



Fytobenthosmaatlatten voor beken en rivieren

Typen R7, R8, RI2 – RI8

Natuur
Water *Herman van Dam*

Fytobenthosmaatlaten voor beken en rivieren

Typen R7, R8, R12 – R18

in opdracht van	Rijkswaterstaat Waterdienst	
auteur	Herman van Dam	
namens opdrachtgever	Eddy Lammens	
rapportnummer	code opdrachtgever	status
AWN 1102.2	4065716-2500	definitief
datum	29 maart 2012	

Referaat

H. van Dam (2012): Fytobenthosmaatlatten voor beken en rivieren: typen R7, R8, R12 – R18. In opdracht van: Rijkswaterstaat Waterdienst. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. Rapport 1102.2. 97p.

De bestaande maatlatten voor fyto­benthos in stromende wa­teren vol­doen niet in de grote rivieren, zoete ge­tijdewate­ren en een aantal kleinere beek- en rivierty­pen. Van negen wa­terbeheerders zijn fyto­benthos­ge­gevens van 242 mon­sters van 85 locaties ge­kre­gen, met be­ge­leidende hydromor­fologische, fysi­sche en chemi­sche va­riabe­len. Door middel van hoofd­com­po­nenten­ana­lyse (PCA) en re­du­nantie­ana­lyse (RDA) is de soor­ten­sa­men­stel­ling van het fyto­benthos ge­re­lateerd aan de be­schik­bare mi­lieu­va­riabe­len, op grond wa­arvan de be­lang­rij­kste pres­so­ren zijn ge­ko­zen, die aan de maat­latten ten grond­slag moe­ten lig­gen. Voor de grote rivieren (ty­pen R7 en R16) en zoete ge­tijdewate­ren (R8) zijn dat nog eer­der de be­lasting met zware me­talen dan eu­trofië­ring, wa­arvoor de IPS (Indice de Pol­luosensitivité Spécifique) een ge­schikte in­di­ca­tor is. Voor snel­stromende, kalkarme beken (R13, R15) is dat ver­mest­ing door ni­traat, met be­ge­leidende ver­zuring, wa­ardoor de be­schik­baar­heid van fos­faat ver­mindert. De TI is hi­ervoor een ge­schikte in­di­ca­tor. Voor de snel­stromende, kalkrijke beken en rivi­ertjes (R17, R18) zijn de be­lang­rij­kste stressoren de zuurstof­huishou­ding en veront­reiniging met zware me­talen, wa­arvoor de IPS een goede in­di­ca­tor is. Van de veen­stroom­pjes (R14) zijn on­vol­doende ge­gevens voor de con­struc­tie van een maat­lat. De grenzen tus­sen de kwaliteits­klassen zijn ge­ko­zen na ver­gelijking met bui­ten­landse ge­gevens.

Tref­woor­den: maat­latten, KRW, fyto­benthos, dia­to­meeën, kie­zelwieren, maat­latten, beken, rivieren, ge­tijdewate­ren, di­ver­siteit, gilden, groeivormen, ecologische in­di­ca­ti­ewa­arden, IPS, TI, Indice de Pol­luosensitivité Spécifique, Trophic Index

Inhoud

Samenvatting	1
1. Inleiding	3
2. Methoden	5
2.1. Uitgangspunten	5
2.2. Aanpak	6
2.3. Uitvoering	7
3. Locaties en monsters	17
4. Resultaten	21
4.1. Hydromorfologie	21
4.2. Waterchemie	21
4.3. Taxa	22
4.4. Diversiteit.....	26
4.5. Gilden	26
4.6. Ecologische indicatiegetallen	27
4.7. IPS en TI	27
4.8. Selectie relevante milieuvariabelen.....	28
4.9. Keuze pressoren voor de maatlatten	34
4.10. Keuze van de maatlatten	36
4.11. Intercalibratie van de maatlatten	45
5. Aanbevelingen voor monitoring	49
5.1. Grote rivieren (R16, R7, R8)	49
5.2. Veenwateren (R12)	51
5.3. Snelstromende, kalkarme beken en riviertjes (R13, R14 en R15)	52
5.4. Snelstromende, kalkrijke beken en riviertjes (R17, R18) .	53
6. Dankwoord	55
7. Literatuur	57

Bijlagen	61
Bijlage 1. Voorbeeld conceptueel model kwaliteitsklassen ...	63
Bijlage 2. IPS en TI	65
Bijlage 3. Specificaties opgevraagde gegevens	67
Bijlage 4. Classificatie van ecologische indicatiewaarden.....	69
Bijlage 5. Verschillen tussen gebruikte en aangepaste IPS- en TI-waarden taxa	71
Bijlage 6. Locaties en hydromorfologie.....	73
Bijlage 7. Aantal en substraat monsters	75
Bijlage 8. Samenvatting hydromorfologie en chemie per type	77
Bijlage 9. Taxa met IPS- en TI-waarden.....	79
Bijlage 10. Samenvatting biologische kwaliteitskenmerken per type 81	
Bijlage 11. IPS- en TI-waarden per monster	83
Bijlage 12. Correlaties tussen hoofdcomponenten, milieu- en kwaliteitsvariabelen.....	85
Bijlage 13. Ordinatiediagrammen grote rivieren	87
Bijlage 14. Correlaties geselecteerde chemische variabelen met biologische kenmerken	93
Bijlage 15. Kwaliteitsklassen Europese intercalibratie typen R-C1 – R-C6	95
Bijlage 16. Relaties IPS en TI met fosfaat in de Europese zeer grote rivieren	97

Samenvatting

De bestaande maatlatten voor fyto­benthos in stromende wateren vol­doen niet in de vier hoofdtypen grote rivieren, inclusief de zoete getij­dewateren (typen R16, R7 en R8), snelstromende, kalkarme beken en rivi­ertjes (R13, R15), veenstroompjes (R14) en snelstromende, kalkrijke beken en rivi­ertjes (R17 en R18).

In dit rapport zijn gegevens van fyto­benthos, hydromorfologie en wa­terchemie bijeen gebracht voor de constructie van geschikte maatlatten.

Van negen waterbeheerders zijn geschikte gegevens ontvangen. In to­taal zijn 242 monsters van 85 locaties gevonden, de meeste in de grote rivieren (typen R16, R7, R8), de snelstromende bovenlopen op zand (R13) in het stroomgebied van Regge en Dinkel en de snelstromende beken en rivi­ertjes in Zuid-Limburg (R17 en R18). In de typen R17 en R18 werd meestal materiaal van grind, stenen of uitgezette glasplaatjes bemonsterd, in de overige typen meestal riet, al of niet uitgezet. De meeste monsters zijn uit het voorjaar en geteld door ervaren analisten, met vergelijkbare taxonomische opvattingen.

Van de oorspronkelijk opgegeven 733 namen van taxa bleven er na harmonisatie 567 over: bijna een derde van het totaal aantal kiezel­wierentaxa in Nederland. De meeste zijn kenmerkend voor voedselrijk tot zeer voedselrijk water. De soortensamenstelling van de verschillende wateren vertoont duidelijke verschillen. Zo komt *Reimeria sinuata* in Zuid-Limburg veel voor, maar is elders in het land duidelijk zeldzamer.

Zestig procent van de monsters komt uit sterk veranderde en kunstmati­ge wateren. De meeste hydromorfologisch natuurlijke wateren komen voor in de typen R17 (Twente) en R17 (Zuid-Limburg). Ze zijn echter wel sterk belast door effluent van rioolwaterzuiveringen, riooloverstor­ten en/of landbouwwater. De meeste wateren zijn permanent en hebben een lage stroomsnelheid (<0,5 m/s). Van de fysische en chemische ge­gevens werden de gemiddelden berekend, o.a. van die kwartalen waarin de corresponderende fyto­benthosmonsters werden genomen. De wa­teren zijn gemiddeld zoet, goed gebufferd, rijk tot zeer rijk aan nutriënten en tamelijk zuurstofrijk. In sommige wateren komen zeer hoge stikstof­

concentraties voor, zoals in type R17. Hoge zinkconcentraties komen voor in type R18.

Van de fytobenthosmonsters werden de IPS- en TI-indicatiewaarden¹ van de taxa - na harmonisatie van de naamgeving - opgezocht in door buitenlandse collega's ter beschikking gestelde bestanden. Hieruit werden de IPS- en TI-waarden en andere biologische kenmerken, zoals diversiteit (aantal taxa, dominantie, gilden (groeivormen) en ecologische indicatiewaarden (zuurgraad, zoutgehalte, organisch gebonden stikstof, zuurstof, saprobie, trofie, vochtgehalte) van de monsters berekend.

Het aantal taxa in de tellingen bedraagt gemiddelde 31, zonder dat er grote verschillen tussen de typen zijn. Het gilde 'hoog profiel' komt in de grote rivieren meer voor dan in de andere typen. Het gilde 'kruipende soorten' komt in de kalkrijke beken het minst voor. De ecologische indicatiegetallen zijn significant verschillend tussen de typen. De gemiddelde waarden van de IPS en TI lopen per type niet ver uiteen. De monsters met de laagste IPS en hoogste TI (slechtste kwaliteit) behoren tot het type R17, die met de hoogste IPS en laagste TI (dus de beste kwaliteit) tot het type R13.

Door middel van hoofdcomponentenanalyse (PCA) en redundantieanalyse (RDA) is de soortensamenstelling gerelateerd aan de hydromorfologische, fysische en chemische milieuv variabelen. In de grote rivieren lijkt de aard van het substraat de belangrijkste milieuvariabele (al is dat niet zeker, omdat juist op plaatsen met de hoogste concentraties fosfaat en zware metalen van rietdobbers gebruik is gemaakt en op de overige plaatsen van ter plekke groeiend riet), vervolgens diepte en stroming en daarna pas fosfaat. Van de veenstroompjes zijn onvoldoende gegevens voor een berekening van belangrijke milieuv variabelen, maar op grond van deskundigenoordeel lijken de nutriënten het belangrijkste. Ook in de kalkarme wateren is de aard van het substraat belangrijk voor de soortensamenstelling; daarop volgen stroomsnelheid en aan verzuring gerelateerde variabelen als zuurgraad, nitraat, en sulfaat. In de kalkrijke stroompjes speelt de aard van het substraat geen belangrijke rol voor de soortensamenstelling. Hier lijken vooral zuurstofhuishouding (zuurstofgehalte, nitriet), waterdiepte, stroming, nutriënten, maar ook zware metalen bepalend te zijn.

Op grond van deze analyse is een keuze gemaakt voor de pressoren die aan de maatlatten ten grondslag liggen. Voor de grote rivieren zijn dat eutrofiëring, waarvoor totaal-fosfaat de indicator is en zware metalen, met koper als indicator. Totaal-fosfaat is (niet significant) negatief gecorreleerd met de IPS, voor koper is de correlatie met de IPS significant negatief. Voor de snelstromende kalkarme wateren is de belangrijkste pressor vermist door nitraat met bijgaande verzuring, die de beschikbaarheid vermindert van fosfaat, dat significant positief gecorreleerd is met de TI. In de kalkrijke, snelstromende wateren is de IPS een goede indicator, die hier significant negatief is gecorreleerd met de koperconcentratie en niet-significant negatief met het gehalte totaal-fosfaat. De klassengrenzen op de maatlatten (IPS en TI) zijn gekozen na vergelijking met buitenlandse gegevens.

¹ IPS = Indice de Polluosensitivité Spécifique, TI =Trophic Index

I. Inleiding

Uit een evaluatie van de KRW-maatlatten is gebleken dat de bestaande maatlatten voor fyto­benthos (diatomeeën of kiezelwieren) in stromende wateren niet voldoen in de grote rivieren (Hoi­j­ting e.a. 2010, 2011). In de prioritering van de verschillende verbeter­voor­stellen voor de maatlat­ten wordt daarom aanbevo­len om voor het fyto­benthos van (clusters van) de watertypen R7, R8, R12 t/m R18 maatlatten op te stellen dan­wel te valideren, met bij­voor­beeld onderscheid naar langzaam stromend, snel stromend, grote rivieren en getijdenrivieren. De watertypen zijn nader omschreven in Tabel 1.1 en onderverdeeld in de hoofdtypen Grote rivieren, Veen­stroom­pjes, Snelstromend, kalkarm en Snelstromend, kalkrijk

Ten behoeve van deze rapportage zijn de benodigde gegevens van fyto­benthos, hydromorfologie en waterchemie bijeengebracht en bewerkt, op grond waarvan maatlatten worden geconstrueerd.

Tabel 1.1. Overzicht van relevante watertypen (deels naar Elbersen e.a. 2002).

Hoofdtype (afk.)		verhang	str.snelh.	breedte	opp. str.geb.	
Type	Omschrijving	(m/km)	(cm/s)	(m)	(km ²)	Voorbeelden
<i>Grote rivieren (GR)</i>						
R16	Snelstromende rivier/nevengeul op zandbodem of grind	>1	>50	>25	>200	Grensmaas
R7	Langzaam stromende rivier/nevengeul op zand/klei	<1	<50	>25	>200	Maas, Rijn
R8	Zoet getijdenwater (uitlopers rivier) op zand/klei	<1	<50	>25	>200	Holl. IJssel, Biesbosch
<i>Veen­stroom­pjes (VE)</i>						
R12	Langzaam stromende middenloop/benedenloop op veenbodem	<1	<50	3-8	10-100	Reest
<i>Snelstromend, kalkarm (SA)</i>						
R13	Snelstromende bovenloop op zand	>1	>50	0-3	0-10	Twenthe, Meinweg
R14	Snelstromende middenloop/benedenloop op zand	>1	>50	3-8	10-100	Hooge Raam, Swalm
R15	Snelstromend rivi­ertje op kiezelhoudende bodem	>1	>50	8-25	100-200	Roer
<i>Snelstromend, kalkrijk (SR)</i>						
R17	Snelstromende bovenloop op kalkhoudende bodem	>1	>50	0-3	0-10	Zuid-Limburg
R18	Snelstromende middenloop/benedenloop op kalkhoudende bodem	>1	>50	3-8	10-100	Geul

2. Methoden

2.1. Uitgangspunten

Volgens diverse documenten van de Europese Commissie, die zijn samengevat door het Nederlands Normalisatie-instituut (NEN/ISO in voorbereiding), moeten verschillende stappen worden doorlopen voor de constructie van maatlatten:

1. *Begrip van de referentietoestand en het zetten van de klassengrens zeer goed / goed*

Eerst moeten de criteria worden beschreven op grond waarvan referentiegemeenschappen (de onverstoorde) natuurlijke toestand worden geselecteerd. Vervolgens moeten de waarden van de milieuv variabelen voor deze toestand (bijvoorbeeld stroomsnelheid, temperatuur, diepte, nutriëntenconcentraties) worden vastgesteld. Deze kunnen voor verschillende habitats anders zijn. Bij voorkeur dienen hiervoor referentielocaties te worden gebruikt. Als die ontbreken kunnen modellen, historische gegevens, paleolimnologische gegevens worden gebruikt.

2. *Begrip van de relatie tussen toenemende beïnvloeding door pressoren² en de veranderingen van de levensgemeenschap*

Nadat de relevante (combinaties van) pressoren zijn vastgesteld kan worden vastgesteld waar de maatlat gevoelig moet zijn. In de vorm van een conceptueel model moet een ecologische beschrijving worden gemaakt van (de component van) de levensgemeenschap van ten minste de zeer goede, goede en matige toestand (zie Bijlage 1). De ontoereikende en slechte toestand kunnen hieruit worden geëxtrapo-

² pressoren zijn menselijke drukken, zoals normalisatie, peilregulering en verdroging, vermesting (eutrofiëring, o.a. door landbouw en effluentlozingen), verzuring (atmosferische depositie van zwavel- en stikstofverbindingen), vergiftiging (o.a. door biociden) en (regulier) onderhoud.

leerd. Vervolgens moeten de biologische gegevens op een zodanige manier worden gerangschikt dat ze de manier beschrijven waarop ze antwoord geven op een toename van de invloed van pressoren en er moeten één of meer maatstaven worden geformuleerd die representatief zijn voor de invloed van (hydromorfologische, fysische en/of chemische) pressoren en daarmee een duidelijke relatie hebben.

3. *Het zetten van de overige klassengrenzen*

De grenzen zeer goed/goed, goed/matig, matig/ontoereikend en ontoereikend/slecht worden bij voorkeur beargumenteerd gekozen gelegd bij discontinuïteiten in de relatie tussen pressoren en de biologische maatstaven. Als er geen discontinuïteiten zijn wordt het continuüm beneden de grens zeer goed/goed in vier gelijke klassen verdeeld.

Birk e.a. (2012) geven een overzicht van 297 gangbare KRW-methoden voor de vaststelling van de biologische waterkwaliteit en vonden dat de klassengrenzen meestal niet op grond van ecologische drempels (discontinuïteiten), maar op statistische wijze zijn vastgesteld (45% van de gevallen). In 37% van de gevallen werden de grenzen vastgesteld op grond van ecologische principes en in 18% op grond van deskundigenoordeel.

2.2. Aanpak

In hoofdlijnen worden de bovengenoemde stappen gevolgd, maar het omschrijven van de grenzen voor de referentietoestand (zeer goede toestand) en de overige klassen zal hier gelijktijdig geschieden. Een belangrijk deel van het werk bestaat uit het identificeren van de pressoren voor elk van de (hoofd)watertypen.

Sleutelfactoren voor het voorkomen van verschillende fyto­benthos­soorten zijn in afnemende volgorde van belang: zoutgehalte, zuurgraad en alkaliniteit, nutriënten (in het bijzonder fosfaat), zuurstofhuishouding. Daarnaast is de vochtvoorziening (waterstandswisselingen) van belang (Van Dam e.a. 1994, Soininen 2007). Stroomsnelheid speelt in het algemeen een minder grote rol. In de Referenties en maatlatten voor de natuurlijke wateren (Van der Molen & Pot 2007) worden voor zoutgehalte, zuurgraad en nutriënten (P- en N-totaal) grenswaarden voor o.a. de zeer goede en goede toestand van de verschillende watertypen gepresenteerd.

Daarom zijn zoveel mogelijk beschikbare kiezelwieranalyses met bijbehorende gegevens van de concentraties van ten minste chloride, pH, alkaliniteit, P-totaal en N-totaal en zo mogelijk ook andere fysisch-chemische kwaliteitselementen (zuurstofhuishouding, macro-ionen, zware metalen) verzameld, evenals hydromorfologische gegevens, zoals breedte, natuurlijkheid van het profiel en stroomsnelheid.

Na het beschrijven van de gebruikte methoden worden eerst de aantallen en de verdeling daarvan over de typen van de verschillende hydromorfologische, chemische en biologische kenmerken besproken. Om inzicht in de eigenschappen van de gegevens te verkrijgen worden de gemiddelden en uiterste waarden van deze kenmerken voor de onderscheiden watertypen worden berekend en kort besproken, evenals die

van mogelijke maatstaven als diversiteit, gilden³, ecologische indicatiewaarden, IPS en TI (zie onder).

Vervolgens worden de voor de kiezelwieren relevante milieuvariabelen geïdentificeerd, door middel van multivariate analyse. De variatie in soortensamenstelling, zoveel mogelijk binnen elk van de hoofdtypen, wordt teruggebracht tot enkele dimensies of hoofdcomponenten en de hoofdcomponenten worden gecorreleerd met de milieuvariabelen.

Op grond van de resultaten van deze analyse worden geschikte maatstaven gekozen, waarvoor klassengrenzen worden geformuleerd. Daarbij wordt zoveel mogelijk aangesloten op bestaande maatlatten voor stromende wateren in Nederland en overig West-Europa (Van der Molen & Pot 2007, Kelly e.a. 2008). Veel van deze maatlatten zijn gebaseerd op de IPS (Indice de PolluoSensitivité), de TI (Trophic Index) of een combinatie van beide. De IPS discrimineert vooral goed in de meer voedselrijke wateren en de TI in voedselarme wateren (Kelly e.a. 2008). Voor de maatlatten voor de Nederlandse typen R4 – R6 leverde de IPS goed bruikbare resultaten op (Van Dam e.a. 2007). Zie Bijlage 2 voor een beknopte beschrijving en Van Dam (2007) voor een uitvoerige beschrijving van beide indices.

Uit de kiezelwierensamenstelling worden de IPS en TI berekend. Uit regressieberekeningen worden voor verschillende (clusters) van watertypen de relaties tussen de IPS (TI) en de relevante milieuvariabelen vastgesteld, waarna met behulp van de grenswaarden van de nutriënten van de verschillende watertypen de maatlatgrenzen van de IPS (TI) kunnen worden berekend.

Bij het vaststellen van de referentiewaarden wordt gebruik gemaakt van buitenlandse gegevens van vergelijkbare wateren, zoals de Very Large River Database, met gegevens van meer dan duizend fyto-benthosmonsters uit grote Europese rivieren, met begeleidende hydromorfologische en fysisch-chemische gegevens.

2.3. Uitvoering

2.3.1. Gegevensinwinning

Zeventien waterbeheerders zijn verzocht alle beschikbare fyto-benthosgegevens te leveren van de watertypen R7, 8 en 12 t/m 18, samen met een aantal fysisch-chemische en hydromorfologische variabelen. (Bijlage 3). Daarvan hebben negen beheerders gegevens aangeleverd. Bij vier beheerders komen de betrokken watertypen niet voor, bij drie zijn die watertypen er wel, maar zijn er geen fyto-benthosgegevens en bij één beheerder zijn de gegevens er wel, maar niet digitaal beschikbaar.

³ “A guild is defined as a group of species that exploit the same class of environmental resources in a similar way. This term groups together species without regard to taxonomic position, that overlap significantly in niche requirements” (Simberloff & Dayan 1991).

Enkele gegevens werden opgevraagd bij de Limnodata (www.limnodata.nl). Hierin zijn deels de gegevens die al rechtstreeks van de beheerders zijn gekregen, maar deels ook niet. Dat zijn dan vooral oudere gegevens. De gegevens uit de Limnodata zijn uiteindelijk niet gebruikt, wegens kennelijk ontbrekende soorten in de monsters of door onvolledigheid van de begeleidende fysisch-chemische gegevens.

Sommige waterbeheerders hebben hun gegevensbestanden goed op orde en konden alle gegevens snel in vrijwel het gevraagde format aanleveren. Bij andere beheerders zijn de gegevens sterk verspreid aanwezig en moesten steeds weer aanvullingen worden gevraagd. Slechts een minderheid van de beheerders heeft de fysisch-chemische gegevens in het Aquo-format (www.aquo.nl). Meestal werden de gegevens in afwijkende formats aangeleverd. De gebruikte eenheden voor variabelen als het geleidingsvermogen, alkaliniteit en zichtdiepte zijn nog steeds verschillend en waren ook soms verkeerd vermeld in de aangeleverde bestanden.

2.3.2. Harmoniseren van de gegevens

	<p>Omdat de nummers en namen van de locaties in verschillende bestanden soms verschillen, werden deze op elkaar afgestemd.</p>
Watertypen	<p>In beginsel zijn de watertypen gebruikt zoals die door de beheerders zijn aangeleverd. In enkele gevallen ontbraken deze. Dan zijn ze afgelezen van de kaarten in de stroomgebiedsbeheerplannen (Ministeries V&W, VROM en LNV 2009). Sommige wateren behoren van oorsprong tot één van de watertypen R7, R8 of R12 – R18, maar zijn vanwege ingrijpende hydromorfologische veranderingen nu ingedeeld bij andere watertypen, zoals enkele getijdewateren (R8), die nu als kanaal (M6a) worden ingedeeld. Om een idee te krijgen van de gedegenereerde toestand van zulke wateren zijn ze opgenomen in de dataset, met een uitroepteken achter het oorspronkelijke type; in het onderhavige geval dus als R08!⁴</p>
Hydromorfologie	<p>De aangeleverde hydromorfologische gegevens zijn geconverteerd naar de klassenindeling van Tabel 2.1</p>
Fysische en chemische gegevens	<p><i>Overeenstemming locaties</i></p> <p>In de meeste gevallen stemmen de locaties van de fysisch-chemische metingen overeen met de fyto-benthoslocaties, in een beperkt aantal gevallen zijn gegevens gebruikt van de dichtstbijzijnde locaties, als er geen wezenlijke verschillen tussen de beide soorten locaties mogen worden verwacht. In enkele gevallen zijn er wel fyto-benthosgegevens, maar zonder geschikte fysische en chemische gegevens.</p>

⁴ R08 betekent hetzelfde als R8. De nul is toegevoegd om de verschillende typen gemakkelijker automatisch te kunnen rangschikken).

Tabel 2.1. Klassenindeling hydromorfologische variabelen.

afk.	variabele	Klasse					
		1	2	3	4	5	6
stat	status	natuurlijk (n)	sterk veran- derd (s)	kunst- matig (k)			
bre	breedte op de waterlijn (m)	0-3	3-8	8-25	25-80	80-250	>250
die	gemiddelde diepte (m)	<0,3	0,3-1	1-3	3-6	6-12	>12
mea	mate van meandering	niet	matig	sterk			
per	permanentie	perma- nent (p)	tempo- rair (t)	semi-per- manent (s)			
str	gemiddelde stroomsnelheid (m/s)	<0,5	0,5-1	1-2	>2		
stu	in gestuwd traject	ja	nee				
nor	genormaliseerd	ja	nee				
kan	gekanaliseerd	ja	nee				

Selectie gegevens

Door de meeste beheerders werden behalve de gevraagde variabelen van de gevraagde bemonsteringsjaren nog veel andere gegevens aangeleverd. Hieruit werden de benodigde gegevens geselecteerd. Duplo's werden verwijderd.

Berekeningen ontbrekende variabelen

Door de waterbeheerders zijn de zuurstofverzadigingspercentages niet altijd aangeleverd. In zulke gevallen werd het verzadigingspercentage uit de zuurstofconcentratie en de temperatuur berekend met de formule van Mortimer (1981). In een aantal gevallen bleek de op die manier berekende zuurstofverzadiging aanzienlijk af te wijken van de door de waterbeheerder opgegeven waarden, die vervolgens werden geschrapt.

Waar dat niet al door de waterbeheerder was gedaan werd de concentratie van totaal stikstof berekend uit de componenten (Kjeldahl-, nitriet- en nitraatstikstof). In enkele gevallen werd juist de concentratie Kjeldahl-stikstof uit het verschil van totaal-stikstof en nitriet- en nitraatstikstof berekend. Het gehalte aan anorganische stikstof werd berekend als de som van ammonium-, nitriet-, en nitraat-stikstof; het gehalte aan organische stikstof is het verschil van Kjeldahl-stikstof en ammoniumstikstof.

Standaardisatie eenheden

De eenheden werden gestandaardiseerd: de meeste variabelen zijn opgegeven als concentraties in mg/l of µg/l. Voor doorzicht en geleidbaarheid zijn verschillende eenheden in gebruik. Ze werden geconverteerd naar respectievelijk m en mS/m bij een referentietemperatuur van 25 °C. De alkaliniteit wordt door sommige laboratoria als zodanig opgegeven in mmol/l. In veel gevallen wordt alleen het bicarbonaatgehalte - dat in de onderhavige wateren verreweg het grootste deel van de alkaliniteit bepaalt - opgegeven in mmol/l of mg/l. De laatste waarden zijn omgerekend naar mmol/l⁵.

⁵ In een enkel geval is in de bronbestanden voor de alkaliniteit wel mmo/l als eenheid opgegeven, maar de vermelde waarden hebben zonder meer betrekking op mg/l bicarbonaat. Dergelijke waarden zijn alsnog naar de juiste eenheid omgerekend.

Veld- en laboratoriummetingen

Zuurgraad (pH) en geleidbaarheid worden door sommige beheerders in het veld en door andere beheerders in het laboratorium bepaald. Er is bij de verwerking daartussen geen onderscheid gemaakt. Soms worden de bepalingen èn in het veld èn in het laboratorium verricht. Dan zijn voor de verdere verwerking gemiddelden van de resultaten van beide methoden genomen.

Filtratie

Sommige componenten kunnen zowel in gefiltreerde als ongefiltreerde monsters worden gemeten. Voor macro-ionen als chloride, calcium, magnesium, natrium en kalium zijn de verschillen tussen beide methoden gering en daar is bij het berekenen van gemiddelden dan ook geen onderscheid gemaakt tussen bepalingen in gefiltreerd en ongefiltreerd monsterwater.

Bij ijzer en andere zware metalen zijn bepalingen in gefiltreerd en ongefiltreerd water steeds gescheiden gehouden. Soms is in de bronbestanden niet aangegeven of de metingen in gefiltreerd of ongefiltreerd water zijn verricht. In die gevallen is voor metingen op het zelfde tijdstip op dezelfde locatie steeds de hoogste waarde als meting in ongefiltreerd monster beschouwd.

Correctie onwaarschijnlijke waarden

Bij het berekenen van verzameltabellen is steeds gelet op het voorkomen van onwaarschijnlijk lage minima en onwaarschijnlijk hoge maxima. Die werden slechts sporadisch aangetroffen. Ze werden gecorrigeerd als het om een onmiskenbare decimale fout ging, of anders weggelaten.

Aparte vermelding betreffen de zeer hoge ijzergehalten (ongefiltreerd) met een maximum van 10 000 en een gemiddelde van 1 150 mg/l in 220 monsters van het Waterschap Rivierenland. Hoewel deze waarnemingen volgens de gegevensbeheerder van dit waterschap correct zijn lijkt dit uiterst onwaarschijnlijk. Daarom zijn ze bij de verwerking van de gegevens opgevat als $\mu\text{g/l}$ en derhalve door 1000 gedeeld. Dan zijn de concentraties overigens nog hoog.

Detectiegrenzen

Vóór het berekenen van gemiddelden werden waarden beneden de detectiegrenzen op de helft daarvan gesteld, conform algemeen gebruik (http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/monitoring/leidraad_monitoring/monitoringscyclus/gegevensanalyse_en/interpretatie/). Vooral bij het doorzicht komen ook waarden boven een bepaalde grens voor. Bij de berekeningen werden deze, min of meer arbitrair, op $1,5 \times$ de opgegeven grens gesteld.

Fytobenthos

Monsters

Vaak is bij de monsters aangegeven van welk substraat ze zijn genomen. Daarvoor is de codering van Tabel 2.2 gebruikt. Rietdobbers zijn drijvers waarop een aantal (bovengrondse) stengeldelen van elders geoogst riet zijn aangebracht (zie afbeelding in Van Dam & Mertens 2010). Totaalmonsters bevatten alle aanwezige substraten, zoals bodem- en plantenmateriaal. In sommige gevallen zijn er op dezelfde datum op dezelfde locatie vlak bij elkaar twee of drie monsters van het zelfde substraat genomen, deze krijgen dan het cijfer 1, 2 of 3 achter de afkorting voor het substraat.

Tabel 2.2. Substraten van de fytobenthosmonsters.

Afkorting	Substraat
B	bodem
D	rietdobber (ca 7 wkn expositie)
G	objectglasjes (ca 6 wkn expositie)
K	kiezels
O	onbekend en overig
P	planten
R	natuurlijk riet
S	steen
T	totaal
U	uitgezet riet
X	steen + riet

Taxa

In beginsel zijn de namen van de taxa in overeenstemming gebracht met de versie van Taxa Waterbeheer Nederland (TWN) van 25 oktober 2011. Hiertoe zijn eerst spelfouten en verschillen in schrijfwijze van infraspecifieke taxa geharmoniseerd (zo gaat v. naar var.). In de TWN zijn bij verschillende interpretaties van een taxonnaam tussen vierkante haakjes cijfers toegevoegd. Als deze cijfers in de aangeleverde files ontbraken is steeds [1] toegevoegd, omdat het helaas ondoenlijk is om voor al de aangeleverde gegevens na te gaan welke interpretatie precies is bedoeld. Typevariëteiten zijn niet apart onderscheiden van de soort waar ze betrekking op hebben. Soms is de taxonomische rang veranderd, bijvoorbeeld van forma naar variëteit. Soms zijn aggregaties toegepast, bijvoorbeeld *Achnanthydium affine* met *A. minutissimum*, *Cocconeis placentula* varⁿ. *euglypta*, *lineata* en *pseudolineata* met *C. placentula* en *Tabularia tabulata* met *T. fasciculata*. In een enkel geval is een aggregatie in de TWN juist niet geaccepteerd (*Nitzschia inconspicua* en *N. frustulum*). Enkele taxa figureren nog niet in de TWN-lijsten, zoals *Cymbella tynnii* en *Cymbopleura incerta*. Bij een zeer onwaarschijnlijke determinatie van een in sommige monsters kwantitatief belangrijk taxon werd deze bijgesteld in overleg met het betreffende laboratorium (*Gyrosigma reimeri* wordt *G. sciotoense*).

Hoeveelheden

Omdat niet in alle monsters hetzelfde aantal exemplaren is geteld zijn de getelde hoeveelheden (abundanties) omgerekend naar percentages, waarbij het totaal in elk monster op 100% is gesteld. Van soorten die buiten de tellingen werden aangetroffen zijn de abundanties op 0 gesteld en verder buiten beschouwing gelaten. In de aangeleverde bestanden zijn dergelijke soorten vermeld met abundanties 0, 0,1 of 0,5, behalve bij die van het Waterschap Regge en Dinkel, waar ze met een abundantie 1 zijn aangegeven. In het laatste geval zijn ze niet te onderscheiden van taxa met een abundantie van 1 binnen de telling.

2.3.3. Berekeningen fysische en chemische gegevens

In de meeste gevallen zijn de fysische en chemische bepalingen niet van dezelfde bemonsteringsdatum als de fytobenthosmonsters. Bovendien zijn de fysische en chemische bepalingen meestal frequenter uitgevoerd

dan de fytobenthosmetingen. Daarom zijn van de fysische en chemische metingen kwartaalgemiddelden berekend,⁶.

Uit de kwartaalgegevens zijn gemiddelden voor het zomerhalfjaar (april-september), het winterhalfjaar (overige maanden) en het hele jaar berekend. Op deze manier wordt rekening gehouden met het soms ongelijke aantal metingen per kwartaal.

Behalve de primaire gegevens zijn nog twee quotiënten berekend. De Ionic Ratio volgens Van Wirdum (1980, 1991) is gelijk aan $IR = \frac{Ca}{[Ca + Cl]}$ ⁷ en geeft informatie over de herkomst van het water. In gerijpt grondwater is deze hoog en in oppervlaktewater met veel regenwater is deze laag. De N/P-verhouding is de verhouding tussen de atomaire hoeveelheden totaal-stikstof en totaal-fosfaat. In veel microscopische algen is deze ongeveer gelijk aan 16. Als N/P veel groter is dan 16 is fosfaat beperkend en bij veel kleiner waarden is stikstof de limiterende factor (Reynolds 2006).⁸

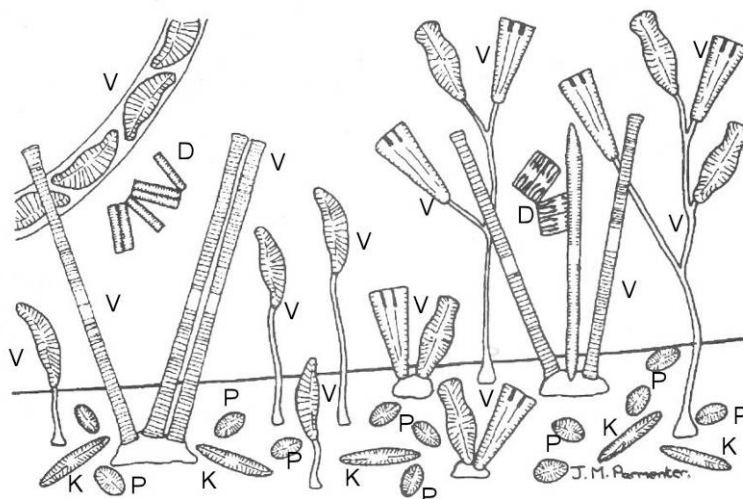
2.3.4. Berekeningen fytobenthos

Diversiteit	Voor de diversiteit zijn twee maten gebruikt: het aantal soorten in de telling en de dominantie-index: de procentuele hoeveelheid van de meest voorkomende soort (Van Dam 1982). Bij de monsters van het Waterschap Regge en Dinkel van Type R13, waar soorten buiten de telling met hoeveelheid 1 zijn gescoord is het aantal soorten in de telling berekend als het totaal aantal soorten, verminderd met het verschil hiervan en 200, omdat door het betreffende laboratorium steeds 200 schalen zijn geteld.
Bijzondere soorten	Op grond van de expertise van de auteur en van A. Mertens (Grontmij) is voor de monsters uit type 13 nagegaan welke soorten bijzonder zijn in Nederland. Het zijn merendeels zeldzame soorten, die meestal gebonden zijn aan schone, voedselarme wateren.
Groeivormen en gilden	<p>Wanneer een substraat begroeid raakt met fytobenthos, waarin de diatomeeën vaak de belangrijkste rol spelen, vindt er een successie plaats, waarvan het eindresultaat afhangt van diverse omgevingsfactoren. Traditioneel wordt er in de structuur van het aangroei een groot aantal groeivormen onderscheiden, zoals plat aangehecht, rechtopstaand, gesteeld, draadvormig, vertakt, ketenvormig, buisvormend, stervormig en vrij beweeglijk (Kuhn e.a. 1981, Fisher e.a. 2006). Figuur 2.1 geeft een vereenvoudigd overzicht daarvan.</p> <p>Volgens Biggs e.a. (1998) zijn er eigenlijk maar twee factoren die van belang zijn voor de ontwikkeling van de structuur: de beschikbaarheid van hulpbronnen ('resources'), meestal nutriënten, en verstoring ('dis-</p>

⁶ Fytobenthosmetingen uit de eerste helft van oktober zijn gecorreleerd met fysische en chemische gegevens van het derde kwartaal.

⁷ De concentraties van calcium en chloride worden hierbij uitgedrukt in ionenequivalenten.

⁸ Van de N-concentratie is eerst de inerte fractie van 0,67 mg/l afgetrokken (Portielje & Van der Molen 1998.)



Figuur 2.1. Kieselwieren in aangroei van een waterplant volgens Waterford & Driscoll (1992), met daarbij de groeivormen K (vrij beweeglijk, kruipend), D (draad- en ketenvormig), P (plat aangehecht) en V (verticaal vast aangehecht). De groeivorm K behoort tot het gilde *kruipend*, de groeivorm V deels tot het gilde *hoog profiel* en deels tot het gilde *laag profiel*, de groeivorm D behoort tot het gilde *hoog profiel*.

turbance'), meestal door fysische factoren, zoals sterke stroming. Omdat het aantal groeivormen groter is dan die twee factoren is er volgens Passy (2007) veel redundantie hierin. Zij brengt daarom de groeivormen terug tot drie gilden: *kruipend*, *laag profiel* en *hoog profiel*. Zij vond dat in (relatief) voedselarme, maar vaak verstoorte habitats in rivieren de soorten met een laag profiel domineerden, terwijl de soorten met een hoog profiel het vooral goed deden op voedselrijke plaatsen met geringe verstoring door de stroming. De kruipende soorten namen toe met toenemende voedselrijkdom en afnemende verstoring. Ook was er habitatvoorkeur: het gilde van het lage profiel domineerde in het epipsammon (op zandkorrels), in het epilithon (op stenen) en epifyton (op planten) domineerde vaak het hoge profiel en in het epipelon (sliblaag) was het kruipende gilde het meest algemeen.

Van alle voorkomende taxa werden de gilden opgezocht in de lijsten van Van Dam (2009) en Rimet e.a. (2010). Per monster werd de relatieve abundantie (percentage) van elk van de drie gilden berekend.

Ecologische indicatiegetallen

Van Dam e.a. (1994) presenteren een lijst van alle destijds uit Nederland bekende diatomeeëntaxa uit zoet en (zwak) brak water met indicatiegetallen voor zuurgraad (*R*), zoutgehalte (*H*), beschikbaarheid van organisch gebonden stikstof (*N*), zuurstofhuishouding (*O*), saprobie (*S*), trofie (*T*) en vocht (*M*) volgens de indeling van Bijlage 4. Hieruit zijn voor elk monster abundantie-gewogen gemiddelden berekend. Bij de berekeningen werden indifferente soorten (R6 en T7) buiten beschouwing gelaten. Voor een aantal soorten die niet in de lijst voorkomen werden indicatiewaarden ingeschat op grond van literatuurgegevens en eigen ervaring.

IPS en TI

Voor elk monster werden de IPS en TI berekend, zoals aangegeven in Bijlage 2. De indicaties voor de aanwezige taxa zijn ontleend aan een lijst die via M. Kelly (Bowburn Consultancy, Durham, UK) werden verkregen van M. Coste (Cemagref, Bordeaux). Deze lijsten worden algemeen gebruikt voor fytobenthosmaatlaten in Europa. Ze zijn ook opgenomen in de Omnidia-software (<http://omnidia.free.fr>)⁹.

Daarnaast is ook gebruik gemaakt van een lijst van door M. Kelly gemaakte lijst van aangepaste IPS- en TI-waarden van geharmoniseerde taxa. Deze is in beginsel gelijk aan de oorspronkelijke lijst van M. Coste, maar voor geaggregeerde taxa, voornamelijk in de groepen rondom *Achnanthydium minutissimum*, *Cocconeis placentula* en *Gomphonema pumilum* zijn soms afwijkende waarden opgenomen, die zijn berekend als gewogen gemiddelden van de oorspronkelijke taxa (Bijlage 5).

De TI-gevoeligheidswaarden in de lijst van geharmoniseerde taxa zijn (per abuis, pers. med. M. Kelly) tot op nul decimalen afgeronde waarden van de oorspronkelijke waarden.

De lijsten van M. Coste en M. Kelly bevatten voor sommige taxa die niet verder dan tot op het genus zijn gedetermineerd IPS- waarden. Voor enkele van dit soort taxa presenteren deze auteurs geen IPS- en TI-waarden. Deze zijn hier berekend als de naar abundantie gewogen gemiddelden van de van dit genus in de onderhavige monsters voorkomende soorten.

Selectie van belangrijke milieuvariabelen

Om te achterhalen wat de meest belangrijke factoren zijn voor de samenstelling van het fytobenthos is gebruik gemaakt van de multivariate analysemethoden uit het programmapakket Canoco (Ter Braak & Šmilauer (2002)).

Eerst is een ordinarie uitgevoerd van alle monsters met de 175 meest algemene taxa, taxa die samen een abundantie van 95% hebben, om de verschillen in soortensamenstelling zichtbaar te maken. Hiertoe werden de abundanties van de taxa logaritmisches getransformeerd en het gewicht van taxa die in weinig monsters voorkomen werd gereduceerd. Voor het overige werden de standaardinstellingen gevolgd.

Omdat deze factoren voor de verschillende typen kunnen verschillen zijn er voor de vier hoofdtypen uit Tabel 1.1 afzonderlijke berekeningen uitgevoerd.

Lengte gradiënt

Eerst is er met Correspondentieanalyse (DCA) getoetst of er sprake is van een lange of korte milieugradiënt. Soorten vertonen ten opzichte van milieufactoren meestal een unimodale respons: dat wil zeggen dat de soort maximaal voorkomt bij zijn optimum. Hoe verder de omstandigheden van het optimum zijn verwijderd, hoe minder de soort voorkomt. Bij een relatief korte milieugradiënt is de respons van de soort (schijnbaar) lineair. Ter Braak & Šmilauer (2002) geven als grens tus-

⁹ Er is niet gebruik gemaakt van de meest recente versie van de Omnidia-database (Base2012), omdat de daarmee berekende waarden niet geheel vergelijkbaar zouden zijn met eerdere berekeningen. In Base2012 ontbreken indicaties voor de TI. Verschillen tussen Base2012 en de oudere versies zijn er voor 7% van de taxa. Het betreft hier meestal vrij nieuwe taxa, die slechts sporadisch in de Nederlandse monsters voorkomen. Een wezenlijk verschil is er alleen voor *Eolimna minima*, die in Base-2012 een slechtere kwaliteit indiceert (gevoeligheid 2,2) dan in de oudere versies (3,0).

sen een lange en een korte gradiënt 4 SD aan, maar Van Katwijk & Ter Braak (2003) leggen de grens bij 2 SD. Daar de lengte van de gradiënt steeds in de buurt 2 SD ligt is hier gekozen voor het lineaire responsie-model.

Correlaties na ordinatie

Voor elk van de hoofdgroepen is daarom eerst een Principale Componentenanalyse (PCA) uitgevoerd. Dat is het analysemodel dat past bij een lineaire respons. Er is gekozen voor het benadrukken van de afstanden tussen opnamen (en niet tussen soorten), terwijl de percentages van de soorten (vermeerderd met een) logaritmisch (grondtal tien) zijn getransformeerd. Verder zijn de scores van de soorten gecentreerd en gedeeld door hun standaardafwijking. De scores van de monsters zijn juist niet gecentreerd en gestandaardiseerd. Om de diagrammen enigszins leesbaar te houden zijn alleen de meest algemene soorten gebruikt, die samen een relatieve hoeveelheid van tenminste 99% hebben.

Na elke ordinatie zijn met het in het Canoco-pakket opgenomen programma Canodraw diagrammen gemaakt van de scores van de soorten en monsters op de eerste twee assen om na te gaan of er mogelijk een hoefijzereffect is opgetreden en of er monsters met een zodanig van de rest afwijkende soortensamenstelling aanwezig zijn, dat ze beter niet met de ordinatie meegenomen kunnen worden. Het hoefijzereffect was steeds afwezig. In een enkel geval is een monster met zeer afwijkende soortensamenstelling uit de dataset verwijderd of met een zeer gering gewicht meegenomen in een volgende poging.

Vervolgens zijn van de scores van de monsters op de eerste vier assen de product-moment-correlatiecoëfficiënten berekend met alle milieuvariabelen (status, hydromorfologie, substraat, fysische en chemische variabelen) en eigenschappen van het fyto-benthos, zoals diversiteit, gilden, ecologische indicatiewaarden en kwaliteitsgetallen (IPS en TI). Voor de fysische en chemische variabelen zijn de zomergemiddelden (april – september) van het betreffende jaar gebruikt. Van alle kwantitatieve variabelen is eerst getoetst of ze (bij benadering) normaal zijn verdeeld. Dat is het geval als de verhouding tussen gemiddelde en mediaan $1 \pm 0,1$ bedraagt (Tabor 2010). Zo niet, dan zijn ze logaritmisch getransformeerd vóór het berekenen van de correlatiecoëfficiënten. Kwalitatieve variabelen, bijvoorbeeld status, zijn eerst omgezet in dummy-variabelen (bijvoorbeeld natuurlijk, sterk veranderd en kunstmatig), die elk nul scoren bij afwezigheid en één bij aanwezigheid. Van elk van de dummy-variabelen is de correlatie met de ordinatie-assen berekend.

Correlaties tijdens ordinatie

Daarnaast is nog een Redundantieanalyse (RDA) uitgevoerd. Deze is vergelijkbaar met PCA, maar naast de set van soortgegevens is er nog een set van omgevingsvariabelen. Bij RDA wordt net als bij PCA ook naar de hoofdasen gezocht, die zoveel mogelijk variatie in het soortenbestand verklaren, maar tegelijkertijd wordt gezocht naar een zo goed mogelijke correlatie met elk van de geselecteerde significante ($p \leq 0,05$) milieuvariabelen. De milieuvariabelen worden in het programma geselecteerd met een Monte-Carlo-permutatietoets.

Daarbij worden ontbrekende waarden ('missing values') van milieuvariabelen in monsters niet geaccepteerd. Daarom zijn voor die milieuvariabelen waarvan het aantal missende waarnemingen niet meer dan ongeveer 10% van het totaal aantal waarnemingen binnen een watertype beslaat vervangen door de gemiddelden van de overige waarnemingen

op dezelfde locatie of binnen hetzelfde watertype (Lepš & Šmilauer 2003). Milieuvariabelen met grotere aantallen missende waarnemingen zijn daarom niet bij de RDA betrokken.

Sterk onderling gecorreleerde milieuvariabelen, zoals het zuurstofgehalte en het zuurstofverzadigingspercentage, verstoren de RDA. Behalve aan de hoge correlatiecoëfficiënten (groter dan ongeveer 0,8) zijn ze te herkennen aan de hoge zogenaamde Variance Inflation Factor (VIF). Volgens Ter Braak & Šmilauer (2002) zijn waarden boven twintig hoog, maar hier is een waarde van vijf tot zes al als hoog beschouwd, in overeenstemming met gebruik elders (http://en.wikipedia.org/wiki/Variance_inflation_factor). Van dergelijke variabelen is er daarom steeds maar één bij het selectieproces betrokken.

Afweging PCA en RDA

Het voordeel van PCA met daarna een berekening van de correlaties met de milieuvariabelen is dat er inzicht kan worden verkregen in de verbanden tussen de soortensamenstelling en alle gemeten milieuvariabelen (ook die met missende waarnemingen) en berekende kenmerken van het fyto­benthos, maar daaruit is niet goed af te leiden welke nu de meest belangrijke zijn. Het voordeel van RDA is dat er wel een selectie van milieuvariabelen kan worden gemaakt, maar slechts van het beperkte aantal waarvan metingen of verantwoorde schattingen voor alle monsters bekend zijn.

Overigens is het goed te beseffen dat alle verbanden slechts correlatief zijn en geen causale relaties aangeven.

3. Locaties en monsters

Alle locaties zijn vermeld in Bijlage 6. Tabel 3.1 geeft hiervan een samenvatting. Enkele landschapsfoto's van meer algemene typen in de dataset zijn weergegeven in de Figuren 3.1 en 3.2. De monsters zijn vermeld in Bijlage 7 en samengevat in Tabel 3.2. Figuur 3.3 geeft de geografische verspreiding van de monsters aan. In Bijlage 7 is het aantal monsters per substraatype vermeld, met een samenvatting in Tabel 3.3.

In totaal zijn er 85 locaties (monsterpunten), waar 242 monsters zijn verzameld. Concentraties van locaties en monsterpunten zijn er in de Rijn en Maas met hun zoetwatergetijdengebieden (typen R16, R7, R8 en R8!), de snelstromende bovenlopen op zand (R13) in het stroomgebied van Regge en Dinkel en de snelstromende beken en riviertjes in Zuid-Limburg (R17 en R18). Van deze typen zijn steeds 14 – 48 monsters beschikbaar. Van de overige typen zijn maar weinig (2-6) monsters beschikbaar.

De monsters uit de watertypen R16, R7 en R8 zijn meestal afkomstig van rietdobbers (locaties Eijsden en Stevensweert in de Maas, Lobith in de Rijn en Gouderak in de Hollandsche IJssel) of natuurlijk riet. In de

Tabel 3.1. Aantal fyto­benthoslocaties per beheerder per watertype¹⁰.

afk.	beheerder	Aantal locaties per type													Alle
		R16	R07	R08	R08!	R12	R12!	R13	R13!	R14	R15	R15!	R17	R18	
WD	RWS Waterdienst	2	6	7											15
BD	Brabantse Delta			2											2
RL	Rivierenland				3										3
HA	Hunze en Aa's		1			1									2
RW	Reest en Wieden					3									3
VV	Velt en Vecht							1							1
RD	Regge en Dinkel		2					15							17
PM	Peel en Maasvallei								2	2		1			5
RO	Roer en Overmaas								2		2		22	11	37
	Alle	2	9	9	3	4	1	17	2	2	2	1	22	11	85

¹⁰ Een uitroep­teken in deze en volgende tabellen geeft een gedegene­reerd watertype aan (zie § 2.3.2).



Figuur 3.1. Type R13: Snelstromende bovenloop op zand (Foto's Bert Knol)



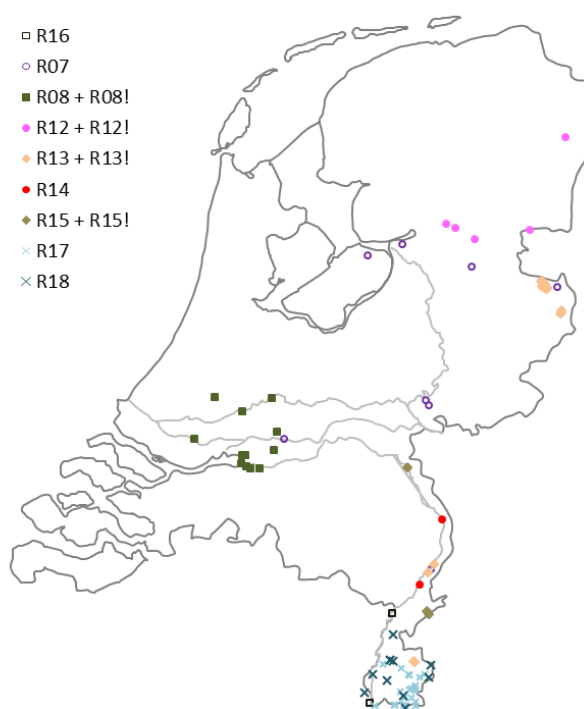
Figuur 3.2. Type R18: Snelstromende middenloop/benedenloop op kalkhoudende bodem (Foto Bert Pex)

jaren 2002 en 2003 is hier ook geëxperimenteerd met bemonstering van stenen langs de oever. In de ondiepe Twentse beekjes (R13) is vaak bodemmateriaal verzameld, als of niet in combinatie met aanwezige planten. In de Zuid-Limburgse stroompjes is in de periode 2003 – 2007 veel aangroei van uitgezette glasplaatjes bekeken, in eerdere en latere jaren zijn hier diverse substraten, waaronder grind en kiezels bemonsterd.

Fytobenthosmaatlatten voor beken en rivieren

Tabel 3.2. Aantal fyto­benthos­monsters per beheerder per watertype.

afk.	beheerder	Aantal monsters per type														Alle	
		R16	R07	R08	R08!	R12	R12!	R13	R13!	R14	R15	R15!	R17	R18			
WD	RWS Waterdienst	14	43	48													105
BD	Brabantse Delta			3													3
RL	Rivierenland				5												5
HA	Hunze en Aa's		1			1											2
RW	Reest en Wieden					5											5
VV	Velt en Vecht						5										5
RD	Regge en Dinkel		3					43									46
PM	Peel en Maasvallei								2	2		3					7
RO	Roer en Overmaas							3			4		36	21			64
	Alle	14	47	51	5	6	5	46	2	2	4	3	36	21			242



Figuur 3.3. Verspreiding van de locaties.

Tabel 3.3. Aantal fyto­benthos­monsters per substraat per watertype.

afk.	substraat	R16	R07	R08	R08!	R12	R12!	R13	R13!	R14	R15	R15!	R17	R18	Alle
X	steen + riet		1												1
D	rietdobber	12	6	6											24
S	steen	2	4	17											23
R	natuurlijk riet		33	27	5	1									66
T	totaal		3					8			2				13
B	bodem							26							26
K	kiezels							1					21	10	32
U	uitgezet riet									1					1
O	onbekend en overig			1					2	1		3			7
P	planten					5	5	9			1				20
G	objectglasjes							2			1		15	11	29
	alle	14	47	51	5	6	5	46	2	2	4	3	36	21	242

Van de 242 fyto­benthos­monsters zijn er 178 genomen in het tweede kwartaal (april-mei), de meeste overige monsters zijn genomen in het

derde kwartaal (juli-september) (Tabel 3.4). Voor de verwerking zijn de vijf monsters uit (begin) oktober bij het derde kwartaal genomen.

Tabel 3.4. Aantal fyto-benthosmonsters per maand per watertype.

maand	R16	R07	R08	R08!	R12	R12!	R13	R13!	R14	R15	R15!	R17	R18	Alle
april			1		1	2	16	2	1				4	27
mei	12	35	25		2	2	4			2	2	20	16	120
juni		2	6	3	3		3			2		7	5	31
juli		1	8						1					10
augustus					1								1	2
september	2	8	12	1		1	16				1	4		45
oktober								5						5
december								2						2
alle	14	47	51	5	6	5	46	2	2	4	3	36	21	242

De monsters zijn meestal genomen door medewerkers van de waterbeheerders zelf en gedetermineerd en geteld in verschillende laboratoria (Tabel 3.5). De medewerkers van de laboratoria waar de meeste monsters zijn gedetermineerd hebben ruime ervaring met het determineren van diatomeeën, houden hun vakliteratuur goed bij en bezoeken regelmatig symposia op hun vakgebied. Tussen medewerkers van verschillende van deze laboratoria is regelmatig overleg over moeilijke determinaties. Daardoor zijn hun analyses onderling goed vergelijkbaar.

Tabel 3.5. Aantal fyto-benthosmonsters per laboratorium per watertype.

Afk	Laboratorium	R16	R07	R08	R08!	R12	R12!	R13	R13!	R14	R15	R15!	R17	R18	Alle	
WD	Waterdienst		5	14	13										32	
GM	Grontmij (AquaSense)	9	25	28				5	43	2	1		1		114	
KB	Koeman en Bijkerk			8	9	1	6						2		26	
KL	Klink				1						1				2	
GW	Aquon (GWL)					2									2	
RL	Rivierenland					2									2	
RO	Roer en Overmaas								3			4		36	21	64
	Alle	14	47	51	5	6	5	46	2	2	4	3	36	21	242	

In 156 van de 224 monsters bedraagt het aantal getelde schaaltes in de monsters tussen de 175 en 250 (Tabel 3.6). Vooral in de (oudere) monsters van type R07 en ook in monsters uit de typen R17 en R18 zijn soms hogere aantallen, meestal rond 400 geteld. Het aantal getelde schaaltes heeft niet veel invloed op de verschillende kwaliteitsindices, maar wel op het aantal taxa binnen de telling.

Tabel 3.6. Aantal getelde diatomeeënschaaltes per laboratorium per watertype.

	R16	R07	R08	R08!	R12	R12!	R13	R13!	R14	R15	R15!	R17	R18	Alle
175-199			2							1		1	3	7
200	9	28	29	2	1	5	4	2	1		1	6	1	89
201-225	2	3	9	1	5		39					6	5	70
226-300		4	6	2					1		2	3	3	21
301-350			2				1			1		8	5	17
351-450	3	12	2				1			2		9	3	32
451-670			1				1					3	1	6
Alle	14	47	51	5	6	5	46	2	2	4	3	36	21	242

4. Resultaten

4.1. Hydromorfologie

De hydromorfologisch eigenschappen van de monsters zijn samengevat in Tabel 4.1. Zestig procent van de monsters is afkomstig uit sterk veranderde en kunstmatige wateren. De meeste natuurlijke wateren behoren tot de typen R13 en R17. Hoewel er in de grote rivieren wel meanders voorkomen zijn deze toch niet aangemerkt als meanderend, omdat de stroom hier aan banden is gelegd. Behalve enkele Twentse beekjes (R13) zijn alle wateren permanent. De meeste wateren hebben een lage stroomsnelheid (minder dan 0,5 m per seconde). In R15, R17 en R18 liggen de stroomsnelheden soms wat hoger (ca 1-2 m/s).

4.2. Waterchemie

De gemiddelde chemisch samenstelling van alle typen is vermeld in Tabel 4.2. Van een aantal geselecteerde variabelen zijn de gemiddelde, minima, maxima en aantallen waarnemingen per type opgenomen in Bijlage 8. De zomergemiddelden van een aantal geselecteerde variabelen per type zijn vermeld in Tabel 4.3. De wateren zijn gemiddeld zoet, goed gebufferd, rijk tot zeer rijk aan nutriënten en tamelijk zuurstofrijk.

Zeer hoge jaargemiddelde concentraties totaal-fosfaat (rond 0,6 mg/l) komen voor in de typen R17 en R18. Ook in type R15! is totaal-fosfaat hoog (0,34 mg/l). In type R15 is de jaargemiddelde sulfaat-concentratie met 106 mg/l erg hoog. Extreem hoge concentraties totaal-stikstof (gemiddeld 12,1 mg/l) en dientengevolge ook zeer zijn hoge N/P-waarden (286) zijn er vooral in type R13. In type R12 is de zuurstofverzadiging met gemiddeld 64% relatief laag. Zeer hoge zink

Tabel 4.1. Aantal monsters per hydromorfologisch kenmerk per watertype.

variabele	R16	R07	R08	R08!	R12	R12!	R13	R13!	R14	R15	R15!	R17	R18	alle
natuurlijk							46		1	4	3	34	9	97
sterk veranderd	14	47	31	5	6	5		2				2	12	124
kunstmatig			20						1					21
0-3 m breed							46	1				20		67
3-8 m breed					4	5		1	2			15	12	39
8-25 m breed			1		1	2				2	3	1	9	19
25-80 m breed			3	1	4					2				10
80-250 m breed	14	31	32											77
>250 m breed			12	18										30
<0,3 m diep							46	1				26		73
0,3-1 m diep					4			1	2	4		10	21	42
1-3 m diep			3	3	5	2					3			16
3-6 m diep	14	44	32											90
6-12 m diep			16			5								21
sterke meandering							2		2	4	3	24	12	47
matige meandering					6		43	2				6	4	61
geen meandering	14	47	51	5		5	1					6	5	134
permanent	14	47	51	5	6	5	37	2	2	4	3	36	21	233
gestuwd	6	22	4	5	6	5	1						2	51
genormaliseerd	14	47	51	5	1	5	3					7	6	139
gekanaliseerd	6	22	4	5	1	5	3					4	3	53
str.snelh. <0,5 m/s	8	31	51	5	1	5	44	2				10		157
str.snelh. 0,5-1 m/s	6	16			5		2		2		3	23	21	78
str.snelh. 1-2 m/s										4		3		7
alle	14	47	51	5	6	5	46	2	2	4	3	36	21	242

concentraties, tot 0,43 mg/l komen, door natuurlijke oorzaak, voor in de Geul (R18). Voor het overige liggen de gehalten aan zware metalen gemiddeld niet op een hoog niveau.

4.3. Taxa

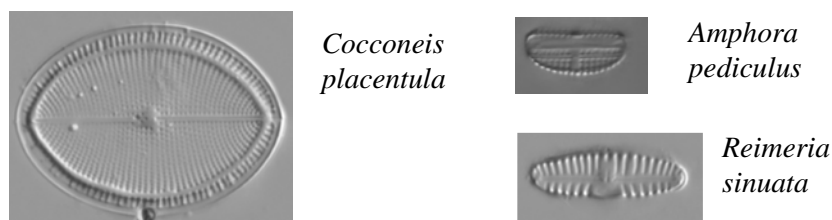
In de aangeleverde soortenlijsten werden in totaal 733 namen voor de taxa gehanteerd. Na harmonisatie resteerden hiervan 567 taxa, die tot 547 verschillende soorten behoren; de 20 overige zijn infraspecifieke taxa. Dat zijn er veel als dit wordt vergeleken met de eerder genoemde TWN-lijst, waarin voor alle wateren in Nederland ruim 1800 soorten, met nog eens een paar honderd infraspecifieke taxa worden vermeld. De taxa zijn vermeld in Bijlage 9, samen met de gemiddelde hoeveelheden in alle monsters en de aantallen monsters waarin ze voorkomen. Ook zijn hierin de IPS- en TI-waarden vermeld.

Tabel 4.4 is een samenvatting van de 59 meest abundante taxa, die samen 80% van de procentuele hoeveelheid uitmaken. Het zijn voor het overgrote deel soorten uit voedselrijk tot zeer voedselrijk milieu: alleen *Eunotia bilunaris*, die vooral in type R12 (Reest) voorkomt kan ook in voedselarmer, maar vaak min of meer verstoord, milieu veel voorkomen.

De soortensamenstelling van de typen vertoont onderling duidelijke verschillen. De meest algemene soort is *Cocconeis placentula* (Figuur 4.1) die een gemiddelde hoeveelheid van 8%, heeft en vooral in de typen R8!, R12 en R15) veel voorkomt. *Melosira varians* (7%) komt vooral in de grote rivieren (R7, R8, R16) en in de zandbeken (R13, R14) voor. *Achnanthydium minutissimum* (5%) komt in alle typen, behalve de grote rivieren en type R18 veel voor. *Amphora pediculus* (4%, Figuur 4.1) komt vooral in de Zuid-Limburgse typen R15 en R17 veel voor. Opvallend is *Planothidium haynaldii* (3%), die alleen in de Twentse beekjes (type R13) is gevonden en verder ook in Nederland niet veel voorkomt. *Luticola mutica* (3%) komt vooral in de

Tabel 4.2. Gemiddelde waarden en aantallen kwartaalgemiddelden en metingen van fysische en chemische gegevens. Bij de zware metalen betekent is aangegeven of een monster is gefiltreerd (f), ongefiltreerd (o) of wanneer dit niet bekend is (n).

groep variabele	eenh.	gemid- delde	mini- mum	maxi- mum	aantal kw.gem	aantal metingen	groep variabele	eenh.	gemid- delde	mini- mum	maxi- mum	aantal kw.gem	aantal metingen
<i>algemeen en licht</i>						<i>zuurstofhuishouding</i>							
T	°C	15,4	9,0	23,0	221	12369	O2	mg/l	8,8	4,2	13,3	221	109716
DOC	mg/l	5,2	2,0	28,0	110	984	O2-verzadiging	%	88	39	148	221	9995
TOC	mg/l	6,3	2,3	29,0	102	952	BZV5	mg/l	2,1	0,5	8,3	80	383
doorzicht	m	1,06	0,17	3,00	120	1147	NH3	mg/l N	0,019	0,002	0,199	59	256
zwevende stof	mg/l	13	1	84	146	3756	NO2	mg/l N	0,06	0,01	0,36	224	1571
<i>macro-ionen</i>						<i>(zware) metalen</i>							
Geleidbaarh. (25 °C)	mS/m	55	20	173	224	14706	Al_f	µg/l	40	25	71	3	6
Ionic Ratio	-	0,54	0,26	0,91	120	561	Al_o	µg/l	284	23	1007	24	137
pH	-	7,7	5,5	8,5	224	122884	Cd_n	µg/l	0,03	0,02	0,07	3	21
Cl	mg/l	49	10	222	222	1552	Cd_f	µg/l	0,06	0,01	0,26	67	598
alkaliniteit	mmol/l	2,4	0,2	7,0	108	460	Cd_o	µg/l	0,13	0,01	0,86	160	1169
SO4	mg/l	57	20	510	222	1403	Cr_n	µg/l	1,0	0,5	1,4	4	18
Na	mg/l	28	6	55	129	681	Cr_f	µg/l	1,3	0,5	2,2	8	30
K	mg/l	7,4	1,5	29	67	205	Cr_o	µg/l	1,4	0,3	3,6	17	85
Ca	mg/l	64	17	180	120	561	Cu_f	µg/l	1,9	0,5	3,3	70	613
Mg	mg/l	8,8	3,6	25	118	550	Cu_o	µg/l	3,1	0,5	11,8	165	1187
<i>nutriënten</i>						<i>(zware) metalen</i>							
PO4	mg/l P	0,18	0,01	3,00	224	1584	Fe_f	mg/l	0,40	0,004	7,6	108	637
P-totaal	mg/l P	0,30	0,02	3,20	224	1577	Fe_o	mg/l	1,21	0,03	12,0	127	820
N-totaal	mg/l	6,3	0,7	28,0	209	1425	Hg_f	µg/l	0,013	0,005	0,046	10	6
N-Kjeldahl	mg/l	1,24	0,10	8,20	223	1570	Hg_o	µg/l	0,013	0,003	0,030	22	103
NH4	mg/l N	0,36	0,01	4,34	224	1596	Ni_f	µg/l	2,6	1,0	6,9	71	619
NO3	mg/l N	4,95	0,05	26,00	209	1436	Ni_o	µg/l	3,1	0,3	11,0	162	1182
NO3 + NO2	mg/l N	4,16	0,34	22,90	120	803	Pb_f	µg/l	0,46	0,06	2,50	10	41
N/P	-	90	1,6	2223	209	1425	Pb_o	µg/l	1,06	0,10	4,70	20	104
							Zn_f	µg/l	6,2	2,4	16	70	613
							Zn_o	µg/l	23,8	2,8	430	164	1185



Figuur 4.1. Sterk vergrote weergave (ca 1500 x) van enkele kwantitatief belangrijke soorten fytobenthos (Foto's: Bert Pex).

de getijdenwateren veel voor, wat goed overeenstemt met de voorkeur van deze soort voor locaties met wisselende waterstand, die niet al te zeer verontreinigd zijn door organisch afbreekbaar materiaal en industriële verontreiniging. *Reimeria sinuata* (1,5%, Figuur 4.1), die vooral in de Limburgse typen R15 en R18 voorkomt is in de rest van Nederland niet algemeen. In Duitsland middel- en subalpiene gebergten is deze soort zeer algemeen en kan zich daar massaal ontwikkelen (Hofmann e.a. 2011). Het is een soort van kalk- en zuurstofrijk water, die verontreiniging door organisch afbreekbaar materiaal goed kan verdragen.

De meeste soorten zijn in Nederland en de omliggende landen algemeen. *Stauroneis lapidicola*, die in een monster van de Rode Beek bij Brunssum werd aangetroffen, is nog niet eerder in Nederland gevonden. Het is een aerofiele soort, die bekend is van IJsland en Noorwegen. In de Twentse beken werden ook twee nieuwe soorten voor ons

Tabel 4.3. Locatiegemiddelden (april – september) per type van geselecteerde fysische en chemische variabelen. n = aantal locaties. Hoogste waarden vet onderstreept, laagste waarden cursief onderstreept. (!) betreft het eigenlijke type en de gedegradeerde vormen hiervan.

groep	variabele	eenh.	n	R16	R07	R08(!)	R12(!)	R13(!)	R14	R15(!)	R17	R18	alle
<i>algemeen en licht</i>													
	T	°C	77	<u>18,6</u>	17,8	17,8	16,7	<u>12,2</u>	15,5	15,0	14,2	15,3	15,0
	doorzicht	m	24	<u>1,2</u>	1,0	0,7	<u>0,4</u>						0,8
	zwevende stof	mg/l	37	<u>8</u>	11	12	14	<u>18</u>	15	6			14
<i>macro-ionen</i>													
	Geleidbaarh. (25 °C)	mS/m	77	55	63	62	40	<u>35</u>	55	62	66	<u>68</u>	56
	Ionic Ratio	-	54	,72	,63	,72	<u>,66</u>	<u>,67</u>	,70	,69	<u>,91</u>	,75	,73
	pH	-	77	7,7	7,8	7,8	7,3	<u>7,1</u>	7,7	7,7	7,9	<u>8,0</u>	7,7
	Cl	mg/l	77	45	<u>76</u>	54	41	<u>33</u>	51	49	33	50	44
	alkaliniteit	mmol/l	53	3,2	3,0	3,2	2,2	<u>1,1</u>	1,2	2,4	3,6	<u>3,9</u>	2,6
	SO4	mg/l	76	49	54	53	<u>24</u>	58	89	<u>99</u>	77	66	64
	Na	mg/l	54	31	42	32	24	18	35	32	<u>11</u>	<u>47</u>	27
	K	mg/l	44		<u>11</u>	6	6	9	8	9	<u>3</u>	9	7
	Ca	mg/l	54	66	68	69	46	<u>45</u>	64	68	<u>107</u>	84	70
	Mg	mg/l	54	8	10	9	<u>7</u>	9	11	10	7	<u>11</u>	9
<i>nutriënten</i>													
	PO4	mg/l	77	,21	,07	<u>,05</u>	,05	,09	,06	,11	<u>,54</u>	,52	,26
	P-totaal	mg/l	77	,29	,18	<u>,17</u>	,17	,20	,19	,23	,65	<u>,68</u>	,38
	N-totaal	mg/l	77	3,9	3,2	<u>2,6</u>	2,7	<u>10,8</u>	5,7	5,1	7,6	6,5	6,6
	N-Kjeldahl	mg/l	77	0,9	1,1	1,1	<u>1,9</u>	1,3	1,1	<u>0,7</u>	1,2	1,5	1,3
	N-organisch	mg/l	77	0,6	1,0	0,9	<u>1,4</u>	1,0	0,6	<u>0,4</u>	0,8	0,7	0,9
	NH4	mg/l N	77	,24	<u>,12</u>	,17	,46	,24	,49	,29	,45	<u>,84</u>	,38
	NO3	mg/l N	77	3,1	2,1	<u>1,5</u>	0,8	<u>9,4</u>	4,8	4,2	6,5	4,9	5,3
	N/P	at/at	77	25	32	38	26	245	63	41	59	33	88
<i>zuurstofhuishouding</i>													
	O2	mg/l	77	7,4	8,7	8,3	<u>6,4</u>	8,9	8,8	8,8	9,0	<u>9,1</u>	8,7
	O2-verzadiging	%	77	78	91	88	<u>65</u>	83	92	88	88	<u>92</u>	86
	BZV5	mg/l	49		<u>2,8</u>	2,6	2,1	0,6	1,0	<u>0,5</u>	1,8	1,8	1,8
	NH3	mg/l	41		,005	,005	,005	,005	<u>,002</u>	,004	,011	<u>,017</u>	,011
	NO2	mg/l	77	,110	,036	<u>,032</u>	,048	,049	,051	,034	,070	<u>,114</u>	,061
<i>metalen</i>													
	Fe (ongef.)	mg/l	39	<u>0,3</u>	0,7	0,8	<u>4,2</u>	1,8			0,6	0,8	1,2
	Zn (ongef.)	µg/l	52	19	11	13	<u>7</u>	27	28	25	17	<u>129</u>	34
	Cu (ongef.)	µg/l	52	3,2	3,0	3,3	<u>1,7</u>	2,5	2,9	2,7	3,6	<u>3,7</u>	3,3
	Ni (ongef.)	µg/l	51	3,1	3,3	3,3	<u>1,6</u>	7,0	<u>8,5</u>	5,0	2,8	3,8	3,6
	Cd (ongef.)	µg/l	49	,24	,06	,11	<u>,05</u>	,08	,09	,12	,10	<u>,32</u>	,13

Fytobenthosmaatlaten voor beken en rivieren

Tabel 4.4. Procentuele hoeveelheid van de meest algemene fytobenthostaxa per watertype. - = niet binnen de telling, + = hoeveelheid < 0,5%. De tien meest abundante soorten zijn vet gedrukt.

Taxon	type	R16	R07	R08	R08!	R12	R12!	R13	R13!	R14	R15	R15!	R17	R18	Alle
	aantal monsters	14	47	51	5	6	5	46	2	2	4	3	36	21	242
<i>Cocconeis pediculus</i>	+	+	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	2	15	1,8
<i>Surirella brebissonii</i>	+	+	+	-	-	-	-	1	-	-	+	-	1	4	0,7
<i>Reimeria sinuata</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	14	-	6	4	1,5
<i>Nitzschia linearis</i>	-	+	+	+	-	-	-	1	-	+	1	+	1	1	0,4
<i>Planothidium lanceolatum</i>	+	+	+	-	+	-	-	7	4	1	1	5	4	4	2,6
<i>Sellaphora seminulum</i>	-	+	+	+	+	+	+	3	-	-	+	1	1	2	0,8
<i>Planothidium frequentissimum</i>	1	+	+	-	+	+	+	5	-	+	5	2	5	2	2,1
<i>Gomphonema parvulum</i> f. <i>saprophilum</i>	+	+	+	-	2	2	+	-	1	-	-	-	1	4	0,6
<i>Cyclostephanos dubius</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	1	+	0,3
<i>Nitzschia palea</i>	+	1	+	+	2	+	1	2	1	+	1	3	1	1	0,9
<i>Amphora pediculus</i>	4	4	4	1	-	-	+	-	-	-	13	1	11	4	4,3
<i>Navicula lanceolata</i> [1]	6	1	1	+	-	-	+	5	15	3	2	4	6	2	2,2
<i>Planothidium frequentissimum</i> var. <i>magnum</i>	+	+	+	-	-	+	2	4	-	-	-	2	-	-	0,5
<i>Gomphonema olivaceum</i>	1	1	1	4	-	-	-	2	16	+	5	+	+	+	0,9
<i>Gomphonema minutum</i>	-	1	1	+	+	-	+	-	-	-	-	-	2	+	0,5
<i>Nitzschia amphibia</i>	+	+	1	+	-	-	+	-	-	-	+	-	1	1	0,5
<i>Ulnaria ulna</i>	+	+	+	-	3	1	+	1	-	1	1	1	1	1	0,6
<i>Cocconeis placentula</i>	4	4	3	53	8	11	+	+	4	27	30	13	17	7,7	
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	1	3	1	12	15	16	8	14	9	5	14	6	2	4,6	
<i>Navicula gregaria</i>	2	2	2	-	+	+	1	8	1	2	2	2	2	2	1,9
<i>Staurosirella pinnata</i>	+	+	+	-	-	-	3	-	+	+	1	-	-	-	0,6
<i>Psammothidium helveticum</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	+	-	0,4
<i>Gomphonema parvulum</i>	3	2	1	3	9	14	2	3	13	1	2	2	4	4	2,4
<i>Planothidium haynaldii</i>	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	3,1
<i>Eolimna minima</i>	7	2	1	+	1	1	4	3	1	2	2	4	3	2,8	
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	1	+	1	-	+	-	+	+	-	+	1	+	1	1	0,6
<i>Fragilaria capucina</i> [1]	+	+	+	1	1	8	2	1	-	-	-	+	1	1	0,8
<i>Navicula tripunctata</i>	1	2	3	1	-	-	-	-	-	1	+	2	2	2	1,7
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	2	3	2	-	1	4	1	4	-	-	1	2	2	2	1,9
<i>Staurosira venter</i>	-	1	+	-	+	-	2	2	-	-	-	-	+	-	0,6
<i>Navicula cryptocephala</i> [1]	-	+	+	1	1	2	1	1	-	+	-	+	+	+	0,3
<i>Encyonema silesiacum</i>	+	+	+	+	6	1	+	-	1	1	-	+	1	1	0,6
<i>Melosira varians</i>	14	16	9	+	5	7	+	15	27	1	12	1	1	7,1	
<i>Mayamaea atomus</i> var. <i>permitis</i>	1	+	+	-	-	-	1	3	-	+	-	-	-	-	0,4
<i>Eunotia bilunaris</i>	-	+	+	-	1	4	1	+	-	-	-	-	+	-	0,3
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	2	5	5	7	-	-	+	-	-	-	5	1	3	2	3,1
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	2	1	1	-	+	-	+	-	1	+	-	1	1	1	0,7
<i>Fragilaria rumpens</i>	1	1	1	-	-	6	+	1	+	-	-	+	+	+	0,5
<i>Gomphonema angustatum</i>	-	+	+	-	8	3	1	-	-	+	-	1	+	+	0,6
<i>Achnanthydium</i>	-	+	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
<i>Nitzschia dissipata</i>	4	9	2	+	-	-	+	3	-	2	2	1	2	2,8	
<i>Nitzschia paleacea</i>	+	2	1	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	0,5
<i>Diatoma vulgare</i>	2	2	2	-	-	-	-	-	-	2	-	1	1	1	1,2
<i>Nitzschia sociabilis</i>	+	2	1	-	-	-	-	+	+	-	1	+	+	+	0,5
<i>Nitzschia fonticola</i>	+	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0,4
<i>Nitzschia inconspicua</i>	+	2	1	-	-	-	+	-	-	1	-	+	+	+	0,5
<i>Amphora copulata</i>	-	+	1	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	0,4
<i>Navicula cryptotenella</i>	1	3	2	1	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	1,0
<i>Nitzschia frustulum</i>	1	+	1	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	0,4
<i>Luticola ventricosa</i>	-	+	3	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	0,6
<i>Luticola mutica</i>	-	+	13	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	2,8
<i>Skeletonema</i>	+	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2
<i>Fragilaria radians</i>	+	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4
<i>Navicula antonii</i>	1	2	1	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	0,6
<i>Stephanodiscus parvus</i>	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	0,5
<i>Coscinodiscophyceae</i>	1	1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
<i>Khakista</i>	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4
<i>Cyclostephanos invisitatus</i>	8	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	0,9
<i>Thalassiosira pseudonana</i>	6	1	1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
Gemiddeld aantal taxa in telling		33	33	33	20	25	19	41*	31	22	32	27	29	26	32,3

land gevonden: *Cymbopleura (Cymbella) tynnii*, bekend uit Alaska, Lapland en de Alpen en *Surirella patella*, bekend uit Tsjechië en Zuid-Duitsland.

4.4. Diversiteit

De diversiteitsgegevens (aantal taxa en dominantiepercentage) zijn samengevat in Bijlage 10. In Tabel 4.5 zijn de waarden voor de typen met de meeste monsters vermeld. Het aantal taxa in de telling loopt uiteen van 6 tot 76; het gemiddelde bedraagt 31. De verschillen tussen de typen zijn niet zeer groot: alleen in de typen R8! en R14 is het aantal soorten met gemiddeld 20 en 22 wat lager. Van deze laatste typen zijn in verhouding weinig monsters, die bovendien voor een groot deel door minder ervaren analisten zijn geteld. De hoeveelheid van het meest voorkomende taxon (dominantie) bedraagt gemiddeld 30% (range 10 – 92%). Er zijn niet of nauwelijks verschillen tussen de veel voorkomende typen. In enkele weinig bemonsterde typen zijn hogere gemiddelden vastgesteld.

Tabel 4.5. Gemiddelden aantallen monsters en schalen, gemiddelde procentuele hoeveelheden van gilden, gemiddelde ecologische indicatiewaarden en gemiddelden van IPS en TI van veel voorkomende typen. AS = aantal soorten binnen de telling, Dom = hoeveelheid (percentage abundantie) van de meest voorkomende soort (dominantie), R – M zie Bijlage 4, -adj = aangepast. Significant laagste waarden onderstreept.

Hoofdtype Type	Aantal		Diversiteit		Gilden			Ecologische indicatiewaarden							Kwaliteit			
	monsters	schalen	AS	Dom	HP	LP	KR	R	H	N	O	S	T	M	IPS	IPS-adj	TI	TI-adj
<i>Grote rivieren</i>																		
R16	14	250	33	26	39	31	28	4,0	2,2	2,5	2,9	2,9	5,0	2,3	12,1	12,5	2,98	3,15
R07	47	261	33	28	41	25	33	3,9	2,2	2,3	2,6	2,5	4,8	2,3	13,6	13,9	2,82	2,88
R08	51	231	33	30	31	26	43	3,8	2,4	2,2	2,4	2,6	4,9	2,5	11,2	11,5	2,95	3,06
R07, R08, R16	112	246	33	29	36	26	37	3,9	2,3	2,3	2,5	2,6	4,9	2,4	12,3	12,6	2,90	3,00
<i>Snelstromend, kalkarm</i>																		
R13	46	221	32	30	20	47	33	3,5	2,0	2,0	2,4	2,6	4,1	2,9	14,9	14,4	2,67	2,55
<i>Snelstromend, kalkrijk</i>																		
R17	36	305	29	31	19	57	24	3,7	2,1	2,2	2,5	2,6	4,7	2,6	13,6	13,9	2,89	3,05
R18	21	280	26	32	23	54	24	3,8	2,3	2,2	2,7	2,7	4,9	2,3	12,9	13,0	3,03	3,31
R17, R18	57	296	28	31	20	55	24	3,8	2,2	2,2	2,6	2,7	4,8	2,5	13,3	13,5	2,94	3,15
<i>Alle</i>																		
alle	242	251	31	30	30	39	30	3,8	2,2	2,2	2,5	2,6	4,7	2,5	13,3	13,4	2,83	2,92

4.5. Gilden

De gildengegevens zijn samengevat in Bijlage 10. In Tabel 4.5 zijn de waarden voor de typen met de meeste monsters vermeld. De variabiliteit binnen de typen is groot: er zijn monsters die voor 93 – 96% uit één gilde bestaan, maar er zijn ook monsters waarin de gilden min of meer evenwichtig zijn verdeeld. Het gilde ‘hoog profiel’ komt in de grote rivieren significant ($p < 0,001$, Kruskal-Wallis, met Mann-Whitney-toets voor paarsgewijze verschillen) meer voor dan in de overige typen. Het kruipende gilde is significant ($p < 0,001$) het minst

aanwezig in de snelstromende, kalkrijke beken, terwijl de procentuele hoeveelheid van de laag-profielsoorten significant ($p < 0,001$) tussen alle hoofdtypen verschilt.

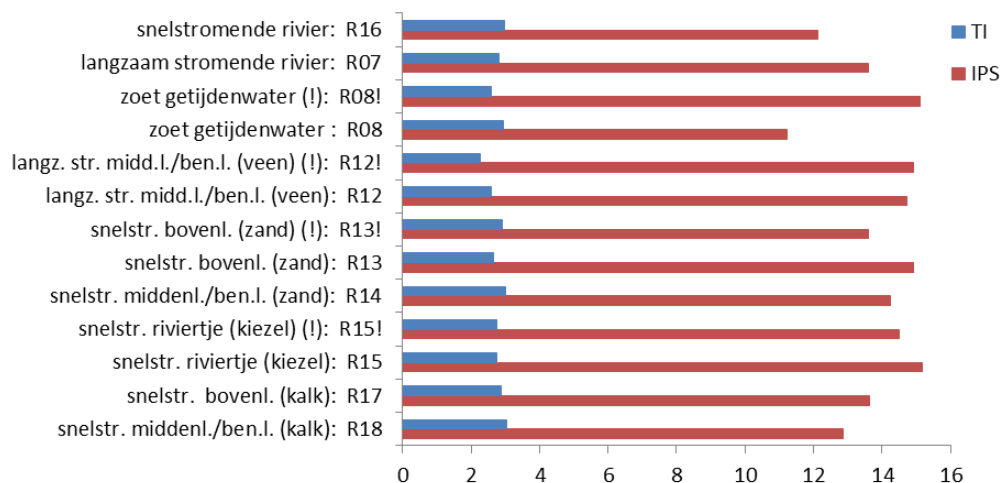
4.6. Ecologische indicatiegetallen

De gegevens zijn samengevat in Bijlage 10. In Tabel 4.5 zijn de waarden voor de typen met de meeste monsters vermeld. Voor het zuurgraadindicatiegetal *R* zijn alle verschillen tussen de hoofdtypen significant ($p < 0,001$). Zoals verwacht is die in de snelstromende, kalkarme beken het laagst. Ook het zoutindicatiegetal *H* is in deze beken het laagst ($p < 0,001$). Het zoutindicatiegetal in de grote rivieren is gemiddeld 0,1 punt hoger dan in de kalkrijke beken en riviertjes ($p < 0,05$). In de kalkarme beken is het indicatiegetal *N* voor organisch gebonden stikstof gemiddeld het laagst en significant ($p < 0,001$) verschillend van de twee andere hoofdtypen. Zelfs het geringe verschil tussen de grote rivieren en de kalkrijke kleinere wateren is nog significant ($p < 0,01$). Voor het zuurstofindicatiegetal *O* en het saprobiegetal *S* zijn er geen significante verschillen tussen de hoofdtypen, maar wel weer voor het trofiegetal *T*. De kalkrijke stroompjes scoren net ($p < 0,05$) iets lager dan de grote rivieren. De trofie-indicatiegetallen van de kalkarme stroompjes scoren significant ($p < 0,001$) lager dan die van de beide overige typen. De verschillen tussen de vochtindicatiegetallen *M* zijn over de hele linie significant ($p < 0,001$), met gemiddeld de laagste waarden in de (diepe) grote rivieren en de hoogste waarden (meeste droogval) in de ondiepe, kalkarme stroompjes.

4.7. IPS en TI

De waarden van de IPS en TI en hun aangepaste versies per monster zijn vermeld in Bijlage 11 en samengevat in Bijlage 10. In Tabel 4.5 zijn de waarden voor de typen met de meeste monsters vermeld. De IPS verschilt tussen alle typen met verschillende graden van significantie en is, zoals verwacht, maximaal in de kalkarme beken. De aangepaste IPS geeft de verschillen minder goed aan: hier is alleen het verschil tussen de grote rivieren en de kalkarme beken significant ($p < 0,05$). Ook zoals verwacht is de TI significant ($p < 0,001$) het laagst in de kalkarme beken en het hoogst in de kalkrijke beken. Volgens de aangepaste TI zijn ook de verschillen tussen de kalkrijke beken en de grote rivieren significant ($p < 0,01$).

In Figuur 4.2 zijn de gemiddelden van de TI en IPS van alle typen uitgezet.



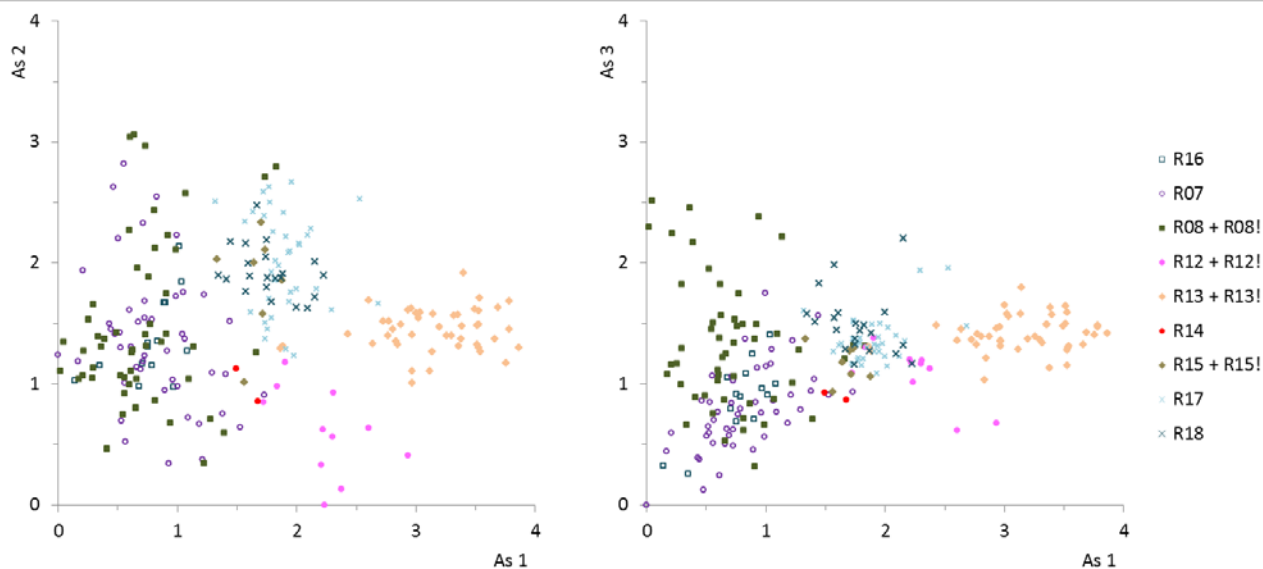
Figuur 4.2. Gemiddelden van IPS en TI per watertype.

De gemiddelde waarden van IPS en TI lopen per type niet ver uiteen, heel anders dan dat voor de soortensamenstelling het geval is (Tabel 4.4). Voor de extremen ligt dit anders. De monsters met de laagste IPS en hoogste TI (dus de slechtste kwaliteit) behoren tot het type R17, die met de hoogste IPS en laagste TI (dus de beste kwaliteit) tot het type R13 (Bijlage 10).

4.8. Selectie relevante milieuvariabelen

In Figuur 4.3 zijn de scores van de monsters op de eerste drie assen van een DCA van alle monsters weergegeven. De lengte van de gradient bedraagt 3,86 SD, wat wil zeggen dat er een grote variatie tussen de monsters is. De eerste as heeft hoge ($r > 0,50$) positieve correlaties ($p < 0,001$) met de zomergemiddelden van nitraat ($r = 0,67$) en opgeloste organische koolstof ($r = 0,60$) en lage ($r < 0,50$) negatieve correlaties ($p < 0,001$) met de breedte ($r = -0,88$), natrium ($r = -0,76$), alkaliniteit ($r = -0,58$) en het elektrisch geleidingsvermogen ($r = -0,51$). Op de tweede en derde assen zijn er geen lage of hoge ($r < 0,50$ of $r > 0,50$) met milieuvariabelen. De vierde as heeft een lage, significante ($p < 0,001$) met ongefiltreerd ijzer ($r = -0,65$).

De vier onderscheiden hoofdtypen nemen elk een afzonderlijke plaats in de diagrammen in: de monsters uit de grote rivieren (typen R16, R07, R08 en R08!) overlappen elkaar voor een groot deel op de eerste twee assen, maar worden op de derde as al weer meer gescheiden. De monsters uit de veenstroompjes (R12 en R12!) worden op de eerste en tweede as al vrijwel perfect gescheiden van de overige monsters. Dat is ook het geval met de monsters uit de snelstromende, kalkarme bovenlopen van type R13. De monsters uit de snelstromende kalkarme midden-/benedenlopen (R14) en snelstromende riviertjes (R15) overlappen gedeeltelijk met die uit de grote rivieren. Tussen de typen R17 en R18 (respectievelijk kalkrijke boven- en midden-/benedenlopen) bestaat grote gelijkheid. Ze liggen in de diagrammen tussen de snelstromende kalkarme wateren en de grote rivieren.



Figuur 4.3. Scores van alle fyto-benthosmonsters in een DCA-ordinatie op de eerste en tweede as (links) en eerste en derde as (rechts). De cumulatieve verklaarde variantie op de assen 1, 2 en 3 bedraagt respectievelijk 9,7, 13,9 en 17,5 procent.

Vanwege de systematische verschillen tussen de typen zijn de relaties tussen de soortensamenstelling en de soortensamenstelling afzonderlijk geanalyseerd.

In Bijlage 12 zijn de correlaties vermeld tussen alle milieuvariabelen en de eerste vier assen van de hoofdcomponentenanalyse (PCA) en de bij de redundantieanalyse (RDA) geselecteerde variabelen. In Tabel 4.6 zijn de belangrijkste resultaten samengevat. Omdat diverse variabelen onderling gecorreleerd zijn is het niet eenvoudig om hieruit de stuurvariabelen te selecteren. Bovendien verklaren de in de RDA geselecteerde variabelen slechts een klein deel van de variatie in de soortensamenstelling.

4.8.1. Grote rivieren (R16, R07, R08, R08!)

De scores van soorten, monsters en milieuvariabelen op de eerste assen van de ordinaties zijn weergegeven in de diagrammen van Bijlage 13. De eerste drie assen van de PCA samen verklaren bijna 33% van de variatie in de soortensamenstelling en die van de RDA slechts 13%. De aard van het substraat lijkt de belangrijkste factor die de soortensamenstelling verklaart (Tabel 4.6). De diatomeeën op natuurlijk riet en steen zijn onderhevig aan schommelingen in de waterstand (*Navicula mutica!*) en die op de dobbers zijn dat niet. Op de tweede plaats komen hydromorfologische variabelen (diepte, stroming) en organische stikstof. Pas daarop volgen ortho- en totaal-fosfaat. Opvallend zijn de vrij sterke correlaties met koper op de tweede en derde as.

Tabel 4.6. Percentage verklaarde variantie en product-moment-correlatiecoëfficiënten van al of niet logaritmisch getransformeerde milieuvariabelen met de eerste drie hoofdcomponenten van de PCA van fytobenthos uit de grote rivieren (typen R16, R07, R08 en R08!). Significanties: *= $p \leq 0,001$, ** = $p \leq 0,01$, * = $p \leq 0,05$. Variabelen die zijn gebruikt voor de RDA (redundantieanalyse) zijn gekenmerkt met een ~ in de eerste kolom. De correlatiecoëfficiënten van variabelen die in de RDA als significant (p soms $\leq 0,01$ of $\leq 0,05$, meestal $\leq 0,002$) zijn geselecteerd, zijn **vet** onderstreept. Het getal in de kolom nr geeft de belangrijkheid in de RDA aan (1 = meest belangrijk).

variabele	n	nr	As1	As2	As3	variabele	n	nr	As1	As2	As3
Percentage variantie	111		12,6	11,3	8,6	<i>Macro-ionen</i>					
<i>Hydromorfologie</i>						~ geleidbaarheid	111		-,11	,29 **	,26 **
~ breedte	111	6	<u>-,01</u>	<u>,20 *</u>	<u>,28 **</u>	~ chloride	111	8	<u>-,21 *</u>	<u>,22 *</u>	<u>,26 **</u>
~ diepte	111	2	<u>-,08</u>	<u>,33 ***</u>	<u>,10</u>	~ sulfaat	111		-,08	,25 **	,25 **
~ stroming	111	4	<u>-,12</u>	<u>-,19 *</u>	<u>,39 ***</u>	natrium	68		-,20	,11	,26 *
<i>Substraat</i>						magnesium	59		,10	,10	,35 **
~ rietdobber	24	1	<u>-,24</u>	<u>,06</u>	<u>,39</u>	<i>Nutriënten</i>					
~ natuurlijk riet	62		-,07	-,24 *	-,46 ***	~ ammonium	111		,00	,08	-,14
~ steen	20		,37 ***	,30 **	,25 **	~ nitraat	111		-,14	-,11	,16
<i>Algemeen en licht</i>						~ organische stikstof	111	3	<u>,15</u>	<u>,10</u>	<u>-,17</u>
~ temperatuur	111		,05	,12	,30 **	~ orthofosfaat	111	7	<u>-,07</u>	<u>-,05</u>	<u>,15</u>
opgeloste org. koolstof	101		,00	,02	-,27 **	~ totaal fosfaat	111	5	<u>-,26 **</u>	<u>-,02</u>	<u>,09</u>
doorzicht	108		,13	-,42 ***	-,13	~ N/P	111		,23 *	-,02	-,01
zwevende stof	110		-,11	,40 ***	,19	<i>Zware metalen</i>					
						ijzer (gefiltreerd)	60		-,21	-,23	-,47 ***
						ijzer (ongefiltr.)	83		-,22 *	,18	,03
						koper (ongef.)	108		-,05	,31 **	,41 ***
						zink (ongef.)	108		-,03	,08	,21 *

4.8.2. Veenstroompjes (R12, R12!)

Van de veenstroompjes zijn slechts gegevens zes monsters van type R12 (Reest) en vijf monsters uit gedegradeerde voorbeelden van dit type (Schoonebekerdiep en Pagediep) bekend. Dat zijn er te weinig voor een ook maar enigszins verantwoorde selectie van relevante milieuvariabelen.

4.8.3. Snelstromende, kalkarme beken en riviertjes (R13, R13!, R14, R15, R15!)

Uit Figuur 4.3 blijkt dat de negen monsters van de typen R14, R15 en R15!) tamelijk afwijken van de 46 monsters typen R13 en de twee monsters uit type R13!. Daarom zijn twee analyses uitgevoerd: één voor alle monsters van dit hoofdtype en één voor de typen R13 en R13! Er zijn onvoldoende monsters beschikbaar voor een maar enigszins zinvolle aparte analyse van de typen R14 en R15(!).

De eerste drie assen samen van de PCA voor de typen R13 – R15! verklaren bijna 39% van de variatie in de soortensamenstelling en die van de RDA 33%. Ook hier is weer de aard van het substraat de belangrijkste verklarende factor voor de soortensamenstelling (Tabel 4.7). Daarop volgen stroomsnelheid, zuurgraad, nitraat, organische

Tabel 4.7. Percentage verklaarde variantie en product-moment-correlatiecoëfficiënten van al of niet logaritmisch getransformeerde milieuvariabelen met de eerste drie hoofdcomponenten van de PCA van fyto-benthos uit de snelstromende, kalkarme beken en riviertjes (R13, R13!, R14, R15 en R15!). Significanties: *= $p \leq 0,001$, ** = $p \leq 0,01$, * = $p \leq 0,05$. Variabelen die zijn gebruikt voor de RDA (redundantieanalyse) zijn gekenmerkt met een ~ in de eerste kolom. De correlatiecoëfficiënten van variabelen die in de RDA als significant (p soms $\leq 0,01$ of $\leq 0,05$, meestal $\leq 0,002$) zijn geselecteerd, zijn **vet** onderstreept. Het getal in de kolom nr geeft de belangrijkheid in de RDA aan (1 = meest belangrijk).

variabele	n	nr	As1	As2	As3	variabele	n	nr	As1	As2	As3
Percentage variantie	51		20,7	10,4	7,6	<i>Macro-ionen</i>					
<i>Status</i>						~ geleidbaarheid	51		,44 **	,62 ***	-,09
~ natuurlijk	48	8	<u>-,31 *</u>	<u>-,36 *</u>	<u>-,10</u>	Ionic Ratio	43		-,13	,35 *	-,37 *
~ sterk veranderd	2		,29 *	,18	,02	~ zuurgraad	51	3	<u>,28 *</u>	<u>,55 ***</u>	<u>-,50 ***</u>
~ kunstmatig	1		,12	,36 **	,14	~ chloride	51		,02	,25	-,01
<i>Hydromorfologie</i>						alkaliniteit	43		,10	,36 *	-,82 ***
~ normalisatie	1	6	<u>,08</u>	<u>,12</u>	<u>,20</u>	~ sulfaat	51	10	<u>,50 ***</u>	<u>,44 **</u>	<u>-,34 *</u>
~ kanalisatie	1	6	<u>,08</u>	<u>,12</u>	<u>,20</u>	~ natrium	43		,34 *	,09	,25
~ sterke meandering	9		,29 *	,66 ***	-,06	calcium	43		-,15	,41 **	-,43 **
~ matige meandering	42		-,29 *	-,66 ***	,06	magnesium	43		,05	,06	,01
~ breedte	51		,41 **	,69 ***	,11	<i>Nutriënten</i>					
~ diepte	51		,45 **	,60 ***	,09	totaal stikstof	51		-,36 *	-,38 **	,39 **
~ stroming	51	2	<u>,37 **</u>	<u>,74 ***</u>	<u>,18</u>	~ organische stikstof	51	9	<u>-,31 *</u>	<u>-,11</u>	<u>-,39 **</u>
<i>Substraat</i>						~ ammonium	51		,26	,18	,08
~ planten	9		,16	-,07	-,08	~ nitraat	51	7	<u>-,34 *</u>	<u>-,40 **</u>	<u>,47 ***</u>
~ totaal	6	5	<u>,46 ***</u>	<u>-,44 **</u>	<u>-,11</u>	~ totaal fosfaat	51		,16	,24	-,60 ***
~ bodem	26	1	<u>-,85 ***</u>	<u>-,11</u>	<u>,00</u>	~ orthofosfaat	51		-,12	,29 *	-,60 ***
~ onbekend / overig	6	4	<u>,46 ***</u>	<u>,39 **</u>	<u>,03</u>	~ N/P	51		-,32 *	-,41 **	,55 ***
<i>Algemeen en licht</i>						<i>Zuurstofhuishouding</i>					
~ temperatuur	51		,52 ***	,55 ***	-,05	zuurstofverzadiging	51		-,04	,39 **	-,09
zwevende stof	44		,03	-,13	-,66 ***	~ nitriet	51		,11	,02	-,29 *
						<i>Zware metalen</i>					
						ijzer (gefiltreerd)	41		,45 **	-,11	-,40 **
						ijzer (ongefiltr.)	41		,16	,17	-,66 ***

Status en hydromorfologische variabelen als meandering en breedte lijken ook gecorreleerd met de soortensamenstelling, maar dat heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat de voorbeelden van type 13 (de bovenlopen) vrijwel allemaal nog een natuurlijk verloop hebben, terwijl dat in de meer benedenstreams gelegen typen niet het geval is. Zowel ortho- als totaal-fosfaat behoren niet tot de met de RDA geselecteerde variabelen, maar ze hebben wel een zeer significante correlatie met de derde as van de PCA. De temperatuur heeft sterke correlaties met de eerste twee assen van de PCA (seizoenseffect).

Uit de grafieken van de scores van de monsters op de eerste drie assen (hier niet opgenomen) blijkt dat de soortensamenstelling van de typen R14 en R15(!) sterk afwijkt van die van type R13(1).

De eerste drie assen samen van de PCA voor de typen R13 en R13! verklaren bijna 40% van de variatie in de soortensamenstelling en die van de RDA 33%. De eerst geselecteerde variabele is weer het substraat (Tabel 4.8). Zuurgraad en sulfaat zijn hier nog meer van belang dan in de vorige ordinatie. Zowel anorganische stikstof (nitraat) als organische stikstof zijn sterk positief gecorreleerd met de tweede as van de PCA. Zuurgraad, alkaliniteit, ortho- en totaal-fosfaat zijn juist sterk negatief met deze as gecorreleerd.

Tabel 4.8. Percentage verklaarde variantie en product-moment-correlatiecoëfficiënten van al of niet logaritmisch getransformeerde milieuvariabelen met de eerste drie hoofdcomponenten van de PCA van fytobenthos uit bovenlopen van snelstromende, kalkarme beken en riviertjes (R13, R13!). Significanties: *= $p \leq 0,001$, ** = $p \leq 0,01$, * = $p \leq 0,05$. Variabelen die zijn gebruikt voor de RDA (redundantieanalyse) zijn gekenmerkt met een ~ in de eerste kolom. De correlatiecoëfficiënten van variabelen die in de RDA als significant (p soms $\leq 0,01$ of $\leq 0,05$, meestal $\leq 0,002$) zijn geselecteerd, zijn **vet** onderstreept. Het getal in de kolom nr geeft de belangrijkheid in de RDA aan (1 = meest belangrijk).

variabele	n	nr	As1	As2	As3	variabele	n	nr	As1	As2	As3
Percentage variantie	44		22,7	9,4	7,4	<i>Macro-ionen</i>					
<i>Status</i>						~ geleidbaarheid	44	9	<u>.22</u>	<u>-.36</u> *	<u>.03</u>
~ natuurlijk	42		<u>-.28</u>	<u>.12</u>	<u>-.41</u> **	Ionic Ratio	41		-,17	-,41 **	,15
~ sterk veranderd	2		,28	-,12	,41 **	~ zuurgraad	44	2	<u>.10</u>	<u>-.74</u> ***	<u>.15</u>
<i>Hydromorfologie</i>						~ chloride	44		-,19	,01	-,29
~ matige meandering	42		,13	,32 *	,11	alkaliniteit	41		,01	-,85 ***	-,06
~ permanentie	37		-,04	,23	-,17	~ sulfaat	44	8	<u>.35</u> *	<u>-.52</u> ***	<u>-.03</u>
~ breedte	44		,23	-,04	,23	calcium	41		-,24	-,47 **	,03
~ diepte	44		,23	-,04	,23	<i>Nutriënten</i>					
~ stroming	44		<u>.08</u>	<u>.09</u>	<u>.37</u> *	totaal stikstof	44		-,23	,52 ***	,01
<i>Substraat</i>						~ organische stikstof	44	7	<u>-.20</u>	<u>-.41</u> **	<u>.13</u>
~ planten	8	4	<u>.22</u>	<u>-.06</u>	<u>-.03</u>	~ ammonium	44		,18	-,02	,30
~ totaal	6		,60 ***	-,01	-,19	~ nitraat	44	6	<u>-.21</u>	<u>.61</u> ***	<u>-.03</u>
~ bodem	26	1	<u>-.81</u> ***	<u>.08</u>	<u>-.12</u>	~ totaal fosfaat	44		,07	-,69 ***	,09
~ objectglasjes	1	5	<u>.08</u>	<u>.09</u>	<u>.37</u> *	~ orthofosfaat	44		-,25	-,70 ***	,05
~ onbekend / overig	2	3	<u>.28</u>	<u>-.12</u>	<u>.41</u> **	~ N/P	44		-,20	,71 ***	-,13
<i>Algemeen en licht</i>						<i>Zuurstofhuishouding</i>					
~ temperatuur	44		,33 *	-,31 *	,39 **	~ zuurstof	44		-,12	-,33 *	,30 *
zwevende stof	39		,15	-,67 ***	-,12	~ nitriet	44		,11	-,32 *	,05
						<i>Zware metalen</i>					
						ijzer (gefiltreerd)	41		,44 **	-,41 **	,11
						ijzer (ongefiltr.)	41		,14	-,68 ***	,00

De belangrijkste variabelen voor de soortensamenstelling in deze typen zijn, afgezien van het substraat aan verzuring gerelateerde variabelen, zoals zuurgraad, sulfaat en nitraat, zoals al eerder in wateren van dit type is vastgesteld (Van Dam & Mertens 1995, AquaSense 1998). De hogere concentraties fosfaat bij hogere alkaliniteit en zuurgraad hebben te maken met een snellere mineralisatie van organisch materiaal (Ormerod 1992).

4.8.4. Snelstromende, kalkrijke beken en riviertjes (R17, R18)

De eerste drie assen samen van de PCA voor de typen R17 en R18 verklaren bijna ruim 35% van de variatie in de soortensamenstelling en die van de RDA bijna 23%¹¹. De met de RDA geselecteerde belangrijkste milieuvariabele is chloride (Tabel 4.9). Het is de vraag of dit ook de causale factor is voor de diatomeeën. Deze ligt tussen 11 en 130 mg/l en dat heeft waarschijnlijk niet veel invloed op de soortensamenstelling.

¹¹ Wegens de zeer afwijkende soortensamenstelling (dominantie van *Eolimna minima* met co-dominantie van *Gomphonema parvulus*) is het monster van de Sourethbeek (Rode put) van september 1998 niet betrokken bij de ordinaties.

Tabel 4.9. Percentage verklaarde variantie en product-moment-correlatiecoëfficiënten van al of niet logaritmisch getransformeerde milieuvariabelen met de eerste drie hoofdcomponenten van de PCA van fyto­benthos uit bovenlopen van snelstromende, kalkarme beken en riviertjes (R13, R13!). Significanties: *= $p \leq 0,001$, ** = $p \leq 0,01$, * = $p \leq 0,05$. Variabelen die zijn gebruikt voor de RDA (redundantieanalyse) zijn gekenmerkt met een ~ in de eerste kolom. De correlatiecoëfficiënten van variabelen die in de RDA als significant (p soms $\leq 0,01$ of $\leq 0,05$, meestal $\leq 0,002$) zijn geselecteerd, zijn **vet** onderstreept. Het getal in de kolom nr geeft de belangrijkheid in de RDA aan (1 = meest belangrijk).

variabele	n	nr	As1	As2	As3	variabele	n	nr	As1	As2	As3
Percentage variantie	53		15,2	11,8	8,1	<i>Macro-ionen</i>					
<i>Status</i>						~ geleidbaarheid	53		,26	-,18	,18
~ natuurlijk	41		<u>-,25</u>	<u>-,09</u>	<u>,31</u> *	~ zuurgraad	53		-,23	-,20	-,15
~ sterk veranderd	12		<u>,25</u>	<u>,09</u>	<u>-,31</u> *	~ chloride	53	1	<u>,57</u> ***	<u>-,09</u>	<u>,05</u>
<i>Hydromorfologie</i>						~ sulfaat	53	7	<u>,14</u>	<u>-,09</u>	<u>,10</u>
~ normalisatie	10	4	<u>,25</u>	<u>,06</u>	<u>-,10</u>	<i>Nutriënten</i>					
~ kanalisatie	5		,16	0,33 *	0,03	totaal stikstof	53		-,12	-,25	-,06
~ sterke meandering	35		-,11	-,04	-,05	~ organische stikstof	53		,10	-,19	,17
~ matige meandering	9		-,04	-,06	,08	~ ammonium	53		,44 **	-,10	,10
~ geen meandering	9		,17	,11	-,01	~ nitraat	53	5	<u>-,28</u> *	<u>-,25</u>	<u>-,16</u>
~ permanentie	53		,17	,11	-,01	~ totaal fosfaat	53	6	<u>,34</u> *	<u>-,05</u>	<u>-,17</u>
~ breedte	53		,29 *	,02	-,19	~ orthofosfaat	53		,22	-,02	-,29 *
~ diepte	53	3	<u>,36</u> **	<u>,05</u>	<u>-,28</u> *	~ N/P	53		-,15	-,07	-,13
~ stroming	53	8	<u>,10</u>	<u>-,16</u>	<u>-,26</u>	<i>Zuurstofhuishouding</i>					
<i>Substraat</i>						~ zuurstof	53	9	<u>-,50</u> ***	<u>,17</u>	<u>-,38</u> **
~ kiezels	30	10	<u>-,09</u>	<u>,14</u>	<u>,05</u>	zuurstofverzadiging	53		-,37 **	,14	-,43 **
~ objectglaasjes	23	10	<u>,09</u>	<u>-,14</u>	<u>-,05</u>	~ nitriet	53	2	<u>,45</u> ***	<u>-,06</u>	<u>,13</u>
<i>Algemeen en licht</i>						<i>Zware metalen</i>					
~ temperatuur	53		,49 ***	,00	-,14	cadmium (ongef.)	41		,13	-,03	,00
						koper (ongef.)	42		,66 ***	,10	,16
						nikkel (ongef.)	41		,47 **	,14	-,16
						zink (ongef.)	42		,31 *	,31 *	-,23

Chloride is sterk ($r \geq 0,50$) positief gecorreleerd met het geleidingsvermogen, de temperatuur en de concentraties van ammonium, sulfaat (als zevende variabele geselecteerd) en koper en sterk negatief ($r = -0,50$) met de zuurstofconcentratie. Van koper en zink in de aangetroffen concentraties (boven de MTR's van respectievelijk 3,8 en 40 $\mu\text{g/l}$) is bekend dat deze een belangrijke invloed kunnen hebben op de samenstelling van het fyto­benthos (Morin e.a. 2012). Soorten die tolerant zijn voor koper en andere zware metalen zijn vaak dezelfde die tolerant zijn voor hoge organische belasting en/of lage zuurstofconcentraties (zoals *Gomphonema parvulum*, *Nitzschia palea* en *Eolimna minima*).

De tweede geselecteerde variabele is nitriet, wat wijst op een belangrijke invloed van zuurstof, dat zelf als negende variabele is geselecteerd. De derde geselecteerde variabele is de diepte, die echter sterk ($r > 0,50$) gecorreleerd is met ortho- en totaal-fosfaat (als zesde geselecteerd) en zink. In mindere mate geldt dit voor de stroming (als achtste geselecteerd). Normalisatie is de vierde geselecteerde variabele, die samenhangt met nitraat, dat zelf als vijfde variabele is geselecteerd. De aard van het substraat komt als tiende geselecteerde variabele, maar deze heeft weinig correlaties met de afzonderlijke assen. De temperatuur behoort niet tot de geselecteerde variabelen, maar heeft wel een sterke samenhang met de eerste ordinatie-as.

4.9. Keuze pressoren voor de maatlaten

Het conceptuele schema van het fyto­benthos in de stromende wateren is vermeld in Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Conceptueel model voor de ecologische kwaliteitskenmerken voor de zeer goede, goede en matige toestand van het fyto­benthos in de onderhavig typen stromend water

Zeer goed	De soortensamenstelling en relatieve hoeveelheden van de soorten komen (vrijwel) overeen met die in de (vrijwel) overstoorde toestand Het quotient vertoont geen verandering ten opzichte van de onverstoorde toestand
Goed	Er zijn geringe veranderingen in de soortensamenstelling en de relatieve hoeveelheden van de soorten ten opzichte van de onverstoorde toestand Er zijn nog gevoelige soorten uit de referentiegemeenschap Het quotient vertoont geringe verandering ten opzichte van de onverstoorde toestand
Matig	Er zijn matige veranderingen in de soortensamenstelling en de relatieve hoeveelheden van de soorten ten opzichte van de onverstoorde toestand Gevoelige soorten uit de referentiegemeenschap zijn (nagenoeg) afwezig Het quotient vertoontmatige verandering ten opzichte van de onverstoorde toestand

Voor elk van de watertypen moet dit schema worden ingevuld, waarbij de pressoren die aan de hand van de gegevens uit § 4.8 zijn geïdentificeerd leidend zijn.

Hoofdtype grote rivieren

Voor de grote rivieren is de mate van kanalisatie een belangrijke milieuvariabele, maar over de invloed hiervan de hiermee gepaard gaande opstuw­ing van het water op het fyto­benthos is weinig bekend, hoewel deze pressor wel invloed heeft op de soortensamenstelling van diatomeeën. Zo vonden Stenger-Kovács e.a. (2006) beneden stuwen in laaglandrivieren meer *Melosira varians* en *Cocconeis placentula* dan in niet-gestuwde trajecten, maar er is nog onvoldoende informatie om de invloed van pressor te kwantificeren.

Er is wel voldoende informatie om de invloed van totaal-fosfaat op het fyto­benthos te kwantificeren. In andere Nederlandse typen stromend water en in buitenlandse grote rivieren is deze al vastgesteld (Van Dam e.a. 2007, Birk & Böhmer 2011). Daarom wordt op de pressor *eutrofiëring* ingezet.

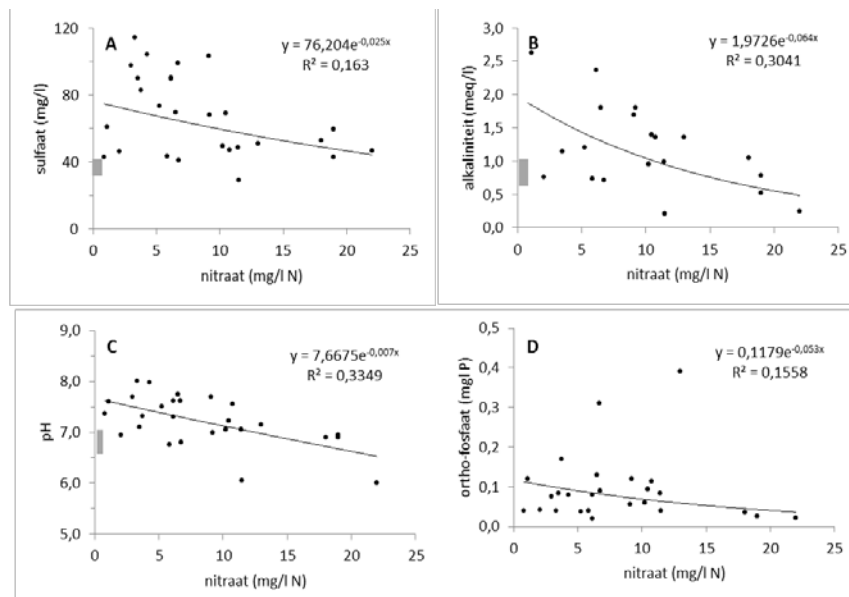
Hoofdtype veenwateren

Voor de veenwateren zijn onvoldoende gegevens voor de constructie van een maatlat. Het type R12 voert mineralenarm, matig tot zwak zuur, voedselarm tot matig voedselrijk oligo – β -mesosaproob water. Uit de berekende ecologische indicatiegetallen blijkt dat het water neutraal tot alkalisch (gemiddelde $R = 3,3$), α – β -mesosaproob ($S = 2,6$) en voedselrijk ($T = 4,5$) is. Er is daarbij nauwelijks verschil tussen de vijf monsters van het gedegeneerde R12-type en de zes monsters van het zuivere R12-type. De pressor is hier zeker de *eutrofiëring*, die ook leidt tot alkalisering en saprobiëring. Van de soortensamenstelling in de oorspronkelijke situatie, met waarschijnlijk veel *Eunotia*'s

Hoofdtype snelstromende,
kalkarme wateren

en *Pinnularia*'s is niets te herkennen, met uitzondering van geringe hoeveelheden *Eunotia bilunaris*, die van alle veel voorkomende *Eunotia*'s nog wel het beste bestand is tegen alkalinisering en eutrofiering. De vermisting overschaduwde hier de verzuring, die in het landschap van type R12 ongetwijfeld van belang is.

De meeste R13-locaties kennen een vrij natuurlijk lengte- en dwarsprofiel en liggen veelal nog in natuurgebied of bos. Ze worden veelal gevoed door lokale grondwatersystemen, die bovenop de regionale systemen liggen (Hoogendoorn 1983). Het inzigtgebied, de koppen van de heuvels, zijn of waren veelal in gebruik als akkerland, met overmatige mestgift. Ammonium uit meststoffen wordt in bodem en oppervlaktewater snel omgezet, waarbij nitraat en protonen vrijkomen (Van Breemen & Van Dijk 1988). Hoe natuurlijker de hydromorfologie, des te hoger de belasting met nitraat. Het pyriet (FeS_2) in de stuwwal wordt door nitraat geoxideerd, waarbij sulfaat en protonen worden gevormd. Dat leidt tot verzuring (Van Beek e.a. 2001). Door drinkwaterwinning en ontwatering ten behoeve van de landbouw in de omgeving treedt, vooral in de zomer, verdroging van de bronbeken op, met lagere afvoeren en soms zelfs droogval op. Ook dit leidt tot pyrietoxidatie en verzuring. Daarbij komt nog verzuring door atmosferische depositie van zwavel- en ammoniumverbindingen, die bronnen en beken op kalkarme zandgrond beïnvloeden (Van Dam & Mertens 1995). De verzuring veroorzaakt een verminderde concentratie van fosfaat (o.a. door binding aan ijzer, de belangrijkste beperkende voedingsstof voor het fytobenthos). De paradoxale situatie ontstaat dus dat sterke bemesting van de omgeving heeft geleid tot een lagere trofiegraad voor het fytobenthos (Figuur 4.4).



Figuur 4.4. Relaties tussen de nitraatconcentratie en enkele andere chemische variabelen van de wateren van type 13 (bronbeken). De grijze vakjes zijn de concentratiebereiken van drie (alkaliniteit, sulfaat) of vijf (pH, nitraat) Twentse bronbeken in 1957 (Maas 1959).

De bronbeken worden dus beïnvloed door vermisting, verdroging en verzuring, die tot belangrijk gevolg hebben dat de nitraat- en sulfaatconcentraties toenemen. De nitraatconcentraties zijn in type 13 daar-

door gemiddelde hoger dan in de andere typen (Tabel 4.3). De vrijkomende protonen veroorzaken een daling van de pH, waardoor alkaliniteit en totaal-fosfaat in de waterfase afnemen (Tabel 4.11). Voor dit type wordt ingezet op de pressor *vermesting*, die hier vaak samen gaat met *verzuring* en *verdroging*.

Tabel 4.11. Product-moment-correlaties tussen (logaritmisch getransformeerde waarden van) TI en geselecteerde milieuv variabelen voor het type R13 (Significanties: *** = $p \leq 0,001$, ** = $p \leq 0,01$, * = $p \leq 0,05$).

	TI	nitraat*	P-totaal*	pH*	ortho-P*	sulfaat*
nitraat*	-,54 ***	1,00				
P-totaal*	,71 ***	-,30	1,00			
pH	,63 ***	-,51 ***	,75 ***	1,00		
ortho-P*	,50 ***	-,44 **	,73 ***	,52 ***	1,00	
sulfaat*	,48 ***	-,29	,48 ***	,64 ***	,25	1,00
alkaliniteit*	,68 ***	-,54 ***	,78 ***	,91 ***	,68 ***	,72 ***

Voor de typen 14 (midden-/benedenlopen) en 15 (riviertjes) zijn onvoldoende monsters bekend voor de constructie van een maatlat. Ze verschillen te veel van type 13 voor het toepassen van dezelfde maatlat. De verschillen komen tot uiting in de soortensamenstelling (Tabel 4.4) en de daaruit berekende ecologische indicatiewaarden, die voor de typen R14 en R15 een wat alkalischer en voedselrijker milieu aangeven dan voor type 13. De sulfaatgehalten in de typen R14 en R15 zijn zeer hoog (respectievelijk 89 en 99 mg/l, waarschijnlijk door een combinatie van toevoer van van nature sulfaathoudend grondwater en atmosferische depositie van zwavelverbindingen).

Hoofdtype snelstromende, kalkrijke wateren

De beken en riviertjes van de typen R17 en R18 onderscheiden zich van de overige onderzochte typen behalve door hun hoge concentraties calcium ook door hun hoge concentraties ortho- en totaal-fosfaat, ammonium, ammoniak en nitriet (Tabel 4.3), wat wijst op periodiek lage zuurstofgehalten, hoewel dat laatste in de metingen niet erg naar voren komt (Bijlage 8). Dit is welhaast een klassiek geval van de pressoren *eutrofiëring* en *beïnvloeding door organisch, afbreekbaar materiaal*. De beken worden sterk belast door effluent van RWZI's, overstorten en landbouwwater. Daarnaast speelt *beïnvloeding door zware metalen* een rol

De Geul (R18) heeft een hoog zinkgehalte, deels van nature (door het aansnijden van zinkaders) en deels kunstmatig) door afspoeling van steenhopen van verlaten zinkmijnen in het aangrenzende Belgische gebied) (Zuiveringschap Limburg 2002). De door Kurris & Pagnier (1925) gemeten concentratie is vergelijkbaar met de huidige concentraties, die door hermobilisatie uit de bodem in het stroomgebied nog steeds veel hoger zijn dan de natuurlijke concentratie (Van de Riet e.a. 2005).

4.10. Keuze van de maatlatten

In Bijlage 14 zijn de correlaties tussen potentiële kenmerken voor maatlatten en enkele chemische variabelen vermeld. Dat zijn variabe-

Hoofdtype grote rivieren

len die zijn gerelateerd aan de in de vorige sectie geselecteerde pressoren.

De correlaties tussen de biologische en chemische kenmerken in Bijlage 14 zijn zwak. Doordat het aantal monsters in verhouding groot is zijn er toch nog zeer significante ($p \leq 0,001$) verbanden.

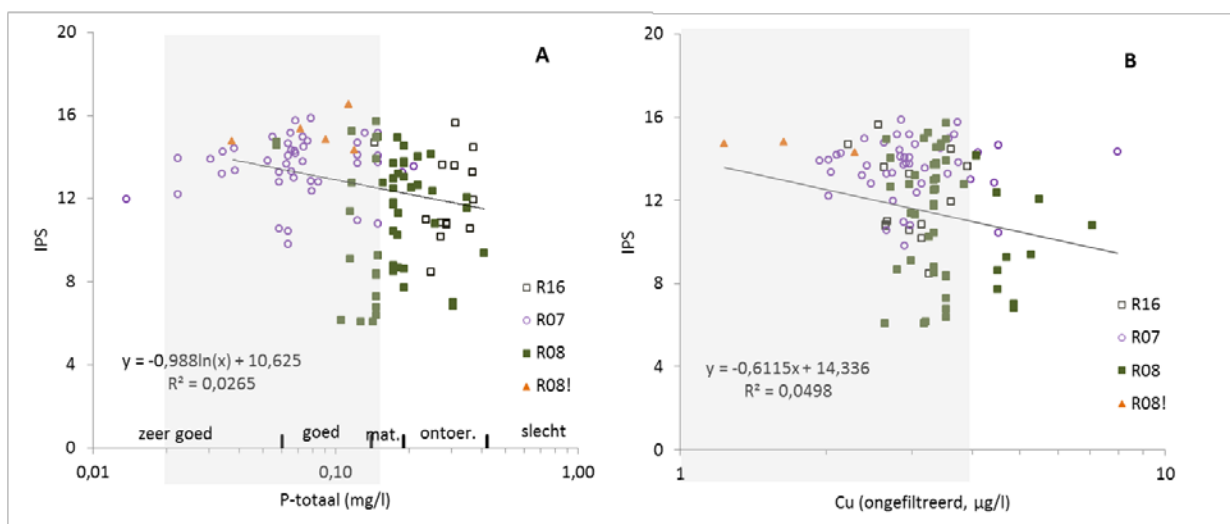
Ondanks de afwezigheid van een significante relatie is het voor het beleid interessante verband tussen totaal-fosfaat en de IPS uitgezet in Figuur 4.5, waarbij één notoire uitschieter is weggelaten en de waarnemingen zijn opgesplitst naar watertype. Totaal-fosfaat is wel significant positief gecorreleerd met het aantal taxa in de telling, de hoeveelheid hoog-profielsoorten en de ecologische indicatiewaarden voor organisch gebonden stikstof, zuurstof en saprobie en negatief met het dominantiepercentage.

Andere significante en in verhouding hoge correlaties ($\geq 0,35$) zijn er tussen sulfaat en het indicatiegetal voor zoutgehalte, tussen cadmium enerzijds en het zuurstofindicatiegetal en de aangepaste TI anderzijds en tussen koper enerzijds en het aandeel van de kruipende soorten en het zoutindicatiegetal anderzijds. De zware metalen hebben sterkere relaties met de biota dan de nutriënten. Daarom is in Figuur 4.3B ook de relatie tussen koper en de IPS uitgezet.

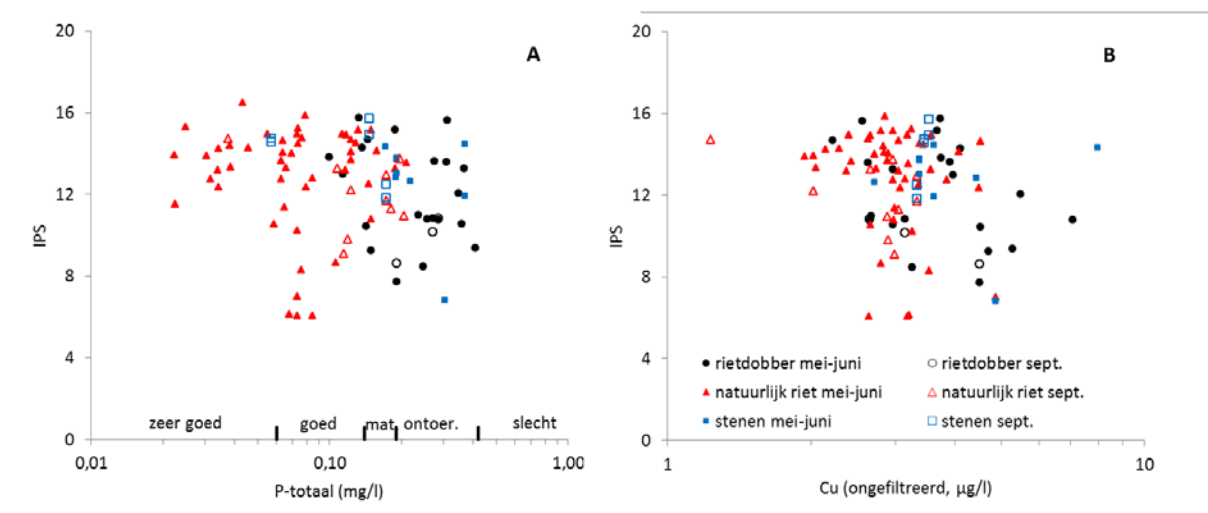
In Figuur 4.6 zijn dezelfde gegevens uitgezet als in Figuur 4.5, maar nu uitgesplitst naar de aard van het substraat en de bemonsteringsmaand. Indien er geen relaties tussen de IPS enerzijds en de bemonsteringsmaand en aard van het substraat anderzijds zouden zijn zouden alle kleuren en vormen van stippen in dit figuur door elkaar heen moeten liggen.

De locaties met de laagste en hoogste fosfaatconcentraties hebben vaak ook een afwijkend substraat: meestal natuurlijk riet bij de lage concentraties en rietdobber bij hoge concentraties. Het is dus niet goed uit te maken of de hogere (betere) IPS-scores het gevolg zijn van verschillen in substraat of in fosfaatconcentratie, hoewel het laatste wel het meest waarschijnlijk lijkt. Het geringe aantal monsters van stenen lijkt wel min of meer gelijkmatig over de fosfaatgradiënt te zijn verdeeld: de septembermonsters wat meer bij de lage en de voorjaarsmonsters wat meer bij de hoge concentraties. De septembermonsters van natuurlijk riet liggen gemiddeld bij iets hogere fosfaatconcentraties dan de voorjaarsmonsters. Van de dobbers zijn er te weinig septembermonsters om seizoensverschillen te kunnen constateren. Voor koper geldt ongeveer hetzelfde als voor totaal-fosfaat.

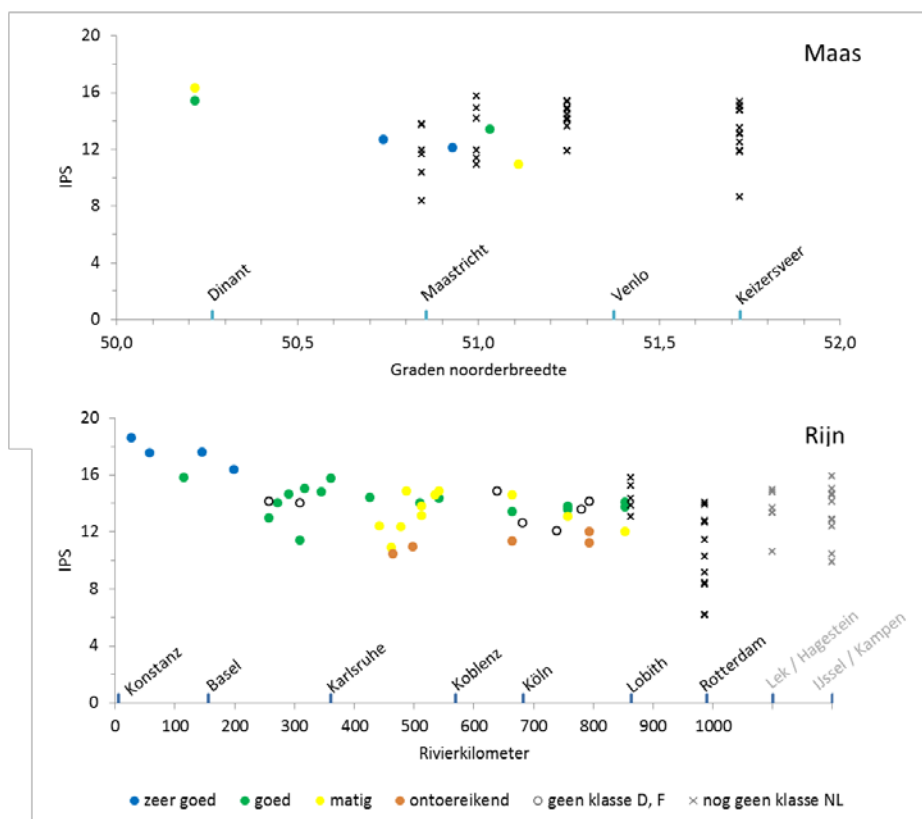
Ten behoeve van de afstemming op bestaande Vlaamse, Waalse, Duitse en Franse maatlaten voor het fytobenthos van de grote rivieren zijn de IPS-waarden van de buitenlandse meetnetten uitgezet in Figuur 4.7. De TI-waarden zijn hier niet uitgezet, maar geven een vergelijkbaar beeld. In de bovenloop van de Rijn wordt de kwaliteit steeds als zeer goed tot goed beoordeeld en in het traject tussen Basel en Karlsruhe



Figuur 4.5. Relaties tussen IPS en totaal-fosfaat (A) en koper (B) voor de watertypen uit de grote rivieren. De grijze banden geven de natuurlijke concentraties aan, (P-totaal: Laane 1992, koper: Van den Hoop 1995). Grenzen van de kwaliteitsklassen volgens Van der Molen & Pot (2007).



Figuur 4.6. Relaties tussen IPS en totaal-fosfaat (A) en koper (B) voor de watertypen uit de grote rivieren (R16, R07, R08, R08!) onderverdeeld naar bemonsteringsmaand en substraat. Grenzen van de kwaliteitsklassen volgens Van der Molen & Pot (2007).



Figuur 4.7.

Verloop van de IPS in Maas en Rijn en door de lidstaten toegekende kwaliteitsniveaus. De basisgegevens van de Waalse en Vlaamse Maasstations (2007-2008) zijn afkomstig uit de Very Large River Database (J. Böhmer, ongepubliceerd), die van de Franse en Duitse Rijnstations (2006-2007) horen bij het rapport van Hofmann (2009) en die van de Nederlandse stations (2002-2010) zijn afkomstig van Rijkswaterstaat Waterdienst (ongepubliceerd).

steeds als goed. In het middendeel lopen de oordelen op vlakbij elkaar gelegen stations of op verschillende tijdstippen op hetzelfde station soms sterk uiteen.

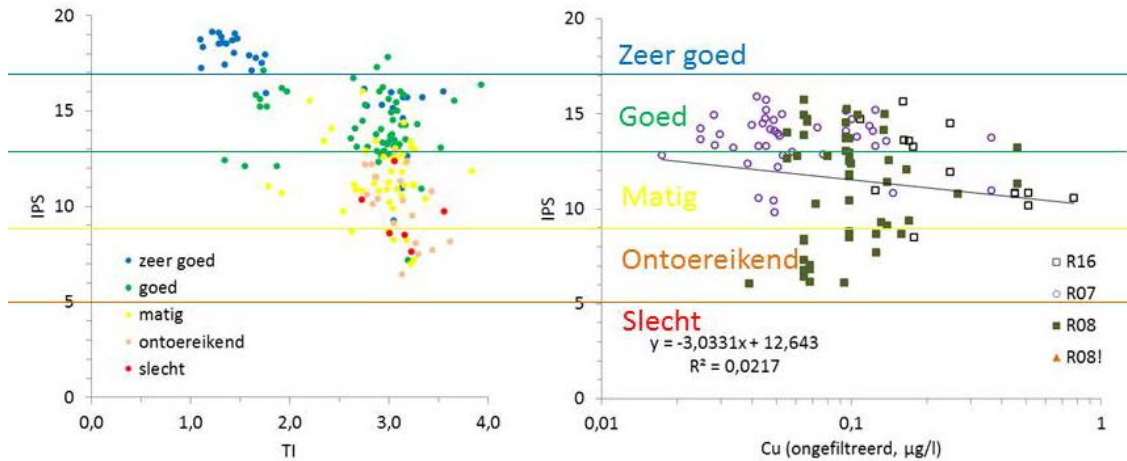
Het meest gelijkende intercalibratietype is dat van de Very Large Rivers. De TI en IPS van monsters uit de Very Large River Database (J. Böhmer, ongepubliceerd) zijn uitgezet in Figuur 4.8, samen met de gegevens uit Figuur 4.5B.

De IPS-medianen van de klassen zeer goed, goed, matig en ontoereikend zijn respectievelijk 17,4; 13,6 ; 11,8 ; 10,4 en 9,2. De intervallen tussen de medianen zijn zeer ongelijk.

De natuurlijke concentraties van orthofosfaat in de Maas en de Rijn liggen rond 0,07 mg/l P (Zuurdeeg 1979, Laane 1992). Volgens gegevens uit de Very Large River Database correspondeert dat ongeveer met een IPS van 12,34 en een TI van 3,04 (Bijlage 16). Doorrekening van deze waarden bij de intercalibratie leert dat een IPS van 12,34 als referentie en grenzen zeer goed/goed bij IPS = 12 en goed/matig bij IPS = 10 een veel te lage score oplevert. Daarom wordt gekozen voor grenzen van respectievelijk 17 en 13. De overige klassengrenzen liggen steeds vier punten lager (Figuur 4.4cis).

De berekening van de EKR verschilt hier enigszins van de in Nederland meestal gebruikte procedure, Voor deze maatlat geldt:

$$EKR = 0.05 * IPS - 0,0502.$$



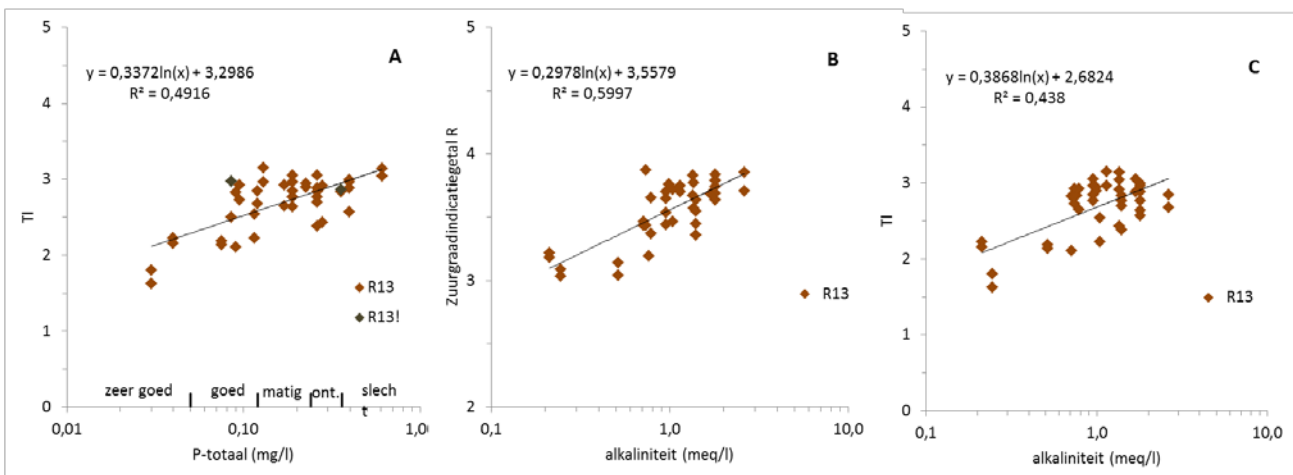
Figuur 4.8 Vergelijking van voorgestelde kwaliteitsklassen voor het fyto-benthos van de Nederlandse typen R16, R07 en R08 (rechts) met de door de overige lidstaten toegekende kwaliteitsklassen van andere zeer grote rivieren van het intercalibratietype Very Large Rivers (links).

Hoofdtype kalkarme, snelstromende wateren

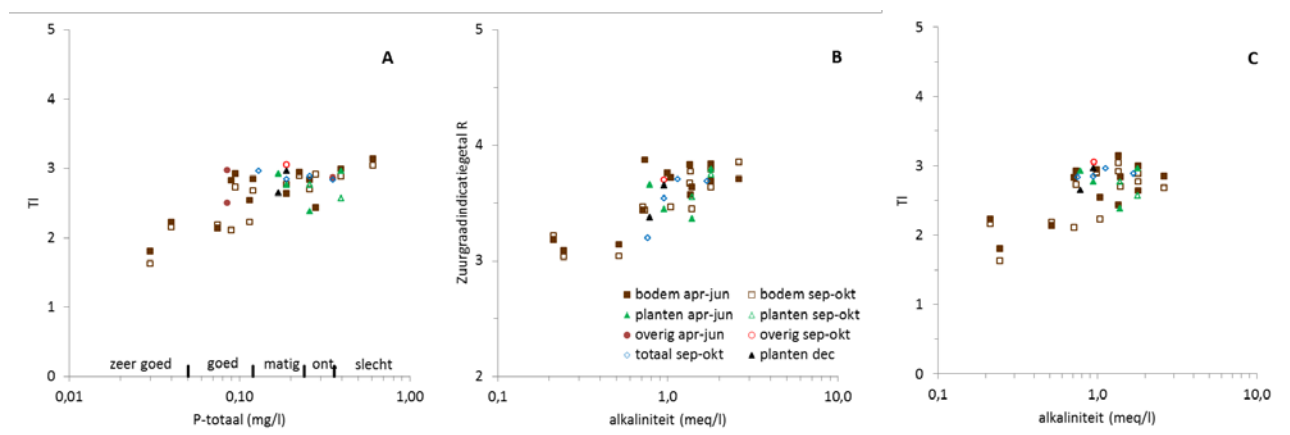
Van dit hoofdtype zijn alleen voldoende gegevens voor de constructie van maatlaten voor type R13 (bovenlopen). De correlaties tussen de biologische en chemische kenmerken in Bijlage 14 zijn vrij sterk en er zijn veel zeer significante ($p \leq 0,001$) verbanden.

De relatie van totaal-fosfaat met de IPS is zwakker dan die met de TI. Daarom is de zeer significante relatie tussen de TI en totaal-fosfaat uitgezet in Figuur 4.9A. De nog sterkere relatie van het fyto-benthos met de gecombineerde pressor – vermesting/verzuring – is uitgezet in Figuur 4.9B. Hier is de alkaliniteit als maat voor verzuring en het zuurgraadindicatiegetal R als maat voor de fyto-benthosrespons genomen. Ook is het verband tussen de TI en de alkaliniteit weergegeven.

De aard van het substraat en de bemonsteringsperiode lijken niet veel invloed te hebben op de waarde van de TI en het zuurgraadindicatiegetal (Figuur 4.6).



Figuur 4.9. Relaties tussen TI en totaal-fosfaat (A) en tussen het zuurgraadindicatiegetal R en de alkaliniteit (B) en de TI en de alkaliniteit (C) voor snelstromende, kalkarme bovenlopen (R13). Grenzen van de kwaliteitsklassen volgens Van der Molen & Pot (2007).



Figuur 4.10. Relaties tussen TI en totaal-fosfaat (A) en zuurgraadindicatiegetal R en alkaliniteit (B) en tussen TI en alkaliniteit (C) voor de snelstromende, kalkarme bovenlopen (R13) onderverdeeld naar bemonsteringsmaand en substraat. Grenzen van de kwaliteitsklassen volgens Van der Molen & Pot (2007).

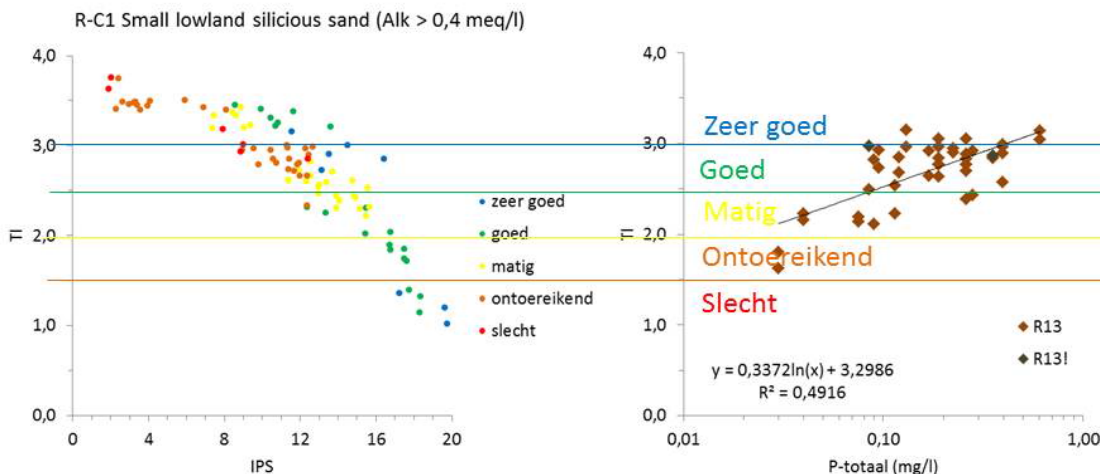
Van de betreffende bronbeken zijn geen gegevens over de chemische samenstelling in de natuurlijke toestand. Maas (1959) vermeldt gegevens van enkele van de onderzochte bronbeken, die bemonsterd zijn in 1957, toen de verdroging, vermesting en verzuring al enigszins was begonnen. De alkaliniteit lag tussen 0,6 en 0,75 meq/l. Nitraat was niet aantoonbaar of maximaal 0,81 mg/l N (tegen gemiddeld 9,4 mg/l N in de huidige situatie). Fosfaat is destijds niet bepaald. De pH lag tussen 6,5 en 7. Sulfaat lag tussen 34 en 45 mg/l.

Het meest gelijkende intercalibratietype is RC-1 (small lowland silicious sand, medium or high alkalinity [$> 0,4$ meq/l]), waarvan de TI en IPS in Bijlage 15 zijn uitgezet, met een aanduiding van de door de lidstaten aangegeven kwaliteitsklassen. Hiervan zijn die van niet-Nederlandse beken (voornamelijk Frankrijk, Vlaanderen en Wallonië, maar ook Zweden) uitgezet in Figuur 4.11, samen met de gegevens uit Figuur 4.9A.

Met uitzondering van de zeer goede locaties zijn de intercalibratiegegevens weinig consistent. De medianen van de klassen zeer goed, goed, matig, ontoereikend en slecht zijn respectievelijk 2,8; 2,1; 2,6; 3,0 en 3,1, een monotoon stijgende reeks wordt verwacht.

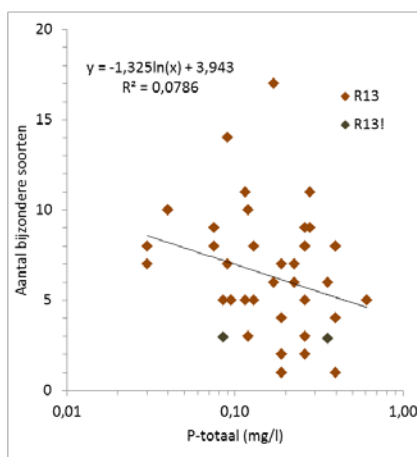
Als ankerpunt voor de voorgestelde maatlat wordt hier de grens tussen zeer goed en goed op 3,0 gesteld. De overige klassengrenzen liggen steeds een halve punt lager.

Het bijzondere van deze maatlat is dat de kwaliteit hoger wordt bij toenemende invloed van de stressor, in plaats van andersom.



Figuur 4.11. Vergelijking van voorgestelde kwaliteitsklassen voor het fyto-benthos van het Nederlandse type R13 (rechts) met de door de overige lidstaten toegekende kwaliteitsklassen van andere beken van het intercalibratietype R-C1 (links).

Er lijkt een negatief verband te zijn tussen het aantal bijzondere soorten per monster en de concentratie totaal-fosfaat (Figuur 4.12), maar dat is net niet significant ($p = 0,065$). Het is heel goed mogelijk dat er hier een optimum is in het matig voedselrijke gebied.



Figuur 4.12. Relatie tussen het aantal bijzondere soorten per monster en de concentratie totaal-fosfaat voor het type R13..

Hoofdtype kalkrijke, snel-stromende wateren

Er zijn opvallende verbanden tussen een aantal biologische en chemische kenmerken (Bijlage 14), zoals de sterk positieve correlatie tussen sulfaat en het zuurgraadindicatiegetal. In deze wateren is sulfaat sterk positief gecorreleerd met calcium ($r = 0,90$, $n = 18$) en waarschijnlijk ook met de alkaliniteit, die echter nauwelijks is gemeten.

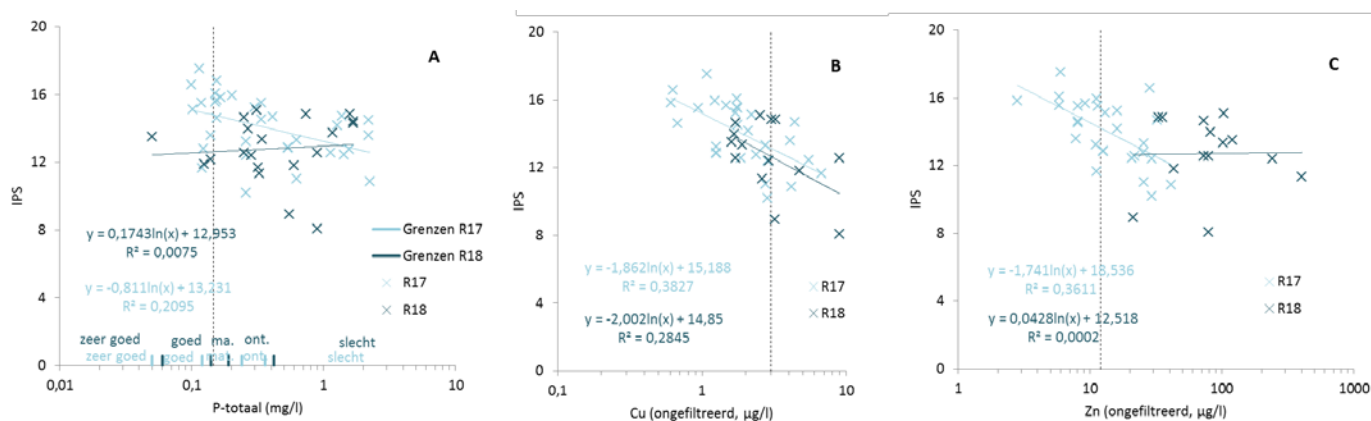
De IPS heeft van de kwaliteitsindicatoren de hoogste correlaties met een aantal milieuvariabelen. Omdat sommige verbanden voor de typen R17 en R18 verschillen vertonen zijn voor enkele significante milieuvariabelen de correlaties met de IPS in Tabel 4.12 afzonderlijk vermeld.

Tabel 4.12. Significante correlaties tussen (logaritmisch getransformeerde waarden van) milieuv variabelen met de IPS voor de typen R17 en R18. Significanties: *** = $p \leq 0,001$, ** = $p \leq 0,01$, * = $p \leq 0,05$.

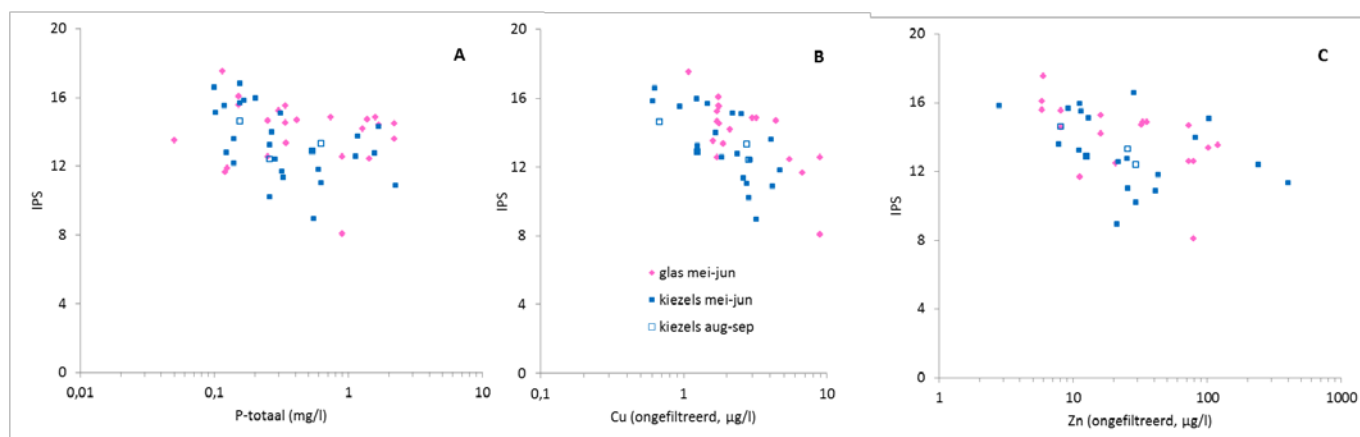
Variabele	n	R17 33	R18 22
Totaal-fosfaat		-,44 *	
Zuurgraad (pH)		,48 **	
Ortho-fosfaat		-,34 *	
N/P		,40 *	
Koper (ongefiltreerd)		-,61 ***	-,55 **
Nikkel (ongefiltreerd)		-,42 *	-,47 *
Zink (ongefiltreerd)		-,60 ***	

De correlatie tussen de IPS en totaal-fosfaat is weliswaar negatief, maar niet significant. De verbanden zijn uitgezet in Figuur 4.13A. De sterkste en zeer significante ($p < 0,001$) relatie is die tussen de IPS en koper, welke is uitgezet in Figuur 4.13B. Ook nikkel en zink (Figuur 4C) hebben sterk negatieve correlaties met de IPS. De significant positieve correlaties tussen de zware metalen (exclusief cadmium) en de trofie- en saprobie-indicatiegetallen doen vermoeden dat de verhoogde metaalconcentraties vaak samengaan met eutrofiëring en verontreiniging door organisch afbreekbaar materiaal. De verschillen in de relaties voor de beide watertypen kunnen te maken hebben met verschillen in nutriëntenconcentraties in beide typen. Hoge concentraties van nutriënten kunnen de toxiciteit van zware metalen voor fytobenthos verminderen (Ivorra i Castellà 2000). Voorts is de beschikbaarheid van zware metalen voor waterorganismen sterk afhankelijk van de aanwezigheid van (chelerende) organische stoffen (Zwolsman e.a. 2007, Bonten e.a. 2011).

Er is geen verschil tussen de IPS-scores van de monsters van glasplaatjes en die van de kiezels, zoals blijkt uit Figuur 4.14 en een t-toets. Er zijn te weinig monsters uit de nazomer om het verschil daarvan met voorjaarsmonsters te toetsen.



Figuur 4.13. Relaties tussen IPS en totaal-fosfaat (A), koper en zink (B) voor de kalkrijke, snelstromende wateren (R17, R18). De verticale streepjeslijnen geven de natuurlijke concentraties aan van beken in het Nederlandse Krijtgebied (Zuurdeeg 1979). Grenzen van kwaliteitsklassen volgens Van der Molen & Pot (2007).

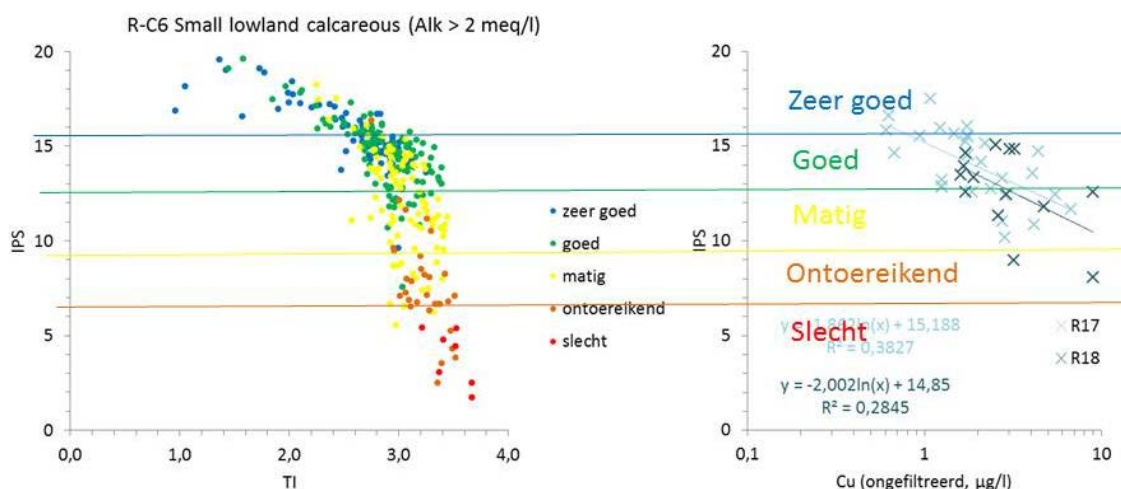


Figuur 4.14. Relaties tussen IPS en totaal-fosfaat (A), koper en zink (B) voor de kalkrijke, stromende wateren (R17, R18) onderverdeeld naar bemonsteringsmaand en substraat. Grenzen van kwaliteitsklassen volgens Van der Molen & Pot (2007).

Omdat koper de beste correlaties heeft met de kwaliteitsindicator IPS wordt hier voor een op dit metaal gebaseerde maatlat gekozen. Uit Figuur 4.13 blijkt dat er voor dit metaal weinig verschil is tussen de typen R17 en R18 en dat al een groot aantal locaties koperconcentraties beneden de geschatte natuurlijke waarde volgens Zuurdeeg (1979) heeft. Deze auteur geeft één getal (3 µg/l) voor de natuurlijke koperconcentratie, terwijl het in werkelijkheid zal gaan om een vrij brede range, met 3 µg/l als een schatting van de maximale waarde.

In Bijlage 15 zijn de IPS- en TI-waarden van 314 monsters, voornamelijk uit Frankrijk, Wallonië en Luxemburg van het met R17 en R18 vergelijkbare intercalibratietype R-C6 (small lowland calcareous, alkaliniteit > 2 meq/) uitgezet, samen met de door de verschillende lidstaten toegekende kwaliteitsklassen. Er zijn geen scherpe grenzen tussen de verschillende kwaliteitsklassen. De mediane waarden van de klassen zeer goed, goed, matig, ontoereikend en slecht zijn hier respectievelijk 15,2 ; 14,8; 12,3; 7,1 en 4,4. Merk op dat de afstanden tussen de medianen van opeenvolgende intervallen zeer ongelijk zijn, die bedragen respectievelijk 0,4; 2,5; 5,2 en 2,7.

Op grond van deze gegevens en verschillende doorgerekende alternatieven van de intercalibratiemaatlat (zie volgende paragraaf) wordt hier gekozen voor de grenzen, zoals die zijn weergegeven in Figuur 4.15, met de klassengrenzen zeer goed – goed, goed – matig, matig – ontoereikend en ontoereikend –slecht bij respectievelijk 15,5 ; 12,5 ; 9,5 en 6,5.



Figuur 4.15. Vergelijking van voorgestelde kwaliteitsklassen voor het fyto-benthos van de Nederlandse typen R17 en R18 (rechts) met de door de lidstaten toegekende kwaliteitsklassen van andere stroompjes van het intercalibratietype R-C6 (links).

4.11. Intercalibratie van de maatlatten

Hoofdtype grote rivieren

De gegevens van de typen R16, R7 en R8 samen zijn onderworpen aan de internationale intercalibratie, zoals uiteengezet door Schöll e.a. (2012).

De correlatie tussen de EKR-waarden van de voorgestelde maatlat en de intercalibratiemaatlat is ruim voldoende ($r^2 = 0,90$)

In Tabel 4.13 zijn de numerieke resultaten van de intercalibratie samengevat. Deze voldoen aan de daaraan gestelde eisen.

Tabel 4.13. Validatie van de Nederlandse maatlat voor fyto-benthos van de typen R16, R7 en R8 met de internationale maatlat (Birk & Böhmer 2011b).

Parameter	IPS	EQR	Berekening	ICM
Referentiewaarde		1,0		1,247
Grens zeer goed / goed	17	0,7998		0,799
Grens goed / matig	13	0,5998		0,351
Grens matig / ontoereikend	9	0,3998		-0,097
Grens ontoereikend / slecht	5	0,1998		-0,545
Breedte klasse zeer goed op intercalibratiemaatlat			= 1,247 - 0,799	0,448
Breedte klasse goed op intercalibratiemaatlat			= 0,799 - 0,351	0,448
Breedte klasse matig op intercalibratiemaatlat			= 0,351 - (-0,097)	0,448
Geharmoniseerde grens zeer goed / goed				0,629
Geharmoniseerde grens goed / matig				0,345
Absolute afwijking grens zeer goed / goed			= 0,799 - 0,629	0,170
Absolute afwijking grens goed / matig			= 0,351 - 0,345	0,006
Absolute afwijking grens zeer goed / goed			= -0,049 / 0,216	0,38
Absolute afwijking grens goed / matig			= -0,078 / 0,313	0,01

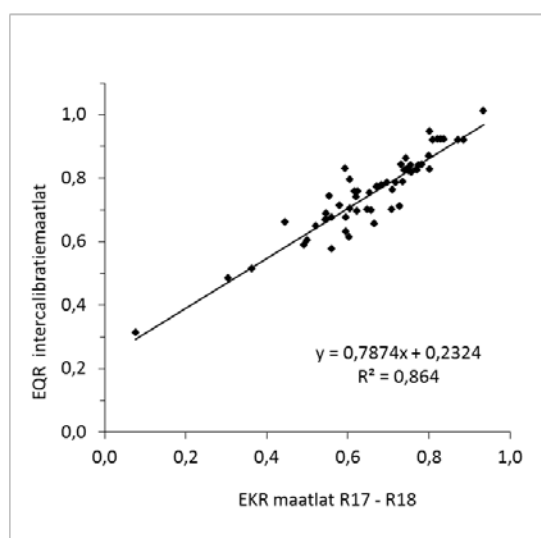
Hoofdtype kalkarme, snelstromende wateren

Hoofdtype kalkrijke, snelstromende wateren

Wegens de zeer afwijkende eigenschappen van dit type (toename kwaliteit bij stijging van de fosfaatconcentraties) is het niet mogelijk om het in te passen in de overeengekomen intercalibratiesystematiek (Kelly e.a. 2007).

De gegevens van de typen R17 en R18 samen zijn onderworpen aan de internationale intercalibratie, zoals uiteengezet door Kelly e.a. (2007). Hiervoor moeten referentiewaarden worden gekozen voor de TI en de IPS, die deel uitmaken van de internationale ijkmaat (intercalibration metric). Omdat er in Nederland geen referentielocaties zijn mogen deze waarden op grond van deskundigenoordeel worden gekozen. Daarbij hebben wij gebruik gemaakt van de database van de genoemde intercalibratie-exercitie. Daarin zijn gegevens van type R-C6 10 referentielocaties uit Luxemburg en nog een paar locaties uit Zweden en Ierland. De gemiddelden van de IPS en TI van deze locaties (respectievelijk 16,2 en 2,44) zijn gekozen als referentiewaarden.

De relatie tussen de EKR volgens de voorgestelde maatlat en de intercalibratiemaatlat is uitgezet in Figuur 4.16. In Tabel 4.14 zijn de numerieke resultaten van de intercalibratie samengevat. Deze voldoen aan de daaraan gestelde eisen.



Figuur 4.16. Relatie tussen de EKR volgens de voorgestelde maatlat voor de Nederlandse typen R17 en R18 en de EQR volgens de intercalibratiemaatlat.

Tabel 4.14. Validatie van de Nederlandse maatlat voor fyto­benthos van de typen R17 en R18 met de internationale maatlat (Kelly e.a. 2007).

Groep	Parameter	Waarde	Eis
IPS-grenzen op de maatlat	zeer goed-goed	15,5	
	goed matig	12,5	
	matig-ontoe­reikend	9,5	
	ontoe­reikend-slecht	6,5	
Referentiewaarden*	TI	2,44	
	IPS	16,2	
Grenzen op intercalibratiemaatlat	zeer goed - goed	0,862	0,839 - 0,939
	goed - matig	0,705	0,654 - 0,754
Verband met intercalibratiemaatlat	r^2	0,864	$\geq 0,50$
	WGKA†	0,028	$\leq 0,15$
	Helling	0,787	0,5 - 1,5
	95% betrouwbaarheidsinterval	0,091	

*gemiddelden van vergelijkbare buitenlandse wateren, voornamelijk uit Luxemburg
 †wortel uit de gemiddelde kwadratische afwijking ('RMSE')

5. Aanbevelingen voor monitoring

5.1. Grote rivieren (R16, R7, R8)

Afstemming monitoring op pressoren

De belangrijkste pressoren in de grote rivieren zijn hydromorfologische veranderingen (kanalisatie en normalisatie). Daarnaast speelt de belasting met nutriënten en microverontreinigingen een rol. Het fyto­benthos is veel gevoeliger voor veranderingen in de waterchemie dan voor veranderingen in de hydromorfologie. Daardoor is het fyto­benthos in beginsel een goede indicator voor *eutrofiëring*. Dat is ook gebleken uit de intercalibratie van het fyto­benthos in kleinere rivieren (Kelly e.a. 2007).

In het Duitse gebied van de Rijn heeft de vermindering van de *organische belasting* een duidelijke invloed gehad op de samenstelling van het fyto­benthos (Lange-Bertalot & Lorbach 1979). In de Rijn is nog steeds een invloed van het *zoutgehalte* op de soortensamenstelling van het fyto­benthos te traceren (Hofmann 2009). De vermindering van het zoutgehalte van de Rijn vanaf 1975 zal invloed hebben gehad op de soortensamenstelling, maar de invloed hiervan op het fyto­benthos is niet gedocumenteerd. Wel zijn in buitenlandse rivieren veranderingen in het fyto­benthos bij verandering van het zoutgehalte geconstateerd (Ziemann 1991). De belasting met *zware metalen* en *organische microverontreinigingen (pesticiden)* heeft op de soortensamenstelling van fyto­benthos van rivieren, zoals blijkt uit het overzicht van Rimet (2012). Uit de in dit rapport geanalyseerde gegevens uit de periode 2002-2010 blijkt dat er een relatie is tussen de soortensamenstelling en zware metalen, zoals koper. De *temperatuur* van het water in de grote rivieren heeft invloed op de samenstelling van het fyto­benthos (Descy & Mouvet 1984). Er zijn dus ook invloeden van *klimaatverandering*

op het fyto­benthos te ver­wach­ten. Dat kan mo­ge­lijk wor­den ge­con­sta­teerd als de mo­ni­to­ring wor­dt voort­ge­zet.

Referentietoestand

De oorspronkelijke opzet van dit project om ook archeologisch materiaal uit de grote rivieren als historische referenties te bekijken is niet gelukt, omdat de fossiele Romeinse steigerpalen te goed waren gereinigd. Het lijkt niettemin zinvol om eens in herbaria te zoeken naar materiaal uit vroeger eeuwen, zoals ook voor het Duitse traject is gebeurd (Hofmann 2007).

Afstemming op onderzoeken in het buitenland

Door Hofmann zijn de fyto­benthos­ge­ge­vens van de Rijn van Duitsland, Frankrijk en Nederland uit 2006 en 2007 gecompileerd. Het is zinvol om dit uit te breiden tot het hele stroomgebied van de Rijn en de Maas en daarbij ook de fyto­benthos­ge­ge­vens (met begeleidende abiotische gegevens) die in het kader van diverse projecten sinds circa 1975 zijn verzameld te betrekken. Op die manier kan een beter inzicht worden verkregen in de langetermijn-dynamiek van fyto­benthos van de Rijn en de Maas belangrijke milieuvariabelen daarvoor. Er is veel materiaal beschikbaar, bijvoorbeeld Lange-Bertalot (1979), Descy (1984), Maurer (1993), Schmitz (1993). Krause (1994), Lenoir & Coste 1994. Daar de meest van deze onderzoekers aan het einde van hun loopbaan zijn is er niet veel tijd meer om de basisgegevens te achterhalen.

Bemonsteringslocaties

In de grote rivieren (typen R16, R7 en R8) zijn nog betrekkelijk weinig locaties, maar die in de Maas van Eijsden, Stevensweert en Belfeld liggen relatief dicht bij elkaar. Vaak zijn de fyto­benthos­ge­meenschap­pen ook redelijk goed met elkaar vergelijkbaar. Mogelijk kan één van deze locaties vervallen.

Frequentie

Het verdient aanbeveling de jaarlijkse bemonstering in de maand mei voort te zetten. Vermindering van de frequentie zal leiden tot een toename van de onzekerheid in de resultaten. In het Handboek Hydrobiologie wordt bemonstering in april aanbevolen. Een verschuiving naar deze maand zal zeker leiden tot systematische verschillen tussen de reeds verzamelde en nog te verzamelen gegevens (Van Dam & Mertens 2010). Om de gegevens beter vergelijkbaar te maken met de buitenlandse gegevens is het nodig om ook in september bemonsteringen uit te voeren.

Aard van de monsters

Doordat er grote verschillen zijn in de resultaten van rietdobbers en natuurlijk riet zijn niet alle locaties in de grote rivieren met elkaar vergelijkbaar. De enige manier om binnen Nederland vergelijkbare monsters te verkrijgen is door voortaan overal rietdobbers in te zetten. Om de reeksen van vóór en na het veranderen van de bemonsteringsmethode goed te kunnen vergelijken en ter wille van de vergelijkbaarheid met het buitenland is het nodig om daarnaast monsters van natuurlijk riet of bij afwezigheid daarvan, van een ander substraat te nemen.

Vorbewerking, determinatie en telling

De huidige methode van maken van het maken van preparaten, het determineren en tellen kan worden voortgezet. Het is van belang dat de analisten steeds goed op de hoogte zijn van recente taxonomische ontwikkelingen en veranderingen in naamgeving en taxonomische opvattingen vastleggen in een logboek, dat door toekomstige verwerkers van de gegevens kan worden geraadpleegd voor harmonisatie van de gegevens. Voor de naamgeving dient te worden aangesloten op die van TWN (Taxa Waterbeheer Nederland). In elk preparaat moeten precies 200 exemplaren worden geteld, om de aantallen soorten per

Vastleggen van de gegevens

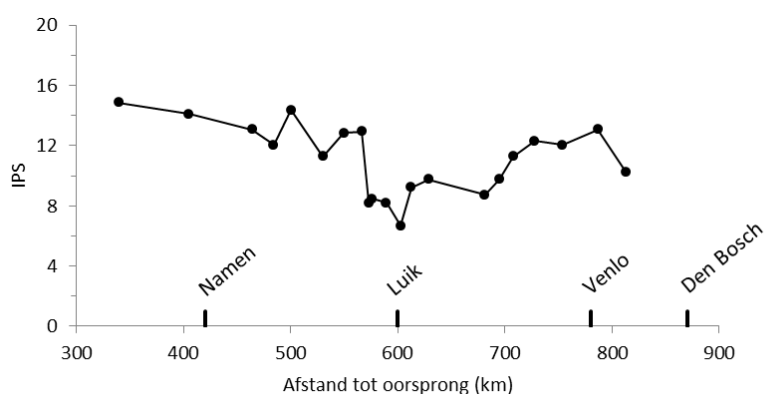
monster goed te kunnen vergelijken en om eventuele fouten bij de verwerking van resultaten snel te kunnen detecteren. Scoren van soorten buiten de telling is niet nodig.

Er is voor dit onderzoek (te) veel tijd besteed aan het homogeniseren van de fyto-benthosgegevens. De basisgegevens zijn in verschillende formats in verschillende typen van bestanden opgeslagen. De aanduiding van de bemonsteringslocaties verschilt soms tussen verschillende jaren. De manier van opslag dient daarom te worden geüniformeerd. De hydromorfologische en fysische en chemische gegevens konden wel eenvoudig worden achterhaald.

Gegevensverwerking

Voor de maatlat van de grote rivieren is gekozen voor de IPS. De trofie-index (TI) is als een directe maat voor de trofie ontworpen, maar heeft vooral in voedselarmere wateren een groot onderscheidend vermogen. In voedselrijkere wateren, zoals de grote rivieren, is het onderscheidend vermogen van de IPS groter en wordt daarom toch vaak als een maat voor de trofie gebruikt (Kelly e.a. 2007).

De IPS is geconcipieerd in een tijd dat verontreiniging door organisch afbreekbaar materiaal nog als een belangrijke stressor werd beschouwd, samen met andere soorten van (industriële) verontreiniging. Het was een soort integrale maat ('indice global') voor 'vervuiling'. Een voorbeeld geeft de toepassing in de Maas (Figuur 5.1). Duidelijk is te zien dat de IPS in het Waalse industriegebied sterk daalt en zich daarna geleidelijk herstelt.



Figuur 5.1. Verloop van de IPS-waarden van het fyto-benthos in de Maas in de periode 1975-1980 (naar Descy & Ector 1999).

Wanneer de monitoring wordt voortgezet en de aard van de pressoren verandert kan er voor worden gekozen om uit de basisgegevens andere, bestaande (zie het overzicht in Rimet 2012) of nog te ontwikkelen indices te gebruiken.

5.2. Veenwateren (R12)

Voor het huidige onderzoek werden alleen gegevens van de Mussel A / Pagediep (Waterschap Hunze en Aa's), Reest (Waterschap Reest

en Wieden), de grensrivier tussen Drenthe en Overijssel aangetroffen. Volgens de stroomgebiedsbeheerplannen (Ministeries V&W, VROM en LNV 2009) zijn in Nederland van dit type alleen nog het Dwarsdiep en het Eelder- en Peizerdiep in het Waterschap Noorderzijlvest en de Alblas en de Giessen in het Waterschap Rivierenland te vinden. Het is niet erg zinvol voor deze wateren aparte maatlaten te ontwikkelen, ook al omdat het in de meeste gevallen om sterk veranderde wateren gaat. De waterbeheerders kunnen zelf een keuze maken voor de meest gelijkende wateren.

5.3. Snelstromende, kalkarme beken en riviertjes (R13, R14 en R15)

Van het type R14 (snelstromende middenloop/benedenloop op zand) zijn in de stroomgebiedbeheerplannen (Ministeries V&W, VROM en LNV 2009) alleen het bij dit onderzoek betrokken Geldernsch Nierskanaal en de Swalm en de niet bij het onderzoek betrokken Halsche Beek en Hooge Raam (Waterschap Aa en Maas) als waterlichaam aangewezen. Van het type R15 (snelstromend riviertje op kiezelhoudende bodem) is alleen de bij dit onderzoek betrokken Roer een waterlichaam. Dit zijn te weinig locaties om goede maatlaten te kunnen ontwikkelen. Wellicht is dit mogelijk met gegevens uit het aangrenzende buitenland.

De maatlat van R13 kan niet worden toegepast op R14 en R15.

Afstemming monitoring op pressoren

De belangrijkste pressoren in de kalkarme, snelstromende beken zijn vermesting door nitraat en verzuring. Door pyrietoxidatie worden zwavelverbindingen vrijgemaakt die zich binden aan fosfaat, waardoor het milieu voor het fyto­benthos voedsel­armer wordt. Dit wordt goed geregistreerd door het fyto­benthos. Daarnaast speelt verdroging een rol.

Referentietoestand

De natuurlijke toestand voor het fyto­benthos is niet bekend. Mogelijk kan aanvullend onderzoek aan herbariummateriaal hier gegevens over verschaffen.

Afstemming op onderzoeken in het buitenland

Mogelijk zijn er gegevens uit het aangrenzende buitenland.

Bemonsteringslocaties

Omdat de wateren van het type R13 in het algemeen een klein stroomgebied hebben zijn ze vaak niet als waterlichaam opgenomen. Uit de stroomgebiedbeheerplannen (Ministeries V&W, VROM en LNV 2009) kan daarom geen landsdekkend overzicht worden verkregen. Het type komt behalve in Twente en Limburg ook nog voor in de Achterhoek (Van der Molen & Pot 2007). De indruk bestaat dat de in dit rapport onderzochte beken daar een goede doorsnede van vormen.

Frequentie

Het verdient aanbeveling de bemonstering in de maand april uit te voeren, zoals de meeste monsters uit dit onderzoek en conform het Handboek Hydrobiologie (Van Dam & Mertens 2010). Een geschikte frequentie is eens per drie jaar. Dit sluit aan op het langetermijn­karakter van de pressoren. Per rapportageperiode zijn er dan twee

	<p>monsters per locatie, waarmee dan een indruk van de variabiliteit wordt verkregen. Vermindering van de frequentie zal leiden tot een toename van de onzekerheid in de resultaten.</p>
Aard van de monsters	<p>Ondanks de verschillen in soortensamenstelling tussen monsters van bodem en planten heeft dit niet veel invloed op de TI en IPS. Om de resultaten zoveel mogelijk bruikbaar te laten zijn verdient het toch aanbeveling om voor een uniform substraat te kiezen. Dat kan dan het beste bodemmateriaal zijn, omdat dat overal aanwezig is.</p>
Vorbewerking, determinatie en telling	<p>De huidige methode van maken van het maken van preparaten, het determineren en tellen kan worden voortgezet. Het is van belang dat de analisten steeds goed op de hoogte zijn van recente taxonomische ontwikkelingen en veranderingen in naamgeving en taxonomische opvattingen vastleggen in een logboek, dat door toekomstige verwerkers van de gegevens kan worden geraadpleegd voor harmonisatie van de gegevens. Voor de naamgeving dient te worden aangesloten op die van TWN (Taxa Waterbeheer Nederland). In elk preparaat moeten precies 200 exemplaren worden geteld, om de aantallen soorten per monster goed te kunnen vergelijken en om eventuele fouten bij de verwerking van resultaten snel te kunnen detecteren. Scoren van soorten buiten de telling is niet nodig.</p>
Vastleggen van de gegevens	<p>De kwaliteit van de opslagsystemen van de verschillende beheerders is wisselend. Bij sommige beheerders gaat het opzoeken snel en eenduidig, bij andere beheerders is dat niet het geval. Bij de fysische en chemische gegevens is niet altijd het waarnemingssoortnummer (www.aquo.nl) vermeld, wat het soms lastig maakt de hoedanigheid van de variabelen te achterhalen. De hydromorfologische gegevens moeten eenduidiger worden vastgelegd. Ze konden nu soms slechts met moeite worden achterhaald.</p>
Gegevensverwerking	<p>Voor de maatlat van de snelstromende, kalkarme beken (type R13) is gekozen voor de TI, die goed toepasbaar is in (matig) voedselarme wateren.</p> <p>Wanneer de monitoring wordt voortgezet en de aard van de pressoren verandert kan er voor worden gekozen om uit de basisgegevens andere, bestaande (zie het overzicht in Rimet 2012) of nog te ontwikkelen indices te gebruiken.</p>

5.4. Snelstromende, kalkrijke beken en riviertjes (R17, R18)

Afstemming monitoring op pressoren	<p>Belangrijke pressoren zijn eutrofiëring en beïnvloeding door organisch, afbreekbaar materiaal. Daarnaast speelt beïnvloeding door zware metalen een rol. Het fytobenthos registreert het resultaat van deze processen goed.</p>
Referentietoestand	<p>De natuurlijke toestand voor het fytobenthos uit deze wateren is bekend uit buitenlandse beken, vooral Luxemburg, die zijn opgenomen in het bestand van de Central-Baltic intercalibratie.</p>
Afstemming op onderzoeken in het buitenland	<p>Er zijn waarschijnlijk veel gegevens uit het aangrenzende buitenland.</p>

Bemonsteringslocaties	De typen R17 en R18 zijn gebonden aan het Limburgse krijtgebied. De bij dit onderzoek betrokken wateren zijn daar een goede doorsnede van.
Frequentie	Het verdient aanbeveling de bemonstering in de maand april uit te voeren, conform het Handboek Hydrobiologie (Van Dam & Mertens 2010). De meeste monsters uit dit onderzoek zijn weliswaar in mei genomen, maar de bemonsteringsmaand heeft in deze wateren niet veel invloed op de resultaten. Een geschikte frequentie is eens per drie jaar. Per rapportageperiode zijn er dan twee monsters per locatie, waarmee dan een indruk van de variabiliteit wordt verkregen.
Aard van de monsters	Het substraat (glas, kiezels, stenen) heeft in deze wateren weinig invloed op de soortensamenstelling. De monitoring kan daarom met dezelfde substraten worden voortgezet.
Vorbewerking, determinatie en telling	De huidige methode van maken van het maken van preparaten, het determineren en tellen kan worden voortgezet. Het is van belang dat de analisten steeds goed op de hoogte zijn van recente taxonomische ontwikkelingen en veranderingen in naamgeving en taxonomische opvattingen vastleggen in een logboek, dat door toekomstige verwerkers van de gegevens kan worden geraadpleegd voor harmonisatie van de gegevens. Voor de naamgeving dient te worden aangesloten op die van TWN (Taxa Waterbeheer Nederland). In elk preparaat moeten precies 200 exemplaren worden geteld, om de aantallen soorten per monster goed te kunnen vergelijken en om eventuele fouten bij de verwerking van resultaten snel te kunnen detecteren. Scoren van soorten buiten de telling is niet nodig.
Vastleggen van de gegevens	De betrokken waterbeheerder heeft een goed opslagsysteem voor de biologische, hydromorfologische, fysische en chemische gegevens.
Gegevensverwerking	Voor de maatlatten van de snelstromende, kalkrijke beken en riviertjes (typen R17 en R18) is gekozen voor de die goed toepasbaar is in alkalische, voedselrijke wateren. Wanneer de monitoring wordt voortgezet en de aard van de pressoren verandert kan er voor worden gekozen om uit de basisgegevens andere, bestaande (zie het overzicht in Rimet 2012) of nog te ontwikkelen indices te gebruiken.

6. Dankwoord

De uitvoering van dit project zou niet mogelijk zijn geweest zonder de gegevens, die ter beschikking werden gesteld door bereidwillige medewerking van de betreffende waterbeheerders, te weten de waterschappen Brabantse Delta, Hunze en Aa's, Peel en Maasvallei, Reest en Wieden, Regge en Dinkel, Rivierenland, Roer en Overmaas, Velt en Vecht en Rijkswaterstaat Waterdienst.

Bert Knol (Waterschap Regge en Dinkel) gaf commentaar op het concept, evenals de leden van de begeleidingscommissie (Eddy Lammens, Marcel van den Berg en Frans Kouwets van Rijkswaterstaat Waterdienst en Bert Pex van het Waterschap Roer en Overmaas).

Met toestemming van de Nathalie Plum (Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn) stelde Gabriele Hofmann (Glashütten-Schlossborn) de door haar verzamelde gegevens van de diatomeeën uit de Rijn ter beschikking. Sebastian Birk (Universität Duisburg-Essen) stelde met toestemming van de lidstaten de fyto­benthos- en milieugegevens uit de Europese Very Large River Database beschikbaar, die door Jürgen Böhmer (Bioforum GmbH) werd samengesteld. Sebastian Birk en Jürgen Böhmer waren ook behulpzaam bij de intercalibratie van de gegevens van de grote rivieren. Martyn Kelly (Bowburn Consultancy, Durham) stelde een lijst van aangepaste TI- en IPS-waarden beschikbaar.

7. Literatuur

- AquaSense (1998): Huidige biologische en fysisch-chemische toestand van bronnen in Noordoost-Twente. In opdracht van: Waterschap Regge en Dinkel. Eindrapport 98.0826. Amsterdam, 88p. + bijl.
- Beek, C.G.E.M. van, M.H. Jalink & A.F. Meuleman (2001): De verzwaveling van grondwater in zandgronden. *Landschap* 18: 263-272.
- Biggs, B.J.F., R.J. Stevenson & R.L. Lowe (1998): A habitat matrix conceptual model for stream periphyton. *Archiv für Hydrobiologie* 143: 21-56.
- Birk, S. & J. Böhmer (2011a): Proposals for typifying European large rivers based on benthic diatoms. Summary of methods and results. XGIG Large River Intercalibration Exercise. 10p.
- Birk, S., J. Böhmer (2011b): Results of the XGIG Large Rivers Intercalibration Exercise: benthic diatoms. 15p.
- Bonte, M. & G. Zwolsman (2009): Klimaatverandering en verzoeting van de Rijn. *H₂O* 42(20): 29-31.
- Bonten, L., J. Vin & A. Verschoor (2011): Ecologische risico's van koper en zink in het oppervlaktewater. *H₂O* 44(10): 27-29.
- Breemen, N. van & H.F.G. van Dijk (1988): Ecosystem effects of atmospheric deposition of nitrogen in The Netherlands. *Environmental Pollution* 54: 249-274.
- CIS (Common Implementation Strategy) (2010): Guidance document on the intercalibration process 2008-2011. Guidance Document 14. Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Brussels. 102p.
- Dam, H. van (1982): On the use of measures of structure and diversity in applied diatom ecology. *Nova Hedwigia, Beih.* 73: 97-115.
- Dam, H. van (2007): Een herziene KRW-maatlat voor het fyto­benthos van stromende wateren (A revised WFD-metric for river phyto­benthos in The Netherlands). Rapport 618.2. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. 44p.
- Dam, H. van (2009): Evaluatie basismetnet waterkwaliteit Hollands Noorderkwartier: trendanalyse hydrobiologie, temperatuur en waterchemie 1982-2007. Rapport 708. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. 253p.
- Dam, H. van, M. van den Berg, R. Portielje & M. Kelly (2007): Een herziene maatlat voor fyto­benthos van stromende wateren. *H₂O* 40(21): 38-42.
- Dam, H. van & A. Mertens (1995): Long-term changes of diatoms and chemistry in headwater streams polluted by atmospheric deposition of sulphur and nitrogen compounds. *Freshwater Biology* 34: 579-600.

- Dam, H. van & A. Mertens (2010): Kieselwieren. In: R. Bijkerk (red.) Handboek hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren. Hoofdstuk 9. STOWA, Amersfoort. 62p.
- Dam, H. van, A. Mertens & J. Sinkeldam (1994): A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28: 117-131.
- Descy, J.P. & C. Mouvet (1984): Impact of the Tihange nuclear power plant on the periphyton and the phytoplankton of the Meuse River (Belgium). *Hydrobiologia* 119: 119-128.
- Descy, J.P. & Ector (1999): Use of diatoms for monitoring rivers in Belgium and Luxembourg. In: J. Prygiel, B.A. Whitton & J. Bukowska (Eds) Use of algae for monitoring rivers. Proceedings of an International Symposium held at the Agence de l'Eau Artois-Picardie. Douai, France, 29 September - 1 October 1997. Douai. p. 128-137.
- Descy, J.P. (1979): A new approach to water quality estimation using diatoms. *Nova Hedwigia, Beih.* 64: 305-323.
- Descy, J.P. (1984): Ecologie et distribution des diatomées benthiques dans le bassin Belge de la Meuse. Studiedocumenten Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen 18: 1-25.
- Elbersen, J.W.H., P.F.M. Verdonchot, B. Roel & J.G. Hartholt(2002): Definitiestudie KaderRichtlijn Water (KRW). I. Typologie Nederlandse oppervlaktewateren. Rapport 669. Alterra, Wageningen. 72p.
- Fisher, J., C. James & B. Moss (2006): What determines the diatom communities of submerged freshwater plants? Implications for the use of community indices in determining ecological quality ordination. *Nova Hedwigia, Beih.* 130: 51-72.
- Hofmann, G. (2007): Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in der Bundesrepublik Deutschland: Zum Nutzen historischer Diatomeenproben für die Rekonstruktion von Referenzgesellschaften in deutschen Flüssen am Beispiel des Rheins. In: W.-H. Kusber & R. Jahn (Eds) Proceedings of the 1st Central European Diatom Meeting 2007. Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem, Freie Universität Berlin, Berlin. p. 49-54.
- Hofmann, G. (2009): Benthische diatomeeën in de Rijn. Rijn-Meetprogramma Biologie 2006/2007 deel II-C (deelcompartiment fytobenthos). Rapport 171. Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn, Koblenz. 33p.
- Hofmann, G., M. Werum & H. Lange-Bertalot (2010): Diatomeen im Süßwasser - Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. Gantner Verlag, Rugell. 908p.
- Hoogendoorn, J.H. (1983): Hydrochemie Oost-Nederland. Dienst Grondwaterverkenning-TNO, Delft.
- Hoop, M.A.G.T. van den (1995): Literatuurstudie naar achtergrondgehalten van zware metalen en arseen in bodem, sediment, oppervlaktewater en grondwater. Rapport 719101019. RIVM, Bilthoven. 33p.
- Hoijsink, R.J., C.H.M. Evers, L.A.H. van Kouwen, A.J.G. Reeze, R.A.E. Knobben, & A.D. Buijse (2010): Evaluatie KRW-maatlatten en doelafleiding DG Water. Arcadis Nederland BV, Apeldoorn. 113p.
- Hoijsink, R., N. Evers, L. van Kouwen & E. Lammens, (2012): Evaluatie KRW-maatlatten en afleiding ecologische doelen. *H₂O* 45(3):, 28-30.
- Ivorra i Castella, N. (2000): Metal induced succession in benthic diatom consortia. Proefschrift. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam. 163p.
- Kelly, M., C. Bennett, M. Coste, F. Delmas, L. Denys, L. Ector, C. Fauville, M. Ferreol, M. Golub, A. Jarlman, M. Kahlert, J. Lucey, B. Ni Chathain, I. Pardo, P. Pfister, J. Picinska-Faltynowicz, C. Schranz, J. Schaumburg, J. Tison, H. van Dam & S. Vilbaste (2007): Central/Baltic GIG Phytobenthos Intercalibration Exercise. Final report. 59p.

- Kelly, M., C. Bennett, M. Coste, C. Delgado, F. Delmas, L. Denys, L. Ector, C. Fauville, M. Ferreol, M. Golub, A. Jarlman, M. Kahlert, J. Lucey, B. Ni Cha'ithain, I. Pardo, P. Pfister, J. Picinska-Faltynowicz, C. Schranz, J. Schaumburg, J. Tison, H. van Dam & S. Vilbaste (2008): A comparison of national approaches to setting ecological status boundaries in phytobenthos assessment for the European Water Framework Directive: results of an intercalibration exercise. *Hydrobiologia* 621: 169-182.
- Krause, I. (1995): Benthische Diatomeen—Gesellschaften im Zuge veränderter Wasserqualitäten im Rhein zwischen Ludwigshafen und Lorch von 1974 bis 1993. *Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz* 182. Hessische Landesanstalt für Umwelt, Wiesbaden. 157p. + bijl.
- Kuhn, D.L., J.L. Plafkin, J. Cairns & R.L. Lowe (1981): Qualitative characterization of aquatic environments using diatom life-form strategies. *Transactions of the American Microscopical Society* 100: 165-182.
- Kurris, F. & J. Pagnier (1925): Botanisch-chemische waarnemingen over de zinkvegetatie van Epen. *Natuurhistorisch Maandblad* 14(6): 86-89.
- Laane, R.W.P.M. (Ed.) (1992): Background concentrations of natural compounds; in rivers, sea water, atmosphere and mussels. Summary of the group reports written during the International Workshop on Background Concentrations of Natural Compounds held in The Hague, 6 - 10 April 1992. Report 92.033. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, Den Haag. 84p.
- Lecointe, C., M. Coste & J. Prygiel (1993): Omnidia: a software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia* 269/270: 509-514.
- Lenoir, A. & M. Coste (1994): Estimation de la qualité des eaux du bassin Rhin-Meuse à l'aide des communités de diatomées benthiques. Conventions No. B92037 et B92038P du 16/04/92. CEMAGREF, Qualité des Eaux / Agence de l'Eau Rhin-Meuse. 183p.
- Maas, F.M. (1959): Bronnen, bronbeken en bronbossen van Nederland, in het bijzonder die van de Veluwezoom: een plantensociologische en oecologische studie. Mededelingen van de Landbouwhogeschool te Wageningen, Nederland 59(12): 1-166.
- Ministeries V&W, VROM en LNV (2009a): Stroomgebiedbeheerplan Maas 2009-2015. Den Haag. 219p. + DVD.
- Ministeries V&W, VROM en LNV (2009b): Stroomgebiedbeheerplan Rijndelta 2009-2015. Den Haag. 235p. + DVD.
- Ministeries V&W, VROM en LNV, (2009c): Stroomgebiedbeheerplan Eems 2009-2015. Den Haag. 211p. + DVD.
- Molen, D.T. van der & R. Pot (red.) (2007): Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water. Rapport 2007-32, STOWA, Utrecht / Rapport 2007.018, Rijkswaterstaat Waterdienst, Lelystad. 362p.
- Morin, S., A. Cordonier, I. Lavoie, A. Arini, S. Blanco, T.T. Duong, E. Tornés, B. Bonnet, N. Corcoll, L. Faggiano, M. Laviale, F. Pérès, E. Bécares, M. Coste, A. Feurtet-Mazel, C. Fortin, H. Guasch & S. Sabater (2012, in druk): Consistency in diatom response to metal-contaminated environments. In: A. Geiszinger, H. Guasch & A. Ginebreda (Eds). *Emerging and priority pollutants: Bringing science into river management plans. The Handbook of Environmental Chemistry* 19. Springer.
- Mortimer, C.H. (1981): The oxygen content of air-saturated fresh waters over ranges of temperature and atmospheric pressure of limnological interest. *Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie - Mitteilungen* 22: 1-23.
- NEN/ISO ((in voorbereiding)): Water quality - Biological classification of fresh waters - Part 1: Guidance on a procedure for setting boundaries between biological classes using data from surveys of aquatic fauna and flora. ISO/TC 147/SC 5 N 755 (Water quality - Biological Methods) ISO/CD 8689-1:2011. NEN Cluster Milieu, Delft.

- Ormerod, S.J. (1992): Effects on aquatic ecosystems. In: M. Radojević & R.M. Harrison (Eds) Atmospheric acidity: sources, consequences and abatement. Environmental Management Series. Elsevier Applied Science, London. 363-399.
- Passy, S.I. (2007): Diatom ecological guilds display distinct and predictable behavior along nutrient and disturbance gradients in running waters. *Aquatic Botany* 86: 171-178.
- Portielje, R. & D.T. van der Molen (1998): Relaties tussen eutrofiëringsvariabelen en systeemkenmerken van de Nederlandse meren en plassen. Rapport 98.007. RIZA, Lelystad. 97p.
- Reynolds, C.S. (2006): Ecology of phytoplankton. Cambridge University Press, New York. 535p.
- Rimet, F., V. Berthon, A. Bouchez (2010): Formes de vie, guildes écologiques et classes de tailles des diatomées d'eau douce. Rapport 290/10. INRA Station d'hydrobiologie lacustre, Thonon-les-Bains. 10p. + ann.
- Schmitz, W. (1993): Koordinierte biologische Untersuchungen im Hochrhein 1990. Teil III. Aufwuchsmikrophytenflora. Schriftenreihe Umwelt Gewässerschutz 196. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern. 15p. + bijl.
- Schöll, F., S. Birk & J. Böhmer (2012): XGIG Large River Intercalibration Exercise. WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 6 report (version 0.9, 13 January 2012). European Commission, Directorate General JRC, Joint Research Centre, Institute of Environment and Sustainability, Ispra. 47p.
- Simberloff, D. & T. Dayan (1991): The guild concept and the structure of ecological communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 22: 115-143.
- Soininen, J. (2007): Environmental and spatial control of freshwater diatoms - a review. *Diatom Research* 22: 473-490.
- Stenger-Kovács, C., J. Padisák, É. Soróczki-Pintér, É. Acs, G. Borics, K. Buczkó & H. van Dam (2006): The effect of hydro-morphological features of streamflow on compositional features of attached diatom assemblages in Hungarian streams. In: K.T. Kiss, J. Padisák & K.É. Szabó (Eds) International Symposium on use of algae for monitoring rivers, Hungary, Balatonfüred, 12-16 Sept. 2006. p. 139-145.
- Tabor, J. (2010): Investigating the investigative task: testing for skewness. An investigation of different test statistics and their power to detect skewness. *Journal of Statistics Education* 18(2): 13p.
- Waterford, Z.L. & R.J. Driscoll (1992): Epiphytic diatoms in broadland dykes. *Trans. Norfolk Norwich Nat. Soc.* 29: 199-216.
- Wirdum, G. van (1980): Eenvoudige beschrijving van de waterkwaliteitsverandering gedurende de hydrologische kringloop. In: Hooghart, J.C. (Ed.) Waterkwaliteit in grondwaterstromingsstelsels. Rapporten en nota's 5. CHO-TNO, Den Haag. 118-143.
- Wirdum, G. van (1991): Vegetation and hydrology of floating rich-fens. Proefschrift Universiteit van Amsterdam. 310p.
- Ziemann, H. (1991): Veränderungen der Diatomeenflora der Werra unter dem Einfluss des Salzgehaltes. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica* 19: 159-174.
- Zuiveringschap Limburg (2002): Meerjarenrapport waterkwaliteit Limburgse oppervlaktewateren 1992-1998. Roermond.
- Zuurdeeg, B.W. (1979) De natuurlijke samenstelling van de Nederlandse wateren. Venning Meinesz Laboratorium voor Geochemie, Rijksuniversiteit Utrecht. 107p.
- Zwolsman, G., H. Wanningen, M. Talsma & K. De Schampelaere (2007): Minder risico's door zware metalen in oppervlaktewater dan aangenomen. *H₂O* 40(14/15): 29-31.

Bijlagen

Bijlage I.

Voorbeeld conceptueel model kwaliteitsklassen

Conceptual model providing ecological descriptors for High, Good and Moderate Status for benthic macroinvertebrates in rivers (NEN/ISO, in voorbereiding)

High ('zeer goed')	<p>The taxonomic composition and abundance of invertebrata taxa correspond totally or nearly totally to undisturbed conditions</p> <p>The ratio of disturbance sensitive taxa to insensitive taxa shows no signs of alteration from undisturbed levels</p> <p>The level of diversity of invertebrate taxa shows no sign of alteration from undisturbed levels</p>
Good ('goed')	<p>There are slight changes in the composition and abundance of invertebrate taxa from the reference community of the same habitat type</p> <p>The ratio of disturbance sensitive taxa to insensitive taxa shows slight alteration from that in the reference community</p> <p>The level of diversity of invertebrate taxa shows slight signs of alteration from the reference community</p>
Moderate ('matig')	<p>The composition and abundance of invertebrate taxa differ moderately from the reference community</p> <p>Major taxonomic groups of the reference community are absent</p> <p>The ratio of disturbance sensitive taxa to insensitive taxa are the level of diversity are substantially lower than the reference community</p>

Bijlage 2. IPS en TI

Indice de Polluosensitivité Spécifique (IPS)

In een uitvoerige studie van het fyto­benthos van de Maas en zijn zijrivieren heeft Descy (1979) met behulp van multivariate analysetechnieken vijf groepen van diatomeeën onderscheiden, die verschillen in hun gevoeligheid ten opzichte van vervuiling, vooral met organisch afbreekbaar materiaal. Hij publiceerde een lijst van ruim honderd soorten, waarin de soorten werden ingedeeld in een van deze groepen, met daarbij ook een indicatiegewicht, een getal (1, 2 of 3), dat aangeeft in welke mate de betreffende soort indicatief is voor zijn vervuilingsgraad.

Door M. Coste (in Cemagref 1982) is de index van Descy overgenomen en hij gebruikte de naam ‘Indice de Polluosensitivité Spécifique’ (IPS). Deze index heeft sterke correlaties met organische vervuiling (BOD, COD, totaal-stikstof en totaal-fosfaat), ionensterkte (chloride, sulfaat, geleidbaarheid) en eutrofiëring (chlorofyl, nitraat) (Prygiel & Coste 1993). Het is een van de meest gebruikte Europese indices. Daarvoor zijn verschillende redenen:

- van bijna alle taxa die in zoete wateren worden aangetroffen zijn indicatiewaarden bekend
- het is relatief eenvoudig om de klassengrenzen aan te passen, afhankelijk van regio en watertype
- de IPS heeft vooral in de van nature eutrofe wateren een goed onderscheidend vermogen (Kelly e.a. 2007).

Voor de berekening van de IPS is er een lijst met taxa, waarin aan elke soort twee getallen zijn toegekend: een gevoeligheidsgetal (s) en een getal voor de indicatiewaarde (v). De gevoeligheid (s) kan elke waarde tussen 1 en 5 hebben en is te vergelijken met de saprobiegetallen uit oudere systemen (o.a. Zelinka & Marvan 1961, Sládeček 1973). De indicatiewaarde (v) is een gewichtsgetal met de waarden 1, 2 of 3. Soorten met een indicatiewaarde 3 hebben een nauwe ecologische amplitude en tellen daarom zwaarder dan soorten met een lagere indicatiewaarde.

De originele IPS_o is een getal tussen 1 en 5 en wordt berekend als een gewogen gemiddelde met een formule die is ontleend aan Pantle & Buck (1955):

$$IPS_o = \frac{\sum_{i=1}^n a_i \times s_i \times v_i}{\sum_{i=1}^n a_i \times v_i},$$

waarin a_i , s_i en v_i respectievelijk de (relatieve) abundantie, gevoeligheid en indicatiewaarde van de i -de soort zijn en n het aantal soorten is waarvan de gevoeligheden en indicatiewaarden bekend zijn.

Vervolgens wordt de definitieve IPS berekend om een getal tussen 0 en 20 te krijgen, waardoor de IPS vergelijkbaar wordt met andere, vergelijkbare indices. Hiervoor wordt een formule van Eloranta & Kwandrans (1996) gebruikt:

$$IPS = 4,75 \times IPS_o - 3,75$$

In de loop der jaren zijn door M. Coste aan vrijwel alle zoetwatertaxa uit het fyto­benthos van de Europese wateren gevoeligheids- en indicatiewaarden toegekend. Deze zijn o.a. opgenomen in de database van het programma Omnidia (Lecointe e.a. 1993). De database wordt nog steeds bijgewerkt

Trophic Index (TI)

De trofie-index (TI) is oorspronkelijk geformuleerd door Rott e.a. (1999, 2003) en omvat een lijst met 537 soorten diatomeeën en daarnaast nog een groot aantal andere algensoorten. Deze index heeft in het voedselarme gebied een beter onderscheidend vermogen dan de IPS en maakt daarom, naast de IPS, deel uit van de internationale ijkmaat van de centrale Europese en Baltische regio (Kelly e.a. 2007). Daarom wordt deze index hier kort toegelicht.

De berekening van de TI is enigszins vergelijkbaar met die van de IPS. Elke soort heeft een getal voor de 'gevoeligheid', variërend van 0 voor de ultra-oligotrafente soorten tot 4 voor de hypertrafente soorten (Tabel 3), en een indicatiegewicht, dat hier ligt tussen 1 (zwakke indicator) en 5 (zeer sterke indicator). Voor elk monster wordt dan een gewogen gemiddelde berekend, met als uitkomst een getal tussen bijna 0 (uiterst voedselarm) en 4 (uiterst voedselrijk).

Een lage trofiegraad wordt geassocieerd met een hoge kwaliteit en een hoge trofiegraad met een lage kwaliteit. In de intercalibratie wordt daarom uit de berekende TI_m van een monster een EQR_TI berekend volgens de formule:

$$EQR_TI = (4 - TI_m) / (4 - TI_r),$$

waarin TI_r de TI in de referentiesituatie voorstelt.

Bijlage 3.

Specificaties opgevraagde gegevens

De **kieselwierengegevens** graag in dbf of xls(x), maar dan liever niet in matrixvorm. Per record graag KRW-watertype, status (natuurlijk/sterk veranderd), meetpuntnummer, naam van het water, eventuele nadere plaatsbepaling in het water, X-coördinaat (Amersfoort), Y-coördinaat (A'frt), monsternummer, bemonsteringsdatum, substraat, taxonnaam (oorspronkelijk), taxonnaam (geconverteerd naar TWN), auteur van het taxon (voor zover aanwezig), determinatiewerk (voor zover bekend), aantal gevonden exemplaren van het betreffende taxon in het betreffende monster, aantal van alle getelde exemplaren kieselwieren het betreffende monster, naam van het analyselaboratorium. Substraat is bijvoorbeeld natuurlijk riet, kunstmatig riet, overige planten, steen, beschoeiing. Bij voorkeur niet: onbekend. Ook eventuele rapportages hierover graag meezenden.

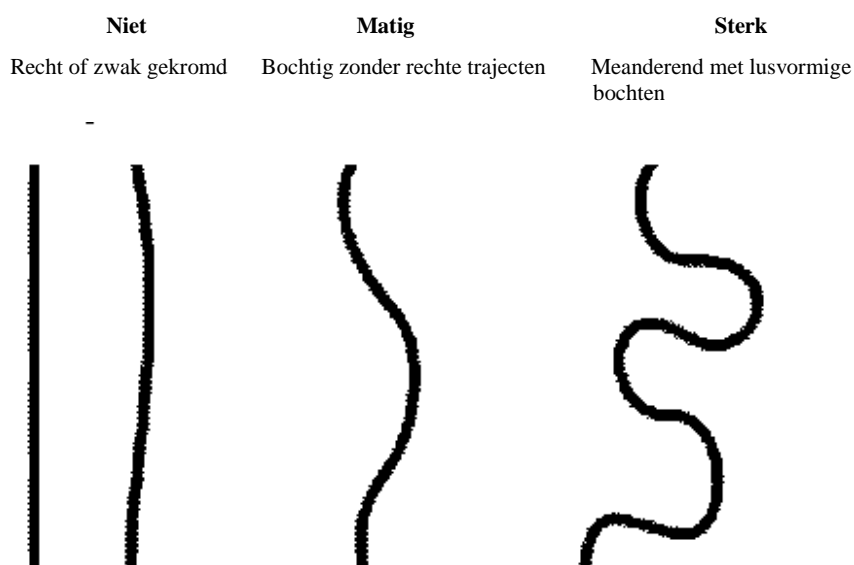
Van de begeleidende **fysisch-chemische gegevens** graag de gegevens van *alle monsterdata van het jaar* waarin het betreffende fyto-benthosmonster is genomen. Daaruit bereken ik zelf de benodigde gemiddelden. Graag ten minste chloride, alkaliniteit (bicarbonaat), pH, P-totaal, P-ortho, N-totaal, N-Kjeldahl, nitriet, nitraat, (of som nitriet + nitraat) en ammonium. Deze zal ik voor dit project in eerste instantie gebruiken. Verder zijn (voor eventueel later gebruik) welkom elektrisch geleidingsvermogen, over doorzicht, zwevende stof, zuurstof, temperatuur, biochemisch zuurstofverbruik, chlorofyl, opgeloste organische koolstof (DOC), totaal organische koolstof (TOC), sulfaat, calcium, magnesium, natrium, kalium en de totale gehalten van ijzer, zink, koper, nikkel, cadmium, kwik en aluminium.

De fysisch-chemische gegevens graag ook in dbf of xls(x), maar dan liever niet in matrixvorm. Per record graag meetpuntnummer (zelfde nummersysteem als voor de kieselwieren!), naam van het water, eventuele nadere plaatsbepaling in het water, X-coördinaat (Amersfoort), Y-coördinaat (A'frt), monsternummer, bemonsteringsdatum, variabele, omschrijving variabele, waarde, eenheid, hoedanigheid, waarnemingssoort. In de kolom 'hoedanigheid' verschijnen opmerkingen als Uitgedrukt in Stikstof, Uitgedrukt in Zuurstof, Niet van toepassing of Na filtratie. Wanneer de waarde beneden de detectielimiet ligt dit aangeven met het teken < voor de waarde, in dezelfde kolom of in een extra kolom. Voor de kolom variabele ('parameter') gestandaardiseerde afkortingen als P, NO₃, s_NO₃NO₂, BZV5, GELDHD gebruiken, voor de kolom omschrijving variabele gestandaardiseerde namen als Fosfaat, Nitraat, Som nitraat en nitriet, Biochemisch zuurstofverbruik over 5 dagen, Geleidendheid. De waarnemingssoorten en de namen van de variabelen ('parameters') volgens de Aquo-standaard <http://www.aquo.nl/aquo-standaard/aquo-domeintabellen/waarnemingssoorten/>

Verder zo enigszins mogelijk graag van elke locatie **hydromorfologische gegevens** als breedte (op de waterlijn bij gemiddeld peil) in m of in klassen (1 = 0-3m, 2 = 3-8m, 3 = 8-25 m, 4 = 25-80 m, 5 = 80-250m, 6 = >250m), gemiddelde diepte in m of in klassen (1 = <0,3m, 2 = 0,3-

Fytobenthosmaatlatten voor beken en rivieren

1m, 3 = 1-3m, 4 = 3-6m, 5 = 6-12m, 6 = > 12m) en de mate van meandering (niet [recht of zwak gekromd], matig [bochtig zonder rechte trajecten] of sterk [meanderend met lusvormige bochten], zie Handboek Hydrobiologie deel 1, hfdst 5, p. 26, zie onder), permanentie (1 = permanent, 2 = temporair [elk jaar droogvallend], 3 = semi-permanent [alleen in droge zomers droogvallend]), gemiddelde stroomsnelheid (1 = < 0,5 m/s, 2 = 0,5-1 m/s, 3 = 1-2 m/s, 4 = > 2m/s) en of het meetpunt in een gestuwd traject ligt (1 = ja, 2 = nee).



Bijlage 4.

Classificatie van ecologische indicatiewaarden

R pH	1	acidobiont	optimaal bij pH < 5,5		
	2	acidofiel	voornamelijk bij pH < 7		
	3	circumneutraal	voornamelijk bij pH ~ 7		
	4	alkalifiel	voornamelijk bij pH > 7		
	5	alkalibiont	uitsluitend bij pH > 7		
	6	indifferent	geen duidelijk pH-optimum		
H Zoutgehalte			Cl ⁻ (mg/l)	Saliniteit (‰)	
	1	zoet	< 100	< 0,2	
	2	zoetbrak	< 500	< 0,9	
	3	brakzoet	500 - 1000	0,9 - 1,8	
	4	brak	1000 - 5000	1,8 - 9,0	
N Stikstofopname	1	stikstofautotrofe soorten, tolerant voor zeer geringe concentraties organisch gebonden stikstof			
	2	stikstofautotrofe soorten, tolerant voor hogere concentraties organisch gebonden stikstof			
	3	facultatief stikstofheterotrofe soorten, hebben periodiek hogere concentraties organisch gebonden stikstof nodig			
	4	obligaat stikstofheterotrofe soorten, hebben voortdurend hogere concentraties organisch gebonden stikstof nodig			
O Zuurstofbehoefte	1	voortdurend hoog (ca 100% verzadiging)			
	2	vrij hoog (boven 75% verzadiging)			
	3	matig (boven 50% verzadiging)			
	4	laag (boven 30% verzadiging)			
	5	zeer laag (ca 10% verzadiging)			
S Saprobie			waterkwaliteitsklasse	O ₂ -verzadiging (%)	BOD ₅ ²⁰ (mg/l)
	1	oligosaproob	I, I-II	> 85	< 2
	2	β-mesosaproob	II	70- 85	2 - 4
	3	α-mesosaproob	III	25 - 70	4 - 13
	4	α-meso-/polysaproob	III-IV	10 - 25	13- 22
	5	polysaproob	IV	< 10	> 22
T Trofie	1	oligotrafent			
	2	oligo-mesotrafent			
	3	mesotrafent			
	4	meso-eutrafent			
	5	eutrafent			
	6	hypereutrafent			
	7	indifferent			
M Vocht	1	nooit of slechts zeer zelden buiten het water voorkomend			
	2	voornamelijk in het water, maar soms ook op vochtige plaatsen voorkomend			
	3	voornamelijk in het water, maar regelmatig ook op natte en vochtige plaatsen voorkomend			
	4	voornamelijk op natte en vochtige of tijdelijk droogvallende plaatsen voorkomend			
	5	bijna uitsluitend buiten het water voorkomend			

Uit: Van Dam e.a. (1994)

Bijlage 5.

Verschillen tussen gebruikte en
aangepaste IPS- en TI-waarden taxa

Bij hier niet genoemde taxa zijn de aangepaste waarden identiek aan de hier gebruikte waarden.

afk.	taxon	Hier gebruikt				Aangepast in geharmoniseerde lijst				ab%	N
		IPS-s	IPS-v	RT-s	RT-v	IPS-s-adj	IPS-v-adj	RT-s-adj	RT-v-adj		
ADCA	Achnanthydium caledonicum	5,0	1	1,0	2	4,6	1	1	2	,004	2
ADCT	Achnanthydium catenatum	4,5	2	-	-	4,6	1	1	-	,021	1
ADEU	Achnanthydium eutrophilum	3,0	1	-	-	4,6	1	1	-	,158	20
AMJA	Achnanthydium jackii	5,0	2	1,2	3	4,6	1	1	3	,004	2
ADMI	Achnanthydium minutissimum	5,0	1	1,2	1	4,6	1	1	1	4,65	164
AMSA	Achnanthydium saprophilum	3,0	1	2,7	4	4,6	1	1	4	,053	6
AMPH	Amphora	2,6	2,2	-	-	-	-	-	-	,081	2
AFOR	Asterionella formosa	4,0	1	1,8	2	-	-	-	-	,067	20
AULA	Aulacoseira	3,8	1,4	-	-	-	-	-	-	,027	9
COCO	Cocconeis	3,5	1,8	-	-	-	-	-	-	,002	1
CPLA	Cocconeis placentula	4,0	1	2,6	2	3,9	1	2	-	7,65	170
CDUB	Cyclostephanos dubius	3,0	2	2,9	3	-	-	-	-	,340	49
CINV	Cyclostephanos invisitatus	2,6	1	-	-	-	-	-	-	,871	61
CYCL	Cyclotella [1]	3,7	1,7	-	-	-	-	-	-	,002	1
CYCL	Cyclotella [2]	3,7	1,7	-	-	-	-	-	-	,005	2
CYMB	Cymbella [1]	4,7	2,6	-	-	-	-	-	-	,024	4
CYMB	Cymbella [2]	4,7	2,6	-	-	-	-	-	-	,010	4
CBPI	Cymbopleura incerta	5,0	-	0,6	2	-	-	1	2	,001	1
DIAT	Diatoma	3,9	2	-	-	-	-	-	-	,058	4
DIPL	Diploneis	4,0	2,4	-	-	-	-	-	-	,012	3
ENLB	Encyonema lange-bertalotii	4,0	1	-	-	4,9	1	2	-	,021	2
ENMI	Encyonema minutum	4,0	2	2,0	1	4,9	1	2	1	,065	10
ESLE	Encyonema silesiacum	5,0	2	2,0	-	4,9	1	2	-	,551	84
ENVE	Encyonema ventricosum	4,8	1	-	-	4,9	1	2	-	,012	1
EUNO	Eunotia	4,8	2,3	-	-	-	-	-	-	,002	1
FSAP	Fistulifera saprophila	2,0	1	2,6	1	2,2	1	3	1	,076	13
FRAG	Fragilaria [1]	3,6	1,7	-	-	-	-	-	-	,121	18
FCAP	Fragilaria capucina [1]	4,5	1	1,8	2	4,2	1	1	2	,835	63
FGRA	Fragilaria gracilis	4,8	1	1,1	2	4,2	1	1	2	,199	19
FCME	Fragilaria mesolepta	4,5	1	2,5	1	4,2	1	1	1	,098	10
FCRA	Fragilaria radians	4,0	1	2,0	2	4,2	1	1	2	,383	18
FRUM	Fragilaria rumpens	4,0	1	1,0	2	4,2	1	1	2	,482	36
FVAU	Fragilaria vaucheriae	3,0	1	-	-	3,4	1	2	-	1,86	123
GOMP	Gomphonema	3,6	1,9	-	-	-	-	-	-	,065	18
GMIN	Gomphonema minutum	4,0	1	2,2	1	5,0	1	1	1	,514	29
GPUM	Gomphonema pumilum	4,5	1	1,1	1	5,0	1	1	1	,199	18
GPRI	Gomphonema pumilum var. rigidum	3,5	1	-	-	5,0	1	1	-	,097	11
MAGR	Mayamaea agrestis	3,0	1	-	-	2,2	1	3	-	,006	2
MAAL	Mayamaea atomus var. alcimonia	4,0	1	-	-	2,2	1	3	-	,010	4
MAPE	Mayamaea atomus var. permissis	2,3	1	3,1	4	2,2	1	3	4	,402	49
MAEX	Mayamaea excelsa	3,0	1	-	-	2,2	1	3	3	,027	5
MAFO	Mayamaea fossalis	3,0	2	-	-	2,2	1	3	-	,050	11
MELO	Melosira	3,5	1,7	-	-	-	-	-	-	,031	1
NAVI	Navicula [1]	3,4	1,9	-	-	-	-	-	-	,042	9
NITZ	Nitzschia	1,0	2,3	-	-	-	-	-	-	,179	23
NBMS	Nitzschia bremsensis	2,0	2	-	-	-	-	-	-	,015	3
NHOM	Nitzschia homburgiensis	5,0	1	1,4	3	-	-	-	-	,020	8
NLSA	Nitzschia levidensis var. salinarum	2,0	1	-	-	-	-	-	-	,006	2
PINU	Pinnularia	4,7	2,3	-	-	-	-	-	-	,009	1
PLTD	Planothidium	4,0	1,0	3,1	3,0	4,1	1,0	3,0	3,0	,009	4
PHAY	Planothidium haynaldii	4,6	1	3,0	3	-	-	-	-	3,10	30
SCON	Staurisira construens	4,0	1	2,3	2	3,8	1	3	2	,112	12
SCBI	Staurisira construens var. binodis	4,0	1	2,3	2	3,8	1	3	2	,030	6
SELI	Staurisira elliptica	3,0	1	-	-	3,8	1	3	-	,035	5
SSVE	Staurisira venter	4,0	1	2,3	2	3,8	1	3	2	,580	37
FLDU	Staurisirella dubia	4,0	1	-	-	-	-	-	-	,060	2
SHAN	Stephanodiscus hantzschii	1,8	1	-	-	-	-	-	-	,742	94
STMI	Stephanodiscus minutulus	4,0	1	-	-	-	-	-	-	,045	9
SNEO	Stephanodiscus neoastreae	2,0	2	-	-	-	-	-	-	,162	23
STTU	Stephanodiscus tenuis	2,8	1	-	-	-	-	-	-	,131	19
SURI	Surirella	3,6	2,2	-	-	-	-	-	-	,019	5
TQUA	Tabellaria quadriseptata	5,0	2	-	-	-	-	-	-	,007	1
TWEI	Thalassiosira weissflogii	2,0	2	-	-	-	-	-	-	,006	3
NLSA	Tryblionella salinarum	2,0	1	-	-	-	-	-	-	,002	1

Bijlage 6. Locaties en hydromorfologie

ty = type, beh = beheerder (volgens Tabel 3.1), mp = code monsterpunt volgens beheerder, afkortingen hydromorfologische variabelen volgens Tabel 2.1.

ty-beh-mp	stroom	locatie	X-coörd	Y-coörd	stat	bre	die	mea	per	str	stu	nor	kan
R07-HA-1103_01	Westerwoldse Aa	Iosplaats Nieuw Statenzijl	276,66	583,96	s	4	4	n	p	1	j	j	j
R07-RD-01_300	Beneden Regge	Laarbrug, Vilsterseweg, Ommen	223,18	503,06	s	4	3	n	p	1	n	j	n
R07-RD-30_001	Beneden Dinkel	Stokkenspiekbrug, Ottershagenweg, Lattrop	261,88	494,09	s	3	3	n	p	1	j	j	j
R07-WD-BELFBVN	Zandmaas	Belfeld boven de stuw	204,79	368,87	s	5	4	n	p	1	j	j	j
R07-WD-HAGSN	Nederrijn-Lek	Hagestein boven de sluis	138,13	443,73	s	6	4	n	p	1	j	j	j
R07-WD-HASST	Zwarte Water	Hasselt westzijde	202,40	512,84	s	5	4	n	p	1	n	j	n
R07-WD-KAMPN	IJssel	Kampen	191,54	507,76	s	5	4	n	p	2	n	j	n
R07-WD-LEKXVR	Nederrijn-Lek	Lexkesveer	175,77	441,45	s	5	4	n	p	1	j	j	j
R07-WD-LOBPTN	Waal	Lobith ponton	203,50	429,75	s	6	4	n	p	2	n	j	n
R08I-RL-ALMBO006	Bakkerskil	Hoge Polderweg (gemaal)	120,46	419,63	s	4	3	n	p	1	j	j	j
R08I-RL-ALMBO007	Bruine Kil	Gemaal Bruine Kil	118,95	419,72	s	4	3	n	p	1	j	j	j
R08I-RL-ALMBO039	Oostkil	Jepegatweg (gemaal)	118,67	416,01	s	3	3	n	p	1	j	j	j
R08-BD-510001	Oude Maasje	2 km bovenstr. uitm. in Bergse Maas	122,72	413,60	s	5	3	n	p	1	j	j	j
R08-BD-510002	Oude Maasje (Zuiderkanaal)	Brug in Veerweg (Sprang-Capelle)	127,14	413,60	s	4	3	n	p	1	j	j	j
R08-WD-BRAKL	Waal	Brakel (pontveer)	134,69	426,66	s	6	4	n	p	1	n	j	n
R08-WD-GOUDVH	Hollandsche IJssel	Gouderak noord	106,70	445,19	s	5	4	n	p	1	n	j	n
R08-WD-KEIZVR	Bergse Maas	Keizersveer	120,90	414,73	k	5	4	n	p	1	n	j	n
R08-WD-NIWPBNT	Nederrijn-Lek	Nieuwpoort Buiten	119,16	438,95	s	5	4	n	p	1	n	j	n
R08-WD-NLKDK953	Nederrijn-Lek	Noorderlekijk km 953 ro	132,55	444,91	s	5	4	n	p	1	n	j	n
R08-WD-POEDRN	Afgedamde Maas	Poederloijen	133,40	421,85	s	5	4	n	p	1	j	j	j
R08-WD-PUTTHK	Oude Maas	Kuipersveer (Puttershoek)	97,69	426,56	s	6	5	n	p	1	n	j	n
R12I-VV-DSDI99	Schoonebeekerdiep	benedenloop, vlak voor Kanaal A	249,10	519,15	s	2	5	n	p	1	j	j	j
R12-HA-1295_03	Pagediep	weg Onstwedde-Vledderveen	265,35	560,14	s	3	3	m	p	1	j	j	j
R12-RW-2REES3	Reest	Steenen Pijp	224,45	515,15	s	2	2	m	p	2	j	n	n
R12-RW-2REES7	Reest	De Wijk / IJhorst	215,65	520,35	s	2	2	m	p	2	j	n	n
R12-RW-2REES8	Reest	Reestouwe	211,64	522,00	s	3	3	m	p	2	j	n	n
R13I-PM-OAALS800	Aalsbeek	Tegelen	206,52	371,38	s	1	1	m	p	1	n	n	n
R13I-PM-OSCHE900	Schellekensbeek	Schellekenspoort	203,73	367,68	s	2	2	m	p	1	n	n	n
R13-RD-06_206	Braakhuizen	Bronbeek, Oosterveldsweg, De Bruiker, Hezingen	255,66	494,75	n	1	1	m	p	1	n	n	n
R13-RD-06_207	Hazelbekke	Bronloop, midden, Nutter	255,25	494,33	n	1	1	s	1	n	n	n	n
R13-RD-06_208	Hazelhof	Bronbeek, Slenkeweg, Nutter	255,62	494,09	n	1	1	m	p	1	n	n	n
R13-RD-06_209	De Mos	Bronbeek, Hezingen	255,68	496,39	n	1	1	m	p	1	n	n	n
R13-RD-06_210	Oerbekke Oost	Bronbeek, Hezingen	255,04	496,55	n	1	1	m	p	1	n	n	n
R13-RD-06_220	Hazelbeek	Bovenloop noord in Hazelbekke, Nutter	255,20	494,27	n	1	1	m	p	1	n	n	n
R13-RD-34_207	Ribbert	Bronbeek, Nuttersevoetpad, Ootmarsum	257,30	492,87	n	1	1	m	p	1	n	n	n
R13-RD-34_208	Kersberg	Bronbeek, Nutter	256,79	493,37	n	1	1	m	p	1	n	n	n
R13-RD-34_209	Poelbeek	Witte berg Bronbeek, Nutter	257,58	493,73	n	1	1	m	p	1	n	n	n
R13-RD-34_210	Springendal	Bron Noord, Hezingen	256,54	495,10	n	1	1	m	p	1	n	n	n
R13-RD-34_213	Nutterveldbeek	Bovenloop, Hezingen	256,58	494,76	n	1	1	m	p	1	n	n	n
R13-RD-34_215	Poelbeek	Bovenloop, Wittebergweg, Nutter	257,86	493,66	n	1	1	m	p	1	n	n	n
R13-RD-40_204	Luttermolenbeek	Bavelsweg, De Lutte	263,48	482,12	n	1	1	m	p	1	n	n	n
R13-RD-40_205	Lage Kavikbeek	Hoge Kavikweg, De Lutte	264,21	483,63	n	1	1	m	s	1	n	n	n
R13-RD-42_203	Bloemenbeek	Bronbeek, De Lutte	264,15	482,64	n	1	1	m	p	1	n	n	n
R13-RO-ORODE235	Rodebeek	Rimburgerweg str. opw. lozingspunt	197,58	327,71	n	1	1	n	t	1	j	j	j
R13-RO-ORODE245	Rodebeek	Rimburgerweg str. afw. lozingspunt	197,29	328,28	n	1	1	m	t	2	n	j	j
R14-PM-OGELD850	Gelderns-Nierskanaal	250m bovenstr. N271	209,61	391,26	k	2	2	s	p	2	n	n	n
R14-PM-OSWAL900	Swalm	Hoostenhof	199,55	362,22	n	2	2	s	p	2	n	n	n
R15I-PM-ONIER900	Niers	Milsbeek	194,54	414,11	n	3	3	s	p	2	n	n	n
R15-RO-OROER190	Roer	voor instroom Lappegrentlossing	203,93	349,19	n	3	2	s	p	3	n	n	n
R15-RO-OROER300	Roer	Bonnenskoel	203,19	350,64	n	4	2	s	p	3	n	n	n
R16-WD-EIJSDPNT	Boven Maas	Eijsden ponton	177,00	310,00	s	5	4	n	p	1	n	j	n
R16-WD-STEVWT	Grensmaas	Stevensweert	186,93	349,36	s	5	4	n	p	2	j	j	j
R17-RO-OANSE800	Anselderbeek	voor overkluizing	202,44	322,68	n	2	2	n	p	3	n	j	n
R17-RO-OBELL600	Belleterbeek	Heimansgroeve	193,53	308,27	n	1	1	s	p	1	n	n	n
R17-RO-OBOSCH700	Bocholtzerbeek	Prickart	198,13	315,33	n	1	1	m	p	1	n	n	n
R17-RO-OCOTT700	Cottesserbeek	Uitmonding Geul	193,62	307,75	n	1	1	m	p	1	n	n	n
R17-RO-OEJIS300	Eijserbeek	voor RWZI Simpelveld	196,23	316,06	n	2	1	m	p	1	n	j	n
R17-RO-OEJIS500	Eijserbeek	na RWZI Simpelveld	195,42	315,49	n	1	1	s	p	2	n	n	n
R17-RO-OEJIS890	Eijserbeek	Cartils voor zijtak	191,37	314,69	n	1	2	s	p	2	n	n	n
R17-RO-OGELE250	Geleenbeek	voor RWZI Heerlen	195,10	322,10	n	2	1	n	p	2	n	j	j
R17-RO-OGELE300	Geleenbeek	na RWZI Heerlen	194,64	322,28	s	2	1	n	p	1	n	j	j
R17-RO-OGELE450	Geleenbeek	na RWZI Hoensbroek	191,77	325,09	s	3	2	n	p	2	n	j	j
R17-RO-OGULP100	Gulp	Grens	188,67	308,76	n	2	1	s	p	2	n	n	n
R17-RO-OGULP105	Gulp	Grens	188,56	308,99	n	2	1	s	p	2	n	n	n
R17-RO-OKEUT400	Keutelbeek	Geverik	183,54	326,83	n	1	1	s	p	2	n	n	n
R17-RO-OMBRO850	Molenbroekerbeek	voor kasteelvijver Vaalsbroek	198,02	308,67	n	1	1	s	p	2	n	n	n
R17-RO-OMECH800	Mechelderbeek	voor Mechelen	193,23	311,89	n	1	1	m	p	2	n	n	n
R17-RO-OSELZ500	Selzerbeek	Mamelis	196,41	312,18	n	2	1	s	p	2	n	n	n
R17-RO-OSOUR200	Sourethbeek	bij bronvijver	197,95	317,37	n	1	1	s	p	1	n	n	n
R17-RO-OSOUR900	Sourethbeek	Rodeput	197,61	316,45	n	1	1	s	p	1	n	n	n
R17-RO-OSTRIO80	Strijthagerbeek	na mijnsteenbergt	200,14	321,11	n	2	1	n	p	1	n	n	n
R17-RO-OTERZ700	Terzieterbeek	Plaaf	192,41	308,81	n	1	1	s	p	2	n	n	n
R17-RO-OVOER100	Voer	Grens	179,67	308,28	n	1	2	m	p	3	n	j	j
R17-RO-OZIEV700	Zieversbeek	Schuurmolen	198,16	310,09	n	1	1	s	p	2	n	n	n
R18-RO-OGEL580	Geleenbeek	stroomafw. Van Veeweg	188,13	328,33	s	2	2	m	p	2	n	j	n
R18-RO-OGEL610	Geleenbeek	St. Jansgeleen str. opw. lozingspunt	186,72	328,82	s	2	2	n	p	2	n	j	j
R18-RO-OGEL630	Geleenbeek	St. Jansgeleen str. afw. lozingspunt	186,78	328,89	s	2	2	n	p	2	n	j	j
R18-RO-OGEL100	Geul	Grens	193,54	307,78	n	2	2	s	p	2	n	n	n
R18-RO-OGEL350	Geul	bovenstrooms Partij	192,36	312,80	n	3	2	s	p	2	n	n	n
R18-RO-OGEL750	Geul	Valkenburg	185,05	319,80	s	3	2	s	p	2	n	n	n
R18-RO-OGEL900	Geul	Bunde	178,83	322,43	s	3	2	m	p	2	n	n	n
R18-RO-OJEKE100	Jeker	Grens	174,86	314,27	n	2	2	s	p	2	n	n	n
R18-RO-OVLGF650	Vloedgraaf	Amelbergaweg	187,81	339,97	s	3	2	n	p	2	n	n	n
R18-RO-OWORM100	Worm	Haanrade	204,22	321,34	n	2	2	n	p	2	j	j	n
R18-RO-OWORM900	Worm	Marienberg	204,81	326,47	s	2	2	n	p	2	j	j	j

Bijlage 7. Aantal en substraat monsters

Per jaar en seizoen (v = voorjaar, z = zomer, w = winter) is met een letter (zie Tabel 2.2) de beschikbaarheid van monsters aangegeven. Elke letter is één monster. ty = type, beh = beheerder (volgens Tabel 3.1), mp = code monsterpunt volgens beheerder, afkortingen hydromorfologische variabelen volgens Tabel 2.1.

type-beh-mp	'93v	'93z	'94v	'94z	'95v	'95z	'96v	'96z	'98v	'98z	'02v	'02z	'03v	'04v	'04v	'06v	'07v	'07z	'08v	'08z	'09v	'09z	'10v	1993-2010		
R07-HA-1103_01																				X				1		
R07-RD-01_300																							R	2		
R07-RD-30_001																							R	1		
R07-WD-BELF8VN										R	RR			R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	11		
R07-WD-HAGSN															R	R	R	R	R	R	R	R	R	6		
R07-WD-HASST															R	R	R	R	R	R	R	R	R	7		
R07-WD-KAMPN													S	DR	R	R	R	R	R	R	R	R	R	10		
R07-WD-LEKVR												RRS												3		
R07-WD-LOBPTN													S		D	D		D	D	D	D	D	D	6		
R08!-RL-ALMB0006																							R	3		
R08!-RL-ALMB0007																	R							1		
R08!-RL-ALMB0039																R								1		
R08-BD-510001																R						R		2		
R08-BD-510002																R								1		
R08-WD-BRAKL												SS												2		
R08-WD-GOUDVH																D	D	D	D	D	D	D	D	6		
R08-WD-KEIZVR												RRRSSSSS	RSSS	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	20		
R08-WD-NIWP8TN															R									1		
R08-WD-NLKDK953													RS											2		
R08-WD-POEDRN																								1		
R08-WD-PUTTHK										R	ORSSSSS			R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	16		
R12!-VV-DSDI99																P	P					P	P	5		
R12-HA-1295_03																			R					1		
R12-RW-2REES3																			P					1		
R12-RW-2REES7																			P			P	P	3		
R12-RW-2REES8																			P					1		
R13!-PM-OAALS800																						O		1		
R13!-PM-OSCHE900																						O		1		
R13-RD-06_206	B	B																						2		
R13-RD-06_207	B	B																						2		
R13-RD-06_208	B	B			T	T																		4		
R13-RD-06_209	B	B																						2		
R13-RD-06_210	B	B					T	T																3		
R13-RD-06_220					T	T																		2		
R13-RD-34_207	BP	BP																						4		
R13-RD-34_208	BP	BP																						4		
R13-RD-34_209	B	B																						2		
R13-RD-34_210	B	B																						2		
R13-RD-34_213	B	B																						2		
R13-RD-34_215			P	KT	P																			4		
R13-RD-40_204	B	B	P	P																				4		
R13-RD-40_205	B	B			T	T																		4		
R13-RD-42_203	B	B																						2		
R13-RO-ORODE235													G											1		
R13-RO-ORODE245													G					P						2		
R14-PM-OGELD850																				U				1		
R14-PM-OSWAL900																						O		1		
R15!-PM-ONIER900																O	O			O				3		
R15-RO-OROER190														T									P	2		
R15-RO-OROER300														T			G							2		
R16-WD-EIJSOPTN														SS	D	D	D	D	D	D	D	D	D	8		
R16-WD-STEVWT															D	D		D	D	D	D	D	D	6		
R17-RO-OANSE800																			K	K				2		
R17-RO-OBELL600																						K		1		
R17-RO-OBODCH700								K	K															2		
R17-RO-OCOTT700																						K		1		
R17-RO-OEUS300													G											1		
R17-RO-OEUS500																						K		1		
R17-RO-OEUS890								K	K						GG		G				K		6			
R17-RO-OGEL250													G											1		
R17-RO-OGEL300													G											1		
R17-RO-OGEL450													G											1		
R17-RO-OGULP100																	G							1		
R17-RO-OGULP105															GG				K	K	K			5		
R17-RO-OKEUT400																						K		1		
R17-RO-OMBRO850																							K	1		
R17-RO-OMECH800																						K		1		
R17-RO-OSELZ500															GG		G							3		
R17-RO-OSOUR200									K	K														1		
R17-RO-OSOUR300									K	K														2		
R17-RO-OSTRI880													K											1		
R17-RO-OTERZ700																						K		1		
R17-RO-OVOER100																	G							1		
R17-RO-OZIEV700																						K		1		
R18-RO-OGELES80																			K				K	2		
R18-RO-OGELES10													G											1		
R18-RO-OGELES30													G											1		
R18-RO-OGEUL100																						K		1		
R18-RO-OGEUL350															K							K		2		
R18-RO-OGEUL750															GG		G				K			4		
R18-RO-OGEUL900																	G				K			2		
R18-RO-OJEKE100															GG		G		K	K				5		
R18-RO-OVLGF650																	G							1		
R18-RO-OWORM100																							K	1		
R18-RO-OWORM900																							K	1		
alle	15	15	2	2	2	3	3	1	1	3	4	2	22	15	8	10	27	12	26	1	16	1	32	1	19	242

Bijlage 8.

Samenvatting hydromorfologie en chemie per type

bre = breedte (klasse) , die = diepte (klasse) , str = stroomsnelh. (klasse), stu = percentage gestuwde wateren, nor = percentage genormaliseerde wateren, alk = alkaliniteit. Koper en zink in ongefiltreerde monsters.

type	parameter	bre	die	str	stu	nor	alk	Cl	SO ₄	O ₂	N-tot	P-tot	P-ortho	N/P	Cu	Zn
		kl	kl	kl	%	%	mmol/m ³	mg/l	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l	-	µg/l	µg/l
R16	aantal	14	14	14	14	14	21	251	251	263	251	255	251	252	242	242
	minimum	5	4	1	0	1	2,9	28	34	66	3,5	0,14	0,12	17	2,3	12
	gemiddelde	5,0	4,0	1,4	43	100	3,0	39	44	79	4,0	0,28	0,18	28	3,2	19
	maximum	5	4	2	1	1	3,2	54	60	89	4,4	0,40	0,25	50	5,8	29
R07	aantal	47	47	47	47	47	185	342	325	8713	298	354	347	298	346	344
	minimum	3	3	1	0	1	2,4	23	38	72	1,9	0,04	0,01	4	1,8	4
	gemiddelde	5,1	3,9	1,3	47	100	2,9	65	54	97	3,3	0,19	0,07	44	3,1	13
	maximum	6	4	2	1	1	3,4	109	67	112	5,5	1,30	0,20	130	6,0	26
R08!	aantal	5	5	5	5	5	31	31	31	31	31	31	31	31	16	16
	minimum	3	3	1	1	1	1,7	31	34	74	0,7	0,02	0,03	8	0,8	5
	gemiddelde	3,8	3,0	1,0	100	100	3,3	40	41	89	1,7	0,08	0,04	27	1,8	11
	maximum	4	3	1	1	1	4,7	48	50	110	2,3	0,14	0,05	50	2,7	24
R08	aantal	51	51	51	51	51	74	460	398	438	382	471	487	382	321	321
	minimum	4	3	1	0	1	2,5	32	25	55	1,6	0,06	0,01	3	2,3	5
	gemiddelde	5,3	4,3	1,0	8	100	2,8	65	58	90	3,7	0,20	0,09	41	3,7	16
	maximum	6	5	1	1	1	3,6	139	85	137	4,7	0,60	0,18	86	8,0	51
R12!	aantal	5	5	5	5	5	12	30	12	30	30	30	30	30	26	26
	minimum	2	2	1	1	1	3,0	35	20	61	2,1	0,17	0,03	18	0,5	4
	gemiddelde	2,0	1,0	100	100	100	3,4	39	26	71	4,9	0,21	0,07	45	1,4	7
	maximum	2	1	1	1	1	4,1	49	34	82	6,5	0,27	0,11	58	2,4	15
R12	aantal	6	6	6	6	6	6	36	9	37	37	36	36	36	36	36
	minimum	2	2	1	1	0	1,5	33	26	40	1,1	0,13	0,01	7	7	
	gemiddelde	2,3	2,3	1,8	100	17	1,9	37	27	64	2,2	0,15	0,04	21	21	
	maximum	3	3	2	1	1	2,3	44	29	77	3,2	0,18	0,08	30	30	
R13!	aantal	2	2	2	2	2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	minimum	1	1	1	0	0	21	82	90	3,0	0,08	0,02	20	1,9	15	
	gemiddelde	1,5	1,5	1,0	0	0	27	87	94	5,2	0,17	0,05	103	2,1	16	
	maximum	2	2	1	0	0	32	93	97	7,4	0,25	0,08	186	2,3	16	
R13	aantal	46	46	46	46	46	78	81	81	73	81	81	81	81	81	81
	minimum	1	1	1	0	0	0,2	14	23	39	1,3	0,02	0,01	12	12	
	gemiddelde	1,0	1,0	1,0	2	7	1,1	35	55	82	12,1	0,21	0,09	286	286	
	maximum	1	1	2	1	1	2,6	76	103	107	28,0	1,00	0,65	2223	2223	
R14	aantal	2	2	2	2	2	7	15	15	15	14	15	15	14	13	13
	minimum	2	2	2	0	0	1,2	43	69	89	5,8	0,14	0,04	73	2,3	22
	gemiddelde	2,0	2,0	2,0	0	0	1,2	45	91	91	6,1	0,15	0,04	82	2,5	28
	maximum	2	2	2	0	0	1,2	47	113	94	6,3	0,16	0,04	91	2,7	34
R15!	aantal	3	3	3	3	3	6	18	18	67	18	18	18	18	18	18
	minimum	3	3	2	0	0	2,5	46	91	83	7,3	0,18	0,06	25	2,0	15
	gemiddelde	3,0	3,0	2,0	0	0	2,5	55	96	87	7,4	0,34	0,23	56	2,5	15
	maximum	3	3	2	0	0	2,5	70	103	92	7,6	0,60	0,53	81	2,9	16
R15	aantal	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
	minimum	3	2	3	0	0	45	98	84	4,0	0,19	0,04	39	3,1	35	
	gemiddelde	3,5	2,0	3,0	0	0	48	106	86	4,1	0,19	0,06	40	3,1	35	
	maximum	4	2	3	0	0	50	114	89	4,2	0,19	0,08	41	3,1	35	
R17	aantal	36	36	36	36	36	28	149	136	168	148	147	149	148	101	100
	minimum	1	1	1	0	0	2,2	10	22	62	0,8	0,05	0,02	2	0,6	3
	gemiddelde	1,5	1,3	1,8	0	19	3,9	33	65	90	7,9	0,64	0,53	63	2,4	16
	maximum	3	2	3	0	1	7,0	222	510	148	25,7	3,20	3,00	395	9,7	44
R18	aantal	21	21	21	21	21	12	125	113	146	121	125	125	121	91	92
	minimum	2	2	2	0	0	3,9	22	43	60	3,3	0,05	0,05	6	1,6	21
	gemiddelde	2,4	2,0	2,0	10	29	5,0	51	60	86	7,6	0,60	0,41	54	4,0	116
	maximum	3	2	2	1	1	6,1	110	98	101	13,6	1,98	1,70	267	11,8	430
Alle	aantal	242	242	242	242	242	460	1552	1403	9995	1425	1577	1584	1425	1187	1185
	minimum	1	1	1	0	0	0,2	10	20	39	0,7	0,02	0,01	2	0,5	3
	gemiddelde	3,3	2,7	1,4	21	57	2,4	49	57	88	6,3	0,30	0,18	90	3,1	24
	maximum	6	5	3	1	1	7,0	222	510	148	28,0	3,20	3,00	2223	11,8	430

Bijlage 9. Taxa met IPS- en TI-waarden

afk. = Omnidia-code, H = opgenomen in geharmoniseerde soortenlijst Very Large River Database (0 = niet, 1 = wel, 2 = wel, met aangepaste IPS- en TI-waarden), Is = IPS-s, Iv = IPS-v, Ts = TI-s (RT-s), Tv = TI-v (RT-v), ab% = procentuele hoeveelheid, N = aantal monsters met taxon binnen telling.
 * = bijzondere soort in type R13.

afk.	taxon	H	Is	Iv	Ts	Tv	ab%	N	afk.	taxon	H	Is	Iv	Ts	Tv	ab%	N	afk.	taxon	H	Is	Iv	Ts	Tv	ab%	N
	Achnanthes	0					,005	1	CSCM	Cyclotella schumannii	0					,002	1	FSBH	Fallacia subhamulata	1	4,0	1	2,5	1	,080	25
ACHN	Achnanthes [1]	1	4,5	2,1			,013	7	CSTR	Cyclotella striata	0	2,0	3			,012	3	FPFL	Fistulifera pelliculosa	0	3,0	1	2,5	3	,014	5
ABRE	Achnanthes brevipes	0	3,0	3			,028	5	CELL	Cymatopleura elliptica	1	5,0	2	2,9	3	,002	1	FSAP	Fistulifera saphrophila	2	2,0	1	2,6	1	,076	13
ACOA	*Achnanthes coarctata	1	4,5	3	0,9	2	,004	2	CLUB	Cymatopleura librile	0	4,0	2			,051	21	FRAG	Fragilaria [1]	2	3,6	1,7			,121	18
ALUT	*Achnanthes lutheri	1	5,0	1			,008	4	CBEL	Cymatosira belgica	0	2,0	2			,010	4	FBID	Fragilaria bidens	1	5,0	1			,068	5
ASSE	Achnanthes subsessilis	0	3,0	2			,008	1	CYMB	Cymbella [1]	2	4,7	2,6			,024	4	FCAP	Fragilaria capucina [1]	2	4,5	1	1,8	2	,835	63
ACHD	Achnantheidium	1	4,5	2,1			,317	4	CYMB	Cymbella [2]	2	4,7	2,6			,010	4	FDAN	Fragilaria danica	1	4,0	1			,000	0
ADCA	*Achnantheidium caledonicum	2	5,0	1	1,0	2	,004	2	CAFF	Cymbella affinis [1]	1	4,0	2	0,7	4	,011	3	FDIL	*Fragilaria dilatata	0	4,0	3	2,7		,008	2
ADCT	Achnantheidium catenatum	2	4,5	2			,021	1	CASP	Cymbella aspera	1	4,0	3	1,7	1	,002	1	FFAM	Fragilaria famelica	1	4,0	1	0,7	4	,145	18
ADEU	Achnantheidium eutrophilum	2	3,0	1			,158	20	CCMP	Cymbella compacta	1	5,0	3	2,6	3	,030	8	FGRA	*Fragilaria gracilis	2	4,8	1	1,1	2	,199	19
ADEG	*Achnantheidium exiguum	1	3,0	2			,014	5	CHEL	Cymbella helvetica [1]	1	5,0	3	1,4	2	,009	4	FHEI	Fragilaria heidenii	1	2,6	2			,006	1
AMJA	*Achnantheidium jackii	2	5,0	2	1,2	3	,004	2	CHEL	Cymbella helvetica [3]	1	5,0	3	1,4	2	,006	2	FHEN	Fragilaria henryi	0	4,0	1			,012	2
ADKR	*Achnantheidium kranzii	1	5,0	2			,024	3	CLAN	Cymbella lanceolata	1	4,0	2			,002	1	FCME	Fragilaria mesolepta	2	4,5	1	2,5	1	,098	10
ADMI	Achnantheidium minutissimum	2	5,0	1	1,2	1	4,65	164	CSCI	Cymbella subcistula	0		2,3	1		,002	1	FNAN	Fragilaria nanana	1	5,0	2	1,2	2	,004	2
ADPY	Achnantheidium pyrenaicum	1	5,0	1			,027	3	CTUM	Cymbella tumida	1	3,0	3	2,5	2	,006	3	FPAR	Fragilaria parasitica	1	4,0	1	2,3	3	,004	2
AMSA	Achnantheidium saphrophilum	2	3,0	1	2,7	4	,053	6	CBPI	Cymbopleura incerta	2	5,0	0,6	2		,001	1	FPSC	F. parasitica var. subconstricta	1	4,0	1			,007	3
ADSB	Achnantheidium straubianum	1	3,0	2			,004	1	CBTA	Cymbopleura naviculiformis	1	3,8	3	1,8	1	,072	16	FCPE	Fragilaria perminuta	0		2,1	4	,132	7	
ADSU	Achnantheidium subatomum	1	5,0	1			,004	1	CBTY	*Cymbopleura tynni	1					,002	1	FCRA	Fragilaria radians	2	4,0	1	2,0	2	,383	18
ASBS	Achnantheidium subsalsum	0	2,5	1	0,6	2	,002	1	DPLA	*Decussata placenta	1	5,0	3			,002	1	FRUM	Fragilaria rumpens	2	4,0	1	1,0	2	,482	36
ATHE	Achnantheidium thermale	1	2,0	1			,001	1	DELM	Delphineis minutissima	0					,025	5	FSOP	Fragilaria sopotensis	0					,068	11
ANMN	Actinocyclus normanii	0	2,0	2			,025	6	DSUR	Delphineis surirella	0	2,0	3			,006	2	FTEN	Fragilaria tenera	1	4,0	2	1,0	2	,017	6
ASEN	Actinocyclus senarius	0	2,8	3			,000	0	DKUE	*Denticula kuetzingii	1	4,0	2	1,0	2	,006	2	FVAU	Fragilaria vaucheriae	2	3,0	1			,186	123
ABRY	*Adlafia bryophila	1	5,0	2	1,3	2	,032	8	DSUB	Denticula subtilis	1	2,0	2			,031	2		Fragiliariaceae	0					,059	9
ADM5	A. minuscula var. minuscula	1	3,0	1	1,1		,010	4	DTEN	Denticula tenuis	1	5,0	3	1,4	3	,016	6	FBIC	Fragilariforma bicapitata	1	5,0	2	1,1	1	,046	7
ADMM	A. minuscula var. muralis	1	2,0	1	2,9	3	,004	1	DBSC	Diadesmis biscutella	0					,008	1	FFCO	Fragilariforma constricta	1	5,0	2	0,6	3	,001	1
AMPH	Amphora	2	2,6	2,2			,081	2	DCOT	Diadesmis contenta	1	3,5	1	1,4		,085	10	FFVI	*Fragilariforma virescens	1	5,0	2	1,4	1	,071	20
ACOP	Amphora copulata	1	4,0	2	3,5	5	,369	31	DPER	*Diadesmis perpusilla	1	5,0	1	1,2	1	,019	2		Fragiliariophyceae	0					,046	4
AINA	Amphora inariensis	0	5,0	1	2,1	1	,036	9	DIAT	Diadema	2	3,9	2			,058	4	FAPP	Frustulia amphileuroides	1	5,0	2			,003	2
ALIB	Amphora libyca	1	4,0	2	3,5	5	,141	34	DMES	Diatoma mesodon	1	5,0	3	0,7	4	,033	5	FRHO	Frustulia rhomboides [1]	1	5,0	2	0,5	3	,001	1
AOVA	Amphora ovalis	1	3,0	1	3,3	2	,044	18	DMON	Diatoma moniliformis	1	4,0	2	2,0	3	,020	8	FSAX	Frustulia saxonica	1	5,0	3	0,4	2	,008	4
APED	Amphora pediculus	1	4,0	1	2,8	2	4,25	135	DPRO	Diatoma problematica	1	4,0	2			,043	7	FVUL	Frustulia vulgaris	1	4,0	3	2,0	2	,111	39
ASPH	Anomoeoneis sphaerophora	0	2,0	3	3,4	3	,006	4	DITE	Diatoma tenuis	1	3,0	1	1,4		,125	27	GACC	Geissleria acceptata	1	5,0	2	1,8	2	,014	1
AFOR	Asterionella formosa	2	4,0	1	1,8	2	,067	20	DVUL	Diatoma vulgare	1	4,0	1	2,0		,117	88	GSHO	Geissleria schoenfeldii	1	5,0	2	1,9	1	,004	1
AULA	Aulacoseira	2	3,8	1,4			,027	9	DIPL	Diploneis	2	4,0	2,4			,012	3	GOMP	Gomphonema	2	3,6	1,9			,065	18
AUAL	*Aulacoseira alpigena	1	4,0	2			,026	5	DELL	*Diploneis elliptica	1	5,0	2	1,7	2	,010	2	GACU	Gomphonema acuminatum	1	4,0	2	2,5	2	,039	13
AAMB	Aulacoseira ambigua	1	3,0	1			,062	7	DMAR	*Diploneis marginestrata	1	5,0	2			,002	1	GAFF	Gomphonema affine	1	4,0	3	1,8	3	,020	7
AUCR	*Aulacoseira crenulata	0	4,5	1			,008	1	DOBL	*Diploneis oblongella	1	4,0	2	1,0	2	,007	2	GANG	Gomphonema angustatum	1	3,0	1			,586	49
AUDI	*Aulacoseira distans	1	4,6	2	1,0	3	,020	4	DOCU	Diploneis oculata	1	5,0	3	1,0		,002	1	GAGC	G. angusticephalum	0					,002	1
AUGR	Aulacoseira granulata	1	2,9	1			,152	22	DOVA	Diploneis ovalis	1	4,0	2	1,0	2	,031	12	GAUG	Gomphonema augur	1	3,0	3	3,1	1	,021	10
AUIS	Aulacoseira islandica	1	5,0	1			,006	2	DPSO	Diploneis pseudovalis	1	5,0	2			,006	2	GAUT	G. augur var. turris	0	4,0	2			,003	2
AUIT	Aulacoseira italica	1	3,7	1	1,4	2	,169	15	DPST	Discostella pseudostelligera	1	4,0	1			,264	44	GBAV	Gomphonema bavarium	1	5,0	1	0,6	2	,002	1
AUDN	*Aulacoseira nivalis	1	4,0	1			,002	1	ECAE	Encyonema cepitosum	1	4,0	2	2,1		,031	9	GBOB	Gomphonema bourbonense	0	5,0	1			,004	1
AUSU	Aulacoseira subarctica	1	4,0	1			,006	1	ENLB	Encyonema lange-bertaloti	2	4,0	1			,021	2	GBRE	Gomphonema brebissonii	1	4,5	3			,004	2
BPAR	Bacillaria paxillifer	1	2,0	3	2,9	3	,045	12	ENLU	*Encyonema lunatum	1	5,0	2			,002	1	GCAP	Gomphonema capitatum	1	4,0	1			,002	1
	Bacillariophyceae	0					,032	3	ENMI	Encyonema minutum	2	4,0	2	2,0	1	,065	10	GCVT	Gomphonema clavatum	0					,021	4
BERK	Berkeleya	0	2,8	2	2,9	3	,002	1	ENPE	*Encyonema perpusillum	1	5,0	2	0,5	2	,004	1	GCLA	Gomphonema clavatum	1	5,0	2			,122	26
BRUT	Berkeleya rutilans	0	2,8	2	2,9	3	,004	1	EPRO	Encyonema prostratum	1	4,0	3	2,3	1	,062	19	GEXL	*Gomphonema exilissimum	1	5,0	1	0,7	2	,010	3
BBRE	*Brachysira brebissonii	1	5,0	2	1,1	2	,010	3	ESLE	Encyonema silesiacum	2	5,0	2	2,0		,551	84	GGRA	Gomphonema gracile	1	4,2	1			,033	11
BVIT	*Brachysira vitrea	1	5,0	2	0,7	2	,010	2	ENVE	Encyonema ventricosum	2	4,8	1			,012	1	GINS	Gomphonema insigne	1	4,0	2			,014	3
CAMP	Caloneis amphibaena	1	2,0	3	3,9	2	,023	8	ENCM	Encyonopsis microcephala	1	4,0	2	1,2	1	,006	2	GISF	Gomphonema insigniforme	0					,003	1
CBAC	Caloneis bacillum	1	4,0	2	2,5	1	,293	59	ESUM	Encyonopsis subminuta	1	5,0	1			,006	1	GITA	Gomphonema italicum	1	5,0	3			,002	1
CSIL	Caloneis silicula	1	5,0	3	2,5		,026	8	EOMI	Eolimna minima	1	3,0	1	2,9	2	2,79	146	GMPU	Gomphonema micropumilum	1	5,0	1			,002	1
CCOC	*Cavinula cocconeiformis	1	5,0	2	1,2	2	,008	2	EOSA	*Eolimna subadnata	0	3,0	1			,016	4	GMIC	Gomphonema micropus	1	3,0	1	2,0		,010	3
CVVA	*Cavinula variostrata	1	5,0	2	0,5	2	,016	8	ESBM	Eolimna subminuscule	1	2,0	1	3,5	4											

Fytobenthosmaatlaten voor beken en rivieren

afk.	taxon	H	ls	lv	Ts	Tv	ab%	N	afk.	taxon	H	ls	lv	Ts	Tv	ab%	N	afk.	taxon	H	ls	lv	Ts	Tv	ab%	N	
KKOL	Karayevia kolbei	1	4,0	1	3,9	2	,051	6	NDME	N. dissipata var. media	1	4,0	3	2,6	1	,169	32	PDAO	*Psammothidium daonense	1	5,0	2				,023	2
KPLO	Karayevia ploenensis	1	5,0	2	2,6	3	,134	21	NDRA	Nitzschia draaviensis	1	3,0	2			,034	6	PGRI	Psammothidium grischunum	1	5,0	2				,003	1
AGES	K. ploenensis var. gessneri	1	3,9	2			,146	19	NDUB	Nitzschia dubia [1]	1	2,0	3	2,9	2	,008	3	PHEL	*Psammothidium helveticum	1	5,0	2	0,6	3	,448	22	
	Khakista	0					,359	18	NELE	Nitzschia elegantula	1	2,0	3			,004	1	PLAU	P. lauenburgianum	1	4,8	3	1,8	3	,193	10	
LHUN	Lemnicola hungarica	1	2,0	3	3,4	2	,023	6	NFIL	Nitzschia filiformis	1	3,0	3	3,7	2	,088	16	PMRG	*Psammothidium marginulatum	1	5,0	2	0,6	2	,007	3	
LACH	Luticola acidoclinata	0	5,0	1			,000	0	NFIC	N. filiformis var. conferta	0	3,2	2			,146	13	POBG	*Psammothidium oblongellum	1	4,5	1	1,0	2	,216	1	
LCOH	Luticola cohnii	1	2,0	2	3,5	2	,008	2	NFON	Nitzschia fonticola	1	3,5	1	1,9		,420	53	PSRE	*Psammothidium rectense	1	5,0	3	0,6	2	,034	4	
LDPF	Luticola dapaliformis	0	4,1	3			,052	2	NIFS	Nitzschia fossilis	1	3,0	1			,011	5	PROS	*Psammothidium rossii	1	5,0	3			,011	1	
LGOE	Luticola goepfertiana	1	2,0	2	3,6	5	,152	20	NIFQ	Nitzschia frequens	0	1,0	3			,008	2	PSAT	*Psammothidium subatomoides	1	5,0	1	2,1	2	,114	15	
LMUT	Luticola mutica	1	2,0	2	2,9	1	,282	49	NIFR	Nitzschia frustulum	1	2,0	1	3,3	4	,419	59	PVEN	*Psammothidium ventrale	1	5,0	1			,002	1	
LNIV	Luticola nivalis	1	5,0	3	2,9	1	,001	1	NIFT	Nitzschia fruticosa	0	2,0	2	2,9	2	,003	1	PSBR	Pseudostaurisira brevistriata	1	3,0	1	3,0	1	,182	23	
LVCF	Luticola ventricifusa	0	2,0	3			,014	1	NIGF	Nitzschia graciliformis	1	2,0	1	3,4	1	,010	3	FSSA	Pseudostaurisira subsalina	1	3,0	1			,013	5	
LVEN	Luticola ventricosa	1	2,0	3	3,1	2	,586	27	NHAN	Nitzschia hantzschiana	1	5,0	2	2,0	3	,070	20	REIM	Reimeria	0	4,8	1	2,1	1	,003	3	
MAGR	Mayamaea agrestis	2	3,0	1			,006	2	NHEU	Nitzschia heufferiana	1	4,0	1	3,4	3	,034	10	RSIN	Reimeria sinuata	1	4,8	1	2,1	1	,147	55	
MAAT	Mayamaea atomus	1	2,2	1	2,8	3	,177	34	NHOM	*Nitzschia homburgiensi	2	5,0	1	1,3	3	,020	8	RAMP	Rhaphoneis amphicerus	0	2,0	3			,000	0	
MAAL	M. atomus var. alcomonica	2	4,0	1			,010	4	NINC	Nitzschia inconspicua	1	2,8	1	3,1	1	,527	39	RABB	Rhacospheia abbreviata	1	4,0	1	2,9	2	,307	140	
MAPE	M. atomus var. pernitit	2	2,3	1	3,1	4	,402	49	NINT	Nitzschia intermedia	1	1,0	3	2,9	2	,000	0	RGBI	Rhopalodia gibba	1	5,0	3	2,7	2	,004	2	
MAEX	Mayamaea excelsa	2	3,0	1			,027	5	NLSA	N. levidensis var. salinarum	2	2,0	1			,006	2	RGVH	R. gibberula var. vanheurckii	0					,008	2	
MAFO	*Mayamaea fossalis	2	3,0	2			,050	11	NLBT	Nitzschia liebethuthii	1	2,0	1			,012	4	ROPE	*Rhopalodia operculata	1	5,0	2			,002	1	
MFBO	*M. fossalis var. obsidialis	0	5,0	1			,006	2	NLUN	Nitzschia linearis	1	3,0	2	3,4	4	,394	68	APET	*Rossithidium petersenii	1	5,0	2	0,6	1	,038	7	
MRCO	*Mayamaea recondita	0	2,0	2			,029	4	NMIC	Nitzschia microcephala	1	1,0	3	3,9	3	,004	2	SELL	Sellaphora	0	1,8	2,0	3,7	5,0	,090	14	
MELO	Melosira	2	3,5	1,7			,031	1	NNAN	*Nitzschia nana	1	4,0	2			,002	1	NJOU	Sellaphora joubaudii	1	3,0	2	3,6	5	,094	12	
MMON	Melosira moniliformis	0	2,5	2			,006	1	NPAL	Nitzschia palea	1	1,0	3	3,3	3	,926	90	SPUP	Sellaphora pupula	1	2,6	2	3,7	5	,170	39	
MVAR	Melosira varians	1	4,0	1	2,9	4	7,05	142	NPAE	Nitzschia paleacea	1	2,5	1	2,3	2	,545	57	SSEM	Sellaphora seminumulum	1	1,5	2			,818	75	
MCIR	Meridion circulare	1	5,0	2	2,5	2	,259	44	NIPM	Nitzschia perminuta	1	4,5	1	2,3	1	,002	1	SVIT	*Sellaphora vitabunda	0	5,0	1			,004	1	
MCCO	M. circulare var. constrictum	1	5,0	2	1,2	2	,126	23	NPVN	Nitzschia ploveretana	0					,008	4	SIDE	Simonsenia delognei	1	3,0	2	2,9	2	,013	5	
MUGI	*Muelleria gibbula	0	4,9	2			,006	1	NIPU	Nitzschia pusilla	1	2,0	3	2,7	2	,087	22	SKSP	Skeletonema	0	1,8	1			1,24	35	
NAVI	Navicula [1]	2	3,4	1,9			,042	9	NREC	Nitzschia recta	1	3,0	2	3,0	3	,064	19	SKPO	Skeletonema potamos	0	3,0	2			,062	3	
NABL	*Navicula absoluta	1					,002	1	NSIG	Nitzschia sigma	1	2,0	3	2,9	2	,002	1	SKSS	Skeletonema subsalsum	0	1,8	1			,189	4	
NANT	Navicula antonii	1	4,0	1			,605	63	NSIO	Nitzschia sigmaidea	1	3,0	2	3,8	4	,063	11	SEXG	*Stauronema exiguiformis	1	5,0	2	0,6	2	,059	14	
NBRO	*Navicula brockmannii	0	3,0	2			,010	4	NSDE	*N. sinuata var. delognei	1	3,0	3	2,3	2	,002	1	STAN	Stauroneis anceps [1]	1	5,0	3	1,8		,080	21	
NCPR	Navicula capitatoradiata	1	3,0	2	3,3	4	,037	8	NSOC	Nitzschia sociabilis	1	3,0	3	2,8	1	,521	55	SBOR	*Stauroneis borrichii	0	4,8	2			,016	5	
NCAR	Navicula cari	1	4,0	3	2,6	1	,015	5	NSBL	Nitzschia sublinearis	1	5,0	2	2,7	4	,011	4	SGRC	Stauroneis gracilis	0	5,0	2			,002	1	
NCTV	Navicula caterva	1	3,0	1			,004	1	NISU	Nitzschia subtilis	0	3,0	2			,050	6	SKTR	Stauroneis kriegeri	1	4,8	2	3,3	2	,073	11	
NCIN	Navicula cincta	1	3,0	1	3,4	2	,027	10	NZSU	Nitzschia supralittorea	1	1,5	2	2,9	4	,024	4	SLAP	*Stauroneis lapidicola	0	5,0	2			,001	1	
NCRY	Navicula cryptocephala [1]	1	3,5	2	3,5	4	,325	55	NITE	Nitzschia tenuis	1	3,0	2			,020	7	SLAU	*Stauroneis lauenburgiana	0	3,0	2			,004	1	
NCTE	Navicula cryptotenella	1	4,0	1	2,3	1	1,02	86	NTUB	Nitzschia tubicola [1]	1	2,8	2	3,4	2	,133	35	STLE	Stauroneis legumen	1	3,8	2			,049	18	
NCTO	Navicula cryptotenelloides	1	3,5	1			,171	26	NUMB	Nitzschia umbonata	1	1,0	3	3,8	3	,003	2	STNH	*Stauroneis neohyalina	1	5,0	1			,002	1	
NDIF	Navicula difficillima	1	5,0	1			,010	1	NVLC	Nitzschia valdecostata	0	2,0	2			,004	1	SPHO	Stauroneis phoenicenteron	1	5,0	3	2,9	1	,035	12	
NDFO	*Navicula difficillimoides	0					,016	2	NVER	Nitzschia vermicularis	1	4,0	1	2,2		,005	2	SPRO	Stauroneis producta	1	5,0	2			,027	9	
NDIG	Navicula digitoradiata	1	2,0	3			,004	2	NWUE	Nitzschia wuellerstorffii	1	3,2	2			,008	3	SSMI	Stauroneis smithii	1	5,0	2	3,3	2	,032	11	
NELG	Navicula elginensis	1	4,0	2	2,1	2	,002	1	OPEP	Opephora	0					,003	1	STHE	Stauroneis thermicola	1	5,0	1	1,8		,028	8	
NERI	Navicula erifuga	1	2,0	3	2,9	2	,012	3	OGUE	Opephora guenter-grassii	0					,002	1	SCON	Stauronema constrictum	2	4,0	1	2,3	2	,112	12	
NFEF	*Navicula festiva	1	5,0	1	0,6	2	,010	2	OMUT	Opephora mutabilis	0					,058	6	SCBI	S. constrictum var. binodis	2	4,0	1	2,3	2	,030	5	
NGER	Navicula germainii	1	3,0	2			,004	1	PSUL	Paralia sulcata	0	2,0	2			,006	3	SEU	Stauronema elliptica	2	3,0	1			,035	6	
NGRE	Navicula gregaria	1	3,4	1	3,5	4	1,91	165	PPRO	*Parlibellus protracta	1	2,0	2	2,9	2	,100	15	SSVE	Stauronema venter	2	4,0	1	2,3	2	,580	37	
NHIN	Navicula hintzii	1	5,0	1			,019	2	PFIB	*Peronia fibula	1	5,0	3			,008	2	STRL	Stauronema	0	4,0	1,0	2,2	1,0	,012	1	
NITG	Navicula integra	1	3,0	3	2,9	2	,087	10	PINU	Pinnularia	2	4,7	2,3			,009	1	FLDU	Stauronema dubia	2	4,0	1			,060	2	
NLAN	Navicula lanceolata [1]	1	3,8	1	3,5	4	2,22	140	PIAN	Pinnularia anglica	0	5,0	2			,015	7	FMAR	Stauronema martyi	1	4,0	1			,006	2	
NLAT	*Navicula laterostrata	1	4,0	2	1,4	2	,002	1	PAPP	Pinnularia appendiculata	1	5,0	3	1,8		,111	16	FOLD	*Stauronema oldenburgiana	0	4,5	2			,005	1	
NMGL	Navicula marginalithii	1	2,0	3			,011	3	PBIC	Pinnularia biceps	0	5,0	2			,010	3	SPIN	Stauronema pinnata	1	4,0	1	2,2	1	,629	43	
NMEN	Navicula menisculus	1	4,0	1	2,7	2	,205	41	PBOR	Pinnularia borealis	1	5,0	3	1,9	1	,031	15	STPI	*S. pinnata var. intercedens	0	4,0	1			,012	2	
NPBL	Navicula parabis	0					,017	1	PBVC	*Pinnularia brevicostata	0	5,0	3	0,3	2	,004	1	STCU	*Stenopteroberia curvula	1	5,0	3</					

Bijlage 10. Samenvatting biologische kwaliteitskenmerken per type

AS = aantal taxa, Dom = dominantiepercentage, HP = hoog profiel, LP = laag profiel, KR = kruipend, R – M zie Bijlage 4. %r - %M zijn de percentages van de getelde schalen die bij de berekeningen van de ecologische indicatiewaarden zijn betrokken, adj = aangepast.

Type (aantal)	Parameter	Aantal schalen	Diversiteit		Gilden			Ecologische indicatiewaarden							Percent. ecol. indicatiewaarden				Kwaliteit						
			AS	Dom	HP	LP	KR	R	H	N	O	S	T	M	%R	%H	%N	%O	%S	%T	%M	IPS	IPS-adj	TI	TI-adj
R16 (14)	min	200	25	11	15	8	13	3,9	2,1	2,1	2,3	2,4	4,7	1,6	64	83	60	60	61	61	61	8,5	8,3	2,86	2,94
	gemiddelde	250	33	26	39	31	28	4,0	2,2	2,5	2,9	2,9	5,0	2,3	86	95	78	78	82	86	80	12,1	12,5	2,98	3,15
	max	434	46	55	72	53	70	4,2	2,4	2,8	3,5	3,5	5,4	2,7	100	100	91	92	97	96	93	15,6	15,7	3,11	3,34
R07 (47)	min	200	14	10	3	1	4	3,6	2,0	1,6	1,8	2,0	4,4	1,7	54	66	32	32	33	23	33	9,8	10,0	2,33	2,40
	gemiddelde	261	33	28	41	25	33	3,9	2,2	2,3	2,6	2,5	4,8	2,3	91	94	79	80	86	81	82	13,6	13,9	2,82	2,88
	max	429	47	75	96	60	91	4,5	2,6	2,9	3,2	3,2	5,3	2,8	100	100	98	99	100	99	99	15,9	16,0	3,06	3,25
R08 (51)	min	195	9	11	1	1	7	3,1	2,0	1,9	1,1	2,0	4,5	1,6	49	50	43	43	44	46	45	6,1	6,1	2,23	2,06
	gemiddelde	231	33	30	31	26	43	3,8	2,4	2,2	2,4	2,6	4,9	2,5	91	93	80	81	86	83	83	11,2	11,5	2,95	3,06
	max	669	55	92	91	74	95	4,4	3,0	2,8	3,3	3,1	5,2	3,9	100	100	99	99	99	99	99	15,7	15,7	3,24	3,52
R08! (5)	min	200	9	39	3	62	4	3,6	2,0	2,0	2,0	2,1	4,9	2,1	85	92	81	81	90	54	83	14,3	13,8	2,37	2,22
	gemiddelde	213	20	55	16	74	10	3,9	2,1	2,0	2,6	2,1	5,0	2,2	94	98	90	90	96	79	91	15,1	14,8	2,60	2,73
	max	234	24	90	30	93	17	4,0	2,3	2,1	3,0	2,2	5,0	2,4	100	100	100	100	100	98	100	16,5	15,8	2,73	3,16
R12 (6)	min	200	16	24	20	25	2	2,9	1,9	2,1	2,0	2,2	4,2	2,0	70	71	17	17	20	24	19	12,6	12,9	1,92	2,03
	gemiddelde	208	25	34	53	39	8	3,3	1,9	2,2	2,6	2,6	4,6	2,5	85	86	65	65	76	53	70	14,7	14,8	2,60	2,81
	max	225	29	50	70	75	15	3,7	2,0	2,4	3,0	3,1	5,0	2,8	99	100	92	92	100	67	94	17,5	16,9	3,06	3,31
R12! (5)	min	200	14	16	34	8	1	3,1	2,0	1,8	1,9	2,2	4,0	2,1	86	99	61	61	81	56	60	12,8	12,2	1,76	1,84
	gemiddelde	200	19	30	69	27	4	3,3	2,0	2,1	2,3	2,5	4,4	2,6	95	100	77	77	94	68	74	14,9	14,6	2,28	2,37
	max	200	28	51	84	56	11	3,7	2,0	2,4	2,7	2,9	4,8	3,0	100	100	98	98	100	91	98	15,9	15,6	2,76	3,07
R13 (46)	min	200	10	11	1	10	5	3,0	1,7	1,5	1,7	1,8	2,8	2,5	93	97	58	58	79	16	61	10,2	10,3	1,63	1,52
	gemiddelde	221	32	30	20	47	33	3,5	2,0	2,0	2,4	2,6	4,1	2,9	98	99	91	92	95	56	92	14,9	14,4	2,67	2,55
	max	490	76	75	64	85	67	3,9	2,5	2,6	3,3	3,3	5,1	3,2	100	100	99	99	100	89	99	19,0	18,7	3,15	3,40
R13! (2)	min	200	30	16	34	20	23	3,6	2,1	2,2	2,7	2,6	4,8	2,5	100	100	85	85	93	73	86	13,5	13,4	2,86	2,94
	gemiddelde	200	31	16	46	24	30	3,7	2,2	2,3	2,7	2,8	4,8	2,6	100	100	85	86	94	75	86	13,6	13,7	2,92	3,07
	max	200	32	16	58	28	37	3,8	2,3	2,4	2,7	2,9	4,9	2,7	100	100	86	87	95	78	86	13,7	13,9	2,98	3,20
R14 (2)	min	200	15	31	70	9	7	3,9	2,1	2,3	2,5	2,7	5,0	2,2	96	100	92	92	95	74	92	13,7	14,0	2,98	3,19
	gemiddelde	213	22	42	77	15	8	3,9	2,2	2,5	2,8	2,8	5,0	2,3	98	100	94	94	97	85	95	14,3	14,4	3,02	3,24
	max	226	29	53	84	22	9	3,9	2,2	2,6	3,0	3,0	5,0	2,3	100	100	97	97	99	96	99	14,9	14,8	3,05	3,30
R15 (4)	min	191	28	19	6	69	4	3,6	2,1	2,0	2,2	2,2	4,4	2,1	97	99	92	92	94	76	92	15,0	14,8	2,57	2,66
	gemiddelde	339	32	30	12	73	15	3,8	2,2	2,1	2,4	2,3	4,5	2,5	99	100	95	95	97	86	95	15,2	15,1	2,73	2,97
	max	433	36	46	17	78	18	4,0	2,3	2,1	2,6	2,4	4,8	2,7	100	100	99	99	100	95	99	15,5	15,3	2,85	3,33
R15! (3)	min	200	15	22	7	19	4	3,8	2,0	2,1	2,4	2,2	4,9	2,2	97	100	96	96	97	66	91	14,1	14,5	2,57	2,43
	gemiddelde	222	27	44	28	58	14	3,8	2,1	2,2	2,7	2,5	5,0	2,3	98	100	97	97	99	78	95	14,5	14,6	2,75	2,73
	max	235	34	77	58	88	24	3,8	2,1	2,5	2,8	2,8	5,0	2,5	99	100	98	98	100	88	98	15,2	14,9	2,86	2,88
R17 (36)	min	196	6	11	1	0	6	3,1	1,8	1,9	1,8	2,1	4,1	1,9	87	88	49	49	76	48	49	2,5	4,2	2,54	2,16
	gemiddelde	305	29	31	19	57	24	3,7	2,1	2,2	2,5	2,6	4,7	2,6	99	99	92	92	96	82	91	13,6	13,9	2,89	3,05
	max	505	50	72	71	90	89	4,2	2,5	3,7	3,6	4,5	5,9	3,0	100	100	100	100	100	98	100	17,5	17,6	3,36	3,67
R18 (21)	min	176	11	13	5	27	5	3,4	2,1	2,0	2,2	2,2	4,5	1,4	95	99	69	69	75	72	69	8,1	8,2	2,72	3,02
	gemiddelde	280	26	32	23	54	24	3,8	2,3	2,2	2,7	2,7	4,9	2,3	99	100	89	89	95	91	90	12,9	13,0	3,03	3,31
	max	483	47	62	50	83	47	4,1	2,8	2,7	3,3	3,6	5,3	3,0	100	100	100	100	100	98	100	15,1	14,9	3,30	3,74
alle (242)	min	176	6	10	1	0	1	2,9	1,7	1,5	1,1	1,8	2,8	1,4	49	50	17	17	20	16	19	2,5	4,2	1,63	1,52
	gemiddelde	251	31	30	30	39	30	3,8	2,2	2,2	2,5	2,6	4,7	2,5	94	96	85	85	90	77	86	13,3	13,4	2,83	2,92
	max	669	76	92	96	93	95	4,5	3,0	3,7	3,6	4,5	5,9	3,9	100	100	100	100	100	99	100	19,0	18,7	3,36	3,74

Bijlage I I. IPS- en TI-waarden per monster

In de eerste kolom zijn de monsters aangeduid door de reeks watertype (Tabel 1.1), beheerder (Tabel 3.1), monsterpuntcode van de beheerder (Bijlage 3), jaar van bemonstering, maandnummer van bemonstering, substraat (Tabel 3.3). Een cijfer achter het substraat geeft een meervoudige bemonstering van hetzelfde substraat op dezelfde locatie op dezelfde datum aan. aIPS = som van abundanties van alle voor de berekening van de IPS gebruikte taxa, aTI = idem voor TI, IPSa = IPS-aangepast, TIa = T_-aangepast.

ty-beh-mp-jr-mnd-subst	IPS	aIPS	TI	aTI	IPSa	aIPSa	TIa	aTIa	ty-beh-mp-jr-mnd-subst	IPS	aIPS	TI	aTI	IPSa	aIPSa	TIa	aTIa
R07-HA-1103_01-2008-5-X	11,97	94	3,06	70	12,39	94	3,25	69	R08-WD-GOUDVH-2008-5-D	12,03	99	3,09	66	12,21	94	3,34	63
R07-RD-01_300-2009-5-T	14,18	100	2,78	87	14,03	99	2,90	85	R08-WD-GOUDVH-2009-5-D	9,26	90	2,81	45	9,80	73	3,08	39
R07-RD-01_300-2010-5-T	12,79	100	2,64	71	12,83	96	2,72	70	R08-WD-GOUDVH-2010-5-D	10,77	100	3,20	80	10,99	99	3,45	79
R07-RD-30_001-2009-4-T	13,78	100	2,93	86	14,30	95	3,04	85	R08-WD-KEIZVR-2002-7-R	13,69	98	2,69	73	14,69	98	2,56	58
R07-WD-BELFBVN-2002-5-R	15,15	93	2,51	43	15,31	92	2,51	42	R08-WD-KEIZVR-2002-7-S	8,80	99	2,70	61	8,89	96	2,80	59
R07-WD-BELFBVN-2002-7-R	14,06	76	2,33	54	14,09	76	2,40	54	R08-WD-KEIZVR-2002-7-S1	10,43	99	2,72	72	10,94	94	2,76	68
R07-WD-BELFBVN-2002-9-R	13,73	100	3,05	66	14,15	100	3,20	66	R08-WD-KEIZVR-2002-7-S2	8,49	99	2,93	60	8,67	96	2,94	59
R07-WD-BELFBVN-2004-5-R	13,27	86	2,88	65	13,57	81	3,04	51	R08-WD-KEIZVR-2002-9-R1	11,70	100	3,05	86	11,81	100	3,20	75
R07-WD-BELFBVN-2005-5-R	13,55	98	2,85	75	14,73	94	2,84	69	R08-WD-KEIZVR-2002-9-R2	12,95	100	3,11	70	13,05	100	3,19	66
R07-WD-BELFBVN-2006-5-R	13,71	100	2,77	77	14,03	94	2,78	74	R08-WD-KEIZVR-2002-9-S1	12,49	100	3,24	84	12,46	100	3,42	80
R07-WD-BELFBVN-2006-9-R	10,96	100	2,85	71	11,81	100	3,07	45	R08-WD-KEIZVR-2002-9-S2	11,79	100	3,23	73	11,82	100	3,38	72
R07-WD-BELFBVN-2007-5-R	10,80	99	2,87	60	11,81	92	3,07	35	R08-WD-KEIZVR-2003-6-R	14,54	97	2,81	83	14,67	96	2,91	57
R07-WD-BELFBVN-2008-5-R	15,17	100	2,85	84	15,37	99	2,96	73	R08-WD-KEIZVR-2003-6-S1	13,70	95	2,93	74	14,54	90	3,01	70
R07-WD-BELFBVN-2009-5-R	14,70	100	2,92	91	14,84	100	3,08	78	R08-WD-KEIZVR-2003-6-S2	13,01	89	2,88	70	14,53	82	2,97	69
R07-WD-BELFBVN-2010-5-R	14,10	100	2,92	70	14,41	99	3,02	69	R08-WD-KEIZVR-2003-6-S3	13,79	96	2,87	81	14,48	90	2,95	78
R07-WD-HAGSN-2006-5-R	10,56	98	3,04	45	10,97	92	3,16	43	R08-WD-KEIZVR-2004-5-R	14,14	93	2,83	64	14,71	75	2,84	62
R07-WD-HAGSN-2006-9-R	13,27	100	2,88	90	13,25	100	3,03	81	R08-WD-KEIZVR-2005-5-R	12,54	99	2,96	70	12,98	96	3,05	69
R07-WD-HAGSN-2007-5-R	14,75	100	2,60	84	15,33	94	2,41	83	R08-WD-KEIZVR-2006-5-R	13,20	100	2,94	67	13,49	99	3,05	67
R07-WD-HAGSN-2008-5-R	13,30	100	2,96	74	13,74	89	3,13	64	R08-WD-KEIZVR-2006-9-R	11,30	99	2,96	79	11,77	99	2,85	66
R07-WD-HAGSN-2009-5-R	13,65	100	2,88	80	13,63	99	2,95	79	R08-WD-KEIZVR-2007-5-R	8,67	98	2,94	38	8,59	94	3,10	35
R07-WD-HAGSN-2010-5-R	14,94	99	2,94	93	14,96	99	3,05	93	R08-WD-KEIZVR-2008-5-R	14,91	100	2,83	80	15,01	100	2,84	77
R07-WD-HASST-2005-5-R	13,91	94	2,73	83	13,92	90	2,84	76	R08-WD-KEIZVR-2009-5-R	15,22	98	2,82	70	15,33	98	2,78	70
R07-WD-HASST-2006-5-R	13,94	98	2,77	82	14,43	94	2,77	82	R08-WD-KEIZVR-2010-5-R	14,95	100	2,89	57	14,96	100	2,97	56
R07-WD-HASST-2006-9-R	12,19	100	2,93	73	12,35	100	3,08	54	R08-WD-NIWPBNTN-2005-5-R	6,06	100	2,93	96	6,11	99	3,05	96
R07-WD-HASST-2007-5-R	13,34	100	2,73	78	14,06	97	2,71	77	R08-WD-NLKDK953-2003-6-R	7,03	99	2,90	74	7,13	89	3,07	73
R07-WD-HASST-2008-5-R	13,20	100	2,70	60	14,06	79	2,71	55	R08-WD-NLKDK953-2003-6-S	6,82	97	2,94	71	6,83	88	2,95	71
R07-WD-HASST-2009-5-R	14,23	100	2,70	78	14,48	99	2,66	76	R08-WD-POEDRN-2010-5-R	14,65	98	2,60	71	14,78	98	2,53	68
R07-WD-HASST-2010-5-R	14,39	100	2,65	87	14,36	99	2,70	86	R08-WD-PUTTHK-2002-5-R	8,30	99	3,07	81	8,15	89	3,26	78
R07-WD-KAMPN-2003-6-S	12,84	99	2,84	75	12,93	94	2,85	74	R08-WD-PUTTHK-2002-7-R	8,38	97	2,88	78	8,51	96	3,05	78
R07-WD-KAMPN-2004-5-D	10,42	99	2,82	33	10,56	78	2,88	32	R08-WD-PUTTHK-2002-7-S1	7,28	97	3,04	63	7,30	93	3,06	62
R07-WD-KAMPN-2004-5-R	14,65	93	2,82	64	14,93	86	2,78	63	R08-WD-PUTTHK-2002-7-S2	6,40	96	2,97	86	6,40	95	3,01	85
R07-WD-KAMPN-2005-5-R	12,35	98	2,85	72	12,48	94	2,90	71	R08-WD-PUTTHK-2002-7-S3	6,77	96	3,03	76	6,77	91	3,08	75
R07-WD-KAMPN-2006-5-R	14,07	100	2,85	76	14,29	98	2,85	74	R08-WD-PUTTHK-2002-9-O	13,88	100	3,12	94	13,87	98	3,42	88
R07-WD-KAMPN-2006-9-R	9,82	100	3,06	90	10,00	100	3,02	89	R08-WD-PUTTHK-2002-9-S1	15,70	100	3,01	97	15,68	100	3,21	91
R07-WD-KAMPN-2007-5-R	12,78	99	2,95	72	13,67	85	3,10	70	R08-WD-PUTTHK-2002-9-S2	14,92	100	3,04	96	15,10	99	3,26	93
R07-WD-KAMPN-2008-5-R	14,50	100	2,77	81	14,67	100	2,66	79	R08-WD-PUTTHK-2005-5-R	6,16	100	2,95	98	6,10	99	3,07	98
R07-WD-KAMPN-2009-5-R	15,88	100	2,80	85	15,99	100	2,76	85	R08-WD-PUTTHK-2006-5-R	11,39	99	3,05	73	11,55	93	3,22	70
R07-WD-KAMPN-2010-5-R	14,97	100	2,89	85	15,23	100	2,98	85	R08-WD-PUTTHK-2006-9-R	9,11	98	3,20	68	9,59	96	3,52	50
R07-WD-LEKVR-2002-9-R	14,25	100	2,77	94	14,38	99	2,95	67	R08-WD-PUTTHK-2007-5-R	6,08	100	2,92	92	6,19	96	3,01	92
R07-WD-LEKVR-2002-9-S1	14,21	100	2,87	91	14,33	99	2,89	88	R08-WD-PUTTHK-2008-5-R	10,25	100	3,08	84	10,48	96	3,22	84
R07-WD-LEKVR-2002-9-S2	14,31	100	2,87	90	14,33	100	3,01	86	R08-WD-PUTTHK-2009-5-R	14,00	99	3,13	76	14,02	98	3,30	74
R07-WD-LOBPTN-2003-6-S	14,33	96	2,66	72	14,73	92	2,55	69	R08-WD-PUTTHK-2009-5-S	12,64	99	3,17	72	12,74	98	3,40	71
R07-WD-LOBPTN-2005-5-D	14,28	100	2,88	86	14,22	96	3,02	81	R08-WD-PUTTHK-2010-5-R	12,76	99	2,96	89	12,75	99	3,07	88
R07-WD-LOBPTN-2006-5-D	13,81	100	2,86	62	14,26	93	2,79	62	R12I-VV-DSDI99-2006-5-P	15,93	100	1,76	70	15,53	100	1,84	70
R07-WD-LOBPTN-2007-5-D	13,00	100	2,72	74	13,50	92	2,70	73	R12I-VV-DSDI99-2006-9-P	14,60	100	2,76	84	14,55	100	3,07	33
R07-WD-LOBPTN-2008-5-D	15,17	100	2,85	86	15,19	98	2,85	86	R12I-VV-DSDI99-2008-4-P	15,58	99	2,03	61	15,57	98	2,04	61
R07-WD-LOBPTN-2009-5-D	15,74	100	2,80	87	15,69	99	2,82	86	R12I-VV-DSDI99-2009-4-P	12,77	100	2,59	80	12,19	100	2,82	79
R08I-RL-ALMB0006-2006-6-R	14,27	98	2,73	91	13,78	92	3,16	34	R12I-VV-DSDI99-2010-5-P	15,75	98	2,23	77	15,03	98	2,09	76
R08I-RL-ALMB0006-2007-6-R	15,30	100	2,59	97	15,31	100	2,63	48	R12-HA-1295_03-2008-5-R	12,80	100	2,20	61	12,90	99	2,42	57
R08I-RL-ALMB0006-2009-9-R	14,74	100	2,70	94	14,79	100	2,84	55	R12-RW-2REES3-2007-6-P	14,33	100	2,91	14	14,35	100	3,25	14
R08I-RL-ALMB0007-2006-8-R	14,81	100	2,61	100	14,46	100	2,80	10	R12-RW-2REES7-2007-6-P	15,66	100	3,06	56	15,41	100	3,31	47
R08I-RL-ALMB0039-2006-6-R	16,49	99	2,37	95	15,82	97	2,22	63	R12-RW-2REES7-2009-4-P	17,51	100	1,92	71	16,87	100	2,03	70
R08-BD-510001-2006-5-R	12,36	100	2,92	40	13,23	56	3,21	34	R12-RW-2REES7-2010-5-P	12,65	100	2,90	84	13,15	100	3,06	83
R08-BD-510001-2009-5-R	12,74	100	2,84	60	13,03	99	2,88	60	R12-RW-2REES8-2007-6-P	15,44	96	2,62	60	15,85	95	2,79	20
R08-BD-510002-2006-5-R	11,55	98	2,23	43	12,61	79	2,06	42	R13I-PM-OAALS800-2009-4-O	13,67	100	2,98	76	13,36	95	3,20	76
R08-WD-BRAKL-2002-9-S1	14,57	100	2,86	92	14,80	97	2,98	82	R13I-PM-OSCHE900-2009-4-O	13,53	98	2,86	82	13,95	98	2,94	83
R08-WD-BRAKL-2002-9-S2	14,72	100	2,91	92	14,71	100	3,07	79	R13-RD-06_206-1993-4-B	18,58	100	1,80	77	18,46	85	1,70	62
R08-WD-GOUDVH-2006-5-D	7,70	99	3,14	73	7,69	93	3,40	71	R13-RD-06_206-1993-9-B	18,97	100	1,63	78	18,75	91	1,53	70
R08-WD-GOUDVH-2006-9-D	8,64	94	3,05	25	8,90	84	3,31	22	R13-RD-06_207-1993-4-B	15,74	97	2,85	88	15,00	73	2,71	64
R08-WD-GOUDVH-2007-5-D	9,38	89	2,99	40	9,53	80	3,08	38	R13-RD-06_207-1993-9-B	14,65	100	2,68	93	14,30	92	2,73	85

Fytobenthosmaatlaten voor beken en rivieren

ty-beh-mp-jr-mnd-subst	IPS	alPS	TI	aTI	IPSa	alPSa	Tla	aTla	ty-beh-mp-jr-mnd-subst	IPS	alPS	TI	aTI	IPSa	alPSa	Tla	aTla
R13-RD-06_208-1993-4-B	16,15	100	2,64	91	15,40	65	2,62	56	R16-WD-STEVWVT-2007-5-D	10,97	97	2,86	48	11,35	76	2,94	48
R13-RD-06_208-1993-9-B	13,60	100	2,77	88	12,62	75	2,74	64	R16-WD-STEVWVT-2008-5-D	13,61	100	2,94	76	14,14	90	3,12	63
R13-RD-06_208-1995-10-T	15,01	97	2,88	75	15,05	97	2,80	75	R16-WD-STEVWVT-2009-5-D	14,68	95	2,98	89	14,88	94	3,14	84
R13-RD-06_208-1995-5-T	14,93	99	3,06	82	15,36	99	2,95	82	R16-WD-STEVWVT-2010-5-D	15,63	100	2,92	87	15,71	99	3,01	85
R13-RD-06_209-1993-4-B	16,64	100	2,92	95	16,82	98	2,65	93	R17-RO-OANSE800-2007-5-K	12,76	100	2,87	84	14,29	73	2,93	41
R13-RD-06_209-1993-9-B	12,83	100	2,73	80	12,64	86	2,81	66	R17-RO-OANSE800-2008-5-K	12,56	100	2,73	85	12,69	94	2,92	73
R13-RD-06_210-1993-4-B	14,91	99	2,82	87	14,37	82	2,97	70	R17-RO-OBELL600-2009-5-K	15,53	100	2,92	100	15,39	100	3,14	85
R13-RD-06_210-1993-9-B	15,64	99	2,11	80	15,46	90	2,01	71	R17-RO-OBEOCH700-1998-4-K	11,01	100	3,19	79	11,74	100	3,24	78
R13-RD-06_210-1996-9-T	13,34	96	2,84	64	13,53	96	2,90	64	R17-RO-OBEOCH700-1998-9-K	13,32	100	2,94	84	13,37	99	3,03	77
R13-RD-06_220-1995-10-T	10,41	98	3,03	77	10,30	98	2,95	73	R17-RO-OCOTT700-2009-5-K	16,59	100	2,73	93	16,18	100	2,76	92
R13-RD-06_220-1995-5-T	15,42	96	2,65	82	15,11	96	2,76	81	R17-RO-OEIJ300-2003-5-G	11,91	99	3,36	86	12,31	91	3,67	85
R13-RD-34_207-1993-10-P	14,24	100	2,57	77	13,83	78	2,32	53	R17-RO-OEIJ500-2009-5-K	10,87	100	3,22	74	11,58	90	3,53	64
R13-RD-34_207-1993-4-B	13,15	100	2,99	90	11,55	64	2,91	52	R17-RO-OEIJ5890-1998-4-K	12,83	100	3,07	86	12,91	100	3,30	79
R13-RD-34_207-1993-4-P	15,93	100	2,96	82	10,34	25	2,25	7	R17-RO-OEIJ5890-1998-9-K	12,87	100	2,88	95	12,92	100	3,09	69
R13-RD-34_207-1993-9-B	13,50	100	2,89	73	12,48	74	2,94	48	R17-RO-OEIJ5890-2006-6-G1	14,49	100	2,77	99	14,26	100	3,04	54
R13-RD-34_208-1993-10-P	13,44	100	2,77	76	12,04	69	2,69	46	R17-RO-OEIJ5890-2006-6-G2	13,59	100	2,91	97	13,49	100	3,50	29
R13-RD-34_208-1993-4-B	13,91	100	2,83	91	12,46	70	2,66	61	R17-RO-OEIJ5890-2007-5-G	14,73	100	2,85	97	14,56	100	3,11	62
R13-RD-34_208-1993-4-P	17,68	100	2,38	97	16,16	78	1,89	75	R17-RO-OEIJ5890-2009-5-G	14,16	100	2,99	88	14,11	98	3,38	50
R13-RD-34_208-1993-9-B	15,33	100	2,70	78	14,30	71	2,48	49	R17-RO-OEIJ5250-2003-5-G	11,66	100	3,04	63	12,69	82	3,31	45
R13-RD-34_209-1993-4-B	15,62	100	2,43	87	14,78	68	2,19	58	R17-RO-OGELE300-2003-5-G	11,70	100	3,05	59	11,88	100	3,19	57
R13-RD-34_209-1993-9-B	13,14	99	2,92	86	12,59	82	3,02	70	R17-RO-OGELE450-2003-5-G	12,44	100	3,23	77	12,55	100	3,48	74
R13-RD-34_210-1993-4-B	18,51	100	2,23	70	18,45	81	1,79	52	R17-RO-OGULP100-2007-5-G	15,23	100	2,84	99	15,11	100	3,04	82
R13-RD-34_210-1993-9-B	18,66	100	2,16	68	18,64	77	1,52	45	R17-RO-OGULP105-2006-6-G1	15,50	100	2,78	99	15,44	100	2,89	89
R13-RD-34_213-1993-4-B	16,54	100	2,14	85	16,21	89	1,81	74	R17-RO-OGULP105-2006-6-G2	14,53	100	2,95	97	14,54	99	3,24	55
R13-RD-34_213-1993-9-B	16,69	100	2,19	78	16,42	83	1,84	61	R17-RO-OGULP105-2008-8-K	14,61	100	2,84	95	14,50	100	2,99	89
R13-RD-34_215-1994-12-P	12,75	100	2,96	85	12,92	100	2,99	84	R17-RO-OGULP105-2009-5-K	15,94	100	2,66	100	15,93	100	2,78	97
R13-RD-34_215-1994-6-P	11,99	99	2,77	78	11,86	99	2,74	78	R17-RO-OGULP105-2010-5-K	13,21	100	3,09	95	13,47	99	3,47	60
R13-RD-34_215-1994-9-K	10,23	100	3,05	75	10,80	100	3,00	72	R17-RO-OKEUT400-2009-6-K	13,58	99	2,90	98	13,53	99	3,07	98
R13-RD-34_215-1994-9-T	12,56	100	2,84	84	13,03	100	2,84	82	R17-RO-OMBRO850-2010-5-K	16,80	100	2,76	97	16,45	99	2,88	90
R13-RD-40_204-1993-4-B	16,73	100	2,54	92	16,41	73	2,25	65	R17-RO-OMECH800-2009-5-K	15,82	100	2,66	100	15,68	100	2,84	91
R13-RD-40_204-1993-9-B	16,55	100	2,23	84	16,60	75	1,88	60	R17-RO-OSELZ500-2006-6-G1	16,05	100	2,68	99	15,75	100	2,80	66
R13-RD-40_204-1994-12-P	13,05	97	2,65	75	13,31	97	2,73	74	R17-RO-OSELZ500-2006-6-G2	15,53	100	2,55	97	17,64	100	2,16	94
R13-RD-40_204-1994-6-P	13,31	100	2,92	88	13,26	100	2,83	91	R17-RO-OSELZ500-2007-5-G	17,52	100	2,54	98	16,67	99	2,44	89
R13-RD-40_205-1993-4-B	15,35	100	2,94	82	13,64	43	2,84	26	R17-RO-OSOUR200-1998-9-K	2,46	100	3,26	84	4,22	100	3,00	84
R13-RD-40_205-1993-9-B	15,79	100	2,90	90	13,55	43	2,77	34	R17-RO-OSOUR900-1998-4-K	10,19	100	2,93	83	12,26	96	3,05	83
R13-RD-40_205-1995-10-T	15,28	99	2,97	83	15,56	99	2,83	83	R17-RO-OSOUR900-1998-9-K	12,41	100	2,61	100	12,41	100	2,61	93
R13-RD-40_205-1995-6-T	16,15	100	3,15	81	16,44	100	2,94	81	R17-RO-OSTRI080-2004-4-K	12,81	100	2,93	94	12,79	100	3,03	89
R13-RD-42_203-1993-4-B	13,50	100	3,14	94	12,63	71	3,40	65	R17-RO-OTERZ700-2009-5-K	15,66	100	2,65	95	16,04	95	2,80	91
R13-RD-42_203-1993-9-B	12,79	100	3,04	79	11,70	71	3,28	50	R17-RO-OVOER100-2007-5-G	14,69	100	2,84	96	14,55	100	2,96	79
R13-RO-ORODE235-2004-5-G	16,95	100	2,55	67	16,86	96	2,47	65	R17-RO-OZIEV700-2009-5-K	15,12	100	2,84	82	15,38	92	3,07	74
R13-RO-ORODE245-2003-5-G	14,93	100	2,50	70	14,70	99	2,41	56	R18-RO-OGELES80-2007-5-K	13,76	100	2,90	95	13,79	100	3,32	49
R13-RO-ORODE245-2007-4-P	15,81	100	1,92	89	15,74	100	1,98	89	R18-RO-OGELES80-2010-5-K	14,28	100	2,93	90	14,11	100	3,30	56
R14-PM-OGELD850-2007-6-U	14,85	100	3,05	99	14,82	100	3,30	90	R18-RO-OGELE610-2003-5-G	14,12	100	3,18	97	14,10	100	3,54	87
R14-PM-OSWAL900-2009-4-O	13,66	100	2,98	87	14,01	99	3,19	87	R18-RO-OGELE630-2003-5-G	14,41	100	3,17	100	14,31	100	3,74	74
R15-PM-ONIER900-2006-5-O	15,17	100	2,81	94	14,87	100	2,88	80	R18-RO-OGEUL100-2009-5-K	11,32	100	3,07	80	11,93	99	3,09	79
R15-PM-ONIER900-2006-9-O	14,27	100	2,57	98	14,51	100	2,43	20	R18-RO-OGEUL350-2006-6-K	11,70	100	2,98	71	11,55	99	3,02	69
R15-PM-ONIER900-2008-5-O	14,08	100	2,86	89	14,47	99	2,87	88	R18-RO-OGEUL350-2009-5-K	12,42	100	3,09	74	12,17	100	3,18	73
R15-RO-OROER190-2005-6-T	15,13	100	2,57	95	15,33	100	2,66	76	R18-RO-OGEUL750-2006-6-G1	14,65	100	2,72	98	14,49	100	3,06	36
R15-RO-OROER190-2010-6-P	15,05	100	2,77	95	14,91	100	2,93	66	R18-RO-OGEUL750-2006-6-G2	12,55	100	3,30	92	12,73	99	3,57	80
R15-RO-OROER300-2005-5-T	15,46	100	2,75	95	15,26	100	2,95	83	R18-RO-OGEUL750-2007-5-G	13,49	100	3,26	88	13,40	98	3,49	85
R15-RO-OROER300-2007-5-G	15,02	100	2,85	88	14,79	99	3,33	41	R18-RO-OGEUL750-2009-5-K	13,96	100	2,90	90	14,03	98	3,10	71
R16-WD-EIJSDPTN-2004-5-S1	11,93	90	2,98	56	12,57	82	3,16	54	R18-RO-OGEUL900-2007-5-G	13,36	100	3,12	92	13,13	98	3,44	66
R16-WD-EIJSDPTN-2004-5-S2	14,46	85	2,90	74	14,54	83	2,99	73	R18-RO-OGEUL900-2009-5-K	15,07	100	2,88	98	14,93	100	3,17	68
R16-WD-EIJSDPTN-2005-5-D	10,56	96	3,09	50	11,90	71	3,34	49	R18-RO-OJEKE100-2006-6-G1	8,06	100	3,27	80	8,21	100	3,61	64
R16-WD-EIJSDPTN-2006-5-D	10,81	100	3,09	50	11,62	75	3,28	47	R18-RO-OJEKE100-2006-6-G2	12,56	100	3,02	85	12,52	100	3,38	78
R16-WD-EIJSDPTN-2006-9-D	10,15	100	2,94	70	10,31	96	3,13	57	R18-RO-OJEKE100-2007-5-G	14,84	100	2,89	98	14,78	100	3,20	97
R16-WD-EIJSDPTN-2007-5-D	8,46	100	2,92	28	8,31	61	3,24	22	R18-RO-OJEKE100-2008-5-K	11,80	100	2,82	76	12,41	100	3,14	75
R16-WD-EIJSDPTN-2008-5-D	13,25	99	2,91	80	13,68	93	3,12	68	R18-RO-OJEKE100-2009-5-K	8,96	100	3,26	91	9,92	100	3,51	91
R16-WD-EIJSDPTN-2010-5-D	13,57	100	3,11	77	13,72	97	3,30	74	R18-RO-OVLGF650-2007-5-G	14,83	100	2,81	87	14,45	91	3,05	58
R16-WD-STEVWVT-2006-5-D	10,76	98	3,02	45	11,88	71	3,22	44	R18-RO-OWORM100-2010-5-G	11,91	100	3,05	83	12,96	86	3,39	69
R16-WD-STEVWVT-2006-9-D	10,83	100	3,08	77	10,86	98	3,19	76	R18-RO-OWORM900-2010-5-K	12,18	100	2,95	90	12,77	89	3,28	66

Bijlage 12. Correlaties tussen hoofdcomponenten, milieu- en kwaliteitsvariabelen

n = aantal monsters. Op de eerste regels staan de percentages door de hoofdcomponenten verklaarde variantie vermeld. De overige getallen zijn product-moment-correlatiecoëfficiënten van de assen uit de PCA (hoofdcomponenten) met de aangegeven variabelen. Voor de fysische en chemische variabelen zijn (vaak logaritmisch getransformeerde) zomergemiddelden gebruikt. Significanties: * = $p \leq 0,001$, ** = $p \leq 0,01$, * = $p \leq 0,05$. Variabelen die zijn gebruikt voor de RDA (redundantieanalyse) zijn gekenmerkt met een ~ in de eerste kolom. De correlatiecoëfficiënten van variabelen die in de RDA als significant (p soms $\leq 0,01$ of $\leq 0,05$, meestal $\leq 0,002$) zijn geselecteerd zijn vet onderstreept. Correlaties van variabelen met een (te) laag aantal monsters zijn grijs gedrukt.

Groep variabele	Typen R16, R7, R8, R8! (GR, n=111)					Typen 13-15 (SA, n=51)					Type 13 en 13! (n=44)					Typen R17, R18 (SR, n=53)				
	n	As1	As2	As3	As4	n	As1	As2	As3	As4	n	As1	As2	As3	As4	n	As1	As2	As3	As4
Percentage variantie	111	12,6	11,3	8,6	6,2	51	20,7	10,4	7,6	5,3	44	22,7	9,4	7,4	5,0	53	15,2	11,8	8,1	6,7
Cumulatief perc. var.	111	12,6	23,9	32,5	38,7	51	20,7	31,1	38,7	44,0	44	22,7	32,1	39,5	44,5	53	15,2	27,0	35,1	41,8
Status																				
~ natuurlijk						48	<u>-.31</u> *	<u>-.36</u> *	<u>-.10</u>	<u>-.04</u>	42	<u>-.28</u>	<u>.12</u>	<u>-.41</u> **	<u>.44</u> **	41	<u>-.25</u>	<u>-.09</u>	<u>.31</u> *	<u>.04</u>
~ sterk veranderd	91	<u>-.21</u> *	<u>.11</u>	<u>.12</u>	<u>.26</u> **	2	<u>.29</u> *	<u>.18</u>	<u>.02</u>	<u>.02</u>	2	<u>.28</u>	<u>-.12</u>	<u>.41</u> **	<u>-.44</u> **	12	<u>.25</u>	<u>.09</u>	<u>-.31</u> *	<u>-.04</u>
~ kunstmatig	20	<u>.21</u> *	<u>-.11</u>	<u>-.12</u>	<u>-.26</u> **	1	<u>.12</u>	<u>.36</u> **	<u>.14</u>	<u>.02</u>										
Hydromorfologie																				
~ normalisatie						1	<u>.08</u>	<u>.12</u>	<u>.20</u>	<u>.28</u> *	1	<u>.08</u>	<u>.09</u>	<u>.37</u> *	<u>.10</u>	10	<u>.25</u>	<u>.06</u>	<u>-.10</u>	<u>.42</u> **
~ kanalisatie	111	<u>.00</u>	<u>-.24</u> *	<u>-.15</u>	<u>.24</u> *	1	<u>.08</u>	<u>.12</u>	<u>.20</u>	<u>.28</u> *	1	<u>.08</u>	<u>.09</u>	<u>.37</u> *	<u>.10</u>	5	<u>.16</u>	<u>.33</u> *	<u>.03</u>	<u>.24</u>
~ in gestuwd traject	111	<u>.00</u>	<u>-.24</u> *	<u>-.15</u>	<u>.24</u> *											2	<u>.10</u>	<u>-.06</u>	<u>-.13</u>	<u>.13</u>
~ sterke meandering						9	<u>.29</u> *	<u>.66</u> ***	<u>-.06</u>	<u>-.32</u> *	2	<u>-.13</u>	<u>-.32</u> *	<u>-.11</u>	<u>.12</u>	35	<u>-.11</u>	<u>-.04</u>	<u>-.05</u>	<u>-.37</u> **
~ matige meandering						42	<u>-.29</u> *	<u>-.66</u> ***	<u>.06</u>	<u>.32</u> *	42	<u>.13</u>	<u>.32</u> *	<u>.11</u>	<u>-.12</u>	9	<u>-.04</u>	<u>-.06</u>	<u>.08</u>	<u>.10</u>
~ geen meandering	111	<u>.00</u>	<u>.00</u>	<u>.00</u>	<u>.00</u>											9	<u>.17</u>	<u>.11</u>	<u>-.01</u>	<u>.36</u>
~ permanente	111	<u>.00</u>	<u>.00</u>	<u>.00</u>	<u>.00</u>	44	<u>.02</u>	<u>.02</u>	<u>.19</u>	<u>-.34</u> *	37	<u>-.04</u>	<u>.23</u>	<u>-.17</u>	<u>-.26</u>	53	<u>.17</u>	<u>.11</u>	<u>-.01</u>	<u>.36</u> **
~ breedte	111	<u>-.01</u>	<u>.20</u> *	<u>.28</u> **	<u>-.43</u> ***	51	<u>.41</u> **	<u>.69</u> ***	<u>.11</u>	<u>-.30</u> *	44	<u>.23</u>	<u>-.04</u>	<u>.23</u>	<u>-.30</u> *	53	<u>.29</u> *	<u>.02</u>	<u>-.19</u>	<u>-.24</u>
~ diepte	111	<u>-.08</u>	<u>.33</u> ***	<u>.10</u>	<u>-.44</u> ***	51	<u>.45</u> **	<u>.60</u> ***	<u>.09</u>	<u>-.31</u> *	44	<u>.23</u>	<u>-.04</u>	<u>.23</u>	<u>-.30</u> *	53	<u>.36</u> **	<u>.05</u>	<u>-.28</u> *	<u>-.28</u> *
~ stroming	111	<u>-.12</u>	<u>-.19</u> *	<u>.39</u> ***	<u>.02</u>	51	<u>.37</u> **	<u>.74</u> ***	<u>.18</u>	<u>-.20</u>	44	<u>.08</u>	<u>.09</u>	<u>.37</u> *	<u>.10</u>	53	<u>.10</u>	<u>-.16</u>	<u>-.26</u>	<u>-.06</u>
Substraat																				
~ rietdobber	24	<u>-.24</u>	<u>.06</u>	<u>.39</u>	<u>.37</u>															
~ uitgezet riet						1	<u>.12</u>	<u>.36</u> **	<u>.14</u>	<u>.04</u>										
~ natuurlijk riet	62	<u>-.07</u>	<u>-.24</u> *	<u>-.46</u> ***	<u>-.07</u>															
~ planten						9	<u>.16</u>	<u>-.07</u>	<u>-.08</u>	<u>.02</u>	8	<u>.22</u>	<u>-.06</u>	<u>-.03</u>	<u>-.23</u>					
~ totaal	3	<u>-.11</u>	<u>-.11</u>	<u>-.17</u>	<u>.16</u>	6	<u>.46</u> ***	<u>-.44</u> **	<u>-.11</u>	<u>.15</u>	6	<u>.60</u> ***	<u>-.01</u>	<u>-.19</u>	<u>.29</u>					
~ bodem						26	<u>.85</u> ***	<u>-.11</u>	<u>.00</u>	<u>-.05</u>	26	<u>-.81</u> ***	<u>.08</u>	<u>-.12</u>	<u>.13</u>					
~ steen + riet	1	<u>-.11</u>	<u>-.06</u>	<u>-.08</u>	<u>.07</u>															
~ kiezels						1	<u>.19</u>	<u>-.20</u>	<u>-.05</u>	<u>.17</u>	1	<u>.26</u>	<u>-.02</u>	<u>-.04</u>	<u>.03</u>	30	<u>-.09</u>	<u>.14</u>	<u>.05</u>	<u>.21</u>
~ steen	20	<u>.37</u> ***	<u>.30</u> **	<u>.25</u> **	<u>-.36</u> ***															
~ objectglaasjes						2	<u>.14</u>	<u>.37</u> **	<u>.21</u>	<u>.12</u>	1	<u>.08</u>	<u>.09</u>	<u>.37</u> *	<u>.10</u>	23	<u>.09</u>	<u>-.14</u>	<u>-.05</u>	<u>-.21</u>
~ onbekend / overig	1	<u>.16</u>	<u>.03</u>	<u>.05</u>	<u>-.10</u>	6	<u>.46</u> ***	<u>.39</u> **	<u>.03</u>	<u>-.26</u>	2	<u>.28</u>	<u>-.12</u>	<u>.41</u> **	<u>-.44</u> **					
Algemeen en licht																				
~ temperatuur	111	<u>.05</u>	<u>.12</u>	<u>.30</u> **	<u>-.08</u>	51	<u>.52</u> ***	<u>.55</u> ***	<u>-.05</u>	<u>.05</u>	44	<u>.33</u> *	<u>-.31</u> *	<u>.39</u> **	<u>-.05</u>	53	<u>.49</u> ***	<u>.00</u>	<u>-.14</u>	<u>.09</u>
totaal org. koolstof	98	<u>.14</u>	<u>.12</u>	<u>-.16</u>	<u>.18</u>															
opgeloste org. koolst	101	<u>.00</u>	<u>.02</u>	<u>-.27</u> **	<u>.16</u>															
doorzicht	108	<u>.13</u>	<u>-.42</u> ***	<u>-.13</u>	<u>-.21</u> *															
zwevende stof	110	<u>-.11</u>	<u>.40</u> ***	<u>.19</u>	<u>.05</u>	44	<u>.03</u>	<u>-.13</u>	<u>-.66</u> ***	<u>.30</u>	39	<u>.15</u>	<u>-.67</u> ***	<u>-.12</u>	<u>.15</u>					
Macro-ionen																				
~ geleidbaarheid	111	<u>-.11</u>	<u>.29</u> **	<u>.26</u> **	<u>-.07</u>	51	<u>.44</u> **	<u>.62</u> ***	<u>-.09</u>	<u>-.16</u>	44	<u>.22</u>	<u>-.36</u> *	<u>.03</u>	<u>.05</u>	53	<u>.26</u>	<u>-.18</u>	<u>.18</u>	<u>-.17</u>
Ionic Ratio	61	<u>.09</u>	<u>.11</u>	<u>-.07</u>	<u>.29</u> *	43	<u>-.13</u>	<u>.35</u> *	<u>-.37</u> *	<u>.20</u>	41	<u>-.17</u>	<u>-.41</u> **	<u>.15</u>	<u>.02</u>					
~ zuurgraad	111	<u>.05</u>	<u>.18</u>	<u>.04</u>	<u>-.03</u>	51	<u>.28</u> *	<u>.55</u> ***	<u>-.50</u> ***	<u>.18</u>	44	<u>.10</u>	<u>-.74</u> ***	<u>.15</u>	<u>.00</u>	53	<u>-.23</u>	<u>-.20</u>	<u>-.15</u>	<u>-.42</u> **
~ chloride	111	<u>-.21</u> *	<u>.22</u> *	<u>.26</u> **	<u>-.16</u>	51	<u>.02</u>	<u>.25</u>	<u>-.01</u>	<u>-.27</u>	44	<u>-.19</u>	<u>.01</u>	<u>-.29</u>	<u>.15</u>	53	<u>.57</u> ***	<u>-.09</u>	<u>.05</u>	<u>.15</u>
alkaliniteit	49	<u>.03</u>	<u>.03</u>	<u>-.15</u>	<u>.33</u> *	43	<u>.10</u>	<u>.36</u> *	<u>-.82</u> ***	<u>.21</u>	41	<u>.01</u>	<u>-.85</u> ***	<u>-.06</u>	<u>.08</u>					
~ sulfaat	111	<u>-.08</u>	<u>.25</u> **	<u>.25</u> **	<u>-.32</u> ***	51	<u>.50</u> ***	<u>.44</u> **	<u>-.34</u> *	<u>-.07</u>	44	<u>.35</u> *	<u>-.52</u> ***	<u>-.03</u>	<u>.02</u>	53	<u>.14</u>	<u>-.09</u>	<u>.10</u>	<u>.07</u>
natrium	68	<u>-.20</u>	<u>.11</u>	<u>.26</u> *	<u>-.25</u> *	43	<u>.34</u> *	<u>.09</u>	<u>.25</u>	<u>.12</u>	41	<u>.21</u>	<u>.24</u>	<u>.21</u>	<u>.42</u> **					
calcium	61	<u>-.02</u>	<u>.12</u>	<u>.21</u>	<u>.02</u>	43	<u>-.15</u>	<u>.41</u> **	<u>-.43</u> **	<u>.11</u>	41	<u>-.24</u>	<u>-.47</u> **	<u>.03</u>	<u>.12</u>					
magnesium	59	<u>.10</u>	<u>.10</u>	<u>.35</u> **	<u>-.29</u> *	43	<u>.05</u>	<u>.06</u>	<u>.01</u>	<u>.30</u>	41	<u>.01</u>	<u>-.02</u>	<u>.17</u>	<u>.31</u>					
Nutriënten																				
totaal stikstof	111	<u>-.01</u>	<u>-.14</u>	<u>.03</u>	<u>.01</u>	51	<u>-.36</u> *	<u>-.38</u> **	<u>.39</u> **	<u>.12</u>	44	<u>-.23</u>	<u>.52</u> ***	<u>.01</u>	<u>.10</u>	53	<u>-.12</u>	<u>-.25</u>	<u>-.06</u>	<u>-.49</u> ***
Kjeldahl-stikstof	111	<u>.13</u>	<u>.09</u>	<u>-.16</u>	<u>.33</u> ***	51	<u>-.24</u>	<u>-.02</u>	<u>-.33</u> *	<u>.51</u> ***	44	<u>-.17</u>	<u>-.37</u> *	<u>.21</u>	<u>.21</u>	53	<u>.34</u> *	<u>-.28</u> *	<u>.21</u>	<u>-.10</u>
~ organische stikstof	111	<u>.15</u>	<u>.10</u>	<u>-.17</u>	<u>.22</u> *	51	<u>-.31</u> *	<u>-.11</u>	<u>-.39</u> **	<u>.53</u> ***	44	<u>-.20</u>	<u>-.41</u> **	<u>.13</u>	<u>.25</u>	53	<u>.10</u>	<u>-.19</u>	<u>.17</u>	<u>-.17</u>
~ ammonium	111	<u>.00</u>	<u>.08</u>	<u>-.14</u>	<u>.34</u> ***	51	<u>.26</u>	<u>.18</u>	<u>.08</u>	<u>.17</u>	44	<u>.18</u>	<u>-.02</u>	<u>.30</u>	<u>.11</u>	53	<u>.44</u> **	<u>-.10</u>	<u>.10</u>	<u>.02</u>
~ nitraat	111	<u>-.14</u>	<u>-.11</u>	<u>.16</u>	<u>-.26</u> **	51	<u><</u>													

Fytobenthosmaatlaten voor beken en rivieren

Groep variabele	Typen 13-15 (SA, n=51)				Type 13 en 13I (n=44)				Typen R17, R18 (SR, n=53)				Typen R7, R8, R8I, R16 (GR, n=111)							
	n	As1	As2	As3	As4	n	As1	As2	As3	As4	n	As1	As2	As3	As4	n	As1	As2	As3	As4
<i>Diversiteit</i>																				
aantal soorten	51	,03	-,48 ***	-,07	,21	44	,25	,09	-,13	,31 *	53	-,04	,00	-,33 *	-,04	111	-,05	-,15	,37 ***	,16
dominantie	51	-,05	,38 **	-,19	,13	44	-,19	-,34 *	,12	,13	53	,07	-,14	,22	-,07	111	-,14	,32 ***	-,34 ***	-,17
<i>Gilden</i>																				
hoog profiel	51	,07	,24	,25	,06	44	-,06	,15	,26	-,06	53	,35 *	,28 *	-,17	,21	111	-,68 ***	-,40 ***	-,23 *	,16
laag profiel	51	-,20	-,17	-,04	-,22	44	-,19	,12	-,28	-,28	53	-,07	-,16	-,06	-,34 *	111	,61 ***	-,03	,30 **	,38 ***
kruipend	51	-,09	-,59 ***	-,32 *	,22	44	,23	-,22	-,23	,28	53	,01	,17	-,08	-,14	111	,10	,29 **	,29 **	-,33 ***
<i>Ecologische indicatiegetallen</i>																				
zuurgraad	51	,25	,52 ***	-,62 ***	,25	44	,08	-,85 ***	,16	,21	53	,16	-,09	-,20	,11	111	,04	-,57 ***	,38 ***	,08
zoutgehalte	51	,28	,54 ***	-,50 ***	,30 *	44	,14	-,74 ***	,34 *	,15	53	,46 ***	,00	,19	-,22	111	-,10	,78 ***	-,11	-,21 *
org. geb. stikstof	51	,59 ***	,05	-,22	-,13	44	,57 ***	-,28	-,21	-,30 *	53	,21	,11	,01	,06	111	-,40 ***	-,25 **	-,10	,28 **
zuurstof	51	,35 *	,08	-,17	,24	44	,33 *	-,24	,07	-,19	53	,33 *	,14	-,34 *	,13	111	-,08	-,46 ***	,11	,53 ***
saprobie	51	,34 *	-,24	-,59 ***	,15	44	,44 **	-,57 ***	-,22	-,19	53	,27 *	,35 *	,02	,13	111	-,51 ***	,24 *	-,12	,28 **
trofie	51	,64 ***	,27	-,59 ***	,08	44	,55 ***	-,73 ***	,03	-,10	53	,49 ***	-,11	-,05	-,01	111	-,04	,47 ***	,03	,46 ***
vocht	51	-,38 **	-,73 ***	-,19	,08	44	-,09	,06	-,55 ***	,19	53	-,60 ***	,21	-,07	,10	111	,00	,58 ***	-,05	-,31 ***
<i>Kwaliteitsgetallen</i>																				
IPS	51	-,43 **	,08	,50 ***	-,15	44	-,46 **	,51 ***	,08	,16	53	-,41 **	-,23	,05	-,07	111	,22 *	-,85 ***	,06	-,03
IPS-aangepast	51	-,11	-,02	,62 ***	-,19	44	-,13	,64 ***	,02	,24	53	-,38 **	-,18	,06	-,01	111	,21 *	-,86 ***	,09	,00
TI	51	,41 **	,20	-,66 ***	,33 *	44	,36 *	-,76 ***	,11	,10	53	,28 *	,25	-,25	-,09	111	-,04	,13	,09	-,22 *
TI-aangepast	51	,47 ***	,25	-,63 ***	,18	44	,40 **	-,75 ***	,00	,04	53	,36 **	,11	-,35 *	-,11	111	,00	,17	,04	-,08

Bijlage 13. Ordinatiediagrammen grote rivieren

Verklaring afkortingen taxa:

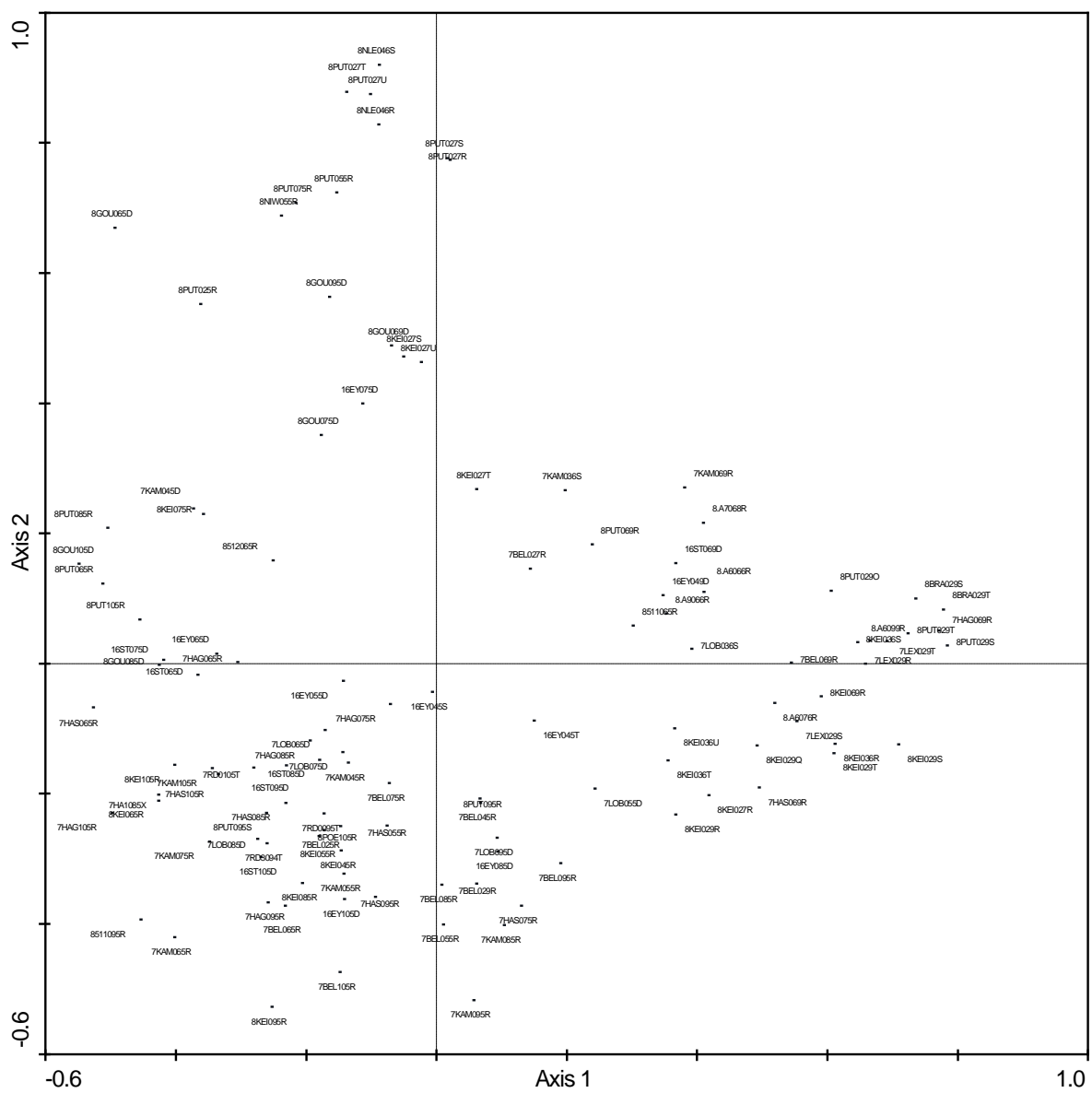
ACNAEUTR Achnanthydium eutrophilum ACNAMINU Achnanthydium minutissimum ACNASAPO Achnanthydium saphophilum AMRA Amphora AMRACOLU Amphora copulata AMRALIBY Amphora libyca AMRAPEDI Amphora pediculus ASRIFORM Asterionella formosa AUSEAMBI Aulacoseira ambigua AUSEGRAN Aulacoseira granulata AUSEITAL Aulacoseira italica BALAPAXI Bacillaria paxillifer CANEBACL Caloneis bacillum COONPEDI Cocconeis pediculus COONPLAC Cocconeis placentula COOP Coscinodiscophyceae CTENPULC Ctenophora pulchella CYCLDUBI Cyclostephanos dubius CYCLINVI Cyclostephanos invisitatus CYTEATOM Cyclotella atomus CYTECOST Cyclotella costei CYTEGLOM Cyclotella glomerata CYTEMENE Cyclotella meneghiniana DIADCONT Diademesis contenta DIAT Diatoma DIATPROB Diatoma problematica DIATTENU Diatoma tenuis DIATVULG Diatoma vulgaris DILLPSEU Discostella pseudostelligera ENCYPROT Encyonema prostratum ENCYSILE Encyonema silicicolum EOLIMINI Eolimna minima EOLISUBM Eolimna subminuscula FALLSUBH Fallacia subhamulata FISTSAPR Fistulifera saphophila FRAGCAPC Fragilaria capucina [1] FRAGMESO Fragilaria mesolepta FRAGPERM Fragilaria perminuta FRAGRADI Fragilaria radians FRAGRUMF Fragilaria rumpens FRAGSOPO Fragilaria sopotensis FRAGVAUC Fragilaria vaucheriae FRIO Fragilariophyceae FRLA Fragilaria [1] GONEMINU Gomphonema minutum GONEOLIV Gomphonema olivaceum GONEPALG Gomphonema parvulum var. lagenula GONEPARV Gomphonema parvulum GONEPASA Gomphonema parvulum f. saphophilum GONEPUMI Gomphonema pumilum GONEPURI Gomphonema pumilum var. rigidum GYSISCIT Gyrodinium sciotoense KARACLEV Karayevia clevei KARAPLGE Karayevia ploenensis var. gessneri KARAPLOE Karayevia ploenensis KHAK Khakista LUTIGOEP Lenticula goepertiana LUTIMUTI Lenticula mutica LUTIVENT Lenticula ventricosa MAYAATPE Mayamaea atomus var. permitis MELOVARI Melosira varians NACU Naviculaceae NAVIANTO Navicula antonii NAVICRID Navicula cryptotenelloides NAVICRTE Navicula cryptotenella NAVICRYT Navicula cryptocephala [1] NAVIGREG Navicula gregaria NAVILANC Navicula lanceolata [1] NAVIRECE Navicula recens NAVITRIP Navicula tripunctata NAVIVENE Navicula veneta NITZ Nitzschia NITZAMPH Nitzschia amphibia NITZARCH Nitzschia archibaldii NITZBREV Nitzschia brevissima NITZBULN Nitzschia bulnheimiana NITZDIME Nitzschia dissipata var. media NITZDISS Nitzschia dissipata NITZFICO Nitzschia filiformis var. conferta NITZFILI Nitzschia filiformis NITZFONT Nitzschia fonticola NITZFRUS Nitzschia frustulum NITZINCO Nitzschia inconspicua NITZPACE Nitzschia paleacea NITZPAEA Nitzschia palea NITZRECT Nitzschia recta NITZSOBI Nitzschia sociabilis NITZSUTI Nitzschia subtilis OPEPMUTA Opephora mutabilis PLNOENGE Planothidium engelbrechii PLNOFREQ Planothidium frequentissimum PLNOFRMA Planothidium frequentissimum var. magnum PLNOLANC Planothidium lanceolatum PLNOROST Planothidium rostratum PSROBREV Pseudostaurisira brevistriata RHSPABBR Rhoicosphenia abbreviata SELL Sellaphora SELLPUPU Sellaphora pupula SKEL Skeletonema SKELPOTA Skeletonema potamos SKELSUBS Skeletonema subsalsum STDIHANT Stephanodiscus hantzschii STDINEOA Stephanodiscus neostraea STDIPARV Stephanodiscus parvus STDITENU Stephanodiscus tenuis STSICONS Staurosira construens STSIVENT Staurosira venter STURPINN Staurosirella pinnata SURIBRKU Surirella brebissonii var. kuetzingii SURIMINU Surirella minuta TABUFASC Tabularia fasciculata THSIANGU Thalassiosira angulata THSIGUIL Thalassiosira guillardii THSIPSEU Thalassiosira pseudonana ULNABICE Ulnaria biceps ULNAULNA Ulnaria ulna

Verklaring afkortingen monsters:

De eerste reeks van acht karakters na elk sterretje is de afkorting die is gebruikt in de diagrammen. De tweede string geeft het monster aan, volgens de lijst uit Bijlage 11.

7BEL025R R07-WD-BELFBVN-2002-5-R * 7BEL027R R07-WD-BELFBVN-2002-7-R * 7BEL029R R07-WD-BELFBVN-2002-9-R * 7BEL045R R07-WD-BELFBVN-2004-5-R * 7BEL055R R07-WD-BELFBVN-2005-5-R * 7BEL065R R07-WD-BELFBVN-2006-5-R * 7BEL069R R07-WD-BELFBVN-2006-9-R * 7BEL075R R07-WD-BELFBVN-2007-5-R * 7BEL085R R07-WD-BELFBVN-2008-5-R * 7BEL095R R07-WD-BELFBVN-2009-5-R * 7BEL105R R07-WD-BELFBVN-2010-5-R * 7HA1085X R07-HA-1103_01-2008-5-X * 7HAG065R R07-WD-HAGSN-2006-5-R * 7HAG069R R07-WD-HAGSN-2006-9-R * 7HAG075R R07-WD-HAGSN-2007-5-R * 7HAG085R R07-WD-HAGSN-2008-5-R * 7HAG095R R07-WD-HAGSN-2009-5-R * 7HAG105R R07-WD-HAGSN-2010-5-R * 7HAS055R R07-WD-HASST-2005-5-R * 7HAS065R R07-WD-HASST-2006-5-R * 7HAS069R R07-WD-HASST-2006-9-R * 7HAS075R R07-WD-HASST-2007-5-R * 7HAS085R R07-WD-HASST-2008-5-R * 7HAS095R R07-WD-HASST-2009-5-R * 7HAS105R R07-WD-HASST-2010-5-R * 7KAM036S R07-WD-KAMPN-2003-6-S * 7KAM045D R07-WD-KAMPN-2004-5-D * 7KAM045R R07-WD-KAMPN-2004-5-R * 7KAM055R R07-WD-KAMPN-2005-5-R * 7KAM065R R07-WD-KAMPN-2006-5-R * 7KAM069R R07-WD-KAMPN-2006-9-R * 7KAM075R R07-WD-KAMPN-2007-5-R * 7KAM085R R07-WD-KAMPN-2008-5-R * 7KAM095R R07-WD-KAMPN-2009-5-R * 7KAM105R R07-WD-KAMPN-2010-5-R * 7LEX029R R07-WD-LEKXVR-2002-9-R * 7LEX029S R07-WD-LEKXVR-2002-9-S1 * 7LEX029T R07-WD-LEKXVR-2002-9-S2 * 7LOB036S R07-WD-LOBPTN-2003-6-S * 7LOB055D R07-WD-LOBPTN-2005-5-D * 7LOB065D R07-WD-LOBPTN-2006-5-D * 7LOB075D R07-WD-LOBPTN-2007-5-D * 7LOB085D R07-WD-LOBPTN-2008-5-D * 7LOB095D R07-WD-LOBPTN-2009-5-D * 7RD0095T R07-RD-01_300-2009-5-T * 7RD0105T R07-RD-01_300-2010-5-T * 7RD3094T R07-RD-30_001-2009-4-T * 8.A6066R R08-RL-ALMB0006-2006-6-R * 8.A6076R R08-RL-ALMB0006-2007-6-R * 8.A6099R R08-RL-ALMB0006-2009-9-R * 8.A7068R R08-RL-ALMB0007-2006-8-R * 8.A9066R R08-RL-ALMB0039-2006-6-R * 8511065R R08-BD-510001-2006-5-R * 8511095R R08-BD-510001-2009-5-R * 8512065R R08-BD-510002-2006-5-R * 8BRA029S R08-WD-BRAKL-2002-9-S1 * 8BRA029T R08-WD-BRAKL-2002-9-S2 * 8GOU065D R08-WD-GOUDVH-2006-5-D * 8GOU069D R08-WD-GOUDVH-2006-9-D * 8GOU075D R08-WD-GOUDVH-2007-5-D * 8GOU085D R08-WD-GOUDVH-2008-5-D * 8GOU095D R08-WD-GOUDVH-2009-5-D * 8GOU105D R08-WD-GOUDVH-2010-5-D * 8KEI027R R08-WD-KEIZVR-2002-7-R * 8KEI027S R08-WD-KEIZVR-2002-7-S * 8KEI027T R08-WD-KEIZVR-2002-7-S1 * 8KEI027U R08-WD-KEIZVR-2002-7-S2 * 8KEI027V R08-WD-KEIZVR-2002-7-S3 * 8KEI029R R08-WD-KEIZVR-2002-9-R2 * 8KEI029S R08-WD-KEIZVR-2002-9-S1 * 8KEI029T R08-WD-KEIZVR-2002-9-S2 * 8KEI036R R08-WD-KEIZVR-2003-6-R * 8KEI036S R08-WD-KEIZVR-2003-6-S1 * 8KEI036T R08-WD-KEIZVR-2003-6-S2 * 8KEI036U R08-WD-KEIZVR-2003-6-S3 * 8KEI045R R08-WD-KEIZVR-2004-5-R * 8KEI055R R08-WD-KEIZVR-2005-5-R * 8KEI065R R08-WD-KEIZVR-2006-5-R * 8KEI069R R08-WD-KEIZVR-2006-9-R * 8KEI075R R08-WD-KEIZVR-2007-5-R * 8KEI085R R08-WD-KEIZVR-2008-5-R * 8KEI095R R08-WD-KEIZVR-2009-5-R * 8KEI105R R08-WD-KEIZVR-2010-5-R * 8NIW055R R08-WD-NIWPBTN-2005-5-R * 8NLE046R R08-WD-NLKD953-2003-6-R * 8NLE046S R08-WD-NLKD953-2003-6-S * 8POE105R R08-WD-POEDRN-2010-5-R * 8PUT025R R08-WD-PUTTHK-2002-5-R * 8PUT027R R08-WD-PUTTHK-2002-7-R * 8PUT027S R08-WD-PUTTHK-2002-7-S1 * 8PUT027T R08-WD-PUTTHK-2002-7-S2 * 8PUT027U R08-WD-PUTTHK-2002-7-S3 * 8PUT029R R08-WD-PUTTHK-2002-9-R * 8PUT029S R08-WD-PUTTHK-2002-9-S1 * 8PUT029T R08-WD-PUTTHK-2002-9-S2 * 8PUT055R R08-WD-PUTTHK-2005-5-R * 8PUT065R R08-WD-PUTTHK-2006-5-R * 8PUT069R R08-WD-PUTTHK-2006-9-R * 8PUT075R R08-WD-PUTTHK-2007-5-R * 8PUT085R R08-WD-PUTTHK-2008-5-R * 8PUT095R R08-WD-PUTTHK-2009-5-R * 8PUT095S R08-WD-PUTTHK-2009-5-S * 8PUT105R R08-WD-PUTTHK-2010-5-R * 16EY045S R16-WD-EIJSPTN-2004-5-S1 * 16EY045T R16-WD-EIJSPTN-2004-5-S2 * 16EY049D R16-WD-EIJSPTN-2006-9-D * 16EY055D R16-WD-EIJSPTN-2005-5-D * 16EY065D R16-WD-EIJSPTN-2006-5-D * 16EY075D R16-WD-EIJSPTN-2007-5-D * 16EY085D R16-WD-EIJSPTN-2008-5-D * 16EY105D R16-WD-EIJSPTN-2010-5-D * 16ST065D R16-WD-STEVWT-2006-5-D * 16ST069D R16-WD-STEVWT-2006-9-D * 16ST075D R16-WD-STEVWT-2007-5-D * 16ST085D R16-WD-STEVWT-2008-5-D * 16ST095D R16-WD-STEVWT-2009-5-D * 16ST105D R16-WD-STEVWT-2010-5-D *

PCA monsters



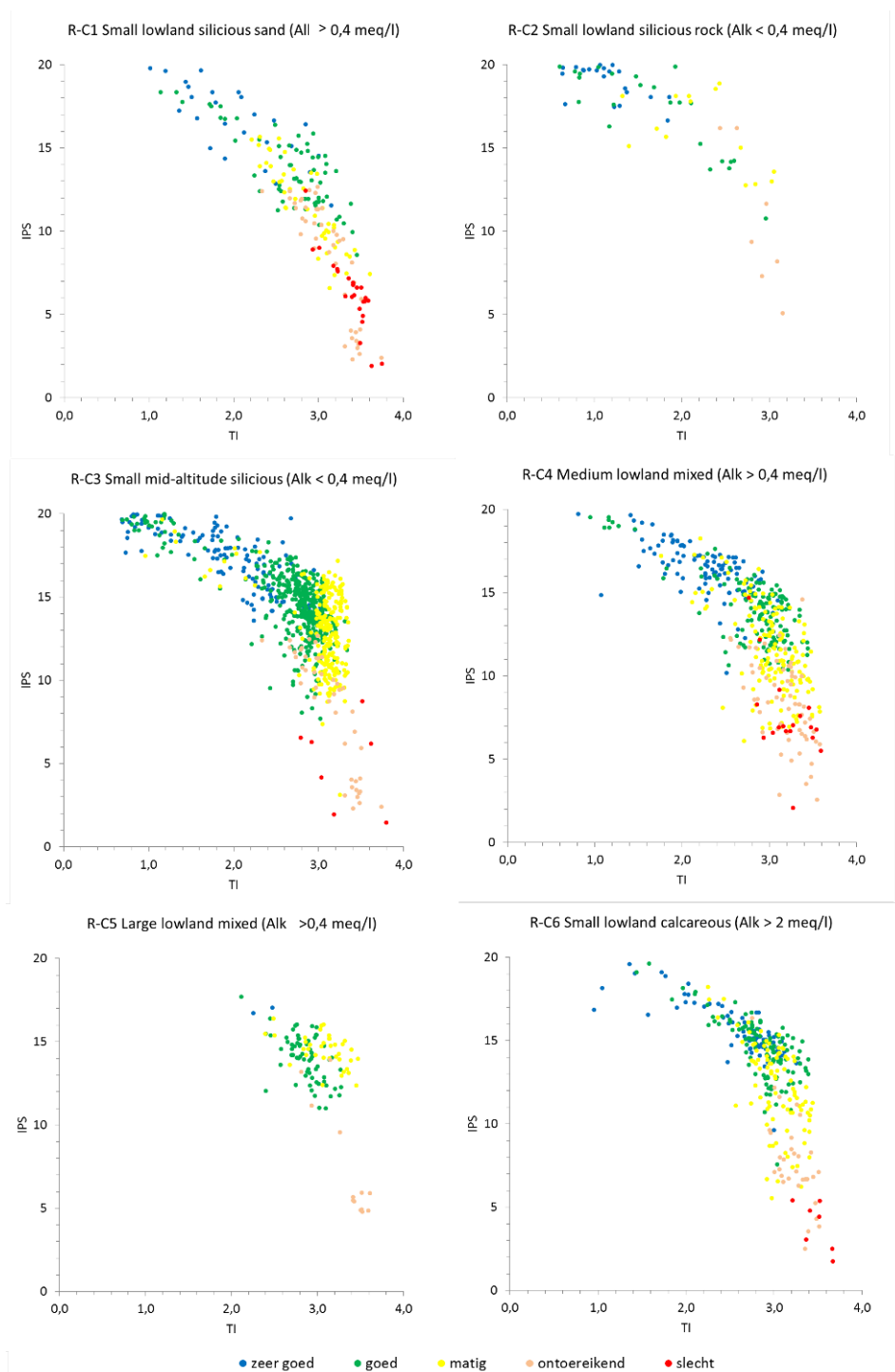
Bijlage 14. Correlaties geselecteerde chemische variabelen met biologische kenmerken

Van alle chemische variabelen zijn zomerhalfjaargemiddelden genomen. Een * achter de naam van de variabele duidt aan dat deze logaritmisches is getransformeerd. AS = aantal taxa, Dom = dominantiepercentage, HP = hoog profiel, LP = laag profiel, KR = kruipend, R – M zie Bijlage 4, adj = aangepast Significanties: *** = p ≤ 0,001, ** = p ≤ 0,01, * = p ≤ 0,05.

(Hoofd-) type	Variabele	Aantal monsters	Diversiteit		Gilde			Ecologische indicatiegetallen							Kwaliteitsgetallen			
			AS	Dom	HP	LP	KR	R	H	N	O	S	T	M	IPS	IPS-adj	TI	TI-adj
<i>Grote rivieren (R16, R07, R08, R08I)</i>																		
	zuurgraad (pH)*	113	-,08	,18	-,13	,02	,13	-,12	,17	-,11	-,14	-,06	,00	,11	-,08	-,10	-,02	-,01
	alkaliniteit*	49	-,06	,00	-,07	,17	-,32 *	-,22	-,29 *	,01	,04	-,07	,06	-,01	,13	,10	-,28 *	-,26
	sulfaat*	113	,21 *	-,12	-,06	-,06	,28 **	-,03	,36 ***	-,10	-,16	,05	-,04	,20 *	-,25 **	-,22 *	,24 *	,19 *
	ammonium*	113	,03	-,14	,11	,14	-,29 **	,03	,00	,18	,25 **	,24 *	,31 ***	-,12	-,12	-,10	,06	,14
	nitraat*	111	,22 *	-,24 *	,11	-,16	,22 *	,10	,03	,30 **	,05	,27 **	-,06	,04	-,12	-,08	,31 ***	,18
	orthofosfaat*	113	,20 *	-,17	,10	,06	,09	,15	-,06	,23 *	,15	,22 *	,10	,00	-,12	-,09	,27 **	,25 **
	totaal-fosfaat*	113	,26 **	-,24 **	,25 **	,01	,00	,13	-,04	,28 **	,26 **	,33 ***	,12	-,08	-,11	-,08	,17	,18
	cadmium (ongef.)*	106	,13	-,15	,05	,20 *	-,04	,18	-,04	,19 *	,37 ***	,32 ***	,28 **	-,10	-,13	-,09	,30 **	,35 ***
	koper (ongef.)*	110	,26 **	-,21 *	-,11	,03	,33 ***	,06	,35 ***	-,18	-,13	,04	,06	,18	-,25 **	-,24 *	,23 *	,14
	zink (ongef.)*	110	,31 **	-,31 **	,12	,17	,06	,16	,07	,06	,19	,15	,13	-,06	-,15	-,11	,18	,19 *
<i>Snelstromende, kalkarme beken en riviertjes (R13, R13I, R14, R15, R15I)</i>																		
	zuurgraad (pH)	51	-,16	,39 **	,08	-,14	-,29 *	,74 ***	,66 ***	,34 *	,41 **	,35 *	,68 ***	-,48 ***	-,39 **	-,46 ***	,62 ***	,61 ***
	alkaliniteit*	43	,00	,39 **	-,07	-,13	,09	,78 ***	,65 ***	,33 *	,30	,55 ***	,68 ***	-,18	-,45 **	-,56 ***	,68 ***	,65 ***
	sulfaat*	51	-,27	,44 **	-,15	,06	-,32 *	,62 ***	,46 ***	,38 **	,39 **	,25	,63 ***	-,41 **	-,19	-,16	,47 ***	,51 ***
	ammonium*	51	,01	-,13	,31 *	-,37 **	,07	,18	,26	,17	,04	,00	,18	-,28 *	-,16	,05	,21	,33 *
	nitraat*	51	,12	-,17	-,17	,15	,26	-,56 ***	-,47 ***	-,21	-,13	-,25	-,56 ***	,43 **	,26	,24	-,56 ***	-,53 ***
	orthofosfaat*	51	-,23	,34 *	-,15	,20	-,07	,51 ***	,36 **	,04	,20	,25	,42 **	-,12	-,26	-,41 **	,43 **	,39 **
	totaal-fosfaat*	51	-,14	,30 *	-,17	,05	,01	,61 ***	,60 ***	,33 *	,49 ***	,53 ***	,69 ***	-,13	-,56 ***	-,68 ***	,68 ***	,62 ***
<i>Snelstromende bovenlopen op zand (R13, R13I)</i>																		
	zuurgraad (pH)	44	,06	,30 *	-,01	-,14	,02	,68 ***	,61 ***	,25	,37 *	,51 ***	,63 ***	-,22	-,44 **	-,57 ***	,63 ***	,57 ***
	alkaliniteit*	41	,02	,38 *	-,15	-,06	,14	,78 ***	,65 ***	,28	,28	,55 ***	,67 ***	-,08	-,44 **	-,57 ***	,68 ***	,65 ***
	sulfaat*	44	-,06	,34 *	-,31 *	,10	,07	,52 ***	,37 *	,30 *	,34 *	,46 **	,56 ***	,08	-,22	-,26	,48 ***	,46 **
	ammonium*	44	,11	-,21	,20	-,25	,24	,10	,24	-,01	-,02	-,07	,11	-,19	-,14	,04	,16	,28
	nitraat*	44	,00	-,09	-,14	,17	,09	-,50 ***	-,41 **	-,13	-,08	-,34 *	-,51 ***	,33 *	,27	,28	-,54 ***	-,49 ***
	orthofosfaat*	44	-,16	,34 *	-,13	,16	,05	,58 ***	,45 **	,02	,18	,35 *	,43 **	-,07	-,29	-,48 **	,50 ***	,47 **
	totaal-fosfaat*	44	-,05	,27	-,19	,02	,20	,61 ***	,63 ***	,34 *	,48 ***	,64 ***	,69 ***	,01	-,59 ***	-,73 ***	,71 ***	,66 ***
<i>Snelstromende, kalkrijke beken en riviertjes (R17, R18)</i>																		
	zuurgraad (pH)*	53	,09	,16	-,26	,09	,05	-,13	-,14	-,24	-,32 *	-,35 *	-,29 *	,07	,31 *	,29 *	-,20	-,20
	sulfaat*	53	,31 *	-,05	,19	,14	-,13	,48 ***	,46 ***	-,12	,16	,02	,49 ***	-,30 *	-,21	-,22	,21	,21
	ammonium*	53	-,31 *	,07	,24	-,15	,09	-,03	,32 *	,29 *	,24	,31 *	,22	-,34 *	-,34 *	-,37 **	,20	,31 *
	nitraat*	53	-,05	,15	-,44 ***	,31 *	,14	,11	,05	-,08	-,06	-,20	,09	,03	,10	,02	,04	,13
	orthofosfaat*	53	,00	,12	,09	,03	-,09	,29 *	,13	-,02	,30 *	-,01	,26	-,33 *	-,16	-,19	,25	,37 **
	totaal-fosfaat*	53	-,03	,12	,09	,06	-,10	,27 *	,18	,07	,36 **	,11	,38 **	-,36 **	-,26	-,30 *	,25	,39 **
	cadmium (ongef.)*	41	,12	,00	,10	,00	,31 *	-,07	,20	,11	,10	,03	,18	-,10	-,15	-,20	,32 *	,22
	koper (ongef.)*	42	-,09	-,01	,43 **	-,20	,13	,13	,41 **	,39 *	,48 **	,56 ***	,52 ***	-,38 *	-,62 ***	-,61 ***	,43 **	,40 **
	nikkel (ongef.)*	41	-,08	-,06	,43 **	-,44 **	,32 *	-,10	,14	,32 *	,45 **	,41 **	,04	-,19	-,45 **	-,45 **	,25	,23
	zink (ongef.)*	42	,01	-,21	,37 *	-,18	,43 **	,10	,31 *	,31 *	,44 **	,41 **	,23	-,13	-,43 **	-,49 **	,50 ***	,45 **

Bijlage 15. Kwaliteitsklassen Europese intercalibratie typen R-C1 – R-C6

In de grafieken zijn de relaties uitgezet voor de 2043 monsters uit die zijn gebruikt in de Central/Baltic GIG Phytobenthos Intercalibration Exercise (Kelly e.a. 2007). De kwaliteitsniveaus zijn volgens de maatlatten van de participerende lidstaten: Duitsland (53 monsters), België – Vlaanderen (80), België – Wallonië (467), Estland (65), Frankrijk (305), Ierland (51), Luxemburg (202), Nederland (153), Oostenrijk (519), Polen (0), Spanje (116) en Zweden (32),



Bijlage 16. Relaties IPS en TI met fosfaat in de Europese zeer grote rivieren

In de figuren hieronder zijn de relaties tussen enerzijds IPS en TI en anderzijds ortho- en totaal-fosfaat uitgezet van monsters uit de Very Large River Database (F. Schöll, pers. med.). De blauwe punten en lijnen betreffen monsters uit wateren met lage alkaliniteit (0,14 – 0,32, mediaan 0,26 meq/l), de groene punten en lijnen monsters uit wateren met matige tot hoge alkaliniteit (0,86 – 16, mediaan 2,7 meq/l). De zwarte lijnen zijn de regressielijnen van alle monsters uit de betreffende grafiek. Significanties: *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$.

Binnen de matig-hoog alkaliene wateren zijn de relaties zwak, maar door het grote aantal monsters toch wel significant. Binnen de laag-alkaliene wateren zijn de relaties sterker dan bij de matig-hoog alkaliene wateren.

