# Biologische waterkwaliteitsbeoordeling van enkele Veluwse wateren aan de hand van de makrofauna bemonsterd met het standaard-makrofaunanet en met kunstmatig substraat.

J.A. Bakker

Heveadorp, december 1983.
Verslag LH/Nb.nr. 718

Begeleiders:
drs.W.Oosterloo(Zuiveringsschap Veluwe, Apeldoorn)
drs.J.J.P.Gardeniers(Vakgroep Natuurbeheer, Landbouwhogeschool Wageningen).

INTERN RAPPORT, OVERNAME VAN DE GEGEVENS SLECHTS NA OVERLEG MET DE BEGELEIDERS

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting.
1. Inleiding.
2. Doelstelling.
3. Theorie.
4. Materiaal en methode.
5. De bemonsterde waterlopen.
6. Resultaten.
6.1. De fysisch-chemische- en de biologische waterkwaliteit van de monsterpunten van het routinematig biologische onderzoek in 1982.
6.2. Een vergelijking van 3 beoordelingsmethoden voor de waterkwaliteit.
6.3. Enige kwantitatieve vergelijkingen van de makrofaunamonsters in het standaardmakrofaunanet en het kunstmatig substraat.
6.4. De keuze van de indikator-organismen.
6.5. Monstermethode en organismen,die niet indikatief zijn voor de waterkwaliteit.
6.6. De invloed van enkele belangrijke indikator-organismen op de biologische waterkwaliteitsbeoordeling.
7. Samenvattende conclusies.
8. Literatuur.

Bijlagen:
1.Veldgegevens van de monsterpunten van het routinematig biologische onderzoek in 1982.
2.Fysisch-chemische analyseresultaten over het eerste halfjaar van 1982 van de monsterpunten van het routinematig biologische onderzoek.
3.Biologische- en fysisch-chemische waterkwaliteisbeoordeling voor de jaren 1980,1981 en 1982.
4.Soortenlijst van de makrofauna,die indikatief is voor de waterkwaliteit.
5.Soortenlijst van de makrofauna per monsterpunt.
6.Beekkarakterindex,diversiteit en associatieindex.
7.Het standaardveldformulier.

berekend uit de standaardmakrofaunanet-monsters.
Over de hele Veluwe is de kwaliteit van het oppervlaktewater na spektakulaire verbeteringen sinds het begin van de jaren '70, niet meer aan grote veranderingen onderhevig. Voor veel monsterpunten geldt, dat de waterkwaliteit in de jaren '80, '81 en '82 tamelijk konstant is gebleven. Bij sommige monsterpunten vertoont de biologische kwaliteit grote schommelingen. Het is niet onwaarschijnlijk, dat deze verschillen voor een groot deel worden veroorzaakt door individuele verschillen in bemonsteringstechnieken, waardoor de verschillende micro-habitats in verschillende mate worden bemonsterd.

Samenvatting

Door het zuiveringsschap Veluwe is in 1980 een routinematige biologische waterkwaliteitsbeoordeling gestart. De waterkwaliteitsbeoordeling vindt plaats aan de hand van makrofaunaonderzoek.

De monsterpunten ten behoeve van het routinematig biologisch onderzoek bevinden zich op een 20-tal plaatsen, verspreid over de Veluwe, veelal in de benedenloop van beken. De bemonstering van de makrofauna vond plaats in de maanden april en mei 1982, met als bemonsteringsmethoden het standaardmakrofaunanet en, als experiment, kunstmatig substraat. Monstername met kunstmatig substraat bestaat hieruit dat een eenheid synthetisch of natuurlijk materiaal in een te bemonsteren water wordt aangebracht, waarna kolonisatie door makro-faunaorganismen plaatsvindt. Belangrijke voordelen van de toepassing van kunstmatig substraat ten opzichte van het standaardmakrofaunanet zijn:

- de bemonstering is gestandaardiseerd
- de monstername ondervindt minder belemmering van storende elementen in het milieu, zoals een dichte watervegetatie, een slibbige bodem, stenen etc.
- door het aanbieden van een éénvormig substraat is de keuze van de plaats van monstername (verschillende mikrohabitats) van minder invloed op de samenstelling van de monsters;
- de grootte van de monstername is kwantificeerbaar;

Uit de resultaten blijkt, dat de monsters uit het standaardmakrofaunanet en het kunstmatig substraat vergelijkbare gegevens opleveren wat betreft het aantal soorten en het aantal individuen per monster.

Vergelijking van de soortsamenstelling van de monsters bij de 2 monstermethoden laat zien dat het standaardmakrofaunanet een meer selektieve monstermethode is voor de makrofauna-taxa:

Tubificidae, Chironomus, Coleoptera en Heteroptera en het kunstmatig substraat voor: Gammarus pulex, Trichoptera, Tricladida en in mindere mate Hirudinea.

De waterkwaliteit berekend aan de hand van de standaardmakrofaunanet-monsters ligt in bijna alle gevallen lager dan die berekend uit de kunstmatig substraatmonsters. De fysisch-chemische waterkwaliteit op basis van de zuurstofhuishouding vertoont een sterkere correlatie met de kwaliteit berekend uit de kunstmatig substraat-monsters dan die

## 1. Inleiding

Het zuiveringsschap Veluwe verricht sinds 1973 systematisch onderzoek naar de kwaliteit van oppervlaktewater in zijn beheersgebied. De doelstellingen van dit fysisch-chemisch waterkwaliteitsonderzoek zijn:

- het vaststellen van de huidige fysisch-chemische waterkwaliteit;
- het vaststellen van eventuele trendmatige of door saneringen veroorzaakte veranderingen van de waterkwaliteit;
- het toetsen van de waterkwaliteit aan de in het waterzuiveringsplan gestelde normen.

In het waterzuiveringsplan 1979-1984 heeft de algemeen ecologische funktie van oppervlaktewater meer aandacht gekregen. Ter ondersteuning van dit beleid is het zuiveringsschap Veluwe in 1979 begonnen met de uitvoering van biologisch onderzoek. Dit biologisch onderzoek omvat de volgende onderdelen:

- het inventariseren van aquatische levensgemeenschappen en het vaststellen van bestemmingsklassen c.q. waterkwaliteitsdoelstellingen van oppervlaktewater aan de hand van makrofaunaonderzoek*;
- het vaststellen van de biologische waterkwaliteit aan de hand van algen- en makrofaunaonderzoek.

Gegevens over de samenstelling van de makrofaunalevensgemeenschap geven een inzicht in de totale verontreinigingstoestand van een water, terwijl fysisch-chemisch onderzoek zich veelal beperkt tot enkele fysische parameters, de zuurstofhuishouding en chloride- en nutrientengehalten. Een ander belangrijk voordeel van biologisch onderzoek ten opzichte van chemisch onderzoek is het feit dat biologisch onderzoek een beeld geeft van de verontreinigingstoestand van een water over een langere periode voorafgaand aan de bemonstering.

Biologische waterkwaliteitsbeoordeling vindt alleen nog toepassing in stromend water. Bij de monstername wordt veelal het standaardmakrofaunanet gebruikt. Dit is een stevig schepnet met bepaalde afmetingen en maaswijdte van het net. Deze methode heeft het

nadeel, dat de monstername sterk afhangt van de methodiek van de monsternemer, waar het de bemonstering van microhabitats en de grootte van het monster betreft. Er is bij de biologische waterkwaliteitsbeoordeling een behoefte aan een gestandaardiseerde monstermethode. De toepassing van kunstmatig substraat biedt hier een mogelijkheid. Tegenover de "aktieve" monstername met het standaardmakrofaunanet zou men dit een "passieve" monstermethode kunnen noemen. Bij deze methode wordt een gestandaardiseerde hoeveelheid synthetisch of natuurlijk materiaal in het water aangebracht, dat na verloop van tijd door makrofaunaorganismen wordt gekoloniseerd. Het onderzoek met het kunstmatig substraat wordt uitgevoerd in het kader van het routinematige hydrobiologische onderzoek van het zuiveringsschap Veluwe. De monstername heeft plaatsgevonden in de maanden april en mei 1982.
De duur van het onderzoek bedroeg 6 maanden, waarvan 3 maanden gelden als praktijk en 3 maanden als doktoraal onderwerp voor de vakgroep Natuurbeheer aan de landbouwhogeschool te Wageningen.

* Makrofauna: de met het blote oog waarneembare waterorganismen.

## 2. Doelstelling

Bij het gebruik van een beoordelingsmethode voor de waterkwaliteit van oppervlaktewater dient men zich te realiseren op welk onderdeel van het milieu deze beoordeling betrekking heeft en welke beperkingen de methode heeft. Er is geen absolute beoordeling van de waterkwaliteit mogelijk.

De fysisch-chemische analyses van oppervlaktewater, zoals die door het zuiveringsschap Veluwe uitgevoerd worden, leveren gegevens op over de waterkwaliteit van de waterkolom. De biologische beoordelingsmethode richt zich meer op de kwaliteit van het totale milieu; het totaal van fysisch-chemische eigenschappen van een water tesamen met andere milieuomstandigheden als substraattype, de aanwezigheid van vegetatie, beschaduwing etc. bepaalt de samenstelling van de aquatische levensgemeenschap. Bij de biologische beoordeling met behulp van de makrofauna, waarbij bemonsterd wordt met het standaardmakrofaunanet, wordt vooral de benthische makrofauna in de kwaliteitsbeoordeling betrokken. Een sterke organische verontreiniging van de bodem (slib) heeft veelal een negatieve invloed op de waterkwaliteitsbeoordeling, waardoor discrepanties kunnen ontstaan tussen de biologische- en de fysisch-chemische waterkwaliteitsbeoordeling. De toepassing van kunstmatig substraat is een poging dit probleem te ondervangen. Door het creëren van een in aanvang schoon micromilieu, los van de bodem kunnen zich in ieder geval die makrofaunasoorten vestigen, die indikatief zijn voor de verontreinigingsgraad van het water. Dit zou dus een strukturele verbetering van de monstermethode ten behoeve van de waterkwaliteitsbeoordeling kunnen zijn.

In vergelijking met het standaardmakrofaunanet kan kunstmatig substraat als monstermethode ook een aantal praktische voordelen bieden:

- de monstername kan plaatsvinden onafhankelijk van eigenschappen van het bodemsubstraat, die de monstername kunnen bemoeilijken, zoals de aanwezigheid van veel slib, grof materiaal als puin, stenen of takken of een overmatige vegetatie of bij grote waterdiepte;

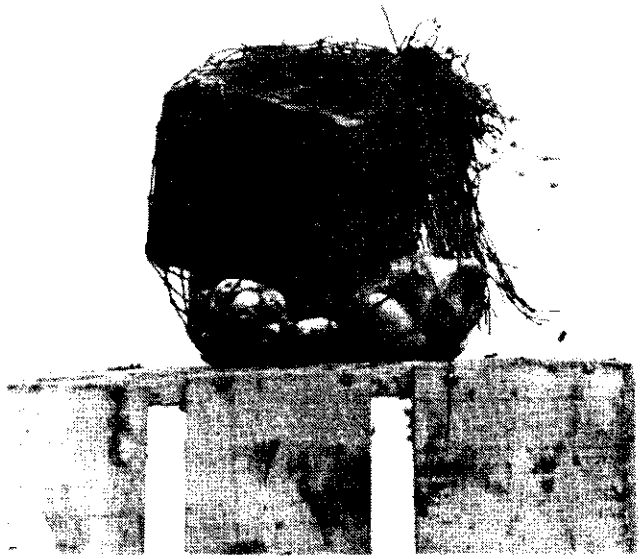
- kunstmatig substraat kan dienen als de ontbrekende vestigingsplaats voor dieren die normaal zelden of nooit gevangen worden;
- de methode is konstant, het monster is (bij hetzelfde type kunstmatig substraat) telkens even groot en de invloed van de individuele monsternemer op de samenstelling van de monsters is geringer. Hierdoor kunnen de resultaten van de verschillende monsternames beter met elkaar vergeleken worden. Onderzocht zal worden of kunstmatig substraat in de praktijk voldoet als monstermethode en of deze monstermethode toepasbaar is bij de biologische waterkwaliteitsbeoordeling.

## 3. Theorie

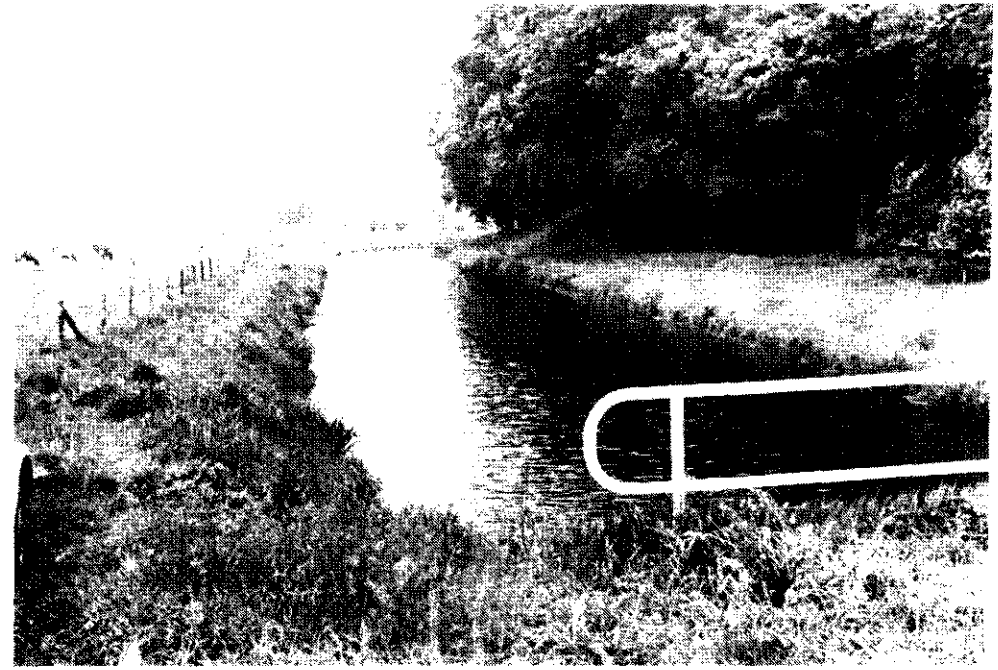
Makrofaunaonderzoek met kunstmatig substraat in oppervlaktewateren heeft in Nederland nog weinig plaatsgevonden. Verdonschot (1977) heeft enkele beken in de Achterhoek het gebruik van enkele typen kunstmatig substraat onderzocht. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van de zogenaamde multiplates en van gazen mandjes gevuld met kiezels die op de bodem worden geplaatst. De auteur konkludeert dat het gebruik van kunstmatig substraat voor de waterkwaliteitsbeoordeling goed mogelijk is. Het beoordelingssysteem van Moller-Pillot zou voor het kunstmatig substraat aangepast dienen te worden. Dieren zouden hun indikatoreigenschap verliezen als zij sterker gebonden zijn aan het bodemsubstraat dan aan de waterkwaliteit.

Er zijn vele methoden voor de bestudering van de horizontale distributie van de makrofauna. Als monstermethoden worden onder andere gebruikt de Surber-sampler, Peterson dredge, de elektrische schokmethode en vele vormen van kunstmatig substraat, zoals enkel substraat, kunstmatige vegetatie, multiplates en de mandjes-methode. Mandjes worden gemaakt van ijzer, kunststof en hout. De inhoud ervan is mineraal, synthetisch of organisch (planten). Multiplates bestaan uit plaatjes, die op enige afstand van elkaar op een as geschroefd worden. De mandjes-methode voldoet over het algemeen beter dan de andere methoden ten aanzien van soortenrijkdom en konstandheid van de monsters (Verdouschot, 1977). Rosenberg en Resh (1982) evalueren vele buitenlandse publikaties in een opsomming van de voor- en nadelen vna de verschillende typen kunstmatig substraat bij het onderzoek naar benthische makroinvertebraten. Een belangrijke konklusie van de auteurs is, dat de toepassing van kunstmatig substraat geen standaardisatie op makro-habitat niveau betekent, zoals door veel auteurs geclaimd wordt. Macrohabitat is hier een watersysteem of een deel van een watersysteem met een bepaalde karakteristieke waterdiepte, stroomsnelheid of oppervlakte (b.v. pelagische - bentische habitats, lotische-lentische habitats). De keuze van de makro-habitat

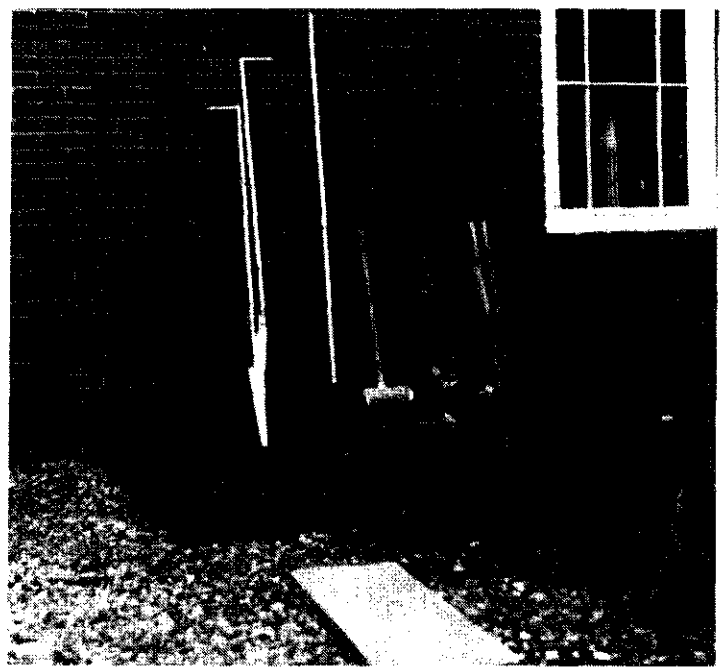
waarin het kunstmatig substraat geplaatst wordt, beïnvloedt de samenstelling van de monsters, evenals bij direkte monstermethoden. Kunstmatig substraat biedt slechts standaardisatie op mikro-habitat niveau b.v. met betrekking tot oppervlakte, volume en vorm, grootte en tussenruimte van de verschillende onderdelen, waaruit het kunstmatig substraat is samengesteld.
Nadelen van kunstmatig substraat zijn de selektiviteit ten aanzien van bepaalde taxa en het gebrek aan kennis betreffende de kolonisatietijd. Verdonschot (1977) vond dat een evenwicht in soortenaantal optreedt in een periode tussen 2 en 4 weken. Om een voldoende aantal soorten op een monsterpunt te vangen zijn meerdere exemplaren van het kunstmatig substraat nodig. De meeste auteurs adviseren het plaatsen van 3 of meer exemplaren.



Het kunstmatig substraat.



Voorsterbeek.



Het monstermateriaal.

Barneveldse beek.

## 4. Materiaal en methode

### 4.1. Bemonstering ten behoeve van fysisch-chemisch onderzoek en -waterkwaliteitsbeoordeling.

Ten behoeve van het routinematig fysisch-chemisch onderzoek van het oppervlaktewater heeft het zuiveringsschap Veluwe een uitgebreid netwerk van monsterpunten. De bemonstering vindt voor de meeste monsterpunten 1x per maand en voor sommige monsterpunten 2x per maand plaats. De chemische analyses van de watermonsters worden op het laboratorium van het zuiveringsschap verricht. Per monsterpunt worden de volgende parameters gemeten:

| fysisch | chemisch |
|---|---|
| - doorzicht | - (totaal)-ammonium-stikstofgehalte |
| - stroomsnelheid | - nitraatgehalte |
| | - nitrietgehalte |
| - temperatuur | - ortho- en totaal fosfaatgehalte |
| - zuurgraad (pH) | - chloridegehalte |
| - zuurstofgehalte | - biochemisch zuurstofverbruik (B.O.D.) |
| - elektrisch geleidingsvermogen. | |

Aan de hand van de methode genoemd in het I.M.P.-water (1977) is de waterkwaliteit per monsterpunt uitgerekend, die weergegeven wordt in een 5-tal kwaliteitsklassen. Waterkwaliteitsbeoordeling vindt plaats op basis van 3 fysisch-chemische parameters, die belangrijk zijn voor de zuurstofhuishouding, te weten het biochemisch zuurstofverbruik (B.O.D.-20), het ammoniumstikstofgehalte en het zuurstofverzadigingspercentage. De waardering van deze parameters is als volgt:

| biochemisch zuurstof-verbruik | | ammoniumstikstof | | zuurstofverzadi-gingspercentage | |
|---|---|---|---|---|---|
| mg/l | punten | mg/l | punten | % | punten |
| < 3 | 1 | < 0,5 | 1 | 91 t/m 110 | 1 |
| 3,1 t/m 6,0 | 2 | 0,5 t/m 1,0 | 2 | 71 t/m 90/ 111 t/m 120 | 2 |
| 6,1 t/m 9,0 | 3 | 1,1 t/m 2,0 | 3 | 51 t/m 70/ 121 t/m 130 | 3 |
| 9,1 t/m 15,0 | 4 | 2,1 t/m 5,0 | 4 | 31 t/m 50 | 4 |
| > 15,0 | 5 | > 5,0 | 5 | < 30/>130 | 5 |

Kwalifikatie vindt plaats door het sommeren van de gemiddelde waarderingscijfers van de parameters. In de volgende tabel is de kwalificatie met de bijbehorende cijfertrajekten aangegeven.

| som van het gemiddelde waarderingscijfer | kwaliteit of klasse | kwalificatie |
|---|---|---|
| 3 t/m 4,5 | V | zeer goed |
| 4,6 t/m 7,5 | IV | goed |
| 7,6 t/m 10,5 | III | matig |
| 10,6 t/m 13,5 | II | slecht |
| 13,6 t/m 15 | I | zeer slecht |

Voor de berekening van de waterkwaliteit volgens het I.M.P.-waarderingssysteem is in dit onderzoek gebruik gemaakt van de fysisch-chemische bepalingen van het eerste halfjaar van 1982.

