

Natuur(vriende)lijke oevers langs de Maas. Quick scan van de macrofauna 2008 - 2012



Eroderende oever bij Bergen in mei 2010



Natuur(vriende)lijke oevers langs de Maas. Quick scan van de macrofauna 2008 - 2012.

Alexander Klink

Hydrobiologisch Adviesburo Klink rapporten en mededelingen nr. 131. Februari 2014 (HAK Project 456)

In opdracht van Rijkswaterstaat

Contactpersoon Prisca Duijn

Inhoudsopgave

INHOUDSOPGAVE	I
1. SAMENVATTING	2
2. INLEIDING	3
3. LIGGING VAN DE MONSTERPUNTEN EN AARD VAN DE OEVERS.....	4
4. ANALYSE VAN DE GEGEVENS.....	8
5. ANALYSE VAN DE KNELPUNTEN EN VERBETERPUNTEN.....	16
6. CONCLUSIES	21
7. AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK	23
8. LITERATUUR.....	24

1. Samenvatting

Op een aantal locaties in de Zandmaas, Bedijkte Maas en Getijde Maas zijn traditionele (bestorte) oevers en natuur(vriende)lijke oevers onderzocht op aquatische macrofauna in de periode 2008 – 2012. In dit rapport worden een eerste evaluatie gemaakt van het effect om de ecologie van dit deel van de Maas te herstellen. Vanuit de Europese wetgeving ligt er met de Kader Richtlijn Water (KRW) namelijk een resultaatverplichting om uiterlijk in 2027 het oppervlakte- en grondwater schoon en ecologisch gezond te hebben.

De resultaten van deze evaluatie zijn in die context tegenvallend. De beoordeling volgens de KRW maatlat voor natuurlijke wateren wijst uit dat het overgrote deel van de monsters het predicaat ontoereikend krijgt. Vooruitlopend op een definitieve analyse kan gedacht worden aan de volgende verklaringen.

Ten eerst is het tijdstip van monsternamen suboptimaal, waardoor de scores stelselmatig iets te laag uit vallen. Ten tweede is voor een groot aantal oevers de tijd sinds het verwijderen van de bestorting nog te kort, er zijn nog te weinig monsters om een positieve trend te kunnen waarnemen. Ook is de erosie nog niet zover gevorderd dat er habitat met hout beschikbaar is gekomen. Wel bijna in Bergen (zie foto omslag).

Verder blijkt dat de oevers die alleen bestaan uit zand op deze maatlat lager scoren dan oevers bestaande uit stenen of stenen en zand. Hieruit wordt de conclusie getrokken dat verwijderen van stenen een halve maatregel is en dat daarvoor natuurlijk vast substraat moet worden teruggeplaatst in de vorm van verankerde bomen.

Als knelpunten worden gezien:

- Waterkwaliteit
- Grote stroomsnelheidsfluctuaties a.g.v. stuwprogramma
- Zuiging van de scheepvaart
- Matige biotoopdiversiteit

Als mogelijkheden voor verbetering worden gezien:

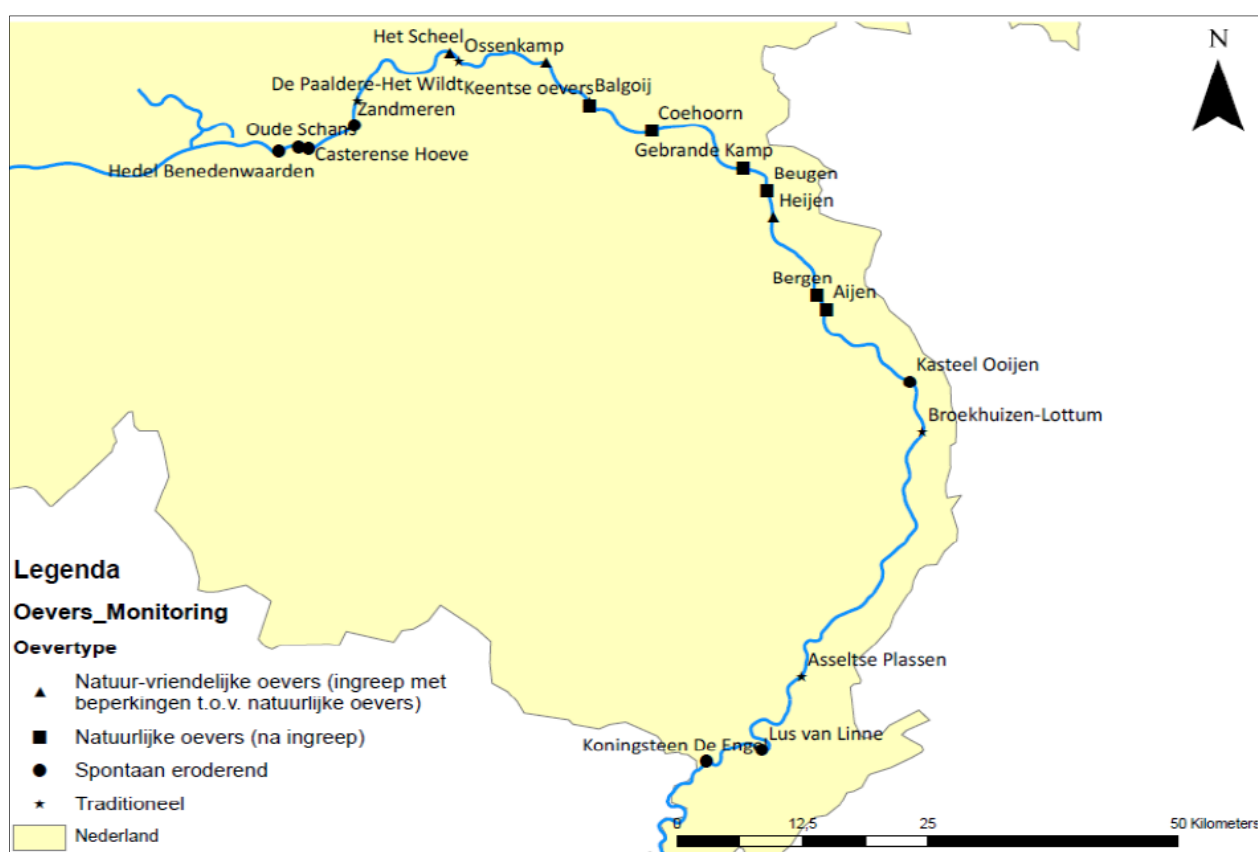
- Niet meer uitsluitend stuwen op waterpeil, maar meer op constante afvoer en stroomsnelheid
- Bomen aanbrengen als maatregel om biotoopdiversiteit te vergroten en mogelijk als maatregel tegen negatieve effecten van de zuiging door de scheepvaart.

2. Inleiding

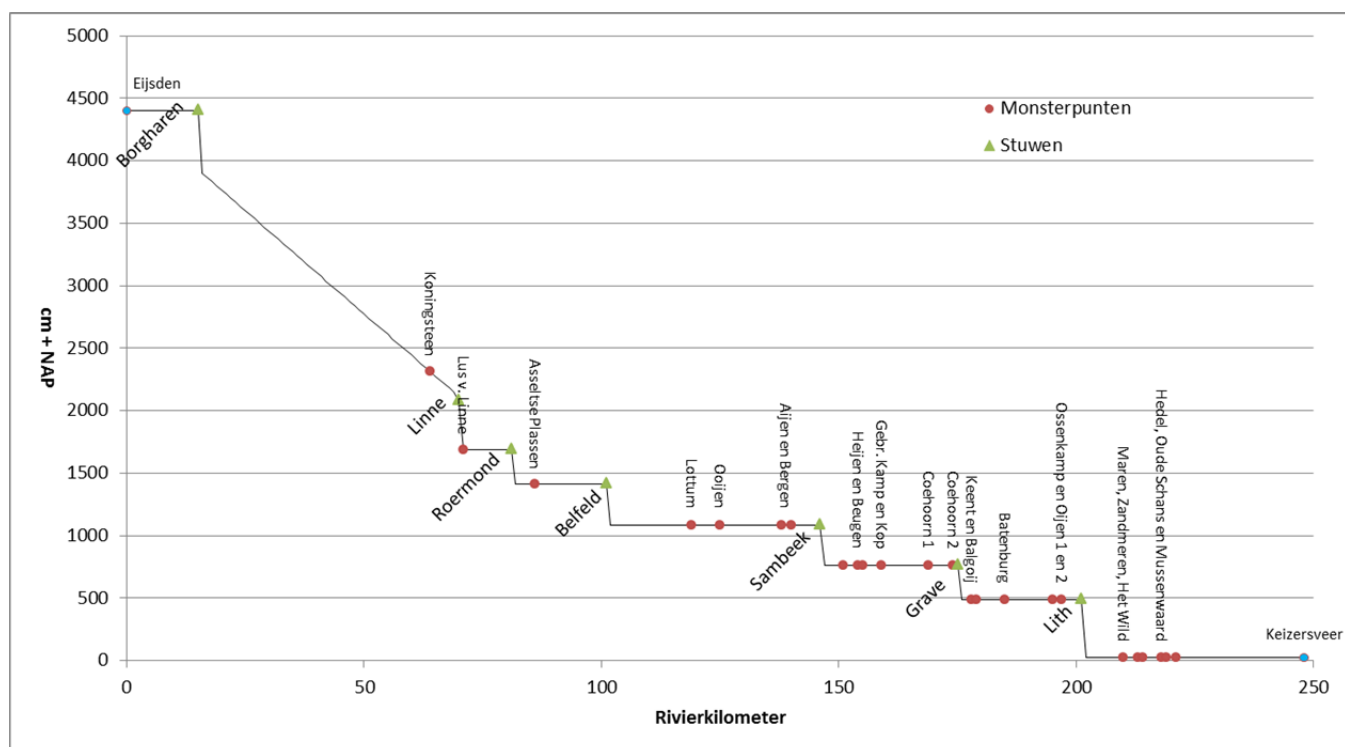
Sinds het begin van de vorige eeuw liggen er in de Maas vele honderden kribben (Historische Atlassen Limburg en Noord Brabant, 1989), die zijn verdedigd met basalt (Romijn et al., 1918). Tot in de jaren 60 en 70 van de vorige eeuw zijn veel Maasoevers vastgelegd in stortsteen, breuksteen, grind of gezette steen. Reden hiervoor was de toenemende erosie door de intensivering van de scheepvaart. In 2006 zijn als proefproject langs de Zandmaas bij Bergen, Aijen en De Waerd, de stortstenen verwijderd om natuurlijke oevers te creëren (foto 7). In de periode 2010 – 2012 is verspreid langs de Maas circa 35 km oever natuurlijker ingericht. Tot 2021 staat nog minimaal 100 km rivieroever op de nominatie om natuurlijker ingericht te worden (<http://maasinbeeld.nl/2/?p=20>). In 2008 is een omvangrijk monitoringsprogramma gestart (Kerkum, 2008), waarbij op 21 oeverlocaties, onder andere de macrofauna tweejaarlijks wordt bemonsterd. Aanleiding van de huidige quick scan is de vraag vanuit Rijkswaterstaat of, en zo ja in welke mate de natuur(vriende)lijke oevers (NVO's) een positieve bijdrage leveren aan de score voor de macrofauna op de maatlat voor de Kader Richtlijn Water (KRW). De KRW is Europese wetgeving die een resultaatverplichting eist om het oppervlakte- en grondwater uiterlijk in 2027 schoon en ecologisch gezond te hebben. Daarnaast heeft deze rapportage tot doel om de lacunes in de huidige kennis te benoemen en aanbevelingen te doen om, in een uitgebreidere studie, hieraan meer aandacht te geven. Tenslotte is deze analyse mede ingegeven door een vraag van de redactie van "De Levende Natuur" om een bijdrage over natuur(vriende)lijke oevers te leveren voor het binnenkort te verschijnen themanummer over de grote rivieren.

