

KRW-proef: bomen in de Nederrijn-Lek en IJssel

Evaluatie 2014-2015



Brachycentrus subnubilus voor het eerst in de Rijntakken in Nederland (Wageningen 5 juni 2015)

KRW-proef: bomen in de Nederrijn-Lek en IJssel

Alexander Klink

**Hydrobiologisch Adviesburo Klink rapporten en
mededelingen nr. 139. April 2016 (HAK Project 493)
In opdracht van Rijkswaterstaat
Contactpersonen, Margriet Schoor, Prisca Duijn en Henk
van Rheede**

Inhoudsopgave

INHOUDSOPGAVE	I
SAMENVATTING	2
1. INLEIDING	4
2. MATERIAAL EN METHODEN	6
3. ANALYSE VAN DE GEGEVENS	10
4. DISCUSSIE	39
5. CONCLUSIES NA 1,5 JAAR ONDERZOEK	46
6. AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK	48
7. LITERATUUR.....	49
BIJLAGE 1. OVERZICHT VAN DE MONSTERS.....	51
BIJLAGE 2. OVERZICHT VAN KARAKTERISTIEKE EN EKR RELEVANTE SOORTEN.....	58

Samenvatting

In december 2013 is een proef gestart om bomen te verankeren in de grote rivieren met als doel:

- Hoe bomen op een veilige manier te verankeren zijn in het zomerbed van de rivier, een vistrap en een nevengeul. In Liefveld (2016) wordt hiervan een overzicht gegeven.
- Hoe bomen bemonsterd kunnen worden op macrofauna.
- In welke mate bomen een bijdrage kunnen leveren aan het vergroten van de biodiversiteit in de rivier.
- In hoeverre bomen kunnen bijdragen aan het verhogen van de KRW score (EKR).

In 2015 is de pilot rivierhout als KRW maatregel (Liefveld, 2016) evenals in 2014 gemonitord op macrofauna in Nederrijn-Lek (Wageningen, Everdingen en vistrap bij Maurik) en in de nevengeul bij Aersoltweerde in de IJssel. In voorjaar 2014 is gestart met het onderzoek van een boom in de vistrap bij Maurik. Vanaf het najaar van 2014 zijn de bomen bij Wageningen en Everdingen bemonsterd en vanaf het voorjaar van 2015 zijn ook de bomen in Aersoltweerde bemonsterd. De bemonstering heeft plaatsgevonden door takken af te borstelen (Everdingen en vistrap), wortels af te borstelen (Aersoltweerde) of door een vooraf gemonteerd deel van de wortel of stam te demonteren en af te borstelen (Wageningen). Op alle locaties is geëxperimenteerd met een zuiger onder water.

Deze gegevens zijn apart verwerkt met als voornaamste conclusies:

- Bomen dragen wezenlijk bij aan de biodiversiteit van de macrofauna in de rivieren.
- Licht draagt significant bij aan een hogere EKR score op de bomen. Hierdoor is het aan te bevelen om bomen relatief ondiep te verankeren.
- Naarmate de bomen langer in de rivier liggen, neemt het aandeel mosselen (*Dreissena*) en slijkgarnalen (*Corophiidae*) significant toe. Voor broekstuk en takken neemt hierdoor ook de EKR af. Dit geldt niet voor de stam.
- De EKR van de voorjaarsmonsters scoren significant 0,5 hoger dan de monsters van het najaar. Om die reden is het raadzaam de macrofauna in het voorjaar te onderzoeken en de “voorjaarsbonus” te incasseren. De huidige MWTL bemonstering wordt in het najaar uitgevoerd.

Deze gegevens aangevuld met de MWTL dataset uit Nederrijn-Lek (vanaf 2002) en IJssel vanaf 1976 geven aan dat:

- Het aantal karakteristieke soorten op bomen significant hoger is dan op stenen of op de bodem.
- De EKR score van de bomen niet afwijkt van die van de stenen en bodem.
- Het huidige aandeel van exoten verantwoordelijk kan worden gesteld voor de daling van de EKR met bijna 1 klasse: de “exotenmalus”.

Wordt de dataset verder uitgebreid met referentiegegevens van een meer natuurlijke situatie, dan blijkt dat:

- De Nederrijn-Lek en IJssel als gevolg van de aanpassingen ten behoeve van veiligheid en scheepvaart bijna de helft van hun oorspronkelijke biodiversiteit verloren hebben. Dit komt vooral tot uitdrukking in de veel lagere EKR score en een dramatische achteruitgang van kenmerkende en karakteristieke riviersoorten. Ook het aandeel exoten is vele malen hoger dan in de referentierivieren.

De kolonisatie van de bomen is een proces van weken tot maanden, waarbij het een komen en gaan is van verschillende soorten. Dit pioniersstadium kan worden doorbroken door de vestiging van mosselbanken (*Dreissena* soorten), die op hun beurt de ontwikkeling faciliteren van omvangrijke populaties slijkgarnalen. Hierdoor wordt de vestiging van andere soorten verstoord, waardoor de EKR sterk negatief wordt beïnvloed.

Licht heeft een sterk positieve invloed op de kwaliteit van de macrofauna. Hierdoor zijn ondiep in het water liggende takken een uitstekend substraat dat ook eenvoudig te bemonsteren is. Indien deze takken schaars dreigen te worden door veelvuldig afzagen, dan biedt de zuiger uitkomst, waarbij het hout alleen wordt schoon gezogen. Ook voor de bemonstering van stam en broek is de zuiger een goede methode.

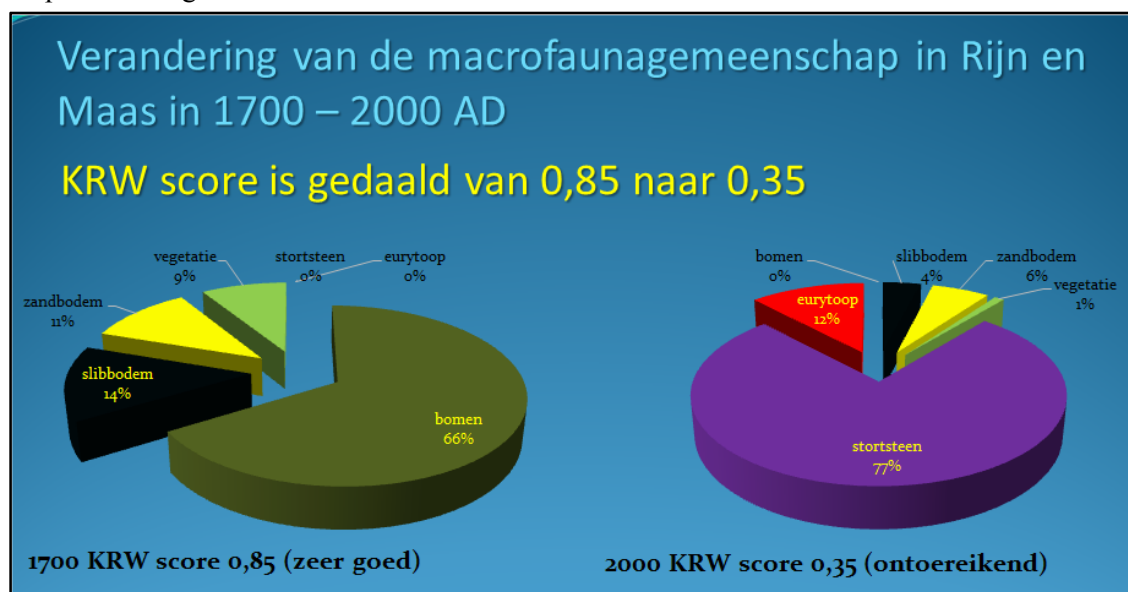
Aanbevelingen naar aanleiding van dit onderzoek zijn:

- Onderzoek naar de natuurlijke rekolonisatie vanuit bovenstroomse rivierdelen en het lokaliseren van bronpopulaties in Duitse zijrivieren van de Rijn.
- “Beboming” en monitoring van de onbevaarbare Grensmaas en de geulen achter de langsdammen in de vrij afstromende Waal.
- Donau onderzoeken op interactie tussen exoten en inheemse fauna, die daar al veel langer speelt en een doorkijk kan verschaffen in de toekomst van de Nederlandse rivieren. De exoten die in de Nederlandse rivieren domineren, worden beschouwd als inheems in de Donau, maar zijn van nature endemisch in het gebied rond de Zwarte en Kaspische Zee. In de eerste helft van de vorige eeuw hebben ze door de toegenomen scheepvaart de Hongaarse Donau gekoloniseerd, waarna ook het Duits-Oostenrijkse deel is ingenomen (bij de Vaate, 2003).

1. Inleiding

Uiterlijk 2027 moet al het oppervlakte- en grondwater in Nederland en de andere lidstaten in de EU schoon en ecologisch gezond zijn. Hiervoor is internationaal een (gevalideerd) beoordelingssysteem opgezet, dat eisen stelt aan de gehalten van verontreinigende stoffen en waarin ook de ecologie van het water wordt beoordeeld. In de meeste watertypen maken vissen, waterplanten en aquatische macrofauna (kleine waterdiertjes) onderdeel uit van de ecologische beoordeling, die wordt uitgedrukt in een schaal van 0 tot 1. De grens tussen goed en onvoldoende ligt bij 0,6 voor natuurlijke wateren en rond 0,5 bij sterk veranderde wateren. Uit de huidige resultaten van de monitoring van de macrofauna in de grote rivieren, blijkt dat de score ontoereikend is en als gemiddelde rond de 0,35 schommelt.

Klink (2014) maakt een vergelijking tussen de huidige situatie en die rond 1700, zoals blijkt uit paleo-ecologisch onderzoek.



Figuur 1. Veranderingen in de macrofauna van 1700 tot 2000. De situatie in 1700 is afgeleid uit resten van de macrofauna in oude rivierafzettingen (Klink, 1992) en de bijbehorende KRW score.

In de afgelopen 300 jaar is het hout uit de grote rivieren verdwenen en ligt er nu veel stortsteen. Het aandeel van de waterplanten was in 1700 gering (9%) en is in de huidige rivier verder gemarginaliseerd. Het aandeel van de macrofauna dat leeft op de bodem in het zand en slib is teruggelopen van 25% naar 10% en de soorten die zich overal weten te vestigen (eurytope soorten), hebben nu een aandeel van 12%, waar ze vroeger ontbraken. Naast de veranderingen in de habitats in de rivier hebben ook de verontreiniging en de scheepvaart (inclusief de aanpassingen ten behoeve van de scheepvaart, zoals de stuwen) er toe geleid dat de score op de KRW maatlat vanaf 1700 is gedaald van zeer goed (0,85) naar ontoereikend (0,35) in de huidige situatie. Deze score is berekend op basis van de gemiddelde EKR van monsters uit beide perioden. Deze getallen mogen dan ook niet vergeleken worden met de EKR scores van een waterlichaam omdat die door een andere weging tot stand komen.

Genoemde bevindingen hebben er toe bijgedragen dat in december 2013 een proef is gestart om bomen te verankeren in de Nederrijn-Lek met als doel om te onderzoeken:

- Hoe bomen op een veilige manier te verankeren zijn in het zomerbed van de rivier, een vistrap en een nevengeul. In Liefveld (2016) wordt hiervan een overzicht gegeven.
- Hoe bomen bemonsterd kunnen worden op macrofauna.
- In welke mate bomen een bijdrage kunnen leveren aan het vergroten van de biodiversiteit in de rivier.
- In hoeverre bomen kunnen bijdragen aan het verhogen van de KRW score (EKR).
- In hoeverre de diepteligging van de bomen van invloed is op de EKR.

Na het eerste onderzoekjaar (Klink, 2014) wordt vastgesteld dat mosselbanken op stenen, grote dichtheden van slijkgarnalen faciliteren, waardoor andere soorten worden weggeconcentreerd. Dit heeft een negatief effect op biodiversiteit en EKR. De mosselen die zich op de bomen hebben gevestigd zijn nog klein en vormen in dat stadium geen belemmering voor de biodiversiteit.

Er bestaat er nog onduidelijkheid over het deel van de boom dat het meest bijdraagt aan de biodiversiteit. Er is slechts een eenmalige vergelijking gemaakt tussen de takken, stam en broekstuk van een boom in de vistrap van Maurik. Daaruit komen niet significante verschillen, waarbij de takken relatief gunstig scoren.

Het is al wel duidelijk dat de hoogste EKR scores in het voorjaar worden gehaald. Ondanks aanbevelingen om de EKR monitoring in het voorjaar uit te voeren (Ohm et al., 2014), vindt in de praktijk de monitoring in het najaar plaats.

In het tweede onderzoekjaar (2015) is de monitoring voortgezet in Wageningen, Maurik (vistrap) en Everdingen. Een recent aangelegde nevengeul langs de IJssel bij Hattem (Aersoltweerde) is toegevoegd doordat ook daar (door SBB) bomen, met broekstuk, maar zonder takken, zijn aangebracht.

In dit rapport worden de gegevens van de onderzoekjaren 2014 en 2015 geanalyseerd. Deze gegevens worden in een groter perspectief geplaatst door ze te vergelijken met gegevens van meer natuurlijke rivieren in het buitenland en met oude Rivierafzettingen in Nederland (figuur 1). Vervolgens wordt deze dataset stapsgewijze beperkt tot de afzonderlijke locaties (Wageningen, Maurik, Everdingen en Aersoltweerde). Dit deel van de analyse geeft inzicht in de factoren die van invloed zijn op de EKR en die dus kunnen worden ingezet op deze score te verhogen.

Het tweede deel van de analyse van de gegevens is gewijd aan de biodiversiteit op de bomen en die van andere substraten.

In deel drie wordt aandacht besteed aan de kolonisatie van de bomen. Hierin wordt aandacht besteed aan het proces zelf en ook aan de bovenstaande voorbeeld van de mosselen en slijkgarnalen.

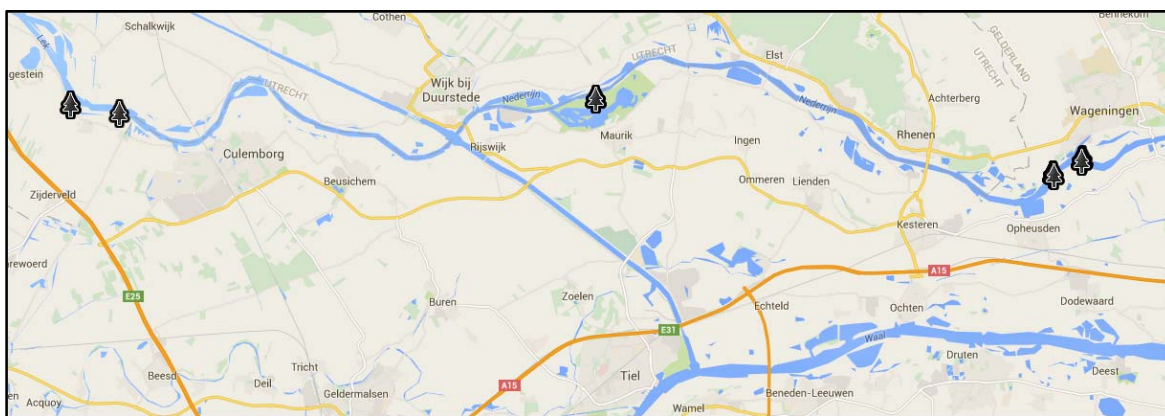
Tenslotte is er aandacht voor de verschillende onderdelen van de bomen en hoe deze kunnen worden bemonsterd.

In de discussie wordt vooral aandacht besteed aan de EKR score in dit project en welke groepen soorten bepalend zijn voor het al dan niet voldoen aan de ecologische kwaliteit die is vastgesteld in de KRW. Ook wordt kort het ecologische rendement van de bomen vergeleken met die van een nevengeul.

2. Materiaal en Methoden

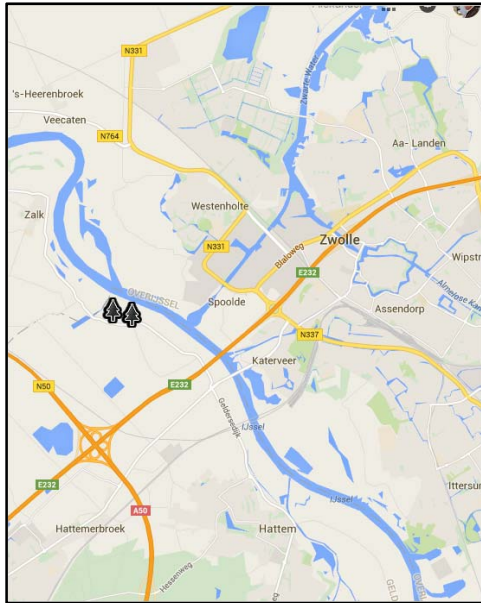
2.1. Onderzochte locaties

Een overzicht van de onderzochte locaties, wijze van verankering van de bomen en andere bijzonderheden staan in Liefveld (2016). In de Nederrijn-Lek zijn 2 locaties onderzocht, Wageningen en Everdingen. Bij Wageningen zijn 6 bomen in de rivier onderzocht. Deze bomen liggen in twee diepte raaien vanaf de ontgrondingskuilen achter de kribben, oplopend naar de ondiepe oever. Bij Everdingen is een boom onderzocht in een kribvak en één in de strang. Bij Maurik is een boom in de vistrap rond stuw Amerongen bemonsterd.



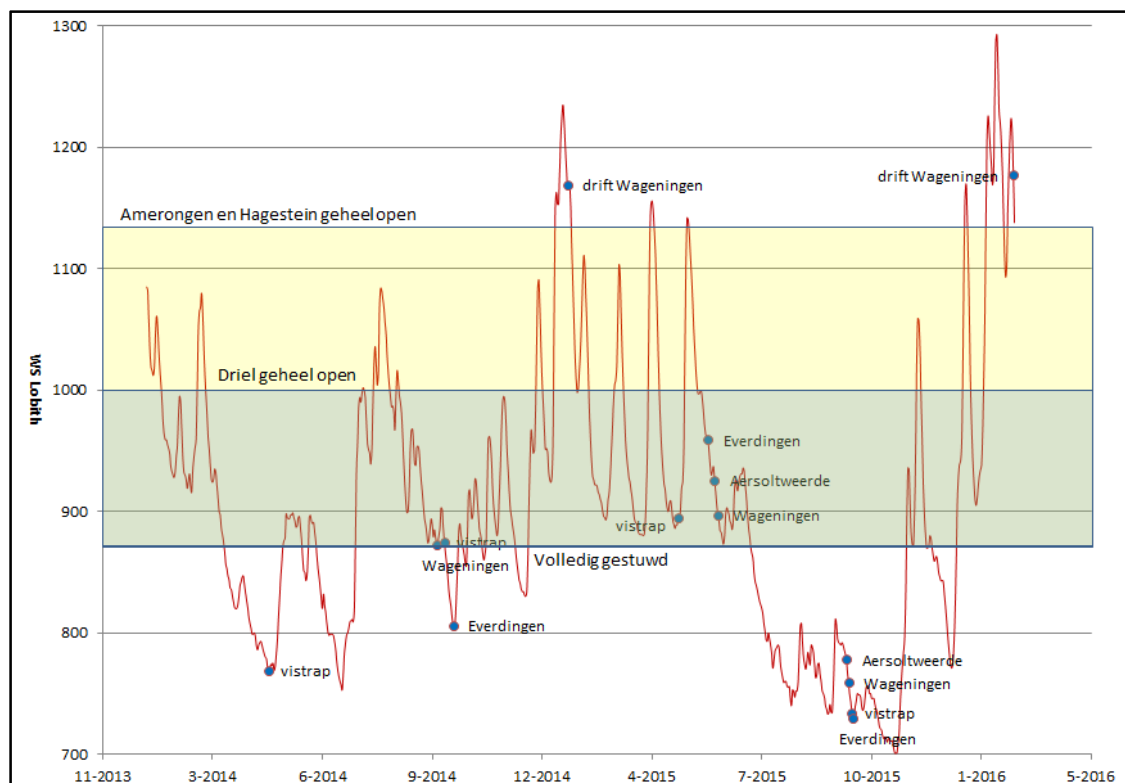
Figuur 2. Bemonsterde locaties in de Nederrijn-Lek bij Wageningen, Maurik (vistrap) en Everdingen (strang en kribvak). Periode 2014 – 2015.

In de IJssel tegenover Zwolle (figuur 3) zijn stam en broek van bomen in een nevengeul bemonsterd.



Figuur 3. Bemonsterde locatie in de nevengeul bij Aersoltweerde langs de IJssel tegenover Zwolle. Periode 2015.

2.2. Data van bemonstering



Figuur 4. Bemonsterde locaties in de Nederrijn-Lek bij Wageningen, Maurik (vistrap) en Everdingen (strang en kribvak) in relatie tot datum en waterstand bij Lobith.

In figuur 4 zijn voor de verschillende onderzoeklocaties de data van bemonstering afgezet tegen de waterstand in Lobith. Afhankelijk van de aanvoer van water, zijn drie stadia in de Nederrijn te onderscheiden (Rijkswaterstaat, 2013):

- $WS_{Lobith} \geq 1140$ cm: De Nederrijn-Lek stroomt vrij af en de stuwen Driel, Amerongen en Hagestein staan open en de afvoer bedraagt tenminste $635 \text{ m}^3/\text{s}$
- $WS_{Lobith} 1000$ cm: Stuw Driel staat geheel open en de stuwen van Amerongen en Hagestein zijn deels geopend. De afvoer bedraagt $435 \text{ m}^3/\text{s}$.
- $WS_{Lobith} \leq 865$ cm: Alles stuwen staan dicht en er gaat ca. $25 \text{ m}^3/\text{s}$ door de Nederrijn

In het najaar van 2014 is de bemonstering uitgevoerd rond het tijdstip dat de rivier volledig gestuwd was, na een periode van relatief hoge afvoer. In het voorjaar van 2015 is de bemonstering uitgevoerd na een periode met afvoerpiekjes en nog net in de periode voordat de rivier voor lange tijd volledig gestuwd wordt. In het najaar van 2015 ligt de bemonstering in een lange periode waarin de Nederrijn stagnant is. In januari 2015 en 29 februari 2016 zijn in Wageningen driftmonsters genomen om te zien of bij deze hogere afvoeren doelsoorten van bovenstrooms worden aangevoerd in meetbare aantallen. Deze resultaten worden elders gepresenteerd (Klink, in prep.)

2.3. Plaatsing en bemonstering van de bomen en andere substraten

Een overzicht van de plaatsing van de bomen wordt gegeven door Liefveld (2016) en een overzicht van de bemonsteringen staat in bijlage 1. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen:

- afborstelen van takken
- zuigen
- prefab

Afborstelen: Onder water afzagen van takken en het afborstelen of afspuiten daarvan in een net (Maurik en Everdingen). Het afborstelen van de takken is overeenkomstig het RWS voorschrift voor de bemonstering van vast substraat (Naber, 2005) In het voorjaar van 2014 is ter oriëntatie een boom in zijn geheel uit de vistrap van Maurik getakeld en afgespoten.

Vroege Vogels heeft deze actie uitgezonden (<http://vara.nl/media/313793>).

Prefab is het demonteren, in een net boven water halen en afborstelen van vooraf gemonteerde delen van stam en broekstuk (zie Klink, 2014). Deze methode is alleen gehanteerd in Wageningen.

Zuigen is op verschillende locaties in 2015 experimenteel uitgevoerd met een persluchtflus met zuigstang



Foto 1. Duiker met zuigstang (Nieuwsbrief Bureau Waardenburg najaar 2015).

De evaluatie van deze bemonsteringen wordt besproken in hoofdstuk 5.

2.4. Behandeling van de monsters

Alle monsters zijn in het veld gefixeerd en in het lab gezeefd over een maaswijdte van 2 en 0,5 mm. Daarna zijn per fractie uitgezocht in een witte foto-ontwikkelbak met onderverlichting. De totale aantallen individuen per groep zijn geteld of geschat en een representatief aantal is zover mogelijk door gedetermineerd, in veel gevallen tot op soort.

De determinatieliteratuur, gebruikt voor het op naam brengen van de soorten macrofauna, is overeenkomstig de literatuur in Handboek Hydrobiologie (Bijkerk, 2010) en aanvullingen sindsdien verschenen in de macrofauna nieuwsbrief (Swarte, 2010 – 2016). Bijzondere soorten zijn opgenomen in de referentiecollectie van Hydrobiologisch Adviesbureau Klink. Ook is van een aantal soorten een voucher gemaakt voor de DNA biodiversiteit database van EIS-Naturalis.

2.5. Gebruikte computerprogrammatuur

De verzamelde gegevens zijn geanalyseerd met de volgende computerprogramma's:

- Excel (2010) voor de voorbereiding van de analyses met CANOCO, SPSS en QBWat. Daarnaast zijn hiermee grafieken gemaakt en statistische berekeningen uitgevoerd.
- Excel (2010) is toegepast voor het maken van tabellen en grafieken en het verwerken van de, hieraan ten grondslag liggende gegevens.
- QBWat (5.32) is gebruikt voor het berekenen van de EKR scores en de indeling in EPT families (Ephemeroptera, Plecoptera Trichoptera respectievelijk Eendagsvliegen, Steenvliegen en Kokerjuffers), positief en negatief dominante en kenmerkende soorten voor het waterlichamen R7.
- CANOCO (5.03) is gebruikt voor het maken van multivariate analyses tussen soorten, monsterpunten en milieuvariabelen. De aantallen van de soorten per monster zijn $\ln(n+1)$ getransformeerd. Voor de afzonderlijke bestanden uit dit project zijn de abundanties eerst omgerekend naar dichtheden (/m²) en vervolgens $\ln(n+1)$ getransformeerd. Dit programma, in combinatie met Power Point (2010) is toegepast voor het maken van de ordinaatplots.
- IBM SPSS statistics (22) is gebruikt voor standaard statistische toetsen en berekenen van significanties.

3. Analyse van de gegevens

Deze gegevens uit dit onderzoek zijn aangevuld met andere gegevens van de Rijntakken en andere rivieren in het buitenland en verleden. Die andere gegevens zijn afkomstig van een database bestaande uit ca. 3000 monsters uit grote rivieren in Europa. Hieruit is een selectie gemaakt van in totaal 555 monsters afkomstig van de Nederrijn-Lek en IJssel, Seine en Tisza, paleo-monsters en monsters van hoogwaterpoelen. Ook zijn hierin opgenomen de monsters van het onderzoek naar effecten van oeververdediging in de Lek bij Everdingen en de Steenwaard (Wiggers et al., 2011) en 12 monsters van bakenbomen in de Maas (Klink, 2011).

Tabel 1. Selectie van gegevens voor analyse.

	Alle data	Alle data Nederland	Hout Nederland	Bomen Rijntakken	Bomen Wageningen	Bomen Everdingen	Bomen Aersoltweerde	Bomen vistrap Maurik
Categorie								
Paleo-monsters	26							
Hoogwaterpoelen	9							
Tisza	2							
Seine	29							
Nederrijn	46	46	2					
Lek	90	90	4					
IJssel	184	184	4					
Maas	12	12	12					
P Nederrijn	72	72	48	48	48			
P Lekkrib	15	15	11	11		11		
P Lekstrang	15	15	11	11		11		
P IJssel	32	32	14	14			14	
P vistrap	23	23	17	17				17
Totaal monsters	555	489	123	101	48	22	14	17
Totaal soorten	716	412	203	169	98	70	85	65

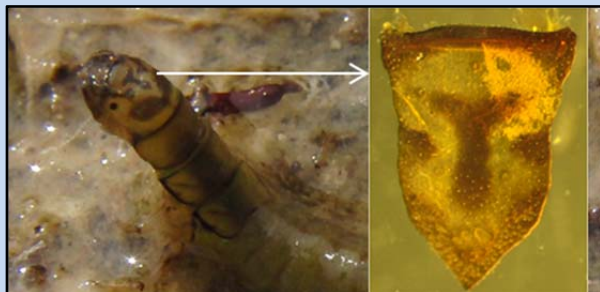
Oranje gekleurd zijn monsters van bomen en geel zijn monsters van losse takken (Tisza en Seine) of van rijkshoutschermen (Wiggers en Wolters, 2012 en 2013). De overige monsters zijn van andere substraten (zand/slib, stenen of planten) of mengmonsters hiervan. De categorieën met groene letters hebben betrekking op dit onderzoek (P staat voor Project).

Dit uitgangbestand is opgebouwd uit:

- Paleo monsters (26 x) bestaande uit resten van de macrofauna in oude rivierafzettingen van de voormalige Bovenrijn, Merwede, Nederrijn en IJssel. De leeftijd van de afzettingen varieert van ca. 50 jaar tot 5000 jaar.

Paleo-monsters: Monsters van oude rivierafzettingen bestaande uit klei, slib en zand met daarin herkenbare resten van de macrofauna. Als de bodemafzetting wordt gedateerd, geven deze resten een beeld van de macrofaunagemeenschap in die periode.

Van de kokerjuffer *Hydropsyche excocellata* foto blijft na eeuwen in de bodem het driehoekige kopschild (inzet) over, waaraan deze soort te determineren is.



- Hoogwaterpoelen (9). Deze monsters zijn voornamelijk afkomstig van zandige oeverwallen en rivierduinen langs de Waal, ontstaan zijn na de hoogwaterpiek van februari 1995.

Hoogwaterpoelen ontstaan na een hoogwater als de rivier kolken maakt in vooral zandige bodems. Naarmate de waterhoogte extremer wordt, neemt de drift van de macrofauna toe en kunnen grote aantallen bijzondere soorten in deze poelen worden afgezet.

Op de foto een hoogwaterpoel op het Millingerduin, die is ontstaan na het tophoogwater van februari 1995 (waterstand bij Lobith 16,66 m). Op de inzet een groot aantal kokerjuffers in de uitdrogende poel.



- Monsters (31) uit de Tisza (Hongarije, grootste zijrivier van de Donau en nauwelijks bevaren, 2 monsters) en de Seine met grote zijrivieren (niet bevaarbaar), representatief voor laaglandrivieren met een nog grotendeels natuurlijk karakter.
- Uit de Nederrijn-Lek en IJssel zijn respectievelijk 136 en 184 monsters geselecteerd. Deze zijn afkomstig van het reguliere meetnet in de omgeving van Wageningen, Remmerden, Steenwaard en Everdingen, de Steeg, Velp, Olst, Wijhe en Kampen, het NVO onderzoek bij Everdingen in 2006 (Duijts et al., 2006) en 2010 (Wiggers et al., 2011) en het onderzoek aan de rijshoutschermen (Wiggers en Wolters, 2012 en 2013). In de Maas zijn 12 monsters van bakenbomen opgenomen, die zijn onderzocht in de omgeving van Overasselt, Grave, Niftrik en Gewande (Klink, 2011).
- Projectmonsters (in groen aangegeven), zijn de monsters die tijdens dit project tot nu toe (2014 – 2015) zijn geanalyseerd in de Nederrijn bij Wageningen, in de vistrap van Maurik, in

de Lek bij Everdingen en in de IJssel in de nevengeul van Aersoltweerde (157 monsters waarvan 101 van bomen).

De paleo-monsters en die van hoogwaterpoelen zijn qua samenstelling en methodiek afwijkend van de overige monsters. De overige monsters van de Nederrijn-Lek en IJssel zijn op vergelijkbare wijze verwerkt als de huidige projectmonsters. Van 10 monsters van rijshoutdammen is de methodiek niet bekend, maar lijken qua soortsaamenstelling afwijkend te zijn behandeld.

Deze gegevens zijn op drie verschillende manieren geanalyseerd:

1. Berekening kengetallen van de reguliere monsters (ex. paleo-monsters en hoogwaterpoelen 524 monsters). Hierbij zijn de volgende kengetallen geselecteerd:
 - EKR
 - Shannon diversiteit
 - Aandeel exoten
 - Kenmerkende soorten voor de EKR. Dit zijn soorten die opgenomen zijn in het beoordelingsprogramma QBWat 5.32, en die meetellen in de EKR berekeningen.
 - Karakteristieke soorten zijn “echte” rivierbewoners (expert judgement auteur) die om verschillende redenen niet zijn opgenomen in de EKR berekening. Eén van de redenen is dat soorten tijdens dit onderzoek voor het eerst in Nederland zijn waargenomen. Een andere reden kan zijn dat databestanden niet volledig overeenkomen of verschillende specialisten andere opvattingen hebben. In dit onderzoek wordt aan deze soorten belang gehecht omdat ze wel indicatief zijn voor een goede ecologische situatie, maar in de EKR niet tot uitdrukking komen. Door ze in de analyse te betrekken komt er een indicator bij, die een indicatie kan afgeven of het de goede richting op gaat, ondanks dat andere kengetallen (zoals de EKR) niet veranderen.

Een overzicht van de kengetallen getallen staat in Bijlage 1.

2. Op de tweede plaats zijn deze gegevens (555 monsters) geanalyseerd met CANOCO Deze analyses vormen de basis voor inzicht in de factoren die samenhangen met de macrofaunagemeenschap en de daarvan afgeleide parameters als de EKR.
3. Daarna zijn de monsters van het project (157 monsters) geanalyseerd op de afzonderlijke kenmerkende en karakteristieke soorten, onderscheiden naar habitat.
4. Een analyse van de kolonisatie van de macrofauna op de bomen.
5. Tenslotte wordt aandacht besteed aan de wijze waarop een boom bemonsterd kan worden.

3.1. Biodiversiteit nu in relatie tot vroeger, in het buitenland en rekolonisatiepotentieel

Tabel 2. Diversiteit van de verschillende macrofauna-groepen in de paleo-monsters, hoogwaterpoelen en de onderscheiden rivieren.

Monstergroep		Hoogwater	Paleo	Seine + Tisza	IJssel	Nederrijn	Lek	Maas
Aantal monsters		9	26	31	216	118	120	12
Hydrozoa	poliepen	-	-	-	1	-	1	-
Turbellaria	platwormen	-	-	2	2	1	2	-
Neuroptera	gaasvliegen	1	-	3	2	1	1	-
Oligo/Polychaeta	borstelwormen	13	-	20	36	36	41	10
Mollusca	slakken en mosselen	2	5	38	34	25	30	17
Hydrachnidia	watermijten	13	-	17	19	14	14	2
Crustacea	kreeftachtigen	11	-	12	20	17	17	11
Chironomidae	dansmuggen	53	74	87	107	108	90	30
Hirudinea	bloedzuigers	8	-	10	7	3	4	-
Overige Diptera	overige muggen/vliegen	11	-	13	9	4	4	-
Ephemeroptera	eendagsvliegen	8	12	33	5	8	7	2
Odonata	libellen	5	-	7	5	1	-	2
Heteroptera	waterwantsen	6	1	11	6	3	3	1
Coleoptera	kevers	13	-	23	2	1	1	1
Trichoptera	kokerjuffers	17	26	35	16	12	12	3
Plecoptera	steenvliegen	1	1	4	-	-	-	-
Simuliidae	kriebelmuggen	1	4	9	-	-	-	-
Totaal aantal taxa		163	123	324	271	234	227	79
EKR gem/monster		0,52	0,69	0,74	0,32	0,31	0,28	0,41
Shannon diversiteit		2,8	2,9	2,3	1,8	2,0	2,1	1,9
		Geen herkenbare resten						
		Destijds niet herkend						

In tabel 2 wordt een aantal kenmerkende verschillen duidelijk tussen de huidige rivieren in Nederland en de situatie in het verleden (Paleo), in natuurlijker buitenlandse rivieren (Seine en Tisza) en rekolonisatiepotentieel (Hoogwater). Qua soortgroepen zijn grofweg 4 categorieën te onderscheiden:

- Extreem soortenarme groepen die geen duidelijke neergang vertonen (poliepen, platwormen en gaasvliegen) (**wit**)
- Veelal soortenrijke groepen, bestaande uit eurytope soorten, die in de huidige Nederlandse rivieren even goed vertegenwoordigd zijn als in de overige situaties. Tot deze groep behoren bijna alle andere niet insecten (borstelwormen, slakken en mosselen, watermijten, kreeftachtigen) en dansmuggen als enige groep insecten (**groen**)
- Soortenarme groepen met een relatief zwak voorkomen in de huidige Nederlandse rivieren (bloedzuigers en overige muggen/vliegen) (**geel**)
- Kwetsbare groep van alle overige insecten die sterk achteruit gegaan zijn in de huidige Nederlandse rivieren (eendagsvliegen, libellen, waterwantsen, kevers en kokerjuffers), of daar zelfs uit verdwenen lijken te zijn (steenvliegen en kriebelmuggen) (**rood**)

De EKR klasse: oranje = ontoereikend; geel = matig; groen = voldoende geeft aan dat alleen de paleomonsters en die van Seine en Tisza een voldoende scoren. De hoogwaterpoelen en de (bomen in de) Maas scoren matig. De Rijntakken hebben een ontoereikende score.

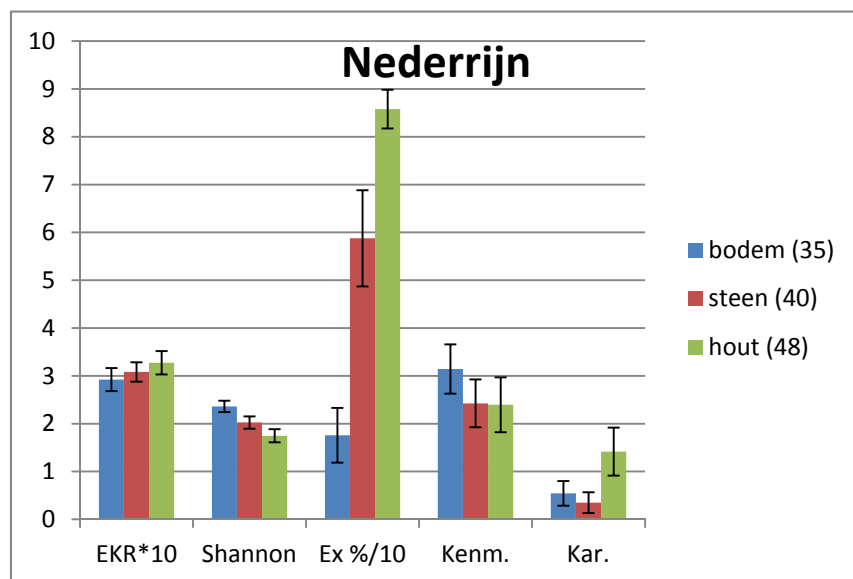
Vergelijken we de EKR score met die van de diversiteit, dan blijkt dat de standaardmonsters uit de Seine + Tisza met een hoge EKR, maar een marginaal hogere diversiteit hebben dan de monsters uit de Nederlandse rivieren. Dit aspect kwamen we ook al tegen bij de analyse van de rijshoutdammen. Een hogere soortenrijkdom, maar een lagere EKR. Hier wordt een cruciaal aspect duidelijk: De diversiteit in de Nederlandse rivieren is niet dramatisch laag ten opzichte van natuurlijkere rivieren, maar de soorten die hiervan deel uit maken zijn de “verkeerde” soorten. Deze soorten behoren niet tot de kenmerkende rivierbewoners, maar zijn eurytope soorten die ook in stagnante wateren voorkomen.

3.2. Kengetallen van reguliere macrofaunamonsters (excl. paleomonsters en hoogwaterpoelen)

3.2.1. Vergelijking habitat per riviertak

In iedere grafiek staan op de X-as de 5 kengetallen, waarbij de EKR vermenigvuldigd is met 10 en het aandeel exoten gedeeld is door 10 ($Ex\%/10$). De overige kengetallen zijn weergegeven in de oorspronkelijke schaal. In de legenda staat tussen haakjes het aantal monsters waarop de grafiek is gebaseerd. De schaalstreepjes geven het 95% betrouwbaarheidsinterval aan. Als de intervallen elkaar nergens overlappen, dan is het verschil tussen de gemiddelde waarden significant (95%).

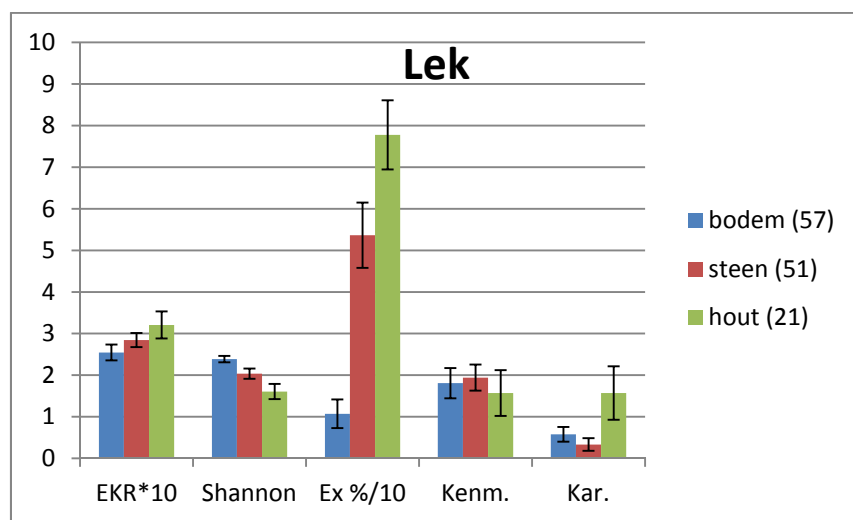
In de eerste 4 grafieken wordt per rivier (Nederrijn, Lek, IJssel en Vistrap) een overzicht gegeven van de kengetallen per habitat. De houtmonsters in de Nederrijn zijn van locatie Wageningen, en de vistrap bij Maurik. In de Lek de monsters bij Everdingen en in de IJssel de locatie Aersoltweerde. In de 5 daaropvolgende grafieken worden de kengetallen van de fauna op het hout weergegeven van de locaties Wageningen, Everdingen (kribvak en strang), vistrap en de referentie in Seine en Tisza.



Figuur 5. Kengetallen per habitat in de Nederrijn.

De EKR is vrijwel gelijk in de verschillende habitats. De Shannon diversiteit is het hoogste op de bodem en het laagste op de bomen. Het aandeel exoten is minder dan 20% op de bodem, ca. 60% op de stenen en 85% op de bomen. Het aantal voor de EKR kenmerkende soorten bedraagt gemiddeld 3 op de bodem en 2,5 op steen en hout. Het aantal karakteristieke soorten is laag ($\leq 0,5$) op bodem en stenen en iets hoger (1,5) op de bomen.

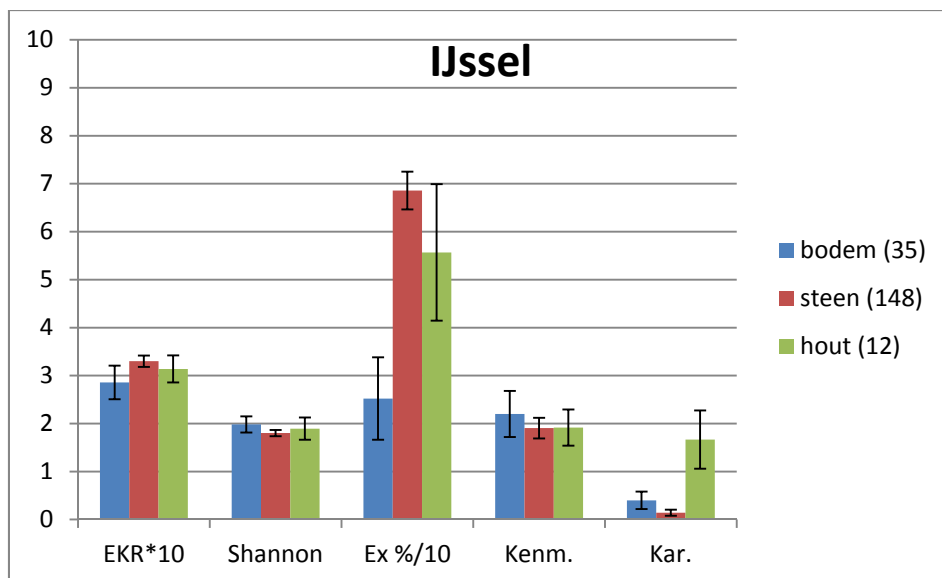
Significantie: Shannon diversiteit op de bodem hoger dan op stenen en hout. Aandeel exoten hoogst op hout, minder op stenen en laagst op bodem. Meer karakteristieke soorten op hout dan op bodem en stenen.



Figuur 6. Kengetallen per habitat in de Lek.

De EKR varieert van 0,26 – 0,32 op de verschillende habitats. De Shannon diversiteit is het hoogste op de bodem en het laagste op de bomen. Het aandeel exoten is ca. 10% op de bodem, ca. 50% op de stenen en 78% op de bomen. Het aantal voor de EKR kenmerkende soorten bedraagt 3 op de stenen en iets daaronder op de bodem en de bomen. Het aantal karakteristieke soorten is laag ($\leq 0,5$) op bodem en stenen en iets hoger (1,5) op de bomen.

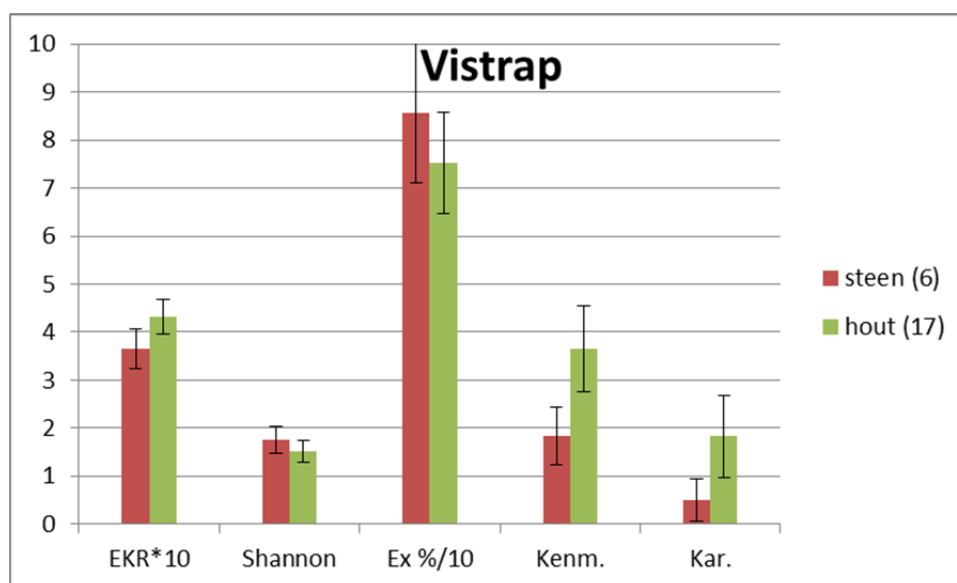
Significantie: EKR op de bomen hoger dan op de bodem. Shannon hoger op bodem dan op ander substraat en Shannon op stenen hoger dan op hout. Aandeel exoten hoogst op hout, minder op stenen en laagst op bodem. Meer karakteristieke soorten op hout dan op bodem en stenen.



Figuur 7. Kengetallen per habitat in de IJssel.

De EKR is vrijwel gelijk op in de verschillende habitats. De Shannon-diversiteit is in alle habitats ongeveer 2. Het aandeel exoten is 25% op de bodem, ca. 69% op de stenen en 56% op de bomen. Het aantal voor de EKR kenmerkende soorten bedraagt gemiddeld 2 op alle habitats. Het aantal karakteristieke soorten is verwaarloosbaar en iets hoger (1,7) op de bomen.

Significantie: Aandeel exoten het laagst op bodem. Meer karakteristieke soorten op hout dan op bodem en stenen.

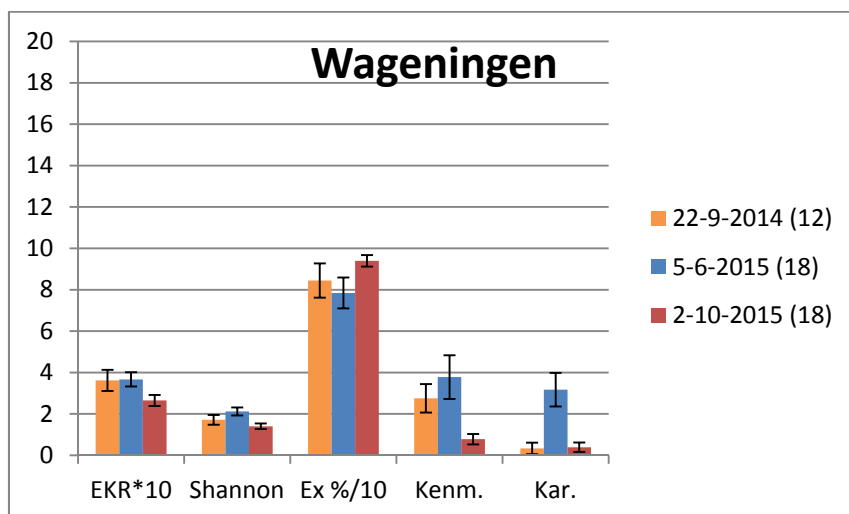


Figuur 8. Kengetallen per habitat in de vistrap bij Maurik.

In de vistrap zijn alleen stenen en hout bemonsterd. Een natuurlijke bodem ontbreekt. De EKR op de monsters van stenen bedraagt gemiddeld 0,36 en 4,3 op het hout. De Shannon diversiteit is op de stenen iets hoger dan op de bomen. Het aandeel exoten bedraagt 86% op de stenen en 75% op de bomen. Het aantal voor de EKR kenmerkende soorten bedraagt bijna 1,8 en het dubbele op de bomen. Het aantal karakteristieke soorten is laag (0,5) op de stenen en 1,8 op het hout.

Significantie: Meer kenmerkende en karakteristieke soorten op hout dan op de stenen.

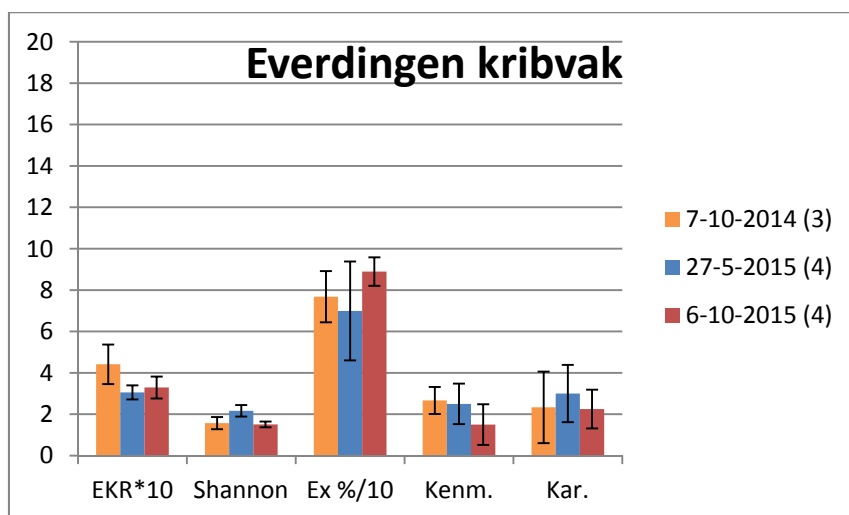
3.2.2. Vergelijking kengetallen monsters van hout in de tijd



Figuur 9. Kengetallen van monsters van de bomen in Wageningen.

De EKR is 0,36 in het najaar van 2014 en voorjaar 2015 en 0,26 in het najaar van 2015. De Shannon diversiteit ligt op of iets onder 2 in de verschillende perioden. Het aandeel exoten schommelt tussen 78 en 94%. Het aantal kenmerkende soorten stijgt aanvankelijk en bereikt in het najaar van 2015 een minimum (0,7). Het aantal karakteristieke soorten is zeer laag in najaar 2014 en 2015 (ca. 0,35) en is aanmerkelijk hoger (3,2) in het voorjaar van 2015.

Significantie: EKR van najaar 2015 is het laagst. Hetzelfde geldt voor het aantal kenmerkende soorten. Het aantal karakteristieke soorten is in het voorjaar van 2015 hoger dan in de andere perioden.

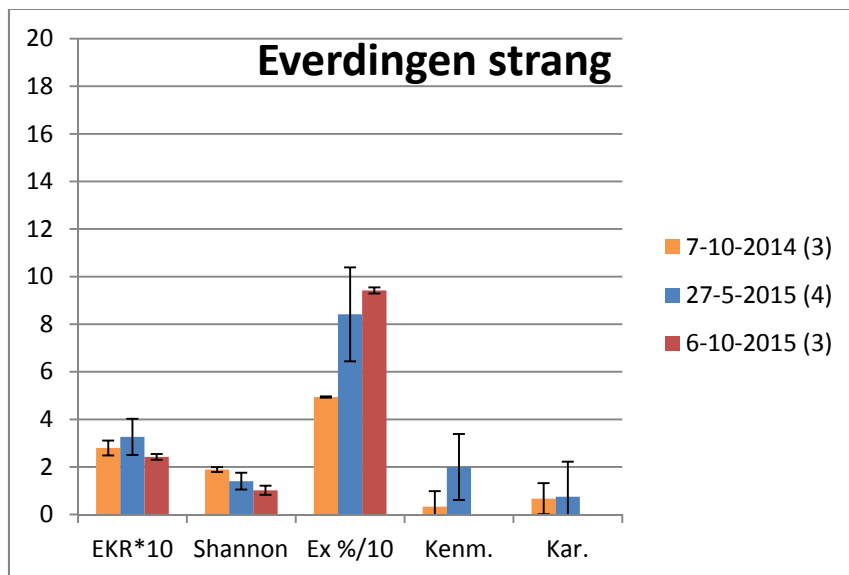


Figuur 10. Kengetallen van monsters van de bomen in het kribvak bij Everdingen.

De EKR is 0,44 in het najaar van 2014. In 2015 is de EKR ca. 3,1. De oorzaak van deze afname is een groot aantal, dat alleen in de eerste periode zijn aangetroffen. De Shannon-diversiteit schommelt rond 2 en het aandeel exoten rond 75%. Het aantal kenmerkende soorten bedraagt

aanvankelijk ca. 2,6, maar daalt tot 1,5 in het najaar van 2015. Het aantal karakteristieke soorten bedraagt ca. 2,3 in najaar 2014 en 2015 en 3 in het voorjaar van 2015.

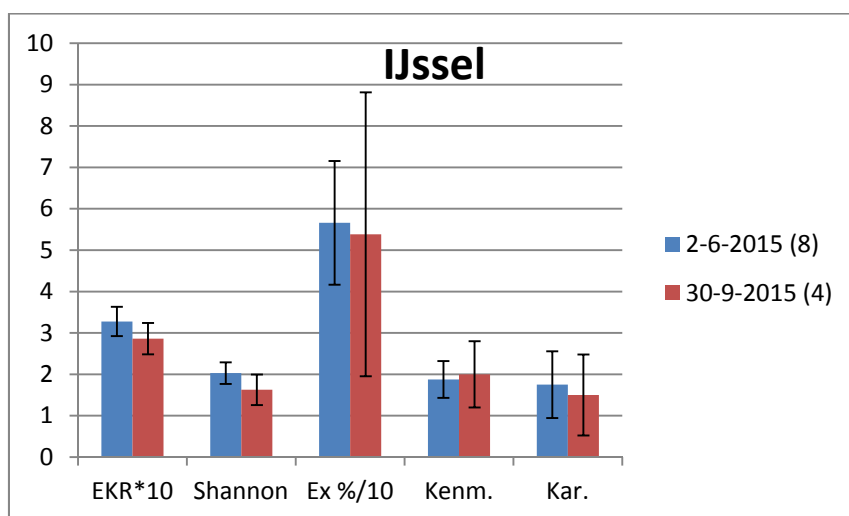
Significantie: EKR van voorjaar 2015 is het lager dan die in het najaar van 2014.



Figuur 11. Kengetallen van monsters van de bomen in de strang bij Everdingen.

De EKR varieert tussen 2,4 en 3,3. De Shannon diversiteit daalt van 1,9 naar 1,0 in de onderzoeksperiode. Het aandeel exoten stijgt van 49% naar 94%. Het aantal kenmerkende soorten is 2 in het voorjaar van 2015 en beduidend hoger dan daarvoor (0,3) of daarna (0). Het aantal karakteristieke soorten is ca. 0,7 in najaar 2014 en voorjaar 2015. In najaar 2015 zijn er geen karakteristieke soorten aangetroffen.

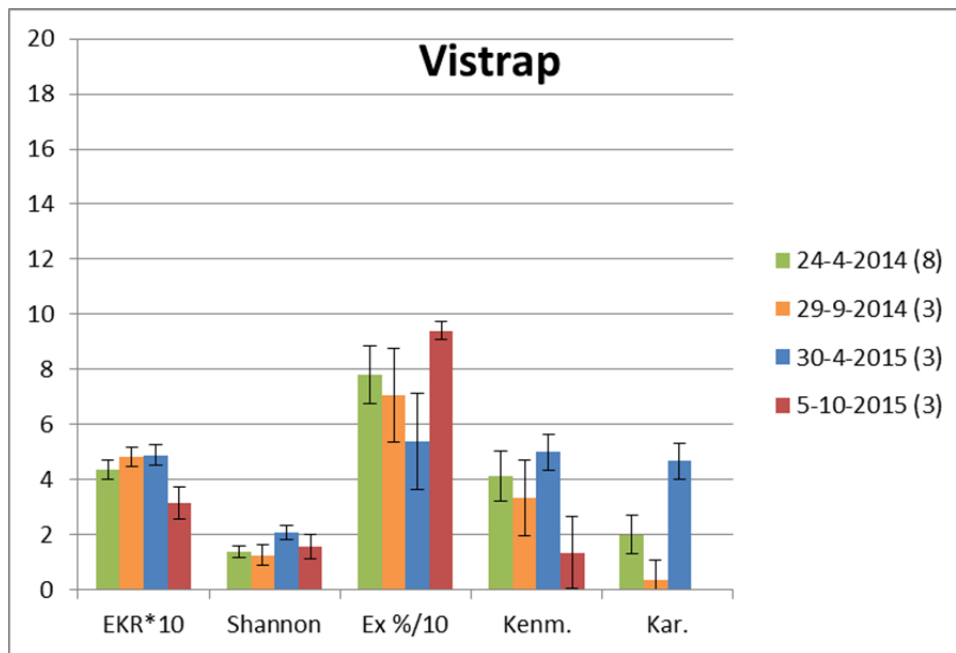
Significantie: EKR van najaar 2015 lager dan in het voorjaar van 2015. Shannon diversiteit in najaar van 2015 lager dan in het najaar van 2014. Aandeel exoten in het najaar van 2014 lager dan in de perioden daarna.



Figuur 12. Kengetallen van monsters van de bomen in de IJssel.

De EKR is 3,3 en 2,9. De Shannon diversiteit is 2,0 en 1,6. Het aandeel exoten ligt op ruim 50% en het aantal kenmerkende en karakteristieke soorten ligt op 1,5 – 1,9.

Significantie: geen.

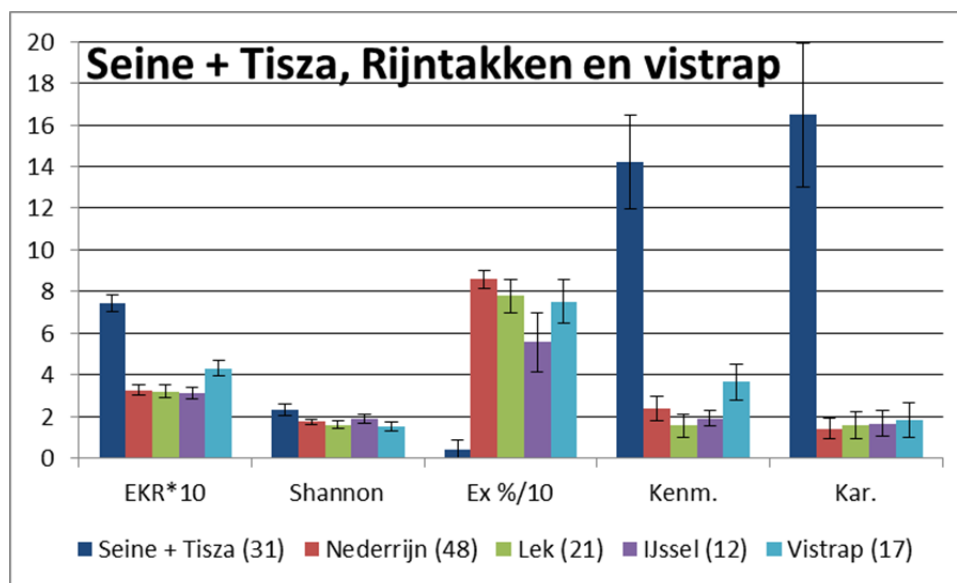


Figuur 13. Kengetallen van monsters van de bomen in de vistrap bij Maurik.

De EKR stijgt van 0,44 naar 0,49 om in het najaar van 2015 terug te zakken naar 0,31. De Shannon diversiteit fluctueert minder en heeft ook een maximum (2,0) in het voorjaar van 2015. Het aandeel exoten daalt naar 54% in het voorjaar van 2015 en stijgt daarna tot 94% in het najaar van 2015. Het aantal kenmerkende soorten stijgt naar 5 in het voorjaar van 2015 en daalt tot 1,3 in het najaar van 2015. Het aantal karakteristieke soorten bereikt eveneens een hoogtepunt (4,7) in het voorjaar van 2015 en zijn afwezig in het najaar van 2015.

Significantie: EKR najaar 2015 lager dan in de voorafgaande perioden. Aandeel exoten maximaal in najaar 2015. Kenmerkende soorten in najaar 2015 lager dan in voorjaar 2014 en 2015.

3.2.3. Vergelijking van kengetallen van houtmonsters tussen riviertakken



Figuur 14. Kengetallen van monsters van grof organisch materiaal in de Seine + Tisza, Rijntakken en vistrap.

De EKR van Seine en Tisza is goed met een gemiddelde van 0,74. De EKR van de Rijntakken fluctueert tussen 0,31 en 0,33. De vistrap heeft een EKR van 0,43. De Shannon diversiteit is in de Seine en Tisza gemiddeld 2,3 en in de Nederrijn en vistrap variërend van 1,5 – 1,9. Het aandeel exoten in Seine en Tisza bedraagt gemiddeld slechts 4% tegen 57 – 86% in de Nederlandse situatie. Het aantal kenmerkende soorten in Seine en Tisza bedraagt ruim 14 soorten. In de Lek is het aantal 1,6 en in de vistrap 3,6. Het aantal karakteristieke soorten in de Seine en Tisza is ruim 16, tegen < 2 in de Nederlandse monsters.

Significantie: De EKR in Seine en Tisza is hoger dan die in de Nederlandse rivieren. De EKR in de vistrap is hoger dan die in de Rijntakken zelf. De Shannon diversiteit in de Seine en Tisza is (net) hoger dan in de Nederlandse monsters. Het aandeel exoten in de Seine en Tisza is lager dan in de Nederlandse situatie en het aandeel exoten in de Nederrijn is hoger dan die in de IJssel. Het aantal kenmerkende en karakteristieke soorten in de Seine en Tisza is hoger dan in de Nederlandse monsters. Het aantal kenmerkende soorten in de vistrap is hoger dan in de Lek en IJssel.

3.2.4. Resumé kengetallen

Aandeel exoten op de bodem is significant minder dan op hout en stenen.

Aantal karakteristieke soorten op hout is significant hoger dan op stenen en de bodem

Aantal karakteristieke soorten in het voorjaar van 2015 het hoogst op de bomen in Wageningen en de vistrap.

De Seine en Tisza wijken enorm af van de Nederlandse monsters van de bomen door:

Een veel hogere EKR, veel minder exoten en een veelvoud aan karakteristieke en kenmerkende soorten. De Shannon diversiteit is marginaal (significant) hoger dan in de overige Nederlandse rivieren.

In de analyse van de kengetallen belichten we enkele parameters die betrekking hebben op de levensgemeenschap van de aangetroffen macrofauna. In de volgende paragraaf wordt een analyse gegeven van de samenhang tussen de levensgemeenschap, de monsterpunten en de milieuvariabelen. Hierbij is het streven om oorzaak-gevolg relaties op het spoor te komen.

3.3. CANOCO-analyse

De 8 afzonderlijke CANOCO analyses worden door “ordinatieplots” inzichtelijk gemaakt. In deze plot is de EKR score leidend en aangegeven door een blauwe pijl met rode punt. De interpretatie van deze plot wordt toegelicht in Jongman et al., 1987; ter Braak en Smilauer (2012); Smilauer en Leps (2014). Als extra wordt aan deze plots toegevoegd:

- Contouren van gelijke diversiteit, met als inzicht welke factoren invloed hebben op de soortenrijkdom
- Significante correlaties tussen milieuvariabelen en de EKR score. De milieuvariabelen met een groene pijl hebben een significante ($p < 0,05$) positieve relatie met de EKR score en de milieuvariabelen met een rode pijl hebben hiermee een significante negatieve relatie. Milieuvariabelen met een grijze pijl hebben geen significante relatie met de EKR score.

Vier vaste elementen in de ordinatieplots:

Pijlen	= Milieuvariabelen (blauw = EKR; groen = sign. + gerelateerd aan EKR; rood = sign. – gerelateerd aan EKR; grijs = geen sign. relatie met EKR)
Rondje, driehoekje e.d.	= Monsters (fig. 7 – 12). Labels voor interne controle
Tekst labels	= Soorten (fig. 6, 8 – 12). Labels voor interne controle en slechts bruikbaar voor specialisten
Contourlijnen	= Lijnen van gelijke soortenrijkdom, met vermelding aantal soorten

Lezen van de plots:

Lange pijlen zijn belangrijker dan korte pijlen. Groene pijlen zijn factoren die in de betreffende dataset meehelpen voor een hogere EKR. Rode pijlen zorgen juist voor een lagere EKR en grijze pijlen geven in de betreffende figuren geen duidelijkheid.

Monsters die liggen in een gebied met groene pijlen scoren relatief hoog op de EKR en monsters die liggen in een gebied met rode pijlen, scoren relatief laag op de EKR.

Soorten zijn in de figuren alleen gebruikt voor interne controle. De namen zijn niet te ontcijferen en de soorten worden ook niet in de tekst besproken.

Belangrijk:

De relatie tussen soorten (en de monsters waarin ze voorkomen) en milieuvariabelen is gebaseerd op een model (in dit geval een correspondentie- analyse) en moet worden geïnterpreteerd als een waarschijnlijkheid en niet als een zekerheid. Ook moet rekening worden gehouden met het feit dat niet gemeten variabelen van groot belang kunnen zijn.

Tabel 3. Omschrijving van de milieuvariabelen

Milieuvariabele	Omschrijving
% Zandbewoners	% zandbewoners in het monster
Bomen	bomen
Broekstuk	wortelstelsel
Chir/m2	aantal dansmuglarven/m2
Corop%	% Slijkgarnalen in monster
Coroph/m2	aantal slijkgarnalen/m2
Datum	datum; hoog = recent
Diepte	diepte ten opzichte van stuwpeil
Dreiss/m2	aantal Dreissena/m2
Dreissena%	% Dreissena in monster
EKR	EKR
famEPT	aantal families Eendags- Steenvliegen en Kokerjuffers
Gamm/m2	aantal vlokreeften/m2
Gamma%	% vlokreeften in monster
Grind	grind
Hoogwaterpoelen	poelen op de oever na hoogwater
Hout	hout
IJssel	IJssel
Klei	klei
Kolonisatieduur	periode na verankering boom. Bij oudere monsters max. 3 jaar
Lek	Lek
Licht	aandeel dansmuggen die vastzittende algen eten
Maas	Maas
Nederrijn	Nederrijn
Oeverveg	oevervegetatie
Orga	grof organisch materiaal
Overig/m2	aantal overige/m2
Paleo	herkenbare resten van soorten uit oude rivierafzettingen
Prefab	demontabele stukken van stam en broekstuk
Project	monsters afkomstig van dit project
Rijshout	rijshoutschermen
Scheepvaart	genormaliseerde rivieren die geschikt zijn gemaakt voor scheepvaart en snelle afvoer van water, ijs en sediment
Seine	Seine en de grotere zijrivieren en Tisza
Slib	slib
Stam	boomstam
Steen	steen (zowel bak- als breuksteen)
Strang	strang bij Everdingen itt. kribvak
Stroming	stroming
Tak	tak
Totaal/m2	totaal aantal individuen/m2
Vistrap	vistrap Maurik
Vstr	stroming
Waterplanten	waterplanten
WSLobith	waterstand Lobith tijdens bemonstering
Zand	zand
Zuigen	bemonsterd met waterzuiger

In tabel 3 staan alle milieuvariabelen omschreven zoals ze in de ordinatieplots staan vermeld. In Bijlage 1 staan de milieuvariabelen zoals ze bepaald zijn tijdens dit onderzoek.

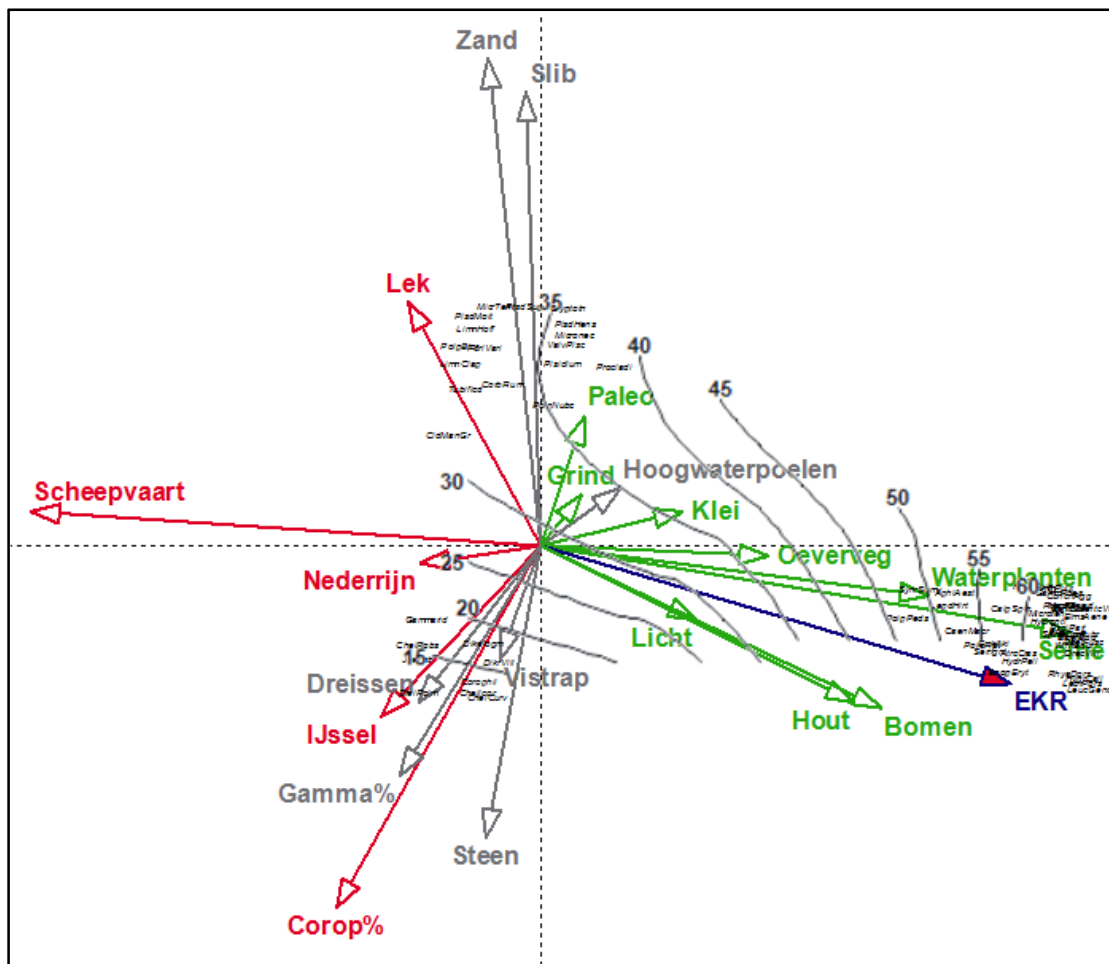
Bespreking van de ordinatieplots.

De ordinatieplots worden besproken aan de hand van de milieuvariabelen. Die in hiërarchische volgorde kunnen worden gegroepeerd volgens:

Geografie (G):	IJssel, Seine, paleo etc.
Fysiek (Fy):	scheepvaart, licht, diepte, vistrap
Substraat (S):	klei, zand, hout, rijshout, takken, waterplanten etc.
	Faunasamenstelling (Fa): EKR, fam. EPT, soortenrijkdom, % Corophiidae; % zandbewoners etc.
Tijdelijke eigenschappen (T):	WS Lobith, kolonisatieduur, datum
Methodisch (M):	zuigen, prefab

Bij iedere plot worden de milieuvariabelen in deze volgorde besproken.

3.3.1. Alle data



Figuur 15. Ordinatieplot "Alle data" met 555 monsters en 716 soorten.

G: De buitenlandse rivieren, paleo- en hoogwaterpoelen scoren rechts in het plot en de huidige Rijntakken links.

F: De oorzaak voor de tweedeling in rivieren is de scheepvaart en veilige afvoer van water, ijs en sediment, waardoor veel natuurlijke processen zijn verdwenen.

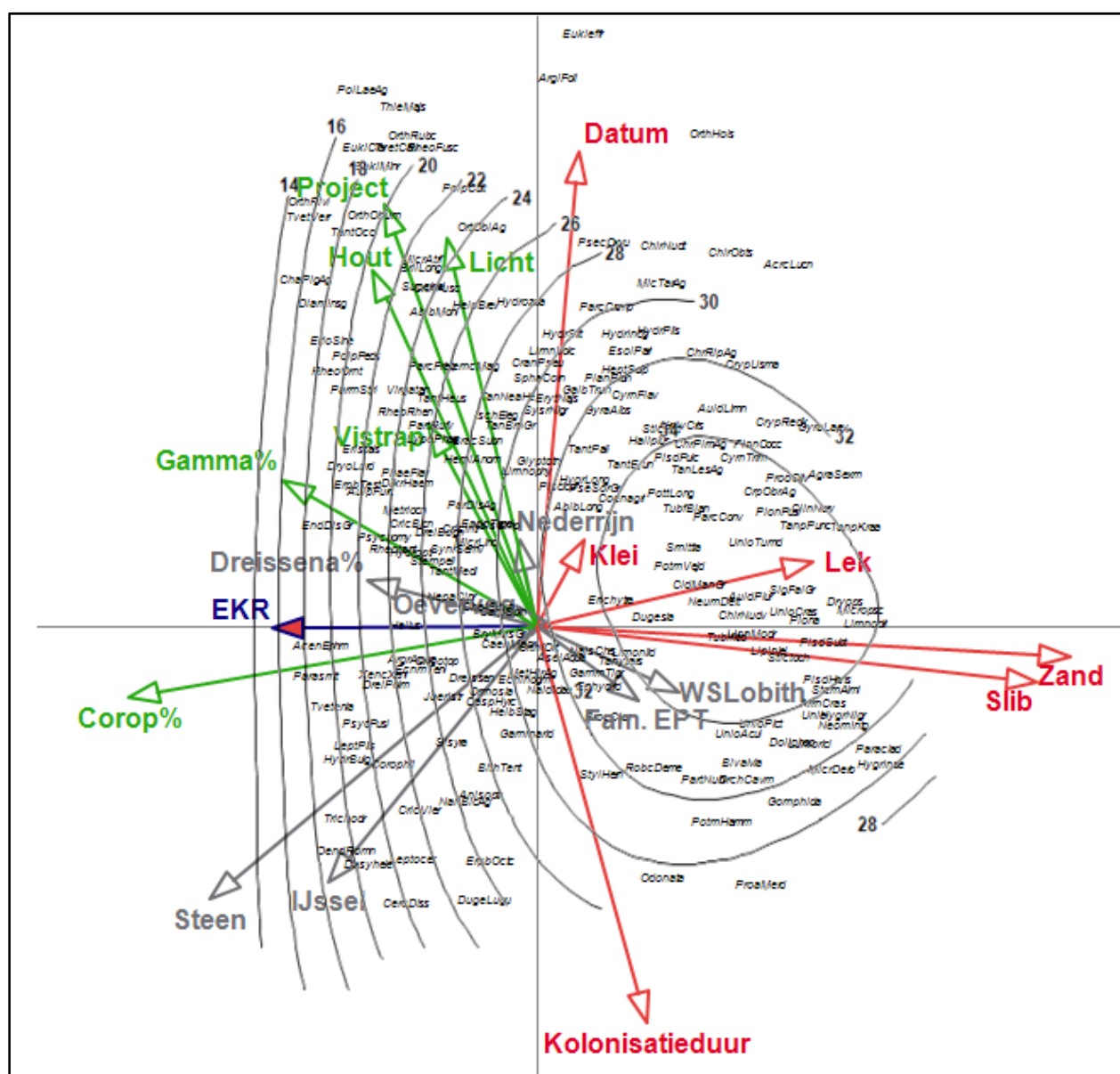
S: Veel natuurlijke substraten zijn significant positief gerelateerd aan de EKR en zijn verdwenen uit de huidige Nederlandse rivieren. De meest voorkomende substraten in de Nederrijn-Lek en IJssel (zand, slib en stenen) vertonen geen significante relatie met de EKR

Fa: De reactie van de fauna op deze veranderingen is enorm. De soortenrijkdom daalt van gemiddeld 60 soorten per monster naar < 30 en de EKR halveert van 0,7 naar 0,35. De fauna van de Nederrijn-Lek en IJssel wordt negatief gekenmerkt door het aandeel Slijkgarnalen in de monsters (Corop%).

T: In de dataset zijn geen tijdelijke eigenschappen opgenomen

M: Ook methodische variabelen zijn niet op dit niveau niet opgenomen.

3.3.2. Alle data Nederland



Figuur 16. Ordinatieplot "Alle data Nederland" met 489 monsters en 412 soorten.

In deze dataset zijn slechts 66 monsters minder opgenomen (12%) dan in het vorige bestand. De soortenrijkdom is echter afgenomen van 716 soorten naar 412 soorten (42%). Dit is de prijs die het rivier-ecosysteem betaald heeft voor de normalisatie en verdere inrichting.

G: In deze dataset is de geografische component alleen zichtbaar in de Lek als negatieve factor.

Fy: Als fysieke elementen scoren de vistrap bij Maurik en licht beide positief.

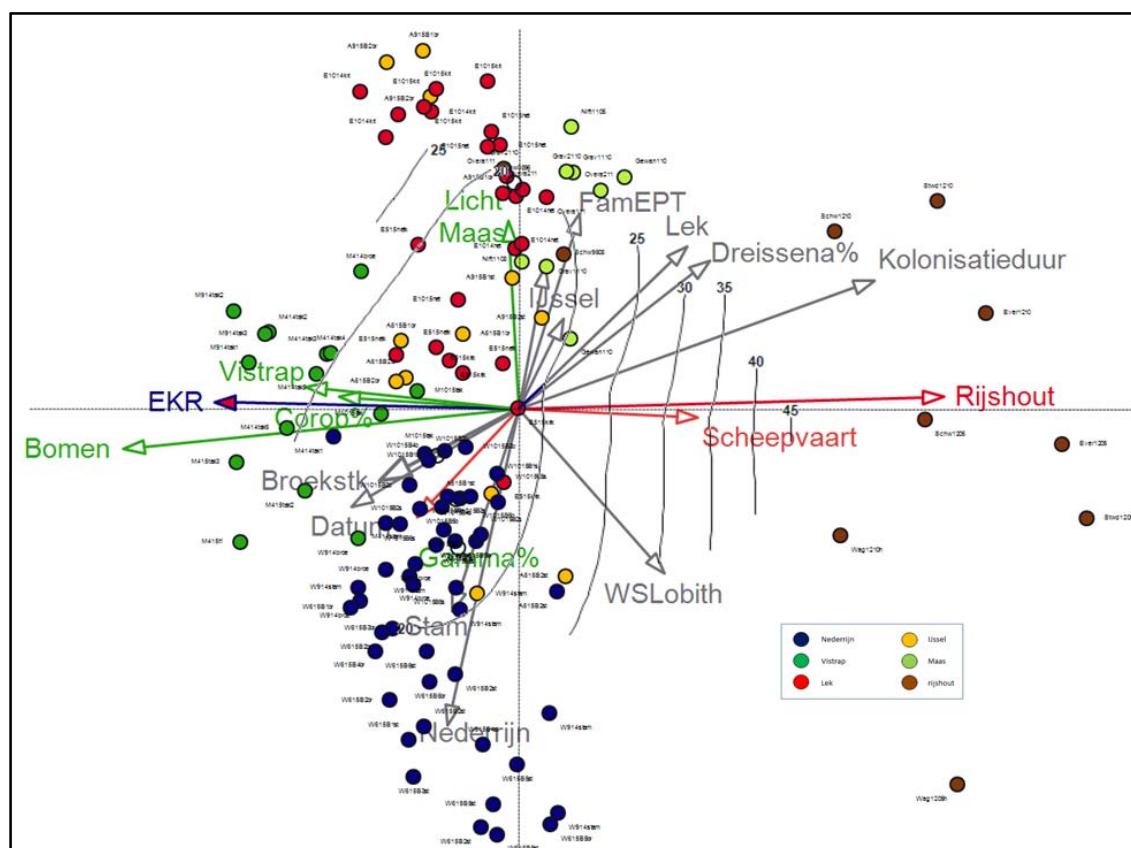
S: Heel opvallend is dat het hout het enige substraat is met een positieve relatie met de EKR. Omdat vrijwel alle monsters van hout zijn genomen in dit project, scoort ook die variabele positief. Stenen en oevervegetatie correleren niet significant en zand, slib en klei correleren negatief met de EKR.

Fa: Zowel het aandeel Vlokreeften (Gamma%) als Slijkgaralen (Corop%) correleert positief met de EKR. De oorzaak hiervoor is dat de bewoners van de bodem (zand, slib en klei) relatief lager scoren dan de Vlokreeften en Slijkgaralen. Dreissena en fam. EPT zijn neutraal t.o.v. de EKR.

T: Van de tijdelijke variabelen scoren zowel de datum als de kolonisatieduur negatief. Beide geven aan dat de meest recente monsters relatief een mindere score hebben op de EKR. De WSLobith is neutraal in deze plot.

M: In deze dataset is nog geen methodiek opgenomen.

3.3.3. Hout Nederland



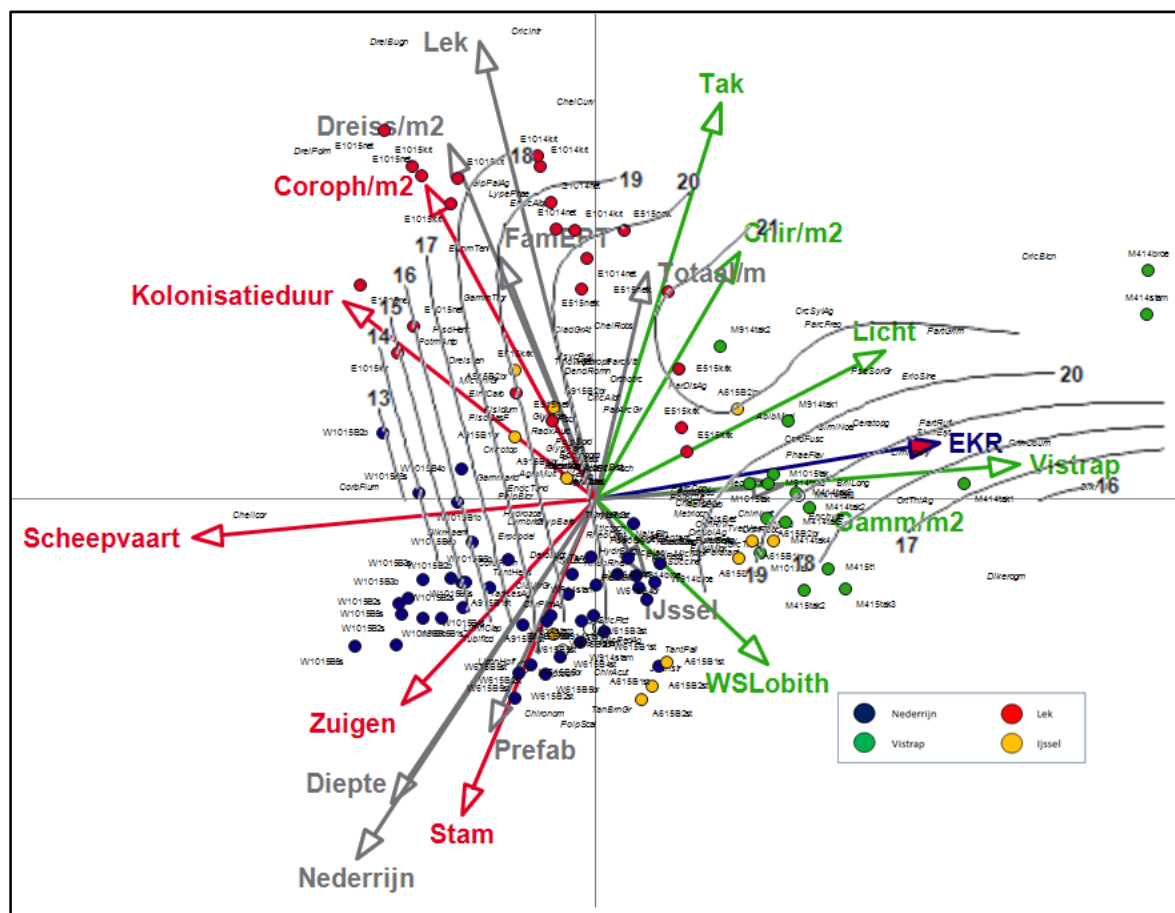
Figuur 17. Ordinatieplot "Hout Nederland" met 123 monsters en 203 soorten.

In figuur 17 zijn alle monsters van de bomen van het project opgenomen, 12 monsters van bakenbomen in de Maas (Klink, 2011) en 10 monsters van rijshoutdammen langs de Nederrijn-Lek en IJssel (Wiggers en Wolters 2012, 2013). Deze subset is vooral bedoeld om te zien of rijshoutdammen vergelijkbare resultaten opleverden als de bomen in dit project.

- G: De Maas scoort als enige rivier positief, de Rijntakken scoren neutraal.
- Fy: Zowel de vistrap als licht scoren positief. Scheepvaart scoort negatief en is de antagonist van de vistrap.
- S: De bomen scoren positief, terwijl broekstuk en stam apart neutraal scoren. Opmerkelijk is de negatieve score van het rijshout op de EKR.
- Fa: Slijkgrarnalen en vlokreeften scoren beide positief en Dreissena en fam. EPT zijn neutraal. Opmerkelijk is dat de monsters van het rijshout rechts in het plot liggen waar de soortenrijkdom het hoogst is (en de EKR) het laagst. Deze monsters bevatten relatief zeer veel zeer kleine soorten die negatief scoren op de maatlat. De reden voor de oververtegenwoordiging van deze kleine soorten is niet achterhaald.
- T: Datum, kolonisatieduur en WS Lobith zijn alle neutraal ten opzichte van de EKR.
- M: In deze dataset zijn nog geen methodische variabelen opgenomen

Dit is de eerste plot, waarbij de monsters zijn ingetekend. Hierin blijken ze per locatie clusters te vormen. De monsters uit Wageningen liggen linksonder, de monsters van de vistrap links in het midden. De monsters uit Everdingen liggen linksboven en die van de Maas rechtsboven in het plot. De monsters van het rijshout (bruin) liggen verspreid over het rechter deel van het plot. Uitzondering vormen de monsters uit Aersoltweerde (oranje) die verspreid voorkomen tussen de overige clusters.

3.3.4. Bomen Rijntakken



Figuur 18. Ordinatieplot "Bomen Rijntakken" met 101 monsters en 169 soorten.

In figuur 18 zijn de monsters uit de Maas weggelaten en ook die van de rijshoutdammen.

Resteren de monsters van de bomen die in dit project zijn geanalyseerd.

G: De Nederrijn, Lek en IJssel zijn EKR neutraal

Fy: De vistrap en licht zijn positief en de scheepvaart is weer de antagonist van de vistrap. De diepte is EKR neutraal.

S: De takken scoren positief, de stam negatief. Hier komt het verschil tot uiting tussen de vistrap en Everdingen met (bijna alleen) takken en Wageningen en Aersoltweerde met stam en broekstuk (broekstuk en stam zijn complementair waardoor één van beide uit de analyse wordt verwijderd).

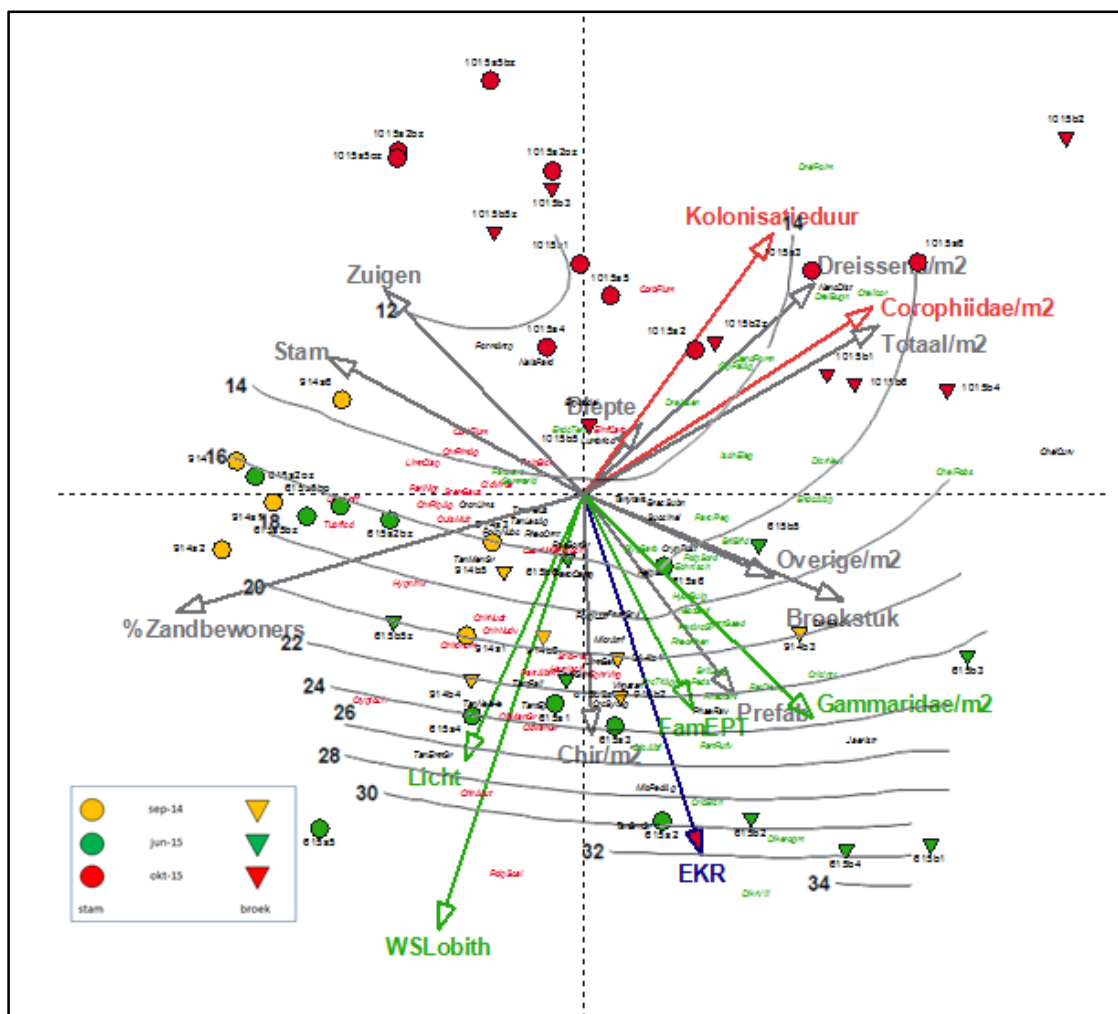
Fa: De dichtheid vlokreeften en Dansmuggen (Chir/m²) scoren positief en de dichtheid Slijkgarnalen negatief. Dichtheid totale fauna, Dreissena en fam. EPT zijn EKR neutraal. DE soortenrijkdom vertoont een flauwe gradiënt met een maximum rond de Y-as.

T: WSLobith is positief en kolonisatieduur negatief gecorreleerd aan de EKR. De datum is verwijderd uit de analyse door de grote overeenkomst met de kolonisatieduur.

M: Qua methode scoort zuigen hier negatief en is prefab neutraal.

In de volgende 4 plots beperken we ons tot de afzonderlijke onderzoeklocaties Wageningen, Everdingen, Aersoltweerde en Maurik. Hierbij worden de monsterpunten onderverdeeld naar periode van bemonstering.

3.3.5. Bomen Wageningen(broekstuk en stam)



Figuur 19. Ordinatieplot “Bomen Wageningen” met 48 monsters en 98 soorten.

In figuur 19 zijn de bodem bewonende macrofaunasoorten in rood weergegeven. Dit zijn soorten die vooral op de stam zijn aangetroffen en indiceren dat de stam is aangezand. Bij de monsters van de broekstukken is deze aanzanding van veel minder belang.

G: niet meer van toepassing

Fy: Licht scoort positief en diepte neutraal ten opzichte van de EKR. Dat laatste is belangrijk omdat één van de doelstellingen van het onderzoek is geweest om de invloed van de diepteligging van de bomen op de EKR vast te stellen. Op basis van de huidige gegevens is de diepteligging van de bomen dus van ondergeschikt belang.

S: Stam en broekstuk zijn EKR neutraal

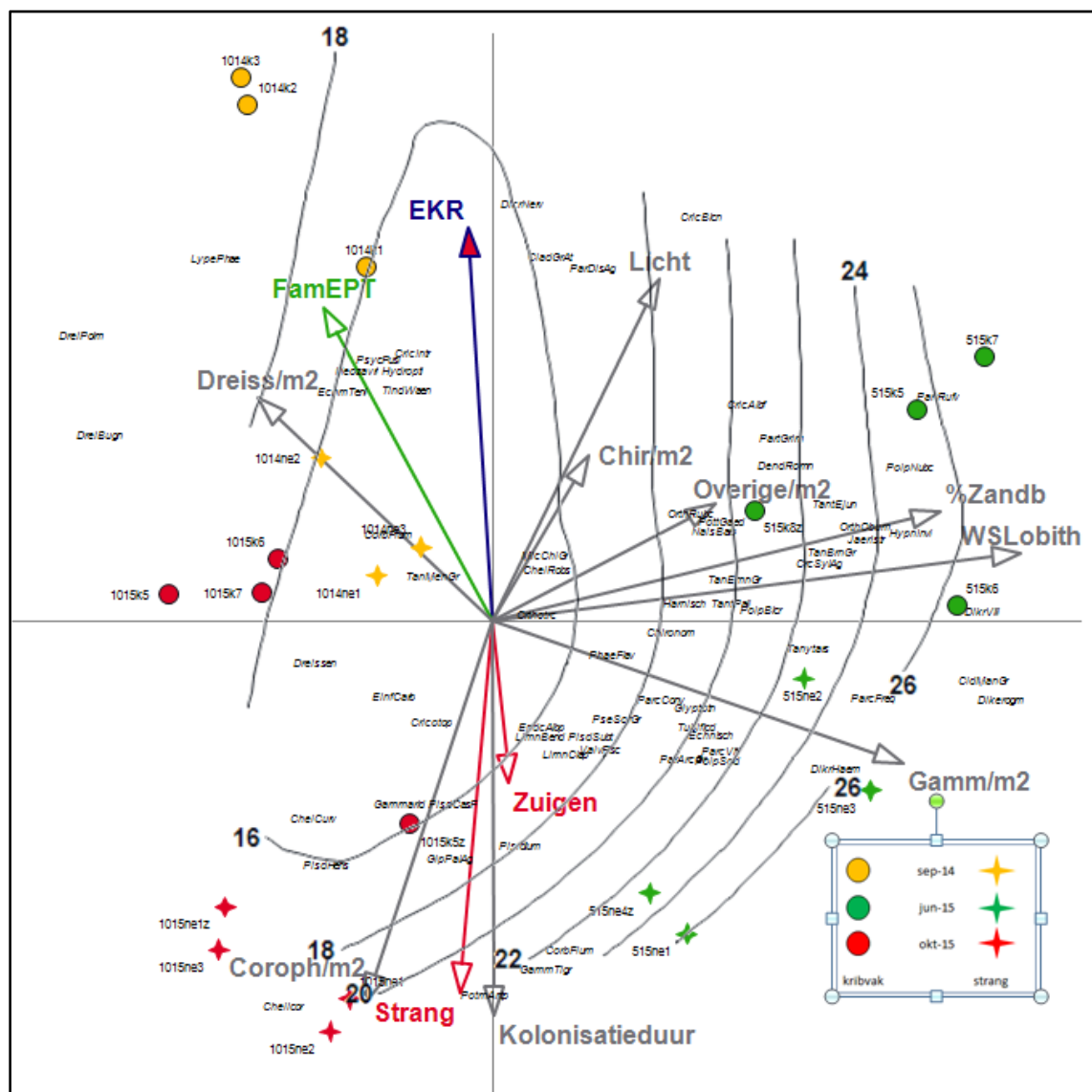
Fa: Fam.EPT en Gammaridae/m2 zijn positief, en Corophiidae/m2 negatief gecorreleerd aan de EKR. De overige faunistische eigenschappen zijn EKR neutraal. De gradiënt in de soortenrijkdom is vrij sterk en verloopt van boven naar onder in het plot.

T: WSLobith is positief en kolonisatieduur negatief gecorreleerd met de EKR (de datum valt uit de analyse door overeenkomst met de kolonisatieduur). Ten opzichte van de monsterdatum is een duidelijke clustering te zien tussen de oranje, groene en rode icoontjes. De oranje van september 2014 zijn links in het midden gegroepeerd, de groene van voorjaar 2015 staan onder in het plot en de rode van oktober 2015 staan bovenin. De hoogste score op de EKR vinden we in het voorjaar van 2015, bij een WSLobith van 9 m + NAP, na een periode van hoog water. In september 2014 staat de rivier ook nog hoog (8,75 m) na een afvoerpiek en in oktober 2015 bedraagt de

waterstand nog slechts 7,6 m na een droogte van 2 maanden. Het onderscheid tussen stam en broekstuk zijn veel minder uitgesproken.

M: Zuigen en prefab zijn beide EKR neutraal.

3.3.6. Bomen Everdingen(takken)



Figuur 20. Ordinatieplot "Bomen Everdingen" met 22 monsters en 70 soorten.

De monsters bij Everdingen zijn onderscheiden naar die van de strang en die van het kribvak. De monsters van strang en kribvak hebben ieder hun eigen levensgemeenschap. De gemeenschap in de strang is negatief gecorreleerd aan de EKR.

G: niet meer van toepassing

Fy: Licht is, als enige nog resterende variabele in deze categorie EKR neutraal

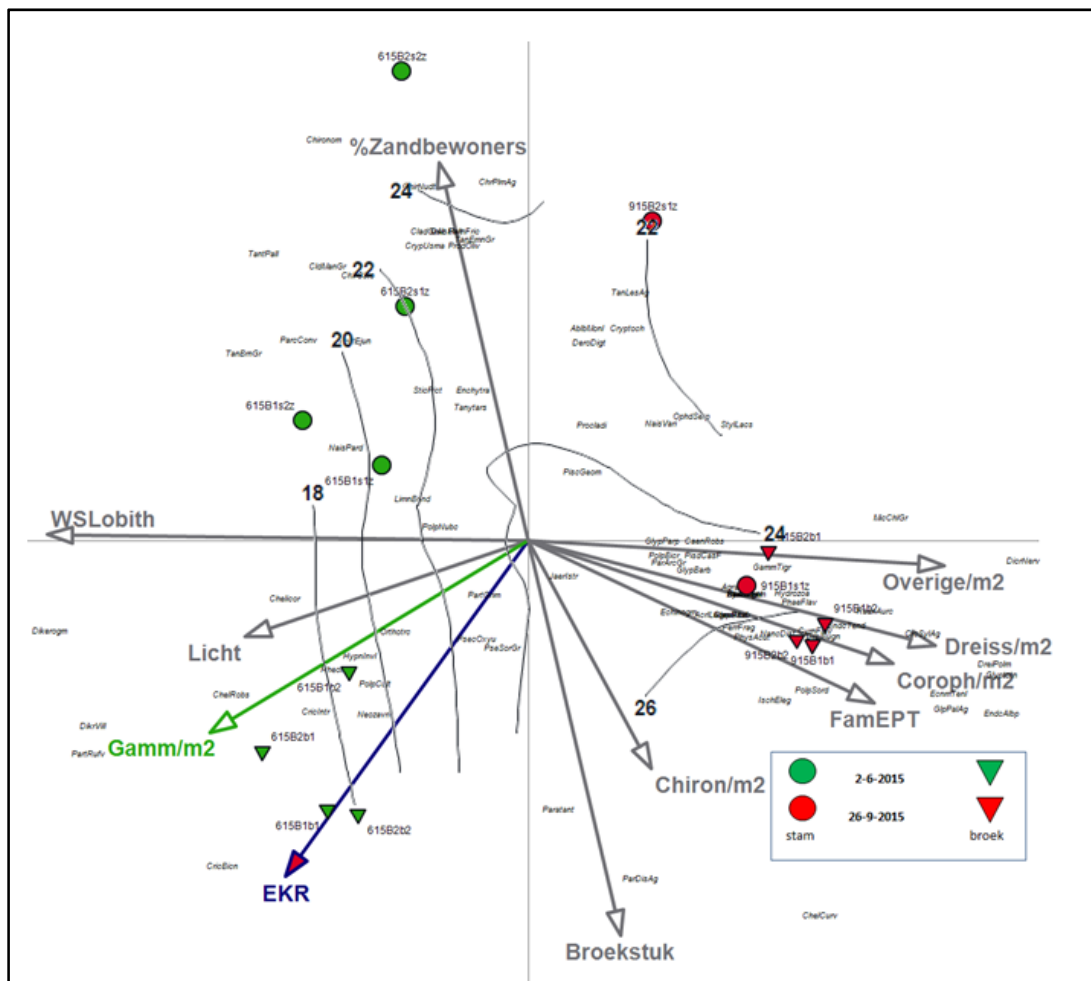
S: Aangezien er alleen takken zijn bemonsterd, is geen onderscheid tussen substraat aanwezig.

Fa: Alleen Fam.EPT is positief gecorreleerd aan de EKR. In het najaar van 2014 waren er in het kribvak veel kokerjuffers aanwezig, waardoor toen een EPT bonus voor 3 verschillende families is binnengehaald. Alle overige faunakenmerken zijn EKR neutraal.

T: Kolonisatieduur en WSLobith zijn EKR neutraal. De diversiteit in het kribvak is laag in het najaar van 2014, neemt toe in het voorjaar van 2015 en daalt tot een dieptepunt in het najaar van 2015. Ook in de strang heeft de soortenrijkdom een hoogtepunt in het voorjaar van 2015.

M: Het zuigen van de takken is negatief gecorreleerd aan de EKR.

3.3.7. Bomen Aersoltweerde (broekstuk en stam)



Figuur 21. Ordinatieplot "Bomen Aersoltweerde" met 14 monsters en 85 soorten.

G: niet meer van toepassing

Fy: Licht is, als enige nog resterende variabele in deze categorie EKR neutraal

S: Broekstuk (en complementaire stam) is EKR neutraal

Fa: Alleen de dichtheid van de vlokreeften is positief gecorreleerd aan de EKR.

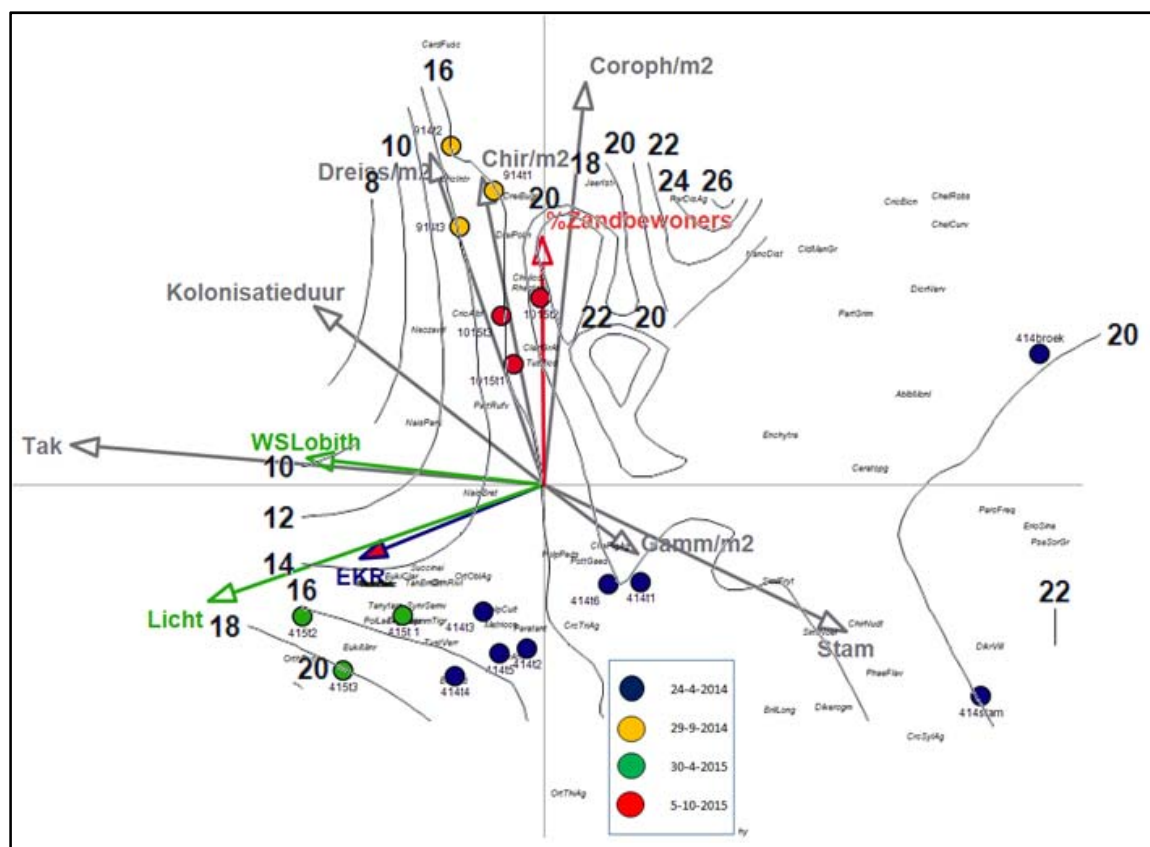
T: WSLobith is EKR neutraal en kolonisatieduur is geschrapt uit de analyse door de (negatieve) overeenkomst met WSLobith. De monsters van stam en broekstuk worden in het voorjaar van 2015 gekenmerkt door lage dichtheden van alle groepen (excl. Gammaridae) en een relatief laag aantal soorten, ten opzichte van de monsters in het najaar.

M: Er zijn verschillende monsters geborsteld en gezogen, maar door onderlinge overeenkomsten met andere variabelen zijn beide geschrapt tijdens de analyse.

Mede door het geringe aantal monsters van slechts één enkel jaar, is alleen de dichtheid van de Gammaridae significant gerelateerd aan de EKR. De monsters van het broekstuk vertonen per

seizoen een discrete cluster. In het voorjaar van 2015 zijn ze linksonder in het plot gegroepeerd met de EKR, Dichtheid Gammaridae en Licht. In september 2015 wordt de faunasamenstelling bepaald door de dichtheid van Corophiidae, Dreissena, Chironomidae en Overige. De monsters van de stammen liggen per periode verder uiteen en worden in het voorjaar vooral gekenmerkt door het relatief hoge aandeel zandbewoners, een teken dat aanzanding heeft plaatsgevonden in de voorafgaande periode. De (2) monsters van stammen in september 2015 liggen ver uiteen als gevolg van de hoge (stam 1) en lage (stam2) dichtheden van Corophiidae.

3.3.8. Bomen Vistrap Maurik (broekstuk, stam en takken)



Figuur 22. Ordinatieplot "Bomen Vistrap Maurik" met 17 monsters en 65 soorten.

In de vistrap van Maurik zijn als enige 4 perioden bemonsterd.

G: niet meer van toepassing

Fy: Licht is positief gecorreleerd aan de EKR

S: Tak, stam (en broekstuk) zijn EKR neutraal

Fa: Alleen het aandeel zandbewoners is negatief gecorreleerd aan de EKR. De overige fauna-variabelen zijn EKR neutraal.

T: WSLobith is positief gecorreleerd en de kolonisatieduur is EKR neutraal. De monsters van het voorjaar van 2014 en 2015 bevatten hogere dichtheden aan alle groepen (excl. Gammaridae) dan de monsters in het voorjaar van 2014 en 2015.

M: In de dataset is methodiek niet toetsbaar.

3.3.9. *Résumé multivariate analyse*

Met behulp van 8 analyses zijn we ingezoomd van de levensgemeenschap in vrijwel natuurlijke rivieren, naar de bevaarbare genormaliseerde en gekanaliseerde Nederlandse rivieren. In deze eerste stap is > 40% van de biodiversiteit verloren gegaan (Alle data vs. Alle data Nederland). Het verlies bestaat hoofdzakelijk uit soorten van stromend water en, zoals we later zullen zien, behorend tot een selecte diergroep. Inzoomend op de situatie in Nederrijn-Lek en IJssel, zien we dat bomen als habitat een verrijking opleveren voor de levensgemeenschap (Alle Data Nederland). Daarna beperken we ons tot het hout (bomen en rijshoutdammen) in de Nederlandse rivieren (Hout Nederland) en zien dat bomen in KRW opzicht beter scoren dan de rijshoutdammen. Hierbij moet aangetekend, dat de gehanteerde bemonsteringsmethodiek en verwerking vermoedelijk afwijkt van de standaard. Informatie hierover is echter niet achterhaald. Opvallend is dat iedere locatie een eigen cluster in het plot inneemt (uitz. Aersoltweerde). Beperken we ons verder tot de bomen in de Rijntakken (Bomen Rijntakken), dan valt op dat er een aantal factoren steeds dezelfde kant op wijzen als de EKR en andere factoren regelmatig in tegenovergestelde richting wijzen. In tabel 4 zijn de significante correlaties met de EKR samengevat voor alle locaties.

Tabel 4. Variabelen die significant gecorreleerd zijn aan de EKR.

	EKR
Stroming	++
Gammaridae %	++
Licht	++
WS Lobith	+
Chironomidae/m2	+
Scheepvaart	--
Corophiidae %	--
Kolonisatieduur	--

In tabel 4 kan onderscheid worden gemaakt tussen variabelen die wel en direct te beïnvloeden zijn en daardoor meer of minder relevant zijn voor de inrichting en beheer. Stroming en scheepvaart hebben in de Nederrijn-Lek en IJssel alles met elkaar te maken. De stroming in de IJssel en Nederrijn worden bepaald door de stuw van Driel, die, samen met de stuwen van Amerongen en Hagestein zorgen voor bevaarbaarheid van zowel Nederrijn-Lek als IJssel. De enige andere sturende variabele is licht. Deze variabele is indirect gemeten door het relatieve voorkomen van macrofaunasoorten die uitsluitend fyto-benthos eten (*Cricotopus*, *Orthocladus* en *Psectrocladius*) (eigen waarnemingen). Dit is interessant omdat we bomen diep en ondiep kunnen verankeren, maar ook kunnen we er voor kiezen om takken wel of niet af te zagen. Opmerkelijk is de sterke positieve correlatie tussen Gammaridae en de EKR. Dit is een gevolg van de “positief dominante” typering van Gammaridae, waar *Dikerogammarus* toe behoort. De positieve correlatie tussen WS Lobith en de EKR komt doordat hoge waterstanden tijdens dit onderzoek in het voorjaar zijn opgetreden. Over Corophiidae en Kolonisatieduur wordt nog nader ingegaan.

Als we tenslotte verder inzoomen op de 4 afzonderlijke onderzoeklocaties, dan valt op dat ook hier weer een segregatie optreedt van monsters optreedt naar periode van bemonstering. In de vistrap zijn de voorjaarsmonsters in 2014 en 2015 gegroepeerd ten opzichte van de najaar monsters uit die jaren. In Wageningen en Everdingen zijn de voorjaarsmonsters uit 2015 afwijkend van de najaar monsters uit 2014 en 2015. In Aersoltweerde vertonen voor- en najaar monsters ook grote verschillen. In alle gevallen zijn de voorjaarsmonsters (meer) in het positieve deel van het plot gelegen dan de najaar monsters. Bij toetsing van alle voorjaarsmonsters van de bomen tegen alle najaar monsters, blijken de voorjaarsmonsters significant een kwart klasse hoger

te scoren (0,37 vs. 0,32). Deze “voorjaarsbonus” kan worden geïncasseerd door de reguliere monitoring uit te voeren in april-mei in plaats van oktober-november.

In de eerste twee ordinatieplots werd duidelijk dat een rivier die ingericht is voor de scheepvaart, sterk in ecologische waarde heeft ingeboet. De twee volgende plotten lieten vooral zien dat iedere locatie een bepaalde eigenheid heeft wat betreft soortsaamenstelling in de periode 2014 – 2015. De laatste 4 plots geven duidelijk aan dat een dergelijke clustering ook opgaat in de tijd en dat ieder seizoen weer een andere soortsaamenstelling herbergt.

3.4. Kenmerkende en karakteristieke soorten tijdens het huidige onderzoek (2014 – 2015)

Tabel 5. Kenmerkende en karakteristieke soorten van het project.

Substraat	Groep	hout 108	waterplanter 4	stenen 25	bodem 20
Aantal monsters					
<i>Caenis macrura</i>	eendagsvlieg	+			
<i>Ephoron virgo</i>	eendagsvlieg	+			
<i>Brachycentrus subnubilus</i>	kokerjuffer	X			
<i>Hydropsyche bulgaromanorum</i>	kokerjuffer	+			
<i>Oulimnius rivularis</i>	kever	+			
<i>Cricotopus annulatus</i>	dansmug	+			
<i>Rheopelopia spec.</i>	dansmug	+			
<i>Vingetanytarsus spec.</i>	dansmug	X			
<i>Cardiocladius fuscus</i>	dansmug	+			
<i>Diamesa gr. insignipes</i>	dansmug	X			
<i>Eukiefferiella minor</i>	dansmug	X			
<i>Orthocladius (E) rivulorum</i>	dansmug	X			
<i>Orthocladius (E) thienemanni</i>	dansmug	X			
<i>Rheocricotopus fuscipes</i>	dansmug	+			
<i>Tvetenia discoloripes</i> agg.	dansmug	X			
<i>Simulium erythrocephalum</i>	kriebelmug	+			
<i>Simulium noelleri</i>	kriebelmug	X			
<i>Lype phaeopa</i>	kokerjuffer	X			
<i>Psychomyia pusilla</i>	kokerjuffer	+			
<i>Tinodes waeneri</i>	kokerjuffer	+			
<i>Brillia bifida</i>	dansmug	+			
<i>Brillia longifurca</i>	dansmug	+			
<i>Microspectra a trofasciata</i>	dansmug	+			
<i>Microtendipes gr. chloris</i>	dansmug	+			
<i>Polypedilum pedestre</i>	dansmug	+			
<i>Rheotanytarsus spec.</i>	dansmug	+			
<i>Potthastia gaedii</i>	dansmug	X			
<i>Cryptochironomus rostratus</i>	dansmug	+			
<i>Orthocladius rubicundus</i>	dansmug	+			
<i>Orthocladius obliques</i>	dansmug	+	+		
<i>Polypedilum cultellatum</i>	dansmug	X	X		
<i>Tanytarsus gr. brundini</i>	dansmug	X	X		
<i>Paratanytarsus nigrohalter</i>	dansmug	X		X	
<i>Parametrioctenus stylatus</i>	dansmug	+		+	
<i>Orthotrichia</i>	kokerjuffer	X		X	
<i>Orthocladius (O) obumbratus</i>	dansmug	X		X	
<i>Parachironomus frequens</i>	dansmug	+		+	
<i>Xenochironomus xenolabis</i>	dansmug	+		+	
<i>Paratrichocladius rufiventris</i>	dansmug	+	+	+	+
<i>Paratanytarsus dissimilis</i> agg.	dansmug	+	+	+	+
<i>Chironomus nudiventris</i>	dansmug	+		+	+
<i>Polypedilum scalenum</i>	dansmug	+		+	+
<i>Chironomus acutiventris</i>	dansmug	+		+	+
<i>Harnischia spec.</i>	dansmug	+		+	+
<i>Cricotopus triannulatus</i> agg.	dansmug	+		+	+
<i>Einfeldia carbonaria</i>	dansmug	X		X	X
<i>Cyrnus flavidus</i>	kokerjuffer	+	+		+
<i>Ecnomus tenellus</i>	kokerjuffer	+	+		+
<i>Cryptotendipes gr. usmaensis</i>	dansmug	+			+
<i>Chironomus nudiventris</i>	dansmug	+			+
<i>Stictochironomus pictulus</i>	dansmug	X			X

	Wageningen
	Everdingen
	Maurik
	Aersoltsweerde
	Meerdere locaties

Toelichting op tabel 5:

Gele rand om de soort = bodembewoner die (door aanzanding) van bomen is verzameld.

Groep: rood= nieuw voor Nederland
paars= recent niet in de rivieren aangetroffen

+ kenmerkende soort voor de EKR score

x karakteristieke soort voor rivieren, niet scorend voor de EKR

Tabel 5 geeft aanleiding tot een aantal opmerkingen:

- In de monsters van de bomen zijn 52 kenmerkende (34) en karakteristieke (18) soorten aangetroffen. De 34 kenmerkende soorten scoren positief voor de EKR en de 18 karakteristieke soorten zijn niet opgenomen in de EKR berekeningen. Van deze 18 soorten zijn er 2 nieuwe voor Nederland, de dansmuggen *Eukiefferiella minor* en *Virgatanytarsus*.
- Er zijn 11 soorten aangetroffen die recent (afgelopen 100 jaar) niet uit de rivieren bekend zijn. De meest spectaculaire is de kokerjuffer *Brachycentrus subnubilus*. Resten van deze soort zijn algemeen in oude rivierafzettingen (Klink, 1989). De afgelopen 140 jaar zijn er geen meldingen gevonden van deze soort in of nabij (volwassenen) de grote rivieren. De huidige verspreiding van deze soort in Nederland is beperkt tot de Dinkel en enkele zijbeken (Higler, 2008). Recent vertoont deze soort een herstel in de Duitse Mittelrhein en Niederrhein, van Bonn tot Nederlandse grens (Schöll, 2015).
- De meeste bijzondere soorten zijn verzameld op de bomen in Wageningen (19), gevolgd door de vistrap in Maurik (9), Aersoltweerde (5) en Everdingen (3). In de vistrap betreft het vooral dansmuggen (en 2 kriebelmuggen) die in snelstromende beken op de hogere gronden worden gevonden.

3.5. Kolonisatie van de bomen

Zoals uit de multivariate analyse bleek, is de faunasamenstelling op de bomen per locatie verschillend. Ook per datum van bemonstering zijn de monsterpunten min of meer geclusterd. Dit duidt op de mogelijkheid dat kolonisatie in een rivier, een continue proces is, dat niet leidt tot een climax, maar een jaarlijkse ritmiek heeft die wordt beheerst door de afvoer en temperatuur. De meeste macrofaunasoorten hebben één of hooguit twee generaties per jaar (www.freshwaterecology.info). Enkele uitzonderingen zijn libellen met een cyclus die meerdere jaren beslaat en het al meer dan 100 jaar in West Europa uitgestorven Groot haft (*Palingenia longicauda*) met een cyclus die drie jaar in beslag neemt (Swammerdam, 1669). Een andere uitzondering die voor dit onderzoek wel van belang is, is de levenscyclus van de Dreissena-mosselen. Ze kunnen een leeftijd halen tot 5 jaar en na 3 – 3,5 jaar treedt de grootste sterfte op (Gittenberger et al., 1998). Daarna kunnen de schelpen na de dood van de mossel, nog lange tijd met hun byssusdraden verbonden blijven aan vast substraat als hout of stenen. Hiermee zijn de mosselen “ecosystem engineers” die fysiek een habitat kunnen aanpassen en de soortsamenstelling in een water kunnen veranderen (Marescaux et al., 2016).

Na de monitoring van 2014 (Klink, 2014) werd al opgemerkt dat stenen die dicht begroeid waren met mosselen, een voedingsbodem bleken voor slijkgarnalen, die door hun hoge dichtheden de vestiging van andere macrofaunasoorten verhinderden, met een slechte EKR score tot gevolg. In tabel 6 zijn de kolonisatieduur, dichtheden van Dreissena en Corophiidae en de EKR score paarsgewijze getoetst (2-tail) voor alle monsters van de bomen en voor de locaties afzonderlijk.

Tabel 6. Correlatiematrix voor kolonisatieduur, dichtheden Dreissena, Corophiidae en de EKR in relatie tot de locatie.

Alle	Kolonisatieduur	Dreissena/m2	Corophiidae/m2	EKR
Kolonisatieduur				
Dreissena/m2	+			
Corophiidae/m2	++	++		
EKR	--	-ns	-ns	
Wageningen Stam en broek				
Kolonisatieduur				
Dreissena/m2	+			
Corophiidae/m2	+	++		
EKR	-	-ns	-ns	
Aersoltweerde Stam en broek				
Kolonisatieduur				
Dreissena/m2	++			
Corophiidae/m2	++	++		
EKR	-ns	-ns	ns	
Maurik vistrap vnl takken				
Kolonisatieduur				
Dreissena/m2	-ns			
Corophiidae/m2	-ns	++		
EKR	-ns	-ns	-ns	
Everdingen kribvak Takken				
Kolonisatieduur				
Dreissena/m2	-ns			
Corophiidae/m2	-ns	-ns		
EKR	-	-ns	-ns	
Everdingen strang Takken				
Kolonisatieduur				
Dreissena/m2	-ns			
Corophiidae/m2	++	-ns		
EKR	-ns	-ns	-ns	

Het geschetste beeld van een langere kolonisatieduur met daardoor hogere dichtheden van Dreissena en Corophiidae wordt bevestigd bij alle monsterpunten, Wageningen en Aersoltweerde. Dit is tevens het geval voor de positieve relatie tussen dichtheden van Dreissena en Corophiidae. Een langere kolonisatieduur is negatief gecorreleerd met de EKR in alle monsterpunten Wageningen en Everdingen kribvak. Opvallend is dat het geschetste beeld alleen voldoet op de locaties waar stam en broekstuk zijn bemonsterd. De locaties waar (vrijwel uitsluitend) takken zijn bemonsterd, is deze relatie niet gevonden.

In tabel 7 is nader onderscheid gemaakt tussen de delen van de bomen (broek, stam en takken) in relatie tot de vier genoemde milieuvariabelen.

Tabel 7. Correlatiematrix voor kolonisatieduur, dichtheden Dreissena, Corophiidae en de EKR in relatie tot deel van de boom.

Broek	Kolonisatieduur	Dreissena/m2	Corophiidae/m2	EKR
Kolonisatieduur				
Dreissena/m2	+			
Corophiidae/m2	+	++		
EKR	-	-ns	-ns	
Stam				
Kolonisatieduur				
Dreissena/m2	+			
Corophiidae/m2	+	++		
EKR	-ns	ns	-ns	
Takken				
Kolonisatieduur				
Dreissena/m2	ns			
Corophiidae/m2	+	ns		
EKR	--	-ns	-ns	

Alleen het broekstuk beantwoord aan het beeld van langere kolonisatie heeft hogere dichtheden Dreissena en Corophiidae tot gevolg en daarmee een lagere EKR score. Bij de stam ontbreekt de negatieve relatie tussen kolonisatieduur en EKR score. Bij de takken ontbreekt juist de relatie tussen Dreissena en Corophiidae en is de kolonisatieduur wel negatief gecorreleerd aan de EKR score.

3.6. Bemonstering van de bomen

- Bemonstering van de bomen kan worden op twee manieren worden opgevat:
- Welk deel van de boom wordt bemonsterd?
- Hoe wordt welk deel van de boom bemonsterd?

3.6.1. Welk deel van de boom wordt bemonsterd

In tabel 6 is te zien dat in Wageningen en Aersoltweerde de stam en broekstuk zijn bemonsterd en in Everdingen (kribvak en strang) alleen takken. In de vistrap bij Maurik zijn 15 monsters van takken genomen en van stam en broekstuk ieder één. In geen van de berekeningen zijn er significante verschillen geconstateerd tussen broekstuk, stam en takken op dezelfde locatie in dezelfde periode (gepaarde t-toets). Uit de multivariate analyse bleek al dat het vergelijken van verschillende locaties niet zinvol is, evenmin als het vergelijken van de afzonderlijke perioden per locatie. Bij vergelijking van de EKR van de verschillende onderdelen van de bomen zijn alle monsters van broekstuk, stam en takken per categorie samengevoegd en met elkaar

vergeleken. Hierbij traden geen significante verschillen op. Daarnaast zijn per locatie per periode de verschillende onderdelen van de bomen vergeleken op EKR score. Hierbij zijn in Wageningen en Aersoltweerde de stam en broekstuk vergeleken en in Maurik de gemiddelde EKR score van de takken met die van broekstuk en stam in dezelfde periode. Geen van deze berekeningen leverde een significant verschil op. Op basis hiervan kan worden afgeleid dat het onderdeel van de boom (in deze dataset) geen significante invloed heeft op de hoogte van de EKR.

3.6.2. Hoe wordt welk deel van de boom bemonsterd?

In dit onderzoek zijn de bomen in Wageningen voorzien van vooraf afgezaagde stukken stam en broekstuk, die er weer zijn aangezet en er tijdens de bemonstering weer afgehaald, schoongespoten en weer teruggeplaatst zijn. Ook zijn er 4 monsters van zowel de stam als het broekstuk afgezogen.

In Everdingen zijn takken afgezaagd en afgeborsteld. Ter vergelijking zijn er in zowel strang als kribvak 2 monsters van de takken genomen door het materiaal er af te zuigen

In de vistrap bij Maurik zijn alle monsters van de takken afgeborsteld en zijn broekstuk en stam éénmalig afgespoten.

In Aersoltweerde zijn de broekstukken afgeborsteld (8x) en de stam is afgezogen (6x).

In alle gevallen dat per locatie en per periode vergelijkbare monsters zijn genomen van hetzelfde deel van de boom, maar op andere wijze (borstelen vs zuigen), zijn, mede door het geringe aantal monsters, geen significante verschillen tussen beide methoden gevonden. Op grond hiervan is al vastgesteld dat het afzuigen van delen van bomen een bruikbare methode is voor delen van bomen die niet eenvoudig op een andere wijze te bemonsteren zijn (stam en eventueel broekstuk), of waar het van belang is dat het betreffende onderdeel van de boom intact blijft.

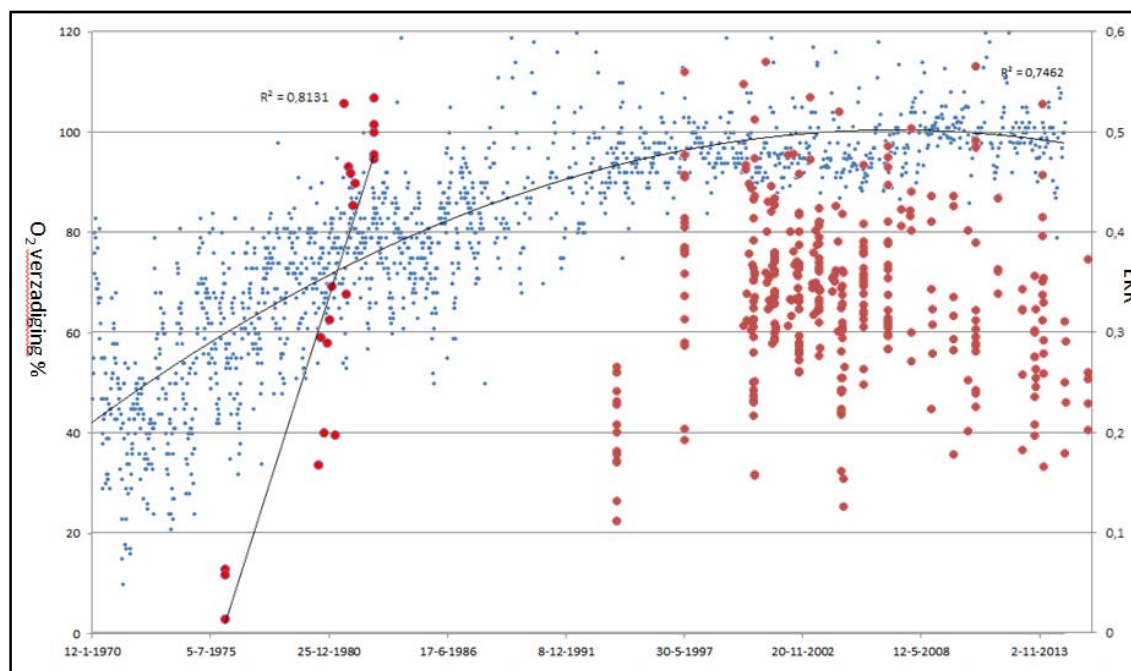
4. Discussie

Om een beeld te krijgen van de ontwikkeling van de EKR in relatie tot de waterkwaliteit in de Rijn, is in figuur 23 het zuurstofgehaltes (als zuurstofverzadigingspercentage) in de Rijn (Lobith) vanaf 1970 uitgezet tegen de EKR scores van de IJssel vanaf 1976. Dit is het jaar dat Geert van Urk zijn inventarisatie van de macrofauna op stenen in de IJssel startte (van Urk, 1978) en daarmee een begin maakte aan de monitoring van deze groep in de grote Nederlandse rivieren.

4.1. De EKR score

In dit gedeelte van de discussie wordt ingegaan op de EKR score van afzonderlijke monsters. Voor alle duidelijkheid wordt er op gewezen dat dit een andere benadering is dan de EKR score voor een geheel waterlichaam. Beide uitkomsten kunnen dan ook niet met elkaar vergeleken worden.

4.1.1. De EKR score in de IJssel vanaf 1976



Figuur 23. Het zuurstofgehalte in de Rijn (blauw) en de het verloop van de EKR score (rood) in de IJssel vanaf 1976.

Het zuurstofgehalte in de Rijn had begin jaren 70 zijn dieptepunt bereikt, met een gemiddeld gehalte van 3,5 mg/l en vaak optredende zuurstofloosheid. De eerste EKR scores die kunnen worden bepaald zijn van 1976 en zijn lager dan 0,1 (onderste pijlen). In 1982 is het zuurstofgehalte gestegen naar 75% verzadiging en ook de EKR nadert 0,5. Op de stenen komen de stroomminnende dansmuglarven *Rheopelopia ornata* en *Rheotanytarsus rhenanus* massaal voor in de Rijntakken (Klink en Moller Pillot, 1982). De eerste is nieuw voor Nederland en de tweede is zelfs een nieuwe soort voor de wetenschap (Klink, 1983). Daarna wordt het macrofaunaonderzoek in de Rijntakken wegbezuinigd om vanaf 1993 te worden hervat in het reguliere monitoringsprogramma van de MWTL. Ondanks dat de Rijn steeds schoner wordt, daalt de EKR score in 1993 ten opzichte van voorgaande jaren. Dit is het gevolg van de massa invasie van de Kaspische slijkgarnaal (*Chelicorophium curvispinum*), die in 1988 nog nauwelijks te vinden was en in 1991 dichtheden op de stenen bereikte van 200.000 ind./m² (van den Brink et al., 1993). Vanaf 1995 komt de volgende golf exoten Nederland binnen met de opening van het Rhein-Main-Donaukanaal. Uit figuur 23 is af te leiden dat de “exotenmalus” een daling van de EKR veroorzaakt van 0,15 punten (0,5 vs 0,35). We hebben ook uitgerekend wat het effect op de EKR is als Corophiidae en/of Dikerogammarus in de oorspronkelijke monsters dominant zouden zijn geweest. Hieruit blijkt dat ze de EKR score nauwelijks beïnvloeden en hun effect vooral gelegen moet zijn in het verdrijven van kenmerkende inheemse soorten. Ook de methodiek gehanteerd in de jaren 70 wijkt niet af van die in de recente monsters.

4.1.2. Waarom blijft de EKR score zo laag?

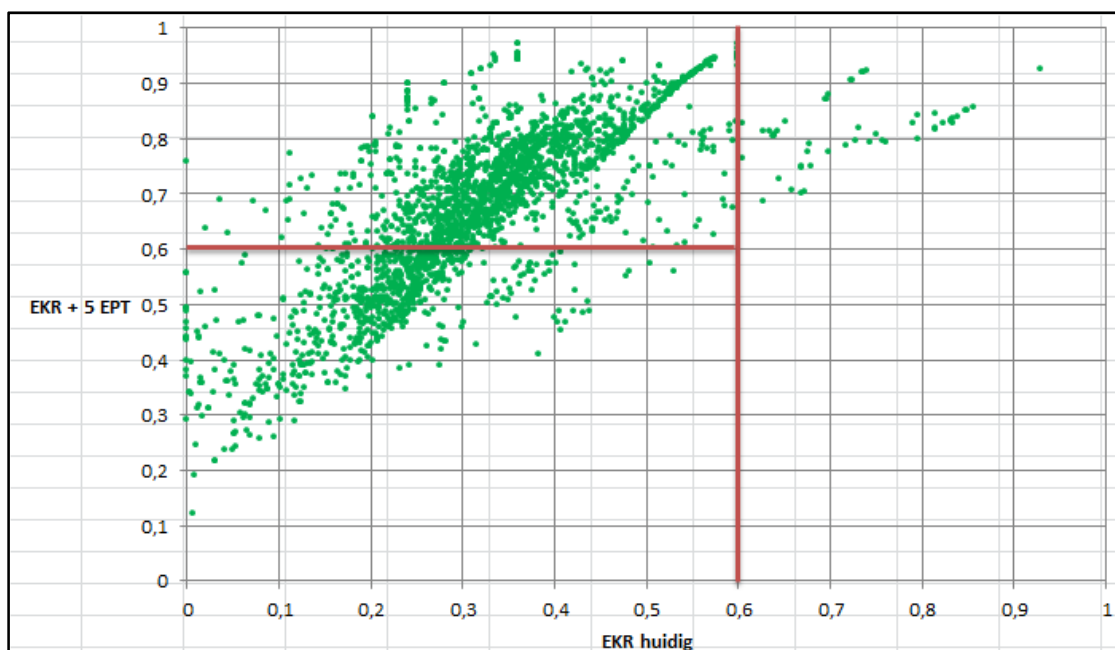
In de vorige paragraaf hebben we gezien dat de EKR score laag blijft ondanks de sterk verbeterde waterkwaliteit en ook het plaatsen van bomen leidt in dit pioniersstadium met slechts 10 bomen in de Rijntakken niet tot een wezenlijke verbetering van de EKR-score.

Mogelijke oorzaken voor deze stagnatie zijn:

- Te weinig bomen en/of te weinig tijd voor de ontwikkeling van een kritischer macrofaunagemeenschap
- De benodigde soorten kunnen niet koloniseren omdat ze te veel competitie ondervinden van exoten
- De benodigde soorten kunnen Nederland niet bereiken omdat ze in het stroomgebied nauwelijks nog voorkomen

Door het plaatsen van een veelvoud van de huidige bomen, ook in vrij afstromende riviertrajecten, zal moeten blijken in hoeverre genoemde aandachtspunten van kracht blijven.

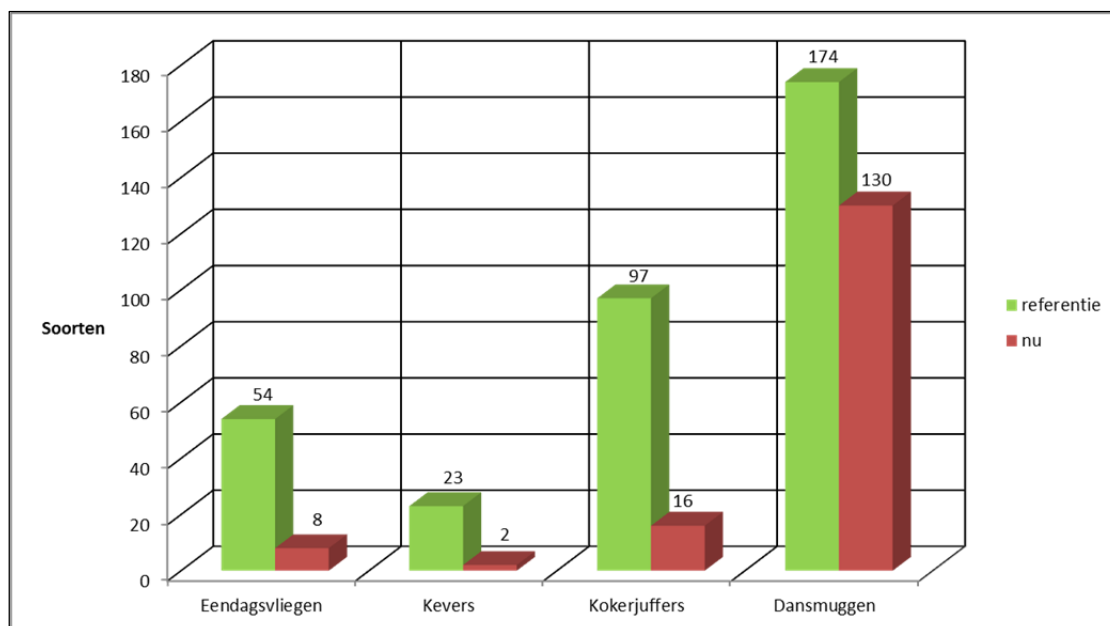
In het huidige stadium van dit onderzoek kunnen we niet veel meer doen dan te kijken welke soorten er terug zouden moeten keren om de EKR score aanzienlijk te verbeteren. In paragraaf 3.4 zagen we al dat de bomen een aanzienlijke bijdrage leveren aan de biodiversiteit van de macrofauna. Het zijn vrijwel alleen dansmuggen die hierin een rol spelen en daarom hebben we in figuur 24 een berekening uitgevoerd waarbij de EKR score van alle (> 2500) monsters in het databestand is vergeleken met die, waarbij 5 soorten EPT (eendagsvliegen, steenvliegen en kokerjuffers) aan ieder monster zijn toegevoegd.



Figuur 24. Huidige EKR score in vergelijking met de score als aan ieder monster 5 EPT soorten zouden worden toegevoegd.

In de huidige situatie scoort 3% van de monsters $\geq 0,6$. Dit zijn de paleo-en buitenlandse monsters in het bestand. Na toevoeging van 5EPT soorten stijgt het aantal monsters met een EKR score $\geq 0,6$ tot 72%. Indien we de schaal hanteren voor sterk veranderde wateren, dan is een EKR score van 0,5 of meer voldoende. In dat geval scoren in de huidige situatie 10% van het aantal monsters en bij + 5 EPT soorten komt dit percentage uit op 88%.

In de volgende grafiek zetten we de diversiteit uit van de verschillende insectengroepen in de huidige Nederlandse rivieren en in de referentiesituatie. De referentiesituatie is voor een belangrijk deel afgeleid uit paleoecologisch onderzoek (samengevat in Kink, 1989), oude literatuurgegevens (bv. Albarda, 1889) en verspreiding van riviersoorten in Europa (Illies, 1978). Ter oriëntatie kan hierbij de periode rond 1700 in gedachte worden gehouden. Dijkdoorbraken vonden veelvuldig plaats. Er lagen zandbanken en andere ondieptes in de rivier. Oevers erodeerden en wilgenbos werd aangeplant om aanwas van land te stimuleren. De rivieren werden alleen bevaren door zeilschepen of werden getrokken (gejaagd) door paarden. Kribben bestonden uit wilgentenen, stuwen en zomerdijken bestonden nog niet. Als er al oevers verstevigd werden, dan bestond dit materiaal uit wilgen. Stenen werden in de referentiesituatie niet in het water gegooid, maar alleen gebruikt voor de bouw van huizen.



Figuur 25. Vergelijking van de diversiteit van de voornaamste groepen insecten in de huidige Nederlandse rivieren en in de referentiesituatie.

Zoals uit figuur 25 blijkt, zijn 3 van de 4 belangrijke groepen sterk achteruit gegaan. Van de echte rivier bewonende eendagsvliegen zijn er nog maar een paar in de huidige situatie aangetroffen. Hiervan is alleen Zomersneeuw (*Ephoron virgo*) in sommige jaren (zoals in 2015) abundant. Ook de kevers, behorend tot de Elmidae zijn zo goed als verdwenen. Het aantal soorten kokerjuffers is gedecimeerd en alleen de dansmuggen hebben nog een vergelijkbare diversiteit als weleer. Het zijn juist de soorten uit deze groep die hebben geprofiteerd van de bomen in de Rijntakken. Voor het ecologische herstel van de rivieren is de terugkeer van Eendagsvliegen, Kevers en Kokerjuffers een vereiste. Zoals we gezien hebben in figuur 24, gaat dit gepaard met een sterke stijging van de EKR-score.

In de tekening van Jeroen Helmer voor Stichting ARK is dit treffend zichtbaar gemaakt (figuur 26).



Figuur 26. Boom in de rivier met ingekleurd een paar missende schakels (©Jeroen Helmer, Stichting Ark).

4.2. Ecologisch rendement van bomen versus de nevengeul van Beneden Leeuwen

Tabel 8. Vergelijking van kenmerkende soorten in de nevengeul van Beneden Leeuwen en de bomen in dit onderzoek.

Kenmerkende soorten	1994	1995	1996	1997	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2013	2015	Bomen
<i>Brillia longifurca</i>																	
<i>Micropsectra apposita</i>																	
<i>Polypedilum pedestre</i>																	
<i>Rheotanytarsus photophilus</i>																	
<i>Synorthocladus semivirens</i>																	
<i>Brillia bifida</i>																	
<i>Rheotanytarsus rhenanus</i>																	
<i>Rheocricotopus fuscipes</i>																	
<i>Micropsectra atrofasciata</i>																	
<i>Cricotopus triannulatus agg.</i>																	
<i>Paratrachocladus rufiventris</i>																	
<i>Paratanytarsus dissimilis agg.</i>																	
<i>Harnischia</i>																	
<i>Boophthora erythrocephala</i>																	
<i>Gammarus pulex</i>																	
<i>Tvetenia calvescens</i>																	
<i>Tvetenia discoloripes</i>																	
<i>Tvetenia verralli</i>																	
<i>Hydropsyche bulgaromanorum</i>																	
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i>																	
<i>Rheopelopia ornata</i>																	
<i>Caenis macrura</i>																	
<i>Parachironomus frequens</i>																	
<i>Potamanthus luteus</i>																	
<i>Calopteryx splendens</i>																	
<i>Neureclipsis bimaculata</i>																	
<i>Lithoglyphus naticoides</i>																	
<i>Chironomus nudiventris</i>																	
<i>Polypedilum scalaenum</i>																	
<i>Chironomus acutiventris</i>																	
<i>Cryptochironomus rostratus</i>																	
<i>Lipiniella moderata</i>																	
<i>Psychomyia pusilla</i>																	
<i>Lipiniella araenica</i>																	
<i>Caenis luctuosa</i>																	
<i>Cryptotendipes usmaensis</i>																	
<i>Microtendipes gr. chloris</i>																	
<i>Ephoron virgo</i>																	
<i>Brachycentrus subnubilus</i>																	
<i>Cyrnus flavidus</i>																	
<i>Ecnomus tenellus</i>																	
<i>Tinodes waeneri</i>																	
<i>Oulimnius rivularis</i>																	
<i>Cricotopus annulator</i>																	
<i>Virgatanytarsus spec.</i>																	
<i>Cardiocladius fuscus</i>																	
<i>Simulium erythrocephalum</i>																	
<i>Potthastia gaedii</i>																	
<i>Orthocladus rubicundus</i>																	
<i>Orthocladus oblidens</i>																	
<i>Parametrioctonus stylatus</i>																	
<i>Xenochironomus xenolabis</i>																	
Aantal taxa	13	24	8	13	12	13	5	5	3	7	7	4	5	6	8	9	41

In 1994 is de nevengeul van Beneden Leeuwen opgeleverd en sindsdien gemonitord. Duidelijk is het aantal kenmerkende soorten het grootst tijdens de beginfase van dat onderzoek. Die periode wordt ook gekenmerkt door zeer hoge afvoeren op de Rijn. Kerst 1993 en februari 1995 staan in de top 3 afvoeren van de vorige eeuw. Als gevolg hiervan zijn er veel soorten meegekomen van bovenstrooms (zie hoogwaterpoelen). Door de hoge afvoeren op de rivier, had de nevengeul ook een hoge afvoer (Klink et al., 2014). In de periode daaropvolgend, is de afvoer op de Waal relatief gering en de geul valt recent zelfs enige malen droog. Vaak wordt de afvoer door de geul grotendeels bepaald door de zuiging van de scheepvaart en stroomt het

water periodiek naar bovenstrooms. Het gevolg hiervan is dat het aantal kenmerkende soorten na 1995 sterk terugloopt van 24 naar 5-9 in de periode 2002 – 2015. In totaal zijn er over de onderzoeksperiode 37 kenmerkende soorten verzameld in 96 monsters. In het huidige onderzoek zijn in 101 monsters van de bomen 41 soorten verzameld. Dit geeft overtuigend aan dat:

- Het ecologische rendement van de bomen veel hoger is dan dat van de huidige nevengeul in Beneden Leeuwen
- Dat de nevengeul van Beneden Leeuwen niet goed functioneert. De geul moet een veelvoud van het huidige debiet doorvoeren om een ecologische meerwaarde te realiseren.

5. Conclusies na 1,5 jaar onderzoek

5.1. Kolonisatie

- De kolonisatie van de bomen verloopt zeer snel. In de vistrap van Maurik zit een boom na 4 maanden al vol met macrofauna.
- Iedere locatie heeft een duidelijk “eigen” faunagemeenschap op de bomen. Dit geldt binnen dezelfde locatie ook voor de verschillende bemonsteringsperiodes, waarbij de monsters uit de zelfde periode geclusterd voorkomen in de CANOCO-plots.
- In terrestrische systemen treedt een ontwikkeling op van een pionierssituatie naar een climax. Bij de kolonisatie van de bomen zien we duidelijk een momentane vestiging in een bepaalde periode, waarna soorten weer verdwijnen om in een volgend jaar misschien terug te keren. In feite verkeert het systeem permanent in een pionierssituatie.
- Een pionierssituatie kan doorbroken worden indien de bomen gekoloniseerd worden door mosselen (*Dreissena* soorten), die een meerjarige ontwikkeling hebben en waarvan de schelpen ook na het sterven van de bewoner nog lange tijd een populatie van Slijkgarnalen (*Corophiidae*) kan faciliteren. Bij een dergelijke ontwikkeling worden andere soorten uitgesloten, wat een sterk negatief effect heeft op zowel biodiversiteit als EKR score. In dit onderzoek is dit proces aangetoond op voor monsters van broekstuk en tak.

5.2. EKR in relatie tot milieuvariabelen

- De Nederrijn-Lek en IJssel hebben als gevolg van de aanpassingen ten behoeve van veiligheid en scheepvaart bijna de helft van hun oorspronkelijke biodiversiteit verloren. Dit komt vooral tot uitdrukking in de veel lagere EKR score en kenmerkende en karakteristieke riviersoorten. Het aandeel exoten is echter ook vele malen hoger dan in de referentierivieren.
- De verankerde bomen dragen wezenlijk bij aan de biodiversiteit van de macrofauna in de rivieren. De toename hiervan wordt hoofdzakelijk vorm gegeven door de larven van dansmuggen (*Chironomidae*) die behoren tot de insecten die het minst geleden hebben van de fysische en chemische ingrepen van de rivieren.
- Een groot aantal karakteristieke soorten van rivieren is niet opgenomen in de EKR. Hun diversiteit op de bomen is significant hoger dan op de bodem of stenen.
- De geplaatste bomen hebben (nog) geen wezenlijke verbetering van de EKR score tot gevolg gehad. De oorzaak hiervan is dat de vestiging van kenmerkende soorten vooral beperkt blijft tot dansmuggen en dat de voor de EKR score belangrijke soorten eendagsvliegen en kokerjuffers zich (nog) nauwelijks laten zien.
- Uit het EKR verloop in een tijdreeks van 1976 tot heden, kan worden afgeleid dat de “exotenmalus” op de EKR bijna een hele klasse bedraagt.
- Bij toetsing van alle voorjaarsmonsters van de bomen tegen alle najaar monsters, blijken de voorjaarsmonsters significant een kwart klasse hoger te scoren EKR (0,37 vs. 0,32). Deze

“voorjaarsbonus” kan worden geïncasseerd door de reguliere monitoring uit te voeren in april-mei in plaats van oktober-november.

- Uit zowel de kengetallen als de multivariate analyse blijkt dat de macrofauna sterk wordt gestuurd door de hydrologische omstandigheden die ieder jaar anders zijn. Daardoor wordt met ieder volgend meetjaar duidelijker wat de invloed is van de kolonisatieduur en de hydrologie op de levensgemeenschap op de bomen.
- Wordt de EKR score van de bomen vergeleken met die van rijshoutschermen in een andere pilotproef (Wiggers en Wolters 2012, 2013), dan blijkt dat de score op de bomen significant hoger is dan die op de schermen. Mogelijk is heeft dit een methodische oorzaak die niet achterhaald is.
- De bomen bij Wageningen zijn bewust in twee diepteraaien verankerd om de invloed van de diepte op de EKR te onderzoeken. Op basis van de huidige gegevens is de diepteligging van ondergeschikt belang. Opmerkelijk is dat licht (gemeten als aandeel van muggenlarven die vastzittende algen eten) positief gerelateerd is aan de EKR. Mogelijk is de gemeten diepte van een boom een te grove parameter voor het lichtklimaat bij wisselende waterstanden.

5.3. Bemonstering wat en hoe?

Bij de bemonstering van broekstuk, stam en takken zijn slechts een beperkt aantal monsters met elkaar vergelijkbaar. Hieruit zijn geen significante verschillen in EKR gevonden. Dat licht in veel CANOCOplots een positieve factor voor de EKR blijkt, pleit er voor om de bomen niet te diep te plaatsen.

Alleen takken zijn eenvoudig te bemonsteren door ze af te zagen. Indien onderzoek zich uitstrekt over een langere periode, raakt dit substraat uitgeput. In dat geval, maar ook als broek en stam worden bemonsterd, is een zuiger aan te bevelen.

6. Aanbevelingen voor verder onderzoek

We zijn nu twee jaar verder dan toen de eerste boom werd verankerd. We zijn al veel te weten gekomen over het wel en wee rond de bomen in dit onderzoek. Vragen die in dit stadium opkomen zijn:

- We hebben gegevens van 11 bomen in periodiek stagnante delen van de IJssel, Nederrijn-Lek en vistrap over een periode van 1-2 jaar. Hoe zal de fauna op deze bomen zich na verloop van tijd ontwikkelen? Meer gegevens leiden tot betere, statistisch onderbouwde, conclusies.
- Hoe komen we er achter wat de effecten zijn van bomen als dit project wordt opgeschaald en bomen weer een belangrijk substraat gaan vormen in de rivieren? Blijvend monitoren!
- Tijdens dit onderzoek zijn alleen semi-stagnante riviertrajecten onderzocht. Hierdoor zijn de echte stroomminnende rivierbewoners slechts in zeer lage dichtheden aangetroffen. Hoe zullen bomen hun terugkeer kunnen faciliteren in snelstromende rivieren als de Waal (achter de langsdammen en de Grensmaas als onbevaarbare rivier)?
- Hoe staat het met de bovenloop van de Rijn in Duitsland (en Maas in Frankrijk) als donor van de benodigde EPT soorten? Tijdens het hoogwater van begin 1995 zijn veel doelsoorten meegevoerd naar Nederland. Helaas hebben ze geen hier duurzame populatie opgebouwd. Vragen die hier opkomen zijn:
 - o Hoe verloopt de drift van bovenstrooms
 - o Zijn de bomen in staat om de op drift geraakte (doel)soorten een duurzame habitat te bieden?
- Zijn exoten in Nederland op de langere termijn in staat om het ecologische herstel van de inheemse fauna te verhinderen? Ook als sprake is van sterk verbeterde fysieke omstandigheden? Blijvende monitoring is een antwoord. Maar ook onderzoek in de Donau kan belangrijk bijdragen. Onze exoten zijn ook daar exoot en al enige decennia langer actief dan in de Rijn (Bij de Vaate, . Onderzoek in de Donau geeft een doorkijk naar de veerkracht van de inheemse soorten in de Donau die voor 95% identiek zijn aan die in de Nederlandse rivieren.

7. Literatuur

- Albarda, H., 1889 Catalogue raisonne et synonymique des Neuropteres observés dans les Pays-Bas et dans les Pays limitrophes Tijdschr. Ent. 32: 211-375
- Bij de Vaate, A., 2003 Degradation and recovery of the freshwater fauna in the lower sections of the rivers Rhine and Meuse. Acad. Proefschrift Wageningen Univ. 200 pp.
- Bijkerk, R., (ed.), 2010 Handboek Hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren STOWA rapport 2010-28
- Duijts, O.W.M., 2006 Analyse macrofaunamonsters Everdingen en Steenwaard, voorjaar 2006. Rapport Koeman en Bijkerk 2006-100: 18 pp.
- Higler, L.W.G., 2008 Verspreidingsatlas Nederlandse kokerjuffers (Trichoptera) EIS Nederland 248 pp.
- Illies, J. (ed.) 1978 Limnofauna Europaea Stuttgart: Fischer Verlag 532 pp. + bijl.
- Jongman, R.H.G., ter-Braak, C.J.F., ea, 1987 Data analysis in community and landscape ecology PUDOC, Wageningen (ISBN 90-220-0908-4) 299 pp.
- Klink, A., 1982 Rheopelopia ornata (Meigen): Description of the metamorphosis and ecology of a river inhabiting Tanypodinae larva, new to the Dutch fauna (Diptera: Chironomidae) Ent. Ber. 42: 78-80
- Klink, A., 1983 Rheotanytarsus rhenanus n.sp. A common midge of the lithorheophilic fauna in the Dutch lowland rivers (Diptera:Chironomidae) Ent. Ber.43: 136-138
- Klink, A., 1989 The Lower Rhine. Palaeoecological analysis. In: Historical change of large alluvial rivers: western Europe in: G.E. Petts (ed.), John Wiley & Sons Ltd. 183-201
- Klink, A., 2010 Macroinvertebrates of the Seine basin Hydrobiol. Adviesburo Klink Rapp. Med. 108: 77 pp. + bijl.
- Klink, A., 2011 Macrofauna op bakenbomen in de bedijkte Maas (een tussenstand na 4-5 jaar) Rapp. Med. HAK 116: 23 pp. + bijl.
- Klink, A., 2014 KRW-proef: bomen in de Nederrijn-Lek. Evaluatie van het eerste onderzoeksjaar 2014 Rapp. Med. HAK 138: 62 pp.
- Klink, A., Moller Pillot, H.K.M., 1982 Onderzoek aan de makro-evertebraten in de grote Nederlandse rivieren Adviesburo Klink Rap. Med. 3: 1-57
- Klink, A., Schoor, M., Rheede, H. van, Duijn, P., 2014 Aquatische macrofauna in het rivierengebied en mogelijkheden voor ecologisch herstel De Levende Natuur 115(3): 101-109
- Liefveld, W., 2016 Bomen in de Lek. Het proces van een pilot project Conceptrapport Bureau Waardenburg
- Marescaux, J., et al., 2016 Benthic macro-invertebrate fauna associated with Dreissena mussels in the Meuse River: from incapacitating relationships to facilitation Aquat. Ecol. 50: 15-28
- Naber, A., 2005 Monsterneming van macrofauna op hard substraat. RWS Voorschrift 913.00.B002 11 pp.
- Ohm, M., Hulscher, D. ten, Smits, R., Smits 2014 Richtlijn KRW monitoring oppervlaktewater en protocol toetsen & beoordelen RWS rapport 3 juli 2014 109 pp. + bijl.

- Rijkswaterstaat, 2013 Waterverdelings- en verziltingsvraagstukken in het hoofdwatersysteem in West- en Midden-Nederland Rapport Hydrologic 55 pp + Bijl.
- Schöll, F., (ed.) 2015 Het makrozoöbenthos van de Rijn in 2012 ISBN-Nr.: 3-941994-89-1: 55 pp.
- Smilauer, P., Leps, J., 2014 Multivariate analysis of ecological data using Canoco 5 Cambridge Univ. Press 362 pp.
- Swammerdam, J., 1669 Algemeene Verhandeling van de bloedloose diertkens J.F. Gleditschens Buchhandlung Leipzig p. 100 - 114
- Ter Braak, C.J.F., Smilauer, P., 2012 CANOCO 5. Canoco reference manual and user's guide Biometris Wageningen 496 pp.
- Vallenduuk, H.J., 1999 Key to the larvae of Glyptotendipes Kieffer (Diptera, Chironomidae) in Western Europe Rapp. Bureau Vallenduuk 46 pp. + bijl.
- van den Brink, F.W.B., van der Velde, G., bij de Vaate, A., 1993 Ecological aspects, explosive range extension and impact of a mass invader, *Corophium curvispinum* Sars, 1895 (Crustacea: Amphipoda), in the Lower Rhine (The Netherlands) Oecologia 93: 224-232
- van Urk, G., 1978 The macrobenthos of the river IJssel Hydrobiol. Bull. 12: 21-29
- Wiggers, R., et al., 2011 Effecten oeeververdediging in de Lek bij Everdingen en Steenwaard op de macrofaunagemeenschap. Meetjaar 2010. Rapport Koeman en Bijkerk 2011-014:
- Wiggers, R., Wolters, G., 2012 Op zoek naar de kokerjuffer Rapport Koeman en Bijkerk 2012-091: 46pp
- Wiggers, R., Wolters, G., 2013 Op zoek naar de kokerjuffer Rapport Koeman en Bijkerk 2013-058: 33pp.

Bijlage 1. Overzicht van de monsters

Toelichting:

In de eerste rij staan de categorieën van de gegevens

In de meeste kolommen staat alleen een 0 of 1. 0 betekent dat de kop van de kolom (bv. Nederrijn) niet waar is. Bij 1 is dit monster wel afkomstig uit de Nederrijn.

Nadere toelichting verdient:

- Monstercode is opgebouwd uit eerste letter van de locatie (W = Wageningen; M = Maurik vistrap; E = Everdingen en A = Aersoltweerde), gevolgd door de datum (mjj) en details over het substraat.
- Substraat als categorie. Hierin zijn monsters aanwezig waarbij meerdere substraten een 1 hebben. Dit zijn monsters waarbij meerdere substraten zijn samengevoegd.
- Datum als variabele is het dagnummer volgens Microsoft (27-5-2014 = 41786 en 28-5-2014 = 41787).
- Licht als variabele is het aandeel van dansmuggen (waarde 0 = geen; 6 = 100%) die vastzittende algen eten.
- Kolonisatieduur als variabele is het aantal dagen dat een boom of ander substraat in het water ligt, met een maximum van 1000 dagen.

Bijlage 1. Overzicht van de monsters

Monstercode	Datum	RDX	RDY	River												Substraat												Habitat				Methode				Overige Milieuv variabelen												EKR parameters				Kengetallen			
				Nederrijn	Lek	IJssel	Vistrap	Grind	Zand	Slib	Klei	Steen	hou/gr. organisch	Bomen	Broekstuk	Stam	Tak	oevervegetatie	waterplanten	mosselbank	borstelen	zuiger	prefab	WS Lobith	Licht	Totaal/m²	Dreissena%	Corophidae%	Gammaridae%	Kolonisatieuur	EKR	Totaal abundantie-klassen	PD + kenm.	ND % abund	KT % aantal	Aantal families EPT	Aantal kenmerkende soorten	Aantal karakteristieke soorten	Shannon-diversiteit	% exoten															
W51481a	27-5-2014	172307	440185	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	849	1	287	0	8	0	1000	0,29	48	27,09	29,17	17,39	0	4	2	2,17	9																
W51481b	27-5-2014	172301	440170	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	849	4	669	0	1	0	1000	0,42	77	36,37	19,48	25	0	7	1	2,58	2																
W51482a	27-5-2014	172338	440141	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	849	1	475	4	3	2	1000	0,28	62	29,05	20,99	12	0	3	1	2,19	18																
W51482b	27-5-2014	172338	440140	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	849	0	483	1	0	0	1000	0,35	45	24,44	17,77	17,65	0	3	0	1,72	5																
W51483a	27-5-2014	172371	440160	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	849	0	9352	33	46	11	1000	0,14	89	33,71	34,82	4,17	1	1	0	1,61	79																
W51483b	27-5-2014	172371	440160	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	849	0	4276	23	57	13	1000	0,38	60	41,67	15,01	17,65	0	3	0	1,49	82																
W51484a	27-5-2014	173343	440706	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	849	0	1285	41	36	15	1000	0,27	48	39,58	14,58	6,25	0	1	0	1,73	65																
W51484b	27-5-2014	173343	440706	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	849	0	4044	47	23	22	1000	0,23	73	41,1	20,55	4,35	0	1	0	1,82	62																
W51482a	27-5-2014	173339	440708	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	849	0	343	4	3	2	1000	0,26	59	28,79	32,19	15,38	0	4	1	2,69	24																
W51482b	27-5-2014	173339	440708	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	849	0	173	1	0	0	1000	0,26	37	18,91	48,66	25	0	5	1	2,29	3																
W51486a	27-5-2014	173337	440641	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	849	0	137	0	0	0	1000	0,40	26	30,77	23,08	33,33	0	4	0	1,92	10																
W51486b	27-5-2014	173337	440641	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	849	0	32	0	0	0	1000	0,17	13	7,69	38,45	12,5	0	1	0	1,84	38																
W51486a	29-5-2014	173803	440599	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	896	6	3246	0	0	0	60	0,37	40	45	22,5	20	0	2	1	0,82	0																
W51486a	22-9-2014	172326	440182	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	872	1	483	0	67	17	62	0,48	42	42,84	2,38	21,05	1	4	0	1,80	84																
W51486a	22-9-2014	172326	440182	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	872	0	1907	0	77	17	62	0,41	48	47,91	12,5	18,75	0	3	0	1,33	95																
W51486a	22-9-2014	172340	440168	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	872	1	225	0	65	10	62	0,30	38	31,56	23,67	15	0	3	0	1,77	76																
W51486a	22-9-2014	172340	440168	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	872	1	923	0	64	21	62	0,47	44	52,27	11,36	23,08	1	3	0	1,73	95																
W51486a	22-9-2014	172356	440144	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	872	0	657	0	83	2	62	0,40	37	32,44	16,22	21,43	1	3	0	1,18	90																
W51486a	22-9-2014	172356	440144	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	872	0	1999	0	56	38	62	0,49	47	51,08	10,64	30,77	1	4	0	1,67	98																
W51486a	22-9-2014	173343	440686	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	872	0	139	0	50	7	62	0,24	28	17,85	28,56	13,33	0	2	1	2,11	59																
W51486a	22-9-2014	173343	440686	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	872	1	855	0	64	15	62	0,37	58	36,22	8,62	13,04	0	3	1	1,78	84																
W51486a	22-9-2014	173332	440665	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	872	0	237	0	22	25	62	0,29	48	29,17	29,17	17,39	0	4	1	2,63	54																
W51486a	22-9-2014	173332	440665	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	872	0	481	0	83	3	62	0,29	26	26,93	15,38	10	0	1	0	1,20	96																
W51486a	22-9-2014	173322	440644	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	872	1	629	0	55	28	62	0,36	52	40,4	13,46	15	0	3	0	1,98	90																
W51486a	22-9-2014	173322	440644	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	872	0	183	0	73	21	62	0,23	20	35	10	0	0	0	1,36	93																	
W51486a	22-9-2014	172361	440167	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	872	0	592	26	61	10	1000	0,24	34	38,22	8,82	0	0	0	1,62	79																	
W51486a	22-9-2014	172369	440175	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	872	0	372	39	47	10	1000	0,22	56	42,86	14,3	0	0	0	1,55	89																	
W51486a	22-9-2014	172372	440164	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	872	0	1502	31	46	18	1000	0,27	37	48,65	5,41	0	0	0	1,54	87																	
W51486a	22-9-2014	156619	442763	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	768	1	898	55	6	34	1000	0,30	42	47,61	14,28	7,69	0	1	1	1,59	86																

Monstercode	Algemeen	Datum	RDX	RDY	Rivier										Substraat							Habitat					Methode	Overige Milieuvanabeelen										EKR parameters					Kengetallen		
					Nederrijn	Lek	IJssel	Visstrap	grind	zand	slib	klei	steen	hou/gr. organisch	bomen	broekstuk	stam	tak	oevervegetatie	waterplanten	mosselbank	borstelen	zuiger	prefab	WS Lobith	Licht		Totaal/m²	Dreissena%	Corophidae %	Gammaridae %	Kolonisatieduur	EKR	Totaal abundantie-klassen	PD + kenm.	ND % abund.	KT % aantal	Aantal families EPT	Aantal kenmerkende soorten	Aantal karakteristieke soorten	Shannon-diversiteit	% exoten			
M414rak1	24-4-2014	156623	442750	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	776	1	8445	0	7	89	122	0,40	57	45,61	10,52	16,67	0	3	2	0,84	97					
M414rak2	24-4-2014	156623	442750	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	776	4	848	0	18	43	122	0,51	52	48,1	5,77	25	0	4	2	1,99	62					
M414rak3	24-4-2014	156623	442750	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	776	5	843	0	8	18	122	0,47	52	51,95	13,46	37,5	0	6	1	1,86	28					
M414rak4	24-4-2014	156623	442750	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	776	3	434	0	11	65	122	0,38	36	47,23	11,11	14,29	0	2	2	1,69	76					
M414rak5	24-4-2014	156623	442750	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	776	3	620	0	11	58	122	0,43	44	50	9,1	18,75	0	3	1	1,81	70					
M414rak6	24-4-2014	156623	442750	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	776	1	9957	0	19	78	122	0,38	95	35,79	8,42	15	0	3	1	1,16	97					
M414broek	24-4-2014	156623	442750	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	776	1	80080	0	82	14	122	0,50	70	48,59	8,58	32	0	8	3	0,94	97					
M414stem	24-4-2014	156623	442750	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	776	1	68423	0	8	89	122	0,41	97	39,17	10,3	18,18	0	4	4	0,71	97					
M914st	29-9-2014	156619	442763	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	870	4	980	18	19	18	1000	0,38	60	43,33	6,67	12,5	0	2	0	2,31	50					
M914rak1	29-9-2014	156623	442750	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	870	4	2431	0	52	1	280	0,51	57	49,12	5,26	25	0	4	0	1,53	53					
M914rak2	29-9-2014	156623	442750	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	870	3	3475	0	75	0	280	0,45	45	44,24	5,77	23,08	0	3	0	1,13	83					
M914rak3	29-9-2014	156623	442750	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	870	2	1773	0	80	1	280	0,45	45	42,21	6,67	20	0	3	0	1,13	83					
E1014neak1	7-10-2014	138557	442554	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	803	3	1537	22	37	1	273	0,27	47	25,54	0	0	1	0	1,80	49						
E1014neak2	7-10-2014	138557	442554	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	803	2	1357	22	37	1	273	0,31	54	29,63	5,56	6,67	1	1	0	1,90	50					
E1014neak3	7-10-2014	138557	442288	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	803	3	780	22	32	4	273	0,36	44	29,55	9,1	13,33	1	2	1	1,32	87					
E1014kraak1	7-10-2014	140205	442288	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	803	2	4351	13	71	0	273	0,53	72	26,4	2,78	14,29	3	3	2	1,56	79					
E1014kraak2	7-10-2014	140205	442288	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	803	3	2815	35	42	0	273	0,44	64	34,36	0	16,67	2	3	1	1,84	65					
E1014kraak3	7-10-2014	140205	442288	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1160	0	133	0	22	12	6	0,31	41	31,72	21,96	14,81	2	4	0	2,70	54					
W115drft	19-1-2015	173226	440668	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	893	3	300	0	12	59	493	0,52	41	43,92	2,44	26,32	0	5	4	1,75	72					
M415rak1	30-4-2015	156623	442750	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	893	3	300	0	12	59	493	0,52	41	43,92	2,44	26,32	0	5	4	1,75	72					
M415rak2	30-4-2015	156623	442750	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	893	4	382	0	19	27	493	0,42	50	40	10	19,05	0	4	3	2,34	48					
M415rak3	30-4-2015	156623	442750	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	893	5	353	0	21	20	493	0,53	44	47,72	2,27	28,57	0	6	3	2,14	42					
M415st1	30-4-2015	156634	442753	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	893	2	580	48	21	19	1000	0,44	44	45,46	6,82	13,33	0	2	1	1,87	87					
M415st2	30-4-2015	156634	442753	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	893	1	904	72	13	9	1000	0,44	43	46,52	9,31	20	0	3	1	1,24	94					
E515neak1	27-5-2015	138557	442554	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	960	1	3029	0	91	3	505	0,34	75	26,66	6,66	10,34	2	3	2	1,16	94					
E515neak2	27-5-2015	138557	442554	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	960	4	3975	0	49	5	505	0,34	85	29,41	7,06	10,53	0	2	0	1,94	54					
E515neak3	27-5-2015	138557	442554	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	960	1	11311	1	88	4	505	0,41	87	40,25	3,45	14,29	0	3	0	1,22	93					
E515neak4	27-5-2015	138557	442554	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	960	0	1893	3	87	4	505	0,22	60	26,67	10	0	0	0	1,30	95						
E515neak5	27-5-2015	140234	442271	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	960	5	772	0	10	3	505	0,30	71	25,36	14,09	10,34	1	3	2	2,25	45					

Bijlage 1. Overzicht van de monsters

Monstercode	Algemeen	River	Substraat						Habitat			Methode	Overige Milieuv variabelen							EKN parameters				Kergetallen															
			Nederrijn	Lek	IJssel	Vistrap	grind	slib	klei	steen	hou/gr. organisch		bomen	broekstuk	stam	tak	oevervegetatie	waterplanten	mosselbank	borstelien	zuiger	prelab	WSlobith		Licht	Totaal/m²	Dreissena%	Corphilidae %	Gammaridae %	Kolonisatieuur	EKN	Total abundantie-klassen	PD + kenm.	ND % abund.	KT % aantal	Aantal families EPT	Aantal kenmerkende soorten	Aantal karakteristieke soorten	Shannon-diversiteit
E515strak6	27-5-2015	140234	442271	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	960	1	1889	1	47	18	505	0,32	78	30,94	10,71	10	0	3	2	2,11	89	
E515strak7	27-5-2015	140234	442271	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	960	1	777	0	31	17	505	0,34	84	30,76	7,7	11,11	1	3	2	2,49	53	
E515strak8	27-5-2015	140234	442271	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	960	1	1451	31	49	10	505	0,26	65	23,08	9,24	4,35	1	1	1,81	92		
E515mest1	27-5-2015	138503	442813	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	960	1	2177	38	24	23	1000	0,22	79	25,31	17,72	3,7	0	1	1	1,99	93	
E515mest2	27-5-2015	138493	442806	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	960	1	2865	54	22	16	1000	0,23	66	31,67	18,19	4,55	0	1	1	1,67	96	
E515mest3	27-5-2015	140260	442285	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	960	1	1443	16	29	24	1000	0,34	75	34,67	9,33	11,11	0	3	1	2,3	86	
E515mest4	27-5-2015	140258	442290	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	960	1	4138	70	18	7	1000	0,34	57	38,58	10,53	11,11	0	2	0	1,15	99	
E515mest5	27-5-2015	198490	502268	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	920	2	421	0	31	41	244	0,33	50	38	10	9,52	0	2	1	2,16	75	
A615B01a1	2-6-2015	198490	502268	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	920	2	546	0	5	82	244	0,34	37	51,35	13,51	11,11	0	2	1	1,39	88	
A615B01a2	2-6-2015	198496	502268	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	920	4	990	0	25	36	244	0,37	54	44,44	7,4	11,76	1	2	0	1,91	62	
A615B01b1	2-6-2015	198496	502268	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	920	5	638	0	19	13	244	0,30	59	33,89	5,08	4,35	1	1	2	2,20	33	
A615B00a1	2-6-2015	198496	502264	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	920	2	1179	0	0	1	244	0,13	70	14,3	32,85	4,55	0	1	1	1,99	1	
A615B02a1	2-6-2015	198808	502202	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0																		

[illegible]

Algemeen		River		Substraat					Habitat		Methode		Overige Milieuv variabelen										EKR parameters		Kengetalen											
Monstercode	Datum	Nederrijn	Lek	Visstap	grind	zand	slib	Klei	steen	hout/gr. organisch	broekstuck	stam	tak	oevervegetatie	waterplanten	mosselbank	borstelen	zuiger	prelab	WSLothh	Licht	Totaal/m ²	Dreissena%	Corophidae %	Gammaridae %	Kolonisatieuur	EKR	Totaal abundantie-klasse	PD + kenm.	ND % abund.	KT % aantal	Aantal families EPT	Aantal kenmerkende soorten	Aantal karakteristieke soorten	Shannon-diversiteit	% exoten
A915Steenz	30-9-2015	199335	502185	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	780	5	640	0	8	26	364	0,34	66	37,9	13,65	12,5	0	3	0	2,36	39
A915Veg2	30-9-2015	198494	502272	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	780	2	1312	0	20	2	107	0,52	102	24,5	6,86	8,33	5	3	0	2,69	23	
W1015B1a	2-10-2015	172326	440182	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	765	0	609	1	93	1	436	0,18	30	16,67	16,67	0	0	0	1,04	96		
W1015B1a	2-10-2015	172326	440182	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	765	0	4151	1	95	1	436	0,27	65	26,16	7,7	4,35	0	1	1,23	97		
W1015B1a	2-10-2015	172326	440182	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	765	0	3973	9	69	6	1000	0,28	64	34,36	10,94	5,26	0	1	0	1,50	99	
W1015B1a	2-10-2015	172326	440182	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	765	0	4151	1	95	1	436	0,27	65	26,16	7,7	4,35	0	1	1,23	97		
W1015B1a	2-10-2015	172326	440182	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	765	0	3973	9	69	6	1000	0,28	64	34,36	10,94	5,26	0	1	0	1,50	99	
W1015B1a	2-10-2015	172326	440182	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	765	0	4151	1	95	1	436	0,27	65	26,16	7,7	4,35	0	1	1,23	97		
W1015B1a	2-10-2015	172326	440182	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	765	0	3973	9	69	6	1000	0,28	64	34,36	10,94	5,26	0	1	0	1,50	99	
W1015B1a	2-10-2015	172326	440182	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	765	0	4151	1	95	1	436	0,27	65	26,16	7,7	4,35	0	1	1,23	97		
W1015B1a	2-10-2015	172326	440182	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	765	0	3973	9	69	6	1000	0,28	64	34,36	10,94	5,26	0	1	0	1,50	99	
W1015B1a	2-10-2015	172326	440182	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	765	0	4151	1	95	1	436	0,27	65	26,16	7,7</							

Monstercode	Datum	Algemeen		Rivier	Substraat										Habitat	Methode	Overige Milieuv variabelen	EKR parameters					Kengetallen																		
		RDX	RDY		Nederrijn	Lek	IJssel	Vistrap	grind	zand	slib	klei	steen	hout/gr. organisch				bomen	broekstuk	stam	tak	oevervegetatie		waterplanten	mosselbank	borstelen	zuiger	prefab	WS Lobith	Licht	Totaal/m²	Dreissena%	Corophidae %	Gammaridae %	Kolonisatieduur	EKR	Totaal abundantie-klassen	PD + kenm.	ND % abund	KT % aantal	Aantal families EPT
E1015necr1	6-10-2015	138557	442554	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	735	0	4275	2	94	1	637	0,26	64	26,55	3,12	0	0	0	0	1,11	96	
E1015necr1zu	6-10-2015	138557	442554	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	735	1	1119	6	88	0	637	0,23	31	6,45	3,23	0	0	0	0	1,12	93
E1015necr12	6-10-2015	138557	442554	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	735	1	3493	1	94	0	637	0,24	48	12,5	2,08	0	0	0	0	0,83	95
E1015necr13	6-10-2015	138557	442554	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	735	1	1873	7	88	0	637	0,25	47	19,15	2,13	0	0	0	0	1,11	94
E1015necr1	6-10-2015	138503	442813	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	735	1	1467	31	34	9	1000	0,22	64	35,92	12,5	0	0	0	0	1,92	90	
E1015necr2	6-10-2015	138493	442806	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	735	0	4724	45	22	18	1000	0,21	58	36,2	13,79	0	0	0	0	1,63	94	
E1015necr5	6-10-2015	140234	442271	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	735	1	4543	11	84	1	637	0,37	59	25,41	5,08	12,5	2	2	1	1,46	94
E1015necr52	6-10-2015	140234	442271	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	735	1	587	11	84	1	637	0,25	39	17,95	2,56	0	2	0	2	1,66	95	
E1015necr6	6-10-2015	140234	442271	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	735	2	2171	10	79	0	637	0,36	53	22,64	3,77	11,11	1	2	1	1,33	87	
E1015necr7	6-10-2015	140234	442271	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	735	2	2303	13	71	0	637	0,35	60	23,34	3,34	10	2	2	2	1,57	80	
E1015necr1	6-10-2015	140260	442285	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	735	1	1494	53	27	8	1000	0,30	63	31,74	14,28	9,52	1	2	0	1,68	90	
E1015necr2	6-10-2015	140258	442290	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	735	0	2244	65	11	16	1000	0,23	55	41,81	12,73	0	1	0	1	1,49	92	

Bijlage 2. Overzicht van karakteristieke en EKR relevante soorten

Karakteristieke soorten	Kenmerkende soorten (EKR)
Anabolia nervosa	Ancylus fluviatilis
Antocha vitripennis	Anodonta anatina
Apsectrotanytus trifascipennis	Anodonta cygnea
Atherix ibis	Astacus astacus
Athripsodes bilineatus	Athripsodes albifrons
Athripsodes cinereus	Brachycentrus maculatus
Atractides nodipalpis	Brillia bifida
Atrichops crassipes	Brillia longifurca
Beckidia	Buchonomyia thienemanni
Brachycentrus subnubilus	Caenis luctuosa
Brychius elevatus	Caenis macrura
Byssodon maculatum	Caenis robusta
Caenis beskidensis	Calopteryx splendens
Caenis pseudovulvorum	Calopteryx virgo
Caenis pusilla	Cardiocladius fuscus
Chernovskii macrocera	Ceraclea alboguttata
Cladopelma viridulum gr.	Ceraclea annulicornis
Cladotanytarsus vanderwulpi gr.	Ceraclea fulva
Conchapelopia pallidula	Ceraclea nigronevosa
Cricotopus tremulus	Ceraclea riparia
Cricotopus trifascia	Ceraclea senilis
Cricotopus vierriensis	Chaetogaster diastrophus
Diamesa insignipes	Chernovskii orbicus
Ecdyonurus	Cheumatopsyche lepida
Ecdyonurus torrentis	Chimarra marginata
Ecnomus tenellus	Chironomus acutiventris
Einfeldia carbonaria	Chironomus nudiventris
Elmis aenea	Choroterpes picteti
Elmis maugetii	Cricotopus triannulatus agg.
Ephemera	Cryptochironomus rostratus
Ephemera danica	Cryptotendipes usmaensis
Ephemera glaucops	Cyrnus trimaculatus
Epoicocladius ephemeræ	Demeijerea rufipes
Esolus	Demicryptochironomus vulneratus
Esolus parallelepipedus	Ecdyonurus aurantiacus
Eukiefferiella clypeata	Ecdyonurus dispar
Eukiefferiella gracei	Ecdyonurus insignis
Eukiefferiella ilkleyensis	Ecdyonurus venosus
Eukiefferiella minor	Electrogena affinis
Eusimulium	Ephemera lineata
Gerris najas	Ephemera vulgata
Goera pilosa	Ephoron virgo
Halesus radiatus	Eukiefferiella claripennis
Hayesomyia tripunctata	Gammarus pulex
Heptagenia	Gammarus roeseli
Heptagenia flava	Glyptotendipes signatus
Heptageniidae	Gomphus flavipes
Hydraena	Gomphus vulgatissimus
Hydraena assimilis	Haplotaxis gordioides
Hydraena minutissima	Harnischia

Karakteristieke soorten	Kenmerkende soorten (EKR)
Hydropsyche guttata	Heptagenia coerulans
Hydropsyche incognita	Heptagenia longicauda
Hydropsyche siltalai	Heptagenia sulphurea
Hydroptila	Homochaeta naidina
Hygrobates calliger	Hydropsyche angustipennis
Hygrobates fluviatilis	Hydropsyche bulgaromanorum
Hygrobates longipalpis	Hydropsyche exocellata
Hygrobates setosus	Hydropsyche modesta
Ibisia marginata	Hydropsyche ornatula
Isoperla grammatica	Hydropsyche pellucidula
Ithytrichia	Hydropsyche saxonica
Lebertia insignis	Hydroptila pulchricornis
Lebertia porosa	Isonychia ignota
Lebertia rivulorum	Kloosia pusilla
Leptophlebiidae	Lepidostoma hirtum
Leuctra	Lipiniella araenicola
Leuctra fusca	Lipiniella moderata
Leuctra geniculata	Lithoglyphus naticoides
Limnius muelleri	Lype reducta
Limnius opacus	Macronychus quadrituberculatus
Limnius volckmari	Neureclipsis bimaculata
Lipiniella	Notidobia ciliaris
Lipiniella araenicola	Oecetis notata
Lype phaeopa	Oecetis tripunctata
Metalype fragilis	Oligoneuriella rhenana
Microchironomus tener	Ophiogomphus cecilia
Microtendipes pedellus agg.	Orthocladius lignicola
Microtendipes rydalensis	Oulimnius rivularis
Monodiamesa bathyphila	Palingenia longicauda
Mystacides azurea	Parachironomus frequens
Nais behningi	Paracladopelma laminatum
Nanocladius bicolor agg.	Paranaïs frici
Nanocladius rectinervis	Paranaïs litoralis
Nebrioporus canaliculatus	Paratanytarsus dissimilis agg.
Neumania imitata	Paratanytarsus tenuis
Nilotanytus dubius	Paratendipes intermedius
Normandia nitens	Paratrichocladius rufiventris
Onychogomphus forcipatus	Phryganea bipunctata
Orectochilus villosus	Physella acuta
Orthocladius maius	Piscicola respirans
Orthocladius obumbratus	Planaria torva
Orthocladius rivulorum	Platambus maculatus
Orthocladius rubicundus	Plecoptera
Orthocladius thienemanni agg.	Polypedilum laetum agg.
Orthotrichia	Polypedilum pedestre
Oulimnius	Polypedilum scalaenum
Oulimnius tuberculatus	Potamanthus luteus
Paracladopelma camptolabis	Procloeon pennulatum
Paracricotopus niger	Propappus volki
Parakiefferiella bathophila	Psychomyia pusilla

Karakteristieke soorten	Kenmerkende soorten (EKR)
<i>Paralauterborniella nigrohalteralis</i>	<i>Rheocricotopus chalybeatus</i>
<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	<i>Rheocricotopus fuscipes</i>
<i>Parametriocnemus stylatus</i>	<i>Rheopelopia</i>
<i>Paratendipes connectens</i> 3 Lipina	<i>Rheotanytarsus photophilus</i>
<i>Plectrocnemia geniculata</i>	<i>Rheotanytarsus rhenanus</i>
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	<i>Robackia demeijerei</i>
<i>Polypedilum cultellatum</i>	<i>Serratella ignita</i>
<i>Potamonectes depressus elegans</i>	<i>Simulium equinum</i>
<i>Potamophilus acuminatus</i>	<i>Simulium erythrocephalum</i>
<i>Potamophylax cingulatus</i>	<i>Simulium lineatum</i>
<i>Potamophylax latipennis</i>	<i>Siphonurus aestivalis</i>
<i>Potamophylax rotundipennis</i>	<i>Sphaerium rivicola</i>
<i>Potthastia gaedii</i>	<i>Sphaerium solidum</i>
<i>Procladius bifidus</i>	<i>Stenochironomus</i>
<i>Raptobaetopus tenellus</i>	<i>Stylodrilus heringianus</i>
<i>Rheocricotopus glabricollis</i>	<i>Synorthocladus semivirens</i>
<i>Rheotanytarsus</i>	<i>Theodoxus fluviatilis</i>
<i>Rhithrogena</i>	<i>Tinodes waeneri</i>
<i>Rhyacophila dorsalis</i>	<i>Torrenticola amplexa</i>
<i>Riolus</i>	<i>Tvetenia calvescens</i>
<i>Riolus cupreus</i>	<i>Tvetenia discoloripes</i>
<i>Riolus subviolaceus</i>	<i>Tvetenia verralli</i>
<i>Sericostoma personatum</i>	<i>Unio crassus nanus</i>
<i>Setodes</i>	<i>Unio tumidus</i>
<i>Sialis nigripes</i>	<i>Xenochironomus xenolabis</i>
<i>Simulium noelleri</i>	<i>Hydracarina</i>
<i>Siphonurus</i>	
<i>Sperchon clupei</i>	
<i>Sperchonopsis verrucosa</i>	
<i>Stempellina almi</i>	
<i>Stempellina bausei</i>	
<i>Stempellinella edwardsi</i>	
<i>Stenelmis canaliculata</i>	
<i>Stictochironomus pictulus</i>	
<i>Tanytarsus brundini</i> gr.	
<i>Tanytarsus ejuncidus</i>	
<i>Thienemanniella clavicornis</i> agg.	
<i>Thienemanniella majuscula</i>	
<i>Torleya major</i>	
<i>Torrenticola</i>	
<i>Tvetenia discoloripes</i>	
<i>Virgatanytarsus</i>	

Positief dominante soorten (EKR)	Negatief dominante soorten (EKR)
Aphelocheirus aestivalis	Acroloxus lacustris
Baetis	Alboglossiphonia heteroclita
Ceraclea dissimilis	Asellus aquaticus
Cricotopus bicinctus	Bithynia tentaculata
Cryptochironomus obreptans	Chironomus
Dreissena polymorpha	Cricotopus sylvestris gr.
Gammaridae	Erpobdella octoculata
Hydropsyche contubernalis	Jaera istri
Micropsectra	Nais elinguis
Nanocladius bicolor	Psectrotanypus varius
Parachironomus arcuatus	Radix peregra/ovata
Pisidium	Stylaria lacustris
Simuliidae	Tanypus punctipennis
Tanytarsus pallidicornis	Tubificidae
Vejdovskyella intermedia	