

# Optimalisatie macrofauna maatlat R8

Heranalyse met msPAF als somparameter en  
herziene lijst indicatorwaarden



# Optimalisatie macrofauna maatlat R8

## Heranalyse met msPAF als somparameter en herziene lijst indicatorwaarden

|                               |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| Datum:                        | 22 november 2011     |
| Opdrachtgever:                | Deltares             |
| Contactpersoon opdrachtgever: | L. Osté              |
| Projectnummer:                | 26                   |
| Status:                       | Eindrapport          |
| Auteur(s):                    | J. Postma & B. Reeze |

### Citeren als:

Ecofide en Arcadis (2011). Optimalisatie macrofauna maatlat R8. Heranalyse met msPAF als somparameter en herziene lijst indicatorwaarden. Ecofide projectnr. 26; Arcadis projectnr. C01012.200108.

### Aan het huidige project is meegewerkt door:

M. de Lange (Alterra)  
E. Peeters (Wageningen UR)  
D. de Zwart & L. Posthuma (RIVM)  
R. Pot (Roelf Pot onderzoek- en adviesbureau)

Ecofide  
Singel 105  
1381 AT Weesp  
Telefoon: 0294-450282  
Fax: 0294-457359  
KvK: 32134487  
info@ecofide.nl  
www.ecofide.nl



# Inhoudsopgave

---



|   |    |
|---|----|
| Inleiding .....   | 1  |
| 1. Heranalyse met msPAF als somparameter voor toxische druk ..... | 3  |
| 1.1 Werkwijze.....  | 3  |
| 1.2 Resultaten .....  | 3  |
| 1.3 Discussie .....   | 15 |
| 2 Herziening lijst indicatorwaarden .....                         | 17 |
| 2.1 Werkwijze.....  | 17 |
| 2.2 Resultaten .....  | 18 |
| 2.3 Herziene indicatorlijst .....                                 | 23 |
| Literatuur .....  | 27 |
| Bijlage .....   | 29 |



# Inleiding



In de periode 2007-2008 hebben Grontmij|AquaSense, Alterra en de Wageningen Universiteit, in opdracht van Rijkswaterstaat, gewerkt aan de ontwikkeling van een KRW-maatlat voor macrofauna in zoete getijdenwateren (watertype R8, Peeters et al., 2010a, 2010b).

Met behulp van deze maatlat is het mogelijk om de ecologische toestand te bepalen aan de hand van macrofauna die aangetroffen wordt. De beoordeling is gebaseerd op de twee belangrijkste 'drukfactoren' in het benedenrivierengebied:

- algemene verstoring (als gevolg van scheepvaart, inrichting e.d.)
- sedimentverontreiniging.

Deze aspecten worden in de maatlat apart geanalyseerd en beoordeeld.

In de afgelopen jaren is in een aantal projecten ervaring opgedaan met deze maatlat (bijv. Arcadis, 2009; Ecofide, 2008). Daarbij is een aantal aandachtspunten geconstateerd. Deze zijn verder uitgezocht en/of verholpen in een aanvullend onderzoek (Arcadis & Ecofide, 2009).

In 2010 is de dataset van het benedenrivierengebied (R8) opnieuw bestudeerd door het RIVM met een focus op de deelmaatlat voor sedimentverontreiniging (Posthuma et al., 2011). Uit de vergelijking van de verkregen gegevens met de bestaande maatlat-R8 bleek dat de classificatie van taxa voor sedimentverontreiniging in de R8-maatlat redelijk – maar niet volledig – overeen stemt met de berekende effecten van mengsels op de taxa. Geconcludeerd werd dat optimalisatie van de classificatie mogelijk is. Hiervoor zijn specifieke aanbevelingen gedaan.

Naar aanleiding van de studie van het RIVM is geconcludeerd dat het goed zou zijn om de CANOCO-analyse die aan de basis ligt van de KRW-maatlat nogmaals uit te voeren met de msPAF als somparameter voor toxische druk in plaats van afzonderlijke contaminanten. De resultaten van beide studies (R8-maatlat en RIVM-studie) kunnen nu namelijk niet goed met elkaar worden vergeleken omdat in het ene geval afzonderlijke stoffen als milieuvariabele zijn gebruikt (R8-maatlat) en in het andere geval de msPAF (RIVM-studie).

In dit rapport worden de resultaten van de CANOCO-analyses met msPAF als somparameter voor toxische druk beschreven (hoofdstuk 1). Vervolgens is nagegaan of een herziening van de lijst met indicatorwaarden voor sedimentverontreiniging tot een verbetering van de R8-maatlat kan leiden. Hiertoe zijn de inzichten uit de huidige analyse gecombineerd met die van de oorspronkelijke R8-studie en de RIVM-studie (hoofdstuk 2).





# 1. Heranalyse met msPAF als somparameter voor toxische druk



## 1.1 Werkwijze

Voor de heranalyse zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Verzamelen van de datasets van RIVM (incl. msPAF per monster) en Wageningen Universiteit (incl. score voor algemene metrieken).
- Reproductie van de analyses met CANOCO (controle, afzonderlijke stoffen als verklarende variabele).
- Uitvoeren nieuwe CANOCO-analyse met msPAF als verklarende variabele. Deze analyse resulteert onder andere in een nieuwe indicatorlijst voor sedimentverontreiniging.
- Uitvoeren van CANOCO-analyse met msPAF én afzonderlijke stoffen als verklarende variabele.
- Uitvoeren van CANOCO-analyse met msPAF én afzonderlijke stoffen als verklarende variabele met aangepaste voorwaartse selectieprocedure.

Deze analyses vormen de basis voor de afronding van de R8-deelmaatlat sedimentverontreiniging. Na afronding van de analyse liggen er drie lijsten met indicatoren voor sedimentverontreiniging:

- De oorspronkelijke lijst van de R8-maatlat (Peeters et al., 2010a).
- De lijst van de RIVM-studie (Posthuma et al., 2011).
- De lijst van de CANOCO-analyse met msPAF als enige verklarende variabele (deze studie).

## 1.2 Resultaten

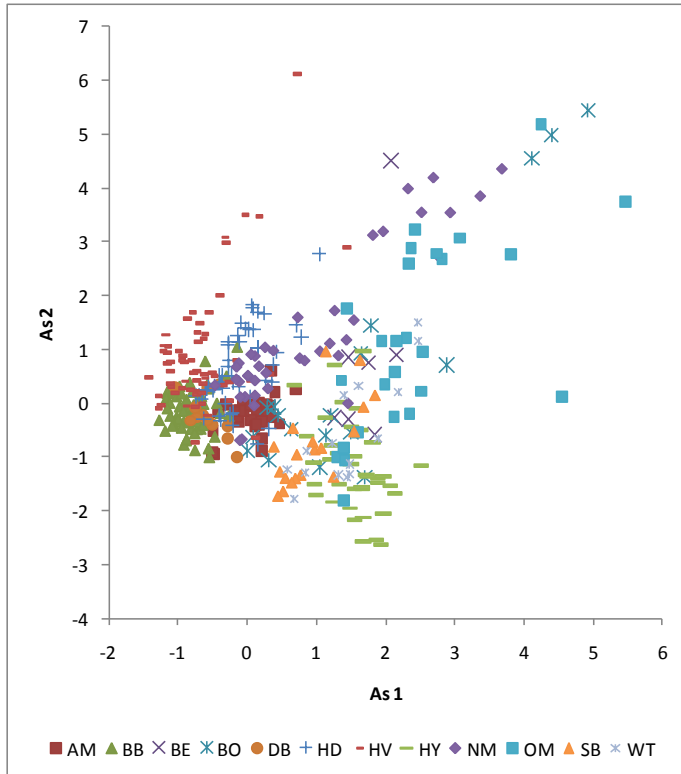
### 1.2.1 Reproductie Canoco-analyses

#### *Verzamelen datasets*

De oorspronkelijke dataset bestaat uit 389 monsters. Uit deze set zijn tien monsters verwijderd, omdat ze door een te hoog zoutgehalte een zeer afwijkende soortensamenstelling bezitten. Dit is ook gebeurd in de oorspronkelijke analyses. De analyse is uitgevoerd over 220 taxa.

### Correspondentie analyse (CA)

Allereerst zijn ter controle de meest relevante analyses in CANOCO gereproduceerd. In figuur 1 is het resultaat van de Correspondentie Analyse (CA) weergegeven. Dit figuur weerspiegelt de spreiding van de monsters op basis van de soortensamenstelling. Ook is de positie van de onderscheiden watersystemen weergegeven.



**Figuur 1** Reproductie correspondentie analyse (CA), vgl. figuur 5 achtergronddocument.

De resultaten stemmen goed, maar niet volledig overeen met figuur 5 uit het achtergrondrapport bij de maatlat (Peeters et al., 2010b). De verschillen worden waarschijnlijk veroorzaakt door het ontbreken van gegevens uit het Ketelmeer. Deze gegevens zijn wel meegenomen in de oorspronkelijke Correspondentie-Analyse. Dit verschil geldt overigens niet bij de overige gepresenteerde analyses. Hier is het Ketelmeer in de oorspronkelijke analyses (ook) niet meegenomen.

### Voorwaartse selectieprocedure

Vervolgens is de voorwaartse selectieprocedure herhaald. De resultaten voor de hoofdstromen en de Biesbosch zijn opgenomen in tabel 1.

**Tabel 1** Reproductie voorwaartse selectieprocedure voor hoofdstromen en Biesbosch, vgl. tabel 10 en 11 achtergronddocument.

| Hoofdstromen |       |       | Biesbosch |       |       |
|--------------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| Variable     | P     | F     | Variable  | P     | F     |
| Getij_di     | 0,002 | 19,07 | Cl10      | 0,002 | 10,63 |
| Cl10         | 0,002 | 8,78  | KGVgebr   | 0,002 | 4,84  |
| DS           | 0,002 | 8,01  | Sed_Ero2  | 0,002 | 4,4   |
| Fr210u       | 0,002 | 5,48  | PH        | 0,002 | 3,26  |
| Sed_Ero2     | 0,002 | 4,69  | Diepte    | 0,002 | 2,64  |
| IOS_Cd       | 0,002 | 4,7   | IOS_Cr    | 0,002 | 2,34  |
| VW_klass     | 0,002 | 3,69  | IOS_s3Dr  | 0,004 | 2,05  |
| IOS_Olie     | 0,002 | 3,38  | Getij_di  | 0,002 | 1,86  |
| Diepte       | 0,006 | 2,76  | IOS_Ni    | 0,026 | 1,75  |
| IOS_As       | 0,004 | 2,79  | VW_klass  | 0,01  | 1,53  |
| PH           | 0,004 | 2,51  | IOS_b_HC  | 0,09  | 1,44  |
| slib         | 0,002 | 2,49  | IOS_Olie  | 0,088 | 1,44  |
| slib_zan     | 0,002 | 2,41  | IOS_sPCB  | 0,026 | 1,45  |
| IOS_Pb       | 0,002 | 2,06  | VG_HVN    | 0,026 | 1,43  |
| IOS_Zn       | 0,002 | 2,15  | IOS_Cd    | 0,058 | 1,34  |
| Fr63u        | 0,008 | 1,85  | slib_zan  | 0,11  | 1,26  |
| VG_HVN       | 0,004 | 1,89  | IOS_Zn    | 0,114 | 1,29  |
| IOS_Cr       | 0,024 | 1,86  | IOS_sPAK  | 0,116 | 1,33  |
| pr_OS        | 0,022 | 1,61  | IOS_Cu    | 0,138 | 1,25  |
| IOS_sPCB     | 0,004 | 1,76  | FrGr210   | 0,178 | 1,21  |
| Cl50         | 0,038 | 1,61  | klei      | 0,2   | 1,19  |
| Cl70         | 0,002 | 2,48  | pr_OS     | 0,174 | 1,18  |
| zand         | 0,028 | 1,6   | IOS_Pb    | 0,308 | 1,13  |
| IOS_s3Dr     | 0,036 | 1,56  | IOS_Hept  | 0,288 | 1,12  |
| IOS_Hg       | 0,018 | 1,51  | slib      | 0,324 | 1,08  |
| IOS_sPAK     | 0,228 | 1,15  | zand      | 0,246 | 1,15  |
| KGVgebr      | 0,218 | 1,15  | IOS_As    | 0,456 | 1,02  |

De betrokken variabelen verklaarden tezamen 27,3% van de variatie in de macrofaunasamenstelling in de hoofdstromen (idem in oorspronkelijke analyse). De bijdrage van de ecologische factoren was 18,5% (16,7% in oorspronkelijke analyse) en die van de contaminanten 7,2% (5,6%). In de Biesbosch was dit tezamen 38,4% (38,4% in oorspronkelijke analyse) met een bijdrage van 16,1% voor de ecologische factoren (18,2%) en 13,6% voor de contaminanten (10,5%).

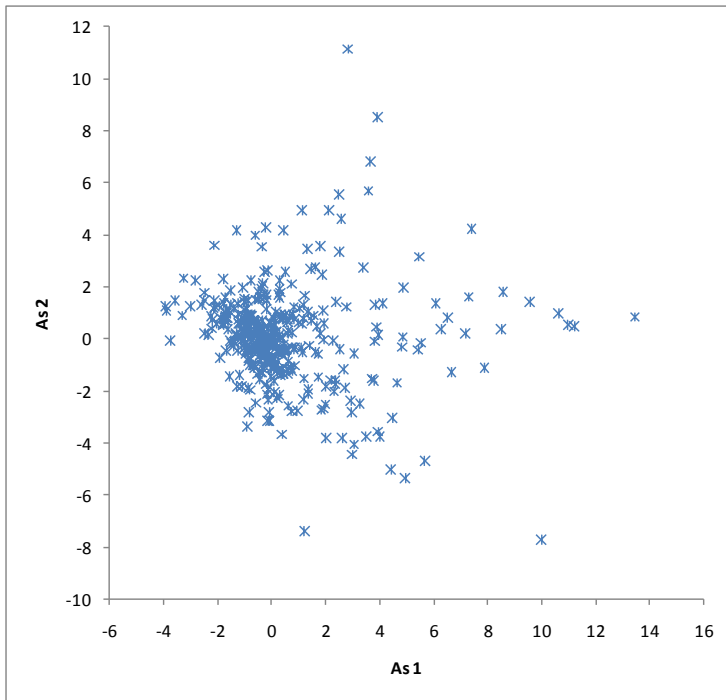
De reproductie levert vrijwel dezelfde ecologische factoren en contaminanten als in de oorspronkelijke analyse, vgl. tabel 10 en 11 van het achtergronddocument. Voor de hoofdstromen zijn er kleine verschillen: in de reproductie komt Cl50 wel naar voren, terwijl de somPAK niet significant is ( $p < 0,05$ ). Ook bij de Biesbosch zijn er kleine verschillen, zoals het ontbreken van Cl70 (wel in de reproductie).

#### *Relatie macrofauna met sedimentverontreiniging*

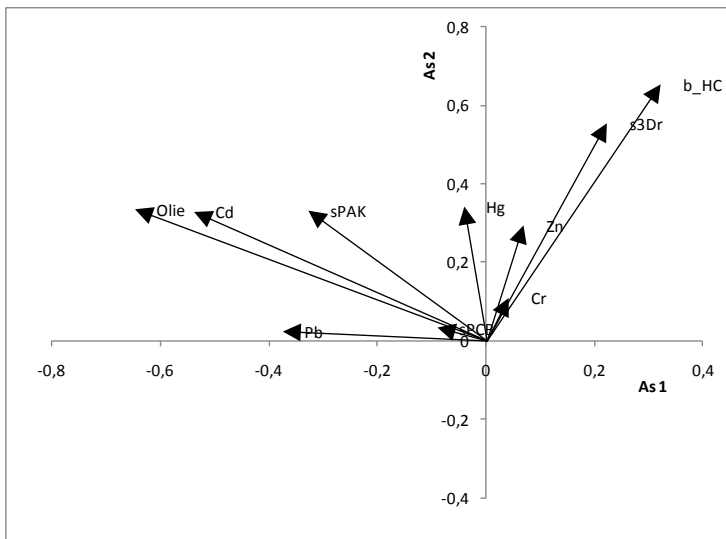
Tenslotte is de analyse waarin de macrofauna wordt gerelateerd aan de sedimentverontreiniging herhaald. De resultaten zijn weergegeven in figuur 2. De eigenwaarde ( $R^2$ , een maat voor de verklarende waarde van de as) op de 1<sup>e</sup> as is 0,040 en de 2<sup>e</sup> as 0,025. De eigenwaarde in de oorspronkelijk analyse was vergelijkbaar: 0,040 op de 1<sup>e</sup> as en 0,028 op de 2<sup>e</sup> as.



De ligging van de monsters komt redelijk goed overeen met de oorspronkelijke analyse, vgl. figuur 9 uit het achtergronddocument. Dit geldt ook voor de richting van de contaminanten (figuur 3), vgl. figuur 10 uit het achtergronddocument. Het enige zichtbare verschil is de richting van de pijl van kwik (Hg). Het is onduidelijk waar dit verschil door wordt veroorzaakt.



**Figuur 2** Reproductie ligging van de monsters t.b.v. relatie macrofauna met sedimentverontreiniging, vgl. figuur 9 achtergronddocument



**Figuur 3** Reproductie richting van de contaminanten, vgl. figuur 10 achtergronddocument.

## 1.2.2 Analyse met msPAF in plaats van contaminanten

### *Toelichting*

In deze analyse is de msPAF-waarde opgenomen als verklarende variabele in plaats van de afzonderlijke contaminanten. De msPAF wordt hierbij beschouwd als somparameter voor toxische druk. Voor elk monster is een msPAF-waarde berekend op basis van de aanwezige contaminanten. Voor de berekeningswijze van de msPAF-waarden wordt verwezen naar Posthuma et al. (2011).

### *Correspondentie Analyse (CA)*

De resultaten van de Correspondentie Analyse zijn alleen gebaseerd op de soortensamenstelling en hangen niet samen met de onderscheiden ecologische factoren en de contaminanten. Deze analyse is dan ook niet herhaald.

### *Voorwaartse selectieprocedure*

De resultaten van de voorwaartse selectieprocedure voor de hoofdstromen en de Biesbosch zijn opgenomen in tabel 2.

**Tabel 2** Voorwaartse selectieprocedure voor hoofdstromen en Biesbosch met msPAF als somparameter voor toxische druk, vgl. tabel 1

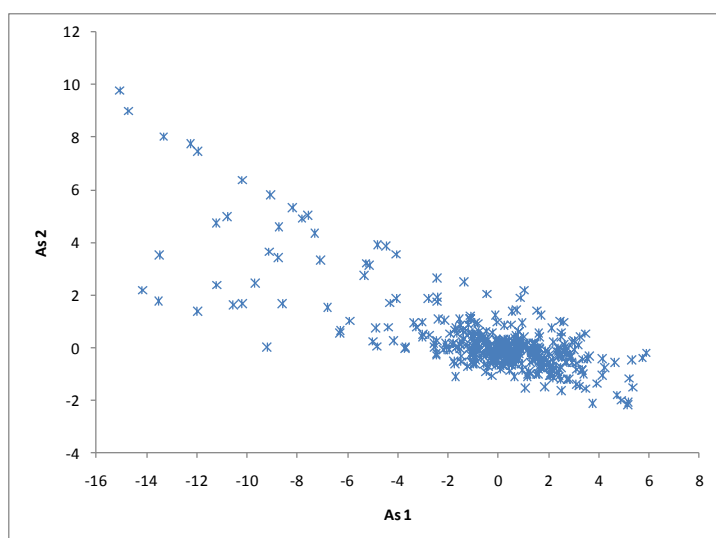
| Hoofdstromen |       |       | Biesbosch |       |       |
|--------------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| Variable     | P     | F     | Variable  | P     | F     |
| Getij_di     | 0,002 | 19,05 | Cl10      | 0,002 | 10,63 |
| Cl10         | 0,002 | 8,8   | KGVgebr   | 0,002 | 4,84  |
| DS           | 0,002 | 7,91  | Sed_Ero2  | 0,002 | 4,4   |
| Fr210u       | 0,002 | 5,36  | PH        | 0,002 | 3,26  |
| Sed_Ero2     | 0,002 | 4,71  | Diepte    | 0,002 | 2,64  |
| VW_klass     | 0,002 | 3,61  | Getij_di  | 0,006 | 1,82  |
| zand         | 0,002 | 3,08  | Fr210u    | 0,008 | 1,58  |
| klei         | 0,002 | 2,79  | VW_klass  | 0,062 | 1,36  |
| VG_HVN       | 0,002 | 2,78  | VG_HVN    | 0,026 | 1,45  |
| PH           | 0,004 | 2,54  | msPAFraD  | 0,018 | 1,48  |
| msPAFraD     | 0,002 | 2,39  | slib_zan  | 0,054 | 1,37  |
| pr_OS        | 0,006 | 1,92  | DS        | 0,134 | 1,26  |
| slib         | 0,006 | 1,78  | slib      | 0,242 | 1,18  |
| Fr63u        | 0,018 | 1,66  | pr_OS     | 0,342 | 1,06  |
| Cl50         | 0,046 | 1,57  | klei      | 0,366 | 1,02  |
| Cl70         | 0,002 | 2,62  | zand      | 0,214 | 1,17  |
| Diepte       | 0,07  | 1,44  | Fr2u      | 0,68  | 0,9   |
| KGVgebr      | 0,138 | 1,25  | Fr63u     | 0,672 | 0,89  |
| Fr2u         | 0,574 | 0,91  |           |       |       |

De betrokken variabelen verklaarden tezamen 22,2% van de variatie in de macrofaunasamenstelling in de hoofdstromen. De bijdrage van de ecologische factoren was 20,1% en die van de contaminanten (msPAF) 0,8%. In de Biesbosch was dit tezamen 29,9% met een bijdrage van 27,6% voor de ecologische factoren en 1,2% voor de contaminanten.

De analyse levert dezelfde ecologische factoren als in de analyse uit paragraaf 1.2.1, vgl. tabel 1. In de Biesbosch is Fr210u nu wel significant. De msPAF is in beide voorwaartse selectieprocedures als significante variabele opgenomen in het model ( $p < 0,05$ ).

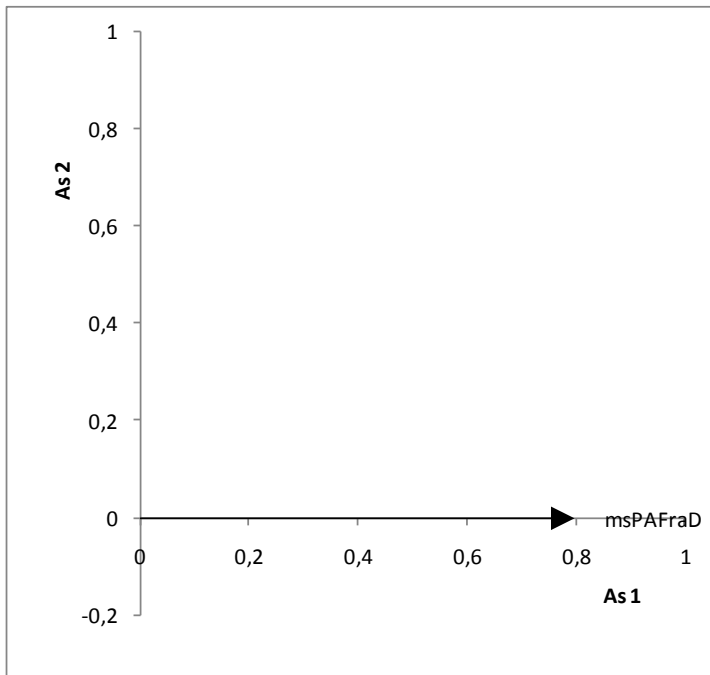
#### *Relatie macrofauna met sedimentverontreiniging*

De resultaten van de analyse waarin de macrofauna wordt gerelateerd aan de sedimentverontreiniging (i.c. msPAF) zijn weergegeven in figuur 4. De monsters zijn anders gerangschikt dan in de oorspronkelijke analyse, vgl. figuur 9 uit het achtergronddocument. De eigenwaarden bij deze analyse is op de 1<sup>e</sup> as 0,012 en op de 2<sup>e</sup> as 0,137. Hierbij moet opgemerkt worden dat alleen de 1<sup>e</sup> as Canocial is omdat er maar 1 contaminant is geanalyseerd (msPAF). Ter vergelijking: de eigenwaarden van figuur 2 bedroegen 0,040 op de 1<sup>e</sup> as en 0,025 op de 2<sup>e</sup> as. De verklarende waarde van de 1<sup>e</sup> as, die gerelateerd kan worden aan de msPAF, is dus een stuk lager dan in de oorspronkelijke analyse.



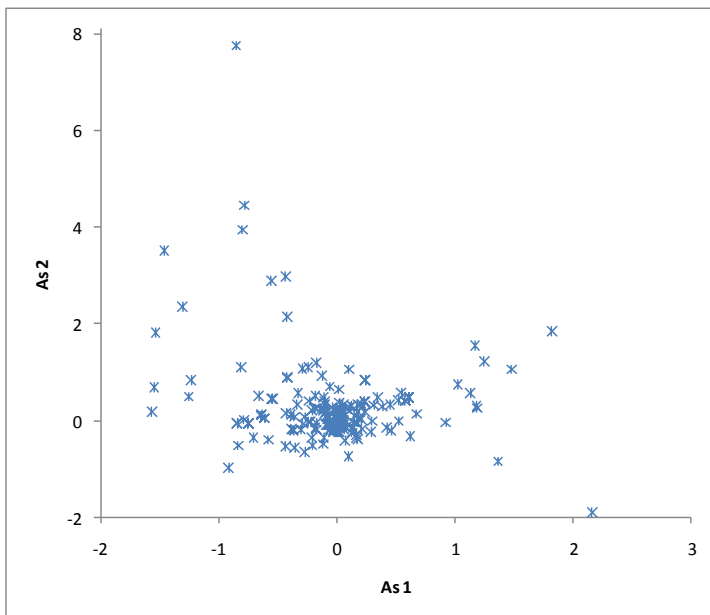
**Figuur 4** Ligging van de monsters met msPAF als somparameter voor toxische druk, vgl. figuur 9 achtergronddocument

De msPAF is logischerwijze de enige verklarende contaminant (zie figuur 5). De pijl wijst naar rechts, wat betekent dat monsters die gepositioneerd zijn aan de rechterzijde van het ordinatiediagram gerelateerd zijn aan een hoge msPAF (met correctie voor variatie als gevolg van de ecologische factoren) en monsters aan de linkerzijde met een lage msPAF (met correctie voor variatie als gevolg van de ecologische factoren). De weergegeven waarde op de x-as is overigens een relatieve maat en heeft dus geen (absolute) betekenis (en is dus niet rechtstreeks te vergelijken met figuur 3). De variatie op de y-as is het gevolg van de variatie voor de niet gemeten factoren.



**Figuur 5** Richting van de contaminanten met msPAF als somparameter voor toxische druk, vgl. figuur 10 achtergronddocument

Het ordinatiediagram kan worden weergegeven met monsters (zie figuur 4), maar ook met soorten (zie figuur 6). Een vergelijkbare weergave is gebruikt om de indicatiewaarde van macrofaunasoorten af te leiden (zie figuur 11 in het achtergronddocument). Elke soort heeft hierbij een x- en y-coördinaat. Ook hier geldt dat soorten die gepositioneerd zijn aan de rechterzijde van het ordinatiediagram gerelateerd zijn aan een hoge msPAF (met correctie voor variatie als gevolg van de ecologische factoren) en soorten aan de linkerzijde met een lage msPAF (met correctie voor variatie als gevolg van de ecologische factoren).



**Figuur 6** Positie van de soorten met msPAF als somparameter voor toxische druk

In de bijlage is de soortenlijst opgenomen waarbij de soorten zijn geordend op hun positie op de eerste ordinatie-as (x-as). Deze bijlage kan gebruikt worden als een derde indicatorlijst voor sedimentverontreiniging op basis van msPAF als somparameter voor toxische druk. Soorten met een hoge waarde op de x-as zijn gerelateerd zijn aan een hoge msPAF (en dus een hoge toxische druk); soorten met een lage msPAF (grote negatieve waarde) zijn gerelateerd aan een lage msPAF (en dus een lage toxische druk).

## 1.2.3 Analyse met msPAF én contaminanten

### *Toelichting*

In deze analyse is de msPAF-waarde opgenomen als extra verklarende variabele, aanvullend op de afzonderlijke contaminanten. Deze analyse is uitgevoerd om te controleren of de msPAF meer voorspellende waarde heeft dan bepaalde afzonderlijke stoffen. In dat geval zou de msPAF als een belangrijke variabele bij de voorwaartse selectieprocedure naar voren moeten komen.

### *Correspondentie Analyse (CA)*

Zie paragraaf 1.2.2.

### *Voorwaartse selectieprocedure*

Vervolgens is de voorwaartse selectieprocedure herhaald. De resultaten voor de hoofdstromen en de Biesbosch zijn opgenomen in tabel 3. De reproductie levert dezelfde ecologische factoren en contaminanten als bij de reproductie in paragraaf 1.2.1 (tabel 1). De msPAF is in beide gevallen niet significant ( $p > 0,05$ ).

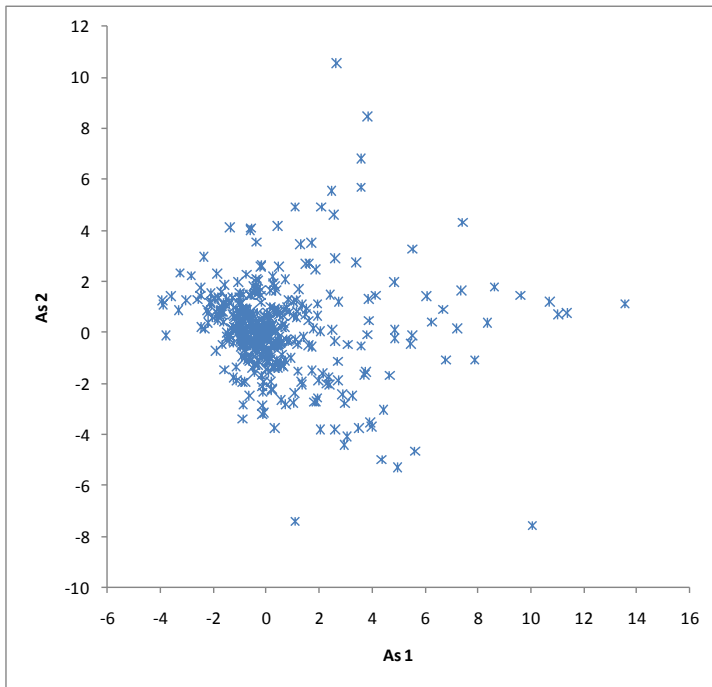
De betrokken variabelen verklaarden tezamen 27,5% van de variatie in de macrofaunasamenstelling in de hoofdstromen. De bijdrage van de ecologische factoren was 18,2% en die van de contaminanten 7,6%. In de Biesbosch was dit tezamen 39,3% met een bijdrage van 22,0% voor de ecologische factoren en 14,9% voor de contaminanten.

**Tabel 3** Voorwaartse selectieprocedure voor hoofdstromen en Biesbosch met msPAF als extra variabele naast de afzonderlijke contaminanten, vgl. tabel 1.

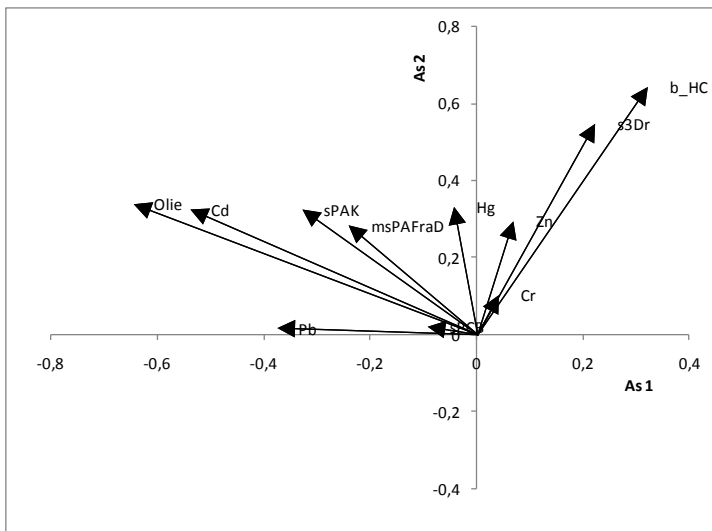
| Hoofdstromen |       |       | Biesbosch |       |       |
|--------------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| Variable     | P     | F     | Variable  | P     | F     |
| Getij_di     | 0,002 | 19,07 | Cl10      | 0,002 | 10,63 |
| Cl10         | 0,002 | 8,78  | KGVgebr   | 0,002 | 4,84  |
| DS           | 0,002 | 8,01  | Sed_Ero2  | 0,002 | 4,4   |
| Fr210u       | 0,002 | 5,48  | PH        | 0,002 | 3,26  |
| Sed_Ero2     | 0,002 | 4,69  | Diepte    | 0,002 | 2,64  |
| IOS_Cd       | 0,002 | 4,7   | IOS_Cr    | 0,002 | 2,34  |
| VW_klass     | 0,002 | 3,69  | IOS_s3Dr  | 0,004 | 2,05  |
| IOS_Olie     | 0,002 | 3,38  | Getij_di  | 0,002 | 1,86  |
| Diepte       | 0,006 | 2,76  | IOS_Ni    | 0,026 | 1,75  |
| IOS_As       | 0,004 | 2,79  | VW_klass  | 0,01  | 1,53  |
| PH           | 0,004 | 2,51  | IOS_b_HC  | 0,09  | 1,44  |
| slib         | 0,002 | 2,49  | IOS_Olie  | 0,088 | 1,44  |
| slib_zan     | 0,002 | 2,41  | IOS_sPCB  | 0,026 | 1,45  |
| IOS_Pb       | 0,002 | 2,06  | VG_HVN    | 0,026 | 1,43  |
| IOS_Zn       | 0,002 | 2,15  | IOS_Cd    | 0,058 | 1,34  |
| Fr63u        | 0,008 | 1,85  | slib_zan  | 0,11  | 1,26  |
| VG_HVN       | 0,004 | 1,89  | IOS_Zn    | 0,114 | 1,29  |
| IOS_Cr       | 0,024 | 1,86  | IOS_sPAK  | 0,116 | 1,33  |
| pr_OS        | 0,022 | 1,61  | IOS_Cu    | 0,138 | 1,25  |
| IOS_sPCB     | 0,004 | 1,76  | FrGr210   | 0,178 | 1,21  |
| Cl50         | 0,038 | 1,61  | klei      | 0,2   | 1,19  |
| Cl70         | 0,002 | 2,48  | pr_OS     | 0,174 | 1,18  |
| zand         | 0,028 | 1,6   | msPAFraD  | 0,196 | 1,18  |
| IOS_s3Dr     | 0,036 | 1,56  | IOS_Pb    | 0,29  | 1,13  |
| IOS_Hg       | 0,018 | 1,51  | IOS_Hept  | 0,3   | 1,1   |
| IOS_sPAK     | 0,228 | 1,15  | slib      | 0,328 | 1,07  |
| KGVgebr      | 0,218 | 1,15  | zand      | 0,222 | 1,15  |
| msPAFraD     | 0,338 | 1,07  | DS        | 0,506 | 0,96  |

#### *Relatie macrofauna met sedimentverontreiniging*

De resultaten van de analyse waarin de macrofauna wordt gerelateerd aan de sedimentverontreiniging (incl. msPAF als verklarende variabele) zijn weergegeven in figuur 7. De eigenwaarden van de assen zijn identiek aan de eigenwaardes van de reproductie in paragraaf 1.2.1: 0,040 voor as 1 en 0,025 voor as 2. Ook de ligging van de monsters komt goed overeen met de reproductie, vgl. figuur 2 uit paragraaf 1.2.1. Dit geldt ook voor de richting van de contaminanten (figuur 8), vgl. figuur 3 uit paragraaf 1.2.1. De introductie van de msPAF als somparameter voor toxische druk heeft dus geen invloed op het resultaat van de analyses.



**Figuur 7** Ligging van de monsters met msPAF én contaminanten, vgl. figuur 9 achtergronddocument



**Figuur 8** Richting van de contaminanten met msPAF én contaminanten, vgl. figuur 10 achtergronddocument

## 1.2.4 Analyse met msPAF én contaminanten: aangepaste voorwaartse selectieprocedure

### *Toelichting*

In aanvulling op bovenstaande analyses is een handmatige voorwaartse selectieprocedure toegepast om meer zicht te krijgen op de verklarende waarde van de msPAF ten opzichte van afzonderlijke stoffen. De analyses zijn uitgevoerd op de dataset van de hoofdstromen. Hierbij zijn alleen de significante variabelen uit Peeters et al. (2010b) meegenomen.

### *Alle verklarende variabelen*

Allereerst is een handmatige voorwaartse selectieprocedure uitgevoerd met alle significante variabelen (omgevingsvariabelen, contaminanten en msPAF). Hierbij is het model steeds uitgebreid met één verklarende variabele (waarbij telkens de meest verklarende variabele is geselecteerd). In onderstaande tabel is de volgorde weergegeven waarin de variabelen zijn opgenomen in het model. Tevens is per stap de positie van msPAF in de (door CANOCO voorgestelde) lijst van variabelen weergegeven en de contaminanten die eerder genoemd werden dan msPAF.

**Tabel 4** Positie msPAF in model met handmatige selectie

| Volgorde | Parameter  | Positie msPAF | Contaminanten met positie vóór msPAF        |
|----------|------------|---------------|---|
| 1        | Getijdifff | 8             | Cd, Olie                                    |
| 2        | Cl10       | 7             | Cd, Olie                                    |
| 3        | % DS       | 5             | Cd, Olie                                    |
| 4        | Fr210u     | 12            | Olie, Cd, somPAK, Pb                        |
| 5        | SedEro2    | 11            | Cd, Olie, somPAK, Pb                        |
| 6        | Cd         | 8             | Olie, somPAK                                |
| 7        | VW Klasse  | 20            | Olie, As, Cr, Zn, somPCB, Pb, somPAK, sDrin |
| 8        | Olie       | 19            | idem  |
| 9        | Diepte     | 18            | idem  |

Te zien is dat de omgevingsvariabelen aanvankelijk het meest verklarend zijn voor de variatie in de soortensamenstelling. In de rij van gesuggereerde variabelen komen cadmium en olie steeds als eerste contaminanten naar voren (vóór msPAF). Cadmium is de eerste chemische variabele die wordt opgenomen in het model (zesde variabele). Zodra cadmium wordt opgenomen, valt de msPAF terug naar de laatste plaats in de rij van voorgestelde parameters (minste toegevoegde waarde).

### *msPAF als eerste verklarende variabele*

Vervolgens is dezelfde exercitie uitgevoerd, alleen met msPAF als eerste verklarende variabele (opgelegd). De resultaten zijn weergegeven in tabel 5.



**Tabel 5** Eerstgenoemde twee contaminanten in model met msPAF als opgelegde variabele (positie tussen haakjes)

| Volgorde | Parameter  | Contaminanten met positie tussen haakjes |
|----------|------------|--|
| 1        | Getijdifff | Som PCB (8), Olie (9)                    |
| 2        | Cl10       | Olie (7), somPCB (10)                    |
| 3        | Fr210u     | Olie (6), Cd (10)                        |
| 4        | % DS       | Olie (3), Cd (8)                         |
| 5        | SedEro2    | Olie (3), Cd (5)                         |
| 6        | VW Klasse  | Olie (2), Cd (4)                         |
| 7        | Olie       | Cd (2), As (5)                           |
| 8        | Cd         | As (4), Pb (9)                           |
| 9        | As         | Cr (7), somPCB (8)                       |

Te zien is dat het model als eerste weer dezelfde omgevingsvariabelen 'opzoekt'. Olie en cadmium voegen het meest toe wat contaminanten betreft. Olie is de eerste contaminant die wordt opgenomen in het model.

*Alle ecologische variabelen en msPAF als eerste verklarende variabelen*

Tenslotte is een handmatige voorwaartse selectieprocedure uitgevoerd met alle significante omgevingsvariabelen (opgelegd). Vervolgens is de msPAF als eerste verklarende variabele geselecteerd (opgelegd). In de tabel is de volgorde weergegeven waarin de variabelen zijn opgenomen in het model en de volgorde van de contaminanten (zoals voorgesteld door CANOCO op basis van verklarende waarde).

**Tabel 6** Eerstgenoemde contaminanten in model met alle omgevingsvariabelen (opgelegd) en msPAF als eerste geselecteerde variabele (opgelegd)

| Volgorde | Parameter     | Volgorde contaminanten                                  |
|----------|---------------|---|
| 1        | Alle omg.var. | Olie, Cd, somPAK, As, Pb, Cr, msPAF, som PCB, Zn, sDrin |
| 2        | msPAF (opg)   | Olie, As, Cr, Cd, Pb, ...                               |
| 3        | Olie          | Cd, Pb, Cr, somPCB, Zn, ...                             |
| 4        | Cd            | Zn, Pb, Cr, somPCB, sDrin, ...                          |
| 5        | Zn            | Pb, somPCB, Cr, sDrin, somPAK, ...                      |

Te zien is dat olie en cadmium het meest toevoegen aan een model met alle omgevingsvariabelen en msPAF als opgelegde parameters.



## 1.3 Discussie

### *Reproductie van de Canoco-analyses*

De analyses die aan de basis van de maatlat liggen kunnen voldoende goed, maar niet exact worden gereproduceerd. Dit betekent dat de resultaten van de analyses met msPAF als somparameter voor toxische druk niet toegeschreven kunnen worden aan afwijkende instellingen in CANOCO.

### *Analyse met msPAF in plaats van contaminanten*

Hoewel de fractie verklaarde variantie van de analyse met de msPAF als somparameter voor toxische druk nog niet vergeleken kan worden met de oorspronkelijke analyse, wijzen de eigenwaardes van de assen en de fracties verklaarde variantie erop dat de msPAF minder verklarend is dan de afzonderlijke contaminanten. Dit komt waarschijnlijk omdat de variatie in de dataset en de gevoeligheden van soorten voor specifieke (combinaties van) stoffen in de oorspronkelijke analyse wel kan worden 'gedetecteerd' in de ordinatie, terwijl deze variatie bij de msPAF als verklarende variabele is 'platgeslagen' in één getal. Een msPAF van 0,20 kan worden veroorzaakt door verschillende (combinaties van) stoffen; soorten kunnen specifiek gevoelig zijn voor bepaalde stoffen. Daarnaast kan het zijn dat stress op stress (of mengsel toxiciteit) afgeleid uit laboratorium experimenten niet goed spoort met observaties uit het veld waar soms effecten van toxicanten gemaskeerd/geminimaliseerd kunnen worden door andere factoren, bijvoorbeeld een overmaat aan voedsel.

### *Analyse met msPAF én contaminanten*

De analyse waarin msPAF als extra variabele meedraait in de oorspronkelijk analyse levert geen andere resultaten: de msPAF komt niet als een belangrijke variabele naar voren bij de voorwaarde selectieprocedure. Voorts is de introductie van de variabele niet van invloed op de ordinatie waarin macrofauna wordt gerelateerd aan sedimentvervuiling (figuur 9 en 10 achtergronddocument). Wel aardig om te zien is dat de msPAF een middenpositie inneemt tussen de clusters Olie/cadmium en b\_HCH en som3Drins. De msPAF is dus (in combinatie met de afzonderlijke contaminanten) niet van extra verklarende waarde.

### *Analyse met msPAF én contaminanten: handmatige selectieprocedure*

In de verschillende handmatige selectieprocedures komt msPAF niet als belangrijke verklarende variabele naar voren. Na enkele omgevingsvariabelen blijken cadmium en olie het meest toe te voegen aan de verklaring van de variatie in de soortensamenstelling.



## 2 Herziening lijst indicatorwaarden

---

### 2.1 Werkwijze

Na afronding van de heranalyse zijn er drie lijsten met indicatoren voor sedimentverontreiniging:

- De oorspronkelijke lijst uit de R8-maatlat (Peeters et al., 2010a).
- De lijst van de RIVM-studie (Posthuma et al., 2011).
- De lijst van de CANOCO-analyse met msPAF als enige verklarende variabele (deze studie).

Verder zijn er verschillende mogelijkheden om de deelmaatlat voor sedimentverontreiniging te verbeteren. Deze mogelijkheden zijn besproken door een technisch comité, bestaande uit: Edwin Peeters (Wageningen Universiteit), Dick de Zwart en Leo Posthuma (RIVM) en Bart Reeze (Arcadis) en bestaan uit:

- Keuze voor één van de methoden op basis van de fracties verklaarde variantie.
- Optimaliseren van de soortenlijsten op basis van beide studies. Controle a.d.h.v. veranderingen van de fractie verklaarde variantie in een analyse met de (resulterende) EKR als verklarende variabele met omgevingsvariabelen als covariabele.
- Nieuwe deelmaatlat opnemen voor sedimentverontreiniging op basis van studie RIVM.

In overleg met de opdrachtgever is gekozen om de lijst indicatorwaarden te optimaliseren op basis van beide studies (optie 2) met de volgende argumenten:

- De resultaten van beide analyses (oorspronkelijke R8-maatlat en RIVM-studie) zijn gelijkwaardig. De indicatiewaarde van soorten verschilt door een verschillende (statistische) 'kijk' op de dataset; de resultaten zijn echter even waar en waardevol. Het zou dus goed zijn om het beste uit de studies met elkaar te combineren.
- Eenduidige indicatiewaarde van soorten. In de optie 'nieuwe deelmaatlat' zou een soort in de ene deelmaatlat bijvoorbeeld indicatief voor verontreinigd sediment kunnen zijn, terwijl de zelfde soort in de andere deelmaatlat 'niet-indicatief' kan zijn.
- De systematiek hoeft niet te worden aangepast (combinatiewijze, maatlatdocumenten). De tweede optie is in die zin praktischer dan optie 3.

De deelmaatlat voor sedimentverontreiniging is daarom geoptimaliseerd via de volgende stappen:

- Opstellen van een aantal mogelijke indicatorlijsten (set's) op basis van de oorspronkelijke R8-maatlat, de huidige Canoco-analyses en de RIVM-studie door een technisch comité, bestaande uit Marieke de Lange (Alterra), Dick de Zwart (RIVM) en Jaap Postma (Ecofide).

*Noot.* De lijst indicatorwaarden uit de huidige analyse bleek weinig te verschillen met de gezamenlijke inzichten van de oorspronkelijke en de RIVM studie. Bij het samenstellen van de indicatorlijsten is naar alle drie de studies gekeken. Voor het overzicht wordt vooral ingegaan op de verschillen tussen de oorspronkelijke studie en de RIVM-studie.

- Berekenen van de KRW-maatlatscores voor de deelmaatlat sedimentverontreiniging op basis van deze set's indicatorwaarden.
- Keuze van indicatorlijst op basis van fractie verklaarde variantie in een CANOCO-analyse waarbij de KRW-deelmaatlatscores als verklarende variabele voor de variatie in de soortensamenstelling worden toegepast en de significante omgevingsvariabelen als covariabele.
- Presentatie van definitieve indicatorlijst.

## 2.2 Resultaten

### 2.2.1 Te onderscheiden set's met indicatorwaarden

Er zijn vijf alternatieve indicatorlijsten opgesteld door de resultaten van de RIVM studie bij iedere volgende set steeds iets zwaarder te laten wegen. De indicatorlijst gaat daarmee ook steeds sterker van de oorspronkelijke indicatorlijst afwijken, terwijl tegelijkertijd het aantal soorten met een indicatorwaarde afneemt. De sterkte van de indicatorsoort neemt hierbij toe. Tegelijkertijd neemt ook de kans toe dat een monster niet beoordeeld kan worden omdat de betreffende soorten niet in het monster zijn aangetroffen of dat de beoordeling op een beperkt aantal soorten is gebaseerd. Beide situaties is voor de uiteindelijke indicatorlijst niet wenselijk. In deze fase ging het echter vooral om het beoordelen van de gevoeligheid van de systematiek. De vijf verschillende indicatorlijsten zijn als volgt opgesteld:

|  |
|--|
| <p><i>Intermezzo.</i> Indicatiewaarden</p> <p>Hieronder worden de indicatiewaarden voor sedimentverontreiniging aangeduid met de getalswaarden -1, 1, 2 of 3. Deze waarden refereren naar de oorspronkelijke R8-maatlat waarin ze als volgt zijn omschreven:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-1 Indifferent voor sedimentverontreiniging</li><li>1 Indicator voor schoon sediment</li><li>2 Indicator voor zwak verontreinigd sediment</li><li>3 Indicator voor sterk verontreinigd sediment</li></ul> |
|--|

Alle soorten die niet in de RIVM studie zijn meegenomen (meestal door te weinig waarnemingen) hebben een indicatorwaarde van "-1" gekregen. Voor de andere soorten is de indicatorwaarde uit de oorspronkelijke R8-maatlat gehandhaafd.

*Impact voor de lijst:* De meeste soorten die niet zijn meegenomen in de RIVM studie hadden ook in de oorspronkelijke R8-maatlat al een indicatorwaarde "-1". Ook bij de soorten met een indicatorwaarde zijn echter veranderingen opgetreden:

Indicatorwaarde "1": van 28 naar 16 taxa

Indicatorwaarde "2": van 46 naar 32 taxa

Indicatorwaarde "3": van 47 naar 36 taxa

1. Gebaseerd op set 1 maar nu hebben ook alle soorten, waarvoor in de RIVM studie geen significante GLM-coëfficiënten werden gevonden, de waarde "-1" toegekend gekregen. De GLM-analyse heeft in dat geval namelijk geen significante bijdrage van de msPAF aan het voorkomen van deze soort aan kunnen tonen.  
Impact voor de lijst: Het aantal soorten met een indicatorwaarde is als volgt afgenomen:  
 Indicatorwaarde "1": van 16 naar 12 taxa  
 Indicatorwaarde "2": van 32 naar 19 taxa  
 Indicatorwaarde "3": van 36 naar 30 taxa
  
2. Gebaseerd op set 2, met als aanvullend criterium dat nu ook gekeken is naar de sterkte van het verband tussen de msPAF en het voorkomen van de soort. Als criterium is gewerkt met het product van kolommen D\*F (zie tabel 26, RIVM-studie) > 5%.  
 [kolom D geeft de hoeveelheid verklaarde variantie in het GLM-model en kolom F het aandeel dat de msPAF daarin heeft].  
 Dit zijn daarmee soorten waarbij én het GLM-model een redelijk deel van de variatie kan verklaren én waarbij de toxiciteit van het sediment een redelijke bijdrage hieraan levert. Voor deze soorten is de indicatorwaarde gebaseerd op de resultaten van de RIVM-studie. Voor soorten die niet aan dit criterium voldoen is de indicatorwaarde van de oorspronkelijke R8-maatlat gehandhaafd. Dit levert daarmee geen verandering op in het aantal soorten met een indicatorwaarde, maar wel een verschuiving van de ene naar de andere indicatorwaarde.  
Impact voor de lijst: Het aantal soorten met een indicatorwaarde is als volgt gewijzigd:  
 Indicatorwaarde "1": van 12 naar 10 taxa  
 Indicatorwaarde "2": van 19 naar 26 taxa  
 Indicatorwaarde "3": van 30 naar 25 taxa
  
3. Gebaseerd op set 3, maar nu is ook voor soorten met een lagere verklaarde variantie in het GLM-model de indicatorwaarde op de RIVM-studie gebaseerd. Als criterium is gekeken naar kolom F in de tabellen 26 uit de RIVM-studie. Bij een waarde >5% is de indicatorwaarde gebaseerd op de RIVM-studie. Bij waarden <5% is de waarde uit de oorspronkelijke R8-maatlat gehandhaafd.  
Impact voor de lijst: Het aantal soorten met een indicatorwaarde is als volgt gewijzigd:  
 Indicatorwaarde "1": van 10 naar 10 taxa (NB. wel 2 wijzigingen in de taxa)  
 Indicatorwaarde "2": van 26 naar 27 taxa  
 Indicatorwaarde "3": van 25 naar 21 taxa  
 Daarnaast is voor 3 soorten besloten om de indicatorwaarde te verwijderen en de status "-1" toe te kennen. Ook dit is gedaan op basis van de uitkomsten van de RIVM studie. De soorten voldeden aan het genoemde selectiecriterium (kolom F >5%), maar de respons bij de verschillende msPAF-waarden was onvoldoende consistent om er een indicatiewaarde aan toe te kennen.
  
4. Gebaseerd op set 4, maar nu is ook voor alle soorten met een waarde in kolom F <5%, de indicatorwaarde op de resultaten van de RIVM-studie gebaseerd. De lijst indicatorwaarden is in deze laatste set daarmee volledig op de RIVM-studie gebaseerd.  
Impact voor de lijst: Het aantal soorten met een indicatorwaarde is als volgt gewijzigd:  
 Indicatorwaarde "1": van 10 naar 4 taxa  
 Indicatorwaarde "2": van 27 naar 18 taxa  
 Indicatorwaarde "3": van 21 naar 7 taxa  
 Daarnaast is voor 29 soorten besloten om de indicatorwaarde te verwijderen en de status "-1" toe te kennen. De respons bij de verschillende msPAF-waarden was voor deze soorten onvoldoende consistent om er een indicatiewaarde aan toe te kennen.

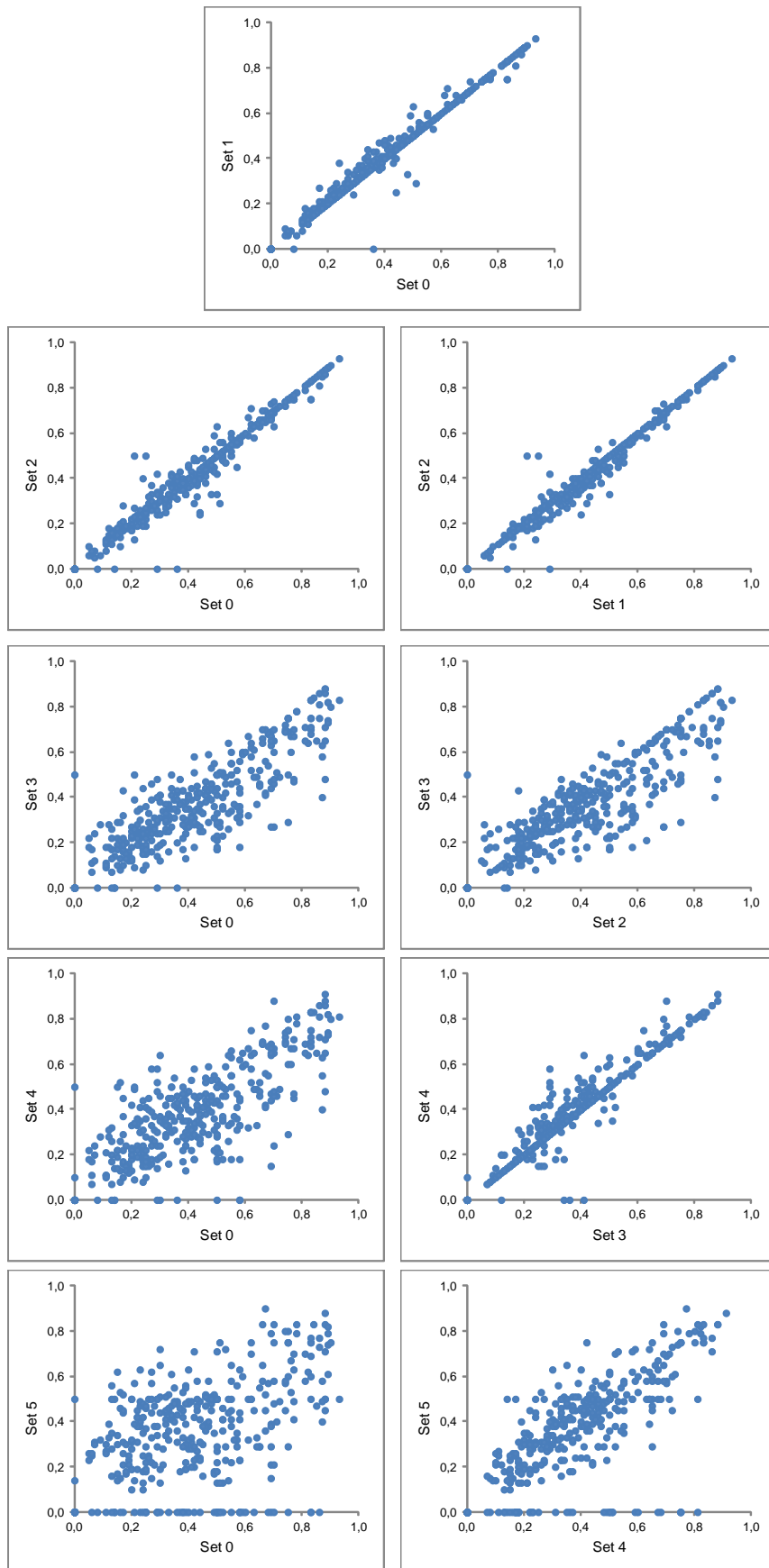
## 2.2.2 Gevolgen voor de EKR-waarden

Figuur 9 schetst de gevolgen van bovenstaande wijzigingen in de indicatorwaarden voor de EKR-waarde "sedimentverontreiniging". Middels scatterplots zijn zowel de wijzigingen van iedere set ten opzichte van de oorspronkelijke basisset (set 0) geïllustreerd als de verschillende met elke volgende stap. Daarnaast is bekeken welke gevolgen deze wijzigingen hebben op de kans dat er voor een monster géén EKR-waarde berekend kan worden (omdat er geen enkele soort met een indicatiewaarde ['schoon', 'matig' of 'sterk'] is aangetroffen; Figuur 10).

Hieruit zijn de volgende conclusies te trekken:

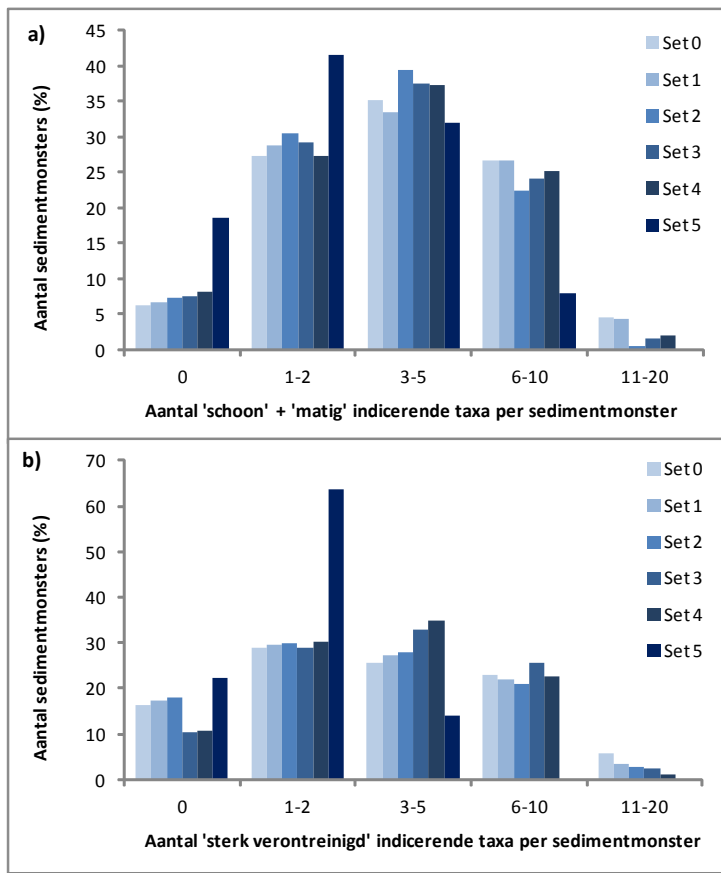
- De grootste wijzigingen in EKR-waarde treden op bij set 3 en set 5. De veranderingen zoals beschreven in set 1 en set 2 hebben weinig verschillen ten opzichte van de oorspronkelijke basisset teweeggebracht. Datzelfde geldt ook voor set 4 ten opzichte van set 3.  
Voor set 3 is dit een logische constatering omdat dit de eerste set is waar de indicatiewaarde van sommige soorten volledig op de RIVM studie is gebaseerd. Ook voor set 5 is dit een te begrijpen constatering omdat in deze lijst de indicatiewaarde van alle soorten op de RIVM-studie is gebaseerd en deze set dus maximaal van de oorspronkelijke basisset verschilt.
- De kans, dat er voor een monster geen EKR-waarde voor de deelmaatlat "sedimentverontreiniging" is te berekenen, varieert voor zowel de basisset als de set 1 t/m 4 tussen de 1 en 2%. Alleen bij set 5 is sprake van een duidelijke toename (7%). Dit komt vooral door een toename van het aantal monsters waar geen enkele 'schoon indicerende' of 'matig verontreinigd indicerende' soort is aangetroffen.
- Vooral de wijziging van de indicatiewaarde voor *Valvata piscinalis* lijkt van belang. Deze soort komt in zeer veel monsters voor en had als indicatiewaarde in de oorspronkelijke studie "-1" (set 0, 1 en 2), maar werd in de GLM-studie van het RIVM als goede indicator voor "sterk verontreinigd sediment" aangeduid (set 3, 4 en 5). Zo is de daling in het aantal sedimentmonsters zonder een enkele 'sterk verontreinigd' indicerend taxa (van set 2 naar set 3; zie figuur 10b) hier een direct gevolg van.





**Figuur 9** Scatterplots van EKR-waarden voor de deelmaatlat sedimentverontreiniging, om de gevolgen van de wijzigingen in de lijsten indicatoren te illustreren.





**Figuur 10** Procentuele verdeling van het aantal soorten met een indicatiewaarde per monster (op basis van de 389 R8-monsters). a) aantal taxa behorende tot de schoon of matig verontreinigd indicerende soorten; b) aantal taxa behorend tot de sterk verontreinigd indicerende soorten.

## 2.2.3 Fractie verklaarde variantie

Of de gewijzigde indicatorwaarden leiden tot een verbeterde maatlat is beoordeeld door het uitvoeren van vijf aanvullende Canoco-analyses. Voor iedere set met indicatorwaarden is de fractie verklaarde variantie berekend (tabel 7), waarbij de EKR-waarde voor de sediment deelmaatlat als enige verklarende variabele aan de Canoco-analyse is toegevoegd. De individuele verontreinigingsparameters (zoals metalen, Pak's etc) dan wel de mSPAF zijn niet in de analyse meegenomen terwijl de ecologische omgevingsfactoren als covariabele zijn meegenomen. Ten opzichte van de basisset uit de oorspronkelijke rapportage (Peeters et al., 2010a en b) hebben de wijzigingen in de lijst indicatorwaarden, zoals hierboven beschreven onder set 1 en 2, geen toegevoegde waarde op de verklaarde variantie. Dit is conform verwachting omdat hierboven ook werd geconstateerd dat de EKR-waarden tussen de basisset, set 1 en set 2 weinig verschilden.

In set 3 werd voor enkele soorten de indicatorwaarde aangepast aan de bevindingen uit de RIVM studie. Deze wijziging leidt tot een toename van de verklaarde variantie van 30% (tabel 7). De wijzigingen in set 4 en 5 leiden vervolgens weer tot een afname van de verklaarde variantie. Dit komt deels door een toename van het aantal monsters waarvoor geen EKR-waarde kon worden berekend (door de afwezigheid van soorten met een indicatiewaarde). De Canoco-analyse voor set 5 is namelijk ook een keer herhaald, waarbij alle monsters zonder



EKR-waarde zijn weggelaten. In dat geval bedraagt de verklaarde variantie 2,73 en ligt daarmee op hetzelfde niveau als voor set 3.

Samenvattend betekent dit dat de lijst indicatiewaarden zoals samengesteld onder set 3 het optimum weergeeft tussen de inzichten vanuit de oorspronkelijke studie, de huidige analyses en die van het RIVM.

**Tabel 7** De fractie verklaarde variantie voor de verschillende scenario's van de berekende EKR-waarde.

| Scenario | Fractie verklaarde variantie |
|----------|------------------------------|
| Basisset | 2,09                         |
| Set 1    | 1,93                         |
| Set 2    | 1,95                         |
| Set 3    | 2,74                         |
| Set 4    | 2,50                         |
| Set 5    | 1,95                         |

Tegelijkertijd oogt de verklaarde variantie van 2,74 laag voor een deelmaatlat. Deze waarde moet echter vergeleken worden met de totale hoeveelheid verklaarde variantie. Uit de uitgevoerde Canoco-analyses (§1.2) blijkt dat 27-38% van de variatie in macrofaunasamenstelling kan worden verklaard, waarbij de contaminanten verantwoordelijk waren voor 5,6 – 10,5% en de ecologische factoren voor 16,7-18,2%. De EKR-waarde voor de sediment deelmaatlat verklaart daarmee zo'n 25-50% van de variantie die de individuele contaminanten konden verklaren.

## 2.3 Herziene indicatorlijst

De voorgestelde wijzigingen in de lijst met indicatorwaarden voor de deelmaatlat sedimentverontreiniging zijn opgenomen in tabel 8. Tevens zijn de oorspronkelijke waarden uit Peeters et al (2010a) opgenomen. De soorten met een gewijzigde indicatiewaarde zijn donker gemarkeerd.

**Tabel 8** Herziene indicatorlijst voor de macrofauna in de R8 deelmaatlat sedimentverontreiniging. Naast de herziening zijn ook de oorspronkelijke waarden uit Peeters et al. (2010a) opgenomen. Voor de soorten die donker zijn gemarkeerd is de waarde gewijzigd.

|  | Oorspronkelijke lijst   |                  |  | Oorspronkelijke lijst   |                  |
|--|-------------------------|------------------|--|-------------------------|------------------|
|  | (Peeters et al., 2010a) | Aangepaste lijst |  | (Peeters et al., 2010a) | Aangepaste lijst |
| <i>Ablabesmyia</i>                           | -1                      | -1               | <i>Dicrotendipes</i>                   | 2                       | -1               |
| <i>Acentria ephemerella</i>                  | -1                      | -1               | <i>Dicrotendipes nervosus</i>          |                         | -1               |
| <i>Acricotopus lucens</i>                    | -1                      | -1               | <i>Dikerogammarus</i>                  |                         | -1               |
| <i>Acrololoxus lacustris</i>                 | -1                      | -1               | <i>Dikerogammarus villosus</i>         | -1                      | -1               |
| <i>Agraylea</i>                              | -1                      | -1               | <i>Donacia</i>                         | -1                      | -1               |
| <i>Agraylea multipunctata</i>                |                         | -1               | <i>Dreissena</i>                       |                         | -1               |
| <i>Alboglossiphonia heteroclita</i>          | 2                       | 2                | <i>Dreissena bugensis</i>              |                         | -1               |
| <i>Anatopynia plumipes</i>                   | -1                      | -1               | <i>Dreissena polymorpha</i>            | 3                       | 3                |
| <i>Ancylus fluviatilis</i>                   | -1                      | -1               | <i>Dryops</i>                          | -1                      | -1               |
| <i>Anisus leucostoma</i>                     | -1                      | -1               | <i>Dugesia lugubris/polychroa</i>      | 2                       | -1               |
| <i>Anisus vortex</i>                         | -1                      | -1               | <i>Dugesia tigrina</i>                 | -1                      | -1               |
| <i>Anodonta anatina</i>                      | 2                       | -1               | <i>Ecnomus tenellus</i>                | 2                       | -1               |
| <i>Anodonta cygnea</i>                       | -1                      | -1               | <i>Einfeldia carbonaria</i>            | 3                       | -1               |
| <i>Apocorophium lacustre</i>                 | -1                      | -1               | <i>Einfeldia dissidens</i>             | 3                       | -1               |
| <i>Apsectrotanypus trifascipennis</i>        | -1                      | -1               | <i>Eiseniella tetraedra</i>            | 2                       | -1               |
| <i>Arrenurus</i>                             |                         | -1               | <i>Empididae</i>                       | -1                      | -1               |
| <i>Arrenurus crassicaudatus</i>              | 1                       | -1               | <i>Enchytraeidae</i>                   | 1                       | 1                |
| <i>Asellus</i>                               |                         | -1               | <i>Endochironomus albipennis</i>       | 2                       | 2                |
| <i>Asellus aquaticus</i>                     | 1                       | -1               | <i>Endochironomus dispar gr.</i>       | -1                      | -1               |
| <i>Aulodrilus japonicus/pluriseta</i>        | 2                       | -1               | <i>Endochironomus tendens</i>          | -1                      | -1               |
| <i>Aulodrilus limnobius</i>                  | -1                      | -1               | <i>Ephemera glaucops</i>               | -1                      | -1               |
| <i>Aulodrilus pigueti</i>                    | -1                      | -1               | <i>Erpobdella</i>                      |                         | -1               |
| <i>Balanus</i>                               |                         | -1               | <i>Erpobdella octoculata</i>           | 2                       | 2                |
| <i>Balanus improvisus</i>                    | -1                      | -1               | <i>Erpobdella testacea</i>             | -1                      | -1               |
| <i>Bithynia leachi</i>                       | 3                       | 2                | <i>Esolus</i>                          | -1                      | -1               |
| <i>Bithynia tentaculata</i>                  | 3                       | 3                | <i>Eukiefferiella clypeata</i>         | -1                      | -1               |
| <i>Branchiura sowerbyi</i>                   | 2                       | -1               | <i>Ferrissia wautieri</i>              | -1                      | -1               |
| <i>Bryophaenocladus</i>                      | -1                      | -1               | <i>Forelia liliacea</i>                | -1                      | -1               |
| <i>Caenis</i>                                | 1                       | -1               | <i>Forelia variegator</i>              | 3                       | 3                |
| <i>Caenis luctuosa</i>                       |                         | -1               | <i>Galba truncatula</i>                | 3                       | -1               |
| <i>Calopteryx</i>                            | -1                      | -1               | <i>Gammaridae</i>                      | -1                      | -1               |
| <i>Cataclysta lemnae</i>                     | -1                      | -1               | <i>Gammarus</i>                        |                         | -1               |
| <i>Ceratopogonidae</i>                       | 3                       | 3                | <i>Gammarus pulex</i>                  | -1                      | -1               |
| <i>Chaetocladius piger agg.</i>              | -1                      | -1               | <i>Gammarus salinus</i>                | -1                      | -1               |
| <i>Chaetogaster diaphanus</i>                | 2                       | 2                | <i>Gammarus tigrinus</i>               | -1                      | -1               |
| <i>Chaoborus flavicans</i>                   | 2                       | -1               | <i>Glossiphonia complanata</i>         | 3                       | 3                |
| <i>Chelicorophium curvispinum</i>            | 2                       | -1               | <i>Glyptotaelius pellucidus</i>        | -1                      | -1               |
| <i>Chelicorophium robustum</i>               |                         | -1               | <i>Glyptotendipes</i>                  | 3                       | 3                |
| <i>Chironomidae</i>                          |                         | -1               | <i>Glyptotendipes barbipes</i>         |                         | -1               |
| <i>Chironomini</i>                           |                         | -1               | <i>Gomphidae</i>                       |                         | -1               |
| <i>Chironomus</i>                            | 3                       | 3                | <i>Gomphus flavipes</i>                | -1                      | -1               |
| <i>Chironomus acutiventris</i>               | 3                       | 2                | <i>Gomphus vulgatissimus</i>           |                         | -1               |
| <i>Chironomus aprilinus</i>                  | -1                      | -1               | <i>Guttipelopia guttipennis</i>        | -1                      | -1               |
| <i>Chironomus bernensis</i>                  | 3                       | 3                | <i>Gymnometricnemus terrestris gr.</i> | -1                      | -1               |
| <i>Chironomus muratensis</i>                 | 3                       | 3                | <i>Gyraulus albus</i>                  | 1                       | -1               |
| <i>Chironomus nudiventris</i>                | 1                       | 1                | <i>Gyraulus crista</i>                 | -1                      | -1               |
| <i>Chironomus plumosus</i>                   |                         | -1               | <i>Halipilus</i>                       | -1                      | -1               |
| <i>Chironomus plumosus agg.</i>              | 3                       | 3                | <i>Harnischia</i>                      | 2                       | 2                |
| <i>Chironomus riparius agg.</i>              |                         | -1               | <i>Helobdella stagnalis</i>            | 3                       | 3                |
| <i>Chrysops relictus</i>                     | -1                      | -1               | <i>Hemicleipsis marginata</i>          | 3                       | 2                |
| <i>Cladopelma laccophila gr.</i>             | 3                       | 2                | <i>Heterochaeta costata</i>            | -1                      | -1               |
| <i>Cladotanytarsus</i>                       | 3                       | 3                | <i>Heteromastus filiformis</i>         | -1                      | -1               |
| <i>Cladotanytarsus atridorsum</i>            |                         | -1               | <i>Hexatoma</i>                        | -1                      | -1               |
| <i>Cladotanytarsus mancus</i>                |                         | -1               | <i>Hippeutis complanatus</i>           | -1                      | -1               |
| <i>Cladotanytarsus mancus gr.</i>            |                         | -1               | <i>Hydrobiidae</i>                     |                         | -1               |
| <i>Clinotanypus nervosus</i>                 | -1                      | -1               | <i>Hydropsyche contubernalis</i>       | -1                      | -1               |
| <i>Coenagrionidae</i>                        | -1                      | -1               | <i>Hygrobates</i>                      |                         | -1               |
| <i>Corbicula</i>                             | -1                      | -1               | <i>Hygrobates nigromaculatus</i>       | 3                       | 2                |
| <i>Corbicula fluminalis</i>                  |                         | -1               | <i>Hypania invalida</i>                | 1                       | 1                |
| <i>Corbicula fluminea</i>                    |                         | -1               | <i>Ilyodrilus templetoni</i>           | 2                       | -1               |
| <i>Corophiidae</i>                           | 2                       | 2                | <i>Jaera istri</i>                     | 1                       | 1                |
| <i>Corophium curvispinum</i>                 |                         | -1               | <i>Kloosia pusilla</i>                 | 1                       | 1                |
| <i>Corophium multisetosum</i>                | 1                       | -1               | <i>Lebertia inaequalis</i>             | -1                      | -1               |
| <i>Corophium robustum</i>                    |                         | -1               | <i>Leptocerus tineiformis</i>          | -1                      | -1               |
| <i>Cricotopus bicinctus</i>                  | -1                      | -1               | <i>Libellulidae</i>                    | -1                      | -1               |
| <i>Cricotopus intersectus agg.</i>           | 1                       | -1               | <i>Limnesia angustata</i>              | 3                       | -1               |
| <i>Cricotopus sylvestris gr.</i>             | -1                      | -1               | <i>Limnesia maculata</i>               | 3                       | -1               |
| <i>Cricotopus vierriensis</i>                | -1                      | -1               | <i>Limnesia undulata</i>               | -1                      | -1               |
| <i>Cryptochironomus</i>                      | 2                       | 2                | <i>Limnodrilus</i>                     | 2                       | -1               |
| <i>Cryptochironomus defectus</i>             |                         | -1               | <i>Limnodrilus cervix</i>              | 3                       | -1               |
| <i>Cryptochironomus obreptans/supplicans</i> |                         | -1               | <i>Limnodrilus claparedianus</i>       | -1                      | -1               |
| <i>Cryptotendipes</i>                        | 2                       | 2                | <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>        | -1                      | -1               |
| <i>Cyathura carinata</i>                     | -1                      | -1               | <i>Limnodrilus maumeensis</i>          | 2                       | -1               |
| <i>Cymatia coleoptrata</i>                   | -1                      | -1               | <i>Limnodrilus udekemianus</i>         | 1                       | -1               |
| <i>Cyrnus flavidus</i>                       | -1                      | -1               | <i>Limnomysis benedeni</i>             | -1                      | -1               |
| <i>Dendrocoelum romanodanubiale</i>          | -1                      | -1               | <i>Limnophyes</i>                      | -1                      | -1               |
| <i>Dero digitata</i>                         | 3                       | -1               | <i>Lipiniella araenicola</i>           | 1                       | 1                |
| <i>Dero nivea</i>                            | -1                      | -1               | <i>Lithoglyphus naticoides</i>         | 3                       | 3                |



Tabel 8 Vervolg.

|   | Oorspronkelijke lijst   |                  |   | Oorspronkelijke lijst   |                  |
|---|-------------------------|------------------|---|-------------------------|------------------|
|   | (Peeters et al., 2010a) | Aangepaste lijst |   | (Peeters et al., 2010a) | Aangepaste lijst |
| <i>Lumbricidae</i>                      | -1                      | -1               | <i>Potamopyrgus antipodarum</i>                   | -1                      | -1               |
| <i>Lumbriculidae</i>                    | 1                       | 2                | <i>Potamothrix bavaricus</i>                      | -1                      | -1               |
| <i>Lymnaea stagnalis</i>                | -1                      | -1               | <i>Potamothrix bedoti</i>                         | -1                      | -1               |
| <i>Lymnaeidae</i>                       |                         | -1               | <i>Potamothrix hammoniensis</i>                   | 2                       | -1               |
| <i>Lype phaeopa</i>                     | -1                      | -1               | <i>Potamothrix moldaviensis</i>                   | -1                      | -1               |
| <i>Macropelopia</i>                     | -1                      | -1               | <i>Potamothrix vej dovskyi</i>                    | 3                       | -1               |
| <i>Marenzelleria viridis</i>            | -1                      | -1               | <i>Proasellus coxalis</i>                         | 3                       | -1               |
| <i>Mercuria confusa</i>                 | -1                      | -1               | <i>Proasellus meridianus</i>                      | 3                       | -1               |
| <i>Metricone mus inopinatus</i>         | -1                      | -1               | <i>Procladius</i>                                 | -1                      | -1               |
| <i>Microchironomus</i>                  | 3                       | 3                | <i>Prodiamesa olivacea</i>                        | 1                       | 1                |
| <i>Microchironomus tener</i>            |                         | -1               | <i>Propappus volki</i>                            | 1                       | -1               |
| <i>Micronecta</i>                       | 2                       | -1               | <i>Psammoryctides albicola</i>                    | -1                      | -1               |
| <i>Micropsectra</i>                     | -1                      | -1               | <i>Psammoryctides barbatus</i>                    | 2                       | -1               |
| <i>Microtendipes chloris</i> agg.       | 2                       | -1               | <i>Psammoryctides moravicus</i>                   | 1                       | -1               |
| <i>Mideopsis orbicularis</i>            | 2                       | -1               | <i>Psectrocladius barbimanus</i>                  | -1                      | -1               |
| <i>Molanna angustata</i>                | -1                      | -1               | <i>Psectrocladius sordidellus/limbatellus</i> gr. | 3                       | -1               |
| <i>Molophilus</i>                       | -1                      | -1               | <i>Psectrotanypus varius</i>                      | -1                      | -1               |
| <i>Musculium lacustre</i>               | 3                       | -1               | <i>Pseudanodonta complanata</i>                   | -1                      | -1               |
| <i>MYSIDA</i>                           | -1                      | -1               | <i>Pseudochironomus prasinatus</i>                |                         | -1               |
| <i>Mystacides</i>                       | 2                       | -1               | <i>Psychoda</i>                                   | -1                      | -1               |
| <i>Nais barbata</i>                     | -1                      | -1               | <i>Quistadrilus multisetosus</i>                  | 2                       | -1               |
| <i>Nais communis</i>                    | -1                      | -1               | <i>Radix</i>                                      | -1                      | -1               |
| <i>Nais elinguis</i>                    | 2                       | 2                | <i>Radix peregra/ovata</i>                        |                         | -1               |
| <i>Nais pardalis</i>                    | 2                       | 2                | <i>Rheocricotopus chalybeatus</i>                 | -1                      | -1               |
| <i>Nais variabilis</i>                  | -1                      | -1               | <i>Rhithropanopeus harrisii</i>                   | -1                      | -1               |
| <i>Nanocladius bicolor</i> agg.         |                         | -1               | <i>Rhyacodrilus coccineus</i>                     | -1                      | -1               |
| <i>Neomysis integer</i>                 |                         | -1               | <i>Robackia</i>                                   |                         | -1               |
| <i>Nereis</i>                           | -1                      | -1               | <i>Robackia demejerei</i>                         | 1                       | -1               |
| <i>Neumania deltoidea</i>               | 2                       | -1               | <i>Sargus iridatus</i>                            | -1                      | -1               |
| <i>Neumania limosa</i>                  |                         | -1               | <i>Setacera micans</i>                            | -1                      | -1               |
| <i>Notiphila</i>                        | -1                      | -1               | <i>Sialis lutaria</i>                             | 1                       | -1               |
| <i>Oecetis</i>                          | -1                      | -1               | <i>Sigara</i>                                     | -1                      | -1               |
| <i>Oecetis ochracea</i>                 |                         | -1               | <i>Sinelobus stanfordi</i>                        |                         | -1               |
| <i>Ophidonia serpentina</i>             | 3                       | -1               | <i>Slavina appendiculata</i>                      | -1                      | -1               |
| <i>Orconectes limosus</i>               | -1                      | -1               | <i>Smittia aquatilis</i> gr.                      | -1                      | -1               |
| <i>Orthetrum</i>                        | 3                       | -1               | <i>Specaria josinae</i>                           | -1                      | -1               |
| <i>Orthocla diinae</i>                  |                         | -1               | <i>Sphaerium</i>                                  |                         | -1               |
| <i>Orthocladus</i>                      | 2                       | 3                | <i>Sphaerium corneum</i>                          | 2                       | -1               |
| <i>Palaemon longirostris</i>            | -1                      | -1               | <i>Sphaerium rivicola</i>                         | 1                       | 1                |
| <i>Parachironomus</i>                   |                         | -1               | <i>Sphaerium solidum</i>                          | 2                       | 3                |
| <i>Parachironomus arcuatus</i> gr.      | 3                       | 3                | <i>Spirosperma ferox</i>                          |                         | -1               |
| <i>Parachironomus biannulatus</i>       | -1                      | -1               | <i>Spongillidae</i>                               | -1                      | -1               |
| <i>Parachironomus vitiosus</i>          |                         | -1               | <i>Stagnicola palustris</i> complex               | -1                      | -1               |
| <i>Paracladius conversus</i>            | 3                       | 3                | <i>Stempellina</i>                                | -1                      | -1               |
| <i>Paranaïs frici</i>                   | 1                       | -1               | <i>Stempellinella</i>                             | -1                      | -1               |
| <i>Paranaïs litoralis</i>               | -1                      | -1               | <i>Stictochironomus</i>                           | 2                       | 2                |
| <i>Paraphaenocladus impensius</i> agg.  | -1                      | -1               | <i>Streblospio benedicti</i>                      | -1                      | -1               |
| <i>Paratanytarsus</i>                   | -1                      | -1               | <i>Stylaria lacustris</i>                         | 2                       | 2                |
| <i>Paratendipes</i>                     |                         | -1               | <i>Stylodrilus heringianus</i>                    |                         | -1               |
| <i>Paratendipes albimanus</i> gr.       | 1                       | 1                | <i>Tanypodinae</i>                                |                         | -1               |
| <i>Paratendipes intermedius</i>         |                         | -1               | <i>Tanytus</i>                                    | 2                       | 2                |
| <i>Paratendipes nubilis</i>             | 1                       | 1                | <i>Tanytarsini</i>                                |                         | -1               |
| <i>Paratrichocladus rufiventris</i>     | -1                      | -1               | <i>Tanytarsus</i>                                 | 3                       | 3                |
| <i>Phaenopsectra</i>                    | 3                       | -1               | <i>Thalassosmittia thalassophila</i>              | 2                       | -1               |
| <i>Physella acuta</i>                   | 1                       | -1               | <i>Theromyzon tessulatum</i>                      | -1                      | -1               |
| <i>Piona</i>                            | 2                       | 2                | <i>Tipula</i>                                     | -1                      | -1               |
| <i>Piona pusilla rotundoides</i>        |                         | -1               | <i>Trienodes bicolor</i>                          | -1                      | -1               |
| <i>Piscicolidae</i>                     | 2                       | -1               | <i>Trocheta pseudodina</i>                        | 2                       | -1               |
| <i>Pisidium</i>                         |                         | -1               | <i>Tubifex blanchardi</i>                         | 3                       | -1               |
| <i>Pisidium amnicum</i>                 | 3                       | 3                | <i>Tubifex ignotus</i>                            | 1                       | -1               |
| <i>Pisidium casertanum</i>              | -1                      | -1               | <i>Tubifex newaensis</i>                          | 1                       | -1               |
| <i>Pisidium casertanum f. plicatum</i>  | 3                       | 3                | <i>Tubifex tubifex</i>                            | 2                       | -1               |
| <i>Pisidium casertanum f. ponderosa</i> | 3                       | 3                | <i>Tubificidae</i>                                | -1                      | -1               |
| <i>Pisidium crassum</i>                 | 3                       | -1               | <i>Tubificoides heterochaetus</i>                 | -1                      | -1               |
| <i>Pisidium henslowanum</i>             | -1                      | -1               | <i>Uncinai s uncinata</i>                         | 3                       | 3                |
| <i>Pisidium moitessierianum</i>         | -1                      | -1               | <i>Unio</i>                                       | 2                       | 2                |
| <i>Pisidium nitidum</i>                 | -1                      | -1               | <i>Unio pictorum</i>                              |                         | -1               |
| <i>Pisidium subtruncatum</i>            | 2                       | 2                | <i>Unio tumidus</i>                               |                         | -1               |
| <i>Pisidium supinum</i>                 | 3                       | 3                | <i>Unionicola crassipes</i>                       | 2                       | -1               |
| <i>Platambus maculatus</i>              | -1                      | -1               | <i>Unionicola intermedia</i>                      | 2                       | -1               |
| <i>Plumatella</i>                       | -1                      | -1               | <i>Unionidae</i>                                  |                         | -1               |
| <i>Polychaeta</i>                       | -1                      | -1               | <i>Valvata cristata</i>                           | 1                       | -1               |
| <i>Polydora</i>                         |                         | -1               | <i>Valvata piscinalis</i>                         | -1                      | 3                |
| <i>Polypedilum bicrenatum</i>           | 3                       | 2                | <i>Vej dovskiyella intermedia</i>                 | 2                       | 2                |
| <i>Polypedilum laetum</i> agg.          | -1                      | -1               | <i>Viviparus contectus</i>                        | -1                      | -1               |
| <i>Polypedilum nubeculosum</i>          | 3                       | 2                | <i>Viviparus viviparus</i>                        | 3                       | -1               |
| <i>Polypedilum scalaenum</i>            | 1                       | 2                | <i>Xenochironomus xenolabis</i>                   | -1                      | -1               |
| <i>Polypedilum sordens</i>              | -1                      | -1               |   |                         |                  |



# Literatuur

---



- Arcadis (2009). Toepassing maatlat R8 op RWS-data MWTL (2007 en 2008). Excel-spreadsheet. Projectnummer C01013.000046.
- Arcadis & Ecofide (2009). Vervolgwerkzaamheden KRW-maatlat macrofauna voor zoet getijdenwater (R8). Arcadis projectnummer C01012.200108.
- Ecofide (2008). Ecologische risicobeoordeling Haringvliet-Oost. In opdracht van Rijkswaterstaat. Projectnummer 12.
- Peeters, E.T.H.M., H.J. de Lange, M.A.A. de la Haye en A.J.G. Reeze (2010a). KRW-maatlat macrofauna voor zoet getijdenwater (R8). Hoofdrapport. Grontmij. Rapportnummer: 228629-1.
- Peeters, E.T.H.M., H.J. de Lange, M.A.A. de la Haye, H.A. Rutjes & L.M. Janmaat (2010b). Achtergrondrapport KRW-maatlat macrofauna R8. Bewerking en analyse data. Rapportnummer: 228629-2.
- Posthuma, L., D. De Zwart, J. Postma en A.J.G. Reeze (2011). KRW-maatlat macrofauna voor zoet getijdenwater (R8) – nadere analyses. RIVM Briefrapport 607080001/2011.





# Bijlage

---







## Bijlage

### Indicatorsoorten sedimentverontreiniging op basis van ordinarie met msPAF als somparameter voor toxische druk (huidige studie)

Monsters zijn gesorteerd op basis van hun x-coördinaat. Soorten met een hoge waarde op de x-as zijn gerelateerd zijn aan een hoge msPAF (en dus een hoge toxische druk); soorten met een lage msPAF (grote negatieve waarde) zijn gerelateerd aan een lage msPAF (en dus een lage toxische druk). Zie paragraaf 1.2.

| <b>NAME</b> | <b>Taxonnaam_TWN</b>         | <b>X-as</b> | <b>Y-as</b> |
|-------------|------------------------------|-------------|-------------|
| CHIR APRI   | Chironomus aprilinus         | 2,1582      | -2,0033     |
| SUCC INAE   | Succinea                     | 1,8172      | 1,7548      |
| PAPH IMPE   | Paraphaenocladus impensus    | 1,4789      | 0,96        |
| APOR LACU   | Apocorophium lacustre        | 1,3628      | -0,9411     |
| RADI XSP    | Radix                        | 1,2477      | 1,1323      |
| SLAV APPE   | Slavina appendiculata        | 1,1839      | 0,1626      |
| LEBE INAE   | Lebertia inaequalis          | 1,1815      | 0,2122      |
| NOTI PHSP   | Notiphila                    | 1,1689      | 1,4445      |
| ORCL ADSP   | Orthocladus                  | 1,128       | 0,4635      |
| NAIS BARB   | Nais barbata                 | 1,0211      | 0,6443      |
| ESOL USSP   | Esolus                       | 0,9217      | -0,139      |
| POPE disp   | Polypedilum                  | 0,6733      | 0,0423      |
| EPRA GLAU   | Ephemera glaucops            | 0,6196      | -0,4293     |
| ACEN EPHE   | Acentria ephemerella         | 0,6096      | 0,3794      |
| ACLO LACU   | Acroloxus lacustris          | 0,6096      | 0,3794      |
| ANSU LEUC   | Anisus leucostoma            | 0,6096      | 0,3794      |
| CHSO RELI   | Chrysops relictus            | 0,6096      | 0,3794      |
| CONA GRAE   | Coenagrionidae               | 0,6096      | 0,3794      |
| DEND ROMA   | Dendrocoelum romanodanubiale | 0,6096      | 0,3794      |
| LIBE LLAE   | Libellulidae                 | 0,6096      | 0,3794      |
| PACH BIAN   | Parachironomus biannulatus   | 0,6096      | 0,3794      |
| PLTA MACU   | Platambus maculatus          | 0,6096      | 0,3794      |
| ANCY FLUV   | Ancylus fluviatilis          | 0,5757      | 0,3077      |
| SPON GIAE   | Spongillidae                 | 0,5757      | 0,3077      |
| EINF DISS   | Einfeldia dissidens          | 0,5455      | 0,483       |
| GYMN TERR   | Gymnometriocnemus terrestris | 0,5254      | -0,1052     |
| EMPI DIAE   | Empididae                    | 0,5203      | 0,3272      |
| VIVI VIVI   | Viviparus viviparus          | 0,4568      | -0,2935     |
| FORE LILI   | Forelia liliacea             | 0,4515      | 0,2273      |
| CLTA NERV   | Clinotanypus nervosus        | 0,421       | -0,2353     |
| NAIS COMM   | Nais communis                | 0,387       | 0,1876      |
| AGRA YLSP   | Agraylea                     | 0,3454      | 0,3805      |
| ANAT PLUM   | Anatopynia plumipes          | 0,3136      | 0,2154      |
| METR INOP   | Metriocnemus inopinatus      | 0,2954      | -0,1054     |



|           |                                |        |         |
|-----------|--------------------------------|--------|---------|
| PISI CASS | Pisidium crassum               | 0,2879 | -0,3421 |
| ORCO LIMO | Orconectes limosus             | 0,241  | 0,7463  |
| PSNO COMP | Pseudanodonta complanata       | 0,241  | 0,7463  |
| UNNI CRAS | Unionicola crassipes           | 0,2361 | 0,0933  |
| GYRA ALBU | Gyraulus albus                 | 0,2357 | 0,285   |
| CHIR MURA | Chironomus muratensis          | 0,2303 | 0,2928  |
| CHAO FLAV | Chaoborus flavicans            | 0,2157 | 0,1919  |
| MICH IRSP | Microchironomus                | 0,2133 | -0,2777 |
| POPE SCAL | Polypedilum scalaenum          | 0,2083 | -0,0721 |
| CEPO GOAE | Ceratopogonidae                | 0,2055 | 0,2512  |
| OPHI SERP | Ophidonais serpentina          | 0,1849 | -0,046  |
| ECNO TENE | Ecnomus tenellus               | 0,1751 | 0,0917  |
| FERR WAUT | Ferrissia wautieri             | 0,1748 | 0,2271  |
| ANSU VOTE | Anisus vortex                  | 0,1733 | -0,4726 |
| UNCI UNCI | Uncinai uncinata               | 0,1691 | -0,1409 |
| PSCL BARB | Psectrocladius barbimanus      | 0,1674 | -0,4594 |
| MUSC LACU | Musculium lacustre             | 0,1632 | -0,3939 |
| ANOD CYGN | Anodonta cygnea                | 0,1519 | -0,0018 |
| PISC ICAE | Piscicolidae                   | 0,1468 | -0,1347 |
| PADI CONV | Paracladius conversus          | 0,1336 | -0,2293 |
| HARN ISP  | Harnischia                     | 0,1332 | -0,2563 |
| BINI LEAC | Bithynia leachi                | 0,128  | -0,3442 |
| VALV CRIS | Valvata cristata               | 0,1208 | 0,2048  |
| ABLA BESP | Ablabesmyia                    | 0,1042 | 0,1904  |
| EISE TETR | Eiseniella tetraedra           | 0,1018 | 0,9588  |
| SMIT AQUA | Smittia aquatilis gr.          | 0,0972 | -0,835  |
| POPE BICR | Polypedilum bicrenatum         | 0,088  | -0,197  |
| DITE NDSP | Dicortendipes                  | 0,076  | 0,1336  |
| APSE TRIF | Apsectrotanypus trifascipennis | 0,0686 | -0,5123 |
| CRCH IRSP | Cryptochironomus               | 0,0668 | 0,0105  |
| PRCL ADSP | Procladius                     | 0,0617 | -0,0935 |
| BINI TENT | Bithynia tentaculata           | 0,0598 | -0,1264 |
| PISI AMNI | Pisidium amnicum               | 0,0579 | -0,2656 |
| PROA COXA | Proasellus coxalis             | 0,0532 | 0,224   |
| VALV PISC | Valvata piscinalis             | 0,0529 | -0,1829 |
| PION ASP  | Piona                          | 0,0508 | -0,039  |
| ANOD ANAT | Anodonta anatina               | 0,0501 | -0,1663 |
| PISI MOIT | Pisidium moitessierianum       | 0,0494 | -0,1393 |
| CRIC VIER | Cricotopus vierriensis         | 0,0471 | 0,1255  |
| POPY ANTI | Potamopyrgus antipodarum       | 0,0471 | -0,1335 |
| POPE NUBE | Polypedilum nubeculosum        | 0,0444 | -0,0997 |
| PISI NITI | Pisidium nitidum               | 0,0428 | -0,2162 |
| PISI CASE | Pisidium casertanum            | 0,0415 | -0,2089 |
| BRYO PHSP | Bryophaenocladus               | 0,0413 | -0,1102 |
| STEM PLSP | Stempellina                    | 0,0379 | 0,1228  |
| CAEN ISSP | Caenis                         | 0,0345 | 0,0586  |
| DUGE sisp | Dugesia                        | 0,0339 | 0,0555  |
| CLAD OTSP | Cladotanytarsus                | 0,033  | -0,0638 |
| VEDJ INTE | Vejdovskiyella intermedia      | 0,0305 | 0,1037  |



|            |  |         |         |
|------------|--|---------|---------|
| Tufi ciae  | Tubificidae                                | 0,029   | 0,0901  |
| PISI SUPI  | Pisidium supinum                           | 0,0252  | -0,3252 |
| PISI SUBT  | Pisidium subtruncatum                      | 0,0229  | -0,1937 |
| PSCL SOLI  | Psectrocladius sordidellus/limbatellus gr. | 0,0228  | 0,1522  |
| ERPO OCTO  | Erpobdella octoculata                      | 0,0217  | 0,2817  |
| PANA spec  | Paranais                                   | 0,0175  | 0,5488  |
| TATA RSP   | Tanytarsus                                 | 0,0152  | -0,0053 |
| PISI HENS  | Pisidium henslowanum                       | 0,0152  | -0,0991 |
| SPUM SOLI  | Sphaerium solidum                          | 0,015   | -0,251  |
| LIGL NATI  | Lithoglyphus naticoides                    | 0,0144  | -0,3398 |
| CHIR PLUA  | Chironomus plumosus agg.                   | 0,0059  | -0,016  |
| MIOP ORBI  | Mideopsis orbicularis                      | 0,0052  | -0,1069 |
| CHIR ONSP  | Chironomus                                 | 0,0031  | -0,2453 |
| CRTE NDSP  | Cryptotendipes                             | 0,0006  | -0,1767 |
| DERO spec  | Dero                                       | -0,0005 | 0,0492  |
| ENDO ALBI  | Endochironomus albipennis                  | -0,0043 | 0,0052  |
| NEUM DELT  | Neumania deltoides                         | -0,0067 | -0,0088 |
| MYST ACSP  | Mystacides                                 | -0,0119 | -0,0496 |
| LISI spec  | Limnesia                                   | -0,0188 | -0,1552 |
| PATE ALBG  | Paratendipes albimanus gr.                 | -0,026  | 0,1128  |
| CHIR ACUT  | Chironomus acutiventris                    | -0,029  | -0,3488 |
| PROD OLIV  | Prodiamesa olivacea                        | -0,0309 | -0,3067 |
| HEBD STAG  | Helobdella stagnalis                       | -0,0354 | -0,1919 |
| Gamm arae  | Gammaridae                                 | -0,0387 | 0,1821  |
| EINF CARB  | Einfeldia carbonaria                       | -0,0416 | -0,2165 |
| PISI CAPL  | Pisidium casertanum f. plicatum            | -0,0515 | -0,2684 |
| PHAE NOSP  | Phaenopsectra                              | -0,06   | -0,2731 |
| CORB ICSP  | Corbicula                                  | -0,0611 | 0,6022  |
| MONA ANGU  | Molanna angustata                          | -0,0684 | -0,1694 |
| SPUM CONU  | Sphaerium corneum                          | -0,0699 | -0,0065 |
| PISI CAPO  | Pisidium casertanum f. ponderosa           | -0,0702 | -0,1787 |
| DREI POLY  | Dreissena polymorpha                       | -0,0734 | 0,0028  |
| PACH ARCG  | Parachironomus arcuatus gr.                | -0,0827 | -0,0644 |
| CHIR BERN  | Chironomus bernensis                       | -0,0834 | -0,1887 |
| MINE CTSP  | Micronecta                                 | -0,0894 | -0,0049 |
| UNIO SP    | Unio                                       | -0,0946 | -0,1784 |
| HYP A INVA | Hypania invalida                           | -0,098  | 0,0777  |
| LYPE PHAE  | Lype phaeopa                               | -0,1001 | 0,2398  |
| STLA LACU  | Stylaria lacustris                         | -0,1006 | 0,0415  |
| GLTO TESP  | Glyptotendipes                             | -0,1018 | 0,2909  |
| CLAD LACG  | Cladopelma laccophila gr.                  | -0,1073 | -0,4579 |
| PHYS ACUT  | Physella acuta                             | -0,1096 | 0,1424  |
| Coro phae  | Corophiidae                                | -0,1128 | 0,3822  |
| UNNI INTE  | Unionicola intermedia                      | -0,115  | 0,0947  |
| PSTA VARI  | Psectrotanypus varius                      | -0,1188 | -0,5843 |
| LIMN OPSP  | Limnophyes                                 | -0,1239 | 0,8193  |
| CHTE DIAP  | Chaetogaster diaphanus                     | -0,1341 | 0,13    |
| CYMA COLE  | Cymatia coleoptrata                        | -0,1729 | 1,0861  |
| MYSI DA    | Mysida                                     | -0,1732 | -0,1348 |



|           |                               |         |         |
|-----------|-------------------------------|---------|---------|
| GLSI COMP | Glossiphonia complanata       | -0,1751 | -0,2891 |
| ARRE CRAS | Arrenurus crassicaudatus      | -0,1763 | 0,1595  |
| NAIS PARD | Nais pardalis                 | -0,1815 | 0,4074  |
| PROA MERI | Proasellus meridianus         | -0,1826 | -0,2371 |
| PAMO LONG | Palaemon longirostris         | -0,1904 | 0,1563  |
| GLPH PELL | Glyphotaelius pellucidus      | -0,2069 | -0,6149 |
| SIAL LUTA | Sialis lutaria                | -0,2094 | 0,1205  |
| FORE VARI | Forelia variegator            | -0,2102 | -0,4565 |
| ALBO hete | Alboglossiphonia heteroclita  | -0,2222 | -0,1177 |
| GYRA CRIS | Gyraulus crista               | -0,2334 | 0,3037  |
| PATA NYSP | Paratanytarsus                | -0,2379 | -0,1323 |
| NAIS ELIN | Nais elinguis                 | -0,2411 | 1,0143  |
| OECE TISP | Oecetis                       | -0,2703 | -0,7502 |
| CRIC BICI | Cricotopus bicinctus          | -0,2725 | -0,0192 |
| LECE TINE | Leptocerus tineiformis        | -0,2887 | -0,1654 |
| GOMP FLAV | Gomphus flavipes              | -0,2919 | 0,9677  |
| HECL MARG | Hemiclepsis marginata         | -0,3026 | -0,2886 |
| MOLO PHSP | Molophilus                    | -0,3296 | 0,4627  |
| STCH IRSP | Stictochironomus              | -0,3348 | 0,24    |
| HALI PLSP | Haliphus                      | -0,3547 | -0,6678 |
| DRYO PSP  | Dryops                        | -0,3597 | -0,0191 |
| TANY PUSP | Tanytus                       | -0,3666 | -0,3115 |
| HYGR NIGR | Hygrobates nigromaculatus     | -0,3749 | -0,2908 |
| ORTH TRSP | Orthotrichia                  | -0,3838 | -0,275  |
| SARG IRID | Sargus iridatus               | -0,3875 | 0,0169  |
| KLOO PUSI | Kloosia pusilla               | -0,4198 | 2,0397  |
| JAER ISTR | Jaera istri                   | -0,4202 | 0,7943  |
| CRIC INTA | Cricotopus intersectus agg.   | -0,4213 | 0,7783  |
| SPUM RIVI | Sphaerium rivicola            | -0,4278 | 0,0464  |
| XECH XENO | Xenochironomus xenolabis      | -0,4318 | -0,635  |
| Enei dae  | Enchytraeidae                 | -0,433  | 2,8694  |
| PATR RUFU | Paratrichocladius rufiventris | -0,5436 | 0,3579  |
| MITE CHLA | Microtendipes chloris agg.    | -0,5533 | 0,3589  |
| LUCU LIAE | Lumbriculidae                 | -0,5571 | 2,7992  |
| CYRN FLAV | Cyrnus flavidus               | -0,5812 | -0,4927 |
| CHCL PIGA | Chaetocladius piger agg.      | -0,6122 | -0,0486 |
| THER TESS | Theromyzon tessulatum         | -0,6122 | -0,0486 |
| HIPP COMP | Hippeutis complanatus         | -0,6346 | 0,0418  |
| LYMN STAG | Lymnaea stagnalis             | -0,6437 | 0,0126  |
| PSYC HASP | Psychoda                      | -0,6437 | 0,0126  |
| CHIR NUDI | Chironomus nudiventris        | -0,6606 | 0,4178  |
| THAL THAL | Thalassosmittia thalassophila | -0,7064 | -0,4475 |
| ACRI LUCE | Acricotopus lucens            | -0,7515 | -0,1583 |
| HEXA TOMI | Hexatoma                      | -0,7515 | -0,1583 |
| LIMN BENE | Limnomysis benedeni           | -0,7515 | -0,1583 |
| PATE NUBI | Paratendipes nubilus          | -0,7837 | 4,3484  |
| ASEL AQUA | Asellus aquaticus             | -0,7869 | -0,0831 |
| CRIC SYLG | Cricotopus sylvestris gr.     | -0,7976 | 3,8475  |
| LIPU ARAE | Lipiniella araenicola         | -0,8126 | 0,9964  |



|           |                              |         |         |
|-----------|------------------------------|---------|---------|
| MIPT ERSP | Micropterna                  | -0,8343 | -0,6169 |
| MALO PISP | Molophilus                   | -0,843  | -0,1637 |
| SPEC JOSI | Specaria josinae             | -0,843  | -0,1637 |
| ROBA DEME | Robackia demeijerei          | -0,8508 | 7,6521  |
| RHCR CHAL | Rheocricotopus chalybeatus   | -0,9181 | -1,0803 |
| LUCI DAE  | Lumbricidae                  | -1,2342 | 0,731   |
| GALB TRUN | Galba truncatula             | -1,2543 | 0,3926  |
| PLUM ATSP | Plumatella                   | -1,3063 | 2,2567  |
| HYPS CONT | Hydropsyche contubernalis    | -1,4611 | 3,4218  |
| MERC CONF | Mercuria confusa             | -1,5322 | 1,719   |
| TROC PSEU | Trocheta pseudodina          | -1,5473 | 0,5858  |
| STAG PALC | Stagnicola palustris complex | -1,5667 | 0,0736  |