3. Ligging van de monsterpunten en aard van de oevers

In figuur 1 is een overzicht gegeven van de onderzochte NVO's (van den Akker et al., 2013).



Figuur 1. Topografische ligging van de onderzochte oevers (van den Akker et al., 2013)



Figuur 2. Ligging van de monsters in het hoogtepfiel van de Maas

In figuur 2 is te zien dat de Maas is verdeeld in 6 stuwpannen, met daarin de volgende trajecten: Bovenmaas (Eijsden – Borgharen boven), Grensmaas (Borgharen beneden – Linne), Zandmaas (Linne – Roermond – Belfeld – SambEEK – Mook), Bedijkte Maas (Mook – Grave – Lith) en Getijde Maas (benedenstrooms van Lith).

3.1. Bemonsterde locaties

In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de bemonsterde locaties, de afkorting, rivierkilometer, Amersfoort coördinaten en bemonsteringsdata.

Tabel 1. Overzicht van de locaties met de rivierkilometer, XY coördinaten, KRW type en bemonsteringsdatum.

Locatie	afkorting	km	Type	Uitvoering	RDY	RDY	Type	2008	2009	2010	2011	2012
Koningssteen de Engel	KONST	64	SE		188300	351316	R7		18-9		6-10	
Lus van Linne	LVLNE	71	SE		193866	352538	R7		15-10		6-10	
Asseltse plassen	ASSP	87	TRS		197987	360646	R7	6-10		13-10		20-9
Lottum Broekhuizen	LOTTM	120	TRG	2014	209893	386505	R7		24-9		6-10	
Ooijen Broekhuizervorst	OUIJEN	126	SE		208624	391736	R7		18-9		6-10	
Aijen	AIJEN	138	NNI	2006	200294	399375	R7	6-10		12-10		24-9
Bergen	BERGN	140	NNI	2006	199390	400890	R7	6-10		12-10		24-9
Beugen 2 (Rivier)	BEUGN2	151	NNI	2010	194615	411193	R7		15-9		7-10	
Beugen3 (Maaseiland)	BEUGN3	152	NNI	2010	194873	409780	R7		15-9		7-10	
Heijen	HEIJEN	152	NVO	1995	195012	409258	R7	6-10		11-10		11-10
Beugen1 (Oeffelt)	BEUGN1	155	NNI	2010	194394	412050	R7		15-9		7-10	
Gebrande Kamp	GKP	158	NNI	2010	192140	414556	R7	7-10		11-10		11-10
Gebrande Kamp inham	GKINH	158	NNI	2010	192156	414561	R7	22-10		11-10		
de Kop Middelaar	KOP	159	?		191978	414508	R7					11-10
Coehoorn 1	COEHN1	171	NNI	2010	182885	418490	R7	6-10		8-10		2-10
Coehoorn 2	COEHN1	171	NNI	2010	180010	418856	R7			8-10		2-10
Balgoy	BALGY	179	NVO	2012	176900	421010	R7	6-10		8-10		28-9
Keentse oevers	KEENT	179	NNI	2012	176663	421085	R7		24-9		12-10	
Batenburgse oevers	BATBG	185	NVO	2011	172330	425700	R7	6-10		8-10		2-10
Ossenkamp (Boveneind)	DOSKP	196	TRNS	2012	163633	425816	R7		24-9		12-10	
Oijen Het Scheel 2 geul	OIJHS	197	NVO	2000	162841	426666	R7		24-9		12-10	
Oijen Het Scheel 1 rivier	OIJHS	197	NVO	2000	162760	426724	R7		24-9		12-10	
Maren	MAREN	210	TRS	2009	153521	421679	R8aL		9-10		12-10	
Het Wild	HWILD	213	SE	2009	153213	419047	R8aL		9-10		12-10	
Zandmeren	ZDMN	213	NVO	2010	152898	418872	R8aL	6-10		14-10		3-10
Hedel Casterens Hoeve	HEDEL	218	SE		148584	416562	R8aL	6-10		14-10		9-10
Oude Schans Den Bosch	OUSSS	221	SE		147671	416717	R8aL		9-10		12-10	
Mussenwaard	MUSSWD	222	SE		145686	416260	R8aL	6-10		14-10		9-10

Toelichting Type: NNI = natuurlijk na ingreep; NVO = natuurvriendelijke met vooroever; SE = spontaan eroderend; TR = traditioneel (bestort met stenen)

Alhoewel Koningssteen de Engel geografisch gezien, behoren tot de Grensmaas met KRW type R16, is de Maas op deze locatie genormaliseerd en bevaarbaar voor schepen. De ecologische Grensmaas loopt van de stuw van Borgharen (km. 15,5) tot even voorbij Maaseik (km. 56,5) en is alleen met kano's te bevaren. De Zandmaas en Bedijkte Maas behoren tot KRW type R7. Voorbij de stuw van Lith wordt de Maas de Getijde Maas genoemd en worden de oevers hiervan beoordeeld als type R8 (zoetwatergetijde rivier) met als subtype a (niet-Biesbosch) en L (littoraal).

3.2. Bemonstering en verwerking van de monsters

De bemonstering, opwerking en determinatie is uitgevoerd door Bureau Vallenduuk en Koeman en Bijkerk bv, in opdracht van Rijkswaterstaat.

3.3. Analyse van de verzamelde data

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

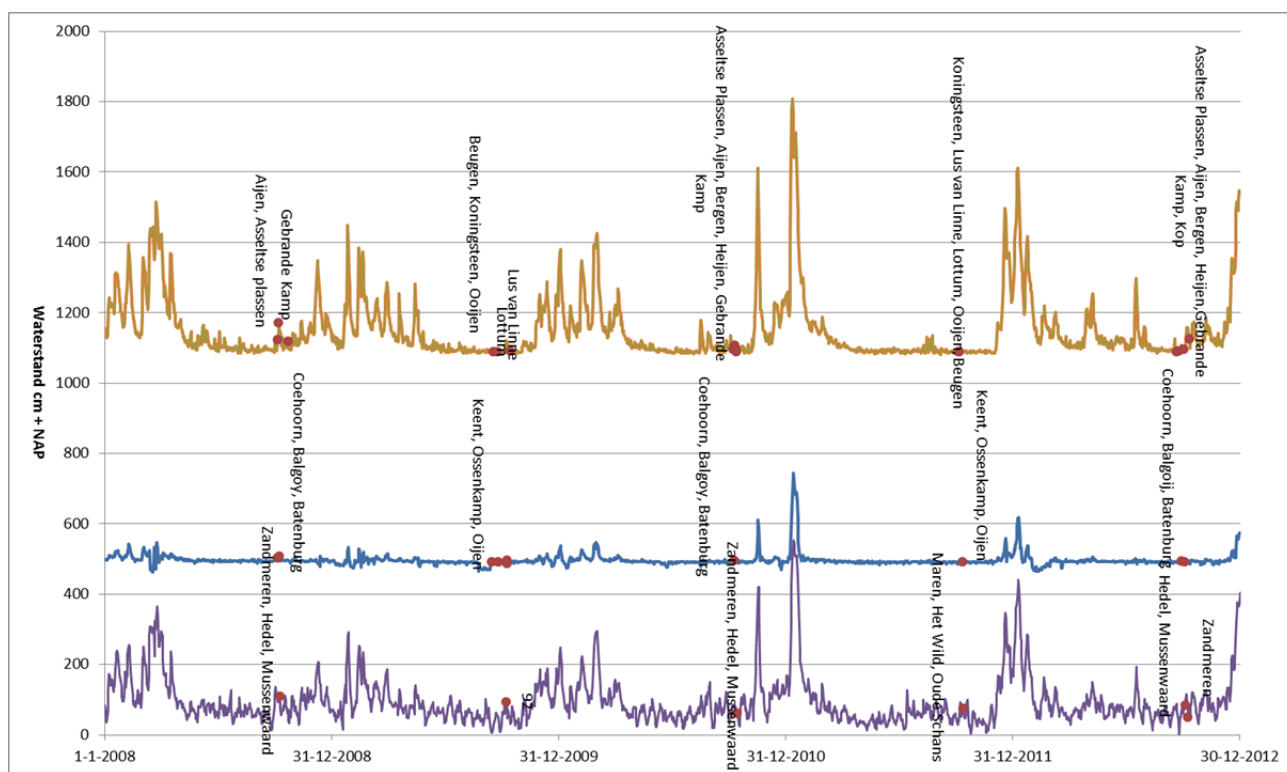
- Excel (2010) voor de voorbereiding van de analyses met CANOCO, SPSS, TWINSPAN en QBWat. Daarnaast zijn hiermee grafieken gemaakt en statistische berekeningen uitgevoerd zoals trendanalyses.
- QBWat (5.30) is gebruikt voor het berekenen van de EKR scores en de indeling in EPT families, positief en negatief domonanten en kenmerkende soorten voor het waterlichamen R7 en R8aL.

