De waterkwaliteit van de stadswateren in de wijken Randenbroek, Liendert en Rustenburg te Amersfoort

Verslag van het biologisch en chemisch onderzoek

juni 1987 - april 1988

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

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

541767

Inhoud

Voorwoord.

Samenvatting.

1. Inleiding.

2. De waterplanten in de stadswateren van Randenbroek, Liendert en Rustenburg.

3. De kontinu-meting van zuurstof aan de Reintendreef.

4. Het ecotoxicologisch onderzoek.

5. De overlevingskansen voor vissen.

6. Het bakteriologisch onderzoek.

7. De makrofauna, het zoöplankton en het fytoplankton op de monsterplaatsen.

8. Biologische waterkwaliteitsbeoordeling.

9. Het fysisch-, chemisch onderzoek en de microverontreiniging.

10. De beschrijving en de biologische waterkwaliteitsbeoordeling van de monsterplaatsen.
- toelichting
- De vijver aan de Ringweg
- De vijver bij Nijenstede
- De vijver aan de Albatrosstraat
- De singel langs de Albatrosstraat
- De vijver aan de Trekvogelweg
- De singel langs de Trekvogelweg
- De singel langs de Van Randwijcklaan
- De vijver aan het Senfpad
- De singel langs de Reintendreef
- De vijver aan de Van Dillewijndreef

11. Aanbevelingen.

12. Literatuur.

13. Bijlagen
    1. Lokaties van de monsterplaatsen in het onderzoeksgebied.
    2. Verklaring van de gebruikte termen.
    3. Tekeningen van een aantal organismen uit de stadswateren van Amersfoort.
    4. De gegevens van het zoöplankton.
    5. De gegevens van de makrofauna.
    6. De gegevens van de visfauna.
    7. De gegevens van het fytoplankton.
    8. De resultaten van de chemische analyse's.
    9.1 De chemische analyse methoden.
    9.2 Het weer voorafgaand aan de monsterdata.
    9.3 Toetsingskader van het Ministerie van V.R.O.M.

Voorwoord

Door de Hogeschool van Amsterdam wordt in opdracht van de gemeente Amersfoort de waterkwaliteit van het stadswater in Amersfoort onderzocht. Dit rapport is het eerste deel van dit onderzoek en beschrijft de waterkwaliteit van de stadswateren in de wijken Randenbroek, Liendert en Rustenburg. Het is een uitbreiding van het rapport over het biologisch gedeelte van het onderzoek. De resultaten van het chemisch onderzoek zijn toegevoegd.
In de volgende delen zullen de onderzoeksresultaten van het waterkwaliteitsonderzoek in de wijken Schothorst, Hoogland en de binnenstad aan de orde komen.

Aan het onderzoek is door veel studenten meegewerkt. De studenten van H.L.O. 1 (Hoger Laboratorium Onderwijs) hebben de bakteriologische experimenten uitgevoerd, de studenten van HLO 3 Biologisch hebben de ecotoxicologische experimenten verricht en meegewerkt aan de biologische inventarisatie. Door de studenten van MLO3 en HLO3 Chemisch werden de chemische bepalingen 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 is echter noodzakelijk voor het verkrijgen van betrouwbare resultaten. Deze begeleiding is gegeven door de docenten die bij de betreffende praktika betrokken zijn.
Daarnaast is veel werk door de technische medewerkers van het Instituut uitgevoerd.

Bij dit onderzoek is veel gebruik gemaakt van de goede kontakten die we met diverse laboratoria hebben. Zo zijn de determinaties van de mijten uitgevoerd door drs. H. van der Hammen en G. Duursema van de Provinciale Waterstaat van Noord-Holland.
Door mevr. dr. F.I. Kappers is een belangrijke bijdrage geleverd bij de determinaties van het fytoplankton.
De kontrole van de makrofaunadeterminaties is verricht met behulp van de referentiekollektie van de afd. Ecologie van de Provinciale Waterstaat van Utrecht.
De visfauna is mede onderzocht door het Centrum voor Natuur en Milieu "Landgoed Schothorst" (gemeente Amersfoort).
De tekeningen zijn gemaakt door Martin Hup, Jack Ursem, Otto Speelman en vooral Rene Verburg - studenten van HLO 3 Biologisch.
De scanning-elektronenmicroscoopfoto's zijn door Hanneke Mieloo tijdens haar stage op de Universiteit van Amsterdam gemaakt.

Mevr. dr. E. van Donk, aquatisch ecologe van de Provinciale Waterstaat van de Utrecht en mevr. dr. F.I. Kappers van het Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiene 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

De wijken Randenbroek en Liendert in Amersfoort hebben een gewoon gescheiden rioolstelsel. De wijk Rustenburg heeft een, in aanleg, gewoon gescheiden rioolstelsel, dat later zo verbeterd is dat het eerste regenwater via een persleiding naar het Valleikanaal wordt afgevoerd. In het noordoostelijk gedeelte van de wijk ligt een gewoon gescheiden stelsel.
Al lange tijd blijkt dat het gewoon gescheiden rioolstelsel niet goed funktioneert. Met het regenwater spoelt straatvuil in het oppervlaktewater. Door foutieve aansluitingen komt ook een deel van het rioolwater in het stadswater terecht. Deze extra belasting kan door het water niet verwerkt worden.
In de wijk Rustenburg wordt het eerste regenwater met de persleiding afgevoerd. Bij een matige regenbui vindt er een overstort van het regenwaterriool op het oppervlaktewater plaats. Bij een overstort spoelt het regenwater met het straatvuil en het slib, dat tijdens een droge periode in het regenwaterriool bezonken is, in het stadswater.

In opdracht van de gemeente Amersfoort is door de afd. Laboratoriumonderwijs van de Hogeschool van Amsterdam de waterkwaliteit onderzocht. Het onderzoek is uitgevoerd van juni 1987 tot april 1988.
In dit eindrapport worden de volgende facetten besproken:

1 De resultaten van de globale inventarisatie van de flora en fauna.
2 De bakteriologische situatie in water en slib.
3 De oorzaken van de vissterfte.
4 De fysisch- chemische bepalingen en de microverontreiniging van het water en in het slib.
5 De mogelijkheden voor onderhoud, beheer en herstel van de stadswateren.

1 De resultaten van de inventarisatie.

Met behulp van het komputerprogramma TWINSPAN (zie fig.7.1) is een indeling gemaakt van de monsterpunten op basis van de makrofauna. De eerste indeling in 2 groepen komt overeen met een indeling van de monsterpunten met waterplanten (de vijver bij Nijenstede en de vijver aan de Trekvogelweg) en de monsterpunten zonder waterplanten. De groep zonder waterplanten wordt vervolgens in twee subgroepen gesplitst, te weten:
a. een subgroep van de monsterplaatsen in Rustenburg;
b. een subgroep van de monsterplaatsen in Liendert en Randenbroek. Deze subgroep bestaat uit de sterk met organisch materiaal verontreinigde vijvers aan de Ringweg en de Albatrosstraat en de singel langs de Albatrosstraat.

Met deze indeling, de gegevens van het fytoplankton en de gegevens van de waterplanteninventarisatie, waarbij een snelle achteruitgang van de submerse waterplanten naar voren kwam, kan een schematisch overzicht (fig. 1) van de veranderingen van de levensgemeenschappen bij toenemende vervuiling gemaakt worden.
Na de aanleg van de stadswateren komen er waterplanten voor, door de voortdurende instroom van water uit het regenwaterriool verdwijnen de waterplanten en gaat het fytoplankton domineren. Tot slot zijn de vijvers zo verontreinigd, dat het fytoplankton verdwijnt en er slechts detrituseters en bakteriën voorkomen.

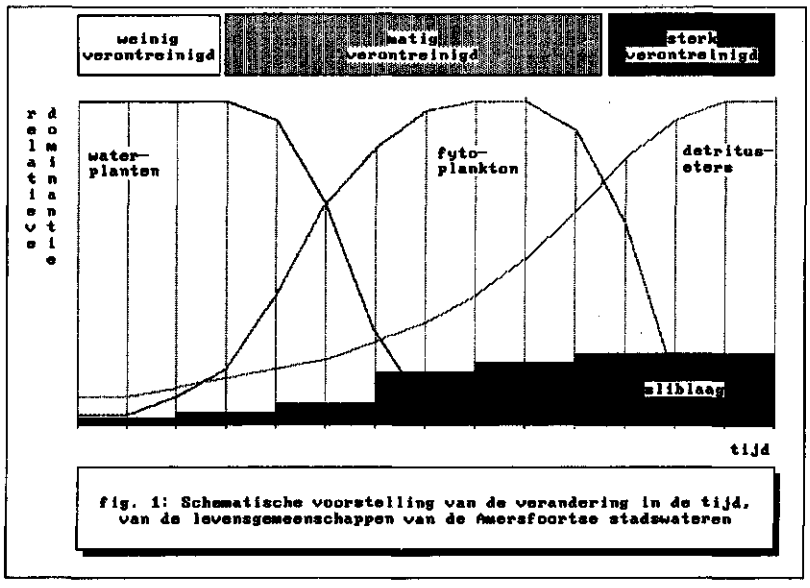


fig. 1: Schematische voorstelling van de verandering in de tijd, van de levensgemeenschappen van de Amersfoortse stadswateren

2 De bakteriologische situatie.

De meeste monsterplaatsen (uitgezonderd de vijver aan de Albatrosstraat) hebben ongeveer 10 thermotolerante bakteriën per ml. Dit aantal ligt net onder de norm van 20 per ml. (I.M.P.-water '85-'89). Het aantal bakteriën in de vijver aan de Albatrosstraat is veel hoger en wijst op een aanzienlijke bakteriële verontreiniging. De bron van deze verontreiniging is de inlaat van het regenriool in deze vijver. Ook in de singel langs de Albatrosstraat komen hierdoor te hoge koncentraties bakteriën voor.
Zeer hoge koncentraties bakteriën zijn ook in het slib van deze vijver aangetroffen.

3 De oorzaken van de vissterfte.

De overlevingssituatie voor de vissen hangt sterk samen met de zuurstofhuishouding. Aan de hand van een drietal kontinu-metingen van de zuurstof, gedurende een etmaal in de singel aan de Reintendreef, werd een beeld verkregen van de belangrijkste processen in de zuurstofhuishouding. De hoeveelheid door fotosynthese geproduceerde zuurstof schommelt sterk en is afhankelijk van de fytoplanktonkoncentratie (bij de algenbloei van eind augustus werden verzadigingspercentages rond de 200% gemeten).
Tijdens de kontinu-metingen op de Reintendreef bleek het grote zuurstofverbruik van de bakteriën in de modderlaag. Er werden echter geen extreem lage zuurstofkoncentraties gemeten waarbij massale vissterfte kan optreden. Dit kan samenhangen met de regenachtige, koude zomer.
Wel komt uit de gegevens een beeld van de instabiele situatie van de zuurstofhuishouding naar voren, waarin zowel de algenbloei van dit jaar als de sterfte van vissen in de warme zomer van 1986 in de vijver aan het Senfpad past.

4 De fysisch- chemische kenmerken.

Aan de hand van de hardheid en de chloridekoncentratie blijkt de overeenkomst in herkomst van het water in de singels en vijvers in Randenbroek (Ringweg en Nijenstede) en Liendert (Albatrosstraat) De herkomst van dit water is vnl. regenwater, dat direkt of indirekt in het stadswater terecht komt. Met dit water stroomt veel organisch materiaal in deze wateren. De ammoniumkoncentratie en het totale gehalte aan fosforverbindingen zijn in deze stadswateren hoog.
De monsterplaatsen van Rustenburg-Zuid (Senfpad en Reintendreef) bevatten naast water uit de overstorten ook grondwater met een opvallend hoge chloridekoncentratie.
Het water uit De Hoef stroomt door de Van Dillewijndreef richting Liendert. In Liendert stroomt dit water via de vijver aan de Trekvogelweg en de singel langs de Van Randwijcklaan richting Valleikanaal. De monsterplaatsen in Liendert aan dit trajekt hebben dan ook een overeenkomstige hardheid en chloridekoncentratie als de Van Dillewijndreef.
De micro-verontreiniging met zware metalen in het water en slib is over het algemeen licht. Wel is er een matige verontreiniging van vooral het slib in Randenbroek en Liendert met PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen). Vooral in de vijver aan de Ringweg zijn in het slib hoge koncentraties gemeten.

5 De mogelijkheden voor onderhoud, beheer een herstel.

Aan het stadswater kan een drietal funkties toegekend worden.
a. De singels en vijvers moeten het regenwater kunnen afvoeren;
b. Het water heeft een rekreatieve funktie en moet er decoratief uitzien;
c. Het water heeft een edukatieve funktie, hiervoor moet het water een levensgemeenschap hebben met een verscheidenheid aan organismen, waaronder vissen.

Naast deze mensgerichte funkties van het water, kan men ook aan het stadswater een eigen ecologische waarde toekennen.

Uitgaande van deze funkties en de mogelijkheden voor herstel en onderhoud van de biologische waterkwaliteit is het allereerst gewenst dat in de stadswateren waterplanten groeien.

In figuur 11.1 wordt aan de hand van de samenstelling van de levensgemeenschap aangegeven welke mogelijkheden er voor herstel en onderhoud zijn.
Bij de beschrijving van elk monsterpunt staat aangegeven hoe de situatie van de levensgemeenschap ter plekke is. Door de positie van een monsterpunt met figuur 11.1 te kombineren kunnen de maatregelen voor herstel en onderhoud bepaald worden.
De herstelmogelijkheden vallen in twee groepen uiteen. In de sterk verontreinigde wateren moet eerst de bron van de verontreiniging (het rioolstelsel) aangepakt worden en de sliblaag weggezogen worden. In water met een overheersende fytoplanktongroei lijken er mogelijkheden voor aktief biologisch herstel, eventueel in kombinatie met technische maatregelen.
Als de waterplanten zich weer in het water gevestigd hebben, is vervolgens regelmatig onderhoud nodig voor het handhaven van de waterkwaliteit.

1. Inleiding

In het oostelijk deel van Amersfoort, in de wijken Randenbroek en Liendert, is een gescheiden rioolstelsel aangelegd. Dit houdt in dat rioolwater en regenwater gescheiden afgevoerd worden. Het regenwater komt in de stadswateren en het rioolwater bij de Rioolwaterzuiveringsinstallatie terecht.
In de wijk Rustenburg is - in aanleg - een gewoon gescheiden rioolstelsel aangelegd. Het stelsel is echter zodanig verbeterd, dat het eerste regenwater via een persleiding naar het Valleikanaal afgevoerd wordt. Bij een hevige regenbui vindt er een overstort op het stadswater plaats.
In het noordoostelijk gedeelte van de wijk ligt nog steeds een gewoon gescheiden rioolstelsel. Hier wordt het water via de spoorsloot en de singel langs de Van Dillewijndreef afgevoerd.

Al lange tijd blijkt dat het gescheiden rioolstelsel niet goed funktioneert. Met het regenwater spoelt straatvuil in het oppervlakte water. Door foutieve aansluitingen komt bovendien een deel van het rioolwater in het stadswater terecht.
Deze extra belasting kan door het water niet verwerkt worden, de gevolgen zijn o.a. stankoverlast, lage zuurstofkoncentraties, vissterfte.
In de wijk Rustenburg zijn de stadswateren echter, ondanks het verbeterde stelsel verontreinigd en in deze wijk - hoewel in mindere mate - doen zich daardoor dezelfde problemen voor.

In dit onderzoek zijn een aantal aspekten rond de waterkwaliteit van de stadswateren verder onderzocht en uitgewerkt.
De opbouw van het rapport is zo, dat de beschrijvingen van de monsterpunten in hoofdstuk 10 centraal staan. Dit is gedaan om de lokale situatie duidelijk naar voren te laten komen.
Om de te verwachten veranderingen in de waterkwaliteit van de monsterpunten aan te kunnen geven, wordt in hoofdstuk 8 op de achtergrond van biologische waterkwaliteitsbepaling ingegaan.
Tevens wordt in dit hoofdstuk de methode waarmee wij de waterkwaliteitsbeoordeling hebben uitgevoerd, besproken.

In dit eindrapport worden achtereenvolgens beschreven:

1. Het biologisch onderzoek, met name de resultaten van de globale inventarisatie van flora en fauna worden (hoofdstuk 2 en 7).
2. De bakteriologische situatie in water en slib (hoofdstuk 6).
3. De overlevingssituatie voor vissen aan de hand van de kontinumeting van zuurstof (hoofdstuk 3), het ecotoxicologisch onderzoek (hoofdstuk 4) en de gegevens over de visstand (hoofdstuk 5).
4. De resultaten van de fysische- en chemische bepalingen en de microverontreiniging van het water en slib (hoofdstuk 9).
5. Aan de hand van de resultaten van het onderzoek worden aanbevelingen voor onderhoud, beheer en herstel van het stadswater besproken (hoofdstuk 10).

2. De waterplanten in de stadswateren van Randenbroek, Liendert en Rustenburg

De planten die in of op het water voorkomen, kunnen in de volgende groepen verdeeld worden:

submerse planten: de planten bevinden zich in het water, bijvoorbeeld Waterpest en Sterrekroos.

emerse planten of helofyten : de planten wortelen in de bodem en steken boven het wateroppervlakte, bijvoorbeeld Riet.

drijvende planten: de planten hebben bladeren die op het wateroppervlak drijven, bijvoorbeeld Witte waterlelie.

oeverplanten : de planten wortelen in de oever, maar staan ook half in het water of de bladen drijven op het water. Soorten die op de oever groeien en over het water hangen zijn niet genoteerd.

DE SUBMERSE WATERPLANTEN.

Bij de inventarisatie kwamen er nog maar op enkele plaatsen submerse waterplanten in de stadswateren voor, terwijl zij volgens omwonenden een paar jaar geleden nog volop in Rustenburg groeiden.

Rustenburg

In Rustenburg komen in de sloot langs de geluidswal en de spoorsloot Smalle waterpest en Sterrekroos algemeen voor.
In de sloot langs de geluidswal zijn vruchten aan het Sterrekroos gevonden, zodat de plant als Gewoon sterrekroos gedetermineerd kon worden. In de overige vijvers en singels staan slechts enkele Sterrekroosplanten.

Liendert

In Liendert komen Waterpest en Sterrekroos in de vijver en de singel langs de Van Randwijcklaan voor. Begin oktober was Waterpest op deze plaatsen verdwenen. Vlak bij de stuw bij het Valleikanaal staat het Schedefonteinkruid. Opvallend is dat deze soort geheel begroeid is met epifytische kiezelwieren (epifyten zijn organismen die op de bladeren en stengels van andere organismen groeien). Foto's van deze epifyten staan bij de beschrijving van de singel langs de Van Randwijcklaan.
Langs de Albatrosstraat groeien geen submerse soorten. In de singel in de recreatiegordel komt Sterrekroos spaarzaam voor.

Randenbroek

In Randenbroek zijn alleen de onderzoekslokaties bekeken. In de vijver aan de Ringweg komen geen waterplanten voor. In de vijver bij Nijenstede werden in juni Glanzig fonteinkruid en Waterpest gevonden. Eind augustus kwam in de vijver alleen Waterpest massaal voor.

DE EMERSE WATERPLANTEN (HELOFYTEN).

In tegenstelling tot de andere groepen komen deze waterplanten algemeen voor. De ontwikkeling van de emerse waterplanten hangt samen met het beheer: in tegenstelling tot de andere groepen worden zij gemaaid.

Rustenburg

Langs de Groene Steeg groeit veel Liesgras en weinig Gele lis.

Liendert

Er staat veel Riet en Liesgras in de singel in de recreatiegordel. In de singel langs de Van Randwijcklaan komen Liesgras en Gele lis voor. In de vijver bij de Valkenhorst staat een Riet- en Lisdoddeveld.

Randenbroek.

In de vijver bij Nijenstede groeit Liesgras.

DE DRIJVENDE WATERPLANTEN.

Alleen in de singel langs de Van Randwijcklaan vlak bij de stuw groeit Witte waterlelie. Deze soort is hier aangeplant. Enkele jaren terug kwam in deze singel ook Watergentiaan voor.

DE OEVERPLANTEN.

Tijdens het onderzoek zijn de oeverplanten alleen genoteerd als de soorten duidelijk op de overgang van land en water voorkwamen. Nu zijn de mogelijkheden voor deze groep gezien de beschoeiing van houten paaltjes langs de singels en vijvers, gering. Alleen aan het uiteinde van de sloot langs de geluidswal loopt de oever geleidelijk in het water door. Hier komen dan ook meer soorten oeverplanten voor, o.a. Beekpunge. Veenwortel groeit soms, zoals in de vijver aan de Ringweg, vanaf de oever het water in. In zulke gevallen werd de soort niet als waterplant genoteerd.

Tabel 2.1 De waargenomen soorten waterplanten. Van de soorten, die maar op 1 plaats gevonden zijn, wordt ook de vindplaats vermeld.

submerse waterplanten:		voorkomen
Callitriche spec.	Sterrekroos	
Callitriche platycarpa	Gewoon sterrekroos	sloot geluidswal
Elodea nuttallii	Smalle waterpest	
	Flap (div. groene draadwieren)	
Potamogeton lucens	Glanzig fonteinkruid	Nijenstede
P.pectinalis	Schedefonteinkruid	Van Randwijcklaan
emerse waterplanten:		
Acorus calamus	Kalmoes	spoorsloot
Alisma plantago-aquatica	Grote waterweegbree	spoorsloot
Glyceria maxima	Liesgras	
Juncus effusus	Pitrus	spoorsloot
Mentha aquatica	Watermunt	spoorsloot
Phragmites australis	Riet	
Typha latifolia	Grote lisdodde	Valkenhorst
drijvende waterplanten:		
Polygonum amphibium	Veenwortel	
Lemna spec.	Kroos (klein kroos of bult kroos)	
Nymphaea alba	Witte waterlelie	Van Randwijcklaan
Nymphoides peltata	Watergentiaan	sloot geluidswal
oeverplanten:		
Veronica beccabunga	Beekpunge	sloot geluidswal

DE MILIEUVOORKEUR VAN DE GEVONDEN SOORTEN.

Van de soorten uit de stadswateren (dus niet van de soorten die alleen in de spoorsloot of in de sloot langs de geluidswal voorkomen) is nagegaan wat de indicatiewaarden van deze soorten ten aanzien van stikstof en fosfaat in het oppervlaktewater en bodem zijn.

De Lyon & Roelofs (1986) geven indikatiewaarden voor de Nederlandse waterplanten. Zij maken een indeling in 9 klassen.
Bij de toepassing van deze indeling op de Amersfoortse gegevens blijkt het merendeel van de soorten tot de indifferente groep ten opzichte van fosfaat en stikstof te behoren. De soorten komen dus zowel bij hoge als bij lage koncentraties voor.

Uit de literatuur blijkt dat Smalle waterpest, Sterrekroos, Flap en Schedefonteinkruid tot de soorten behoren die het beste tegen watervervuiling bestand zijn. Ook van Riet en zeker ook van Liesgras is bekend dat ze goed tegen waterverontreiniging kunnen.

DE ACHTERUITGANG VAN DE SUBMERSE WATERPLANTEN.

Uit het onderzoek is naar voren gekomen dat de submerse waterplanten in de loop van de tijd snel achteruitgaan. In Rustenburg kwamen tot enkele jaren terug nog veel van deze waterplanten voor. Tijdens het onderzoek bleek dat Waterpest al in september afgestorven was, terwijl de soort op andere plaatsen (o.a. bij Nijenstede) tot in november te vinden was. Een mogelijke verklaring voor deze achteruitgang is een kombinatie van een aantal faktoren:
- de vertroebeling, door opwarreling van dood materiaal en algenbloei;
- de vorming van sulfide in de sliblaag;
- de submerse waterplanten kunnen slecht in de modderlaag wortelen (het slib geeft weinig houvast en ze worden door de vissen los gewoeld);
- de overgroeiing door epifyten (dit zijn vertegenwoordigers van het fytoplankton die zich op waterplanten en dergelijke hechten) neemt toe waardoor de waterplant te weinig licht krijgt om te groeien.

Voor het biologisch beheer met behulp van waterplanten is het nodig dat deze remmende faktoren voor de groei en ontwikkeling van waterplanten weggenomen worden.

3. De kontinu-meting van zuurstof aan de Reintendreef

Om voorspellingen te doen ten aanzien van de overlevingskansen van vissen en andere organismen, is het nodig om enig inzicht in de zuurstofhuishouding van het water te krijgen.
De zuurstofkoncentratie varieert zowel in de tijd als in de ruimte. Deze schommelingen worden door een aantal processen die zich in het water afspelen, veroorzaakt:
- chemisch verbruik van zuurstof (vooral in de modderlaag);
- ademhaling van de organismen zowel in het water als in de modder;
- fotosynthese van producenten. De fotosynthese wordt beinvloed door de hoeveelheid licht die in het water kan doordringen. In water met een hoog gehalte aan zwevende deeltjes neemt de fotosynthese snel met de diepte af, omdat het licht niet in het water kan doordringen.
- reaeratie: de uitwisseling van zuurstof tussen water en lucht;
- kwel van zuurstofarm water uit diepere lagen;
- verversing van het water door stroming.

In figuur 3.1 wordt een overzicht van deze processen gegeven.

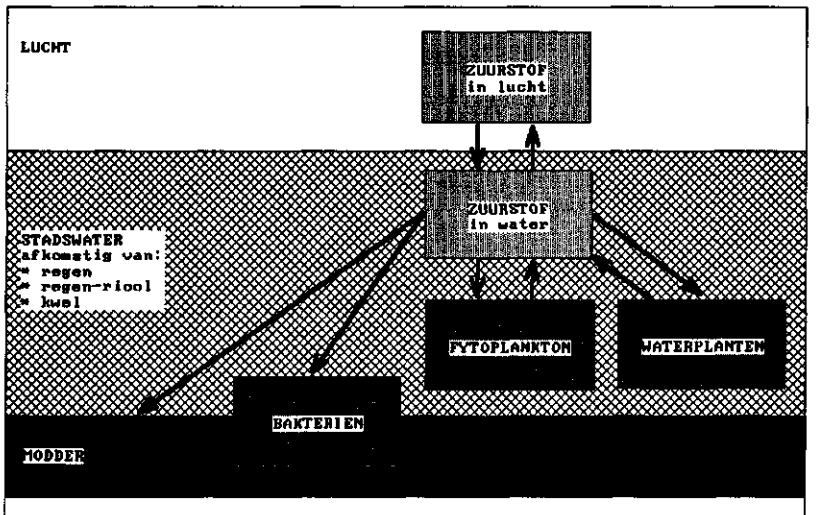


Fig. 3.1: Schematische voorstelling van de zuurstofhuishouding in de Amersfoortse stadswateren

Met behulp van kontinu-metingen kan de verandering van de zuurstofkoncentratie in de tijd (gedurende een etmaal) bepaald worden. Kontinu-metingen hebben in vergelijking met eenmalige bepalingen een aantal voordelen:
- de minimale en maximale waarde van de zuurstofkoncentratie wordt bepaald. Juist de minimale waarde is van belang om overlevingsmogelijkheden voor vissen en andere organismen te voorspellen;
- de meting geeft inzicht in de bovengenoemde processen.

Tijdens het onderzoek is drie keer een kontinu-meting aan de Reintendreef uitgevoerd:
23/24 juni :een zwaar bewolkt etmaal;
10/11 juli :een zonnig etmaal aan het einde van de zonnige periode in juli;
26/27 augustus :een bewolkt etmaal na enkele weken met vrij veel regen.

De registratie van de zuurstofkoncentratie en de temperatuur heeft gedurende 24 uur, met een zuurstofmeter en een thermokoppel aangesloten op een recorder, plaats gevonden.
De probe werd op ca. 10-15 cm onder het wateroppervlak opgehangen.

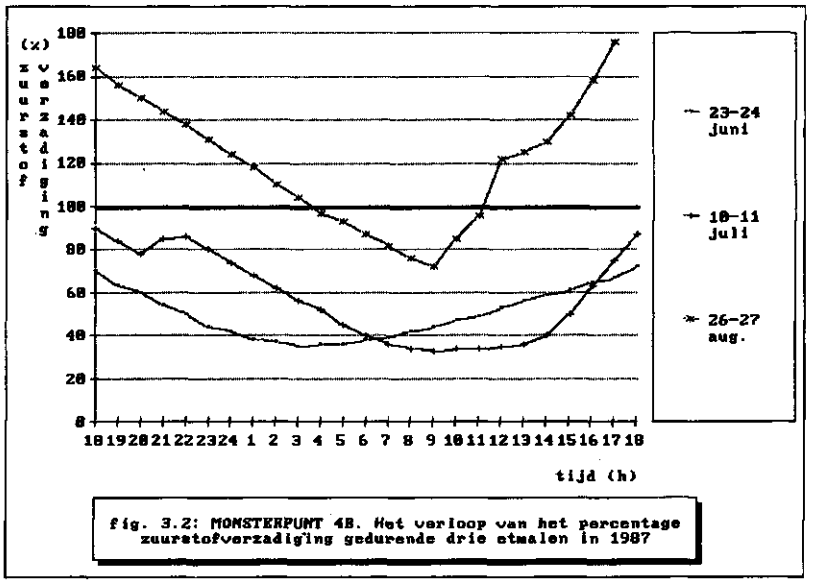


fig. 3.2: MONSTERPUNT 48. Het verloop van het percentage zuurstofverzadiging gedurende drie etmalen in 1987

In fig. 3.2 staat het percentage zuurstofverzadiging tegen de tijd uitgezet.

Het beeld van de zuurstofhuishouding gedurende de eerste twee etmalen is onderling vergelijkbaar. Aangezien de stroming van het water in de Reintendreef gering is, veronderstellen we dat er weinig invloed van kwel en grondwater is en de zuurstofhuishouding voornamelijk door de biotische processen bepaald wordt.
Beide dagen is er weinig produktie en overheersend verbruik van zuurstof. Deze sterke respiratie wordt waarschijnlijk veroorzaakt door bakteriële aktiviteit in de modderlaag.
Opvallend is dat de produktie pas laat op de dag op gang komt. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat door het hoge gehalte aan zwevende deeltjes het licht pas later op de dag op de diepte van de probe doordringt.
Vooral gedurende de eerste meting blijft de zuurstofkoncentratie aan de (te) lage kant.
Het verloop van de zuurstofkoncentratie op 26/27 augustus wordt bepaald door de algenbloei. 's Nachts is het zuurstofverbruik door de algen en bakteriën groot. De verzadiging daalt snel. Vanaf 9.00 uur komt de fotosynthese op gang, de produktie van zuurstof wordt groter dan het verbruik. Tussen 12.00 en 13.00 uur komt er bewolking opzetten, de hoeveelheid licht neemt af en hierdoor de fotosynthese.
In de grafiek is dit te zien aan een langzamere toename van de verzadiging. Na 13.00 is het weer zonnig en de hoeveelheid zuurstof in het water neemt weer snel toe. Aan het eind van de meting wordt een oververzadiging van maar liefst 180 % gemeten.
Uit de aanwezigheid van de algenbloei kan gekonkludeerd worden dat het water zeer rijk aan voedingszouten is.

4. Het ecotoxicologisch onderzoek

Met behulp van het ecotoxicologisch onderzoek werd bepaald of er in het stadswater stoffen in toxische koncentraties aanwezig zijn. Ammoniak en waterstofsulfide zijn ook toxische stoffen in het stadswater, maar omdat deze stoffen als gas ontwijken, wordt het effekt van ammoniak en waterstofsulfide in de proeven niet gemeten. Uit het chemische onderzoek blijkt dat gezien de hoge ammoniumkoncentratie, de pH en de watertemperatuur, toxische koncentraties ammoniak voorkomen. Bij ecotoxicologische proeven worden meestal de groei en overleving van Chlorella spec. (een groenwier) en Daphnia magna (een watervlo) bepaald.

DE GROEI EN OVERLEVING VAN DAPHNIA MAGNA.

Al bij het eerste onderzoek bleek dat juist in de vijvers met de slechste waterkwaliteit (vijver Ringweg en vijver Albatrosstraat) massaal watervlooien (Daphnia magna en D. pulex) voorkomen. Deze bloei van watervlooien blijft in deze vijvers de gehele zomer in stand. De konklusie dat de watervlooien in dit water kunnen groeien, is overduidelijk. Aanvullende laboratoriumproeven met betrekking tot de mate van overleving van deze soorten waren derhalve overbodig.

DE GROEI EN OVERLEVING VAN CHLORELLA SPEC.

Omdat in alle monsterpunten met uitzondering van de vijver aan de Ringweg, diverse fytoplanktonsoorten voorkomen, is het laboratoriumonderzoek naar de overleving van Chlorella beperkt tot het water van de Ringweg.
In een experiment is de groei van groenwieren in regenrioolwater vergeleken met de groei van de wieren in een voedingszoutenoplossing. Met de proef is de maximale groeisnelheid van Chlorella bepaald. Voor het experiment werd het regenrioolwater dat deze vijver inloopt op punt 1b bemonsterd en vervolgens geautoclaveerd. De voedingszoutenoplossing is volgens NEN 6503 bereid. Als groenwier is Chlorella spec. uit een algenkweek gebruikt. Gedurende een week is dagelijks de extinctie van de kultures bij 750 nm bepaald, als maat voor de groei.

tabel 4.1 De maximale groeisnelheid per uur van Chlorella. In de tabel staan het gemiddelde, de standaard-afwijking en het aantal replica's (n) vermeld.

	gemiddelde	standaard afwijking	n
voedingszoutenoplossing	0.0337	0.0025	3
regenrioolwater	0.0363	0.0070	3

Uit de toets van Wilcoxon blijkt dat er geen significant verschil tussen deze gemiddelden is. De konklusie uit dit experiment is dat er geen groeiremming van Chlorella in het regenrioolwater optreedt.

Omdat er in de wijken Randenbroek, Liendert en Rustenburg geen industriële lozingen op het riool- of oppervlaktewater plaatsvinden, verwachten we dat deze resultaten representatief zijn voor het stadswater van deze wijken.
De afwezigheid van fytoplankton in de vijver aan de Ringweg wordt dus niet veroorzaakt door de aanwezigheid van milieuvreemde stoffen in toxische koncentraties.
We nemen aan, dat op deze plaats geen fytoplankton voorkomt door de te lage zuurstofkoncentratie en/of de te hoge waterstofsulfide- en ammoniakkoncentratie in het water.

5. De overlevingskansen voor vissen

Een van de doelstellingen van het onderzoek was het nagaan van de overlevingskansen voor vissen in de stadswateren.
De gegevens over de visstand zijn op verschillende manieren verkregen:
1 uit gesprekken met de hengelaars ter plekke;
2 waarnemingen van dode vissen;
3 de inventarisatie van de visstand door het Centrum voor Natuur en Milieu Landgoed Schothorst;
4 de visvangsten bij de makrofaunabemonstering.

De gegevens over de overlevingskansen werden aan het ecotoxicologisch onderzoek (hoofdstuk 4) en de kontinu-meting van de zuurstofkoncentratie (hoofdstuk 3) ontleend.

ad 1. Het visserslatijn

De hengelaars zijn vrijwel beperkt tot de wijk Rustenburg. Alleen aan de singel in de rekreatiegordel in Liendert heeft een enkele visser zijn stekkie. Dit wijst er ook al op dat grotere vissen vooral in Rustenburg voorkomen (en wel vooral bij de Van Dillewijndreef en Reintendreef).
In de gesprekken kwam regelmatig naar voren dat door de hengelaars zelf diverse vissoorten in de wijk worden uitgezet, o.a. Aal, Brasem, Baars, Snoek en Blankvoorn. Door deze vorm van biomanipulatie kan men nauwelijks spreken van een autochtone visfauna. Alleen de Tiendoornige stekelbaars (deze wordt niet door de hengelaars uitgezet) en de Blankvoorn, waarvan veel broed werd aangetroffen, kunnen als de (min of meer) natuurlijke soorten beschouwd worden.

ad 2 Waarnemingen van dode vissen

Dit jaar was er door geen enkele hengelaar vissterfte gekonstateerd, hetgeen ook met onze waarnemingen overeen komt. Gezien de koude en regenachtige zomer is dit niet onverwacht.
In 1986 is er wel sterfte opgetreden in de vijver aan het Senfpad en in de singel in de rekreatiegordel.
Bij de stuwen en duikers zijn dit jaar incidenteel dode vissen waargenomen, o.a. Karper, Baars en Brasem.

ad 3 en 4 De vangsten door de medewerkers van het Centrum Natuur en Milieu Landgoed Schothorst en de waarnemingen bij de makrofaunavangsten.