## 4.2. Makrofauna bemonstering

De bemonstering van de makrofauna heeft plaatsgevonden in de maanden april en mei van 1982. Het routinematig biologisch onderzoek wordt uitgevoerd op een 16-tal monsterpunten, waar tevens routinematige fysisch-chemische bemonstering plaatsvindt. In 1982 is het biologisch onderzoek nog uitgebreid met 4 monster-

punten in het Apeldoorns kanaal. De bemonsterde wateren vertonen een grote variatie en lopen uiteen van schoon naar vervuild en van ondiep snelstromend naar stilstaand vrij diep water.
De monstername per monsterpunt had het volgende verloop:

1. Het aanbrengen van 3 exemplaren kunstmatig substraat.
2. Het ophalen van het kunstmatig substraat na 30 - 33 dagen. Hierbij werd 1 monster met het standaardmakrofaunanet verzameld en werden verdere veldgegevens genoteerd op het standaardveldformulier (zie bijlage 7).

Het kunstmatig substraat bestond uit de volgende elementen:
een stuk visnet (± 50 x 50 cm, maaswijdte 2 cm), een hol bakstenen bouw-element en een aantal grote kiezelstenen (zie foto p.8a, kunstmatig substraat). Het kunstmatig substraat werd in het water aangebracht, bevestigd aan onbehandelde ruwhouten paaltjes. Het kunstmatig substraat bevond zich hierbij 10 - 20 cm onder het wateroppervlak op ongeveer 50 - 100 cm vanaf de oever. De netjes met het substraat konden met het makrofaunanet in hun geheel uit het water geschept worden.
Het makrofaunanet bestond uit een stevig roestvrij-stalen frame met een standaard-basisopening van 30 x 20 cm met hieraan bevestigd een stevig nylon net met een maaswijdte van 0,5 mm. De lengte van de monstername over de bodem en door de vegetatie bedroeg gemiddeld 2 - 3 m.
Bij het beschrijven van het bodemsubstraat in het veld is gebruik gemaakt van een bodemsteker (zie foto p.8a, monstermateriaal). Hierbij werd ook een indruk verkregen van de samenstelling van de dieper liggende bodemlagen (tot 30 cm).
De monsters werden uitgespoeld over 3 koperdraadzeven met een doorsnede van 20 cm en met doorlaatwijdten van respektievelijk 5,6 mm, 2,4 mm en 0,42 mm. Een nuttige voorbewerking bij het uitspoelen is het "decanteren". Hierbij wordt een monster in zijn geheel in een emmer met water geplaatst en gespoeld, waarna het bovenstaande water na enig bezinken over de zeven wordt gegoten.
De verwerkingsduur van de kunstmatig substraatmonsters was vrij constant, doordat zich op de stenen en het net meestal slechts

een kleine hoeveelheid slib had vastgezet. De verwerkingsduur van een makrofaunanetmonster was sterk afhankelijk van de hoeveelheid meegeschept planten- en bodemmateriaal. In veel gevallen was het verwerken van de makrofaunanetmonsters arbeidsintensiever en onplezieriger als het verwerken van de kunstmatig substraat monsters.

4.3. Biologische waterkwaliteitsbeoordeling

Een beoordelingsmethode voor de biologische watekwaliteit is ontwikkeld door Moller-Pillot (1971) voor Brabantse laaglandbeken. Moller-Pillot (1971) heeft een lijst opgesteld van makrofauna-organismen, gerangschikt naar de mate van voorkomen in meer of minderd verontreinigd water. Deze indikator-organismen zijn ingedeeld in 5 groepen, genoemd naar een typische vertegenwoordiger van die groep.

| Indeling indikatororganismen Moller-Pillot (1971) | Wegingsfaktor Gardeniers en Tolkamp (1976) | Gardeniers en Tolkamp (1977) |
|---|---|---|
| Eristalis-groep | 1 | 1 |
| Chironomus-groep | 2 | 1 |
| Hirudinea-groep | 3 | 3 |
| Gammarus-groep | 4 | 5 |
| Calopteryx-groep | 5 | 5 |

Op basis van deze indeling van makrofauna-organismen is door Gardeniers en Tolkamp (1976) een kwalifikatiesysteem voor de biologische waterkwaliteit ontwikkeld. Deze kwalifikatie berust hierop, dat de fraktie van iedere groep indikatororganismen, die in een monster voorkomt, wordt vermenigvuldigd met een wegingsfaktor 1 t/m 5 (zie boven). De som van deze 5 getallen is de zogenaamde kwaliteitsindex (K 135 of K 12345). De klasse-indeling van de kwaliteitsindex is als volgt:

| kwaliteitsindex (Kl35) | kwaliteit of klasse | kwalifikatie |
|---|---|---|
| 100 - 180 | I | zeer slecht |
| 181 - 260 | V | slecht |
| 261 - 340 | III | matig |
| 341 - 420 | IV | goed |
| 421 - 500 | V | zeer goed |

Een kwalifikatiesysteem, waarbij de indikator-groepen opeenvolgende wegingsfaktoren krijgen (Kl2345) is voorgesteld door Gardeniers en Tolkamp (1977). Deze methode heeft het nadeel, dat de kwaliteitsindex van de meeste Nederlandse wateren een beperkt bereik heeft; de meeste wateren zullen in het klassebereik II t/m IV vallen. In deze studie is daarom voornamelijk de Kl35-index gehanteerd.

De soortenlijst met indikatororganismen, die bij de biologische waterkwaliteitsbeoordeling gehanteerd wordt, is nog steeds onderhevig aan veranderingen. Naar aanleiding van plaatselijke omstandigheden of onderzoekservaringen kan een onderzoeker ertoe overgaan soorten als indikatororganisme op te voeren of weg te laten. In hoofdstuk 6.4. zal op de keuze van de indikatororganismen nader worden ingegaan.

## 4.4. Beekkarakter-index

De samenstelling van de makrofaunalevensgemeenschap wordt in belangrijke mate bepaald door een fysische faktor:
de stroomsnelheid.

Men mag stellen, dat een beek waardevoller is naarmate er meer soorten in voorkomen, die karakteristiek zijn voor stromend water. De beekkarakterindex, ontwikkeld door Gardeniers en Tolkamp (1976), geeft een getalsmatige indruk van het beekkarakter van een water. Bij de berekening van de beekkarakterindex worden alle taxa in een makrofaunamonster ingedeeld in 5 groepen. De fraktie van iedere groep wordt vermenigvuldigd met een wegingsfaktor 1 t/m 5 en deze getallen worden gesommeerd. De

beekkarakterindex heeft dus een waarde tussen de 100 en 500. De 5 groepen, die worden onderscheiden hebben, de volgende eigenschap.

| Groep | Wegingsfaktor |
|---|---|
| 1. Bij uitzondering of niet in stromend water voorkomend | 1 |
| 2. Minder in stromend dan in stilstaand water voorkomend | 2 |
| 3. Weinig voorkeur wat betreft stroming | 3 |
| 4. Meer in stromend dan in stilstaand water voorkomend | 4 |
| 5. Vrijwel alleen in stilstaand water voorkomend | 5 |

4.5. Diversiteit

De soortenrijkdom of diversiteit levert aanvullende gegevens voor een vergelijking tussen de twee monstermethoden:
het standaardmakrofaunanet en het kunstmatig substraat.
De diversiteit is berekend volgens een eenvoudige methode met de formule gegeven door Od um (Southwood, 1966):

$$D = S/\log N$$

waarin S = aantal taxa
N = totaal aantal individuen per monster

4.6. Associatie-index

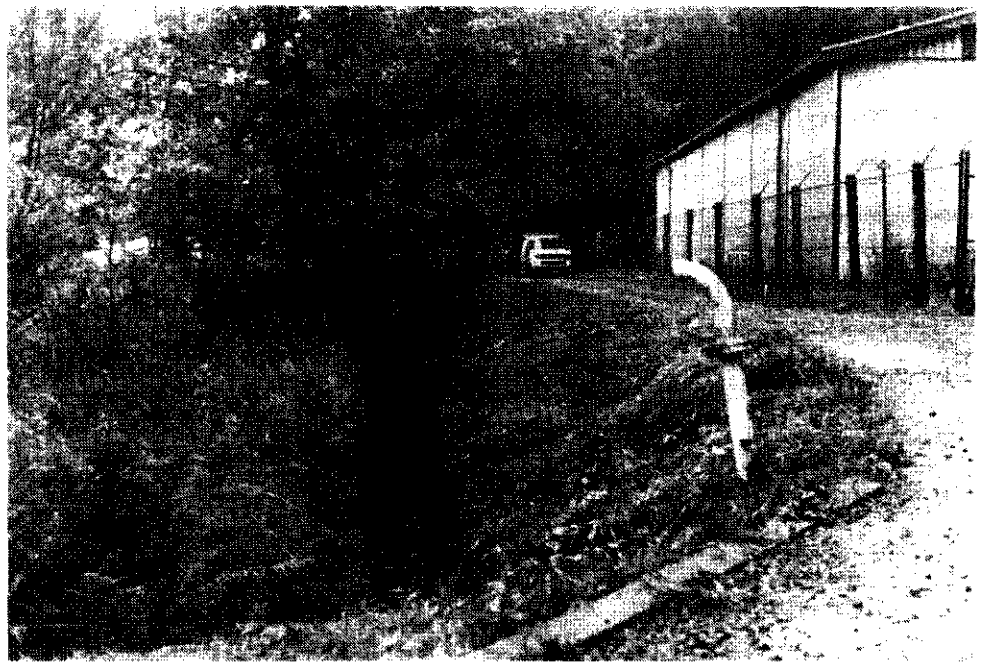
Het berekenen van een associatie-index is een eenvoudige methode omn de mate van overeenkomst tussen 2 verschillende makrofauna-monsters te bepalen. In deze vergelijking worden soortenaantal en/of individuenaantal in een monster betrokken. Bij een vergelijking van verschillende monsters van één monsterpunt dienen associatieindices voldoende hoog te zijn, om te kunnen spreken van een adequate bemonstering van de makrofauna. In dit onderzoek zijn 2 verschillende associatieindices berekend.

- Associatie-index
  van Sorensen: $S=\frac{a+b}{2c}$, waarin a= aantal soorten in monster A
  b= aantal soorten in monster B
  c= aantal soorten, dat zowel in monster A als B voorkomt

- Associatie-index
  van Whittaker: IA= min (a,b), waarin min (a,b)= de som van de minima van de soorten, die in beide monsters A en B voorkomen (in percentages).

Kleine Barneveldse beek.

Voorstondense beek.



Nijmolense beek.

Hierdense beek.

FIGUUR 1

MONSTERPUNTEN
ROUTINEMATIG
HYDROBIOLOGISCH
ONDERZOEK 1982

5. De bemonsterde waterlopen

We kunnen de Veluwe indelen in verschillende gebieden met hun eigen type waterlopen. De deelgebieden waar bemonstering heeft plaatsgevonden zijn de Noord-West Veluwe (weidebeken), de Gelderse Vallei (genormaliseerde laaglandbeken), de Oost-Veluwe ten westen van het Apeldoorns Kanaal (sprengenbeken) en de Zuid-Oost-Veluwe (halfnatuurlijke laaglandbeken). Ook het Apeldoorns kanaal zelf is op een 4-tal plaatsen bemonsterd. De bemonsterde waterlopen zijn weergegeven in figuur 1. De coördinaten en veldgegevens van de monsterpunten zijn weergegeven in bijlage 1.

1. Apeldoorns kanaal

Het kanaal loopt van Dieren naar Hattem en heeft een lengte van ruim 50 km. In 1972 is het voor alle scheepvaartverkeer afgesloten. Het kanaal bestaat uit 6 panden, het 6e pand bij Hattem staat in open verbinding met de IJssel. De 6 sluizen bevinden zich bij Dieren, Apeldoorn, de Koningsbeek en bij Vaassen, Heerde en Hattem. De beken die op het kanaal uitmonden zijn respektievelijk in het:

| | |
|---|---|
| 1e pand: | Rijksbeek, Veldhuizerspreng, Oosterhuizerspreng en Zwaanspreng; |
| 3e pand: | Papegaaibeek, Wenumse beek en Egelbeek; |
| 4e pand: | Smallertse beek, Klaarbeek; |
| 5e pand: | Grift, Kamperbeek; |
| 6e pand: | Oude Grift, Molecatense beek. |

Tot 1971 werd in het 5e pand van het Apeldoorns kanaal ongezuiverd afvalwater geloosd door Heerde en Hattem en via de Grift door Apeldoorn, Epe en Vaassen. De totale vervuiling

bedroeg hierdoor ± 250.000 i.e. De lozing van ongezuiverd afvalwater is nu voor het grootste deel gesaneerd en de waterkwaliteit van het 5e pand is over het algemeen goed. De bodem is echter op de meeste plaatsen met een dikke laag gestabiliseerd slib bedekt. De waterkwaliteit van het le pand van het Apeldoorns kanaal is goed tot zeer goed. In dit gedeelte van het kanaal is de vervuiling nooit zo erg geweest als in de overige panden. Bovendien wordt het le pand gevoed door enkele sprengenbeken, die zeer schoon water aanvoeren.

Monsterpunt A2-a en A2-b (le pand)

deze monsterpunten bevinden zich even ten noorden van de uitmonding van de Veldhuizerspreng nabij de oostoever van het kanaal. De Veldhuizerspreng voert schoon, enigszins zuur, ijzerhoudend water aan (pH ± 5,8 (Fe) ± 1,5 mg/l). Na instroming van het beekwater in het kanaal slaat ijzer neer in de vorm van ijzerfosfaat. De gehalten aan vrij fosfaat zijn hier dan ook zeer laag. Op dat punt worden veel waterplanten aangetroffen, die karakteristiek zijn voor zacht water, zoals drijvende waterweegbree (Luronium natans), duizendknoopfonteinkruid (Potamogeton polygonifolius) en teer vederkruid (Myriophylium alterniflorum) (Cuppen, 1982). Op de monsterpunten zelf werd aangetroffen: klein kroos (Lemna minor), sterrekroos (Callitriche sp.), vederkruid (Myriophyllum sp.) riet (Phragmites australis), dotterbloem (Caltha palustris), melkeppe (Peucedanum palustre), moerasandoorn (Stachys palustris). De oevers zijn op sommige plaatsen beschoeid. De bodem van het kanaal is hier stevig tot vrij zacht en bestaat uit grove detritus en slib. Bij het betreden ontwijken gasbellen uit de bodem. Het water was zeer helder met een zichtdiepte van meer dan 1,5 m. Op rietstengels werden sponzen aangetroffen. Waarschijnlijk door een stijging van de waterstand konden enkele paaltjes met kunstmatig substraat niet meer teruggevonden worden.

Monsterpunt A6 (4e pand)

De bemonstering heeft plaatsgevonden op de oostoever. De watervegetatie bestond hier o.a. uit gele plomp (Nuphar lutea) en een brede rietkraag (Phragmites australis). De oevers waren weelderig begroeid met o.a. melkeppe (Peucedanum palustre), waterscheerling (Cicuta virosa), watermunt (Mentha aquatica), moerasspirea (Filipendula ulmaria), kalmoes (Acorus calamus), gele lis (Iris pseudacorus), wolfspoot (Lycopus europaeus), glidkruid (Scutellaria galericulata) en walstro (Galium sp.). Langs de oever dreven en groeiden zeggepollen. Waarschijnlijk door de stijging van de waterstand en onvoldoende zichtdiepte was het kunstmatig substraat niet meer zichtbaar vanaf de oever. De bodem bestaat uit zacht slib met plantenresten op een onderlaag van grint en fijn zand.

Monsterpunt A8 (5e pand)

Het kunstmatig substraat was langs de oostoever geplaatst. Met het makrofaunanet zijn zowel de west- als de oostoever bemonsterd. De watervegetatie bestond uit klein kroos (Lemna minor) en riet (Phragmites australis), dat aan de oostzijde vrijwel ontbrak door de aanwezigheid van een beschoeiing. Aan de westzijde bestond de oevervegetatie uit grote listdodde (Typha latifolia), gele lis (Iris pseudacorus), liesgras (Glyceria maxima) en oeverzegge (Carex riparia).
De bodem bestaat uit een laag zacht slib met plantenresten, op een onderlaag van zand en gestabiliseerd slib.

2. Klaarbeek

Deze beek is de benedenloop van een stelsel van sprengenbeken en laaglandbeken (Tongerense beek, Paalbeek en de Flesbeek). Het water van de klaarbeek is van goede kwaliteit.

Monsterpunt A3

Het bemonsterde gedeelte van de beek loopt door weilanden,

zonder opvallende overbegroeiing of beschaduwing. De watervegetatie bestond uit liesgras (Glyceria maxima) en grote egelskop (Sparganium erectum). De bodem is tamelijk stevig bestaande uit zand met een laagje losse, fijne detritus. Het dwarsprofiel van de beek vertoont weinig variatie.

3. Grift

De Grift is een vergraven watergang, die van oudsher het water van de Oost-Veluwse molenbeken naar de IJssel afvoerde. In de Grift monden van zuid naar noord uit: de Koningsbeek, Dorpsche beek Vaassen, Nieuwe beek, Hattemse Molenbeek, Nijmolense beek, Dorpsche beek Epe, Molenbeek, Heidebeek en de Horsthoekerbeek. Na de Bonenburgersluis mondt de Grift uit in het 5e pand van het Apeldoorns kanaal. In de na-oorlogse jaren is de vervuiling van de Grift en haar zijbeken sterk toegenomen o.a. door de lozing van ongezuiverd rioolwater en afvalwater van de industrie. Door deze periode van sterke vervuiling bestaat de bodem van de Grift voornamelijk uit slib. Op dit moment wordt de Grift via de zijbeken belast door:

- het effluent van de r.w.z.i. Epe
- afvalwater van wasserijen in de gemeente Epe en Heerde
- overstorten van de riolering van Apeldoorn, Vaassen, Emst en Epe
- huishoudelijk afvalwater van verspreide bebouwing
- vervuild hemelwater, afkomstig van fabrieksterreinen.

Het debiet van de Grift bedroeg in 1979 - 1980 ± 50.000 m3 per etmaal.

Monsterpunt B6

Het monsterpunt ligt niet ver van de uitmonding in het Apeldoorns kanaal. Bemonstering vond plaats aan de oostoever. Door de azobébeschoeiing ontbreekt een oevervegetatie; in het water groeit hier en daar riet (Phragmites australis) en mannagras (Glyceria fluitans). Langs de westoever bevindt zich weiland met enkele elzebomen, langs de oostoever bevindt zich

een dichte vegetatie van Amerikaanse eik, Amerikaanse vogelkers, beuk, els, bramen, brandnetels en valeriaan.
De bodem direkt langs de oever is tamelijk stevig en bestaat uit zand en grind, de bedding is bedekt met een dikke laag zacht zwart slib. dat bij betreding het water vertroebelt en waaruit veel stinkend gas opwelt. Het water had bij de monstername een donker-grijs uiterlijk, de zichtdiepte is ± 50 cm.

4. Dorpsche beek Vaassen

Deze beek is de benedenloop van het sprengenstelsel van de Geelmolense beek. De beek mondt uit in de Grift. Langs de beek bevonden zich vroeger op een viertal plaatsen watermolens. Het water wordt nu gebruikt door een viskwekerij, een ijzergieterij en een aluminiumindustrie. Verontreiniging van de beek treedt op doordat vervuild hemelwater van deze fabrieksterreinen in de beek spoelt. Bovendien mondt een overstort van de gemeentelijke riolering op de beek uit.

Monsterpunt B7

Het bemonsterde gedeelte van de beek ligt vlak voor de uitmonding in de Grift. De beek loopt hier licht meanderend door weilanden. Langs de oevers staan verspreid enkele bomen en struiken o.a. els en vlier.
De zuidoever is beschoeid. De watervegetatie bestond uit gekroesd fonteinkruid (Potamogeton crispus) en hier en daar groeide sterrekroos (Callitriche sp.) en pitrus (Juncus effusus). De bodem bestaat uit zand en fijne detritus.
Op het moment van monstername spoelde duidelijk te ruiken en te zien een vrij grote hoeveelheid gier door de beek.