- CANOCO (5.03) is gebruikt voor het maken van Correspondentie analyse tussen soorten, monsterpunten en milieu variabelen. De “biplots” die hiermee zijn gemaakt leveren inzicht in het verband tussen milieuvariabelen en soorten en de daarvan afgeleide relatie tussen de monsterpunten en deze variabelen.
- IBM SPSS statistics version 22 is gebruikt voor het genereren van een lineair regressie model om, naast CANOCO, een beeld te krijgen van de voornaamste verklarende factoren en hun significantie.
- TWINSPAN for Windows is gebruikt om een gedetailleerd beeld te krijgen van de afzonderlijke clusters van soorten. Deze ordinatiemethode is ook bruikbaar voor het opsporen van gemeenschappen die bijvoorbeeld kenmerkend zijn voor een bepaald traject van de Maas. De resultaten zijn vergeleken met de CANOCO analyse en zijn hier verder niet besproken (quick scan)

4. Analyse van de gegevens

4.1. Bemonsteringsdata en waterstanden op de Maas

Bij het onderzoek van de macrofauna in rivieren is het als regel van groot belang om te zien bij welke afvoer de monsters zijn verzameld. Bij hoge afvoeren worden soorten gemist die bij normale afvoeren wel verzameld worden.

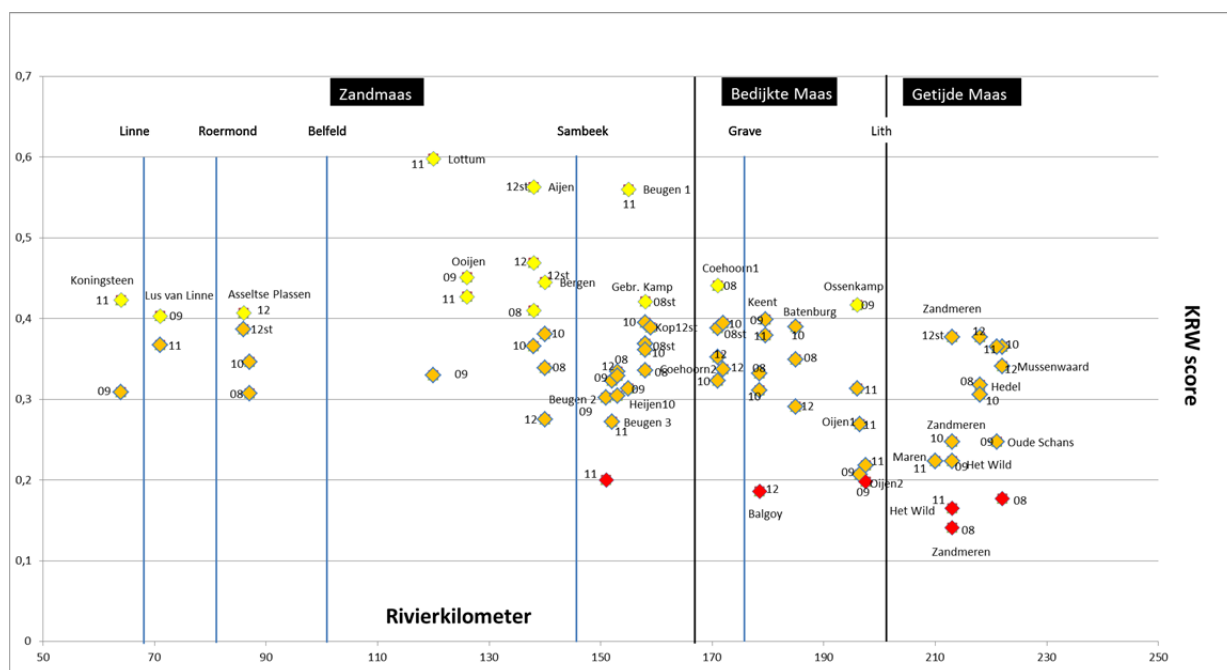


Figuur 3. Waterstanden op de Zandmaas (boven), Bedijkte Maas (midden) en Getijde Maas (onder) en de data (rode punten) waarop de bemonsteringen zijn uitgevoerd.

Opvallend aan figuur 3 is, dat de waterstandlijnen in de stations op de Zandmaas en Getijde Maas sterk fluctueren ten opzichte van die van de bedijkte Maas. De reden is dat de waterstanden in het eerste geval zijn gemeten beneden de stuw (Sambeek en Lith) terwijl de waterstand van de bedijkte Maas midden in het stuwband (Megen) is gemeten. Alleen bij grote afvoerpieken wordt de waterstand niet uitgemiddeld.

De monsters zijn verzameld in de periode medio september – medio oktober. Er zijn geen monsters genomen bij een plots sterk toegenomen waterstand en de verwachting is dan ook dat monsters met een afwijkende soortsaanstelling niet het gevolg zijn van een sterk gestegen waterstand.

4.2. EKR sores op de KRW maatlat



Figuur 4, EKR scores in relatie tot de rivierkilometer. Voor de scores op de maatlat voor natuurlijke wateren geldt: geel = matig; oranje = ontoereikend; rood = slecht. Hierbij is de Getijde Maas als type R8aL beoordeeld en de overige monsters als type R7. De cijfers bij de ruitjes zijn de jaren van bemonstering (2008 – 2012) .

De hoogste scores zijn afkomstig van de benedenloop van de Zandmaas bij Lottum, Aijen en Beugen 1 (bijna voldoende). De Zandmaas scoort ook gemiddeld het hoogst met 0,40, gevolgd door de Bedijkte Maas (0,34) en de Getijde Maas scoort het slechts met 0,28.

Tabel 2. Verdeling van de EKR klassen over de riviertrajecten

EKR score	matig	ontoereikend	slecht
Zandmaas	34	63	3
Bedijkte Maas	10	80	10
Getijde Maas	-	79	21

Ook de verdeling over de verschillende klassen verschuift stroomafwaarts in negatieve zin.

Bij de vergelijking van de scores per locatie over de verschillende jaren, treden wel verschillen op, maar deze zijn niet significant.

4.3. Data invoer

Naast het bestand met de soorten, zijn de volgende variabelen statistisch getoetst met regressie en ordinatie. Voor regressie van het databestand van variabelen is SPSS 22 gebruikt en voor de

ordinatie tussen soorten en variabelen is CANOCO 5 gehanteerd. In tabel 3 staan de numerieke en nominale variabelen vermeld.

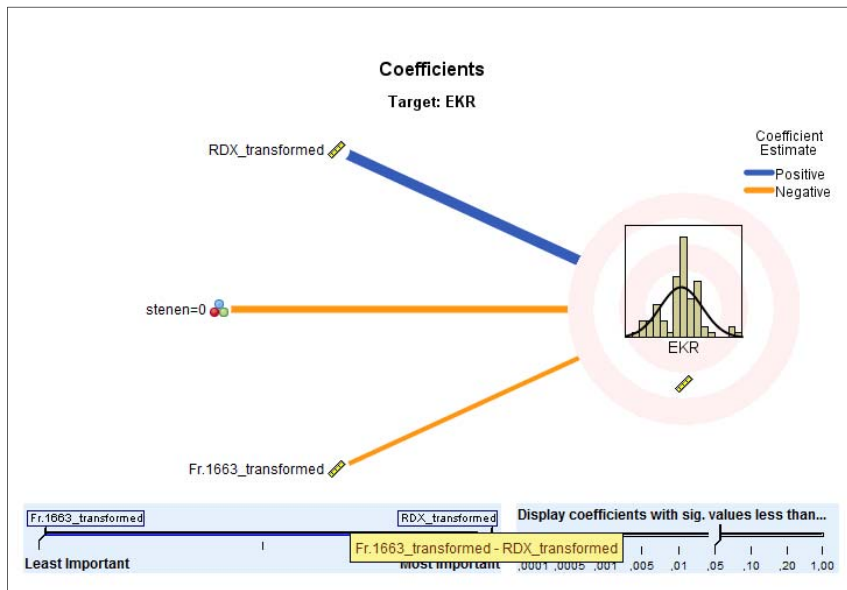
Tabel 3. Variabelen

numeriek	nominaal
Rivierkm	spontaan eroderend (SE)
EKR	natuurlijke oever (na ingreep) (NNI)
Datum	natuurvriendelijke oever (NVO)
Fr. < 2 µm	traditioneel = bestort (TR)
Fr. 2-16 µm	binnenbocht
Fr. 16-63 µm	buitenbocht
Fr. 63-125 µ	recht
Fr. 125-250 µ	hout
Fr. > 250 µ	planten
RDX	stenen
RDY	zand
	mosselbanken

De variabelen zijn opgedeeld in numerieke en nominale variabelen. De eerste categorie heeft waarden. De nominale variabelen hebben bij aanwezigheid hiervan een waarde 1 en bij afwezigheid 0.

