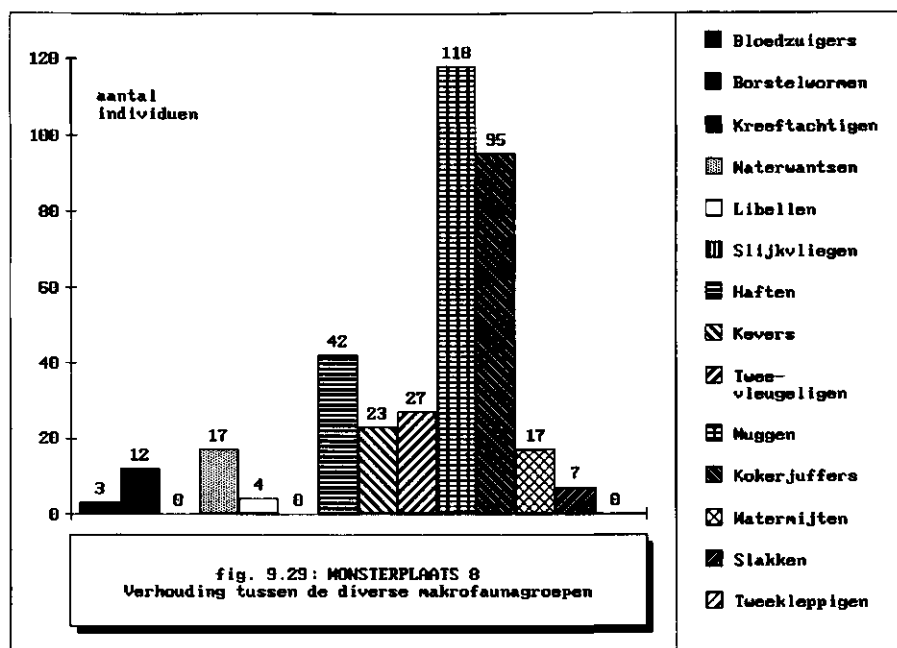
---- duiker
 ★ monsterpunt



Samenvatting van de gegevens over de waterkwaliteit.

bioactiviteit		zuurstofhuishouding			structuur van de levensgemeenschap				
afbraak BZV mg/l	opbouw chlorofyl mg/m ³	% goede O ₂ waarden	% zeer goede waarden	minimum O ₂ mg/l	biomassa I/ml (x1000)	diversiteit fyto plankton	SI makro fauna	fyto plankton	makro fauna
5.4	25.3	55.5	33.3	4.9	0.6	0.7	2.3	2.3	2.1
III	*	----	III	----	'half-natuurlijk?type' III				

* niet te bepalen in verband met de waterplanten.



De opbouw van de levensgemeenschap.

In het staafdiagram 9.29 is te zien dat veel makrofaunagroepen voorkomen. Het ontbreken van kreeftachtigen en tweekleppigen op deze plaats hangt wellicht samen met het geringe dispersievermogen van de soorten van deze groep; zij hebben de jonge vijver nog niet bereikt.

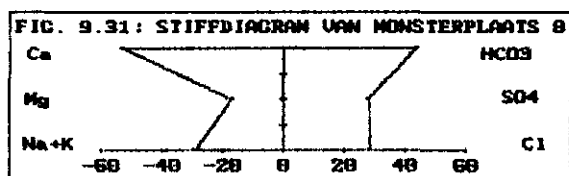
Deze grote diversiteit van de makrofauna hangt samen met de goede waterkwaliteit in deze vijver.

Zoals al eerder vermeld werd, is deze vijver recent (juli 1986) gegraven. De soortensamenstelling van de levensgemeenschap zal gedurende de eerste jaren doorlopend veranderen.

In het cirkeldiagram 9.30 domineren de β - meso en α - β - meso saprobieklassen.

De chemische samenstelling van het water.

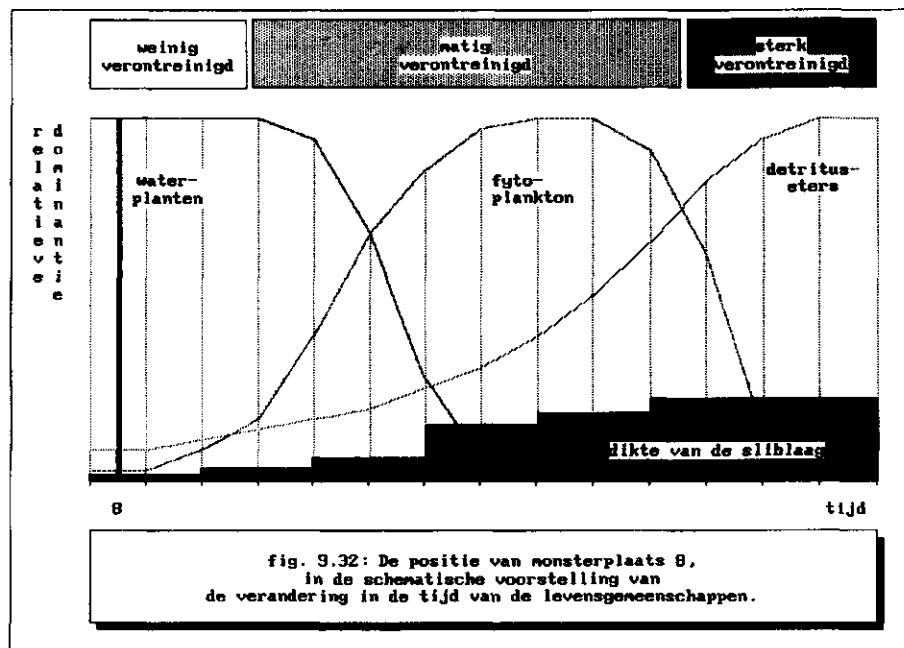
In figuur 9.31 staat het Stiff-diagram van deze monsterplaats weergegeven.



De concentraties van de microverontreiniging liggen rond de A-norm. De concentratie van fluor antheen ligt net boven de A-norm.

De bespreking.

In figuur 9.32 staat de positie van het monsterpunt aangegeven.



Uit deze figuur blijkt dat de waterkwaliteit goed is. Zowel de oever- als waterplantenvegetatie wordt door medewerkers van het Centrum voor Natuur en Milieu gemaaid en afgevoerd, zodat de verwachting is dat de goede waterkwaliteit in stand zal blijven.

10. Aanbevelingen

1. De doelstellingen voor de waterkwaliteit.

De stadswateren in Amersfoort weerspiegelen de geschiedenis van Amersfoort. Om en in de binnenstad liggen de grachten. Deze grachten zijn vele eeuwen oud. Door de grachten wordt het water dat via de Heiligenbergerbeek Amersfoort binnen stroomt, naar de Eem afgevoerd. De grachten hebben steile bakstenen oeverkanten, met een bijzondere vegetatie van muurplanten.

In de eerste stadsuitbreidingen aan de laag gelegen oostkant van Amersfoort werden vijvers aangelegd als reservoir voor bluswater en voor de afvoer van het water uit het regenwaterriool.

In de nieuwere stadswijken zijn singels en vijvers met een veel ruimere doelstelling opgenomen. Behalve dat zij dienen voor de afvoer van het regenwater en de berging van het overstortwater uit het rioolstelsel plaats, zijn zij tevens als siervijvers aangelegd.

Samenhangend met de nieuwe visie op de natuur in de stad, wordt tegenwoordig verwacht dat het water een diverse levensgemeenschap herbergt, die bijvoorbeeld ook bij het onderwijs gebruikt kan worden.

Dit houdt in dat ten aanzien van het stadswater ook ecologische doelstellingen geformuleerd moeten worden.

De stadswateren moeten in ieder geval voldoen aan de zgn. basiskwaliteit voor het oppervlaktewater uit het I.M.P.-water 1985 - 1989 van het Ministerie van V.R.O.M.

De vijvers en singels met een saprobieindex van IV en V voldoen niet aan de basiskwaliteit. Doorlopend worden de normen van de basiskwaliteit overschreden.

De vijvers en singels met saprobieindex III voldoen in redelijke mate aan de omschrijving van de basiskwaliteit.

In het I.M.P. wordt tevens een verdere uitwerking van uitgangspunten voor de waterkwaliteit gegeven in de zgn. ecologische normdoelstellingen voor stadswateren.

Deze normdoelstellingen geven voor de stadswateren een indeling in drie niveau's:

- Het laagste, korresponderend met de basiskwaliteit, zonder differentiatie naar watertype. De levensgemeenschap van het 'Sterrekroostype' komt overeen met deze omschrijving;
- Het middelste, meer in de richting van de natuurlijke toestand, maar nog niet gelijk daaraan, met een differentiatie naar in Nederland voorkomende watertypen. De levensgemeenschap van het 'half-natuurlijke' type komt met deze omschrijving overeen;
- Het hoogste, korresponderend met de natuurlijke toestand. De levensgemeenschap van de Breede Goren kan zich in deze richting ontwikkelen.

In het rapport Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren (C.U.W.V.O., 1988) wordt het vereiste beheer om tot een bepaald niveau te komen uitgewerkt.

Laagste niveau : lozingen en overstorten beperken en onder water laten uitkomen; niet in strijd handelen met standstill, basiskwaliteit (microverontreiniging) en beste uitvoerbare

- technieken;
- verwijderen van vuil;
- regelmatig wegbaggeren van sediment.
- Middelste niveau: geen direkte lozingen; overstorten beperken en onder water laten uitkomen;
- verwijderen van vuil;
- regelmatig wegbaggeren van sediment;
- beperking van de watervogelstand.
- Hoogste niveau : regelmaat in hydrologisch regiem;
- verwijderen van vuil;
- geen lozingen of overstorten uit rioolstelsels
- bevorderen groeimogelijkheden van drijvende en ondergedoken waterplanten en oevervegetatie; schonen in het najaar;
- strenge beperking watervogelstand.

Aan de hand van de bovengenoemde uitgangspunten kan door de gemeente Amersfoort een keuze ten aanzien van het gewenste niveau van de levensgemeenschap gemaakt worden en worden overzien welke beheersmaatregelen noodzakelijk zijn voor de handhaving van de levensgemeenschap.

2. Op de vijvers en singels in de stad wordt door kinderen met rubberboten gevaren. Natuurlijk vallen de kinderen dan regelmatig in het water. Bij deze situaties moet men eigenlijk strengere normen hanteren (bijvoorbeeld de normen voor zwemwater) om infectierisico's te minimaliseren. In de wet hygiëne en veiligheid zwemgelegenheden staat als norm voor zowel de coliformen als de streptococcon ≤ 3 per ml. Uit tabel 5.1 blijkt dat dergelijke lage waarden in het Amersfoortse stadswater niet voorkomen.

Als een kind in het water valt, zullen tevens bacteriën uit het slib opwervelen, zodat de bacterie concentratie hoger zal zijn dan de aantallen in tabel 5.2 aangeven.

Waarschijnlijk kan hieruit gekonkludeerd worden dat het spelevaren toch te veel infectierisico's oplevert.

3. Het waterniveau in de singels en vijvers wordt met een gemaal geregeld. Bij bouwactiviteiten wordt het waterpeil in de singels in korte tijd verlaagd. Dit veroorzaakt een enorme stroming in het water. Voor het in stand houden van de levensgemeenschap van het water moeten deze activiteiten zoveel mogelijk beperkt worden. Indien zij toch noodzakelijk zijn, dienen zij zo geleidelijk mogelijk te verlopen.

4. Op dit moment is bij de gemeente weinig kennis aanwezig over het daadwerkelijk functioneren van het verbeterd gescheiden rioolstelsel. Bij het ontwerp wordt een overstortfrequentie uitgerekend, maar de vraag blijft hoeveel keer er in de praktijk een overstort optreedt. Door regelmatig waar te nemen of door hiervoor registratieapparatuur op te stellen, kan het aantal overstorten bepaald worden. Deze kennis is noodzakelijk om mogelijke knelpunten bij het waterbeheer op te lossen.

11. Literatuur

11.1 GECITEERDE LITERATUUR.

- BIJLSMA, A., 1988. Integraal waterbeheer een nieuwe aanpak: 1-242 Nederlands Instituut van Biologen. Utrecht.
- BLOEMENDAAL, F.H.J.L. & J.G.M. ROELOFS, 1989. Waterplanten en waterkwaliteit: 1-189. Bibliotheek van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging 45, Utrecht.
- C.U.W.V.O., 1988. Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren: 56-60. Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren, Zoetermeer.
- GAUCH, H.G., 1982. Multivariate analysis in community ecology: 1-298. Cambridge University Press, Cambridge.
- GOLTERMAN, H.L., 1971. Methods for Chemical Analysis of Freshwaters. I.B.P. Handbook 8. Blackwell Scientific Publications Oxford.
- HAVELAAR, A.H & C.A. JANSSEN, 1987. Waterkwaliteitsaspecten bij recreatie op en aan het water :1-20. HMB waterbeheer, Bilthoven.
- HELLAWELL, J.M., 1986. Biological indicators of freshwater pollution and environmental management :1-546. Elsevier, Londen.
- HILL, M.O., 1979. TWINSPLAN- A FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an Ordered Two-Way Table by Classification of the Individuals and Attributes, 1-298. Ithaca, New York : Cornell University.
- HOOGHEEMRAADSCHAP VAN RIJNLAND, 1982. Hydrobiologisch onderzoek naar het waterkwaliteitsklassensysteem van Caspers & Karbe in Zuid-Holland: 1-118. Leiden.
- HOVENKAMP, I.R.M., S.P. Klapwijk, J.E.F. Landman, 1982. Biologische beoordeling van de waterkwaliteit in Noord- en Zuid-Holland. -H2O, 15 : 406-412.
- GRIMBERGEN, A., 1988. Water in het park Schothorst, 1-11, bijlagen. Rapport gemeentelijk Centrum voor Natuur en Milieu, Amersfoort.
- JONGMAN, R.H.G., C.J.F. ter Braak & O.F.R. van Tongeren, 1987. Data analysis in community and landscape ecology, :1-299. Pudoc, Wageningen
- KOOT A.C.J., 1977. Inzameling en transport van rioolwater: 1-262. Waltman, Delft
- LYON, DE M.J.H. & J.G.M. ROELOFS, 1986. Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid. Twee delen : 1-106, 1-125. Laboratorium voor Aquatische Oecologie, Katholieke Universiteit, Nijmegen.
- MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT, MINISTERIE VAN VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER, 1985. Indicatief Meerjaren Programma Water 1985-1989. Staatsuitgeverij 's-Gravenhage.
- MOLLER PILLOT, H.K.M. & B.KREBS, 1981. Concept van een overzicht van de oecologie van Chironomide-larven in Nederland.: 1-41.
- MUILWIJK, J., P. CORNELISSEN & D. GILLISSEN, 1988. De waterkwaliteit van de stadswateren in de wijken Randenbroek, Liendert en Rustenburg, :1-99. Hogeschool van Amsterdam, afd. Laboratoriumonderwijs.
- NEDERLANDSE VERENIGING VOOR AFVALWATERBEHANDELING EN WATERKWALITEITSBEHEER, 1988. Riolerings en waterkwaliteit. Van een onfris verleden naar een schone toekomst :1-684. N.V.A., Rijswijk.

ROOS, C. & E.J.B. UUNK, 1987. Effects of stormwater sewer discharges on the aquatic community in urban canals in Lelystad. -Hydrobiological Bulletin, 21 : 207 - 212.

SCHENK, H. 1988. Bacteriologische waterkwaliteit van de Amersfoortse grachten: 1-8. Gewestelijke Gezondheidsdienst Eemland, Amersfoort.

SCHOLTEN, H.M., 1985. Waterpurification by aquatic macrophytes. Studenten Verslag 1985/3 : 1-90. Limnologisch Instituut Nieuwersluis/Oosterzee,

SLADECEK, V., 1973. System of water quality from the biological point of view. Archiv. Hydrobiol. / Ergebnisse der Limnologie, 7 : 1-128.

STUMM W. & J.J. MORGAN, 1970. Aquatic chemistry, an introduction emphasizing chemical equilibria in natural waters: 1-583. Wiley Interscience, New York.

TER BRAAK, C.J.F., 1987. CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination bij [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis and redundancy analysis (version 2.1) :1-95. ITI-TNO, Wageningen.

UUNK, E.J.B., 1984. De vuiluitworp van regenwaterriolen en hun invloed op het oppervlaktewater. -H2O, 17 : 57-64.

VEN, F.H.M. VAN DE, A OLDENKAMP, 1987. Kwaliteit van de afgevoerde neerslag van een hoofdweg in Lelystad. -H2O,

VAN DENSEN, W.L.T., J. WILLEMSSEN & M.P. GRIMM, 1988. Visstandbeheer in het Nederlandse binnenwater :159-180. In Osse, J.W.M. & J. Zijlstra. Als een vis in het water. Pudoc Wageningen.

VAN DUIJVENBOODEN, W. van, 1989. De chemische samenstelling van het grondwater. PHLO-cursus 'Waterkwaliteit van het landelijk gebied; aspecten van kwaliteitsbeheer':1-20. PHLO, Wageningen.

VERDONSCHOT, P.F.M. & L.W.G. HIGLER, 1987. Biologische waterbeoordeling: instrument voor waterbeheer? Werkgroep Biologische Waterbeoordeling:1-184. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

WILLEMSSEN, G.D. & J.G.M. CUPPEN, 1986. Effects of combined sewer overflows on the macro-invertebrates communities in a detention pond. Proceedings and information/TNO Committee on Hydrological Research, no 36 : 283-295. Delft.

ZUIVERINGSCHAP AMSTEL- EN GOOILAND, 1986. De waterkwaliteit van de Noordhollandse ondiepe vechtplassen 1978-1984: 1-91. Zuiveringschap Amstel- en Gooiland, Hilversum.

11.2 DETERMINATIELITERATUUR.

Algemeen

ENGELHARDT, W, 1982. Was lebt in Tumpel, Bach und Weiher?: 1-270. Kosmos, Stuttgart.

STREBLE, H. & D. KRAUTER, 1981. Das leben im Wassertropfen: 1-336 Kosmos, Stuttgart.

Waterplanten

HEUKELS, H. & R. VAN DER MEIJDEN, 1983. Flora van Nederland: 1-583. Wolters-Noordhoff, Groningen.

Fytoplankton

- COESEL, P.F.M., 1982, 1983, 1985. De Desmidiaceen van Nederland - Sieralgen. -Wetenschappelijke Mededelingen van de K.N.N.V., 153: 1-32; 157: 1-49; 170: 1-69. Hoogwoud.
- ESSEN, A. VAN, 1974. De Chlorococcales. -Wetenschappelijke Mededelingen van de K.N.N.V., 100: 1-88. Hoogwoud.
- GERMAIN, H., 1981. Flore des diatomees eaux douces et saumâtres: 1-444. Boubee, Paris.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTOLOT H., 1986, 1988. Süßwasserflora von Mitteleuropa Bd. 2, Bacillariophyceae, Teil 1. Naviculaceae, Teil 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae: 1-876, 1-596. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- MIDDELHOEK, A, 1950. Een vijver in Nederland. Thieme, Zutphen.
- UHERKOVICH, G., 1966. Die Scenedesmus-arten Ungarns Akademiai Kiado - Verlag der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest.

Zoöplankton

- LEENTEVAAAR, P., 1978. De Nederlandse kieuwpootkreeften en watervlooien. -Wetenschappelijke Mededelingen van de K.N.N.V., 127: 1-32. Hoogwoud.
- NOTENBOOM-RAM, E., 1981. Verspreiding en ecologie van de Branchiopoda in Nederland: 1-95. Rapport 81/14, Rijks Instituut voor Natuurbeheer, Leersum.

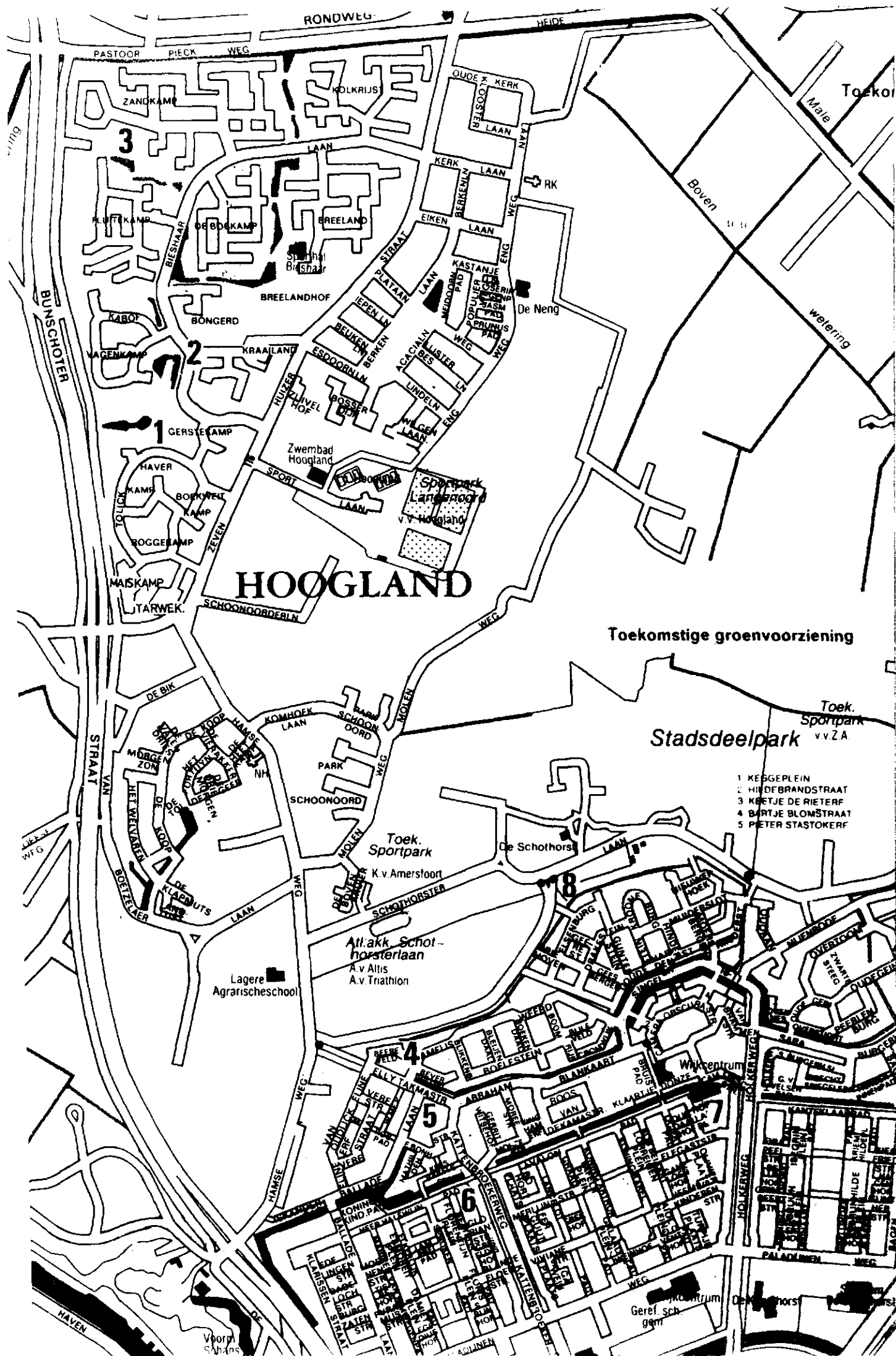
Makrofauna

- BESSELIN, A.J., 1964. De nederlandse watermijten (Hydrachnellae Latreille 1802): 1-199. Monographien van de Nederlandsche Entomologische Vereeniging, Amsterdam.
- BRINKHURST, R.O., 1971. A Guide for the Identification of British Aquatic Oligochaeta. Scientific Publication of the Freshwater Biological Association, 22: 1-55. Ambleside, Cumbria.
- DRESSCHER, Th.G.N. & L.W.G. HIGLER, 1982. De Nederlandse bloedzuigers (Hirudinea). -Wetenschappelijke Mededelingen van de K.N.N.V., 154: 1-64. Hoogwoud.
- DROST, B. & M. SCHREIJER, 1978. Waterkevertabel: 1-222. Jeugdbondsuitgeverij, 's-Gravenland.
- EIJK, R. van der, 1977. Proefuitgave van een watermijtentabel voor Nederland. Publicatienr. 190: 1-136.. Biologisch Station Wijster, Landbouwhogeschool. Wageningen.
- ELLIOT, J.M., 1977. A key to the larvae and adults of British freshwater Megaloptera and Neuroptera, with notes on their life cycles and ecology. Scientific Publication of the Freshwater Biological Association, 15: 1-52. Ambleside, Cumbria.
- GEIJKENS, D.C. & J. VAN TOL, 1983. De libellen van Nederland (Odonata): 1-368. Bibliotheek van de K.N.N.V. 31. Hoogwoud.
- HIGLER, L.W.G., 1970. Determinatietabel voor het bepalen van familie, geslacht en soms zelfs soort der Europese, in het water levende Trichoptera-larven. Concept tabel. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- HICKIN, N.E., 1967. Caddis larvae. Larvae of the British Trichoptera :1-476. Hutchinson & Co, Londen.
- JANSEN, A.W. & C.F. DE VOGEL, 1965. Zoetwatermollusken van Nederland: 1-160. Jeugdbondsuitgeverij, 's-Gravenland.

- KLAUSNITZER, B., 1977. Bestimmungstabellen für die Gattungen der aquatischen Coleopteren Larven Mitteleuropa's. -Beiträge Entomologie Berlin, 27: 145-192.
- KLINK, A.G., 1981. Determinatie-tabel voor de poppen en larven de Nederlandse Tanytarsini. Deel 1. Tabellen tot geslacht: 1-25. Vakgroep Natuurbeheer. Landbouwhogeschool, Wageningen
- KLINK, A.G., 1983. Key to the Dutch larvae of Paratanytarsus. Thieneman & Bause, with a note on the ecology and the phylogenetic relations. -Medeklinker: 3: 1-36, Wageningen.
- MACAN, T.T., 1979. A key to the nymphs of the British species of Ephemeroptera. Scientific Publication of the Freshwater Biological Association, 20: 1-80. Ambleside, Cumbria.
- MOLLER PILLOT, H.K.M., 1984. De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera). Nederlandse Faunistische Mededelingen, 1A: 1-277 en 1B: 1-175. Leiden.
- MOLLER PILLOT, H.K.M., 1986. Opmerkingen over nomenclatuur en determinatie van Chironomidae. Nieuwsbrief European Invertebrate Survey Nederland 17: 33-35, Leiden.
- NIESER, N., 1982. De Nederlandse water- en oppervlaktewantsen. -Wetenschappelijke Mededelingen van de K.N.N.V., 155: 1-78, Hoogwoud.
- SPERBER, C., 1950. A guide for the determination of the European Naididae. Zool. Bidrag Uppsala 29: 45-78.
- TOLKAMP, H.H., 1975. Determinatietabel voor het bepalen van familie, geslacht en soms zelfs soort der Europese, in het water levende Diptera-larven :1-64. Vakgroep Natuurbeheer, Landbouwhogeschool, Wageningen.
- TOLKAMP, H.H., 1982. Tabel voor het onderscheiden van waterpissebedden (Asselidae) in Nederland. Waterschap/ Zuiveringschap Limburg, Roermond.

Vissen

- MUUS, J. & P.DAHLSTROM, 1968. Zoetwatervissengids: 1-224. Elsevier, Amsterdam/ Brussel.
- NIJSSSEN, H., S.J. DE GROOT, 1987. De vissen van Nederland: 1-224. Bibliotheek van de K.N.N.V. 43, Utrecht.



HOOGLAND

Toekomstige groenvoorziening

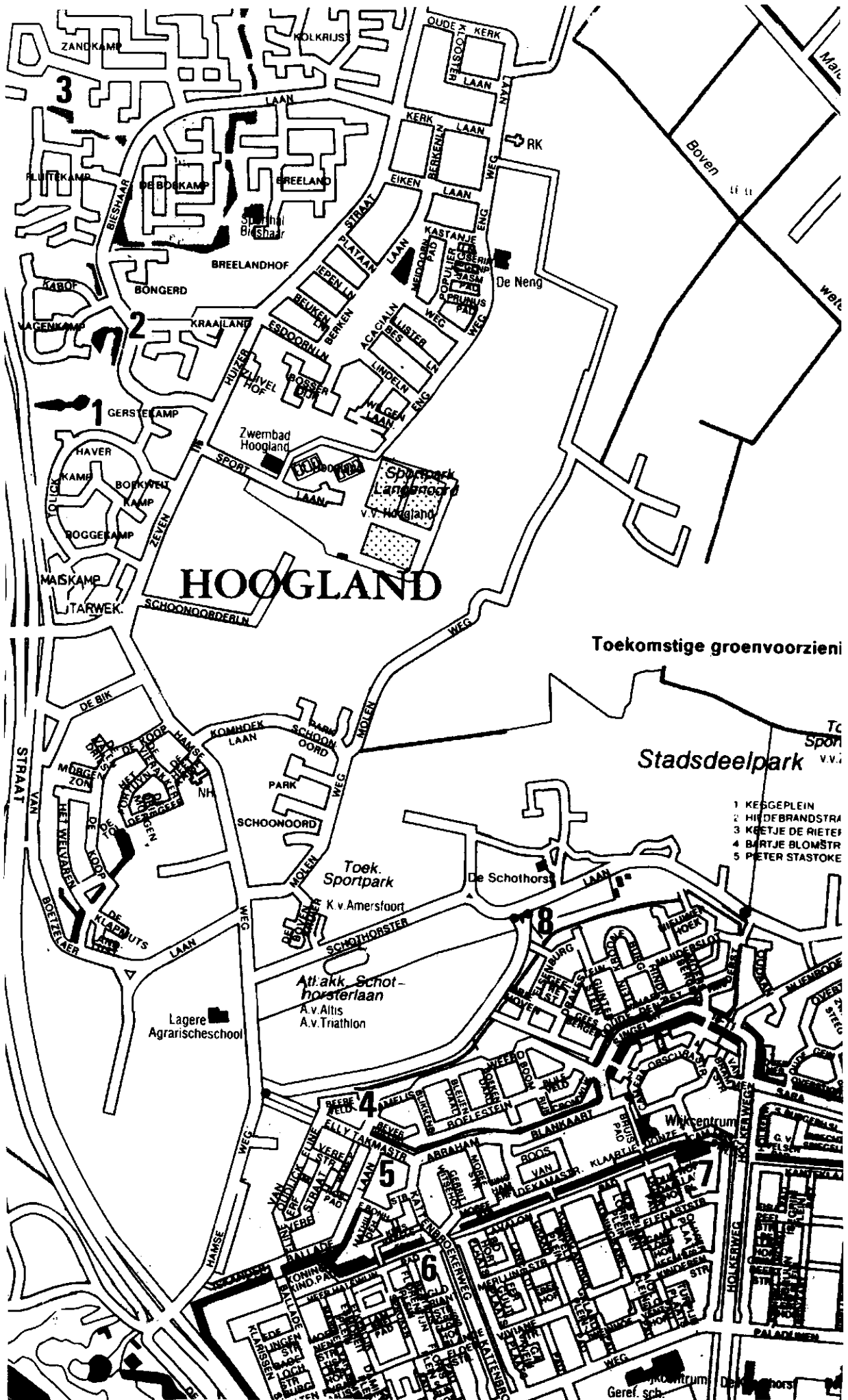
Stadsdeelpark

- 1 KESGELEIN
- 2 HINDEBRANDSTRAAT
- 3 KETJE DE RIETERF
- 4 BARTJE BLOMSTRAAT
- 5 PIETER STASTOKERF

Atlakk Schot-
horsterlaan
A.v Altis
A.v Tnathion

Lagere
Agrarischeschool

Geref sch
gem



HOOGLAND

Toekomstige groenvoorzieni

Stadsdeelpark

- 1 KESGEPLEIN
- 2 HIDE BRANDSTRA
- 3 KETJE DE RIET
- 4 BARTJE BLOMSTR
- 5 PIETER STASTOKE

Toek. Sportpark

K v Amersfoort

Atletiek Schot-horsterlaan
A.v. Altis
A.v. Triathlon

Lagere
Agrarische school

Wijkcentrum

Geref. sch.

12. Bijlagen

1. Lokaties van de monsterplaatsen in het onderzoeksgebied.
2. De gegevens van de makrofauna.
3. De gegevens van het zoöplankton.
4. De gegevens van het fytoplankton.
5. De resultaten van de chemische analyse's.

Bijlage 1: Overzicht van de monsterplaatsen in het onderzoeksgebied.

Hoogland

- 1 de vijver bij de Gerstekamp
- 2 de vijver bij de Vagenkamp
- 3 de Noord-West vijver bij de Zandkamp

Schothorst

- 4 de vijver bij het Beereveld
- 5 de singel langs de Elly Takmastraat
- 6 de singel langs het Heer Halewijnpad
- 7 de vijver aan het Avalonpad bij het winkelcentrum Schothorst
- 8 de vijver De Breede Goren bij het Landgoed Schothorst

Op de situatieschets bij de beschrijving van de monsterplaatsen staat de preciese lokatie van de monsterplaatsen aangegeven.

bijlage 2: Makrofauna
 De makrofauna van de monsterplaatsen. Er is met een makrofaunat net ca.5 m2 bemonsterd. Van elk taxon staat de vangst op 26 april (eerste regel) en de vangst op 29 augustus 1988 (tweede regel) vermeld.
 De gegevens over de indeling van een taxon in een saprobiëklasse zijn afkomstig uit gegevens van diverse auteurs, o.a. Sladeczek (1973).
 Uit de tabel blijkt dat niet alle soorten in een saprobiëklasse ingedeeld zijn.

* dode exemplaren
 + op monsterpunt aangetroffen, maar niet in het makrofaunamonster
 L larve
 p polysaproob
 a a-mesosaproob
 b b-mesosaproob

	monsterplaats no:	1	2	3	4	5	6	7	8
BLOEDZUIGERS - HIRUDINEA									
b-a	<i>Glossiphonia heteroclita</i>			1	1	7			
a	<i>Helobdella stagnalis</i>	2		31				4	
		2		16	14	51	1	1	2
a-b	<i>Theromyzon tessulatum</i>				14	3			1
b	<i>Hemiclepsis marginata</i>				4	2			
a	<i>Herpobdella octoculata</i>				11	23			
BORSTELWORMEN - OLICHOGAETA									
a	<i>Lumbriculus variegatus</i>					2			
p	Tubificidae met	1	2	2		5		1	
				5			1	1	
p	Tubificidae zonder		8	6	1	1	3	10	
	<i>Limnodrilus claparedeianus</i>	1		1	1		7	4	1
p-a	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>		5	4	1		3	1	
			1	2					
	<i>Dero digitata</i>					1			
	<i>Dero dorsalis</i>				1				
	<i>Nais communis</i>						11		
							7	3	1
	<i>Ophidonais serpentina</i>	1	160		1	1	8	2	1
							1	4	1
b	<i>Stylaria lacustris</i>		54		3		2	3	8
					1	1	5		
	<i>Enchytraeidae</i>	1				1		1	
KREEFTTACHTIGEN - CRUSTACEA									
	<i>Argulus foliaceus</i>								
			1					1	
a	<i>Asellus aquaticus</i>								
						24			
b	<i>Proasellus meridianus</i>			1					
					1	2	3		
WATERWANTSEN - HETEROPTERA									
b	<i>Cymatia coleoptera</i>					1			
						21/2			
	<i>Cymatia bonedorffi</i>	1							
	<i>Corixa punctata</i>	2							
a	<i>Sigara falleni</i>	5	14		5	9			1
			1	1	41/16	21/5	1		
a	<i>S. striata</i>	20	7		7	10			14
		8/9L	1		115/77	52/32	5/9		2L
	<i>Notonecta larve</i>								
		1							
a	<i>Notonecta glauca</i>								
						1			

monsterplaats no:	1	2	3	4	5	6	7	8
LIBELLEN - ODONATA								
Coenagrion spec.				1	10			4
o-b Enallagma cyathigerum	3				5			
Erythronma najas	2							
	8	1						
o-b Ischnura elegans	1							
SLIJKVLIEGEN - MEGALOPTERA								
b-a Sialis lutaria				2	3			
HAFTEN - EPHEMEROPTERA								
b Gloeon dipterum	26	10		10	4			27
	7	1		1	10	10		10
b Caenis horaria		70		2	17			4
					8	1		
b C.robusta								
								1
KEVERS - COLEOPTERA								
Haliphus flavicollis					5			
Hygrotus inaequalis								21L
Laccophilus hyalinus					2			
Laccophilus spec. larve					1			
Hydroporus palustris								1
Potamonectus depressus				8				
Stictotarsus duodecumpustulatus				2L	2			
Rhantus spec. larve								
	1							
Dytiscus spec. larve			3					
Laccobius spec. larve								1
Coelostoma orbiculare					1			
TWEEVLEUGELIGEN - DIPTERA								
Anopheles spec.				1				2
b Chaoborus flavicans	50	12						
		4		4				5
a Bezzia spec.	4	2		2	11			8
					1			11
Tipulidae								1

monsterplaats no:		1	2	3	4	5	6	7	8
DANSMUGGEN - FAM. CHIRONOMIDAE									
b	<i>Ablabesmyia cf phatta</i>		1		3	18			8
p	<i>Chironomus spec.</i>			1	1		3	2	
	<i>Cladotanytarsus spec.</i>	4		380		12	5	5	
a	<i>Cricotopus sylvestris agg</i>	2	1		1	4	1		
		5	7	2	10	3	96	1	
	<i>Cryptochironomus spec.</i>	1	3	3	2	4			
			1		1				
	<i>Cryptocladopelma gr.laccophilus</i>		2				8		3
							7	2	
	<i>Cryptocladopelma gr.lateralis</i>		2					1	
			1				2		
	<i>Dicrotendipes gr.lobiger</i>							2	
	<i>Dicrotendipes gr.nervosus</i>		4				8		
			3			3			
	<i>Endochironomus gr. dispar</i>	5	27		1				4
		108	5		23	6	31	2	
	<i>Endochironomus tendens</i>					2			
p	<i>Einfeldia gr. insolita</i>			6					
a	<i>Glyptotendipes spec.</i>	36	38	3	1	1	11		3
		12	20		2	2	55	6	1
	<i>Microchironomus tener</i>								
							1		
a	<i>Parachironomus gr.aruatus</i>	2	41			1			
b-a	<i>Paratanytarsus spec.</i>	2	2		2				
		3	1				1		
b-a	<i>Polypedilum gr. sordens</i>								
		26	4						
b-a	<i>Polypedilum cf.nubeculosum</i>	19	69	6	1	3	4		6
			10	5	17		9		
b-a	<i>Procladius s.l.</i>	8	19	360					
		1	3	46	4		5	1	
b-a	<i>Psectrocladius obuius</i>								
									90
b-a	<i>Psectrocladius gr.sordidellus</i>				3				
p	<i>Psectrotanypus varius</i>								
				90					
	<i>Rheotanytarsus spec.</i>		1		2		8		3
p	<i>Tanytus kraatzi</i>								
				28					
p	<i>Tanytus punctipennis</i>						1		
b-a	<i>Tanytarsus spec.</i>	1	2			1	2	1	
						1			
KOKERJUFFERS - TRICHOPTERA									
	<i>Agraylea sexmaculata</i>								95
	<i>Cyrnus flavides</i>					1			
			2		86	55			
b	<i>Mystacides longicornis</i>								
						10			
	<i>Phryganea bipunctata</i>		1						

monsterplaats no:	1	2	3	4	5	6	7	8
b WATERMIJTEN - ACTINEDIDA								
Arrenurus crassicaudata	6		1		1			1
Arrenurus latus	3		1	1	1			1
Arrenurus perforatus	1							
	2				1			
Arrenurus sinuator	1			22	16			
Arrenurus spec. nymfe					1			
					1			
Eylais discreta				2	7	2		
Hydrachna spec. nymfe					1			
Limnesia maculata	10							
				1				
Mideopsis orbiculata	5							
	3	7		1	1	1	2	
Neumania deltoides	5		1			1	2	4
	2	4				10	19	6
Piona alpicola								
					1			1
Piona coccinea	4				1			
				2	1			
Piona conglobata	5				6			1
Piona imminuta	17		2			16		1
	5						2	
Piona variabilis	11	2	2					
Piona rotundoides								2
Piona sp. nympe	25	3	2	1	7		2	
	8					7		
Pionopsis lutescens	4							
Unionicola crassipes								
		2						
SLAKKEN - GASTROPODA								
b Valvata piscinalis					1			
				3				
b Bithynia tentaculata						1		
				4	14			
b Radix peregra				5	14			3
b Stagnicola palustris								1
					1			
b Gyraulus albus	22			1				
	3			2	1			
b Planorbarius corneus								
					1			
Physa acuta								3
b Physa fontinalis					1			
				6	8			
TWECKLEPPIGEN - BIVALVIA								
x-a Pisidium spec.	4							
b-a Sphaerium corneum								
				1				

bijlage 3: Zoöplankton
 Het zoöplankton van de monsterplaatsen. Gefiltreerd over 50 µm
 Aantallen per liter.
 Per soort staat op de eerste regel de vangst van 4 mei, de
 tweede regel de vangst van 29 juni en op de derde regel de vangst
 van 29 augustus 1988 vermeld.
 De kolom V vermeldt het voorkomen van de soort in Nederland.
 (za=zeer algemeen, a=algemeen, va= vrij algemeen)
 De kolom S vermeldt de saprobieindicatie van de soort.
 (o=oligosaproob, b=beta mesosaproob, a=alpha mesosaproob, p=poly-
 saproob). Gegevens uit Notenboom-Ram (1981).

monsterplaats no:	1	2	3	4	5	6	7	8	V	S
WATERVLOOIEN - CLADOCERA										
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>				1				3	za	o-b/b
-		190	1		1			1		
<i>Daphnia pulex</i>			240						za	a/b
-			2	1						
<i>Scapholeberis mucronata</i>			1						za	o/b
-				2				9		
-							1			
<i>Simocephalus cf exspinosus</i>									za	o/b
-								1		
<i>Bosmina longirostris</i>		3							za	o/b
-	10	140				4	28	240		
-		190	1	950		6	15	950		
<i>Chydorus sphaericus</i>					1	1			za	o/a
-						2				
<i>Alona cf quadriangularis</i>									a	o/b
-					1			2		
<i>Eurycerus lamellatus</i>									a	b
-					1					
<i>Pleuroxus truncatus</i>									za	o/b
-								3		
<i>Polyphemus pediculus</i>				1	80	4		12	va	o
-								1		
OSTRACODA										
-			1							
COPEPODA										
-	32	8	4	8		4	200	160		
-	15	150	1	68			210	80	200	
-	190	950	1	950	11	8	8	570		
NAUPLIUS larve										
-										
ROTATORIA										
-	1900	450	5	54	2000	15	9999	9999		
-	500	100		30	400	800	10000	640		
-	15	400				300	72	900		
-	750							100		

bijlage 4:Fytoplankton

Het fytoplankton van de monsterplaatsen. Het fytoplankton is met een fytoplanktonnet bemonsterd. Aantallen per ml. De monsterdata zijn 28 april, 29 juni en 29 augustus. De kiezelwieren zijn op 13 april, 29 juni en 29 augustus bemonsterd. De monsters van monsterplaats 1 en 6 van 29 augustus zijn niet geteld. Voor de determinatie van de kiezelwieren zijn gloeipreparaten gemaakt. Het voorkomen van de kiezelwieren is semi-kwantitatief aangegeven.

De determinaties zijn met veel zorg uitgevoerd, toch bleek het niet mogelijk om alle individuen tot soortsnivo te determineren. Deze exemplaren staan dan als 'cf' in de tabel vermeld. De eerste kolom vermeldt de saprobie-indikatie volgens Sladeczek (1973), bij de kiezelwieren worden tevens de gegevens uit Krammer & Lange-Bertalot en de indeling van de Gemeenschappelijke Technologische Dienst Oost-Brabant vermeld.

x xenosaproob
o oligosaproob
b beta mesosaproob
a alpha mesosaproob
p polysaproob
+ aanwezig
++ veel
1 vervuilingsgevoelig
2 minder vervuilingstolerant
3 vervuilingstolerant

monsterplaats:	1	2	3	4	5	6	7	8
BAKTERIËN - EUBAKTERIINEAE								
IJzerbacterien	475 110	224 90	300 200	60	72 170	70	105 150	210 27
Leptothrix	+	32	12	+	240 12 +	+		
CYANOBAKTERIËN (blauwwieren) - CYANOPHYCEAE								
Microcystis spec.	500	256	3					
Oscillatoria spec.		4		+				
a Oscillatoria tenuis				+	8			11
				+	+	+		
FLAGELLATEN - EUGLENOPHYCEAE								
b Euglena acus								
b Lepocinclis marsonii				+				
b-a Lepocinclis texta	+		3 24 2400		16			+
b Phacus caudata		+		+		+		
b Phacus pleuronectes		+					+	
Trachelomonas hispida	+			+	+	+		16
		+			+	4		+
b Trachelomonas volvocina	112 20	90	12	24 16	+	42 10	100 +	24 28
Trachelomonas spec.		15	300 20	50 32		+	200 26	27
				30			150	

monsterplaats:		1	2	3	4	5	6	7	8
PANTSERWIJEREN - DINOPHYCEAE									
	Peridinium spec.	50	+						+
			+		45				
			+						
GROENWIJEREN - CHLOROPHYCEAE									
b-a	Ankistrodesmus falcatus	+	48		32	18	+	6	1040
		50						+	
	cf Chlamydomonas						76	20400	
				480	600	64	+	12300	45
	Coelastrum cambricum								
			28						
			15					100	
b	Chodatella cf ciliata		+						
			+				+		
b	Coelastrum microporum					18	42	+	
			24				+	+	
			30					150	+
a-b	Crucigenia rectangularis								
			40				4	+	
			30	+				+	
o-b	Crucigenia tetrapedia		+						
b	Dictyosphaerium pulchellum								
b	Kirchneriella obesa		6				34	+	
b	Microactinium pusillum								16
b-o	Oocystis spec.						56		24
			48		8			+	
					+	+		+	
b	Pediastrum boryanum		+					+	
			+					+	
b	Pediastrum duplex		+					+	
		+	8						
b	Pandorina morum		+		+		+	+	
b	Scenedesmus acuminatus	25	+				+	+	
							14	+	
b	Scenedesmus acutus		+			8		150	
			+	+	12		28		+
	Scenedesmus armatus	37	64	+	24		140	45	16
		+	52	5			12		
			10		30				
b	Scenedesmus denticulatus								
			+	13			+		
		+	+	40					
b	Scenedesmus opoliensis						+		
b	Scenedesmus quadricauda	+	192	13		+	+	+	
		+	18	20			10	+	
			15	200	+	8		100	
	Scenedesmus spinosus	+	+						16
					8		+		
		+	+						
	Selenastrum spec.				24	+	+	+	16
			10						
b	Tetrastrum staurogeniaeforme						28		
							+		
		+	+						
	Tertraedron caudatum							+	
	cf Chlorococcum								
					24				
			8	320					

monsterplaats:		1	2	3	4	5	6	7	8
KIEZELWIEREN - BACILLARIOPHYCEAE									
monsterplaats:		1	2	3	4	5	6	7	8
totaal	28-04-88	250	1440	45	264	186	336	282	312
	29-06-88	90	76	18	520	38	64	+	30
	29-08-88	+	80	120	375	440	+	750	27
	<i>Achnanthes austriaca</i>	.	.	.	x	.	.	x	.
	var. helv	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Achnanthes bioreti</i>	.	.	.	.	x	.	.	.
		.	.	.	.	x	.	.	.
	<i>Achnanthes conspicua</i>	x	.	.	.	x	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	x	.
		.	.	x	.	.	x	x	.
		.	.	x	.	.	.	.	.
	<i>Achnanthes exigua</i>	.	.	.	.	x	.	.	.
	var. heterovalva	.	.	.	x	x	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Achnanthes grana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
		.	.	.	.	x	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
a	<i>Achnanthes lanceolata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
2		x	.	.	.	.	.	x	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
p	<i>Achnanthes minutissima</i>	x	x	.	x	x	x	x	x
		x	x	.	x	x	x	x	x
		xx	x	.	x	xx	x	x	x
	<i>Achnanthes pl5r nsis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	x	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Achnanthes rostrata</i>	.	.	xx	x	x	x	x	x
		.	.	x	.	x	x	.	.
		x	.	x	.	.	.	.	x
	<i>Achnanthes rotaeana</i>	.	.	.	.	.	.	x	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Amphora libyca</i>	.	x	x	x	x	x	x	x
		x	x	x	.	.	.	x	x
		x	.	.	.	.	x	x	.
	<i>Amphora pediculus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
		.	x	x	.	x	x	x	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Anomoeoneis vitrea</i>	x	.	.	.	.	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
o-b	<i>Asterionella formosa</i>	.	x	.	.	.	.	.	.
		.	x	x	.	.	.	.	.
		x	x	.	x	.	.	.	.
o-b	<i>Caloneis silicula</i>	x	x	.	x	.	.	.	.
		x	.	.	.	.	.	x	.
		x	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Cocconeis hustedtii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
b	<i>Cocconeis pediculus</i>	.	x	.	.	.	.	.	.
1		.	x	x	.	.	.	.	.
		.	x	.	.	x	.	.	.
b	<i>Cocconeis placentula</i>	x	x	x	x	x	x	x	.
1		x	x	.	x	x	x	x	x
		x	x	.	x	x	x	.	.
a-b	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	x	.	.	.	x	x	x	x
		x	x	x	.	x	x	x	.
		x	x	.	.	.	x	.	.
	<i>Cyclotella pseudostelligera</i>	x	x	.	.	x	x	.	.
		.	.	.	.	.	x	x	x
		.	.	.	.	.	xx	x	.
b	<i>Cymatopleura elliptica</i>	.	.	.	.	.	x	.	.
		.	.	.	.	.	.	x	.
		.	.	.	.	.	x	.	.
b-a	<i>Cymatopleura solea</i>	.	.	.	.	x	x	xx	x
		.	x	.	.	.	x	x	.
		x	.	.	.	.	.	x	.
o-b	<i>Cymbella affinis</i>	.	.	.	.	x	.	.	.
1		.	.	.	.	.	.	.	.
		.	.	.	.	x	.	.	.

monsterplaats:		1	2	3	4	5	6	7	8
b	<i>Cymbella aspera</i>	.	x	.	.	.	.	.	.
		.	x	.	.	.	x	.	.
b	<i>Cymbella cistula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
1		x	.	.	.	.	x	.	.
	<i>Cymbella mesiana</i>	x	.	.	.	.	.	.	.
		.	.	x	.	.	.	.	.
	<i>Cymbella microcephala</i>	.	.	.	.	x	.	.	x
		.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Cymbella minuta</i>	x	x	.	x	.	x	.	x
		x	x	.	.	x	.	x	.
		x	x	.	.	.	.	.	.
b	<i>Cymbella naviculiformis</i>	.	x	.	x	.	.	x	.
		x	x	.	x	x	x	.	.
	<i>Cymbella subaequalis</i>	x	.	.	x	.	.	.	x
		.	.	.	.	.	.	.	.
b-o	<i>Diatoma elongatum</i>	aa	ax	x	.	x	.	.	.
		x	x	.	x	x	.	.	.
		x	x	.	x	.	.	.	.
b	<i>Diatoma vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
?		x	x	x	x	x	x	x	x
		.	.	.	.	.	.	.	.
o	<i>Eunotia lunaris</i>	x	x	.	x	.	.	.	x
		.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Eunotia bilunaris</i>	x	.	.	x	.	.	.	x
		.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Eunotia formica</i>	x	x	.	.	.	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
x	<i>Eunotia pectinalis</i>	x	.	.	.	.	.	.	.
	(var. minor)	x	x	.	.	.	.	.	.
		x	x	.	.	.	.	.	.
o-b	<i>Fragilaria capucina</i>	.	x	.	x	x	.	xx	x
1 (2)		x	x	.	x	x	x	.	.
		x	.	.	.	.	x	.	.
a	<i>Fragilaria parasitica</i>	.	x	.	.	.	x	x	.
2		.	x	.	.	.	x	x	.
		.	x	.	.	.	x	.	.
	<i>Fragilaria pulchella</i>	.	x	.	xx	.	.	.	x
2		x	x	.	x	x	.	.	.
		x	.	.	.	.	x	.	.
	<i>Fragilaria tabulata</i>	.	.	x	.	.	.	.	x
		x	.	.	.	x	x	.	.
		x	.	.	.	.	.	.	x
a-p	<i>Fragilaria ulna</i>	x	xx	x	xx	x	x	x	xx
	(+ var. acus)	x	x	x	x	x	x	x	.
		x	.	x	x	x	x	x	x
	<i>Fragilaria virescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
		x	x	x	x	x	x	x	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
o	<i>Frustulia vulgaris</i>	.	.	x	.	x	.	.	.
2		.	.	.	.	.	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
b	<i>Gomphonema acuminatum</i>	.	.	xx	x	.	.	.	x
		.	x	.	x	x	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Gomphonema angustum</i>	.	.	.	.	x	.	.	.
1		.	x	.	x	x	.	.	.
		x	.	.	.	x	.	.	.
	<i>Gomphonema clavatum</i>	.	.	.	.	.	x	.	x
		.	.	x	.	x	.	.	.
		x	.	.	.	x	.	.	.
p	<i>Gomphonema parvulum</i>	.	x	xx	x	.	x	.	x
3		x	x	x	x	.	x	x	.
		x	x	x	.	.	x	.	.
	<i>Gomphonema truncatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
1		x	.	x	.	.	.	x	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
a	<i>Hantzschia amphioxys</i>	.	.	x	.	.	x	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Melosira cf. ambigua</i>	.	.	.	.	.	x	x	.
		x	.	.	.	.	xx	xx	.
		.	.	.	.	.	x	.	.

monsterplaats:		1	2	3	4	5	6	7	8
b	Melosira varians	x	.	x	x	.	.	x	x
2		.	x	.	.	.	x	x	x
		.	.	x	.	.	.	x	x
a	Navicula capitata	.	.	.	.	.	.	.	x
2	var. capitata	x	x	.	x	x	x	x	x
		x	x	.	x	.	x	x	x
	Navicula capitata	x	x	.	xx	x	x	x	.
	var. hungarica	.	.	.	.	.	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
	Navicula clementis	.	x	.	x	.	.	.	x
		x	x	.	x	x	x	.	x
		x	x	.	x	x	.	.	.
a	Navicula cryptocephala	x	x	x	x	x	.	.	.
		x	x	.	x	x	x	.	.
		x	x	x	.	.	x	.	x
a	Navicula cuspidata	x	.	x	x	.	.	.	x
2		x	x	x	.	.	.	.	.
		x	.	x	.	.	.	.	.
	Navicula elginensis	.	.	.	x	x	.	.	.
		x	.	.	x	.	x	.	.
		x	.	.	x	.	.	x	.
b	Navicula gastrum	.	.	.	.	.	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
		.	.	.	.	.	x	x	.
a	Navicula gregaria	.	x	.	x	x	x	x	x
2		x	x	.	x	x	x	x	x
		x	x	x	x	x	x	.	x
a	Navicula menisculus	.	x	.	.	.	x	.	.
2		.	x	.	.	.	x	x	.
		.	x	.	.	x	.	x	.
p	Navicula minuscula	.	.	.	x	.	.	.	x
3	var. muralis	.	.	.	x	.	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
a	Navicula pupula	x	.	x	x	.	.	x	.
2		x	.	x	x	x	.	.	.
		x	.	x	.	x	.	.	.
	Navicula rhynchocephala	x	x	.	x	x	.	.	x
1		x	x	x	.	.	.	.	x
		x	x	x	x	.	.	.	x
p	Navicula seminulum	.	.	.	.	.	.	.	.
		x	.	x	x	.	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
	Navicula slesvicensis	x	x	.	x	.	.	.	x
		x	x	x	x	.	.	.	.
		x	x	x	.	.	.	.	.
	Navicula tripunctata	.	.	.	.	.	.	.	.
1		x	x	.	.	x	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
	Navicula trivialis	.	.	x	.	x	.	.	.
2		.	.	.	.	.	.	.	.
		x	.	.	.	.	.	.	.
	Neidium affine	.	.	.	x	.	.	.	.
		.	.	.	.	x	.	.	.
		.	.	.	x	.	.	.	.
a	Nitzschia acicularis	.	.	.	x	.	.	.	x
2		.	.	.	.	.	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
a	Nitzschia amphibia	.	.	.	.	x	.	.	x
2		.	.	x	.	.	.	x	.
		.	x	x	.	.	.	x	.
o-b	Nitzschia dissipata	.	.	.	.	x	.	.	x
1		.	.	.	x	.	.	x	x
		.	.	.	.	.	.	.	.
		x	.	.	.	.	.	.	.
o-b	Nitzschia fonticola	.	.	.	.	x	.	.	x
1	(= N. romana)	.	.	.	x	x	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
a	Nitzschia hungarica	.	.	.	.	.	x	.	.
2		.	x	.	.	.	.	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	x
o-b	Nitzschia linearis	.	.	.	.	x	.	.	x
1		.	.	.	.	.	x	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
p	Nitzschia palea	x	x	xx	xx	x	x	.	x
3		x	.	x	x	x	x	.	.
		x	.	x	x	.	.	.	x
	Nitzschia paleacea	.	.	.	.	.	.	.	.
2		.	.	x	.	.	x	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
	Nitzschia pusilla	.	.	.	x	x	.	.	xx
2		.	.	.	.	x	.	x	.
		x	.	.	.	.	.	.	.

monsterplaats:		1	2	3	4	5	6	7	8
b	Nitzschia sigmoidea	.	x	.	.	x	xx	xx	x
1		.	x	.	.	x	.	.	.
		.	x	.	.	.	.	.	.
a	Pinnularia gibba	x	.	.	.	.	.	.	x
		x	x	.	x	.	x	.	.
		x	.	.	x	.	.	.	.
	Pinnularia interrupta	x	.	.	.	.	.	.	x
		x	x	.	x	.	.	.	.
		x	x	.	.	.	.	.	.
b	Pinnularia major	.	.	.	x	.	x	x	.
		.	.	.	.	.	x	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
b	Pinnularia viridis	x	x	xx	x	.	x	.	x
		.	x	x	.	.	.	.	.
		x	.	.	.	.	.	.	.
	Rhoicosphenia abbreviata	.	.	.	.	.	.	.	.
		x	x	x	.	x	x	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
b	Stauroneis anceps	x	x	xx	x	.	.	.	.
		x	.	x	.	.	x	.	.
		.	.	.	.	.	.	.	.
	Stauroneis anceps var. gracilis	x	.	.	x	.	x	.	.
		x	.	.	.	.	.	.	.
	Stauroneis kriegeri	.	.	.	.	x	.	.	.
		.	.	x	x	.	.	x	.
		x	.	.	.	.	.	.	.
b	Stauroneis phoenicenteron	x	.	xx	x	.	.	.	.
		x	.	x	.	x	.	.	.
		x	.	x	x	.	.	.	.
	Stephanodiscus cf hantzschii	.	.	x	x	x	x	x	x
		.	.	.	.	.	x	x	.
		.	.	x	.	.	x	x	.
2	Surirella ovata	x	.	.	x	x	.	.	x
		x	x	.	.	.	.	.	.
		x	x	.	.	.	.	.	.
	Surirella robusta	.	.	.	x	.	x	x	.
		.	.	.	.	.	x	.	.
		x	.	.	.	.	.	.	.

SIERALGEN - CONJUGATOPHYCEAE

Closterium spec.

+ +

Closterium pronum

Staurostrum spec.

10 + +
+

GOUDALGEN - CHRYSOPHYCEAE

Chrysococcus spec.

300 200 18 104 140 66 32
40 12 4

Chrysococcus biporus

275 300 8 224 24 336 100 96
16 10

o-b Chrysococcus rufescens

200 172 14 225 + 210
18

Dinobryon sertularia

187 90 72 98 64
+ 30 16 + +

SCHAALAMOEBEN - RHIZOPODA

Arcella spec.

+ +

Diffugia spec.

+
+

monsterplaats:	1	2	3	4	5	6	7	8
RADERDIEREN - ROTATORIA								
Keratella spec.	+	+			+			
		+					+	+
ZOÖFLAGELLATEN - ZOÖFLAGELLATA								
Bicosoeca spec.	+	48		24	+			
	4				8	6		
		+		+				
Kephyrion spec.	62	128		288	48	84	24	112
	40	14			6	16		22
Stephanokalyx spec.	75	160		48		70	9	
					80	+		

bijlage 5: De chemische bepalingen.

In de tabel staan de resultaten van de chemische analyses. De eerste regel van een bepaling geeft de resultaten van de eerste monsterdatum (26 april), de tweede regel vermeldt de uitkomsten van de tweede bemonstering (1 september 1988).

monsterplaats:	1	2	3	4	5	6	7	8
temp °C	11.9	13.9	13.9	14.3	12.8	12.9	13.5	11.7
-29-06	18.0	18.0	18.6	17.2	17.8	18.0	18.4	18.0
-	18.8	19.8	19.5	18.0	18.0	17.5	20.0	20.5
chlorofyl mg/m3	34.1	34.1	3.0	22.5	2.2	33.3	48.8	40.2
29-06	26.6	22.2	25.7	28.1	5.9	75.5	257.5	29.6
-	48.1	60.0	80.0	48.1	50.4	95.7	173.9	6.2
zwevende stof mg/l	16	22	8	14	14	16	24	18
-	14	16	18.4	20	6	19.4	20	8
doorzicht cm	61	52	B	47	68	50	B	55
-	64	60	58	27	50	39	B	81
pH	7.1	7.6	7.2	7.3	7.4	7.7	7.7	8.2
-	7.5	7.7	7.4	7.1	7.6	7.3	7.7	7.6
Cl mg/l	77.88	70.52	31.35	42.26	36.49	35.15	34.94	41.78
-	53.40	57.02	10.48	34.20	50.00	33.21	25.44	38.42
NO3 mg/l	10.55	5.48	1.00	18.48	29.12	10.2	2.70	5.81
-	1.72	0.93	0.61	9.79	2.51	0.41	0.12	0.00
NO2 mug/l	156	64.5	84.6	354	644	338	159	126
NH4 mg/l	0.39	0.28	0.72	0.16	0.17	0.09	0.40	0.09
-	0.35	0.13	3.97	0.49	0.27	0.14	0.10	0.49
N-Kjel mg/l	9.19	5.92	3.12	4.96	3.03	5.73	4.23	2.99
-	3.49	3.42	6.20	3.89	5.83	6.13	4.14	3.93
P-ortho mg/l	0.06	0.14	0.08	0.05	0.03	0.14	0.03	0.11
-	0.03	0.03		0.14	0.06	0.13	0.06	0.12
P-Kjel mg/l	0.29	0.30	0.16	0.17	0.15	0.20	0.10	0.08
-	0.17	0.13	1.48	0.21	0.08	0.39	0.31	0.31
Mg mg/l	9.38	7.32	10.13	11.51	13.08	11.24	10.06	11.47
-	5.82	6.29	1.49	8.00	11.51	6.59	5.28	5.84
Ca mg/l	50.17	48.17	50.71	52.47	65.35	61.20	63.59	48.78
-	28.44	35.61	15.32	47.10	69.11	44.41	34.61	41.54
CZV mg O2/l	72.9	162.1	45.6	62.6	40.5	66.8	72.5	55.2
-	27	132	24	42	46	47	42	36
BZV mg O2/l	5.1	6.6	2.3	4.3	2.7	5.6	7.0	6.5
-29-06	3.0	3.0	-	4.0	2.1	12.5	14.3	-
-	6.3	6.4	7.6	3.7	4.5	9.7	9.7	4.3
E.G.V. muS	685	675	640	648	700	608	598	600
-	501	340	154	354	505	303	265	370
-24-11	578	551	365	615	626	496	491	636
K mg/l	8.96	8.18	10.00	12.06	7.83	7.01	5.08	8.28
-	8.59	8.53	2.27	12.18	4.99	3.52	4.59	3.63
Na mg/l	46.01	42.00	26.40	24.01	22.03	20.93	20.15	24.91
-	31.69	33.62	10.38	19.81	30.22	21.76	16.88	25.89
HCO3 mg/l	107.79	107.13	160.47	90.85	78.27	125.66	170.14	101.57
-	83.30	107.66	63.31	114.28	165.90	127.91	103.16	121.82
SO4 mg/l	64.97	64.70	61.97	85.66	90.97	75.11	54.83	76.79
-	26.42	31.05	12.79	61.85	96.48	39.45	30.38	31.64
Al mg/l	0.19	0.17	0.12	0.17	0.20	0.20	0.13	0.20
-	0.09	0.13	0.05	0.18	0.12	0.11	0.09	0.21
Fe mg/l	0.26	0.20	0.16	0.24	0.17	0.21	0.18	0.15
-	0.60	0.44	0.64	0.29	0.31	0.39	0.42	0.31

B= Bodem

De gegevens van de zuurstofmetingen.

monsterplaats:	1	2	3	4	5	6	7	8
temp. in C.								
26-04	11.9	13.9	13.9	14.3	12.8	12.9	13.5	11.7
16-05	19.5	18.5	19.0	19.0	18.0	17.0	18.0	20.0
14-06	17.5	18.0	18.5	18.5	18.0	17.0	18.0	20.0
29-06	18.0	18.0	18.6	17.2	17.8	18.0	18.4	18.0
20-07	16.0	16.5	16.0	16.5	16.0	16.5	16.5	17.0
16-08	17.5	18.0	18.0	17.0	16.0	17.0	17.5	17.0
01-09	17.0	18.0	17.5	16.5	17.0	17.0	17.5	18.0
18-10	9.8	10.0	10.0	9.0	9.9	10.0	9.9	9.5
24-11	4.5	4.5	4.5	4.0	4.5	5.0	4.5	4.5

02 in mg/l								
26-04	12.6	12.8	8.1	13.1	12.9	13.3	13.4	16.3
16-05	8.1	5.0	9.4	9.6	9.4	12.0	11.6	11.9
14-06	9.6	8.5	0.7	7.8	9.1	6.4	4.1	10.0
29-06	8.6	6.7	1.4	6.9	10.3	12.8	18.4	9.1
20-07	3.8	2.8	1.5	8.0	8.6	2.9	2.2	7.8
16-08	5.0	3.4	0.7	4.5	3.8	2.0	3.5	7.1
01-09	3.2	5.6	4.3	7.8	6.4	10.0	9.8	5.1
18-10	5.2	4.3	1.2	5.4	6.6	2.9	1.9	4.9
24-11	5.2	6.8	1.4	5.2	5.1	4.6	5.7	5.9

02 verzadigingspercentage.								
26-04	116.3	122.8	77.7	126.7	121.2	125.2	127.6	149.7
16-05	87.6	53.2	101.1	103.2	98.9	123.7	122.1	129.3
14-06	100.0	89.5	7.4	83.0	95.8	66.0	43.2	108.7
29-06	90.5	70.5	14.9	71.4	108.0	134.7	195.3	95.8
20-07	38.4	28.6	15.2	81.6	86.9	29.6	22.4	80.4
16-08	52.1	35.8	7.4	46.4	38.4	20.6	36.5	73.2
01-09	33.0	58.9	44.8	79.6	66.0	103.1	102.1	53.7
18-10	45.8	38.1	10.6	46.6	58.3	25.7	16.8	42.8
24-11	40.0	52.3	10.8	39.4	39.2	35.9	43.8	45.4

De Micro-verontreiniging in water.

monsterdatum zware metalen: 28 april, 1 september.
monsterdatum PAK's: 28 april 1988

monsterplaats:	1	2	3	4	5	6	7	8
-Pb mg/l	0.01	0.07	0.01	0.01	0.05	0.01	0.05	0.03
-Zn mg/l	0.06	0.02	0.06	0.10	0.07	0.10	0.08	0.08
-minerale olie mg/l	1.52	0.37	0.36	1.13	0.41	0.62	1.92	2.57

PAK's mu/l								
1 Flu mug/l	0.19	0.11	0.26	0.12	0.14	0.07	0.12	0.05
2 Bbf mug/l			0.02				0.63	
3 BkF mug/l			0.02	0.006			0.16	
4 BaP mug/l							0.22	
5 Bghip mug/l							0.62	
6 IP mug/l							0.47	
totaal mug/l	0.19	0.11	0.30	0.12	0.14	0.07	2.23	0.05
6 van Borneff								

Micro-verontreiniging in slib, uitgedrukt in mg per kg. slib(droge stof)

monsterplaats:	1	2	3	4	5	6	7	8
- Pb mg/kg ds	2.1	0.05	0.05	6.56	12.8	68.8	34.0	121.2
- Zn mg/kg ds	28.1	24.2	15.0	92.7	66.1	245.6	202.3	298.2
PAK's mg/kg ds								
1 Flu	0.73	0.64	0.37	1.27	1.58	1.09	1.22	-
2 Bbf	0.07	0.12	0.13	0.16	0.09	0.17	0.25	-
3 BkF	0.03	0.06	0.06	0.09	0.07	0.07	0.09	-
4 BaP	0.03	0.05	0.09	0.10	0.07	-	0.05	-
5 Bghip	0.03	0.05	0.09	0.05	-	-	-	-
6 IP	-	0.03	0.05	0.03	-	-	-	-
totaal	0.90	0.95	0.79	0.70	1.79	1.33	1.61	-
6 van Borneff								

PAK's
1 Flu = Fluor antheen
2 Bbf = Benzo (b) fluor antheen
3 BkF = Benzo (k) fluor antheen
4 BaP = Benzo (a) pyreen
5 Bghip = Benzo (ghi)peryleen
6 IP = Indeno (1,2,3 c.d) pyreen IP

overige bepalingen aan het slib:
monsterdatum: 28 april 1988.

		1	2	3	4	5	6	7	8
P-Kjel	mg/g dr.st.	0.11	0.24	0.16	0.09	0.24	0.16	0.18	0.11
N-Kjel	mg/g dr.st.	0.34	0.84	0.22	0.21	0.70	0.43	0.62	0.44
pH		6.20			7.40				7.10
% vocht (70 C.)		28.70	46.70	26.30	26.40	35.40	27.70	29.90	30.10

bepalingen aan het filtraat:
monsterdatum: 28 april 1988.

		1	2	3	4	5	6	7	8
NH4	mg/l	4.38			11.49			8.75	14.30
NO3	mg/l	0.21			0.73			0.36	0.53
HCO3	mg/l	61.06			224.01			136.12	248.23
Mg	mg/l	4.86			8.82			8.76	9.79
Ca	mg/l	26.19			68.87			69.38	67.80
Al	mg/l	0.60			0.45			0.45	0.55
Fe	mg/l	5.45			0.34			3.56	2.77
K	mg/l	13.78			12.66			4.58	14.06
Na	mg/l	39.34			31.59			20.07	44.40
PO4	mg/l	0.49			0.32			0.23	0.22
Cl	mg/l	61.58			60.71			42.68	60.86
SO4	mg/l	60.33			80.05			130.70	76.67