5. Nijmolense beek

De Nijmolense beek heeft het karakter van een sprengen- en bronbeek. In de bovenloop, die een natuurlijk karakter heeft komen puntbronnen en helokrenen voor (dalvormige, moerassige

laagten, waar het water geleidelijk uittreedt). In vroeger jaren is de benedenloop van de beek opgeleid voor het aandrijven van twee watermolens. Het water van de beek wordt nu nog als proceswater gebruikt, tevens wordt er koelwater op geloosd. Het debiet is relatief groot en vrij constant, doordat de beek gevoed wordt door grondwater afkomstig uit diepe lagen en doordat regelmatig onderhoud gepleegd wordt. De beek is van grote natuurwetenschappelijke waarde.

Monsterpunt B9 (zie foto p.15a)

Ter plaatse van de monstername in de uiterste benedenloop wordt de beek aan één zijde begrensd door weiland, aan de andere zijde wordt de beek op verschillende plaatsen tamelijk sterk beschaduwd door o.a. berk, vlier en lijsterbes. Op het oevertalud groeien o.a. wijfjesvaren (Athyrium filix-femina) en kleefkruid (Galium aparine). In de beek groeit hier en daar stompbladig fonteinkruid (Potamogeton obtusifolius). De bodem bestaat uit zand, fijn en grof grind en materiaal als baksteen, ijzerafval en takken. Het kunstmatig substraat was uit de beek verwijderd.

6. Dorpsche beek Epe

Dit is een sprengenbeek, die door Epe stroomt en uitmondt in de Grift. De natuurlijke afvoer van de beek is zeer gering. De beek wordt benedenstrooms belast met het effluent van de r.w.z.i. te Epe en overstorten van de riolering.

Monsterpunt B10

Het bemonsterde gedeelte van de beek in de uiterste benedenloop heeft aan beide zijden een arobé-beschoeiing. Het dwarsprofiel is zeer vlak en vertoont weinig variatie. De bodem bestaat uit zand met vooral aan de oevers veel fijne detritus. In het water dreven graspollen, hier en daar groeide gele waterkers (Rorippa amphibia). Het water had een helder uiterlijk.

7. Voorstondense beek

Deze beek is de benedenloop van de Eerbeekse beek. De beek mondt via de Hoendernesterbeek onder Zutphen en een omleidingskanaal in de IJssel uit. Op de beek komen enige overstorten uit, terwijl een galvanische industrie gezuiverd afvalwater loost op de Eerbeekse beek. Bij sterke verontreiniging kan tijdelijk via de Oekense beek water afgevoerd worden waardoor de natuurwetenschappelijk waardevolle Oude IJssel niet met afvalwater belast wordt. Hiertoe wordt door een meetstation, dat de troebelheid van het water registreert, een automatische klep bediend.

Monsterpunt C9/C23

Op het punt van monstername ten behoeve van biologsich onderzoek (C9 zie foto p. 15a) loopt de beek tussen akkers en weiland door. Aanvoer van blad vindt plaats vanaf een door eiken sterk beschaduwd beekgedeelte direkt bovenstrooms van het monsterpunt. Het lengteprofiel van de beek is zeer recht, de oevers zijn vrij steil. In het heldere water is geen vegetatie aanwezig. De bodem is zeer zacht en bedekt met een dikke laag fijn slib. Het kunstmatig substraat is bij het opschonen van de beek verwijderd. Het monsterpunt ten behoeve van fysisch-chemisch onderzoek (C23) is ± 2 km stroomopwaarts gelegen.

8. Voorsterbeek

Deze beek wordt voornamelijk gevoed door de Loenense beek en de Beekbergsche beek. Vanaf het punt van samenkomst met de Loenense beek is de beek gekanaliseerd. Tussen de dorpen Klarenbeek en Voorst komt de Klarenbeek in de Voorsterbeek uit. Het water van de Klarenbeek is van zeer goede kwaliteit. De Voorsterbeek mondt bij Nijenbeek uit in de IJssel.

Monsterpunt C17

Op de plaats van monstername is de beek tamelijk diep (± 1 m)

en breed (± 10 m). De stroomsnelheid ten tijde van de monstername was gering, minder dan 10 cm/sec. De bodem van de beek bestaat langs de oevers uit zand, dat overgaat in een sliblaag. Hier werd veel smalle waterpest (Elodea nutalli) aangetroffen. Hier en daar groeide gekroesd fonteinkruid (Potamogeton crispus). De kleur van het water was iets donker-troebel. Het monsterpunt ten behoeve van biologisch onderzoek (zie foto p.8a) lag enkele honderden meters stroomopwaarts van het eigenlijke monsterpunt C17.

9. Andhuizerbeek

De weidebeken van de Noord-West Veluwe vertonen in hun benedenloop nog een natuurlijke meandering. Het zijn snelstromende beken (stroomsnelheid 40 - 50 cm/sec), die kwelwater van het Veluwemassief en overtollig water van de weilanden afvoeren. De Andhuizerbeek wordt waarschijnlijk incidenteel met enige organische vervuiling belast. De waterkwaliteit is over het algemeen goed.

Monsterpunt F3

Het dwarsprofiel van de beek is hier sterk gevarieerd. De uitgesleten buitenbochten hebben een bodem van zand en grind, in de binnenbochten is tamelijk veel detritus aanwezig. Langs de oevers werd schedefonteinkruid (Potamogeton pectinatus) aangetroffen.

10. Bijsselse beek

Deze beek stroomt ten noordoosten van Nunspeet. De beek vertoont veel overeenkomsten met de Andhuizerbeek.

Monsterpunt F4

De beek werd ten hoogte van het monsterpunt aan één oeverzijde begrensd door een bosje met o.a. populier, vlier, meidoorn en eik. De oevers van de beek waren met hardhout beschoeid. In het water groeide hier en daar gekroesd fon-

teinkruid (Potamogeton crispus) en rietgras (Phalaris arundinacea). De bodem bestaat voornamelijk uit zand en aan de oevers uit fijne detritus. Zowel op dit monsterpunt als op monsterpunt F3 is geen kunstmatig substraat geplaatst.

11. Hierdense beek

De Hierdense beek wordt plaatselijk ook wel Leuvenumse of Staverdense beek genoemd. Door de natuurlijke loop, de vrij grote stroomsnelheid en de kwaliteit van het water is deze beek bijzonder waardevol. De beek wordt gevoed vanuit een schijngrondwaterspiegel, die ligt boven een kleilaag rond Uddel. Het brongebied ligt op een hoogte van ± 30 m N.A.P. De afstand van bron tot uitmonding in het Veluwemeer bedraagt hemelsbreed ± 15 km. De beek stroomt in de bovenloop door bos en oud kultuurlandschap en in de benedenloop door weilanden. De beekloop ligt op een zandbodem. Het beekdal is floristisch gezien belangrijk. Verontreiniging van de beek vindt plaats door de lozing van huishoudelijk afvalwater van de kern Speuld en door de aanvoer van verontreinigd grondwater uit de regio Uddel, Elspeet, Speuld, waar landbouwpercelen sterk overbemest worden en huishoudelijk afvalwater in de grond wordt verzonken. Dit grondwater bevat hoge gehalten aan chloor, ammonium, nitraat en fosfaat.

Monsterpunt F12 (zie foto p.15a)

De stroming in de beek was op sommige plaatsen sterk en turbulent (tot 60 cm/sec). Hierdoor zijn mogelijk 2 paaltjes met kunstmatig substraat weggespoeld. De beek wordt aan de noordzijde beschaduwd door bos met overhangende elzenwilgen. Aan de zuidzijde ligt weiland. In het wat rustigere gedeelte van de beek bestaat de bodem uit zand, blad en takken, in het snelstromende gedeelte ligt voornamelijk grof grind, keien en bakstenen. In de beek groeide gewone waterranonkel (Ranunculus aquatilis peltatus).

12. Schuitenbeek

Deze beek is een genormaliseerde laaglandbeek, die zijn water ontvangt van het gebied tussen Nijkerk, Putten en Voorthuizen. De beek stroomt uit in het Nuldernauw. Verontreiniging vindt plaats door de overstorten van gemeentelijke rioolstelsels, huishoudelijke lozingen in het buitengebied, overstorten van rioolstelsels en door mest afkomstig van de intensieve veehouderij.

Monsterpunt G10

De Schuitenbeek is in haar benedenloop rechtgetrokken, waardoor het dwarsprofiel breed en vlak is en weinig gevarieerd. De beek wordt aan één zijde beschaduwd door overhangende eiken, terwijl de andere zijde wordt begrensd door weiland. In de beek groeiden grassen met een bedekkingsgraad van 5 - 10%. De bodem van de beek bestaat uit zand met vooral aan de oevers veel fijne detritus. Ook in het kunstmatig substraat, dat vanwege de geringe waterdiepte (15 cm) op de bodem lag, bevond zich veel slib.

13. Laak

Deze genormaliseerde laaglandbeek voert water af uit het gebied ten zuiden van Nijkerkerveen en Zwartebroek en mondt uit in het Nijkerkernauw. Het debiet is sterk afhankelijk van de neerslag. Verontreiniging vindt plaats door het effluent van de r.w.z.i. Nijkerkerveen, huishoudelijke- en industriële lozingen en mest afkomstig van de landbouw. In de kleine watergangen, die water naar de Laak afvoeren is vaak sterke algenbloei waar te nemen.

Monsterpunt G19

Het lengte- en dwarsprofiel van de Laak is recht en monotoon. Het doorzicht bedroeg slechts 20 cm. De aangetroffen waterplanten zijn o.a.: smalle waterpest (Elodea nutalli), schedefonteinkruid (Potamogeton pectinatus) en gedoornd

hoornblad (Ceratophyllum demersum).
Deze waterplanten hadden een bedekkingsgraad van respektievelijk ± 10,2 en 5%.

14 en 15. Kleine Barneveldse beek en Barneveldse beek

De laaglandbeken in de Gelderse Vallei zijn van natuurlijke oorsprong. De Kleine Barneveldse beek stroomt ten westen van Barneveld uit in de Barneveldse beek, die ten oosten van Barneveld tevens water ontvangt van de Kleine- en de Grote Valkse beek. De beken worden gevoed door sloten in het weidegebied in de regio Harskamp, Wekerom en Barneveld. De Barneveldse beek stroomt bij Amersfoort uit in het Valleikanaal. De Kleine Barneveldse beek wordt belast met het effluent van de r.w.z.i. Barneveld. De Valkse beken worden belast met het effluent van de r.w.z.i.'s van Wekerom, Harskamp en Otterlo.

Monsterpunt H20 (Kleine Barneveldsche beek, zie foto p.15a)

Ter plaatse van monstername wordt de beek aan één zijde beschaduwd door bos met o.a. wilg, es, els en eik. In het water werd o.a. aangetroffen: schedefonteinkruid (Potamogeton pectinatus), gekroesd fonteinkruid (Potamogeton crispus), smalle waterpest (Elodea nuttallii) en sterrekroos (Callitriche sp.). De totale bedekkingsgraad van de vegetatie bedroeg ± 25%.

Monsterpunt H21 (Barneveldse beek, zie foto p.8a)

De beek is ter hoogte van het monsterpunt breed (± 9 m) en de stroomsnelheid was ten tijde van monstername gering (< 10 cm/sec). De beek wordt aan één zijde beschaduwd door meidoorn, esdoorn en berk. In de beek is geen watervegetatie aangetroffen. De bodem bestaat dicht langs de oevers uit zand, dat naar het midden overgaat in een dikke laag slib. Het water had een donker troebel uiterlijk.

16. Lunterse beek

Het beekkarakter van de Lunterse beek is na normalisatie prak-

tisch geheel verdwenen. De bovenloop wordt belast met het effluent van de r.w.z.i. van Lunteren, een zijtak van de Lunterse beek wordt belast met het effluent van de r.w.z.i. van Ederveen, terwijl in de benedenloop het effluent van de r.w.z.i. van Renswoude (provincie Utrecht) geloosd wordt.

Monsterpunt K3 (bovenloop)

Het monsterpunt ligt op ± 2,5 km afstand van de r.w.z.i. van Lunteren. De geur van het water is slecht, het water heeft een grijs troebel uiterlijk. Bij een stuw benedenstrooms treedt schuimvorming op. De bodem bestaat uit modderig slib.

Monsterpunt K9 (benedenloop)

Dit punt is niet ver gelegen van de uitmonding in het Valleikanaal. In de beek werd geen water- of oevervegetatie aangetroffen. De bodem bestaat aan de oevers uit zand, dat overgaat in een gemengde zand-slib laag.
De netjes met het kunstmatig substraat waren van de paaltjes losgesneden. Eén exemplaar is op de bodem teruggevonden.

# 6. Resultaten

## 6.1. De fysisch-chemische- en de biologische waterkwaliteit van de monsterpunten van het routinematig biologische onderzoek in 1982.

Voor ieder monsterpunt is, op basis van de fysisch-chemische analyseresultaten van het eerste half jaar van 1982, de I.M.P.-index berekend (zie bijlage 1). Voor het berekenen van de biologische waterkwaliteit is gebruik gemaakt van de lijst met indikatororganismen opgesteld door Moller - Pillot (1971), waarin echter enkele wijzigingen zijn aangebracht (zie bijlage 2). De kunstmatig substraatmonsters zijn, waar het meer dan 1 exemplaar per monsterpunt betrof, gesommeerd. In de volgende tabel zijn voor de monsterpunten de I.M.P.-indexering en de biologische kwaliteitsklasse weergegeven.

Tabel 1. I.M.P.-indexering en biologische kwaliteitsklasse van de monsterpunten uit het routinematig biologische onderzoek in 1982.

| Monsterpunt | I.M.P.-indexering | biologische kwaliteitsklassen (Kl35) SMFN* | KS** |
|---|---|---|---|
| 1a. Apeldoorns kanaal, A2a | V | III | IV |
| 1b. Apeldoorns kanaal, A2b | V | V | V |
| 1c. Apeldoorns kanaal, A6 | V | II | IV |
| 1d. Apeldoorns kanaal, A8 | IV | III | III |
| 2. Klaarbeek | V | IV | V |
| 3. Grift | IV | I | IV |
| 4. Dorpsche beek Vaassen | IV | III | III |
| 5. Nijmolense beek | IV | IV | - |
| 6. Dorpsche beek | III | I | I |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Epe | | | |
| 7. Voorstondense beek | V | V | - |
| 8. Voorsterbeek | III | V | V |
| 9. Andhuizerbeek | IV | I | - |
| 10.Bijsselse beek | IV | III | - |
| 11.Hierdense beek | IV | V | V |
| 12.Schuiten beek | III | II | III |
| 13.Laak | II | I | III |
| 14.Kleine Barneveldse beek | III | I | II |
| 15.Barneveldse beek | III | I | III |
| 16a. Lunterse beek K3 | II | I | II |
| 16b. Lunterse beek K9 | II | II | III |

* Standaardmakrofaunanet

** Kuntsmatig substraat

1a en 1b Apeldoorns kanaal monsterpunt A2

De waterkwaliteit in dit gedeelte van het kanaal is zeer goed. De zuurstofhuishouding is goed door voldoende hoge zuurstofgehatlen en lage ammoniumgehalten. De biologische kwaliteitsbeoordeling stemt vrij goed overeen met de fysisch-chemische beoordeling.

1c. Apeldoorns kanaal, monsterpunt A6

De chemische parameters zijn op dit monsterpunt goed tot zeer goed. Het slibgehalte van de bodem is hier hoger in verband met het monsterpunt A2. Dit vindt zijn weerslag in een laag uitvallende biologische kwaliteitsbeoordeling aan de hand van

het standaardmakrofaunanetmonster. In dit monster is het aandeel van slibminnende organismen hoog.

1d. Apeldoorns kanaal, monsterpunt A8

De gemeten zuurstofgehalten wisselen sterk en voldoen vaak niet aan de in het I.M.P. gestelde waarde met betrekking tot de basiskwaliteit. Toch is de fysisch-chemische beoordeling goed. De biologische beoordeling is matig. De makrofauna wordt overheerst door typische vertegenwoordigers uit de Hirudinea-groep.

2. Klaarbeek

De fysisch-chemische bepalingen voldoen bijna allemaal aan de I.M.P.-grenswaarden. De makrofauna herbergt veel vertegenwoordigers uit de Gammarus-groep. De waterkwaliteit is dan ook goed tot zeer goed.

3. Grift

De waterkwaliteit op basis van fysisch-chemische parameters is goed. Waarschijnlijk echter zijn de zuurstofcondities vlak boven en in de slibrijke bodem slecht. De makrofauna is zeer soortenarm. In het kunstmatig substraat zijn schoon waterindicerende organismen aangetroffen, met name Gammarus, die vermoedelijk afkomstig zijn van bovenstrooms gelegen, schone beken, hierdoor valt de biologische kwaliteitsbeoordeling hoog uit.

4. Dorpsche beek Vaassen

Volgens de I.M.P.-indexering is de waterkwaliteit van deze beek goed, de biologische beoordeling duidt op een matige kwaliteit. Het is mogelijk, dat incidentele vervuiling niet in de fysisch-chemische parameters tot uiting komt. In de onderzoeksperiode in 1982 is tweemaal een geval van vervuiling gekonstateerd. In het ene geval betrof dit een lichte gierlozing en in het tweede geval een verontreiniging door de

afvoer van vervuild regenwater. De beek vertoonde in het laatste geval over een groot trajekt een duidelijke bruinverkleuring.

5. Nijmolensche beek

De waterkwaliteit op dit monsterpunt is goed. De makrofauna is zeer gevarieerd, met vertegenwoordigers uit bijna alle indikator-groepen.

6. Dorpsche beek Epe

Het water van deze beek is volgens de fysisch-chemische beoordeling van matige kwaliteit. De zuurstofgehalten liggen veelal beneden de I.M.P. streefwaarde (80% zuurstofverzadiging), de mineralengehalten zijn hoog. De biologische kwaliteitsbeoordeling is zeer slecht. De makrofauna bestaat uitsluitend uit Tubifex en muggelarven. De waterkwaliteit wordt in sterke mate bepaald door het effluent van de r.w.z.i. te Epe.

7. Voorstondense beek

De waterkwaliteit is volgens de I.M.P.-indexering zeer goed en volgens de biologische beoordeling goed tot zeer goed. Dat betekent een verbetering in vergelijking met voorafgaande jaren.

8. Voorster beek

De fysisch-chemische parameters geven voor dit water een matige kwaliteit aan. Het zuurstofgehalte vertoont sterke schommelingen; ter plaatse treedt nogal eens sterke oververzadiging of lagere O2-gehalten op, ofschoon dit vrijwel niet daalt beneden de 5 mg O2/l. Blijkbaar kan zich in dit water toch een gezonde makrofauna-levensgemeenschap handhaven; de biologische kwaliteitsbeoordeling is goed tot zeer goed.

9. Andhuizer beek

Volgens de I.M.P.-indexering is de waterkwaliteit van deze

beek goed, volgens de biologische beoordeling zeer slecht. De bemonstering van de makrofauna heeft alleen plaatsgevonden met het standaard-makrofaunanet. Daar de bodem van deze beek op veel plaatsen tamelijk veel slib bevat is het mogelijk dat dit milieu overbemonsterd wordt, waardoor het aandeel van slibminnende organismen in de monsters groot is en de kwaliteitsindex laag. Een verschil met de biologische waterkwaliteit in 1981 (matige waterkwaliteit) wordt vooral veroorzaakt door een verandering van de aantalsverhoudingen van de makro-fauna-organismen en niet door een wijziging van de soortsamenstelling.

10. Bijsselse beek

De waterkwaliteit op basis van fysisch-chemische parameters is goed en op basis van biologische gegevens (standaardmakrofaunanet) matig. Deze beoordeling komt overeen met de beoordeling van de waterkwaliteit in 1981. Mogelijk wordt deze beek onregelmatig met enige organische vervuiling belast.

11. Hierdense beek

De waterkwaliteit is volgens de I.M.P.-indexering goed. De zuurstofgehalten zijn vrij matig en de nitraatgehalten zijn hoog. Toch is de beoordeling op basis van de makrofauna met beide monstermethoden zeer goed. De Hierdense beek wordt nog steeds belast met huishoudelijk afvalwater en met indirekte lozingen van de intensieve veehouderij. In de benedenloop van de beek heeft deze verontreiniging blijkbaar weinig invloed op de biologische waterkwaliteitsbeoordeling.

12. Schuitenbeek

De I.M.P.-indexering duidt op een matige waterkwaliteit. Het zuurstofgehalte is soms onvoldoende, B.O.D. en ammoniumgehalte zijn aan de hoge kant. De biologische waterkwaliteitsbeoordeling geeft een slechte tot matige waterkwaliteit aan. Deze beoordeling is dezelfde als die in 1981.

13. Laak

Fysisch-chemische parameters duiden op een slechte waterkwaliteit. De organische belasting van het water is hoog: het zuurstofverbruik (B.O.D.), het ammonium-, stikstof- en fosfaatgehalte zijn hoog tot zeer hoog. De biologische waterkwaliteit is zeer slecht (standaardmakrofaunanet) tot matig (kunstmatig substraat). De makrofauna wordt overheerst door dieren uit de Hirudinea-groep.