4.3.1. SPSS bewerking

Bij de lineaire regressie (SPSS 22) zijn de data geëxploreerd met “automatic linear modelling” (optie forward stepwise selection). Hierbij is de EKR als afhankelijke genomen en variabelen in Tabel 3 als “voorspellers”.

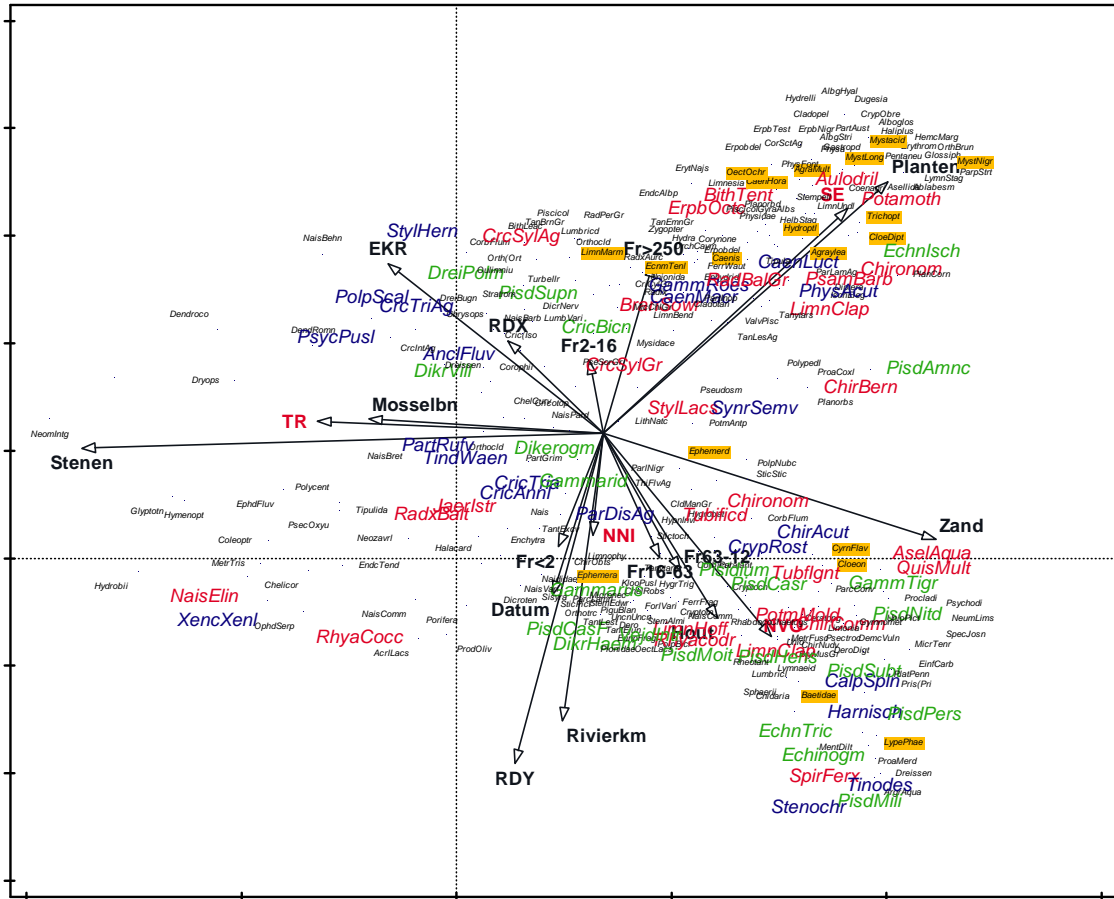


Figuur 5. Output van lineair regressiemodel met de EKR als afhankelijke en de beste voorspellers hiervan.

Het regressiemodel verklaart 37% van de aanwezige variantie en de beste voorspellers zijn RDX (X-coördinaat +, Stenen afwezig - en Fractie 16-63 μm -). Dit zijn de enige variabelen die een significante positieve of negatieve relatie hebben met de EKR en hiervan is de RDX de belangrijkste. Dit betekent dat de monsters het hoogst scoren in de Zandmaas en waar de Maas van oost naar west stroomt de EKR verder afneemt. Dit was ook de conclusie uit figuur 4.

4.3.2. *Canonische Correspondentie Analyse (CANOCO)*

Bij de CANOCO analyse is de optie Detrending Correspondentie Analyse (DCA) uitgevoerd. In Tabel 3 staan de variabelen vermeld waarmee de analyse is uitgevoerd.



Figuur 6. DCA plot van de soorten en variabelen. De kenmerkende soorten zijn blauw, de positief dominante zijn groen en de negatief dominante zijn rood. De soorten in een oranje hokje zijn soorten die kunnen bijdragen aan de families Eendagsvliegen, Steenvliegen en Kokerjuffers de zg. EPT families die bij de berekening van de EKR zwaar kunnen meewegen in positieve zin.

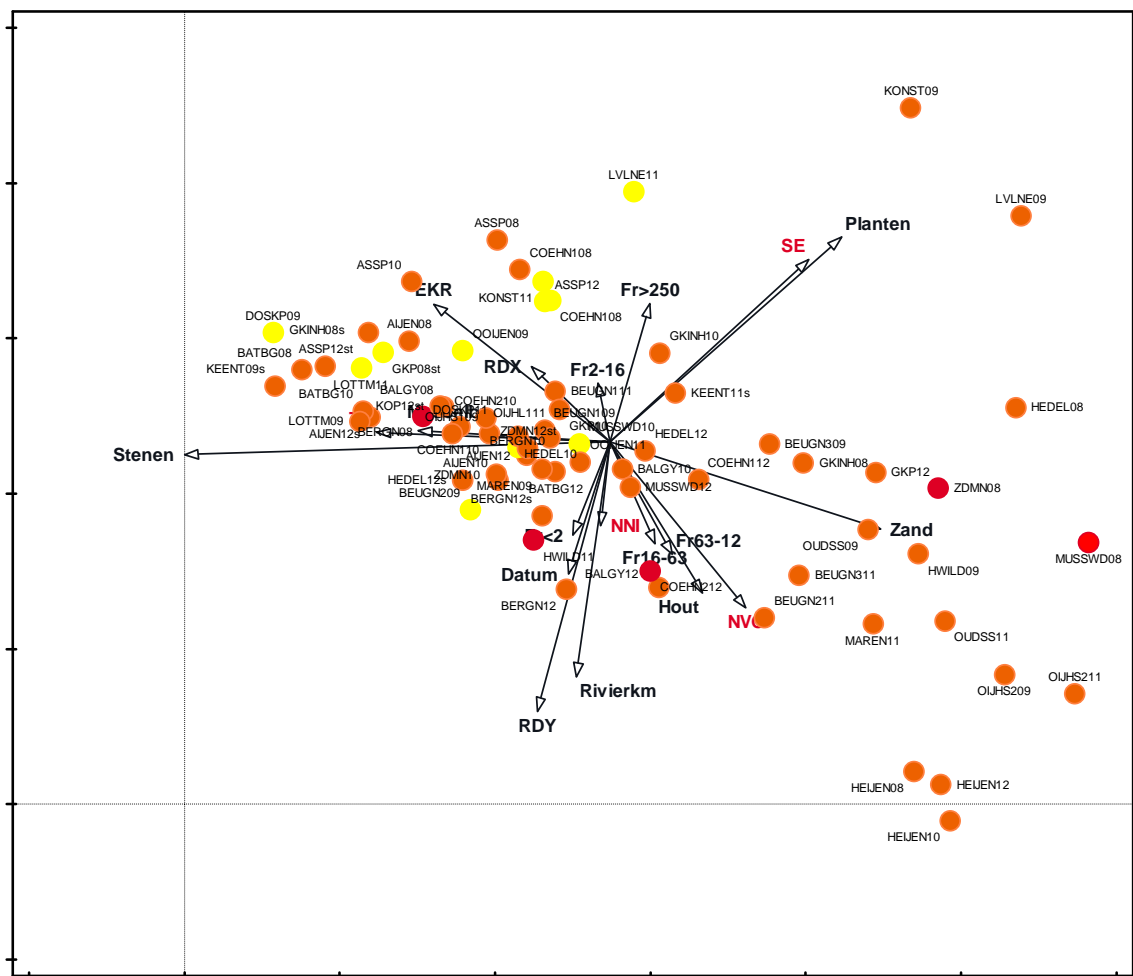
De belangrijkste parameters zijn de stenen en zand. Zij bepalen grotendeels de ligging van de eerste (X) as. Ook in de hier verder niet behandelde clusteranalyse blijkt de eerste cluster splitsing op te treden tussen de monsters van stenen en bodem. De aanwezigheid van planten blijkt een belangrijke variabele te zijn voor zowel X en Y as. Rivierkm en Y coördinaat bepalen goeddeels de ligging van de Y as. De overige variabelen zijn minder belangrijk. De nominale variabele binnenbocht wijst in de richting van zand en de buitenbocht meer in de richting van stenen. De indeling van de oevers in 4 typen geeft voor ieder type een duidelijk andere score. De natuurvriendelijke oever (NVO) en natuurlijke oever na ingreep (NNI) wijzen naar beneden en komen meer benedenstrooms voor. De traditionele oevers (TR) vertonen uiteraard veel overeenkomst met de stenen. De spontaan eroderende oevers (SE) hebben een vrijwel identieke score als de planten, die weer een zwaartepunt hebben in het bovenstroomse deel van de rivier. Als we de EKR score vergelijken met de variabelen uit de vorige analyse, dan is duidelijk te zien dat Stenen en RDX dezelfde kant op wijzen en de Fr. 16-63 μm de andere kant op wijst. dat de EKR bovenstrooms hoger is dan benedenstrooms.

In figuur 6 zijn verder alle soorten ingetekend. De namen zijn afgekort tot 8 letters de eerst 4 voor de geslachtsnaam en de overige voor de soortsnaam. De soorten in blauw zijn de kenmerkende soorten. In groen de positief dominanten en in rood zijn de negatief dominanten weergegeven. In de oranje blokjes staan de EPT –soorten. Hier worden in het kort de meest algemene kenmerkende en positief dominanten soorten genoemd. Op de stenen vinden we de muggenlarven *Cricotopus triannulatus* (CricTria), *C. annulator* (CricAnnl) en *Paratrichocladus rufiventris* (PartRufv) en de kokerjuffers *Psychomyia pusilla* (PsycPusi) en *Tinodes waeneri* (TindWaen)

Tinodes waeneri. Bij de planten komt geen enkele kenmerkende soort algemeen voor. Op het zand zijn de muggenlarven *Chironomus acutiventris* (ChirAcut) en *Cryptochironomus rostratus* (CrypRost) algemeen.

De positief dominanten op de stenen zijn de Driehoeksmosselen *Dreissena polymorpha* en *D. bugensis* en de Kaspische vlokreeft *Dikerogammarus villosus*. Op het zand zijn het de verschillende Erwtmosselen *Pisidium* en op en tussen de planten de Amerikaanse vlokreeft *Gammarus tigrinus*.

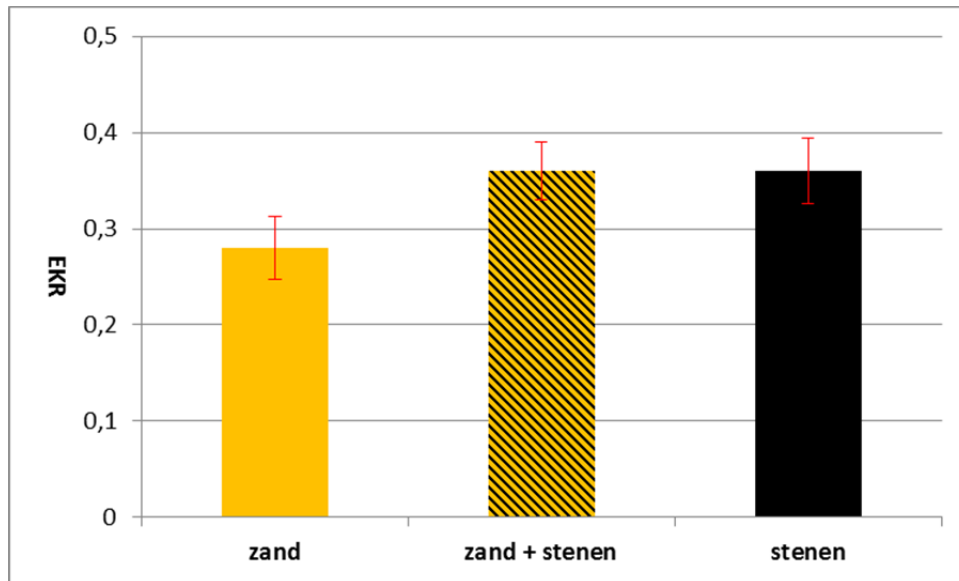
De negatief dominanten zijn vooral in het rechter deel van de grafiek vertegenwoordigd. Ze bestaan voor het grootste deel uit borstelwormen. Daarnaast zijn de muggenlarven van het genus *Chironomus*, *Cricotopus sylvestris* gr. en agg, de slak *Bithynia tentaculata* en de Kaspische pissebed *Jaera istri* negatief dominant.



Figuur 7. DCA plot van monsterpunten en variabelen. In geel aangegeven de monsters met een matige, in oranje met een ontoereikende en in rood de monsters met een slechte EKR score.

Ook in figuur 7 staan de gele monsters vooral links aan de kant van de stenen en de zandmonsters scores ontoereikend. De monsters van de Lus van Linne en Koningsteen 2009 zijn rond de planten gegroepeerd.

Als we de score vergelijken van de monsters waar alleen zand, alleen stenen en beide zijn bemonsterd, dan blijkt hieruit dat de monsters van stenen en zand + stenen veel hoger scores dan de monsters van alleen zand (figuur 8). Een mogelijke oorzaak hiervoor is dat de invasieve Kaspische vlokreeft *Dikerogammarus villosus* is ingedeeld bij de positief dominanten en alleen op stenen massaal voorkomt (Klink, 2011).

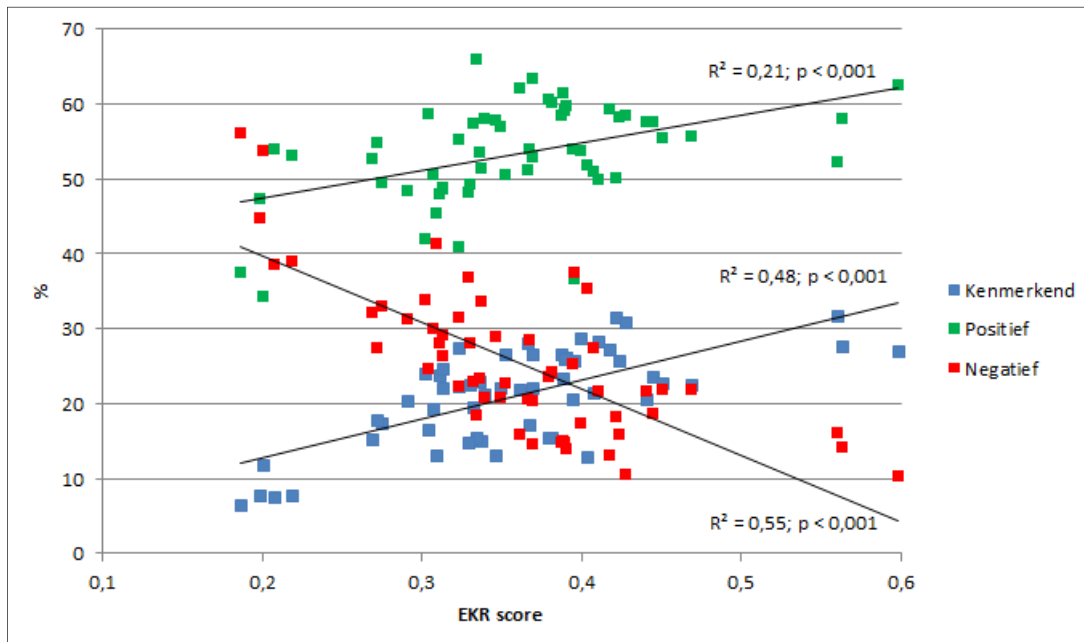


Figuur 8. Vergelijking van de EKR score (met 95% betrouwbaarheidsinterval) in relatie tot het bemonsterde substraat

4.4. Analyse van de EKR scores

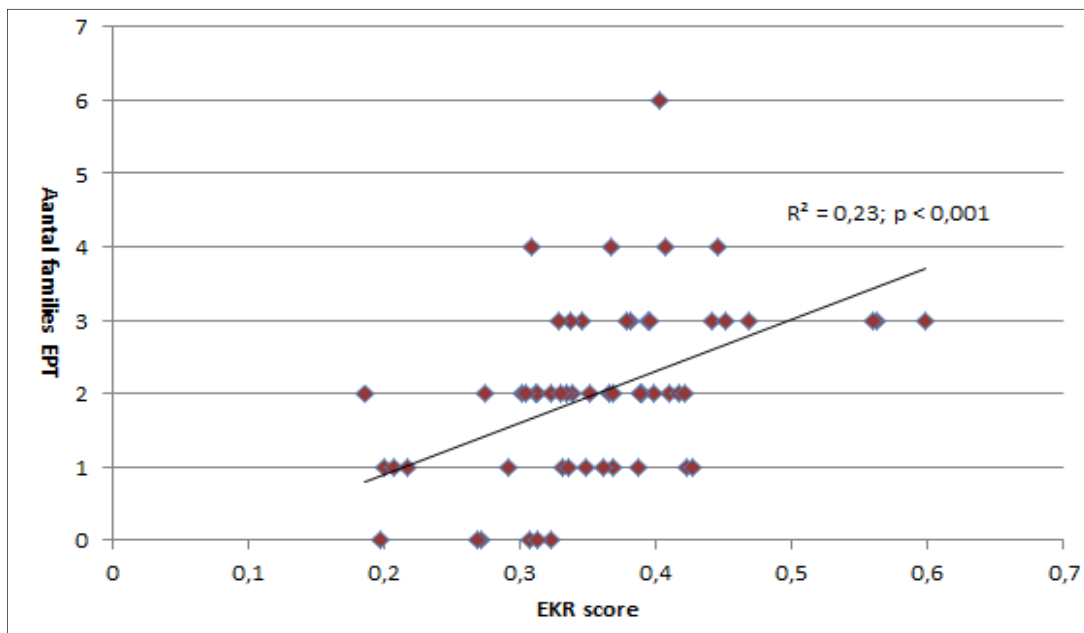
Omdat de EKR score leidend is voor de beoordeling van de ecologische kwaliteit volgens de KRW, wordt hier een korte analyse gemaakt van de componenten waaruit deze EKR scores tot stand komen. Het lijkt een open deur, maar in deze paragraaf zal nader worden ingegaan op maatregelen waardoor deze score (positief) kan worden beïnvloed.

De EKR scores voor R7 zijn opgebouwd uit 4 componenten: de kenmerkende soorten, positief en negatief dominanten en het aantal families eendagsvliegen, steenvliegen en kokerjuffers. Kortweg EPT genoemd naar de eerste letter van de naam van deze groepen in het latijn.



