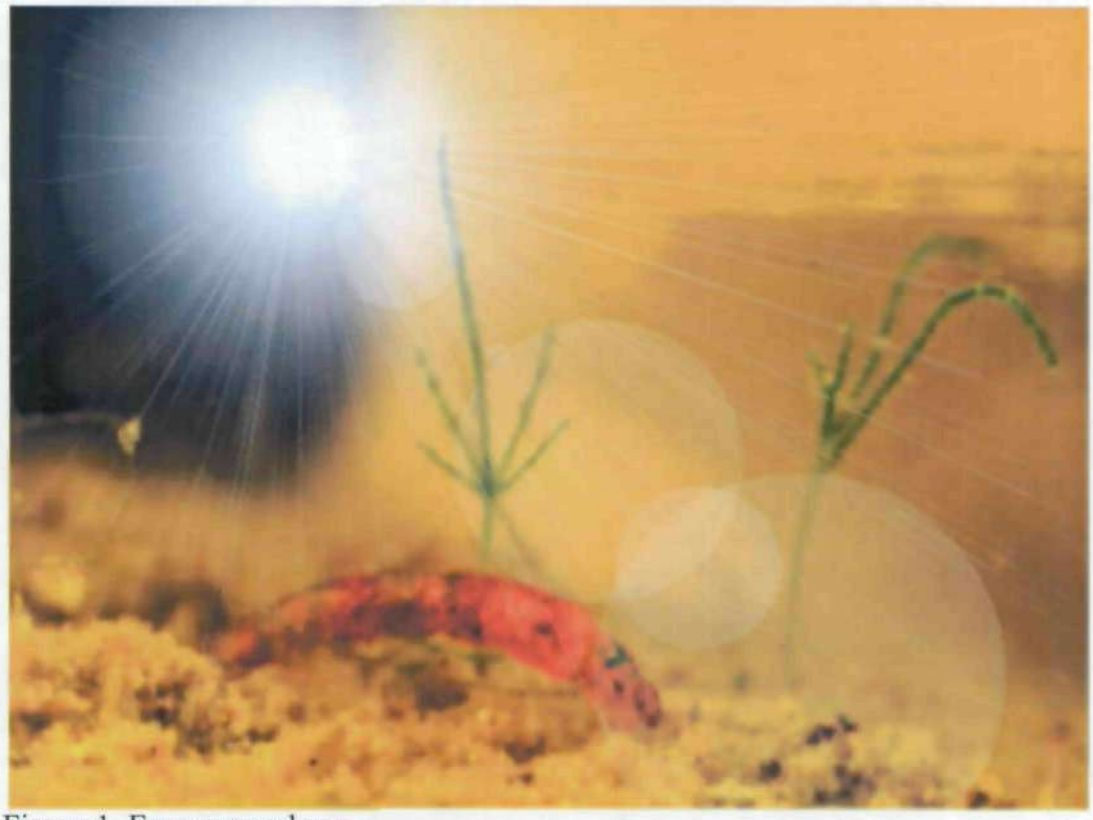
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Macrofauna en bodemverontreiniging in nevengeulen

Een model- en veldstudie



Figuur 1. Een muggenlarve

stageverslag
Auteur: Johan Bucher
RIZA werkdocumentnummer: 2003.098 X
Lelystad, mei 2003

Auteur: Johan Bucher

Macrofauna en bodemverontreiniging in nevengeulen

Een model- en veldstudie

Auteur: Johan Bucher
Stagebedrijf: RIZA
Stagebegeleidster: Marianne Greijdanus
Stageperiode: 02-09-'02 tot 02-06-'03
Opleiding: Mondriaan college
Afstudeerrichting: Botanie
Stagedocent: Nico Smeets

Samenvatting

In de ruim 80 jaar dat het RIZA, *Rijksinstituut Intergraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling* bestaat heeft het een lange vertrouwde carrière achter de rug. Het instituut kent vele projecten nationaal en internationaal met verscheidene streefbeelden. De eerste taak van het RIZA was om waterverontreiniging te bestrijden, door het stimuleren van aanleg van waterzuiveringsinstallaties. Rond 1940 zijn er 10 zuiveringsinstallaties, 20 jaar later zijn er al ruim 350 van. Vanaf 1965 houdt het RIZA zich met de verontreiniging van de oppervlaktewateren bezig en deze vorm van vervuiling wordt rond 1970 in een wettelijk kader gestoken. De Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren komt in de jaren '70 tot bloei, hierdoor neemt het RIZA erg in medewerkers toe. In 1986 vindt er een grote ramp plaats in de buurt van de stad Basel, waarbij grote hoeveelheden giftige stoffen in de rivier de Rijn terechtkomen. Als gevolg hiervan ging merendeel van het leven in de rivieren verloren. Uit dit alles werd de IRC (*Internationale Rijn Commissie*) opgericht met het streefbeeld: "De zalm in het jaar 2000 terug in de rivier de Rijn." De afdeling waar ik werkzaam ben is de afdeling ecologie en daar kijkt men met name naar de relaties tussen dieren/planten in het water en de omgeving (mate van vervuiling). Het onderzoek waarbij ik meeloop is het nevengeulproject. Dit project wordt niet alleen uitgevoerd door onze afdeling maar ook door andere afdelingen. Een nevengeul is een kleine aangelegde zijstroom van een rivier, die éénzijdig of tweezijdig verbonden met de rivier is. In deze geul is er op sommige plaatsen meer stroming en op andere plaatsen weer juist minder stroming. Hierdoor zijn er voor sommige dieren weer mogelijkheden om in onze rivieren te leven en te voortplanten. Er zijn 5 nevengeulen in Nederland en deze nevengeulen zijn een verrijking van de natuur. De dieren die in de nevengeulen leven worden over een bepaalde tijd bestudeerd, wat monitoring heet. Met meerdere jaren monitoring, is er een duidelijk beeld van de projecten te vormen. Macrofauna is een deel van levensgemeenschap in de nevengeul. Macrofauna betekent, de kleine ongewervelde diertjes die nog met het blote oog waarneembaar zijn. Hieronder vallen verschillende hoofdgroepen met organismen, zoals: wormen, muggen, tweekleppigen, kreeftachtigen, waterwantsen en libellenlarven. Specifieke soorten van de macrofauna zijn een indicatie dat het goed met een locatie in de nevengeul gaat. Elk voor- en najaar worden er op vastgestelde locaties in de Gamerense en Opijnense Waard monsters genomen. Zowel macrofauna monsters als chemische monsters worden genomen. De macrofauna wordt op het lab uitgezocht tot op hoofdgroep, wat ook wel uitzoekniveau wordt genoemd. Deze worden gedetermineerd en geteld. De chemische monsters worden geanalyseerd op verscheidene giftige stoffen. Om de werkingen van giftige stoffen op macrofauna in te kunnen berekenen is het programma OMEGA123 ontwikkeld. OMEGA123 is in staat om binnen drie stappen de bedreigende soorten macrofauna te kunnen berekenen. Dit programma is een modelprogramma waarvan er getoetst gaat worden of de modellen kloppen. In OMEGA123 worden de bedreigde macrofauna soorten weergeven met een PAF, *Potentieel Aangetaste Fractie*. Waarneer deze stijgt zullen de macrofauna soorten afnemen in het programma. Uit de resultaten van OMEGA123 komen bepaalde locaties naar voren. Op deze locaties is het mogelijk om de koppeling van OMEGA123 en de macrofauna soorten te maken. Hieruit blijkt dat de voorspelde bedreigingen of stijgingen van macrofauna soorten in het modelprogramma aardig overeen kwamen met de werkelijk genomen monsters. Over het algemeen gingen de bekeken locaties op macrofauna soorten vooruit. Er waren alleen een paar stijgingen of dalingen van de soorten die niet verklaard konden worden met de chemische gegevens. Toen het organisch stof gehalte, wat een maat voor voedsel is, werd mee genomen in de beredenering. Konden de niet verklaarde stijgingen of dalingen worden verklaard. Voedsel speelt een rol in de levensgemeenschap of bepaalde soorten op een locatie kunnen overleven. OMEGA123 kan dus worden gebruikt, met de kennis van het programma en de chemische gegevens, om de macrofauna soorten tot op zekere hoogte te voorspellen, maar alleen dit zal in combinatie zijn met de gegevens van het organisch stof gehalte.

Voorwoord

Deze scriptie is een onderdeel van mijn stage, die ik loop bij het RIZA te Lelystad. Het is een 9 maanden durende stage en is tevens het afrondend jaar, op het Mondriaan college te Delft. Het college is de opleiding waar ik dit jaar hoop ik te slagen voor mijn Midden kader functionaris laborant. Dit is een voltijd MBO opleiding die ik heb gevolgd onder niveau 4. In dit voorwoord wil ik graag Marianne Greijdanus en Johan Oosterbaan bedanken voor hun ondersteuning tijdens het schrijven van deze scriptie. Het onderzoek wat ik ging doen tijdens mijn stage, werd samen met de begeleiding bepaald. Ook wil ik het RIZA en met name de afdelingen Ecologie bedanken voor het verlenen van een geweldige stageplaats.

Inhoudsopgave

Samenvatting 3

Voorwoord 4

Inhoudsopgave 5

Inleiding 7

1. Bedrijfsinformatie 8

1.1 De geschiedenis 8
1.2 De afdeling ecologie 9
1.3 Het laboratorium 9
1.4 De labwerkzaamheden 9
1.5 De geïllustreerde werkzaamheden 10
1.6 Veldwerkzaamheden 11
1.7 Verspreiding werkzaamheden 11

2. Nevengeulen 12

2.1 De nevengeulen 12
2.2 Waar liggen de nevengeulen 13
2.3 Waarom nevengeulen 13
2.4 Niet alleen natuurverrijking 13
2.5 Wat is monitoring 14
2.6 Monitoring legt ontwikkelingen vast 14
2.7 Resultaten 4 jaar monitoring 14

3. Macrofauna 15

3.1 Wat is macrofauna ? 15
3.2 Nieuwkomers 15
3.3 Macrofauna komt tot bloei in de nevengeul 15
3.4 Macrofauna als indicator 15
3.5 Welke soorten als indicatoren 16

4. OMEGA 17

4.1 Het berekeningsprogramma OMEGA 123 17
4.2 Normen 17
4.3 Werken met OMEGA 123 18
4.4 Chemie gegevens invoeren 19
4.5 Metalen 19
4.6 PCB's en PAK's 19
4.7 Bestrijdingsmiddelen/gewasbeschermingsmiddelen 20
4.8 Samenvatting OMEGA 123 20

5. Resultaten OMEGA 21

5.1 Klasse normeringen met OMEGA123 21
5.2 Het linken van OMEGA123 aan de macrofauna gegevens 22
5.3 Locatie G19 over de bemonsteringsjaren heen 22
5.4 Locatie O5Z over de bemonsteringsjaren heen 28

Conclusie 35

Evaluatie 36

Bronvermelding 37

Begrippenlijst 38

Bijlagen 39

I Opijnen 39
II Organisatie schema RIZA 40
III Voorbeelden van macrofauna soorten 42
IV Resultaten van 3 getelde monsters 44
V Lijst met chemie gegevens 45
VI Overzicht van locaties en vervuiling aan de hand van OMEGA 46
VII Overzicht van locaties en vervuiling aan de hand van de chemie gegevens 47

Inleiding

Het stagebedrijf waar ik werkzaam ben is het RIZA, *Rijksinstituut voor Intergraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling*. Ik werk bij de afdeling WSE, *Water Systemen Ecologie*. Over de andere afdelingen is een organisatieschema in de *bijlagen* onder II te vinden. Het RIZA is voornamelijk een adviesbureau van de overheid en valt onder het ministerie van Verkeer en Waterstaat. Het onderzoek dat RIZA doet is, alles wat met zoet- en brakwater te maken heeft. De onderzoeksgebieden lopen ver uiteen, van bijvoorbeeld het IJsselmeer tot de rivier de Maas. Ook de onderzoeksthema's lopen ver uiteen zoals: hydrobiologie, morfologie, biologie, chemie, ecotoxicologie, oppervlaktewater, grondwater, zwevende stof, landinrichting en radioactiviteit. De afdeling Ecologie legt de relatie tussen het leven in het water en de graad van vervuiling.
Ook probeert het RIZA de oorspronkelijke delta en het leven daarin deels te herstellen door nevengeulen aan te leggen. *Wat zijn nevengeulen?* Dit zijn geulen die naast een rivier worden aangelegd, met als doelen: het verrijken van de natuurwaarde en meer ruimte voor de rivier. Een nevengeul is eenzijdig of tweezijdige verbonden met de rivier. Door een nevengeul wordt de kans van overstromingen kleiner, omdat de rivier minder wordt belast door het stromende water. De hoofdafdeling Inrichting & Herstel leidt dit project nevengeulen, de afdeling Ecologie voert projecten uit in dit hoofdproject. De nevengeulen bieden voor tal van organismen een grotere kans van overleven. Een kans om meer verschillende soorten van leven, grotere diversiteit, in de rivier te krijgen wordt groter. Macrofauna betekent letterlijk "de ongewervelde dieren die nog met het oog waarneembaar zijn". Het zijn dieren die in een aquatisch milieu een belangrijke schakel in de voedselketen vormen. Ook is bewezen dat de macrofauna een zelfreinigende vermogen voor het water kan hebben. Er bestaan verschillende hoofdgroepen macrofauna, zoals: slakken, kreeftachtigen, tweekleppigen, wormen, kevers en muggen. Deze groepen zijn onderverdeeld in soorten organismen. Door aanleg van de nevengeulen zijn er al enkele soorten weer teruggevonden in de rivier de Waal. Dit komt omdat de nevengeulen een uitkomst bieden voor de gevoelige soorten macrofauna. Deze soorten stellen veel eisen aan hun habitat, bijvoorbeeld ondiep, langzaam stromend, snelstromend of een hoog organisch gehalte in sediment. De nevengeulen hebben een grote diversiteit aan habitats, dit is ook te merken de laatste jaren is de Rivierrombout weer gesignaleerd. En is zelfs in één van de monsters gevonden. Dit is goed nieuws voor het project nevengeulen, hieruit blijkt dat de macrofauna in de nevengeulen een steentje bijdragen aan de verrijking van de natuurwaarde.
OMEGA 123 is een kwaliteitsbeoordelingprogramma en maakt gebruik van Excel. OMEGA 123 staat voor Optimal Modeling EcotoxicoloGical Assessment. Met dit programma is het mogelijk om de ecologische toestand van een specifieke locatie te bepalen. Dit gebeurt aan de hand van klasse indelingen, waarbij klasse 0 een niet vervuilde locatie is en klasse 4 een zwaar vervuilde locaties is. Er wordt niet alleen met een klasse normering gewerkt, maar ook met een kleurindeling. Ook wordt aangegeven hoeveel procent van de soorten is bedreigd, dit wordt ook wel de PAF genoemd. PAF staat voor Potentieel Aangetaste Fractie.
Bij een PAF van 5% spreekt men van de MTR, de Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau, er is dan 5% van de soorten bedreigd. De ER, Ernstig Risiconiveau, wordt 50% van de soorten bedreigd en spreekt men al van een zware vervuiling. Er bestaat ook de VR en deze staat voor Verwaarloosbaar Risiconiveau, hierbij is de PAF 0%. OMEGA is een modelberekening en blijft een in theorie onderbouwd programma.
Resultaten OMEGA 123 zijn gebundeld door Joost en mij tot één groot overzicht dat in de bijlagen onder VI staat. Dit overzicht bevat alle locaties uit de nevengeul in Gameren waar de resultaten bekend van waren, het overzicht zijn de jaren '98 tot '02 gebundeld.
Mijn hoofdonderzoek gaat over de nevengeulen en daar in levende macrofauna, wat letterlijk "ongewervelde bodemdiertjes die met het blote oog waarneembaar zijn" betekent.

1. Bedrijfsinformatie

1.1 De geschiedenis

Het RIZA bestaat al ruim 80 jaar en heeft al een lange, vertrouwde carrière achter de rug. Het begon allemaal in *1920* toen de toenmalige minister van Landbouw en Nijverheid ir. H.A. van IJsselstein initiatief nam voor de oprichting van het Instituut voor Zuivering van Afvalwater in Den Haag. Ir. H.J.N.H. Kessener krijgt de leiding over dit instituut en de negen medewerkers. De taak luidt: "de waterverontreiniging te bestrijden en te voorkomen en wel door het verrichten van onderzoekingen zowel aan het instituut zelf als aan proefinstallaties elders." *Doelgroep RIZA, 1998, 75 Jaar RIZA*. Het instituut raadt de overheid en andere belangstellende aan om waterzuiverings- installaties in Nederland te plaatsen om mogelijk tyfus en cholera epidemieën te voorkomen. Bij de tramremise in Rijswijk wordt er als eerste in Nederland een zuiveringsinstallatie geplaatst. Hierna volgt een lange weg van het overtuigen van de gemeentes over de werking van deze installaties. Rond *1940* worden er 10 installaties bijgebouwd voor legerkazernes. In *1950*, na de stilstand van de werkzaamheden door de tweede wereld oorlog, zijn er 60 zuiveringsinstallaties totaal in Nederland. Er komen steeds meer zuiveringsinstallaties, rond *1965* zijn er in ons land ruim 350 van. Na *1965* gaat het RIZA zich meer bezighouden met het milieu, met name de oppervlakte water. Er wordt in *1970* de *Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren* (WVO) ingevoerd. Artikel 32 van de WVO geeft de taak van het RIZA een wettelijk kader. Dankzij de WVO groeit het RIZA in het aantal personeelsleden, daarom wordt het instituut in *1975* verplaatst naar Lelystad, de huidige locatie. Rond deze tijd neemt het RIZA twee drijvende meetstations in gebruik om in Lobith en in Eysden de waterkwaliteit in de gaten te houden. Ook benedenstrooms komen voorzieningen om alarm te slaan, net als in Lobith en Eysden. In de jaren *'80* komt er onder meer een onderzoek naar vervuiling van oppervlakte wateren met zware metalen en microverontreiniging. Verder ontstaat er in *1986* een brand bij het chemieconcern Sandoz in Basel waarbij er giftige stoffen en blusstoffen in de rivier de Rijn terechtkomen. Door deze lozing ging al het leven in de Rijn dood. Hierdoor werd de aandacht van de regeringen van de betrokken landen getrokken. De ecologie van de rivieren stond in de schijnwerpers, kort hierna wordt de IRC *Internationaal Rijn Commissie* opgericht. Het streefbeeld van de commissie is, om de zalm weer terug in de rivier te krijgen en de rivier moet weer gezond en levendig zijn in het jaar 2000. *Projectgroep "Duurzame ontwikkeling", 2001, Rijn 2020*. Vanaf de jaren '90 zijn er verschillende onderzoeken geweest op de afdeling Ecologie, vaak in samenwerking met de afdeling IH *Inrichting en Herst*el. Voorbeelden van deze onderzoeken zijn de Nevengeulen projecten zoals: Opijnen, Duursche Waarden, de Stifste Waarden en Gameren.
Mijn stage onderzoek zal over deze nevengeulen gaan en de daarin levende macrofauna

1.2 De afdeling ecologie

Deze afdeling telt 24 vaste krachten, 8 tijdelijke krachten en 3 stagiaires een relatief grote afdeling in vergelijking met de andere afdelingen onder de hoofdafdeling *Water Systemen*. Onze afdeling kijkt naar met name de relaties tussen dieren/planten in het water en de omgeving (mate van vervuiling). De onderzoeken die worden gedaan richten zich op: vissen, vogels, zoöplankton, diatomeeën en macrofauna. Tevens wordt er ook naar de waterplanten en oeverplanten gekeken. Het onderzoek naar deze flora en fauna is cruciaal voor de rivieren en meren, hoe hoger de soortendiversiteit hoe beter het met de wateren gaat. *Het uiteindelijke doel van onze afdeling is het verkrijgen van een zo goed mogelijk ecologische toestand in de rivieren en meren van Nederland*

1.3 Het laboratorium

Bij de afdeling hoort een laboratorium met bepaalde richtlijnen. Er wordt gelet op veiligheid. Op dit laboratorium zijn Joost en ik 12 uur per week werkzaam. Bij deze werkzaamheden horen voornamelijk de handelingen zoals hieronder beschreven is. Er wordt naast het laboratorium ook gebruik gemaakt van een eigen spoelkeuken waar het zeefwerk wordt verricht.

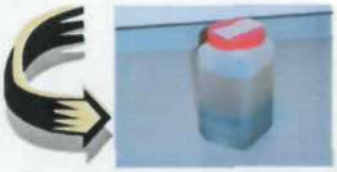
1.4 De labwerkzaamheden

Het werk dat ik voornamelijk doe, is het uitzoeken van macrofauna monsters. Deze monsters zijn afkomstig van de nevengeul uit Gameren en worden genomen op vaste monsterpunten met vaste coördinaten. Deze punten zijn zodanig gekozen dat alle soorten habitat bemonsterd kunnen worden. Er zijn verschillende soorten habitat: slib, zand, organisch materiaal, planten, stenen en hout. Wanneer deze monsters genomen zijn worden ze gezeefd, opgenomen in alcohol en in plastic potten gedaan. Deze worden vervolgens op het lab bij het RIZA uitgezocht of uitbesteed aan een adviesbureau, die vervolgens de monsters zal uitzoeken en op soort determineren

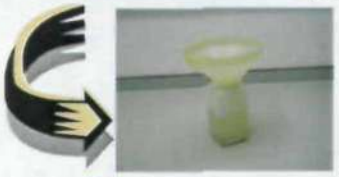
De manier van monsters uitzoeken

Werkwijze: Alcohol wordt gescheiden van het monster door een fijne zeef te gebruiken en de alcohol wordt apart ingezameld.
Het monster wordt overgebracht op een grovere zeef en hierdoor het zand, slib en klei grotendeels weggespoeld worden.
Kleine porties van het monster worden in plastic, doorzichtige schaaltje gebracht met een vaste indeling. De schaaltjes hebben 24 ondiepe vakken
Deze monsters worden bekeken onder de binoculair en uitgezocht op onder andere de hoofdgroepen van de wormen, muggen(larven), slakken, haften en kokerjuffers.
Deze macrofauna wordt gescheiden verzameld in kleinere potjes en worden goed gelabeld.
Per hoofdgroep worden alle dieren verzameld tot het bakje waarin het 100^{e} exemplaar aangetroffen wordt. Dit bakje wordt nog geheel uitgezocht, daarna worden de exemplaren van deze hoofdgroep alleen geteld en niet verzameld.
De resten van het monster worden weer samengevoegd in een pot en opgenomen in alcohol, daarna gat de pot het archief in

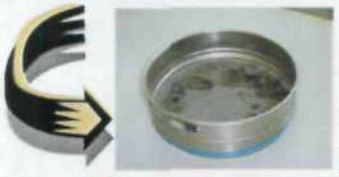
1.5 De geïllustreerde werkwijze



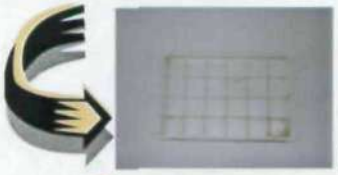
De monsterpot gevuld met monster en alcohol



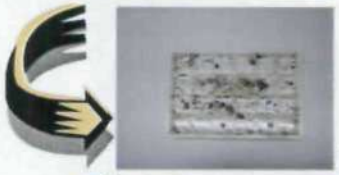
De alcohol wordt van het monster gescheiden



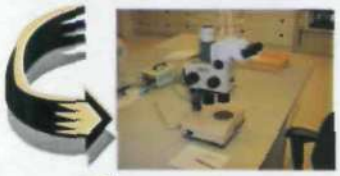
Het monster wordt gezeefd



Een leeg 24 vakken bakje om te tellen



Een vol bakje met 24 gevulde vakken



De binoculair voor het uitzoeken

De telmachine en de potjes met soorten macrofauna

Er zijn nog andere werkzaamheden zoals: het bijwonen van lezingen en vergaderingen, rapportages van vorige projecten doorlezen en meelopen bij andere projecten. De laatst genoemde is nog niet uitgevoerd, maar staat al wel gepland. Enkele voorbeelden hiervan zijn: een dagje meelopen met het RDIJ, *Rijks Dienst IJsselmeerpolders* voor enkele natuurkundige proeven en meelopen met de afdeling WSC, *Water Systemen Chemie*, om onderzoek te doen aan grondmonsters met de $CaCl_2$ methode. Deze proeven zijn ook uitgevoerd tijdens 3^e jaar van onze school.

1.7 Veldwerkzaamheden

De najaarbemonstering vindt plaats in de maand oktober en is erg belangrijk om een overkoepelend beeld te krijgen welke soorten voorkomen in de nevengeulen in vergelijking met de rivier zelf. De eerste dag bemonsteren hebben we verschillende monsterplaatsen met vaste coördinaten bemonsterd in Gameren en Opijnen. Hierbij maakten we gebruik van een Eckmann-happer, dit is een vierkante doos met twee onder spanning gebrachte schuiven. Deze wordt naar de bodem van de monsterplek gebracht en onderwater op de bodem dichtgedaan, hierdoor wordt een hoeveelheid monster genomen. Een andere methode is met het handnet 5 keer een meter te bemonsteren, dit gebeurt wegens de waterplanten die de Eckmann-happer kan hinderen. Het handnet wordt zigzaggend door het water en de vegetatie getrokken. Het verkregen monster wordt vervolgens grof gezeefd en in potten gedaan en gelabeld. De eerste dag hebben Joost, mijn stagebegeleidster Marianne Greijdanus en ik alle monsterpunten te voet gedaan.
De tweede dag bemonsteren zijn we alleen in Opijnen geweest en hebben we ook de Eckmann-happer gebruikt, alleen deze keer hebben we vanaf een roeiboot gewerkt. In de nevengeul was de stroming erg groot en hebben we gebruik gemaakt van touwen vanaf de kant, om de boot in positie te houden.

Figuur 2. Het harde leven van veldwerkzaamheden

1.8 Verspreiding werkzaamheden

Bij het RIZA zijn er veel verschillende werkzaamheden, voor MBO stagiaires wordt er goed gedacht aan afwissellende werkzaamheden met b.v. veldwerk en kantoorwerk. Er wordt niet geacht een volle dag achter een microscoop te zitten, vanwege het inspannende werk. Ook de geregelde veldwerkwerkzaamheden zorgen voor een goede afwisseling in het werk. Er wordt genoeg tijd gegeven om aan de verslaggeving te werken, zoals deze.

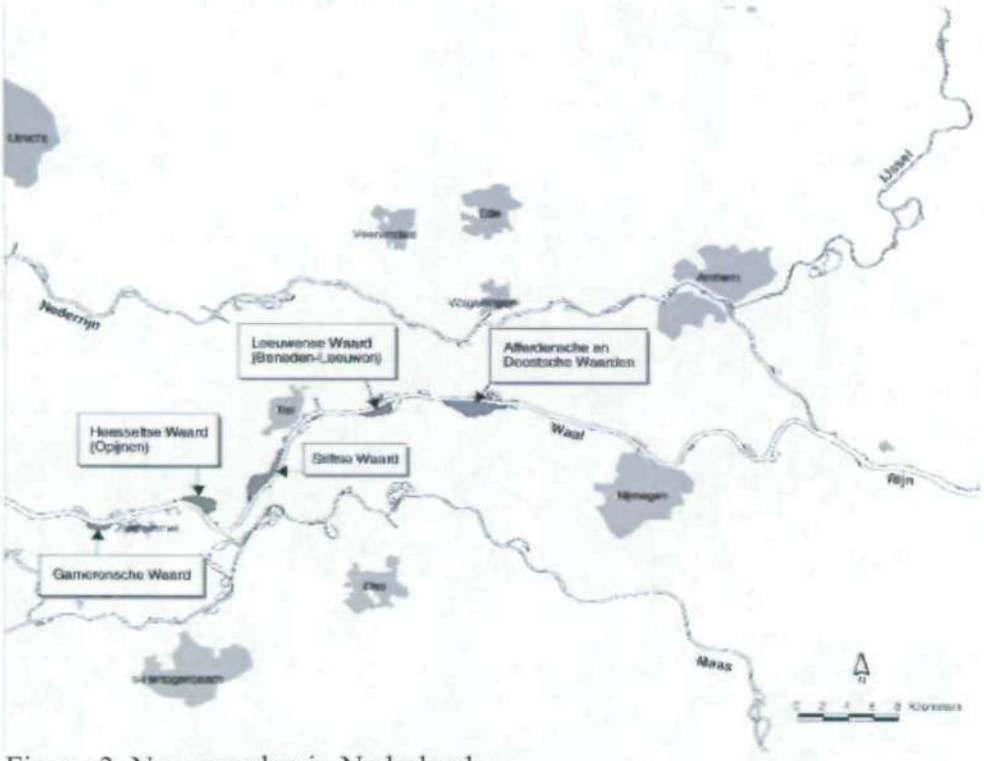
2. *Nevengeulen*

2.1 De nevengeulen

Rivieren in Nederland zijn ingedamd en gekanaliseerd, sinds 1800 wordt dit gedaan voor de scheepvaart. Door de kanalisering en indamming kunnen er overstromingen ontstaan. De rivieren waren er biologisch slecht aan toe, naar aanleiding hiervan ontstond er in de jaren '90 het idee om kleine zijstroompjes naast de grote rivieren te graven, de nevengeulen. Zie figuur 4. Het doel van deze nevengeulen is: de verrijking van de natuurwaarde en meer ruimte voor de rivieren. Een nevengeul is eenzijdig of tweezijdig met de rivier verbonden. De hoeveelheid water kan zo verdeeld worden over een groter gebied en is er meer plek voor dieren/planten die alleen in gebieden kunnen leven waar minder of juist meer stroming plaats vindt. De nevengeulen hebben ook veel betekenis in het totaalbeeld, door de diversiteit aan habitats en soorten neemt de natuurwaarde toe.

2.2 Waar liggen de nevengeulen?

De meeste nevengeulen in Nederland liggen aan de rivier de Waal. Zie figuur 3 Er zijn vijf nevengeulen langs de Waal, drie daarvan in de Gamerense waard één bij Beneden-Leeuwen en één in de Heesselsche waarden bij Opijnen. Elke nevengeul is weer anders, er bestaat niet echt een vast ontwerp voor deze zijstromen van de rivier. Er bestaat nog geen blauwdruk voor deze nevengeulen, omdat er nog veel experimenten lopen op de ontwikkeling van de nevengeulen. Er wordt nu eerst gekeken welke soort nevelgeul het beste functioneert. (*Buijse, 2002)*



Figuur 3. Nevengeulen in Nederland

2.3 Waarom nevengeulen?

Door de nevengeulen in Nederland neemt de natuurwaarde toe. Uit onderzoek van het *RIZA*, is gebleken dat vijf soorten vis in Waal weer terug zijn als gevolg van de nevengeulen. In het artikel "Nevengeul is een prima kraamkamer" (*Buijse, 2002*) blijkt dat de ondiepe stromen een prima paai en opgroei gebied is. In de meeste nevengeulen zijn de oevers afgekalfd waardoor de wortels van omliggende wilgen in het water steken, dit bied tal van mogelijkheden voor de macrofauna. De diversiteit aan soorten is op deze organische locaties groot. Meer en deel worden gedomineerd door de muggen(larven). Ook de ondiepe zandbanken met grof zand zijn voor bepaalde soorten macrofauna van belang. Op dit soort banken komen populaties borstelwormen en kreeftachtigen voor. De Aziatische korfmossel, Corbicula fluminea, ligt hier als kolonies bij elkaar en komt in grote aantallen voor en is daarmee dominant aanwezig.

2.4 Niet alleen natuurverrijking

De nevengeulen zijn niet alleen aangelegd voor de verrijking van de natuur. Een grote bijkomstigheid is dat er nog meer water kan worden afgevoerd. Het water wordt ook over een groter oppervlak verspreid (*Middelkoop*, 2000). De rivier wordt minder belast door de grote hoeveelheden water, die er per seconde doorheen stroomt. De hoofdafdeling Inrichting en Herstel leidt het projectnevengeulen, allerlei deelprojecten zitten in dit hoofdproject. De afdeling Ecologie heeft zelf meerdere deelprojecten lopen in de nevengeulen, zoals macrofauna en ecotoxicologie. *Mijn opdracht is om te onderzoeken of er een verband is tussen de macrofauna en de bodemchemie (ecotoxicologie).*

Figuur 4. Nevengeul de Gamerense Waard

2.5 Wat is Monitoring ?

Monitoring is over een grote periode een specifiek gebied te bestuderen. Waarbij tal van gegevens en informatie wordt ontwikkeld. Deze monitoring is de beslissingsondersteunende informatie voor verscheidene nota's die landelijk worden gehanteerd. Elk jaar is er een uitgave van een document, die ook wel tussenrapportages worden genoemd. Er zijn ook documenten die meerdere jaren rapportage bevatten. Een voorbeeld is: Monitoring Nevengeulen 1998-2003. Er wordt over meerdere jaren gekeken naar de beweging en verandering van gemeten parameters.

2.6 Monitoring legt ontwikkelingen vast

In de nevengeulen zijn er verscheidene onderzoeken gedaan aan de hand van monitoring. Een voorbeeld hiervan is morfologie, dat over meerdere jaren kijkt hoe de verplaatsingen van zand in de nevengeul is. Niet elke nevengeul stroomt 365 dagen per jaar mee met de rivier. Gameren heeft 3 nevengeulen deze stromen respectievelijk: 365 dagen, 200 dagen en 100 dagen per jaar mee. Dit komt omdat er in twee nevengeulen een drempel is geplaatst, waardoor het water van de rivier bij lage waterstanden de nevengeul niet in kan. Een ander voorbeeld is monitoring van de vegetatie in de nevengeulen. De oevervegetatie heeft een hele andere betekenis dan de waterplanten. Specifieke waterplanten geven aan dat het water er biologisch redelijk tot goed aan toe is. De macrofauna is vanaf het na het aanleggen van de nevengeulen gevolgd op ontwikkeling.

2.7 Resultaten 4 jaar monitoring nevengeulen

Na vier jaar monitoring zijn alle gegevens gebundeld tot een groot rapport, *(Jans et al, 2002).* Hieruit blijkt dat de nevengeulen zich morfologisch beter in stand hebben gehouden, dan is berekend. Er is wel zand en grind uitwisseling geweest, maar de ingebouwde drempels hebben zich goed gehouden de tijden van meestromen of niet meestromen kwamen goed overeen met berekende tijden. Uit het stuk macrofauna blijkt er een grote diversiteit aan soorten voor te komen in de nevengeul. Onder andere zijn er weer specifieke libellen gesignaleerd en gevonden in macrofauna monsters. Haften en Wantsen zijn ook teruggevonden in de monsters, deze macrofauna soorten zijn allebei een goede indicatie van een redelijke ecologische toestand. Deze twee macrofauna soorten hebben een specifiek habitat nodig, er moet voldoende voedsel aanwezig zijn en het moet zuurstof rijk water zijn. Ze worden in de rivier de waal slechts zelden aangetroffen.

3. Macrofauna

3.1 Wat is macrofauna?

Macrofauna betekent letterlijk "de ongewervelde dieren die nog met het oog waarneembaar zijn". Het zijn dieren die in een aquatisch milieu een belangrijke schakel in de voedselketen vormen. Ook is bewezen dat de macrofauna een zelfreinigende vermogen voor het water kan hebben. Er bestaan verschillende hoofdgroepen macrofauna, zoals: slakken, kreeftachtigen, tweekleppigen, wormen, kevers en muggen. Deze groepen zijn onderverdeeld in soorten organismen. *Zie Bijlage III.*

3.2 Nieuwkomers

De laatste jaren zijn er veel nieuwe soorten macrofauna bij gekomen, enkele voorbeelden hiervan zijn: Kaspische slijkgarnaal en de Aziatische korfmossel. Zie figuur 5 & 6. Deze soorten zijn door de langzaam stijgende temperaturen en hogere concentraties chloride in het water aangetrokken tot de Nederlandse wateren (Noordhuis, *1992).* Doordat de rivieren in Nederland drastisch zijn veranderd de laatste eeuwen is de macrofauna ook verandert. De nieuwe soorten zijn meestal dominant op locaties langs de rivieren.

Figuur 5. Aziatische Korfmossel

Figuur 6. Kaspische Slijkgarnaal

3.3 Macrofauna komt tot bloei in nevengeul

Door aanleg van de nevengeulen zijn er al enkele soorten, die verdwenen waren, weer teruggevonden in de rivier de Waal. Dit komt omdat de nevengeulen een uitkomst bieden voor de gevoelige soorten macrofauna. Deze soorten stellen veel eisen aan hun habitat, bijvoorbeeld ondiep, langzaam stromend, snel stromend of een hoog organisch gehalte in sediment. De nevengeulen hebben een grote diversiteit aan habitats, dit is ook te merken de laatste jaren is de Rivierrombout weer gesignaleerd. En is zelfs in één van de monsters gevonden. Dit is goed nieuws voor het project nevengeulen, hieruit blijkt dat de nevengeulen een steentje bijdragen aan verhoging van de natuurwaarde. De diversiteit aan macrofauna in nevengeulen is hoger dan in de rivier de Rijn

3.4 Macrofauna als indicator

Chemische gegevens zijn als indicator betrouwbaar en bruikbaar. Er wordt gekeken of de toplaag sediment moet worden verwijderd. Dit gebeurt naar aanleiding van vervuiling, maar wordt pas uitgevoerd na vaststelling van zware vervuiling van het sediment. Hier gaat men er vanuit dat het sediment klasse 4 geschaald is. De chemie gegevens worden door tal van projecten gebruikt en voor verschillende doeleinden. Op het onderzoek naar macrofauna worden de chemie gegevens verwerkt in een berekeningsprogramma wat aangeeft hoe de verschillende soorten reageren.

3.4 Macrofauna als indicator (vervolg)

Deze programma's zijn in verdere ontwikkeling, een voorbeeld is OMEGA 123 dat aan de hand van chemie gegevens een percentage bedreigde fractie berekend. In hoofdstuk 4 wordt dit programma verder uitgelicht. Het is nog niet mogelijk om direct door macrofauna soorten in te vullen in een lijst, de soort vervuiling te berekenen/bepalen. De kennis nog niet aanwezig, om dit te bereken of te interpreteren. De macrofauna soorten blijken zich wel wat aan te trekken van de vervuiling, maar kunnen op enkele locaties ondanks de voorspelde vervuiling toch leven. Er wordt aangenomen dat niet alle giftige stoffen opneembaar zijn voor de organismen in het water. Van zink is het bekend dat het terrestrisch veel meer schade kan aanrichten, dan aquatisch. Als er genoeg voedsel en bescherming op een locatie aanwezig is, kan dit ondanks vervuiling toch leiden tot een grote diversiteit aan macrofauna.

3.5 Welke soorten als indicatoren

Er is bekend dat er sommige soorten macrofauna specifieke habitats en milieuomstandigheden vereisen. Een goed voorbeeld van een soort die door aanlegging van een nevengeul gesignaleerd is, is de *Limnius*. Deze waterkever behoort tot de Elmidae en ontrekt zijn zuurstof uit het water, waardoor ze erg gevoelig zijn voor organische verontreiniging. De voorgaande eeuwen was deze waterkever een veelvoorkomend soort in de rivier de Rijn. Deze kever is aangetroffen als larve bij de uitstroomopening van de Westgeul in de Gamerense Waard. Een ander voorbeeld van een macrofauna soort, dat bekent staat als een bewoner van de schonere rivieren en beken, is de kokerjuffer *Ahtrypsodes cinereus*. Er is 1 exemplaar aangetroffen in de nevengeul in de Gamerense Waard op de locaties O5ZHN. Een kokerjuffer is een larve van een schietmot. De larve leeft in een zelfgemaakte koker die om hun onderste deel van het lichaam zit. Veel insecten leven tijdens hun larve stadium in het water, hierbij gaat het met name om de vliegende insecten, zoals: muggen, schietmotten en libellen. Als laatste voorbeeld is de rivier rombout *Gomphus flavispes*. Deze libellen soort is de laatste jaren weer gesignaleerd in de Waal er is 1 exemplaar aangetroffen en op de locatie G6 Zuid in de Gamerense Waard. Deze macrofauna soorten geven goed weer, hoe de nevengeulen bijdragen aan ontwikkeling van een beter aquatisch ecosysteem. Voor enkele resultaten van uitgezochte monsters zie *bijlage VI*.

4. OMEGA 123

4.1 Het berekeningsprogramma OMEGA 123

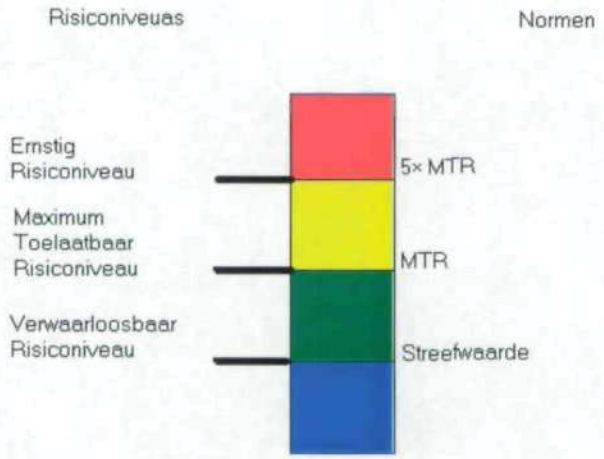
OMEGA 123 is een berekeningsprogramma dat in Excel werkt. De naam OMEGA staat voor Optimal Modeling for EcotoxicoloGical Assessment. Om even uit de vaktermen te stappen betekent dit concreet: volgens een model inschatten hoe de verschillende soorten, zoals macrofauna, met de giftige stoffen omgaan.
De 123 staan voor de drie stappen:

1. Toetsing aan de normen
2. Berekening van de fractie bedreigde soorten
3. Identificatie van de meest bedreigde soortgroepen

Met OMEGA 123 is het mogelijk om stapsgewijs de effecten van toxische stoffen op planten en dieren in te schatten (*Durand-Huiting, 2001*).

4.2 Normen

De normen zijn afkomstig uit de Vierde Nota Waterhuishouding. Deze normen geven de risiconiveaus voor de verschillende populaties organismen. Uit het figuur 7, Risiconiveaus tegen normen blijkt een vastgesteld verband tussen de risiconiveaus en normen voor water en sediment.

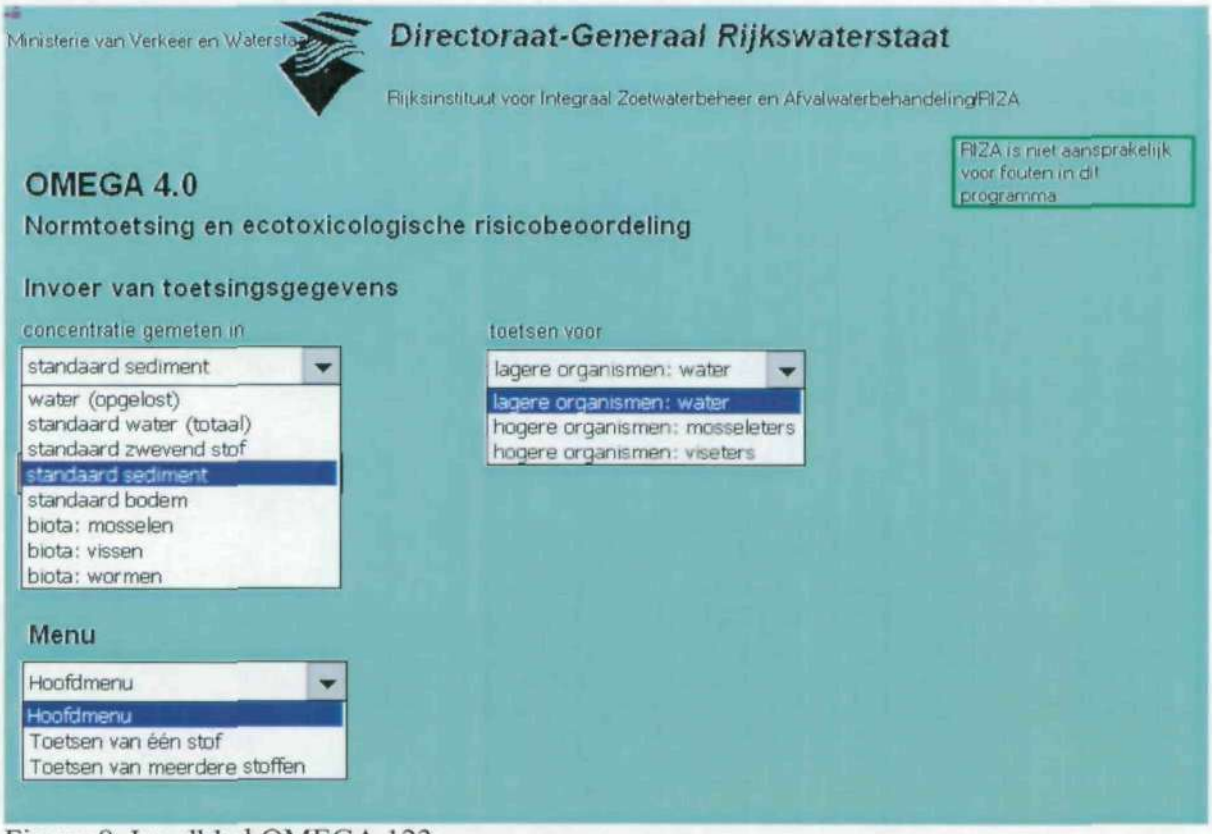


Figuur 7. Risiconiveaus tegen normen

Deze relaties tussen risiconiveaus en normen zijn onderbouwd door ecotoxicologisch onderzoek. Via ecotoxicologie, de leer van werking van giftige stoffen op organismen, wordt er met OMEGA 123 een link tussen ecologie en chemie gelegd.
Bij de 2^{e} stap van OMEGA 123 vindt de berekening van de fractie bedreigde soorten plaats. Deze wordt ook wel de PAF genoemd. Dit staat voor Potentieel Aangetaste Fractie en is uitgedrukt als percentage, er wordt gebruik gemaakt van de berekeningsmethode van (*Aldenberg en Slob, 1991*). Met deze methode is het mogelijk om de gevoeligheid van de soorten voor een stof te berekenen.
De 3e stap van Omega 123 is de identificatie van de meest bedreigde soortgroepen. De vorige 2 stappen waren voor méérdere stoffen tegelijkertijd mogelijk, bij deze 3e stap is het echter maar voor één specifieke stof tegelijkertijd mogelijk. De derde stap gaat dieper in op de giftige stof. Het is mogelijk om meerdere hoofdgroepen van macrofauna, zoals: kreeftachtigen, insecten en wormen, onder de loep te nemen voor één bepaalde stof. Er wordt gekeken naar de gevoeligheid van de hoofdgroep in percentage bedreigde soorten tegen de concentratie van een bepaalde stof.

4.3 Werken met OMEGA 123

Het berekeningsprogramma werkt als een invulblad in Excel. Zie figuur 8. Door bepaalde parameters in te stellen zoals: soort materiaal waar de concentratie in gemeten is en welke soort organismen te toetsen. Er kan ook voor worden gekozen om te toetsen met meerdere stoffen of één specifieke stof.

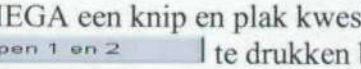


Figuur 8. Invulblad OMEGA 123

Het sediment is op elk monsterpunt weer anders, daarvoor is er een berekening op het sediment en de daar aan vastzittende chemie gegevens losgelaten. Er ontstaat een standaard sediment waarmee de modelberekeningen in OMEGA 123 kunnen worden uitgevoerd. De te toetsen organismen zijn de lagere organismen in sediment, deze staan voor de macrofauna hoofdgroepen, die worden uitgezocht op het lab. Er zijn binnen één monster verscheidende stoffen gemeten, dit zijn over het algemeen: zware metalen, vluchtige halogenen, bestrijdingsmiddelen en polycyclische koolwaterstoffen. Er zijn ruim 140 verschillende stoffen waarop getoetst kan worden.

4.4 Chemie gegevens invoeren

De chemie gegevens van de jaren '98 t/m '02 zijn ingevoerd in 1 Excel bestand *zie bijlage VII.* Als eerste zijn de gegevens in dezelfde volgorde als in OMEGA gezet zodat het mogelijk was om per locatie een kolom van stoffen in een keer in te vullen. Hierdoor werd het invoeren van de gegevens in OMEGA een knip en plak kwestie. Door op de knop



te drukken begon het programma per stof individueel de klasse en de PAF te bereken. Voor het totaal beeld werd er ook een zo genoemde combi-PAF uitgerekend. Zie figuur 9.

Stap 1: toetsing aan normen

Tenminste één van de ingevoerde concentraties is klasse 4

Stap 2: percentage bedreigde soorten

Het percentage bedreigde soorten voor de combinatie va 5 stoffen is 10 %

Het maximum percentage bedreigde soorten voor een individuele stof is 3 %

Formulier in- en uitvoer

Invoer van concentraties en resultaten van stappen 1 en 2 per stof.

Kopieer formulier in- en uitvoer

stof	concentratie mg/kg droge stof	toetsing aan milieukwaliteitsnor	PAF fractie bedreigde soorten
cadmium	0.005	geen normoverschrijding (klasse 0)	0.00
kwik anorg.	12	klasse 4	0.03
kwik org.	0.675	klasse 2	0.03
koper			
nikkel	0.98	geen normoverschrijding (klasse 0)	0.02

Figuur 9. Voorbeeld van een resultaat uit OMEGA

Deze combi-PAF is een combinatie van verschillende PAF-waarden die zijn doorgerekend. De ene PAF wordt door een rekenmethode berekend en tegelijkertijd met alle andere PAF-waarden meegerekend. De percentages worden niet bij elkaar opgeteld.

4.5 Metalen

De met name zware metalen zoals Hg en Cd en Cu zijn al in kleine hoeveelheden giftig voor voor de organismen. De metalen zoals: ni en Zn zijn weer in de wat grotere hoeveelheden schadelijk. *(Steketee, 2000)* In de geschiedenis heeft de mensheid vaak gebruik gemaakt van metalen, sinds de industriële revolutie is het gebruik van zware metalen gigantisch gestegen. Hierdoor werden deze metalen in de voedselketens opgenomen. De metalen worden meestal in de aquatische milieus omgezet in elementen waardoor het makkelijk bindt en gebonden blijft aan klei of slib, dit komt doordat beide geladen zijn. De meeste locaties in de Gamerense Waard hebben een vervuiling van Cu (koper). Koper is bedreigend voor de weekdieren en de kreeftachtigen.

4.6 PCB's en PAK's

PCB's en PAK's zijn groepen toxische stoffen. PCB staat voor PolyChloorBifenylen, deze groep giftige stoffen is in de laatste eeuw in grote hoeveelheden geproduceerd en gebruikt voor koeling van transformatoren. Naar schatting is er nu ca. 1-2 miljoen ton PCB in omloop, waarvan merendeel in het milieu zit, *(Van Straalen, 1993)*. Hoe ontstaan PCB's? Door bifenyl door puur chloorgas te laten stromen ontstaan deze stoffen. Omdat PCB ongeveer 290 verschillende isomeren heeft, is de ene PCB veel schadelijker dan de andere PCB. Deze groep stoffen is verantwoordelijk voor verschillende effecten op organismen zoals: carcinogene effecten en reproductie problemen. De PAK's is net als de PCB's een grote groep giftige stoffen. De afkorting staat voor Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen. Deze giftige stoffen komen vooral vrij in het aquatische milieu door lozingen van grote hoeveelheden ruwe olie. Dit gebeurt vooral op zee door de olieverwerkende offshore industrie.

fenantreen	0.3	geen toetsing mogelijk	1,00
fluoranteen	0.005	geen toetsing mogelijk	1,00
benzo(a)antraceen	0.02	geen toetsing mogelijk	1,00

Figuur 10. Voorbeeld berekening specifieke PAK's

intermezzo Weglaten van bepaalde giftige stoffen

De werkingen van de PAK's zijn nog niet helemaal duidelijk doordat het een complexe verbinding is. Omdat er zo weinig bekend is over de twee stoffen en er nog te weinig mee geëxperimenteerd is, kan OMEGA 123 deze stoffen niet berekenen. OMEGA 123 gaat dan uit van een worse case scenario, hierbij wordt de PAF onmiddellijk op 100 % gezet door het programma ongeacht de concentratie. Niet alleen de PCB's en PAK's zijn stoffen die eruit moesten omdat de PAF 100% was, dit was ook het geval voor alle sommen van bepaalde stoffen zoals de som DDT, DDE en DDD. Om de effecten van deze sommen te kunnen berekenen in het modelprogramma OMEGA 123 is er nog te weinig kennis.

4.7 Bestrijdingsmiddelen/gewasbeschermingsmiddelen

Er worden verscheidende bestrijdingsmiddelen gebruikt voor verschillende doeleinden, de meest bekende is hier de landbouw. De landbouw maakte de laatste eeuwen steeds meer gebruik van bestrijdingsmiddelen. De laatste jaren wordt er flink aan gewerkt om steeds minder bestrijdingsmiddelen te gebruiken. Gewasbescherming heeft het grootste aandeel in de gebruikte bestrijdingsmiddel en vormt een grote bedreiging voor de planten en dieren in een ecosysteem. Het bekendste gewasbeschermingsmiddel is DDT, wat van 1939 tot de jaren '70 gebruikt werd als insecticide. Later bleek de vervuilende werking van deze stof. DDT is een vrij instabiele gechloreerde koolwaterstof verbinding en bij lage concentraties al uiterst giftig. Bij 50 mg DDT in 1 kg droog sediment wordt er al 36% van de lagere organismen in het water bedreigd. DDT wordt door de meeste organismen omgezet naar DDD en DDE, waarvan de laatste nog giftiger is dan DDT zelf. Aldrin en Diëldrin hebben een vergelijkbare werking als DDT, maar deze stoffen zijn veel persistenter dan DDT. Deze gewasbeschermers mogen in Nederland niet meer worden gebruikt, maar het gaat nog wel een tijdje duren voordat deze stoffen zijn verdwenen uit ons land.

4.8 Samenvatting OMEGA 123

OMEGA 123 is dus een programma wat stapsgewijs een beeld van de toxische effecten op populaties organismen weergeeft. Dit gebeurt aan de van berekeningsmethodes in het programma Excel. Hier kan men met vastgestelde normen bekijken voor een stof individueel of combinatie van stoffen hoeveel procent van de organismen wordt bedreigd. Deze bedreiging wordt de PAF genoemd, wat staat voor Potentieel Aangetaste Fractie. OMEGA 123 is een modelberekening en hier moet ook van worden uitgegaan, de werkelijkheid kan ook ver van de theorie afliggen. Omdat de chemische analyses worden verricht op dezelfde locaties als de macrofauna analyses kan er getracht worden om een link tussen chemie en ecologie te leggen. OMEGA 123 kan dus worden gebruikt om aan de hand van chemie gegevens de macrofauna soorten op deze locatie te voorspellen. Onze taak als stagiaire is om deze theorie te testen op de eerste stap of hij werkt en of dat het proces van deze stap niet te gespecialiseerd wordt. Bij de chemiegegevens waren er ook eindoordelen per locatie berekend, deze is bij *de bijlagen onder VII* te vinden. Uit dit overzicht blijkt dat de vervuiling op sommige locaties lichtelijk anders is dan uit het overzicht van de resultaten van OMEGA. Hiervoor is niet echt een verklaring, want beide maken gebruik van dezelfde normen.

5.0 Resultaten OMEGA 123

5.1 Klasse normering met OMEGA123 .

Bepaalde locaties in de Gamerense Waard zijn er vrij slecht aan toe, dit wordt aan de hand van de chemische analyses vastgesteld. Er zijn locaties die bijvoorbeeld klasse 4 normering berekend zijn door OMEGA123. Deze normering wordt er gebruik gemaakt van een klasse indeling en daar aan vast een kleur code, deze is oplopend van:

Klasse 0	streefwaarde
Klasse 1	
Klasse 2	
Klasse 3	
Klasse 4	zwaar vervuilt

Een Excel database bestand in de *bijlage onder VI* staan alle locaties van de Gamerense Waard van de jaren '98 tot en met '02. Dit overzicht is gemaakt om een duidelijk beeld van de nevengeul over de gemeten jaren te krijgen. Bij dit overzicht zijn de stoffen die niet te toetsen zijn weggelaten, zodat de PAF niet altijd 100% is. Dit is wellicht een scheef beeld van de locaties, maar de PAF is nu wel realistischer. Bij een enkele locatie klasse 4 vastgesteld zonder een hoge PAF te hebben. Deze locatie is O5Z najaar, deze heeft een PAF van 31% en is klasse 4. Er zijn ook locaties waar de PAF heel hoog is en waar er een klasse 1 is. Een voorbeeld van zo'n locatie is K2B hierbij is de klasse 1 en de PAF is 15%. De PAF is dus niet afhankelijk van de klasse normering en andersom ook niet. Dit komt doordat de ene stof een meer vervuilende werking heeft dan de andere stof. DDT is bij voorbeeld een insecticide en is zwaar toxisch voor macrofauna. Terwijl zink bij hoge concentraties wel een hoge klasse normering heeft maar de PAF blijft laag. Zink komt namelijk al in nature voor bij organismen, waardoor de tolerantie veel hoger is bij organismen.

Monsterpunten/Jaar	1998			1999			2000			2001			2002		
	Klasse	Welke stoffen	PAF	Klasse	Welke stoffen	PAF	Klasse	Welke stoffen	PAF	Klasse	Welke stoffen	PAF	Klasse	Welke stoffen	PAF
G1	2	Naftaleen	10%												
G2	2	Hg org	11%				2	Cu	17%						
G3	2		10%				2	Chrys	11%	2	Hg org	16%	2	Chrys	12%
G4N							2	Chrys	15%						
G4	0		9%							0		12%			
G4W										2	Chrys	11%			
G5	2	Naftaleen	11%				0		9%						
G5,5							3	Ni	22%						
G6 Voorjaar	3	Hg org	18%	2	Cu, Cd	21%	2	HCB, Chrys	15%	2	Ni	14%	2	Chrys	15%
G6 Najaar	4	Zn	30%				2	Cu	16%	2	Cu, Ni	19%			
G7	3	Hg org	10%							2	Chrys	9%			
G8	2	Chrys	9%				0		11%	2	Chrys	9%	0		7%
G9	2	Chrys	11%				2	Chrys	13%	2	Chrys	12%	2	Cu	17%
G10 Voorjaar	0		9%				2	Cu	16%	2	Ni	15%	2	Hg org, Ni, Cu	20%
G10 Najaar										2	Cu, Ni	18%			
G11	2	Chrys	9%												
G12	2	Chrys	8%												
G13	0		4%				2	Ni	13%	2	Ni	15%			
G14	2	Chrys	9%				2	Chrys	11%						
G15 Voorjaar	0		5%	2	Chrys	13%	2	HCB, Chrys	13%	2	Chrys	15%	2	Ni	19%
G15 Najaar							2	Cu	21%	2	Cu, Ni	20%	2	Cu, Ni	21%
G16	2	Chrys	11%												
G17	0		7%												
G18	0		4%							2	Ni	14%			
G19 Voorjaar	2	Hg org	13%	2	Cu	23%	2	Cu, Hg org	16%	2	Cu	17%	2	Chrys, Cu, HCB	19%
G19 Najaar							2	HCB	12%	2	Cu, Ni	20%	2	Cu, Ni	20%
G20	2	Chrys	8%												
G21															
G22	2	Cd, Hg org	15%												
G23	2	Cd, Hg org	14%												
G24	2	Cd, Hg org	13%				2	Cu	17%	2	Cu, Ni	20%			
G25 Voorjaar	4	Zn, Hg org	21%				2	Hg org	16%	2	Ni	19%	2	Chrys, HCB	14%
G25 Najaar							2	HCB	13%	0		7%	2	Chrys	8%
G26	2	Hg org	15%							2	Cu, Ni	19%			
G27	2	Hg org	15%				2		17%						
G28	4	Zn, Hg org	23%												
G29	2	Nikkel	16%												
G30	2	Zn, Cd	15%												

Figuur 11. Deel van het overzicht van de Gamerense Waard over de jaren '98 t/m '02

Het idee is vergelijkingen tussen de jaren te maken. Echter een probleem bleek zich voort te doen, want er waren maar 4 locaties die te vergelijken waren. Één daarvan is G6 voorjaar, waar duidelijk een afname is te zien van klasse 3 naar klasse 2. Wat wel duidelijk is dat alle verschillende stoffen niet altijd blijven steken op één locatie dus opschonen van grond ook wel saneren genoemd is niet altijd nodig.

5.2 Het linken van OMEGA123 aan de macrofauna gegevens

Nu het bekend is welke locaties vervuild zijn, is het mogelijk om te kijken of de macrofauna zich echt wat van deze vervuiling aantrekt. Komen de resultaten van OMEGA123 overeen met de macrofauna gegevens. En als dit zo is, kan dit op een gemakkelijke en gestandaardiseerde manier vergeleken worden. In de vergelijkingen de worden de gegevens van locaties over meerdere jaren vergleken.

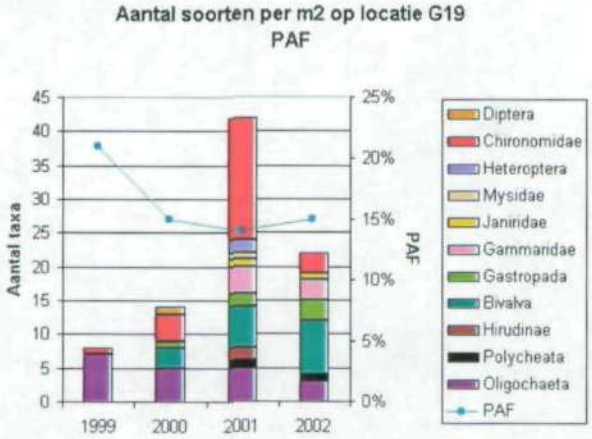
5.3 Locatie G19 over de bemonsteringsjaren heen

In tabel 1 worden de resultaten van het aantal macrofauna soorten die gevonden zijn uit monsters van locatie G19 weergegeven. Hierbij zijn er meerdere jaren met macrofauna bemonsteringen ingevoegd.

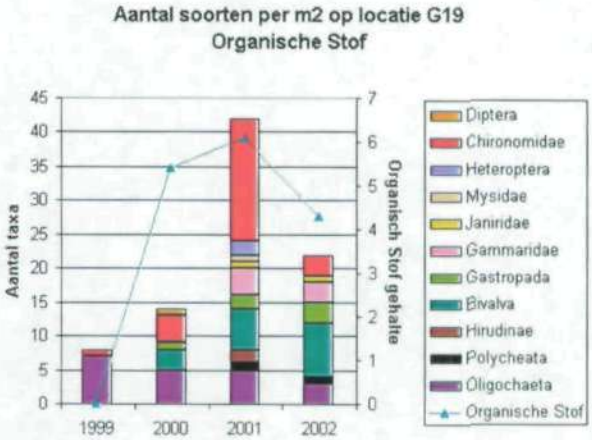
Uitzoekniveau	Aantal soorten in 1999	Aantal soorten in 2000	Aantal soorten in 2001	Aantal soorten in 2002
Oligochaeta (Wormen)	7	5	5	3
Polycheata (Borstelwormen)			1	1
Hirudinae (Bloedzuigers)			2	
Bivalva (Tweekleppigen)		3	6	8
Gastropada (Slakken)		1	2	3
Gammaridae (Kreeftachtigen)			4	3
Janiridae (Waterpissebedden)			1	1
Mysidae (Kreeftachtige)			1	
Heteroptera (Waterwantsen)			2	
Chironomidae (Muggen)	1	4	18	3
Diptera (Vliegen)		1		

Tabel 1 De macrofauna soorten van locatie G19 door de jaren heen

De macrofauna soorten zijn gebundeld tot specifieke groepen. Deze groepen worden ook gebruikt voor het uitzoeken van de monsters. In grafieken 1 en 2 is het aantal soorten per hoofdgroep uitgezet tegen de PAF en het organisch stof gehalte. In de eerste drie jaren is er een overduidelijke stijging in aantal soorten en hoofdgroepen te zien. Het laatste jaar is het aantal macrofauna soorten afgenomen. In grafiek 1 wordt getracht een link te leggen tussen de PAF (OMEGA123) en het aantal soorten macrofauna. In grafiek 2 wordt getracht een link te leggen tussen het organisch stof gehalte en het aantal soorten macrofauna, omdat het organisch stof gehalte voor sommige soorten macrofauna voedsel is. Het voedsel is een belangrijke factor, die het aantal soorten macrofauna kan beïnvloeden.



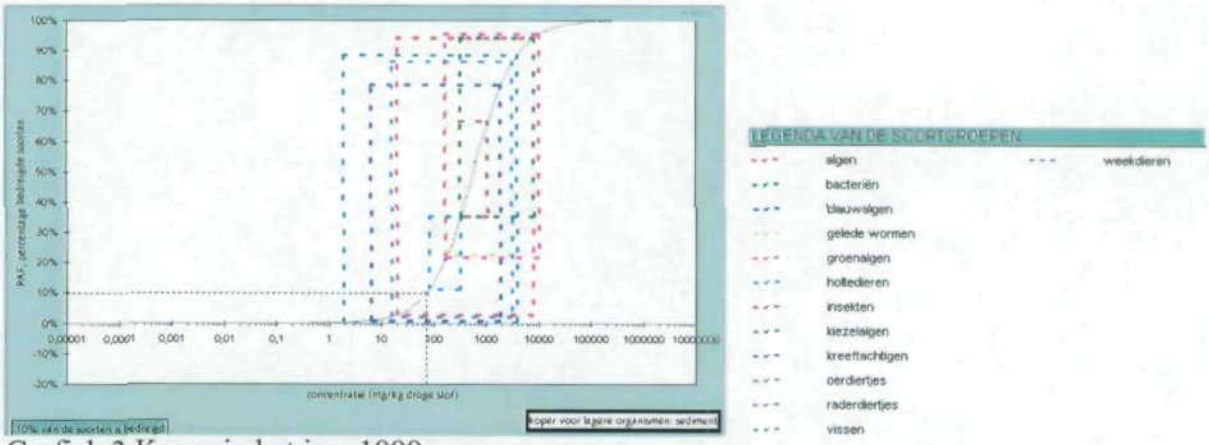
Grafiek 1 Aantal soorten macrofauna op locatie G19 met PAF



Grafiek 2 Aantal soorten macrofauna op locatie G19 met Organisch Stof gehalte

Locatie G19 in het jaar 1999

In het jaar 1999 was locatie G19 klasse 2 genormeerd door OMEGA123. De combi-PAF werd voorspeld op 23% van de levensgemeenschap, wat merendeel werd veroorzaakt door koper. Koper had een individuele PAF van 10%. Onder de 10% bedreigde soorten behoren weekdieren en kreeftachtigen. Hieronder worden de grafieken weergegeven van de stoffen individueel berekend. Er staat een curve in een grafiek, de doorgetrokken lijn is de acute blootstelling. Bij acute blootstelling heeft het organisme alleen op een specifiek moment in de tijd last van de vervuilende stof. De grootte van de vakken, zijn de gebieden, waarbinnen de effecten zijn gemeten bij de testen die gedaan zijn per individuele stof in een groep organismen. Binnen één vak is linksonder de NOEC, *No Observed Effect Concentration*, dus de concentratie waarbij geen effect op het organismen wordt geconstateerd. Rechts boven is de L(E)C100, hier wordt de groep organismen geheel bedreigd. Links van de gestippelde lijn waarmee de concentratie is uitgezet, is het gebied wat de vervuilende stof binnen de levensgemeenschap bedreigd. Bij grafiek 3 is dat 10 %.

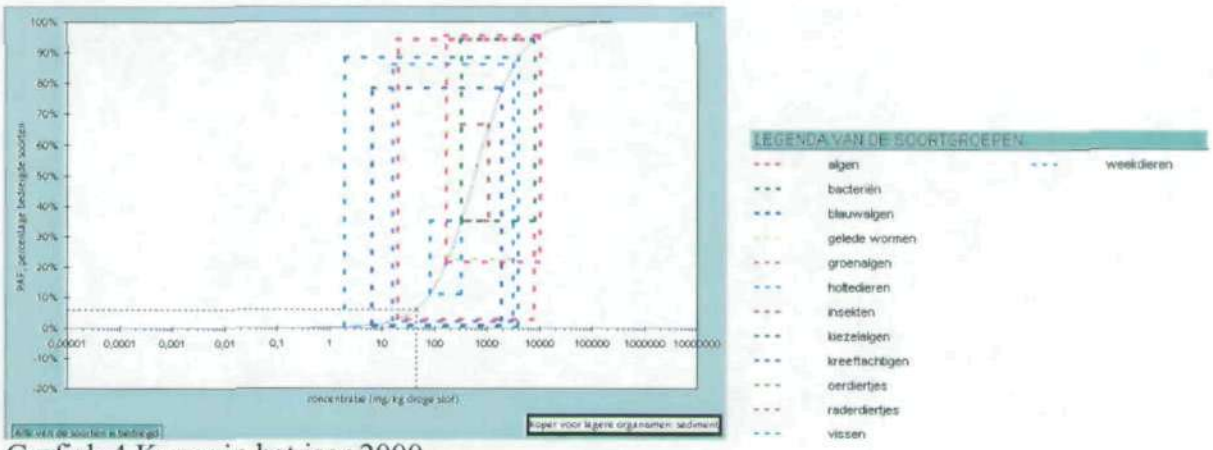


Grafiek 3 Koper in het jaar 1999

In dit jaar was ook zink een vervuilende stof. Zink zorgde voor een individuele PAF van 7%, maar dat vormde geen bedreiging voor de macrofauna soorten. Zink wordt pas een bedreigende stof bij circa 15% individuele PAF. Er zijn erg weinig macrofauna soorten dit voorjaar, dit komt omdat de grote geul in de Gamerense Waard nog geen nevengeul was. In dit voorjaar was de grote geul nog een strang, dus maar aan 1 kant aangetakt op de rivier. De soorten die dit jaar gevonden zijn limnofiel, dit betekent dat ze een voorkeur hebben aan stilstaand water. De kreeftachtigen worden volgens de curve bedreigd, maar deze komen dit jaar niet voor om dat deze organismen een voorkeur hebben aan stromend water. De andere bedreigde groep zijn de weekdieren, de tweekleppigen (weekdieren) worden wel verwacht op de locatie om dat deze soorten geen specifieke voorkeuren aan stromingen hebben. Maar zijn niet aangetroffen. Een daarbij komende factor is het voedsel voor het aantal macrofauna soorten. Wanneer er genoeg voedsel beschikbaar is voor de macrofauna kunnen ze vervuiling tot op zekere mate tolereren. Het organisch stof (grafiek 2) is een maat voor het beschikbare voedsel voor bepaalde soorten macrofauna, andere soorten macrofauna gebruiken het indirect als voedselbron. Deze soorten eten andere organismen die het organisch stof hebben geconsumeerd. Toename van het gehalte organisch stof kan net als de vermindering van vervuiling bijdragen voor stijging in de macrofauna soorten. Dit jaar is het organische stof gehalte 0,0 dus er is weinig voedsel voor de macrofauna beschikbaar en daarom zijn er ook weinig soorten op de locatie.

Locatie G19 in het jaar 2000

In het jaar 2000 was het net als het vorig jaar klasse 2 genormeerd. Op de locatie was een combi-PAF van 16%. Koper was in dit jaar verantwoordelijk voor de klasse 2 normering, met een individuele PAF van 6%. Dit is aanzienlijk lager dan het vorig jaar, dus de bedreiging is ook minder.

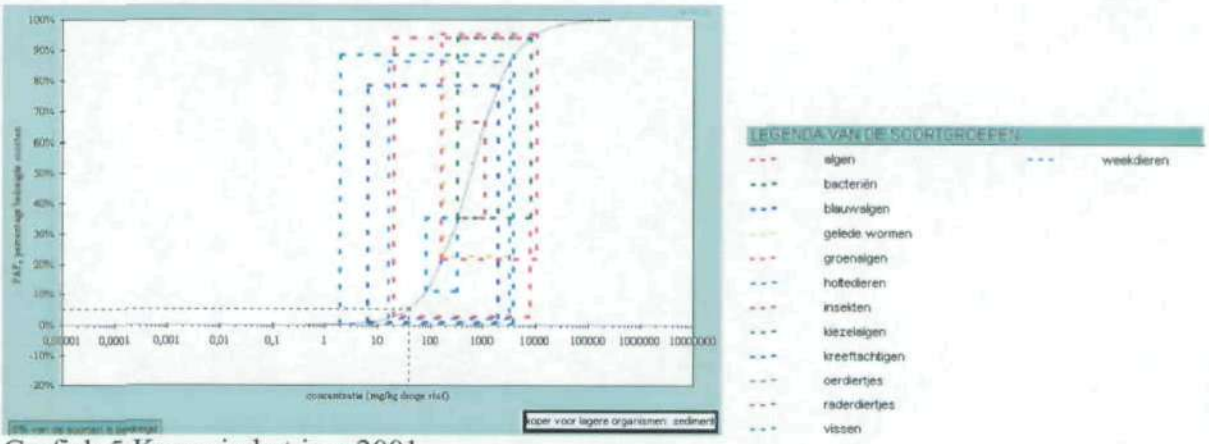


Grafiek 4 Koper in het jaar 2000

In het jaar 2000 was de grote geul een nevengeul, de meeste soorten die dit jaar gevonden zijn reofiel. Reofiel is een voorkeur hebben aan stromend water. De locatie is wel minder vervuild door koper. Dus dit kan ook hebben bijgedragen tot meer soorten. Omdat er dit jaar minder koper op de locatie aanwezig is krijgen de weekdieren meer kans. Dit is ook goed te zien in grafiek 1. Het aantal soorten Gastropada (slakken) en Bivalva (tweekleppigen) stijgt aanzienlijk. Dit jaar komen de eerste nieuwe soorten zich nestelen in de grote geul. Het gehalte organisch stof is 5,4 dit is een grote stijging in vergelijking met vorig jaar. Er is een duidelijke stijging van macrofauna soorten waarneembaar. De oorzaak hiervan is de combinatie van een lagere PAF en genoeg beschikbaar voedsel.

Locatie G19 in het jaar 2001

In het jaar 2001 was de locatie klasse 2 genormeerd, met een combi-PAF van 17% dit is een lichte stijging voor de combi-PAF. De stof die voor de klasse 2 zorgde, was nog steeds koper. Deze had een individuele PAF van 5%, wat een lichte daling is ten opzichte van voorgaande jaren

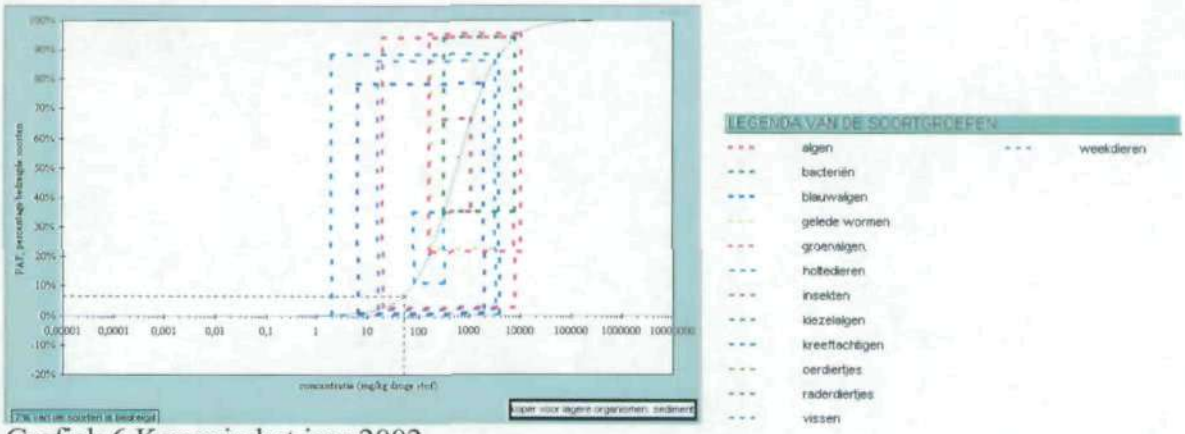


Grafiek 5 Koper in het jaar 2001

In het jaar 2001 was er minder vervuiling aan koper dan het vorige jaar, de soorten zijn aanzienlijk toe genomen. De kreeftachtigen zijn voor het eerst op de locatie waargenomen en dat komt overeen met het beeld dat OMEGA123 schetst. De weekdieren zijn in aantallen soorten toegenomen en dit komt ook overeen met het beeld wat OMEGA123 schetst. Er zijn zelfs nog bijzondere soorten gevonden onder de hoofdgroepen, zoals bijvoorbeeld Heteroptera. Deze soorten zijn bijzonder, deze geven aan dat de locatie niet vervuild is. Voor deze soorten is nog niet helemaal een verklaring, waarom ze op de locatie aanwezig zijn. De meest logische verklaring is, ondanks een klasse 2 normering is het beschikbare voedsel hoog, waardoor de bijzondere soorten de lichte vervuiling kunnen tolereren. Het organisch stof gehalte is toegenomen van 5,4 naar 6,1, wellicht verklaart dit de enorme stijging van Chironomidae en de bijzondere soorten macrofauna.

Locatie G19 in het jaar 2002

In het jaar 2002 is de locatie klasse 2 genormeerd en heeft een combi-PAF van 19%, dit is een stijging van de combi-PAF in vergelijking met vorig jaar. De vervuilende stof is nogmaals koper deze heeft een individuele PAF van 7%. Dit is een stijging van 2% individuele PAF in vergelijking met vorig jaar. De grafiek hieronder geeft dit weer.



Grafiek 6 Koper in het jaar 2002

In dit jaar was er een daling van macrofauna soortenrijkdom, dit kan komen doordat koper in iets grotere hoeveelheden dan vorig jaar aanwezig is. Het organisch stof gehalte is aanzienlijk gedaald van 6,1 naar 4,3. De daling van macrofauna is goed te zien in de Chironomidae, deze nemen erg in soorten af van 18 soorten naar 3 soorten. De bijzondere soorten zoals Heteroptera en Mysidae zijn niet meer op de locatie teruggevonden. De locatie is wat achteruitgegaan in vergelijking tot vorig jaar.

Discussie locatie G19

Op locatie G19 wordt voornamelijk slib aangetroffen. Van slib is bekend dat het goed met vervuilende stoffen kan binden. In het jaar 1999 is er een klasse 2 genormeerd op locatie G19. De combi-PAF (Potentieel Aangetaste Fractie) was in dat jaar 23%. Dit wordt merendeels veroorzaakt door koper. Koper zorgt voor de klasse 2 normering en een individuele PAF van 10%. Wat de kreeftachtigen en de weekdieren bedreigt. Het organisch stof gehalte, maat voor het beschikbare voedsel, is 0,0. De macrofauna levensgemeenschap was in 1999 erg arm, er zijn slechts twee hoofdgroepen in lage aantallen aangetroffen. Dit kan komen doordat de grote geul in 1999 nog niet aan twee kanten was aangetakt. Het was dus een strang, een eenzijdig aangesloten tak op de rivier, hierdoor is een reële vergelijking eigenlijk niet mogelijk. De soorten die beschreven zijn in dit jaar zijn limnofiel, dit is een voorkeur voor hebben stilstaand water. De macrofauna soorten in de daarop volgende jaren zijn merendeel reofiel, dit is een voorkeur hebben voor sneller stromend water. Omdat de grote geul in die jaren open was kunnen de jaren 2000 en later met elkaar vergeleken worden. In het jaar 2000 is de vervuiling afgenomen, de combi-PAF is nu 16%. Het organisch stof gehalte is enorm toegenomen van 0,0 naar 5,4. In de macrofauna levensgemeenschap is een verbetering goed zichtbaar, wat kan komen door afname van de combi-PAF en door de stijging van het organisch stof gehalte. De bedreigde soorten zoals weekdieren zijn in dit jaar gezien op de locatie. In het jaar 2001 is de combi-PAF iets hoger dan in het jaar 2000. De PAF is nu 17%, maar de individuele PAF is het laagst sinds 1999, deze is nu 5%. Het organisch stof gehalte is erg hoog, namelijk 6,1. De combinatie van een lage individuele PAF met een hoog organisch stof gehalte is perfect voor het verkrijgen van grote aantallen macrofauna soorten. In dit jaar zijn er grote aantallen weekdieren en kreeftachtigen gevonden deze soorten horen ook volgens de modellen van OMEGA123 minder bedreigd te worden. Er is een duidelijke vooruitgang zichtbaar op locatie G19, vanaf het jaar 1999, zowel chemisch als biologisch. In het jaar 2002 is locatie G19 gestegen in combi-PAF van 17% naar 19%. Er is ook een stijging in de individuele PAF, deze ging van 5% naar 7%. Het organisch stof gehalte is flink gedaald van 6,1 naar 4,3. De macrofauna soortenrijkdom loopt terug, vooral de Chironomidae. Deze hebben 15 soorten minder dit jaar. De bijzondere soorten zijn verdwenen, dit kan mogelijk worden verklaard door de combinatie van een hoge PAF en een laag organisch stof gehalte. De verschillen tussen 2000, 2001 en 2002 zijn groot. Het programma OMEGA123 geeft een goed beeld weer van wat er gebeurt met de macrofauna soorten, maar wel in combinatie met de gegevens van de organische stof gehalte, het beschikbare voedsel. De trend die OMEGA123 weergeeft komt dus redelijk tot goed overeen met de resultaten uit het veld.

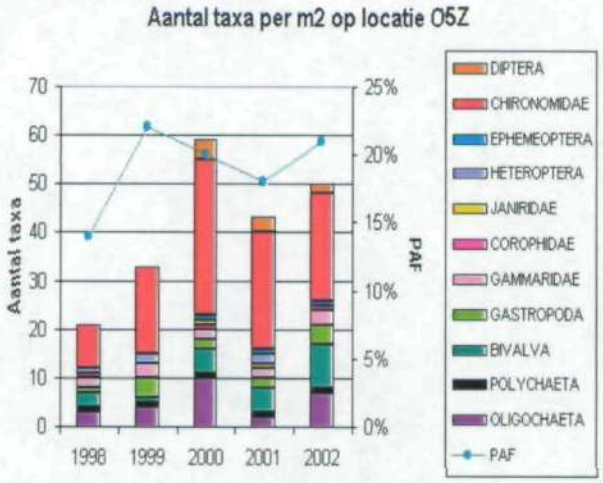
5.4 Locatie O5Z over de bemonsteringsjaren heen

Locatie O5Z is een locatie in de Oostgeul bij de Gamerense Waard. Deze is al vanaf het begin een 100 dagen per jaar meestromende nevengeul. In 1998 was de Oostgeul al aangetakt aan twee kanten op de rivier. Het habitat is wel lichtelijk veranderd in de loop der jaren van slib tot slibbig zand, maar de locatie blijft onderling vergelijkbaar. In *tabel 2* staan de gevonden soorten macrofauna door de jaren heen.

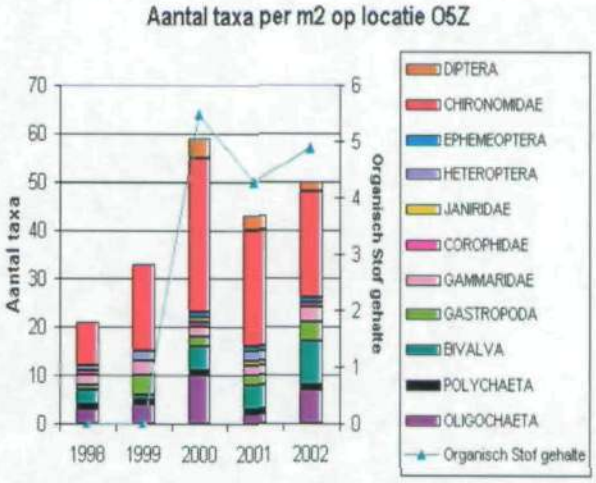
Uitzoekniveau	Aantal soorten in 1998	Aantal soorten in 1999	Aantal soorten in 2000	Aantal soorten in 2001	Aantal soorten in 2002
BIVALVA (Tweekleppigen)	3	1	5	5	9
CHIRONOMIDAE (Muggen)	9	18	32	24	22
COROPHIIDAE (Slijkgarnaal)	1		1		1
DIPTERA (Vliegen)			4	3	2
EPHEMEOPTERA (Haften)			1	1	1
GAMMARIDAE (Kreeftachtigen)	2	3	2	2	3
GASTROPODA (Slakken)	1	4	2	2	4
HETEROPTERA (Waterwantsen)	1	2		2	
JANIRIDAE (Waterpissebedden)			1	1	
OLIGOCHAETA (Wormen)	3	4	10	2	7
POLYCHAETA (Borstelwormen)	1	1	1	1	1

Tabel 2 O5Z door de bemonsteringsjaren heen

De macrofauna soorten zijn gebundeld tot specifieke groepen. Deze groepen worden ook gebruikt voor het uitzoeken van de monsters. In *grafieken 7 en 8* is het aantal soorten per hoofdgroep uitgezet tegen de PAF en het organisch stof gehalte. In de eerste drie jaren is er een overduidelijke stijging in aantal soorten en hoofdgroepen te zien. In 2001 zijn de macrofauna soorten afgenomen. Waarna er in 2002 lichte groei in aantal soorten macrofauna aanwezig is. In *grafiek 7* wordt getracht een link te leggen tussen de PAF (OMEGA123) en het aantal soorten macrofauna. In *grafiek 8* wordt getracht een link te leggen tussen het organisch stof gehalte en het aantal soorten macrofauna, omdat het organisch stof gehalte voor sommige soorten macrofauna voedsel is. Het voedsel is een belangrijke factor, die het aantal soorten macrofauna kan beïnvloeden.



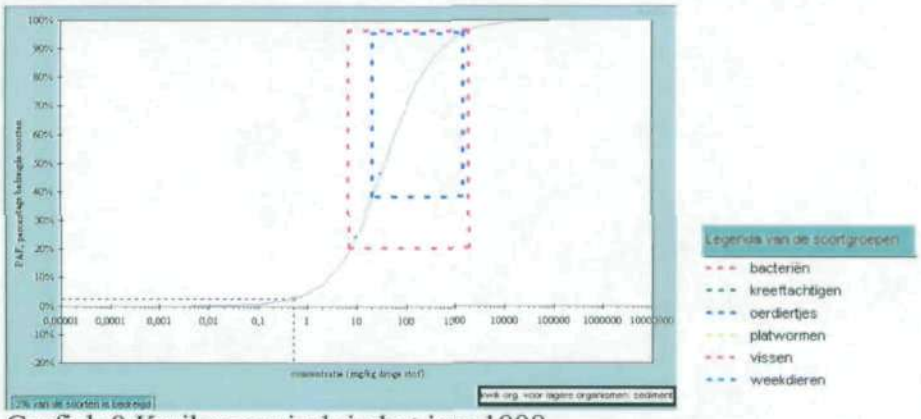
Grafiek 7 Aantal soorten macrofauna op locatie O5Z met PAF



Grafiek 8 Aantal soorten macrofauna op locatie O5Z met Organisch Stof gehalte

Locatie O5Z in het jaar 1998

In het jaar 1998 was de locatie O5Z klasse 2 genormeerd door OMEGA123. De combi-PAF werd voorspeld op 14% van de levensgemeenschap, wat merendeel werd veroorzaakt door kwik organisch. Kwik organisch had een individuele PAF van 0%. De klasse normering is niet van toepassing voor de macrofauna. In *grafiek 9* is kwik organisch getoetst in OMEGA123.

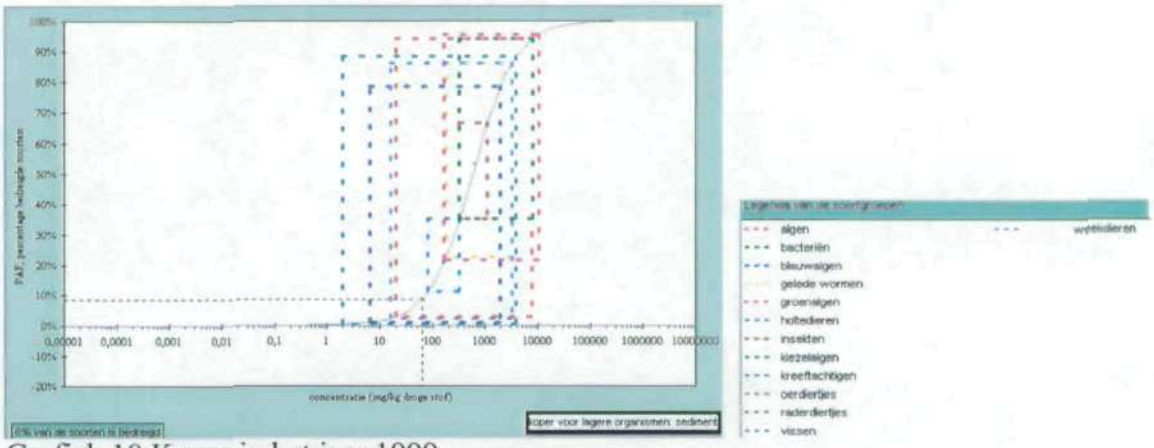


Grafiek 9 Kwik organisch in het jaar 1998

Dit jaar is er een lichte vervuiling van kwik organisch, maar deze is zoals te zien is in *grafiek 9* niet bedreigend voor de macrofauna soorten. De andere stoffen waarop getest is vormen geen bedreiging voor de macrofauna soorten. Dit jaar is er een organisch stof gehalte van 0,0 waardoor er waarschijnlijk bepaalde macrofauna soorten niet voor komen. De levensgemeenschap van de macrofauna is vrij groot dit jaar, er komen veel verschillende hoofdgroepen voor. De soorten zijn alleen nog niet zo groot in aantallen, waardoor het lijkt dat het slecht met de locatie gaat. Er is dit jaar ook een waterkever (Corroxidae) gevonden op locatie O5Z, dit is een bijzondere soort en een verrijking van de levensgemeenschap.

Locatie O5Z in het jaar 1999

In dit jaar was locatie O5Z klasse 2 genormeerd en er werd een combi-PAF voorspeld van 22% van de levensgemeenschap. Deze klasse normering werd veroorzaakt door twee stoffen, de eerste vervuilende stof is nikkel. Deze heeft een individuele PAF van 10%, maar deze stof vormt geen bedreiging voor de macrofauna soorten. De tweede stof die dit jaar zorgde voor de klasse normering was koper, *deze stof is ook op locatie G19 aangetroffen*. Koper heeft een individuele PAF van 8% dit jaar, en bedreigd de weekdieren en de kreeftachtigen. In *grafiek 10* wordt koper in het jaar 1999 berekend door OMEGA123.

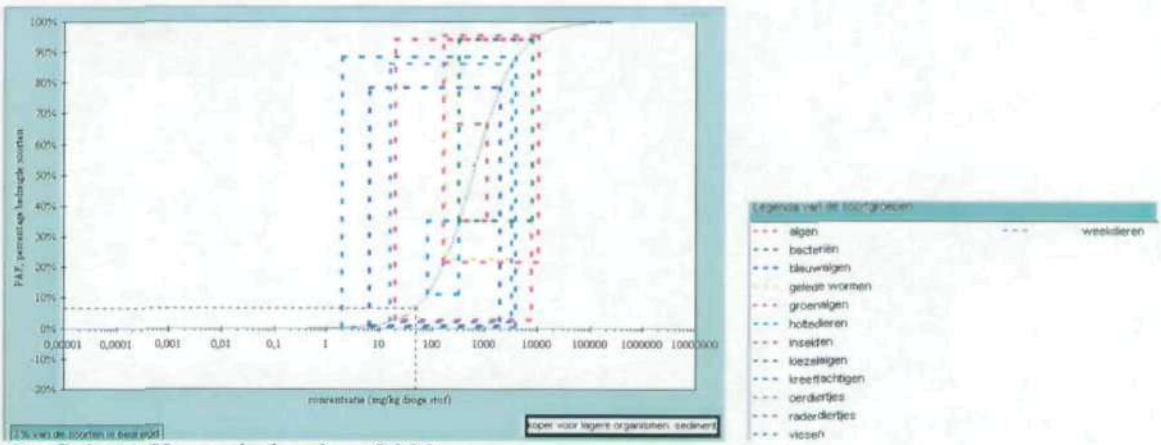


Grafiek 10 Koper in het jaar 1999

In dit jaar is er een bedreiging voor de tweekleppigen (weekdier), door koper en dit te zien, *zie tabel 2*. De tweekleppigen lopen in vergelijking met 1998, drie soorten terug. Het organisch stof gehalte is nog steeds 0,0. Er vindt toch stijging in soorten dit jaar vooral de muggen nemen sterk in aantallen toe van 9 naar 18 soorten. Van sommige soorten muggen die er dit jaar zijn bijgekomen is bekend dat ze vervuiling tot op zekere mate kunnen verdragen (*Aquasense, 2000)*. Enkele voorbeelden hiervan zijn de soorten Procladius en Cricotopus bicinctus. Deze twee soorten zijn gevonden op locatie O5Z dit jaar.

Locatie O5Z in het jaar 2000

Dit jaar was locatie O5Z klasse 2 genormeerd. Op locatie O5Z was er een combi-PAF van 20%. Koper was dit jaar verantwoordelijk voor de normering met een individuele PAF van 7%. Dit is 1% lager dan vorig jaar. In grafiek 11 is koper in het jaar 2000 weergegeven.

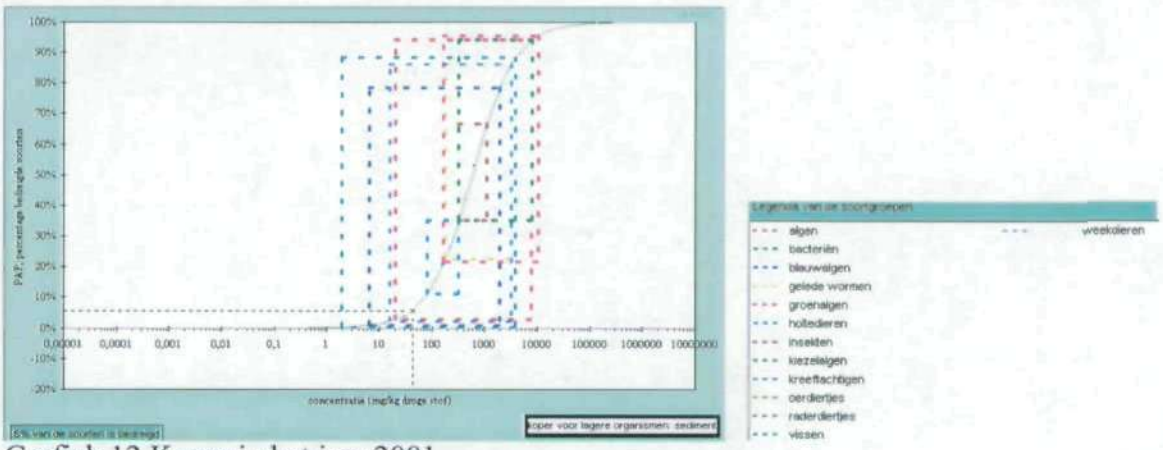


Grafiek 11 Koper in het jaar 2000

In het jaar 2000 waren de twee PAF- waarden afgenomen in vergelijking met het vorige jaar Dit is te merken in de macrofauna deze is in aantal soorten gestegen vooral de wormen, de tweekleppigen en muggen. Er is dit jaar een bijzondere soort bijgekomen, namelijk een haft. Deze, de Caenis macrura, geeft in het algemeen de indruk dat het met de locatie goed tot sterk vooruit gaat. (*Greijdanus, 1997)*. Het organisch stof gehalte is dit jaar hoog, namelijk 5,5. Dit verklaart waarschijnlijk de stijging van wormen en muggen. Van de muggen soorten die erbij bijgekomen zijn, is een feit bekend: Muggen kunnen vervuiling tot op zekere concentratie tolereren en onder specifieke omstandigheden in verschillende soorten toenemen. Deze omstandigheden zijn in het geval van locatie O5Z in dit jaar organisch stof gehalte.

Locatie O5Z in het jaar 2001

Dit jaar was locatie O5Z klasse 2 genormeerd. Op locatie O5Z was er een combi-PAF van 18%. Koper was dit jaar verantwoordelijk voor de normering met een individuele PAF van 6%. Dit is 1% lager dan vorig jaar. In grafiek 12 is koper in het jaar 2001 weergegeven.

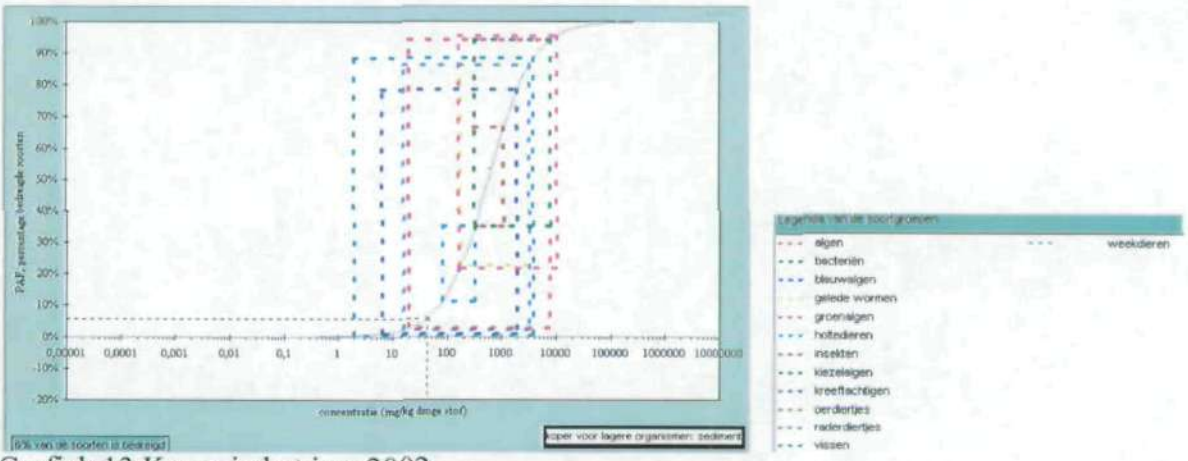


Grafiek 12 Koper in het jaar 2001

In het jaar 2001 was de individuele PAF lichtelijk afgenomen van 7% naar 6 % vergelijking met het vorige jaar. De macrofauna is in aantal soorten afgenomen vooral in wormen, de tweekleppigen en muggen. Wel is de haft Caenis Macrura weer gevonden, deze geeft indruk dat de locatie vooruit gaat. Het organisch stof gehalte is dit jaar gedaald van 5,5 naar 4,3. Dit verklaart waarschijnlijk de daling van wormen en muggen. Bij de locatie O5Z is dit jaar het organisch stof gehalte afgenomen, waarna de muggen in soorten afnamen.

Locatie O5Z in het jaar 2002

Dit jaar was locatie O5Z klasse 2 genormeerd. Op locatie O5Z was er een combi-PAF van 21%. Koper was dit jaar verantwoordelijk voor de normering met een individuele PAF van 6%. Deze is gelijk gebleven in vergelijking met vorig jaar. In grafiek 13 is koper in het jaar 2002 weergegeven.



Grafiek 13 Koper in het jaar 2002

In het jaar 2002 was de individuele PAF gelijk gebleven in vergelijking met het vorige jaar De macrofauna deze is in aantal soorten gestegen vooral in wormen, tweekleppigen en muggen. Het organisch stof gehalte is dit jaar iets gestegen van 4,3 naar 4,9. Dit verklaart waarschijnlijk de stijging van wormen en muggen.

Discussie locatie O5Z

Op locatie O5Z wordt voornamelijk slib aangetroffen Van slib is bekend dat het goed met vervuilende stoffen kan binden. In het jaar 1998 is er een klasse 2 genormeerd op locatie O5Z. De combi-PAF (Potentieel Aangetaste Fractie) was in dat jaar 14%. Dit wordt merendeels veroorzaakt door stoffen die geen bedreiging vormen de macrofauna soorten. Kwik organisch zorgt dit jaar voor de klasse 2 normering, deze vormt net als de andere aanwezige stoffen geen bedreiging voor de macrofauna soorten. Het organisch stof gehalte is dit jaar 0,0. In het jaar 1999 was locatie O5Z een klasse 2 genormeerd, de combi-PAF is dit jaar gestegen dit komt omdat koper wel een bedreiging voor de macrofauna soorten vormt. Koper heeft een individuele PAF van 8%. Wat de kreeftachtigen en de weekdieren bedreigt. Het organisch stof gehalte is 0,0. De macrofauna levensgemeenschap was in 1999 iets gegroeid, er zijn in enkele hoofdgroepen kleine hoeveelheden soorten bijgekomen. Dit kan komen doordat sommige soorten vervuiling kunnen tolereren en niet afhankelijk zijn van het organisch stof gehalte. In het jaar 2000 is de vervuiling afgenomen, de combi-PAF is nu 20%. Het organisch stof gehalte is enorm toegenomen van 0,0 naar 5,5. In de macrofauna levensgemeenschap is een verbetering goed zichtbaar, wat kan komen door afname van de combi-PAF en door de stijging van het organisch stof gehalte. De bedreigde soorten zoals tweekleppigen zijn in dit jaar toegenomen op de locatie. In het jaar 2001 is de combi-PAF afgenomen. De PAF is nu 18%, maar de individuele PAF is lager dan 2000, deze is nu 6%. Het organisch stof gehalte is afgenomen van 5,5 naar 4,3. Het lagere organisch stof gehalte is waarschijnlijk de oorzaak waardoor de macrofauna soorten afnemen. Vooral de muggen en wormen verliezen een hoop soorten dit jaar. In het jaar 2002 was de locatie nog steeds klasse 2 genormeerd. De combi-PAF is gestegen van 18% naar 21%, maar de individuele PAF is gelijk gebleven, namelijk 6%. In het jaar 2002 zijn er grotere aantallen weekdieren en kreeftachtigen gevonden op de locatie deze soorten profiteren van de nog steeds lage individuele PAF. Het organisch stof gehalte is dit jaar weer omhoog gegaan van 4,3 naar 4,9 waarna de wormen waarschijnlijk zijn gaan stijgen in aantal soorten. Er is een duidelijke vooruitgang zichtbaar op locatie O5Z, vanaf het jaar 1998, zowel chemisch als biologisch. Vanaf het jaar 2000 is de haft, Caenis macrura, elk jaar weer terug gevonden in de monsters uit het veld. Het programma OMEGA123 geeft een goed beeld weer van wat er gebeurt met de macrofauna soorten, maar wel in combinatie met de gegevens van de organische stof gehalte, de maat van het beschikbare voedsel. De trend die OMEGA123 weergeeft komt dus redelijk tot goed overeen met de resultaten uit het veld.

Conclusie

De link tussen OMEGA123 en de macrofauna kan gelegd worden. Na de toetsing van meerdere stoffen op de locaties van de Gamerense Waard over de jaren, werd duidelijk dat de resultaten redelijk overeen kwamen met de eindresultaten van de chemische gegevens. De resultaten van OMEGA123 werden per jaar bekeken en uitgekozen om door te berekenen. Deze berekeningen werden niet meer voor meerdere stoffen gedaan, maar voor een individuele stof. De stof die over het algemeen de meeste locaties vervuilde was koper, deze hadden meestal een klasse 2 normering, soms ook een klasse 4 normering. De voorspelde bedreigingen door de verscheidene stoffen kwamen tot op zekere hoogte overeen met resultaten van de bekeken monsters. Maar OMEGA123 heeft ook zijn nadelen er kan niet met allerlei factoren rekening gehouden worden. Één van die factoren is organisch stof gehalte, dit is een maat voor voedsel in een levensgemeenschap van macrofauna. Waarneer deze vorm van voedsel toeneemt kan de macrofauna ook toenemen in aantal soorten. Er is bekend dat er specifieke soorten voorkomen in de Gamerense Waard, die tot op zekere hoogte vervuiling kunnen tolereren. Deze specifieke soorten leven direct of indirect op het voedsel uit organisch stof gehalte. Waarneer het programma OMEGA123 met achterliggende kennis wordt gecombineerd met de manier van denken over het organisch stof gehalte, wordt de link tussen OMEGA123 en de macrofauna nog beter gelegd. De locaties G19 en O5Z zijn in de jaren van hun bestaan gegroeid in soortenrijkdom en de vervuiling is relatief afgenomen. Met deze vooruitgang is de werking van een nevengeul nogmaals bewezen.

Evaluatie

Tijdens deze stage heb ik de afdeling goed leren kennen op verschillende manieren, op wetenschappelijk niveau en op sociaal niveau. De 9 maanden lange durende stage heb ik met plezier doorlopen. De begeleiding was uitstekend en er was geen sprake van grote problemen tijdens de stageperiode, door een goede werkplanning. Zelfs de brand, die het gebouw voor een deel onbruikbaar heeft gemaakt, heeft de stage niet belemmerd. De werkzaamheden werden verplaatst naar mijn huis. Het overige personeel werd ondergebracht in leegstaand gebouw in de buurt, waar ik altijd terechtkon voor computer werkzaamheden. Ik werd vrij gelaten over de indeling van mijn uren, zolang de afgesproken uren per week werden gehaald. In deze stage is mij veel bijgebracht over ecologische aspecten en de gevolgen van bepaalde ingrepen op de natuur. Mijn onderzoeksgebied was de macrofauna die in de nevengeulen leeft. De nevengeulen hebben me vanaf het begin al gefascineerd en liet een goede indruk op mij achter. In alle keren dat ik een nevengeul heb bezocht en bemonsterd, heb ik met grote interesse gedaan. Het bemonsteren was leuk werk. Het uitzoeken van de monsters op het laboratorium was het vaste werk van mij gedurende het begin van mijn stage. Ik heb hier veel geleerd met uitzoekwerkzaamheden van de macrofauna. Deze kon ik in het verloop van de stage snel en gemakkelijk tot hoofdgroepniveau determineren. Bij de werkzaamheden die verricht moesten worden, werd ik goed benut. Andere werkzaamheden die in het veld zijn verricht heb ik niet vermeld in mijn scriptie. Deze waren in het Wolderwijd, dit is een aangelegd meer bij Harderwijk. Hier heb ik proefopstellingen opgeruimd. En in het Gooimeer heb ik een proefopstelling opgezet. Aan deze proefopstelling gaan nog dingen veranderd worden en deze opstelling zal nog worden bestudeerd. Daarvoor heb ik mijn stage verlengd met twee weken om hierbij te assisteren. Deze 9 stage maanden zijn mij zeer goed bevallen, waarbij de tijd sneller ging dan ik verwacht had.

Bronvermelding

Aquasense, 2001, Macrofauna indicatorsoorten voor microverontreiniging in het riviergebied.
Aldenberg, Slob, 1999, No Observed Effect Concentration, RIVM
Red. Berends, P. et al, 1995, Ruimte voor water, Vierde Nota Waterhuishouding
Buijse, T., 2002, Nevengeul is prima kraamkamer, Grasduinen
Doelgroep RIZA, 1998, 75 jaar RIZA
Durand-Huiting, A.M., 2001, Handleiding en achtergronden OMEGA123, RIZA doc. 2001.036X Lelystad
Durand-Huiting, A.M., M.Beek, en J.Hendriks, 2001, OMEGA: stapsgewijs van normen naar effecten van verontreiniging, RIZA doc. 2002.045X Lelystad
Red. Functionele Werkgroep Verontreiniging Oppervlaktewateren, 2000, FWVO
Greijdanus, M., 1997, Methodebeschrijving voor berekening van dominantie aantal taxa en BMWP/ASPT index RIZA doc. 97.126X Lelystad
Jans, L. et al, 2002, Monitoring Nevengeulen 1998-2001, RIZA doc. 2002.028X Lelystad
Klink, A., 2002, Inventarisatie van de macrofauna in de nevengeulen in de Gamerense Waard; oktober 2001
Middelkoop, H., 2000, Twee rivieren Rijn en Maas in Nederland, RIZA doc. 99.041X Lelystad
Red. Noordhuis, R., Marteijn en Snoek, 1992, Biologische monitoring zoete Rijkswateren RIZA doc. 92.025X Lelystad
Red. Noordhuis, R., Marteijn en Snoek, 1994, Biologische monitoring zoete Rijkswateren RIZA doc. 94.067X Lelystad
Red. Projectgroep "Duurzame ontwikkeling", 2001, Rijn 2020
Straalen, R. van, G.Verkleij, 1993, Leerboek Oecotoxicologie
Steketee et al., 2000, Honderden bestrijdingsmiddelen

Achtergrond informatie

Http://informail (lokaal intranet)
RIZA Livelink (alleen toegankelijk met autorisatie)
Http://www.riza.nl

Begrippenlijst

RIZA	Rijksinstituut Intergraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling
RDIJ	RijksDienst IJsselmeerpolders
PAF	Potentieel Aangetaste Fractie
PAK	Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen
PCB	PolyChloorBifenylen
OMEGA 123	Stapsgewijs milieukwaliteit beoordelingsprogramma
Macrofauna	Kleine ongewervelde diertjes die nog waarneembaar zijn met het blote oog.
Nevengeul	Een geul die naast de bestaande rivier aan te leggen die één- of tweezijdig is aangetakt met de rivier

Bijlagen

Bijlage I Luchtfoto Opijnen

Bijlage II Organisatie schema RIZA

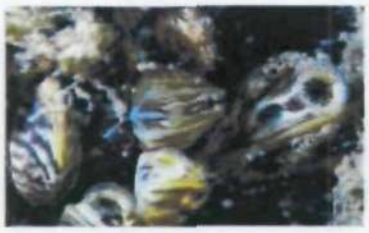
	Hoofdingenieur-Directeur		
Directiesecretariaat en Communicatie		Stafafdeling Personeels- en Organisatieontwikkeling	
Stafafdeling Economie en Control			
Hoofdafdeling Inrichting en Herstel onderzoek en advies over het herstel van natuurwaarden	**Hoofdafdeling Watersystemen** onderzoek en advies over integraal waterbeheer van de binnenwateren	**Hoofdafdeling Emissies** onderzoek en advies over afvalwaterbehandeling en emissie-niveaus	**Hoofdafdeling Informatie en Meettechnologie** verzamelen en verwerken van gegevens en onderzoek in gespecialiseerde laboratoria
Ruimte en Water De Nederlandse delta is dicht bevolkt en sterk verstedelijkt. Het gebied is kwetsbaar in waterhuishoudkundig opzicht. Tegelijkertijd zijn er vele belangen waarmee rekening moet worden gehouden. Verstedelijking, industrie, infrastructuur, landbouw, natuur en recreatie strijden om de ruimte. De verschillende vormen van grondgebruik stellen hoge eisen aan de waterhuishouding van Nederland. Andersom moet bij de inrichting van de ruimte rekening worden gehouden met de kenmerken van Nederland als delta. Want water is het ordenend principe. Deze afstemming tussen ruimte en water staat bij de afdeling IHR centraal.	***Transport van water, stoffen en slib*** Met slib verplaats ook vervuiling zich door het water, om uiteindelijk neer te slaan. Het RIZA ontwikkelt modellen die dit proces van waterbodemvervuiling voorspellen	***Nationale beleidsvoorbereiding*** Dit is een aan één sluiting van de internationale zaken, samen voeren deze afdelingen strijd voor een goede ecologische toestand in de Nederlandse wateren.	***Informatievoorziening*** Het RIZA slaat alle verzamelde kwalitatieve en kwantitatieve gegevens over Nederlandse binnenwateren op in uitgebreide datasystemen, waarop iedereen een beroep kan doen ***Informatiesystemen*** Het Infocentrum Binnenwateren voor de binnenwateren geeft actuele informatie over het waterpeil en vloedgolven in de rivieren en het IJsselmeer, vervuiling en versperring van de vaarwegen.
Landschapsontwikkeling De kwaliteit van het landschap en landschapsontwikkeling zijn belangrijke pijlers van de ruimtelijke kwaliteit. De omgeving en haar bewoners bepalen de kwaliteit van onze natuurrijke waterlandschappen. Dit hangt samen met water, lucht, bodem en natuur, de infrastructuur, het soort gebruik en de maatschappelijke waardering van het landschap. De afdeling IHL werkt aan deze thema's in Nederland en in het buitenland, door onderzoek en analyse, ontwerp en implementatie, monitoring en evaluatie, training en kennisuitwisseling.	***Rivieren*** Fluctuaties van het waterpeil hebben onmiddellijk gevolgen voor o.a. natuur en landbouw. Het RIZA onderzoekt de effecten van ingrijpen in watersystemen op de functies van een gebied. Eutrofiëring en verdroging zijn belangrijke onderzoeksgebieden. Het onderzoek vormt de basis voor advisering, met nadruk op integraal watermanagement.	***Internationale zaken*** Met name bij de bestrijding van watervervuiling in de grote rivieren is alleen een internationale aanpak effectief. Het RIZA coördineert de Nederlandse bijdrage aan het Europese overleg tussen landen in het stroomgebied.	***Laboratoria*** De RIZA laboratoria in Lelystad analyseren (afval)water en sedimenten. Niet alleen voor eigen gebruik, maar ook voor bijvoorbeeld het ministerie van Justitie. ***Algemene Chemie*** De afdeling algemene chemie doet veel aan chemische verbindingen met behulp van de chromatografie technieken.
Herstel Wetlands in binnen en buitenland De afdeling Herstel Wetlands (IHW) richt zich op het herstel, de ontwikkeling en het duurzaam gebruik van wetlands. Hiervoor ontwikkelt de afdeling kennis over draagkracht, duurzaamheid en samenhang van ecosystemen; ecohydrologie en de kwaliteit van de natuur in watersystemen in relatie tot andere gebruikers van het watersysteem. De kennis over natte natuur wordt gebruikt bij advisering aan Rijkswaterstaat, regionale waterbeheerders en de beleidsmakers van de ministeries V&W en LNV.	***Ecologie*** De afdeling ontwikkelt ecosysteemkennis van de zoete (en brakke) wateren in Nederland ten behoeve van het beheer en de inrichting van deze wateren. De kennisontwikkeling vindt plaats door een evenwichtige en samenhangende toepassing van beschrijvend veldonderzoek, experimenteel veld- en laboratoriumonderzoek, theorievorming en modellering. Onze afdeling vervult een brugfunctie tussen enerzijds de universiteiten en anderzijds de waterbeheerders en adviesbureaus.	***Heffing en handhaving*** Het RIZA is een van de uitvoerders van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren. Dit behelst o.a. advisering over toegestane emissienormen, beoordeling van vergunningen voor de industrie en de controle op de naleving ervan.	***Kwaliteitszorg*** Deze Afdeling valt ook onder de afdeling laboratoria en houdt zich voornamelijk bezig met ringonderzoeken. Er wordt veel aan deze onderzoeken besteed om een zo nauwkeurig afstelling van de voorschriften te krijgen ***Biologie*** De afdeling Biologie valt onder de afdeling laboratoria. Er wordt op deze afdeling veel onderzoek gedaan naar macrofauna, zoöplankton en fytoplankton. Veel van deze soorten worden op deze laboratoria gedetermineerd.

	Chemie en ecotoxicologie Deze afdeling onderzoekt het effect van vervuiling op het waterleven. Deze kennis is nodig voor o.a. het vaststellen van emissienormen.	***Diffuse en communale bronnen*** Watervervuiling vraagt om een brongerichte aanpak. Het RIZA helpt vervuiling te voorkomen door bijvoorbeeld het doorlichten van productieprocessen (puntbronnen). Daarnaast onderzoekt het RIZA mogelijkheden om de vervuiling uit diffuse bronnen (o.a. landbouw en scheepvaart) terug te dringen.	***Inklaringen en uitbesteding*** Bij deze afdeling wordt er gekeken naar korrelgrootte fractie. Ook worden er hier verscheidene analyses gedaan zoals: chemische en biologische onderzoek in de Afrika haven in Almere.
	Hydrodynamica en veiligheid Wind en golven zijn bepalend voor de stroming en het waterpeil. Het RIZA ontwikkelt rekenmodellen die deze processen simuleren, bijvoorbeeld voor het civieltechnisch ontwerp van waterwerken.	***Procestechnologie*** Het RIZA adviseert over zuiveringsmethodes voor communaal en industrieel afvalwater.	***Organische chemie*** Deze chemische afdeling houdt zich bezig met de samenstelling van organische verbindingen in het zoet en brak water en in waterbodems.
	Landelijke Zaken Het RIZA adviseert lokale en nationale overheden bij het opstellen van waterbeleidsplannen. De ontwikkeling van modellen om effecten van beleid te voorspellen helpt hierbij.		Automatisering Via het AQUALARM netwerk verzamelt het RIZA voortdurend en volledig geautomatiseerd gegevens over de kwaliteit en kwantiteit van het water. Deze geven een indicatie van de effectiviteit van het waterbeleid.
			Meetnetten Deze afdeling doet veel aan monitoring. Monitoring is het online gegevens bijhouden over het bepaalde project., door er metingen aan te verrichten Hierbij zijn er biologische, chemische en fysische projecten die gemeten moeten worden.

Bijlage III Voorbeelden van macrofauna soorten

Muggen
(Diptera)

Tweekleppigen
(Bivalva)



Kreeftachtigen
(Crustucea)

Slakken
(Gastropoda)

Borstelwormen
(Polychaeta)

Kokerjuffers
(Trichoptera)

Schietmotten
(Trichoptera)

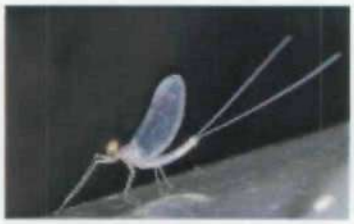
Watermijten
(Acari)

Waterspinnen
(Araneae)

Haften
(Emphemeroptera)

larve

Eendagsvliegen
(Emphemeroptera)

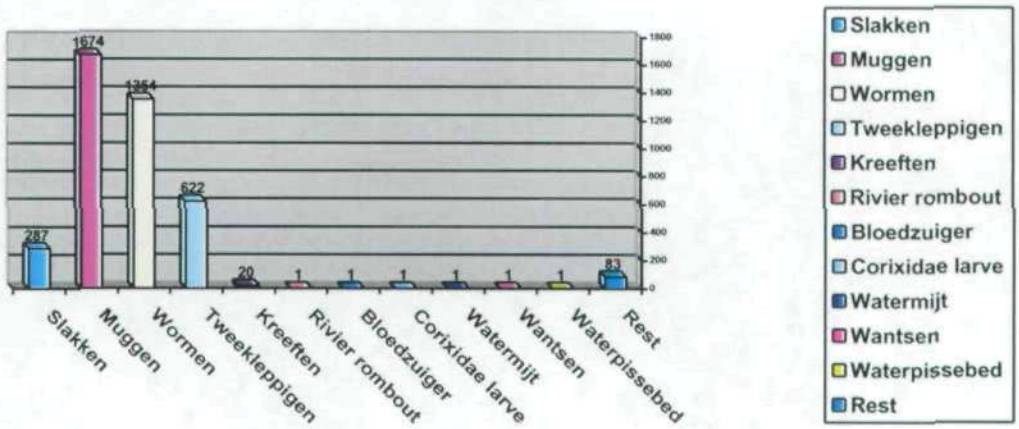


volwassen

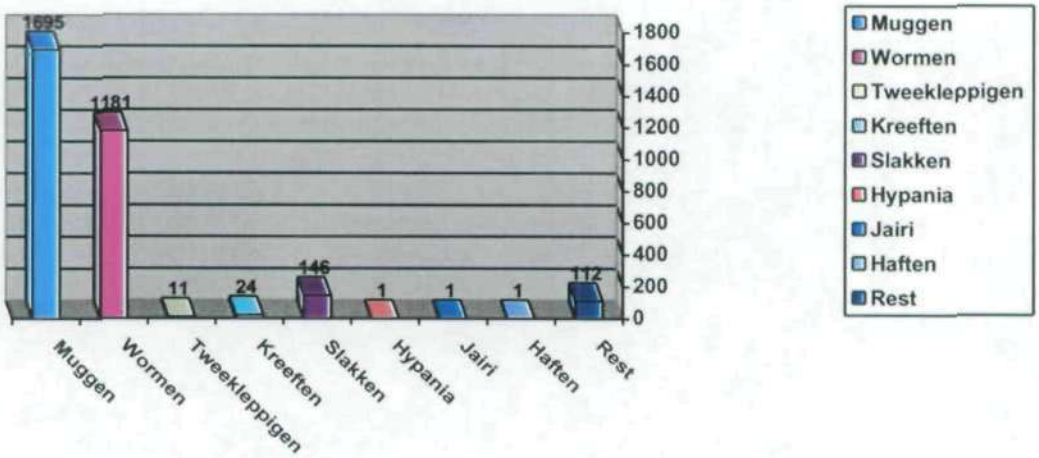
Kevers
(Coleoptera)

Libellen
(Odonata)

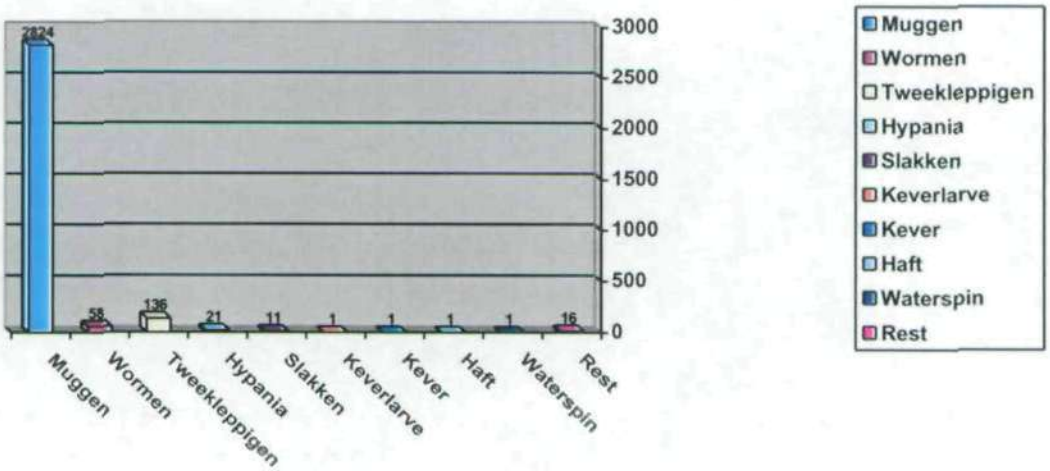
Bijlage IV resultaten van een door mij uitgezocht monster



Locatie G6 Zuid



Locatie G15 Zuid



Locatie O5 Zuid

Bijlage V Lijst met concentratie chemische stoffen per locatie (DW in mg/kg)

Locatie Code		MEI1998C	MEI1998C	MEI1998C	MEI1998C	MEI1998C	MEI1998C	MEI1998C	MEI1998C	MEI1998C	MEI1998C	MEI1998C	MEI1998C
Chemische Sof		W3Z	W3N	W4N	W5Z	W7M	O31/2M	O4M1	O4M2	O4N1	ON42	O5Z	O5N
cadmium	CD	-0,127	6,381	0,818	3,06	0,516	1,583	1,972	0,496	2,036	0,774	1,473	1,808
kwik anorg.	HG	-0,11	1,738	0,28	1,447	0,144	0,675	1,088	0,138	1,02	0,273	0,516	0,9
kwik org.													
koper	CU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nikkel	NI	18,568	37,059	31,487	27,237	17,5	24,668	28,675	16,638	24,167	24,078	25,014	32,395
lood	PB	17,286	517,661	68,256	173,069	25,185	80,179	151,403	31,468	112,366	48,249	103,172	98,554
zink	ZN	41,077	1669,773	480,747	607,564	213,559	375,33	640,357	208,411	415,492	304,313	420,158	494,207
chroom III	CR	13,286	142,857	42,344	80,887	24,074	60,444	94,671	26,913	82,799	49,093	51,22	71,412
chroom VI													
arsenen													
antimoon													
barium													
beryllium													
cobalt													
molybdeen													
seleen													
thallium													
tin													
vanadium													
boor													
tellurium													
titanium													
uranium													
zilver													
naftaleen	NAF	-0,05	1	0,09	0,35	-0,05	0,1	0,1	-0,05	0,15	0,1	0,06	0,25
antraceen	ANT												
fenantreen	FEN												
fluoranteen	FLU												
benzo(a)antraceen	BAA												
chryseen	CHRYS												
benzo(k)fluoranteen	BKF												
benzo(a)pyreen	BAP												

Bijlage VI Overzicht locaties en vervuiling aan de hand van OMEGA

Monsterpunten Code	1998			1999			2000			2001			2002		
	Klasse	Welke stoffen	PAF	Klasse	Welke stoffen	PAF	Klasse	Welke stoffen	PAF	Klasse	Welke stoffen	PAF	Klasse	Welke stoffen	PAF
G1	2	Naftaleen	10%												
G2	2	Hg org.	11%				2	Cu	17%						
G3	2		10%				2	Chrys	11%	2	Hg org.	16%	2	Chrys	12%
G4N							2	Chrys	15%						
G4	0		9%							0		17%			
G4W										2	Chrys	11%			
G5	2	Naftaleen	11%				0		9%						
G5,5							3	Ni	22%						
G6 Voorjaar	3	Hg org.	16%	2	Cu, Cd	21%	2	HCB, Chrys	15%	2	Ni	14%	2	Chrys	15%
G6 Najaar	4	Zn	20%				2	Cu	16%	2	Cu, Ni	19%			
G7	3	Hg org.	16%							2	Chrys	9%			
G8	2	Chrys	9%				0		11%	2	Chrys	9%	0		7%
G9	2	Chrys	11%				2	Chrys	13%	2	Chrys	12%	2	Cu	17%
G10 Voorjaar	0		8%				2	Cu	18%	2	Ni	16%	2	Hg org. Ni, Cu	20%
G10 Najaar										2	Cu, Ni	18%			
G11	2	Chrys	9%												
G12	2	Chrys	8%												
G13	0		9%				2	Ni	13%	2	Ni	15%			
G14	2	Chrys	9%				2	Chrys	11%						
G15 Voorjaar	0		8%	2	Chrys	13%	2	HCB, Chrys	13%	2	Chrys	15%	3	Ni	19%
G15 Najaar							2	Cu	21%	2	Cu, Ni	20%	2	Cu, Ni	21%
G16	2	Chrys	11%												
G17	0		7%												
G18	0		9%							2	Ni	14%			
G19 Voorjaar	2	Hg org.	13%	2	Cu	23%	2	Cu, Hg org.	16%	2	Cu	17%	2	Chrys, Cu, HCB	19%
G19 Najaar							2	HCB	12%	2	Cu, Ni	20%	2	Cu, Ni	20%
G20	2	Chrys	8%												
G21															
G22	2	Cd, Hg org.	15%												
G23	2	Cd, Hg org.	14%												
G24	2	Cd, Hg org.	13%				2	Cu	17%	2	Cu, Ni	20%			
G25 Voorjaar	4	Zn, Hg org.	21%				2	Hg org.	16%	2	Ni	19%	2	Chrys, HCB	14%
G25 Najaar							2	HCB	13%	0		7%	2	Chrys	6%
G26	2	Hg org.	15%							2	Cu, Ni	19%			
G27	2	Hg org.	15%				2		17%						
G28	4	Zn, Hg org.	23%												
G29	2	Nikkel	16%												
G30	2	Zn, Cd	15%												
G31	2	Zn, Cd, Nikkel	16%												
G32	3	Hg org.	18%												
G33 Voorjaar							1		10%	2	Chrys	13%	2	HCB	11%
G33 Najaar							2	Cu	19%	2	Ni	12%	1		8%
G40													2	Chrys	14%
G41													2	Cu, Chrys	19%
G42													2	Chrys	14%
G43													2	Chrys	12%
G44													3	Ni	18%
G45													2	Hg org. Ni, Cu	24%
G46													1		9%
G47													1		9%
G48													2	Chrys	16%
G49													2	Chrys,Cu,Ni	18%
G50										2	Chrys	15%	2	DDD, Chrys	15%
W2N Voorjaar							2	HCB, Chrys	12%	2	Ni	16%	2	Chrys	12%
W2N Najaar							2	Ni	16%	2	Ni	23%	1		9%
W2,5							2	Cu	16%						
W3Z	0		7%	0		12%									
W3N	4	Zn	30%	2	Chrys	18%									
W3M	1	Zn	8%	4	Zn, Ni, Cu	47%									
W3N / W4N				4	Zn	33%									
W4N Voorjaar + Najaar	2	Zn	15%				0		9%	0		9%	0		8%
W4Z	4	Zn	19%	4	Zn, Cu	36%									
W4M	2	Hg org.	14%												
W5N	2		14%	3	Ni	27%									
W5Z	2	Zn	17%												
W5M	2	Chrys	13%	2	Chrys	12%									
W6N				4	Zn	23%									
W6Z				4	Zn, Cu	43%									
W6M	1	Zn	8%												
W7N				4	Zn	19%									
W7Z				2	Cu	24%				2	Hg org.	15%	2	Hg org. Chrys	26%
W7M	2	HCB	9%				2	Chrys	11%						
W7Z / W8Z				4	Zn	34%									
W20													2	Cd, Cu, Zn	24%
W21													2	Chrys	17%
W22													1		9%
Q3N															
Q3Z Voorjaar															
Q3Z Najaar															
Q3,5M	2	Hg org.	8%	2	Zn, Cu	31%	2	Chrys	10%						
Q4N1	2	Cd, Hg org.	14%				1		10%						
Q4N2	2	HCB	12%												
Q4Z	2		13%	2	Ni	17%									
Q4M	2	Hg org.	13%	2	HCB	12%									
Q4,5M							0		9%						
Q5N	2	Zn	16%	3	Ni	27%									
Q5Z Voorjaar	2	Hg org.	14%	4	Zn, Cu	31%	2	Cu	20%	2	Cu	18%	2	Chrys, Cu, Ni	21%
Q5Z Najaar							0		10%	2	Cu, Ni	21%	2	Chrys	16%
Q5M	2	Zn, Cd	17%												
Q20													1		9%
Q21													2	Chrys, Ni, HCB	17%
Q32Z							2	B-HCH	28%	2	Cu, Ni	26%	2	Chrys	15%
K1B Voorjaar							1		11%	1		10%	2	Ni, Chrys, HCB	15%
K1B Najaar							2	DDE	16%	1		11%	2	Chrys	16%
K2B Voorjaar							2	DDD, B-HCH	12%	1		9%	2	Chrys	10%
K2B Najaar							0		10%	1		10%	1		10%
STEILRAND1	4	Zn, Hg org.	38%												
STEILRAND2	2	Zn	17%												
STEILRAND3	4	Zn	13%												
S1	2	Chrys	10%												
S2	0		9%												
BRUG							0		9%	2	Chrys	15%			
OOSTGEUL										0		9%			

Bijlage VII Overzicht van locaties en vervuiling aan de hand van de chemiegegevens

Monsterpunten Code	1995			1996			2000			2001			2002		
	Klasse	Welke stoffen	PAF	Klasse	Welke stoffen	PAF	Klasse	Welke stoffen	PAF	Klasse	Welke stoffen	PAF	Klasse	Welke stoffen	PAF
G1	2		10%												
G2	2		11%				2		17%						
G3	2		10%				2		11%	2		35%	4		100%
G4N							2		15%						
G4	0		9%							2		12%			
G4W										3		27%			
G5	2		11%				0		9%						
G5,5							3		59%						
G6 Voorjaar	3		18%	3		52%	3		60%	2		14%	2		53%
G6 Najaar	4		20%				3		61%	2		18%			
G7	3		16%							2		9%			
G8	2		9%				1		8%	3		9%	0		7%
G9	2		11%				2		13%	2		32%	3		61%
G10 Voorjaar	2		9%				2		10%	3		33%	3		82%
G10 Najaar										3		38%			
G11	2		9%												
G12	2		9%												
G13	2		9%				2		13%	3		14%			
G14	2		9%				2		11%						
G15 Voorjaar	1		6%	2		46%	3		11%	2		15%	2		81%
G15 Najaar							3		57%	3		71%	2		49%
G16	2		10%												
G17	1		7%												
G18	1		8%							2		14%			
G19 Voorjaar	2		13%	3		99%	2		64%	2		17%	2		53%
G19 Najaar							2		37%	3		35%	2		22%
G20	2		9%	4		71%									
G21															
G22	2		15%												
G23	2		14%												
G24	2		13%				2		17%	3		55%			
G25 Voorjaar	4		21%				2		76%	3		18%	2		51%
G25 Najaar							2		59%	1		7%	2		24%
G26	2		14%							3		88%			
G27	2		11%				2		17%						
G28	4		23%												
G29	2		16%												
G30	2		14%												
G31	2		16%												
G32	3		16%												
G33 Voorjaar							2		20%	2		12%	2		27%
G33 Najaar							4		60%	2		13%	1		13%
G40													2		71%
G41													2		21%
G42													2		34%
G43													2		14%
G44													3		66%
G45													2		87%
G46													2		9%
G47													2		9%
G48													2		17%
G49													2		19%
G50										2		15%	2		63%
W2N Voorjaar							2		41%	2		15%	2		27%
W2N Najaar							1		16%	3		76%	0		9%
W2,5							3		16%						
W3Z	1		7%	1		12%									
W3N	4		32%												
W3M	1		83%	4		47%									
W3N / W4N				4		71%									
W4N Voorjaar + Najaar	4		46%				0		8%	1		6%	0		9%
W4Z	4		19%	4		96%									
W4M	2		44%												
W5N	2		14%												
W5Z	3		79%												
W5M	2		13%	2		11%									
W6N				4		28%									
W6Z				4											
W6M	2		8%												
W7N				4		28%									
W7Z				2		24%							3		82%
W7M	2		7%				2		10%						
W7Z / W6Z				4		96%									
W20													2		35%
W21													3		53%
W22													2		78%
O3N				2		17%									
O3Z Voorjaar							3		97%	2		9%			
O3Z Najaar										2		39%			
O3,5M	3		8%	2		31%									
O4N1	2		37%				1		10%						
O4N2	3		52%												
O4Z	2		13%	2		17%									
O4M				1		12%									
O4,5M							0		8%						
O5N	3		68%	2		27%									
O5Z Voorjaar	3		55%	3		65%	3		66%	2		36%	2		44%
O5Z Najaar							0		10%	3		95%	3		19%
O5M	2		17%												
O20													3		9%
O21													3		53%
O32Z													2		39%
K1B Voorjaar							1		11%	1		10%	2		63%
K1B Najaar							2		57%	1		11%	2		17%
K2B Voorjaar							3		70%	2		9%	2		12%
K2B Najaar							0		10%	2		15%	0		12%
STEILRAND1	4		100%												
STEILRAND2	3		71%												
STEILRAND3	4		18%												
S1	2		41%												
S2	2		41%												
BRUG							0		5%	2		15%			
OOSTOEUL										0		9%			