In bijlage 6 staan de gegevens van deze vangsten vermeld.
Door beide groepen is met makrofaunanetten en steekhanen (een groot soort schepnet) gevist. Dat met deze vangstmethode geen goed beeld van de visfauna verkregen wordt, bleek uit de vangst met een zegen op 24 maart 1988 in de Reintendreef. Naar schatting 350 kilo vis verdeeld over 12 soorten is tussen de duiker onder de Rustenburgerweg en de stuw in de Reintendreef gevangen. De kroeskarper en de brasem kwamen met de grootste biomassa voor, resp. 130 en 100 kilo. De overige gevangen soorten zijn Snoek, Karper, Spiegelkarper, Aal, Blankvoorn, Ruisvoorn, Zeelt, Spiering, Alver en Kolblei.

4. Het ecotoxicologisch onderzoek

Met behulp van het ecotoxicologisch onderzoek werd bepaald of er in het stadswater stoffen in toxische koncentraties aanwezig zijn. Ammoniak en waterstofsulfide zijn ook toxische stoffen in het stadswater, maar omdat deze stoffen als gas ontwijken, wordt het effekt van ammoniak en waterstofsulfide in de proeven niet gemeten. Uit het chemische onderzoek blijkt dat gezien de hoge ammoniumkoncentratie, de pH en de watertemperatuur, toxische koncentraties ammoniak voorkomen. Bij ecotoxicologische proeven worden meestal de groei en overleving van Chlorella spec. (een groenwier) en Daphnia magna (een watervlo) bepaald.

DE GROEI EN OVERLEVING VAN DAPHNIA MAGNA.

Al bij het eerste onderzoek bleek dat juist in de vijvers met de slechste waterkwaliteit (vijver Ringweg en vijver Albatrosstraat) massaal watervlooien (Daphnia magna en D. pulex) voorkomen. Deze bloei van watervlooien blijft in deze vijvers de gehele zomer in stand. De konklusie dat de watervlooien in dit water kunnen groeien, is overduidelijk. Aanvullende laboratoriumproeven met betrekking tot de mate van overleving van deze soorten waren derhalve overbodig.

DE GROEI EN OVERLEVING VAN CHLORELLA SPEC.

Omdat in alle monsterpunten met uitzondering van de vijver aan de Ringweg, diverse fytoplanktonsoorten voorkomen, is het laboratoriumonderzoek naar de overleving van Chlorella beperkt tot het water van de Ringweg.
In een experiment is de groei van groenwieren in regenrioolwater vergeleken met de groei van de wieren in een voedingszoutenoplossing. Met de proef is de maximale groeisnelheid van Chlorella bepaald. Voor het experiment werd het regenrioolwater dat deze vijver inloopt op punt 1b bemonsterd en vervolgens geautoclaveerd.
De voedingszoutenoplossing is volgens NEN 6503 bereid.
Als groenwier is Chlorella spec. uit een algenkweek gebruikt.
Gedurende een week is dagelijks de extinctie van de kultures bij 750 nm bepaald, als maat voor de groei.

tabel 4.1 De maximale groeisnelheid per uur van Chlorella. In de tabel staan het gemiddelde, de standaard-afwijking en het aantal replica's (n) vermeld.

	gemiddelde	standaard afwijking	n
voedingszoutenoplossing	0.0337	0.0025	3
regenrioolwater	0.0363	0.0070	3

Uit de toets van Wilcoxon blijkt dat er geen significant verschil tussen deze gemiddelden is. De konklusie uit dit experiment is dat er geen groeiremming van Chlorella in het regenrioolwater optreedt.

Omdat er in de wijken Randenbroek, Liendert en Rustenburg geen industriële lozingen op het riool- of oppervlaktewater plaatsvinden, verwachten we dat deze resultaten representatief zijn voor het stadswater van deze wijken.
De afwezigheid van fytoplankton in de vijver aan de Ringweg wordt dus niet veroorzaakt door de aanwezigheid van milieuvreemde stoffen in toxische koncentraties.
We nemen aan, dat op deze plaats geen fytoplankton voorkomt door de te lage zuurstofkoncentratie en/of de te hoge waterstofsulfide- en ammoniakkoncentratie in het water.

5. De overlevingskansen voor vissen

Een van de doelstellingen van het onderzoek was het nagaan van de overlevingskansen voor vissen in de stadswateren.
De gegevens over de visstand zijn op verschillende manieren verkregen:
1 uit gesprekken met de hengelaars ter plekke;
2 waarnemingen van dode vissen;
3 de inventarisatie van de visstand door het Centrum voor Natuur en Milieu Landgoed Schothorst;
4 de visvangsten bij de makrofaunabemonstering.

De gegevens over de overlevingskansen werden aan het ecotoxicologisch onderzoek (hoofdstuk 4) en de kontinu-meting van de zuurstofkoncentratie (hoofdstuk 3) ontleend.

ad 1. Het visserslatijn

De hengelaars zijn vrijwel beperkt tot de wijk Rustenburg. Alleen aan de singel in de rekreatiegordel in Liendert heeft een enkele visser zijn stekkie. Dit wijst er ook al op dat grotere vissen vooral in Rustenburg voorkomen (en wel vooral bij de Van Dillewijndreef en Reintendreef).
In de gesprekken kwam regelmatig naar voren dat door de hengelaars zelf diverse vissoorten in de wijk worden uitgezet, o.a. Aal, Brasem, Baars, Snoek en Blankvoorn. Door deze vorm van biomanipulatie kan men nauwelijks spreken van een autochtone visfauna. Alleen de Tiendoornige stekelbaars (deze wordt niet door de hengelaars uitgezet) en de Blankvoorn, waarvan veel broed werd aangetroffen, kunnen als de (min of meer) natuurlijke soorten beschouwd worden.

ad 2 Waarnemingen van dode vissen

Dit jaar was er door geen enkele hengelaar vissterfte gekonstateerd, hetgeen ook met onze waarnemingen overeen komt. Gezien de koude en regenachtige zomer is dit niet onverwacht.
In 1986 is er wel sterfte opgetreden in de vijver aan het Senfpad en in de singel in de rekreatiegordel.
Bij de stuwen en duikers zijn dit jaar incidenteel dode vissen waargenomen, o.a. Karper, Baars en Brasem.

ad 3 en 4 De vangsten door de medewerkers van het Centrum Natuur en Milieu Landgoed Schothorst en de waarnemingen bij de makrofaunavangsten.

In bijlage 6 staan de gegevens van deze vangsten vermeld.
Door beide groepen is met makrofaunanetten en steekhanen (een groot soort schepnet) gevist. Dat met deze vangstmethode geen goed beeld van de visfauna verkregen wordt, bleek uit de vangst met een zegen op 24 maart 1988 in de Reintendreef. Naar schatting 350 kilo vis verdeeld over 12 soorten is tussen de duiker onder de Rustenburgerweg en de stuw in de Reintendreef gevangen. De kroeskarper en de brasem kwamen met de grootste biomassa voor, resp. 130 en 100 kilo. De overige gevangen soorten zijn Snoek, Karper, Spiegelkarper, Aal, Blankvoorn, Ruisvoorn, Zeelt, Spiering, Alver en Kolblei.

DE OVERLEVINGSKANSEN VOOR DE VISSEN.

De overlevingsmogelijkheden voor de vissen hangen samen met de zuurstofhuishouding en aanwezigheid van toxische effekten van milieuvreemde stoffen of stoffen in milieuvreemde koncentraties. Uit het ecotoxicologisch onderzoek blijkt dat de groei en overleving van Chlorella spec. en Daphnia magna in dit stadswater niet of nauwelijks door milieuvreemde stoffen beïnvloed worden.
Het is waarschijnlijk, hoewel dat niet door ons onderzocht is, dat ook voor de overleving van vissen eenzelfde konklusie getrokken kan worden.
In hoofdstuk 3 is uitgebreid op de zuurstofhuishouding ingegaan. Bij dit onderzoek kwam de grote invloed van de modderlaag op de zuurstofhuishouding in de ondiepe stadswateren naar voren. Tevens is de stroming van het water van belang. Door stroming vindt er verversing van het water plaats. Dit is meestal gunstig voor de zuurstofkoncentratie en de ammoniakkoncentratie blijft laag.

Uit het onderzoek komt naar voren dat in de loop der jaren een proces van verrijking aan voedingszouten en dood organisch materiaal in de stadswateren optreedt.
Door dit proces kan de hoeveelheid waterplanten en vervolgens de hoeveelheid fytoplankton toenemen. Deze organismen produceren overdag veel zuurstof. Maar 's nachts wordt door zowel de waterplanten als het fytoplankton, de bakteriën in de modderlaag en de dierlijke organismen zuurstof gebruikt.
De verschillen tussen de zuurstofkoncentratie overdag en 's nachts zijn groot. Vooral aan het einde van een fytoplanktonbloei, als de algen massaal afsterven, kan de zuurstofkoncentratie zo sterk afnemen dat er te weinig zuurstof voor de vissen in het water is.
Daarnaast blijkt dat de ammoniak-koncentratie zo hoog is, dat deze stof in voor vissen toxische hoeveelheden in de vijvers aan de Ringweg en de Albatrosstraat voorkomt.
Alleen in het trajekt Van Dillewijndreef - Van Randwijcklaan is een behoorlijke waterstroming aanwezig. Vissterfte op grote schaal is daar op dit moment niet te verwachten (kalamiteiten in de Hoef uitgezonderd). Op de overige plaatsen kan vissterfte optreden in warme zomers of tijdens een groen- of blauwwierenbloei.
Gezien de ontwikkeling van de waterkwaliteit zal de kans op een massale vissterfte steeds groter worden.
De waterkwaliteit van de vijvers aan de Ringweg en bij de Albatrosstraat is zo slecht, dat er weinig of geen vis meer voorkomt.

6. Het bakteriologisch onderzoek

In het oppervlaktewater kunnen bakteriën uit het spijsverteringsstelsel van vogels (eenden), huisdieren en mensen voorkomen. Faecale resten van huisdieren kunnen direkt met het regenwater of indirekt via het regenwaterriool in de stadswateren stromen. Ook door foute aansluitingen kunnen met het huishoudelijk afvalwater faecale bakteriën in het regenwaterriool stromen en vervolgens in de vijvers terecht komen.
Bij deze mikro-organismen kunnen ziekteverwekkende soorten voorkomen. Om te onderzoeken of er eventuele risico's zijn voor de volksgezondheid, worden in het algemeen de aantallen van op zich niet pathogene soorten bepaald. Als de koncentratie van deze soorten toeneemt, neemt ook de koncentratie van de pathogenen toe.
Van oudsher worden de bakteriën van de coligroep, die in een hoge koncentratie in de darm voorkomen, bepaald. Veel vertegenwoordigers van deze groep sterven echter snel in het oppervlaktewater. Het is de vraag of dit met de pathogene bakteriën op een vergelijkbare wijze verloopt. Faecale streptococcen (een andere groep van bakterien uit de darm) leven langer in het oppervlaktewater en geven dan ook een beeld van de bakteriële verontreiniging over een langere periode. In dit onderzoek zijn van de monsters de volgende bakteriologische parameters bepaald:

-Totale coliformen(TC): de bakteriën uit de familie der Enterobacteriaceae. Verschillenden soorten komen ook buiten het spijsverteringskanaal voor. De bepaling is volgens NEN 6572 uitgevoerd. De mediane waarde is volgens de methode van Leeflang (1966) berekend.
-Thermotolerante bakteriën van de coligroep(FC): dit zijn overwegend faecale bakteriën. De bepaling is volgens NEN 6572 uitgevoerd. De mediane waarde is volgens de methode van Leeflang (1966) berekend.
-Faecale streptococcen(FS). De bepaling is volgens NEN 6563 uitgevoerd. Om te onderzoeken of thermotolerante bakteriën inderdaad van faecale herkomst zijn, worden ook faecale streptococcen bepaald. Een verhoging van zowel de thermotolerante bakteriën als de coccen in een monster geeft aan dat de thermotoleranten van faecale herkomst moeten zijn.

DE BAKTERIËN IN HET WATER.

In tabel 6.1 staan de resultaten van de bakteriologische bepalingen. De monsters zijn op 30 september genomen.

Tabel 6.1 Meest waarschijnlijk aantal (MPN) bakterien per 1 ml oppervlaktewater. In de tabel staan de mediane waarde en n (het aantal replica's) vermeld.

	1A	n	1B	n	2	n	3a	n	3C	n	4A	n	4B	n
TC	6	(4)	8	(5)	24	(4)	487	(7)	41	(6)	5	(6)	6	(5)
FC	2	(4)	2	(5)	21	(4)	487	(7)	41	(6)	4	(6)	5	(5)
FS	0.4	(1)	0.4	(1)	0.4	(1)	4	(1)	2.8	(1)	0.4	(1)	0.4	(1)

DE BAKTERIËN IN DE SLIBLAAG.

In de sliblaag kunnen de bakteriën veel langer overleven dan in het oppervlaktewater. Via het opwervelen van dit slib kunnen de bakteriën ook weer in het water terecht komen. De resultaten van de bepalingen staan in tabel 6.2.

De bepaling van het aantal bakteriën in slib is in tegenstelling tot de bepaling in water, niet gestandariseerd. Door ons is de methode van de afdeling microbiologie van het R.I.V.M. gebruikt: in een steriele maatcilinder wordt 10 ml. slib gepipeteerd. Vervolgens wordt met 90 ml. fysiologische zoutoplossing het slib in een steriele jampot met glasparels gegoten. Na het schudden moet het slib uitzakken. Van de bovenstaande vloeistof wordt 1 ml. gepipetteerd en gebruikt bij de bakteriologische bepalingen. Volgens het R.I.V.M. werkt deze methode goed en worden er geen coliformen kapot geschud.

Tabel 6.2 Meest waarschijnlijk aantal (MPN) bakterien per 1 ml slib. In de tabel staan de mediane waarde en n (het aantal replica's) vermeld.

	1A	2	3A	3C	4A	4B
	n	n	n	n	n	n
TC	30058 (5)	5064(2)	300000 (5)	2788 (3)	2020 (4)	10037 (3)
FC	18993 (5)	2980(2)	300000 (5)	2788 (3)	2020 (4)	10037 (3)
FS	45 (1)	4(1)	2150 (1)	-	4 (1)	7 (1)

DE INTERPRETATIE

Interpretatie van de verkregen gegevens is mogelijk door een vergelijking te maken met de normen voor bakteriële verontreiniging. In het I.M.P water 1985-1989 staat een zgn. basiskwaliteit voor oppervlaktewater omschreven. Bij deze omschrijving wordt voor bakteriële verontreiniging als norm een mediane waarde van 20 thermotolerante bakteriën per ml. water aangegeven.
Nu zijn de bakteriële bepalingen maar op een datum uitgevoerd en er is dus voorzichtigheid geboden bij de interpretatie.
Op dezelfde dag zijn echter ook de bakteriën in het slib bepaald. Stel dat er in het water sprake is van een toevallige uitschieter, dan zou zo'n hoge waarde niet in de slibbepaling terug te vinden zijn. Deze verhouding is vrij konstant en vergelijkbaar met bepalingen op andere plaatsen.
De meeste monsterpunten (uitgezonderd 3a) hebben een waarde van 5 - 10 bakteriën per ml. Er komen op de monsterpunten veel eenden voor, dus deze aantallen hoeven niet op foute aansluitingen te wijzen.
De waarde van de vijver aan de Albatrosstraat (3a) is aanzienlijk hoger en wijst op een sterke bakteriële verontreiniging.
Deze hoge waarde komt ook in het slib naar voren. Punt 3a wordt verontreinigd door de toevoer van regenrioolwater met faecaliën.
De aanwezigheid van faecaliën in het regenwaterriool wordt veroorzaakt door foute aansluitingen van het rioolstelsel op het regenwaterriool.
Uit een vervolgonderzoek is naar voren gekomen, dat deze verontreiniging ook een verhoging van het aantal bakteriën in de singel langs de Albatrosstraat en zelfs in de vijver bij de Trekvogelweg veroorzaakt.

7. De makrofauna, het zooplankton en het fytoplankton op de monsterplaatsen

Met het begrip makrofauna worden alle dierlijke organismen die groter zijn dan ca. 1 mm aangeduid. Het zijn de waterkevers, de slakken, de muggelarven en andere ongewervelden. De vissen worden meestal niet tot de makrofauna gerekend.
Watervlooien en andere kleine kreeftachtigen behoren tot het zoöplankton. Het fytoplankton is het plantaardig plankton, dat o.a. uit kiezelwieren, groenwieren, cyanobakteriën en flagellaten bestaat. De gegevens van de bemonstering van het zoöplankton staan in bijlage 3, van de makrofauna in bijlage 4 en van het fytoplankton in bijlage 6.

DE MAKROFAUNA

Met behulp van het komputerprogramma TWINSPAN (Hill, 1979) is een indeling gemaakt van de monsterplaatsen op basis van de makrofauna. Hierbij worden monsterpunten met een grote overeenkomst wat betreft de soorten en de aantallen waarmee de soorten voorkomen, in eenzelfde groep ingedeeld.
De resultaten van deze indeling staan vermeld in fig. 7.1

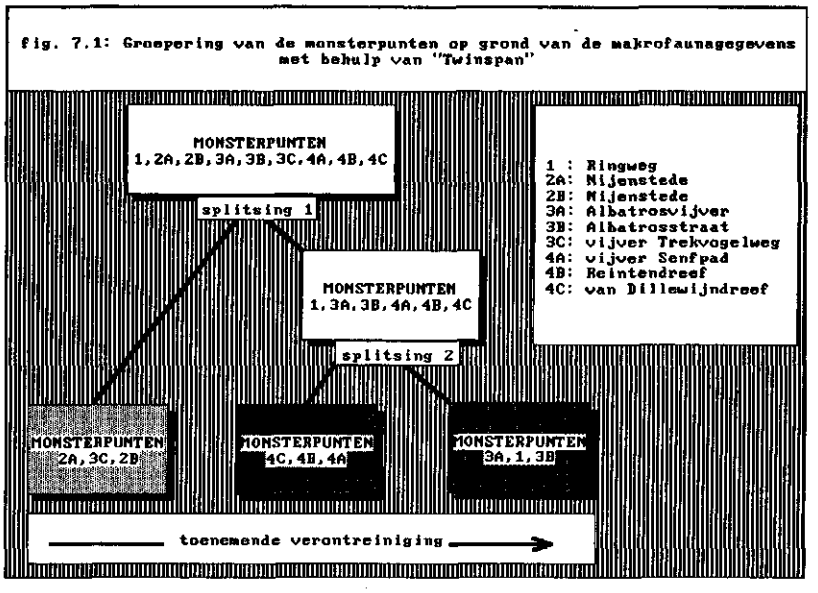


fig. 7.1: Groepering van de monsterpunten op grond van de makrofaunagegevens met behulp van "Twinspan"

De eerste indeling in twee groepen komt overeen met een indeling van de monsterplaatsen met en zonder waterplanten. Op de monsterpunten 2a, 2b (Nijenstede) en 3c (vijver Trekvogelweg) komen waterplanten voor. Deze waterplanten vormen niet alleen een bron van voedsel voor de makrofauna. De stengels en bladeren van de waterplanten vormen ook een ruimtelijke struktuur in het water. Deze struktuur wordt niet alleen door de makrofauna maar ook door de vissen als schuilplaats gebruikt. Deze monsterplaatsen (2a,2b en 3c) worden in het algemeen gekarakteriseerd door een grote verscheidenheid aan makrofauna.

De andere groep wordt verder in twee subgroepen opgesplitst, nl. een subgroep van de monsterplaatsen in Rustenburg (groep II) enerzijds en de sterk verontreinigde vijvers aan de Ringweg, Albatrosstraat en de singel langs de Albatrosstraat (groep III) anderzijds.

In fig. 7.2 staat de verhouding van de makrofaunagroepen op de monsterplaatsen vermeld.
De indeling van de monsterplaatsen in de 3 groepen volgens TWINSPAN wordt door de verticale lijnen aangegeven.

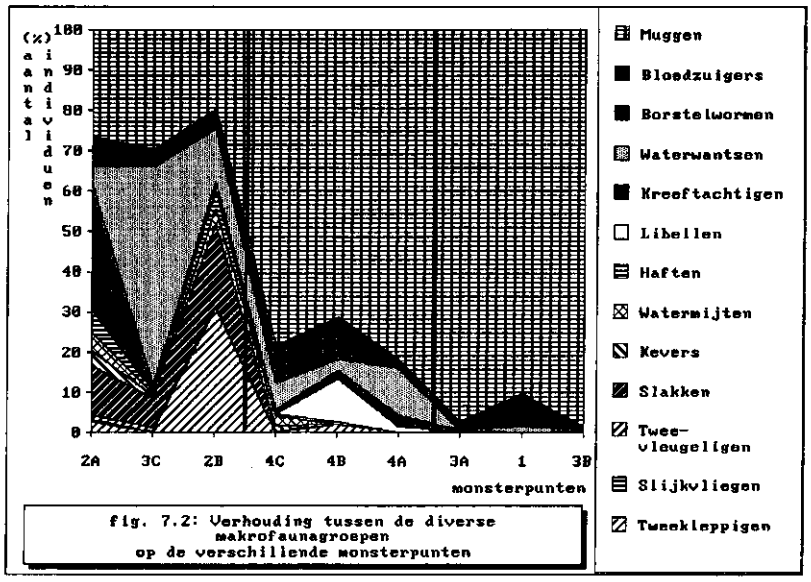


fig. 7.2: Verhouding tussen de diverse makrofaunagroepen op de verschillende monsterpunten

Opvallend is het ontbreken van verschillende groepen van de makrofauna. Er zijn o.a. geen kokerjuffers en platwormen gevangen en maar weinig waterkevers en waterwantsen.
De soorten die voorkomen zijn op een enkele na, zeer algemeen.
De diversiteit op de monsterplaatsen is laag tot zeer laag.
Wel komen er relatief veel soorten dansmuggelarven voor.
Ook wat betreft de aantallen domineert deze groep in de makrofauna.
Enkele soorten uit deze groep zijn aangepast aan wateren met een wisselende zuurstofkoncentratie en kunnen ook goed tegen langdurige lage zuurstofkoncentraties. Met name deze soorten komen dominant in groep III voor.
Bij dit onderzoek bleek dat de toestand van de levensgemeenschap goed aan de hand van de makrofauna beschreven kon worden.

Aan de hand van de resultaten van de inventarisatie van makrofauna, fytoplankton en de waterplanten kan een schematisch overzicht van de veranderingen van de levensgemeenschappen bij toenemende vervuiling gemaakt worden.
Na de aanleg van de stadswateren komen er eerst volop waterplanten voor. Door de voortdurende instroming van water uit het regenwaterriool verdwijnen de waterplanten en het fytoplankton gaat domineren.
Tot slot zijn de vijvers zo verontreinigd, dat het fytoplankton verdwijnt en de detrituseters (deze leven van dood organisch materiaal) en bakteriën dominant gaan voorkomen.

Figuur 7.3 geeft een schematisch overzicht van deze veranderingen in de levensgemeenschappen.

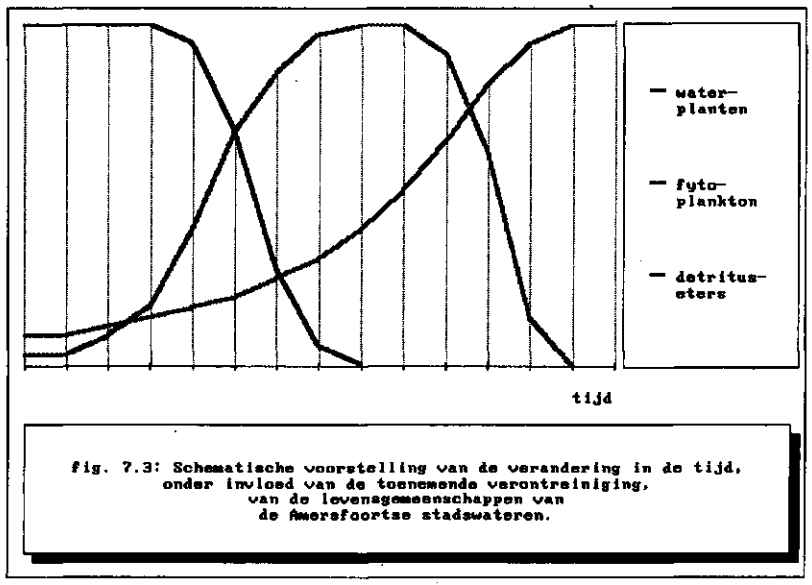


fig. 7.3: Schematische voorstelling van de verandering in de tijd, onder invloed van de toenemende verontreiniging, van de levensgemeenschappen van de Amersfoortse stadswateren.

HET ZOÖPLANKTON.

Opvallend is dat er vrij veel soorten (12) Cladoceren gevangen zijn. Twee Daphnia soorten (watervlooien) komen massaal voor in de vijvers langs de Ringweg en Albatrosstaat. Deze soorten zijn karakteristiek voor ondiepe verontreinigde vijvers.
De overige soorten zijn karakteristiek voor ondiepe wateren met een rijke waterplantenvegetatie. Dit is opvallend omdat de begroeiing van de waterplanten op de meeste monsterplaatsen niet uitbundig is. De saprobie-aanduiding van deze groep is over het algemeen oligo-saproob tot beta-mesosaproob (in hoofdstuk 8 wordt het begrip saprobie toegelicht). Deze saprobie-indikaties zijn echter niet zonder meer toepasbaar voor de stadswateren omdat de gegevens in andere watertypen verzameld zijn. Dit geldt overigens ook voor de saprobie-indikaties van het fytoplankton. Gegevens over het fytoplankton zijn vooral gebaseerd op het voorkomen van de soorten in meren. Bij de makrofauna geldt dit probleem minder omdat deze indeling op meer vergelijkbare wateren gebaseerd is.

De tweede monsterdatum viel vrij laat in het seizoen, diverse soorten zijn dan al uit het zoöplanktonbeeld verdwenen.

HET FYTOPLANKTON.

Met het programma TWINSPAN is ook een indeling van de monsterplaatsen gemaakt aan de hand van de fytoplanktongegevens (zie fig. 7.4)

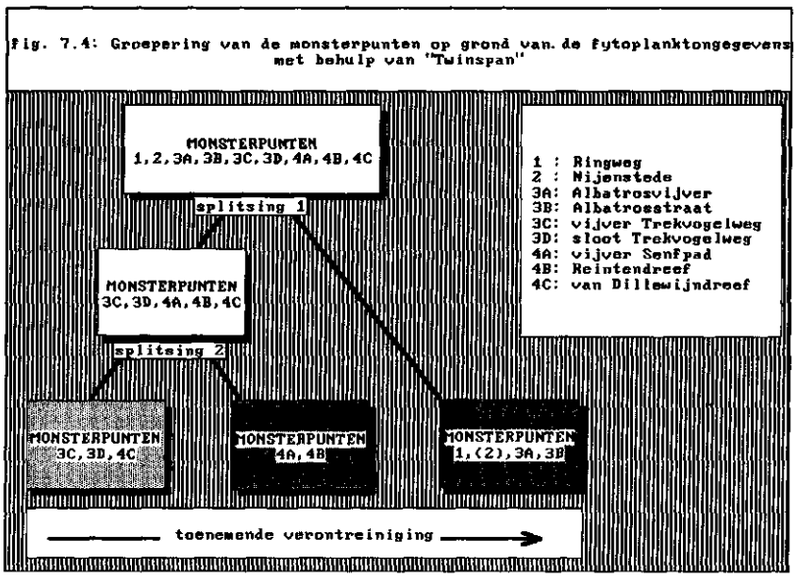


fig. 7.4: Groepering van de monsterpunten op grond van de fytoplanktongegevens met behulp van "Twinspan"

Bij de eerste splitsing wordt er een verdeling gemaakt in de monsterpunten met een rijke fytoplankton samenstelling (nrs. 3c, 3d, 4a, 4b,4c) en de monsterplaatsen met weinig soorten (1, 2, 3a, 3b). Vervolgens wordt de eerste groep verdeeld in twee subgroepen nl. punt 4a en 4b (de twee monsterplaatsen met een bloei van groenwieren) en de overige punten.
De positie van monsterpunt 2 (vijver Nijenstede) in de vuile groep, is opvallend. De vijver staat echter vol waterplanten en er is nauwelijks fytoplankton aanwezig. Als de gegevens van het fytoplankton met het programma DECORANA (Hill, 1979) geordend worden, valt de aparte positie van punt 2 direkt op. Het geeft aan dat dit monsterpunt niet in deze vuile groep thuis hoort.

DE BESPREKING VAN DE SOORTEN.

De flagellaat Lepocinclis texta is de karakteristieke soort voor verontreiniging in deze stadswateren. Flagellaten zijn wieren die deels autotroof en deels heterotroof zijn; dit houdt in dat ze zowel chlorofyl hebben (hiermee wordt zonlicht opgevangen en in energie omgezet), als ook organisch materiaal kunnen opnemen (uit de afbraak van dit organisch materiaal komt dan energie vrij).
Lepocinclis wordt vooral door de muggelarve Psectrotanypus varius gegeten. In preparaten van het darmkanaal van deze muggelarve waren duizenden individuen van de flagellaat te zien.
Andere vuilwatersoorten zijn Closterium acerosum (een sieralg) en Fragillaria spec. (een kiezelwier).
Groenwieren komen nauwelijks in de vuilwatergroep (1, 3a,b) voor.

8. Biologische waterkwaliteitsbeoordeling

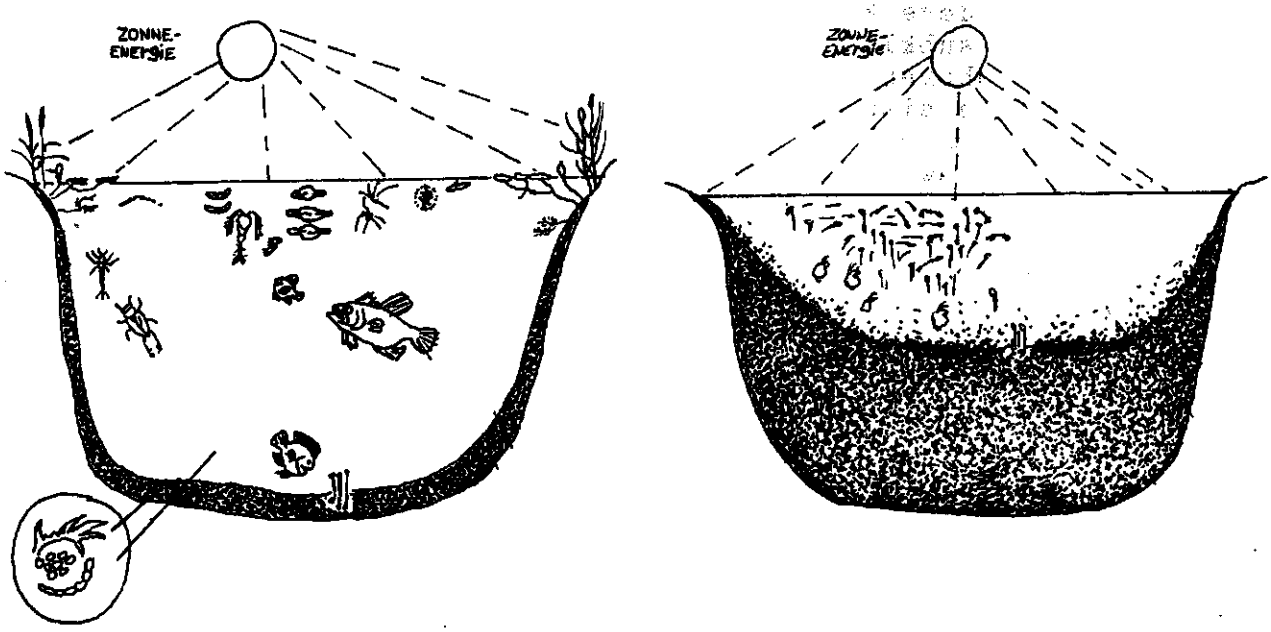
Karakteristiek voor de stadswateren is de toevoer van zowel voedingszouten als dood organisch materiaal.

Deze 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 (groenalgen en blauwalgen) kan optreden. Op het moment dat deze organismen afsterven (in de herfst), ontstaat er een enorme hoeveelheid dood organisch materiaal.

De toevoer van dood organisch materiaal heeft komplexe gevolgen voor het ecosysteem. Enige hiervan zijn:
- Het dode organische materiaal is de voedselbron voor detritus-eters zoals muggelarven, watervlooien en bakteriën.
  Bij de afbraak van dit organisch materiaal vindt zuurstofverbruik plaats. De koncentratie van zuurstof in het water vermindert hierdoor. Soorten die gevoelig zijn voor lage zuurstofkoncentraties zullen uit de levensgemeenschap verdwijnen.
- Door een gedeeltelijke afbraak van eiwitten en andere stikstofbevattende organische verbindingen komen toxische stoffen als ammoniak en nitriet in het water.
- De zwevende organische deeltjes verlagen de helderheid van het water. Dit heeft een verminderde fotosynthetische aktiviteit van de in het water levende planten tot gevolg.
- Een gedeelte van het organisch materiaal bezinkt op de bodem, Als door de bakteriële aktiviteit de zuurstof uit deze sliblaag verdwijnt, wordt er, eveneens door bakteriële aktiviteit, methaan en sulfide gevormd. Beide stoffen zijn toxisch.

Door de toevoer van organisch en anorganisch materiaal en de 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 schuilplaats voor vissebroed, 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 bakteriën in de levensgemeenschap voor.
De snelheid waarmee deze verandering zal verlopen, hangt samen met de hoeveelheid toegevoerd organisch materiaal en is derhalve voor elk water verschillend.

De onderstaande tekeningen en figuur 8.1 geven schematisch de verandering in de onderzochte stadswateren weer.



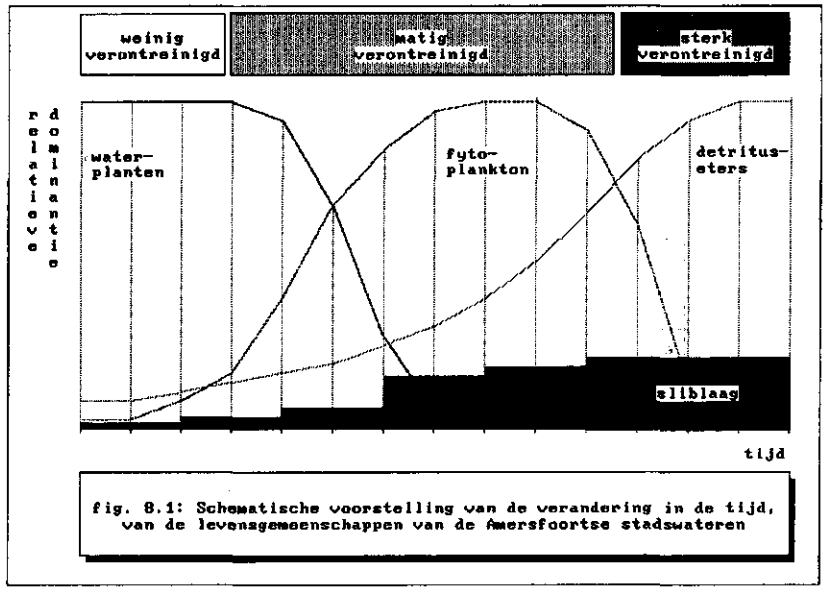


fig. 8.1: Schematische voorstelling van de verandering in de tijd, van de levensgemeenschappen van de Amersfoortse stadswateren

In het saprobiesysteem volgens Caspers & Karbe(1973) wordt een uitwerking gegeven van de begrippen weinig, matig en sterk verontreinigd. Het saprobiesysteem is een waterkwaliteitsbeoordelingssysteem dat, gebaseerd is 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 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 (mesosaproob). Klasse 3 is de b-mesosaprobe klasse en klasse 4 de a-mesosaprobe klasse. In klasse 4 horen de wateren met een algenbloei thuis.
Aangezien de meeste wateren in Nederland tot de mesosaprobe klasse behoren, worden deze klassen nog verder (in een relatieve schone en relatieve vuile subklasse) verdeeld.
Klasse 5 en 6 behoren tot het sterk verontreinigde water(polysaproob) Klasse 6 geeft de situatie van niet gezuiverd rioolwater weer. Hierin overheersen rottingsprocessen; deze situatie komt niet in Amersfoort in het oppervlaktewater voor.

In het onderstaande schema (overgenomen uit Hovenkamp et al, 1982) worden de eigenschappen van 4 van deze klassen samengevat. Klasse 1 en 6 zijn buiten de bespreking gelaten.

Samenvatting van de door Caspers en Karbe gegeven typering van de verschillende waterkwaliteitsklassen

Klasse	Bio-activiteit			Zuurstofhuishouding	Levensgemeenschappen		
	Mate van toevoer van organisch materiaal	opbouw (primaire produktie)	afbraak (incl. ademhaling)		totale biomassa	structuur	type organismen
II	gering	matig	matig	zuurstofgehalte in gelijke mate door produktie en afbraakactiviteiten van de organismen, als door fysische factoren bepaald	hoog	individuenrijk, soortenrijk	evenwichtige verhouding van producenten/consumenten/destruenten
III	hoog	matig	hoog	het verloop van het zuurstofgehalte over een etmaal vertoont een duidelijke afhankelijkheid van de activiteit van de organismen: overdag vaak zuurstofoverzadiging, 's nachts duidelijke onderverzadiging	hoog	individuenrijk, soortenrijk	vrijwel evenwichtige verhouding van producenten/consumenten en destruenten. Relatief veel destruenten en consumenten
IV	zeer hoog	hoog	zeer hoog	zuurstofgehalte meestal onder de verzadigingswaarde. 's nachts vaak zuurstofloosheid, schommelingenin de toevoer van vervuiling worden duidelijk in het zuurstofgehalte weerspiegeld.	hoog	individuenrijk, soortenarm massale ontwikkeling van bacteriën en ciliaten	veel consumenten en destruenten, weinig producenten
V	extreem hoog	gering	extreem hoog	's nachts, maar ook overdag overwegend zuurstofloosheid	hoog	extreem individuenrijk, soortenarm	vrijwel geen producenten, enkele macrofaunasoorten

Ook de opbouw (struktuur) van de levensgemeenschap wordt in de waterkwaliteitsbeoordeling betrokken. Hiervoor worden verschillende aspekten van de levensgemeenschap gebruikt.
1. de diversiteit: de verdeling van het aantal individuen over de soorten;
2. de ecologische eigenschappen van de aangetroffen soorten;
3. het verloop van de soortensamenstelling van de algen in de loop van het jaar.

ad 1. De diversiteit (D) is berekend met de formule van Margaleff:

$$D = \frac{S-1}{\ln N}$$

waarin: S = aantal soorten in het monster
N = totaal aantal individuen in het monster

Bij elk monsterpunt wordt van de makrofauna in een staafdiagram de verdeling van de individuen over de aanwezige soortengroepen weer gegeven.
In zijn algemeenheid geldt dat naarmate de verontreiniging toeneemt de diversiteit afneemt. Er komen steeds minder groepen organismen voor. Tevens blijkt dat er een of een paar soorten met erg veel individuen vertegenwoordigd zijn.

ad 2. Het voorkomen van een soort op een plaats hangt samen met de kwaliteit van het milieu. Sommige soorten zijn karakteristiek voor weinig verontreinigde wateren. Als de verontreiniging toeneemt, zullen deze soorten verdwijnen en eventueel vervangen worden door andere soorten. In het schema over de successie staat het verdwijnen van de waterplanten aangegeven. Men moet zich echter realiseren dat gevoelige soorten van de groep, zoals de Watergentiaan, al eerder verdwenen zijn.
Op basis van hun tolerantie ten opzichte van verontreiniging (saprobiegraad) zijn soorten door diverse onderzoekers ingedeeld. In de bijlagen worden in de tabellen de saprobie-indikaties van van elk taxon (soort) vermeld.

In dit onderzoek wordt van elk monsterpunt een gemiddelde saprobiegraad met behulp van de saprobie-index van Pantle & Buck (SI) berekend.

$$SI = \frac{\sum s \cdot n_i}{n_i}$$

waarin: SI = saprobie index
s = saprobie indikatie van soort i
n = het aantal individuen van soort i

Tevens wordt in een cirkeldiagram de verdeling van de makrofauna en fytoplanktonsoorten over de saprobieklassen weergegeven.

Aan het gebruik van de saprobie-index kleeft het bezwaar dat de indikatiegetallen niet voor alle soorten beschikbaar zijn en dat de inschaling van de soorten in de klassen niet specifiek voor stadswateren is.
Voor het plankton is de indeling van Sladecek(1973) gebruikt en voor de makrofauna zijn diverse indelingen gebruikt o.a. de indeling van Sladecek(1973).

ad 3. In het algemeen is er in het vroege voorjaar een opbloei van kiezelwieren, in de voorzomer van groenwieren en in de nazomer van blauwwieren.
In dit onderzoek zijn de monsters alleen in de zomermaanden genomen (juni - september). Gebruikelijk is het om de monstername meer over het jaar te verdelen. Het gevolg hiervan is dat dit aspekt niet uit onze fytoplanktongegevens afgeleid kan worden.

Om tot een uitspraak te komen over de saprobiegraad van de Amersfoortse monsterplaatsen, zijn zowel de gegevens over de opbouw (struktuur) van de levensgemeenschap, als de zuurstofhuishouding en de bioaktiviteit gebruikt.

Deze gegevens kunnen vergeleken worden met de referentiewaarden, die door het Zuiveringschap Amstel-en Gooiland op grond van het schema van Caspers en Karbe zijn opgesteld (tabel 8.2).

Invulling van het schema van Caspers & Karbe met meetparameters en klassegrenzen.

Kwaliteitsklasse	BIOAKTIVITEIT		ZUURSTOFHUISHOUDING			STRUKTUUR VAN DE LEVENSGEMEENSCHAPPEN			
	Afbraak	Opbouw	% gunstige	% zeer goede	minium	Biomassa	Diversiteit	Saprobie	
	BZV [1] (mg/l) O_2)	CHLORO PHYL[2] (mg/m^3)	O_2-wrn. [3]	O_2-wrn. [4]	O_2-gehalte (mg/l)	I/ML [5] (x 1000)	D [6]	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
V	< 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 O_2-waarneming: tussen 60 en 140% zuurstofverzadiging
4) zeer goede O_2-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 tabel op 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;
- de klasseindeling in de tabel is vooral voor grotere wateren met fytoplankton van toepassing;
- niet alle parameters zijn door ons bepaald;

In verband met deze beperkingen wordt de onderverdeling van de klassen III en IV in een A en B klasse niet gebruikt.

9. Het fysisch-, chemisch onderzoek en de microverontreiniging

De gegevens van de fysische en chemische bepalingen staan in bijlage 8 vermeld. Bijlage 9.1 geeft een overzicht van de gebruikte analysemethodes. In bijlage 9.2 staan de weersomstandigheden in de week voor de twee monsterdata (9 september en 20 oktober 1987) vermeld.
In bijlage 9.3 staat het toetsingskader van het ministerie van V.R.O.M. ten aanzien van de microverontreiniging van het water en het slib.

De chemische stoffen die door ons bepaald werden, kunnen in twee groepen ingedeeld worden:

1 De stoffen die karakteristiek zijn voor de herkomst van het water. Tot deze groep behoren het chloridegehalte, de hardheid en de hiermee samenhangende koncentraties van calcium en magnesium.
2 De stoffen die samenhangen met de belasting en de verontreiniging van het water. Tot deze groep behoren:
a. De nutriënten die ten gevolge van de belasting in milieu-vreemde koncentraties kunnen voorkomen. Hiertoe behoren de verschillende stikstofkomponenten (nitraat, nitriet en ammonium), de orthofosfaat- en totaal fosforkoncentratie, het gehalte aan zwevende stof en het chemisch zuurstofverbruik. Koncentraties van deze stoffen en de biologische kenmerken hangen met elkaar samen.
b. De microverontreiniging. Tot deze groep behoren een aantal milieu-vreemde stoffen, zoals PAK's (poly-cyclische aromatische koolwaterstoffen), minerale olie en zware metalen.

ad 1. De chloridekoncentratie en hardheid in samenhang met de herkomst van het water.

Als we letten op de hardheid van het water en de hiermee samenhangende koncentraties calcium en magnesium, kunnen de monsterplaatsen in twee groepen verdeeld worden: de monsterplaatsen in Randenbroek en Liendert (1, 2, 3a en 3b) en de monsterplaatsen in Rustenburg (4a, 4b en 4c) als mede de monsterplaatsen in Liendert waar het water uit Rustenburg langs stroomt (3c en 3d).
Deze indeling hangt samen met de stroming van het water. Zowel het water uit Rustenburg, als het water uit de singel langs de Albatrosstraat komt in de vijver bij de Trekvogelweg (monsterplaats 3c) terecht en stroomt vervolgens door de singel langs de Van Randwijcklaan, waarin monsterplaats 3e ligt, naar het Valleikanaal. De hoeveelheid water uit Rustenburg en vooral de aanvoer van water door de van Dillewijndreef (monsterplaats 4c) uit De Hoef is echter veel groter dan de hoeveelheid water uit de singel langs de Albatrosstraat. Hiermee hangt dus samen dat de hardheid van het water van de monsterplaatsen 3c en 3e overeenkomst vertoont met vooral de van Dillewijndreef (monsterplaats 4c)

De monsterplaatsen 1, 2, 3a en 3b.

Dit zijn de monsterplaatsen in Randenbroek en Liendert waar het gewoon gescheiden rioolstelsel in uitmondt. De hardheid en de chlorideconcentratie zijn laag. De herkomst van het water is vooral regenwater, dat direkt of indirekt via het regenwaterriool in de singels en vijvers stroomt.

De monsterplaatsen 4a en 4b.

In de vijver aan het Senfpad (monsterplaats 4a) komt zowel grondwater als overstortwater uit het verbeterd gescheiden rioolstelsel terecht. Dit water wordt via de Reintendreef (monsterplaats 4b) afgevoerd. De hardheid is relatief hoog, maar vooral het chloridegehalte is opvallend hoog. Hiermee samenhangend is ook de geleidbaarheid van het water hoog. De herkomst van deze chloride is mogelijk terug te voeren naar zoute kwel uit de Eemlaag, of wordt veroorzaakt door afstromend water van de geluidswal, dat via het drainage systeem in de vijver komt. Nader onderzoek is noodzakelijk om te bepalen wat de bron van deze chloride is.

De monsterplaatsen 4c, 3d en 3e

Het water in de Van Dillewijndreef komt voornamelijk uit De Hoef. Het is water uit de Gelderse Vallei dat in de richting van het Valleikanaal stroomt.

ad 2a. De macro-nutriënten in samenhang met de belasting van het water.

In het I.M.P. water 1985-1989 staan de onderstaande normen voor de basiskwaliteit van oppervlaktewater:

pH	6.5 - 9
totaal fosfaat	0.15 mg/l (zomerhalfjaargemiddelde)
nitriet/nitraat	10.0 mg/l (als N)
ammoniak	0.02mg/l (als N)

Met betrekking tot de pH vallen alle monsterplaatsen binnen de I.M.P.-normen. Ook de koncentraties van nitriet en nitraat zijn niet opvallend hoog.
De ammonium- en fosfaatkoncentraties in Randenbroek en Liendert zijn hoog en in de vijvers aan de Albatrosstraat, de Ringweg en de singel langs de Albatrosstraat zelfs extreem hoog. Deze hoge koncentraties hangen samen met de instroom van het regenrioolwater in deze vijvers. In verband met de toxiciteit van ammoniak staat in het I.M.P. '85 - '89 een norm van 0.02 mg/l. genoemd. Het aandeel van vrije ammoniak in de som (NH_4^+ en NH_3) hangt samen met de pH en temperatuur van het water.
Gezien de hoge koncentraties aan ammonium en de pH van ca. 7.2, wordt op deze punten de norm van 0.02 mg/l ammonium overschreden.

Het chemisch zuurstofverbruik (CZV) en het biologisch zuurstofverbruik (BZV) zijn kenmerken voor de totale hoeveelheid organische stof. Bij het CZV wordt alle organische stof chemisch geoxydeerd, bij het BZV wordt de organische stof door bakteriën omgezet. Op de punten waar veel organische materiaal uit het rioolstelsel in het stadswater stroomt (monsterplaatsen 3a en 3b)- of door andere oorzaken (algenbloei) veel organisch materiaal in het water aanwezig is (monsterplaatsen 4a en 4b), zijn het BZV en het CZV hoog.

ad 2c. De microverontreiniging

In tabel 9.1 en tabel 9.2 worden de resultaten van de chemische analyses vergeleken met de indikatieve richtwaarden uit het Interim wet Bodemsanering en het I.M.P. water 1985-1989 (zie bijlage 9.3).

Tabel 9.1 De microverontreiniging in water, volgens de normen uit het I.M.P. water 1985-1989 met betrekking tot de basiskwaliteit van oppervlaktewater.
- = onder de norm
+ = boven de norm

monsterplaats no:	1a	1b	2a	3a	3c	3e	4a	4b
- lood	-	-	-	-	-	-	-	-
- zink	-	-	-	-	-	-	-	-
PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen)								
6 van Borneff totaal:	+	+	+	+	+	+	+	+

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

Tabel 9.2 Micro-verontreiniging in slib, volgens het toetsingskader zoals vermeld in de Interimwet Bodemsanering.

- = onder de A norm
+ = licht verontreinigd (boven de A norm)
++ = matig verontreinigd (boven de B norm)
+++= sterk verontreinigd (boven de C norm)
(++/+++ matig verontreinigd, echter koncentratie dicht bij de C-waarde)
(+ /++ licht verontreinigd, echter koncentratie dicht bij de B-waarde

Zware metalen

monsterplaats no:	1a	2a	3a	3c	3e	4a	4b	4c
- lood	+	-	+	+	+	+	-	-
- zink	-	-	-	+	-	-	-	-
PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen)								
fluor antheen	++	+/++	+/++	+	+	+	+	+
benzo(a)pyreen	++/+++	++	++	+	++	+	+	+
6 van Borneff totaal*:	++	++/+	+/++	+	+	+	+	+

* zie opmerking tabel 9.1

De verontreiniging met zware metalen is over het algemeen gering. De verontreiniging met PAK's is beduidend groter. Dit geldt vooral voor de koncentraties van deze stoffen in het slib op de monsterplaatsen met een gewoon gescheiden rioolstelsel.
Vooral gezien de hoge koncentratie van benzo(a)pyreen is op 12 maart 1988 het slib op de monsterplaatsen 1 en 2a nogmaals onderzocht. De koncentraties van de PAK's lagen wat lager dan bij de eerste bemonstering van 3 februari 1988, maar vallen nog steeds in de kategorie matig verontreinigd. Het is bekend dat er verschillen in koncentraties van deze stoffen in monsters uit een vijver gemeten kunnen worden.
De herkomst van deze PAK's is diffuus, ze kunnen afkomstig zijn van de inpregneer-middelen van de beschoeiing, atmosferische depositie, slijtsel van banden en afvalolie.

10. De beschrijving en de biologische waterkwaliteitsbeoordeling van de monsterplaatsen

Bij elk monsterpunt staat eerst een aantal voor zichzelf sprekende karakteristieken van het punt vermeld.
Vervolgens wordt aan de hand van de bioaktiviteit, zuurstofhuishouding en de struktuur 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 makrofauna en het fytoplankton samengevat.

bioaktiviteit		zuurstofhuishouding			struktuur van de levensgemeenschap			
afbraak BZV mg/l O2	opbouw chlorofyl mg/m3	% goede O2 waarden	% zeer goede O2 waarden	minimum O2 mg/l	diversiteit fyto plankton	diversiteit makro fauna	SI fyto plankton	SI makro 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.
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).
Het BZV is een maat voor de hoeveelheid organische stof, die door bakteriën afgebroken kan worden.
Bij deze afbraak wordt zuurstof verbruikt. De hoeveelheid verbruikte zuurstof weerspiegelt de bakteriële aktiviteit.
Het BZV is bepaald volgens Golterman (1971).
In de tabel staat het gemiddelde van de 2 monsterdata (9 sept. en 20 okt. 1987).

Chlorofyl-a
Het chlorofylgehalte is een maat voor de hoeveelheid fytoplankton. Chlorofyl is bepaald volgens NEN 6520.
In de tabel staat de waarde van het monster van 9 septemberr
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 is gemeten met de Winkler titratie en met een zuurstofmeter.
De metingen zijn uitgevoerd op 16 juni, 9 juli, 9 sept. en 20 okt.
De gegevens van de metingen staan in bijlage 8.
De gegevens in de tabel berusten, tenzij anders vermeld op 5 bepalingen.
Goede waarden geven de metingen die in het trajekt 60 - 140 % verzadiging vallen.
Zeer goede waarden geven de metingen die in het trajekt 80 - 120 % verzadiging vallen.

Uit de gegevens van de monsterpunten blijkt dat de indeling op basis van het BZV steeds 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.

De diversiteit is bepaald met de index van Margalef (zie hoofdstuk 8) 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 bijlagen vermeld staan, gebruikt. De saprobie-indikatie van een soort geeft aan bij welke saprobieklasse een soort voorkomt.
De betekenis van deze 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 8. De onderverdeling van de klasse III en IV is niet gebruikt, gezien het beperkte aantal waarnemingen.

Bij de beschrijving van de monsterpunten worden enkele facetten van de levensgemeenschap met een histogram en cirkeldiagrammen geillustreerd.
Het histogram geeft een beeld van de makrofauna. In de figuur staat het aantal bloedzuigers, borstelwormen, slakken, en andere diergroepen die op het monsterpunt aangetroffen werden, vermeld. Het histogram geeft tevens een beeld van de levensgemeenschap op een monsterpunt, omdat de makrofauna meestal een belangrijk deel van de levensgemeenschap vormt.

De cirkeldiagrammen geven een beeld van de saprobie-indikatie per monsterpunt, gebaseerd op de samenstelling van het fytoplankton en de makrofauna. De opmerking over de betekenis van de saprobie-indikatiewaarden bij de Saprobie-Index geldt natuurlijk ook bij deze figuren.

Vervolgens worden de fysisch- en chemische kenmerken en de microverontreinigng 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 vertikale 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 blijft.

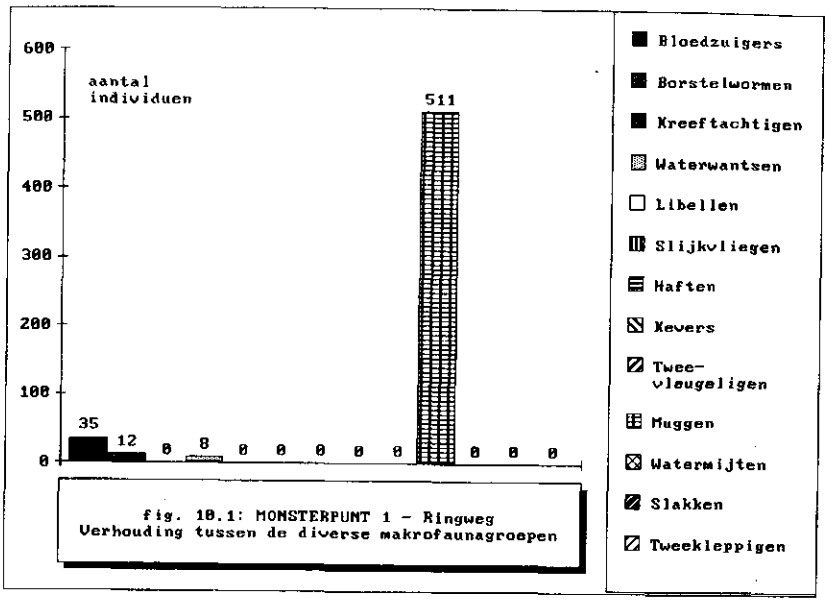


fig. 10.1: MONSTERPUNT 1 - Ringweg
Verhouding tussen de diverse makrofaunagroepen

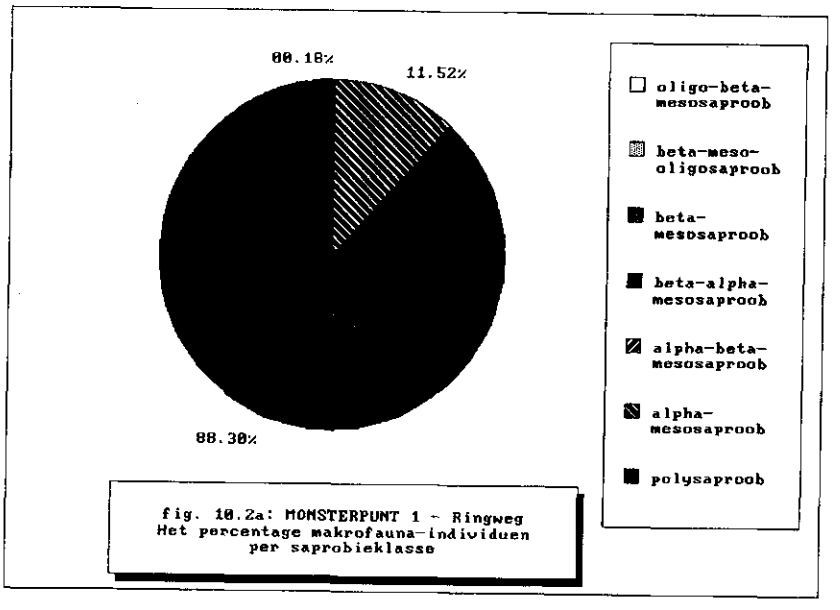


fig. 10.2a: MONSTERPUNT 1 - Ringweg
Het percentage makrofauna-individuen per saprobieklasse

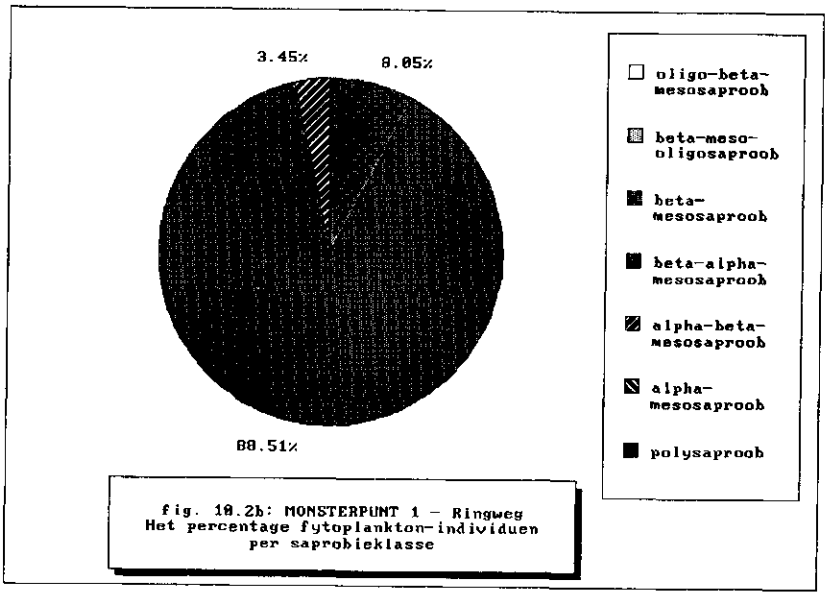
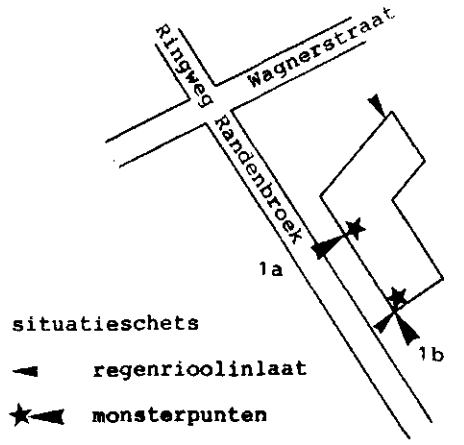


fig. 10.2b: MONSTERPUNT 1 - Ringweg
Het percentage fytoplankton-individuen per saprobieklasse

De vijver aan de Ringweg Randenbroek (nabij hoek Wagnerstraat)

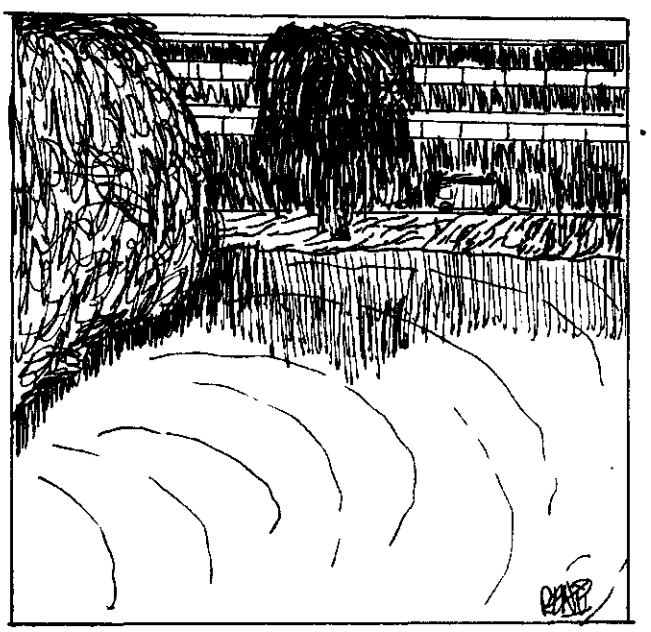
Monsterplaats: 1
Oppervlakte: 1700 m2
Ouderdom: ca.30 jaar
Bodemsamenstelling: sliblaag op dekzand
Waterdiepte: 20-60 cm.
Dikte sliblaag: 10-50 cm.
Geur: zwakke rioolgeur
Waterkleur: grijs/groen
Beschoeiing: houten paaltjes/planken

Waterplanten: geen
Vissen: geen
Thermotolerante bakteriën: 7 per ml.



Situatie met betrekking tot het regenwaterriool: Er is een direkte verbinding met het regenwaterriool in de zuidwest- en de noordoosthoek. De buis in de noordoosthoek ligt echter onder de modder, zodat er weinig water door zal stromen.

In de vijver liggen 2 monsterpunten (zie de situatieschets). Punt 1b is direkt gelegen bij de regenwaterrioolpijp. Punt 1a ligt ca. 30 m. van punt 1b aan de graskant. Aangezien de metingen van zuurstof, en de chemische bepalingen op punt 1a en 1b nagenoeg identiek waren, worden alleen de gemiddelden in de tabellen vermeld.



De vijver aan de Ringweg.

Samenvatting van de gegevens over de waterkwaliteit.

bioaktiviteit		zuurstofhuishouding			struktuur van de levensgemeenschap			
					diversiteit		SI	
afbraak BZV mg/l O2	opbouw chlorofyl mg/m3	% goede O2 waarden	% zeer goede O2 waarden	minimum O2 mg/l	fyto plankton	makro fauna	fyto plankton	makro fauna
5.7	6.7	0	0	1.4	1.0	1.4	2.2	3.9
III	V	--------- V --------			V		III	V

Opbouw van de makrofauna.

Uit het staafdiagram 10.1 is af te lezen dat de diversiteit van de makrofauna gering is. Er komen voornamelijk muggelarven op dit monsterpunt voor. Van deze muggelarven is Chironomus spec. de meest algemene soort. Chironomus leeft in de sliblaag en is goed bestand tegen lage zuurstofkoncentraties.

Indeling van de soorten naar saprobie-indikatie.

Uit de cirkeldiagrammen 10.2a en 10.2b komt weer de geringe diversiteit van de levensgemeenschap naar voren. Er komen maar weinig soorten voor. Ook het totale aantal individuen in het fytoplankton was gering.

De chemische samenstelling en de micro-verontreiniging.

De herkomst van het water in de vijver is regenwater dat direkt en vooral indirekt, via het regenwateriool, in de vijver stroomt. Door deze instroom van water met organisch materiaal en slib uit het riool is de ammoniumkoncentratie en de totale hoeveelheid aan fosforverbindingen hoog.
De vijver is vooral in het slib matig verontreinigd met PAK's.

Bespreking.

De levensgemeenschap wordt door detrituseters (muggelarven en watervlooien) gedomineerd. Gedurende de gehele zomer was er een massale bloei van watervlooien. Er is nagenoeg geen fytoplankton aanwezig.

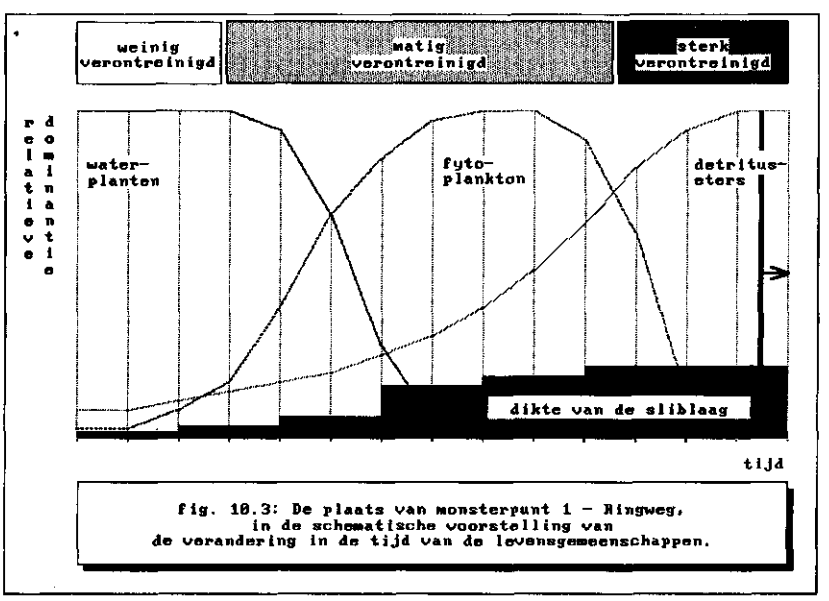


fig. 10.3: De plaats van monsterpunt 1 - Ringweg, in de schematische voorstelling van de verandering in de tijd van de levensgemeenschappen.

In figuur 10.3 staat het monsterpunt uiterst rechts aangegeven, de vijver is sterk verontreinigd en kan tot de polysaprobe klasse (V) gerekend worden. De zuurstofhuishouding is slecht. Dit hangt samen met de dikke modderlaag, waarin doorlopend gasontwikkeling plaats vindt. Ammoniak komt in toxische hoeveelheden voor.

De bakteriële verontreiniging in het water is niet dusdanig dat er sprake is van een kontinue instroom van rioolwater. De koncentratie in het slib is wel aan de hoge kant.

Voor het verkrijgen van een doorstroming in de vijver is het nodig dat de modder uit de buis in de noordoosthoek gehaald wordt. Echter, door deze doorstroming zal de waterkwaliteit niet veel verbeteren. Daarvoor is het regenrioolwater van een te slechte kwaliteit.
Voor verbetering van de waterkwaliteit is het nodig dat de dikke modderlaag verwijderd wordt en de invoer van het regenwaterriool beperkt wordt.

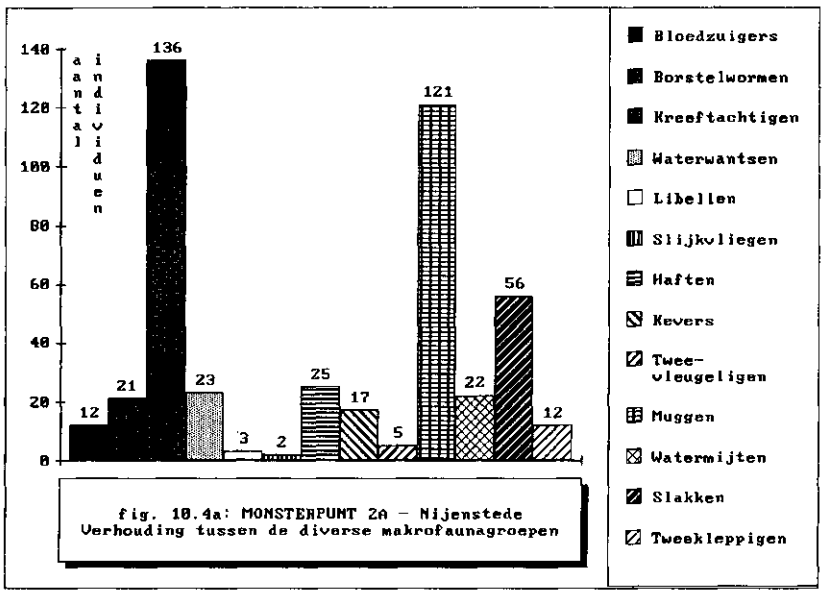


fig. 10.4a: MONSTERPUNT 2A - Nijenstede
Verhouding tussen de diverse makrofaunagroepen

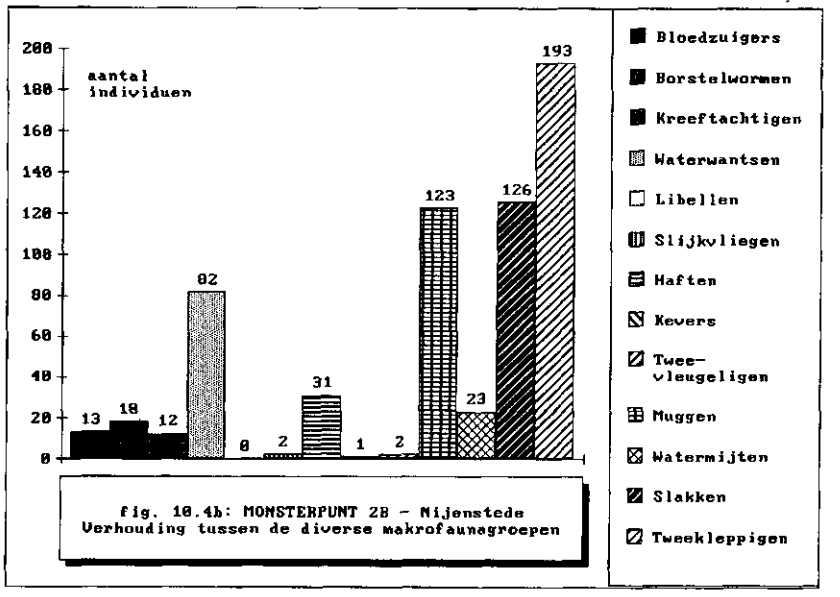


fig. 10.4b: MONSTERPUNT 2B - Nijenstede
Verhouding tussen de diverse makrofaunagroepen

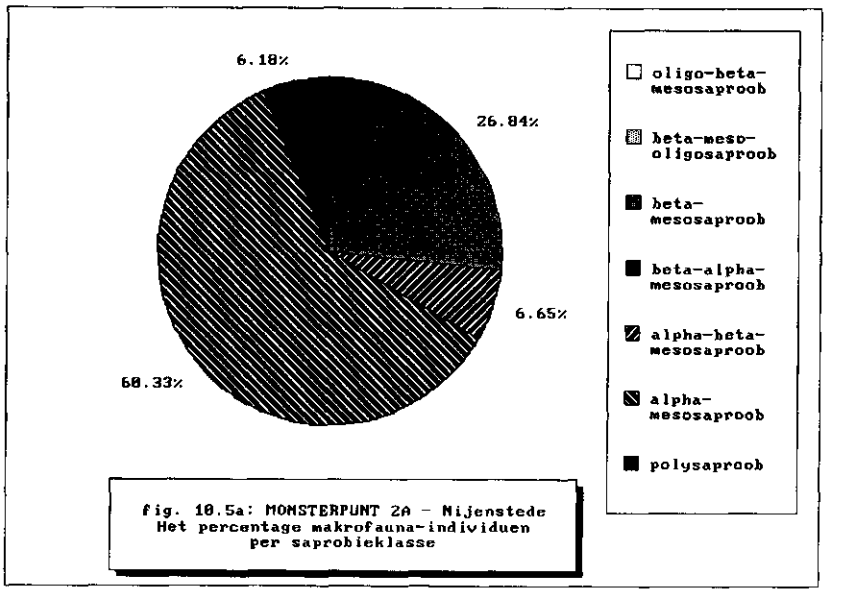
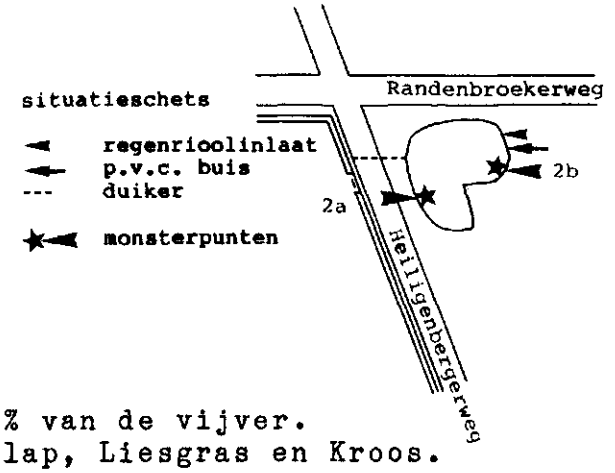


fig. 10.5a: MONSTERPUNT 2A - Nijenstede
Het percentage makrofauna-individuen
per saprobieklasse

Beschrijving van de vijver bij Nijenstede aan de Heiligerbergerweg.

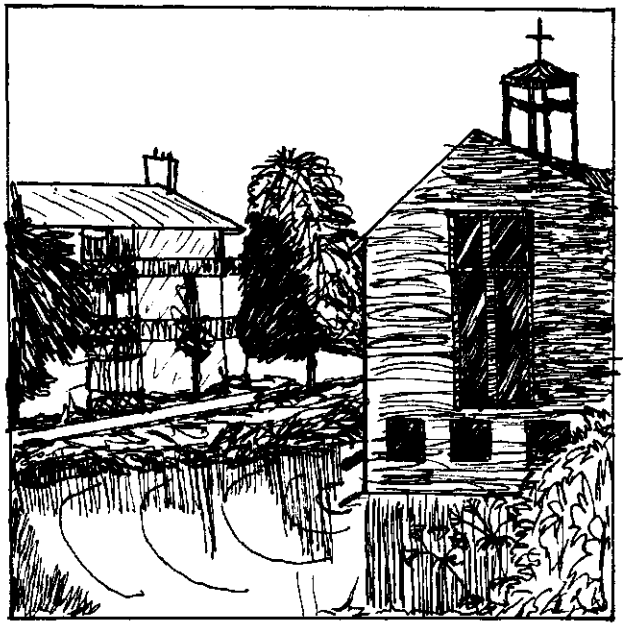
Monsterplaats: 2
Oppervlakte: ca. 200 m2
Waterdiepte: 30 - 150 cm.
Bodemsamenstelling: sliblaag op dekzand
Dikte sliblaag: 5 - 20 cm.
Geur:lichte rioolgeur
Waterkleur: grijs/grijsgroen
Beschoeiing: houten paaltjes/zandoever



Waterplanten: Waterpest bedekt 80 - 100% van de vijver.
De overige soorten zijn: Veenwortel, Flap, Liesgras en Kroos.
In juni is Glanzig fonteinkruid in de vijver gevonden.
Vissen: Kroeskarper en Tiendoornige stekelbaars komen in de vijver voor.
Thermotolerante bakteriën: 24 per ml. water

Situatie met betrekking tot het regenwaterriool: In 1986-1987 zijn de grootte en vorm van de vijver drastisch veranderd. Door de nieuwbouw van Nijenstede is een gedeelte van de vijver gedempt. Er is wel weer een buis aangelegd om deze vijver met het regenwaterriool te verbinden, maar de buis ligt nogal diep en het is de vraag of er veel water door de buis zal stromen. Onder de Heiligerbergerweg door ligt een duiker die de vijver met het park Randenbroek verbindt.

In de vijver zijn 2 makrofauna monsters genomen, nl. no. 2a aan de Heiligenbergerweg en no. 2b aan de zandkant bij de kapel.



De vijver bij Nijenstede.

Samenvatting van de gegevens over de waterkwaliteit.

bioaktiviteit		zuurstofhuishouding			struktuur van de levensgemeenschap			
afbraak BZV mg/l O2	opbouw chlorofyl mg/m3	% goede O2 waarden	% zeer goede O2 waarden	minimum O2 mg/l	diversiteit fyto plankton	diversiteit makro fauna a b	SI fyto plankton	SI makro fauna a b
4.9	2.6	80	60	6.4	-	8.8/5.7	1.6	2.6/2.3
III	-	--------	III	---------	-		III	IV /III

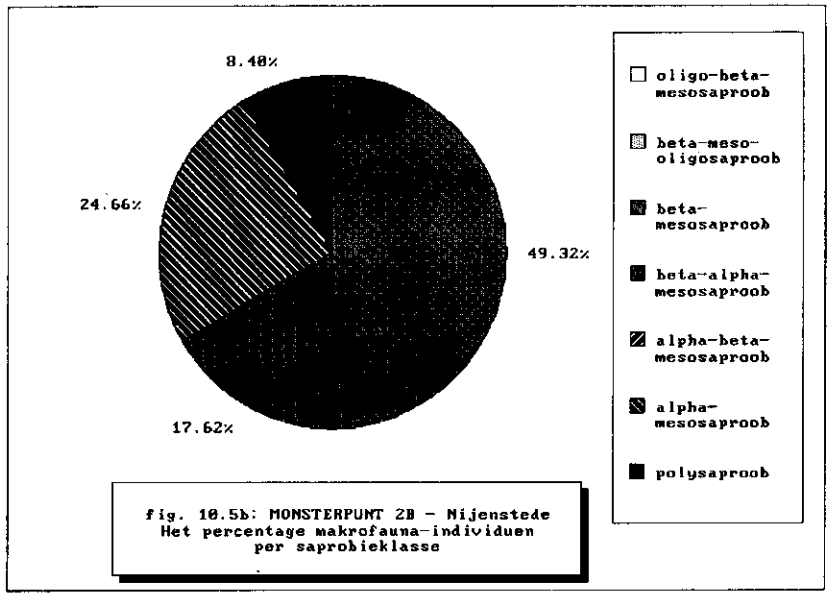


fig. 10.5b: MONSTERPUNT 2B - Nijenstede
Het percentage makrofauna-individuen per saprobieklasse

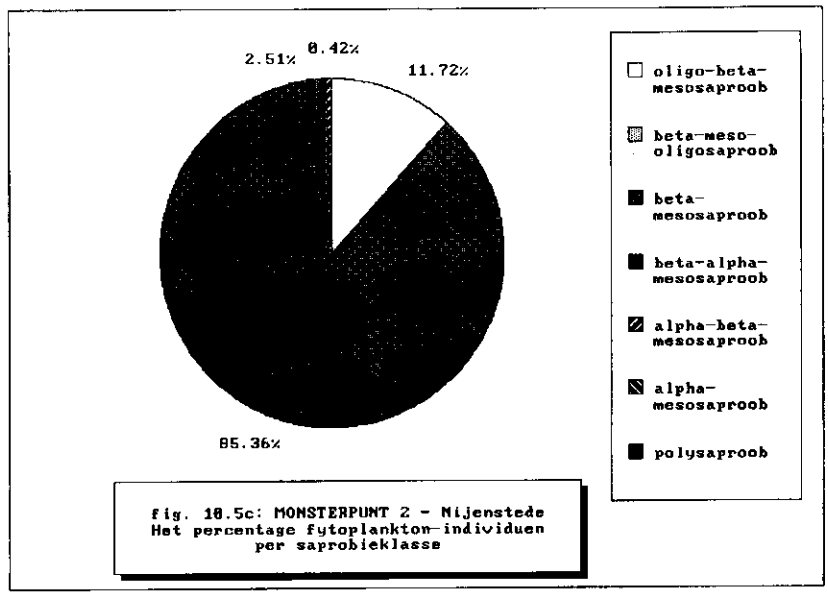


fig. 10.5c: MONSTERPUNT 2 - Nijenstede
Het percentage fytoplankton-individuen per saprobieklasse

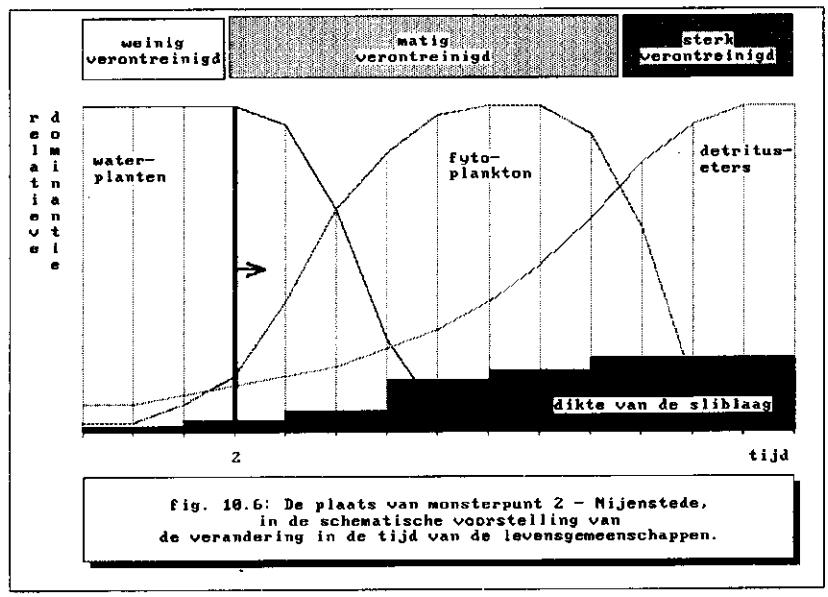


fig. 10.6: De plaats van monsterpunt 2 - Nijenstede, in de schematische voorstelling van de verandering in de tijd van de levensgemeenschappen.

Opbouw van de makrofauna.

In de staafdiagrammen (10.4 a en b) is te zien dat alle makrofauna groepen die door ons in het stadswater gevangen zijn, ook in deze vijver voorkomen. Deze grote diversiteit van de makrofauna hangt ook samen met het voorkomen van veel waterplanten op deze plaats.

Indeling van de soorten naar saprobie-indikatie.

De cirkeldiagrammen (10.5 a, b en c) van de makrofauna en het fytoplankton geven een verschillend beeld. Het fytoplankton is schaars op deze plaats, zodat er maar drie saprobieklassen voorkomen. Bij de makrofauna komen vooral vertegenwoordigers uit de mesosaprobe klasse voor.

De chemische samenstelling en de micro-verontreiniging.

De herkomst van het water is regenwater dat direkt of indirekt in de vijver stroomt. Hoewel er dit jaar geen direkte inlaat was van het water uit het regenriool, zijn de effekten van dit water nog wel merkbaar aan de hoge ammoniumkoncentratie en de aanwezigheid van PAK's.

Bespreking.

De levensgemeenschap is redelijk divers van opbouw, in vergelijking met de andere plaatsen zijn hier veel soorten gevonden.
Wat betreft de planten overheerst waterpest. Er zijn verschillende soorten herbivoren aanwezig. Fytoplankton is op dit punt schaars, maar dat ligt voor de hand als de waterplanten domineren.
In fig 10.6 staat de positie van het monsterpunt aangegeven.
Uit deze figuur is af te lezen dat de vijver op dit moment matig vervuild is. Gezien de gegevens van de zuurstofhuishouding en opbouw van de levensgemeenschap behoort de vijver tot de b-mesosaprobe klasse. Regelmatig schonen van de waterplanten en het afzuigen van de dikke modderlaag is nodig om deze waterkwaliteit op den duur te handhaven.

De bakteriële verontreiniging ligt rond de norm.

Voor de bouwwerkzaamheden aan Nijenstede stond de vijver in kontakt met het regenwaterriool van Randenbroek. De vijver stonk en veroorzaakte veel overlast. Dit jaar kwamen deze problemen niet voor; de waterkwaliteit van dit monsterpunt is dit jaar redelijk.
Op dit moment wordt de nieuwe verbinding van de vijver met het regenwaterriool met een schotje afgesloten. Voor het handhaven van de redelijke waterkwaliteit moet deze afsluiting permanent worden.

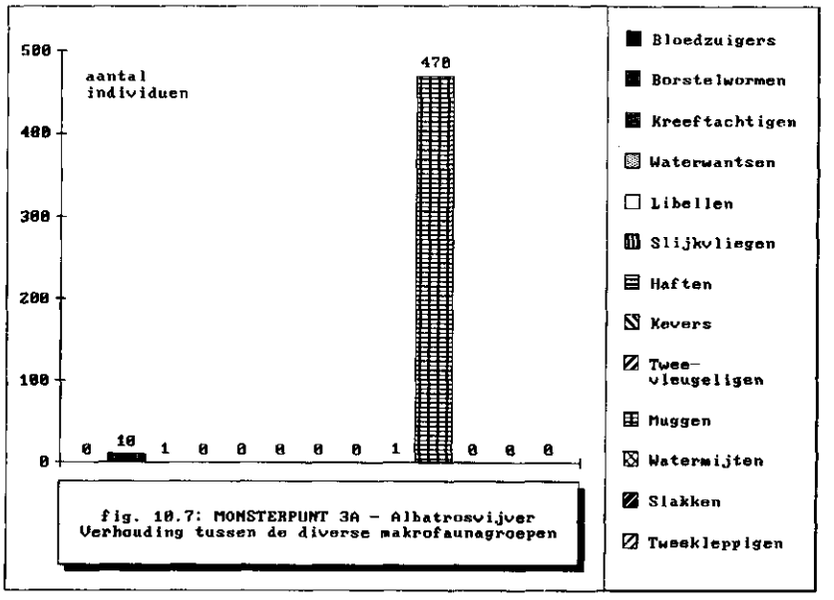


fig. 10.7: MONSTERPUNT 3A - Albatrosvijver
Verhouding tussen de diverse makrofaunagroepen

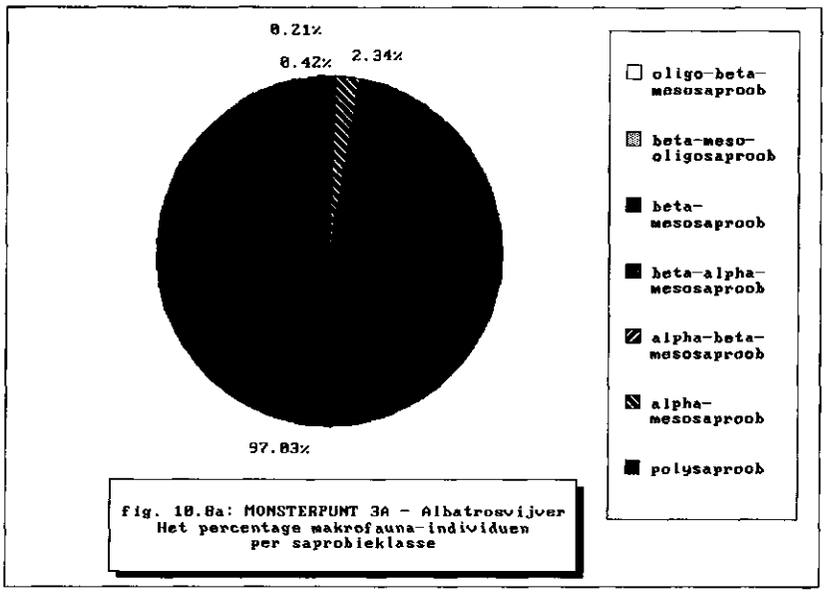


fig. 10.8a: MONSTERPUNT 3A - Albatrosvijver
Het percentage makrofauna-individuen
per saprobieklasse

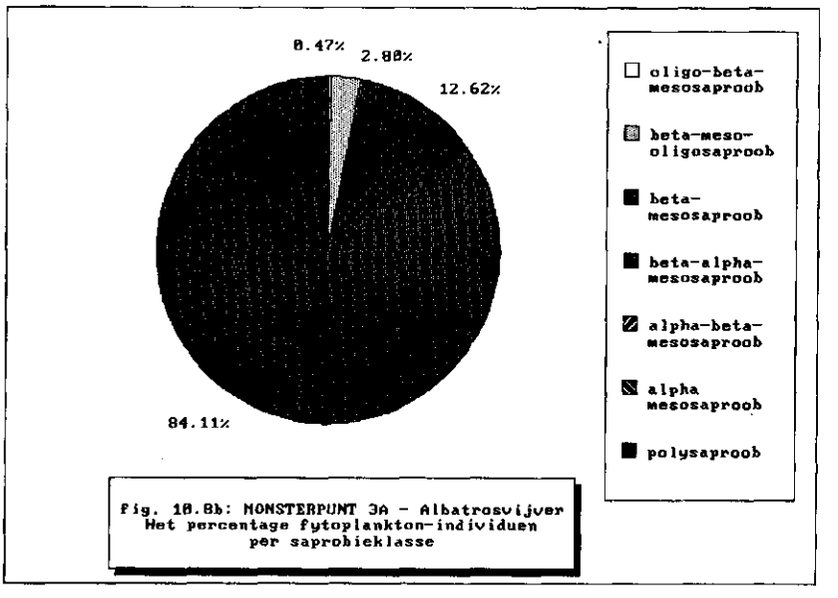
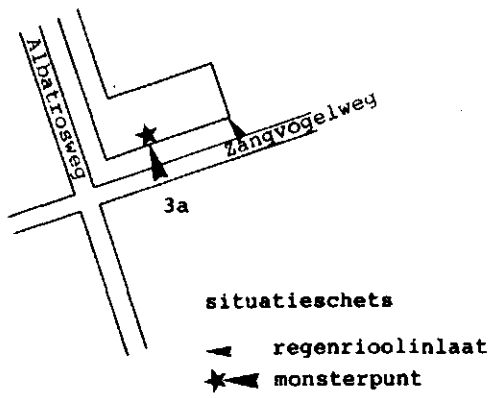


fig. 10.8b: MONSTERPUNT 3A - Albatrosvijver
Het percentage fytoplankton-individuen
per saprobieklasse

Beschrijving van de vijver op de hoek Albatrosstraat / Zangvogelweg

Monsterplaats:3a
Oppervlakte: ca 1500 m2
Ouderdom: 25 jaar
Waterdiepte: ca 60 cm.
Bodemsamenstelling: sliblaag op dekzand
Dikte sliblaag: 10 - 35 cm.
Geur: zwakke rioollucht
Waterkleur: kleurloos-donkergroen
Beschoeiing: houten paaltjes

Waterplanten: Liesgras ca. 4 m2
Vissen: geen
Thermotolerante bakteriën: 487 per ml



Situatie met betrekking tot het regenwaterriool: er is een verbinding met het regenwaterriool onder de Zangvogelweg.
Op 20 aug. dreven nabij de pijp resten toiletpapier. Dit wijst op een verkeerde aansluiting van het faecaliënriool op het regenwaterriool.

De vijver op de hoek van Trekvogelweg en Zangvogelweg.



Samenvatting van de gegevens over de waterkwaliteit.

bioaktiviteit		zuurstofhuishouding			struktuur van de levensgemeenschap			
afbraak BZV mg/l O2	opbouw chlorofyl mg/m3	% goede O2 waarden	% zeer goede O2 waarden	minimum O2 mg/l	diversiteit fyto plankton	diversiteit makro fauna	SI fyto plankton	SI makro fauna
8.4	538	40	20	0.4	1.9	1.0	2.2	3.8
III-IV	IV	------- V ---------			V		III	V

Opbouw van de makrofauna.

Uit het staafdiagram (10.7) blijkt de geringe diversiteit van de makrofauna. In de vijvers zijn alleen muggelarven (vnl. Chironomus spec.) en bloedzuigers gevangen.

Indeling van de soorten naar saprobie-indikatie.

In de cirkeldiagrammen(10.8a en 10.8b) wordt eveneens de geringe diversiteit van de levensgemeenschap weerspiegeld. In het diagram van de makrofauna komt duidelijk het polysaprobe karakter van de vijver naar voren.

De chemische samenstelling en de micro-verontreiniging.

De herkomst van het water is het regenwater dat direkt en vooral indirekt via het regenwaterriool de vijver instroomt. Met dit water stroomt organisch vuil en slib de vijver in. Dit heeft tot gevolg dat de ammoniumkoncentratie extreem hoog is.
Er is ook een matige verontreinging met PAK's.

Bespreking:

De levensgemeenschap wordt gedomineerd door detrituseters (muggelarven en watervlooien). Gedurende de gehele zomer was er een bloei van watervlooien. Waterplanten en fytoplankton komen nauwelijks voor, behalve eind augustus, toen er een bloei van de flagellaat Lepocinclis texta optrad. Rond deze tijd is tevens twee keer de zuurstofkoncentratie bepaald. Door de produktie van de algen waren op dat moment de verzadigingswaarden zeer gunstig, echter een maand later was er vrijwel geen zuurstof in de vijver aanwezig (op 20 oktober was de verzadigingswaarde 3.7 % !).
Deze bloei veroorzaakte ook de hoge chlorofylwaarde, die echter als een uitschieter beschouwd kan worden.
Het voorkomen van bloei van algen en watervlooien wijst op een instabiele situatie van de levensgemeenschap.
In fig. 10.9 staat de positie van het monsterpunt aangegeven.

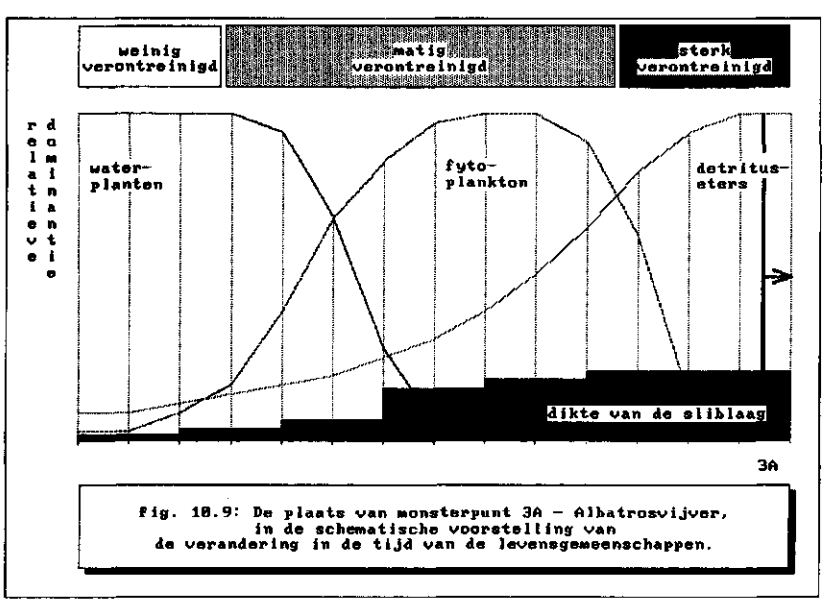


fig. 10.9: De plaats van monsterpunt 3A - Albatrosvijver, in de schematische voorstelling van de verandering in de tijd van de levensgemeenschappen.

Uit deze figuur is af te lezen dat het monsterpunt uiterst rechts staat. Het monsterpunt is sterk verontreinigd en kan tot de polysaprobe klasse (V) gerekend worden.

Ook de bakteriële verontreiniging is groot en dat kan ook niet anders als er resten toiletpapier in de vijver drijven. Volgens buurtbewoners heeft het bejaardentehuis een verkeerde aansluiting.

Deze vijver staat via de singel langs de Albatrosstraat en de singel langs de rekreatiegordel in verbinding met de overige wateren van Liendert en Rustenburg.
Over de stuw in de singel langs de rekreatiegordel bleef ook tijdens de droge periode in de zomer water lopen. Dit kan door kwel of door een doorgaande instroom van rioolwater veroorzaakt worden.
In een vervolgonderzoek is op een zestal plaatsen de bakteriële verontreiniging bepaald. In dit onderzoek is een langzame afname van de bakteriën in dit trajekt gevonden. Dit wijst op een voortdurende doorstroom van het rioolwater vanuit de vijver.

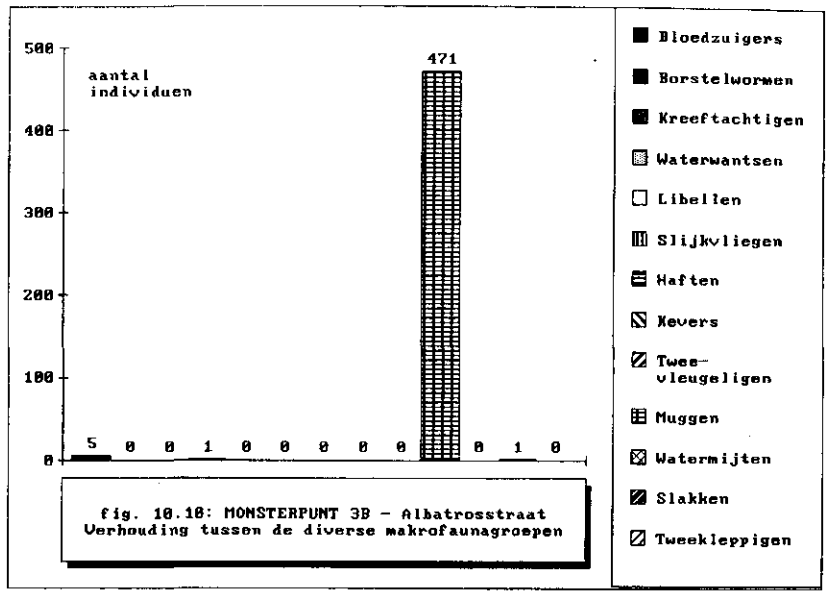


fig. 10.10: MONSTERPUNT 3B - Albatrosstraat
Verhouding tussen de diverse makrofaunagroepen

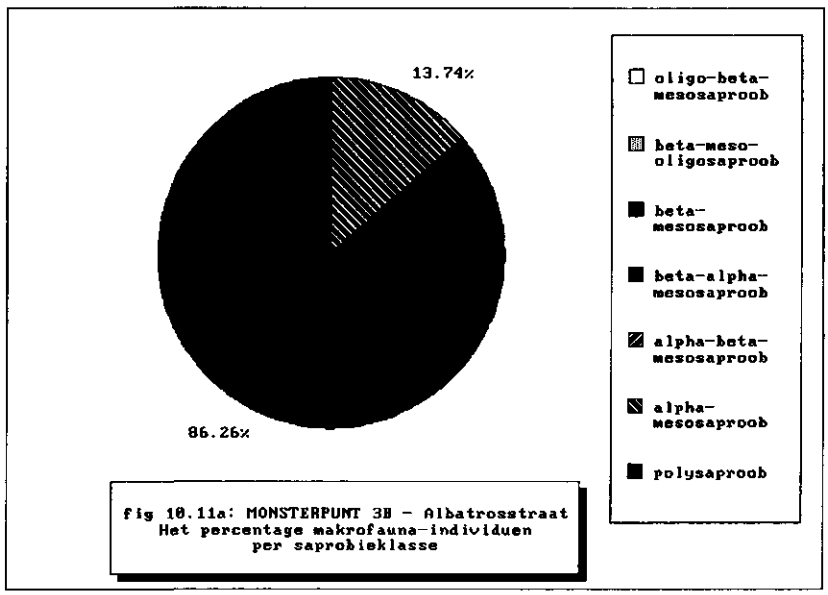


fig 10.11a: MONSTERPUNT 3B - Albatrosstraat
Het percentage makrofauna-individuen
per saprobieklasse

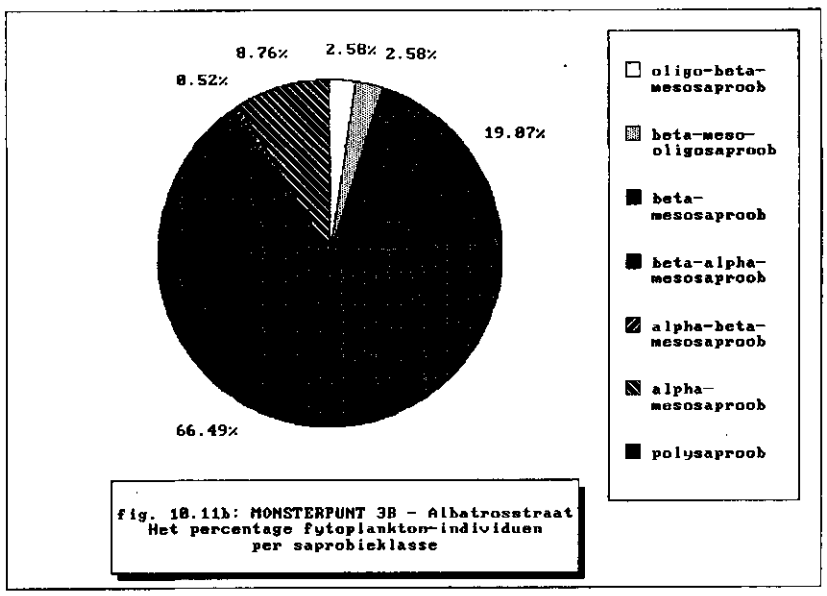
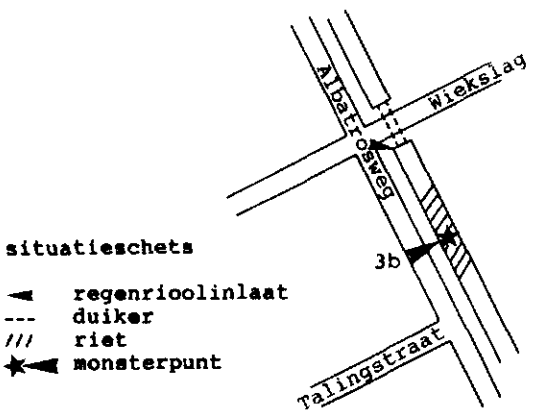


fig. 10.11b: MONSTERPUNT 3B - Albatrosstraat
Het percentage fytoplankton-individuen
per saprobieklasse

Beschrijving van het monsterpunt aan de Albatrosstraat

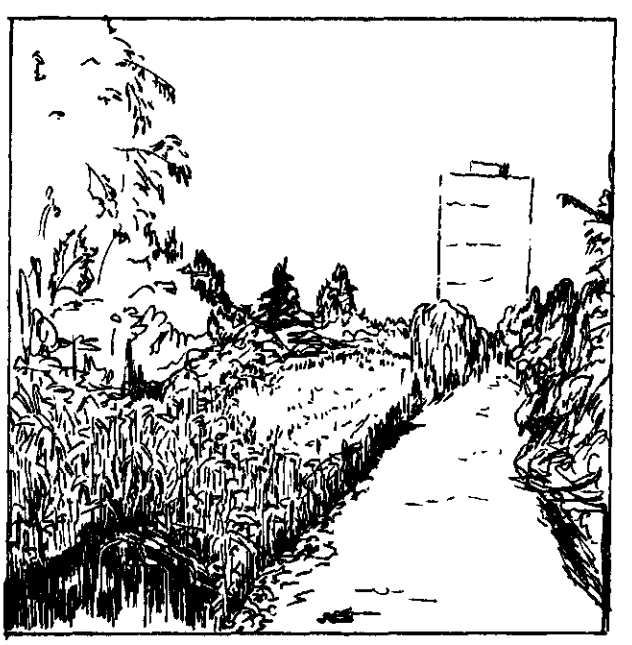
Monsterplaats : 3b
Breedte : ca 10 m
Ouderdom: 25 jaar
Waterdiepte: ca.25 cm.
Bodemsamenstelling: sliblaag op dekzand
Dikte sliblaag: 5 - 19 cm.
Geur: zwakke rioollucht
Waterkleur: helder
Beschoeiing: houten paaltjes

Waterplanten: Riet.
Vissen: geen



Situatie met betrekking tot het regenwaterriool: Op de situatieschets staat de uitmonding van het regenwaterriool aangegeven.

De singel langs de Albatrosstraat.



Samenvatting van de gegevens over de waterkwaliteit.

bioaktiviteit		zuurstofhuishouding			struktuur van de levensgemeenschap			
					diversiteit		SI	
afbraak BZV mg/l O2	opbouw chlorofyl mg/m3	% goede O2 waarden	% zeer goede O2 waarden	minimum O2 mg/l	fyto plankton	makro fauna	fyto plankton	makro fauna
8.4	60.0	0	0	1.3	3.7	0.8	2.2	3.8
III-IV	-	-------- V --------			IV		III	V

Opbouw van de makrofauna.

In het staafdiagram (10.10) valt weer de geringe diversiteit op. De makrofauna vertoont overeenkomst met die op monsterplaats 3a.

Indeling van de soorten naar saprobie-indikatie.

Uit de cirkeldiagrammen (10.11a en b) komt de overeenkomst met monsterplaats 3a naar voren.

De chemische kenmerken.

Ook wat betreft de samenstelling en de herkomst van het water vertoont deze monsterplaats een grote overeenkomst met de monsterplaats in de Albatrosvijver (3a).

Bespreking.

Dit monsterpunt werd in het onderzoek opgenomen om de invloed van het riet op de waterkwaliteit te onderzoeken.

De levensgemeenschap wordt door detrituseters (muggelarven en watervlooien) gedomineerd. Gedurende de zomer was er een bloei van watervlooien. Er is nauwelijks fytoplankton aanwezig.
In fig 10.12 staat de positie van het monsterpunt aangegeven.

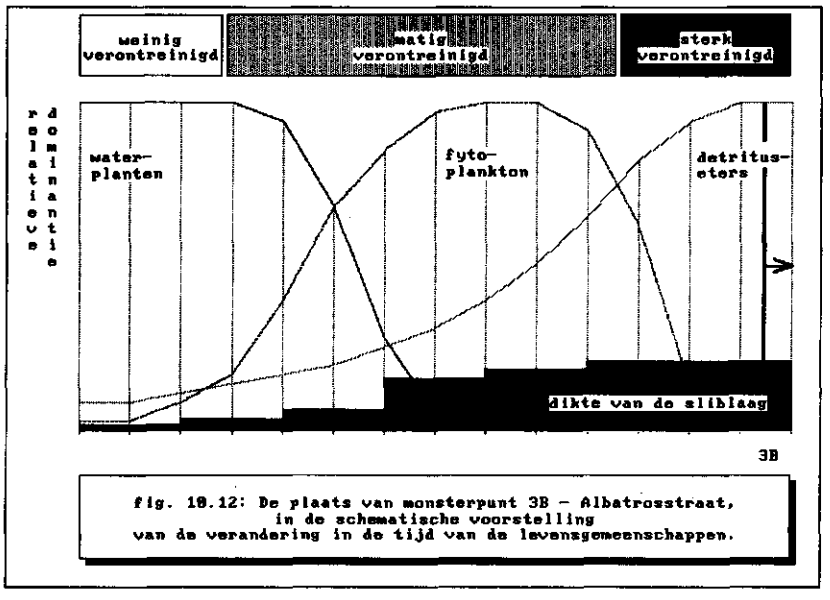


fig. 10.12: De plaats van monsterpunt 3B - Albatrosstraat, in de schematische voorstelling van de verandering in de tijd van de levensgemeenschappen.

Uit deze figuur is af te lezen dat het monsterpunt uiterst rechts staat. Het monsterpunt is sterk verontreinigd en de waterkwaliteit behoort tot de polysaprobe klasse (V).
Toevoer van organisch materiaal wordt op dit punt veroorzaakt door het regenrioolwater, door het bladafval van de over het water hangende bomen en struiken en van het riet waarvan de bovengrondse delen in de winter afsterven.

Op deze plaats is naderhand bakteriologisch onderzoek uitgevoerd. De bakteriële verontreiniging in de vijver veroorzaakt ook op dit punt een te hoge koncentratie van bakteriën.

De levensgemeenschap en de waterkwaliteit zijn dus vergelijkbaar met die in de vijver aan de Albatrosstraat. Wat dat betreft heeft de aanwezigheid van riet nauwelijks effekt. Wel neemt de helderheid van het water door het riet toe.
Het riet zelf is deze zomer flink uitgelopen en blijkt dus bestand tegen een behoorlijke mate van verontreiniging.