Figuur 9. Regressie tussen de kenmerkende soorten en de EKR scores (R7)

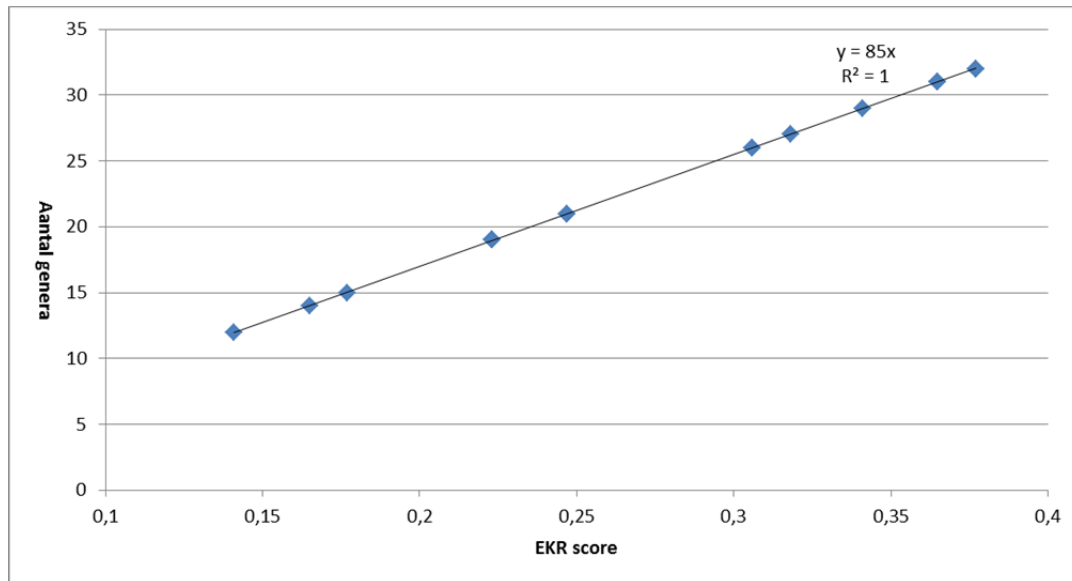
Er bestaat een zeer significante relatie tussen de EKR scores en de het aandeel aan kenmerkende, positief en negatief dominante soorten.



Figuur 10. Regressie tussen het aantal families eendagsvliegen, steenvliegen en kokerjuffers (EPT) en de EKR scores (R7)

Ook de relatie tussen het aantal families EPT en de EKR scores is zeer significant.

De EKR score voor R8aL (Getijde Maas) wordt slechts bepaald door het aantal genera in de monsters te delen door 85. Hierbij maakt het niet uit tot welke groepen deze genera behoren. Hoe groter een monster, des te meer genera en hoe hoger de score.

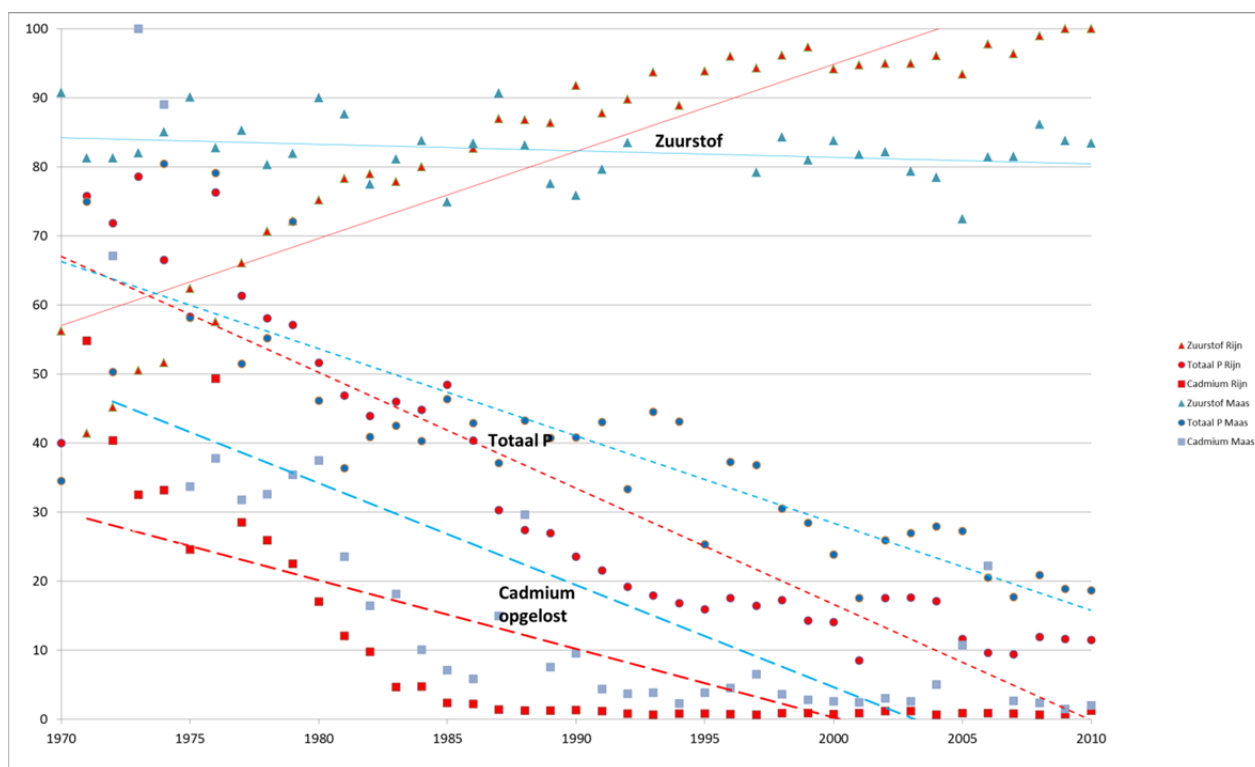


Figuur 11. Regressie tussen de kenmerkende soorten en de EKR scores voor R8aL

5. Analyse van de knelpunten en verbeterpunten

5.1. Waterkwaliteit

In Figuur 11 is een vergelijking gemaakt tussen de trend in de waterkwaliteit van de Rijn en de Maas in de periode 1970 – 2010 voor de zuurstofverzadiging, totaal fosfaat en opgelost cadmium.



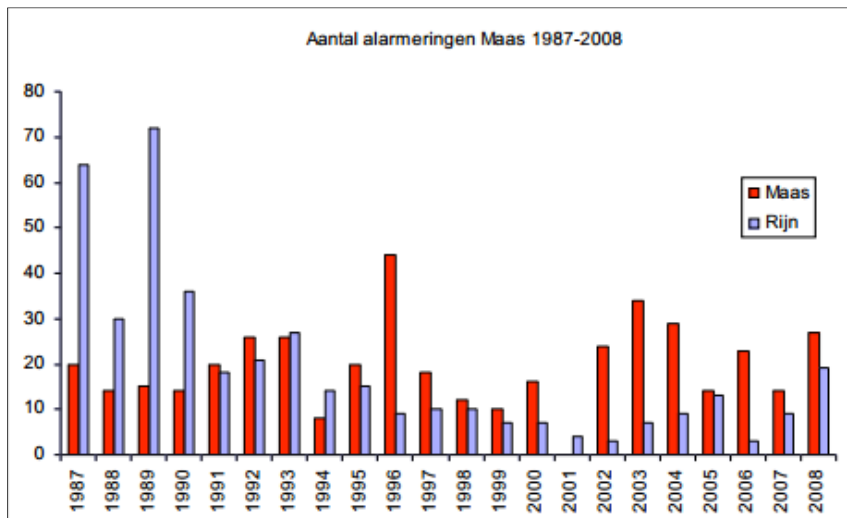
Figuur 12. Verloop van de waterkwaliteit (zuurstofverzadiging, totaal fosfaat en cadmium) in de Rijn (Lobith) en Maas (Eijsden) in de periode 1970 – 2010. Hierbij zijn de lineaire regressielijnen getekend voor de drie chemische parameters in beide rivieren. De datapunten voor totaal P en cadmium zijn naar percentage omgerekende jaargemiddelden van de maximale waarde voor die parameter in beide rivieren. Alle data van de Rijn zijn rood en van de Maas blauw. In 1973 vallen de maxima voor totaal P en cadmium voor de Maas samen (100%).

De Rijn is wat zuurstofvragende stoffen betreft veel sterker verontreinigd geweest dan de Maas.. Maar die achterstand is omgebogen in een voorsprong en de laatste 20 jaar liggen de verzadigingspercentages ruim boven de 90%. In de Maas is een licht negatieve regressielijn te zien, die aangeeft dat er de afgelopen 40 jaar geen verbetering is opgetreden in de organische vervuiling bovenstrooms.

Het totaal fosfaatgehalte bereikte in de Rijn zijn hoogtepunt in 1973 (0,98 mg P/l) en een minimum in 2001 (0,11 mg P/l). De sterke daling in de periode 1985 – 1988 is het gevolg van het beperken van fosfaat in Duitse wasmiddelen. In Nederland is fosfaat in wasmiddelen in 1990 (http://ressourcessgd.kb.nl/SGD/19891990/PDF/SGD_19891990_0002262.pdf). In de Maas is in 1973 een maximum gemeten van 1,25 mg P/l en in 2007 het minimum van 0,22 mg P/l. Een sterke daling hier heeft plaatsgevonden in 1994 – 2000 dus net voor het verbod op fosfaat in wasmiddelen in België in 2002 (<http://www.gva.be/archief/guid/fosfaatvrij-wassen-is-even-doeltreffend.aspx?artikel=fbbb7615-4294-437b-9342-dc1af1f95670>) Ook hier heeft de Maas nog een slag te maken.