14. Kleine Barneveldse beek

De belasting met het effluent van de r.w.z.i. van Barneveld is van grote invloed op de fysisch-chemische eigenschappen van het water. De I.M.P.-indexering geeft een matige kwaliteit aan, de biologsiche beoordeling duidt op een slechte tot zeer slechte waterkwaliteit. Mogelijk is het effluent periodiek van slechte kwaliteit of speelt de invloed van overstorten hier een rol.

15. Barneveldse beek

De situatie met betrekking tot de waterkwaliteit is vergelijkbaar met het vorige monsterpunt. De makrofauna is hier echter soortenrijker, hetgeen tot uiting komt in een hogere kwaliteitsbeoordeling aan de hand van het kunstmatig substraat-monster (matige waterkwaliteit).

16a en b. Lunterse beek

De fysisch-chemische parameters van de Lunterse beek zijn zowel in de boven- als de benedenloop slecht. De ammonium- en totaal stikstofgehalten liggen in de benedenloop duidelijk lager. De biologische kwaliteit wordt vooral negatief beïnvloed door de slechte kwaliteit van het bodemmilieu. De monsters uit het standaardmakrofaunanet bevatten in verhouding met de monsters uit het kunstmatig substraat veel slibminnende organismen, die duiden op een slechte waterkwaliteit.

## 6.2. Een vergelijking van 3 beoordelingsmethoden voor de waterkwaliteit

Een belangrijke vraag in het onderzoek was of er een systematisch verband tussen de verschillende beoordelingsmethoden voor de waterkwaliteit bestaat. Bij elke beoordelingsmethode wordt een water in een bepaalde kwaliteitsklasse ingedeeld. In hoeverre is deze klasse-indeling bij de verschillende beoordelingsmethoden gelijkwaardig en waardoor worden verschillen in de kwaliteitsbeoordeling veroorzaakt?

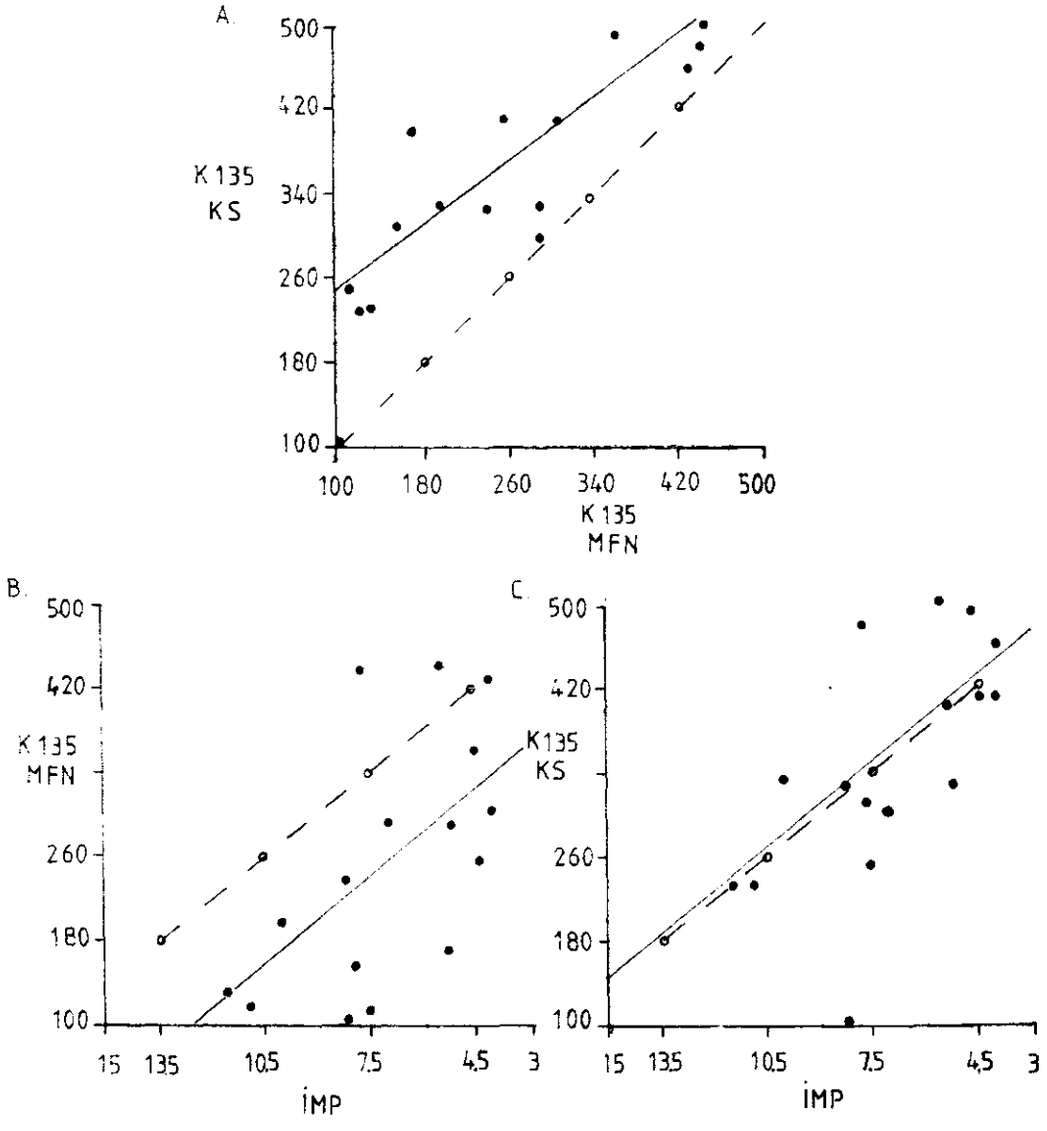
De 3 beoordelingsmethoden, die hier vergeleken worden zijn:

1. fysisch-chemische beoordeling. Beoordeling van de waterkwaliteit vindt plaats op basis van de zuurstofhuishouding. De som van de waarderingscijfers van 3 fysisch-chemische parameters levert een getal op dat loopt van 1 tot 5.
   Uit dit getal volgt de klasse-indeling, de zogenaamde I.M.P.-index, die loopt van klasse I (zeer slechte waterkwaliteit) tot klasse V (zeer goede waterkwaliteit),
2. biologische beoordeling aan de hand van makrofauna bemonsterd met het standaardmakrofaunanet en
3. biologische beoordeling aan de hand van makrofauna bemonsterd met kunstmatig substraat. Bij de biologische waterkwaliteitsbeoordeling wordt een kwaliteitsindex berekend (Kl35), die een waarde heeft tussen 100 en 500. De kwaliteitsindex is ingedeeld in 5 cijfertrajekten, die overeenstemmen met 5 kwaliteitsklassen, lopend van klasse I (zeer slechte waterkwaliteit) tot klasse V (zeer goede waterkwaliteit).

De resultaten van de waterkwaliteitsbeoordeling volgens deze 3 methoden zijn voor een 16-tal monsterpunten in figuur 2A, 2B en 2C weergegeven. Deze monsterpunten zijn gekozen, omdat hiervan de volledige gegevens beschikbaar waren. In de figuren zijn de biologische kwaliteitsindices (Kl35 MFN en Kl35 KS) en de fysisch-chemische kwaliteitsbeoordeling (I.M.P.) om en om tegen elkaar uitgezet. Ter verduidelijking bij de figuren:

FIGUUR 2A,B en C.

De relatie tussen 3 methoden van waterkwaliteitsbeoordeling ; biologisch (MFN en KS) en fysisch-chemisch (IMP).




— — o — — Lijn, die de grenswaarden voor de waterkwaliteit tussen twee kwaliteitsklassen (o) met elkaar verbindt.

Lijn die het verband weergeeft tussen twee waarden voor de waterkwaliteit op 16 monsterpunten (•).

De getrokken lijnen beschrijven het verband tussen de punten van het strooidiagram, berekend met lineaire regressie. De vergelijkingen die de 3 lijnen beschrijven, zijn achtereenvolgens:

figuur 2A: $y = 0,7\ x + 183$, $R = 0,86$

figuur 2B: $y = -28,4\ x + 461$, $R = -0,61$

figuur 2C: $y = -27,3\ x + 554$, $R = -0,73$

Langs de x-as en de y-as zijn de waarden voor de kwaliteitsbeoordeling aangegeven, waarbij de grens tussen de kwaliteitsklassen ligt. De onderbroken lijnen verbinden de punten, die de grenzen tussen de kwaliteitsklassen op de x-as en de y-as aangeven. Bij de figuren 2B en 2C zijn deze lijnen niet geheel doorgetrokken. Dit heeft als reden, dat bij de fysisch-chemische beoordeling (I.M.P.) de 5 kwaliteitsklassen niet alle een even groot trajekt bestrijken. Hierdoor vallen de klassen I en V van de fysisch-chemische beoordeling niet samen met de klassen I en V van de biologische beoordeling.

Bij figuur 2A

De biologische beoordeling volgens 2 methoden (standaardmakrofaunanet en kunstmatig substraat) levert in veel gevallen afwijkende waarden voor de waterkwaliteit op. De beoordeling ligt bij het kunstmatig substraat gemiddeld een klasse hoger dan bij het makrofaunanet. De verschillen zijn het grootst voor de wateren die met het standaardmakrofaunanet een lage beoordeling krijgen. De correllatie tussen de kwaliteitsindices is vrij hoog.

Bij figuur 2B

In vergelijking met de fysisch-chemische beoordeling levert de biologische beoordeling met het standaardmakrofaunanet bijna altijd lagere waarden voor de waterkwaliteit op. Gemiddeld is het verschil één klasse. De punten liggen in het diagram nogal verstrooid.

Bij figuur 2C

Bij de fysisch-chemische beoordeling en de biologische beoordeling met het kunstmatig substraat komt naar voren dat de verschillen in de waterkwaliteitsbeoordeling bij deze methoden het kleinst zijn.

Uit de puntendiagrammen blijkt, dat er in zekere mate een systematisch verband bestaat tussen de waterkwaliteitsbeoordeling volgens de 3 methoden. Het is moeilijk om aan de verschillende beoordelingsmethoden een waarde bepaling toe te kennen. Iedere methode levert een kwaliteitsbeoordeling op, die beïnvloed wordt door bepaalde deelaspekten van het milieu (zuurstofhuishouding, makrofaunalevensgemeenschap). Daarnaast wordt de kwaliteitsbeoordeling bepaald door subjektieve keuzen van de onderzoeker, zoals de keuze van de fysisch-chemische parameters, de keuze van indikatororganismen, de groottebepaling van de kwaliteitsklassen. Uit het oogpunt van waterkwaliteitsbeoordeling lijken de fysisch-chemische beoordeling en de biologische beoordeling met kunstmatig substraat gelijkwaardige beoordelingsmethoden. In vergelijking met deze methoden levert de biologische beoordeling met het standaardmakrofaunanet bijna altijd lagere waarden voor de waterkwaliteit op. De monstermethode van het standaardmakrofaunanet is blijkbaar gevoeliger voor milieufaktoren anders dan de waterkwaliteit. De waterkwaliteitsbeoordeling wordt hier voor een groot deel bepaald door de kwaliteit van het benthische milieu en de daarin levende makrofauna-organismen.

## 6.3. Enige kwantitatieve vergelijkingen van de makrofaunamonsters in het standaardmakrofaunanet en het kunstmatig substraat.

Bij de biologische waterkwaliteitsbeoordeling aan de hand van makrofaunaonderzoek is het een vereiste, dat een monstermethode gehanteerd wordt, die de makrofauna quantitatief en qualitatief voldoende bemonsterd. Dat wil zeggen, dat een representatief aantal makrofaunasoorten gevangen dient te worden in voldoende grote aantallen. Voldoet kuntmatig substraat als monstermethode ook aan

deze voorwaarden in vergelijking met het standaardmakrofaunanet? Hoe groot dient de monstername te zijn? Om een en ander te verduidelijken zijn enige kwantitatieve aspekten van de monsters in figuren weergegeven (zie figuur 3A, B, C en D). Enkele opmerkingen bij deze figuren: er is gekozen voor een 10-tal monsterpunten waarvan de gegevens met betrekking tot de makrofauna volledig waren (dat wil zeggen 3 intacte kunstmatig substraatmonsters). In de figuren 3A, B en C zijn de 10 monsterpunten voor de overzichtelijkheid gerangschikt in een volgorde, waarbij het aantal taxa in het makrofaunanetmonster (MFN) oploopt. De afbeeldingen geven dus geen grafisch verband aan!

Aantal taxa (figuur 3A)

"Taxon" is hier een juistere term als "soort" omdat veel organismen slechts tot op familie of geslacht gedetermineerd worden. Eén kunstmatig substraatmonster bevat in vrijwel alle gevallen minder taxa dan één makrofaunanetmonster. Bij 3 kunstmatig substraatmonsters is het aantal taxa echter vaak hoger.

Aantal individuen (figuur 3B)

Het gemiddeld aantal individuen in de KS-monsters ligt in 7 van de 10 gevallen lager dan de MFN-monsters. Gesommeerd is het aantal individuen in 3 KS-monsters nog maar in 2 gevallen lager dan de overeenkomstige MFN-monsters. Over het geheel van monsterpunten bestaat een grote variatie in het gevangen aantal makrofaunaorganismen. Tolkamp en Gardeniers (1977) namen monsters met minder dan 100 indikatororganismen niet op in de biologische kwaliteitsbeoordeling. Dat zou betekend hebben, dat 5 makrofaunamonsters (B6, A8, A2-a, A13, A6) afgevallen zouden zijn. De gesommeerde KS-monsters bevatten telkens voldoende aantallen indikator organismen.

Diversiteit (figuur 3C)

De diversiteit van de monsters op de verschillende monsterpunten

ligt voor beide monstermethoden meestal niet ver uit elkaar. De diversiteitsindex lijkt sterker bepaald te worden door het aantal taxa, dan door het aantal individuen.

Associatie-index (figuur 3D)

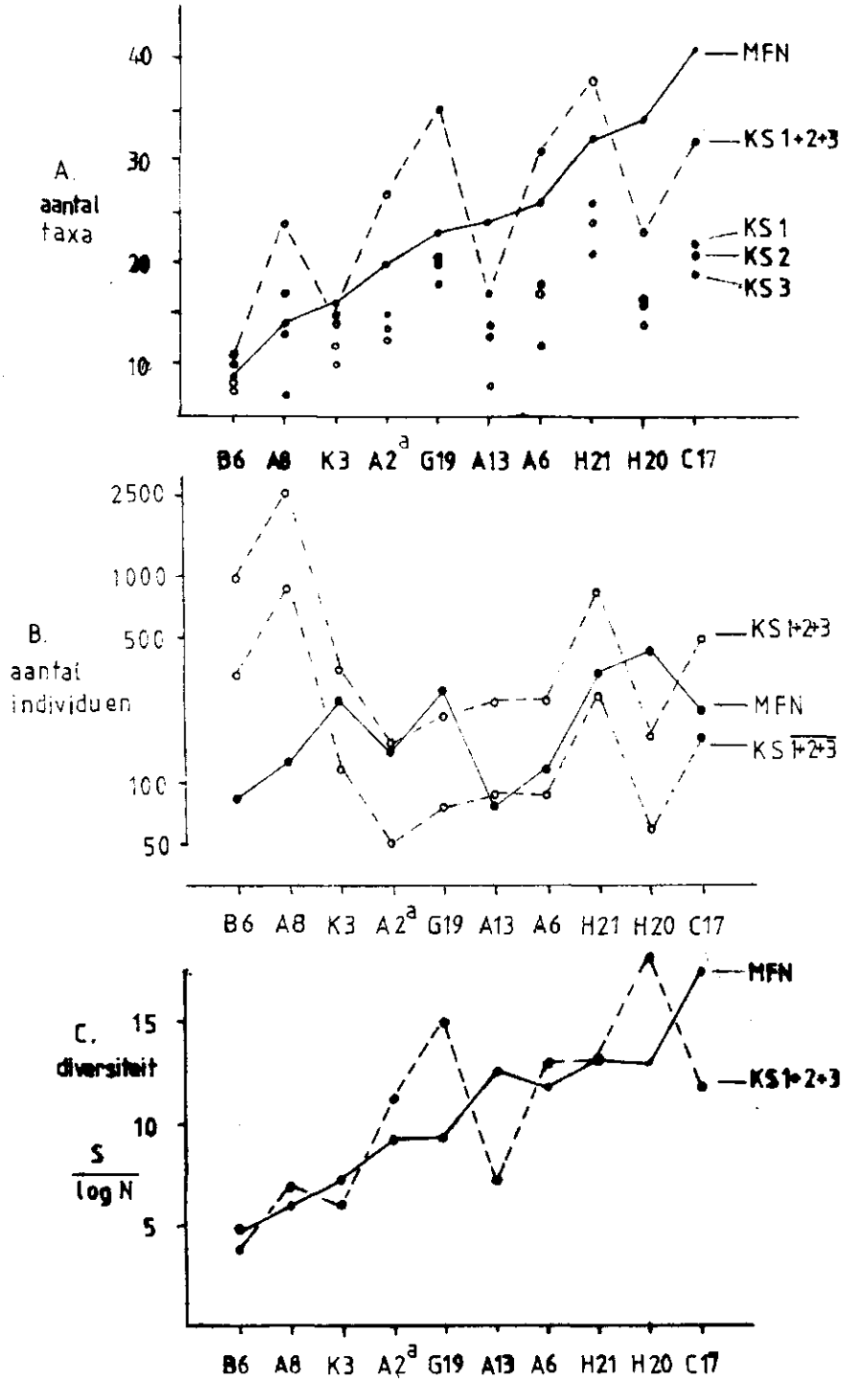
In de figuur is de associatie-index van Whittaker weergegeven. De associatie-index van Sorensen levert geen afwijkend beeld op. De eerste kolom van de staafdiagram is de associatie-index van het makrofaunanetmonster en het gesommeerde kunstmatig substraatmonster. De 3 kolommen daarnaast geven de associatieindices van de kunstmatig substraat-monsters onderling weer. Zoals uit de figuren blijkt is de associatie-index van de KS-monsters onderling altijd hoger dan de associatie-index van de MFN- en de KS-monsters. De associatie-index van de KS-monsters onderling is relatief hoog op de monsterpunten met een weinig gevarieerd bodemsubstraat en weinig watervegetatie (Lunterse beek (K3), Barneveldse beek (H21), Grift (B6)) en relatief laag op monsterpunten met een gevarieerd bodemsubstraat of een rijke watervegetatie (Laak (G19), Apeldoorns kanaal (A2-a en A6), Kleine Barneveldse beek (H20), Klaarbeek (A13)).

Voor het bepalen van de grootte van een makrofaunamonster is met name het aantal indikatororganismen een criterium. De monsters genomen met het standaardmakrofaunanet, waren in veel gevallen te klein, als de aanwezigheid van 100 indikatororganismen als een minimum wordt beschouwd. Een enkelvoudig kunstmatig substraatmonster bevatte in veel gevallen eveneens te weinig indikator-organismen. Een aantal van 3 exemplaren van het kunstmatig substraat is echter meestal voldoende om voldoende individuen én taxa te bemonsteren.
De lage associatie-index van de MFN- en KS-monsters wijst op het totaal andere karakter van de 2 monstermethoden.

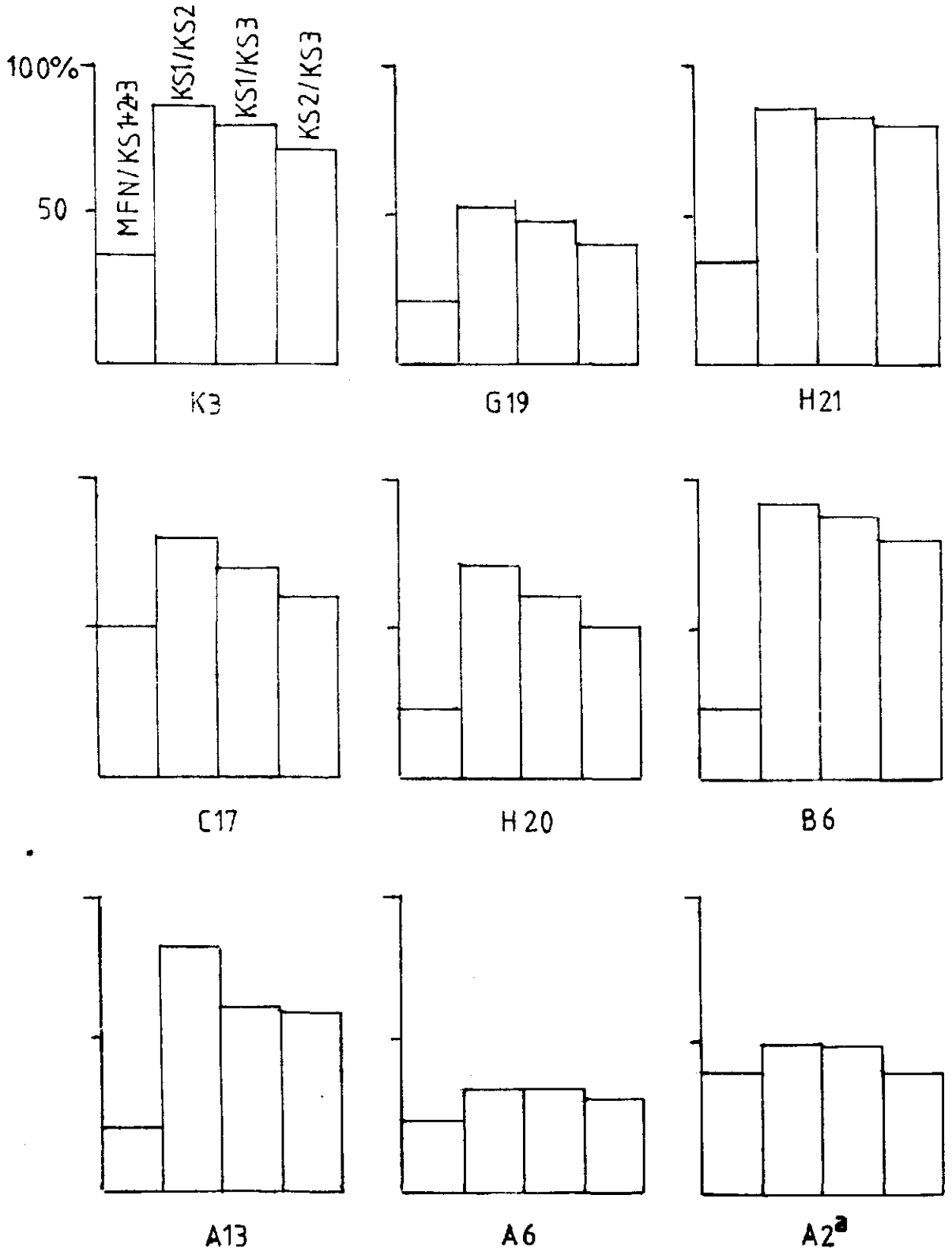
## 6.4. Keuze van de indikatororganismen

De keuze van de indikatororganismen is van veel belang bij de

FIGUUR 3A,B,C en D. Kwantitatieve aspecten van de makrofaunamonsters in het standaardmakrofaunanet (MFN) en kunstm. substraat (KS).



D. Associatieindex van Whittaker



biologische waterkwaliteitsbeoordelng. Als uitgangspunt geldt voor de meeste onderzoeken de lijst met indikatororganismen, die opgesteld is door Moller-Pillot (1971). Onderzoekers kunnen wijzigingen aanbrengen in deze lijst gebaseerd op ervaringen in hun onderzoeksgebied. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van een lijst met indikator-organismen, die op een aantal punten afwijkt van de lijst opgesteld door Moller Pillot (1971). De betreffende taxa zullen hier besproken worden, met een verwijzing naar de indikatorsoortenlijst van Moller-Pillot (1971) en van Higler (1976).

Physa fontinalis (Moller-Pillot: Hirudinea-groep)

Gastropoda zijn in dit onderzoek niet als indikator-organismen opgenomen. De meeste Gastropoda-soorten, waaronder Physa fontinalis, kwamen zowel in schoon als in verontreinigd water voor.

Sialis lutaria (Moller-Pillot: Hirudinea-groep)

Dit organisme houdt zich als larve op in slibrijke, modderachtige bodems met veel organisch materiaal. Dit milieu komt van nature echter ook voor in schoon water; Sialis-larven werden in grote aantallen aangetroffen in de Andhuizer- en de Bijsselse beek. Higler (1976) plaatst Sialislutaria in de restgroep. Sialis lutaria is niet als indikator-organisme opgenomen.

Hydropsyche angustipennis (Moller-Pillot: Hirudinea-groep)

Hydropsyche is een kokerjuffer-soort, die kenmerkend is voor stromend water. In dit onderzoek is H.angustipennis uitsluitend in schoon water aangetroffen en daarom in de Gammarusgroep geplaatst. Higler (1971) plaatst H.angustipennis in de restgroep.

Brillia longifurca (Moller-Pillot: Hirudinea-groep)

Deze chironomide wordt op de Veluwe vaak samen aangetroffen met Brillia modesta (Moller-Pillot: Gammarus-groep) en is daarom eveneens in de Gammarus-groep geplaatst. Bij enige organische vervuiling van de bodem is B.longifurca talrijker dan B.modesta (Dorpsche beek Vaassen).

Cryptochironomus (Moller-Pillot: Gammarus-groep)

Cryptochironomus wordt op de Veluwe ook frequent in water van

slechte tot matige kwaliteit aangetroffen en heeft hier weinig indicatieve waarde. Deze chironomide is niet als indicator-organisme opgenomen.

Eukiefferiella discoloripes (Moller-Pillot: Gammarus-groep)
Naast de soort E. discoloripes zijn ook de soorten E. brevicalcar en E. claripennis in de Gammarus-groep opgenomen.

Caenis sp. (Moller-Pillot: Gammarus-groep)
Caenis sp. is niet in de lijst met indikatororganismen opgenomen. Caenis horaria werd in water van alle vervuilingsgraden aangetroffen. Van de soorten C.robusta en C.moesta ontbraken specifieke ecologische gegevens, die de plaatsing in een indikatorgroep konden ondersteunen.

Polycentropodidae (Moller-Pillot: Gammarus- en Calopteryx-groep)
In de lijst van Moller-Pillot worden van de Polycentropodidae alleen de soorten Plectrocnemia conspersa (Gammarus-groep) en Neureclepsis bimaculata (Calopt.-groep) vermeld. In dit onderzoek zijn de soorten Cyrnus flavidus, C. insolutus. C. trimaculatus en Polycentropus irroratus tot de Gammarus-groep gerekend, omdat deze soorten belangrijk waren voor de kwaliteitsbeoordeling van een stilstaand water (Apeldoorns kanaal) en overigens ook meestal in water van goede kwaliteit werden aangetroffen.

Athiprodes aterrimus (Moller-Pillot: Gammarus-groep?)
A.aterrimus werd veelvuldig aangetroffen in water van goede kwaliteit en deze soort is daarom in de Gammarus-groep geplaatst. A.aterrimus is bestand tegen een zekere graad van organische vervuiling.

Limnephilus rhombicus (Moller-Pillot: Gammarus-groep)
Naast L. rhombicus is ook L. lunatus in de Gammarus-groep opgenomen. Beide soorten worden in de Veluwse wateren veelvuldig samen aangetroffen.

Halesus sp. (Moller-Pillot: Gammarus-groep)
De plaatsing in de Calopteryx-groep lijkt voor de Veluwse wateren verantwoord. Mogelijk bestaan er verschillen in de ecologische eisen van de (moeilijk determineerbare) ondersoorten.

Ephemera danica (Moller-Pillot: Gammarus-groep)

Deze harfte-larve wordt op de Veluwe alleen in snelstromend, schoon water aangetroffen in een schone, zandige bodem. E.danica is in de Calopteryx-groep geplaatst.

Stictotarsus duodecimpustulatus (Moller-Pillot: Calopteryx-groep)
De larven van deze keversoort horen in de Calopteryx-groep, d e imagines verdragen verontreiniging (Higler 1976). S.duodecimpustulatus is als imago daarom niet in een indikatorgroep geplaatst. De natuurlijke habitat van S.duodicimpustulatus is rustige beekgedeelten met een bodem van zand of kiezel (Dijkman, 1977), Imagines werden veelvuldig aangetroffen op het kunstmatig substraat.

Adulte Hydracarina (Moller-Pillot: Gammarus-groep)
Watermijten zijn in de makrofaunamonsters moeilijk te quantificeren en daarom niet in een indikator-groep opgenomen. Hydracarina komen voor in water van goede kwaliteit en zijn talrijker bij het voorkomen van een watervegetatie.

Odontomesa fulva (Moller-Pillot: -)
Deze chronomide wordt op de Veluwe alleen in schoon, snelstromend water aangetroffen in het bijzonder op de N.W. Veluwe. Deze soort is in de Gammarus-groep geplaatst. Higler (1976) plaatst O.fulva in de restgroep.

Asellus coxalis (Moller-Pillot: -)
A.coxalis is pas onlangs in Nederland als aparte Asellus-soort onderscheiden. Deze soort is in dit onderzoek naast A. meridianus in de Gammarus-groep geplaatst. Vermoedelijk is plaatsing in de Hirudinea-groep juister, zoals blijkt uit onderzoeksgegevens van het waterschap zuiveringsschap Limburg (pers. mededeling H. Tolkamp).

## 6.5. Monstermethode en organismen, die niet indicatief zijn voor de waterkwaliteit.

De samenstelling van de makrofaunamonsters uit het kunstmatig substraat en het standaardmakrofaunanet was niet zodanig, dat met een van beide methoden de makrofauna eenzijdig bemonsterd werd. Voor de meeste niet-indicator-organismen was op soortsniveau een

selektieve bemonstering niet aantoonbaar. Voor enkele diergroepen zijn wel belangrijke kwantitatieve verschillen gekonstateerd.

Tricladida

Platwormen worden met het kunstmatig substraat waarschijnlijk wel selektief bemonsterd. Met het makrofaunanet en het kunstmatig substraat zijn op respektievelijk 3 en 10 monsterpunten platwormen gevangen. Tricladida worden in hun natuurlijke milieu vaak op stenen aangetroffen. Zij vertonen een voorkeur voor langzaam stromend of stilstaand water. In dit onderzoek werd Dugesia polychroa het meest frequent aangetroffen (7 monsterpunten).

Heteroptera

Deze diergroep is op een enkele uitzondering na alleen met het makrofaunanet gevangen. Wantsen zijn niet specifiek substraat gebonden. Hun grote beweeglijkheid vraagt om een aktieve monstermethode.

Coleoptera

De imagines van waterkevers zijn in het algemeen minder specifiek substraat gebonden dan hun larven en eieren. Vaak zoeken adulte waterkevers beschutting tussen de vegetatie. In de makrofaunanetmonsters werden globaal meer soorten en meer individuen aangetroffen dan in de kunstmatig substraatmonsters. Vermoedelijk speelt de beweeglijkheid van adulte Coleoptera een rol bij het vangsucces.
De grootste vangsten werden gedaan in langzaam stromend of stilstaand water.

Gastropoda

Deze diergroep werd niet duidelijk selektief bemonsterd met een van beide monstermethoden. Gastropoda hebben veelal een voorkeur voor stilstaand of langzaam stromend water met veel plantengroei of een detritusrijke bodem. Op dergelijke monsterpunten werden veel soorten en individuen aangetroffen.

## 6.6. De invloed van enkele belangrijke indikator-organismen op de biologische waterkwaliteitsbeoordeling

Het beoordelingssysteem voor de waterkwaliteit aan de hand van de makrofauna is ontwikkeld voor de monstermethode van het standaardmakrofaunanet. In dit onderzoek is het beoordelingssysteem op dezelfde manier toegepast voor de makrofaunamonsters uit het kunstmatig substraat. De waterkwaliteitsbeoordeling levert in veel gevallen verschillende waarden voor de waterkwaliteit op bij deze 2 monstermethoden. Vóórdat de keuze gemaakt wordt voor één van beide bemonsteringsmethoden of voor een wijziging van het beoordelingssysteem, is het de vraag: wat is de oorzaak van de verschillen in de waterkwaliteitsbeoordeling?

In de eerste plaats ligt dit in het verschillende aandeel van de indikatororganismen in de monsters. Een taxon, dat sterk in een monster vertegenwoordigd is, beïnvloedt hierdoor ook de waterkwaliteitsbeoordeling. Hier zullen een 8-tal (groepen van) indikatororganismen, die quantitatief sterk in de monsters vertegenwoordigd zijn, vergeleken worden wat betreft hun percentuele aandeel in het totaal van indikator-organismen bij de verschillende waterkwaliteitsindices. De grafische weergave hiervan vinden we in figuur 4. Deze methode is eerder gehanteerd door de Graaff (1976) met als doel het toetsen van de geschiktheid van een organisme als indikator-organisme voor de waterkwaliteit. De methode van de Graaff (1976) wijkt hierin af dat het aandeel van een indikator-organisme niet in procenten, maar in absolute aantallen is weergegeven.

Chironomus-groep

1. Tubificidae

   Deze dieren werden in de kunstmatig substraatmonsters aanzienlijk minder aangetroffen dan in de netmonsters. Tubificidae tonen voorkeur voor een slibrijk substraat, zoals dat in de meeste wateren wel voorkomt. In de netmonsters is het aandeel van de Tubificidae vaak hoog en bepalend voor de

kwaliteitsindex. Het aantal individuen is in een monster zelden nauwkeurig te bepalen; de dieren worden snel over het oog gezien, gaan bij het uitspoelen verloren of worden beschadigd.

2. Chironomus sp.

Chironomus sp. heeft ongeveer dezelfde ecologische amplitude als Tubificidae. In het kunstmatig substraat werd Chironomus, evenals Tubificidae, minder frequent aangetroffen dan in de netmonsters.

Hirudinea-groep

3. Herpobdella octoculata en Helobdella stagnalis

Deze dieren werden in de monsters veelvuldig samen aangetroffen. Incidenteel was het aantal van deze organismen groot, met name op het kunstmatig substraat in water van slechte tot matige kwaliteit. Bij beide monstermethoden komen deze Hirudinea-soorten in alle kwaliteitsklassen voor.

4. Asellus aquaticus

A.aquaticus is een grove detritus-eter, die stroming mijdt en voorkomt bij matige verontreiniging (Moller-Pillot, 1971). Een enkele maal werd dit dier in redelijk grote aantallen aangetroffen, overigens is het aandeel van dit organisme in de monsters niet van invloed op de bepaling van de waterkwaliteit. De benthische leefwijze van A.aquaticus verklaart een frequenter voorkomen in de netmonsters.

5. Glyptotendipes sp.

Glyptotendipes sp. is een detritus-eter, die vooral voorkomt in langzaam stromend tot stilstaand water met een goede zuurstofhuishouding (Moller-Pillot, 1971). De soort verdraagt een matige vervuiling en is daarom in de Hirudinea-groep geplaatst. Glyptotendipes sp. werd het meest abundant aangetroffen in het Apeldoorns kanaal (monsterpunten A6 en A8)

en in de Lunterse beek (monsterpunt K3). In deze gevallen werd de waterkwaliteitsindex in belangrijke mate door dit organisme bepaald. Op het kunstmatig substraat werd Glyptotendipes sp. hier in grote aantallen aangetroffen. Waarschijnlijk bood het kunstmatig substraat hier een milieu met gunstige zuurstofcondities.

6. Macropelopia sp.

Macropelopia sp. is een bodembewonende chironomide met een voorkeur voor stromend water. Er bestaat wel verschil in de ecologie van de (niet onderscheiden) ondersoorten. Een benthische levenswijze houdt waarschijnlijk verband met de relatief hoge frequentie waarmee dit organisme in de netmonsters wordt aangetroffen. Het betreft hier met name monsterpunten met een vrij hoge graad van organische vervuiling (B.O.D. > 5).

Gammarusgroep

7. Gammarus pulex/roeselii.

Gammarus sp. is niet goed bestand tegen vervuiling en verlangt een goede zuurstofhuishouding. Gammarus sp. wordt in de kunstmatig substraat-monsters ongeveer even frequent aangetroffen als in de netmonsters, de aantallen van dit organisme zijn op het kunstmatig substraat bijna altijd veel hoger. Mogelijk belanden veel dieren door drift op het kunstmatig substraat.

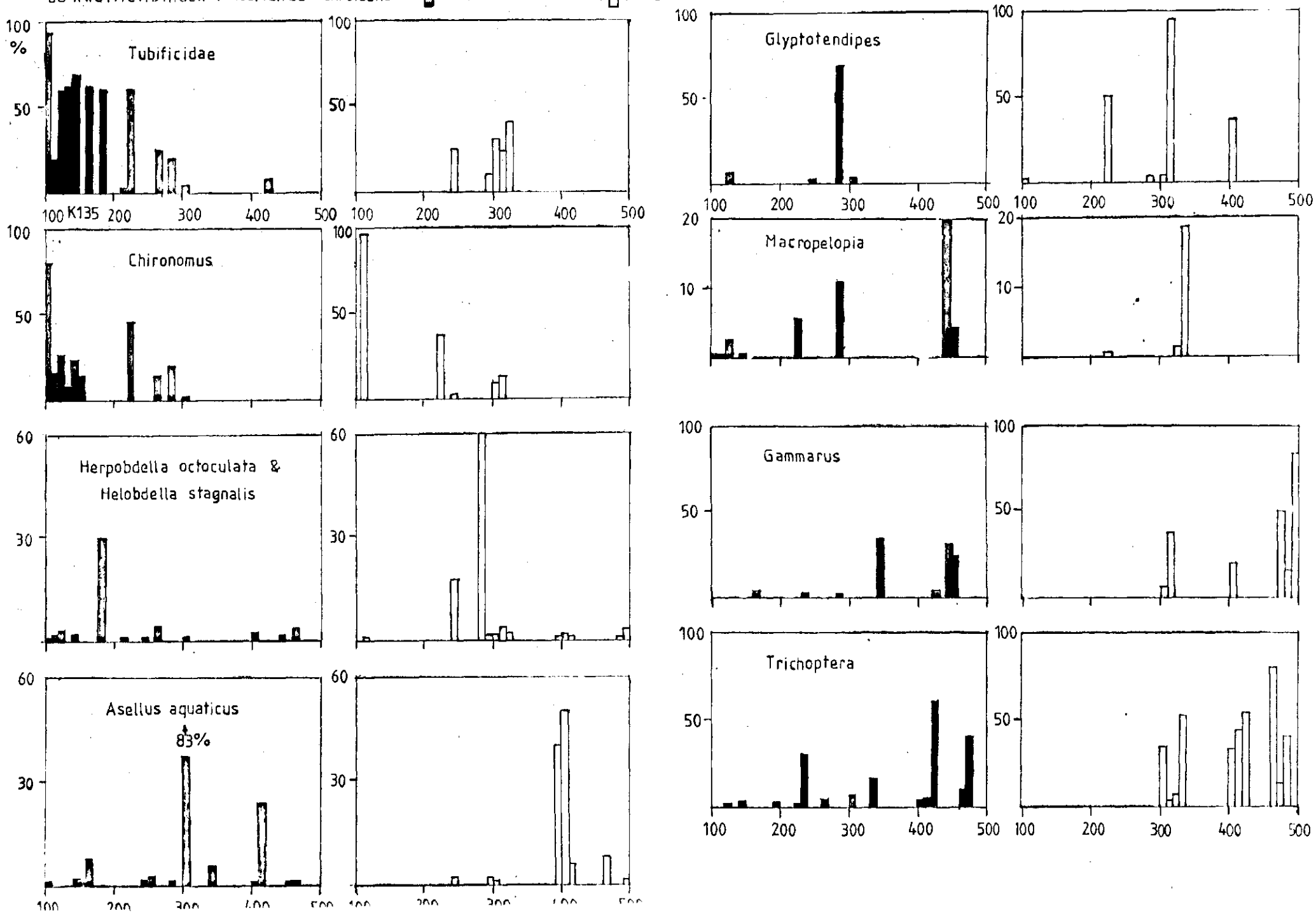
8. Trichoptera

Hier worden bedoeld alle kokerjuffer-soorten uit de Gammarus-groep. Polycentropodidae (vul. de geslachten Cyrnus en Polycentropus) werden veelal aangetroffen in stilstaand water van goede tot zeer goede kwaliteit. Limmephilidae (vnl. Anabolia nervosa) en Athripsodes sp. werden ook aangetroffen in water van matige kwaliteit. In vele gevallen bleek het kunstmatig substraat de monstermethode, waarmee de grootste aantallen kokerjuffers werden gevangen.

Men zou kunnen stellen, dat de indicatieve waarde van een organisme voor de kwaliteit van het water groter is, naarmate het spectrum van kwaliteitsklassen, waarbij dit organisme wordt aangetroffen kleiner is. Anderzijds wordt bij deze analyse het spectrum van het ene organisme beïnvloed door de keuze van de andere indikator-organismen. Voor de monstername met het standaardmakrofaunanet geldt, dat de waterkwaliteitsindex in veel gevallen in sterke mate wordt beïnvloed door het aantal meegevangen Tubificidae. Bij een monstermethode, waarmee dit organisme duidelijk minder abundant wordt gevangen, zien we dat er voor veel monsterpunten een verschuiving optreedt naar hogere kwaliteitsklassen. Vermoedelijk wordt in het laatste geval toch een betere afspiegeling van de waterkwaliteit gegeven. Gevoelige organismen als Gammarus sp. en Trichoptera komen bij de beoordeling aan de hand van de netmonsters ook in water van de laagste kwaliteitsklassen voor. Verschillen in de beoordeling van de waterkwaliteit bij de 2 gehanteerde monstermethoden wordt in de eerste plaats veroorzaakt door faktoren, die niet direkt samenhangen met de waterkwaliteit, zoals bodemeigenschappen en de selektieve bemonstering van bepaalde microhabitats.

FIGUUR 4.

Het percentuele aandeel van een aantal indikator-organismen in het totale aantal indicatororganismen bij de verschillende waarden van de kwaliteitsindex (K135) van de makrofaunanet( ) - en de kunstm. substr.( ) - monsters.



## 7. Samenvattende konklusies

Kunstmatig substraat als monstermethode

Op 18 monsterpunten zijn voor een periode van 30-33 dagen 3 exemplaren kunstmatig substraat geplaatst. Op 7 monsterpunten bleken de netjes verstoord of verdwenen te zijn, in totaal een aantal van 14 exemplaren. Deze verstoring zou voor een deel ondervangen kunnen worden door een onopvallende plaatsing van het kunstmatig substraat. De verwerking van de kunstmatig substraatmonsters verliep in veel gevallen sneller dan de makrofaunanetmonsters. Doordat met het kunstmatig substraat veel minder planten- en bodemmateriaal wordt meebemonsterd is de verwerking prettiger, bovendien is het verlies aan organismen bij het uitspoelen waarschijnlijk veel geringer.

Samenstelling van de monsters

Bij de sommatie van 3 kunstmatig substraatmonsters zien we dat deze niet systematisch afwijken van het overeenkomstige makrofaunanetmonster wat betreft aantal individuen, aantal taxa en diversiteit maar wel ten aanzien van de associatie-index. Ondanks de hoge associatie-index van de afzonderlijke kunstmatig substraatmonsters onderling, is het aantal taxa in het gesommeerde monster vaak aanzienlijk groter dan in de afzonderlijke monster. Voor de monsterpunten, waar dit geldt, lijkt een aantal van 3 exemplaren kunstmatig substraat een minimum voor een representatieve bemonstering van de makrofauna. Ten opzichte van het kunstmatig substraat is het standaardmakrofaunanet een selektieve monstermethode voor de taxa Tubificidae, Chironomus, Coleoptera en Heteroptera. Het kunstmatig substraat monstert in vergelijking met het standaardmakrofaunanet selektief ten opzichte van de taxa Gammarus, Tricladida, veel Trichoptera-soorten en Hirudinea.

Waterkwaliteitsbeoordeling

Verschillen in de samenstelling van de kunstmatig substraat- en

de makrofaunanetmonsters komen soms tot uiting in sterke verschillen in de kwaliteitsindices, berekend aan de hand van deze monsters. In dit onderzoek liggen de kwaliteitsindices (K135) berekend uit de kunstmatig substraat monsters in alle gevallen hoger, dan die berekend uit de makrofaunanetmonsters. De uiteindelijke klasse-indeling van de monsterpunten levert aan de hand van 3 beoordelingsmethoden (fysisch-chemisch/biologisch (kunstmatig substraat) biologisch (standaardmakrofaunanet)) vaak uiteenlopende getallen op. Van 16 monsterpunten leverde de fysisch-chemische beoordeling in 6 gevallen dezelfde kwaliteitsklasse op als de biologische beoordeling met het kunstmatig substraat en in slechts 2 gevallen dezelfde kwaliteitsklasse als de biologische beoordeling met het standaardmakrofaunanet. Bij de biologische waterkwaliteitsbeoordeling dienen in veel gevallen enige kanttekeningen geplaatst te worden.
Een bepaalde kwaliteitsbeoordeling voor een water verkregen uit een éénmalige bemonstering heeft vaak alleen een indicatieve waarde. In een vergelijking van de biologische waterkwaliteit in de jaren 1980, 1981 en 1982 van de monsterpunten van het routinematige biologische onderzoek, treden soms grote verschillen op in de verschillende jaren. Bij nadere analyse van de samenstelling van de makrofaunamonsters, valt op, dat dit niet zozeer wordt veroorzaakt door veranderingen in de soortsamenstelling van de makrofauna alswel door veranderingen in de aantalsverhoudingen van de verschillende makrofaunasoorten. Vermoedelijk speelt hier de monstertechniek van de monsternemer en de precieze keuze van de monsterplaatsen een grote rol. In enkele gevallen is vermoedelijk door drift of migratie sprake geweest van een positieve beïnvloeding van de waterkwaliteitsbeoordeling; in de Grift werden op het kunstmatig substraat in grote aantallen de soorten Anabolia nervosa en Gammarus pulex aangetroffen en in de Barneveldse beek, eveneens op het kunstmatig substraat, de schoonwater minnende kever Stictotarsus duodecim pustulatus.

Keuze van de indicatororganismen

Men kan stellen, dat de indicatieve waarde van een organisme groot is, als deze soort voorkomt in wateren met een beperkt spectrum van kwaliteitsindices. De indicatorsoorten Herpobdella octoculata, Helobdella stagnalis en Asellus aquaticus komen in dit onderzoek in water van alle kwaliteitsklassen voor. Met name voor stilstaand water lijkt Asellus aquaticus hierom minder geschikt als indicatorsoort. Bepaalde makrofauna-soorten beïnvloeden in sterke mate de waterkwaliteitsbeoordeling doordat zij vaak in grote aantallen in de monsters worden aangetroffen. In dit onderzoek gold dit met name bij het kunstmatig substraat voor de taxa Gammarus pulex en Trichoptera en bij het makrofauna-net voor het taxum Tubificidae.

Verder onderzoek met kunstmatig substraat

De resultaten van het onderzoek met kunstmatig substraat zijn zodanig, dat verder onderzoek zeker zinvol is. Kunstmatig substraat is als praktische monstermethode in een routinematig onderzoek zeer goed hanteerbaar. Door voortgaand onderzoek kan de keuze van de te gebruiken materialen en het te hanteren waterkwaliteitsbeoordelingssysteem beter onderbouwd worden.

## LITERATUUR

### 1. Algemeen


- Beringen, R. 1982.
  Makrofauna en waterkwaliteit van enkele beken in het stroomgebied van de Barneveldse beek. Zuiveringsschap Veluwe/ vakgroep natuurbeheer L.H. Wageningen.
- Cuppen, H.P.J.J., W. Oosterloo 1980.
  Een oriënterend onderzoek naar de makrofauna van de Nijmolense beek (gemeente Epe). Regionale Milieuraad Oost Veluwe/ zuiveringsschap Veluwe.
- Cuppen, H.P.J.J., 1982.
  Een hydrobiologisch onderzoek naar de makrofauna, de waterplanten en de biologische waterkwaliteit van het Apeldoorns kanaal tussen Dieren en Apeldoorn, Regionale Milieuraad Oost Veluwe. Konsept verslag.
- Dijkman, F, 1977.
  Het voorkomen van waterkevers (Coleoptera) en hun larven in verschillende watertypen in Noord-Oost Nederland. Vakgroep Waterzuivering L.H. Wageningen. Verslagnummer 78-3.
- Gardeniers, J.J.P., Tolkamp, H.H., 1976.
  Hydrobiologische waardering van de beken. In: Modelonderzoek 1971 - 1974. Deel 2: Grondslagen. Kommissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland. pp. 106 -115.
- Graaff, C.Th. de, 1976.
  Faunistische beoordeling van de waterkwaliteit in gekanaliseerde laaglandbeken en het voor en tegen van numerieke verwerking van de biologische gegevens. Vakgroep Natuurbeheer, L.H. Wageningen.
- Higler, L.W.G. e.a., 1976.
  Beoordeling van de waterkwaliteit in beken met behulp van de makrofauna. In: biologische waterbeoordeling. Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek (T.N.O.) pp. 114-165.

- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1977.
  Indikatief Meerjaren Programma 1980 - 1984.
- Moller-Pillot, H.K.M., 1971.
  Faunistische beoordeling van de verontreiniging in laaglandbeken. Diss Tilburg, 286 pp.
- Oosterloo, W. en Pex, B., 1981.
  Verslag van routinematig biologische waterkwaliteitsbeoordeling in 1980. Rapport zuiveringsschap Veluwe.
- Oosterloo, W., 1980.
  Een hydrobiologisch onderzoek naar de makrofauna in het stroomgebied van de Lunterse beek. Rapport zuiveringsschap Veluwe.
- Oosterloo, W. en Pex, B., 1981.
  Een hydrobiologisch onderzoek naar de makrofauna in de Eerbeekse/Voorstondense beek. Rapport zuiveringsschap Veluwe.
- Oosterloo, W. en Pex, B., 1981.
  Een hydrobiologisch onderzoek naar de makrofauna in de Veldbeek en Schuitenbeek. Rapport zuiveringsschap Veluwe.
- Rosenberg, D.M., V.H. Resh, 1982. The use of artificial substrates in the study of fresh water benthic macro-invertebrates. In: John Cairns jr.(Ed.). Artificial substrates. Ann Arbor Science, Michigan. Chapter 6, pp. 175-236.
- Tolkamp, H.H., Gardeniers, J.J.P., 1977. Hydrobiological survey of lowland streams in the Achterhoek (the Netherlands) bij means of a system for the assessment of waterquality and streamcharacter based on macroinvertebrates. In: Mitteilungen, Heft 41. Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbund der Technische Universität Hannover pp. 215-237.
- Verdonschot, P.F.M., 1977. Het gebruik van kunstmatig substraat voor de bestudering vna de makrofauna-levensgemeenschappen in vervuilde en onvervuilde beken in de Achterhoek. Vakgroep Natuurbeheer L.H. Wageningen. Verslagnummer 367.
- Wildschut, L., 1981.
  Verslag van routinematig biologische waterkwaliteitsbeoordeling

in 1981. Rapport zuiveringsschap Veluwe.
- IJzerman, A.J., 1977.
  Sprengen en sprengenbeken op de Veluwe. Een onderzoek naar beheer, onderhoud en watervoorziening in historisch perspektief.
  Vakgroep Natuurbeheer L.H. Wageningen. Verslagnummer 414.
- Zuiveringsschap Drenthe, 1982.
  Tussentijdse rapportage kunstmatig substraat onderzoek bij het zuiveringsschap Drenthe.
- Zuiveringsschap Veluwe,1982.
  Een evaluatie van 8 jaar routinematig oppervlaktewateronderzoek (1973 - 1980).
- Zuiveringsschap Veluwe, 1982.
  Een eutrofiëringsonderzoek in het 5e pand van het Apeldoorns kanaal (Heerde - Hattem).
- Zuiveringsschap Veluwe.
  Schoon water, nu en later. Waterzuiveringsplan 1979 - 1984.

2. Determinatie

- Brinkhurst, R.O., 1971.
  A guide to the identification of British aquatic oligochaeta. Freshwater Biol. Ass. Sci. Publ. no. 22.
- Davids, C., 1979.
  De watermijten (Hydrachnellae) van Nederland. Levenwijze en voorkomen. Wet. meded. K.N.N.V., nr. 132.
- Disney, R.H.L., 1975.
  A key to British Dixidae (Diptera).
  Freshw. Biol. Ass. Sci. Publ. nr. 31.
- Dresscher, Th.G.N. en H. Engel, 1960.
  De Nederlandse bloedzuigers (Hirudinea).
  Wet. meded. K.N.N.V. nr. 39.
- Drost, B. en M. Schreijer, 1978.
  Waterkevertabel, N.J.N.
- Edington, J.M. and A.G. Hildrew, 1981.

A key to the caseless caddis larvae of the British isles. Freshw. Biol. Ass. Sci. Publ. nr. 43.

- Elliot, J.M., 1977.
  A key tot the larvae and adults of British freshwater. Megaloptera and Neuroptera. Freshw. Biol. Ass. Sci. Publ. nr. 35.
- Engelhardt, W., 1955.
  Wass lebt in Tümpel, Bach und Weiher? Kosmos Bücher, Stuttgart.
- Glöer, P. e.a., 1978.
  Süsswassermollusken. D.J.N.
- Hammond, Cyril O., 1977.
  The dragonflies of Great Britain and Ireland. Curven Books, The Curven Press. Ltd, London.
- Haslam, S. e.a., 1975.
  British water plants.
  Reprinted from Field Studies Vol. 4, no. 2.
- Heukels - Van Ooststroom, 1975.
  Flora van Nederland, 18e druk.
- Higler, L.W.G., 1981.
  Determinatie-tabel voor het bepalen van familie, geslacht en soms zelfs de soort der Europese in het water levende Trichoptera-larven. Vakgroep Natuurbeheer L.H. Wageningen. Intern gebruik.
- Hiley, P.D., 1976.
  The identification of British Limnephilid larvae (Trichoptera). Systematic Entomology, 1:147-167.
- Hynes, H.B.N., 1977.
  A key to the adults ans nymphs of the British stoneflies (Plecoptera), with notes on their ecology and distribution. Freshw. Biol. Ass. Sci. Publ. nr. 17.
- Janssen, A.W. van de Vogel, E.F., 1965.
  Zoetwatermollusken van Nederland. M.J.N., Amsterdam.
- Johannsen, O.A., 1977.
  Aquatic diptera. Entomological Reprint Specialists. L.A. Califoria.

- Klausmitzer, B. 1977.
  Bestimmungstabellen für die Gattungen der aquatischer Coleopteren-larven Mitteleuropas.
- Klink, A., 1982.
  Determinatietabel voor de poppen en larven der Nederlandse Tanytarsini. Deel I.
  Vakgroep Natuurbeheer L.H. Wageningen.
- Lepneva. S.G., 1970.
  Fauna of the U.S.S.R. Trichoptera. Vol 2. no. 1. Larvae and pupae of Annulipalpia.
  Israël Program for Scientific Translations. Jerusalem.
- Lepneva, S.G., 1971.
  Fauna of the U.S.S.R. Trichoptera. Vol 2. nr. 2. Larvae and pupae of Integripalpia.
  Israël Program for Scientific Translations. Jerusalem.
- Macan, T.T., 1976.
  A key to the British water bugs (Hemiptera - Heteroptera).
  Freshw. Biol. Ass. Sci. Publ. nr. 16.
- Macan, T.T., 1977.
  A key to the British fresh and brackish water Gastropods.Freshw. Biol. Ass.Sci. Publ. nr. 13.
- Macan, T.T., 1979.
  A key to the nymphs of British Ephermeroptera. Freshw. Biol. Ass. Sci. Publ. nr. 20.
- Moller-Pillot, H.K.M. 1978-1979.
  De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera).
  Nederl. Fauna. Meded. 1:1-276.
- Moller-Pillot, H.K.M., 1980.
  Proeftabel voor de genera der Orthocladiinae.
  Vakgroep Natuurbeer L.H. Wageningen. Intern gebruik.
- Niesser, N., 1968.
  De Nederlandse water- en oppervlaktewaterwantsen. Wet. Meded. K.N.N.V. nr. 77.
- Reynoldson, T.B., 1978.
  A key to British species of freshwater Triclads. Freshw. Biol.

Ass. Sci. Publ. nr. 23, 2nd revised edition.
- Tabel voor de determinatie van de Nederlandse zoet- en brakwater Gammariden. Bewerking door H. Tolkamp.
- Tabel voor het onderscheiden van waterpissebedden (Asellidae) in Nederland. Bewerking door H. Tolkamp, 1982.
- Theowald, Br., 1957.
  Die Entwicklungsstadien der Tipulidae (Diptera, Nematocera) insbesondere der West-Polearktischen Arten.
  Tijdschrift voor Entomologie dl. 100,2 : 195-308.
- Tolkamp, H.H., 1976.
  Determinatietabel van de in het water levende Europese Dipteralarven. Vakgroep Natuurbeheer L.H. Wageningen. Intern gebruik.

Bijlage 1. Veldgegevens van de monsterpunten van het routinematig biologisch onderzoek in 1982

| Monsterpunt | A2[a] | A2[b] | A6 | A8 | A13 | B6 | B7 | B9 | B10 | C9 | C17 | F3 | F4 | F12 | G10 | G19 | H20 | H21 | K3 | K9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Datum monstername sanering makrofauna net | 15/6 | 15/6 | 14/6 | 14/6 | 15/6 | 14/6 | 24/6 | 24/6 | 14/6 | 24/5 | 24/5 | 24/6 | 21/6 | 21/6 | 21/6 | 26/5 | 25/5 | 25/5 | 25/5 | 25/5 |
| Expositie duur kunstmatig substraat (dagen) | 32 | 32 | 32 | 32 | 33 | 32 | 31 | - | 32 | - | 31 | - | - | 34 | 34 | 33 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Positie monsterpunt | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - stafkaart no. | 33B | 33B | 27B | 27E | 27D | 27D | 27D | 27D | 27D | 33G | 32E | 27A | 26F | 26H | 32E | 32B | 32G | 32G | 32G | 32G |
| - koördinaten | 462.1 | 462.6 | 487.8 | 495.5 | 482.7 | 487.7 | 477.5 | 479.7 | 484.4 | 460.6 | 465.3 | 492.1 | 489.2 | 486.6 | 473.5 | 471.3 | 462.1 | 462.1 | 455.1 | 453.7 |
| | 199.7 | 199.5 | 199.8 | 201.8 | 197.7 | 199.8 | 196.2 | 196.8 | 198.2 | 206.8 | 205.3 | 181.8 | 178.5 | 175.6 | 165.1 | 165.7 | 165.9 | 162.7 | 167.3 | 162.8 |
| breedte (m) | 10 | 1 | 20 | 20 | 4 | 3 | 1,5 | 1 | 3,5 | 1,5 | 10 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 9 | 2,5 | 8,5 |
| diepte (cm) | 150 | 150 | 100 | 150 | 70 | 100 | 20 | 15 | 20 | 50 | 100 | 20-50 | 30-40 | 60 | 15 | 100 | 60 | 75 | 30 | 75 |
| stroomsnelheid [1] | -- | -- | -- | -- | + | - | + | ++ | ± | + | - | + | + | ++ | + | - | - | - | - | - |
| lengteproefiel [2] | -- | -- | -- | -- | + | - | + | + | ± | - | - | ++ | ++ | ++ | - | -- | - | - | - | ± |
| slibgehalte bodem [3] | + | + | + | ++ | -- | + | - | -- | ∓ | + | + | ± | ± | - | - | + | + | + | ++ | ∓ |
| Watervegetatie Bedekkingsgraad [4] | ++ | + | + | - | ± | - | - | - | -- | - | + | ± | ± | ± | - | + | ++ | -- | -- | -- |

| 1 stroomsnelheid | | | 2 lengteprofiel | 3 slibgehalte bodem | 4 watervegetatie bedekkingsgraad | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ++ | 40 | cm/sec | ++ sterk meanderend | ++ alleen slib | ++ | 20 | % |
| + | 20-40 | " | + licht meanderend | + veel slib | + | 5-20 | " |
| ± | 10-20 | " | ± flauwe bochten | ± weinig slib | ± | 1-5 | " |
| ∓ | 10 | | ∓ rechtgetrokken | ∓ plaatselijk slib | ∓ | 1 | " |
| -- | 0 | | -- zeer recht, scherpe bochten | -- geen slib | -- | 0 | " |

Bijlage 2

Fysisch chemische analyseresultaten over het eerste halfjaar van 1982 van de monsterpunten van het routinematig biologische onderzoek.

| | | I.M.P. grenswaarde | I.M.P. streefwaarde | A2 | A6 | A8 | A13 | B6 | B7 | B9 | B10 | C23* | C17 | F3 | F4 | F12 | G10 | G19 | H20 | H21 | K3 | K9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zuurgraad pH | min. | 6.5 | | 5.9 | 6.3 | 6.2 | 6.0 | 6.3 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.0 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.1 | 6.4 | 6.7 | 6.5 | 6.6 | 6.9 | 7.1 |
| | max. | 8.5 | | 7.1 | 6.9 | 6.7 | 8.5 | 6.8 | 6.6 | 7.9 | 7.0 | 8.3 | 8.2 | 8.3 | 8.0 | 7.0 | 8.4 | 8.3 | 7.8 | 8.0 | 7.3 | 7.3 |
| Zuurstof verzadiging % | min. | 50 | 80 | 89 | 84 | 69 | 83 | 71 | 81 | 80 | 69 | 86 | 56 | 82 | 70 | 79 | 34 | 9 | 73 | 75 | 11 | 35 |
| | max. | | 120 | 125 | 104 | 82 | 119 | 91 | 105 | 101 | 75 | 122 | 150 | 109 | 110 | 89 | 80 | 90 | 116 | 111 | 78 | 71 |
| B.O.D. mgO/l | gem. | | | 2.4 | 2.1 | 2.5 | 2.0 | 2.6 | 2.5 | 3.4 | 5.0 | 2.6 | 4.2 | 2.8 | 2.7 | 1.5 | 3.1 | 16 | 5.0 | 5.0 | 7.0 | 8.5 |
| | max. | 5 | 3 | 3.7 | 2.2 | 2.8 | 2.8 | 4.7 | 3.1 | 4.3 | 6.2 | 3.6 | 5.0 | 5.8 | 5.0 | 2.5 | 5.8 | 31 | 13 | 10 | 14 | 22 |
| Ammonium mgN/l | gem. | | | 0.05 | 0.3 | 1.4 | 0.15 | 0.6 | 0.5 | 0.15 | 0.5 | 0.2 | 0.8 | 0.2 | 0.2 | 1.0 | 0.8 | 4.0 | 8.0 | 1.3 | 11.0 | 4.8 |
| | max. | 2 | 0.5 | 0.07 | 0.4 | 1.8 | 0.7 | 0.9 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.4 | 2.5 | 0.6 | 0.6 | 1.8 | 3.4 | 9.4 | 12 | 3.6 | 24.0 | 7.4 |
| Tot.N Kjeldahl mgN/l | gem. | 3 | 1 | 1.1 | 2.2 | 3.4 | 1.6 | 2.4 | 1.8 | 1.6 | 3.5 | 1.7 | 3.1 | 2.1 | 1.9 | 2.7 | 2.7 | 8.0 | 4.5 | 4.7 | 11.6 | 6.5 |
| Nitraat mgN/l | gem. | 4 | 2 | 0.5 | 1.2 | 1.7 | 0.5 | 1.6 | 0.5 | 0.7 | 8.1 | 1.1 | 2.3 | 0.7 | 0.7 | 6.8 | 1.3 | 0.8 | 9.0 | 4.5 | 3.7 | 4.0 |
| Totaal fosfaat mgP/l | gem. | 0.3 | 0.05 | 0.12 | 0.20 | 0.6 | 0.2 | 0.45 | 0.22 | 0.2 | 1.0 | 0.13 | 0.38 | 0.2 | 0.2 | 0.25 | 0.3 | 1.5 | 5.0 | 1.6 | 2.1 | 0.8 |
| I.M.P. $O_2$ huishouding | klasse | | | V | V | IV | V | IV | IV | IV | III | V | III | IV | IV | IV | III | II | III | III | II | II |

* Monsterpunt Voorstondense beek (= C9)

Bijlage 3. Biologische- en fysisch-chemische waterkwaliteitsbeoordeling in de jaren 1980, 1981 en 1982

| | A2[a] | A2[b] | A6 | A8 | A13 | B6 | B7 | B9 | B10 | C9 | C17 | F3 | F4 | F12 | G10 | G19 | H20 | H21 | K3 | K9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1980 Waardering | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K135 | | | | | 444 | 185 | 312 | 358 | 114 | 290 | | 500 | 390 | 438 | 415 | | 204 | 349 | 100 | |
| K12345 | | | | | 372 | 242 | 305 | 329 | 207 | 295 | | 400 | 345 | 373 | 358 | | 251 | 325 | 177 | |
| Klasse | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K135 | | | | | V | II | III | IV | I | III | | V | IV | V | IV | | II | IV | I | |
| K12345 | | | | | IV | II | III | III | II | III | | IV | IV | IV | IV | | II | III | I | |
| IMP | | | | | V | IV | IV | IV | IV | IV | | IV | V | V | IV | | IV | IV | II | |
| 1981 Waardering | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K135 | | | | | 285 | 278 | 288 | 426 | 101 | 294 | 382 | 320 | 312 | 484 | 252 | 231 | 143 | 183 | 99 | 321 |
| K12345 | | | | | 293 | 289 | 294 | 362 | 200 | 297 | 345 | 310 | 306 | 392 | 276 | 265 | 221 | 242 | 200 | 310 |
| Klasse | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K135 | | | | | III | III | III | V | I | III | IV | III | III | V | II | II | I | II | I | III |
| K12345 | | | | | III | III | III | IV | II | III | IV | III | III | IV | III | III | II | II | II | III |
| IMP | | | | | IV | IV | IV | IV | III | IV | IV | IV | IV | V | III | III | IV | IV | II | IV |
| 1982 Waardering | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K135 MFN | 304 | 428 | 256 | 288 | 358 | 168 | 292 | 402 | 100 | 430 | 442 | 144 | 272 | 446 | 242 | 118 | 113 | 156 | 132 | 196 |
| KS | 411 | 460 | 412 | 300 | 488 | 402 | 326 | - | 101 | - | 480 | - | - | 498 | 326 | 228 | 252 | 308 | 232 | 330 |
| K12345 MFN | 302 | 364 | 278 | 294 | 329 | 234 | 296 | 333 | 200 | 365 | 371 | 222 | 286 | 376 | 271 | 209 | 207 | 231 | 213 | 248 |
| KS | 358 | 380 | 356 | 356 | 300 | 394 | 351 | - | 201 | - | 390 | - | - | 399 | 313 | 292 | 276 | 373 | 266 | 315 |
| IMP | 4,0 | 4,0 | 4,5 | 7,0 | 4,7 | 5,4 | 5,3 | 5,2 | 8,2 | 3,8 | 7,8 | 5,2 | 5,6 | 5,5 | 8,2 | 11,0 | 3,7 | 8,0 | 11,5 | 10,1 |
| Klasse | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K135 MFN | III | V | II | III | IV | I | III | IV | I | V | V | I | III | V | II | I | I | I | I | II |
| KS | IV | V | IV | III | V | IV | III | | I | | V | | | V | III | III | II | III | II | III |
| K12345 MFN | III | IV | III | III | III | II | III | III | II | IV | IV | II | III | IV | III | II | II | II | II | II |
| KS | IV | IV | IV | III | IV | IV | III | | II | | IV | | | IV | III | III | III | IV | III | III |
| IMP | V | V | V | IV | V | IV | IV | IV | III | V | III | IV | IV | IV | III | II | III | III | II | II |

Bijlage 4. Soortenlijst van de makrofauna, die indicatief is voor de waterkwaliteit.

| Monsterpunt | A 2 a | | A 2 b | | A 6 | | A 8 oost | | A 13 | | B 6 | | B 7 | | B 9 | B 10 | | C 9 | C 17 | | F 3 | F 4 | F 12 | | G 10 | | G 19 | | H 20 | | H 21 | | K 3 | | K 9 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Monstermethode | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | MFN | KS | MFN | MFN | KS | MFN | MFN | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS |
| Cristalis-groep | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Culex sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 2 | | | |
| Sperchcus emarginatus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | |
| Chironomus-groep | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tubificidae sp. | 5 | | 5 | | 50 | | 10 | | | | 50 | | 20 | | | 500 | | | | | 120 | 50 | | | 2 | 45 | 200 | 10 | 300 | 20 | 100 | 40 | 140 | | 25 | 30 |
| Chironomus sp. | 1 | | | | | | | | 8 | | 10 | | | | 7 | 20006 | 100 | | | | 10 | 24 | 12 | | 70 | 26 | | | 58 | 6 | 42 | 12 | 63 | 69 | 1 | |
| Psectrotanypus varius | | | | | | | | | | | | | | | | 20 | | | | | 10 | | | | | 2 | | | 4 | | | | 1 | | | |
| Hirudinea-groep | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Herpobdella octoculata | | 2 | | | | | | | | 4 | 1 | 8 | 3 | 3 | | | | | 4 | 18 | 1 | 12 | | | 1 | 13 | 3 | 49 | 2 | 11 | 1 | 2 | 6 | 18 | 10 | |
| Herpobdella testacea | | 2 | | | | | | | | | | 3 | | | 3 | | | 1 | | | | | | 1 | | | | 5 | | 2 | | | | | 2 | |
| Helobdella stagnalis | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 | | 87 | | 1 | | | | | 2 | | 11 | | 3 | 5 | 1 | 4 | | | | 1 | 1 | 25 | | 3 | 1 | 1 | | | 2 | |
| Glossiphonia complanata | | | | 2 | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | 1 | 6 | | | | | | | | 1 | | | 1 | | | 1 |
| Glossiphonia heteroclita | | | | | 1 | 3 | | 2 | | | | 1 | | | | | | | 1 | 5 | | | | | | | 4 | 16 | | 37 | | 2 | | | | 5 |
| Asellus aquaticus | 100 | 48 | 12 | 6 | | | 1 | 21 | 4 | 3 | 15 | 485 | | | 1 | | | | 1 | 9 | 4 | 11 | 2 | | | 3 | 10 | 3 | | 4 | 5 | | | | | 1 |
| Glypiotendipes sp. | 5 | | | | 1 | 58 | 40 | 2000 | | | | | | | | | 60 | | | | | | | | | 2 | | 4 | | | | 5 | 15 | 93 | | |
| Macropelopia sp. | | | | | | | | 5 | | | | | 25 | 14 | 2 | | | | 20 | | 10 | 26 | 9 | | 8 | 2 | | | 3 | | 2 | 3 | 7 | 1 | | |
| cf. Conchapelopia | | | | | | | | | 1 | 6 | | | 2 | 40 | 2 | | 10 | 30 | | | 2 | | 1 | | 22 | 6 | 2 | | | | | | | | 1 | |
| (Prodiamesa olivacea) | | | | | | | | | | | | | 180 | 19 | 10 | | | | | | 4 | 20 | 15 | | 36 | 3 | | | | | | | | | | |
| Gammarus-groep | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gammarus pulex/roeselii | | | 2 | | | | | | 10 | 190 | 3 | 185 | 1 | | | | | | 25 | 202 | 10 | 20 | 60 | 15 | 4 | 70 | | | | | | 7 | | | | |
| Asellus meridianus/coxalis | | 2 | | | 2 | 15 | 1 | | | | | | | 1 | 1 | | | | 7 | | | | 1 | | | 1 | | | 1 | 3 | | | | | | |
| Enkiefferiella sp. | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | | | | | | | 72 | 88 | 1 | | | | | | | | | | | |
| Odontomesa fulva | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | 2 | 3 | | 6 | | | | | | | | | | | |
| Brillia modesta/longifurca | | | | | | | | | | | | | 2 | 10 | | | | | | | | | 1 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| (Prodiamesa olivacea) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| Micranota bimaculata | | | | | | | | | | | | | | | 15 | | | | | | | 18 | 5 | 3 | 11 | 13 | | | | | | | | | | |
| Corixidae sp. larve | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | | | 3 | | | | 2 | | | 2 | | | | | | | | |
| Cloëon dipterum | | | | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 4 | 9 | 1 | 3 | | | | | |
| Baetis vernus | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | 50 | | | | 1 | 11 | | | 1 | | | | | | | | | | |
| Nemoura cinerea | | 1 | | | | | | | | 7 | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Taeniopteryx sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| Anabolia nervosa | 3 | 13 | | 1 | 20 | 2 | | 4 | 3 | 26 | | 312 | | | | | | | 1 | 2 | | | 5 | 1 | | 1 | | | | | 5 | 25 | | | | |
| Limnephilus sp. | 5 | 22 | 1 | 2 | | | | | | 3 | | 11 | | | 2 | | | 3 | 3 | 4 | | | 7 | | | 1 | | | | | | | | | | |
| Athripsodes aterrimus | | 14 | 25 | 22 | | 2 | | | 2 | 1 | | 2 | | | | | | | 36 | 134 | | 4 | | | | | | | | | | 1 | 5 | 6 | | 40 |
| Phryganea sp. | | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Polycentropodidae | 1 | 17 | 4 | 10 | 4 | 71 | | 7 | | | | | | | | | | | | 2 | | 2 | 1 | 1 | | | | | | | 1 | 17 | | | | |
| Hydropsyche angustipennis | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | 11 | | | | | | 3 | | | | |
| Goeracheilus farbatulus | | | | | | | | | | | | | 5 | | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| Calopteryx-groep | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Halesus radiatus/digitatus | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ephemera danica | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | |
| Totaal aantal exemplaren | 121 | 124 | 51 | 44 | 80 | 161 | 54 | 2126 | 28 | 241 | 80 | 1012 | 238 | 87 | 56 | 25206 | 181 | 88 | 102 | 381 | 176 | 201 | 207 | 113 | 163 | 201 | 220 | 120 | 378 | 89 | 160 | 118 | 240 | 187 | 42 | 77 |
| Percentage exemplaren in de: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cristalis/Chironomus-groep | 5 | | 8 | | 58 | | 18 | 0.5 | 27 | | 74 | | 8 | | 12 | 100 | 99 | | | | 85 | 37 | 6 | | 44 | 36 | 91 | 10 | 96 | 29 | 82 | 52 | 86 | 37 | 59 | 38 |
| Hirudinea-groep | 88 | 43 | 20 | 20 | 6 | 44 | 70 | 99 | 17 | 6 | 18 | 49 | 88 | 87 | 25 | | 1 | 35 | 29 | 10 | 8 | 40 | 13 | 1 | 41 | 15 | 9 | 86 | 0.5 | 66 | 5 | 15 | 12 | 60 | 34 | 9 |
| Gammarus/Calopteryx-groep | 7 | 57 | 72 | 80 | 36 | 56 | 12 | 0.5 | 56 | 94 | 8 | 51 | 4 | 13 | 63 | | | 65 | 71 | 90 | 7 | 23 | 81 | 99 | 15 | 49 | | 4 | 3.5 | 5 | 13 | 56 | 2 | 3 | 7 | 53 |
| Kwaliteits-index (KIS) | 304 | 411 | 428 | 460 | 256 | 412 | 288 | 300 | 358 | 488 | 168 | 402 | 292 | 326 | 402 | 100 | 101 | 430 | 442 | 480 | 144 | 272 | 446 | 498 | 242 | 326 | 118 | 288 | 113 | 252 | 156 | 308 | 132 | 232 | 196 | 330 |
| Kwaliteitsklasse | III | IV | V | V | II | IV | III | III | IV | V | I | IV | III | III | IV | I | I | V | V | V | I | III | V | V | II | III | I | III | I | II | I | III | I | II | II | III |

Bijlage 5. Soortenlijst van de makrofauna per monsterpunt.

| Monsterpunt | Apeldoorns kanaal 1e pand | | Apeldoorns kanaal 1e pand | | Apeldoorns kanaal pand 4 | | Apeldoorns kanaal 5e pand Oost(West) | | Klaarbeek Epe | | Grift | | Dorpsche beek Vaassen | | Mijnlenseb eek | Dorpsche beek Epe | | Voorstonden-se beek | Voorster beek | | Andhuizerbeek | Bijsselse beek | Hierdense beek | | Schuitenbeek | | Laak | | Kleine Barneveldse beek | | Barnevelde beek | | Lunterse beek | | Lunterse beek | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A 2 a | | A 2 b | | A 6 | | A 8 | | A 13 | | B 6 | | B 7 | | B9 | B 10 | | C9 | C 17 | | F3 | F4 | F 12 | | G 10 | | G 19 | | H 20 | | H 21 | | K 3 | | K 9 | |
| Monstermethode | 3x MFN | KS | 1x MFN | KS | 3x MFN | KS | 3x MFN | KS | 3x MFN | KS | 3x MFN | KS | 2x MFN | KS | MFN | 3x MFN | KS | MFN | 3x MFN | KS | MFN | MFN | 1x MFN | KS | 2x MFN | KS | 3x MFN | KS | 3x MFN | KS | 3x MFN | KS | 3x MFN | KS | 1x MFN | KS |
| **Coelenterata** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hydra sp. | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Tricladida** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dugesia polychroa | | | | 2 | | 3 | | 1 | | | | | | | | | | | 2 | 5 | | | | | | | | 10 | | | | | | 1 | | 1 |
| Polycelis tenuis | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | 26 | 9 | | | | | | | | | | 3 | | | | | | |
| Dendrocoelum lacteum | | 2 | | 2 | | 1 | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bdellocephala punctata | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Oligochaeta** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tubificidae sp. | 5 | | 5 | | 50 | | 10 | | | | 50 | | 20 | | | 500 | | | | | 120 | 50 | | | 2 | 45 | 200 | 10 | 300 | 20 | 100 | 40 | 140 | | 25 | 30 |
| Lumbricidae sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Eiseniella tetraedra | | | | | | | (1) | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stylaria lacustris | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 28 | | 33 | | | | |
| **Hirudinea** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Herpobdella octoculata | | 2 | | | | | | | | 4 | 1 | 8 | 3 | 3 | | | | | 4 | 18 | 1 | | 12 | | 1 | 13 | 3 | 49 | 2 | 11 | 1 | 2 | 6 | 18 | 10 | |
| Herpobdella testacea | | 2 | | | | | | | | | | 3 | | | 3 | | | 1 | | | | | | 1 | | | | 5 | | 2 | | | | | 2 | |
| Glossiphonia complanata | | | | 2 | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | 1 | 6 | | | | | | | | 1 | | | 1 | | | 1 |
| Glossiphonia heteroclita | | | | | 1 | 3 | | 2 | | | | 1 | | | | | | | 1 | 5 | | | | | | | 4 | 16 | | 37 | | 2 | | | | 5 |
| Helobdella stagnalis | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 | | 87 | | 1 | | | | | 2 | | 11 | | 3 | 5 | 1 | 4 | | | | 1 | 1 | 25 | | 3 | 1 | 1 | | | 2 | |
| Hemiclepsis marginata | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | |
| Theromyzon tessulatum | | 2 | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 6 | | | | | | | | 3 |
| Piscicola geometra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | |
| **Crustacea** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Asellus aquaticus | 100 | 48 | 12 | 6 | | | 1 | 21 | 4 | 3 | 15 | 485 | | | 1 | | | | 1 | 9 | 4 | 11 | 2 | | | 3 | 10 | 3 | | 4 | 5 | | | | | 1 |
| Asellus meridianus | | 2 | | | 2 | 15 | | | | | | | | | | | | | 7 | | | | 1 | | | 1 | | | 1 | 3 | | | | | 1 | |
| Asellus coxalis | | | | | | | (1) | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gammarus pulex | | | 2 | | | | | | 10 | 190 | 3 | 185 | 1 | | | | | | | 2 | 10 | 20 | 60 | 15 | 4 | 70 | | | | | | 7 | | | | |
| Gammarus roeselii | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 25 | 200 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ostracoda sp. | | 10 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 50 | | | | | | | | 6 | | 5 | 5 | | | 10 | |

| Monsterpunt | A 2 a | | A 2 b | | A 6 | | A 8 | | A 13 | | B 6 | | B 7 | | B9 | B 10 | | C9 | C 17 | | F3 | F4 | F 12 | | G 10 | | G 19 | | H 20 | | H 21 | | K 3 | | K 9 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Monstermethode | 3x MFN | KS | 1x MFN | KS | 3x MFN | KS | 3x MFN | KS | 3x MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | MFN | KS | MFN | MFN | KS | MFN | MFN | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS |
| Diptera | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tanypodinae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Macropelopia | | | | | | 5 | | | | | | | 25 | 14 | 2 | | | | 20 | | 10 | 26 | 9 | | 8 | 2 | | | 3 | | 2 | 3 | 7 | 1 | | |
| cf.Conchapelopia | | | | | | | | | 1 | 6 | | | 2 | 40 | 2 | | 10 | 30 | | | 2 | | 1 | | 22 | 6 | 2 | | | | | | | | | |
| Procladius | | | | | | | | | 3 | | | | 1 | | | | | | | | 20 | | 1 | | 16 | 7 | 1 | | | | 1 | | | | | |
| Psectrotanypus varius | | | | | | | | | | | | | | | | 20 | | | | | 10 | | | | | 2 | | | 4 | | | | 1 | | | |
| Ablabesmyia longistyla | | | | | 3 | 7 | 2 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 3 | | | | |
| Ablabesmyia monilis | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Apsectrotanypus trifascip. | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tanypus kraatzi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | |
| Paramerina cingulata | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zavrelimyia sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Orthocladiinae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cricotopus sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 2 | 14 | 4 | 22 | | 7 | | |
| Cricotopus gr.silvestris | 3 | | 1 | | 1 | 2 | 20 | 200 | 20 | | | | | | | 20 | 1650 | 1 | | | | | 1 | | 2 | 6 | | | | | | | | | | |
| Cricotopus bicinctus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Orthocladius sp. | | | | | | | | | | 4 | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | | 2 | 18 | | | | | | | | | | |
| Prodiamesa olivacea | | | | | | | | | | | | | 180 | 19 | 10 | | | | | | 4 | 20 | 15 | | 36 | 3 | | | | | | | | | | |
| Odontomesa fulva | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | 2 | 3 | | 6 | | | | | | | | | | | |
| Brillia modesta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| Brillia longifurca | | | | | | | | | | | | | 2 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eukiefferiella | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| gr.discoloripes | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | | | | | | | 70 | 72 | 1 | | | | | | | | | | | |
| gr.brevicalcar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| glaripennis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 15 | | | | | | | | | | | | |
| Psectrocladius | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| gr.sordidellus | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Paracladius | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 50 | 46 | | | | | | | | | | | | | | |
| Coryoneura | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Metriocnemus | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Potthastia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tanytarsini | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tanytarsus | | | | | | | | | 4 | 1 | | | | | | | | | 4 | | 8 | 4 | 1 | | 20 | 17 | | | 2 | 3 | | 19 | | 6 | | |
| Micropsectra | | | | | | | | | | | | | | | 8 | | | | | | 2 | 4 | 3 | | | 1 | | | | | 1 | | | | | |
| Cladotanytarsus | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | 26 | 30 | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| Paratanytarsus | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | 3 | | 11 | | 1 | | |
| Chironomini | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chironomus sp. | 1 | | | | | | (1) | | 8 | | 10 | | | | 7 | 2000 | 6100 | | | | 10 | 24 | 12 | | 70 | 26 | | | 58 | 6 | 42 | 12 | 63 | 69 | 1 | |
| Glyptotendipes | 5 | | | | 1 | 58 | 40 | 2000 | | | | | | | | | 60 | | | | | | | | | 2 | | 4 | | | | 5 | 15 | 93 | | |
| Polypedilum nubeculosum | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | 1 | 1 | | 90 | 400 | | 10 | | |
| Polypedilum gr.sordens | | | | | 1 | 6 | | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| Dicrotendipes gr.nervosus | | | | | | 1 | 10 | 175 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | 87 | | 2 | | |
| Dicrotendipes gr.notatus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 13 | | | 1 | | 2 | | 1 | | 1 | |
| Endochironomus tendens | | | | | | | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| Endochironomus albipennis | | | | | 3 | 35 | 2 | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |

| | A2[a] | | A2[b] | | A6 | | A8 | | A13 | | B6 | | B7 | | B9 | | B10 | | C9 | | C17 | | F3 | | F4 | | F12 | | G10 | | G19 | | H20 | | H21 | | K3 | | K9 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3x | | 1x | | 3x | | 3x | | 3x | | 3x | | 2x | | | | 3x | | | | 3x | | | | | | 1x | | 2x | | 3x | | 3x | | 3x | | 3x | | 1x | |
| | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | | MFN | KS | MFN | | MFN | KS | MFN | | MFN | | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS | MFN | KS |
| Microtendipes chloris | | | | | 5 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 3 | | | | | 1 | | | | | 3 | | | 18 | 13 | | 2 | | |
| Microtendipes pedullus | | | | | | | | | | 4 | | | | | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cryptochironomus | | | | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 38 | | | | | | | | | | 1 | | | | 4 | | | |
| Demicryptochironomus | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| Parachironomus arcuatus | | | | | | | 20 | 14 | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | |
| Stictochironomus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 2 | | | | | |
| Paratendipes albimanus | | | | | | | | | | | | | | | 6 | | | | | | | | 34 | | 4 | | | | 6 | 17 | | | | | | | | | | |
| Paractadius camptolabis | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Phaenopsectra | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chironomidae poppen | | | | | | | 3 | 2 | | | | | | | | | | 55 | 10 | | 3 | | 4 | | | | | | 13 | 4 | 2 | | 4 | 5 | 4 | 17 | 5 | 101 | 1 | |
| Limnobiidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Limnophila sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | |
| Dicranota bimaculata | | | | | | | | | | | | | | | 15 | | | | | | | | | | 18 | | 5 | 3 | 11 | 13 | | | | | | | | | | |
| Tipulidae sp. | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | 3 | | | | | | | | | | | |
| Ptychopteridae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ptychoptera sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | |
| Simuliidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Simulium sp. larve | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 33 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| Simulium sp. pop | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8 | | | | | | | | | | | | |
| Psychodidae sp. | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 3 | | | | | | | | | | |
| Ceratopogonidae sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | | | | | 2 | | | | | | 5 | 23 | | | | | | | 1 | |
| Culicidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Culex sp. larve | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| Culex sp. pop | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | |
| Anopheles sp. pop | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Empididae sp. | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phagionidae sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Tabanidae sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Megaloptera | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sialis lutaria | 1 | | 1 | | | 1 | | | 4 | | | | | 2 | | | | | | | | | 66 | | 13 | | | | | | 1 | | | | | | | | | |
| Lepidoptera | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| larven | | | | | | 1 | (1) | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| Plecoptera | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nemoura cinerea | 1 | | | | | | | | | 7 | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sphaerarina sp. | | | 5 | | | | 5 | 1 | 2 | | | | | | 1 | | | | | | 10 | 4 | 27 | | 1 | | | | | | | 10 | | | | | | | | |

| | A2[a] | | A2[b] | | A6 | | A8 | | A13 | | B6 | | B7 | | B9 | | B10 | | C9 | | C17 | | F3 | F4 | F12 | | G10 | | G19 | | H20 | | H21 | | K3 | | K9 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MFN | 3x KS | MFN | 1x KS | MFN | 3x KS | MFN | 3x KS | MFN | 3x KS | MFN | 3x KS | MFN | 2x KS | MFN | MFN | 3x KS | MFN | MFN | 3x KS | MFN | MFN | MFN | MFN | 1x KS | MFN | 2x KS | MFN | 3x KS | MFN | 3x KS | MFN | 3x KS | MFN | 3x KS | MFN | 1x KS |
| **richoptera** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anabolia nervosa | 3 | 13 | | 1 | 20 | 2 | | 4 | 3 | 26 | | 312 | | | | | | | | | 1 | 2 | | | 5 | 1 | | 1 | | | | | 5 | 25 | | | | |
| Limnephilus rhombicus | | 12 | 1 | 1 | | | | | | | | 4 | | | | | | | | | | 1 | | | 2 | | | | | | | | | | | | | |
| Limnephilus lunatus | 5 | 10 | | 1 | | | (4) | | | 3 | | 7 | | | 2 | | | | 3 | | 3 | 3 | | | 5 | | | | | | | | | | | | 1 | |
| Halesus radiatus/digitatus | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Athripsodes aterrimus | | 14 | 25 | 22 | | 2 | | | 2 | 1 | | 2 | | | | | | | | | 36 | 134 | | 4 | | | | | | | | | | 1 | 5 | 6 | | 40 |
| Triaenodes bicolor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | |
| Oecetis lacustris | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | 2 | | 1 | | | |
| Mystacides longicornis | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| Ceraclea fulva | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Thryganea sp. | | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Molanna angustata | | | | 1 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Polycentropus irroratus | 1 | 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| Cyrnus flavidus | | | 3 | 10 | 4 | 59 | | 7 | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cyrnus insolutus | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cyrnus trimaculatus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Holocentropus picicornis | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 17 | | | | |
| Neureclepsis bimaculata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| Lenomus tenellus | | | | | | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hydropsyche angustipennis | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | | 11 | | | | | | 3 | | | | |
| **phemeroptera** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caenis horaria | | | 6 | | 3 | 7 | | | | | | | | | 2 | | | | | | 30 | 35 | | | | | | | | 1 | 3 | | 20 | 2 | | 1 | 1 | 2 |
| Caenis robusta | | | | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | 3 | | | | 3 | | | | |
| Caenis moesta | | | 4 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cloëon dipterum | | | | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 4 | 9 | 1 | 3 | | | | | |
| Baetis vernus | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 50 | | | | | 1 | 11 | | | 1 | | | | | | | | | | |
| Ephemera danica | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | |
| **eteroptera** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hydrometra stagnorum | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| Gerris lacustris | 1 | | | | 2 | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nepa rubra | | | 1 | | | | (1) | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Notonecta glauca | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sigara striata | | | | | | | (3) | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 2 | | | | 2 | 1 | | | | |
| Velia caprai | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | 5 | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | 1 | |
| Corixidae sp. larven | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | 3 | | | | 2 | | | 2 | | | | | | | | |
| **donata** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ischnura elegans | | | | | 1 | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 2 | | | | | | | | |
| Coenagrion puella/pulchellum | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pyrrhosoma nymphula | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lestes sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| Aeshna cyanea | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |

| | A2[a] | | A2[b] | | A6 | | A8 | | A13 | | B6 | | B7 | | B9 | B10 | | C9 | C17 | | F3 | F4 | F12 | | G10 | | G19 | | H20 | | H21 | | K3 | | K9 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MFN | 3x KS | MFN | 1x KS | MFN | 3x KS | MFN | 3x KS | MFN | 3x KS | MFN | KS | MFN | 3x KS | MFN | MFN | 3x KS | MFN | MFN | 3x KS | MFN | MFN | MFN | 1x KS | MFN | 2x KS | MFN | 3x KS | MFN | 3x KS | MFN | 3x KS | MFN | KS | MFN | 1x KS |
| Coleoptera | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Haliplus lineatocollis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | |
| Haliplus laminatus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8 | |
| Haliplus sp. imago | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 6 | 4 | | | | | | | | 3 | 1 | 3 | | | | | | |
| Haliplus sp. larve | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 5 | | | | | | | | | | | | | | |
| Agabus sturmi | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Agabus didymus | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Agabus sp. larve | | | | | | | | | | | | | | | | | | 6 | | | 1 | 4 | 1 | | 1 | | | | 1 | 1 | | | | 1 | | |
| Ilybius fuliginosus | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rhantus exoletus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | |
| Rhantus sp. larve | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 2 | | 1 | | 1 | | | |
| Colymbetes fuscus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | |
| Dityscus sp. larve | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Laccophilus hyalinus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| Laccophilus sp. larve | | | 1 | | | 1 | (12) | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hygrotus inaequalis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| Hygrotus versicolor | | | | | | | (2) | | | | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | 13 | 3 | | | | | | | | |
| Hygrotus sp. larve | | | | | | | (6) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hydroporus palustris | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hydroporus sp. larve | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 5 | | | | | | | |
| Graptodytes pictus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | | 2 | | | | | | | | 3 | | | | | | | |
| Hyphydrus ovatus | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 3 | | | | | | | | |
| Stictotarsus duodecimp. | 4 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | | | | 3 | | | | | 1 | 62 | | | | |
| Stictotarsus larve | | 1 | 1 | | | | | | 1 | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Potamonectes depressus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10 | 10 | | | | |
| Potamonectes sp. larve | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | 2 | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| Noterus clavicornis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Helophorus brevipalpis | | | | | | | (3) | | 4 | | | | | | | | | 1 | | | | 3 | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| Helophorus obscurus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| Helophorus minutus | 1 | | | | 2 | | (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | |
| Helophorus aquaticus | | | | | | | (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anacaena globulus | 1 | | | | | | (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | |
| Laccobius minutus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | 1 | |
| Laccobius sp. larve | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | |
| Hydrobius sp. larve | | | | | | | (2) | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hydrobius fuscipes larve | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | 3 | |
| Cercheus emarginatus l. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | |
| Cercyon sp. larve | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |

| | A2[a] | | A2[b] | | A6 | | A8 | | A13 | | B6 | | B7 | | B9 | | B10 | | C9 | | C17 | | F3 | | F4 | | F12 | | G10 | | G19 | | H20 | | H21 | | K3 | | K9 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MFN | 3x KS | MFN | 1x KS | MFN | 3x KS | MFN | 3x KS | MFN | 3x KS | MFN | 3x KS | MFN | 2x KS | MFN | | MFN | 3x KS | MFN | | MFN | 3x KS | MFN | | MFN | | MFN | 1x KS | MFN | 2x KS | MFN | 3x KS | MFN | 3x KS | MFN | 3x KS | MFN | 3x KS | MFN | 1x KS |
| Gastropoda | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acroloxus lacustris | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bithynia leachi | | | | | | 3 | (5) | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bithynia tentaculata | | | | | 1 | 7 | 1 | 13 | | | | | | | | | | | | | 20 | 30 | | | 2 | | | | | | 3 | 6 | 2 | 7 | | 1 | | | 4 | 4 |
| Lymnaea palustris | | | | | | | (1) | | | | | | | | | | | | | | | | 6 | | 3 | | | | 1 | 2 | 1 | | | | 1 | | | | | 1 |
| lymnaea peregra | 1 | | | | | | (10) | 3 | 2 | 2 | | | 5 | 4 | | | | | | | | | 36 | | 41 | | 2 | | | | 2 | 2 | | | | | | | 1 | 3 |
| Lymnaea stagnalis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | |
| Physa acuta | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | 11 | 11 | | | | | | | | |
| Physa fontinalis | 2 | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 5 | | | | | | | 1 | |
| Planorbarius corneus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | 12 | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | 1 |
| Planorbis albus | | | | | 1 | | (8) | | 2 | 6 | | | | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | 1 | 2 | | 2 | | 1 | | 5 | |
| Planorbis carinatus | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Planorbis contortus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Planorbis planorbis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | 2 | 6 | | 2 | | | | | | | | 2 | | | | 1 | | 3 | |
| Planorbis vortex | | | | | | | (12) | 1 | | | | | | | | | | | | | 6 | | | | 4 | | | | | | | | 2 | | 2 | | | | | |
| Potamopyrgus jenkinsi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | 13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Segmentina complanata | | | | | | | (2) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Valvata cristata | | | | | | | (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Valvata piscinalis | | | | | 1 | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 4 | 3 | 21 | | 56 | | | | | 2 | 16 | 1 | 5 | 5 | 10 | 20 | | | 10 | 26 |
| Bivalvia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sphaerium corneum | | | 2 | 1 | 1 | | (5) | | | | | | | | 2 | | | | | | 5 | | 1 | | 9 | | | | | | | | | | | | | | 2 | 8 |
| Sphaerium lacustre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pisidium sp. | | | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | 60 | | | | | | | | | | | | | | | 10 |
| Anodonta anatina | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Unio pictorum | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pisces | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gasterosteus aculeatus | | | | | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | |
| Pungitius pungitius | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Noemacheilus barbatulus | | | | | | | | | | | | | 5 | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anguila anguila | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Amphibia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Larve Rana sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7 | | | | | |
| Aantal individuen | 145 | 151 | 76 | 59 | 115 | 250 | 130 | 2650 | 81 | 260 | 80 | 1023 | 250 | 100 | 87 | | 2750 | 7900 | 147 | | 222 | 512 | 583 | | 558 | | 260 | 124 | 230 | 260 | 280 | 220 | 432 | 173 | 360 | 830 | 250 | 343 | 103 | 136 |
| Aantal taxa | 21 | 26 | 21 | 17 | 27 | 32 | 15 | 20 | 24 | 16 | 6 | 10 | 18 | 12 | 26 | | 5 | 8 | 26 | | 42 | 31 | 38 | | 46 | | 36 | 14 | 25 | 35 | 22 | 34 | 33 | 20 | 32 | 32 | 16 | 19 | 29 | 15 |
| Aantal soorten ged. | 19 | 24 | 19 | 16 | 25 | 29 | 11 | 22 | 21 | 16 | 3 | 10 | 14 | 9 | 24 | | 3 | 6 | 18 | | 39 | 28 | 31 | | 40 | | 33 | 11 | 19 | 32 | 18 | 29 | 25 | 15 | 26 | 27 | 11 | 15 | 22 | 13 |

Bijlage 6. Beekkarakterindex, diversiteit en associatie-indices

| | | A2[a] | A2[b] | A6 | A8 | A13 | B6 | B7 | B9 | B10 | C9 | C17 | F3 | F4 | F12 | G10 | G19 | H20 | H21 | K3 | K9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Beekkarakterindex | MFN | 299 | 319 | 318 | 207 | 280 | 314 | 389 | 360 | 299 | 429 | 338 | 305 | 355 | 458 | 357 | 299 | 296 | 299 | 292 | 284 |
| | KS | 354 | 314 | 313 | 204 | 417 | 394 | 398 | - | 279 | - | 373 | - | - | 497 | 368 | 258 | 317 | 341 | 249 | 292 |
| Diversiteit | MFN | 9.2 | 11.2 | 11.7 | 6.1 | 12.6 | 4.7 | 7.5 | 13.4 | 1.5 | 11.3 | 17.5 | 13.8 | 17.5 | 15.0 | 12.3 | 9.4 | 13.0 | 13.1 | 7.3 | 14.4 |
| | KSI | 7.4 | 9.5 | 10.5 | 5.1 | 4.3 | 3.1 | 5.1 | - | 2.2 | - | 10.7 | - | - | 4.8 | 9.8 | 9.8 | 7.4 | 8.4 | 7.6 | 6.5 |
| S/LogN | KSII | 9.8 | - | 8.1 | 3.3 | 7.2 | 3.7 | 5.6 | - | 1.5 | - | 8.3 | - | - | - | 12.5 | 11.5 | 8.9 | 10.0 | 5.7 | - |
| | KSIII | 8.2 | - | 8.1 | 4.7 | 6.0 | 3.8 | - | - | - | - | 9.1 | - | - | - | - | 10.1 | 10.5 | 10.7 | 4.7 | - |
| | KSI+II+III | 12.3 | - | 12.9 | 6.9 | 7.0 | 3.7 | 6.5 | - | 2.0 | - | 11.8 | - | - | - | 14.5 | 15.0 | 18.4 | 13.0 | 5.9 | - |
| Associatie- | MFN/ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| index | KSI+II+III | 43 | 32 | 56 | 53 | 39 | 50 | 39 | - | 33 | - | 55 | - | - | 36 | 33 | 35 | 35 | 54 | 32 | 38 |
| Sørensen | KSI+II | 52 | - | 39 | 42 | 64 | 89 | 55 | - | 73 | - | 63 | - | - | - | 35 | 53 | 73 | 75 | 74 | - |
| | KSI+III | 43 | - | 33 | 53 | 60 | 88 | - | - | - | - | 60 | - | - | - | - | 47 | 73 | 68 | 56 | - |
| | KSII+III | 55 | - | 53 | 50 | 77 | 78 | - | - | - | - | 60 | - | - | - | - | 55 | 75 | 64 | 64 | - |
| Associatie- | MFN/ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| index | KSI+II+III | 41 | 50 | 24 | 36 | 22 | 25 | 34 | - | 80 | - | 51 | - | - | 44 | 30 | 20 | 25 | 35 | 37 | 38 |
| Whittaker | KSI+II | 49 | | 32 | 18 | 62 | 88 | 71 | - | 75 | - | 69 | - | - | - | 40 | 40 | 75 | 82 | 87 | - |
| | KSI+III | 42 | | 35 | 68 | 63 | 92 | - | - | - | - | 79 | - | - | - | - | 47 | 49 | 86 | 81 | - |
| | KSII+III | 49 | | 35 | 12 | 82 | 79 | - | - | - | - | 60 | - | - | - | - | 55 | 61 | 81 | 73 | - |

BIJLAGE 7.

# zuiveringsschap veluwe

VELDRAPPORT BEKEN

| | |
|---|---|
| MONSTER NO. | |
| DATUM | |
| ONDERZOEKER | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| BEEK | | PUNT NO. | |
| PLAATS | | COORDINATEN - | KAARTBLAD |
| BREEDTE m | DIEPTE m | TEMPERATUUR °C | WATERNIVO ONDER MAAIVELD m |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| STROMING: | geen 0 | rustig 0 | turbulent 0 | zeer turbulent 0 |
| STROOMSNELHEID aan de oppervlakte cm/s | | | | |
| WATERAFVOER: | geen 0 | weinig 0 | normaal 0 | hoog 0 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| KLEUR : | niet opvallend 0 | opvallend: | | | VERVUILINGSINDICATIES: |
| GEUR : | niet opvallend 0 | chemisch 0 | afvalwater 0 | rotte eieren 0 | |
| SCHUIMVORMING: | geen 0 | zwak 0 | sterk 0 | incidenteel 0 | |

SUBSTRAAT: 1 = incidenteel 2 = weinig 3 = matig 4 = veel 5 = dominant

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Puin | | Grof zand | | Fijne detritus | | Waterplanten | | tegels/beton | |
| Stenen | | Fijn zand | | Grove detritus | | Draadwieren | | flessen | |
| Grof grind | | Klei | | Bladeren | | IJzeroker | | plastic zakken | |
| Fijn grind | | Modder | | Takken | | Zwarte onder grond | | 'antiek',blik | |

Anders:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| SUBSTRAATTOESTAND: | schoon 0 | met slib bedekt 0 | begroeid met algen 0 | slijmerig (bacteriën) 0 |
| Anders: | | | | |
| VESTIGING REMMENDE FACTOREN: | ijzeroker 0 | zandtransport 0 | slibtransport 0 | beklede bedding 0 |

| | |
|---|---|
| ONDERHOUD WATERLOOP: | ONDERHOUD OEVERS: |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GEOMORFOLOGIE: | Natuurlijk profiel 0 | Verwaarloosd normprofiel 0 | Normprofiel 0 | | | | |
| | Verloop: vrij meanderend 0 | recht met flauwe bochten 0 | kaarsrecht 0 | gestuwd 0 | | | |
| | Beschoeiing : wilgentenen 0 | azobématten 0 | beton 0 | tegels 0 | gobimatten 0 | paaltjes 0 | niet 0 |

| | | |
|---|---|---|
| WATERVEGETATIE: Emergent: (soorten + bedekkings % ) | Drijvend: | Submers: |

OEVERVEGETATIE:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| BESCHADUWING(gemiddeld) : | niet 0 | zwak 0 | middelmatig 0 | sterk 0 | volledig 0 | VERLOOP TRAJEKT: N W O Z |
| Door : | bomen 0 | struiken 0 | kruiden 0 | op Linkeroever 0 | op Rechteroever 0 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| BEMONSTERINGSMETHODE: | net 0 | happer 0 | hand 0 | verzameld 0 | stenen/takken afgezocht 0 | kunstmatig substraat 0 |

| | | |
|---|---|---|
| BEMONSTERD OPPERVLAK : (per substraat noteren) | aantal meters netmonster | aantal kicks 0.5 m aantal stenen aantal KS mandjes |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GESIGNALEERDE FAUNA: ( niet meegenomen aantallen : geteld of geschat) | Driedoorn | | Tiendoorn | | Bermpje | | | | |
| | Gammarus | | Asellus | | Simulium | | | | |
| | Baetis | | Tubifex | | Oligochaet. | | | | |
| | Hirudinea | | Chironomus | | Chir. | | | | |
| | Hydropsyche | | Ephemerop | | | | | | |
| | Haliplus | | Trich.koker | | | | | | |
| | Coleoptera | | Trich.naakt | | | | | | |

Ruimte voor profieltekening, bovenaanzicht substraatmozaiek ,bodemprofiel (steekbuis) en opmerkingen: