

Calamiteiten op de Maas

Ecologische gevolgen van incidentele lozingen en
extreem lage afvoer in 2007



W.M. Liefveld
M.A.A. de la Haye

 Grontmij | AquaSense



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Calamiteiten op de Maas

Ecologische gevolgen van incidentele lozingen en
extreem lage afvoer in 2007

W.M. Liefveld¹
M.A.A. de la Haye²

¹ Bureau Waardenburg

² Grontmij|AquaSense



Bureau Waardenburg bv

Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg

Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849

e-mail wbb@buwa.nl website: www.buwa.nl



Grontmij | AquaSense

opdrachtgever: Rijkswaterstaat Waterdienst

18 maart 2010

rapport nr. 10-057

fotografie kافت:

M. de la Haye (1,3,4) en K. Van Looy (2), Instituut voor natuur- en bosonderzoek

Status uitgave: eindrapport
Rapport nr.: 10-057
Datum uitgave: 18 maart 2010
Titel: Calamiteiten op de Maas
Subtitel: Ecologische gevolgen van incidentele lozingen en extreem lage afvoer in 2007
Samenstellers: drs. W.M. Liefveld (Bureau Waardenburg)
drs. M.A.A. de la Haye (GrontmijAquaSense)

Aantal pagina's inclusief bijlagen: 148
Project nr.: 08-441
Projectleider: drs. W.M. Liefveld
Naam en adres opdrachtgever: Rijkswaterstaat Waterdienst
Postbus 17, 8200 AA, Lelystad
Referentie opdrachtgever: Bestelnummer: 4500130648
Akkoord voor uitgave: Teamleider aquatische ecologie
drs. A. Bak



Paraaf:

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Naam opdrachtgever

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden vervaardigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder vooraf-gaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door NL Ingenieurs gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2000.



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849
e-mail wbb@buwa.nl website: www.buwa.nl

Voorwoord

Met de implementatie van de Europese Kaderrichtlijn Water heeft ecologische waterkwaliteit een wettelijke status gekregen. Doel is in 2015 een goede ecologische toestand van alle wateren in Europa. Randvoorwaarde hiervoor is dat de chemische kwaliteit ook op orde is. Voor de Maas is dat wellicht een probleem vanwege het relatief vaak optreden van incidenten of calamiteiten. Om te achterhalen in hoeverre dit de ecologische doelstellingen in de weg staat, zijn in deze studie de gegevens van het jaar 2007 nader onderzocht. In 2007 hebben in de Maas 2 grotere lozingen van stoffen plaatsgevonden, en heeft één incident met extreem laag water plaatsgevonden. De effecten van deze incidenten op de ecologie van de Maas geven een indruk van te verwachten effecten bij andere calamiteiten. In opdracht van RWS dienst Limburg (Harriet Bakker) is een onderzoek uitgevoerd door Bureau Waardenburg (Wendy Liefveld) in samenwerking met GrontmijAquaSense (Michelle de la Haye) aangestuurd door RWS Waterdienst (Marianne Greijdanus). Marianne Greijdanus heeft een grote bijdrage geleverd aan dit rapport, niet alleen als projectleider maar ook als tekstschrijver, met name over macrofauna. Eric Geenen (RWS-Limburg) willen wij hartelijk bedanken voor het maken van de kaart van het studiegebied (figuur 1.2).

De begeleidingscommissie bestond uit de volgende mensen die allemaal hart hebben voor de kwaliteit van de Maas:

- Harriet Bakker, opdrachtgever, RWS Limburg;
- Marianne Greijdanus, macrofauna en projectleider, RWS Waterdienst;
- Hannie Maas, ecotoxicologie, RWS Waterdienst;
- Serge Rotteveel, ecotoxicologie en alarmgroep, RWS Waterdienst;
- Frans Kerkum, waterplanten en temperatuur, RWS Waterdienst;
- Reinaldo Peñailillo Burgos, Maas-alarmmodel, Delft Cluster, Deltares;
- André Bannink, drinkwater, RIWA;
- André Breukelaar, vis, RWS Waterdienst;
- Jaap van Steenwijk, alarmgroep chemie, RWS Waterdienst;
- Gerard de Vries, internationale zaken, RWS Waterdienst (agendalid);
- Gert-Jan Zwolsman, drinkwater, KWR Watercycle Research Institute (agendalid).

In dit rapport is beschreven:

- wat er gebeurd is bij drie grotere incidenten in de Maas in 2007;
- wat de ecologische betekenis hiervan is geweest;
- hoe zich dat verhoudt tot de andere drukken op de ecologische toestand van de Maas;
- wat de minimale randvoorwaarde is om aan de doelen voor waterkwaliteit te voldoen;
- wat de mogelijkheden zijn om in het vervolg met dit soort incidenten om te gaan;

Tijdens het onderzoek zijn aanbevelingen voor monitoring, alarmering en rivierbeheer verzameld en kennisleemtes beschreven.

Bij het achteraf beschrijven van de gebeurtenissen en resultaten blijkt hoe belangrijk het is dat alle informatie goed opgeslagen wordt voorzien van datum en contactpersoon. Het reproduceren van de verschillende gebeurtenissen die soms ook nog door elkaar heen spelen is moeilijk. Tijdens het lezen van dit rapport moet u zich realiseren dat aan het begin van een incident/calamiteit vaak nog niet bekend is om welke stoffen het gaat en wat de impact zou kunnen zijn, dit wordt gaandeweg het traject pas duidelijk. Daardoor moeten ter plekke beslissingen genomen worden die achteraf bezien wellicht anders hadden gekund als er meer kennis beschikbaar zou zijn.

Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting	9
Summary	11
1 Inleiding	13
1.1 Aanleiding	13
1.2 Doelstelling	14
1.3 Afbakening	15
1.4 Leeswijzer	16
2. Analyse calamiteiten	19
2.1 Aanpak	19
2.2 Calamiteiten op de Maas	19
2.2.1. Alarmeringssysteem Maas	19
2.3 Calamiteiten waterkwaliteit in 2007	21
2.3.1. Calamiteit april 2007	22
2.3.2. Calamiteit augustus 2007	26
2.4 Calamiteit waterkwantiteit 2007	37
2.4.1. Wat is er gebeurd?	37
2.4.2. Waargenomen effecten extreem lage afvoer 2007	40
2.5 Aanvullende informatie	43
2.5.1. LC50	44
2.5.2. Modelberekeningen toxicologische effecten (OMEGA)	47
2.5.3. Verwachte effecten lange termijn	48
2.5.4. Calamiteiten in andere jaren	50
2.6 Gecombineerde effecten	55
2.7 Synthese analyse incidenten 2007	56
3. Randvoorwaarden en ecologische doelen	59
3.1 Werkwijze	59
3.2 Ecologische doelen voor de Grensmaas	59
3.2.1. Kaderrichtlijn Water	59
3.2.2. Natura 2000	63
3.2.3. Andere richtlijnen voor waterkwaliteit	65
3.3 Belastingen op de ecologie van de (Grens)Maas	67
3.3.1. Uniform zomerbed	70
3.3.2. Beperkte natuurlijke morfodynamiek	71

3.3.3.	Eutrofiering	71
3.3.4.	Verontreinigingen	72
3.3.5.	Lage afvoer in de zomer.....	73
3.3.6.	Afvoerfluctuaties	75
3.3.7.	Hoge watertemperatuur	75
3.3.8.	Verstoring door recreatie.....	78
3.3.9.	Golfwerking	80
3.4	Ecologische randvoorwaarden	80
3.4.1.	Randvoorwaarden macrofyten	80
3.4.2.	Randvoorwaarden vissen.....	81
3.4.3.	Randvoorwaarden macrofauna	84
3.4.4.	Synthese ecologische randvoorwaarden.....	84
4.	Toekomst.....	87
4.1.1.	Klimaatverandering	87
4.1.2.	De Maaswerken	88
4.1.3.	Autonome ontwikkelingen	90
5.	Synthese	93
5.1	Effecten van calamiteiten op het ecosysteem van de Maas	93
5.2	Aanvullende informatie	97
6.	Aanbevelingen	99
6.1	Monitoring en alarmering bij calamiteiten	99
6.2	Rivierbeheer	100
6.3	Kennisleemtes	103
7.	Literatuur.....	105
BIJLAGEN.....		111
Bijlage 1:	Geraadpleegde experts	113
Bijlage 2:	Overzicht calamiteiten 2007	115
Bijlage 3:	Alarmeringswaarden Maas	117
Bijlage 4:	Biologische bewaking van de Maas.....	119
Bijlage 5:	Fysische en chemische parameters 2007	123
Bijlage 5A:	Gemiddelde uurwaarden rond de calamiteiten bij Eijsden (afvoer bij Borgharen Dorp) 15-25 april 2007.....	126
Bijlage 5B:	1-10 Augustus 2007 bij Eijsden (afvoer bij Borgharen Dorp).....	128
Bijlage 5C:	21 september – 18 oktober 2007 bij Eijsden (afvoer bij Borgharen Dorp)	130
Bijlage 5D:	Langjarige gemiddelde afvoer bij Borgharen Dorp.	133

Bijlage 6: Macrofaunabemonstering april 2007	135
Bijlage 6A: Resultaten nadere analyse macrofaunamonsters 2007	137
Bijlage 7: Resultaten van de Daphnia toximeter gedurende de calamiteit van aug. 2007	139
Bijlage 8: Chemische analyses van de metende partijen augustus 2007	141
Bijlage 9: Stofeigenschappen chloorpyrifos	143
1.1. Ecotoxiciteit chloorpyrifos	143
1.2. Fysicochemische eigenschappen	143
1.3. Secundaire vergiftiging / menselijke gezondheid	144
Bijlage 10: Waarnemingen en schattingen vissterfte Nederlandse Maas	145
Bijlage 11: Grafieken MAM-model op verschillende locaties van april 2007	147
Bijlage 12: Kenmerkende macrofauna Grensmaas	151
Bijlage 13: Waals persbericht over vergoeding visschade	155

Samenvatting

In 2007 heeft een drietal incidenten plaatsgevonden op de Maas: in april en augustus vonden chemische lozingen van pesticiden plaats (chloorpyrifos en cypermethrin). In september en oktober is de Grensmaas enkele malen bijna drooggevallen, afgewisseld met plotselinge pieken in de afvoer. Deze onregelmatigheden in de afvoer hadden te maken met werkzaamheden in het Nederlandse en Belgische deel van de Maas.

De gevolgen van deze incidenten voor de aquatische levensgemeenschap zijn soms heel duidelijk: in augustus is direct na de chemische lozing grootschalige vissterfte opgetreden. Naar schatting meer dan 160 ton vis heeft hierbij de dood gevonden, alleen al in het Waalse deel van de Maas. De chemische lozing in april en de extreem lage afvoeren in het najaar hebben geen duidelijk effect laten zien.

De macrofaunamonsters die direct na de alarmmeldingen zijn genomen laten alleen in augustus zien dat er mogelijk een effect van de verontreiniging op de aantallen van sommige soortgroepen is geweest. Dit effect is echter niet statistisch onderbouwd. Uit de jaarlijkse MWTL visbemonsteringen in de Grensmaas blijkt dat de vangsten in 2008 over het algemeen laag zijn. Er is echter geen significant verschil met voorgaande jaren. Wel is opvallend dat de jongste jaarklasse van kopvoorn nagenoeg verdwenen is in het voorjaar van 2008, wat kan duiden op een slechte overleving van visbroed in 2007 als gevolg van de chemische lozing in augustus 2007. Verder neemt het totaal aantal vissen in de Grensmaas sinds 2004 significant af. Omdat zoveel factoren tegelijk een rol spelen is het moeilijk deze afname aan een bepaalde oorzaak te verbinden.

Over het geheel genomen lijken de effecten van de incidenten in 2007 op de aquatische levensgemeenschap mee te vallen. Toxiciteitsgegevens van de geloosde stoffen wijzen echter wel degelijk op aanzienlijke potentiële schade. Dat dit in de praktijk moeilijk vast te stellen is komt mogelijk doordat de levensgemeenschap in de Maas door de matige waterkwaliteit en herhaaldelijk optreden van calamiteiten al verarmd is en alleen de meest robuuste soorten zijn overgebleven. Tegelijk heeft een watersysteem als de Maas natuurlijk een grotere herstelpotentie dan een reageerbuis/labtest, doordat aanvulling van organismen van bovenstreams of uit de beeksystemen plaatsvindt. Dit geldt vooral voor de mobielere soorten. Extreem lage afvoeren lijken vooral een probleem te vormen doordat ze vaak samenvallen met kritische waarden van andere factoren zoals temperatuur en zuurstof. De lange termijn effecten hiervan op het ecosysteem zijn niet los te analyseren van die van andere incidenten.

Incidenten op de Maas lijken de Natura 2000-doelen niet in de weg te staan. Deze richten zich vooral op habitatbehoud en -herstel. Uit de analyses van macrofauna en visgegevens, lijken ook de KRW-doelen op termijn niet geschaad te worden door de calamiteiten. Uit de analyse van monitoringsgegevens is echter niet te achterhalen wat de resultante is van het herhaaldelijk voorkomen van calamiteiten op de Maas. Toxiciteitsgegevens wijzen erop dat de periodiek terugkerende incidenten waarschijnlijk

leiden tot een soort semi-permanente druk op het systeem. Hierdoor kunnen gevoelige soorten zich niet herstellen en zou er wel degelijk een effect op de KRW-doelen kunnen bestaan. Ondanks verbetering van de 'gemiddelde' waterkwaliteit en habitat herstel, bestaat de levensgemeenschap dan nog steeds uit de standaard generalisten. Het blijft echter lastig het aandeel van de verschillende belastingen op het ecosysteem te onderscheiden. Calamiteiten horen als herhaaldelijke belasting zeker thuis op het lijstje met probleemfactoren in relatie tot de KRW-doelen.

De analyse van de monitoringsgegevens bevestigt dat monitoring van incidenten lastig is: de natuurlijke variatie is vaak hoog, nulmetingen zijn er meestal niet en bovendien komen er jaarlijks zoveel incidenten voor dat het ook nog eens moeilijk is de vinger op één zere plek te leggen. Als er een langjarig effect is zal dit wel degelijk gedetecteerd worden als een achteruitgang over meerdere jaren.

Incidenten op de Maas zijn niet uit te sluiten, daarvoor zijn er teveel steden en industrieën langs de rivier. Wel kunnen we proberen het voorkomen van calamiteiten te beperken door veiligheidsmaatregelen te voorzien. Snelle internationale alarmering en gezamenlijke aanpak dragen bij aan het beperken van de effecten op het ecosysteem. Aandacht voor dit facet van de waterkwaliteit is belangrijk, ook in KRW-verband. Als het ecosysteem van de Maas door de herstelmaatregelen meer karakteristieke en gevoelige soorten gaat herbergen kunnen de gevolgen van een calamiteit in de toekomst nog wel eens grotere schade aanrichten.

Summary

In 2007, between April and August, three incidents involving the discharge of pesticides (chlorpyrifos and cypermethrin) into the Belgian and Dutch part of river Meuse took place. In the following September and October the Grensmaas almost dried up several times, interspersed with sudden peak discharges. These sudden irregularities in the discharges involved workings in the Dutch and Belgian parts of river Meuse.

The impacts of these incidents for aquatic life are sometimes very clear: in August, directly following the discharge of chemicals, a mass mortality of fish occurred. It was estimated that more than 160 tonnes of fish were killed in the Wallonian part of river Meuse alone. However, the chemical discharge in April and low flows during autumn have shown no clear effect.

Of those macro-invertebrate samples taken immediately following the alarms of the incidents only those from August showed any possible effects and only in the numbers of some species groups. This effect was not analysed statistically. From the annual MWTL¹ fish sampling in the Grensmaas it seemed that the catches in 2008 were at a general low, although there was no significant difference between previous years. It is striking however, that in the spring of 2008 the one-year class of chub virtually disappeared, perhaps indicating the poor survival of fry in 2007, maybe as a result of the chemical discharge during August. The number of fish in the river Meuse has fallen significantly since 2004 though. Because so many factors have been involved it is difficult to connect the declines to a particular cause.

On the whole, the incidents in 2007 caused pressure on the aquatic community. Toxicity data indicates that the discharged substances have the potential to affect aquatic life. That, in practice, is difficult to demonstrate, as the aquatic community in the Maas is that of moderate water quality and repeated pollution events have already depleted all but the most robust species. At the same time the water system of river Meuse has a greater recovery potential than experimental systems due to the potential influx of organisms from upstream or out of the connected stream systems. This is especially true for more mobile species. Extremely low flows appear to be an important issue because they often coincide with critical values of other factors such as temperature and oxygen. It is not possible to separate the long-term effects of these flow shortages on the ecosystem from other incidents.

Incidents in river Meuse, such as analysed in this study, seem not to stand in the way of Natura 2000 objectives. These focus primarily on habitat conservation and restoration. From the analysis of macro-invertebrate and fish data, it seems that the objectives of the European Water Framework Directive (WFD) were not affected by the

¹ MWTL = "Monitoring van de Waterstaatkundige Toestand des Lands", is the standard monitoring program of Rijkswaterstaat.

pollution incidents. These monitoring data, however, are not designed to test the consequence of repeated pollution incidents in the river Meuse. Toxicity data indicate that reoccurring incidents are likely to lead to semi-permanent pressure on the system. This would mean that sensitive species could not recover, which would indeed affect the WFD objectives. Despite improvements in the 'average' water quality and habitat restoration the aquatic community remains dominated by generalist species. It remains difficult to separate the effects of different factors on the ecosystem. Incidents are certainly high up on the list of problem factors for the WFD objectives.

Analysis of monitoring data confirms that monitoring of incidents is difficult: natural variation is often high, baseline measurements are not usually taken every year and with the repeated occurrence of incidents it is not always possible to pinpoint them all. If, however, there is a long-term effect, this will be evident as a decline over several years.

Risks of incidents in the river Meuse cannot be banned entirely; there are too many cities and industries along the river. We can, however, try and reduce their occurrence by securing some areas. Rapid international alarms and coordinated action help to reduce the impact on ecosystems. Attention for this aspect of the water quality is important, also for in the context of WFD objectives. If the ecosystem of the Meuse, through the restoration process, gains more sensitive species then the effects of future incidents may result in greater damage.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

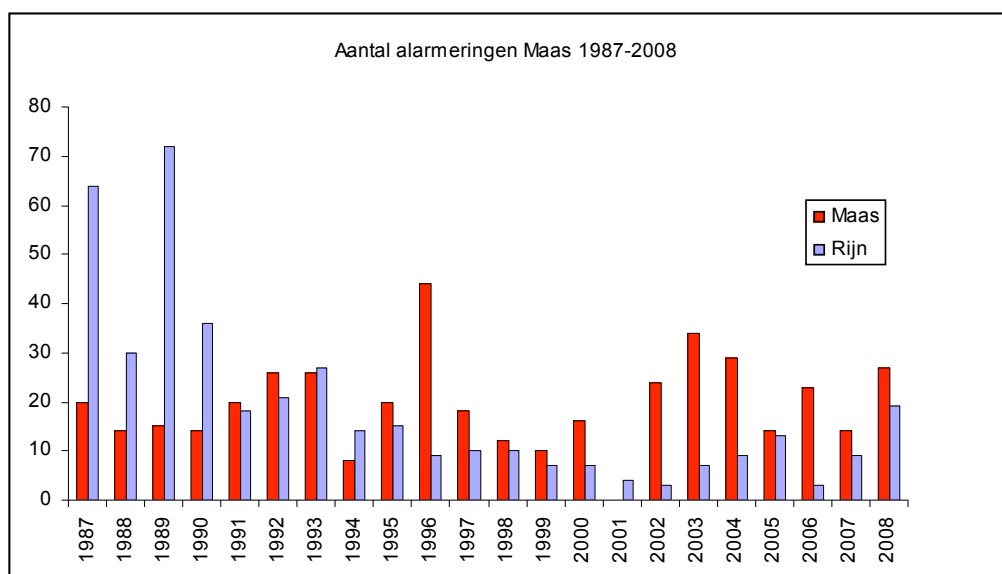
De waterkwaliteit van de Maas is sterk verbeterd ten opzichte van de zeventiger en tachtiger jaren van de vorige eeuw. Dit gaat gepaard met een voorzichtig herstel van kenmerkende soorten macrofauna en vis (Reeze et al., 2005). Om de doelstellingen van de Kaderrichtlijn Water te halen is een verdere verbetering nodig. Behalve de gemiddelde waterkwaliteit is in de Maas daarvoor ook de minimale waterkwaliteit randvoorwaarde scheppend. Er vinden nu nog geregeld calamiteiten of incidenten plaats in de Maas, waarbij de waterkwaliteit (of kwantiteit) tijdelijk verslechtert. Opmerkelijk is dat de verbeterde waterkwaliteit op de Rijn gepaard is gegaan met een afname van het aantal incidenten, terwijl op de Maas de frequentie van alarmmeldingen niet structureel is afgenomen (figuur 1.1). En dat terwijl de concentraties van bestrijdingsmiddelen waarbij alarm geslagen wordt voor de Rijn lager liggen dan voor de Maas (www.aqualarm.nl, bijlage 3).

Voor de Grensmaas is gevoelig voor calamiteiten: dit deel van de Maas ligt vlak bij potentiële verontreinigingsbronnen bovenstrooms en voert 's zomers weinig water (en heeft dan dus weinig verdunning). Tegelijk komen juist in dit deel van de Maas nog gevoelige soorten voor die elders verdwenen zijn door kanalisatie. Deze bijzondere soorten komen terug in de ecologische doelen (KRW en Natura 2000) voor dit deel van de Maas (Buijse et al., 2008, Rijkswaterstaat, 2009). Tegelijk stellen ze hogere eisen aan de waterkwaliteit, in het bijzonder voor watertemperatuur en zuurstofgehalte. Voor de KRW is de Grensmaas getypeerd als snelstromende rivier over een grindbodem (R16) met als status 'sterk veranderd'. Het streefbeeld omvat een grotere en meer gevoelige soortenrijkdom dan de rest van de Maas. Rijkswaterstaat wil weten of calamiteiten op de Maas het behalen van deze ecologische doelen in de weg staan en aan welke randvoorwaarden minimaal voldaan moet worden om deze doelen te kunnen halen.

Het jaar 2007 is hiervoor als case gebruikt. In 2007 hebben in de Maas vlak na elkaar drie calamiteiten plaatsgevonden, twee ervan betroffen de waterkwaliteit en één de waterkwantiteit. In één geval is hierbij massale vissterfte opgetreden. Rijkswaterstaat Limburg wil weten wat de mogelijke gevolgen van dit soort calamiteiten zijn voor de ecologie van de Maas, zowel op de korte als de lange termijn. Ze wil dit weten in relatie tot het KRW-doelbereik, maar ook om aan de burgers (vissers, omwonenden) te kunnen uitleggen wat de gevolgen van de calamiteiten zijn geweest.

Naast calamiteiten worden de levensgemeenschappen in de (Grens)maas dagelijks aan allerlei drukken blootgesteld die van invloed zijn op het ecosysteem als geheel. In het verleden is veel onderzoek gedaan aan afzonderlijke belastingen (bijv. Ertsen et al., 2000, van der Burg et al., 2001, Liefveld & Jesse, 2006). Ook in beleidsdocumenten als het beheerplan Natura 2000 en de

Stroomgebiedbeheersplannen voor de KRW, is veel aandacht voor de afzonderlijke belastingen van de Maas. Bij Rijkswaterstaat Limburg bestaat behoefte aan een overzicht van de gezamenlijke impact van deze drukken in relatie tot de impact van calamiteiten. Rijkswaterstaat wil deze kennis onder meer gebruiken om het beheer van de Maas en toekomstige vergunningaanvragen hierop af te stemmen.



Figuur 1.1. Jaarlijks aantal alarmmeldingen op Maas en Rijn.

Rijkswaterstaat Waterdienst heeft Bureau Waardenburg gevraagd dit onderzoek uit te voeren in samenwerking met GrontmijAquaSense. Daarnaast heeft de begeleidingscommissie input geleverd en sturing gegeven aan de inhoud van deze rapportage. Deze commissie bestaat uit vertegenwoordigers vanuit het calamiteitenbeheer (RWS Waterdienst), de drinkwatersector (RIWA), de regionale beheersdienst (RWS Limburg) en inhoudelijke experts van de Waterdienst. Naast deze experts hebben wij nog een aantal experts benaderd over specifieke onderwerpen (bijlage 1). Hun bijdragen zijn in dit rapport verwerkt.

1.2 Doelstelling

Deze studie heeft tot doel bestaande kennis over de effecten van calamiteiten op de Maas bij elkaar te brengen en de consequenties voor het beleid en beheer van de Maas in beeld te brengen. Hierbij staan vier vragen centraal:

- Wat is de ecologische betekenis geweest van de calamiteiten in de Maas in 2007?
- Hoe verhoudt zich dat tot de andere drukken op de ecologische toestand van de Maas?
- Welk impact is te verwachten op het ecologisch doelbereik van de Maas?
- Wat kan Rijkswaterstaat doen om deze impact te beperken?

1.3 Afbakening

Wat is een calamiteit? Daar is geen eenduidige definitie voor. Per geval bepaalt de verantwoordelijke ambtenaar of een alarmmelding opgeschaald moet worden naar het niveau van een calamiteit of niet. Factoren die hierbij een rol spelen zijn: de schaal en reikwijdte van het incident, de verwachte gevolgen (bijvoorbeeld voor drinkwater, ecologie of volksgezondheid), maar ook de waargenomen effecten (bijvoorbeeld vissterfte). In deze studie is een calamiteit:

- incidentele lozingen met concentraties van verontreinigende stoffen ver boven de alarmwaarden
- incidentele situaties met extreem lage afvoer op de Grensmaas

Deze studie concentreert zich op de Grensmaas, maar geeft ook doorkijkjes naar de andere delen van de rivier of het stroomgebied. In de Grensmaas is het risico van calamiteiten het grootst: er zijn bovenstrooms veel potentiële bronnen van verontreiniging. Bovendien zijn de ecologische doelen voor de Grensmaas als snelstromende rivier over een grindbodem, hoger dan voor de rest van de Maas. De effecten van calamiteiten op het ecosysteem zijn in deze studie ingeschat op basis van een drietal incidenten in 2007 in de Grensmaas. Deze ingeschatte effecten zijn door te vertalen naar de rest van de Maas, maar met een kleinere kans op optreden en kleinere gevolgen. Aanwijzingen hiervoor komen terug in de conclusies.

De effecten van extreem lage afvoer zijn specifiek alleen voor de Grensmaas relevant, omdat dit het enige ongestuwde traject van de Maas is: zeer lage afvoer kan hier tot (bijna) droogval leiden. In de gestuwde Maastrajecten zal zo'n situatie alleen tot langere verblijftijden leiden (wat ook effect heeft, maar minder afwijkt van de nulsituatie). Extreem hoge afvoeren zijn in deze studie buiten beschouwing gelaten.

Calamiteiten in Rijkswateren

In Rijkswateren kunnen verschillende soorten calamiteiten optreden. Zo kan er te veel water zijn, waarbij de hoogwaterberichtgeving in werking treedt, er kan te weinig water zijn, waarbij de Landelijke Commissie Waterverdeling in actie komt, of er kan plotseling een waterverontreiniging zijn, waarbij de alarmgroep ingeschakeld wordt. Door de alarmgroep van de RWS waterdienst wordt het begrip calamiteit gebruikt voor acute situaties die invloed kunnen hebben op de kwaliteit van het oppervlaktewater. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij een brand aan of op de Maas, waarbij verontreinigd bluswater in de rivier kan stromen, of bij aanvaringen van schepen. Als daadwerkelijk alarmwaarden worden overschreden van stoffen die worden gemeten bij de meetstations is er duidelijk sprake van een calamiteit. Ook andere meldingen zoals grootschalige vissterfte worden door Rijkswaterstaat beschouwd als een calamiteit.

1.4 Leeswijzer

Voor deze studie hebben wij gebruik gemaakt van bestaande informatie en analyses die tijdens en na de calamiteiten door verschillende partijen zijn gegenereerd. Het gaat hierbij om ruwe analysegetallen uit Nederland en België, grafieken, foto's, memo's, notities, stukjes in nieuwsbrieven, internet mededelingen, krantenartikelen, e-mail wisselingen en beknopte rapportages. Deze gegevens zijn aangevuld met literatuurgegevens over de effecten van de betreffende stoffen en over andere calamiteiten in Nederland en daarbuiten. En er is beroep gedaan op een team van experts op de verschillende vakgebieden in binnen- en buitenland (bijlage 1).

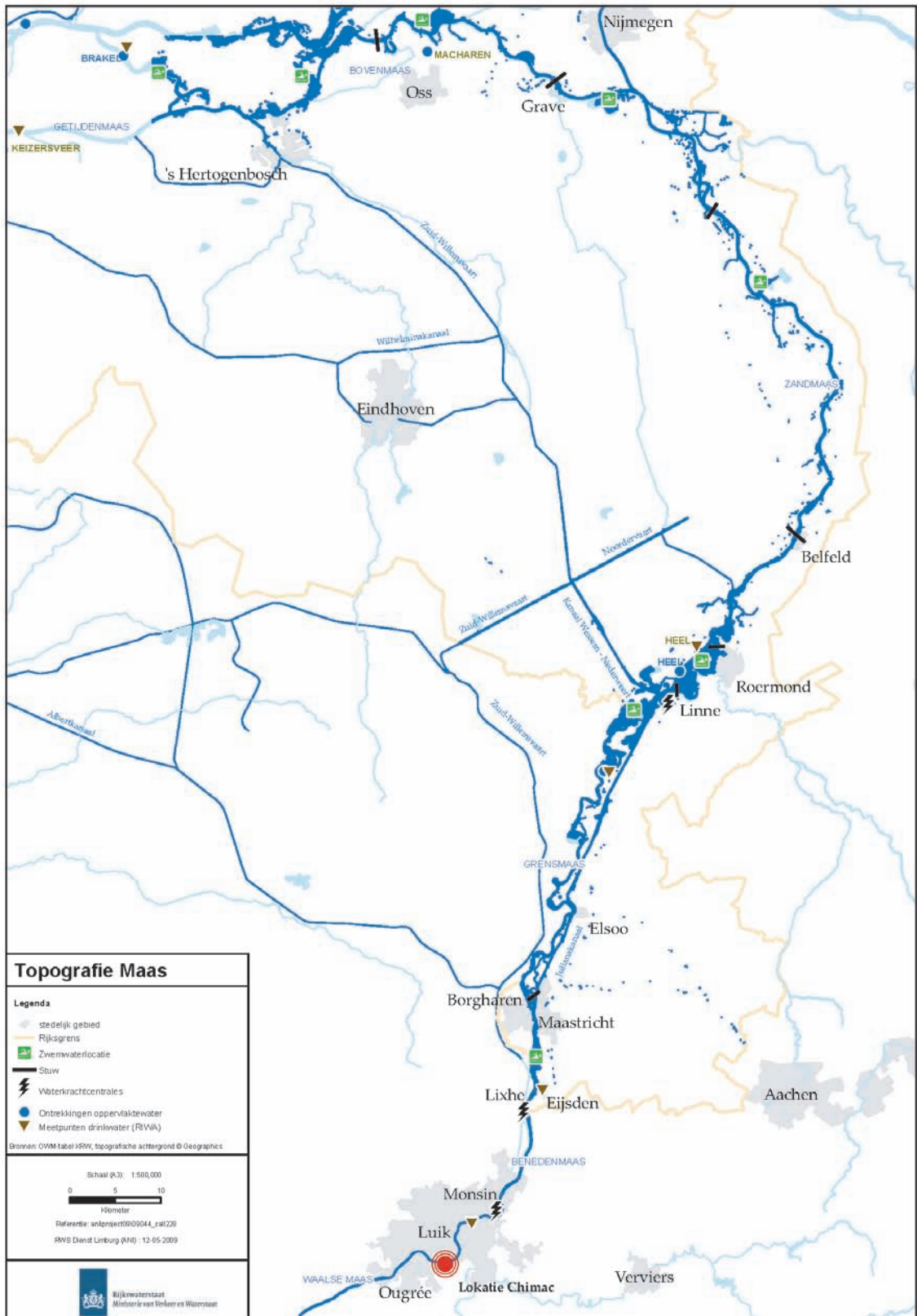
In dit rapport staat een uitgebreide beschrijving van de afzonderlijke calamiteiten centraal (hoofdstuk 2). Hierbij zijn van de drie onderzochte calamiteiten achtereenvolgens beschreven: de waargenomen effecten, een analyse van de mogelijke lange termijn effecten op verschillende diergroepen, gecombineerde effecten. Hierbij is gerefereerd aan herstelperiodes van riviersystemen bij historische calamiteiten.

In hoofdstuk 3 gaan wij in op randvoorwaarden en ecologische doelen die binnen verschillende beleidskaders zijn geformuleerd voor de (Grens)maas. Hierbij is ook beschreven wat de huidige belastingen (drukken) zijn op het ecosysteem van de (Grens)maas en mogelijke individuele en combinatie effecten van deze belastingen.

Hoofdstuk 4 geeft een doorkijk naar de toekomst. Op basis van ecologische randvoorwaarden zijn de effecten ingeschat van toekomstige ontwikkelingen, autonome ontwikkelingen, klimaatverandering en realisatie van de Maaswerken.

Hoofdstuk 5 geeft een synthese van de verwachte invloed van calamiteiten op het rivierecosysteem van de Grensmaas. Het rapport sluit af met aanbevelingen (hoofdstuk 6) voor toekomstig beheer, beleid, routine monitoring en monitoring ten tijde van calamiteiten. Ook zijn in dit hoofdstuk de aangetroffen kennisleemten geformuleerd. In diverse intermezzo's en bijlagen is achtergrond informatie opgenomen die ondersteunend is aan de inhoud van dit rapport.

Als hulpmiddel voor het oriënteren in het studiegebied tijdens het lezen van dit rapport, is hieronder een overzichtskaart opgenomen van de Maas en haar omgeving (figuur 1.2).



Figuur 1.2 Overzichtskaat van de Maas en omgeving

2. Analyse calamiteiten

2.1 Aanpak

Als voorbeeld van effecten die calamiteiten op het ecosysteem van de Maas kunnen hebben, analyseren wij drie incidenten uit april, augustus en september 2007. De eerste twee zijn chemische calamiteiten, die van september betreft een periode met extreem lage afvoer. In de analyses bekijken we zowel de concentraties van de betreffende verontreinigingen en de debieten, als andere relevante parameters, zoals zuurstofgehalte, temperatuur en afvoer. Deze informatie gebruiken we om een beeld te krijgen van mogelijke gecombineerde effecten. Daarnaast schatten wij te verwachten effecten in op basis van modelberekeningen. De resultaten van deze analyses relateren wij aan de waargenomen veranderingen in de macrofauna- en visgemeenschap, zoals blijkt uit de bemonsteringsresultaten, aangevuld met veldwaarnemingen ten tijde van de incidenten. Op basis van deze gegevens schatten wij in wat de lange termijn effecten kunnen zijn van calamiteiten op de Maas en wat dit betekent voor het beleid en beheer van de Maas. Hierbij letten we ook op andere belastingen op de Maas en de ecologische doelstellingen.

2.2 Calamiteiten op de Maas

Jaarlijks registreert meetstation Eijsden tientallen alarmmeldingen in de Maas (figuur 1.1). Dit zijn meestal alarmeringen die te maken hebben met een plotseling verslechterde waterkwaliteit. Daarnaast zijn er incidenten die via een andere route bij de alarmgroep van Rijkswaterstaat binnenkomen. Dit zijn niet allemaal calamiteiten (bijlage 2). Twee van de veertien incidenten (CAL's in bijlage 2) in 2007 zijn dat wel: de zeer hoge concentraties van bestrijdingsmiddelen in april en augustus 2007. Het effect op het ecosysteem is in augustus direct waarneembaar geweest. De massale vissterfte zorgde voor veel media-aandacht en leidde zelfs tot Kamervragen. Het derde incident dat wij hier onderzoeken heeft te maken met de waterkwantiteit. Door werkzaamheden is in het najaar van 2007 de watertoevoer naar de Grensmaas vastgehouden, waardoor de afvoer enkele malen extreem laag is geweest. Doordat tegelijk werkzaamheden in het Waalse deel van de Maas plaatsvonden was de afvoerregulatie van de Grensmaas tijdelijk sterk verstoord.

2.2.1. Alarmeringssysteem Maas

Voor Maas en Rijn zijn alarmeringssystemen operationeel die waarschuwen als bepaalde stoffen of parameters de alarmwaarde over- of onderschrijden. Het alarmeren bij een slechte waterkwaliteit is momenteel voornamelijk gericht op drinkwaterwinning en de normen zijn dan ook afgeleid van drinkwaternormen. Eén keer per jaar worden de alarmwaarden vastgesteld (bijlage 3) door de alarmgroep RWS en vertegenwoordigers van drinkwaterbedrijven.

Naast de nationale alarmering is er ook een internationaal alarmeringssysteem, onder de koepel van de Internationale Maascommissie (www.cipm-icbm.be). Hierin zijn bestaande meetposten opgenomen in de verschillende lidstaten, die elkaar informeren bij normoverschrijdingen.

Het komt elk jaar wel een paar keer voor dat de waterwinbedrijven langs de Maas hun waterinname moeten staken. Meestal omdat de kwaliteit van het Maaswater niet aan de normen voldoet. Ook komt het voor dat de inname gestaakt wordt omdat de hoeveelheid water onvoldoende is. Dit is de laatste tien jaar maar zeer beperkt voorgekomen (Bannink pers. com.). Onvoldoende waterkwaliteit kan een natuurlijke of een onnatuurlijke oorzaak hebben. Natuurlijke oorzaken zijn bijvoorbeeld een hoge troebelheid in het water of algenbloei. Dit laatste heeft vaak te maken met een te geringe doorstroming in de Maas. Bij onnatuurlijke oorzaken is sprake van bijvoorbeeld lozingen van bestrijdingsmiddelen of calamiteiten met schepen.

INTERMEZZO 1: Wat gebeurt er bij een calamiteit?

Een calamiteit vraagt om een snelle analyse en een adequate aanpak. Daarom heeft Rijkswaterstaat met betrokken partijen afgesproken welke procedures in zo'n geval gevolgd moeten worden. Deze procedures zijn vastgelegd in calamiteitenplannen per RWS dienst (Rijkswaterstaat 2008). Deze procedures hebben grotendeels betrekking op de communicatie rond een calamiteit: wie moet wanneer van wat op de hoogte worden gesteld door wie. Welke acties in het betreffende watersysteem moeten worden uitgevoerd om de schade te beperken of te herstellen, is afhankelijk van het type calamiteit. Deze acties kunnen bij verschillende partijen liggen. Zo kunnen drinkwatermaatschappijen bijvoorbeeld besluiten de waterinname te staken, kan Rijkswaterstaat besluiten het stuwbeheer tijdelijk aan te passen of kan de brandweer of politie ingeschakeld worden om veiligheidsmaatregelen te nemen.

De alarmgroep van RWS speelt een centrale rol in dit proces. Deze bestaat uit specialisten die in een zeer kort tijdsbestek informatie geven over de aard van de geloosde stoffen en adviezen uitbrengen over eventueel te nemen maatregelen. De alarmgroep van RWS waterdienst (voor advies en risico assessment) en de Regionale Diensten (verantwoordelijk voor de communicatie met de belanghebbenden) richten zich vooral op het tijdig en juist informeren van de drinkwaterbedrijven die rivierwater innemen. Ook informeren zij andere betrokken partijen zoals waterschappen. Daarnaast maakt de alarmgroep een eerste inschatting van eventuele effecten op het ecosysteem. De alarmgroep is 24 uur per dag, het hele jaar bereikbaar. De communicatie tijdens alarmeringen verloopt via een speciaal internet-portaal (infra-web). Belangrijke informatie over de alarmering wordt daarin geregistreerd. Rijkswaterstaat informeert het publiek via persberichten en www.rijkswaterstaat.nl. Alarmeringen kunnen op verschillende manieren binnen komen:

- Via de RWS-meetstations bij Eijsden en Lobith. Bij deze meetstations wordt continu de kwaliteit van het rivierwater bewaakt, zowel chemisch als biologisch (zie ook bijlage 4 biologische bewakingssystemen). Het meetstation informeert de alarmgroep wanneer de concentratie van een verontreiniging boven de alarmeringswaarde komt. De alarmgroep voert vervolgens berekeningen uit met het Maas- of Rijn- alarmmodel. Bovendien geven de modeluitkomsten een indicatie van de concentratie. Dit is nodig om de tijd van aankomst en de concentratie van de verontreiniging op vitale punten te kunnen inschatten. Dit gaat voor de Maas moeilijker dan voor de Rijn omdat deze regenrivier een veel grilliger afvoerpatroon kent (nog afgezien van het beheer van stuwen). De alarmgroep coördineert ook eventueel onderzoek naar de identiteit van aangetroffen verontreinigingen. Daarbij schakelt ze het laboratorium van RWS-Waterdienst en commerciële labs in.

- Door de regionale diensten kan de alarmgroep geïnformeerd worden over calamiteiten benedenstrooms van de meetstations. Bijvoorbeeld bij een brand waarbij verontreinigd bluswater in de rijkswateren dreigt te stromen. De alarmgroep adviseert dan de regionale dienst. Eventueel voert het RWS-Waterdienst laboratorium onderzoek uit, of laat dit uitvoeren om inzicht te krijgen in de verontreinigingsgraad van het bluswater.

- Via het infocentrum Binnenwateren en de Helpdesk Water van RWS-Waterdienst komen soms vragen binnen waarbij de alarmgroep ingeschakeld wordt, bijvoorbeeld meldingen van vissterfte.

- De Maas- en Rijnsoeverstaten hebben afspraken gemaakt om elkaar te informeren over verontreiniging van het water in Maas en Rijn. Deze meldingen worden via de fax verstuurd naar het infocentrum binnenwateren. De alarmgroep controleert de melding en informeert de drinkwaterbedrijven en andere belanghebbenden.

De alarmgroep maakt deel uit van het Beleidsondersteunend Team Milieu Incidenten (BOT-mi). Ook langs deze weg kan een alarmering gestart worden en andersom: als een calamiteit multidisciplinaire aanpak vraagt, schakelt de alarmgroep BOT-mi in. Het BOT-mi wordt ingeschakeld als het om een incident met mogelijk grootschalige uitwerking gaat. Rol van het BOT-mi is om een integraal afgewogen advies uit te brengen over maatregelen rondom een calamiteit. De alarmgroep behandelt hierbij vragen over de effecten van stoffen op de waterkwaliteit. Voor vragen over bijvoorbeeld voedselveiligheid en humane risico's zijn andere instituten in het BOT-mi vertegenwoordigd. De alarmgroep kan in het geval van een grootschalig incident het BOT-mi alarmeren om een integraal advies te verkrijgen.

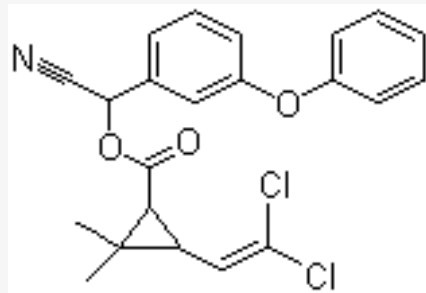
2.3 Calamiteiten waterkwaliteit in 2007

In bijlage 2 zijn alle incidenten van 2007 opgesomd. In deze paragraaf belichten wij de twee chemische calamiteiten uit 2007 die in deze studie nader onderzocht zijn. Eerst

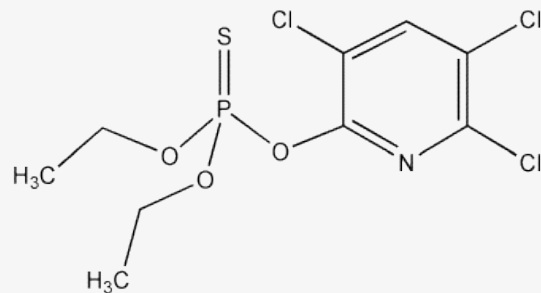
wordt het verloop van de calamiteit beschreven, gevolgd door een beschrijving van de waargenomen effecten op vis en macrofauna. Bij deze incidenten zijn onder andere de stoffen Chloorpyrifos en Cypermethrin aangetroffen.

INTERMEZZO 2 Chloorpyrifos en Cypermethrin

Chloorpyrifos wordt in Europa voornamelijk gebruikt als bodempesticide in de landbouw, voor het bestrijden van bijvoorbeeld aaltjes, maïs- en wortelwormen en emelten (langpootmuggen). Het wordt vooral gebruikt bij de teelt van koolsoorten (*Brassica spec.*), maar ook van asperge, prei, sierplanten, in boomkwekerij en teelaarde (potgrond). Omdat de stof ook schadelijk is in het aquatisch milieu, staat chloorpyrifos op de lijst met prioritair stoffen van de Kaderrichtlijn water. Het is een organofosfaatverbinding die aangrijpt op het enzym acetylcholine esterase. Dit enzym is essentieel voor de communicatie tussen zenuwbanen (de werking van chloorpyrifos is vergelijkbaar met die van zenuwgas). De stof heeft een gemiddelde halfwaardetijd van tussen de 60-120 dagen. De stof verlaat het systeem door fotolyse (splitsing onder invloed van zonlicht), hydrolyse (splitsing door opname van water), verdamping en in het geval van de Maas doordat het water uiteindelijk de zee in stroomt.



Molecuulstructuur Chloorpyrifos



Molecuulstructuur Cypermethrin

Cypermethrin is ook een insecticide dat gebruikt wordt in de landbouw, maar ook in huishoudens. Insecten die in contact komen met cypermethrin gaan dood doordat de stof het zenuwstelsel aantast. Veel huishoudelijke bestrijdingsproducten, zoals mierenlokdozen en vlooiendoeken, bevatten ook cypermethrin. Eenmaal in het milieu breken vooral bodembacteriën de stof af. Beide bestrijdingsmiddelen zijn zeer giftig voor macrofauna en vissen (zie intermezzo 3).

2.3.1. Calamiteit april 2007

Wat is er gebeurd?

Op 20 en 22 april 2007 registreert de *Daphnia* toximeter op meetstation Eijsden sterfte van *Daphnia*'s (zie figuur 2.1). Ook de tox indexwaarde komt boven de alarmgrens: er wordt alarm geslagen. Het alarmeringssysteem van de drinkwaterbedrijven, SAMOS (System for the Automated Monitoring of Organic pollutants in Surface water), geeft

een alarm en de Water Maatschappij Limburg (WML) stopt met de inname van water uit het Lateraalkanaal (20-25 april).



Figuur 2.1: Watervlo (*Daphnia magna*) (foto: T. van Haaren).

Ecotoxicologische tests met Maaswater van deze periode laten ook in het lab sterfte bij *Daphnia*'s zien. Dit bevestigt dat de kwaliteit van het Maaswater de sterfte in de *Daphnia* toximeter veroorzaakt heeft.

Het chemisch onderzoek dat hierop volgt toont hoge concentraties aan van de bestrijdingsmiddelen dimethoaat, diazinon en chloorpyrifos. Vooral de hoge chloorpyrifos concentratie (1,62 µg/l) kan de waargenomen sterfte onder de *daphnia*'s goed verklaren (zie tabel 1).

Tabel 1: *Gemeten concentraties bestrijdingsmiddelen (in µg/l) tijdens de calamiteit van april 2007 en de MTR's voor die stoffen (bronnen: infraweb, <http://www.epa.gov/>). Vetgedrukt zijn de MTR-overschrijdingen.*

Component	Cal A1 18-apr-07 steekmonster µg/l	Cal A2 20-apr-07 steekmonster µg/l	MTR µg/l
Atrazine	0,012	0,02	2,4
Atrazine-desethyl	0,041	0,038	-
Chloorpyrifos	0,001	1.623	0,003
Diazinon	0,005	0,169	0,037
Dimethoate	0,032	0,204	23
Simazine	0,006	0,008	0,14

Bekend is dat de effecten van calamiteiten verergerd kunnen worden door combinaties met andere stoffen of omstandigheden, bijvoorbeeld een hoge temperatuur of lage zuurstofgehalten. Daarom is bij de calamiteiten ook gekeken naar de meest belangrijke parameters (tabel 2). De waarden van stoffen als ammonium en fluoride en fysische parameters als zuurstof, temperatuur en afvoer zijn in deze periode normaal: er worden geen grenswaarden overschreden (tabel 2, bijlage 5 en 5A). Dit is relevant omdat een gelijktijdige verhoging van deze parameters het effect van een calamiteit kunnen versterken. De temperatuur is met ca. 17°C, wel relatief hoog voor deze tijd van het jaar, maar niet op een niveau waarop effecten te verwachten zijn.

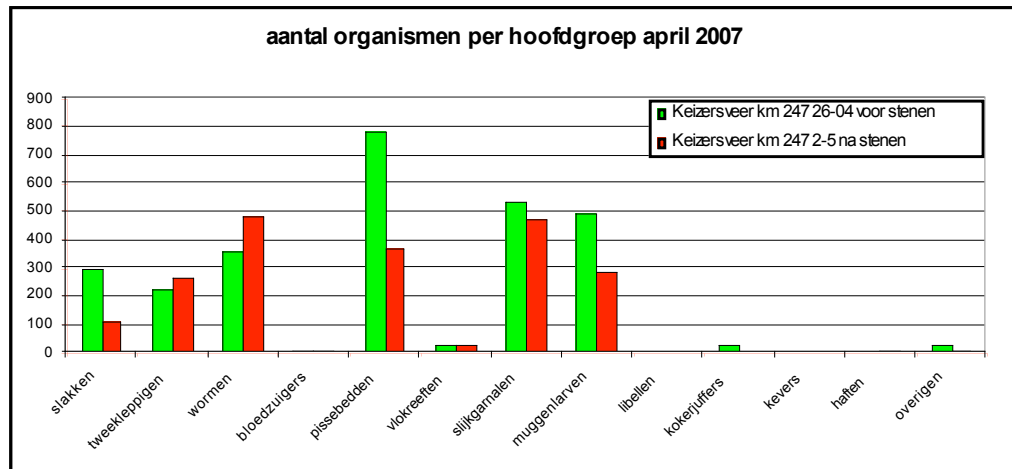
Tabel 2: Daggemiddelden van fysisch-chemische parameters bij Eijsden in de periode van de calamiteit in april 2007.

Daggemiddelden Datum	ammonium mg/l	fluoride mg/l	zuurstof mg/l	temperatuur °C	afvoer m ³ /s
MTR (CIW 2000)	0.8*	-	5	25	
Alarmwaarde	4	1.5	2		
15/04/2007	0.10	0.36	10.25	16.6	147
16/04/2007	0.05	0.30	11.22	17.2	106
17/04/2007	0.10	0.35	10.64	17.1	108
18/04/2007	0.17	0.43	9.01	17.2	96
19/04/2007	0.27	0.37	8.06	16.9	90
20/04/2007	0.31	0.42	7.07	17.1	93
21/04/2007	0.32	0.54	6.50	16.9	93
22/04/2007	0.32	0.56	6.47	17.1	107
23/04/2007	0.26	0.42	6.51	17.5	81
24/04/2007	0.22	0.42	6.72	17.8	71
25/04/2007	0.33	0.43	6.53	18.4	71

* Er is geen MTR voor ammonium vastgesteld, daarom is hier de kwaliteitseis voor water voor karperachtigen opgenomen.

Waargenomen effecten op macrofauna april 2007

Direct na de alarmmelding op 24 april 2007 zijn macrofauna-monsters genomen op stenen in de oever en met grindzakken. Met het Maas Alarm Model is het verloop van de verontreinigingspiek ingeschat. Op basis hiervan zijn monsters bij Grave en Keijzersveer genomen voor, tijdens en na de piek: Grave is 24 april, 2 mei, 8 mei en 30 mei bemonsterd, de piek arriveerde hier op 26 april. Keizersveer is 26 april, 2 mei, 21 mei en 27 mei bemonsterd, de piek arriveerde hier 1 mei (zie bijlage 6). Bij Eijsden zijn alleen monsters na de verontreinigingspiek genomen (op 25 april). Omdat vlokreeften het meest gevoelig zijn voor insecticiden zijn de monsters direct op het oog op deze soortgroep gescreend. Uit deze eerste screening leken er opvallend weinig vlokreeften voor te komen. Daarom zijn de monsters verder uitgezocht (Vallenduuk, 2007) (figuur 2.2).



Figuur 2.2: Aantal organismen per hoofdgroep in Grave en Keizersveer voor en na de calamiteit.

Grave en Keizersveer zijn de enige locaties waar een goede vergelijking gemaakt kan worden met monsternamen voor en na de calamiteit (figuur 2.2). Omdat chloorpyrifos een bodempesticide is verwachten we effecten op insecten, kreeftachtigen en wormen. Een duidelijk effect op insecten en vlokreeften is echter niet waargenomen (figuur 2.2). De wormen, pissebedden en slakken nemen in Grave wel duidelijk af na de calamiteit. Ook bij Keizersveer nemen de pissebedden en slakken spectaculair in aantal af na de calamiteit. Kokerjuffers zijn zelfs geheel uit de monsters verdwenen. Wormen komen bij Keizersveer juist in grotere aantallen voor.

Omdat in april en mei nog drie andere alarmeringen van onbekende stoffen geweest zijn bij Meetstation Eijsden (bijlage 2), zijn de macrofaunamonsters van eind mei niet direct aan de calamiteit met chloorpyrifos te relateren.

Conclusie uit deze analyses is dat er alleen bij de pissebedden een duidelijk effect aantoonbaar is van de calamiteit met chloorpyrifos april 2007 op macrofauna, deze groep reageert op beide locaties met een forse afname in aantal organismen. Mogelijke redenen voor het uitblijven van andere waarneembaar effect zijn:

- De concentraties van de verontreiniging zijn sublethaal op de benedenstroomse bemonsteringslocaties bij Grave en Keizersveer (waar zowel voor als na de calamiteit gemeten is);
- De grotere vlokreeften zijn gevlucht (drift) en de kleinere zijn direct doodgegaan en blijven hangen tussen het aangroei op de stenen. Hierdoor kunnen ze wel in het monster terecht gekomen zijn (wat vervolgens is geconserveerd);
- Seizoenseffecten (oplopende aantallen organismen) maskeren de effecten van de calamiteit (dalende aantallen);
- Vlak voor en na de calamiteit op 20 april zijn andere pieklozingen geweest, waardoor mogelijke effecten niet direct te herleiden zijn naar 1 bepaalde alarmering.

Waargenomen effecten op vis april 2007

Tijdens en na de calamiteit in april 2007 is geen vissterfte gemeld. Toch kunnen de vissen in de Maas last hebben gehad van de hoge concentraties chloorpyrifos. Veel vroeg paaiende soorten hebben in die tijd van het jaar al broed of vislarven. De jonge levensstadia van vissen zijn zeer gevoelig voor verontreinigingen, al vanaf gehalten tussen de 0,4 to 6,7 µg/l (o.a. Borthwick et al., 1985). Door hun kleine formaat gaat sterfte van jonge vis echter gemakkelijk onopgemerkt voorbij.

2.3.2. Calamiteit augustus 2007

Wat is er gebeurd?

Op 2 augustus 2007 maakt het bedrijf Chimac te Ougrée (B) bekend dat bij werkzaamheden op 31 juli 2007 per ongeluk 12 kg cypermethrin en 64 kg chloorpyrifos in de Maas terecht is gekomen. Ougrée ligt 40 km stroomopwaarts van Eijsden. Op 3 augustus geeft de daphnia-toximeter alarm, er treedt sterfte op onder de watervlooiën (bijlage 7).

Op 3 augustus 2007 is een labtest ingezet met Daphnia's in Maaswater in een steekmonster van 10.00 uur en in een verzamelmonster van 00.00-10.00 uur. Na 24-uur is er in beide monsters zeer weinig activiteit. Na 48-uur zijn alle Daphnia's dood in beide monsters.

Het alarmsysteem van de drinkwaterbedrijven, SAMOS (polaire stoffen), meldt op 3 augustus een aantal onbekende stoffen in concentraties van 0,8 µg/l tot 2,5 µg/l en de autosivegom (apolaire stoffen) signaleert 5,3 µg/l chloorpyrifos (tabel 3). Laboratorium analyses van RWS bevestigen dit gehalte. De sterfte van de Daphnia's is hiermee verklaard, want de LC50-waarde² is 0,05 µg/l (zie ook tabel 8). Op 9 augustus wordt bij Heel een chloorpyrifos-piek van 0,19 µg/l gemeten. In bijlage 8 zijn de analyse waarden van de meetpunten van alle metende partijen bij elkaar gezet.

Tabel 3: *Gemeten concentraties bestrijdingsmiddelen (in µg/l) tijdens de calamiteit van augustus 2007 in Eijsden (Cal 08) en Heel. Ter vergelijking zijn tevens de MTR-waarden voor deze stoffen weergegeven (bronnen: infraweb & CIW, 2000).*

Component	Cal 08 3-aug-07 steekmonster µg/l	Cal 08 4-aug-07 steekmonster µg/l	Cal 08 5-aug-07 steekmonster µg/l	RIWA-Heel 9-aug-07 steekmonster µg/l	MTR µg/l
Chloorpyrifos	5,3	3,1	2,1	0,19	0,003
Cypermethrin*	-	-	-	-	0,00009

* cypermethrin is bij de analyses in Nederland niet gemeten.

De afvoer is in deze periode vrij laag: de eerste week van augustus tussen de 28 en 65 m³/s. Een lage afvoer is nadelig omdat de verontreiniging weinig verdund wordt. Het

² LC50 = "Lethal Concentration" de concentratie waarboven 50% van de organismen sterft

gehalte ammonium loopt met name in de tweede week van augustus op (tot 0,52 mg-N/l) terwijl het zuurstofgehalte dan daalt tot rond de 2 mg/l (gemiddelde dagwaarde!) (tabel 4 en bijlage 5B). Het samengaan van lage zuurstofgehalten en verhoogde ammoniumgehalten is ook waargenomen door van Belzen et al. (2007). Zij geven aan dat onder deze omstandigheden de ammoniumgehalten toxisch kunnen zijn, ook al blijven ze onder de grenswaarden.

Tabel 4: Daggemiddelden van ammonium, fluoride, zuurstof, temperatuur en afvoer bij Eijsden in de periode van de calamiteit in augustus 2007. Vetgedrukt zijn normoverschrijdingen.

Daggemiddelden Datum	ammonium mg-N/l	fluoride mg/l	zuurstof mg/l	temperatuur °C	afvoer m ³ /s
MTR (CIW 2000)	<0.8*	-	5	25	
01/08/2007	0.29	0.63	4.09	20.8	51
02/08/2007	0.29	0.74	4.13	20.6	56
03/08/2007	0.41	0.69	3.94	20.8	65
04/08/2007	0.33	0.65	4.51	21.3	56
05/08/2007	0.27	0.60	5.30	22.1	56
06/08/2007	0.19	0.65	5.41	22.6	34
07/08/2007	0.16	0.58	5.04	22.4	28
08/08/2007	0.13	0.49	3.80	22.0	27
09/08/2007	0.41	0.54	2.42	21.4	101
10/08/2007	0.52	0.54	2.11	20.8	114

* Er is geen MTR voor ammonium vastgesteld, daarom is hier de kwaliteitseis voor water voor karperachtigen opgenomen.

INTERMEZZO 3 Te verwachten effecten van chloorpyrifos op vissen, zoöplankton en macrofauna

Chloorpyrifos is potentieel zeer giftig voor geleedpotigen en vissen en heeft maar een korte tijd nodig om directe toxische effecten tot expressie te brengen. De stof sorbeert relatief sterk aan organisch materiaal en sediment zodat in watersystemen de blootstellingsconcentraties relatief snel zullen afnemen. In rivieren speelt ook verdunning een belangrijke rol.

Effecten van incidentele blootstelling aan chloorpyrifos zijn te verwachten bij concentraties vanaf 0,1 µg/l voor macrofauna en vanaf 0,6 µg/l voor vis (Brock, pers. com.). De hoogst gemeten concentraties in de Maas lagen hierboven, zowel in april (1,62 µg/l) als in augustus (5,3 µg/l).

Vissen

Het effect van chloorpyrifos op vis is afhankelijk van de leeftijd, levenswijze en de soort (Carr et al., 1997). Zo is jonge vis vaak gevoeliger voor toxische stoffen. Dit komt doordat jonge vissen een sneller metabolisme hebben, waardoor ze in korte tijd meer van een verontreiniging opnemen dan oudere vissen. Omdat ze ook nog eens kleiner zijn hebben jonge vissen eerder last van toxische stoffen. Stoffen die niet accumuleren

zijn ze juist eerder kwijt. Actieve roofvissen, zoals snoekbaars of meerval, gebruiken over het algemeen meer energie en kunnen daardoor gevoeliger zijn. Ook zijn veel vissoorten bij hogere temperaturen gevoeliger voor ongunstige milieuomstandigheden.

In april 2007 zijn geen meldingen geweest van vissterfte op de Maas. Toch zijn effecten op vis wel te verwachten, gezien de concentraties toxische stoffen (tabel 10, §2.5.2). Eind april is voor een aantal soorten bovendien net na de paaiperiode. Van vroeg paaiende soorten zoals barbeel, winde, sneep en rivierdonderpad kunnen dan al larven rondzwemmen. Eieren zijn waarschijnlijk niet zo gevoelig, maar het larvale stadium is juist wel gevoelig voor toxische stoffen. Grotere vissen hebben in april minder last gehad van de calamiteit dan in augustus, toen er massale vissterfte optrad. Niet alleen waren in april de gehalten van de verontreiniging lager, maar ook waren de andere omstandigheden, zoals temperatuur en zuurstofgehalte gunstiger.

Macrofauna

Net als vis is ook macrofauna gevoeliger voor chloorpyrifos bij hogere temperaturen en lagere zuurstofgehalten (De Nijs et al., 2008, Howe et al., 1993, Heugens et al., 2003, McCloskey & Oris, 1991). Daardoor zal eenzelfde calamiteit in de zomer meer schade veroorzaken dan in de winter. Dit komt doordat de biobeschikbaarheid dan hoger is. Soorten hebben verschillende toleranties bij bepaalde factoren (temperatuur, zuurstof, voedselrijkdom). Het Critisch Temperatuur Maximum (CTM) is een maat om deze gevoeligheid aan te geven. Hoe dichter de watertemperatuur in de buurt van het CTM komt, des te gevoeliger is de soort voor de effecten van verontreiniging (Heugens, 2003).

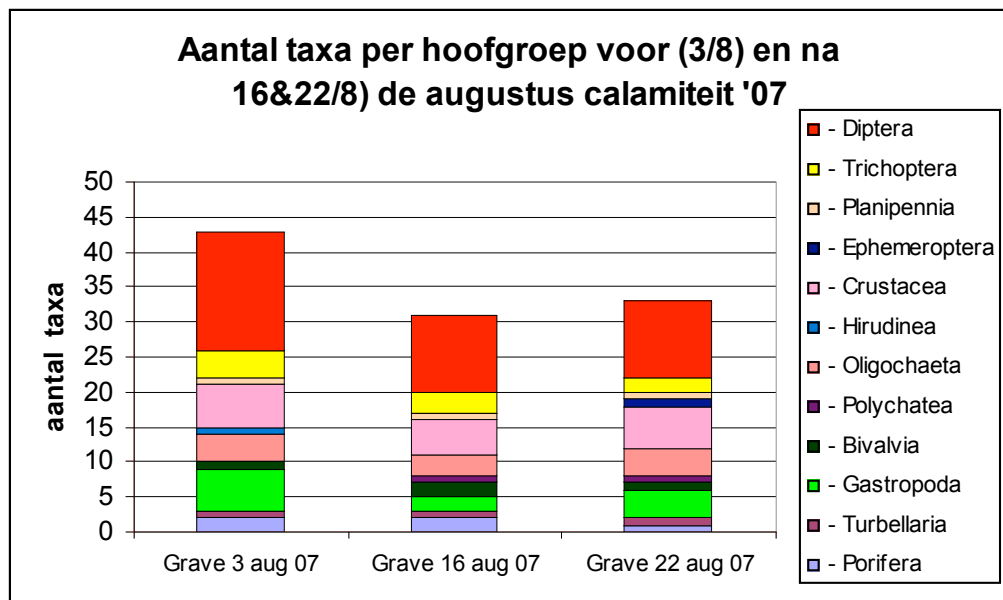
Buchwalter et al. (2003) tonen aan dat macrofauna soorten die via kieuwen ademen gevoeliger zijn voor chloorpyrifos, vooral bij hogere temperaturen. Dit effect wordt duidelijker bij langere blootstelling (Heugens, 2003). Bij macrofauna zijn verschillen in gevoeligheid te vinden voor chloorpyrifos. Zo wordt door Hellawell (1986) voor 2 soorten vlokreeften een LC50 gevonden van 0,5 µg/l (96 uur), terwijl die voor een steenvlieg soort (*Pteronarcys californica*) bij 10 µg/l ligt. Dit heeft met het snellere metabolisme van de vlokreeften te maken. Pusey et al. (1994) vonden bij een blootstelling aan 5 µg/l chloorpyrifos een grote afname in abundantie van macrofauna (vooral bij muggenlarven), terwijl het aantal soorten redelijk hetzelfde bleef. Kennelijk zijn er van elke soort wel exemplaren die het overleven. De onderzoekers concludeerden dat bij calamiteiten de hersteltijd gevoeliger mede afhankelijk is van de generatietijd van soorten. Hoe vaker een soort zich per jaar reproduceert, des te sneller zal de populatie weer aangevuld zijn. In bijlage 9 zijn extra gegevens over de chemische en ecotoxicologische eigenschappen van chloorpyrifos opgenomen.

Waargenomen effecten op macrofauna augustus 2007

Monsternamen n.a.v. de calamiteit

Tegelijk met de chemische analyses heeft RWS Waterdienst ook biologisch veldonderzoek uitgevoerd door bij Grave macrofauna op stenen te bemonsteren.

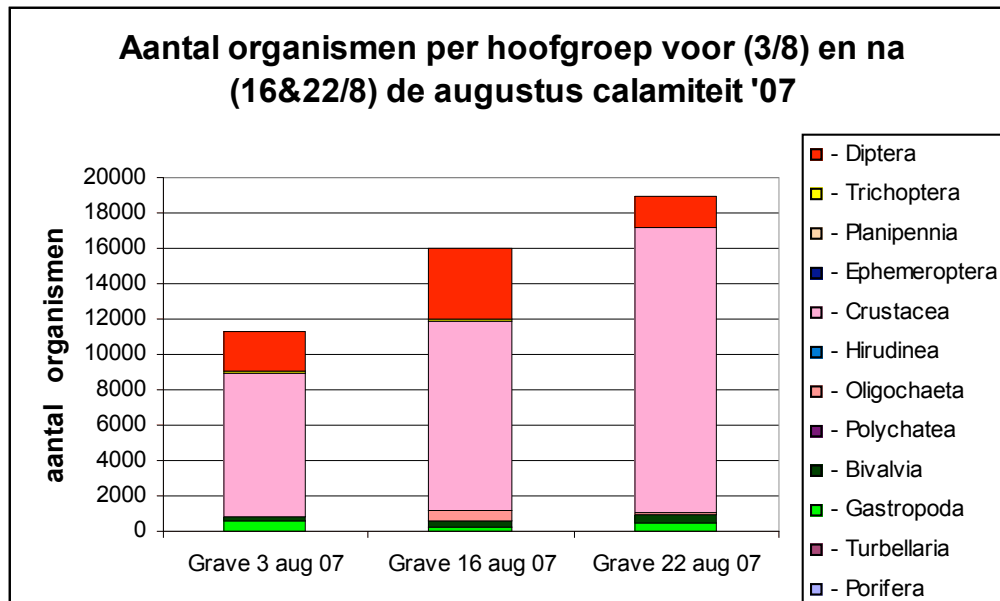
In de eerste screening van deze monsters zijn geen opvallende verschillen te zien die op een effect van de calamiteit zouden kunnen duiden. Bij nadere analyse (Duijts & Fokkens, 2009) zijn echter wel degelijk verschillen te zien. Het zijn geen grote verschuivingen die duiden op ernstige schade, maar wel aanwijzingen dat bepaalde soortgroepen mogelijk een tik hebben gekregen. Zo daalt het totaal aantal taxa (soortgroepen) van 43 voor de calamiteit naar 31 en 32 na de calamiteit (figuur 2.3). Het zijn vooral muggenlarven die verdwijnen (Diptera): het aantal taxa in deze groep daalt van 17 naar 11. Ook van slakken (Gastropoda) zijn na de calamiteit minder taxa in de monsters aangetroffen dan ervoor (van 6 naar 2 naar 4 taxa). Het grootste verschil verwachten we echter van de gevoelige kreeftachtige (Crustacea). In deze groep is juist geen effect te zien op het aantal taxa (van 6 naar 5 naar 6 taxa).



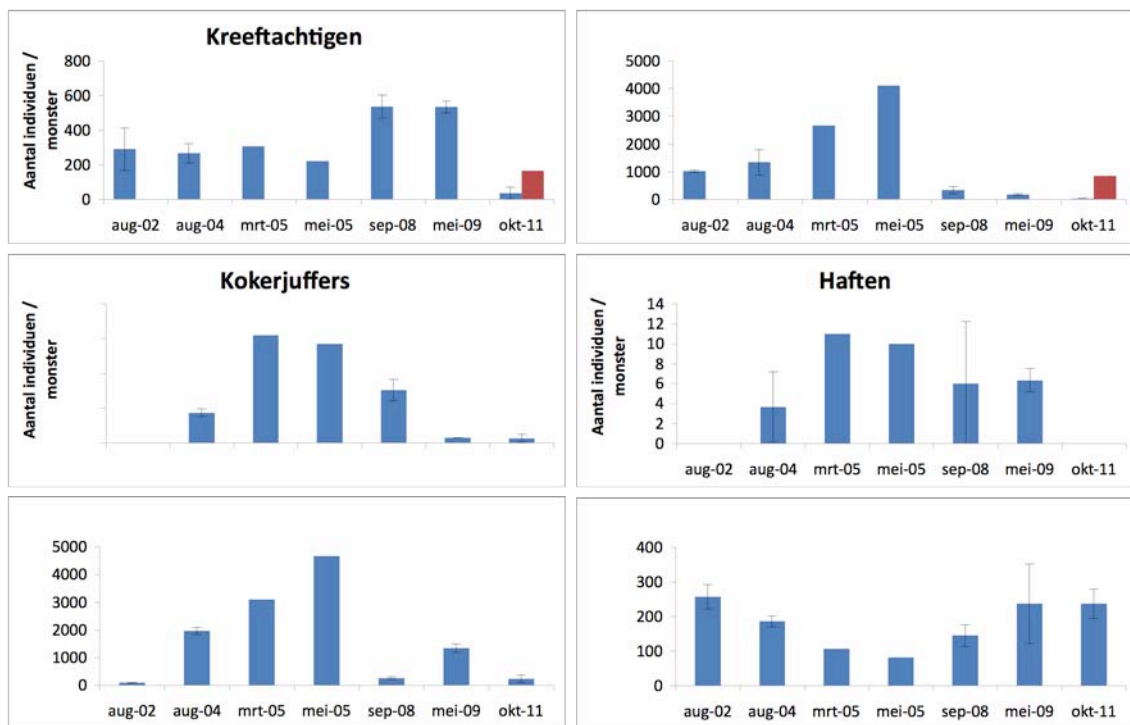
Figuur 2.3: Aantal taxa per hoofdgroep voor (3/8) en na (16 en 22 augustus) de calamiteit van augustus 2007.

Naast een afname in aantallen taxa (de kwaliteit) verwachten we na een ernstige calamiteit ook een afname in de aantallen organismen (de kwantiteit). Het aantal organismen in de monsters is na de calamiteit echter juist hoger dan in de monsters van voor de calamiteit (figuur 2.4). Alleen het aantal slakken (Gastropoda) daalt na de calamiteit fors van 603 naar 264 per m² om vervolgens weer te stijgen naar 474 per m². Van macrofauna is bekend dat ze geclusterd voor kunnen komen, dit soort verschillen in aantal organismen tussen monsters valt dan ook binnen de normale bandbreedte.

De macrofaunamonsters zijn alleen bij Grave genomen. Mogelijke verklaring voor het beperkte effect kan zijn dat bij Grave ook inderdaad minder effect geweest is omdat de concentraties chloorpyrifos hier veel lager waren dan bij Eijsden (bijlage 8).



Figuur 2.4: Aantal organismen per hoofdgroep voor (3 augustus) en na (16 en 22 augustus) het chloorpyrifos-incident in 2007.



Figuur 2.5: Overzicht van de aantallen individuen per hoofdgroep, zoals aangetroffen in de monitoring met de "stenenzak" te Eijsden. In de blauwe balken zijn de gemiddelde waarden weergegeven met een standaard deviatie als er in tweevoud of drievoud is bemonsterd. Rode balken zijn "verwachtingswaarden" voor de aantallen in dat monster. (bron: Ecofide 2009).

Analyse MWTL³ gegevens

Naast de analyse van de incidentele monsters, is ook een analyse uitgevoerd met de reguliere MWTL meetgegevens van macrofauna op kunstmatig substraat (stenenzak). Dit heeft als voordeel dat er een grotere reeks vergelijkingsmateriaal beschikbaar is. Het nadeel is dat de monsters niet precies rond de calamiteit genomen zijn. De eerste monsters die na de calamiteit genomen zijn (16 oktober 2007), zijn in deze analyse vergeleken met voorgaande jaren (Ecofide, 2009). In de vergelijking zijn zowel voorjaar- als najaarsbemonsteringen opgenomen (figuur 2.5). Vraagstelling was of met de reguliere MWTL monitoring effecten van calamiteiten zichtbaar zijn.

In de analyseresultaten (figuur 2.5) valt als eerste op dat de aantallen van zowel de kreeftachtigen als alle groepen insecten (tweevleugeligen, haften en kokerjuffers) in oktober 2007 laag zijn. Ook vallen de lage aantallen wormen op. Dit zou heel goed kunnen duiden op een effect van chloorpyrifos.

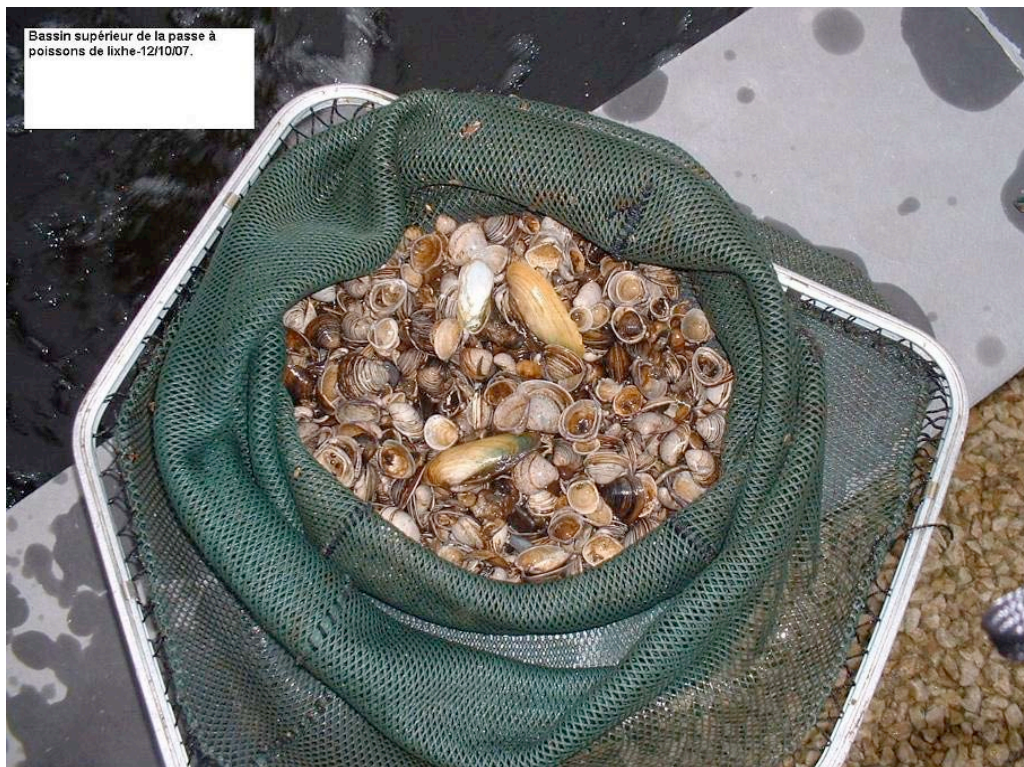
Omdat in 2007 voor het eerst in oktober bemonsterd is, moet bovendien een seizoenseffect uitgesloten worden. Om hier meer zicht in te krijgen zijn de langjarige gegevens van kunstmatig substraat bemonsteringen van Borgharen en Grave geanalyseerd op verschillen in dichtheden tussen de seizoenen en de jaren. Op basis hiervan is een inschatting gemaakt van het aantal kreeftachtigen dat onder normale omstandigheden in oktober in Eijsden aangetroffen had moeten worden op de stenenzak (rode balkje in figuur 2.5). Het aantal daadwerkelijk aangetroffen individuen ligt duidelijk lager. Een effect van de calamiteit lijkt dus waarschijnlijk. Tegelijk zijn de verschillen tussen de jaren zo groot dat de waargenomen verschillen binnen de reguliere bandbreedte vallen. Het blijft dus lastig een verschil aan een specifiek 'event' te koppelen, zeker omdat zich door het jaar heen er wel meer ongunstige situaties voordoen (bijlage 2).

Overige waarnemingen

Op 12 oktober 2007 zijn veel lege schelpen van tweekleppigen (*Corbicula spec.* en *Unio spec.*) aangetroffen in de vistrap van Lixhe. Volgens de dienstdoend ambtenaar lijkt dit meer dan normaal. Tegelijk geeft deze echter aan niet deskundig op dit gebied te zijn (figuur 2.6).

De mosselmonitor in Heel zou informatie kunnen geven over de schadelijkheid van de verontreiniging voor tweekleppigen. De opstelling is bedoeld als alarmeringssysteem, maar geeft tegelijk aan waar mosselen in de Maas zelf mee te maken krijgen. Omdat dit bewakingssysteem al voor de calamiteit buiten werking is gesteld, hebben we geen gegevens over de reactie van deze mosselen (bijlage 4).

³ MWTL = Monitoring van de Waterstaatkundige Toestand des Lands (standaard RWS-monitoring)



Figuur 2.6: Lege schelpen van tweekleppigen (*Corbicula spec.* en *Unio spec.*) aangetroffen in de vistrap van Lixhe op 12 oktober 2007 (foto: dhr. A. François).

Vissen

In België zijn direct na de calamiteit veel dode vissen in de Maas gevonden (tabel 5). Meerval is (in gewicht) het zwaarst getroffen. De grootste klappen vallen bij Luik. Op 1 augustus zijn de eerste dode vissen gevonden bij Monsin en in het Albertkanaal. Pas rond 12 augustus neemt de vissterfte af. Naar schatting is in de Waalse Maas en het Albertkanaal ruim 16.000 kg vis omgekomen (Philppart in prep.). Van Ougrée tot Lixhe bestond 33% van gewicht dode vissen uit Meerval (*Silurus glanis*) (zie tabel 5). In totaal is in de Waalse Maastrajecten zo'n 5 tot 14 % van de totale visbiomassa dood gegaan (tabel 6). Tot in oktober 2007 zijn nog dode vissen aangespoeld op de Maasoever. Veel jonge vis (<12 cm) is waarschijnlijk ook dood of aangetast (Philppart in prep.). Dit laatste is echter moeilijk vast te stellen: de jonge vissen vergaan snel en worden opgegeten door vogels of andere vissen.

Tabel 5: *Inschatting van de sterfte als aandeel (biomassa) per soort als gevolg van de calamiteit van augustus 2007, op basis van gegevens van Philippart (2008).*

	Waalse Maas aandeel per soort (%) van 16500 kg
meerval	33
brasem	24
blankvoorn-alver-ruisvoorn	19
baars-snoekbaars-snoek	11
kopvoorn	8
karper-zeelt	2
barbeel	1
aal	1
totaal (%)	99

Tabel 6: *Schatting percentage gestorven vis (biomassa) per traject in België (Philippart 2008).*

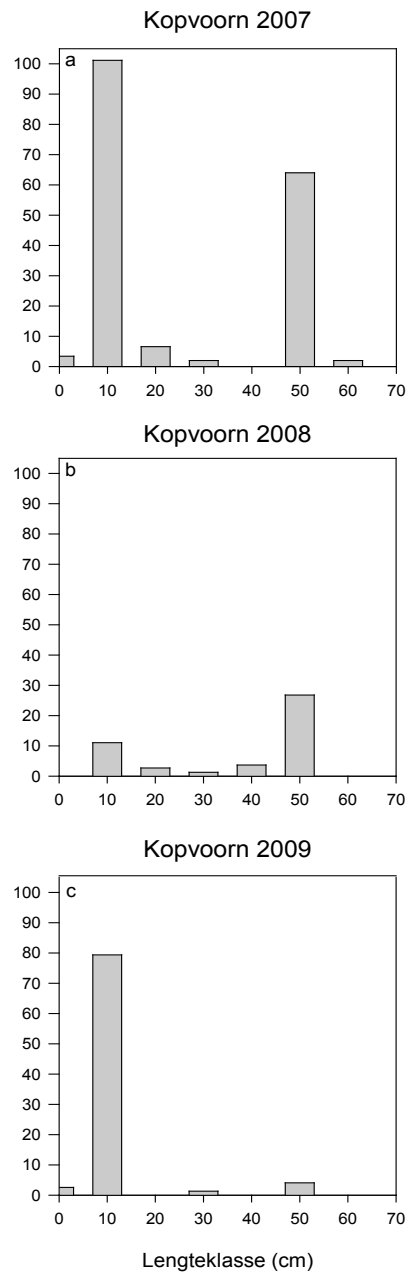
1	Maas brug Ougrée tot stuw Monsin	10%
2	stuw Monsin tot stuw Lixhe-Visé	9%
3	stuw Lixhe-Visé tot Petit Lanaye (Klein Ternaaien)	14%
4	Albertkanaal	5%

In Nederland komen op 5 augustus bij RWS de eerste meldingen binnen van vissterfte langs de Bovenmaas en de Grensmaas. Vanaf 10 augustus worden in Nederland zoveel dode vissen gevonden dat RWS besluit de dode vissen te ruimen en te inventariseren. Voor de Nederlandse Maas is de waargenomen vissterfte op het traject Eijsden-Heel op ca. 600 kg geschat (bijlage 10). Op basis van MWTL-gegevens van actieve visbemonstering in de Grensmaas en de daaruit afgeleide totale visbiomassa, schat RWS in dat op de Grensmaas en de Maas tussen Lixhe en Ternaaien, tussen de 10 en 15% van de totale visbiomassa gestorven is. Uitgangspunt is dat de dood gevonden vis ook daadwerkelijk uit dit deel van de Maas afkomstig is en niet bovenstrooms is doodgegaan. Uitgangspunt voor de schatting is dat slechts 10% van de dode vis werkelijk gevonden is.



Figuur 2.7: Dode meerval en kopvoorns uit de Maas bij Eijsden (foto's: L. Haenen/ www.schulensmeervissers.be)

Om te bepalen wat de effecten van deze vissterfte op de visstand van de Grensmaas zijn, zijn de jaarlijkse MWTL-data met statistische analyses doorgelicht (Lengkeek & Liefveld in 2009). Uit deze analyses blijkt dat in het voorjaar 2008, dus ruim een half jaar na de calamiteit, er geen statistisch significante effecten te zien te zijn in de visgegevens ten opzichte van eerdere jaren. Wel lijkt met name voor de groep stromingsminnende soorten de hoeveelheid vis in 2008 lager dan in andere jaren (figuur 2.9). Door de spreiding in de data is dit verschil echter niet significant. Ook is het opvallend dat de jongste jaarklasse van kopvoorn in voorjaar 2008 gedecimeerd is (figuur 2.8). Dit zou kunnen duiden op een slechte overleving van visbroed in de voorgaande zomer, bijvoorbeeld als gevolg van de chemische lozing. Uit de Vlaamse bemonstering in de Grensmaas blijkt ook een sterke terugval van kopvoorn in 2008 (Van Thuyne & Breine, 2009). Uit de



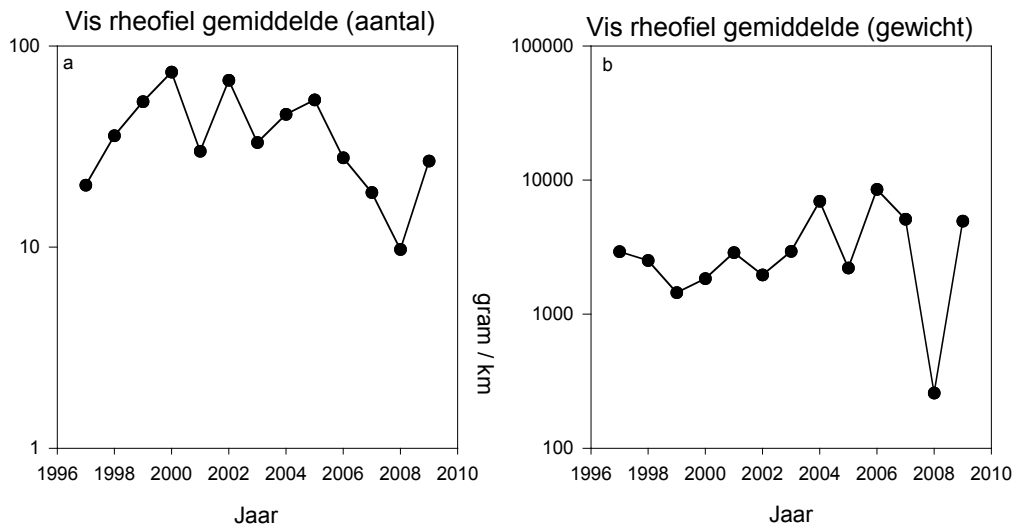
Figuur 2.8 : Lengte-frequentie verdelingen van kopvoorn in (a) 2007, (b) 2008 en (c) 2009. De x-as staan de klassenmiddelen weergegeven.

Nederlandse monitoring die elk jaar is uitgevoerd, blijkt kopvoorn echter al sinds 2005 gestaag in aantal af te nemen (Lengkeek & Liefveld, 2009).

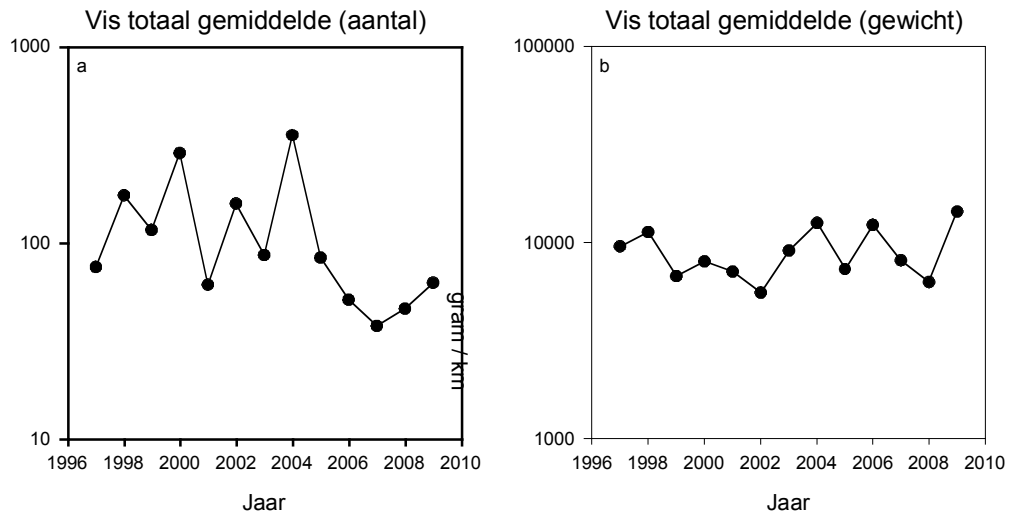
Zowel uit de Nederlandse (figuur 2.10) als de Vlaamse monitoring blijkt dat de totale aantallen vis in de Grensmaas na 2004 significant achteruit gaan (Lengkeek & Liefveld, 2009, Van Thuyne & Breine, 2009). In beide datasets zien we een sterke achteruitgang van soorten als blankvoorn, alver, riviergrondel (alle significant) en kopvoorn (niet significant). Mogelijk heeft deze achteruitgang te maken met de relatief droge warme zomer van 2003. Toen lag de afvoer bij herhaling meerdere weken rond de 10 m³/sec.

De waargenomen achteruitgang geldt niet voor Aal en rivierdonderpad: deze soorten nemen de laatste jaren juist in aantal toe sinds. Aal vertegenwoordigt in 2008 in de MWTL-bemonstering ongeveer de helft van het totale gewicht aan vissen. In de Vlaamse bemonstering ligt dit aandeel nog hoger: 95%. Hoge vertegenwoordiging van aal is ook in de Rijn in Duitsland waargenomen in de jaren na de Sandoz-ramp (Lelek & Köhler, 1990). De onderzoekers wijten de dominantie van aal in de Rijn echter aan uitzettingen, wat in de Maas niet aan de orde is.

Uit de analyse van de MWTL-data blijkt dat deze slechts in beperkte mate geschikt zijn voor het detecteren van dit soort incidenten. Dit blijkt ook uit een eerdere optimalisatiestudie van het MWTL-meetnet. Hierin concluderen de auteurs dat het oevermeetnet voor vissen slechts veranderingen vanaf een factor twee kan detecteren (Winter et al., 2006). Dit komt doordat de vangsten van jaar tot jaar van nature sterk verschillen. Ook komen veel soorten slechts in lage aantallen voor, wat het moeilijker maakt om verschillen per jaar waar te nemen. De geschatte schade in de visstand ligt tussen de 7 en de 15% (bijlage 10). Zo'n verschil is met het huidige meetnet niet goed waar te nemen. Voor de analyse van langjarige trends is zijn de monitoringsgegevens wel geschikt.



Figuur 2.9: Jaargemiddelden voor 5 stromingsminnende vissoorten (barbeel, kopvoorn, rivierdonderpad, riviergrondel, sneep). (a) Aantallen gevangen individuen per km en (b) gevangen gewicht per km. De y-as is weergegeven op een logaritmische schaal.



Figuur 2.10: Jaargemiddelden voor de 10 onderzochte vissoorten samen. (a) Aantallen gevangen individuen per km en (b) gevangen gewicht (gram) per km. De y-as is weergegeven op een logaritmische schaal (Lengkeek & Liefveld, 2009).

INTERMEZZO 4 Aangetaste vis

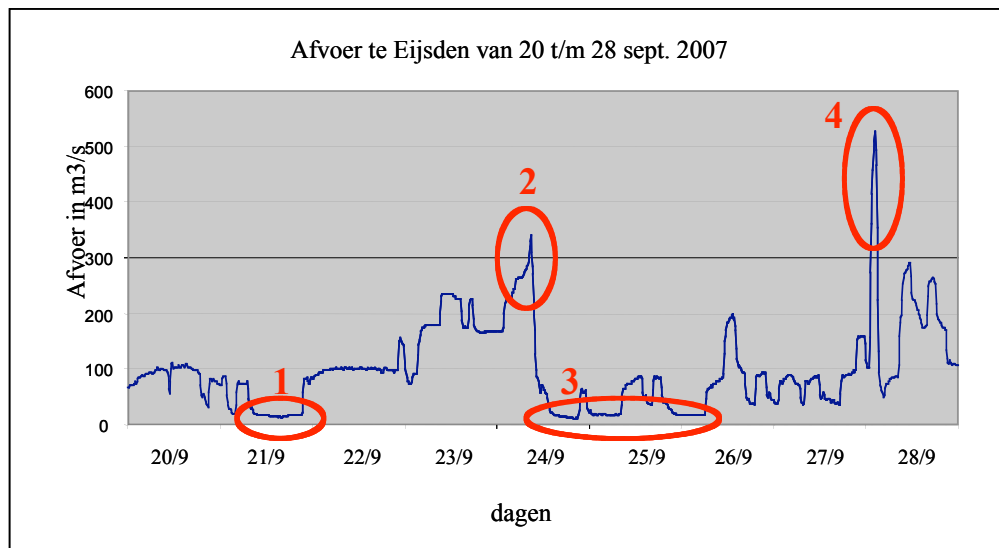


Op 22 oktober 2007 worden in de bovenmaas (tussen Eijsden en Borgharen) snoekbaarzen aangetroffen met op zweren lijkende plekken op hun huid. Analyse door het Centraal Veterinair Instituut in Lelystad (CVI = voormalig CIDC) leveren geen duidelijke oorzaak voor de huidandoening op. Noorse experts melden op basis van foto's dat het huid aangroei een basale celtumor is, die mogelijk verband houdt met chemische verontreinigen. Deze veronderstelling is gebaseerd op waarnemingen van vergelijkbare tumoren bij Brown bullhead (een soort meerval) in lake Ontario. <http://www.glfc.org/tumor/tumor2.htm#NEOPLASMS>

2.4 Calamiteit waterkwantiteit 2007

2.4.1. Wat is er gebeurd?

In september en oktober 2007 zijn onderhoudswerkzaamheden uitgevoerd in de Waalse stuwpannen en zijn grinddrempels in de Grensmaas aangelegd. Hiervoor is het stuwbeheer aangepast. Dit heeft geleid tot een afwisseling van extreem lage afvoeren afgewisseld met plotselinge afvoerpieken.



Figuur 2.11: Afvoer bij Eijsden van 20 t/m 28 september 2007 (uit: Van Roode, 2007).

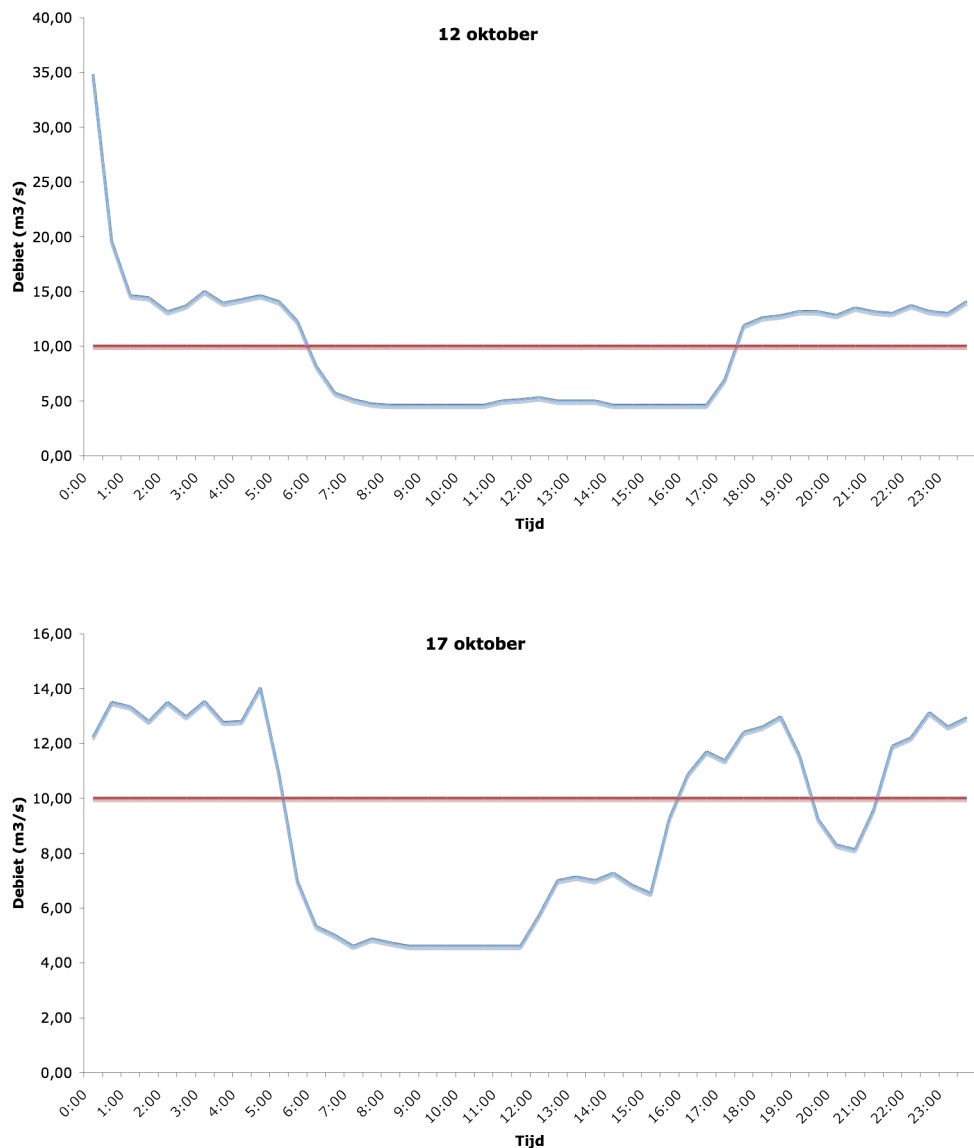
September

Tussen 20 en 28 september hebben zich vier ongewone afvoersituaties voorgedaan (figuur 2.11):

- 1) Op 21 september is de Maasafvoer bij Eijsden lange tijd veel te laag geweest (tot $15 \text{ m}^3/\text{s}$). Hierdoor was de afvoer in de Grensmaas te laag (slechts $3 \text{ m}^3/\text{s}$), en is het peil op het Julianakanaal beneden de onderste alarmgrens geweest;
- 2) Op 23 en 24 september is er een afvoergolf voorbijgekomen (met een piekwaarde van $340 \text{ m}^3/\text{s}$ bij Eijsden) als gevolg van het laten leeglopen van de stuwpanden in Wallonië. Het peil op het Julianakanaal is hierdoor boven de bovenste alarmgrens gekomen.
- 3) Op 24 september is de afvoer van $340 \text{ m}^3/\text{s}$ binnen een mum van tijd teruggebracht tot een hele lage afvoer bij Eijsden (ca. $15 \text{ m}^3/\text{s}$), die vervolgens urenlang voortduurde. Hierdoor stroomde er 8,5 uur lang nauwelijks nog water door de Grensmaas (ca. $3 \text{ m}^3/\text{s}$) en zakte het peil in het Julianakanaal met 20 cm. Ook in de dagen erna (25 en 26 september) zijn nog twee langdurige perioden met te lage afvoeren voorgekomen. De pompen op het Julianakanaal hebben het afvoerverlies niet kunnen compenseren;
- 4) Op 28 september is er weer een plotselinge afvoerpiek geweest, met een piekwaarde van $527 \text{ m}^3/\text{s}$ bij Eijsden. Na de sterke daling tot $50 \text{ m}^3/\text{s}$ is er nog een tweede, minder hoge afvoerpiek geweest ($291 \text{ m}^3/\text{s}$) op dezelfde dag. Het peil op het Julianakanaal is wederom buiten de alarmgrenzen gekomen.

Oktober

In 2007 zijn op 12 en 17 oktober in het zomerbed van de Grensmaas herstelwerkzaamheden uitgevoerd aan de griddrempels⁴ die door de extreme afvoerfluctuaties in september beschadigd waren. Op deze dagen is de afvoer op de Grensmaas in het stuwpand Borgharen van ongeveer 6.00 tot 17.00 vastgehouden op ongeveer 5 m³/s (figuur 2.12). Maaswerken heeft deze werkzaamheden in oktober uitgevoerd omdat dan de gemiddelde afvoeren het laagst zijn (bijlage 5C en D). Tussen 12 en 19 oktober 2007 was de afvoer gemiddeld zo'n 11 m³/s.



Figuur 2.12: Debiet Borgharen Dorp op 12 en 17 oktober 2007 (1/2 uur waarnemingen). In rood de minimale afvoer op de Grensmaas.

⁴ Deze drempels vormen een maatregel tegen mogelijke verdroging in Belgische natuurgebieden (Liefveld & Van Voorden 2006).

INTERMEZZO 5

Waterverdeling Grensmaas

Sinds de aanleg van de grote Maaskanalen (Albertkanaal, Julianakanaal) vloeit minder water door de Grensmaas zelf. Dit is op zich geen probleem, behalve in perioden met lage afvoeren. Door de watervraag van de kanalen dreigde periodiek droogvallen van de Maasbedding. Om dit te voorkomen bestaat sinds de jaren 70 een internationale afspraak dat de afvoer op de Grensmaas door afvoer naar de kanalen niet lager mag worden dan 10 m³/sec. Deze norm is vooral gebaseerd op de verdunning die nodig werd geacht om de lozing van de DSM-fabriek (via de Ur) te verdunnen. Modelonderzoek bevestigt dat deze norm ook voor kenmerkende vissoorten waarschijnlijk voldoet, in elk geval voor de zomer en herfst (wanneer lage afvoeren meestal voorkomen) (Liefveld & Jesse 2006). In het voorjaar is een iets hogere afvoer gewenst in verband met de paaiperiode.

Het sturen van de afvoer op de Grensmaas, gebeurt vooral door het afregelen van de stuw Borgharen. Bij lage afvoeren verhoogt Rijkswaterstaat het stuwpeil automatisch, waardoor zich in het stuwpannd Borgharen een buffercapaciteit opbouwt. Bij extreem lage afvoer wordt dit water gebruikt om de 10 m³/sec op de Grensmaas te kunnen vasthouden.

Het aangepaste stuwbeheer bij Borgharen maakt het ook mogelijk de abrupte afvoerfluctuaties die de waterkrachtcentrale bij Lixhe (B) veroorzaakte enigszins te dempen. Dit is stuwbeheer op hoog niveau en lukt niet altijd even goed. Een goede en vooral snelle communicatie met de beheerders van de waterkrachtcentrale is hierbij van groot belang.

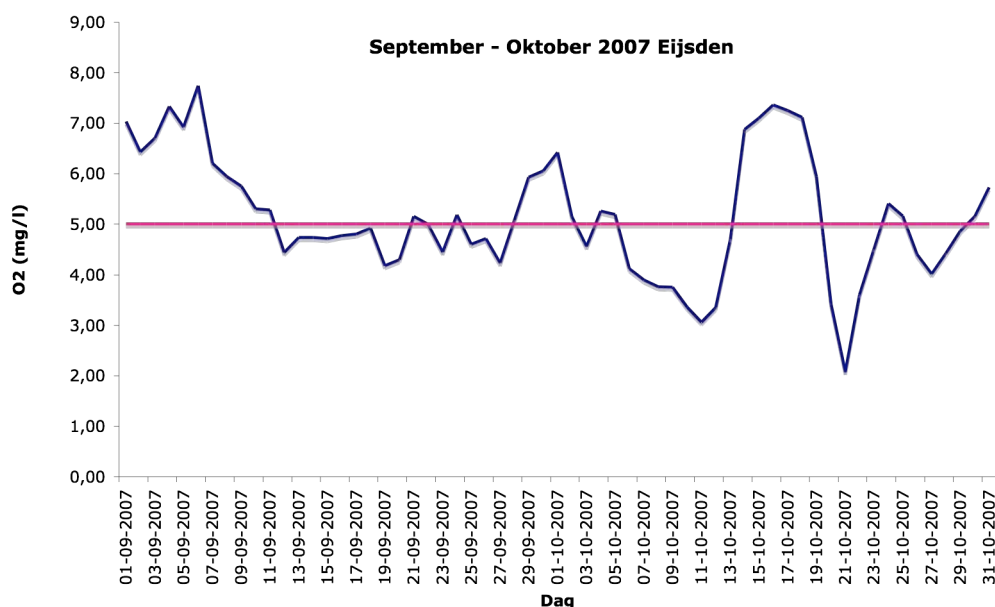
Naast de besturing van de stuw bij Borgharen wordt op het Julianakanaal schutwaterverlies teruggepompt om voldoende afvoer op de Grensmaas te houden. Inmiddels worden ook pompen op het Albertkanaal aangelegd.

2.4.2. Waargenomen effecten extreem lage afvoer 2007

Er zijn geen gegevens bekend van waargenomen effecten van de zeer lage afvoeren die zich in september en oktober 2007 hebben voorgedaan. Na de extreem lage afvoer in september is wel actief gezocht naar dode vissen, maar deze zijn niet gevonden. Naar verwachting trekken de vissen zich terug in de diepere delen van de Grensmaas. Nu zijn er niet zoveel van dat soort plekken in de Grensmaas (Liefveld & Jesse 2006). Bij Meers is een aantal diepere putten, maar daar zijn tijdens de werkzaamheden geen verhoogde concentraties van vis waargenomen (Gubbels pers. com.). Waarschijnlijk hebben ze zich in deze periode toch in de hoofdstroom kunnen ophouden, of zijn ze stroomafwaarts gemigreerd (De Vocht pers. com.).

In een situatie van extreem lage afvoer is het belangrijk wat de temperatuur en het zuurstofgehalte zijn. Deze factoren veroorzaken bij lage afvoer de belangrijkste problemen bij aquatische organismen.

De zuurstofgehalten bij Eijsden zijn in september en oktober 2007 ronduit slecht: wekenlang schommelen de gehalten tussen de 2 en 8 mg/l (figuur 2.13). Ter vergelijking: de norm voor karperachtigen is 5 mg/l. De temperatuur is bij de lage afvoeren in september overdag nog rond de 19 °C, maar zakt in oktober af naar 16-15°C (bijlage 5).



Figuur 2.13: Daggemiddelde zuurstofgehalte in de Maas bij Eijsden in september en oktober 2007 (mg/l). In rood de minimum norm voor karperachtigen.

Bij de lage afvoeren in oktober zijn de zuurstofgehalten bij Eijsden op de 12^e zo mogelijk nog lager (2,5-4,0 mg/l), maar op de 17^e aanzienlijk hoger (6,8-7,6mg/l). Omdat bij deze lage afvoeren de zuurstofinslag bij de stuw minimaal is, zijn dit ook de gehalten die op de Grensmaas verwacht mogen worden (Ertsen et al., 2000).

Er zijn dus geen aanwijzingen voor direct negatieve effecten: geen dode vissen en geen observaties van samenscholingen of naar lucht happende vissen. Toch zijn de zuurstofgehalten erg laag geweest (tot 2 mg/l). Omdat het om daggemiddeldes gaat zijn de minimale gehalten die zich aan het einde van de nacht hebben voorgedaan zelfs nog lager geweest (Ertsen et al., 2000). Verwacht mag worden dat veel vissen het onder deze omstandigheden moeilijk gehad hebben. Stromingsminnende soorten als kopvoorn en barbeel hebben een zuurstofgehalte boven 4 mg/l nodig. Het optimum ligt respectievelijk op 9 en 8 mg/l. Barbeel gaat zelfs dood bij gehalten onder 2,1 mg/l (Van Emmerik & de Nie, 2006). Verwachte effecten bij lage zuurstofgehalten zijn vooral drift/crowding en een verhoogde gevoeligheid voor verontreinigingen (Canton et al., 1984). Vissen zullen op zoek gaan naar diepere locaties met zuurstofrijker water. Als de

afvoer weer toeneemt keren ze geleidelijk terug naar hun oude stek (de Vocht pers. com.). Dit is op zich geen ramp, maar het moet niet te vaak gebeuren. Het vluchtgedrag kost namelijk extra energie terwijl de vissen tegelijk minder aan eten toekomen. Bovendien vertegenwoordigen de refugia suboptimaal habitat. De negatieve effecten op reproductie en overleving zullen zich uiteindelijk vertalen in afnemende aantallen van de gevoelige soorten.

INTERMEZZO 6 Drempels in de Maas

De rivierverruimende maatregelen, die de Maaswerken momenteel uitvoert in de Grensmaas, zullen ervoor zorgen dat de hoge waterstanden lager worden. De kans op een overstroming in het gebied neemt daardoor af. Tegelijk zullen echter ook de waterstanden bij lagere afvoeren afnemen. Een mogelijk negatief bijgevolg kan zijn dat de grondwaterstanden in nabij gelegen Vlaamse Natura 2000- gebieden dalen. Om verdroging van deze beschermde gebieden te voorkomen legt Maaswerken nu grinddrempels aan in het zomerbed. De opstuwende werking van deze drempels moet het negatieve effect op de grondwaterstanden compenseren.

In de zomer van 2007 waren twee drempels gereed (figuur 2.14). In totaal zijn daarna nog acht drempels in de Grensmaas aangelegd (tabel 7). Ze zijn grotendeels aangelegd met grind dat is vrijgekomen bij de oeververruiming van het project Maaswerken. Over het algemeen is het opstuwende effect merkbaar tot zo'n honderd meter stroomopwaarts (van Looy pers. com.). Vier van de drempels zijn wat hoger (> 1 m) en zijn aangelegd met een kern van grote Maaskeien of breuksteen. Deze zorgen voor een opstuwning over een langer traject. Op deze locaties loopt de water temperatuur in de zomer bij lage afvoeren hoger op dan op de ondiepere plekken. Dit komt doordat het stilstaande water gemakkelijke opwarmt door instraling. Op de snelstromende ondiepe plekken komt de watertemperatuur in de Grensmaas in de zomer van 2007 nauwelijks boven de 20 graden (figuur 3.5).

Tabel 7: Locaties en hoogtes van de doorgerekende grinddrempels (uit: Vulink et al.aangepast naar Vermulst & Agtersloot, 2005).

Nummer	Locatie	Maaskilometer	Hoogte drempel (m + NAP)
1	Meers	31.69	32.6
2	Meers	32.00	32.4
3	Meers	32.41	32.1
4	Meers	32.78	31.4
5	Meers	33.10	31.0
6	Meers	33.42	30.4
7	Meers-Maasband	33.90	29.8
8	Geulle a/d Maas	27.20	34,8
9	Geulle a/d Maas	25.30	35,7
10	Geulle a/d Maas	23,8	37,1

Uit de eerste monitoringsresultaten blijkt dat kenmerkende waterplanten als vlottende wateranankel zich onmiddellijk vestigen op de met toutvenant afgedekte grinddrempels (van Looy pers. com.). De effecten op vis zijn nog niet vast te stellen. Verwacht wordt dat de ondiepe drempels met fijner grind geschikt habitat vormen voor stromingsminnende soorten als barbeel en kopvoorn. Misschien zelfs wel om te paaien. Op de stagnante plekken die bijvoorbeeld bij de wat hogere drempels ontstaan verschijnen 'verstoringsoorten' van stilstaand water zoals smalle waterpest en draadwieren. De diepere plekken zouden wel van nut kunnen zijn als schuilplek voor grotere vissen bij lage afvoeren, maar dan moeten ze wel voldoende diep zijn (> 2 m bij 10 m³/s). Aandachtspunt is dat de afdeklaag van toutvenant waarschijnlijk grotendeels wegspoelt bij hoge afvoeren in de winter. Voldoende aanvoer van fijn grind is dus nodig om het ecologisch rendement van de drempels veilig te stellen.



Figuur 2.14: Nieuwe drempel in de Grensmaas bij Meers (Foto: K. Van Looy, instituut voor natuur- en bosonderzoek).

2.5 Aanvullende informatie

Er zijn meerdere modellen en analysemethoden die aanvullend gebruikt kunnen worden bij de interpretatie van de mogelijke effecten van de calamiteiten uit 2007. Deze worden hieronder kort toegelicht, evenals de effecten op de lange termijn. Daarnaast beschrijven we kort enkele calamiteiten op de Maas uit het verleden die mogelijk een indicatie geven van de te verwachten effecten op de langere termijn.

2.5.1. LC50

De LC50 waarde (Lethal Concentration 50) is de concentratie van een stof waarbij 50% van de testorganismen doodgaat bij een kortdurende blootstelling (1 of 4 uren). De waarde wordt gebruikt als relatieve maat voor de toxiciteit van het materiaal.

Tabel 8: Van links naar rechts; concentraties van bestrijdings-middelen (in µg/l) bij Eijsden tijdens de calamiteiten in april (Cal 01 en 02) en augustus 2007 (Cal 08), de MTR van de aan-getroffen stoffen, de LC50 waarden en de kwalitatieve gevoeligheid van relevante aquatische organismegroepen (gebaseerd op PAF-waarden).

Component	Cal A1	Cal A2	Cal A8	MTR	LC-50				meest gevoelige groep	matig gevoelig groep	minst gevoelig groep
	18-apr-07 steekmonster _g/l	20-apr-07 steekmonster _g/l	3-aug-08 steekmonster _g/l		zooplankton _g/l	vis _g/l	macrofauna _g/l	algen _g/l			
atrazine	0,012	0,02	-	2,4	133	4188	6300	8	algen	zoopl.	vis
atrazine-desethyl	0,041	0,038	-	-	-	-	-	-	nvt	nvt	nvt
Chloorpyrifos	0,001	1,623	5,3	0,003	0,05	0,8	0,22	-	zoopl.	macrofauna	vis
Diazinon	0,005	0,169	-	0,037	0,46	36,7	2880	-	zoopl.	vis	macrofauna
Dimethoate	0,032	0,204	-	23	2	2,3	7	-	zoopl.	vis	macrofauna
Simazine	0,006	0,008	-	0,14	19250	3000	>10000	6	algen	zoopl.	vis
Cypermethrin	-	-	0,02	0,0001	0,02	0,4	0,01	-	macrofauna	zoopl.	vis

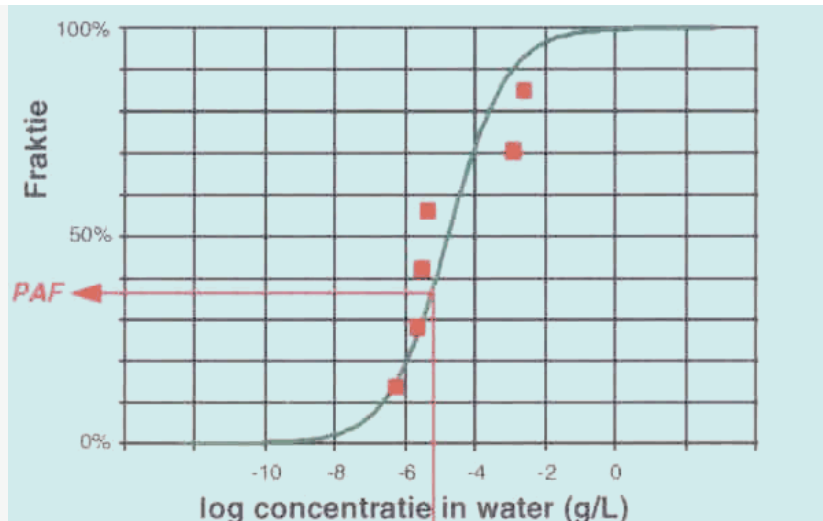
De acute schade van de calamiteiten in de Maas in 2007 is vooral in augustus groot. Dit blijkt ook uit de LC50 waarde voor vis die in die periode sterk is overschreden (tabel 8). Ook voor macrofauna zijn op basis van deze gegevens echter effecten te verwachten. Ook in april zijn de LC50 waarden voor vis en macrofauna overschreden, maar minder ernstig. Deze gegevens wijzen erop dat ook in april (lichte) schade is geweest.

INTERMEZZO 7

PAF: potentieel aangetaste fractie

De potentieel aangetaste fractie van soorten (PAF) is een maat voor de toxische druk die stoffen uitoefenen op het ecosysteem. PAF is de fractie van de soorten waarvoor bij de heersende concentraties van toxische stoffen een No Observed Effect Concentratie (NOEC) wordt overschreden. De waarde geeft een indicatie van welk deel van de populatie mogelijk schade heeft opgelopen. Achterliggende informatie is gebaseerd op gevoeligheidsverdelingen van soorten voor die stoffen.

In een ecosysteem komen vaak veel soorten voor. Meestal zijn slechts voor een beperkt aantal hiervan toxiciteitsgegevens bekend van een bepaalde stof. Daarom wordt voor het berekenen van PAF's een aanname gedaan voor de verdeling van de toxiciteitswaarden voor alle potentieel aanwezige soorten in een ecosysteem. Deze statistische aanname houdt in dat voor een aantal beschikbare toxiciteitsdata, de verdeling van alle soorten gekarakteriseerd wordt in een log-normale kansverdelingscurve (figuur 2.15).



Figuur 2.15: Cumulatieve gevoeligheidsverdeling van toxiciteitsgegevens voor verschillende soorten organismen. Per concentratie kan de PAF bepaald worden.

Met deze cumulatieve verdeling kunnen we aan de hand van de concentratie van stoffen bepalen welk percentage van de soorten potentieel effect ondervindt. Deze methode heet de 'PAF-methode' (potentieel aangetaste fractie van soorten). De gevoeligheidsverdeling wordt apart opgesteld voor acute (2-3 dagen) en chronische (> 40 dagen) toxiciteitsgegevens.

Modelberekeningen toxicologische effecten (MAM)

Peñailillo et al.(2008) combineren modelberekeningen van het Maas Alarm Model (MAM) met ecotoxicologische gegevens om de effecten van de calamiteit van augustus 2007 voor vis in te schatten. Hiervoor hebben ze de PAF-waarden berekend voor een aantal vissoorten bij de gemeten gehalten van cypermethrin en chloorpyrifos.

Gezien de korte piek van de verontreiniging moeten we bij deze berekeningen vooral letten op de acute effecten (2-3 dagen). Voor vis is het acute effect voornamelijk sterfte. Voor macrofauna kunnen dit ook effecten zijn als immobiliteit of verlamingsverschijnselen: effecten waardoor de overlevingskans van deze organismen sterk afneemt.

De PAF-totaal geeft informatie voor een brede groep van vissen (tabel 9). Voor chloorpyrifos zijn alleen gezamenlijk PAF's voor vis beschikbaar. De PAF-waarden voor cypermethrin varieerde tussen de 5 en 37%, voor chloorpyrifos tussen de 16-20%. Uit de modelberekening blijkt dat cypermethrin toxischer is dan chloorpyrifos.

Dit heeft mogelijk te maken met de lage MTR⁵ voor cypermethrin. De beschikbare LC50 data variëren tussen 0,74 en 2,8 µg/l voor cypermethrin en tussen 0,4 µg/l tot 13,3 mg/l voor chloopyrifos (Peñailillo et al., 2008).

INTERMEZZO 8

Maas Alarm Model

Met het Maas Alarm Model (MAM) kan op basis van afvoer, stroomsnelheden, afbraak- en verdunningsprocessen ingeschat worden welke concentraties verontreinigingen waar voorkomen in het stroomgebied van de Maas. Het model voorspelt ook de reistijd en de concentratie niveaus van een verontreiniging op vaste locaties langs de Maas. De berekeningen gaan in twee stappen:

1. Berekening van de afvoer en stroomsnelheden (om de reistijd naar bepaalde locaties in te kunnen schatten);
2. Berekening van de concentraties van de stof.

Bij stap 1 wordt voor de verschillende secties van de rivier de afvoer en stroomsnelheid bepaald op basis van waterstandsgegevens op vaste meetstations of op basis van bekende afvoergegevens. Het model maakt voor de berekeningen gebruik van debiet waterstand curves (Q,h-tabellen) en van dwarsprofielen. Hierdoor kan alleen een stationaire afvoer berekend worden. Wel kan een aantal stationaire afvoeren achter elkaar worden ingevoerd, om toch een afvoerloop te simuleren. In stap 2 wordt gebruik gemaakt van verschillende vormen van stoftransport (advection en diffusie transport (mixing)). Absorptie aan zwevend stof is niet opgenomen. Het model heeft de optie om afbraak op te nemen in de berekeningen, maar slechts in één snelheid. Bij de afbraak van cypermethrin en chloorpyrifos kunnen meerdere processen een rol spelen, zoals hydrolyse, fotodegradatie en vervluchtiging. Deze processen verlopen afhankelijk van de milieu omstandigheden sneller of langzamer. Het model is ontwikkeld door Deltares en rekenkundig vrij wel identiek aan het Rijn Alarm Model (IKSR/KHR Expertengroep, 1993). De berekende verplaatsing van de verontreinigingen in augustus 2007 zijn weergegeven in bijlage 11 in grafieken.

Tabel 9: *Berekende toxiciteit voor de visgemeenschap (acuut) uitgedrukt als PAF's (Potentieel Aangetaste Fractie) van de chemische lozing in augustus 2007 uit: Peñailillo et al.(2008). De waarden zijn gemiddeld over de verschillende (afbraak) scenario's.*

Stof	toxiciteit	Locatie	Totale PAF's in % per locatie		
			Gemiddelde	Minimum	maximum
cypermethrin	acuut	Borgharen	13	5	24
cypermethrin	acuut	Linne	23	13	37
chloorpyrifos	acuut	Borgharen	17	16	18
chloorpyrifos	acuut	Linne	18	16	20

⁵ Als een stof een lage MTR heeft kan dat twee redenen hebben: 1) de stof is heel toxisch, of 2) vanwege de beperkte beschikbaarheid van toxiciteitsgegevens is de norm voor de stof heel veilig (laag) gekozen.

Volgens de berekeningen is 13-23% van de vispopulatie aangetast. De onderzoekers concluderen dan ook dat de calamiteit op korte termijn een aanzienlijk effect op de vispopulatie heeft gehad. De PAF-waarden geven geen informatie over een lange termijn effect van een pieklozing. Kanttekening is dat PAF schattingen meestal aan de hoge kant zijn, omdat ze afgeleid zijn van laboratoriumproeven. De schatting van ecologen dat zo'n 10-15% van de visbiomassa dood is gegaan, lijkt hiermee realistisch (bijlage 10).

2.5.2. Modelberekeningen toxicologische effecten (OMEGA)

Het programma OMEGA geeft eveneens informatie over de potentiële effecten op het ecosysteem als gevolg van blootstelling van planten en dieren aan toxische stoffen. Deze effecten worden uitgedrukt in potentieel aangetaste fractie van soorten (PAF)⁶. Tot voor kort kon met het model alleen een PAF-waarde voor het totale ecosysteem (alle organismen) berekend worden. Nieuwe ontwikkelingen maken het mogelijk om met OMEGA per biologisch kwaliteitselement een inschatting te maken van effecten op korte (acute blootstelling) en langere (chronische blootstelling) termijn. De methode is vergelijkbaar met de methode die beschreven is in intermezzo 7.

Tabel 10: PAF-waarden (in %) berekend met OMEGA (versie 6.0) voor acute blootstelling aan chloorpyrifos en cypermethrin voor macrofauna, vis en alle organismen samen op verschillende locaties in de Maas bij de calamiteit van augustus 2007. NB: De berekeningen voor cypermethrin zijn minder betrouwbaar, omdat van deze stof weinig toxiciteitsgegevens beschikbaar zijn (nb= niet berekend).

Maand in 2007	Locatie	stofnaam	conc (l g/l)	PAF EC50 acuut		
				macrofauna	vis	alle organismen
April	Eijsden	chloorpyrifos	1,6	55	20	22
Augustus	Eijsden	chloorpyrifos	5,3	70	35	43
Augustus	Ougrée (B)	chloorpyrifos	33	87	61	nb
Augustus	Smeermaas (B)	cypermethrin	0,02	69	11	46
Augustus	Ougrée (B)	cypermethrin	5,5	99	91	94

Uit de berekeningen blijkt dat er aanzienlijke effecten op macrofauna te verwachten zijn, zelfs al bij de laagste concentratie van 1,6 µg/l (tabel 10). De hoogste concentratie aan chloorpyrifos is op 31 juli 2007 gemeten bij Ougrée in België (33 µg/l). Volgens de berekeningen is bij deze concentratie 87% van de macrofaunasoorten 61% van de vissoorten in gevaar. Opvallend is dat de concentraties cypermethrin waarschijnlijk nog veel grotere schade hebben toegebracht: in Wallonië wordt verwacht dat nagenoeg de gehele macrofauna- (99%) en visgemeenschap (91%) hierdoor schade opgelopen heeft (tabel 10). In de Grensmaas (Smeermaas) zijn lagere concentraties gemeten en de PAF is dan ook lager. Hier zijn de effecten van cypermethrin vergelijkbaar met die van chloorpyrifos: respectievelijk 69% en 70% van de macrofauna-gemeenschap zou volgens berekening in de Grensmaas schade oplopen. Vooral kreeftachtigen zijn

⁶ De waarden van het Omega-model en het MAM komen niet helemaal met elkaar overeen. Oorzaak hiervan ligt vermoedelijk in de beschikbare gegevens die voor beide modellen worden gebruikt. Beide modellen maken echter wel gebruik van dezelfde berekeningen. De modeluitkomsten moeten ook niet op het procent nauwkeurig geïnterpreteerd worden.

gevoelig: negen van de tien LC50 waarden voor kreeftachtigen in de OMEGA-database zijn lager dan de 5.3 µg/l (D. Kalf pers.com.). Volgens de berekeningen zijn de effecten op vis bij deze concentraties minder hoog (PAF respectievelijk 11 en 35%). Met OMEGA is ook een effect berekend op het ecosysteem als geheel: op de Grensmaas wordt verwacht dat bijna de helft van alle soorten last heeft van de hoge concentratie cypermethrin, in de Waalse Maas maar liefst 94%. Het model geeft een inschatting van het effect op een levensgemeenschap in een gezond ecosysteem. In een al aangetast systeem zoals de Maas is een deel van dit effect permanent aanwezig waardoor de effecten van een calamiteit op de resterende levensgemeenschap minder groot lijken.

2.5.3. Verwachte effecten lange termijn

De effecten van de incidenten in 2007 op de lange termijn kunnen we nog niet meten. De monitoringsgegevens na één jaar geven weinig aanwijzingen voor blijvende schade, maar dit komt onder meer doordat er al eerder een negatieve trend in de aantalsontwikkeling van vis lijkt te zijn ingezet (zie §2.3.2). Lange termijn effecten zijn sowieso lastig te ontrafelen in een ecosysteem, maar nog moeilijker in een systeem waarin incidenten zich opstapelen. Literatuur- en modelgegevens geven inzicht in te verwachte lange termijn-effecten van de incidenten:

- Naar verwachting zal de macrofaunagemeenschap zich redelijk snel herstellen: na een pulsdosering in experimentele beken met 5 µg/l chloorpyrifos, kon binnen 8 weken volledig herstel van de gevoelige populaties geleedpotigen worden aangetoond (Brock pers. com.).
- Philippart (2008) gaat in zijn analyse van de schade van de calamiteit in augustus 2007 uit van een hersteltijd van 40 dagen voor macrofauna.

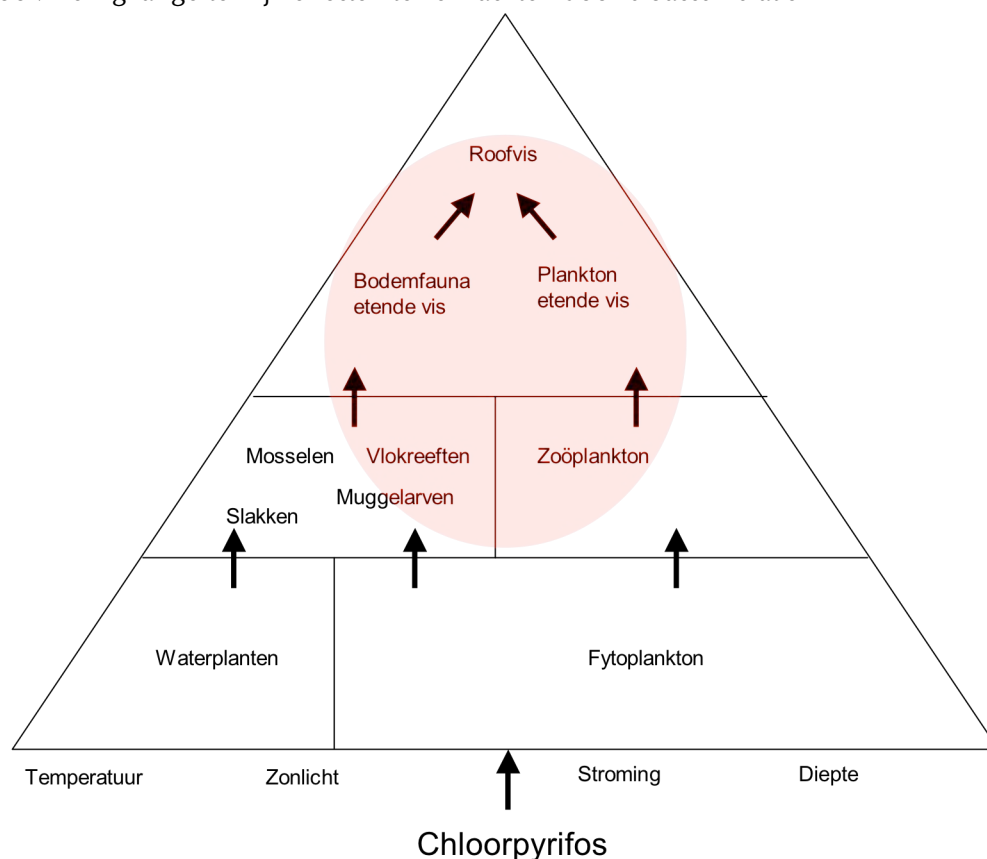
Herstelperiode

Net als de gevoeligheid, is de herstelperiode voor populaties onder meer afhankelijk van de generatietijd (MNP 2004). In laboratorium-experimenten blijkt macrofauna met een korte levenscyclus te herstellen binnen 10 weken. Bij soorten met een lange levenscyclus is na 7 maanden nog geen volledig herstel opgetreden (Beketov et al., 2008). Soorten die maar één keer per jaar nakomelingen krijgen worden het hardst getroffen (MNP 2004). Zo wordt de hersteltijd van vissen geschat op enkele jaren (diverse bronnen o.a. Vituki, 2002, Philippart, 2008). Verschil met de situatie in het veld is natuurlijk wel dat in deze experimenten geen aanwas van de populatie door migratie van bovenstrooms heeft plaatsgevonden. Anderzijds kunnen de omstandigheden in het veld voor meerdere parameters tegelijk ongunstig zijn, of vinden in de herstelperiode al weer nieuwe calamiteiten plaats.

Brioaccumulatie

Naast acute sterfte door blootstelling aan stoffen kunnen in het ecosysteem ook effecten optreden doordat stoffen in organismen ophopen: bioaccumulatie. De mate van ophoping is vooral afhankelijk van de eigenschappen van de betreffende stof en de positie van een organisme in de voedselketen. Over het algemeen zijn toppredatoren, zoals aalscholvers of dassen, gevoelig voor bioaccumulatie, omdat ze

via hun prooidieren vele kleine porties van de stof binnen krijgen. Een soort als de otter die alleen maar vis eet, loopt weer grotere risico's dan soorten met een gevarieerd dieet (MNP 2004). Chloorpyrifos en cypermethrin hebben lage bioconcentratie waarden: ze accumuleren weinig in organismen (bijlage 9). De calamiteiten met chloorpyrifos en cypermethrin in 2007 waren bovendien van relatief korte duur. In dit geval zijn dan ook weinig lange termijn effecten te verwachten door bioaccumulatie.



Figuur 2.16: Het effect van chloorpyrifos op de voedselketen (uit: Rotteveel et al., 2009).

INTERMEZZO 9

Acuut en chronisch effect

In de ecotoxicologie worden ecologische effecten vaak uitgedrukt in acute en chronische toxiciteit: directe en lange termijn effecten. Bij acute toxiciteit wordt de concentratie van een stof waarbij 50% van de testdieren sterft bepaald: de lethale concentratie 50% (of de LC50), soms worden ook andere sterftepercentages gehanteerd. De gebruikte testconcentraties zijn dan ook hoog, omdat sterfte de gemeten parameter is. Bij chronische toxiciteit gaat het om de effecten van een stof op de voortplanting en groei, deze wordt uitgedrukt in No Observed Effect Concentratie (NOEC) of Effect Concentratie 50% (EC50). Hierbij worden organismen gedurende een langere periode blootgesteld aan een lage concentratie van een stof.

De duur van acute en chronische testen is afhankelijk van de generatietijd van organismen. Bijvoorbeeld voor watervlooiën is 24-96 uur een acute test, en 21 dagen een chronische test, voor vissen is 96 uur acuut en 20-100, 150 en zelfs >600 dagen een chronische test.

De tests geven een indicatie van de te verwachten schade in het ecosysteem bij kortdurende hoge blootstelling en langdurige lage blootstelling. Doordat de doelstelling van de testen verschillend is, blijft het moeilijk om bijv. lange termijn effecten van een kortdurende hoge concentratie te meten. Eigenlijk willen we de effecten weten op overlevenden dieren van een acute test. Pieters (2007) heeft dit soort testen gedaan met de watervlo *Daphnia magna* met fenvaleraat (een aan cypermethrin verwante stof). Hij vond effecten op lichaamslengte en de groeisnelheid van de populatie. Bij experimenten met hele populaties trad na een eenmalige hoge dosering binnen 5-15 dagen herstel van de populatie op, er was dan geen verschil meer te zien met de controle test. Populaties die aan voedselgebrek blootgesteld waren, herstelden langzamer vanwege de additionele stress factor: honger.

Voor de meeste organismen is 5 dagen (de duur van de calamiteit in augustus 2007 op de Maas) geen lange termijn blootstelling. Het type organismen waarvoor dit wel een chronische (lange termijn) belasting is, zoals bacteriën en algen, zijn minder gevoelig voor de betreffende stoffen.

Het aantonen van lange termijn effecten bij watervlooiën blijft moeilijk: Er is wel duidelijk snel herstel van overlevende dieren (5-10 dagen), maar tegelijk zijn er wel effecten op populatiegroei en lichaamslengte. De indirecte gevolgen hiervan kunnen zijn dat zo'n populatie een tijd lang gevoeliger is voor predatie of andere ongunstige omstandigheden zoals verontreinigingen.

2.5.4. Calamiteiten in andere jaren

1996: diazinon

In april 1996 is bij het meetstation Eijsden verschillende malen een verhoogde concentratie van het insecticide diazinon vastgesteld (concentraties tot 1 mg/l). Omdat er op dat moment toevallig een proef met enkele macrofaunasoorten in Maaswater liep, konden de effecten van zo'n calamiteit op de overleving van individuele soorten live gevolgd worden. In de "in situ" tests bleken geen van de gevoelige kokerjuffers zo'n concentratie te overleven. Ook de veel tolerantere muggenlarven stierven massaal (Stuijzand 1999). Hieruit blijkt dat een calamiteit met pesticiden een heel cohort van organismen kan uitroeien. In 2007 was de concentraties diazinon een stuk lager (0,169 µg/l) en heeft de LC 50 niet overschreden.

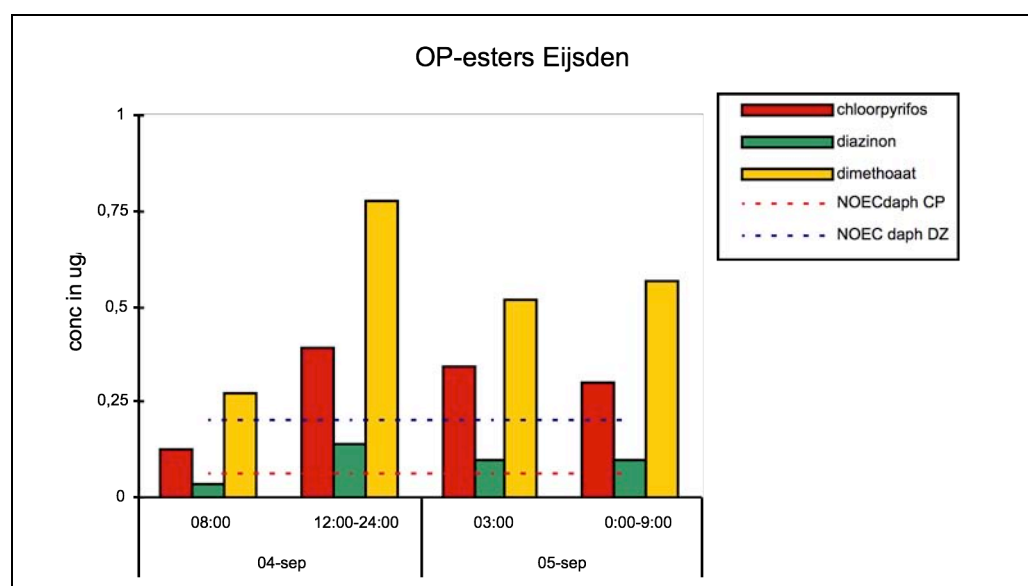
1988: cadmium

Op 22 en 23 november 1988 zijn bij Eijsden verhoogde cadmiumgehalten waargenomen als gevolg van een calamiteit. De maximale concentratie bij Eijsden was

39 µg/l. Bij deze calamiteit zijn waarnemingen aan de macrofaunagemeenschap gedaan (bij de Vaate et al.1988). Alleen onder de nematoden is rond de calamiteit een verhoogde drift waargenomen (vluchtgedrag bij stress) die waarschijnlijk verband hield met de verontreiniging. Omdat er geen metingen voorafgaand aan de calamiteit gedaan zijn, is niet met zekerheid vast te stellen of de waargenomen drift patronen aan de calamiteit te wijten zijn. Verder stellen de auteurs vast dat de soortenrijkdom in de monsters laag is. Ze wijten dit aan de slechte waterkwaliteit en de te grote hydrodynamiek. De auteurs concluderen dat door het ontbreken van hele groepen van karakteristieke kritische rivierorganismen de effecten van een calamiteit moeilijker vast te stellen zijn. En dus ook kleiner lijken te zijn.

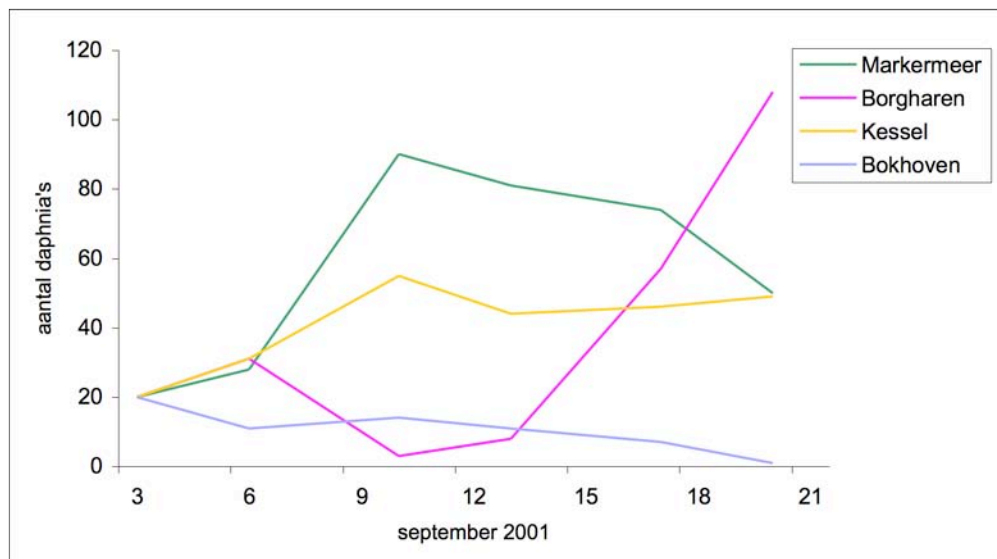
2001: diazinon, chloorpyrifos en dimethoaat

Op 4 september 2001 is door het bewakingsysteem met daphnia's bij meetstation Eijsden alarm geslagen. Oorzaak blijkt een calamiteit met sterk verhoogde concentraties van drie insecticiden: diazinon, chloorpyrifos en dimethoaat (figuur 2.17). Zowel de MTR als de NOEC (concentratie waarboven effecten optreden) worden voor chloorpyrifos en dimethoaat overschreden. De concentratie van diazinon benadert de NOEC (Beek et al., 2004).



Figuur 2.17: Concentraties bestrijdingsmiddelen met MTR's tijdens de calamiteit op 4 september 2001.

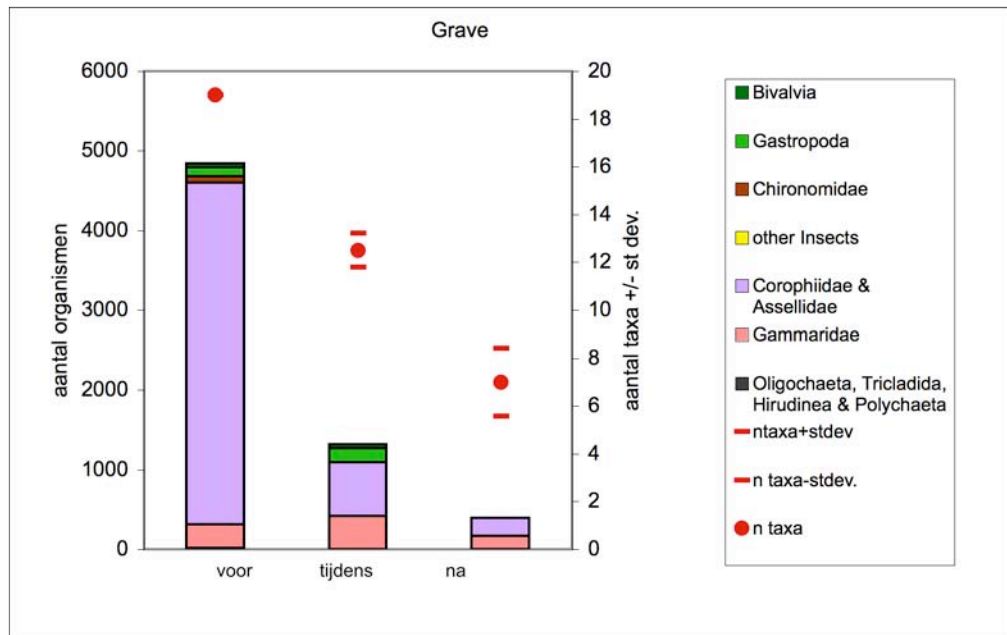
Op 6 september worden dan ook ernstige effecten waargenomen bij de daphnia's die op dat moment bij Borgharen in veldkooitjes in de Maas hangen. De zwemactiviteit van de daphnia's was sterk afgenomen en sommige exemplaren werden zelfs dood aangetroffen (zie figuur 2.18).



Figuur 2.18: Effect op de populatiegroei van D. magna gedurende de lozing (↑) van bestrijdingsmiddelen op 4 september 2001. De populatie in Borgharen vertoonde het meeste effect, maar herstelde zich binnen 2 weken. De populatiegroei in Bokhoven was over het geheel slecht.

Gezien de aard en de concentraties van de geloosde stoffen zijn in de Maas effecten te verwachten op kreeftachtigen en insecten: drift of sterfte. Dit zou zich uiteindelijk kunnen vertalen in een vermindering van aantal soorten of aantal individuen.

Om de effecten en de rekolonisatie te kunnen registreren is in het kader van het project EMMA (Ecotoxicologische Monitoring Maas) kunstmatig substraat (KMS, knikkerkorven) bij Borgharen en Grave in de Maas gehangen. Bij Borgharen is het substraat pas na het passeren van de verontreinigingspiek uitgehangen. De monsters zijn een maand later geanalyseerd. In deze monsters zijn geen aantoonbare effecten waargenomen: het aantal soorten was hetzelfde als voor de calamiteit. Het aantal organismen is wel afgenomen, maar dat kan een seizoenseffect zijn (figuur 2.19).



Figuur 2.19: De macrofauna levensgemeenschap in Grave 2001 voor, tijdens en na de calamiteit van bestrijdingsmiddelen op 4 september 2001 (uit: Beek et al., 2004).

Bij Grave heeft het kunstmatig substraat wel tijdens de calamiteit in het Maaswater gehangen. Hier is dan ook wel een significant verschil gevonden in aantal soorten: het aantal taxa daalt significant en de muggenlarven en mollusca komen tijdens en na de calamiteit niet of minder voor. Er zijn wel kreeftachtigen aangetroffen in de monsters (figuur 2.190). Het verschil in aantal individuen is waarschijnlijk een seizoenseffect.

INTERMEZZO 10

Grote calamiteiten in grote rivieren

Steden zijn vaak ontstaan langs rivieren. In het drukke Europa liggen dan ook vaak steden en industrieën aan de rivier. Handig voor het vervoer van grondstoffen en het gebruik van koel- en proceswater. Ooit ook handig voor het lozen van afval. Inmiddels gelden er in de Europese lidstaten strenge regels voor de zuivering van dat afvalwater. Een ongeluk zit echter in een klein hoekje. Wat is er in het verleden wel eens misgegaan en wat kunnen we daaruit leren over calamiteiten op de Maas?

Tabel 11: Effecten van enkele grote calamiteiten in Europese rivieren.

werknaam	rivier	bron	jaar	stoffen	korte termijn effect	lange termijn effect	ref
Sandoz	Rijn	chemie concern	1986		Alle vis dood van Basel tot Lorelei watervlooiën dood aantal slakken, wormen en kreeftjes sterk verminderd.	Na de ramp bij Sandoz duurde het langs de Rijn ongeveer een jaar voordat de getroffen soorten zich door herkolonisatie herstelden.	RIZA (1998)
Coto Doñana	Guadamar	pyrietmijn	1998	Arseenzuur	Het effect op flora en fauna was direct. Bijna alle flora verdween meteen. Amfibieën- en vissenpopulaties zijn ernstig aangetast, er waren bijna geen vissen meer aanwezig in de rivier.		Hernández et al. (2004).
				cadmium		2,5 jaar na de ramp nog steeds een veramde macrofauna gemeenschap.	Willems (2001)
				koper		Door lage pH en zware metalen in water en sediment.	Sola et al. (2004)
				zink		Zeer hoge Cu en Cd concentratie in kokerjuffers (hydropsyche)	
Baia Mare	Tisza	goudmijn februari	2000	cyanide	130.000 ton dode vis. De Tisza die het land over een lengte van vele honderden kilometers van noord naar zuid doorsnijdt, werd dood verklaard.	na een 1/2 jaar treedt al herkolonisatie op dankzij overstromingen, de verwachting is dat de visstand 3 jaar nodig heeft om volledig te herstellen.	NRC (2000)
		mijngebied eind februari		koper		Een jaar na de ramp zijn geen effecten meer te meten van de cyanide verontreiniging in het water, het zwevend stof, sediment en biota.	VITUKI (2002)
				zink			
calamiteit Chimac	Maas	chemie concern	2007	bestrijdingsm iddelen chloorpyrifos cypemetrin	25.000 kg vis dood, geen kreeftachtigen in macrofauna monsters, mosselsterfte (?)	??	

Als we enkele recente grote calamiteiten bekijken, die van Sandoz, de Coto Doñana en de Tisza (tabel 11), valt op dat de initiële effecten desastreus zijn geweest: massale vissterfte, verdwijnen van waterplanten en macrofauna, een 'dood verklaarde' rivier (Tisza). Opvallend is dat in alle gevallen al binnen enkele maanden tot een jaar het ecosysteem zich begint te herstellen. In de Tisza zijn na zo'n 2,5 jaar de effecten op de ecologie nog wel meetbaar. In de Rijn zijn twee jaar na de massale vissterfte na de Sandoz-ramp alle oorspronkelijke vissoorten weer vertegenwoordigd. Ook is de verhouding carnivore versus herbivore vis nog in balans (een maat voor de compleetheid van de vispopulatie). Wel zien de onderzoekers een explosieve toename van het aandeel ubiquisten, weinig kritische soorten die het overal goed doen. Deze toename heeft zich echter al ingezet voor het Sandoz-incident.

Van de calamiteiten zijn de korte termijn effecten beter beschreven (en gekwantificeerd) dan de lange termijn effecten. Het is vaak niet duidelijk wanneer het ecosysteem volledig hersteld is van een calamiteit. Bovendien komen er ondertussen vaak alweer nieuwe incidenten voorbij of is de levensgemeenschap veranderd door andere factoren (hoogwater, droogte, exoten). Over het geheel genomen lijken de systemen zich na enkele jaren goed te herstellen, afgezien van de druk die er sowieso op het systeem staat.

Bij de Tisza, waar twee calamiteiten vlak na elkaar plaatsvonden, speelt het hoogwater in april 2000 waarschijnlijk een belangrijke rol in het snelle herstel. Kálmán Morvay,

verbonden aan het bureau van de speciale regeringscommissaris voor de Tisza en de Szamos, dat na de ramp werd opgericht zegt: "De rivier werd van boven tot onder schoongespoeld, zware metalen werden weggevoerd en de Tisza is nu schoner dan ooit. Het visverbod is sinds begin juni opgeheven"(aldus NRC Webpagina's 4 augustus 2000). "Vissen zijn heel slimme beesten, zodra ze de cyanidegolf voelden aankomen hebben ze geprobeerd een goed heenkomen te zoeken in bochten en zijarmen. De plaatsen waar nu extra veel vis is, zijn de plaatsen waar ze heen gevlucht zijn." De overstroming van april heeft nog een extra voordeel gebracht. De ondergelopen weilanden vormden een excellent klimaat voor het jaarlijkse paaien. De natuurlijke aanwas is in het jaar volgend op de ramp daardoor extra groot geweest. Samen met de jonge vis die extra in de rivier is uitgezet, moeten zij binnen een paar jaar het evenwicht in de vispopulatie terugbrengen.
(<http://www.nrc.nl/W2/Nieuws/2000/08/04/Vp/05.html>).

2.6 Gecombineerde effecten

In een grote rivier als de Maas wordt de aquatische gemeenschap beïnvloed door meerdere factoren tegelijk, zoals stroming, diepte, pH, zuurstof, temperatuur of voedsel. Ook kunnen verschillende stoffen tegelijk voor problemen zorgen. In het Maaswater is altijd een mix van toxische stoffen aanwezig en het is dan ook onmogelijk het voorkomen van gevoelige soorten aan één stof te relateren (Stuijzand, 1999). Complicerende factor is dat het grootste deel van de toxiciteit niet gerelateerd kan worden aan bekende stoffen: in een studie met water uit de Rijn bleef 90% van de toxiciteit onverklaard (Hendriks et al., 1994).