Het opgeloste cadmiumgehalte in de Rijn bereikte een piek in 1971 (5 µg/l) en in 2004 werd het voorlopige minimum gemeten van 0,06 µg/l, een spectaculaire reductie van bijna 99%. In de Maas treedt een piek op van 9,12 µg/l op in 1973. Het laagste jaargemiddelde (0,13 µg/l) is gemeten in 2009, een vergelijkbare reductie als in de Rijn.

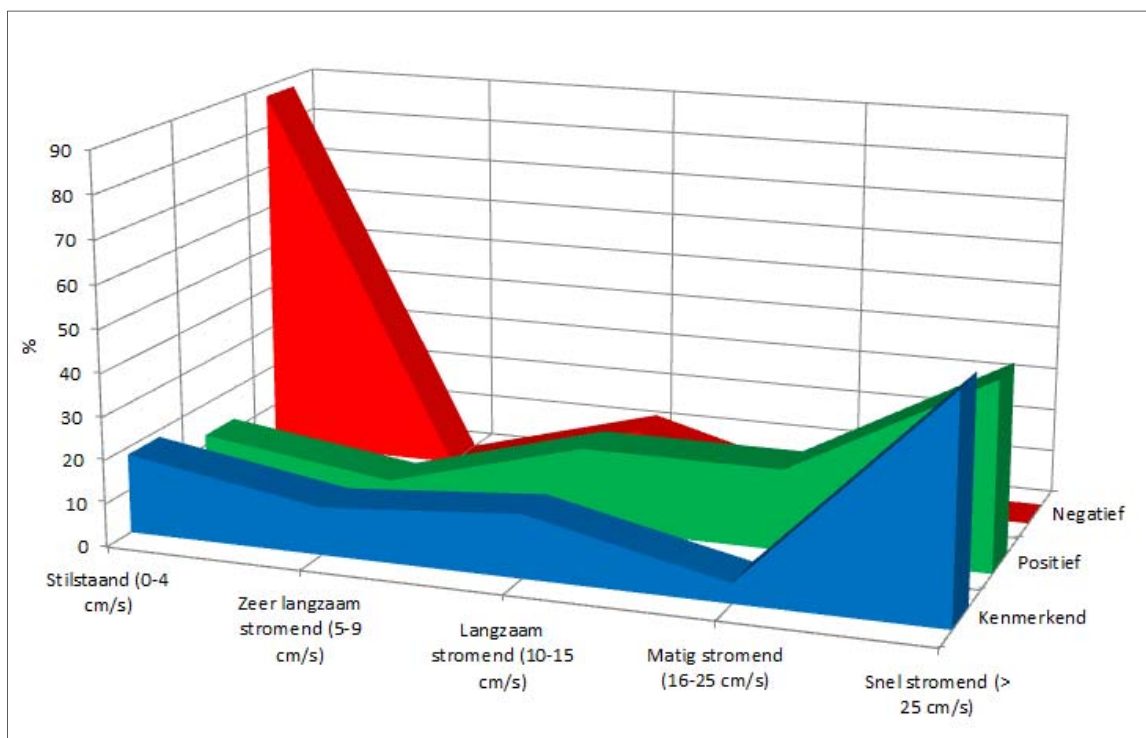
In hoeverre de waterkwaliteit nog beperkingen oplegt aan het ecologische herstel van de Maas, kan hier niet worden vastgesteld. Feit is wel dat er nog steeds veel alarmeringen zijn op de Maas (figuur 12), met als meest recent dieptepunt een calamiteit in augustus 2007, waarbij meer dan 160 ton vis is gestorven door een lozing van pesticiden (Liefveld en de la Haye, 2010).



Figuur 13. Alarmeringen op de Maas en Rijn 1987 – 2008 (Liefveld en de la Haye, 2010)

5.2. Stroomsnelheid

De knelpunten (te lage EKR scores voor R7) worden vooral veroorzaakt door een te laag aandeel van kenmerkende soorten en positief dominanten. Voor de afzonderlijke soorten in deze groepen en voor die van de negatief dominanten is in de “Traits database” van de Werkgroep ecologische Waterbeheer (WEW) het optimum berekend voor de stroomsnelheid. In figuur 10 is de verdeling van deze soorten weergegeven over de onderscheiden stroomsnelheidsklassen.



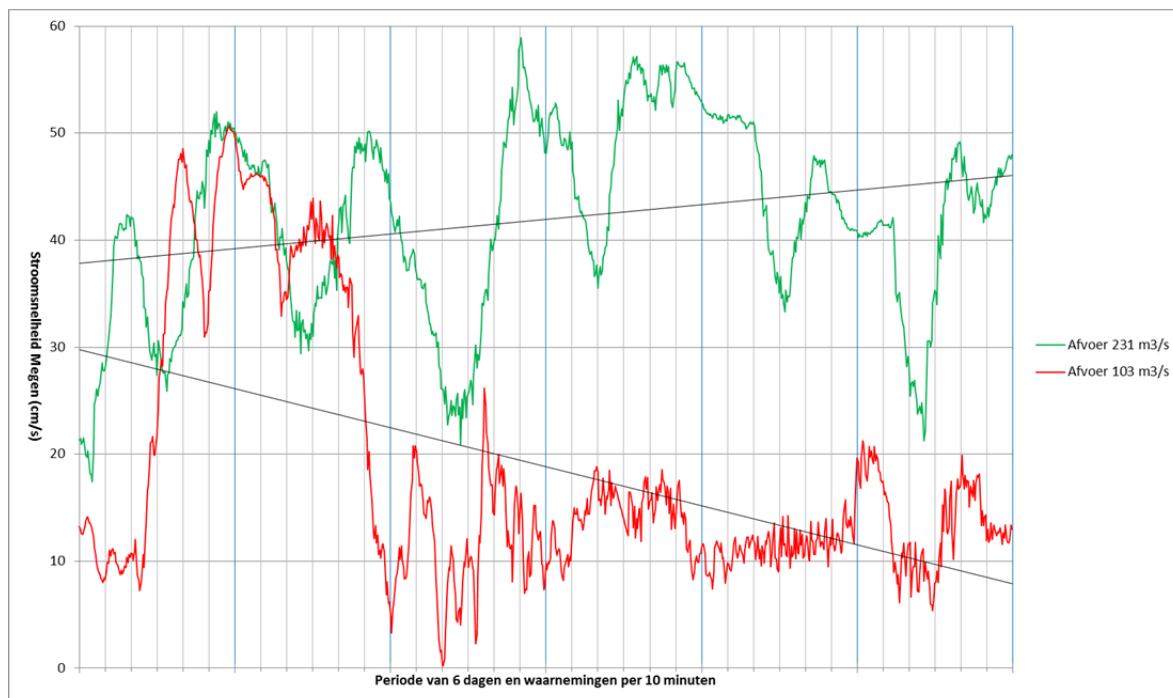
Figuur 14. Verdeling van de kenmerkende, positief en negatief dominanten over de stroomsnelheidsklassen

Uit figuur 13 blijkt dat de 87% van de soorten in de groep van de negatief dominanten een optimum heeft in het stilstaande water. Voor de kenmerkende en positief dominante soorten is dit respectievelijk 18 en 12%. Omgekeerd is respectievelijk 56% en 65% van de kenmerkende en positief dominante soorten gebonden aan matig en snelstromend water. Voor de EPT families geldt ook de meeste soorten sterk gebonden zijn aan snelstromend water.

In een gestuwde rivier als de Maas hangt het van de ligging in het stuwpannd en van het stuwprogramma af hoe de stroming zich gedraagt.

In figuur 3 is te zien hoe constant de waterstand wordt gehouden bij Megen, midden in het stuwpannd Grave – Lith van de bedijkte Maas.. Er wordt letterlijk gestuwd op stuwpeil.

In figuur 14 is met behulp van het debiet in Megen, dat iedere 10 minuten wordt gemeten, een berekening gemaakt van de bijbehorende stroomsnelheden. Voor het doorstroomde profiel is de diepte van 3 m aangehouden die op waterkaarten staat aangegeven + 0,5 m voor de kielspeling en de breedte aan het wateroppervlak is aangehouden. Dit zijn grove aannames, maar doordat het waterpeil constant is, blijven de relatieve verschillen in de stroomsnelheid gelijk want die worden dan alleen bepaald door de afvoer.



Figuur 15. Berekende stroomsnelheid bij Megen (Bedijkte Maas) bij een gemiddelde en een lage afvoer.

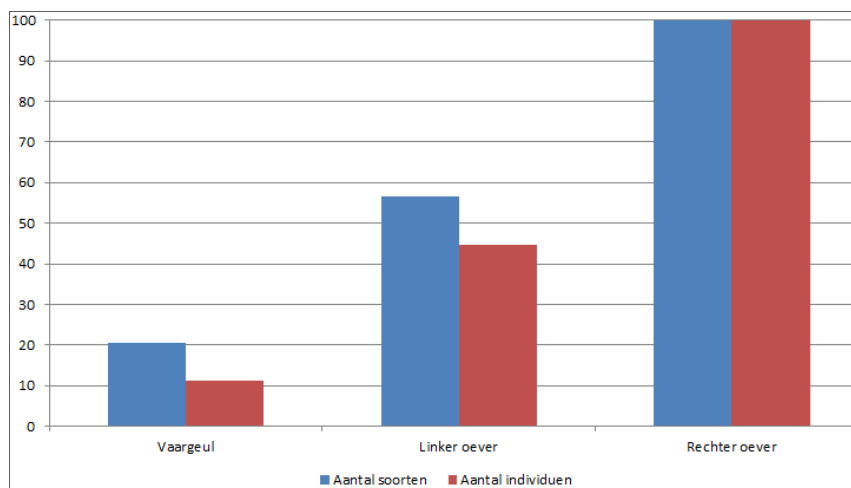
De gemiddelde afvoer dan de Maas bij Megen bedroeg $286 \text{ m}^3/\text{s}$ in de periode 2008 -2012. In figuur 12 is te zien dat bij een iets lagere afvoer van $231 \text{ m}^3/\text{s}$ een enorme fluctuatie optreedt in de (berekende) stroomsnelheid van 20 -55 cm/s. In Figuur 11 zagen we dat de optimale stroomsnelheid van de kenmerkende en positief dominante soorten $> 25 \text{ cm/s}$ bedraagt. Bij een afvoer van $231 \text{ m}^3/\text{s}$ kan, als er op stroomsnelheid wordt gestuwd, een min of meer constante stroomsnelheid worden gegenereerd van $> 40 \text{ cm/s}$. Bij lagere afvoeren zoals bij $103 \text{ m}^3/\text{s}$, worden de fluctuaties nog dramatischer. Als de stroomsnelheid kan worden uitgemiddeld, dan zou er gedurende deze periode een stroming van 19 cm/s kunnen worden gehandhaafd.

Behalve dat de stroming zelf een voorwaarde is voor de kenmerkende soorten, is fluctuatie in de stroming funest voor veel van deze dieren. Op allerlei manieren (huisjes, vangnetten, verankeringen etc.) zijn deze soorten georiënteerd op de stroming. Ze zijn uiteraard aangepast aan de natuurlijke fluctuaties in de stroming, maar hebben niet het vermogen om zich continu in te stellen op een de momentane fluctuaties (Klink, 1986). Een ander aspect van het huidige

stuwregiem is dat de golfslag continu op dezelfde hoogte tegen de oevers beukt, waardoor de erosie toeneemt.

5.3. Scheepvaart

Behalve de fluctuaties in de stroomsnelheid door het gehanteerde stuwprogramma, is, althans in de Waal vastgesteld dat de scheepvaart daar een enorme invloed heeft op de bodemfauna (figuur 14)



Figuur 16. Dichtheid en diversiteit van de bodemfauna in de Waal (naar Klink, 2002)

In Figuur 14 zijn vele honderden macrofauna monsters ingedeeld naar hun plaats in de rivier. Hierbij blijkt de vaargeul de laagste dichtheid en diversiteit te hebben. De linker oever is wat rijker en in de rechter oever wordt de maximale diversiteit en dichtheid gemeten. De oorzaak hiervoor is de scheepvaart. In de vaargeul is de dynamiek maximaal en omdat volle schepen langs de linker oever stroomopwaarts varen is daar de erosie tweemaal zo sterk als op de rechter oever waar de lege schepen de rivier afzakken (ten Brinke, 2004). De scheepvaart zal vooral effect hebben op de Zandmaas, waar de rivier is verdiept ten behoeve van de scheepvaart (Rijkswaterstaat, 2006).

5.4. Substraat diversiteit

In de CANONO analyse (figuur 5) kwam substraat (zand, steen en planten duidelijk naar voren als de belangrijkste van de gemeten variabelen. Uit studies naar de macrofauna die enkele eeuwen geleden in de Maas en Rijn hebben geleefd, komt naar voren dat 66% van de insectenfauna in de rivier direct van hout afhankelijk was en dat de EKR 0,85 bedroeg (<http://www.klinkhydrobiologie.nl/sharedlinux.site4u.nl/uploads/433%20Hout%20in%20rivieren%20vs.%201.6.pptx>). Ook voor vis blijken bomen verreweg het belangrijkste te zijn als fourageerbiotoop (Benke et al., 1985).

Ongewild heeft het bestorten van de oevers een gedeeltelijke vervanging opgeleverd door de fauna van de bomen in het water. Nu er een taakstelling ligt om in 2015, 100 km maasoever natuurvriendelijk in te richten (www.maasinbeeld.nl), kan het verwijderen van stenen hand in hand gaan met het verankeren van (baken)bomen in deze oevers. Een pilot heeft al aangetoond dat de diversiteit sterk toeneemt, al komt dit nog niet tot uitdrukking in de EKR (Klink, 2011).

6. Conclusies

6.1. Ontoereikende resultaten

De resultaten met de macrofauna in de NVO's over de periode 2008 – 2012 vallen tegen. De EKR scores blijven voor het overgrote deel op het ontoereikende niveau steken en wijken niet af van het niveau van de bestorte oever. Ook blijkt dat de bestorte oevers hoger scoren dan de vrij eroderende oevers. Ander onderzoek bevestigt deze conclusie (Klink, 2011).

6.2. Knelpunten

- **Waterkwaliteit**
De waterkwaliteit is de afgelopen 40 jaar sterk vooruitgegaan waar het zware metalen en eutrofiërende stoffen betreft. De zuurstofhuishouding is aan de Belgische grens niet verbeterd, het aantal alarmeringen op de Maas is nog steeds hoog en in 2007 is 160 ton vis gestorven door een lozing van bestrijdingsmiddelen (Liefveld en de la Haye, 2010).
- **Stroming**
Doordat het grootste deel van de Maas gestuwd is, is de afstroming kunstmatig. Er wordt gestuwd op een vast peil, waardoor er continu grote fluctuaties optreden in de afvoer en de stroomsnelheid. De kenmerkende soorten van de stromende rivier kunnen hier niet mee omgaan en ontbreken dan ook vrijwel. Een onderzoek naar de haalbaarheid van stuwprogramma, meer gericht op constante stroming is gewenst. Als daaruit blijkt dat er mogelijkheden zijn, dan is dat pure winst als KRW maatregel.
- **Scheepvaart**
De zuiging en de daarmee gepaard gaande golfslag zijn mogelijk een knelpunt voor het ecologische herstel van de Maas. Een ander stuwprogramma kan de erosie van de oever laten afnemen. Er zal ook nagedacht moeten worden over maatregelen om nadelige effecten hiervan te dempen. Mogelijk helpt hierbij het verankeren van bomen.
- **Substraat diversiteit**
De huidige insteek om alleen stortsteen te verwijderen is te kort door de bocht. Stenen en zand bezitten een complementaire levensgemeenschap en het verwijderen van stenen zou hand in hand moeten gaan met het ter plaatse verankeren van bomen.



Verankering van een boom in de Lek bij Everdingen (jan. 2014)

7. Aanbevelingen voor verder onderzoek

Met deze quick scan is een beeld geschetst van de macrofauna van de natuur(vriende)lijke oevers vanaf hun ontstaan tot 2012. Gebleken is dat de belangrijkste factor voor de EKR score wordt gevormd door de X coördinaat. Dit betekent dat de EKR score hoger is in de Zandmaas en afneemt naar benedenstrooms. Een verklaring voor dit fenomeen is nog niet achterhaald, maar wel van groot belang.

Daarnaast verdienen de volgende aspecten nadere aandacht:

- Gegevens uit 2013 zijn binnenkort gevalideerd en deze zullen een nader inzicht verschaffen in de ontwikkeling van de natuur(vriende)lijke oevers.
- Wat in de quick scan ook niet aan de orde is gekomen, is het beschrijven van de ontwikkeling van de afzonderlijke oevers in hun traditionele staat (bestort) en na de ingreep.
- Wat is de meerwaarde van de natuur(vriende)lijke oevers ten opzichte van de traditionele oevers en wat kan de verankering van bomen daaraan toevoegen?
- Ook is er geen mogelijkheid geweest om de gegevens van de microverontreinigingen in dit onderzoek te betrekken. Zijn er aanwijzingen of hierdoor negatieve effecten kunnen optreden?
- Er zijn in 2006, 2008 en 2010 monsters in Aijen, De Waerd en Bergen in de Zandmaas genomen in zowel voorjaar als zomer. Deze monsters zouden ook in de analyse kunnen worden betrokken, waarbij het interessant is om de afzonderlijke perioden (voorjaar – zomer) te vergelijken met de monsters uit dit onderzoek die in de herfst genomen zijn. Zo krijgen we een eerste indruk van het seizoeneffect op de EKR.
- Met de huidige kennis en vragen zou het lonen om de locaties te bezoeken en te fotograferen
- Er zijn in de loop van de jaren veel foto's gemaakt van deze oevers. Het is aan te bevelen om ze verzamelen en per locatie te bundelen, zodat hiervan kan worden geleerd.

8. Literatuur

- Akker, A. van den, Biemans, D., Wiligenburg, R., 2013 Natuur(vriende)lijke oevers langs de Maas. Tussenrapportage 2008 – 2011 HAS hogeschool 's Hertogenbosch 59 pp
- Benke, A.C., Henry, R.L. III, Gillespie, D.M., ea, 1985 Importance of snag habitat for animal production in southeastern streams Fisheries 10(5): 8-13
- Brinke, W., ten 2004 De beteugelde rivier. Bovenrijn, Waal, Pannerdensch Kanaal, Nederrijn-Lek en IJssel in vorm Wetenschappelijke Bibliotheek 81: 228 pp.
- Klink, A., 1986 Literatuuronderzoek naar enige factoren die invloed hebben op het biologisch herstel van de Grensmaas Adviesburo Klink Rap. Med.24: 26 pp. + bijl.
- Klink, A., 2002 Zandsuppletie in kribvakken in de Waal. Effecten op de macrofauna 2. Een jaar na baggeren en suppleren Adviesburo Klink Rap. Med. 78: 24 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., 2013 Bomen in rivieren. Presentatie t.b.v. bijeenkomst deskundigenteam rivierengebied 2 juli 2013 PP presentatie
- Liefveld, W.M., Haye, M. de la, 2010 Calamiteiten op de Maas Bureau Waardenburg/Grontmij/Aquasense 10-57: 156 pp.
- Rijkswaterstaat Maaswerken 2006 Zandmaas/Maasroute. Tracébesluit - aanvulling II RWS Rapport 53 pp.