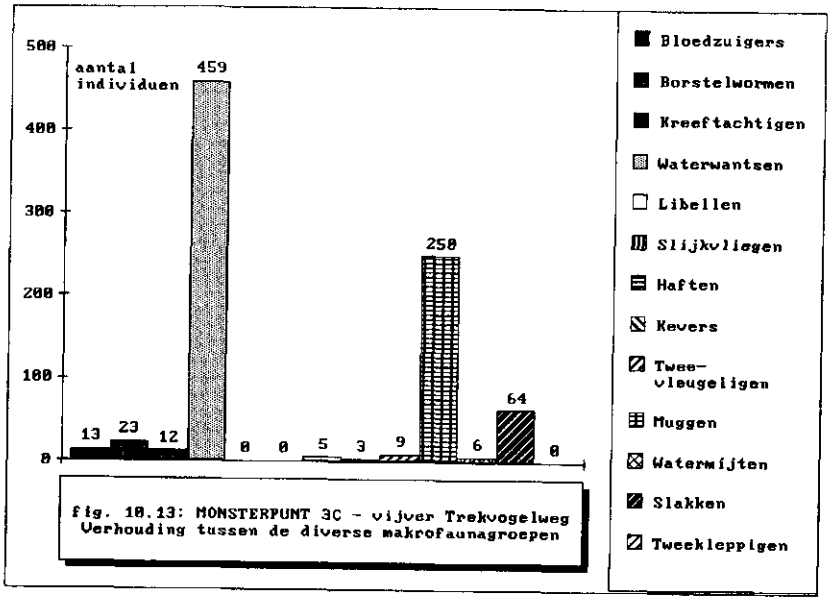


fig. 10.13: MONSTERPUNT 3C - vijver Trekvogelweg Verhouding tussen de diverse makrofaunagroepen

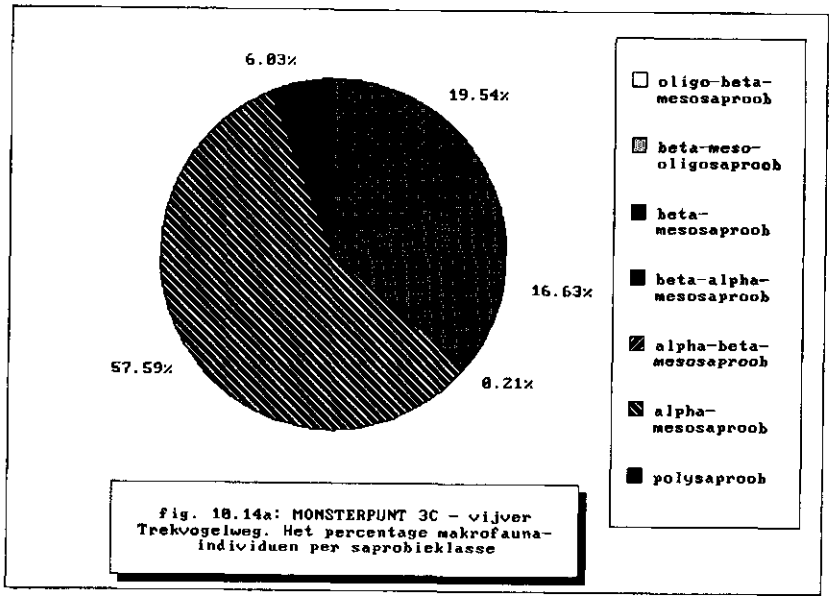


fig. 10.14a: MONSTERPUNT 3C - vijver Trekvogelweg. Het percentage makrofauna-individuen per saprobieklasse

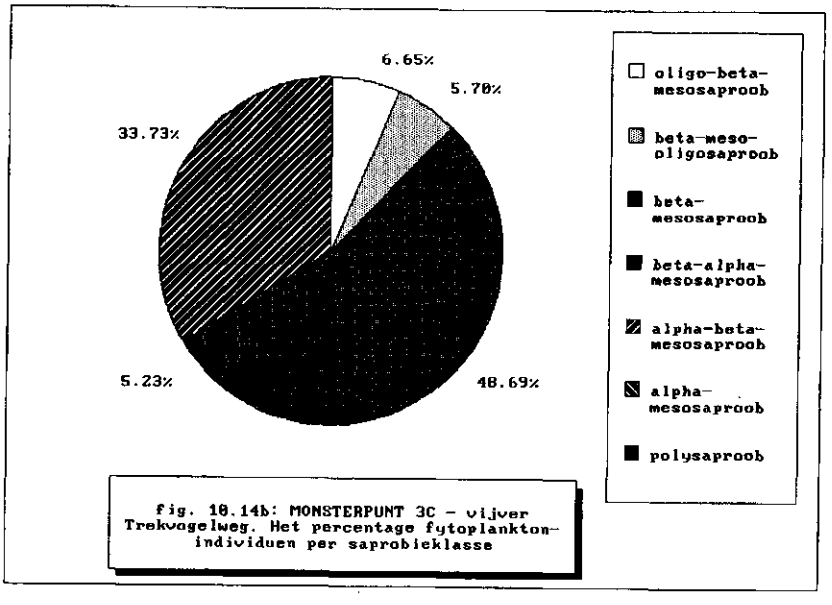
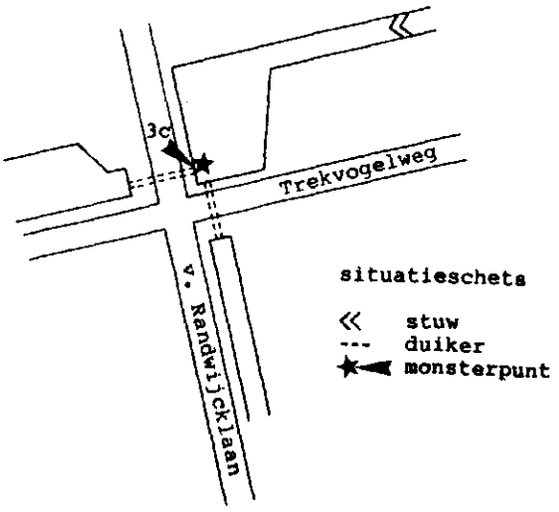


fig. 10.14b: MONSTERPUNT 3C - vijver Trekvogelweg. Het percentage fytoplankton-individuen per saprobieklasse

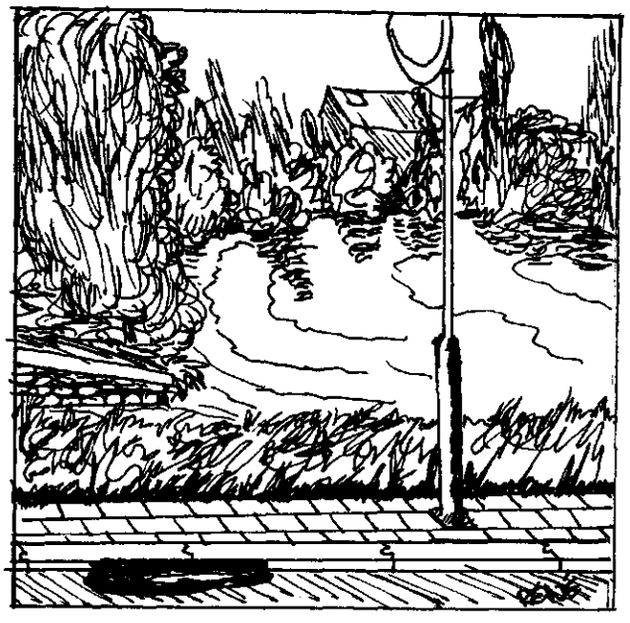
Beschrijving van de vijver op de hoek Trekvogelweg/Van Randwijckl.

Monsterplaats: 3c
Oppervlakte: ca.2250 m2
Ouderdom:25 jaar
Waterdiepte: 40-120 cm.
Bodemsamenstelling:sliblaag op dekzand
Dikte sliblaag: 10-20 cm.
Beschoeiing: houten paaltjes/planken en stenen muur



Waterplanten: Smalle waterpest
en veel Sterrekroos
totale bedekking ca. 40 %
overige soorten:
Veenwortel en Kroos
Vissen: Tiendoornige stekelbaars, Zeelt en Blankvoorn (ook broed)
Thermotolerante bakteriën: 41 per ml.

Situatie met betrekking tot het regenwaterriool en de overige stadswateren: in deze vijver mondt al het water uit Rustenburg en Liendert uit. Er is steeds stroming in het water. Over de stuw in het rekreatiegebied stroomt altijd water (ook in de droge periode van juli). Dit wijst op kwel in de singel langs de Albatrosstraat of een kontinue instroom van water uit het faecaliënriool.



De vijver aan de Trekvogelweg hoek Van Randwijcklaan.

Samenvatting van de gegevens over de waterkwaliteit.

bioaktiviteit		zuurstofhuishouding			struktuur van de levensgemeenschap			
afbraak BZV mg/l O2	opbouw chlorofyl mg/m3	% goede O2 waarden	% zeer goede O2 waarden	minimum O2 mg/l	diversiteit fyto plankton	diversiteit makro fauna	SI fyto plankton	SI makro fauna
6.8	70.3	40	20	5.5	7.4	5.9	2.1	2.4
III	III	------- IV ---------			III		III	III

Opbouw van de makrofauna.

In het staafdiagram 10.13 is te zien dat er op dit punt veel waterwantsen gevangen zijn. Volwassen waterwantsen vliegen regelmatig 's nachts en kunnen daarom vrijwel overal gevangen worden. Ze zijn dan ook nauwelijks te gebruiken bij de waterkwaliteitsbeoordeling. In dit monsterpunt zijn vooral larven gevangen, deze kunnen nog niet vliegen. Waarschijnlijk worden waterwantsen maar weinig door vissen gegeten, omdat zij in het achterlijf klieren hebben die giftige stoffen produceren.

Indeling van de soorten naar saprobie-indikatie.

Uit de cirkeldiagrammen (10.14a en b) komt de relatief grotere diversiteit van de levensgemeenschap op dit monsterpunt naar voren.

De chemische samenstelling en de micro-verontreiniging.

In deze vijver komt al het water uit Liendert en Rustenburg tesamen en stroomt dan door de singel langs de Van Randwijcklaan naar het Valleikanaal. Omdat het water uit de Hoef dat via de Van Dillewijndreef naar deze vijver stroomt, de grootste aanvoer van water in deze vijver is, is er weinig verschil in watersamenstelling tussen de monsterplaatsen in de Van Dillewijndreef (4c), deze vijver en de monsterplaats in de singel langs de Van Randwijcklaan.

Bespreking.

De aanwezigheid van waterplanten in deze vijver en in de singel langs de Van Randwijcklaan is opvallend. In de overige stadswateren zijn (behalve in de vijver bij Nijenstede) nauwelijks submerse waterplanten gevonden.
De samenstelling van de makrofauna hangt ook nauw samen met het voorkomen van deze waterplanten. Op dit punt komen soorten voor die in de overige stadswateren niet gevangen zijn.
De opbouw van de levensgemeenschap is divers.
Zowel waterplanten als fytoplankton verzorgen de primaire produktie, terwijl diverse soorten zooplankton het fytoplankton begrazen. Er zijn wel een aantal slakkensoorten aanwezig, maar in kleine aantallen. De begrazing door slakken zal dus gering zijn. Er komt op dit punt vis voor. De soorten leven overwegend van het zooplankton en de makrofauna.
In fig. 10.15 staat de positie van het monsterpunt aangegeven.

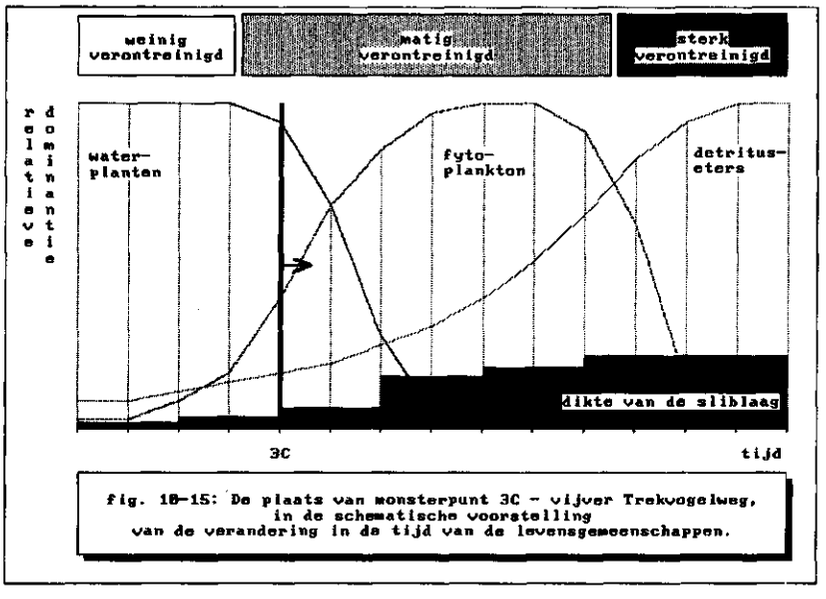


fig. 10-15: De plaats van monsterpunt 3C - vijver Trekvogelweg, in de schematische voorstelling van de verandering in de tijd van de levensgemeenschappen.

In deze figuur is te zien dat het punt in het matig verontreinigde trajekt valt. Omdat er een doorlopend toevoer van voedingszouten en organisch materiaal is, zal de waterkwaliteit langzaam naar rechts verschuiven.
Uit het feit dat begin oktober de Waterpest al uit de vijver verdwenen was, kan waarschijnlijk gekonkludeerd worden dat deze soort zich hier met moeite handhaaft.

Het aantal thermotolerante bakteriën ligt boven de I.M.P norm. We denken dat dit komt door instroom van met faecaliën verontreinigd water uit de vijver aan de Albatrosstraat.

De singel langs de Trekvogelweg.



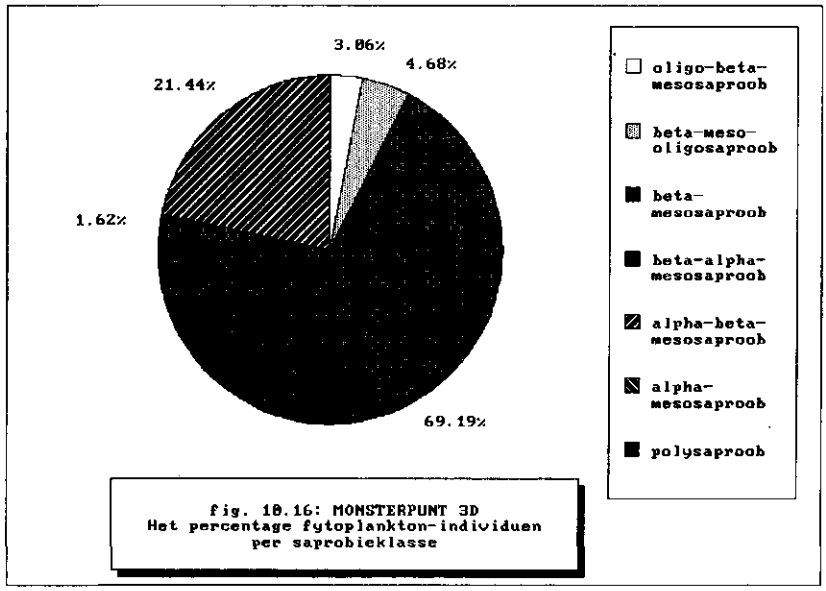


fig. 18.16: MONSTERPUNT 3D
Het percentage fytoplankton-individuen per saprobieklasse

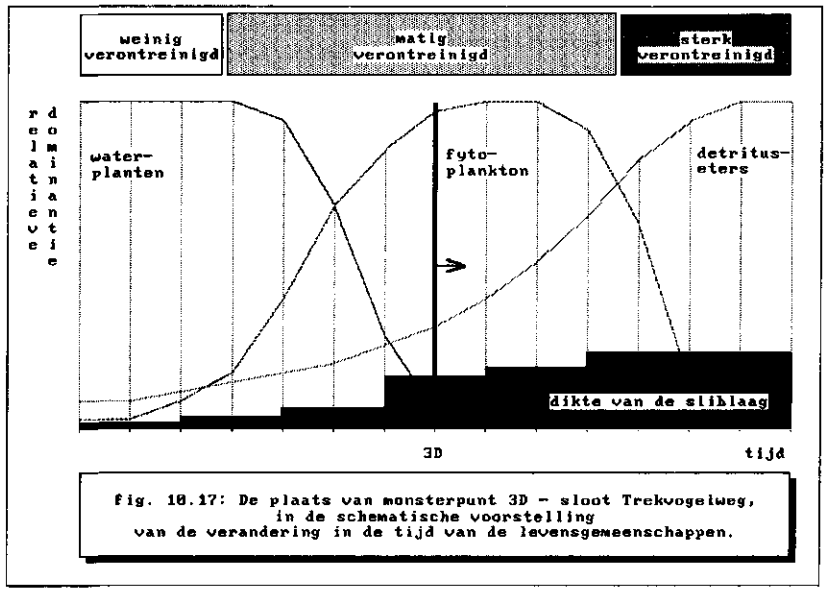
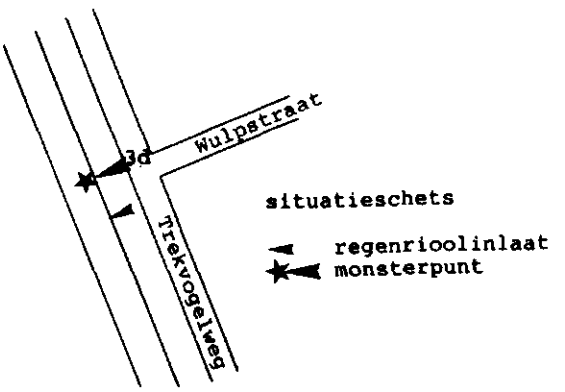


fig. 18.17: De plaats van monsterpunt 3D - sloot Trekvogelweg, in de schematische voorstelling van de verandering in de tijd van de levensgemeenschappen.

Beschrijving van het monsterpunt aan de Trekvogelweg/hoek Wulpstraat

Monsterplaats: 3d
Breedte : 17 m
Ouderdom: ca. 25 jaar
Waterdiepte: 30 - 65 cm
Bodemsamenstelling: sliblaag op dekzand
Dikte sliblaag: 35 cm
Beschoeiing: houten paaltjes/planken

Waterplanten: geen
Vissen: Blankvoorn (ws. ook broed)



Situatie met betrekking tot het regenwaterriool: op de schets is de inlaat van het regenwaterriool aangegeven.
Bijzonderheden: over de stuw loopt geen water. Al het regenwater dat ten Noorden van de stuw in het water komt, stroomt via het regenwaterriool naar het Valleikanaal.

Samenvatting van de gegevens over de waterkwaliteit.

bioaktiviteit		zuurstofhuishouding			struktuur van de levensgemeenschap			
					diversiteit		SI	
afbraak BZV mg/l O2	opbouw chlorofyl mg/m3	% goede O2 waarden	% zeer goede O2 waarden	minimum O2 mg/l	fyto plankton	makro fauna	fyto plankton	makro fauna
X	X	67	33	5.0	6.9	X	2.1	X
		----- III ------			III		III	
X = niet bepaald de gegevens van de zuurstofhuishouding berusten op 3 waarnemingen.								

Indeling van de soorten naar saprobie-indikatie.

Uit het cirkeldiagram 10.16 blijkt de gevarieerde opbouw van het fytoplankton.

Bespreking.

Deze monsterplaats is in het onderzoek opgenomen vanwege de vissterfte in 1986. We hebben hier de zuurstofhuishouding en het fytoplankton onderzocht.
Het fytoplankton geeft een beeld van een voedselrijk water met een grote verscheidenheid aan soorten.
Gezien het geringe aantal gegevens is beoordeling van de waterkwaliteit niet goed mogelijk. In fig. 10.17 staat de positie van deze monsterplaats aangegeven.

In 1987 geven de gemeten zuurstofwaarden een redelijk gunstig beeld. In 1986 echter, een warme zomer, kwamen de vissen op dit punt naar het wateroppervlak "om lucht te happen". Dit wijst op een tekort aan zuurstof. Ook op dit punt speelt de dikke modderlaag een belangrijke rol in de zuurstofhuishouding. In warme zomers neemt de bakteriële aktiviteit in de modderlaag toe, waardoor de zuurstofkoncentratie van het water daalt.

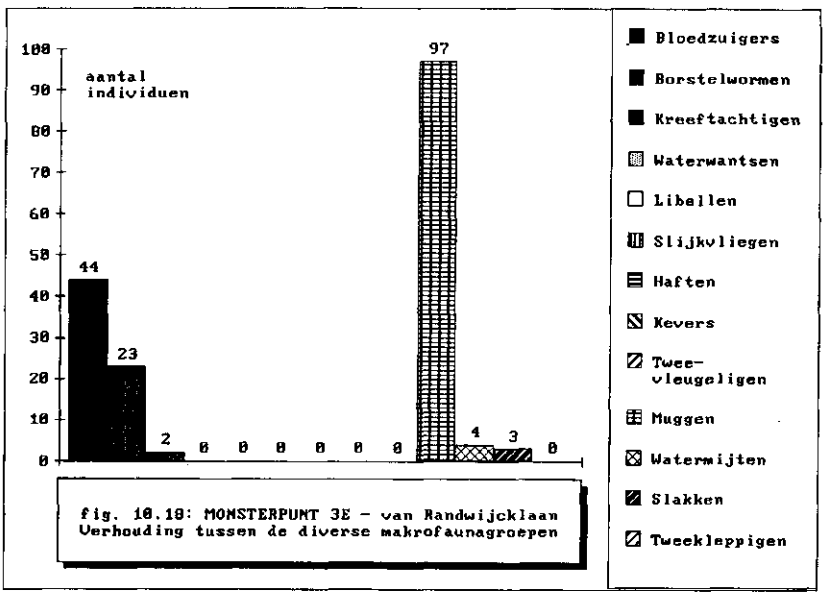


fig. 18.18: MONSTERPUNT 3E - van Randwijcklaan
Verhouding tussen de diverse makrofaunagroepen

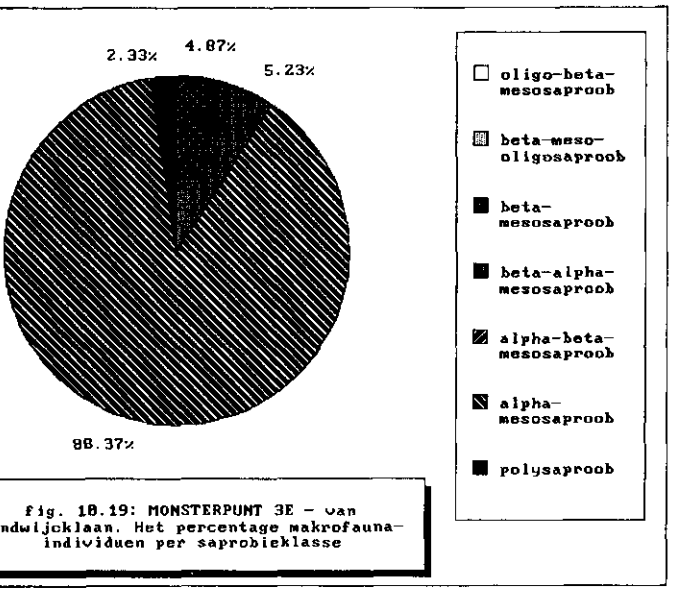


fig. 18.19: MONSTERPUNT 3E - van Randwijcklaan. Het percentage makrofauna-individuen per saprobieklasse

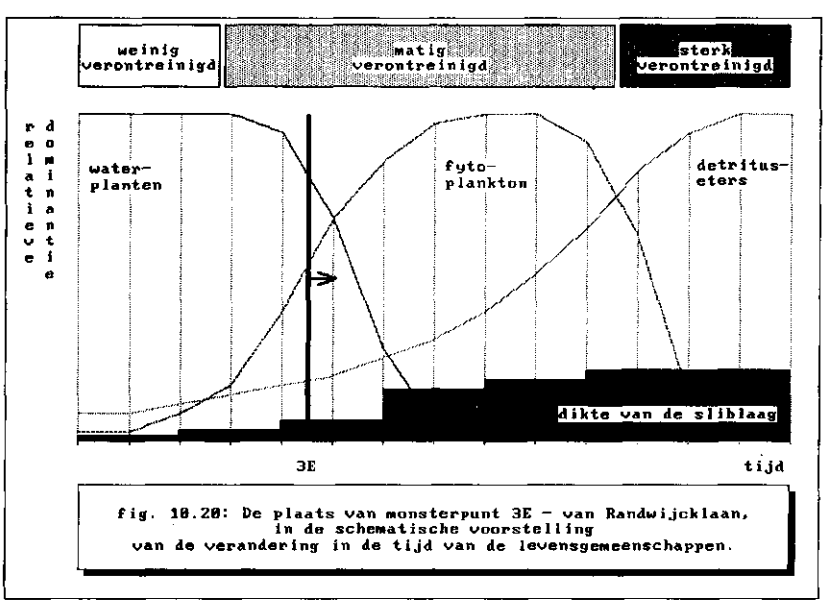
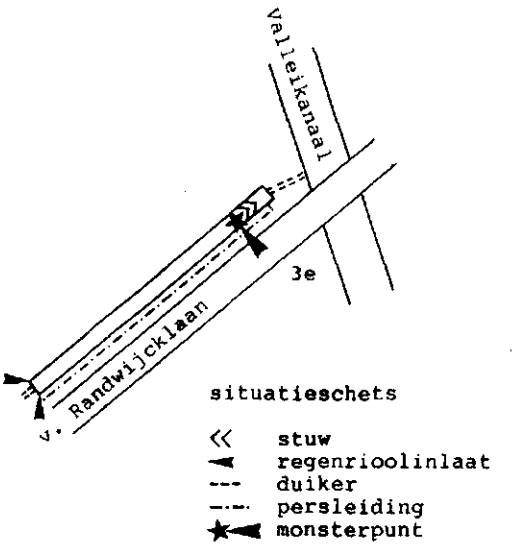


fig. 18.20: De plaats van monsterpunt 3E - van Randwijcklaan, in de schematische voorstelling van de verandering in de tijd van de levensgemeenschappen.

Beschrijving van het monsterpunt aan de Van Randwijcklaan.

Monsterplaats: 3e
Breedte : 8m
Ouderdom: ca. 25 jaar
Waterdiepte: 40 -60 cm
Bodemsamenstelling: sliblaag op dekzand
Dikte sliblaag: 40 cm
Geur: rioollucht
Beschoeiing: planken

Waterplanten: Waterpest
Schedefonteinkruid
Sterrekroos
totale bedekking is ca. 50 %.
Overige soorten: Witte waterlelie
Oeverplanten: Liesgras (veel) en
Gele lis
Vissen: Tiendoornige stekelbaars,
Karper en Zeelt



Situatie met betrekking tot regenwaterriool: op de schets staan de regenrioolwaterinlaten en de persleiding uit Rustenburg aangegeven.

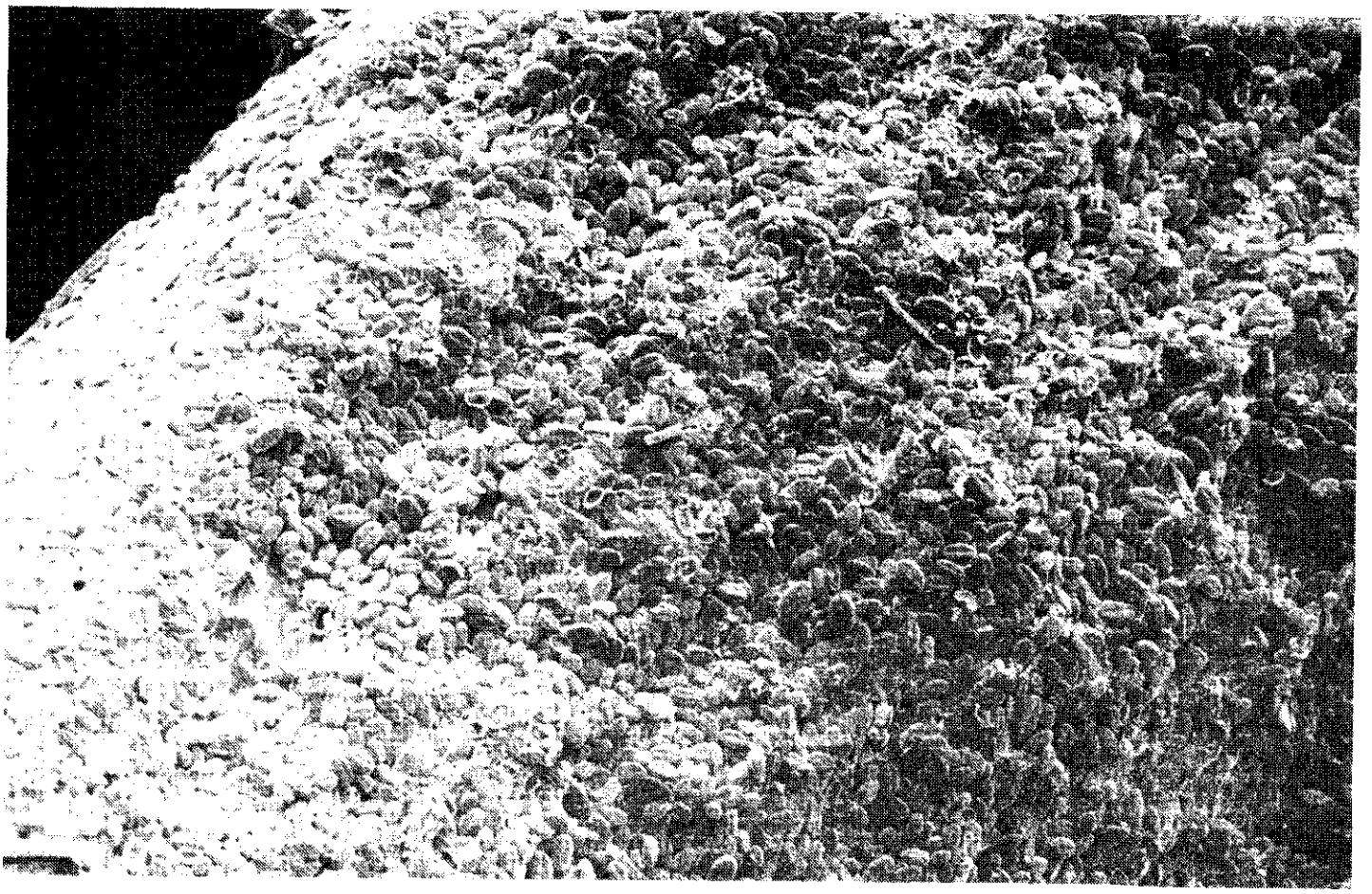
De singel langs de Van Randwijcklaan.



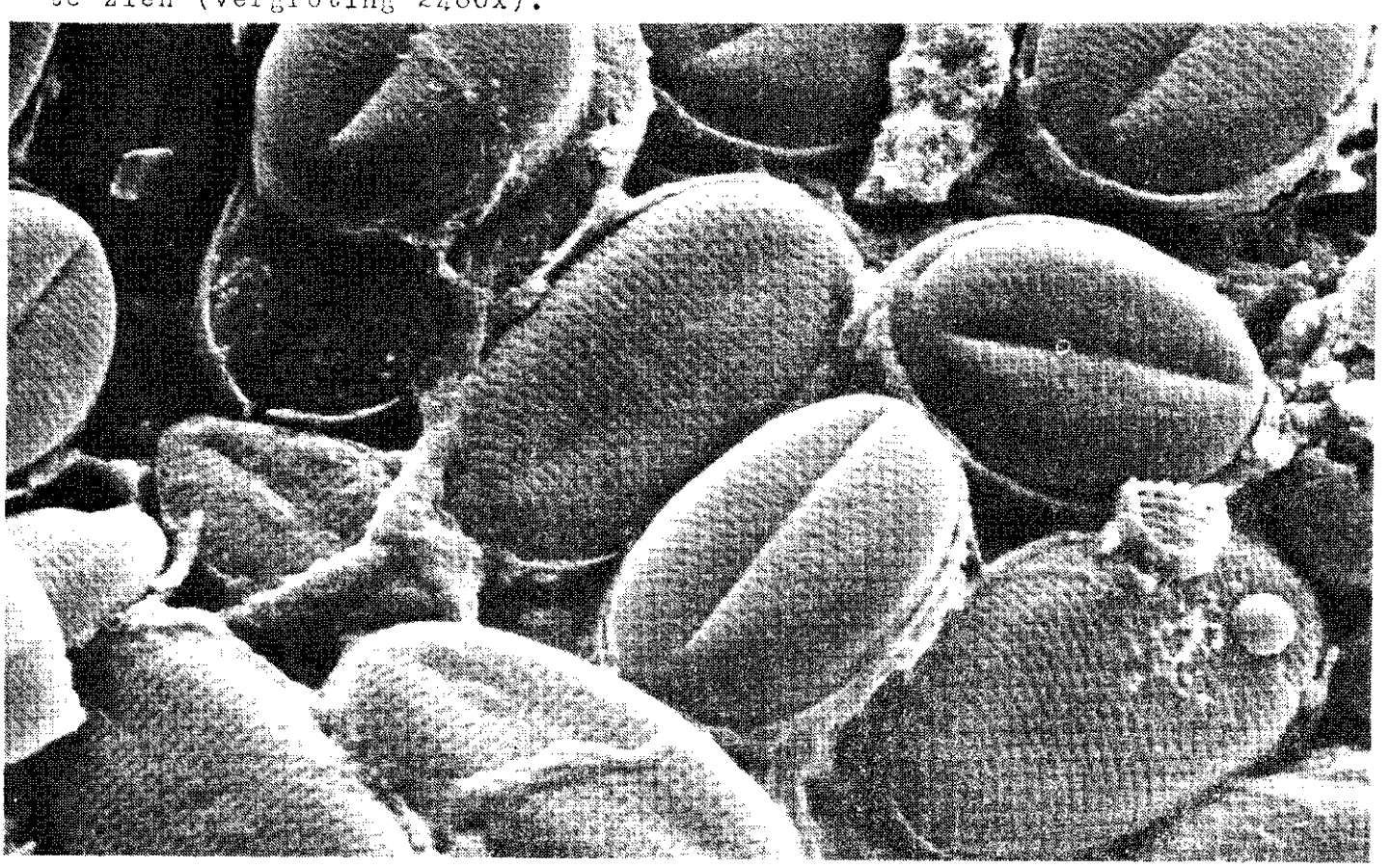
Samenvatting van de gegevens over de waterkwaliteit.

bioaktiviteit		zuurstofhuishouding			struktuur van de levensgemeenschap			
afbraak BZV mg/l O2	opbouw chlorofyl mg/m3	% goede O2 waarden	% zeer goede O2 waarden	minimum O2 mg/l	diversiteit fyto plankton	diversiteit makro fauna	SI fyto plankton	SI makro fauna
5.9	35.5	67	33	5.1	X	3.5	X	2.6
III	III	------	III	------				IV

X = niet bepaald
de gegevens van de zuurstofhuishouding berusten op 3 bepalingen.



De bovenstaande foto, gemaakt met een scanning-elektronen microscoop, geeft een beeld van de volledige overgroeiing van het blad van het Schedefonteinkruid met het kiezelwier Cocconeis placentula (vergroting 123x). Op de onderstaande foto is de struktuur van C. placentula te zien (vergroting 2400x).



Opbouw van de makrofauna.

In het staafdiagram 10.18 is te zien dat de samenstelling van de makrofauna, ondanks de aanwezigheid van waterplanten, toch arm aan soorten is. Op dit punt is de makrofauna maar een keer bemonsterd.

Indeling van de soorten naar saprobie-indikatie.

In het cirkeldiagram 10.19 is te zien dat de soorten vooral tot de a-mesosaprobe klasse behoren.
Op dit punt is het fytoplankton niet bemonsterd.

De chemische waterkwaliteit.

De chemische bepalingen en de herkomst van het water komen overeen met de vijver aan de Trekvogelweg hoek van Randwijcklaan (monsterplaats 3c).

Bespreking.

Vanaf de vijver aan de Trekvogelweg (monsterplaats 3c) stroomt het water van Liendert en Rustenburg door de singel langs de Van Randwijcklaan naar het Valleikanaal. De stroomsnelheid van het water in de singel is vrij hoog.
Deze singel is begroeid met waterplanten en dat is de reden dat dit punt naderhand bij het onderzoek betrokken werd.
De samenstelling van de makrofauna op dit punt is vergelijkbaar met die van de makrofauna op de tweede monsterdatum van de vijver aan de Trekvogelweg (3c)

Dit geldt ook voor de overige gegevens met betrekking tot de waterkwaliteit. Wat betreft de beoordeling kan dan ook de naar de bespreking van punt 3c verwezen worden. In fig. 10.20 staat de positie van het monsterpunt vermeldt.
De sliblaag is op dit punt opvallend dik, hetgeen waarschijnlijk veroorzaakt wordt doordat het slib voor de stuw blijft liggen.

Op dit punt komt de waterplant Schedefonteinkruid voor. Bij de determinatie van de soort viel op dat de epifytische kiezelwieren een bruine huls om het blad vormden.
Deze huls van kiezelwieren bleek uit een soort te bestaan nl:
Cocconeis placentula (zie foto's)
In het hoofdstuk over de waterplanten wordt de overgroeiing van waterplanten door epifyten genoemd als een van de oorzaken van de achteruitgang van de waterplanten. Dit kan wat betreft het Schedefonteinkruid geillustreerd worden met deze twee foto's.

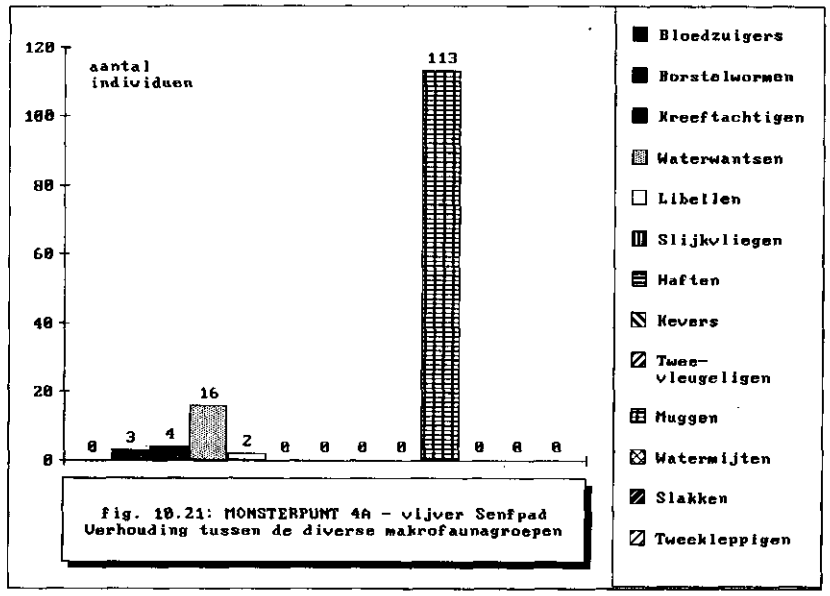


fig. 10.21: MONSTERPUNT 4A - vijver Senfpad
Verhouding tussen de diverse makrofaunagroepen

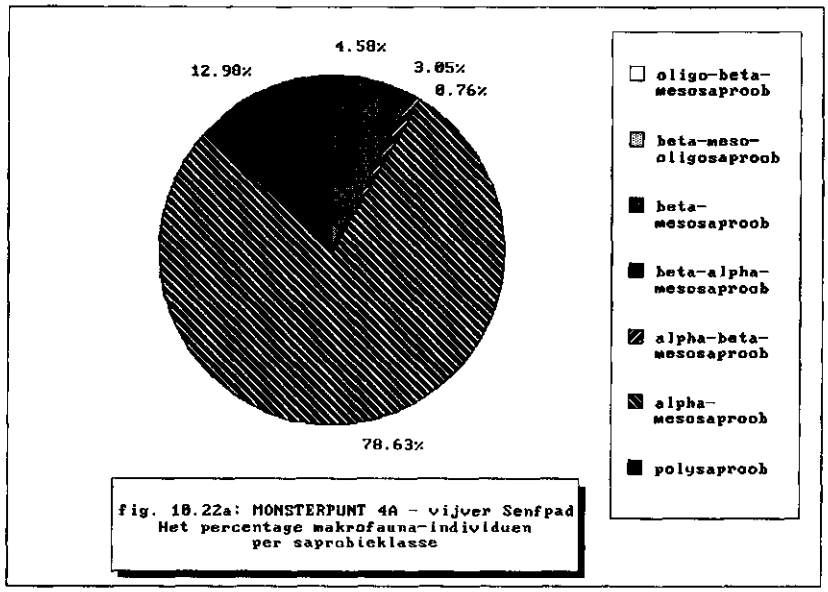


fig. 10.22a: MONSTERPUNT 4A - vijver Senfpad
Het percentage makrofauna-individuen per saprobieklasse

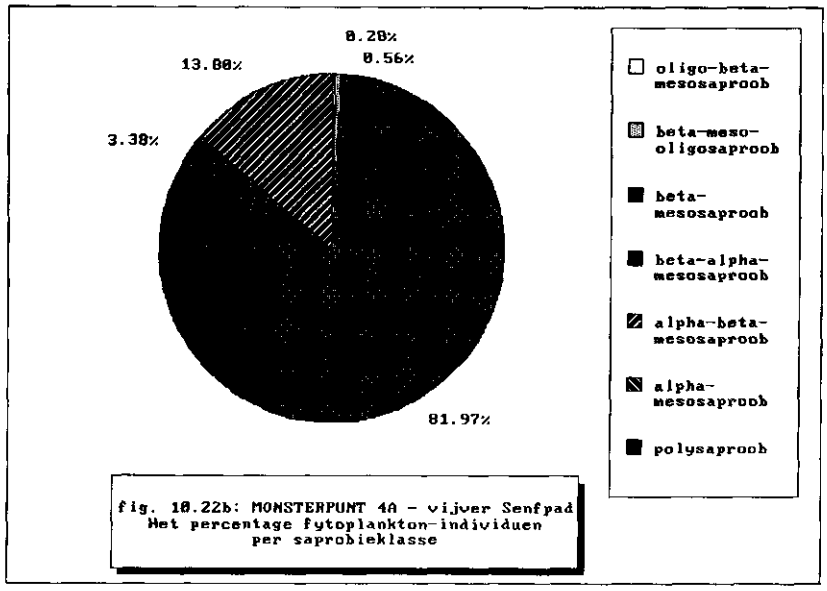
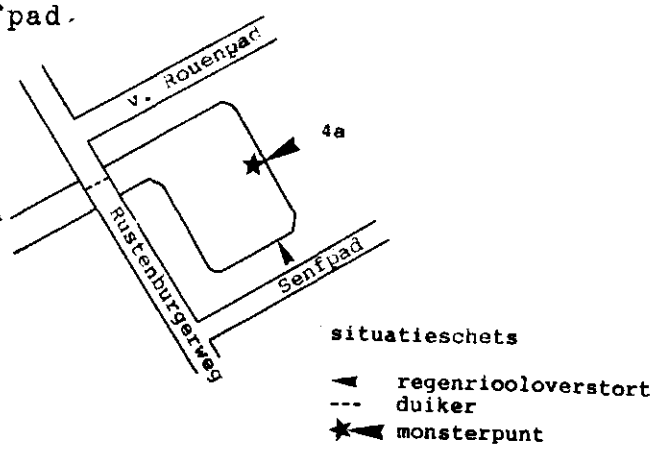


fig. 10.22b: MONSTERPUNT 4A - vijver Senfpad
Het percentage fytoplankton-individuen per saprobieklasse

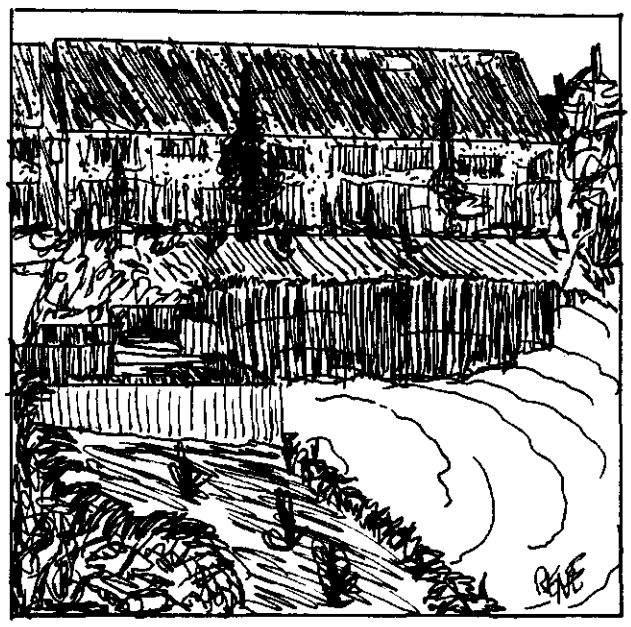
Beschrijving van de vijver aan het Senfpad.

Monsterplaats: 4a
Oppervlakte: 1160 m2
Ouderdom: 11 jaar
Waterdiepte: 50 - 150 cm
Bodemsamenstelling: sliblaag op dekzand
Dikte sliblaag: 2 - 20 cm
Waterkleur:groen
Beschoeiing: houten paaltjes



Waterplanten: 2 pollen Liesgras
weinig Flap en 2
2 pollen Gele lis
Vissen: veel broed van de Blankvoorn, voorts
Zeelt en Tiendoornige stekelbaars
Thermotolerante bakteriën: 5 per ml.

Situatie met betrekking tot het regenwaterriool: er is een overstort van het regenwaterriool. Tevens monden er nog twee pijpen van het diep drainage-systeem in de vijver uit. Als het grondwaterpeil hoog is, komt via deze pijp grondwater in de vijver.



De vijver aan het Senfpad.

Samenvatting van de gegevens over de waterkwaliteit.

bioaktiviteit		zuurstofhuishouding			struktuur van de levensgemeenschap			
					diversiteit		SI	
afbraak BZV mg/l O2	opbouw chlorofyl mg/m3	% goede O2 waarden	% zeer goede O2 waarden	minimum O2 mg/l	fyto plankton	makro fauna	fyto plankton	makro fauna
7.1	250.0	60	40	8.5	4.5	3.5	2.1	3.3
III	IV	------	III	-----	III-IV		III	IV

Opbouw van de makrofauna.

In het staafdiagram 10.21 staat de opbouw van de makrofauna aangegeven. De diversiteit is gering. Alleen het voorkomen van libellenlarven was wat de makrofauna betreft opvallend.

Indeling van de soorten naar saprobie-indikatie.

Uit de cirkeldiagrammen (10.22a en b) komt de geringe diversiteit in de levensgemeenschap naar voren.

De chemische samenstelling van het water.

De herkomst van het water in deze vijver is het water uit de overstort van het regenwaterriool en het grondwater. Het grondwater op dit punt is relatief hard en zout.

Bespreking.

De opbouw van de levensgemeenschap: in het fytoplankton domineren de groenwieren. Gelet op de soorten, gaf deze vijver het beeld van een diverse planktongemeenschap van een voedselrijk water. Gelet op de hoeveelheid plankton - er was gedurende de gehele zomer een groenwierenbloei in de vijver aanwezig - is het water overmatig rijk aan voedingszouten.
Wat betreft het zoöplankton is met name Bosmina longirostris zeer algemeen. De makrofauna is vrij soortenarm, slechts enkele muggelarven (detrituseters) komen in aantal voor.
De visstand is volgens hengelaars in deze vijver niet groot.

In fig. 10.23 staat de positie van het monsterpunt aangegeven.

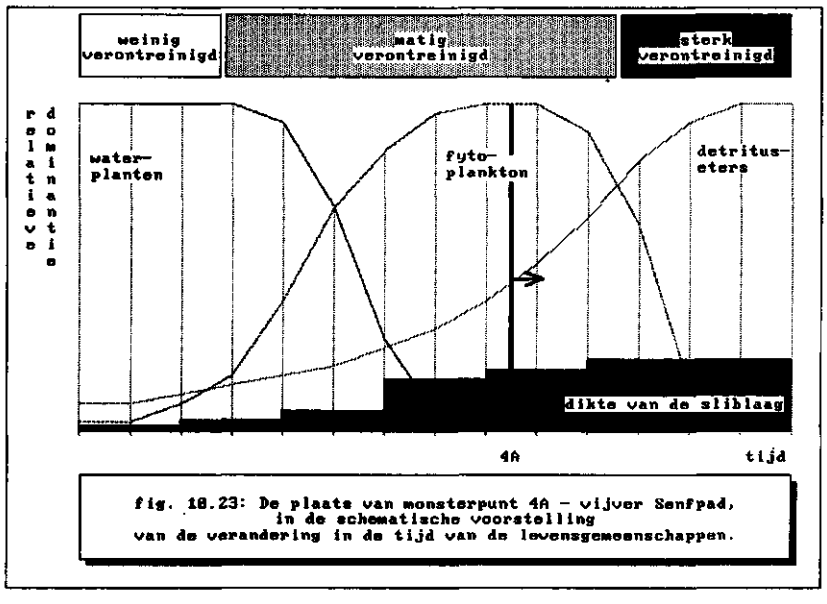


fig. 10.23: De plaats van monsterpunt 4A - vijver Senfpad, in de schematische voorstelling van de verandering in de tijd van de levensgemeenschappen.

Uit deze figuur blijkt dat het monsterpunt matig verontreinigd is.
In de tabel met de gegevens over de waterkwaliteit blijkt dat de gegevens op klasse III-IV wijzen (b-a mesosaproob).
Door de algenbloei ziet de zuurstofhuishouding er redelijk gunstig uit, maar na afloop van een bloei worden vaak lage waarden gemeten.
Aangezien met name in wateren van klasse IV algenbloei voorkomt, kan dit punt toch het beste als a-mesosaproob beoordeeld worden.

Het aantal thermotolerante coli's ligt onder de norm.

Tot ongeveer zeven jaar terug kwamen er nog waterplanten in de vijver voor. Het verdwijnen van de waterplanten heeft te maken met de (te) grote voedselrijkdom van de vijver. Deze voedselrijkdom wordt waarschijnlijk door de overstort van het regenwaterriool veroorzaakt.

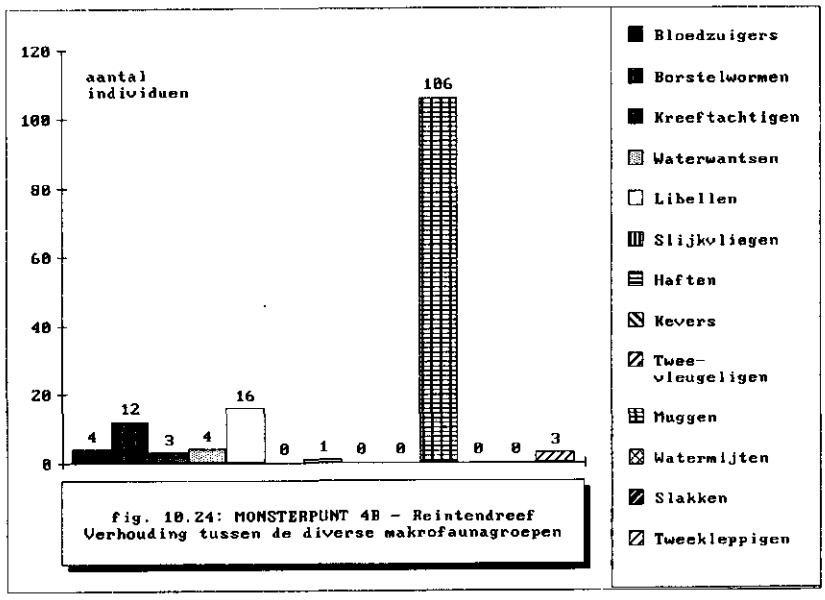


fig. 10.24: MONSTERPUNT 4B - Reintendreef
Verhouding tussen de diverse makrofaunagroepen

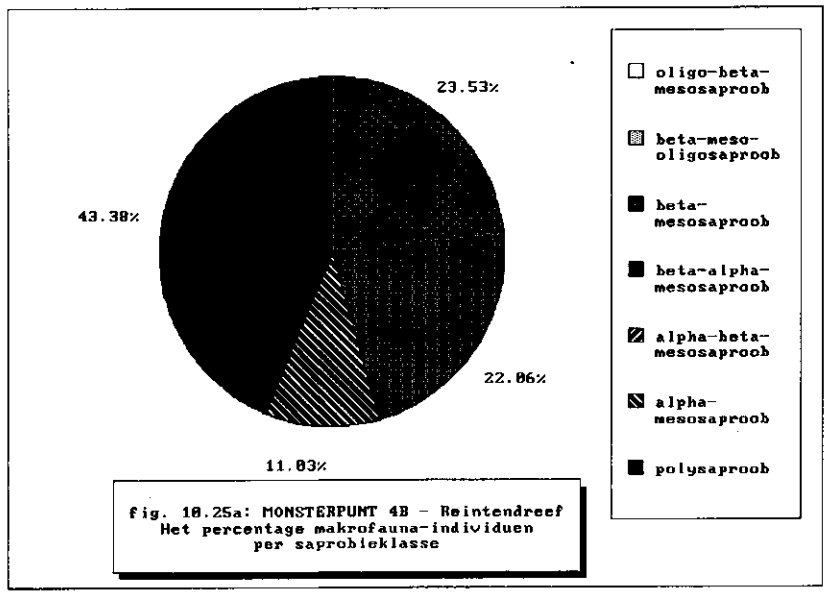


fig. 10.25a: MONSTERPUNT 4B - Reintendreef
Het percentage makrofauna-individuen
per saprobieklasse

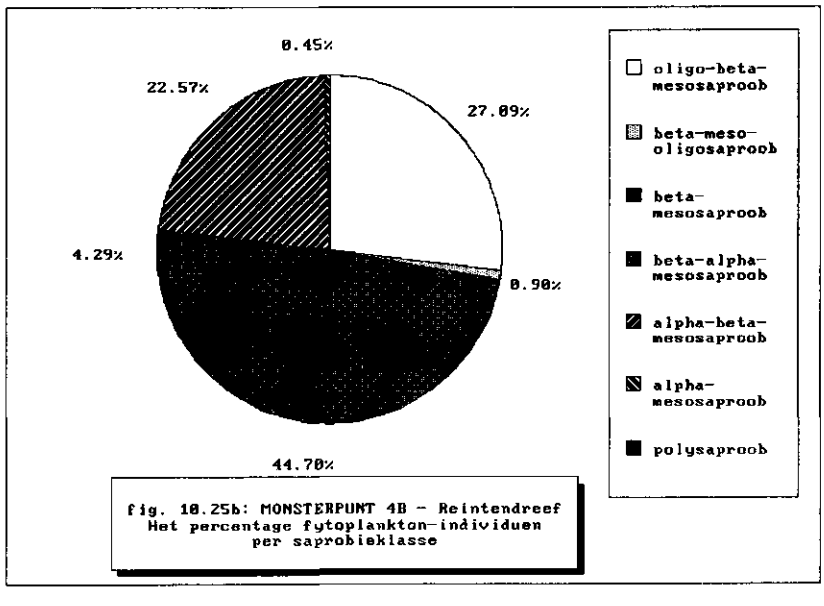
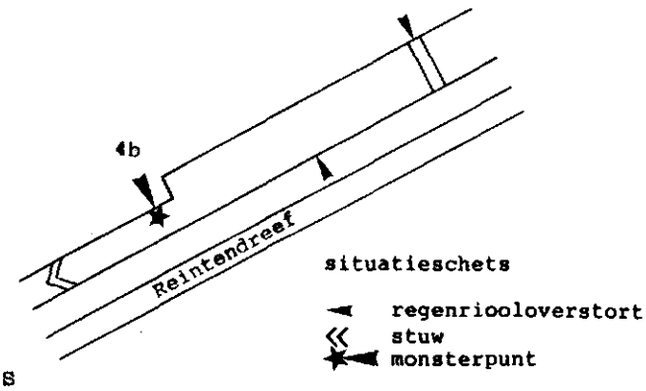


fig. 10.25b: MONSTERPUNT 4B - Reintendreef
Het percentage fytoplankton-individuen
per saprobieklasse

Beschrijving van de singel langs de Reintendreef.

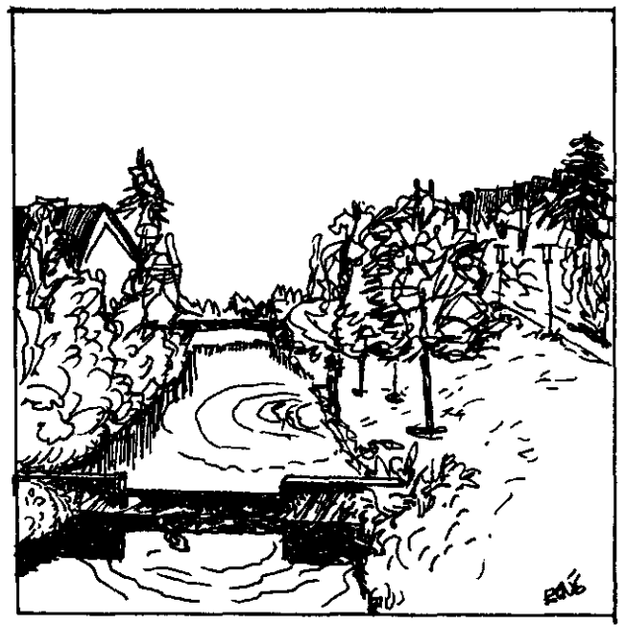
Monsterplaats: 4b
Breedte: 12 - 20 m
Ouderdom: 11 jaar
Waterdiepte: ca. 50 - 90 cm
Bodemsamenstelling:sliblaag op dekzand
Dikte sliblaag: 4 - 10 cm
Beschoeiing:houten paaltjes



Waterplanten: enige pollen Liesgras
en weinig Veenwortel
Vissen: Baars, Tiendoornige stekelbaars
Blankvoorn,Zeelt,Brasem,Karper
Kroeskarper, Ruisvoorn, Alver
Kolblei, Snoek, Aal en Spiegelkarper
Thermotolerante bakteriën: 6 per ml.

Situatie met betrekking tot het regenwaterriool: op de schets staat het riooloverstortpunt aangegeven.

De singel langs de Reintendreef.



Samenvatting van de gegevens over de waterkwaliteit.

bioaktiviteit		zuurstofhuishouding			struktuur van de levensgemeenschap			
					diversiteit		SI	
afbraak BZV mg/l O2	opbouw chlorofyl mg/m3	% goede O2 waarden	% zeer goede O2 waarden	minimum O2 mg/l	fyto plankton	makro fauna	fyto plankton	makro fauna
9.9	239.8	40	20	5.9	6.1	4.4	2.0	3.1
IV	IV	------ IV -------			III		III	IV

Opbouw van de makrofauna.

Uit het staafdiagram 10.24 blijkt een redelijke diversiteit van de makrofauna.

Indeling van de soorten naar saprobie-indikatie.

De cirkeldiagrammen (10.25a en b) geven een overeenkomstig beeld.

De chemische samenstelling van het water.

De chemische samenstelling en de herkomst is overeenkomstig met de vijver aan het Senfpad (monsterplaats 4a).

Bespreking.

De levensgemeenschap heeft een overeenkomstige opbouw als die in de nabij gelegen vijver 4a. Voor de bespreking van dit punt kan dan ook naar 4a verwezen worden. De algenbloei treedt echter pas aan het einde van de zomer op.
Op dit punt is de zuurstofhuishouding beter onderzocht, omdat hier de kontinu-meting plaats vond. De gegevens van deze meting worden in hoofdstuk 3 besproken. Uit de kontinu-meting (fig. 3.2) blijkt dat de incidentele metingen, zoals die op elk monsterpunt plaats hebben gevonden, meestal een te rooskleurig beeld van de zuurstofhuishouding geven (zie de tabel met betrekking tot de bepaling van de waterkwaliteit).
Deze incidentele bepalingen vonden in de loop van de dag plaats en geven geen informatie over de minimale waarden, die 's nachts voorkomen. In figuur 3.2 is te zien dat in juni en juli de zgn. gunstige waarden alleen tijdens een korte periode overdag voorkwamen.
Alleen in sterk verontreinigde vijvers blijft de koncentratie het gehele etmaal laag en vertekent het tijdstip van de bepaling de konklusie over de zuurstofhuishouding niet.

In fig. 10.26 staat de positie van het monsterpunt aangegeven.

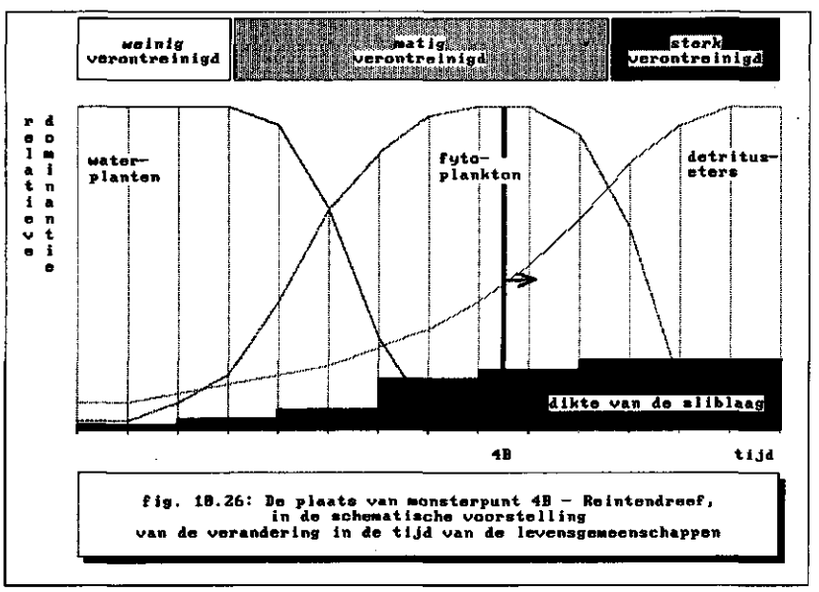


fig. 10.26: De plaats van monsterpunt 4B - Reintendreef, in de schematische voorstelling van de verandering in de tijd van de levensgemeenschappen

Uit deze figuur blijkt, dat de singel matig verontreinigd is. De waterkwaliteit is a-mesosaproob.
Op de oorzaken van deze verontreiniging wordt bij de bespreking van punt 4a ingegaan.

Het aantal thermotolerante bakteriën ligt onder de norm.

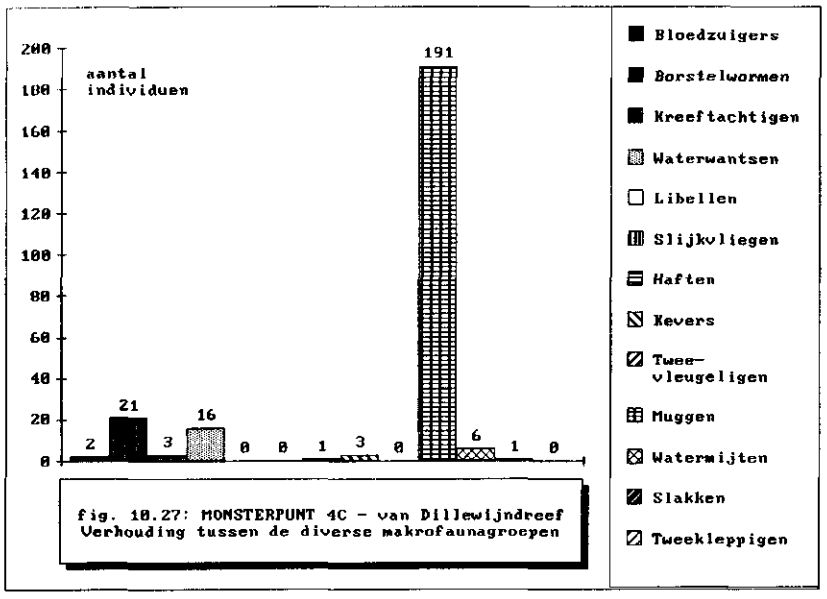


fig. 10.27: MONSTERPUNT 4C - van Dillewijndreef
Verhouding tussen de diverse makrofaunagroepen

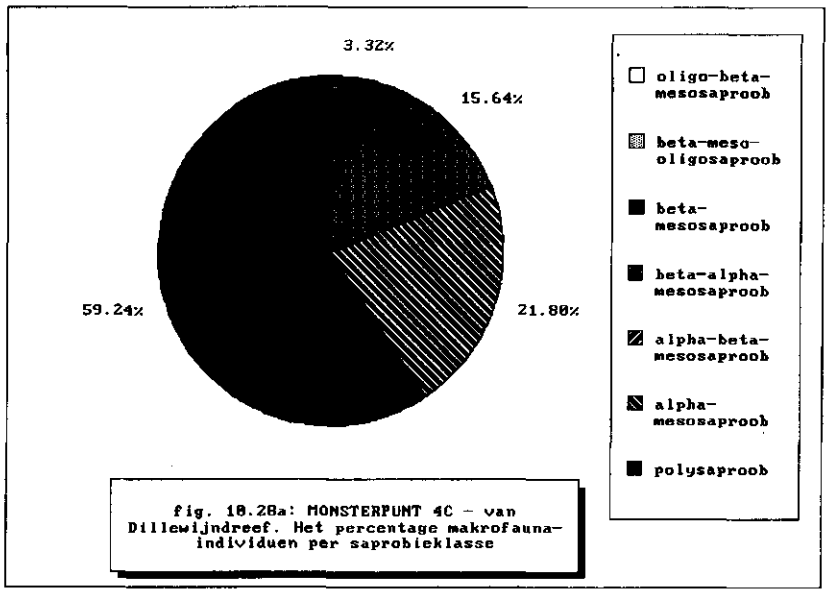


fig. 10.28a: MONSTERPUNT 4C - van Dillewijndreef. Het percentage makrofauna-individuen per saprobieklasse

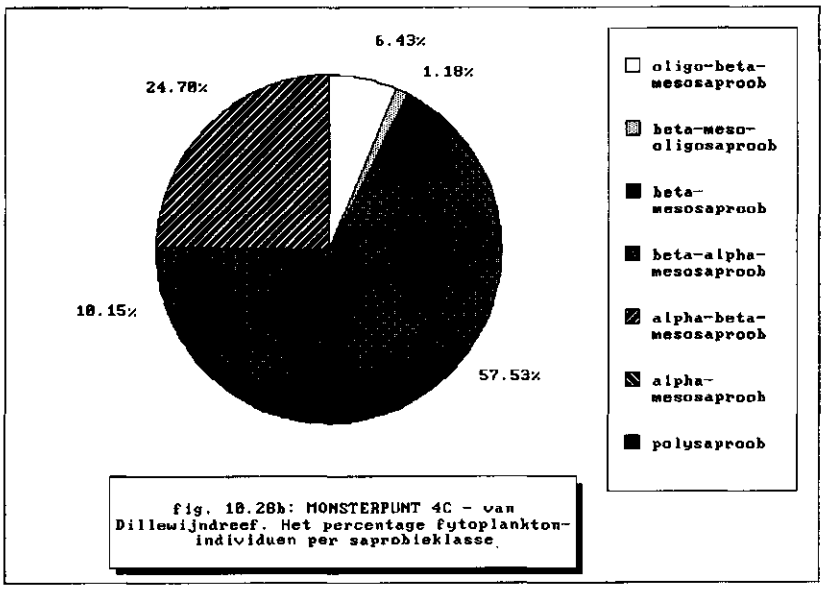
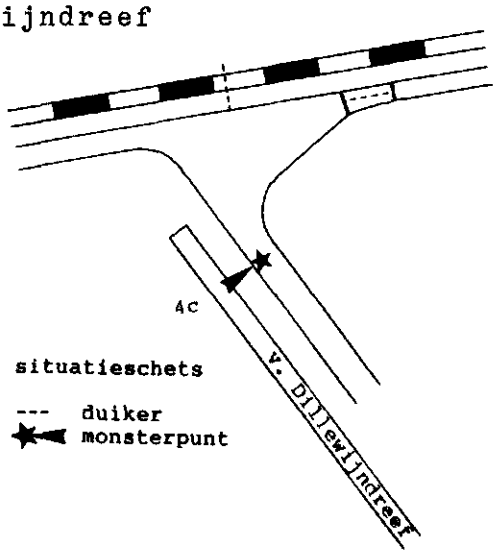


fig. 10.28b: MONSTERPUNT 4C - van Dillewijndreef. Het percentage fytoplankton-individuen per saprobieklasse

Beschrijving monsterpunt aan de Van Dillewijndreef

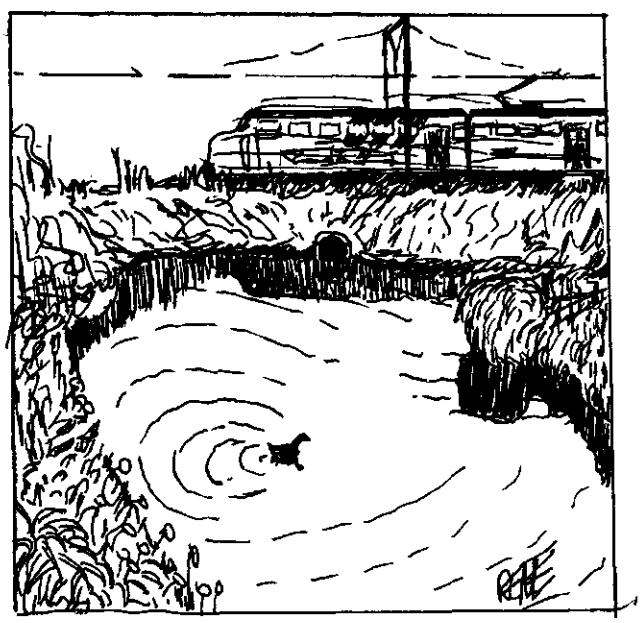
Monsterplaats: 4c
Breedte: ca. 10 m.
Ouderdom:11 jaar
Waterdiepte: 40 - 110 cm
Bodemsamenstelling: sliblaag op dekzand
Dikte sliblaag: 2 - 15 cm
Kleur: lichtbruin
Beschoeiing: houten paaltjes

Waterplanten: enkele plantjes Sterrekroos
Vissen: broed van Blankvoorn



Situatie met betrekking tot de watertoevoer: Vrij recent (augustus 1985) is er een duiker onder de spoorlijn aangelegd. Een gedeelte van het water van de Hoef stroomt nu door de Van Dillewijndreef richting Valleikanaal.

De singel langs
Van Dillewijndreef.



Samenvatting van de gegevens over de waterkwaliteit.

bioaktiviteit		zuurstofhuishouding			struktuur van de levensgemeenschap			
afbraak BZV mg/l O2	opbouw chlorofyl mg/m3	% goede O2 waarden	% zeer goede O2 waarden	minimum O2 mg/l	diversiteit fyto plankton	diversiteit makro fauna	SI fyto plankton	SI makro fauna
6.8	40.7	80	40	5.5	6.4	5.6	2.1	3.6
III	III	------ III ------			III		III	IV

Opbouw van de makrofauna.

In het staafdiagram 10.27 valt direkt het enorme aantal muggelarven op. Met name de soort Chironomus spec. komt op dit punt veel voor. Dit kan op een verstoring wijzen (misschien de aanleg van de duiker?).

Indeling van de soorten naar saprobie-indikatie.

In de cirkeldiagrammen 10.28a en b komt het voorkomen van vuilwatersoorten naar voren, bijvoorbeeld de soort Lepocinclis texta komt op dit punt in het fytoplankton voor.

De chemische samenstelling van het water.

Door de duiker onder de spoorlijn stroomt veel water dat uit De Hoef afkomstig is. De kwaliteit van dit water is redelijk. Verder stroomt ook het water van het regenriool van het gewoon gescheiden rioolstelsel in de noordhoek van Rustenburg door de Van Dillewijndreef richting Valleikanaal.

Bespreking.

De opbouw van de levensgemeenschap is gevarieerd. Er komen zowel producenten, herbivoren, predatoren en detrituseters voor.
Op dit monsterpunt domineren vooral in het fytoplankton de kiezelwieren. Met name de soorten Cyclotella spec. en Synedra ulna komen veel voor. Ook het zoöplankton is divers van opbouw.
In deze vijver wordt veel gevist, o.a. Blankvoorn wordt hier regelmatig gevangen.
In fig. 10.29 staat de positie van het monsterpunt aangegeven.

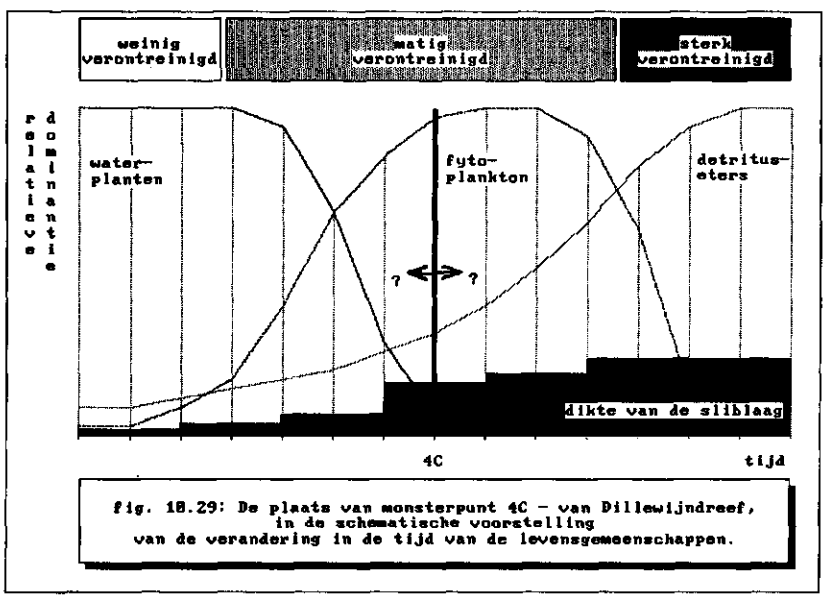


fig. 10.29: De plaats van monsterpunt 4C - van Dillewijndreef, in de schematische voorstelling van de verandering in de tijd van de levensgemeenschappen.

Uit deze figuur is af te lezen dat het monsterpunt matig verontreinigd is en tot de b-mesosaprobe klasse gerekend kan worden.

Tot ca. twee jaar terug waren hier nog volop waterplanten aanwezig. Het is moeilijk na te gaan of dit verdwijnen samenhangt met de aanleg van de duiker of dat het verdwijnen overeenkomstig is met de veranderingen die overal in de singels optreden. Ongetwijfeld was het water dat uit De Hoef kwam zeer rijk aan fosfaten en nitraten, maar door het verdwijnen van de agrarische aktiviteiten in dit gebied zullen deze hoeveelheden verminderen.
Wel kan men enige toename van de microverontreiniging verwachten. Deze wordt veroorzaakt door emissie van de industrie en verkeer. Gelet op de huidige waterkwaliteit, denken we dat er op dit punt mogelijkheden zijn om met aktief biologisch beheer de waterplanten terug te krijgen. De resultaten van de chemische bepalingen geven aan, dat de waterkwaliteit zodanig is, dat er waterplanten zouden kunnen groeien.

11. Aanbevelingen

Het onderhoud van het stadswater is afgestemd op het gebruik van het water en de gewenste waterkwaliteit. De stadswateren hebben een funktie bij het afvoeren van regenwater, maar aangezien de singels ook in het rekreatiegebied en de bebouwing liggen, moet ook een rekreatieve funktie aan het water toegekend worden. Tegenwoordig wordt de natuur in de stad nadrukkelijk bij het onderwijs betrokken (Kerngroep Stedelijk Groen, 1988). Ook het stadswater hoort bij deze 'stedelijke' natuur en heeft dus ook een edukatieve funktie. Als van deze drie funkties uitgegaan wordt, zal men van de singels en vijvers verwachten dat deze een decoratief uiterlijk hebben, dat er waterplanten in voorkomen, dat er in gevist kan worden en dat er een levensgemeenschap voorkomt die uit een verscheidenheid aan organismen bestaat. Zeker mogen de stadswateren geen overlast door stank opleveren of bakterieël verontreinigd zijn. Deze omschrijving is vergelijkbaar met de zgn. basiskwaliteit voor het oppervlaktewater uit het I.M.P.-water 1985 - 1989 van het Ministerie van V.R.O.M.

Het onderhoud dat tot nu tot uitgevoerd wordt, is vooral gericht op het verwijderen van het drijvend en ander vuil (als fietsen) uit het water. In vergelijking met bijvoorbeeld wateren als sloten is dit onderhoud minimaal. Daar wordt meestal jaarlijks geschoond en af en toe (om de 5 tot 25 jaar) gebaggerd.

Bij de biologische inventarisatie is naar voren gekomen dat er in de loop van de tijd een verschuiving in de samenstelling van de levensgemeenschap optreedt.
Na de aanleg van de stadswateren komen er waterplanten voor. Maar door de voortdurende toevoer van water uit het regenriool, met voedingszouten en organisch materiaal, verdwijnen de waterplanten en gaat het fytoplankton overheersen. Tot slot zijn de vijvers zo verontreinigd dat het fytoplankton verdwijnt en er alleen maar detrituseters en bakteriën voorkomen. In deze fase is de modderlaag zo dik, dat de zuurstofkoncentratie van het water door de bakteriële aktiviteit in de modderlaag minimaal is. Vissen kunnen niet meer overleven.
In de onderzochte stadswateren zijn verschillende stadia van dit proces aangetroffen. Zolang er nog waterplanten in het stadswater voorkomen heeft het stadswater meestal een goede waterkwaliteit. In de waterplantenfase is het echter mogelijk dat de waterplantengroei te dicht is. Regelmatig onderhoud kan dit voorkomen.
Als de waterplanten geheel verdwenen zijn, is herstel nodig om de waterplanten terug te krijgen.
De noodzakelijke maatregelen hangen samen met de mate waarin de levensgemeenschap veranderd is. Na het herstel blijft onderhoud nodig voor het handhaven van een goede waterkwaliteit.

In figuur 11.1 wordt een schematisch overzicht van de verandering in de levensgemeenschap gegeven. Tevens wordt in deze figuur globaal aangegeven, wat de mogelijkheden voor onderhoud en herstel zijn, in samenhang met de fase waarin de levensgemeenschap verkeert.

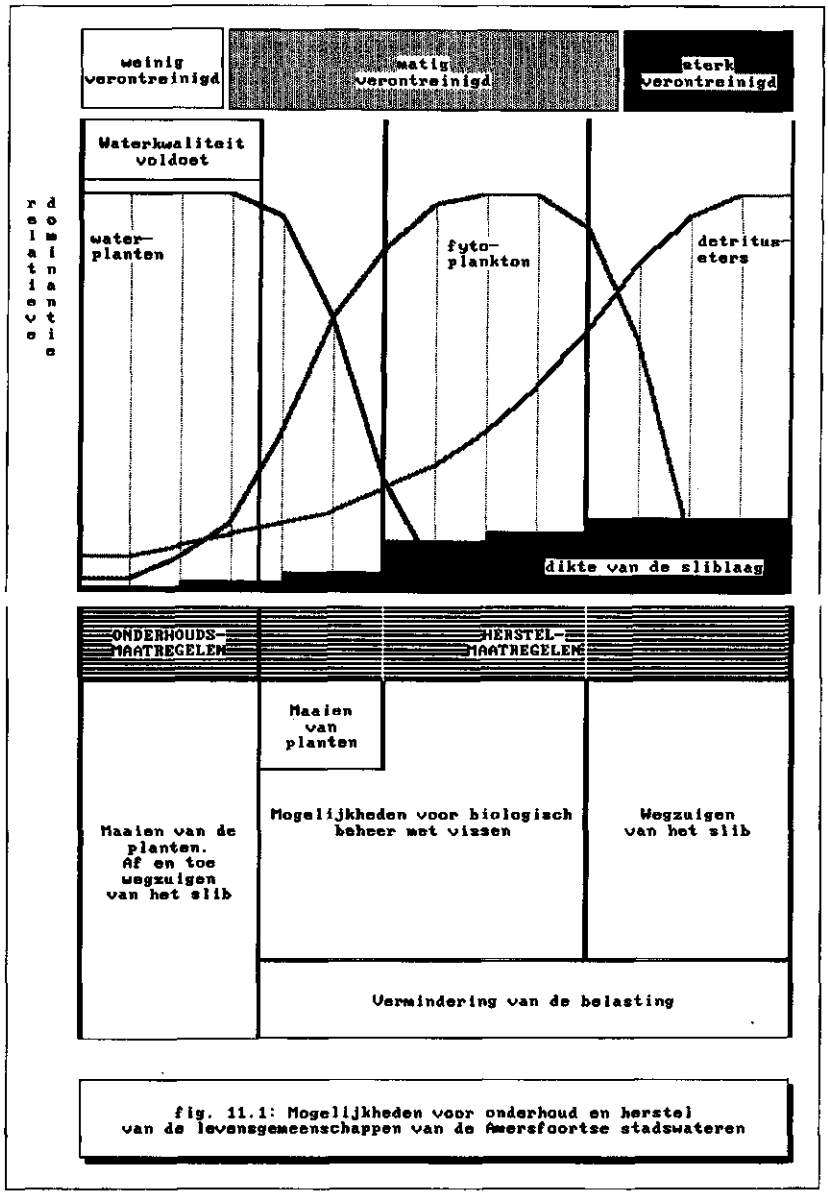


fig. 11.1: Mogelijkheden voor onderhoud en herstel van de levensgemeenschappen van de Amersfoortse stadswateren

Aan de hand van het onderzoek zijn een paar vuistregels te geven hoe de verschillende situaties uit figuur 11.1 in het veld herkend kunnen worden.

1. Als de waterplantenvegetatie tenminste uit Waterpest en Sterrekroos bestaat, kan volstaan worden met onderhoudsmaatregelen.
2. Zolang er vissen in het water voorkomen, zijn experimenten met biologisch beheer met vissen mogelijk. Dit aktief beheer is relatief goedkoop en de resultaten ervan zijn aantrekkelijk. Er is in stadswateren echter nog weinig ervaring met deze wijze van beheer opgedaan.
3. Zodra een vijver of singel een zuurstofloze modderlaag heeft (dit is gemakkelijk te ruiken en aan de zwarte modderlaag te zien), is het wegzuigen van de modderlaag noodzakelijk alvorens enig herstel van de levensgemeenschap verwacht kan worden.

Om de stadswateren decoratief te houden, is het noodzakelijk dat er een regelmatig onderhoud, vergelijkbaar met het onderhoud aan sloten, uitgevoerd wordt. Dit houdt een regelmatig schonen van de waterplanten en het af en toe wegzuigen van de sliblaag in. Hiermee kan voorkomen worden dat er in de loop van de tijd een met de huidige toestand vergelijkbare slechte situatie ontstaat.

11.1 AANBEVELINGEN TEN AANZIEN VAN DE VERMINDERING VAN DE BELASTING VAN STADSWATEREN.

1. De problemen in de wijken Liendert en Randenbroek worden vooral veroorzaakt door het gescheiden rioolstelsel.
   Naast de belasting van het stadswater met het regenwater en het daarin aanwezige straatvuil, komt er ook huishoudelik afvalwater via het regenwaterriool in het stadswater terecht.
   Er zijn twee mogelijkheden om deze situatie te verbeteren:
   a. het opsporen van de foute rioolaansluitingen;
   b. het veranderen van het gescheiden rioolstelsel in een zgn. verbeterd gescheiden rioolstelsel.
   Het is een omvangrijke en kostbare aangelegenheid om alle foute aansluitingen op te sporen, waarbij de kans dat inderdaad alle foute aansluitingen gevonden worden, niet al te groot is.
   Bij de tweede mogelijkheid wordt het eerste water in het regenwaterriool naar de rioolzuiveringsinstallatie afgevoerd. Bij (matige) buien vindt er een overstort naar het oppervlaktewater plaats.
   In het landelijk onderzoek naar de invloed van het rioolstelsel op de waterkwaliteit springt dit stelsel er in gunstige zin uit.
   Het lijkt in ieder geval nuttig, indien ergens riool- of straatwerkzaamheden uitgevoerd worden, deze verbeteringen aan te brengen.

2. De belasting van de stadswateren in Rustenburg vindt plaats als na een hevige regenbui een overstort van het regenrioolwater op het stadswater plaats vindt. Op het moment zijn er geen gegevens over de overstortfrekwentie bekend en is ook de belasting niet goed te schatten. Wel is het duidelijk dat de vijver aan het Senfpad zeer voedselrijk is. Om beter inzicht te krijgen in het funktioneren van het rioolstelsel in deze wijk, moet de overstortfrekwentie bepaald worden.

3. Bij de vijver aan de Albatrosstraat vermelden bewoners dat met name het bejaardenhuis een foute aansluiting zou hebben. Hier is nader onderzoek noodzakelijk.

4. Het is aan veel mensen onbekend wat voor type rioleringsstelsel er in hun wijk is. Zij zijn er zich niet van bewust dat straatafval, autowasmiddel en afvalolie e.d. de vijvers instromen. Misschien dat door informatie over deze gang van zaken er voorzichter met deze middelen omgegaan wordt.

5. Door de afdeling Beplantingen van de Dienst Gemeentewerken wordt op sommige plaatsen op een afstand van 1 m. van de oevers het gras gemaaid. Hierdoor wordt de toevoer van grasmaaisel in het water beperkt. Deze manier van maaien zou langs alle oevers uitgevoerd moeten worden.

6. Dikwijls worden grasmaaisel en ander tuinafval door bewoners in de singel geworpen. Het spreekt vanzelf dat een dergelijke verrijking van het water met organisch materiaal een averechts effekt heeft op de waterkwaliteit en derhalve voorkomen moet worden.

7. Het aantal eenden dient ook zo beperkt mogelijk te zijn. Door het (overmatig) voeren van de eenden komt er nog eens een extra hoeveelheid organisch materiaal in het water terecht.

11.2 AANBEVELINGEN TEN AANZIEN VAN HET ONDERHOUD VAN STADSWATEREN MET WATERPLANTEN.

In de stadswateren van de recent aangelegde stadswijken (bv. in de nieuwbouw van Schothorst) zijn op dit moment nog volop waterplanten aanwezig.
Op de plaatsen waar nu submerse waterplanten voorkomen kan op eenvoudig wijze , door regelmatig en vakkundig onderhoud, de bestaande levensgemeenschap in stand gehouden worden.
Door dit onderhoud, zoals het schonen van de waterplanten, wordt een gedeelte van het aanwezige stikstof en fosfor afgevoerd.
Deze afvoer van voedingszouten draagt er toe bij dat de levensgemeenschap niet op dezelfde manier als in Liendert en Rustenburg, in ongunstige zin zal veranderen.
De planten die bij het schonen uit het water gehaald worden, moeten afgevoerd worden, zij kunnen verkomposteerd worden.

11.3 AANBEVELINGEN TEN AANZIEN VAN HET HERSTEL VAN STADSWATEREN.

1. In een aantal onderzochte vijvers en singels is de sliblaag zo dik, dat deze laag verwijderd moet worden voor dat biologisch herstel van het water verwacht kan worden.
   Aangezien in deze wijken de bodem uit een harde dekzandlaag bestaat, heeft het wegzuigen van de sliblaag de voorkeur boven het uitbaggeren. Bij de toepassing van de laatste methode zou overbodig veel sediment verwijderd worden.
   Aangezien de modderlaag voornamelijk uit organisch materiaal bestaat, kan dit materiaal verkomposteerd worden en, afhankelijk van de mikroverontreiniging, als organische mest gebruikt worden.
   Na het afzuigen van de sliblaag moeten vooral in de geisoleerd gelegen vijvers waterplanten aangeplant worden.

2. Om de kolonisatiemogelijkheden voor water-en oeverplanten te vergroten moet er een geleidelijker overgang tussen oever en water gemaakt worden. Een mogelijkheid hiervoor is het aanbrengen van een zandlaag in het water tegen de beschoeiing aan.
   Een nadeel van een dergelijk talud is dat het machinaal onderhoud van het water minder eenvoudig wordt.
   Dit probleem kan opgelost worden door niet langs de gehele beschoeiing een dergelijke verhoging aan te brengen.

3. Bij de overstortpunten kan door de aanleg van bezinkputten in het talud en de aanplant van een gordel van riet in de vijver, de aanvoer van zwevend materiaal in het oppervlaktewater beperkt worden.
   Deze bezinkputten funktioneren dan als een tijdelijke berging van het water uit het regenriool. Een gedeelte van het in het water zwevend materiaal, bezinkt in deze putten en kan vervolgens opgezogen worden.
   Het Riet dient in de nazomer gemaaid te worden; het maaisel moet afgevoerd te worden.
   Verder onderzoek op dit punt is nodig, omdat over het effekt van deze maatregel nog weinig bekend is.

4. Met behulp van roofvissen en watervlooien is biologisch beheer van het water mogelijk. In een schematisch overzicht van het voedselweb (zie figuur 11.2) worden de verschillende voedselnivo's binnen de levensgemeenschap weergegeven.

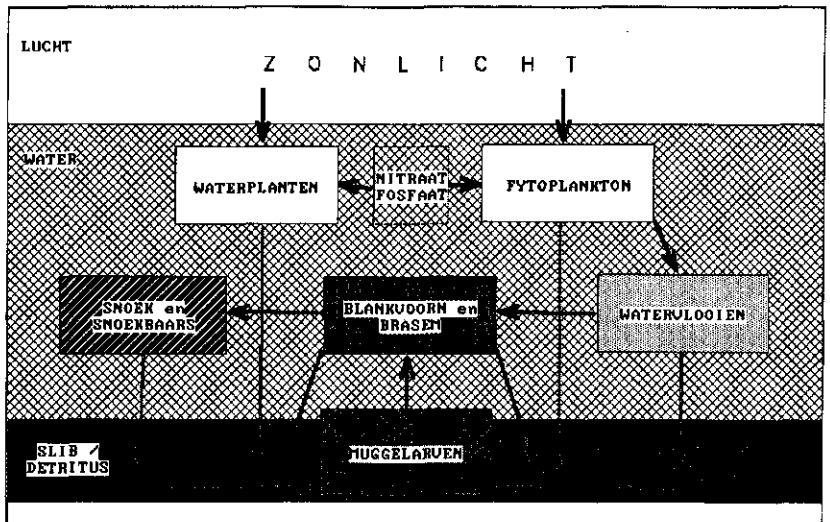


fig. 11.2: Schematische voorstelling van een voedselweb in de Amersfoortse stadswateren

Uit deze figuur is af te lezen dat het fytoplankton begraasd wordt door het zoöplankton. Zoöplankton wordt op zijn beurt gegeten door planktivore vis (Blankvoorn, Brasem). Brasems kunnen ook, als het zoöplankton schaars is, van de muggelarven in de modderlaag leven. Brasems en Blankvoorns worden door Snoek en Snoekbaars gegeten.
Voor groei en ontwikkeling van waterplanten is het nodig dat er voldoende licht in het water doordringt. Naarmate het water minder helder is, neemt de hoeveelheid licht dat de bodem bereikt snel af en de waterplanten verdwijnen.
De troebelheid van het water wordt beinvloed door de hoeveelheid fytoplankton (als er veel fytoplankton aanwezig is, kan het water een groene kleur hebben) en de aktiviteit van vissen als Brasem, die bij het zoeken van muggelarven het slib van de bodem opwoelen. Om de helderheid te vergroten moeten dus de hoeveelheid fytoplankton en de brasemstand beperkt worden.
Beperking van de hoeveelheid Blankvoorn en Brasem door roofvis in het water heeft een tweeledig effekt op de helderheid: enerzijds wordt er minder zoöplankton gegeten en wordt er daardoor meer fytoplankton begraasd, anderzijds wordt de sliblaag niet omgewoeld. Door er voor te zorgen dat er roofvis in het stadswater voorkomt, kan de stand van planktivore vis beperkt worden. De opbouw van een evenwichtige visstand is dus van groot belang. Het is bij het uitvoeren van dit aktief biologisch herstel wel nodig dat hengelaars geen vis meer uitzetten.

In wateren zonder waterplanten is de ruimtelijke opbouw van de levensgemeenschap verdwenen. Deze ruimtelijke struktuur is van groot belang, omdat veel organsmen zich tussen de bladeren verschuilen. Juist een aantal soorten (watervlooien, Snoek) die in het voedselweb voorkomen, maken op deze manier van de waterplantenvegetatie gebruik.
Door kunstmatige schuilmogelijkheden voor de watervlooien te kreëren (door bossen rijshout in het water te leggen), kunnen de watervlooien overdag vluchten voor de vissen, 's nachts kunnen zij vervolgens ongestoord het fytoplankton begrazen.

Behalve voor watervlooien kunnen deze takkenbossen als schuilplaats funktioneren voor tal van andere organismen, zoals bijvoorbeeld broed van de Snoek. Ook kunnen met behulp van graszoden paaiplaatsen voor de Snoek worden aangelegd.

Gezien de geringe ervaring die er met dergelijke experimenten in stadswateren is, is het noodzakelijk om zo'n experiment eerst op een relatief schoon punt uit te voeren. Aan de hand van de ervaringen met dit experiment kunnen plannen voor het overige stadswater gemaakt worden.

12. Literatuur

12.1 GECITEERDE LITERATUUR.

C.U.W.V.O., 1986. Ecologische normstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren. Coordinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren, concept nr. 10 : 1-267.

DRESSCHER Th.G.N. & H. VAN DER MARK, 1980. Experience with a simple method for the biological evaluation of surface water quality. - Hydrobiologia, 71 : 169-173.

GAUCH, H.G., 1982. Multivariate analysis in community ecology: 1-298. Cambridge Universtity 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. Waterkwaliteitsaspekten bij recreatie op en aan het water.

HILL, M.O., 1979. TWINSPAN- A FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an Ordered Two-Way Table by Classification of the Individuals and Attributes. Ithaca, New York : Cornell University.

HILL, M.O., 1979. DECORANA- A FORTRAN Program for Detrended Correspondence Analysis and Reciprocal Averaging. Ithaca, New York : Cornell University.

HOOGHEEMRAADSCHAP VAN RIJNLAND, 1982. Hydrobiologisch onderzoek naar het waterkwaliteitsklassensysteem van Caspers en 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. H20, 15 : 406-412.

KOOT, A.C.J., 1977. Inzameling en transport van rioolwater: 1-262. Waltman, Delft

LAAR, V. VAN, 1987. Inventarisatie van de visfauna in enkele wateren in de wijken Rustenburg, Liendert en Randenbroek. Excursierapport gemeentelijk Centrum voor Natuur en Milieu, 1987/2 : 1-5. Amersfoort.

LEEFLANG, K.W.H., 1966. De grafische bepaling van het meest waarschijnlijke aantal Colibakterien in water.- H20, 50 : 69-72

LYON, DE M.J.H. & J.G.M. ROELOFS, 1986. Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid. Twee delem : 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 Meerjarenprogramma Water 1985-1989. Staatsuitgeverij 's-Gravenhage.

MOLLER PILLOT, H.K.M. & B.KREBS, 1981. Concept van een overzicht van de oecologie van chironomidelarven in Nederland : 1-41.

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.

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

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. Wiley Interscience, New York: 1-583.

UUNK, E.J.B., 1984. De vuiluitworp van regenwaterriolen en hun invloed op het oppervlaktewater. H20, 17 : 57-64.
VEN, F.H.M. VAN DE, A OLDENKAMP, 1987. Kwaliteit van de afgevoerde neerslag van een hoofdweg in Lelystad. H20, 20.
VIERSSEN VAN, W., M.J.M. HOOTSMAN, J.E. VERMAAT, 1985. Waterplanten: bondgenoten bij het waterkwaliteitsbeheer? Een visie op de toekomst van het beheer van waterplantenvegetaties. H20, 18 : 122-126.
WILLEMSEN, G.D. & J.G.M. CUPPEN,1986. Effects of combined sewer overflows on the macro-evertebrates communities in a detention pond. Proceedings and information/TNO Committee on Hydrological Research; no 36 : 283-295.
ZUIVERINGSCHAP AMSTEL- EN GOOILAND, 1986. De waterkwaliteit van de Noordhollandse ondiepe vechtplassen 1978-1984. Hilversum: 1-91.

12.2 DETERMINATIELITERATUUR.

Algemeen

ENGELHARDT, W, 1982. Was lebt in Tumpel, Bach und Weiher? Kosmos Stuttgart: 1-270.
STREBLE, H. & D. KRAUTER, 1981. Das leben im Wassertropfen. Kosmos Stuttgart: 1-336.

Waterplanten

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

Fytoplankton

COESEL, P.F.M., 1982, 1983, 1985 . De Desmidiaceeën 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.
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.
WERFF, A. VAN DER, H. HULS, 1957-1974. Diatomeeënflora van Nederland. Afl. 1-10. Eigen uitgave en Antiquariaat O. Koeltz, Koenigstein.

Zoöplankton

LEENTEVAAR, 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. Rijks Instituut voor Natuurbeheer, Rapport 81/14 Leersum: 1-95.

Makrofauna

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. Jeugdbondsuitgeverij, 's-Gravenland: 1-222.
GEIJKENS, D.C. & J. VAN TOL, 1983. De libellen van Nederland (Odonata). Bibliotheek van de K.N.N.V., 31: 1-368. Hoogwoud.
JANSEN, A.W. & C.F. DE VOGEL, 1965. Zoetwatermollusken van Nederland. Jeugdbondsuitgeverij, 's-Gravenland: 1-160
KLAUSNITZER, B., 1977. Bestimmungstabellen fur die Gattungen der aquatischen Coleopteren Larven Mitteleuropa's. Beiträge Entomologie Berlin, 27: 145-192.
KLINK, A.G., 1983. Key to the Dutch larvae of Paratanytarsus.- Medeklinker, 3.
MACAN, T.T., 1979. A Key to the nymphs of the Britisch 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.
NIESER, N., 1982. De Nederlandse water- en oppervlaktewantsen. Wetenschappelijke Mededelingen van de K.N.N.V., 155: 1-78. Hoogwoud.
TOLKAMP, H.H., 1975. Dipteralarventabel. Vakgroep Natuurbeheer, Landbouwhogeschool Wageningen: 1-64.
TOLKAMP, H.H., 1982. Tabel voor het onderscheiden van waterpissebedden (Asselidae) in Nederland. Waterschap Zuiveringschap Limburg.

Vissen

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

13. Bijlagen

1 Lokatie van het onderzoeksgebied en de monsterplaatsen.
2 Termenlijst.
3 Tekeningen van een aantal organismen uit de stadswateren.
4 De gegevens van het zoöplankton.
5 De gegevens van de makrofauna.
6 De gegevens van de visfauna.
7 De gegevens van het fytoplankton.
8 De resultaten van de chemische analyse'
9.1 De chemische analyse-methoden.
9.2 Het weer voorafgaand aan de monsterdata.
9.3 Toetsingskader van het Ministerie van VROM.

Bijlage 1: Overzicht van de monsterplaatsen in het onderzoeksgebied.

Randenbroek

1a,b De vijver aan de Ringweg
2a,b De vijver bij Nijenstede

Liendert

3a De vijver aan de Albatrosstraat
3b De singel langs de Albatrosstraat
3c De vijver aan de Trekvogelweg
3d De singel langs de Trekvogelweg
3e De singel langs de Van Randwijcklaan

Rustenburg

4a De vijver aan het Senfpad
4b De singel langs de Reintendreef
4c De vijver aan de Van Dillewijndreef

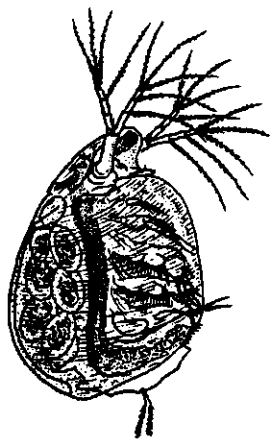
Op de situatieschets bij de beschrijving van de monsterplaatsen staat de preciese lokatie van de monsterplaatsen aangegeven.

Bijlage 2: Verklaring van de gebruikte termen.

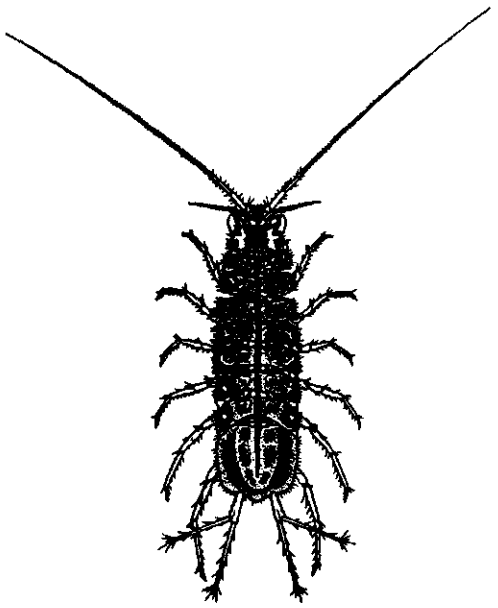
Autoclaveren	een methode van steriliseren.
Bioaktiviteit	(biologische aktiviteit), een maat voor de intensiteit van de primaire produktie en saprobie in de levensgemeenschap.
B.Z.V.	het biologisch zuurstof verbruik door bakteriën in een watermonster gedurende 5 dagen bij 20° C. in het donker. Als er veel organische stof in het water aanwezig is, is de bakteriële aktiviteit groot en dus het zuurstofverbruik groot.
Chlorofyl a	het groene pigment nodig voor de fotosynthese.
Cladoceren	de orde van de kreeftachtigen waartoe o.a. de watervlooien behoren.
Coli-bakterien (Coligroep/Coliformen)	groep van bakteriën, die o.a. in het spijsverteringsstelsel van warmbloedige organismen voorkomen. Via lozingen kunnen ze in het oppervlaktewater terecht komen.
Decompositie	de omzetting van dood organisch materiaal (detritus). Deze decompositie verloopt in stappen, diverse soorten van de makrofauna en plankton leven van dood materiaal, maar uiteindelijk wordt door bakteriën de omzetting in mineralen verzorgd. Met de saprobiegraad wordt de intensiteit van de decompositie aangegeven.
Detritus	dood organisch materiaal, bijvoorbeeld dode organismen, faecaliën van organismen of bladafval.
Diversiteit	de verscheidenheid aan organismen in de levensgemeenschap.
Diversiteits-index	een maat voor de diversiteit met behulp van een formule berekend.
Emers	waterplanten, die in de onderwaterbodem wortelen en boven het wateroppervlak uitgroeien.
Epiphyten	fytoplankton, dat zich op een ondergrond hecht, bijvoorbeeld op waterplanten.
Extinctie	meeteenheid bij een spectrofotometer.
Flap	zich tot 'flappen' ontwikkelende massa van het fytoplankton omdat deze algen niet in het water zweven.
Fotosynthese	de vorming van koolhydraten door planten en fytoplankton onder invloed van zonlicht.
Fytoplankton	zie plankton
Herbivoren	dierlijke organismen die van plantaardig materiaal leven.
Indifferente soorten	soorten die ongevoelig zijn voor bepaalde stoffen of situaties.
Kontinu-meting	doorlopende registratie (van zuurstof) gedurende een bepaalde tijdsperiode, bijvoorbeeld een etmaal.
Makrofauna	alle dierlijke organismen, die groter zijn dan ca. 1 mm (waterkevers, slakken e.d.) Vissen worden niet tot de makrofauna gerekend.

Mesosaproob	matig verontreinigd, zie saprobiegraad.
NEN	Nederlandse Norm, voorschrift voor een bepaling van het Nederlands Normalisatie-instituut
Parameter	kenmerkende grootheid.
Pathogeen	ziekteverwekkend.
Planktivoor	van plankton levend.
Plankton	verzamelnaam voor in het water zwevende (meest microscopisch) kleine plantaardige en dierlijke organismen.
Fytoplankton	plantaardig plankton bestaat uit kiezelwieren, groenwieren, cyanobakteriën.
Zoöplankton	dierlijk plankton, bestaat o.a. uit watervlooien.
Oligosaproob	licht verontreinigd, zie saprobiegraad.
Polysaproob	sterk verontreinigd, zie saprobiegraad.
Predatie	de konsumptie van dierlijke organismen door rooforganismen.
Primaire konsumptie	het begrazen van waterplanten en fytoplankton door dierlijke organismen.
Primaire produktie	de vorming van plantaardig materiaal o.i.v zonneenergie door planten of fytoplankton.
Probe	type elektrode
Replica	aantal malen dat een experiment herhaald is.
Saprobiegraad	de intensiteit van de decompositie.
Saprobiesysteem	een systeem waarin de zoete wateren ingedeeld worden op basis van de verhouding van plantaardige produktie en de decompositie.
Submers	waterplanten, die in het water groeien.
Thermotoleranten	bakteriën uit de Coligroep, meestal kenmerkend voor faecale verontreiniging.
Taxon (taxa)	een systematische eenheid.
Toxisch	giftig.
TWINSPAN	komputerprogramma om waarnemingen op overeenkomstige eigenschappen in groepen te ordenen.
Zoöplankton	zie plankton.

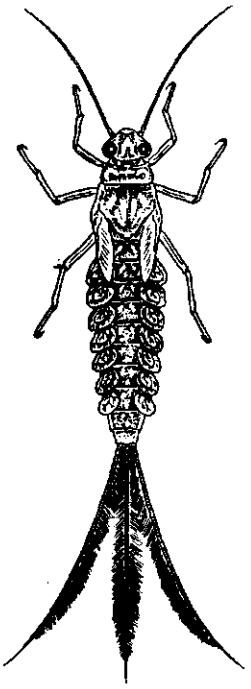
Enkele opvallende organismen uit Amersfoortse stadswateren met submerse waterplanten



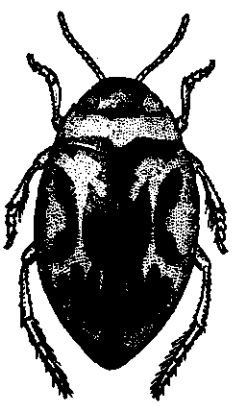
Zoöplankton; Watervlo (Cladocera):
Simocephalus vetulus



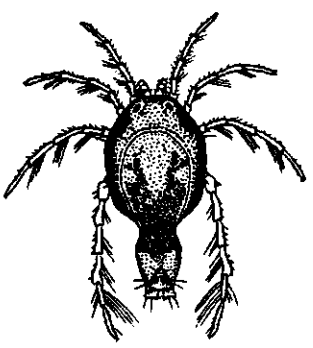
Makrofauna; Kreeftachtige:
Asellus aquaticus



Makrofauna; Haft:
Cloëon spec.

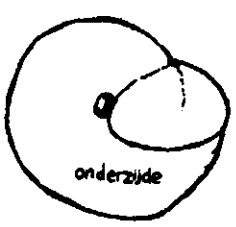


Makrofauna; Waterkever:
Hygrotus inaequalis



Makrofauna; Watermijt:
Arrenurus spec.

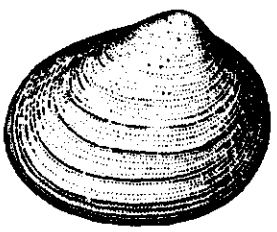




Makrofauna; Slak:
Valvata piscinalis

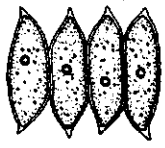


Makrofauna; Slak:
Gyraulus albus

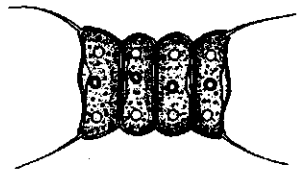


Makrofauna; Tweekleppige:
Pisidium spec.

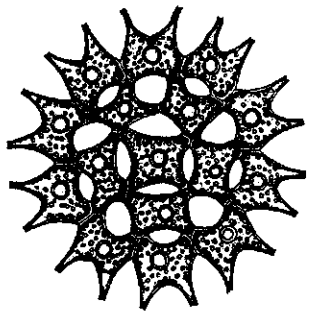
Enkele opvallende organismen uit Amersfoortse stadswateren met fytoplankton



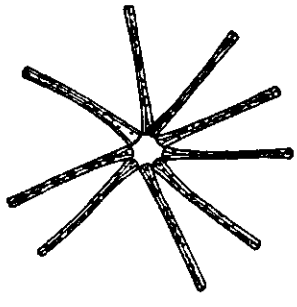
Fytoplankton; Groenwier:
Scenedesmus acutus



Fytoplankton; Groenwier:
Scenedesmus quadricauda



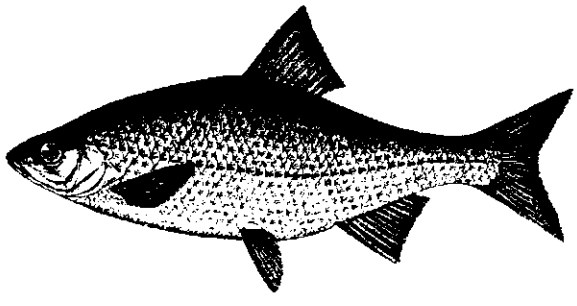
Fytoplankton; Groenwier:
Pediastrum duplex



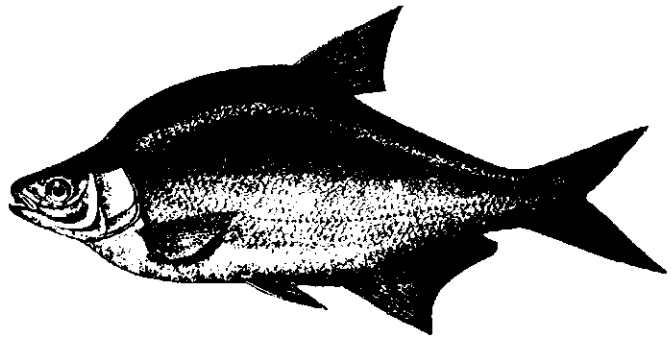
Fytoplankton; Kiezelwier:
Asterionella formosa



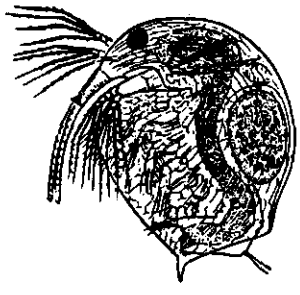
Fytoplankton; Kiezelwier:
Synedra ulna



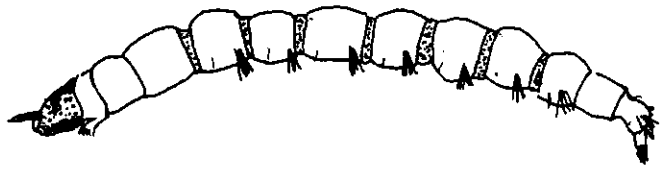
Vis:
Blankvoorn



Vis:
Brasem



Zoöplankton; Watervlo:
Bosmina longirostris

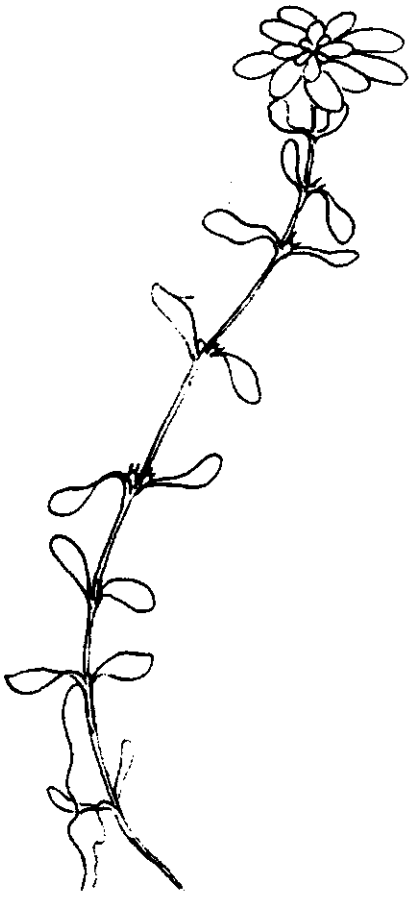


Macrofauna; Mug:
Cricotopus gr. sylvestris

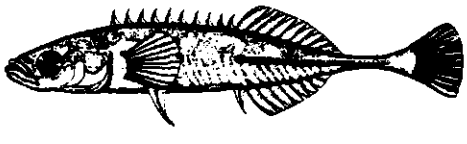
Enkele opvallende organismen uit Amersfoortse stadswateren met submerse waterplanten



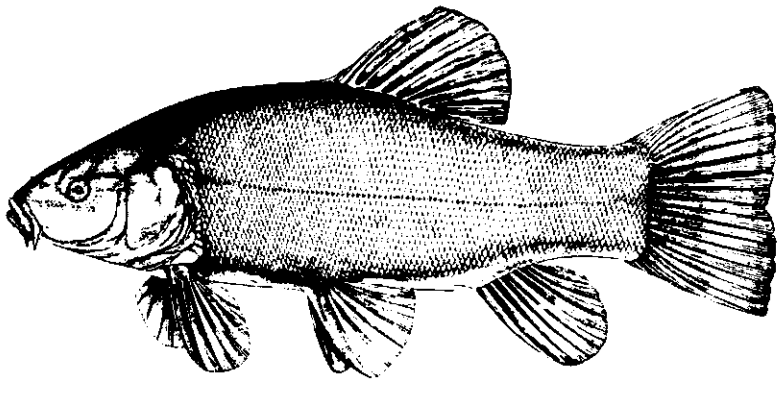
Submerse waterplant:
Smalle waterpest



Submerse waterplant:
sterrekroos



Vis:
Tiendoornige stekelbaars

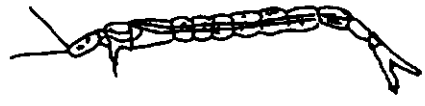


Vis:
Zeelt

Enkele opvallende organismen uit Amersfoortse stadswateren met voornamelijk detritus-eters



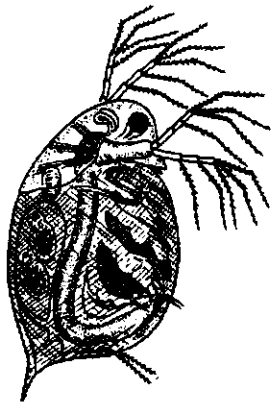
Makrofauna; Mug:
Chironomus spec.



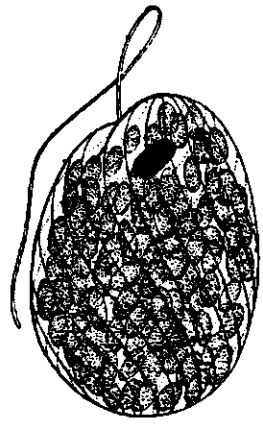
Makrofauna; Mug:
Psectrotanypus varius



Makrofauna; Bloedzuiger:
Helobdella stagnalis
(indifferente soort)



Zoöplankton; Watervlo:
Daphnia pulex



Fytoplankton; flagellaat:
Lepocinclis texta

bijlage 4 : Zooplankton
Het zooplankton van de monsterplaatsen. Aantallen per liter.
Per soort staat de vangst van 27 augustus (eerste regel) en de vangst van 20 oktober(tweede regel) 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=polysaproob).
Gegevens uit Notenboom-Ram (1981).

	1	2	3a	3b	3c	3e	4a	4b	4c	V	S
WATERVLOOIEN - CLADOCERA											
Sida crystallina					5					a	o/b
Ceriodaphnia cf pulchella		3			6	25	30	11	20	za	o-b/
Daphnia longispina						4	2	5	8	za	o/a
Daphnia magna	+?		+2	+1						za	b/p
				+1	+7						
Daphnia pulex	2		1000	254	12					za	a/b
	2		150	33							
Scapholeberis mucronata	1	2		2	18	9	1	18	32	za	o/b
		6									
Simocephalus vetulus		15			2	36				za	o/b
Bosmina longirostris	4				94	18	36	10	48	za	o/b
							600	100	4		
Alonella exigua										va	o/(b
									1		
Chydorus sphaericus		2				2		1		za	o/a
		10							2		
Pleuroxus truncatus						1				za	o/b
		100									
Polyphemus pediculus					1	8			3	va	o
OSTRACODA			2		1						
COPEPODA	1	250		1	90	30	5	30	4		
		6	6	4		1			2		

+ wel aanwezig (in grote aantallen), maar de monstermethode is niet geschikt om de soort representatief te vangen

bijlage 5: Makrofauna
De makrofauna van de monsterplaatsen. Er is met een makrofaunanet ca.5 m2 bemonsterd. Van elk taxon staat de vangst op 16 juni(eerste regel) en de vangst op 26 aug.(tweede regel) vermeld. Op punt 3e is alleen op 26 aug. gemonsterd.
De gegevens over de indeling van een taxon in een saprobieklasse zijn afkomstig uit gegevens van diverse auteurs, o.a. Sladecek (1973).
Uit de tabel blijkt dat niet alle soorten in een saprobieklasse ingedeeld zijn.

*	dode exemplaren
+	op monsterpunt aangetroffen, maar niet in het makrofaunamonster
l.	larve
p	polysabroob
a	a mesosaproob
b	b mesosaproob

	monsterplaats no:	1	2a	2b	3a	3b	3c	3e	4a	4b	4c
BLOEDZUIGERS - HIRUDINEA											
b-a	Glossiphonia heteroclita		1								
			2				1	1			
a	Helobdella stagnalis	27	3	11			5				1
		8	4			5	3	42		2	
a	Theromyzon tessulatum			1							
			1	1			1	1			
b	Piscicola geometra		1				2			2	
											1
b	Herpobdella octoculata										
							1			1	
BORSTELWORMEN - OLICHOGAETA											
p	Tubifex spec.	10	12	10	10		18			10	15
			1	1					1		
b	Stylaria lacustris		1	1							
a	Naididae	2	1								
			5	3			5	23	2		6
a	Lumbriculidae			3							
			1							2	
KREEFTACHTIGEN - CRUSTACAEA											
	Argulus spec.		2		1				2	1	2
							6		2	1	
a	Asellus aquaticus		44	7			1				
			90	5			1	2			
b	Proasellus meridianus										
							3			1	1
WATERWANTSEN - HETEROPTERA											
	Corixidae larve		2				50				2
			8	75			300		2		7
	Cymatia coleoptera										
							1				
	Hesperocorixa linnei										
			1								
a	Sigara falleni	2		1			2		1	1	
		1	6				55				6
a	S.striata	1	4				20		9	3	
		4	1	6			30		1		1
	Paracorixa concinna					1					
	Notonecta larve		1						1		
b	Plea leachi								1		
a-b	Ilyocoris cimicoides						1		1		
LIBELLEN - ODONATA											
b	Coenagrion spec.									3	
b	Ischnura elegans		3						2	13	
SLIJKVLIEGEN - MEGALOPTERA											
b-a	Sialis lutaria			2							
			2								

	monsterplaats no:	1	2a	2b	3a	3b	3c	3e	4a	4b	4c
HAFTEN - EPHEMEROPTERA											
b	Cloeon dipterum		17	2						1	
			8	29			3				
b	Caenis horaria						1				
b	C.robusta						1				1
KEVERS - COLEOPTERA											
	Peltodytes larve		1								
	Haliplus larve										1
	Dytiscidae larve		7				2				
	Hydroporus palustris		3								
b	Hygrotus inaequalis		2								
	Hyphydrus ovatus		2+1.								
	Laccophilus larve						1				1
	Rhantus larve		1	1							
p	Spercheus emarginatus larve										1
TWEEVLEUGELIGEN - DIPTERA											
	Anopheles spec.		1								
b	Chaoborus flavicans		2		1		9				
a	Ceratopogonidae		2	2							

	monsterplaats no:	1	2a	2b	3a	3b	3c	3e	4a	4b	4c
DANSMUGGEN - FAM. CHIRONOMIDAE											
	Acricotopus lucens		3								
p	Chironomus spec.	222	4	15	250	193	10		14	41	101
		175	7	1	130	195	1	1	1	6	6
	Cladotanytarsus spec.									1	11
	cf Conchapelopa						1				
b	Cricotopus intersectus								3	12	
			1	1			5	2			
a	Cricotopus sylvestris agg	17	68	37	10	55	68		72	2	12
		3	22	13	1	4	52	72	3	4	11
	Cryptochironomus spec.			1							1
	Cryptocladopelma gr.laccophilus										3
										5	1
	Cryptocladopelma gr.lateralis		1							2	
	Dicrotendipes gr.nervosus										1
							1	1			
a	Glyptotendipes spec.						31		2		
				1			2	10	11		8
	Microtendipes gr.chloris ag			1							
a	Parachironomus gr.arcuatis		2						2	1	1
b-a	Paracladius converse			1							
b-a	Paratanytarsus spec.			1			5				
			1				2	1			
b-a	Polypedilum gr. scrdens						56				1
							6	5			1
b-a	Polypedilum cf.nubeculosum			9			7			17	4
			1						3	10	10
b-a	Procladius s.l.		3	36			1				12
		1			2		2	2	1	3	1
b-a	Psectrocladius sp.1		1								
b-a	,, sp.2		2								
b-a	,, cf limbatellus		3								
p	Psectrotanypus varius	27	1	4	47	11					1
		54	1		30	9		3			
p	Tanypus kraatsi	10							1		1
p	Tanypus punctipennis									2	
b-a	Tanytarsus spec.			2							4

	monsterplaats no:	1	2a	2b	3a	3b	3c	3e	4a	4b	4c
b	WATERMIJTEN - HYDRACARINA										
	Arrenurus crassicaudata		3								
	Eylais hamata		1								
	Limnesia maculata		4	5							
	Neumania lutescens		4								
	Neumania deltoides						1				
	Piona sp. nymphe			4							2
	Piona alpicola		2								1
	Piona carnea			1							
	Piona coccinea		1								
	Piona conglobata		2	4				1			
	Piona imminuta		1	2			3				
	Piona variabilis			1			1	3			2
	Pionopsis lutescens		4	6							
	Unionicola crassipes						1				1
	SLAKKEN - GASTROPODA										
b	Viviparus contectus		1	1							
				1			+				
b	Valvata piscinalis		11	12			2				
			1	21			18	1			1
a	Bithnynia tentaculata						+	1			
b	Lymnea stagnalis						+				
b	Radix peregra						*				
							7				
b	Stagnicola palustris						+				
b	Gyraulus albus		32	91			32			*	
b	Planorbarius corneus		8				2				
							+				
b	Planorbis planorbis		2				1				
							+				
b	Segmentina complanata		1				1				
b	Aplex hypnorum									*	
a	Physa fontinalis					1	1	1			
	TWEEKLEPPIGEN - BIVALVIA										
	Pisidium spec.			176						3	
				3							
b-a	Sphaerium corneum		9	8							
			3	6							

Bijlage 6: Visfauna
De visfauna van de monsterplaatsen. De gegevens van de visvangsten bij de makrofaunabemonsteringen staan bij de soorten op de eerste regel vermeld. De vangstdata zijn: 16 juni en 26 aug.
De gegevens van de medewerkers van Centrum Natuur en Milieu de Schothorst staan op de tweede regel vermeld. Deze waarnemingen zijn eind augustus - begin september verzameld.

monsterplaats no:	1	2a	2b	3a	3b	3c	3e	4a	4b	4c
Pungitius pungitius(Tiend. Stekelbaars)	7					6	1		10	
-								3		
Rutilis rutilis(Blankvoorn)						1			2	
-						br	br	br	6	br
Perca fluviatilis(Baars)									1	
-									1	
Tinca tinca(Zeelt)										
-		20				4	1	1	1	
Abramis brama(Brasem)										
-									1	
Cyprinus carpio(Karper)										
-							1		1	

br.= jonge vislarven

Tevens is 1 exemplaar van de riviergrondel (Gobio gobio) in de singel langs de van Randwijcklaan in de rekreatiegordel gevangen.
De monsterplaats heeft een zandige bodem. De waterstroming is hier vrij groot. Deze plaats is recent voor de vangstdatum veranderd in verband met de aanleg van een duiker van de Hoef naar de van Dillewijndreef. Hierdoor is de toevoer van water toegenomen en is de smalle sloot die voordien het stadswater van Rustenburg met Liendert verbond, verbreed.

bijlage 7: Fytoplankton
Het fytoplankton van de monsterplaaten. Het fytoplankton is met een fytoplanktonnet bemonsterd. De aantallen geven een indikatie van het voorkomen van de soorten in een monster en zijn niet te gebruiken om monsterplaatsen te vergelijken. De monsterdata zijn 9 juli, 10 en 27 augustus 1987. Voor de determinatie van de kiezelwieren zijn gloei-preparaten gemaakt. De aantallen van de kiezelwieren zijn dan ook niet met de andere algengroepen te vergelijken. De determinaties zijn met veel zorg uitgevoerd, toch bleek het niet mogelijk om alle individuen tot soortsnivo te determineren. Deze exemlaren staan dan in de 'restgroep' of als 'cf' in de tabel vermeld. De eerste kolom vermeldt de saprobie-indikatie volgens Sladecek (1973)

x xenosaproob
o oligosaproob
b beta mesosaproob
a alpha mesosaproob
p polysaproob
+ aanwezig
v veel

	monsterplaats no:	1	2	3a	3b	3c	3d	4a	4b	4c
BAKTERIEN - EUBAKTERIINEAE										
p-a	Sphaerotilus natans				v					
x-o	Gallionella ferruginea								+	
CYANOBAKTERIEN(blauwwieren) - CYANOPHYTA										
o-b	Chroococcus turgidus						1			
b	Coelosphaerium spec.		1		2			1	5	
b	Gomphosphaerium spec.					1	1	1		2
	Oscillatoria spec.			12	1	3	4		4	24
b	Oscillatoria agardhii				4					
a	Oscillatoria chalybea				4					
a-b	Oscillatoria limosa	3								
a	Oscillatoria tenuis								2	
FLAGELLATEN - EUGLENOPHYTA										
	Euglena spec.				1	2	4	2		13
b	Euglena acus					2	2			3
o-b	Euglena oxyuris							1	4	
b	Euglena tripteris									2
b	Lepocinclis steini					2				
b-a	Lepocinclis texta	75		180	129	4		1		30
	Phacus spec.								7	2
b	Phacus cf aenigmatica					1				
b	Phacus caudata						1			5
b-a	Phacus longicauda	2				11	6	11	13	20
b	Phacus pleuronectes					4	7	2	2	2
	Phacus pyrum					1				2
b	Trachelomonas volvocina					2			1	

	monsterplaats no:	1	2	3a	3b	3c	3d	4a	4b	4c
GROENWIEREN - CHLOROPHYTA										
b	Actinastrum hantzschii									6
	Ankistrodesmus spec.						1	1		
b	Ankistrodesmus acicularis						1			
b-a	Ankistrodesmus falcatus									1
	cf Chlamydomonas								1	
	Coelastrum cambricum					5	10	1	1	2
b	Coelastrum microporum	5		26	12	55	66	83	40	35
b	Chodatella cf ciliata						3		4	2
b	Crucigenia apiculata						8		1	
	Crucigenia fenestrata						2			
	Crucigenia quadrata						3		5	
a-b	Crucigenia rectangularis								2	
o-b	Crucigenia tetrapedia					4			1	
b	Dictyosphaerium pulchellum						4			
b	Kirchneriella obesa						1			
b	Lagerheimia spec.						2			
b	Micractinum pusillum					23	55			52
b-o	Oocystis spec.			6	5	24	26	2	4	7
b	Pediastrum boryanum			1	2	2	8	40	21	35
b	Pediastrum duplex				4	25	19	8	11	28
b	Pandorina morum		1				40		13	
b	Scenedesmus acuminatus					2	41	11		8
b	Scenedesmus acutus				1	14	30	30	31	
b	Scenedesmus denticulatus					2		4		
b	Scenedesmus opoliensis					4	3	4	12	
	Scenedesmus ovalternus					1				
b	Scenedesmus quadricauda				2	50	74	73	47	38
b	Tetrastrum spec.								1	
	Treubaria triappendiculata						18			
	Ulotrichales		1	6	3			1	12	
	cf Chlorococcum			2		3	28	106	34	2
KIEZELWIEREN - BACILLARIOPHYCEAE	n=	1	3	2	3	3	2	2	3	3
x-b	Achnanthes lanceolata		25							
o-b	Amphora cf. ovalis		3	1	5	23	16		7	31
o-b	Asterionella formosa					1			108	7
b	Cocconeis spec.		123		1		7			27
a-b	Cyclotella cf meneghiniana		1		1	142	119	49	98	146
b-a	Cymatopleura solea		6			7	3		6	10
b	Cymbella prostrata		2			1				1
	Fragillaria spec.			43	121	5	13			
	Gomphonema spec.		14		7	4			4	
	Navicula spec.	1	9	5	30	18	11	2	6	60
	Nitzschia spec.		2		3	2				3
b	Nitzschia sigmoides					1	3	23	4	2
	Pinnularia spec.		2		2	18	17	48	9	4
b	Stauroneis anceps	1				1				2
b	Surirella ovata					2			4	3
b	Synedra acus					3	1			
b	Synedra ulna	1	78		9	8	10	11	5	89
	rest Penales		40	3		5	7			4
	rest Centrales		42			1	2			9

	monsterplaats no:	1	2	3a	3b	3c	3d	4a	4b	4c
	SIERALGEN - DESMIDIACEAE									
	Closterium spec.		1	9		6	3	7	2	7
a	Closterium acerosum				13					
	Closterium aciculare									3
	Closterium cf limneticum						3			
	Closterium cf pseudolunula				7	4		5		
	Closterium pronum							4	1	
	Staurastrum paradoxum					19	3	21	14	1
	GOUDALGEN - CHRYSOPHYCEAE									
o-b	Chrysococcus rufescens					2				5
	Dinobryon spec.						2			3
	Synura spec.					2				
	CILIATEN - CILIATA	v	+	v	+	+		v	+	v
	Coleps spec.									
	Carchesium/Zoothamnion									
	Paramecium spec.									
	Vorticella spec.									
	SCHAALAMOEBEN - RHIZOPODA				4	1				2
	Arcella spec.									
	Difflugia spec.									
	RADERDIEREN - ROTATORIA	+	v		+	+	v	+	v	+
	Brachionus spec.									
	Keratella spec.									
	ZOOFLAGELLATEN - ZOOMASTIGIA									
	Bicosoeca multiannulata					10				
	Kephyrion spec.					2				

bijlage 8. 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 (9 september), de tweede regel vermeldt de uitkomsten van de tweede bemonstering (20 oktober 1987).

monsterpunt:	1	2	3a	3b	3c	3e	4a	4b	4c
chlorofyl mg/m3	7.4	2.6	590.2	60.1	70.3	35.5	250.1	239.8	40.7
-	2.0	2.0	11.0	1.0	10.5	10.0	58	297	11
zwevende stof	9	5.6	29	8	6.8	3.6	32	32	20.4
- mg/l	7	4	7	6	6	6	16	40	8
doorzicht cm	54	48	50	B	44	45	35	34	58
-	56	35	55	B	56	50	80	67	69
pH	6.8	7.5	7.2	7.2	7.5	7.7	7.8	8.2	7.6
-	7.3	7.5	7.0	7.1	7.6	7.6	7.3	8.2	7.7
Cl mg/l	44.9	58.8	28.4	33.8	41.8	66.1	221	232	85.1
-	37.2	74.4	25.8	23.8	49.2	54.4	149	126	59.1
NO3 mg/l	0.13	1.03	0.45	0.18	1.23	1.81	6.94	0.36	1.12
-	0.82	2.18	0.03	0.10	3.99	4.13	12.07	2.35	7.29
NO2 mug/l	40	57	70	33	151	180	127	44	106
-	49	131.6	14	16.8	201.6	208.6	145.6	144.2	197.4
NH4 mg/l	4.5	1.4	12.2	8.7	0.26	0.75	0.53	0.53	0.27
-	5.3	0.9	15.5	7.1	1.26	1.19	0.9	0.6	0.8
P-totaal mg/l	3.00	0.81	4.70	2.58	0.86	1.55	0.52	0.11	0.059
	1.74	1.94	3.08	2.15	1.45	0.88	0.60	0.36	0.32
P-ortho mg/l	0.50	0.44	2.04	1.51	0.46	0.21	0.036	0.047	0.042
	0.70	1.71	4.62	3.85	0.41	0.54	0.076	0.038	0.013
Hardh.EDTA mmol/l	1.70	1.80	0.90	1.41	3.23	3.22	4.15	3.90	4.06
-	1.30	1.70	1.64	1.31	3.35	2.36	3.10	3.13	3.19
Hard.AAS mmol/l	1.97	2.55	1.19	1.79	4.13	3.93	5.38	5.02	4.18
-	1.24	1.66	1.07	1.16	2.19	2.24	2.95	2.88	2.93
Mg mg/l	6.34	5.80	4.51	6.44	11.30	10.63	19.26	17.11	12.22
-	3.5	3.7	3.7	3.0	4.1	7.8	7.4	11.7	8.7
Ca mg/l	68.76	92.00	40.02	58.96	146.00	140.10	184.10	173.10	163.80
-	55.15	60.5	29.3	62.3	75.4	77.5	112.1	97.1	103.0
CZV	15.6	-	94.3	82.7	45.7	55.6	82.9	37.3	34.9
-	21.8	46.8	54.6	32.5	39.1	56.0	49.4	92.2	44.8
BZV	5.4	6.0	7.8	7.8	7.8	5.6	6.9	7.9	8.3
-	6.2	3.7	8.9	5.6	5.7	6.2	7.3	11.9	5.3
E.G.V. mS 18'C									
-	0.32	0.53	0.31	0.31	0.60	0.60	0.93	0.85	0.66

B= Bodem

De Micro-verontreiniging in water.

monsterdatum zware metalen: 9 september 1987.
monsterdatum PAK's: 3 februari 1988.

	1a	1b	2a	3a	3c	3e	4a	4b
- Pb mg/l	alle monsters			0.05 mg/l				
- Zn mg/l	alle monsters			0.05 mg/l				
- minerale olie mg/l	10.9		1	11.3	11.7	13.3	11.7	1
PAK's								
1 Flu mug/l	0.517	0.804	0.506	0.839	0.123	0.109	0.163	0.108
2 Bbf mug/l	0.065	0.091	0.040	0.163	0.034	0.028	0.026	0.022
3 BkF mug/l	0.027	0.039	0.013	0.071	0.015	0.013	0.013	0.012
4 BaP mug/l	0.032	0.044	0.028	0.102	0.011	0.015	0.013	0.007
5 Bghip mug/l	0.033	0.137	0.130	0.172	0.001	0.001	0.048	0.001
6 IP mug/l	0.001	0.046	0.050	0.080	0.007	0.011	0.001	0.001
totaal mug/l 6 van Borneff	0.675	1.161	0.767	1.427	0.190	0.176	0.264	0.149

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

monsterdatum zware metalen: 9 september 1987.
monsterdatum PAK's: 3 februari 1988.

	1a	2a	3a	3c	3e	4a	4b	4c
- Pb mg/kg ds	54.4	38.8	78.3	54.6	88.4	56.7	35.6	
- Zn mg/kg ds	122.7	151.1	71.3	224.6	136.2	78.5	59.6	
PAK's								
1 Flu	45.16	9.60	8.81	1.50	4.48	1.92	1.58	2.84
2 Bbf	19.39	5.23	2.81	0.65	2.09	0.73	1.64	0.87
3 BkF	6.70	2.03	1.05	0.30	1.00	0.33	0.63	0.40
4 BaP	9.90	2.83	1.34	0.50	1.33	0.40	0.77	0.40
5 Bghip	9.03	3.36	1.63	0.27	2.39	1.02	1.38	0.86
6 IP	10.81	2.67	1.98	0.23	1.60	0.07	0.25	0.25
totaal 6 van Borneff	100.99	25.72	17.62	3.45	12.89	4.47	6.25	5.62

Totaal fosfor (mg/kg)	217	274	400	677	418	382

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

De gegevens van de temperatuur, zuurstof en verzadigingspercentage zuurstof op de monsterplaatsen.

monsterplaats 1						
	datum	16-6	9-7	27-8	9-9	20-10
zuurstof mg/l		1.9	1.4	1.7	1.7	1.8
temperatuur 'C		15	25	16.5	20	11.1

monsterplaats 2a						
	datum	16-6	9-7	27-8	9-9	20-10
zuurstof mg/l		7.7	8.0	11.5	8.5	6.4
temperatuur 'C		15	25	16.8	19	10.9

monsterplaats 3a						
	datum	16-6	9-7	27-8	9-9	20-10
zuurstof mg/l		5.0	4.4	6.5	8.3	0.4
temperatuur 'C		15	23	16.3	20	11.5

monsterplaats 3b						
	datum	16-6	9-7	27-8	9-9	20-10
zuurstof mg/l		2.0	1.4	2.1	1.3	1.6
temperatuur 'C		15	23	16.3	20	11.0

monsterplaats 3c						
	datum	16-6	9-7	27-8	9-9	20-10
zuurstof mg/l		5.6	6.8	5.6	11.5	5.5
temperatuur 'C		15.0	24.0	16.7	19.0	11.2

monsterplaats 3d				
	datum	16-6	9-7	27-8
zuurstof mg/l		12.0	6.3	5.0
temperatuur 'C		14	23	16.5

monsterplaats 3e						
	datum	16-6	9-7	27-8	9-9	20-10
zuurstof mg/l			7.3		6.3	5.1
temperatuur 'C			23		20	11.2

monsterplaats 4a						
	datum	16-6	9-7	27-8	9-9	20-10
suurstof mg/l		14.1	8.5	17.0	'20	9.1
temperatuur 'C		15.0	24.0	16.2	20.0	11.8

monsterplaats 4b						
	datum	16-6	9-7	27-8	9-9	20-10
zuurstof mg/l		5.8	5.9	11.9	20	17.0
temperatuur 'C		15	23	17	19.5	11.8

monsterplaats 4c						
	datum	16-6	9-7	27-8	9-9	20-10
zuurstof mg/l		7.0	7.5	5.5	9.5	7.4
temperatuur 'C		15	23	16	20	11.2

Bijlage 9.1: Het overzicht van de analysemethodes die bij de bepalingen van het water en het slib, toegepast zijn.

Methode	
chlorofyl	volgens NEN 6520
zwevende stof	volgens NEN 6484
doorzicht	met een Secchi schijf
pH	met een pH meter Metrohm
Cl	potentiometrisch
NO3	volgens NEN 6440
NO2	volgens NEN 6474
NH4	volgens NEN 3235 6.1.2
N-totaal slib	volgens NEN 6641
P-ortho	volgens NEN 6479
P-totaal	volgens fotometrisch volgens Murphy en Riley
Ca	met atoomabsorptie (vlam)
Mg	met atoomabsorptie (vlam)
Hardheid EDTA	volgens NEN 6441
Hardheid	met atoomabsorptie (vlam)
CZV	volgens NEN 3235 5.3
BZV	volgens Golterman (1971)
E.G.V.	met conductivitymeter Philips PW 9501
Pb in water	met AAS
Pb in slib	met AAS
Zn in water	met AAS
Zn in slib	met AAS
minerale olie	volgens NEN 6673
PAK's in water	met HPLC, extraktie volgens voorschrift Zuiveringschap Amstel- en Gooiland.
PAK's in slib	met HPLC, extraktie volgens voorschrift Zuiverringschap Amstel- en Gooiland.

Foeforverbindingen in slib volgens NEN 6662 ontw.

Bijlage 9.2 Het weer in de week voor de monsterdata.

Het weer was in de week voor 9 septemer 1987 somber en regenachtig. (op 5, 6 en 7 september is op Soesterberg resp. 0.9, 3.4 en 1.3 mm. neerslag gemeten (bron: Maandoverzichten KNMI)
Op 8 september en tijdens het bemonsteren was het droog.

De maand oktober was eveneens regenachtig. Op 16 oktober viel er 2.2 mm neerslag. Van 17 oktober tot en met de monsterdatum (20 oktober) viel er geen regen meer.

Bijlage 9.3 Het toetsingskader van het Ministerie van V.R.O.M.

In de Iterimwet Bodemsanering wordt een toetsingskader voor microverontreiniging in bodems en grondwater gegeven. De A-waarde voor grondwater benadert de kwaliteitseisen voor oppervlaktewater dat bestemd is voor de drinkwaterbereiding.

Indikatieve richtwaarden: A - referentiewaarde
B - toetsingswaarde t.b.v. (nader) onderzoek
C - toetsingswaarde t.b.v. sanering(-sonderzoek)

Komponent/niveau	grond en slib (mg/kg) (droge stof)			grond- en oppervlaktewater (mug/l)		
	A	B	C	A	B	C
Pb	50	150	600	20	50	200
Zn	200	500	3000	50	200	800
Flu	0.1	10	100	0.02	1	5
BaP	0.05	1	10	0.01	0.2	1
PAK's totaal	1	20	200	0.2	10	40

(in dit onderzoek zijn alleen de '6 van Borneff' bepaald, deze PAK's zijn gesommeerd en vergeleken met de toetsingswaarde voor de PAK's totaal)

In het I.M.P. water 1985-1989 staan de normen voor de basiskwaliteit van oppervlaktewater vermeld. Ten aanzien van de microverontreiniging worden de volgende normen vermeld:

Lood	50	mug/l
Zink	200	mug/l
PAK's mediaan som	100	ng/l

Overzicht van de monsterplaatsen.

In de tabellen en grafieken worden steeds nummers voor de monsterplaatsen gebruikt. Hierbij is het volgende systeem toegepast.

Randenbroek

1a,b De vijver aan de Ringweg
2a,b De vijver bij Nijenstede

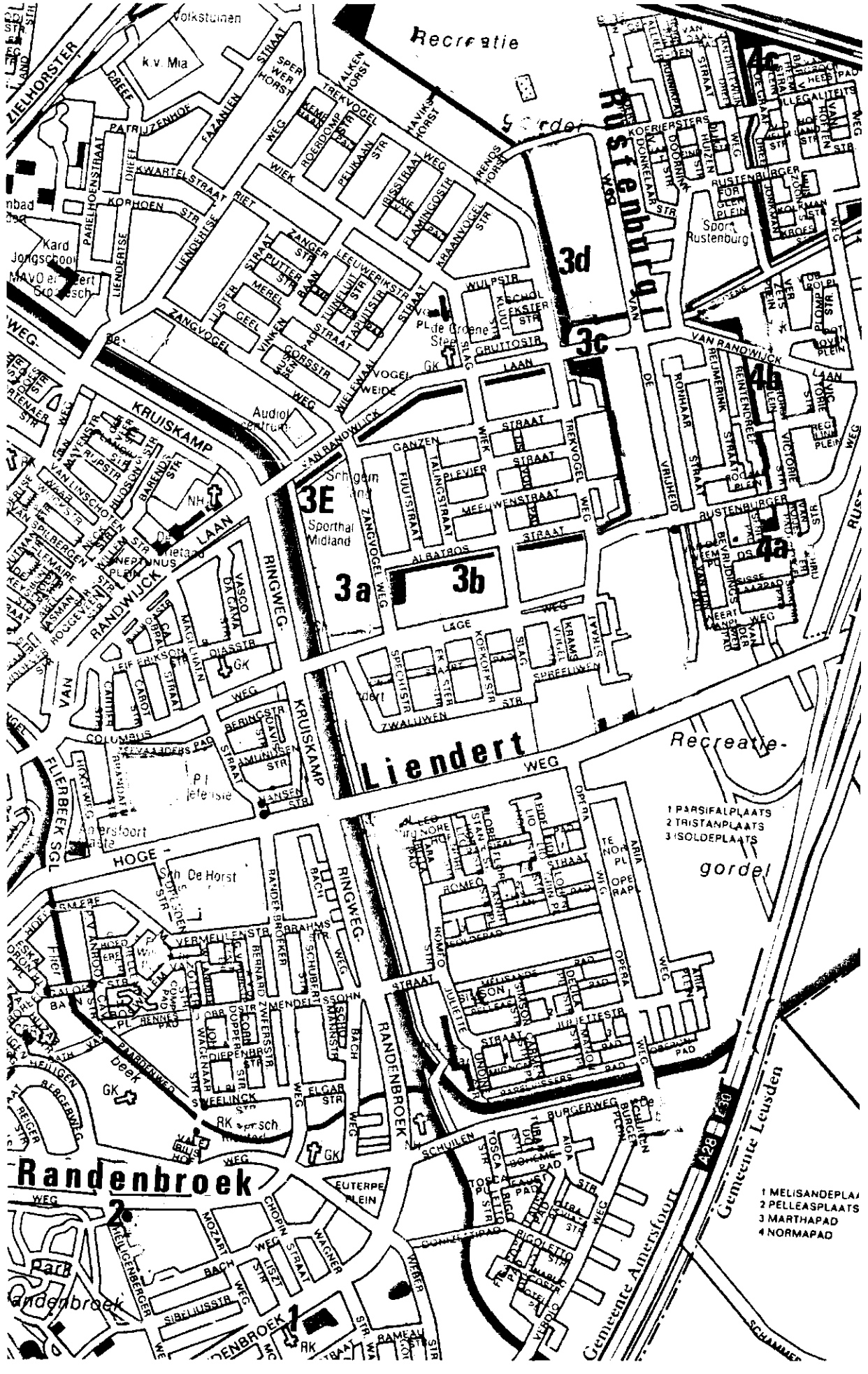
Liendert

3a De vijver aan de Albatrosstraat
3b De singel langs de Albatrosstraat
3c De vijver aan de Trekvogelweg
3d De singel langs de Trekvogelweg
3e De singel langs de Van Randwijcklaan

Rustenburg

4a De vijver aan het Senfpad
4b De singel langs de Reintendreef
4c De vijver aan de Van Dillewijndreef

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



Het onderzoeksgebied te Amersfoort