Wat het nog lastiger maakt om de vinger op de zere plek te leggen is dat verschillende soorten gevoelig zijn voor verschillende stoffen. Nog sterker verschilt de gevoeligheid echter tussen de verschillende levensstadia (Stuijzand, 1999). Met name de larvale levensstadia zijn gevoelig. Dit valt voor veel soorten samen met de periode waarin een aantal schadelijke stoffen het meest gebruikt wordt (voorjaar en zomer).

Wanneer meerdere factoren tegelijk suboptimaal zijn, kunnen organismen in de problemen komen. Zo bleek de conditie van slijkgarnalen (*Corophium volutator*) door lage zuurstofgehalten zodanig te verslechteren dat ze gevoeliger werden voor toxische stoffen (Eriksson & Weeks, 1994). Ook zijn de meeste aquatische organismen bij hogere temperaturen gevoeliger voor toxische stoffen (Verwey, 1973). Zo stellen Foekema et al., (2008) vast dat er, zeker in de zomerperiode, in de Maas ongunstige omstandigheden (zuurstof, temperatuur) zijn die gecombineerd tot massale sterfte van macrofauna (in dit geval Aziatische korfmosselen) kunnen leiden. Tegelijk zijn organismen die blootgesteld zijn aan verhoogde gehalten toxische stoffen, gevoeliger voor andere ongunstige omstandigheden (Heugens, 2003).

De relatie met voedsel is complex. In veldonderzoek en laboratorium experimenten lijkt de voedselrijkdom van het rivierslib in de Nederlandse rivieren, de negatieve effecten

van verontreinigingen te compenseren (de Lange et al 2005). De onderzoekers waarschuwen dat het terugdringen van de voedselrijkdom van het rivierwater, zou kunnen leiden tot een verdere verarming van de macrofaunagemeenschap. Dit speelt vooral een rol in systemen waar slibsedimentatie een hoofdrol speelt, dus de benedenstroomse delen van de Maas. In de Grensmaas is slibsedimentatie minder belangrijk en de bijbehorende soorten zijn zeker niet kenmerkend. Een afname van de voedselrijkdom kan in zijn algemeenheid wel leiden tot lagere dichtheden van vis, met tegelijk een andere soortensamenstelling. Ook is bekend dat herstel na een calamiteit langer duurt in combinatie met andere stress, zoals voedselschaarste (Pieters, 2007). In hoeverre dit momenteel een rol speelt in de Grensmaas is niet bekend. De visstand is de laatste jaren wel afgenomen (paragraaf 2.3.2) evenals de gehalten van eutrofiëringsparameters (stikstof, fosfaat, chlorofyl-a) (Bannink, 2009, Rijkswaterstaat, 2009).

De relatie of ranking van calamiteiten met habitatfactoren is voor de Maas nooit specifiek onderzocht. Stuijzand (1999) concludeert wel dat de effecten van chemische calamiteiten op de Maas zo ingrijpend zijn dat habitattherstel nog niet zal leiden tot het herstel van populaties van karakteristieke soorten. In een studie aan macrofaunasoorten in het Noordzeekanaal bleek 45% van de variatie bepaald door (ecologische) habitatfactoren en slechts 8% door zware metalen. Hier zijn de gevoelige soorten al verdwenen door de dominante druk, in dit geval chloride. De zwakke exemplaren van de ongevoelige soorten verdwijnen dan nog door de hoge metaalconcentraties. In Rijn-Maas delta is invloed van verontreinigingen veel groter: 14% tegenover 17% ecologische factoren (Peeters, 2001). Hierbij gaat het niet om calamiteiten, maar om de algemene waterkwaliteit. De waarheid zal in het midden liggen. Voor sommige soorten, zoals vlottende waterranonkel is het habitat beperkend, zoals blijkt uit de directe vestiging van de soort op de nieuwe grinddrempels in de Grensmaas (van Looy 2009). Voor levensgemeenschappen die gevoeliger zijn voor waterkwaliteit zou de kolonisatie van de nieuwe habitats wel eens kunnen uitblijven. De komende jaren zijn er genoeg herstelprojecten in de Grensmaas die als proeftuin kunnen dienen om deze stelling te onderzoeken.

2.7 Synthese analyse incidenten 2007

De chemische calamiteit van augustus was erger dan die van april: in augustus 2007 was de piekconcentratie van chloorpyrifos ruim vier keer zo hoog als in april. Daar komt nog bij dat dit incident in de zomer plaatsvond, met relatief lage zuurstofgehalten, hogere watertemperaturen en een lagere rivierafvoer. De ecologische effecten zijn in augustus naar verwachting dan ook groter geweest dan in april.

Dit blijkt al uit de grootschalige vissterfte in augustus in de Belgische en Nederlandse Maas: meer dan tienduizend kilo vis ging dood. Naar schatting is zo'n tien tot twintig procent van de vispopulatie in de Nederlandse Maas (bovenmaas en grensmaas) getroffen. Deze sterfte is echter niet heel duidelijk terug te vinden in de jaarlijkse visbemonsteringen in de Grensmaas. Een halfjaar na de calamiteit zijn de vangsten wel

laag maar niet significant verschillend van de jaren ervoor. Alleen voor kopvoorn is de populatieopbouw verstoord: de jongste jaarklasse ontbreekt nagenoeg. Dit zou een gevolg van de calamiteit van augustus kunnen zijn. Jonge vis is gevoeliger voor toxische stoffen dan volwassen vis. Ook is de visstand als geheel qua aantallen lager dan de voorgaande jaren, maar deze negatieve trend heeft zich al veel eerder (2004) ingezet. Overigens is het goed mogelijk dat een deel van de dode vissen die in de Nederlandse Maas gevonden zijn, al in België gestorven is. Dit zou tot een overschatting van de sterftepercentages in de Nederlandse Maas geleid kunnen hebben.

In analyse van de macrofaunamonsters zijn ook aanwijzingen van schade terug te vinden: het aantal soorten neemt af (vooral slakken en muggenlarven) en er zijn iets minder kreeftachtigen en tweevleugeligen dan verwacht. De bandbreedte van deze data is echter zo groot dat een statistische analyse niet mogelijk is.

Ecotoxicologische berekeningen ondersteunen de negatieve effecten die op de korte termijn voor vis te zien waren. Voor macrofauna wijzen de modeluitkomsten echter op nog veel grotere effecten. Dat deze effecten niet overduidelijk in het veld te zien zijn, heeft enerzijds te maken met de manier van monitoren: er zijn weliswaar na de calamiteit monsters genomen, maar omdat deze in een andere periode dan gebruikelijk genomen zijn, ontbreekt een goede referentie. Dit maakt het lastig de gegevens te interpreteren, vooral ook omdat het om een kwantitatieve analyse gaat: zijn er minder exemplaren van bepaalde soorten dan normaal? Daarnaast bestaat de macrofaunagemeenschap van de Grensmaas tegenwoordig voornamelijk uit minder gevoelige organismen. Deze zijn beter bestand tegen condities met slechte waterkwaliteit. Het geregeld voorkomen van calamiteiten op de Maas wordt wel genoemd als de belangrijkste factor die de terugkeer van karakteristieke macrofaunasoorten in de Maas in de weg staat (Stuijzand, 1999, Van der Geest, 1997), maar een goede toetsing hiervoor ontbreekt. Het ontbreken van geschikte habitats is namelijk een andere factor die bovenaan het lijstje met gebreken van de Grensmaas staat. De praktijk zal het leren: de kolonisatie van de door de Maaswerken herstelde habitats zal uitwijzen wat de potenties zijn.

De effecten van de periodes met lage afvoer in september en oktober hebben geen direct waarneembaar effect gehad op de ecologie van de Grensmaas. Wel kan het natuurlijk zo zijn dat de effecten op de visstand die in het voorjaar van 2009 te zien zijn (het ontbreken van jonge kopvoorn), deels ook aan deze afvoerwisselingen te wijten zijn. Het is naar verwachting dan vooral de snelle verandering van zeer lage naar flink hogere afvoer die problemen oplevert voor jonge vis, welke dan wordt weggespoeld. Periodes van (langdurig) lage afvoer komen wel vaker voor in de Grensmaas en kunnen voor visbroed zelfs gunstig zijn (meer ondiep, warm water).

Voorjaar en zomer zijn de meest kwetsbare periode voor organismen omdat er dan veel broed en larven zijn. Op de Maas komen in de zomer en nazomer de meest kritische situaties voor, zoals lage afvoeren, hoge temperaturen en lage zuurstofgehalten.

Daarom schatten wij voor chemische calamiteiten de zomer als meest risicovolle periode in.

Uit de analyse van grote calamiteiten uit het verleden in andere Europese rivieren blijkt dat de systemen zich na enkele jaren meestal wel herstellen, vooral al het gaat om de aanwezigheid van soorten. De macrofaunagemeenschap herstelt zich hierbij sneller dan de visgemeenschap (Philippart, 2008). De hersteltijd hangt onder meer af van de kolonisatiemogelijkheden uit nevenwateren of zijrivieren en de generatietijd. Vaak ook blijven de effecten wel langer zichtbaar, niet zozeer in de afwezigheid van soorten, maar wel in lagere aantallen van gevoelige soorten. In veel Europese rivieren is de ecologische kwaliteit echter al in de loop van de vorige eeuw verarmd en zijn er nog maar weinig gevoelige soorten in het systeem aanwezig. Herstel naar een situatie met meer kenmerkende soorten vereist een structurele verbetering van de uitgangssituatie (waterkwaliteit en habitatbeschikbaarheid).



Figuur 2.20: Aan de Grensmaas wordt hard gewerkt. Hier een blik op de Vlaamse oeveraanpassingen in 2009 ter hoogte van Herbricht (foto: H. Gielen, nv De Scheepvaart). In het zomerbed is dwars op de stroomrichting een drempel te zien (nr. 9).

3. Randvoorwaarden en ecologische doelen

3.1 Werkwijze

Om te bepalen of calamiteiten op de Maas het moeilijker maken om de ecologische doelen te halen, brengen we in dit hoofdstuk in beeld:

- Wat die ecologische doelen zijn?
- Hoe het huidige doelbereik is?
- Welke milieu-eisen aan die doelen verbonden zijn?
- Welke belastingen het doelbereik momenteel onder druk zetten?

We maken een inschatting van het belang van de verschillende belastingen en plaatsen de calamiteiten in dit rijtje. Per relevante soort of soortgroep kijken we of de doelen al bereikt zijn en zo nee, welke factoren hier een rol in spelen. Op basis van de habitat-eisen die deze soorten stellen schatten we in wat de rol van calamiteiten in dit palet van factoren is. Als ecologische doelen voor de Maas zijn hier de KRW-doelen en de Natura 2000-doelen meegenomen.

De gebruikte informatie is afkomstig uit literatuur, aangevuld met kennis van experts (bijlage 1). De effecten van de huidige belastingen op de Maas zijn terug te zien in de KRW-beoordeling van de huidige situatie (tabel 15).

In dit hoofdstuk beperken we ons tot de Grensmaas. Reden is dat hier het risico van calamiteiten het grootst is: er zijn bovenstrooms veel potentiële bronnen van verontreiniging. Bovendien zijn de ecologische doelen voor de Grensmaas hoger dan in de andere trajecten. Het gaat hier dus om een 'worst case' traject.

Naast ecologische doelen gelden nog andere doelen voor het Maaswater, zoals drinkwaterwinning. Drinkwaterwinning is, net als ecologie, sterk afhankelijk van de waterkwaliteit (en -kwantiteit) van het Maaswater. De specifieke effecten van calamiteiten (en andere milieu-omstandigheden) op de geschiktheid van het Maaswater voor drinkwaterproductie zijn in deze studie echter buiten beschouwing gelaten.

3.2 Ecologische doelen voor de Grensmaas

3.2.1. Kaderrichtlijn Water

In 2000 werd door het Europees Parlement en de Raad van Europa een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid vastgesteld (Kaderrichtlijn water, afgekort KRW). De KRW is gericht op de bescherming en zo nodig verbetering van de kwaliteit van het water en bevat zowel chemische als ecologische doelstellingen voor water. Centrale begrippen zijn het voorkomen van de achteruitgang en het bereiken van een goede toestand van de oppervlaktewaterlichamen.

Voor de typering van de in Nederland voorkomende oppervlaktewaterlichamen is per watertype een globale referentiebeschrijving gemaakt die een beeld geeft van de toestand van het type in nagenoeg onverstoorde omstandigheden. Aan de Grensmaas is als enige water in Nederland het type R16 toegekend: snelstromende rivier/nevengeul op zand/grindbodem. Daarnaast zijn de referentietoestand en maatlatten kwantitatief gemaakt zodat monitoringsgegevens vergeleken en "gescoord" kunnen worden. De referentietoestand en maatlatten zijn gebaseerd op een combinatie van historische gegevens, beschrijvingen van onverstoorde situaties in binnen- en buitenland, modeluitkomsten en expert-kennis.

De Grensmaas heeft de status "sterk veranderd" toegekend gekregen omdat onomkeerbare ingrepen een volledige terugkeer naar de natuurlijke situatie verhinderen. Voor sterk veranderde wateren is niet de Goede Ecologische Toestand (GET) het doel, maar wordt een Goed Ecologisch Potentieel (GEP) afgeleid dat minder ambitieus is. Deze afleiding geldt alleen voor de ecologische doelen. De chemische doelen zijn dezelfde als voor een natuurlijk water.

Chemie

In 2001 is een lijst van prioritaire stoffen op het gebied van het waterbeleid vastgesteld. De lijst van prioritaire (gevaarlijke) stoffen telt 33 stofgroepen. Ter uitvoering van de KRW is in december 2008 een (nieuwe) Richtlijn milieukwaliteitsnormen – ook wel: Richtlijn prioritaire stoffen – verschenen. Hierin staan onder meer bepalingen over de vaststelling van milieukwaliteitsnormen, mengzones en registratieverplichtingen. De Richtlijn prioritaire stoffen vervangt tevens de regeling voor verontreinigende of gevaarlijke stoffen die in afzonderlijke richtlijnen was opgenomen. De Richtlijn beoogt een geleidelijke vermindering van de concentraties prioritaire stoffen en de (geleidelijke) beëindiging van lozingen en emissies voor prioritaire gevaarlijke stoffen.

De milieukwaliteitsnormen (MKN) van de KRW zijn bij het schrijven van dit rapport en dus ook in het jaar 2007 nog niet van kracht. Deze worden opgenomen en vastgesteld in het Besluit Kwaliteitseisen en monitoring water (Bkmw). Naar verwachting zal dit besluit eind 2009 in werking treden. Tot die tijd gelden nog de normen (MTR) zoals weergegeven in de Vierde Nota Waterhuishouding (NW4).

Er is een belangrijk verschil in toetsing van concentraties aan MTR of MKN: voor de MTR wordt uitgegaan van de 90 percentielwaarde van de jaarlijkse metingen, voor de MKN wordt getoetst aan het jaargemiddelde (JG MKN). Tijdelijke piekconcentraties zijn in de toetsing aan de MKN niet direct terug te zien. Naast het JG MKN is ook een maximale waarde bepaald, de zogenaamde MAC MKN. Hieraan moeten piekconcentraties getoetst worden.

De norm voor chloorpyrifos (KRW prioritaire stof) wordt met invoering van de KRW minder streng (tabel 12). Dit is ontstaan door een betere onderbouwing van de norm met aanvullende gegevens en een andere berekeningswijze. Cypermethrin is geen

prioritaire of overig relevante stof voor de KRW. Voor deze stof is geen andere norm dan de MTR afgeleid.

De waterkwaliteitsnormen voor ecologie zijn voor deze twee stoffen een factor 1000 strenger dan die voor drinkwater (Peñailillo et al., 2008). De norm van 0,1 µg/l voor alle bestrijdingsmiddelen geldt zowel voor drinkwater zoals dat uit de kraan komt, als voor het oppervlaktewater waarvan drinkwater gemaakt wordt. Overigens geldt dezelfde norm ook voor grondwater (Maaswater wordt voor drinkwaterbereiding in de duinen geïnfiltreerd en wordt dan dus grondwater).

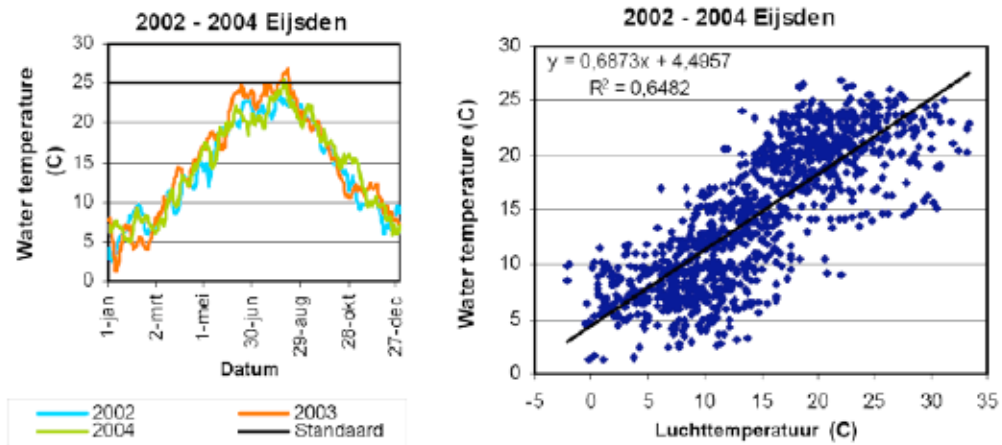
Tabel 12: huidige (MTR) en toekomstige (JG MKN en MAC MKN) normen Cypermethrin en Chloorpyrifos

	MTR	JG MKN	MAC MKN	norm drinkwater
Cypermethrin	0,0001 (µg/l)	-	-	0.1
Chloorpyrifos	0,003 (µg/l)	0,03 (µg/l)	0,1 (µg/l)	0.1

Ecologie

Voor de ecologische doelen van de Kaderrichtlijn Water wordt gewerkt met biologische kwaliteitselementen, in het geval van de Grensmaas: macrofyten en fytobenthos, macrofauna, en vissen. Daarnaast zijn er algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen relevant: temperatuur, zuurstof, chloride, pH, fosfaat en stikstof (tabel 13). Bij het bepalen van de toestand wordt in eerste instantie gekeken naar biologische kwaliteitselementen. Daarbij geldt het 'one out, all out'-principe: de toestand van de soortgroep die het slechtst scoort is de toestand waarmee het waterlichaam geclassificeerd wordt. Als de biologie goed scoort, maar de fysisch-chemische kwaliteitselementen voldoen niet aan de referentie(waarde), wordt de beoordeling op grond van de biologie een klasse verlaagd.

Voor temperatuur is de KRW-norm voor de Grensmaas 25 °C (tabel 13). Deze temperatuurnorm geldt voor alle grote rivieren in Nederland. Tot nu toe is aan de Grensmaas de functie water voor zalmachtigen toegekend met een temperatuurnorm van 21,5 °C is (van der Grinten et al., 2008). Deze doelstelling is afkomstig uit de Europese viswaterrichtlijn (2006/44/EG), maar komt op 22 december 2013 te vervallen. In het nieuwe Beheerplan voor de Rijkswateren (december 2009) is aan alle Rijkswateren de functie water voor karperachtigen toegekend, dus ook aan de Grensmaas. Hoewel voor R16-wateren (Grensmaas) als referentie een maximale watertemperatuur van 21,5 °C is opgegeven (Van der Molen, 2007), wordt de grenswaarde van 25 °C ook doorvertaald in doelstellingen van het stroomgebiedbeheersplan voor de KRW, zowel voor de korte termijn (GET) als de lange termijn (GEP). In het ontwerp beheerplan Natura 2000 is voor temperatuur nog wel de norm van 21,5 °C (Rijkswaterstaat, 2009). Belangrijkste argument om een lagere temperatuurnorm te hanteren is dat het zuurstofgehalte, waar een grote groep stromingsminnende organismen gevoelig voor is, lineair afneemt met toenemende temperatuur (figuur 3.1). Feit is dat niet de eisen van soorten veranderen, maar wel de doelen die wij aan onze wateren toekennen.



Figuur 3.1: De relatie tussen de watertemperatuur en de concentratie opgelost zuurstof bij Eijsden tussen 2002 en 2004 (Rijkswaterstaat, 20091).

Voor de beoordeling van de macrofauna wordt onderscheid gemaakt in kenmerkende soorten, positief dominante soorten en negatief dominante soorten. Kenmerkende indicatorsoorten voor de Grensmaas zijn soorten die kenmerkend zijn voor snel stromend water over een grindbodem. Het aantal kenmerkende soorten wordt vergeleken met een maximaal haalbaar aantal kenmerkende soorten (voor de Grensmaas maximaal 26 soorten). Positief dominante indicatorsoorten kunnen in hele hoge aantallen voorkomen (> 90 individuen per soort). Negatief dominante indicatorsoorten indiceren een slechte kwaliteit als ze in hoge aantallen voorkomen en komen in de referentiesituatie niet in die mate voor. Voor macrofyten tellen voornamelijk de waterplanten mee. Zowel soortensamenstelling als bedekkingspercentage (per groeivorm van het begroeibaar areaal) bepalen de score. Welke soorten meetellen en hoe zwaar is per watertype vastgesteld (Van der Molen & Pot, 2006). Voor fyto bentos bestaat wel een afzonderlijke maatlat, maar de resultaten zijn nog niet opgenomen in de beoordeling. Oeverplanten worden alleen meegenomen in het mondingsgebied van de Maas (R8) in de vorm van het areaal biezen. Voor vissen geldt dat de soortenaantallen voor reofiele (stromingsminnende), limnofiele (plantminnende) en diadrome (migrerende) soorten meetellen. Voor de eerste twee soortgroepen is ook de abundantie van belang. Daarnaast is de intentie om de relatieve abundantie van juveniele Barbeel (0+) mee te laten tellen als maat voor de leeftijdsopbouw (Van der Molen & Pot, 2006). In de voorlopige beoordeling (tabel 13) is dit nog niet toegepast.

Uit de toetsing van de gegevens (2006-2008), blijkt dat de ecologische doelen voor de Grensmaas niet voor alle kwaliteitselementen gehaald worden (tabel 13). Voor vis is de EKR-score zelfs ontoereikend. In 2007 was vooral de abundantie van vis aan de lage kant. Ook fosfaat is nog een probleem in de Grensmaas.

Tabel 13: Ecologische doelstellingen Grensmaas (Bron: Ruiter & Leushuis, 2009) en de beoordeling op basis van de meest recent beschikbare monitoringsgegevens (gemiddelde van 2006 t/m 2008). Toetsing Grensmaas (KRW-doelensite; 3 juli 2009). Kleurcodering: oranje = ontoereikend, geel = matig, groen = voldoende.

Parameter/ kwaliteitselement	Eenheid/ beoordelingscriterium	EKR 2006-2008	GEP	Beleidsdoel 2015
Ecologische kwaliteitselementen				
Macrofyten/Fytobenthos	EKR	0,65	0,60	0.60
Macrofauna	EKR	0,41	0.60	0.49
Vissen	EKR	0,37	0.58	0.59?
Fysisch-chemische elementen				
Temperatuur	(°C)/maximum	23,6	25	28
Zuurstof	(%)/zomergemiddelde	75,2	80-120	80-120
Chloride	(mg/l)/ zomergemiddelde	41,3	<150	<150
pH	zomergemiddelde	7,7	6.0-8.5	6.0-8.5
P	(mg/l)/ zomergemiddelde	0,26	<0.14	<0.14
N	(mg/l)/ zomergemiddelde	4,2	<2.5	<2,5

3.2.2. Natura 2000

In 1992 is door de Europese Unie de Habitatrichtlijn (HRL) vastgesteld. Het doel van deze richtlijn is het in stand houden van natuurlijke habitats en wilde flora en fauna op het Europese grondgebied. De HRL kent twee delen: een deel over soortenbescherming en een deel over gebiedsbescherming. De soortenbescherming is geïmplementeerd in de Flora- en Faunawet en de gebiedsbescherming in de Natuurbeschermingswet.

Om het doel van de HRL te realiseren worden Speciale Beschermings Zones (SBZ of ook wel richtlijngebieden genoemd) aangewezen. Deze gebieden samen vormen één Europees ecologisch netwerk, Natura 2000 genaamd. De lidstaten van de Europese Unie wijzen de richtlijngebieden aan. Het gevolg van de aanwijzing hiervan is dat de richtlijngebieden onder het beschermingsregime van artikel 6 van de Habitatrichtlijn vallen. De zogenoemde aanwijzingsbesluiten bevatten een kaart met de begrenzing van een gebied en een toelichting. In de toelichting staan de specifieke natuurwaarde(n) waarvoor het gebied is aangewezen. Door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) is in 2008 het "ontwerp aanwijzingsbesluit Grensmaas" vastgesteld voor de SBZ Grensmaas.

De Grensmaas is als beschermingszone aangewezen voor een aantal habitats en soorten (tabel 14). Voor sommige soorten of habitats, zoals voor de bever, geldt dat een verbetering van de kwaliteit van het leefgebied, of uitbreiding van het areaal nodig is. Voor andere soorten of habitats, zoals de vochtige alluviale bossen, is behoud van de huidige toestand voldoende. In veel gevallen zijn (beheer)maatregelen nodig om deze doelen te halen. Welke dat zijn is te vinden in het (ontwerp) beheerplan Natura 2000 Grensmaas.

Tabel 14: Specificatie van de N2000-doelstellingen voor de Grensmaas (Ontwerp Beheerplan Grensmaas, versie 31 maart 2009). SVI = staat van instandhouding, b=behoud, u=uitbreiding, v=verbetering.

HR/VR #	Grensmaas	SVI (landelijk 2000)	Oppervlakte (uitbreiding/ behoud)	Kwaliteit (verbetering/ behoud)	behalen doel met huidig beheer
H1163	Rivierdonderpad (<i>Cottus rhenanus</i>)	matig ongunstig	b	v	waarschijnlijk niet
H1037	Gaffellibel	zeer ongunstig	b	v	waarschijnlijk niet
H1106	Zalm	zeer ongunstig	b	b	waarschijnlijk niet
H1099	Rivierprik	matig ongunstig	b	b	waarschijnlijk wel
H1337	Bever	matig ongunstig	u	v	waarschijnlijk wel
H3260_A	Beken en rivieren met waterplanten	matig ongunstig	u	b	waarschijnlijk niet
H6430_A	Ruigten en zomen	Gunstig	b	b	waarschijnlijk wel
H91E0_A	Vochtige alluviale bossen	matig ongunstig	b	b	waarschijnlijk niet
H3270	Slikkige rivieroever	matig ongunstig	b	v	niet

Landelijk zijn voor verschillende habitats en soorten ook nog zogenaamde kernopgaven geformuleerd die extra aandacht vragen. Er zijn drie kernopgaven geformuleerd die een relatie hebben met de soorten en habitats in het Grensmaasgebied. Twee ervan impliceren een wateropgave:

- kernopgave 3.01: Trekvisserij: geen barrières in de trekroute en
- kernopgave 3.04: Behoud en uitbreiding Slikkige Rivieroever en grindbanken met pioniervegetaties.

Bij de uitwerking in het beheerplan is vastgesteld dat de ondersoort van de rivierdonderpad die voor de Grensmaas kenmerkend is niet *Cottus gobio* is, maar *Cottus rhenanus* (ook wel beekdonderpad). Er blijken namelijk meer dan 15 soorten van het geslacht *Cottus* in Europa voor te komen. Instandhoudingsdoelen voor *Cottus rhenanus* behelzen uitbreiding tot één kleine populatie van deze soort. Hiervoor is met

name uitbreiding van het areaal paaigebied nodig. Dit bestaat uit ondiep stromend water boven schoon, fijn grind.



Figuur 3.2: Rivierdonderpad (*Cottus spec.*) (foto: Julia Lorber).

De belangrijkste Natura 2000-doelen die een relatie met calamiteiten hebben, zijn de watergebonden soorten en habitats. In eerste instantie natuurlijk de vissen (rivierdonderpad, zalm en rivierprik), maar indirect zal ook een soort als de Bever of een habitat als rivieren met waterplanten beïnvloed kunnen worden door een incidenteel slechte waterkwaliteit of kunstmatige piekafvoeren.

3.2.3. Andere richtlijnen voor waterkwaliteit

Naast de Kaderrichtlijn Water en Natura 2000 zijn er nog andere richtlijnen waarvoor het optreden van calamiteiten van belang is. Hier volgen in vogelvlucht de belangrijkste. Voor meer achtergronden zie het Beheerplan Rijkswateren (Rijkswaterstaat 2008) en www.europadecentraal.nl

Zwemwaterrichtlijn (2006/7/EG)

De zwemwaterrichtlijn beoogt een goede kwaliteit van het zwemwater en goede informatie hierover aan de gebruikers. Sinds 2009 zijn voor alle zwemwaterlocaties zwemwaterprofielen beschikbaar. Als het zwemwater niet aan de normen voldoet worden aanvullende maatregelen genomen. Ook in overeenstemming met de richtlijn is een monitoringsysteem opgesteld met een toegesneden bemonsteringsprotocol.

Bemonstering vindt één of twee keer per maand plaats in periode 1 april tot 1 oktober. De beoordeling is op parameters die direct risico's voor de volksgezondheid inhouden: E-coli en intestinale enterokokken. Chemische verontreinigingen zie je hier dus niet in terug. De richtlijn verplicht wel tot het nemen van beheersmaatregelen in geval van calamiteiten.

Binnen de Grensmaas liggen de volgende 5 officiële zwemwaterlocaties:

- Dagstrand De Kis, Eiland
- Dagstrand De Kis, Brandt
- Dagstrand Maasterp (Dilkensplas)
- Grote Hegge, Dagstrand Thorn
- Dagstrand Koeweide, Wessem

In de Bovenmaas (nog dichterbij Eijsden) ligt Dagstrand Oost Maarland

Alle RWS locaties voldeden in 2007 en 2008 aan de gestelde kwaliteitseisen.

Richtlijn voor de kwaliteit van oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater (75/440/EEG)

Maaswater wordt gebruikt voor de bereiding van drinkwater. Naast de Richtlijn drinkwater (80/778/EEG) en er herziening daarvan (98/83/EG) is voor de dan ook de Richtlijn voor de kwaliteit van oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater (75/440/EEG) van belang. Het doel van deze Richtlijn is om de volksgezondheid te beschermen tegen de schadelijke gevolgen van verontreinigd drinkwater. Dat gebeurt door ervoor te zorgen dat het water gezond en schoon is. De richtlijn is van toepassing op alle voor menselijke consumptie bestemd water, met uitzondering van specifiek bronwater. De lidstaten moeten maatregelen nemen om ervoor te zorgen dat drinkwater geen micro-organismen, parasieten of andere stoffen bevat in hoeveelheden die een gevaar voor de volksgezondheid kunnen opleveren. In de Maas zijn drinkwater innamepunten bij Heel (Plassenmaas), bij Brakel (afgedamd Maas) en bij Gat van de Kerksloot (Biesbosch). In 2007 werd de inname bij drinkwaterbedrijven die maaswater gebruiken in totaal 66 maal gestaakt (RIWA 2008).

Besluit Risico's Zware Ongevallen

Het Besluit Risico's Zware Ongevallen stelt eisen aan de meest risicovolle bedrijven in Nederland. Een van de doelen is om calamiteiten te voorkomen. Uitgangspunt bij maatregelen is dat de bedrijven voldoen aan de Stand der Veiligheidstechniek. Omdat veel grote bedrijven ook juist lozen op de grotere rijkswateren heeft Rijkswaterstaat begin 2008 daarvoor een specifiek uitvoeringskader vastgesteld.

Richtlijn behandeling stedelijk afvalwater (91/271/EG)

De werking van de EU-richtlijn stedelijk afvalwater strekt tot ver over de grenzen. In Nederland is sprake van een zeer hoge graad van aansluiting op de gemeentelijke riolering. Verdergaande zuivering in België en Frankrijk als gevolg van deze richtlijn draagt bij aan een afname van de voedselrijkdom van het Maaswater.

Richtlijn gewasbeschermingsmiddelen (91/414/EG)

De EU-richtlijn gewasbeschermingsmiddelen heeft tot doel om de verontreiniging van grond- en oppervlaktewater door bestrijdingsmiddelen te reduceren. Belangrijk startpunt is dat bestrijdingsmiddelen, die niet voldoen aan de normen die zijn gesteld voor de bescherming van mens en milieu, niet worden toegelaten. Daarnaast is een goede naleving door controle en handhaving van cruciaal belang.

Europese Nitraatrichtlijn (91/676/EG)

In Nederland is het 3e Nitraatactieprogramma van kracht. Dit leidt tot verdere beperking van de bemestingsniveaus door middel van een stelsel van gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat. Ook wordt geïnvesteerd in het aanleggen van mestvrije zones van vijf meter langs ecologisch kwetsbare beken (vrijwel ongewijzigde waterlopen). Vanaf 2010 worden maatregelen gebaseerd op het 4e Nitraatactieprogramma (2010-2013). Omdat landbouwgronden ook bovenstrooms een belangrijk aandeel in de belasting geven, werkt een EU-brede aanpak hier positief uit op de kwaliteitsontwikkeling van de rijkswateren.

Richtlijn lozingen gevaarlijke stoffen (76/464/EG)

De richtlijn gevaarlijke stoffen wordt in Nederland ingevuld via de emissie gerichte aanpak van lozingen. Het biocidenbeleid kent een systeem van toelatingen. Daarnaast is er beleid voor de beoordeling, handel en het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en biociden.

Europese aalverordering (12031/2/07 REV 2)

Het gaat slecht met de Europese aalpopulatie. Hier liggen meerdere oorzaken aan ten grondslag. Visserij is hier één van, maar ook waterkrachtcentrales, gemalen en andere kunstwerken, milieuvervuiling en factoren op de oceaan spelen een belangrijke rol. Het herstel van de aalstand is dan ook een belangrijke opgave op Europees niveau. In 2007 is de aalverordening van kracht geworden. Deze verordening gaat niet over gebieden, maar is gericht op het herstel van de palingstand. De Europese Commissie heeft het doel gesteld dat op termijn 40% van de geslachtrijpe paling weer kan terugkeren naar zee om zich voort te planten. Alle lidstaten hebben op 31 december 2008 een aalbeheerplan ingediend. De belangrijkste maatregel uit het Nederlandse plan is een verbod op de vangst van aal van 1 september tot 1 december (het trekseizoen). Daarnaast omvat het plan onder meer maatregelen bij waterkrachtcentrales. Voor de rijkswateren ligt het accent op verbetering van de vismigratie. Deze maatregelen ter verbetering van de vismigratie zijn onderdeel van het KRW-maatregelenpakket.

3.3 Belastingen op de ecologie van de (Grens)Maas

De Maas is niet meer natuurlijk. In het stroomgebiedbeheersplan hebben alle waterlichamen van de Maas dan ook de status 'sterk veranderd' toegekend gekregen. Dit betekent dat de veranderingen in de hydrologie en morfologie van de rivier

zodanig en onomkeerbaar veranderd zijn dat de rivier nooit dezelfde ecologische kwaliteit zal bereiken als in een natuurlijke situatie. Naast deze hydromorfologische veranderingen zijn er nog andere belastingen die invloed hebben op de ecologische kwaliteit van de rivier, zoals de waterkwaliteit en onnatuurlijke afvoerfluctuaties en calamiteiten. Sommige van deze belastingen, zoals eutrofiëring, zullen in de toekomst verbeteren, onder meer door KRW-maatregelen. Andere zijn minder goed te beïnvloeden. Samen bepalen ze de kansen en risico's voor de ecologische kwaliteit van de Maas. De belangrijkste volgen hier, in volgorde van mate van invloed.

Tabel 15: Directe effecten van menselijke belastingen op ecologie Maas. Bron: belangrijkste herkomst van de belasting, Periode: tijd van het jaar waarin de meeste effecten op de ecologie te verwachten zijn, Traject: deel van de Maas waarin de belasting een rol speelt, Effect op: soortgroepen waarop effecten te verwachten zijn: + = positief effect, - = negatief effect. Relatie met: gerelateerde parameters die samen ecologisch effect bepalen.

§	Belasting	Bron	Periode	Traject	Effect op	Relatie met
3.1	Uniform zomerbed	Beperkte dynamiek, normalisatie	Voorjaar	Maas	Vis (-) Macrofauna (-) Waterplanten (-)	Afvoer, eutrofiering
3.2	Beperkte morfo-hydrodynamiek	Ingrepen rivierbed	Jaarrond	Maas	Vis (-) Macrofauna (-) Waterplanten (-)	Waterkwaliteit
	Calamiteiten (chemie)	Industrie	Zomer	Grensmaas	Vis (-) Macrofauna (-)	Afvoer, morfologie
3.3	Eutrofiering (ammonium, zuurstof)	Afvalwater, landbouw	Zomer	Maas	Vis (-) Macrofauna (-) Waterplanten (-)	Ammonium zuurstof, algen, afvoer, temperatuur
3.4	Verontreinigingen (zware metalen/bestrijdingsmiddelen/organische microverontreinigingen)	diffuse bronnen + puntbronnen	Zomer	Maas	Vis (-) Macrofauna (-)	Afvoer
3.5	Zeer lage afvoer in de zomer	Neerslagtekort Werkzaamheden/on-toereikend stuw beheer België/NL	Zomer	Grensmaas	Vis (-) Macrofauna (-) Waterplanten (+)	Waterkwaliteit (m.n. temperatuur, zuurstof, ammonium, toxische stoffen)
3.6	Afvoerfluctuaties	Waterkrachtcentrales en stuwbeheer in België	Voorjaar/ zomer	Grensmaas	Vis (-) Macrofauna (-) Waterplanten (-/+)	Lage afvoer, inrichting, organische belasting
3.7	Hoge watertemperatuur	Koelwaterlozingen,	Zomer	Grensmaas	Vis (-) Macrofauna (-)	Waterkwaliteit, zuurstof
3.8	Verstoring	Recreatie (kano's sportvissers, snelle pleziervaart), Scheepvaart	Zomer	Grensmaas, Maasplassen	Vogels (recreatie)	Temperatuur
3.9	Golfwerking		Zomer	Maas (m.u.v. Grensmaas)	(jonge) Vis (-) Macrofauna (-) Waterplanten (-)	Inrichting oevers

3.3.1. Uniform zomerbed

De Maas is in de loop der eeuwen door mensenhanden aangepast: rechtgetrokken, verdiept, verstevigd en gestuwd (figuur 3.3). Doel van deze ingrepen is meestal verbetering van hoogwaterveiligheid en scheepvaart. De Bergse Maas is zelfs helemaal gegraven en ziet er uit als een kanaal. In de Grensmaas is het niet helemaal gelukt de rivier te temmen. Uiteindelijk heeft men de pogingen om dit deel van de Maas bevaarbaar te maken opgegeven. In de jaren dertig van de vorige eeuw heeft Rijkswaterstaat het probleem opgelost door het Julianakanaal aan te leggen. De zomerbedding van de Grensmaas is wel vastgelegd op standaardbreedte door de oevers lokaal te verharden en de rivier is plaatselijk verdiept door grindwinning.

Door de ingrepen ziet het zomerbed (en ook het winterbed) er uniform uit: het is relatief diep (gemiddeld zo'n vijf meter) en de oevers zijn steil en hoog. Hierdoor is er weinig variatie in de bodemhabitats: de dynamiek en het bodemtype is overal gelijk, de oeverzones zijn heel smal. Dit geldt ook voor de Grensmaas, hoewel hier in vergelijking met de andere maastrajecten nog relatief veel ondiepe zones aanwezig zijn. Met name voor stromingsminnende soorten en oeversoorten is er te weinig leefgebied. Structuren als klinkhout ontbreken (Klink & Bij de Vaate 1994).

Gebrek aan geschikt leefgebied is naast een onvoldoende waterkwaliteit de belangrijkste beperkende factor voor herstel van de aquatische flora en fauna van de Maas (Liefveld et al. 2000). De meeste morfologische veranderingen worden in de beleidsdoelen voor de Maas echter als onomkeerbaar beschouwd (KRW brondocument Grensmaas (Ruiter & Leushuis, 2009)). Toch zijn er mitigerende maatregelen mogelijk. Deze zijn voor een deel ook geformuleerd in de brondocumenten. Speelruimte zit hem in de inrichting van de oevers, de nevenwateren en de zijbeken. Omdat in de Grensmaas scheepvaart geen eisen aan de inrichting stelt, is hier meer ruimte om variatie aan te brengen in het zomerbed. Dit gebeurt deels al in het project Grensmaas (www.maaswerken.nl).



Figuur 3.3: Overzichtsfoto's van de Grensmaas bij Meers (links foto: M. de la Haye) en van de bedijkte Maas bij Coehoorn (rechts foto: Frans Kerkum).

3.3.2. Beperkte natuurlijke morfodynamiek

De Maas is door alle regulerende ingrepen een laagdynamische rivier geworden met weinig ruimte voor morfologische processen. Gevolg is dat er weinig plekken zijn waar na een hoogwater nieuw sediment wordt afgezet of waar juist erosie plaatsvindt. Hierdoor ontbreken de kenmerkende habitats en levensgemeenschappen van dit soort pionier-milieu's (Liefveld et al., 2001). De Grensmaas is een positieve uitzondering: hier is de morfodynamiek nog relatief hoog en zijn de potenties voor herstel ook het grootst (Reeze et al., 2005). Toch is ook hier het gebrek aan grof zand en fijn grind een van de belangrijkste ecologische knelpunten, bijvoorbeeld voor het behalen van de Natura 2000- doelen (Rijkswaterstaat 2009, CSD 2008). Veel kenmerkende soorten zijn afhankelijk van vers sediment van de juiste korrelgrootte, bijvoorbeeld om hun eitjes af te zetten (barbeel, rivierdonderpad). Behalve het herstellen van de morfo- en hydrodynamiek, zoals gebeurt bij vrij eroderende oevers (Zandmaas) en het plan Grensmaas, kan de situatie ook verbeterd worden door actief sediment in de bedding te storten. Dit gebeurt al met succes in Duitsland, Frankrijk en Oostenrijk. De effectiviteit van deze maatregel hangt nauw samen met de vorm (ruimte) van de rivierbedding: de rivier moet breed genoeg zijn om sedimentatie mogelijk te maken, maar ook weer niet te breed, anders gaat het als een sink fungeren. In geval van oevererosie kunnen ook soorten als oeverzwaluw of ijsvogel profiteren van de nestgelegenheid.

3.3.3. Eutrofiering

Het water van de Maas is voedselrijk. Dit is onder meer terug te zien in het gehalte fosfaat, nitraat en ammonium en in de chlorofylgehalten. Hoewel de gehalten de laatste decennia gedaald zijn, liggen ze in de Maas nog steeds boven de norm (Ruiter & Leushuis, 2009, Reeze et al., 2005). Dit resulteert onder meer in sterke fluctuaties in het zuurstofgehalte met zeer lage waarden in de vroege ochtend.

Hoog nutriëntengehalte

De gehele Maas voldoet momenteel niet aan de KRW-doelstellingen (GEP) voor stikstof en fosfaat (Buijse et al., 2008, tabel 13, Ruiter & Leushuis, 2009).

Lage zuurstofgehalten

De zuurstofgehalten in de Maas kunnen in de zomer zeer lage waarden bereiken (Liefveld et al., 2001, IMC 2004), vooral bij hoge temperaturen en lage afvoeren in de zomer. Algen in het water produceren en verbruiken zuurstof, wat tot sterke dag-nacht fluctuaties leidt en extreem lage zuurstofgehalten aan het eind van de nacht van opleveren (ca. 1-3 mg/l bij Eijsden, Zwolsman & Van Vliet, 2007). In de Grensmaas zijn de gehalten 1 tot 2 mg/l hoger, dankzij de zuurstofinbreng bij de val van het water over de stuw Borgharen (Breukel, 1992). De huidige zuurstofgehalten leiden niet tot opvallende sterfte van vis of andere aquatische organismen, maar gezien de lage gehalten zijn wel effecten te verwachten. Uit een studie naar gecombineerde factoren bij incidenten blijkt dat lage zuurstofgehalten in de Maas vaak samenvallen met verhoogde ammoniakgehalten. Onder deze omstandigheden zou ook ammoniak toxisch kunnen

zijn voor waterorganismen (van Belzen et al., 2007). De lage zuurstofgehalten vormen een van de verklarende factoren voor het ontbreken van groepen gevoelige soorten vis en macrofauna in de Grensmaas (Ertsen et al., 2000). Ook leidt zuurstof stress (vaak in combinatie met hogere temperaturen) tot een hogere gevoeligheid van organismen voor toxische stoffen (Eriksson & Weeks, 1994, Verwey, 1973).

De sterke fluctuaties en lage zuurstofgehalten zijn grotendeels te wijten aan de hoge organische belasting van de Maas ter hoogte van Luik. Dit blijkt onder meer uit het zuurstofverzadigingspercentage dat bovenstrooms van Luik (bij Tailfer) vele tientallen procenten hoger ligt dan in Nederland (bijvoorbeeld bij Heel) (RIWA, 2008). De verwachting is dat de toenemende rioolwaterzuivering in Wallonië in de toekomst zal leiden tot een verbeterde zuurstofhuishouding. Tegelijk zijn er echter tegenbewegingen zoals klimaatverandering, een toenemend volume koelwaterlozingen wat de verbetering zou kunnen dempen. Ook het toenemende gebruik van Maaswater voor het opwekken van elektriciteit is in dit opzicht niet gunstig: als het water door de turbines gevoerd wordt valt het niet over de stuw. Dan vindt ook de soms broodnodige zuurstofinslag niet plaats. Vooralsnog is de verbetering van de zuurstofhuishouding zoals die in de Rijn lijkt op te treden, nog niet in de Maas terug te zien (Reeze et al., 2005). Wel is in de online monitoring gegevens van 2009 te zien dat het doorzicht en het zwevend stofgehalte zijn verbeterd ten opzichte van 2007 en 2008 (www.aqualarm.nl Greijdanus pers. com.).

Interpretatie van zuurstofgegevens is lastig. De GEP-waarde voor zuurstof is vastgesteld op een range van 80-120% als zomerhalfjaargemiddelde. Omdat de zuurstofgehalten door verbruik en productie door algen juist sterk fluctueren, kan het gemiddelde goed zijn, terwijl er toch elke dag hele lage zuurstofgehalten voorkomen (Ertsen et al., 2000). Als de KRW-norm voor zuurstof gehaald wordt, kunnen er dus nog steeds periodiek hele lage zuurstofgehalten in de Grensmaas voorkomen.

3.3.4. Verontreinigingen

De waterkwaliteit van de Maas is de laatste decennia sterk verbeterd. Dit is mede te danken aan de toegenomen graad van afvalwaterzuivering en de afname aan zware industrieën langs de Maas. Toch is de waterkwaliteit van de Maas nog onvoldoende. Belangrijkste bronnen van verontreinigende stoffen zijn stedelijk en industrieel afvalwater en de landbouw. De 111 probleemstoffen in de Maas zijn terug te vinden in "Regeling milieukwaliteitseisen gevaarlijke stoffen oppervlaktewateren" van het ministerie van VROM uit 2004. Naast zware metalen en bestrijdingsmiddelen zijn stoffen als hexachloorbenzeen (HCB), hexachloorepoxide, PAK's en PCB's de grootste probleemstoffen, met name omdat ze in het milieu accumuleren (Reeze et al., 2005).

Toetsing aan KRW-normen (MKN)

Voor de KRW voldoen in 2008 de prioritaire stoffen som-PAK's benzo(g,h,i)peryleen en indeno(1,2,3-c,d)pyreen niet aan de norm. Van de overig relevante stoffen overschrijden de metalen koper, kobalt, thallium en zink de norm. Volgens de KRW-beoordeling mag gecorrigeerd worden voor de biobeschikbaarheid en het

achtergrondgehalte van de metalen. Na toepassing van biobeschikbaarheid blijft alleen thallium een probleemstof in de Maas.

Naast deze metalen is er nog een groot aantal aandachtstoffen onderscheiden, waaronder organotins, chlooralkanen en een tiental bestrijdingsmiddelen. Van deze stoffen is nog niet duidelijk of ze de norm overschrijden omdat de rapportagegrens nog hoger ligt dan de norm.

Zware metalen

Volgens de tijdens dit onderzoek nog geldende toetsing aan MTR-waarden volgens NW4 voldoen de metalen koper, cadmium en zink niet in de Maas. Specifiek voor cadmium treden in de Maas soms calamiteiten op. Door de aanwezigheid van metallurgische industrieën langs de Waalse Maas blijft dit risico nadrukkelijk aanwezig. Naast de directe negatieve effecten op de aquatische fauna zijn er ook indirecte effecten van zware metalen via doorvergiftiging. Omdat de metalen adsorberen aan zwevend stof slaan ze bij overstroming van het winterbed ook neer op de weerden en oevers (Stuijzand et al., 2004).

Bestrijdingsmiddelen

Bestrijdingsmiddelen worden geregeld in verhoogde concentraties gemeten in de Maas. Het gaat dan vaak om de insecticiden chloorpyrifos, diazinon en methoat of de herbiciden diuron, isoproturon en simazine. In 2008 zijn volgens de KRW-beoordeling geen overschrijdingen voorgekomen van deze middelen. Wel is de MAC MKN voor chloorpyrifos overschreden.

Een stof als chloorpyrifos komt ook zonder incidenten in het oppervlaktewater voor: in Nederland kwam in 2004 door 'normaal' gebruik ca. 0,47 kg chloorpyrifos in het oppervlaktewater terecht (EDG, 2006). De Nederlandse overheid streeft ernaar deze belasting omlaag te brengen. Deze valt echter in het niet bij de piekbelasting van 68 kg in augustus 2007.

De bestrijdingsmiddelen zijn de voornaamste stoffen die een risico voor de drinkwaterproductie vormen (Van den Berg et al., 2007). Deze stoffen hebben ook direct effect op de aquatische flora of fauna, soortgroepen waar de middelen ook voor bedoeld zijn. De sterfte onder gevoelige soorten kan massaal zijn (Stuijzand, 1999), maar wordt vaak niet waargenomen als het om macrofauna gaat. De effecten worden minder opvallend naarmate er minder gevoelige soortgroepen overblijven (de Lange et al., 2005). In de Maas is dit helaas het geval (Bij de Vaate et al., 1988).

3.3.5. Lage afvoer in de zomer

De Maas is een regenrivier. Dit heeft tot gevolg dat in de zomer en vroege herfst, als er weinig regen valt, de afvoer van de Maas laag is. Daar komt bij dat er ook nog Maaswater aan de hoofdstroom wordt onttrokken voor verschillende doeleinden. De voeding van kanalen als het Albertkanaal en het Julianakanaal vormt de grootste onttrekking.

Het 10-percentiel van de afvoerreeks 1975-2008 is 21 m³/s bij Borgharen. Dit betekent dat gemiddeld 36 dagen per jaar de afvoer lager is dan 21 m³/s. Omdat de Grensmaas ongestuwd is, viel dit deel van de Maas in het verleden nog wel eens droog. Dit is bijvoorbeeld gebeurd in de extreem droge zomer van 1976 (de Wit 2008). Daarom heeft Rijkswaterstaat afgesproken dat de afvoer op de Grensmaas minimaal 10 m³/s moet zijn. Om dat te bereiken nemen Nederland en Vlaanderen nu waterbesparende maatregelen wanneer de onverdeelde afvoer van de Maas (bij Monsin) onder de 130 m³/s komt. Er gaat dan minder water naar de kanalen en eventueel kan schutwater worden teruggepompt.

Lage afvoeren horen dus bij de Maas, net als bij de Allier in Frankrijk. Een uitgebalanceerd ecosysteem kan dit hebben. In de huidige situatie brengen de lage afvoeren van de Maas met name de aquatische fauna echter in de problemen. Dit komt niet zozeer door de lage afvoeren op zichzelf, maar door de combinatie met andere factoren. Voorbeelden zijn de lozingen van afvalwater, proceswater en koelwater en de beperkte morfologische variatie van het zomerbed. Problemen die optreden zijn lage zuurstofgehalten, hoge watertemperatuur en hogere concentraties van verontreinigingen (Semmekrot et al., 1997).

Lozingsvergunningen zijn stationaire afspraken. In een dynamisch systeem als de Maas, is het belangrijk goed na te denken over in welke situatie de vergunning bescherming moet bieden. De WVO-vergunning van het belangrijkste lozingspunt op de Grensmaas: die van DSM via de Ur, is getoetst op een afvoer van 100 m³/s. Deze afvoer wordt gemiddeld meer dan 150 dagen per jaar onderschreden (bijlage 5d). Dit betekent dat de druk op de kwaliteit van het Maaswater gedurende een groot deel van de tijd groter is dan in de vergunning voorzien is. Ook lozingen van verwarmd koelwater leveren alleen bij lage afvoeren problemen op. Zeker omdat lage afvoeren meestal in de zomer plaatsvinden als het Maaswater al opgewarmd is. Door de beperkte morfologische variatie is bovendien de speelruimte voor veel soorten beperkt geworden. Daardoor zijn er weinig schuilplekken om tijdelijk ongunstige perioden te overbruggen, of onvoldoende alternatieve leefgebieden om later de geschonden populaties weer aan te vullen. Gelukkig wordt daar nu hard aan gewerkt in het Grensmaas-project en door het opheffen van barrières in de zijbeken.

Het zijn vooral de meer gevoelige soorten die last hebben van lage afvoeren. Dit zijn in het algemeen de karakteristieke riviersoorten zoals bepaalde soorten kokerjuffers (bijvoorbeeld *Hydropsyche angustipennis*), haften (bijvoorbeeld *Baetis vernus*) en vissoorten als barbeel (*Barbus barbus*) en kopvoorn (*Leuciscus cephalus*) (Liefveld & Jesse, 2006; uit o.a. De Vocht & Baras, 2004).

Er zijn ook groepen die profiteren van lage afvoeren. Zo blijken waterplanten het in de Grensmaas het best te doen bij een langdurig lage afvoer in het voorjaar, zoals in 1996 het geval was (Verbeek 1996). Maar ook hier is een relatie met de huidige morfologie van het zomerbed. De onmiddellijke vestiging van vlottende waterranonkel op de

recent aangelegde grinddempels in de Grensmaas, laat zien dat het vooral ondiepe plekken met snelstromend water zijn waar waterplanten baat bij hebben (Vulink et al., 2008).

Lage afvoeren komen van nature voor op de Maas. Wel is het zo dat door de onttrekkingen van het Maaswater de duur van de periodes met lage afvoeren langer is dan het van nature zou zijn. Nu belandt bij een onverdeelde afvoer van 100 m³/s bij Monsin bijvoorbeeld maar de helft van het water in de Grensmaas. Lage afvoeren komen geregeld voor: een zeer droog jaar als 2003 herhaalt zich gemiddeld elke tien jaar (de Wit, 2008). Bovendien kunnen de perioden van lage afvoeren in bepaalde jaren gedurende langere tijd aanhouden (Liefveld & Jesse, 2006).

3.3.6. Afvoerfluctuaties

Op de Grensmaas komen abrupte schommelingen in de afvoer voor. Deze schommelingen zijn het gevolg van het in- of uitschakelen van turbines van bovenstrooms gelegen waterkrachtcentrales. De dichtstbijzijnde waterkrachtcentrale ligt bij Lixhe, maar veel fluctuaties worden nog verder bovenstrooms veroorzaakt

Door de bruske afvoerfluctuaties veranderen de waterstanden plotseling binnen een zeer kort tijdsbestek. Met name op de Grensmaas heeft dit een duidelijk effect omdat het natte oppervlak ook lateraal verschuift: oevers en ondiepe delen vallen plotseling droog of lopen onder. Deze veranderingen kunnen meerdere malen per dag optreden en zijn vooral bij lage afvoeren een probleem voor de aquatische flora en fauna. Bij hogere afvoeren is de verandering in de oevermilieu's veel beperkter en verandert voornamelijk de hoogte van de waterstand. De veranderingen zijn zo onnatuurlijk en snel dat het leidt tot een verstoord milieu waar weinig soorten mee om kunnen gaan (CSD 2008, Rijkswaterstaat 2009). Omdat lagere afvoeren juist in het groeiseizoen voorkomen, komt de klap extra hard aan.

Soorten die direct hinder ondervinden van de afvoerfluctuaties zijn vooral de minder mobiele soorten als loopkevers (Van Looy et al., 2007), waterplanten en macrofauna. Ze spoelen eenvoudig weg of vallen juist droog of worden losgerukt (CSD 2008). Daarnaast zorgen de afvoerfluctuaties ervoor dat de ondiepe oevers minder geschikt worden als habitat voor allerlei kenmerkende soorten: er zet zich meer slib af op en tussen het grind (Paetzold et al., 2008). Naast macrofauna en waterplanten hebben hier ook vissen last van, vooral als het gaat om vissen die dit grind als paaigebied gebruiken. Dit geldt voor soorten als barbeel en kopvoorn, maar ook voor de rivierdonderpad. Die laatste soort valt in de Grensmaas onder de habitatrichtlijn.

3.3.7. Hoge watertemperatuur

De gemiddelde temperatuur van het Maaswater is de afgelopen eeuw met ruim drie °C gestegen (De Wit, 2008). Dit is voor het grootste deel te wijten aan de toename van koelwaterlozingen (Kerkum et al., 2004). Slechts één graad van de stijging is toe te schrijven aan de opwarming van het klimaat. In de zomers van 2003 en 2006 bereikte

het Maaswater tijdelijk een temperatuur van meer dan 26 °C. Dit is de hoogst gemeten waarde in de afgelopen honderd jaar (De Wit, 2008). De GEP-waarde voor temperatuur is vastgesteld op 25 °C voor de gehele Maas (Buijse et al., 2008). Dit is de maximale dagwaarde. Voor extreme situaties (langdurige droogte en hitte) is de beleidsdoelstelling zelfs 28 C.

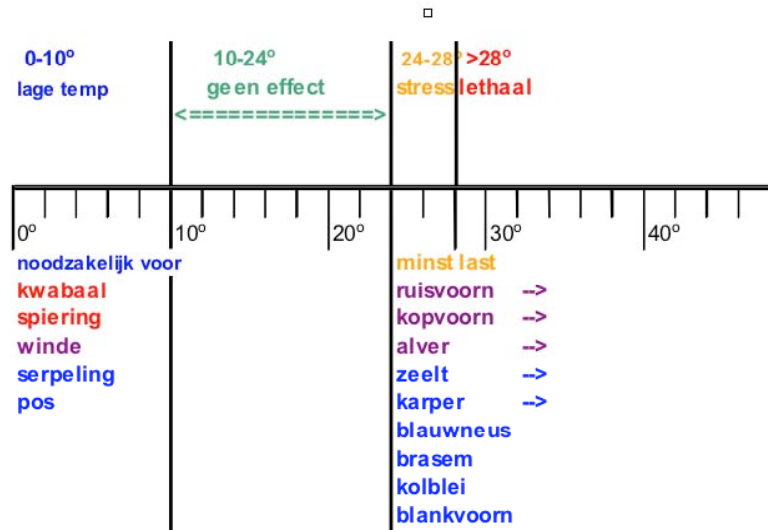
Opwarming van het Maaswater kan verschillende effecten hebben:

- Insectensoorten kunnen te vroeg uitvliegen, wat kan leiden tot een 'mismatch' in de tijd tussen predator en prooi;
- De algenproductie kan toenemen, waardoor de zuurstofhuishouding nadelig beïnvloed wordt, wat weer kan leiden tot zuurstofloze periodes (Zwolsman & van Vliet, 2007);
- Boven een bepaalde temperatuur kunnen gevoelige soorten niet meer overleven. De vissoort met de laagste maximale temperatuur is de kwabaal: bij temperaturen boven de 20°C tot 23°C komt deze soort in de problemen. Deze gevoelige soort komt voor in de Grensmaas en zijrivieren als de Roer den de Swalm. Jonge zalmen (smolts) sterven in april binnen twee uur in water van 25 °C. Als ze in de zomer aan warmer water gewend zijn ligt deze letale temperatuur 1 tot 2 graden hoger (De Laak 2007). Massale sterfte van spiering, een soort die ook in de Maas voorkomt, is waargenomen bij temperaturen boven de 26 °C (Kangur et al., 2005);
- Sommige vissoorten (onder andere kwabaal, spiering, winde, serpeling) hebben een koude periode in de winter nodig om tot voortplanting te komen. Andere soorten hebben een minimale (rivierprik) of stijgende temperatuur (barbeel) nodig voordat de paai begint. Het paaimoment van veel soorten komt heel nauw en wordt vaak getriggerd door een bepaalde temperatuur (figuur 3.4), maar is ook sterk afhankelijk van de aanwezigheid van geschikt paaisubstraat, geschikte waterdiepte en van stroomsnelheid.
- Voor lokaal hogere watertemperaturen, zoals de koelwaterpluim bij een lozingspunt, geldt dat dit een belemmering kan vormen voor migrerende vissen als de pluim de hele breedte van het zomerbed beslaat. Daarom heeft de CIW (NBW) hiervoor regels opgesteld.

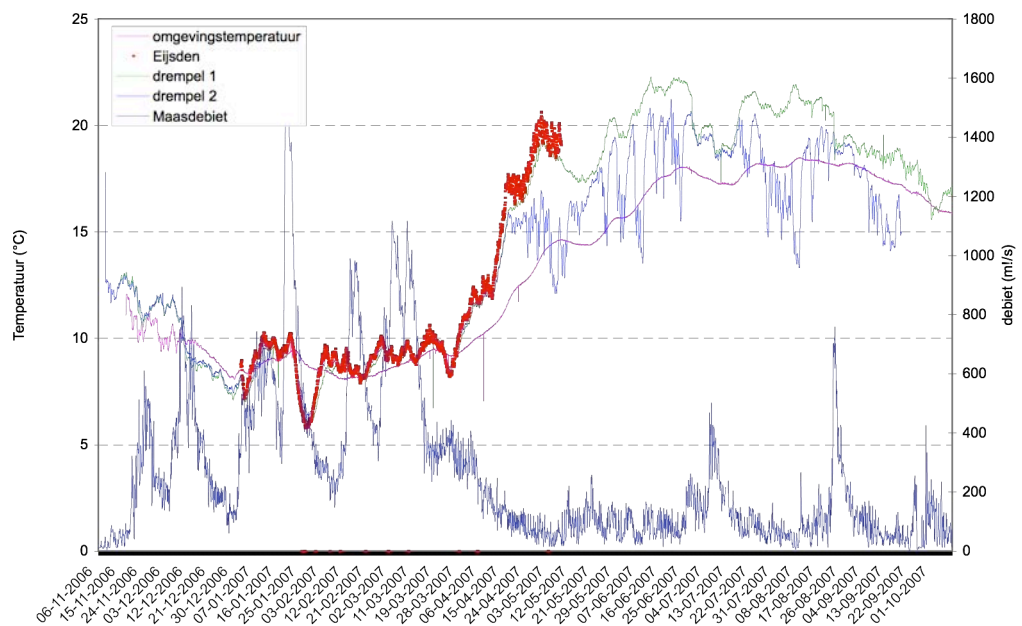
De watertemperatuur in de Grensmaas blijkt niet sterk af te wijken van die bij Eijsden. Omdat het water ondiep is en de afvoer 's zomers laag zou hier een sterkere stijging te verwachten zijn. In het kader van de aanleg van de Maasdrempels, die als doel hebben de gemiddelde waterstanden te verhogen, wordt de watertemperatuur op verschillende locaties in de Grensmaas zelf gemeten (Van Looy, 2009). Uit de metingen in de zomer van 2007 bleek de watertemperatuur in de Grensmaas, ook bij lage afvoer niet boven de 25 °C te komen (figuur 3.5). De temperatuur bij Eijsden lag in deze periode in de zelfde orde grootte (figuur 3.5 en bijlage 5). Ook in handmatige metingen in de Grensmaas in de zomer van 1999 bleek de watertemperatuur vergelijkbaar te zijn of zelfs iets lager te liggen dan bij Eijsden. De lagere temperaturen op de Grensmaas zijn te danken aan het instromende kwelwater dat veel kouder is.

In dat jaar zijn op warme dagen overigens wel watertemperaturen tot 26 °C⁷ gemeten. Deze temperatuur werd bereikt in zowel de diepe als de ondiepe delen.

Figuur 3.4: Temperatuur eisen van enkele vissoorten (naar: Kerkum et al., 2004).



blauw=macrofauna-eter, rood=viseter, paars=macrofauna en viseter (winde) of macrofauna en planteneter (overig), -> = kunnen meer dan 25° verdragen.



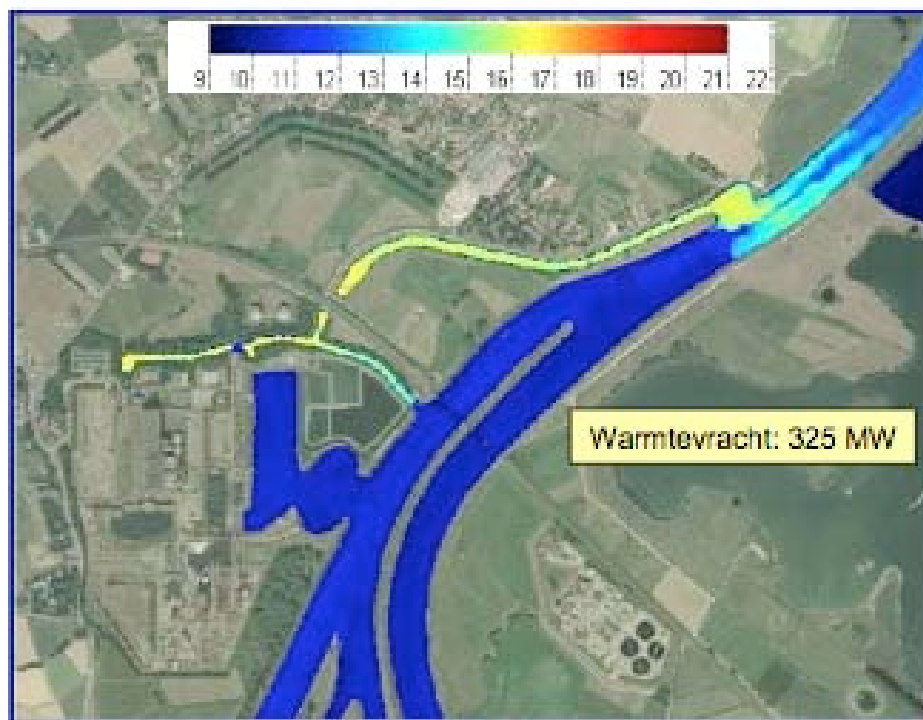
Figuur 3.5: Watertemperatuur bij Eijsden en in de Grensmaas nabij de twee drempels bij Meers van 6 november 2006 tot 2 oktober 2007. Ook zijn weergegeven de luchttemperatuur en de afvoer bij Borgharen. Drempel 1 ligt op rivier km 31.45, bij de monding van de Ziepebeek, drempel 2 ligt op rivier km 32 (Van Looy, 2009).

⁷ Bijvoorbeeld: op zes augustus 1999 werden bij Geulle, Meers en Maaseik 's middags watertemperaturen van 25 °C of hoger gemeten. De luchttemperatuur in Arcen was toen gemiddeld 21°C met een maximum van 28,5 °C.

INTERMEZZO 11 Te hoge watertemperatuur?

Tot 2008 gaf de LCW (Landelijke Commissie Waterverdeling) bij een dreigende overschrijding van de norm voor de watertemperatuur een voorwaarschuwing uit aan de waterbeheerders wanneer de watertemperatuur de 21°C overschreed. Bij een overschrijding van de 23°C-grens werd een waarschuwing uitgegeven met het verzoek op extra locaties de watertemperatuur te gaan meten. Vanaf 2008 houdt de LCW zich niet meer bezig met temperatuurverhogingen in de binnenwateren.

Wanneer deze verhogingen het effect zijn van koel-waterlozingen (figuur 3.6), wordt het ministerie van Economische Zaken geacht passende maatregelen te nemen om de watertemperatuur niet te hoog te laten worden.



Figuur 3.6: Warmtepluim in de Maas bij de Willem-Alexandercentrale (Infrarood spectroscopiebeeld). De potentiële mengzone kan verwacht worden tussen de km-raaien 85,9 en 86,0 (vanaf de monding van het afvoerkanaal tot ca. 100 stroomafwaarts) (uit: Bij de Vaate, 2008).

3.3.8. Verstoring door recreatie

Verstoring van soorten is vooral van belang voor vogels en zoogdieren. We bedoelen hier niet de fysieke verstoring die een hoogwater of een scheepvaartgolf veroorzaakt, maar de verstoring van recreatie of andere activiteiten op de rivier.

Uit een uitgebreide literatuurstudie (Krijgsveld et al., 2008) blijkt dat snelle motorboten de meeste verstoring op het water veroorzaken, vooral wanneer ze veel lawaai maken of buiten de vaste vaarroutes varen. Ook kano's en roeiboten kunnen tot verstoring van broedende of rustende watervogels leiden, juist omdat deze ondiepe boten vaak dicht bij kunnen komen. Behalve direct vluchtgedrag is vastgesteld dat dit soort verstoring ook kan leiden tot veranderingen in verspreiding van zowel broed- als niet-broedvogels, afname in aantallen in een gebied, toename van energetische kosten en afname van broedsucces.



Figuur 3.7: Kanoërs op de Grensmaas bij Elsloo zomer 2007 (foto: M. de la Haye).

De recreatiedruk op de Maas is beperkt en concentreert zich in gebieden die daarvoor ingericht zijn. Voorbeelden zijn de Maasplassen bij Roermond en de Gouden Ham bij Appelteren. In deze gebieden is de natuurwaarde in het algemeen beperkt en daardoor zijn de effecten van verstoring klein. In het Maasplassengebied zijn wel enkele plassen met wat hogere natuurwaarden. Hier wordt door zonerings de verstoring binnen de perken gehouden. Op de Grensmaas wordt in lage dichtheden gekanoed (figuur 3.7). Omdat dit in beperkte perioden van het jaar plaatsvindt (vooral de zomer) en de dichtheden niet groot zijn, is ook hier de verstoring vooralsnog beperkt. Dit bleek ook uit veldonderzoek dat in het kader van de toetsing bestaand gebruik voor het Natura 2000 beheerplan is uitgevoerd (Rijkswaterstaat, 2009).

3.3.9. Golfwerking

Golfwerking is een gevolg van wind of scheepvaart. Op de Grensmaas is geen beroepsscheepvaart. Op de andere Maastrajecten is scheepvaart wel een belangrijke gebruiksfunctie: jaarlijks wordt ruim veertig miljoen ton goederen vervoerd over de Maas en haar kanalen. Deze trajecten zijn ook gestuwd, gekanaliseerd en genormaliseerd. De oevers zijn vaak verdedigd met stortsteen of grof grind, op sommige plekken zijn kribben aangelegd.

Wanneer een schip passeert veroorzaakt dit turbulentie in de waterkolom. Hierdoor komt slib in resuspensie, waardoor het doorzicht afneemt. Ook ontstaat golfslag en sterke stroming in de oeverzone. Dit effect wordt versterkt door het gefixeerde stuwpeil: de golven grijpen steeds op dezelfde plek aan. Tegen deze hoge en onnatuurlijke dynamiek zijn maar weinig soorten bestand. Met name waterplanten, jonge vis en niet-sessiele macrofauna komen hierdoor beperkt voor op deze plekken. Op het traject van de Zandmaas en bedijkte Maas verwijdert Rijkswaterstaat de komende jaren 35 kilometer stenen oeverbescherming. Waar mogelijk worden vrij eroderende oevers gevormd. Dit resulteert in meer natuurlijke (afslag)oevers, waarbij door sedimentatie ook ondiepere plekken in de oever ontstaan. De dynamiek van de golven blijft echter.

3.4 Ecologische randvoorwaarden

In paragraaf 3.2 zijn de ecologische doelen beschreven. In paragraaf 3.3. de belastingen die druk uitoefenen op deze doelen. Maar wat is nu nodig om de doelen te halen? In deze paragraaf belichten wij de ecologische randvoorwaarden voor het behalen van de ecologische doelen aan de hand van de meest relevante soortengroepen.

3.4.1. Randvoorwaarden macrofyten

Voor de Grensmaas zijn vooral stromingsminnende waterplanten karakteristiek. Deze soortgroep is relevant voor zowel de KRW als voor Natura 2000. Een indicatorsoort uit deze categorie, waarover veel bekend is, is de vlottende waterranonkel (tabel 16). Wat opvalt, is dat in jaren waarin de waterstanden in de Grensmaas in het voorjaar relatief laag en ook stabiel zijn, vlottende waterranonkel massaal in de Grensmaas voorkomt (Verbeek, 1996). Ook is de soort direct verschenen op de recent aangelegde grinddrempels (Van Looy pers.com.). Kennelijk is vooral de waterdiepte (maximaal 1 meter) in het vroege groeiseizoen de beperkende factor voor deze soort. Deze waterplanten zijn niet gevoelig voor chemische verontreiniging, wel voor de voedselrijkdom van het water en de daarmee samenhangende groei van perifyton en slibafzettingen op de blaadjes (De la Haye, 1994).

Tabel 16: Uit de literatuur geselecteerde ecologische marges van waterdiepte, stroomsnelheid, substraat, slibgehalte, nutriënten en droogval voor vlottende waterranonkel (*Ranunculus fluitans*) (De la Haye, 1994; Peters & De Vocht, 2005; Spier e.a., 2006; Vlaamse habitatfiches) (uit: beheerplan Grensmaas).

	Waterdiepte (m)	Stroomsnelheid (groeiseizoen) (m/s)	substraat	slibgehalte	nutriënten	droogvallen
minimum	0,10-0,30	0,10(?) - 0,30	zand	laag	laag	niet/nauwelijks
optimum	0,40- 0,80	0,30 - 1,0	grof zand/fijn grind	laag	laag	niet/nauwelijks
maximum	1,00	1,0 (in de winter tot 3 m/s)	grind	onbekend	onbekend	niet/nauwelijks

Voor macrofyten vormen momenteel vooral de inrichting (ondiep water) en de morfodynamiek (schoon grind van de juiste grootte) de belangrijkste stuurparameters. Hun voorkomen wordt naar verwachting nauwelijks beïnvloed door het optreden van chemische calamiteiten. Extreem lage afvoeren kunnen echter tot uitdroging van groeiplaatsen van vlottende waterranonkel leiden. Het is niet zeker hoe de soort hierop reageert. Bekend is dat leden leden van de familie der waterranonkels amfibisch kunnen zijn: ze kunnen zowel in het water als op drooggevallen plaatsen groeien. Ook vlottende waterranonkel beschikt over de benodigde dimorfe bladeren: een onderwater variant en een bovenwater variant. De terrestrische groeivorm hoort echter meer thuis bij langzaam droogvallende of verlandende plassen (die ook nog lang vochtig blijven), dan bij plotseling droogvallende rivierbeddingen.

Vlottende waterranonkel is waarschijnlijk goed bestand tegen opwarming van de Maas omdat de soort ook in warmere streken voorkomt (Spanje, Zuid-Frankrijk).

De plotselinge afvoerfluctuaties als gevolg van de WKC-Lixhe zijn niet bevorderlijk voor de groei van waterplanten: de planten kunnen door de plotselinge toename in stroomsnelheid losgerukt worden en de pieken zorgen voor opwerveling van slibdeeltjes (CSD, 2008). Ook kunnen jonge kiemplanten bij plotselinge daling van de waterstand droog komen te staan en afsterven. Afwezigheid van dit soort onnatuurlijke afvoerfluctuaties kan dus ook als een standplaatseis voor dit type waterplanten worden gezien.

3.4.2. Randvoorwaarden vissen

Ook wat betreft de vissoorten zijn het met name de (obligaat) reofiele (stromingsminnende) soorten die de Grensmaas haar identiteit geven. Ook hier domineren eurytope soorten, zoals blankvoorn en baars. In de Grensmaas is hun aandeel echter veel kleiner dan in andere delen van de Maas. Rond de dertig procent van de visgemeenschap bestaat uit stromingsminnende vis, met soorten als barbeel, kopvoorn, serpeling en sneep (Liefveld et al, 2001). In de ecologische doelstellingen voor de KRW spelen deze soorten dan ook een belangrijke rol. Daarnaast maakt trekvis als rivierprik en zee-prik, zalm en zeeforel deel uit van maatlat (Van der Molen & Pot, 2008). De derde groep van vissoorten waar de Grensmaas op beoordeeld wordt (zij

het in beperktere aantallen) zijn de limnofielen (soorten van langzaam stromend of stagnant water met waterplanten), met soorten als zeelt, snoek en grote modderkruiper. Voor Natura 2000 is de Grensmaas als beschermd gebied aangewezen voor rivieronderpad (leefgebied), rivierprik (opgroei- en doortrek-gebied) en zalm (doortrekgebied).

Met name voor het kwaliteitselement vis is de huidige situatie nog ver verwijderd van de doelstelling (tabel 13). Dit ligt vooral aan de aantallen en dichtheden stromingsminnende soorten die nog te laag zijn. Om de score op de KRW-maatlat voor vis omhoog te trekken, heeft het verbeteren van de situatie voor stromingsminnende soorten naar verwachting het meeste effect. Voor de Natura 2000-doelen zal vooral de stromingsminnende rivieronderpad hiervan meeprofiteren. Wat precies de doorslaggevende factor is om het aandeel stromingsminnende vissoorten in de Grensmaas te versterken is niet duidelijk. Waarschijnlijk zal op een aantal fronten tegelijk gewerkt moeten worden met een focus op waterkwaliteit (vooral zuurstof-gerelateerde parameters) en aanbod van voldoende geschikt en schoon substraat (zie tabel 17).

Tabel 17: habitateisen relevante vissoorten (Natura 2000, KRW) in de Grensmaas (uit: Vulink et al., 2009, Van Emmerik & de Nie, 2006, Crombaghs et al., 2000, Boudewijn et al., 2006).

	stromingsnelheid (m/s)	Substraat paaigebied	Substraat opgroeigebied	temperatuur °C	Zuurstofgehalte (mg O/l)	Gevoelig voor
rivieronderpad	0,2-1,0	kiezels- en stenen	zand-grind	< 20 <25 limiet	> 8	laag zuurstof, organische belasting
rivierprik	< 1,3	Fijn zand-grind	modderig-fijn zandig	< 21	> 8	larven: verontreiniging aan zwevend stof
zalm	2m/s		n.v.t.	<21	> 8	laag zuurstof, stoffen als tetrachlorieten, anionische detergenten, chloroform, koper, cadmium
barbeel	paai: 0,3-1,2 juv.: 0,5-1,0 ad: 0,1-1,2	schoon zand-grind	schoon zand-grind	ei: < 20 juv: < 25 ad: < 27	> 5	thermische verontreiniging, sulfaat, zout, gechloreerde koolwaterstoffen, embryo's: laag zuurstof, chemische verontreinigingen
kopvoorn	juv: laag tot stilstaand ad: 0,3-0,8 paai: 0,3-1,2	schoon zand-grind	zand-grind-stenen-vegetatie	ei: < 22 juv: < 25 ad: < 29	>6	organische verontreiniging, fenolen, zink
sneep	juv.: 0,0-0,5 ad: 0,1-1,2	grind, stenen	grind, stenen	ad: < 22	>6	laag zuurstof, ammonium, zink

Het aandeel trekvis (relevant voor KRW en Natura 2000) zal vooral toenemen naarmate het aantal barrieres in het Maassysteem afneemt. Hier wordt op alle fronten hard aan gewerkt: sinds de opening van de vispassage Borgharen (begin 2008) is de trekroute voor zalm naar de Ourthe vrij. Met uitzondering dan van de Haringvlietdam, maar ook daar wordt aan gewerkt (geplande opening Kier in december 2010). Tegelijk worden de eisen bij waterkrachtcentrales steeds strenger als het gaat om het voorkomen van vissterfte. Bij de waterkrachtcentrale van Linne wordt nu een proef gedaan met een visgeleidingssysteem. Als ook de paaihabitats in de zijbeken van de Maas hun kwaliteit behouden (of uitbreiden) zal het aandeel trekvis in de

Grensmaas de komende jaren naar verwachting toenemen. Uitzetprogramma's, zoals die voor zalm en zeeforel in het Maasstroomgebied al bestaan, helpen hier uiteraard bij. Limnofiele vissen zijn meer kenmerkend voor waterplantenrijke zijwateren van de rivier. De verwachting is dat met uitvoering van het Grensmaasproject meer van dit soort plekken zullen ontstaan. Het aandeel limnofiele soorten in de rivier zal hiermee toenemen.

De habitateisen van relevante vissoorten wijzen erop dat incidenten die tot lage zuurstofgehalten leiden problematisch kunnen zijn (tabel 17). Het gaat hierbij echter om gevoeligheid voor de algemene waterkwaliteit en niet specifiek om de gevoeligheid voor incidentele omstandigheden. Hoe lang een kritieke situatie zich voor kan doen alvorens het een probleem wordt, en welke gehalten daar dan bij horen, is niet goed bekend. Te verwachten is wel dat als de zuurstofgehalten overdag onder de minimumwaarde komen er al snel soorten in de problemen komen: dit betekent namelijk dat de waarden aan het eind van de nacht nog lager zijn.

Ten slotte is het zo dat bepaalde soorten beter bestand zijn tegen 'verstoringen'. Zo beschikt een soort als Aal over meer ontsnappingsmechanismen (bijvoorbeeld door de oever in te kruipen) om bijvoorbeeld tijdelijk lage zuurstofcondities te overbruggen of te vluchten voor een gifgolf. Door het geregeld optreden van calamiteiten kan een selectiedruk ontstaan in het voordeel van dit soort flexibele soorten. (Dit geldt overigens ook voor macrofauna.) Er bestaat echter (nog) geen 'verstoringindex' voor vissoorten om deze analyse te kunnen uitvoeren.



Figuur 3.8: Bij het eiland bij Meers is veel variatie in het zomerbed, bijvoorbeeld in diepte en stroomsnelheid. Dit is gunstig voor vissen, maar ook voor macrofauna en macrofyten. (foto: M. de la Haye)

3.4.3. Randvoorwaarden macrofauna

Voor de KRW-beoordeling van macrofauna wordt de ERK berekend uit de scores voor de negatief dominante indicatoren (DN %), de kenmerkende en positief dominante indicatoren (KM % + DP %) en het percentage kenmerkende taxa (KM %). Voor het watertype van de Grensmaas (R16) geldt $KM_{max} = 26$. Dit wil zeggen: het maximaal haalbaar aantal kenmerkende soorten is 26. De kenmerkende soorten zijn geselecteerd op hun voorkeur voor snel stromend water over een grindbodem. Ook zijn de soorten die horen bij het natuurdoeltype voor de Grensmaas opgenomen in de lijst. Door de werkgroep Autecologie van de WEW is de autecologie van macrofauna voor Nederland verzameld, gekeken is bij welke ranges aan bijvoorbeeld pH zuurstof, stroming etc een soort voorkomt en waar het optimum ligt. Per parameter zijn 10 punten verdeeld over de verschillende klassen met het hoogst aantal punten bij het optimum van de soort. In bijlage 12 zijn de kenmerkende soorten voor de Grensmaas weergegeven met hun autecologie. Minimale randvoorwaarden voor veel van de kenmerkende soorten zijn: ondiep (snel)stromend, nauwelijks verontreinigd met voedingsstoffen (beta-mesosaproob) en zuurstofrijk water, met als substraat een schone grind- of zandbodem en de aanwezigheid van planten zoals vlottende waterranonkel.

Voor N2000 is als complementair doel een duurzame populatie van tenminste 150 volwassen individuen van de gaffellibel vastgesteld. Deze soort kwam vroeger in de Maas voor. Verbetering kwaliteit leefgebied van de gaffellibel is direct gekoppeld aan verbetering van kwaliteit van het habitatype H3260 beken en rivieren met waterplanten (waterranonkels, subtype A). Bij het behalen van het doel voor dit habitatype zal de gaffellibel zich naar verwachting ook vanzelf weer vestigen (gebiedendocument Grensmaas november, 2007).

De Gaffellibel is een soort van snel stromende, ongestoorde, brede beken en rivieren. In zijn ideale leefgebied hebben de waterlopen een flinke lengte, voldoende variatie en een natuurlijke dynamiek en staat het landschap uitwisseling toe tussen rivier- en beeksystemen onderling. De Gaffellibel is een warmteminnende soort die kan profiteren van een klimaatverandering met een toename van warme zomers in Nederland. Locaties waar de Gaffellibel zich met succes voortplant kenmerken zich door een grote natuurlijke dynamiek van de rivier of beek. Langs en in de directe omgeving van het water staan bomen en struiken. De larven van de Gaffellibel zijn afhankelijk van zuurstofrijk water van een redelijke tot goede kwaliteit en ze leven tot op circa een meter diepte in grof zand en grind onder water.
(<http://www.synbiosys.alterra.nl/Natura2000/documenten/profielen/soorten/>)

3.4.4. Synthese ecologische randvoorwaarden

De Grensmaas voldoet momenteel niet aan de eisen die de kenmerkende soorten van de KRW maatlat en de Natura 2000 doelsoort aan hun omgeving stellen:

- het ondiepe snelstromende karakter is door het vastleggen van het zomerbed, de waterafleiding naar kanalen en de hydropeaking door bovenstroomse waterkrachtcentrales en stuwbeheer verstoord;
- gezien het aantal meldingen van verontreiniging kan niet gezegd worden dat de Grensmaas nauwelijks verontreinigd is;
- het zuurstofgehalte daalt regelmatig onder de kritische grenswaarde;
- de grindbodem is vaak bedekt met een laag slib of algen en fungeert dan niet meer als paaisubstraat;
- grote velden waterplanten zoals in de Lotharingse Maas en voorheen ook in de Grensmaas worden niet meer aangetroffen, alleen na een stabiele periode met lage afvoer (Verbeek, 1996);
- door het grillige karakter (zowel hydromorfologisch als fysisch-chemisch) en het gebrek aan veerkracht (te weinig refugia) is het in stand houden van een stabiele populatie van gevoelige doelsoorten in de huidige Grensmaas erg moeilijk;

In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op toekomstige ontwikkelingen in relatie tot de ecologische randvoorwaarden.

4. Toekomst

De Maas staat niet stil: er zijn continu veranderingen in het stroomgebied van de Maas. In dit hoofdstuk belichten wij drie belangrijke ontwikkelingen die naar verwachting effect hebben op de ecologische kwaliteit van de Maas in de toekomst en de mogelijke effecten van calamiteiten daarop.

4.1.1. Klimaatverandering

Klimaatverandering vergroot waarschijnlijk de gevoeligheid van organismen voor calamiteiten. Dit komt doordat kritische milieuomstandigheden vaker en langer voorkomen.

Voor het Maasstroomgebied is de verwachting dat er in de toekomst meer neerslag in de winter valt en minder neerslag in de zomer. Dit zal tot een grotere seizoensvariatie in het afvoerregime van de Maas leiden. De gemiddelde winterafvoer zal stijgen en de gemiddelde zomerafvoer zal dalen (de Wit, 2008). Op basis van de vier KNMI '06 scenario's voor klimaatverandering zijn voorspellingen gedaan naar de effecten op de waterkwaliteit van Maas en Rijn (Van Vliet et al., 2008). Bij de studie is bekeken wat de invloed is op de waterkwaliteit van veranderingen in de waterafvoer en van de watertemperatuur. Uitgangspunt bij het onderzoek was dat de antropogene belasting hetzelfde blijft.

De studie laat op basis van gegevens van 2000-2005 zien bij welke kritische rivierafvoeren normoverschrijdingen verwacht worden voor aan drinkwater gerelateerde parameters en hoe vaak of lang deze situaties gaan voorkomen. Conclusie van deze berekeningen is dat normoverschrijdingen vaker en langer gaan voorkomen. Dit geldt vooral voor ammonium: tot wel 50% van de tijd in de periode van september tot oktober.

Ook voor de temperatuur is berekend wat het effecten van klimaatverandering op de normoverschrijding zal zijn. Hierbij is berekend dat bij Eijsden bij een buitentemperatuur van 23,6°C 1,6% van de tijd overschrijding van 25°C plaatsvindt. Om de zuurstofnorm van 6 mg/l te halen mag de watertemperatuur echter niet hoger zijn dan 23,3°C. Dit is in de studie berekend op basis van de organische belasting. Ook hier is de verwachting dat dit soort overschrijdingen vaker en langduriger zullen voorkomen. Deze berekeningen zijn waarschijnlijk nog een onderschatting, omdat met zuurstofwaarden overdag gerekend is.

In een recente modelstudie van Peñailillo & van den Beld (2009) raakt de stroomafwaartse migratie van zalm verstoord als gevolg van klimaatverandering (KNMI-scenario's W en W+). Kwabaal is één van de meest gevoelig soorten voor opwarming van het rivierwater. Vroeger (tot de jaren vijftig) kwam de soort veel voor in Nederland, en ook in de Maas. Inmiddels is het één van de meest bedreigde vissoorten en wordt hij nog maar incidenteel in de Maas en zijbeken als de Geul en de Schwalm

aangetroffen (Crombaghs et al., 2000). Emmerik & de Nie (2005) noemen de opwarming van het rivierwater als één van de mogelijke oorzaken. Cruciaal lijkt de opwarming in de winterperiode waardoor de eieren in gevaar komen (Peñailillo & van den Beld, 2009). Barbeel ondervindt voorlopig minder (directe) last van opwarming, zolang de watertemperatuur maar onder de 27°C blijft.

Een neveneffect van het opwarmende water is dat de periode waarin organismen gevoeliger zijn voor toxische stoffen langer wordt: hoe hoger de temperatuur, des te gevoeliger. Omdat de klimaatverandering geleidelijk en continu is, is het niet uit te sluiten dat bepaalde soorten zich zullen aanpassen.

Tabel 18: Inschatting van de gevolgen van klimaatverandering (op basis van expert kennis) op macrofauna, waterplanten en vissen. 0 = neutraal, + = positief effect en - = negatief effect.

Gevolgen klimaatverandering	macrofauna	waterplanten	vissen
Stijging normoverschrijdingen chemie	-	0	-
vaker te hoge T	-	-	-
vaker te lage O ₂	-	0	-
vaker lage afvoer	0	-	0
vaker hoge afvoer	0	-	0

4.1.2. De Maaswerken

De ingrepen van De Maaswerken hebben over het algemeen een neutrale invloed op de waterkwaliteit en neutraal of positief op de ecologie. Het systeem lijkt door de maatregelen beter uitgerust om calamiteiten op te vangen.

Door de uitvoering van de Maaswerken wordt in de Grensmaas boven de 60 m³/s lijn meer habitat gecreëerd voor riviergebonden organismen. Bij afvoeren lager dan 60 m³/s verandert niet veel ten opzichte van de huidige situatie. Boven deze insteeklijn wordt door stroomgeulverbreding en weerddverlaging, het stroombed breder, het talud minder steil en de leeflaag grind. Door de ingrepen ontstaan meer ondieptes (<1 m), meer tijdelijke wateren (plasjes of delen van de stroomgeul die 's zomers droogvallen), meer variatie in stroomsnelheid en krijgt de rivier een gelijkmatigere rivierafvoer. Hierdoor kunnen zich typische riviersoorten vestigen die ingesteld zijn op grote variaties in het milieu.

De verwachting is dat de ingrepen over het algemeen een neutrale of licht positieve invloed hebben op de waterkwaliteit. Door de verbreding (figuur 4.1) treedt een lichte vertraging van de afvoer op waardoor de rivier zijn zelfreinigende vermogen beter kan benutten. Lokaal kan door deze vertraging echter een verslechtering van de waterkwaliteit optreden, bijvoorbeeld wat betreft het zuurstofgehalte in de zomerperiode. Doordat er meer zijwateren bij komen, kunnen organismen makkelijker vluchten bij negatieve omstandigheden. Hierdoor zijn ze minder kwetsbaar voor

calamiteiten. Bij lage afvoer hebben ze alleen wat aan die zijwateren die dan nog in verbinding staan met de hoofdgeul.



Figuur 4.1: Stroomgeulverbreding langs de Grensmaas bij Hochterbampd (september 2009) (foto: M. de la Haye).

Het verwachte effect van de ingrepen op de ecologie van de Grensmaas is over het geheel zeer positief. Ondanks de nog matige waterkwaliteit, is in proefgebieden een zeer snelle kolonisatie waargenomen. Bij de drempels bij Meers bijvoorbeeld. Deze zijn in het zomerbed van de Grensmaas gelegd ter compensatie van de verdroging van natuurgebieden aan Belgische zijde. Op deze drempels heeft zich binnen een jaar vlottende waterranonkel gevestigd (Van Looy, 2009).

In het deelproject Zandmaas wordt de Zandmaas verdiept voor de scheepvaart. Daarnaast worden natuurvriendelijke oevers en hoogwatergeulen aangelegd. De verwachte effecten op ecologie zijn licht positief.

Tabel 19: *Inschatting van de gevolgen van de Maaswerken (op basis van expert kennis) op macrofauna, waterplanten en vissen. 0 = neutraal, + = positief effect en - = negatief effect.*

gevolgen Maaswerken	macrofauna	waterplanten	vissen
Grensmaas			
breder stroombed	+	+	+
meer ondiep water	+	+	+
meer tijdelijk water/zijwateren	+	+	+
variatie in stroomsnelheid	+	+	+
gelijkmatiger rivierafvoer	+	+	+
afvoer licht vertraagd	+	+	+
Zandmaas			
dieper	0	-/0	0
natuurvriendelijke oevers	+	+	+
hoogwatergeulen	+	+	+

4.1.3. Autonome ontwikkelingen

Eén van de KRW maatregelen is het *verhogen van de efficiëntie van rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's)*. Dit is één van de belangrijkste verbeteringen in de waterkwaliteit van de Maas de komende jaren. De verhoogde zuiveringsgraad in België en Frankrijk lijkt nu al door te werken in een verbeterde waterkwaliteit in de Nederlandse Maas (Greijdanus pers. com.).

Een ander spoor voor verbetering van de waterkwaliteit is het verscherpen van de *vergunningen voor bestaande lozingen op het oppervlaktewater*. Ook deze maatregel leidt tot het verbeteren van de basiswaterkwaliteit van de Maas en heeft een positieve invloed op de ecologie.

De verwachting is dat er op termijn langs de Maas nog enkele *waterkrachtcentrales (WKC's)* bijgebouwd worden. De vergunningseisen hiervoor zijn inmiddels behoorlijk streng en slechts minimale negatieve effecten worden nog geaccepteerd. Deze WKC's mogen bijvoorbeeld geen afvoerpieken veroorzaken of de waterkwaliteit verslechteren en ze mogen maar weinig visschade veroorzaken. De invloed op de waterkwaliteit zal neutraal zijn en op vissen waarschijnlijk negatief. Ook zijn er plannen voor nieuwe waterkrachtcentrales in de kanalen (Julianakanaal en Albertkanaal). Momenteel wordt onderzocht of het afleiden van meer water naar de kanalen t.b.v. energieopwekking ecologisch verantwoord is voor de Grensmaas. Deze zou dan 70 m³/s minder krijgen.



Figuur 4.2: Lozing van warm efluent in de Maas bij Luik (foto: M. de la Haye).

De koelwaterproductie van elektriciteitscentrales zal mogelijk stijgen of ongeveer gelijk blijven door een efficiënter gebruik van de warmte. Dit zal een negatieve of neutrale invloed hebben op de waterkwaliteit en de ecologie.

De industrie rond de Maas zal de komende jaren waarschijnlijk uitbreiden. Daardoor zal de belasting door industriële lozingen stijgen. Bij de vergunningverlening dient scherp gelet te worden op het beperken van de milieu effecten. Meer industrie zal, afhankelijk van de vergunning, een negatieve of neutrale invloed hebben op de waterkwaliteit en de ecologie. Wat niet weergegeven is, is de toename van het risico op calamiteiten door een toename van industrie. Het is natuurlijk ook denkbaar dat de economische recessie bijdraagt aan afname van de industrialisatie in het Maasstroomgebied. In dat geval zijn de te verwachten effecten omgekeerd.



Figuur 4.3: Industrie bij Luik (foto: M. de la Haye).

Er is nieuwe Europese regelgeving voor chemische stoffen: Registratie, Evaluatie, Autorisatie en beperkingen van CHEMische stoffen (REACH). Deze Europese verordening zorgt ervoor dat alle stoffen die gebruikt worden door de industrie geregistreerd moeten zijn. De kern van REACH is dat een bedrijf voor risicobeheersing bij het gebruik van de stof, van alle stoffen die het produceert, verwerkt of doorgeeft aan klanten, de risico's moet inventariseren en maatregelen moet aanbevelen (en voor het eigen bedrijf ook moet nemen) om die risico's te beheersen. Deze regelgeving draagt vooral bij aan het beperken van het optreden van calamiteiten en wellicht ook aan het beperken van illegale lozingen.

Tabel 20: Inschatting van de gevolgen van autonome ontwikkelingen (op basis van expert kennis) op macrofauna, waterplanten en vissen. 0 = neutraal, + = positief effect en - = negatief effect.

gevolgen autonoom	macrofauna	waterplanten	vissen
maatregelen KRW	+	+	+
verbeterde RWZI's	+	+	+
aanscherping lozingsvergunningen	+	0	+
meer WKC's	0	0	-
REACH	+	0	+
meer koelwater	-/0	-/0	-/0
meer industrie	-/0	-/0	-/0

5. Synthese

5.1 Effecten van calamiteiten op het ecosysteem van de Maas

In de voorgaande hoofdstukken is beschreven wat er precies gebeurde bij de onderzochte incidenten op de Maas in 2007, wat andere belastingen zijn, wat de ecologische doelen zijn en welke eisen dat aan de kwaliteit van het Maaswater stelt. Dit hoofdstuk integreert deze informatie tot een inschatting van de effecten van calamiteiten die verwacht kunnen worden op het ecosysteem van de Maas en de daaraan gerelateerde doelen.

Vis

Vissen hebben in 2007, vooral in augustus, veel last gehad van de toxische stoffen in het Maaswater. Chloorpyrifos is acuut toxisch voor vissen vanaf 0,5 µg/l. De gevoeligste (geteste) vis is Europese Aal (*Anguilla anguilla*). De helft van de blootgestelde aal overleeft deze concentratie niet. Andere vissoorten zijn iets minder gevoelig, maar er is toch een brede waaier van soorten waarbij concentraties tussen de 1 en 10 µg/l desastreuze effecten hebben op de populatie. De hoogst gemeten concentratie bij Eijsden was 5,3 µg/l op 3 augustus 2007. Waarschijnlijk hebben veel vissen in de Bovenmaas en Grensmaas dit niet overleefd. Aangezien vissen zich maar eenmaal per jaar voortplanten en er veel grote (volwassen) exemplaren gestorven zijn, wordt een lange herstelperiode verwacht om de populatie weer op peil te brengen (MNP, 2004). In monitoringsgegevens is dit niet goed terug te zien. Mogelijk omdat alweer aanvulling van de populatie door migratie bovenstrooms en vanuit de zijbeken heeft plaatsgevonden. Of omdat de sterfte toch voornamelijk in Wallonië heeft plaatsgevonden. Ten slotte kan het MWTL meetnet alleen grote schommelingen detecteren van meer dan een verdubbeling of halvering (Winter et al., 2006).

De visdoelen voor de KRW worden in de Grensmaas nog niet gehaald. Opvallend is dat in 2007/2008 de EKR-score bijna gehalveerd is ten opzichte van de score over de dataset van 2005-2006 (Buijse et al., 2008). Dit is ook terug te zien in de slechte vangsten in het winterseizoen 2007/2008. Zowel in Nederland als Vlaanderen (Van Kessel et al., 2008, Van Looy, 2009) zijn de aantallen en biomassa van veel soorten lager dan in de voorgaande jaren. Deze verschillen zijn echter niet altijd significant. De dalende aantallen lijken ook geen gevolg van de calamiteit te zijn maar een eerder (2004/2005) ingezette neerwaartse trend (Lengkeek & Liefveld, 2009). De enige soort die minder getroffen lijkt door de calamiteiten uit 2007 is de aal. Deze soort domineert de vangsten in dat jaar, vooral in biomassa. Mogelijk speelt het feit dat deze soort de oever in kan vluchten bij ongunstige omstandigheden hierbij een rol. Trekvis als zalm, zeeforel en rivierprik heeft mogelijk weinig last van de calamiteiten omdat deze incidenten meestal in het zomerhalfjaar plaatsvinden en het merendeel van deze vissen juist in het winterhalfjaar de Maas op trekt. Toch zijn effecten niet uit te sluiten omdat een klein deel van de vissen in de vroege zomer (zeeprik, zalm en zeeforel) en de late zomer (rivierprik) optrekt.

Het is niet mogelijk in de MWTL-monitoringsgegevens onderscheid te maken tussen de effecten van de chemische calamiteiten en de effecten van het tijdelijk droogvallen van de Grensmaas. Naar verwachting zijn de effecten van de chemische calamiteit groter, omdat daarbij daadwerkelijk sterfte is waargenomen (augustus). Waarschijnlijk hebben de meeste vissen tijdens de extreem lage afvoer in de herfst van 2007 dieper water opgezocht. Naar verwachting zijn de effecten van de droogval op vis dan ook beperkt geweest, maar het vormt waarschijnlijk wel een extra druk op een toch al kwetsbare populatie.

Voor de rivierdonderpad (Natura 2000-soort) geldt dat de soort die voor de Grensmaas karakteristiek is (*Cottus rhenanus*) hier momenteel niet voorkomt. Hier zijn dus geen effecten te verwachten. Het knelpunt lijkt hem voor deze soort vooral te zitten in het habitat (geschikt substraat) (Rijkswaterstaat 2009). Voor de soort *Cottus perifretum* ziet de toekomst er rooskleuriger uit. *Cottus perifretum* gebruikt ook grotere stenen als substraat en doet het ook goed in langzaam stromende of stagnante wateren (Rijkswaterstaat 2009). Volgens Crombaghs et al., (2007) speelt de verbeterde waterkwaliteit een belangrijke rol in het herstel van de populatie rivierdonderpadden. Het gaat dan vooral om de afname van zware metalen als cadmium. Het geregeld optreden van calamiteiten zal het herstel van deze soort niet bevorderen.

De visgemeenschap in de Grensmaas gaat sinds 2004 significant achteruit in aantal. In 2007 (nog voor de vissterfte) en 2008 zijn de aantallen het laagst sinds 1996. Wat hiervan de belangrijkste oorzaak is, is niet goed vast te stellen. Er zijn te veel variabelen: afvoer, weer, waterkwaliteit, nutriëntengehalten, voedselrelaties, verschillende calamiteiten, etc. Bovendien variëren de visstand en de vangsten van nature sterk van jaar tot jaar. Weliswaar neemt de voedselrijkdom langzaam af door de verbeterde rioolwaterzuivering (RIWA, 2008), maar leidt pas sinds 2009 tot een vermindering van het gehalte zwevend stof en het doorzicht. Dit kan dus geen verklaring vormen voor de afnemende visstand sinds 2004.

Toch verwachten we wel dat incidenten, zoals die in augustus 2007, impact hebben op de visgemeenschap. In principe kan de vispopulatie dit soort klappen opvangen, zoals ook blijkt uit de resultaten van de vismonitoring. De doelen voor de Grensmaas hebben echter een hoger ambitieniveau: verbetering van de visstand met meer kenmerkende soorten. Het is de vraag in hoeverre dat mogelijk is bij zo veel jaarlijkse incidenten (figuur 1.1).

Macrofauna

In analyse van de macrofaunamonsters zijn maar kleine aanwijzingen van schade terug te vinden: het aantal soorten neemt af (vooral slakken en muggenlarven) en er zijn iets minder kreeftachtigen en tweevleugeligen dan verwacht. De bandbreedte van deze data is echter zo groot dat een statistisch verschil niet aangetoond kan worden.

Op basis van de toxiciteitstesten zou wel degelijk een flink deel van de macrofaunagemeenschap getroffen moeten zijn. In augustus, maar ook in april lagen de concentraties van pesticiden ruim boven de LC50 waarden (waarbij de helft van de organismen dood gaat) voor verschillende soorten. Het is dus waarschijnlijk dat er schade aan macrofaunagemeenschap is geweest. Aanwijzing hiervoor is ook dat de mosselmonitor in Heel in augustus alarm heeft geslagen. Dit is een signaal dat tweekleppigen hinder ondervinden bij de op dat moment heersende concentraties.

Het slecht kunnen waarnemen van de vermoedelijke schade heeft enerzijds te maken met de bemonsteringmethode (ontbreken van goede referentiemonsters, monsternamen te ver benedenstreams). Anderzijds hebben we te maken met een natuurlijk variatie per jaar en per seizoen, wat de interpretatie lastig maakt. Dit is misschien wel het lastigste punt omdat de effecten van een calamiteit vooral in de kwantiteit van organismen te verwachten zijn, en niet zozeer in de aanwezigheid van soorten (intermezzo 3). Juist die kwantificering van macrofauna is moeilijk. Daar komt bij dat macrofauna een relatief korte hersteltijd (ongeveer 6 weken), waardoor de lange termijn effecten waarschijnlijk ook maar beperkt zijn. De effecten op de soortensamenstelling zijn mogelijk ook beperkt doordat de levensgemeenschap in de Maas al zodanig verarmd is, dat alleen de meest robuuste soorten over zijn gebleven (Klink & Bij de Vaate, 1994, Peeters, 2001).

De KRW-doelen voor macrofauna worden (in 2007) nog niet gehaald. Verwacht wordt dat door de maatregelen die genomen gaan worden voor de Kaderrichtlijn Water en de Maaswerken er een meer gevarieerde leefomgeving ontstaat met meer schuilmogelijkheden (refugia) voor macrofauna. In combinatie met de verbetering van de (gemiddelde) waterkwaliteit worden in de toekomst dan ook meer gevoelige soorten verwacht. Herhaaldelijk optreden van calamiteiten zou dit herstel naar verwachting kunnen vertragen. Als de levensgemeenschap in de toekomst inderdaad rijker wordt, zal een calamiteit naar verhouding wel meer schade kunnen aanrichten.

Ook voor Natura 2000 worden de doelen momenteel nog niet gehaald. Het (complementaire) doel voor de Gaffellibel is momenteel vooral afhankelijk van habitatherstel (Rijkswaterstaat 2009). Voorwaarde is wel dat het Maas water stromend, helder, zuurstofrijk en van goede kwaliteit is. Naar verwachting zullen herhaaldelijk optredende calamiteiten het herstel van de populatie niet bevorderen. Met name langere periodes van extreem lage afvoer zouden ook problemen kunnen opleveren vanwege droogval van de oeverbiotopen en de lage zuurstofgehalten.

Waterplanten

Op waterplanten zijn geen directe effecten van calamiteiten waargenomen. Gezien de aard van de incidenten (pesticiden en lage afvoeren) is dit ook niet te verwachten. Bij incidenten met tijdelijk (bijna) droogvallend zomerbed zijn wel effecten mogelijk. Als de planten uitdrogen, zullen ze voor dat jaar verloren zijn en zich ook minder kunnen verspreiden. Dit zal een negatief effect hebben op de maatlat voor macrofyten, vooral als in de daarop volgende periode de bemonstering plaatsvindt. Naar verwachting zal in het daarop volgende jaar wel herstel plaatsvinden, maar uitbreiding zal beperkt zijn.

Voor waterplanten wordt het doel voor de KRW in 2007 net niet gehaald (EKR: 0,57 doel is >0,6). Verwacht wordt dat de KRW-maatregelen voldoende bijdragen om het doel voor 2015 wel te halen. Wanneer de bedding van de Grensmaas vaker droog gaat vallen, kan dit het doelbereik mogelijk bemoeilijken of vertragen.

Toekomst

In hoofdstuk vier is een aantal toekomstige ontwikkelingen beschreven met mogelijke gevolgen op de waterkwaliteit of op de ecologie van de Maas. Dit heeft indirect ook effect op de impact van calamiteiten: hoe sterker het ecosysteem ervoor staat, des te beter is het in staat om klappen op te vangen. Het gaat hier dus met name om verbetering van de herstel-mogelijkheden. De klap zal juist bij een rijk ecosysteem harder aankomen omdat er meer gevoelige soorten aanwezig zijn die getroffen worden. Toch verwachten wij een positief effect, vooral van de KRW-maatregelen. Belangrijk pluspunt is dat dit programma op stroomgebiedsniveau wordt uitgevoerd, waardoor het systeem als geheel robuuster wordt. Hierdoor kan bijvoorbeeld rekolonisatie na een calamiteit sneller en vollediger optreden.

Door de klimaatveranderingen wordt de basiskwaliteit van de Maas naar verwachting slechter ten opzichte van de huidige situatie. Het systeem zal daardoor gedurende langere perioden per jaar gevoeliger zijn voor calamiteiten. De verwachting is dan ook dat herstelperioden langer worden.

Door uitvoering van de Maaswerken krijgt het systeem een gevarieerdere morfologie, waardoor het robuuster wordt. Omdat de verbreding van het stroombed zorgt voor een vertraging van de afvoer zou het systeem tijdens een calamiteit wel langer blootgesteld kunnen worden aan de stoffen. De aanwezigheid van zijriviertjes en beken biedt echter meer vluchtplekken voor organismen, van waaruit ze weer kunnen rekoloniseren.

De industriële uitbreidingen langs de Maas hebben een negatief effect op de waterkwaliteit en het risico op calamiteiten. Ook de toename van het aantal waterkrachtcentrales zet het ecosysteem van de Maas verder onder druk. Een tegenbeweging ontstaat uit de KRW waardoor de druk om de waterkwaliteit te verbeteren, wordt opgevoerd. Zo lijkt de verbeterde rioolwaterzuivering in Wallonië nu al zijn vruchten af te werpen (RIWA 2009).

Over het geheel genomen lijkt de milieukwaliteit licht te verbeteren, voornamelijk door verscherpte wet- en regelgeving. Dit maakt het ecosysteem robuuster en beter bestand tegen calamiteiten. Dit laatste is hard nodig, want het grootste deel van de ontwikkelingen in het stroomgebied voert de druk op het ecosysteem van de Maas verder op. Het risico op het optreden van calamiteiten neemt in de toekomst naar verwachting verder toe, simpelweg doordat er door de economische ontwikkeling steeds meer bedrijven zullen komen waar iets mis kan gaan.



Figuur 5.1: Langsdrempel in de Grensmaas bij Meers (foto: M. de la Haye).

5.2 Aanvullende informatie

- In het voorjaar en zomer zijn de effecten van calamiteiten naar verwachting groter dan in winter omdat veel (macrofauna) soorten dan in een gevoelig levensstadium verkeren (Stuijzand, 1999). In de Grensmaas is echter zomer en herfst de meest risicovolle periode omdat dan de laagste afvoeren voorkomen (minste verdunning). Op basis hiervan beoordelen we de zomer als meest risicovolle periode voor calamiteiten.
- Effecten ontstaan vaak door combinaties van factoren. Bijvoorbeeld door lage afvoer in combinatie met hoge temperatuur en een laag voedselgehalte (Foekema et al., 2008). Dit is een relevant punt omdat de meeste calamiteiten op de Maas in perioden van lage(re) afvoer optreden. In een rivier als de Maas zal de beschikbaarheid van voedingsstoffen niet snel een beperkende factor vormen voor het voorkomen van organismen (afgezien van een overmaat van voedingsstoffen).
- De beoordeling van de chemische waterkwaliteit volgens de KRW komt minder streng uit dan de beoordeling met de huidige MTR. Dit heeft twee redenen:
 - de normen zijn beter onderbouwd (gebaseerd op meer toxiciteitsgegevens) en op een andere wijze berekend.
 - de KRW beoordeling gaat uit van gemiddelde waarden in plaats van 90 percentielwaarden.
- Met de huidige chemische basiskwaliteit van het Maaswater moeten de doelen van de KRW volgens de KRW beoordeling gehaald kunnen worden. De calamiteiten veroorzaken echter af en toe een dusdanig effect op een populatie (gevoelige)

organismen, dat ze ongemerkt het behalen van de KRW doelen voor de Maas in de weg zouden kunnen staan. Hoe meer calamiteiten per jaar, hoe meer deze stelling valide is.

- Naast de chemische kwaliteit spelen ook nog andere factoren een rol. Deze factoren vormen samen met de calamiteiten een belasting op de populaties. Het totaal aantal belastingen op het ecosysteem zal moeten afnemen om calamiteiten beter te kunnen verwerken.
- Of een verbetering van de basiskwaliteit van de Maas leidt tot meer of minder effect van calamiteiten is de vraag: In een al verarmde levensgemeenschap zijn de gevoelige soorten al verdwenen en kan een calamiteit minder schade aanrichten dan in een watersysteem vol pareltjes. Andersom is een goed functionerend ecosysteem veerkrachtiger: er zijn meer refugia (vluchtplekken), meer bronnen voor herkolonisatie en meer individuen van doelsoorten. Beide zijn waar: in de monitoringsresultaten zal een calamiteit in een verarmd systeem minder terug te zien zijn. Maar een verarmd systeem blijft met het optreden van calamiteiten ook langer van het doel (ecologisch herstel) verwijderd.
- Er zijn aanwijzingen dat een afname van de voedselrijkdom soorten gevoeliger kan maken voor toxische stoffen (de Lange et al.,2005). Dit heeft te maken met de energievraag van detoxificatiesystemen. Bij een overmaat aan voedsel zal dit geen beperking vormen. In voedselarme situaties zouden deze soorten het echter kunnen afleggen tegen soorten die dit soort 'dure' extra's niet hebben.
- Het geregeld voorkomen van calamiteiten op de Maas kon wel eens de belangrijkste factor zijn die de terugkeer van gevoelige macrofaunasoorten verhindert (Stuijzand, 1999). De resultaten van de bemonsteringen lijken deze stelling niet te ondersteunen. Toch mag verwacht worden dat het herhaaldelijk optreden van calamiteuze situaties in de Grensmaas het ecologisch herstel van deze rivier ernstig in de weg staat. Effecten in het veld zijn alleen lastig aan te tonen omdat er zoveel tegelijk verandert en er geen referentierivier (zonder calamiteiten) naast ligt. Naar verwachting ligt de stelling van Stuijzand dan ook niet ver van de waarheid, met de toevoeging dat het om combinaties van factoren gaat. Als het maar één (beperkte) calamiteit per jaar was en er waren verder weinig belastingen, dan zou de impact naar verwachting minder groot zijn.

6. Aanbevelingen

De analyse van de calamiteiten en de huidige belasting op de Maas maakt het mogelijk aanbevelingen te formuleren voor het huidige en toekomstige beheer van de Maas.

6.1 Monitoring en alarmering bij calamiteiten

- Bemonster bij een alarmering als eerste de meest stroomopwaartse locatie (veelal Eijsden).
- Zoek macrofaunamonsters direct levend uit, zodat geconstateerd kan worden of individuen bij bemonstering levend of dood zijn.
- Als macrofauna monsters genomen worden bij een calamiteit, neem dan tegelijkertijd ook chemie monsters. Dit om te controleren of de stof op dat moment ter plekke wordt aangetroffen. Deze informatie kan ook gebruikt worden om de uitkomst van het Maas alarm model te verifiëren.
- Denk aan de juiste conservering van stoffen bij monsternamen, bijvoorbeeld bij cyanide verontreiniging (de pH moet omhoog gebracht worden om het in opgeloste vorm te houden (CN⁻) anders vervliegt het). Bij de calamiteit in augustus bestond in Wallonië de verdenking dat ook cyanide geloosd was. Dit kon echter niet bevestigd worden.
- Bemonster bij grootschalige vissterfte ook de jonge vis, om een indruk te krijgen van de schade onder juvenielen.
- Ook in een gedegen meetnet en analyse van de waterkwaliteit, bijvoorbeeld voor KRW, moeten extreme omstandigheden, zoals hoge of lage afvoeren, maar ook het optreden van calamiteiten opgenomen worden (van Gaans et al., 2008).
- Het huidige KRW-meetnet zou bijvoorbeeld lokaal verdicht kunnen worden om alle beheervragen van Rijkswaterstaat te kunnen beantwoorden. Voor vis op de Grensmaas voldoet momenteel het oevermeetnet. Hiermee kunnen echter alleen veranderingen groter dan een factor twee worden gesignaleerd (Winter et al., 2006).
- Door de monitoring van de Maas beter af te stemmen op calamiteiten staat men altijd gesteld om de effecten van een calamiteit te analyseren (Foekema et al., 2007). Een werkwijze kan zijn om wekelijks kunstmatig substraat uit te hangen en niet te analyseren totdat er een calamiteit is. Dit is beter dan alleen een aanvullende bemonstering op het moment dat er daadwerkelijk een calamiteit is, omdat er dan ook een nulmeting is. Wanneer bovendien de monsters van de voorgaande periode bewaard blijven is ook altijd een goede referentie in de tijd beschikbaar. Het is het belangrijk dat de huidige MWTL-monitoring overeind blijft. De jaarlijkse gegevens zijn nodig vanwege de grote natuurlijke variatie in de ecologische data.
- Bij de evaluatie van calamiteiten is het belangrijk niet alleen het proces analyseren, maar ook een inhoudelijke evaluatie doen. Dit zou kunnen bestaan uit een beknopte analyse en interpretatie van de bemonsteringsresultaten, toxiciteitgegevens en waargenomen of te verwachten ecologische effecten. Hiermee ontstaat een archief van de incidentele belastingen van het ecosysteem van de

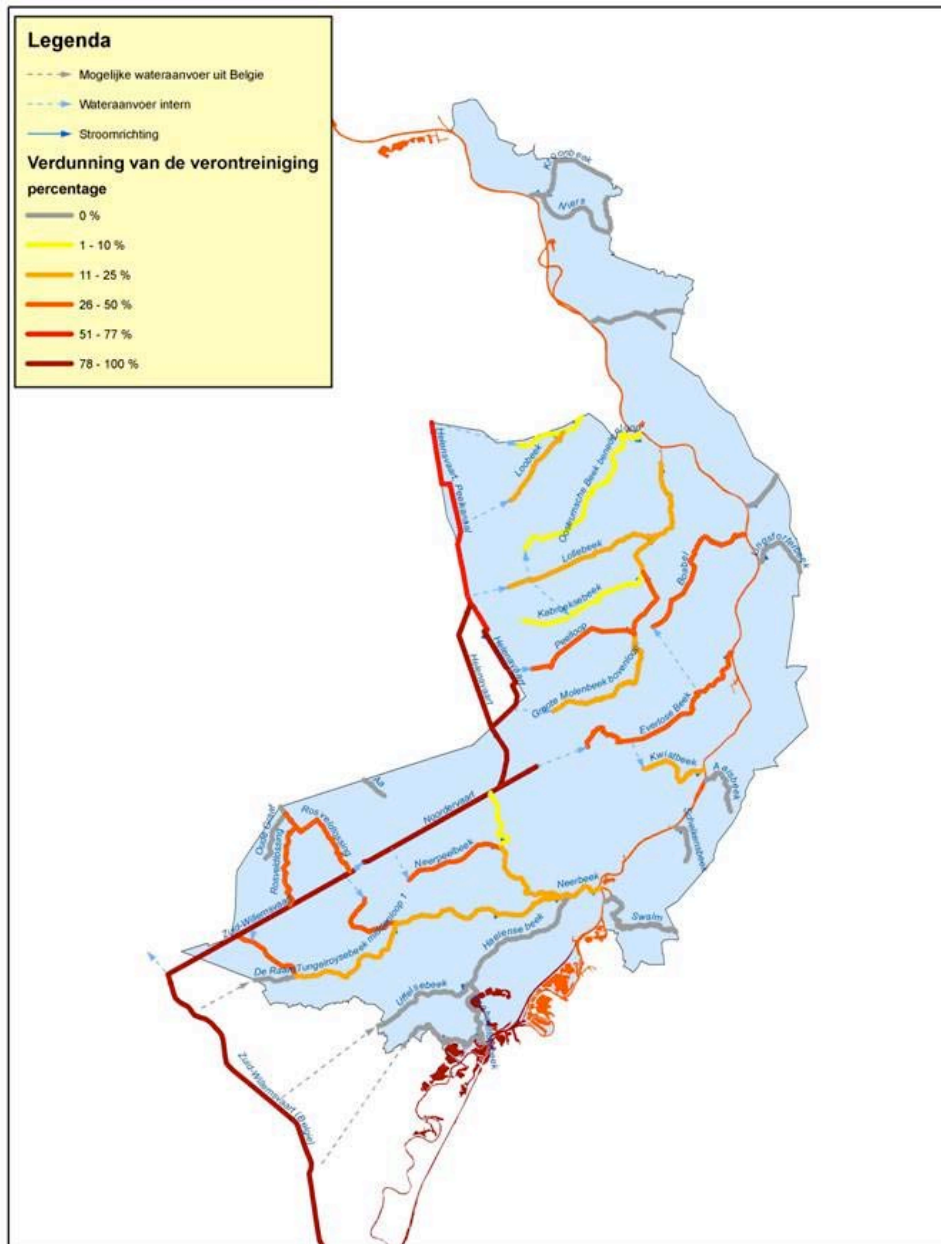
Maas wat inzicht geeft in de mate waarin calamiteiten een drukfactor vormen. Ook kan RWS aan de hand van deze analyses sneller inzicht krijgen in de mogelijke effecten van nieuwe calamiteiten. Betrek bij deze inhoudelijke evaluatie verschillende vakdisciplines zodat het inzicht geeft op alle relevante aspecten. Houd bij deze analyse van het effect van een calamiteit ook de voorgeschiedenis in beeld. In de Maas stapelen de incidenten zich immers in een jaar op.

- Houd bij de opzet van calamiteitenmonitoring rekening met de kwetsbare periode (voorjaar-zomer) en het optreden van lage afvoeren (zomer-najaar). Bijvoorbeeld door in deze perioden vaker te bemonsteren.
- Zet mosselmonitoring in bij alarmmelding. Leg ook de resultaten vast, ook al is er al een infraweb-melding (RIWA). Dit geeft informatie over de gevoeligheid van tweekleppigen voor betreffende calamiteit.
- Overweeg de inzet van een mosselmonitor bij meetstation Eijsden en aan de monding van de Jeker. Hiervoor zijn veelbelovende systemen in ontwikkeling (Kamps-Mulder pers. com.) die echter nog niet voldoende uitgetest zijn op de Maas of de Rijn.
- Overweeg gedifferentieerde alarmwaarden (Belzen et al., 2007). De gevoeligheid voor toxische stoffen verschilt immers per levensstadium en per soort.
- Evalueer en rapporteer weer jaarlijks enkele belangrijke monitoringsparameters uit het MWTL-meetnet. Sinds het beëindigen van de reeks MWTL rapporten met jaarrapportages en watersysteemrapportages en Trends in Water zijn deze gegevens alleen nog maar als losse data beschikbaar. Er is echter behoefte aan directe beschikbaarheid van geanalyseerde data, van zowel de KRW beoordeling als de trends van stoffen en organismen per watersysteem.

6.2 Rivierbeheer

- Breidt de internationale samenwerking bij calamiteiten uit: niet alleen elkaar infomeren, maar ook samenwerken bij de verdere aanpak en afhandeling. In België is bijvoorbeeld een studie gedaan naar de ecologische effecten van de calamiteit in augustus, ter voorbereiding op de schadeclaim. Hier is Nederland verder niet bij betrokken geweest.
- Vanuit ecologisch oogpunt is het wenselijk lozingsvergunningen af te stemmen op maatgevend laagwater. Dit is namelijk de kritische situatie voor veel soorten. De immisietoets voor de WVO vergunning voor de lozing van DSM (Waterschap Roer en Overmaas) is nu gebaseerd op een afvoer van 100 m³/s. Dit water komt via de Ur in de Grensmaas terecht, waar de afvoer het grootste deel van de zomer en herfst (veel) lager is dan 100 m³/s. Rijkswaterstaat gaat bij vergunningverlening dan ook uit van het 10-percentiel van het debiet. Voor de Maas komt zo'n benadering uit op een maatgevende afvoer van 21 m³/s.
- Investeringsen om de waterkwaliteit van de Maas te verbeteren zouden zich moeten richten op het voorkómen van incidenten. Dit in toevoeging op de reguliere inspanningen om de algemene waterkwaliteit te verbeteren (Stuijzand, 1999). REACH kan hierin een rol spelen.

- Toets de effecten van beheer, aanleg van werken en niet alleen aan de NB-wet (Natura 2000), maar ook op de effecten op het KRW-doelbereik. Het zijn immers de effecten van alle afzonderlijke belastingen en ingrepen samen die de ecologische kwaliteit bepalen.
- Communiceer geplande werkzaamheden ook internationaal en regionaal. Zo kan voorkomen worden dat verschillende beheerders tegelijk aan het systeem gaan sleutelen en effecten accumuleren.
- Wellicht is het mogelijk in geval van een calamiteit het Maaswater via de kanalen af te voeren. Waarschijnlijk komt het Julianakanaal hiervoor het meest in aanmerking, aangezien het water uit de Brabantse kanalen ook voor de voeding van onder meer de Peel wordt gebruikt. Omdat in de kanalen minder gevoelige soorten voorkomen en de doelen minder ambitieus zijn, kunnen de verontreinigingen hier minder schade aanrichten. Waterschap Peel en Maasvallei past een vergelijkbare maatregel toe door de inlaat van Maaswater in de Noordervaart bij Nederweert af te sluiten bij incidenteel slechte waterkwaliteit (Zwart, pers. com.). Hiermee voorkomt het waterschap dat verontreinigd water de kwetsbare beeksystemen instroomt. De technische mogelijkheden van zo'n noodoplossing op de Maas zijn in deze studie niet onderzocht. De effecten van het droogzetten van de Grensmaas zullen in zo'n situatie ook aanzienlijk zijn. Daarom is het omleiden van Maaswater alleen een optie bij grote calamiteiten met zeer ernstige bedreigingen van de ecologie.



Figuur 6.1: Voorbeeld van de mogelijke verspreiding van een fictieve verontreiniging op de Maas in het beheergebied van Waterschap Peel en Maasvallei. De berekening is uitgevoerd met behulp van de waterbalans uit de KRW-verkenner. Het gebruikte model is nog niet gecalibreerd. Voor de berekening is uitgegaan van de gemiddelde zomerafvoer in 2004. De beginconcentratie bij Borgharen is gesteld op 100%. Deze concentratie neemt in het systeem uitsluitend af door verdunning. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten aangehouden: De vreemde stof is fictief en gedraagt zich conservatief, d.w.z. er is geen omzetting en geen binding (retentie). De vreemde stof is alleen in Borgharen toegevoegd (geen andere bronnen). Het water komt in dit model alleen via de Zuid-Willemsvaart het beheersgebied binnen (dus niet uit België). NB: het gaat hier slechts om een globale indicatie van de invloed van een calamiteit in Maaswater op een regionaal watersysteem (bron: Waterschap Peel en Maasvallei).

6.3 Kennisleemtes

Kennisleemtes zijn er altijd. De vraag is in dit geval welke kennis cruciaal is om meer inzicht te krijgen in de omvang van de effecten van calamiteiten op het ecosysteem van de Maas en de ecologische doelen die we voor ogen hebben. Dit zijn naar onze mening de belangrijkste kennisvragen die beantwoord zouden moeten worden om meer grip te krijgen op calamiteiten:

- Wat gebeurt er in het veld? De toxicologisch informatie is gebaseerd op testen in het laboratorium. Er is weinig bekend van toxicologie in het veld: de gecombineerde effecten van verontreinigingen en de effecten van toxische stoffen bij verschillende (milieu) omstandigheden. Ook is weinig bekend van de effecten op de kenmerkende riviersoorten omdat de meeste stoffen op standaard proefdieren als daphnia's getest zijn. Toxische effecten op Daphnia's zijn niet altijd representatief voor de effecten op deze soorten (Stuijzand, 1999). Dit maakt het ook speculatiever om een inschatting doen van de verwachte effecten op de soortensamenstelling. Dit zijn factoren die onontbeerlijk zijn om verwachte effecten op het ecosysteem goed te kunnen inschatten. Alternatief is, zoals nu gebeurt, de relevante soortgroepen bemonsteren en daar veranderingen in signaleren. Door de grote variatie blijft het echter vaak lastig hier duidelijk causale verbanden te vinden.
- Er zijn weinig bruikbare metingen tijdens calamiteiten gedaan (met nulmeting vooraf), zodat we slecht weten wat er precies gebeurt bij subletale calamiteiten. Om meer grip te krijgen op de effecten van calamiteiten zouden een paar goede meetcampagnes kunnen helpen.
- Omdat we onvoldoende weten van het gedrag van organismen bij subletale calamiteiten, weten we ook niet goed of zijwateren, zoals strangen of plassen, een refugium kunnen vormen tijdens ongunstige omstandigheden. We weten ook niet in welke mate stoffen bij een calamiteit de zijwateren binnendringen. Dit soort gedragseffecten is echter lastig te onderzoeken. Ook hiervoor geldt dat bemonstering van deze watertypen voor en na een calamiteit inzicht kan geven.
- We zijn nog niet goed in staat om in geval van een calamiteit snel de ecologische schade om te rekenen naar economische schade. Het is mogelijk, in geval van schade aan het watersysteem, een schadevergoeding te claimen bij de veroorzaker. In het geval van de calamiteit in augustus 2007 is dit in België gedaan door de visschade te berekenen en de kosten voor het opnieuw uitzetten van deze hoeveelheden vis te berekenen. In dit geval werd 350.000 Euro door Chimac uitgekeerd en 350.000 Euro vergoed uit een EU-subsidie (bijlage 13). Voor minder opvallende schade is dit lastiger te berekenen. Aanknopingspunt kan zijn de schade aan de investeringen die Nederland heeft gedaan voor het ecologisch herstel. Door een protocol voor te bereiden voor de berekening van economische schade kan in geval van een calamiteit sneller gereageerd worden.
- De effecten van de DSM-lozing via de Ur zouden in het veld onderzocht kunnen worden. Meetgegevens kunnen onderbouwen of wijzigingen op dit punt wenselijk zijn. Eventueel zou ook de mogelijkheid onderzocht kunnen worden om het lozingspunt naar het Julianakanaal te verplaatsen. Daar zijn minder gevoelige soorten aanwezig en zijn de KRW-doelen minder ambitieus.

- Omdat er geen evaluaties meer worden gepubliceerd van de MWTL-monitoringsgegevens, hebben waterbeheerders op het moment van een calamiteit geen overzicht van de actuele stand van zaken, trends en ontwikkelingen in de waterkwaliteit en ecologische kwaliteit. Dit bemoeilijkt een snelle analyse van de eventuele effecten.



Figuur 6.2: Bij Kerkeweerd (B) worden de oevers grootschalig verlaagd in het kader van het Vlaamse project 'Levende Grensmaas'. (foto M. de la Haye)

7. Literatuur

- Bannink, A (red.) (2009). De kwaliteit van het Maaswater in 2008. RIWA-rapport
- Beek, M.A., J.L. Maas & M. Greijdanus (2004). Ecotoxicologische & Ecologische Monitoring Maas (EMMA-water).
- Beketov M.A., Schäfer R.B., Marwitz A., Paschke A., Liess M. (2008). Long-term stream invertebrate community alteration induced by the insecticide thiacloprid: effect concentrations and recovery dynamic. *Science of the Total Environment*, 405(1-3): 96-108.
- Beketov M.A. & M. Liess (2008). An indicator for effects of organic toxicants on lotic invertebrate communities: Independence of confounding environmental factors over an extensive river continuum. *Environmental Pollution* 156(3): 980-987.
- Buchwalter, D.B., J.J. Jenkins & L.R. Curtis (2003). Temperature influences on water permeability and chlorpyrifos uptake in aquatic insects with different respiratory strategies. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 22 (11): 2806–2812.
- Bij de Vaate. A., A. Naber & M. Klaas (1988). Biologisch veldonderzoek naar effecten van een cadmiumcalamiteit in de Maas, 23 t/m 25 november 1988. DBW/RIZA Werkdocument 88.100x
- Bij de Vaate, A. (2008). Handboek voor voor ecologisch onderzoek bij thermische belasting van oppervlaktewateren. *Waternatuur*, Rapport nr.: 2008/03.
- Borthwick, P.W. , J.M. Patrick, & D.P. Middaugh (1985). Comparative Acute Sensitivities of Early Life Stages of Atherinid Fishes to Chlorpyrifos and Thiobencarb. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 14 (4): 465-473.
- Boudewijn, T.J., G.J. van Geest, S. Vleeming & J.L. Spier, 2006. Ecologische kennis Rijn-Maasmonding op peil. Deelproject: eisen van soorten in beeld. Rapport 06-274. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Breukel, R.M.A. (1992). waterkrachtcentrale Borgharen. Effecten op de zuurstofhuishouding. RIZA-notanr. 92.136x. Rijkswaterstaat/RIZA, Lelystad.
- Buijse, A. D. F.H. Wagemaker, J.S. Bouwhuis, M. Ohm (2008). Verantwoordingsrapportage Afleiding Ecologische Doelen Rijkswateren.
- Canton, S.P., L.D. Cline, R.A. Short & J.V. Ward, (1984). The macroinvertebrate and fish of a Colorado stream during a period of fluctuating discharge. *Freshwater Biology*, 14: 311-316.
- Carr, R. L., L.L. Ho & J.E. Chambers (1997). Selective toxicity of chlorpyrifos to several species of fish during environmental exposure: biochemical mechanisms. *Environmental Toxicology and Chemistry*: 2369–2374.
- CIW (2000). Normen voor het waterbeheer: achtergronddocument NW4.
- Crombaghs, B., R. Akkermans, R. Gubbels & G. Hoogerwerf (2000). Vissen in Limburgse beken; de verspreiding en ecologie van vissen in stromende wateren in Limburg. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht.
- Crombaghs, B., M. Dorenbosch, R. Gubbels & J. Kranenburg (2007). Nederlandse Rivierdonderpad uit de Habitatrichtlijn bestaat uit twee soorten. *De Levende Natuur*, jrg.108/6, pp. 248-251.
- CSD (2008). Etude d'incidences sur l'environnement Ville de Visé. Renouveau du permis d'environnement de la centrale hydroélectrique de Lixhe. Rapport final. Bruxelles
- De Laak, G.A.J. (2007). Kennisdocument Zalm. *Salmo salar* (Linnaeus 1758). Kennisdocument 6, Sportvisserij Nederland.

- De la Haye, M.A.A. (1991). Groei en overleving van Vlottende Waterranonkel (*Ranunculus fluitans*) in de Maas: transplantatie en semi-veldexperimenten. RIZA nota 92.017. EHM reeks nr. 2.
- De la Haye, M.A.A. (1994). Heeft Vlottende waterranonkel een toekomst in de Grensmaas? EHM-rks nr. 18.
- De la Haye, M.A.A. (1994). De invloed van stroomsnelheid op de aangroei van benthische algen en de aanhechting van Maasslip op kunstmatig substraat in stroomgoten. Reports of the project Ecological rehabilitation of the river Meuse, Nr. 19-1994. RWS, RIZA, Arnhem.
- De Lange, H.J., J. de Jonge & E.T.H.M. Peeters (2005). Draagkracht in het rivierengebied voor vogels en vissen; productie van macrofauna in relatie tot sedimentverontreiniging en voedsel. RIZA rapport 2005.002; AKWA rapport 05.004; ISBN 9036957117.
- De Vocht, A. & E. Baras (2004). Effect of hydropeaking on migrations and home range of adult barbel (*Barbus barbus*) in the river Meuse. Aquatic telemetry; advances & applications. 1-10
- Duijts, O.W.M. & K. Fockens (2009). Analyse van drie macrozoöbenthosmonsters van locatie Grave, rondom een chloorpyrifoscalamiteit in augustus 2007, Rapport 2009-099 Koeman en Bijkerk bv.
- Ecofide (2009). Biologische monitoring als onderdeel van een toetsingskader voor gewasbeschermingsmiddelen. In opdracht van: Rijkswaterstaat Waterdienst. Projectnr. 14.
- Eriksson S.P. & J.M. Weeks (1994). Effects of copper and hypoxia on two populations of the benthic amphipod *Corophium volutator* (Pallas). *Aquat Toxicol* 29:73-81.
- Ertsen, A.C. D., A.E. Knobben, W. Liefveld, J. Olthof (red.) (2000). De zuurstofhuishouding in de Grensmaas, analyse van veldmetingen in de zomerperiode en relaties met macro-evertibraten en vissen. Rapport van het project "Ecologisch Herstel Maas". Rapport nr. 33-2000
- Foekema, E.M., D.M.E. Slijkerman & N.H.B.M. Kaag (2007). Mogelijke oorzaken *Corbicula* sterfte in de Maas : een verkennend onderzoek naar beschikbare informatie in 2006.
- Foekema, E., O. van Hulst, B. Reeze (2008). Massale sterfte onder Aziatische korfmosselen in de Maas. *H2O* 41(2008)3: 45 - 48.
- Fraunhofer-Institut Umweltchemie und Ökotoxikologie (1999) Revised Proposal for a List of Priority Substances in the Context of the Water Framework Directive (COMMPS Procedure)
- Hellawell, J.M. (1986). Biological indicator of freshwater pollution and environmental management. Elsevier, London.
- Hendriks, A.J., J.L. Maas-Diepeveen, A. Noordsij en M.A. van der Gaag (1994). Monitoring response of XAD-concentrated water in the Rhine delta: a major part of the toxic compounds remains unidentified. *Wat. Res.* 28(3), 581-598.
- Hernández, E., J. Carmona & G. Schmidt (2004). Report on the situation of the Aznalcóllar Mine and the Guadiamar Green Corridor. WWF/Adena.
- Heugens, E.H.W. (2003). Predicting effects of multiple stressors on aquatic biota. Proefschrift UvA ISBN 90-76894-40-X.
- Howe, G.E., L.L. Marking, T.D. Bills, J.J. Rach and F.L. Mayer (1993). Effect of water temperature and pH on toxicity of terbufos, trichlorfon, 4-nitrophenol and 2,4-dinitrophenol to the amphipod *Gammarus pseudo limnaeus* and rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *Environmental Toxicology and Chemistry*: 51-66.

- IKSR/KHR Expertengroep (1993). Alarmmodell Rhein, Ein Modell für die operationelle Vorhersage des Transportes von Schadstoffen im Rhein. Eds. M. Spreafico & A. van Mazijk. KHR Bericht Nr. I-12. ISBN 90-70980-18-5.
- IMC (2004). Rapport over de kwaliteit van de Maas. Internationale MaasCommissie, Luik, 103p.
- Kangur K., A. Kangur, P. Kangur, R. Laugaste (2005). Fish kill in Lake Peipsi in summer 2002 as a synergistic effect of a cyanobacterial bloom, high temperature, and low water level. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Biology Ecology* 54(1), p. 67-80.
- Kerkum, L.C.M., A. bij de Vaate, D. Bijstra, S.P. de Jong & H.A. Jenner (2004). Effecten van koelwater op het zoete aquatische milieu. RIZA rapport 2004.033, ISBN 9036956919.
- Klink, A. & A. bij de Vaate (1994). De Grensmaas en haar problemen zoals blijkt uit hydrobiologisch onderzoek aan makro-evertebraten. *Hydrobiologisch Adviesbureau Klink bv Wageningen, Rapporten en Mededelingen* 53.
- Krijgsveld, K.L., R.R. Smits & J. van der Winden (2008). Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie. Rapport 08-173. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- McCloskey, J.T. & J.T.E. Oris (1991). Effect of Water Temperature and Dissolved Oxygen Concentration On the Photo-Induced Toxicity of Anthracene to Juvenile Bluegill Sunfish (*Lepomis macrochirus*). *Aquatic Toxicology* 21 (3/4): 145-156.
- Milieu- en Natuur Planbureau (MNP) (2004). Van inzicht naar doorzicht. Beleidsmonitor water, thema chemische kwaliteit van oppervlaktewater. ISBN 90-6960-112-5
- Lelek, A. & C. Köhler (1990). Restoration of fish communities of the Rhine river two years after a heavy pollution wave. *Regulated rivers: research & management* 5, p. 57-66
- Lengkeek, W. & W. Liefveld (2009). Analyse visstandgegevens Grensmaas. Onderzoek naar effecten van een calamiteit in 2007. Bureau Waardenburg rapport nr. 09-150
- Liefveld, W.M., K. van Looy & K.H. Prins (2001). Biologische monitoring zoete rijkswateren. Watersysteemrapportage Maas 1996. RIZA rapport 2000.056. RWS, RIZA / Instituut voor Natuurbehoud, Lelystad / Brussel.
- Liefveld, W.M. & P. Jesse (2006). Minimale afvoer van de grensmaas : inschatting van ecologische effecten met Rhasim. RWS RIZA rapport 2006.015
- Liefveld, W.M. & G. Van Voorden (2007). Drempels in de Grensmaas voorkomen verdroging. Door rivierverruiming daalt grondwaterstand. *Trends in Water* (21)
- Nijs, A.C.M., de, A. Driesprong, H.A. den Hollander, L.R.M. de Poorter, W.H.J. Verweij, J. A. Vonk & D. de Zwart (2008). Risico's van toxische stoffen in de Nederlandse oppervlaktewateren. RIVM Rapport 607340001/2008.
- NRC Webpagina's 4 AUGUSTUS 2000
<http://www.nrc.nl/W2/Nieuws/2000/08/04/Vp/05.html>
- Paetzold A., C. Yoshimura & K. Tockner (2008). Riparian arthropod responses to flow regulation and river channelization. *Journal of Applied Ecology* j.1365-2664.2008.01463.
- Peeters, E.T.H.M. (2001) Benthic macroinvertebrates and multiple stressors; quantification of the effects of multiple stressors in field, laboratory and model settings. Proefschrift Wageningen Universiteit.

- Peñailillo, R.B., Y. Morales & E. Meijers (2008). Insecticide contamination of the River Meuse in August 2007. Risk Assessment on the basis of MAM calculations. Report Deltares Q4489.00.
- Peñailillo, R. & T. van den Beld (2009). Effecten van klimaatverandering op de watertemperatuur en de consequenties daarvan voor de visecologie en drinkwaterproductie. Deltares, Delft Cluster. Rapport 1002020.001.
- Peters, B. & A. De Vocht (2005). Effectbeoordeling van grinddrempels op beschermde soorten en habitattypen in de bedding van de Grensmaas. In opdracht van Maaswerken. Bureau Drift, Berg en Dal.
- Peters, B. & G. Kurstjens (2008). Maas in Beeld. Succesfactoren voor een natuurlijke rivier. Syntheserapport 99 pp.
- Philippart, J.C. (2008). Pistes pour un plan de restauration écologique et piscicole de la Meuse Liegeoise apres la pollution Chimac-Agriphar de debut aout 2007. Version du 10 fevrier 2008.
- Pieters, B.J. (2007). Daphnid populations responses to pesticides. Proefschrift UvA. ISBN 978-90-76894-68-3.
- Pusey, B.J. A.H. Arthington & J. McLean (1994). The effects of a pulsed application of chlorpyrifos on macro-invertebrate communities in an outdoor artificial stream system. *Ecotoxicology and environmental safety* 27: 221-250.
- Reeze, A.J.G., A.D. Buijse & W.M. Liefveld (2005). Weet wat er leeft langs Rijn en Maas. Ecologische toestand van de grote rivieren in Europees perspectief. Riza rapport 2005.010. RIZA, Lelystad.
- Rijkswaterstaat (2008), Ontwerp beheer en ontwikkelplan Rijkswateren, werken aan een robuust watersysteem.
- Rijkswaterstaat (2009), Beheer en ontwikkelplan Rijkswateren 2010-2015, werken aan een robuust watersysteem.
- Rijkswaterstaat (2009) 1. Beheerplan Natura 2000 Grensmaas 2009-2015. Ontwerp beheerplan.
- RIWA-Maas (2008). De kwaliteit van het Maaswater in 2007: jaarrapportage. <http://www.riwa-maas.nl/download/nl/nieuws/61.pdf>
- Rotteveel, S. J. Van Steenwijk, J.P. van den Beuken (2009). Het water bewaakt: Rijkswaterstaat monitort waterkwaliteit van Rijn en Maas. *Visionair* nr. 11 maart 2009: 21-23.
- Ruiter, H. & H. Leushuis (2009). Brondocument Waterlichaam Grensmaas (NL91_GM).
- Semmekrot, S., van der Straten, J.W.H. & Kerkhofs, M.J.J. (1997). Literatuuronderzoek naar de ecologische effecten van lage afvoeren en afvoerfluctuaties. Rapport van het project "Ecologisch Herstel Maas". Rapport nr. 30-1997
- Sola, C. M. Burgos, A. Plazuelo, J. Toja, M. Plansa & N. Prata (2004). Heavy metal bioaccumulation and macroinvertebrate community changes in a Mediterranean stream affected by acid mine drainage and an accidental spill (Guadamar River, SW Spain). *Science of the Total Environment* 333 (2004) 109– 126.
- Spier, J.L., P. Schouten & S. Vleeming (2006). Passende beoordeling Grensmaas. De effecten van de aanleg van grinddrempels in de Grensmaas. Rapport 06-032. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Stuijzand, S., W. Liefveld & J. de Jonge (2004). Natuurontwikkeling op verontreinigde grond in het rivierengebied. Vuistregels voor het beperken van doorvergiftiging. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Lelystad.
- Stuijzand, S.C. (1999). Variables determining the response of onverteerbare species to toxicants. A case study on Van the river Meuse. Thesis University of Amsterdam, the Netherlands.

- Vallenduuk, H. (2007) Rapportage macrofauna analyse n.a.v. Maas calamiteit voorjaar 2007.
- Van Thuyne, G. & Breine, J. (2009). Visbestandopnames in Vlaamse beken en rivieren in het kader van het 'Meetnet Zoetwatervis' 2008. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2009 (rapportnr. 32). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. D/2008/3241/036, INBO.R.2009.32, ISSN: 1782-9054
- Van Belzen, J., P. van Berkel, S. Paul & S. Roodenburg (2007). Optimalisatie van de interpretatie van meetgegevens uit de waterkwaliteitsbewaking bij Eijsden. Eindrapport M22. In company milieuvadvis.
- Van Emmerik, W.A.M. & H.W. de Nie (2006). De zoetwatervissen van Nederland. Ecologisch bekeken. Sportvisserij Nederland, Bilthoven. ISBN: 90-810295-1-7
- Van der Molen, D.T. & Pot, R. (2008). Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water. STOWA-rapport nr.32, RWS-WD-rapport nr. 18
- Van der Grinten, E., N. Evers & J. Vos (2008). Afleiding temperatuurnorm bij de goede ecologische toestand voor de grote rivieren. H2O (4) pp. 27-29.
- Van Gaans, P., J. Joziase, G. Klaver, I. Bakker, H. Rijnaarts (2008). Propagation of elevated cadmium contents of suspended particulate matter in the Dutch part of the Meuse River. Poster Sednet-conference 2008.
- Van den Berg, G. S. de Rijk, A. Abrahamse en L. Puijker (2007). Bedreigende stoffen voor drinkwater uit de Maas. RIWA-Maaas, KWR 07-055
- Van der Geest, H.G., S.C. Stuijzand, M.H.S. Kraak & W. Admiraal (1997). Impact of a diazinon calamity in 1996 on the aquatic macroinvertebrates in the River Meuse, the Netherlands. Neth. J. Aquat. Ecol. 30(4), 327-330.
- Van Kessel, N., M. Dorenbosch, F. Spikmans, J. Kranenbarg & B. Crombaghs (2008). Jaarrapportage actieve vismonitoring zoete Rijkswateren. Samenstelling van de visstand in de grote rivieren gedurende het winterhalfjaar 2007-2008.
- Van Looy, K. (2009). Evaluatie ecologische monitoring grinddrempels. INBO.A.2009.54
- Van Looy, K. H. Jochems, S. Vanacker & E. Lommelen (2007). Hydropeaking impact on a riparian ground beetle community. River research & Applications vol. 23: 223-233.
- Van Looy, K., G. Kurstjens & B. Peters (2009). Maas in Beeld. Resultaten van 15 jaar ecologisch herstel. Vlaamse Maasvallei. pp 150
- Van Vliet, M. & G. Zwolsman & J. Joziase (2008). Effecten van klimaatverandering op de waterkwaliteit in de Rijn en Maas. 2008-U-R0629/A
- Verbeek P.J.M. (1996). Waterplanten in de Grensmaas 1996: inventarisatie en standplaatskarakterisering, Bureau Natuurbalans & Limes Divergens i.o.v. RWS RIZA.
- Verwey J. (1973). Het milieu en de koelwatertemperatuur van elektrische centrales. Uitgave Stichting. Natuur en Milieu, reeks Natuur en Milieu, nr 2.
- VROM (2004). Regeling milieukwaliteitseisen gevaarlijke stoffen oppervlaktewateren. Uit: Staatscourant 22 december 2004. nr. 247 / pag. 34.
- Van der Burg, M.C., J.G.M. Rademakers, A. Klink & J.H.T. Lucassen (2001). Slib in het zomerbed van de maas, kwantitatieve aspecten in relatie tot ecologische ontwikkeling. Reports of the project Ecological rehabilitation of the river meuse. Nr 32-2001. RWS, RIZA directie Limburg, Maastricht.

- Vulink, J.T., K. Van Looy & A. Van Braeckel (2008). Grensmaas. Ecologische monitoring 1ste fase mitigatie twee grinddrempels ter hoogte van Meers. april 2007, DMW 2007/1587
- Vituki (2002). Institute for Water Pollution Control. INTERNATIONAL COMMISSION FOR THE PROTECTION OF THE DANUBE RIVER. Joint Danube Survey: Investigation of the Tisza River and its tributaries Final Report May 2002.
- Willems, D. (2001). The recovery of the ecological corridor of the river Guadiamar (Spain); the effects of a mine disaster on the macro-invertebrate community after two years. Aquatic Ecology and Water Quality Management group no. 004/2001.
- Winter, H.V., W. Dekker & J.J. de Leeuw (2006). Optimalisatie MWTL vismonitoring. Rapportnr C052/06. Imares, IJmuiden.
- Wit, M. de (2008). Van regen tot Maas, grensoverschrijdend waterbeheer in droge en natte tijden. ISBN 9789085712305.
- Zwolsman, G. & F. van Vliet (2007). Effect van een hittegolf op de waterkwaliteit van de Rijn en de Maas. H2O (22): 41-44 .

BIJLAGEN

Bijlage 1: Geraadpleegde experts

Naam	Organisatie	Onderwerp
Alain de Vocht	Universiteit van Hasselt	Calamiteit Chimac + effecten
Jean-Claude Philippart	Universiteit van Luik	Ecologische toestand Waalse Maas na de calamiteit
Jean-Pierre Van den Bossche	Direction générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement DGARNE	Ecologische toestand Waalse Maas na de calamiteit
Kris van Looy	Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek	Effecten drempels
Jaap-Willem Bakker	RWS Limburg	Droogleggen Maas voor drempelaanleg
Bram bij de Vaate Xavier Rollin	Waterfauna Service de la Pêche (Wallonie)	Historische calamiteiten Ecologische toestand Waalse Maas na de calamiteit, effecten 2-kleppigen
Detlev Ingendahl	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW	Historische calamiteiten
Dju Bijstra Barry Pieters	RWS Waterdienst Grontmij AquaSense	Temperatuur en koelwater Lange termijn effecten van stoffen op organismen
Edwin Peeters Margriet Beek Frank Spikmans Gerard de Vries Rob Gubbels	WUR RWS Waterdienst RAVON RWS WD WS Roer en Overmaas	Multiple stress bij macrofauna Normen en ecotoxicologie MWTL monitoring vissen 2007 Behandeling calamiteit in IMC Waarnemingen vis bij lage afvoeren oktober 2007
Carlo Rutjes Gabriel Zwart	Grontmij AquaSense Waterschap Peel en Maasvallei	Effecten toxische stoffen op vis Effecten Maaswater op regionale wateren

Bijlage 2: Overzicht calamiteiten 2007

Incidenten en meldingen met betrekking tot de Maas bij RWS Limburg in 2007 (samengesteld uit gegevens van infra-web, e-mail wisseling tussen vissers, RWS, VMM, RIZA, experts etc.).

calamiteiten 2007				
april	datum	gebeurtenis/actie	resultaat	bron
	18/04/2007	chemische meting (CAL01)	6 bestrijdingsmiddelen (zie blad 2)	aqualarm
	20/04/2007	chemische meting (CAL02)	6 bestrijdingsmiddelen (zie ook blad 2)	aqualarm
	20/04/2007	Alarm Maas 20/21-04-07 Daphniasysteem (CAL02), water monsters geanalyseerd	chloropyrifos gemeten 1,6 ug/l / TOX-index >10 / in maas monsters lijken vlokreeften te ontbreken (zie blad 4)	aqualarm
	24/04/2007	extra macrofauna monsters genomen Grave km 171 stenen		Marianne Grejdanus
	25/04/2007	ICM macrofaunabemonstering Eijsden km 5, Belfeld km 99 en Keizersveer km 247 KMS		Marianne Grejdanus
	25/04/2007	extra macrofauna monsters genomen Eijsden km 5 en Belfeld km 99		Marianne Grejdanus
	26/04/2007	ICM macrofaunabemonstering Keizersveer km 247 KMS		Marianne Grejdanus
	26/04/2007	extra macrofauna monsters Keizersveer km 247 KMS		Marianne Grejdanus
mei	29/04/2007	chemische meting (CAL03)	SAMOSonbekende stof 4,3 ug/l	overzicht calamiteiten 2007
	02/05/2007	extra macrofauna monsters genomen Grave km 171 en Keizersveer km 247 stenen	idem	Marianne Grejdanus
	07/05/2007	chemische meting (CAL04)	SAMOSonbekende stof 4,2 ug/l	overzicht calamiteiten 2007
	08/05/2007	extra macrofauna monsters genomen Grave km 171 stenen	idem	Marianne Grejdanus
	21/05/2007	ICM macrofaunabemonstering Keizersveer km 247 KMS	idem	Marianne Grejdanus
	25/05/2008	chemische meting (CAL05)	SAMOSonbekende stoffen 51,0 ug/l en 16,4 ug/l	overzicht calamiteiten 2007
	27/05/2007	ICM macrofaunabemonstering Keizersveer km 247 KMS	idem	Marianne Grejdanus
	30/05/2007	extra macrofauna monsters genomen Grave km 171 stenen	idem	Marianne Grejdanus
	30/05/2007	ICM macrofaunabemonstering Belfeld km 99 KMS	idem	Marianne Grejdanus
	juni	03/06/2007	chemische meting (CAL06)	SAMOSonbekende stoffen 9,6 ug/l en 3,4 ug/l
	17/07/2007	chemische meting (CAL07)	SAMOSonbekende stof 4,3 ug/l	overzicht calamiteiten 2007
juli	31/07/2007	lozing 64 (65?) kg chloorpyrifos en 12 kg cypermethrin door Chimac- Agrphar bij Ougrée (40 km bovenstrooms van Eijsden)		
augustus	03/08/2007	melding lozing?		?
	03/08/2007	Alarm ering 10.00 uur daphnia	chloropyrifos gemeten 5,3 ug/l (zie blad 3)	aqualarm
	03/08/2007	macrofauna monsters genomen bij Grave	eerste screening lieten vlokreeften zien niet verder uitgezocht of gedeterm ineerd	Marianne Grejdanus
	04/08/2007	Alarm ering 04.00 uur daphnia (CAL08)	chloropyrifos gemeten 3,1 ug/l / TOX-index >10	aqualarm
	04/08/2007	advies niet zwemmen, geen consumptie vis		http://www.nu.nl/news/1182830/10/rss/Rijksverheid_niet_zwemmen_in_de_Maas.html
	05/08/2007	Alarm ering 10.00 uur daphnia (CAL08)	chloropyrifos gemeten 2,1 ug/l	aqualarm
	05/08/2007	Melding vissterfte in de Maas in NL (max 25 exemplar melding)	geen actie ondernomen vanwege lage aantallen	?
	05/08/2007	negatief zwem advies ingetrokken		http://www.volkskrant.nl/binnenland/article450380.ece/Gif_in_Maas_leid_tot_zwemmen_versverbod
	06/08/2007	gedragsverandering daphnia	chloropyrifos gemeten 1,6 ug/l	aqualarm
	06/08/2007	gedragsverandering daphnia	chloropyrifos gemeten 1,6 ug/l	aqualarm
	07/08/2007	Daphnia's geven een rustiger beeld. 04.00-10.00 uur Vanaf 11 uur neemt de activiteit van de daphnia's weer af (inzet 6-08-07 15.00 uur)	chloropyrifos gemeten 0,5 -0,9 ug/l	aqualarm
	08/08/2007	Daphnia's geven een rustiger beeld.	chloropyrifos gemeten 0,2 ug/l	aqualarm
	10/08/2007	melding vissterfte in de Maas in NL	opruim actie en inventarisatie (zie blad 4)	?
	14/08/2007	chemische meting (CAL09)	autovegrom onbekend 3,2 ug/l	overzicht calamiteiten 2007
	16/08/2007	macrofauna monsters genomen bij Grave	eerste screening lieten vlokreeften zien niet verder uitgezocht of gedeterm ineerd	Marianne Grejdanus
	16/08/2007	chemische meting (CAL10)	SAMOSonbekend 3,9 ug/l	overzicht calamiteiten 2007
	22/08/2007	macrofauna monsters genomen bij Grave	eerste screening lieten vlokreeften zien niet verder uitgezocht of gedeterm ineerd	Marianne Grejdanus
september	20 tot 29/9/2007	3,5 m 3/s 4 uur laagwater op Grensmas door vullen stuwpanden	extreem lage waterstanden in de Grensmas	mail Harriet Bakker
	29/09/2007	chemische meting (CAL11)	autovegrom caffeine 4,1 ug/l	overzicht calamiteiten 2007
oktober	12 en 22/10/2007	5 m 3/s laagwater op Grensmas door herstelwerkzaamheden drem pels bij Meers in de bovenmaas (tussen Eijsden en Borgharen) worden snoekbaarzen met opzweren lijkende plekken op hun huid gevonden. Deze worden door RWS Limburg opgestuurd naar CIDC Leystad.	Er is geen duidelijke oorzaak voor de huidaandoening gevonden. Aanvulling: huidaangroei is betoefend basale cellum or, die mogelijk verband houdt met chemische verontreiniging, gebaseerd op bevindingen bij meerval in lake Ontario.	rapportage CIDC Leystad 11-9-2007 en aanvulling E-mail 11 januari 2008 van Olga Haenen (WUR CVI) aan Marian Neven (RWS Limburg)
	25/10/2007	chemische meting (CAL12)	Adi fluorijde 1,53 ug/l	overzicht calamiteiten 2007
	27/10/2007	chemische meting (CAL13)	SAMOSonbekende stoffen 3,4 ug/l en 12,1 ug/l	overzicht calamiteiten 2007
december	31/12/2007	chemische meting (CAL14)	SAMOSonbekende stof 5,2 ug/l	overzicht calamiteiten 2007

Bijlage 3: Alarmeringswaarden Maas

Parameter	Eenheid	2008	2009
Algemeen			
• Zuurstof	mg/l	<2	<2
• Zuurgraad	pH	<6 of >9	<6 of >9
• Geleidendheid	mS/m	100	100
• Troebelheid	FTU	50	50
Radioactiviteit			
• γ (per energie gebied)	Bq/l	100	100
Zouten			
• Chloride	mg/l	150	150
• Fluoride	mg/l	1,5	1,5
• Ammonium	mg N/l	4	4
Metalen			
Cd	$\mu\text{g/l}$	3	3
Cu	$\mu\text{g/l}$	200	15
Pb	$\mu\text{g/l}$	10	15
Zn	$\mu\text{g/l}$	500	65
Organische			
Microverontreinigingen			
1. Vluchtige verbindingen (SIVEVOC), bekenden	$\mu\text{g/l}$	10	10
• Onbekenden	$\mu\text{g/l}$	10	10
• Diisopropylether	$\mu\text{g/l}$	50	50
2. A-polaire verbindingen (SIVEGOM), bekenden	$\mu\text{g/l}$	3	3
• Onbekenden	$\mu\text{g/l}$	3	3
• Tributylfosfaat	$\mu\text{g/l}$	5	5
• Bestrijdingsmiddelen en afbraakproducten	$\mu\text{g/l}$	1	1
3. Polaire verbindingen (SAMOS)	$\mu\text{g/l}$	3*	3*
• Bestrijdingsmiddelen en afbraakproducten	$\mu\text{g/l}$	1	1
• Onbekenden	$\mu\text{g/l}$	3	3
Biosystemen			
• Algenmonitor	% *	4*	4*
• Daphniasysteem	Tox index	10**	10**
Informatiegrenzen			
• Gamma straling	Bq/l	25	25
• Bestrijdingsmiddelen	$\mu\text{g/l}$	0,5	0,5
• Overige Stoffen (organisch)	$\mu\text{g/l}$	1	1

- Wordt niet gemeten:

* Percentage remming in de fluorescentie van de algen gedurende 2 uur groter of gelijk aan 4%.

** Gedurende 2 maal 2 minuten is de toxiciteitsindex in beide cuvetten groter of gelijk is aan 10.

* Voor SAMOS wordt 1,5 uur aangehouden als overschrijdingstijd. Voor de overige parameters geldt een overschrijdingsduur van 2 uur.

Bijlage 4: Biologische bewaking van de Maas

Daphnia-toximeter (Eijsden)

Op de meetstations bij Eijsden en Keizersveer staat een Daphnia Toximeter. Dit is een biologisch alarmeringssysteem, waarbij watervlooien de indicatoren zijn. Als de waterkwaliteit van het doorstromende rivierwater zo slecht is dat de watervlooien er last van hebben en meer of minder gaan bewegen, wordt er alarm geslagen.

De Daphnia Toximeter heeft een meetkamer (ca. 10 x 3 cm) waarin zich 10 watervlooien (Daphnia's) bevinden. Door de meetkamer stroomt rivierwater. Tegelijk krijgen de watervlooien automatisch algen toegediend: hun voedsel. Rood licht schijnt in de meetkamer. Dit licht is onzichtbaar voor de watervlooien, maar ideaal voor het observeren van hun gedrag met een camerasysteem. De camera neemt 25 foto's per seconde. Deze foto's worden door een computer automatisch omgezet in een aantal variabelen (beweging, snelheid, zwermgedrag, zwemhoogte, individu grootte, etc.). Op basis van deze variabelen wordt een toxindex berekend. Het hele systeem is in tweevoud uitgevoerd. Als de toxindex gedurende 2 maal 2 minuten in beide meetkamers groter of gelijk is aan 10 wordt alarm geslagen. Het alarmniveau is niet extreem gevoelig: ecologische normen liggen voor verschillende stoffen vaak een factor 1000 strenger. Het vormt dan ook een aanvulling op de bestaande meetsystemen. De daphnia toximeter heeft zowel in april als in augustus 2007 een alarm gegeven.

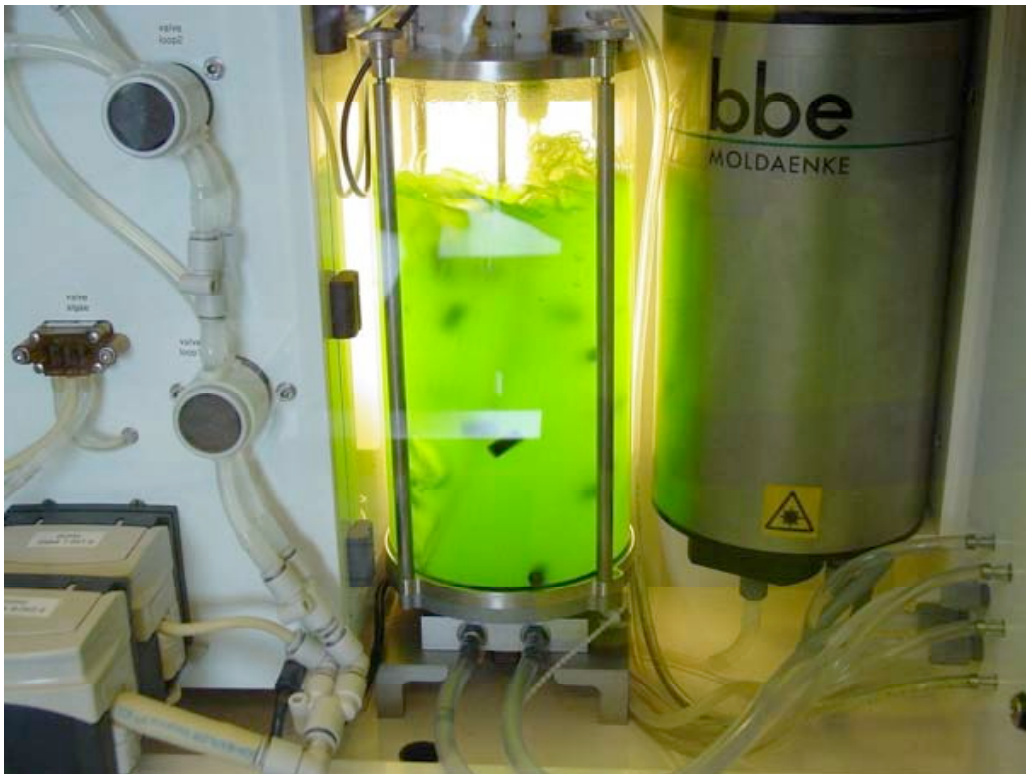


*BBE Daphnia toximeter met meetkamer (groene buisje)
(foto: <http://www.bbe-moldaenke.de/202.html> in gr)*

Bewakingssysteem met algen (Eijsden, Keizersveer en Heel)

Deze BBE algen toximeter meet effecten op algen (*Chlorella vulgaris*) van verhoogde concentraties herbiciden. De werking is gebaseerd op een verminderde werking van de fotosynthese bij toxische stress. Onder normale omstandigheden gebruiken algen het grootste deel van het geabsorbeerde zonlicht voor fotosynthese. Slechts twee procent stralen ze uit in de vorm van fluorescentie (licht). Als het fotosyntheseproces verstoord raakt (bijvoorbeeld door herbiciden), wordt een groter deel van de energie als fluorescentie afgevoerd. Dus hoe slechter de fotosynthese verloopt, des te meer fluorescentie optreedt. De algen toximeter meet de veranderingen in fluorescentie van algen. Die verandering is een maat voor de remming van de fotosynthese door toxische stoffen. Bij 4% remming gedurende 2 uur wordt een alarm afgegeven.

Dit biologisch bewakingssysteem heeft in 2007 geen alarm gegeven, de laatste alarmen waren in 2006, op 21 juni Diuron en 24 september Terbutryn (beide herbiciden).

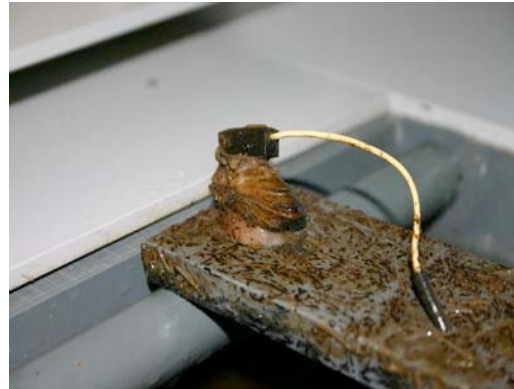


Biologisch bewakingssysteem met algen (bron: www.aqualarm.nl)

Mosselmonitor® (Heel)

Bij het innamepunt voor drinkwater bij Heel is een biologisch registratie- en waarschuwingssysteem met driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*) geïnstalleerd (http://www.mosselmonitor.nl/05_Ned/05_startned.htm). De werking van dit systeem is gebaseerd op het gedrag van mosselen. In schoon water bewegen mosselen hun twee schelpelften volgens een karakteristiek patroon: ze zullen meestal open staan en slechts af en toe voor korte periode sluiten. Een mossel in verontreinigd water vertoont een afwijkend gedrag. Afhankelijk van de aard en de concentratie van de

verontreiniging zullen de mosselen een ander bewegingspatroon laten zien. De afwijkingen betreffen o.a. een versneld openen en sluiten van de schelpen (kleppen), het gesloten houden van de schelphelften voor een bepaalde periode, het steeds minder ver openen van de schelpen. Als een periode van (hoge) verontreiniging te lang duurt, kunnen de mosselen zelfs sterven (gapen). Twee spoeltjes die ieder op een schelphelft bevestigd zijn, meten de afstand tussen de schelpen van de mossel. Op het ene spoeltje komt een hoogfrequente spanning die een magneetveld genereert. Om het gedrag van de mossel te analyseren leest een microprocessor de bewegingen van de schelp in, waarna automatisch berekeningen worden uitgevoerd. Het drinkwaterbedrijf slaat de data op om trends in de klepbewegingen te kunnen analyseren. De mosselmonitor heeft een detectielimiet voor chloorpyrifos van 0,05 mg/l.



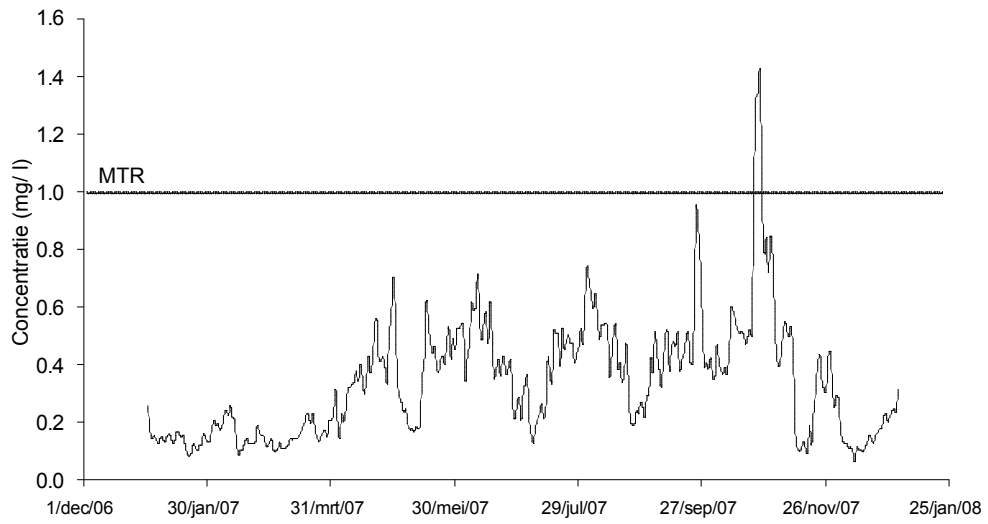
*De mosselmonitor bij gemaal de Wadden te Heemskerk Noord-Holland, links totaalbeeld mosselmonitor, rechts driehoeksmossel met spoeltje op schelp.
(foto's: M. de la Haye).*

In april 2007 heeft de mosselmonitor geen alarm geslagen. In augustus 2007 is de mosselmonitor tijdens de calamiteit buiten werking geweest. Zowel op 1 en 2 augustus hebben de mosselen alarm geslagen en is de inname van Maaswater twee keer 24 uur gestaakt. Het is niet duidelijk geworden welke stof daarvoor verantwoordelijk is geweest. Vervolgens is tot 10 augustus de mosselmonitor buiten bedrijf gebleven vanwege de infraweb melding van 3 augustus (Daphnia alarm in Eijsden (RIWA 2007)).

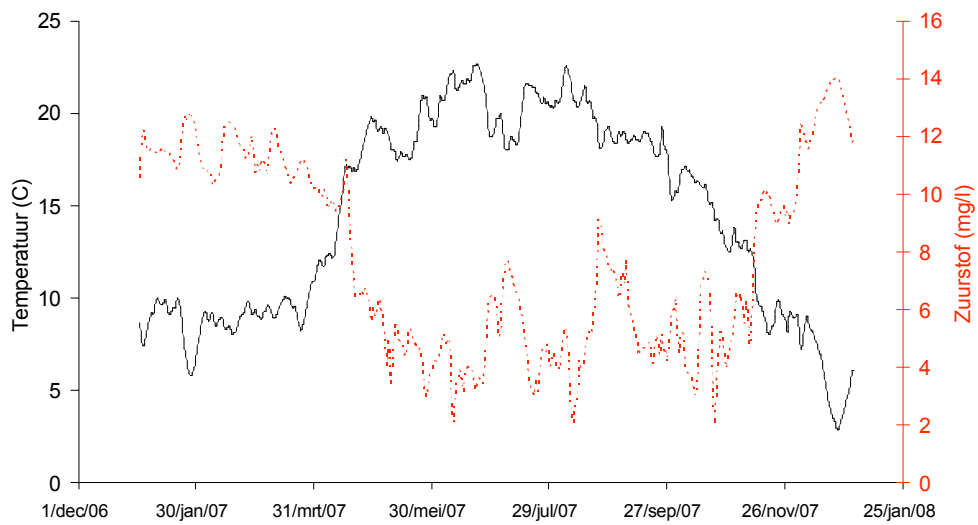
Bijlage 5: Fysische en chemische parameters 2007

Daggemiddelden waarden te Eijsden (z.o.z.)

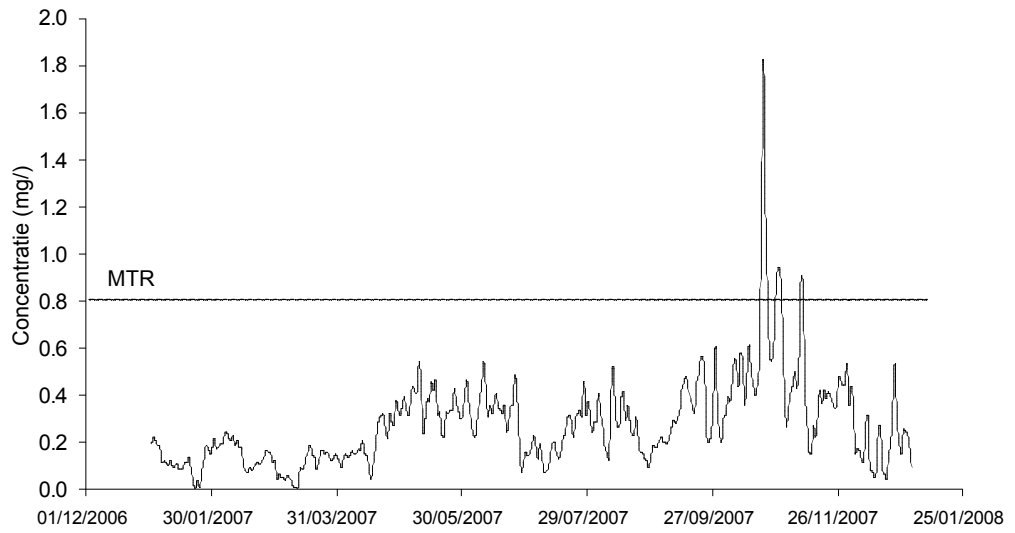
Fluoride



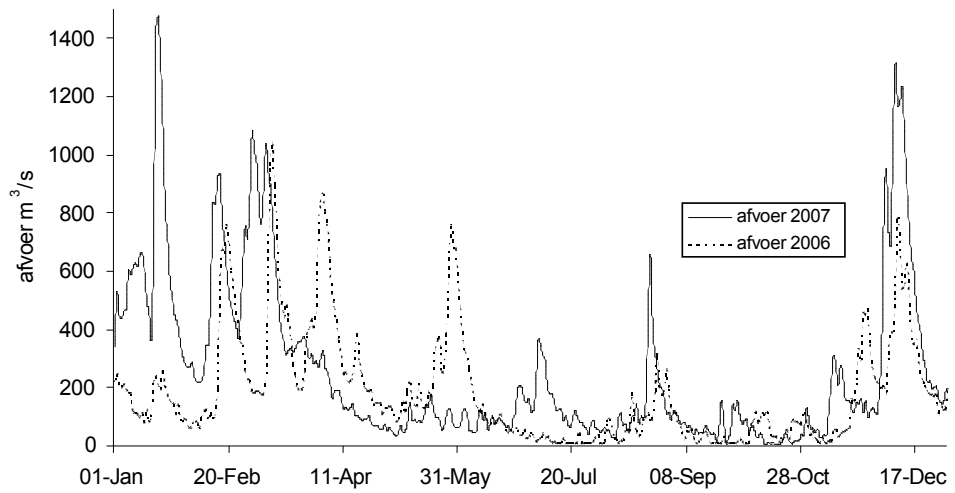
Zuurstof en temperatuur



Ammonium

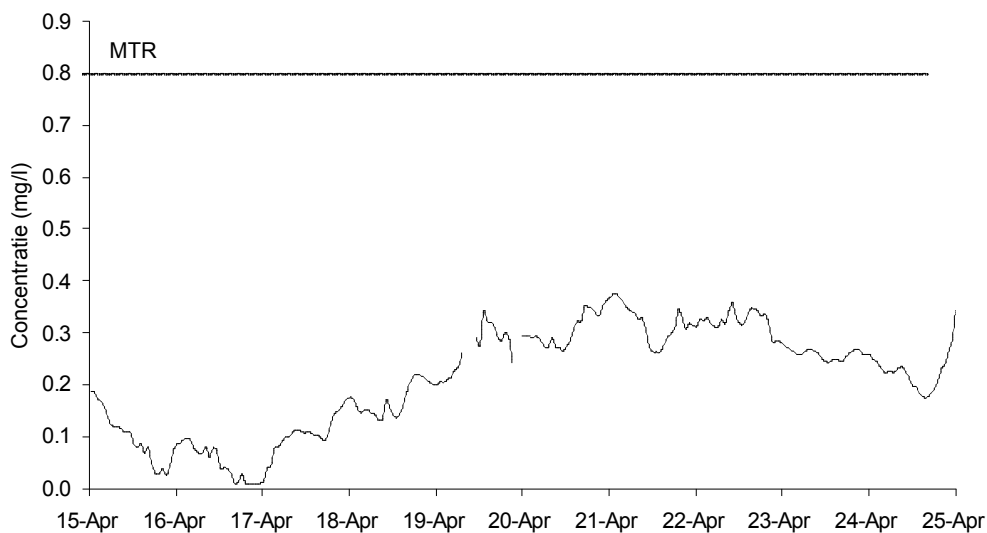


Afvoer 2006 & 2007

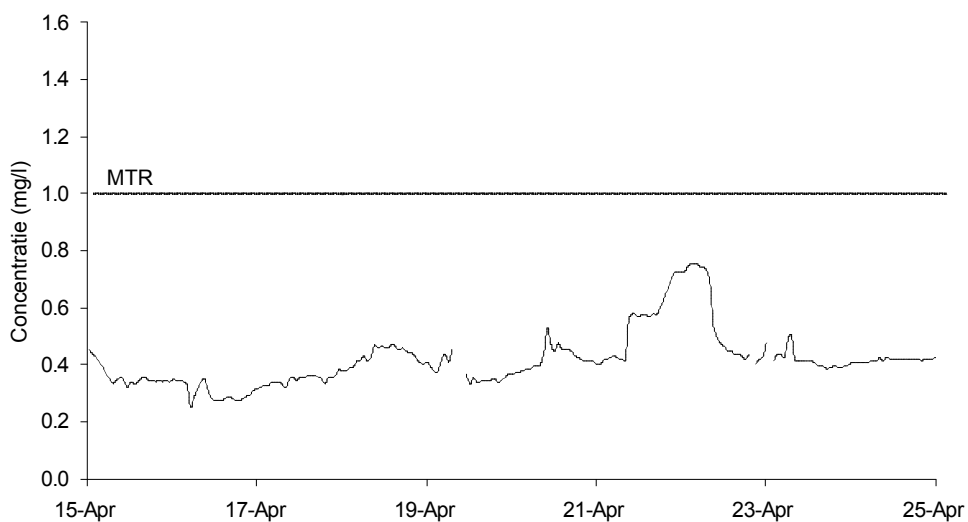


**Bijlage 5A: Gemiddelde uurwaarden rond de calamiteiten bij Eijsden
(afvoer bij Borgharen Dorp) 15-25 april 2007**

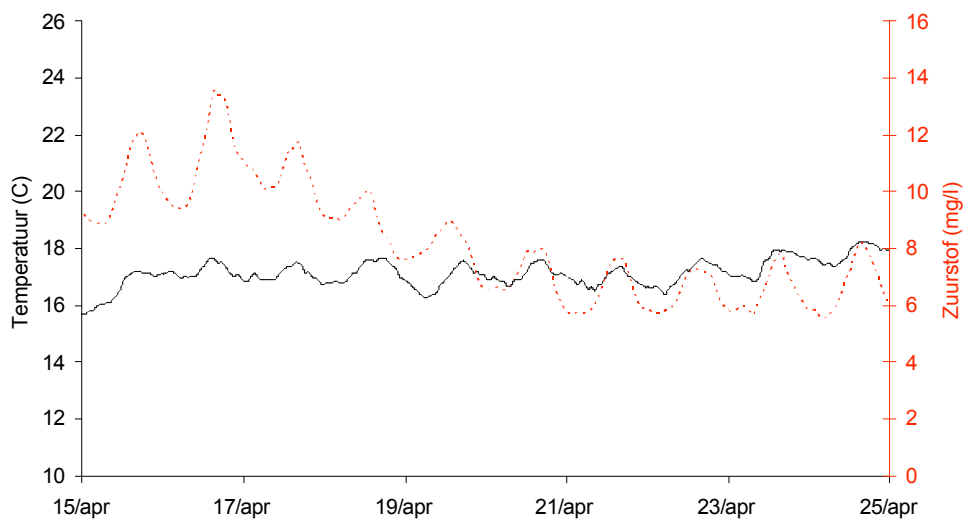
ammonium 15-25 april



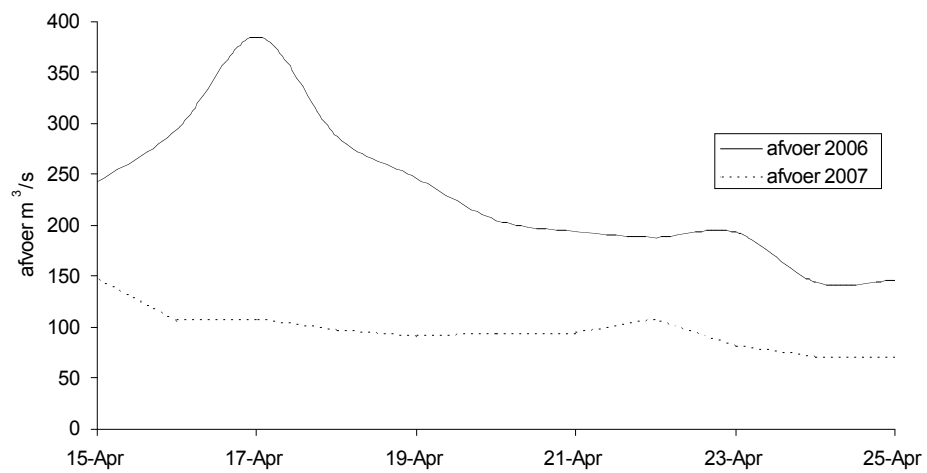
Fluoride 15-25 april



15-25 april

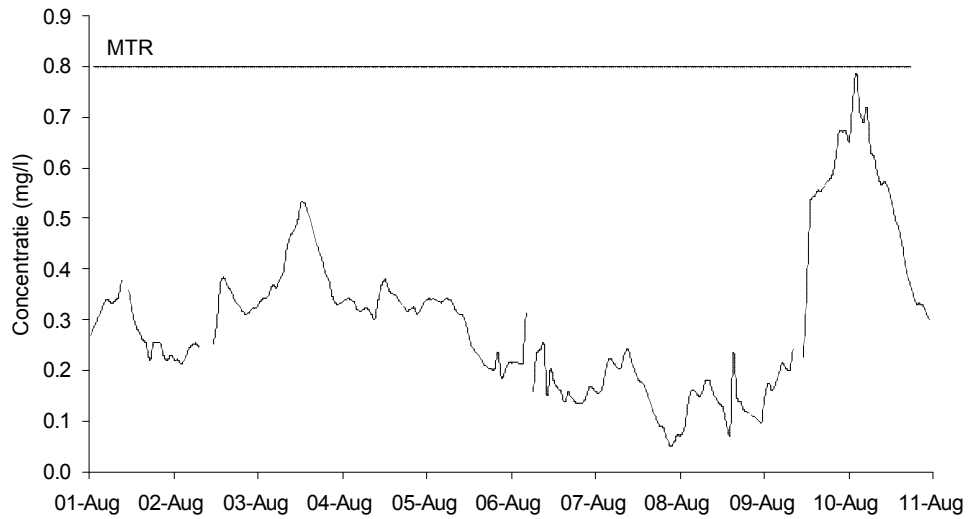


Afvoer 15-25 april

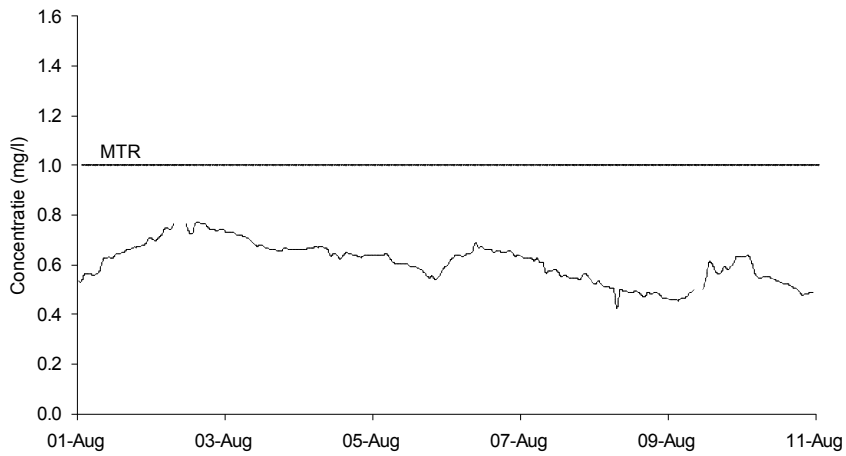


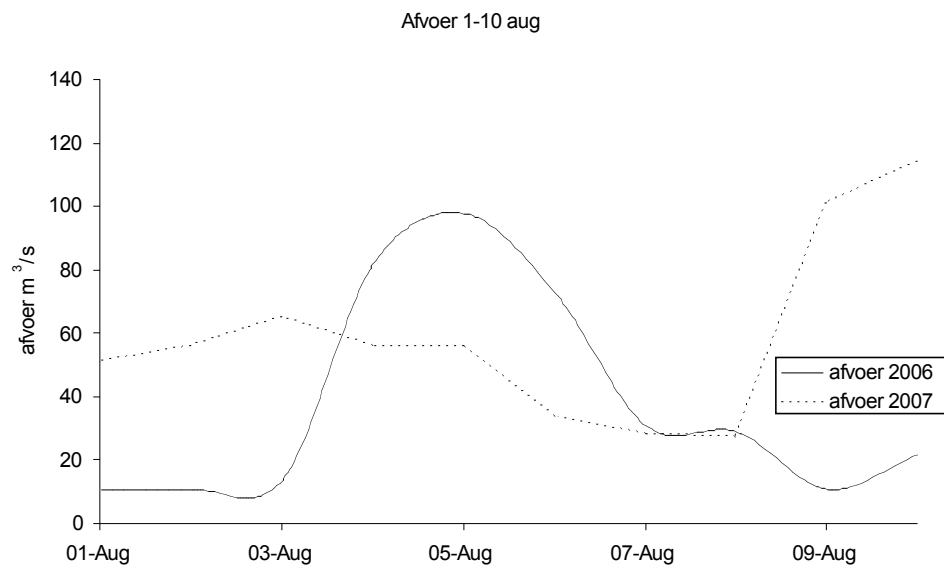
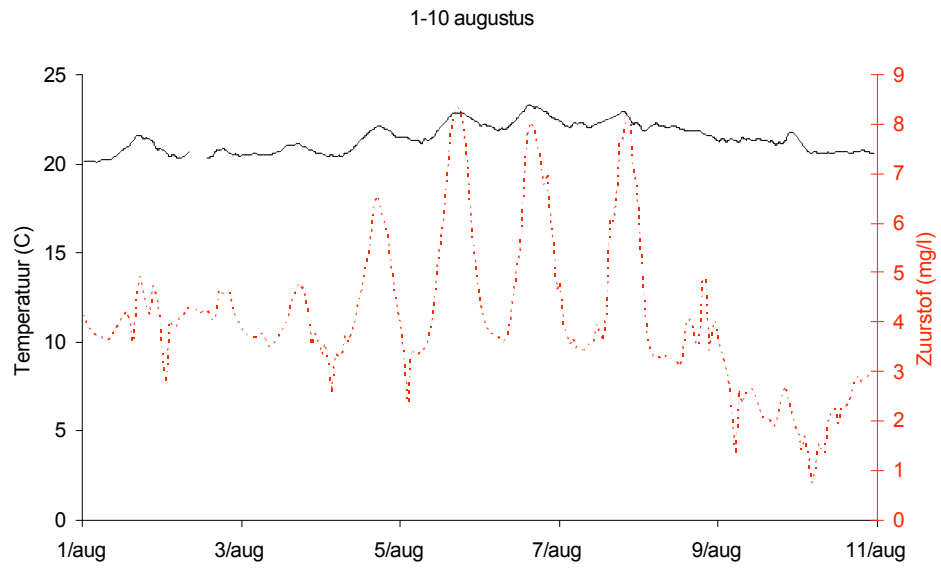
Bijlage 5B: 1-10 Augustus 2007 bij Eijsden (afvoer bij Borgharen Dorp)

ammonium 1-10 augustus



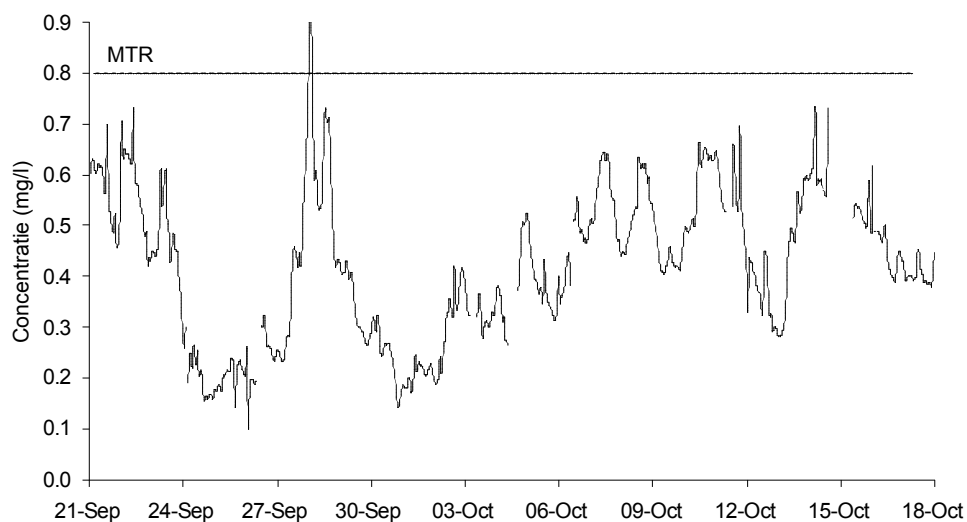
fluoride 1-10 augustus



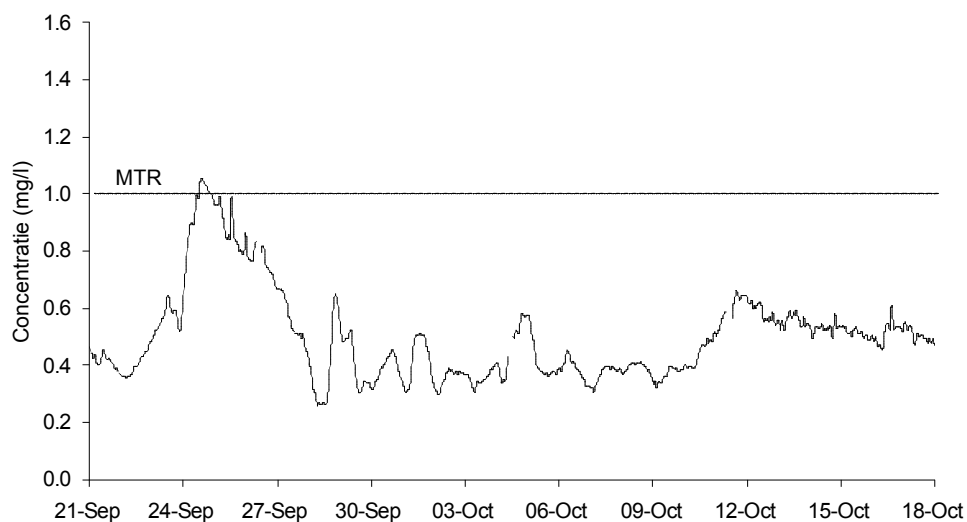


Bijlage 5C: 21 september – 18 oktober 2007 bij Eijsden (afvoer bij Borgharen Dorp)

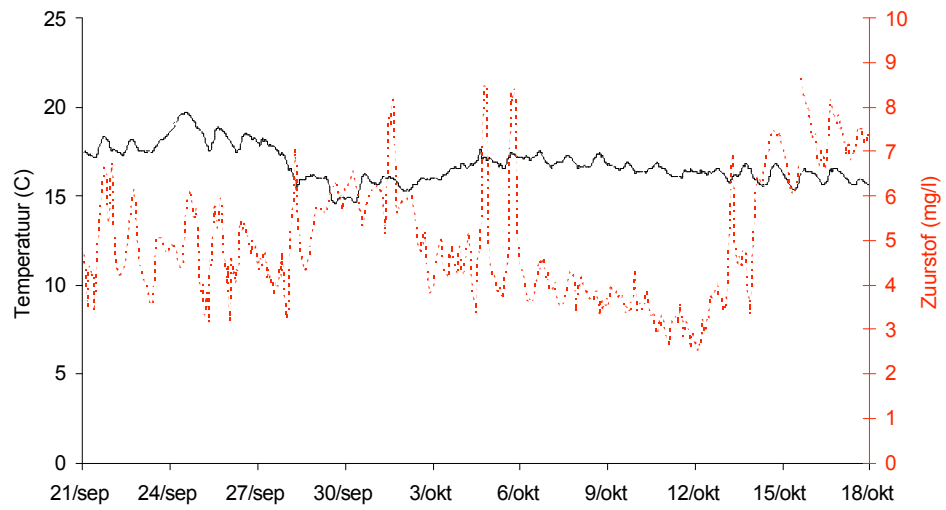
ammonium 21 sept - 18 okt



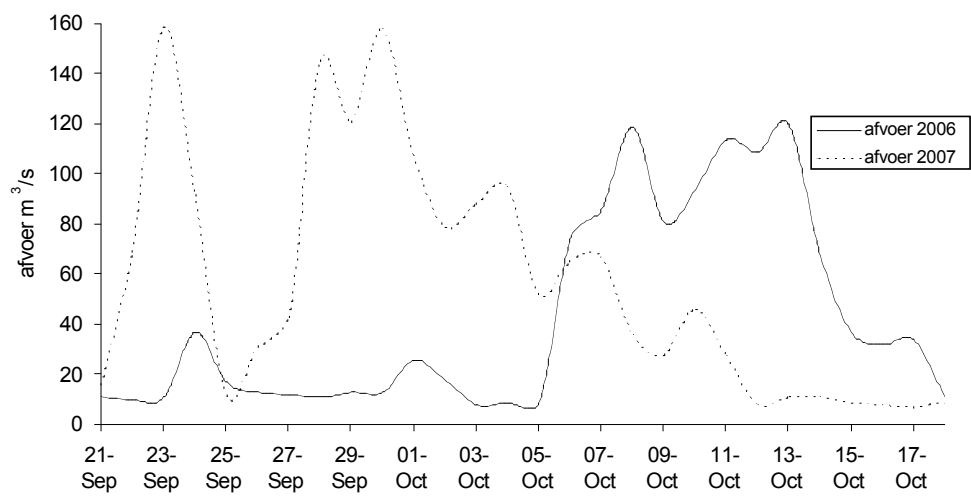
fluoride 21 sept-18 okt



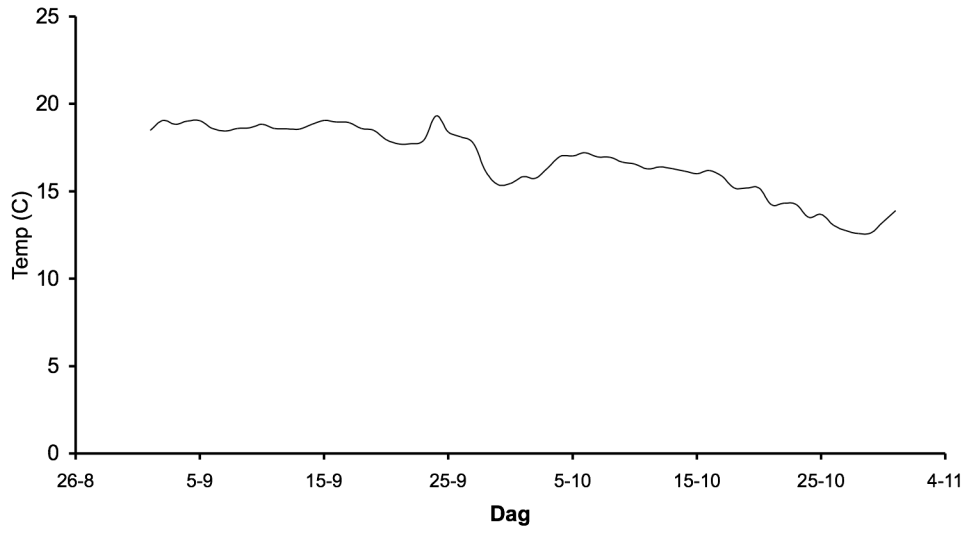
21 sept-18 okt



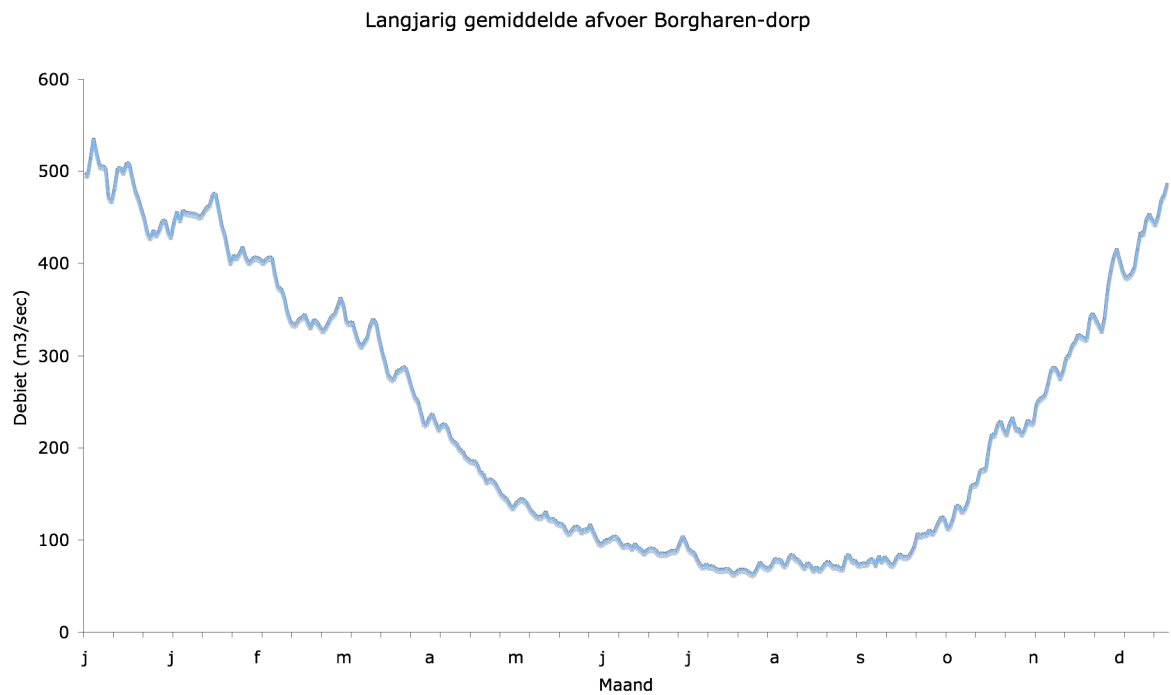
Afvoer 21 sept-18 okt



Temperatuur september-oktober 2007

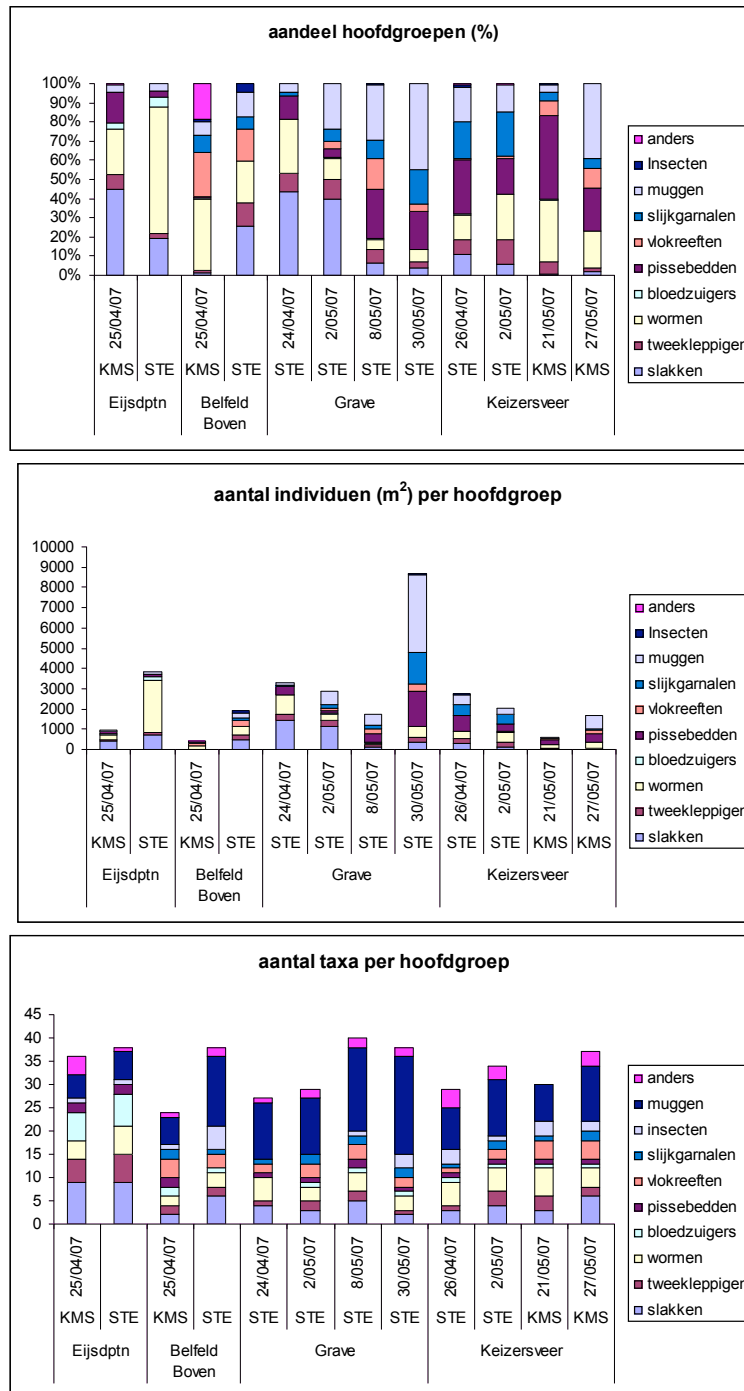


Bijlage 5D: Langjarige gemiddelde afvoer bij Borgharen Dorp.



De gemiddelde afvoer van de Maas te Borgharen per kalenderdag, berekend over 1911 t/m 2000 na toepassing van de op <http://www.waternormalen.nl/index.cfm?page=uitleg.afvoeren>

Bijlage 6: Macrofaunabemonstering april 2007



Macrofauna groepen op verschillende locaties langs de Maas, genomen voor en na de calamiteit in april 2007. A: Aandeel (%) van de verschillende hoofdgroepen. B: Aantal individuen per m² per hoofdgroep en C: aantal taxa per hoofdgroep. KMS= monsters van kunstmatig substraat (stenenzak) STE=monsters van stenen uit de oever

Vlokreeften in april 2007

Vlokreeften zijn gevoelig voor insecticiden. Dit is dan ook de eerste soortgroep waarvan we een terugval mogen verwachten in de macrofaunamonsters na de calamiteiten.

In Belfeld zijn op 25 april vlokreeften aangetroffen in de monsters. Op basis van de modelfiguren die het concentratieverloop van de calamiteit weergeven, zou de gifgolf Belfeld al op 24 april gepasseerd zijn. Op basis van de aanwezigheid van vlokreeften lijkt dit onwaarschijnlijk. Dit zou betekenen dat, of het MAM geen goede voorspelling heeft gedaan over het verloop van de piek door de Maas, of de gehalten zijn inmiddels zo laag dat het niet lethaal is voor vlokreeften.

In Grave zijn op 24 april weinig vlokreeften aangetroffen, maar dit heeft waarschijnlijk geen relatie met de calamiteit. De gifgolf is op dat moment nog voor Grave. Op 2 mei is de concentratiepiek wel voorbij Grave terwijl er wel vlokreeften worden aangetroffen. De concentratie is dan waarschijnlijk al zo laag dat de dieren er geen last van hebben. De monsters in Grave van 8 en 30 mei kunnen niet gerelateerd worden aan de calamiteit in april, omdat er dan inmiddels drie andere alarmeringen geweest zijn van onbekende stoffen, op 29 april, 7 mei en 25 mei (zie bijlage 2).

Bij Keizersveer zijn op 26 april vlokreeften in de monsters aangetroffen. Deze monsters zijn volgens de modellering van ruim voor de tijd dat de gifgolf bij Keizersveer was. Op 2 mei, volgens de modellering tijdens of vlak na de concentratiepiek, zijn nog steeds vlokreeften in de monsters aanwezig. De concentratie van de stoffen is dan blijkbaar zo laag dat de dieren er geen last van hebben. Drie weken later zijn de vlokreeften ook hier weer op hetzelfde peil. De monsters van 21 en 27 mei kunnen om eerder genoemde reden niet gerelateerd worden aan de calamiteit in april.

Bijlage 6A: Resultaten nadere analyse macrofaunamonders 2007

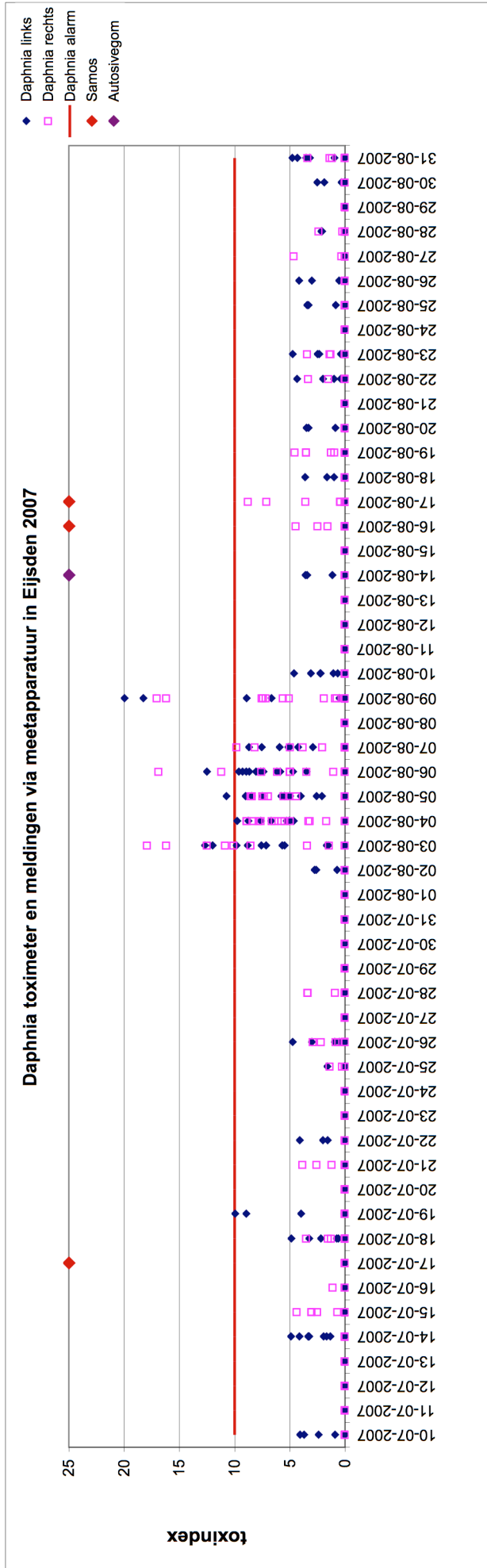
	Eijsden km 5 25-4-2007 na		Belfeld boven km 99 25-4-2007 na		Grave km 171				Keizersveer km 247			
	grindzak	stenen	grindzak	stenen	24-4 voor stenen	2-05 na stenen	8-05 na stenen	30-05 na stenen	26-04 voor stenen	2-5 na stenen	21-5 na grindzak	27-5 na grindzak
slakken	433	746	5	495	1441	1149	107	343	294	116	5	32
tweekleppigen	73	89	5	230	314	303	120	259	224	269	36	34
wormen	232	2550	166	411	924	313	92	556	358	481	186	316
bloedzuigers	29	200	3	3	0	27	14	3	6	5	2	1
kreeftachtigen												
pissebedden	151	105	2	0	405	117	438	1703	786	371	253	375
vlokreeften	0	0	101	321	10	113	275	351	26	26	46	175
slijkgarnalen	0	0	41	123	57	190	169	1568	537	474	25	85
muggenlarven	39	148	30	241	149	679	494	3863	491	292	24	645
overige insecten												
libellen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
kokerjuffers	1	6	0	15	0	0	0	11	31	0	3	0
kevers	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
haften	0	0	7	64	0	0	4	3	0	5	0	1
overigen	6	3	81	6	3	9	4	6	24	9	0	3
dichtheid n/m2	964	3847	441	1909	3303	2900	1717	8669	2777	2048	580	1668
aantal soorten	36	38	24	38	27	30	40	39	29	34	30	37
BMWP score	46	44	40	55	27	27	43	57	48	37	45	51
n scorende taxa	13	13	10	11	7	7	11	11	10	9	9	12
ASPT	3,538	3,385	4	5	3,857	3,857	3,909	5,182	4,8	4,111	5	4,25

	Grave km 171		
	03-08-09 voor	16-08-09 na	22-08-09 na
	stenen	stenen	stenen
slakken	604	264	470
tweekleppigen	156	278	474
wormen	90	630	144
bloedzuigers	4	0	0
kreeftachtigen	10406	14741	17778
pissebedden	269	576	646
vlokreeften	1500	2975	1818
slijkgarnalen	6491	7216	13705
muggenlarven	2147	3975	1609
overige insecten	62	49	37
libellen	0	1	2
kokerjuffers	55	45	23
kevers	0	1	2
haften	0	0	5
overigen	8	2	5
dichtheid n/m2	21790	30754	36717
aantal soorten	43	31	33
BMWP score	41	36	50
n scorende taxa	10	7	11
ASPT	4,1	5,143	4,545

ASPT = Average score per taxon

BMWP = British Monitoring Working Party

Bijlage 7: Resultaten van de Daphnia toximeter gedurende de calamiteit van augustus 2007



Uitdraai van de daphnia-toximeter bij Eijsden 10 juli t/m 31 augustus 2007. Alarm = als de tox-index gedurende 2 maal 2 minuten groter of gelijk is aan 10 (in beide meetcuvetten) of als sterfte optreedt in beide cuvetten (www.aqualarm.nl)

Bijlage 8: Chemische analyses van de metende partijen augustus 2007

Concentraties chloorpyrifos en (cypermethrin) (in µg/l) tijdens de calamiteit van augustus 2007 op verschillende locaties langs de Maas (Bronnen: Philippart 2008 (Ougrée), VMM (Moelingen, Smeermaas, Maaseik en Ophoven) en RWS (Eijsden, Grave, Lith en Keizersveer)). Het concentratieverloop op de Waalse locaties is niet bekend. - = meetwaarde onder de detectiegrens.

Datum 2007	◀meest stroomopwaartse locatie			meest stroomafwaartse locatie▶				
	Ougrée (µg/l)	Moelingen (µg/l)	Eijsden (µg/l)	Smeermaas (µg/l)	Maaseik/Ophoven (µg/l)	Grave (µg/l)	Lith (µg/l)	Keizersveer (µg/l)
31 juli	33 (5,5)	5,5						
31 juli					0,04			
3 augustus			5,3	0,2				
3/4 augustus			3,1					
4 augustus			0,4					
5 augustus			2,1-2,4					
6 augustus			0,9-1,6		0,6			
7 augustus			0,9	1,1 (0,02)				
8 augustus		0,4 (0,04)		0,6 (<0,01)				
9 augustus				0,4 (0,01)				
10 augustus				0,3 (0,02)				
11 augustus						0,09		
12 augustus								
13 augustus				0,1 (0,02)				
14 augustus							0,09	

Cypermethrin is niet gevonden in de Maas bij Eijsden, maar wel in Ougrée, Moelingen en Smeermaas (tussen haakjes)

Bijlage 9: Stofeigenschappen chloorpyrifos

(Bron: Fraunhofer-Institut Umweltchemie und Ökotoxikologie (1999))

1.1. Ecotoxiciteit chloorpyrifos

PNEC = 0,03 µg/l

MAC = 0,1 µg/l

Vissen

Chloorpyrifos is acut toxisch voor vissen vanaf 0,5 µg/l. De gevoeligste (geteste) vis is Europese Aal (*Anguilla anguilla*). De helft van de blootgestelde vissen overleeft deze concentratie niet. Andere vissen zijn iets minder gevoelig, maar er is toch een brede waaier van vissen waarbij concentraties tussen de 1 en 10 µg/l grote effecten hebben op de populatie.

Macrofauna

Acute toxiciteitstesten geven een halvering van de populatie van *Daphnia magna* (LC50-48 h) tussen de 0,03 en 0,3 µg/l, met een uitschieter van 1,7 µg/l.

Algen en macrofyten

Voor algen en planten is chloorpyrifos minder toxisch (LC50 ongeveer 1 mg/l).

1.2. Fysicochemische eigenschappen

Oplosbaarheid in water

De wateroplosbaarheid van chloorpyrifos is ongeveer 0,4-1 mg/l. Dit wil zeggen dat de stof slecht in water oplosbaar is.

Binding aan zwevend stof en sediment

Chloorpyrifos heeft een hoge Koc-waarde (4440 – 15500). Dit betekent dat er een zeer goede sorptie is aan sediment en zwevend stof.

Bioaccumulatie

De BCF is de verhouding van de concentratie van de stof in een (water)organisme en de concentratie van die stof in het water (in de evenwichtstoestand). Het is een maat voor de mate waarin de stof accumuleert in organismen.

Chloorpyrifos heeft een BCF (bioconcentratiefactor) van 1374 in vissen. Dit ligt onder het Europese criterium voor bioaccumulerende stoffen (2000). Officieel is de stof dus niet bioaccumulerend, wat echter niet wil zeggen dat er bij hoge waarden geen probleem van bioaccumulatie kunnen optreden. Hierover is echter weinig bekend.

Halfwaardetijd

De halfwaardetijd (DT50) in water of sediment is 22 tot 51 dagen. Chloorpyrifos is dus behoorlijk persistent. Hoe hoger de temperatuur en de pH, des te hoger de afbraaksnelheid. De verdeling over water en sediment is als volgt: na 6 uur is 40-60% in het water aanwezig, na 7 dagen 13-29%. Na 100 dagen is de chloorpyrifos in sediment gedaald tot 3-26%. 3,5,6-trichloro-2-pyridinol is het belangrijkste afbraakproduct.

1.3. Secundaire vergiftiging / menselijke gezondheid

De milieukwaliteitsnorm voor secundaire vergiftiging is 67 µg chloorpyrifos / kg prooi (vers gewicht). Deze waarde komt overeen met een concentratie in water (op langere termijn) van 0,048 µg/l.

De ADI (acceptable daily intake) van chloorpyrifos is 0,01 mg/kg bw/dag. Hierbij gaat men ervan uit dat de gemiddelde consumptie van vis 115 g/d is. Voor een persoon van 70 kg wil dat dus zeggen dat er 608 µg/kg chloorpyrifos mag aanwezig zijn in de vis. Deze waarde komt overeen met een concentratie van 0,44 µg/l (op langere termijn) in water. Gezien de eigenschappen van chloorpyrifos (bindt aan sediment) en de gemeten waarden is het echter niet waarschijnlijk dat een dergelijke blootstelling plaatsvindt.

Tabel: Fysisch-chemische eigenschappen opgenomen van de aangetroffen stoffen bij de calamiteiten in april en augustus in de Maas in 2007.

	atrazine	chloorpyrifos	diazinon	dimethoat	simazine	cypermethrin
wateroplosbaarheid (gem. mg/l)	32 (matig)	1,39 (slecht)	60 (matig)	39800 (zeer goed)	6 (slecht)	0,004 (zeer slecht)
absorptie coëfficiënt (koc)	93 (matig)	125,2 (matig)	1581 (goed)	11 (slecht)	340 (matig)	82,1 (matig)
hydrolyse (halfwaardetijd) gem. dagen	30	58,1	138	68	28	224,8
aeroob (halfwaardetijd) gem. dagen	146	113,3	40	2	110	1103
anaeroob (halfwaardetijd) gem. dagen	159	135,5	16	22	71	94,2
bioaccumulatie	niet	wel	niet	niet	niet	niet
BCF gemiddeld	135	3457	232	0,2	4	660
BCF maximaal	14874	123880	2730	0,4	5	3280

Bijlage 10: Waarnemingen en schattingen vissterfte Nederlandse Maas

Bron: H. Bakker, RWS Dienst Limburg

Waarnemingen:

- Na 1-2 dagen na incident vissterfte in Maas in Nederland
- Eerste week na incident op diverse plaatsen vissterfte maar wordt niet echt veel meer. Op verschillende plaatsen ca. 25 exemplaren waaronder veel meervallen. Omdat het geen extremen zijn aan dode vis, besloten om ook geen grootschalige inventarisatie te doen.
- Na een week na het incident beginnen op meerdere plaatsen toch wat meer vissen boven water te komen of nog te sterven. Toen ook gestart met opruimacties.
- Bedoeling om geruimde vis te wegen, te tellen en te identificeren
- Dit is slechts voor een deel gelukt vanwege de late opdracht vanuit ANP en ook omdat de vis al ver heen was, het niet mogelijk was verdere inventarisaties uit te voeren.
- Vissterfte geconstateerd tot en met Heel
- Er blijft echter nog hier en daar vissterfte optreden, er blijft dus nog een naijl effect.

Gegevens ruiming dode vis door RWS district Maastricht Maas:

Eysden (veerpont): geschatte hoeveelheid: 180 kg.

Julianakanaal: diverse locatie's geschatte hoeveelheid: 45 kg.

Stevensweert: 160 - 180 kg.

Totaal geschatte dode vis op traject Eijsden-Heel: 600 kg

Gegevens dode vis van VBC Grensmaas

Vissoorten die dood gevonden zijn: Meerval (veel grote maar ook kleinere), Kopvoorn, Barbeel, Blankvoorn, Brasem, Roofblei, Baars.

Gegevens dode vis Vlaanderen

Albertkanaal (taalgrens tot Kanne): 500 vissen

Grensmaas (linkeroever): 110 vissen

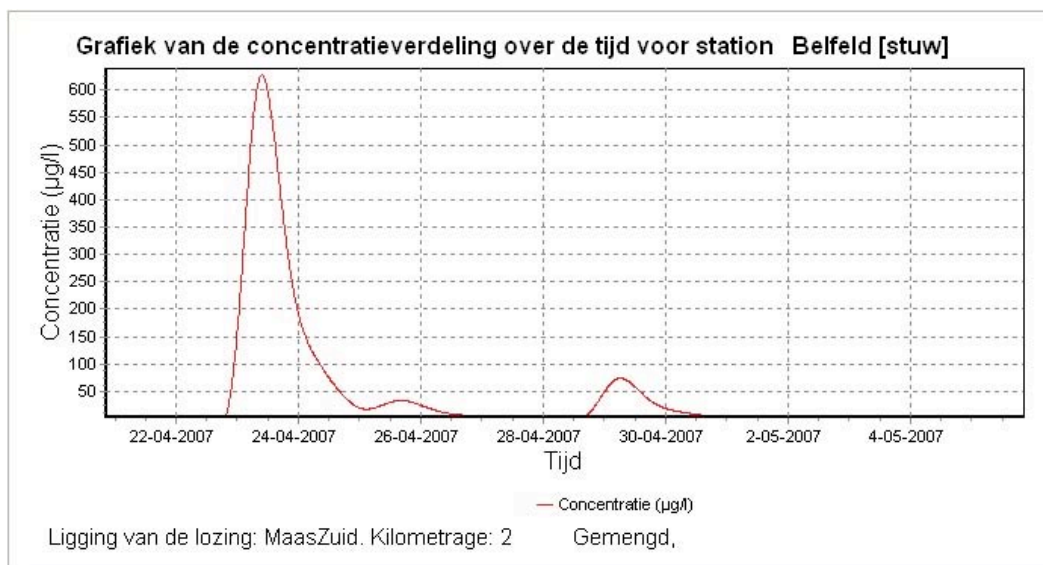
ZuidWillemsvaart: 200 vissen

Berekening omvang vissterfte Nederland

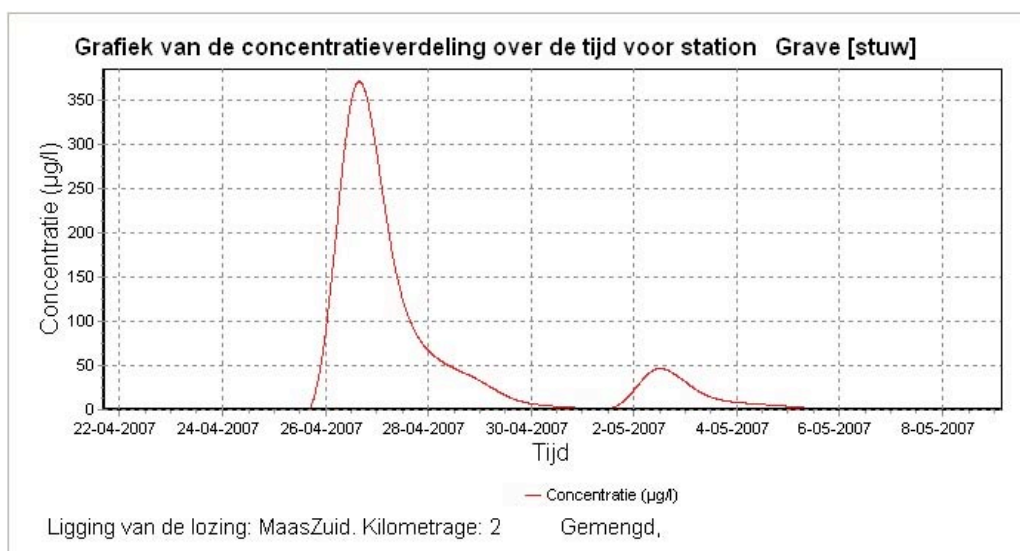
- gemiddelde biomassa (voorjaar 2004, 2005 en 2006): 2,5 tot 16,1 kg/km
- gemiddeld 14,7 kg per km bemonsterd water met een elektrisch schepnet (de Grensmaas is te ondiep voor bemonstering met een kor). Let wel, het gaat hier om de Vlaams- NI Grensmaas.
- omrekeningsfactor: 1 bemonsterde km komt overeen met 0,08 x 0,18 ha => totale schade: 82-184 kg/ha.

- Totale afstand (Eijsden-Linne) waarover effecten waren: 500 ha bij een gemiddelde zomerafvoer => 41.000- 92.000 kg dode vis.
- De 600 kg dode vis die aan NI zijde is gevonden vertegenwoordigt dus 0,7-1,5 % van de totale biomassa aan vis in de Maas tussen Eijsden en Linne.
- Aangenomen mag worden dat niet alle dode vis ook daadwerkelijk gevonden is. Stel dat er 10x zoveel vis is doodgegaan dan dat gevonden is, dan wordt de schatting 7-15% van de visstand.

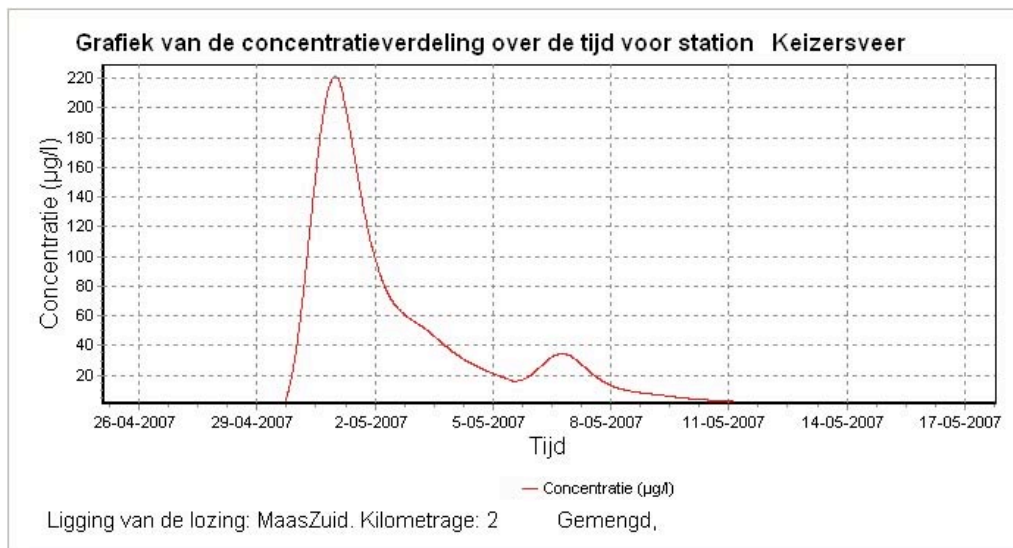
Bijlage 11: Grafieken MAM-model op verschillende locaties van april 2007.



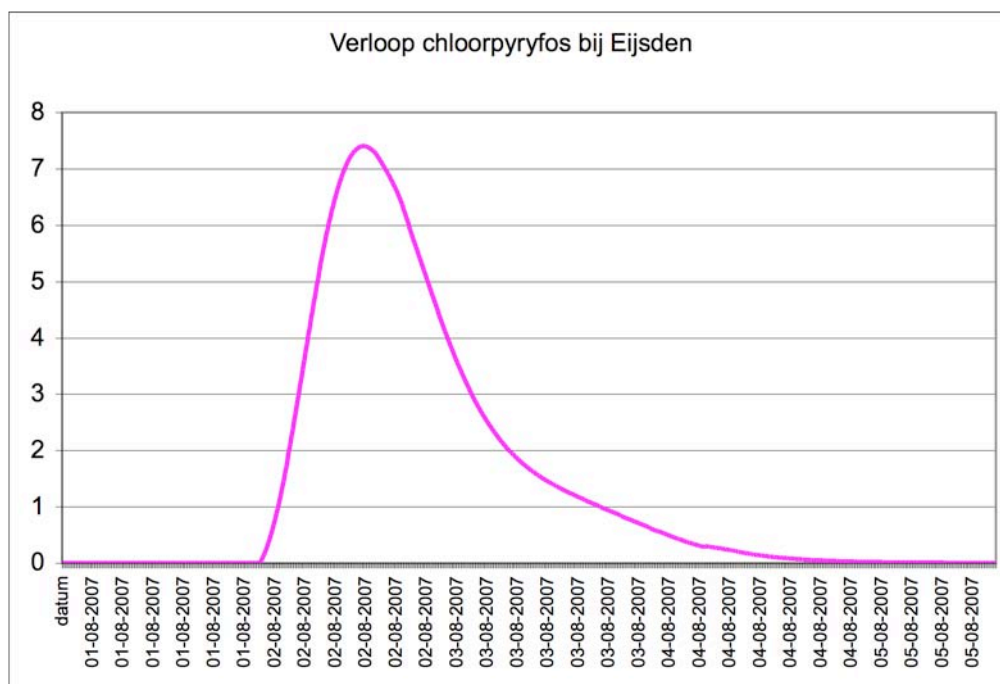
Figuur 11.1: Concentratieverloop van de bestrijdingsmiddelen calamiteit in april-mei 2007 op de Maas bij Belfeld (km 99) op basis van het Maas Alarm Model (MAM, versienummer 2.00.01). Let op: concentraties zijn fictieve waarden. De berekeningen zijn gericht op het voorspellen van de verplaatsing van de verontreiniging.



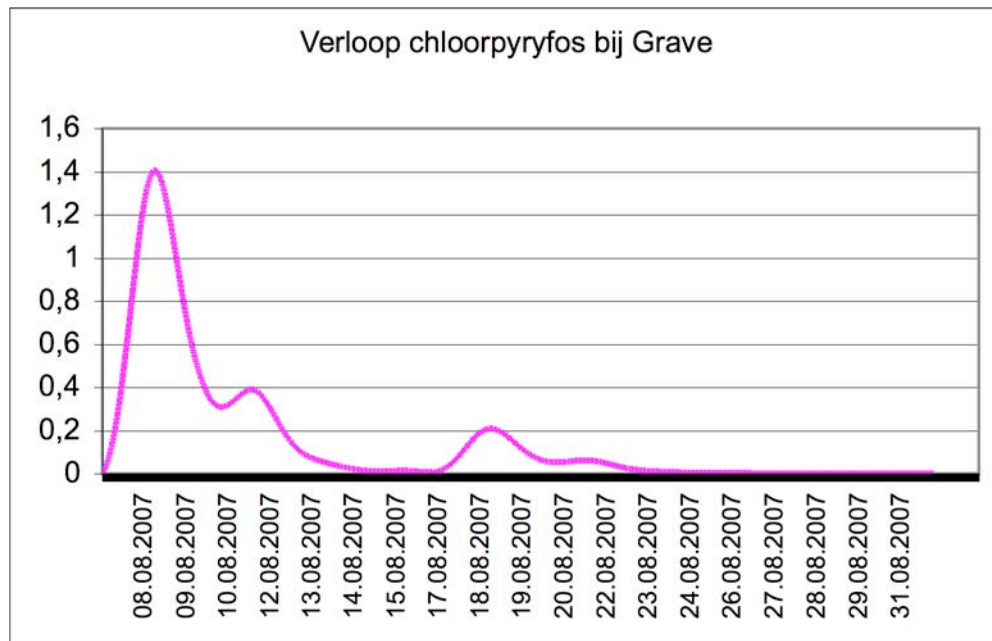
Figuur 11.2: Concentratieverloop van de bestrijdingsmiddelen calamiteit in april-mei 2007 op de Maas bij Grave (km 171) op basis van het Maas Alarm Model (MAM, versienummer 2.00.01). Let op: concentraties zijn fictieve waarden. De berekeningen zijn gericht op het voorspellen van de verplaatsing van de verontreiniging.



Figuur 11.3: Concentratieverloop van de bestrijdingsmiddelen calamiteit in april-mei 2007 op de Maas bij Keizersveer (km 247) op basis van het Maas Alarm Model (MAM, versienummer 2.00.01). Let op: concentraties zijn fictieve waarden. De berekeningen zijn gericht op het voorspellen van de verplaatsing van de verontreiniging.



Figuur 11.4: Concentratieverloop van de bestrijdingsmiddelen calamiteit in augustus 2007 op de Maas bij Eijsden (km 2,5) op basis van het Maas Alarm Model (MAM, versienummer 2.00.01). Let op: concentraties zijn fictieve waarden. De berekeningen zijn gericht op het voorspellen van de verplaatsing van de verontreiniging.



Figuur 11.5: Concentratieverloop van de bestrijdingsmiddelen calamiteit in augustus 2007 op de Maas bij Grave (km 171) op basis van het Maas Alarm Model (MAM, versienummer 2.00.01). Let op: concentraties zijn fictieve waarden. De berekeningen zijn gericht op het voorspellen van de verplaatsing van de verontreiniging.

Bijlage 12: Kenmerkende macrofauna Grensmaas

*Lijst met kenmerkende soorten en hun autecologie volgens WEW
(werkgroep autecologie in prep).*

Autecologie kenmerkende soorten R16

	chloride		diepte				droogval			oppervlak					saprobie											
	<300	>10000	(zeer) ondiep (moerasig)	diep stroomend	indifferent (dieple)	ondiep stilstaand	zeer ondiep (bron)	6 wk - 3mnd	langer dan 5 mnd	niel droogvallend	(zeer) klein (opp) geïsoleerd	(zeer) klein (opp) open	groot	groot open	indifferent (opp)	klein geïsoleerd	klein open	middelgroot	middelgroot open	Amesosaproob	B-mesosaproob	Oligosaproob	Poly/saproob			
kenmerkende soorten R16																										
Agraylea multipunctata	10		3,2	3,6	0,9	2,3				10	3,3		4,2	0,9				1,6		4	4	4	2			
Anabolia nervosa	10		1,6	3,1		1,6	3,7		1	5	2	2	0,7	0,7	1,3	3,5	0,9	0,8	0,6	1,6	3	6	1			
Ancylus fluviatilis	10				4,3	2,2	3,5		2	2		6			3,1		2,2	1,6	3,1	3	4	3				
Astacus astacus	10					10					10				3,3		3,3		3,3	1	6	3				
Baetis fuscatus	10					10			2	2		8			5		5		5	3	5	2				
Baetis rhodani	10				3,2	2,2	4,6		2	2		8		3,9		2,2	1,8	2,1	2	2	6	2				
Baetis vernus	10					6,6	3,4		2	2		8		2		3,4	4,6	4,5	3,6	1,8						
Caenis luctuosa	10		1,3	5,3		0,9	2,4		2	2		8	0,4	0,8	1,5	2,1	3	0,8	0,4	0,8	3	6	1			
Caenis macrura	10					10			2	2		8			10					2	5	3				
Caenis robusta	10		2,6	1,1	1,5	1,5	2	1,1		2		8	2,6	1,2	1	1	1	0,8	1,5	0,9	4	5	1			
Calopteryx splendens	10					10			2	2		10			7,8		1,1	1,1	1,1	4	5	1				
Cardiocladius fuscus	10								2	2		6								3,5	5	1,5				
Ceractea dissimilis	10				5	5					10			5					5	2	7	1				
Cheumatopsyche lepida	10				6,2	3,8					10			5,7				4,3	3	6	1					
Cladotanytarsus vanderwulpi	10								2	2		8								1	8	1				
Cloeon simile	10		1,6	5		1,9	1,6		2	2		8	0,9	0,9	1,8	0,9	3,6	0,9	0,9	3	5	2				
Conchapelopia pallidula	10								1	2		7								1	4	5				
Cricotopus triannulatus	10								2	2		6								3	6	1				
Ecdyonurus dispar	10					10			2	2		8					10			2	7	1				
Ecdyonurus insignis	10								2	2		8								3	6	1				
Elmis aenea	10					4,7	5,3		2	2		6		3,6			2,9	3,6	0,9	4,5	4,5					
Ephemera lineata	10					10			2	2		8						10		2	3	6	1			
Ephemera vulgata	10			2,5		5	2,5		2	2		8		4		2	2		2	3	6	1				
Ephoron virgo	10								2	2		8								3	7					
Ephydatia fluviatilis	10																									
Esolus parallelepipedus	10								2	2		6								6	4					
Eukiefferiella claripennis	10					3,7	6,3		2	2		6		4,7			2,9	2,4	2,9	3,9	1,4	1,9				
Eukiefferiella ilkleyensis	10								2	2		6								1	4	4	1			
Gammarus pulex	10		1	2,3	1,2	0,6	0,6	1,6	2,7		2	8	0,4	0,8	1,9	0,8	0,8	0,4	2,3	1,3	0,4	0,7	2,7	4,5	1,8	0,9
Gomphus flavipes	10											10								3	6	1				
Gomphus vulgatissimus	10					10						10					5	5	2	7	1					
Heptagenia sulphurea	10					4	6				2	8						4	1	6	3					
Hydropsyche angustipennis	10				1,6	3,1	3,7	1,6				10		1,1	2,2	1,6	3	2,2	4	5	1					
Hydropsyche pellucidula	10					10						10			2,9		2,9	4,3	3	5	2					
Limnius volckmari	10					10			2	2		6					4,5	5,5	1	5	4					
Lype reducta	10					10						10						10		1,8	3,6	4,5				
Nanocladius rectinervis	10								2	2		6							2,5	4	2	1,5				
Neureclipsis bimaculata	10				2	2	6					10			1,2	3,5	1,2	4,2	3	6	1					
Oecetes lacustris	10		3,8	1,6		1,6	3,1					10	1,4	2,9	1	1	2,9	1	3	6	1					
Onychogomphus forcipatus	10											10								2	5	3				
Ophiogomphus cecilia	10											10								2	5	3				
Orthocladius oblidens	10								2	2		6								1	5	3	1			
Orthocladius rubicundus	10								2	2		6								2	3	4	1			
Oulimnius tuberculatus	10				2,2	7,8			2	2		6			1,1		4,4	4,4		2	5	3				
Parachironomus frequens	10				6	4			2	2		8			6				4	4,5	4,5	0,5	0,5			
Parametrioctonus stylatus	10					3,5	6,5		2	2		6			6,5		3,5			2	5	3				
Paratanytarsus dissimilis	10								2	2		8								2,7	4,5	2,7				
Paratanytarsus dissimilis agg.	10								2	2		8								3	4	2	1			
Paratrichodadius rufiventris	10					10			2	2		6					10		3,6	4,5	0,9	0,9				
Pisicoola geometra	9		0,8	1	3,3	0,8	3,3	0,8				8	0,7		2,9	1,7	0,7	0,7	0,7	2	0,7	3	5	2		
Platambus maculatus	10			1,5	1,5	1,5	5,4		2	2		6			0,9	0,9	0,9	3,6	0,9	2,7	3,6	3,6	2,7			
Polypedilum scalaeum	10				1,6	1,6	3,5	3,2				8		2,2	1,1	2	2,5	2,2	3,6	4,5	1,8					
Potamanthus luteus	10								2	2		8								2	8					
Pothastia longimanus	10					10											2	8		4	5	1				
Prodiamesa olivacea	10			1,1		4,4	3,3	1,1						0,8	0,8	0,8	3,3	3,3	0,8	3,6	3,6	0,9	1,8			
Psychomyia pusilla	10											10								2	5	3				
Rheocricotopus chalybeatus	10				10				2	2		6			6,7		3,3			2	5	2	1			
Rheopelopia ornata	10								1	2		7								4	4	1	1			
Rheotanytarsus photophilus	10								2	2		8								3	4	3				
Rhithrogena semicolorata	10		3,3			3,3	3,3				2	8	2,5	2,5		2,5			2,5	1	5	4				
Simulium (Boophthora) erythroceph	10					10						10							10	2,5	5	2	0,5			
Simulium (Wilhelmia) equinum	10											10								3	6	1				
Simulium (Wilhelmia) lineatum	10											10														
Sphaerium corneum	10		1,6	0,8	1,6	0,8	2,1	1,6	1,6			6	1,2	1,2	1,2	1,6	1,2	0,6	0,6	1,2	0,9	3,6	4,5	1,8		
Sphaerium rivicola	8					10			2	2		6					10			3	6	1				
Spongilla lacustris	10					10						8					10			4	4	2				
Stenochironomus	10		4,5			5,5			2	2		8		2,9	2,4			4,7		4	1	9				
Synorthodadius semivirens	10				5	5			2	2		6			3,3		3,3	3,3		2	5	3				
Theodoxus fluviatilis	8	1	1		3,1	4,1	2,8		2	2		6			3,5	3,5		1	1	1	2	4	4			
Thienemannimyia carnea	10								1	2		7								1	6	3				
Thienemannimyia pseudocarnea	10								1	2		7														

kenmerken desoorten R16	stroming				substraat							diepte					zuigpaad									
	Langzaam stromend<10-15 cm/s	Matig stromend<16-25 cm/s	Snel stromend<25 cm/s	Slijtaand<5 cm/s	Zeer langzaam stromend<5-9 cm/s	fine detritus	grond (fijn, matig & grof)	grove detritus	hout	klei & leem	overig	slib	stenen	waterplanten	zand (fijn & grof)	I	II	III	IV	V	basisch	neutraal	zuur	zwak zuur		
Agalya multipunctata	1			7	2									10						2	4	4	5	5		
Anabidianaevosa	27	1,8	0,9	1,8	27									3	7					2	4	4	4	4	1	1
Ancylus fluviatilis	1,8	27	4,5	0,9								10							1	9	3	4	1	2		
Astacus astacus	27	1,8	1,8	0,9	27	24		1		1	1		38	1						25	33	1,7	2,5			
Baetis fuscatus	1,8	27	4,5	0,9			2					3	4	1					1	9	5	5				
Baetis rhodani	1	3	5	1								5	5						1	9	2	3	2	3		
Baetis venus	2	3	4	1								5	5						1	9	4	4	1	1		
Caenis luctuosa	2	1	1	3	3	1	2			2		1	1	3				3	4	3	3	4	1	2		
Caenis macrura	1,8	27	3,6	1,8			3			2				1												
Caenis robusta	1,8	0,9	0,9	4,5	1,8	1,1		0,7	0,7				36	3,9					2	4	4	5	5			
Calopteryx splendens	27	1,8	27	0,9	1,8								2	6	2				1	9	2	7		1		
Cardiodadus fuscus				10																						
Carolea dissimilis	3	1	3	1	2	1,3	1,3	0,9				0,4	0,4	3,3	2,2				1	9	5	5				
Chaumatopsyche lepida	1,8	27	3,6	1,8																						
Cladotanytarsus vanderwulpi																										
Closon simile	2	1		5	2								2	8					3	4	3	5	5			
Conchapelopia pallidula																										
Cricotopus triannulatus	2,5	1,7	2,5	1,7	1,7														2	8						
Ecdyonurus dispar	1	3	5	1									10													
Ecdyonurus insignis	1	3	6										10													
Elmis aenea	1	3	5	1									5	5					1	9	4	4	1	1		
Ephemerella lineata	1,8	27	3,6	1,8		2				1		3	1	3												
Ephemerella vulgata	3	1	2	2	2	1				2		6		1				4	5	1	3	4	1	2		
Ephoron virgo	3	1	1	2	3					2		6		2												
Ephydria fluviatilis	2	1		5	2	0,8				1,6	0,5	1,6	2,2	1,6	1,6											
Esolus parvilepidus	1	3	6										7	3												
Eukiefferiella clatipennis	1	2,5	5,5	1															1	9	4	4	1	1		
Eukiefferiella ilkleijensis			10																							
Gammarus pulex	1,8	27	3,6	0,9	0,9		1				1		4	3	1				2	4	4	2,5	2,5	2,5	2,5	
Gomphus flavipes																										
Gomphus vulgatissimus	2	3	4	1	1							3		1	5					1	9	2	7	1		
Heptagenia sulphurea	2	2	5	1	2	1							4	2	1				1	9	5	5				
Hydropsyche angustipennis	1,8	27	3,6	0,9	0,9	2							6	2					1	9	3	4	1	2		
Hydropsyche pellucidula	1	3	5	1	1								5	4					1	9	5	5				
Limnius veldkampi	1	3	5	1	1								6	3						1	9	4	4	1	1	
Lype reducta	2,7	2,7	2,7	1,8																1	3	6	3	4	1	2
Nannochironus rectinervis	2,7	2,7	2,7	0,5	1,4															1	3	6				
Neuroclipsis bimaculata	1,8	27	27	0,9	1,8	2							4	4					1	9	4	4	1	1		
Oreoclipsis lacustris	0,9	0,9	0,9	4,5	27	1	3						3	3					2	4	4	2	3	2	3	
Ornychiogomphus forcipatus	1	3	5	1		3								2	5											
Ophidogomphus cecilia	1	3	6			1									9											
Othocladus obliques	1	1	2	2	4														4	6						
Othocladus rubicundus													5	5												
Oulimnius tuberculatus	1,8	27	27	0,9	1,8	1							1	4	4				1	9	5	5				
Parachironomus frequens	0,9	1,8	3,6	27	0,9																					
Parametionomus stylatus	1,8	27	3,6	1,8		5								5						3	4	3	2	3	2	3
Paratanytarsus dissimilis	4	1	1	1	3															1,5	4	4,5				
Paratanytarsus dissimilis agg.																				2	4	4				
Paratichocladus rufiventris	2	2	3	1	2															1	9	5	5			
Pisotendipes aeneus	1	1	2	4	2						4		3	3					2	4	4	5	5			
Platambus maculatus	2	2	3	1	2	0,9	0,9	0,9						6,4	0,9					2	4	4	2,5	2,5	2,5	2,5
Polydorum scalanum	2	2	3	1	2															1	3	6				
Potamanthus luteus	1	3	5	1	1	1	1						2	4	2											
Potthastia longimanus	2	3	4	1																1	9	5	5			
Procladius diviseus	2	2	3	1	2	0,8							1,3	3,3	2,5	2,1				1	3	6	4	4	1	1
Psychomyia pusilla	1	2	5	1	1		2						1	6	1					1	9	5	5			
Rheocricotopus chalybeatus	1,8	27	4,5	0,9																1	9	5	5			
Rheocricotopus ornata																										
Rheocricotopus procladius	2,7	2,7	2,7	0,9	0,9																					
Rhithrogena semicolorata	0,9	1,8	2,7	3,6	0,9								10													
Simulium (Boopthora) erythrocephalum	1	2,5	4,5	0,5	1,5								2	8						1	9	5	5			
Simulium (Wilhelmia) equinum	1	1	8										3	7												
Simulium (Wilhelmia) lineatum													3	7												
Sphaerium cornutum	2	2	1	3	2	1,4							1,4	2	3,2					2	4	4	2	3	2	3
Sphaerium rivicola	1	3	5	1							2		4	1						1	9	5	5			
Spongilia lacustris	0,9	2,7	4,5	0,9	0,9	1,5					0,8		1,5	6,3						1	9	5	5			
Stenochironomus				2	7	1	2,5		2,5			0,5	1,5	1,5	1,5											
Synotrochodius semivirens	2	2	6																	1	9	5	5			
Theobius fluviatilis	1,8	27	3,6	0,9	0,9	1						1		8						2	4	4	5	5		
Thienemanniella carnea																										
Thienemanniella pseudocarnea																										
Tvetenia discoloripes		2	8																							
Tvetenia veralli																				4	5	1				
Unio crassus	1	3	5	1									2		6											
Unio pictorum	1	1	1	6	1		2						2		6					1	9	5	5			
Viviparus viviparus	3	1	1	2	3	2							5	3						2	4	4	5	5		
Xenochironomus xenobatis	2,5	1,7	2,5	0,8	2,5	1	3						3	3						2	4	4	5	5		
gemiddelde voorkeur	1,8	2,2	3,8	2,3	1,6	1,5	1,8	1,2	0,7	1,7	1,3	2,6	4,3	4,1	3	0	0	2,2	2,4	6,7	3,9	4,6	1,5	1,9		

Bijlage 13: Waals persbericht over vergoeding visschade

Communiqué de presse

Chimac: Indemnisation amiable des conséquences de la pollution du 31 juillet 2007

(1) 10.04.2008 – Cabinet du Ministre Benoît Lutgen

Ce mercredi 9 avril 2008, **Benoît LUTGEN**, Ministre wallon de l'Environnement, a réuni des représentants de la Fédération royale des Pêcheurs de la Basse-Meuse liégeoise, de la Maison Wallonne de la Pêche, de l'association « Pêche et Loisirs » et de la société Chimac.

Cette **réunion** visait à convenir d'une **indemnisation rapide et juste** pour réparer le préjudice environnemental, matériel, halieutique et moral subi par la Région wallonne et les pêcheurs suite à la pollution de la Meuse le 31 juillet 2007. Cette pollution avait été causée par un rejet accidentel de pesticides par la société Chimac.

Lors de cette réunion, la Société Chimac a reconnu sans équivoque l'importance du dommage occasionné par cette pollution. Elle a présenté aux associations de pêcheurs et à la Région wallonne ses excuses publiques pour cet accident.

La société Chimac a confirmé qu'elle avait pris différentes dispositions, dont un investissement important dans la station d'épuration, pour éviter qu'un tel accident se reproduise. L'ensemble des engagements qui avaient été pris par Chimac en août dernier ont par ailleurs été tous respectés.

Le montant de l'indemnisation a été arrêté sur base de différents rapports d'expertise à **350.000 €**. **Cette somme sera versée par la société Chimac au milieu de la pêche, via le Fonds piscicole de Wallonie.**

Cette somme sera consacrée à la **restauration des dégâts environnementaux et au repeuplement en poissons**. Elle servira également, **dans son volet indemnisation morale, à des campagnes de promotion et de sensibilisation à la pratique de la pêche**. Les associations de pêcheurs élaborent déjà un plan de mesures à mettre en œuvre, plan qui sera soumis au Ministre Benoît LUTGEN.

La décision intervenue a recueilli l'accord de toutes les parties, ce qui met un terme définitif à la procédure civile engagée par les différentes parties à l'encontre de Chimac. **Benoît LUTGEN se réjouit que la médiation qu'il a menée dans ce problème grave de pollution ait pu aboutir.**

Elle consacre ainsi le principe « pollueur-payeur » par une **indemnisation rapide** permettant une réparation complète du dommage causé, ce qui constitue une première en Région wallonne.

Contact Presse :

Audrey Jacquiez

- 0497/161 861 - e-mail : audrey.jacquiez@gov.wallonie.be

Gaëtan Frippiat

- 0474/553 824 - e-mail : gaetan.frippiat@gov.wallonie.be



Bureau Waardenburg bv

Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg

Telefoon 0345-512710, Fax 0345-519849

E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl