

NOTITIE KIWK

Maatregелеffectiviteit meerherstel

Algenrespons op P-reductie in het Nannewiid



Gea van der Lee, Ralf Verdonschot, Wouter Patberg, Harry Boonstra en Piet Verdonschot

Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research

November 2020

Auteurs

Gea van der Lee, Ralf Verdonschot, Wouter Patberg, Harry Boonstra en Piet Verdonschot
(correspondentie: gea.vanderlee@wur.nl)

Opdrachtgever

Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK) – Wetterskip Fryslân

Projectgroep

Gebruikerscommissie Kennisimpuls waterkwaliteit Systeemkennis ecologie en waterkwaliteit

Wijze van citeren

van der Lee G.H., Verdonschot R.C.M., Patberg, W., Boonstra, H. en Verdonschot P.F.M. (2020). Maatregелеffectiviteit meerherstel: Algenrespons op P-reductie in de Nannewiid. Notitie Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK), Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen. 13 pp.

Trefwoorden

Nannewiid, algen, meerherstel

Beeldmateriaal

Piet Verdonschot

DOI: <https://doi.org/10.18174/534940>

ISBN: 978-94-6395-614-7

Dit project is uitgevoerd in opdracht van de Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK).

© 2020 Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Inhoud	1
Samenvatting	2
1 Inleiding	3
2 Materiaal en methoden	4
2.1 Metingen	4
2.2 Taxonomische afstemming	4
2.3 Data-analyse	4
3 Resultaten	6
3.1 Algen	6
4 Conclusies	8
5 Literatuur	9
6 Supplement	10

Samenvatting

Een van de doelen van de Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK) is het kwantificeren van de effectiviteit van lokale maatregelen in verschillende watertypen op verschillende organismengroepen. In dit document wordt de effectiviteit van een pakket van fosfor reducerende maatregelen op de algenrespons in het Nanneviid geanalyseerd. Er kan worden geconcludeerd dat de algengemeenschap een sterke verandering laat zien na de herstelmaatregelen waarin taxa indicatief voor voedselrijke omstandigheden zijn afgenomen wat duidt op een vermindering in eutrofiëring van het Nanneviid.

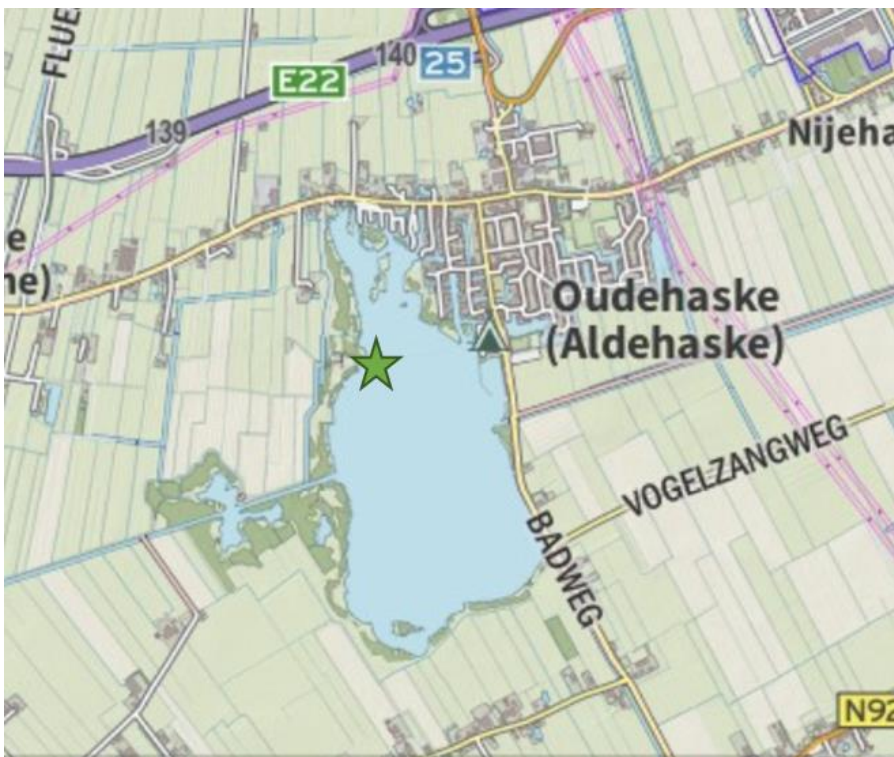
1 Inleiding

Een van de doelen van de Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK) is het kwantificeren van de effectiviteit van lokale maatregelen in verschillende watertypen op verschillende organismegroepen. In dit document wordt de effectiviteit van een pakket van fosfor reducerende maatregelen op de algenrespons in het Nanneviid geanalyseerd.

Het Nanneviid is een kleine polderplas van 0,96 km² in oorspronkelijk veengebied met een gemiddelde diepte van 1 m (KRW watertype M14; Figuur 1). De plas wordt (in de zomer) gevoed door een opmaling vanuit de Tjonger (tot 2015; fractiesamenstelling van het inlaatwater Supplement 1 Figuur S1A). Het water passeert daarbij een rietveld. Er is weinig of geen peilvariatie. In het Nanneviid is tussen 1993 en 1995 een omvangrijk pakket herstelmaatregelen uitgevoerd (REGIWA project) om de waterkwaliteit te verbeteren. Deze maatregelen bestonden uit:

- het isoleren van de plas door middel van een omleiding van de waterafvoer vanuit agrarisch gebied,
- het aanleggen van een helofytenfilter bij de inlaat,
- chemische defosfatering tot het rietveld volgroeid was,
- het baggeren van de plas,
- fosfaatfixering,
- het wegvangen van 80% van brasempopulatie (Supplement 1 Figuur S2).

Sinds 2015 wordt het Nanneviid niet meer gevoed vanuit de Tjonger maar vanuit het H'kanaal via de Ketting (fractiesamenstelling van het inlaatwater Supplement 1 Figuur S1B).



Figuur 1: Kaart van het Nanneviid (www.opentopo.nl). Het algen monsterpunt met lange tijdsreeksen is aangegeven met een groene ster.

2 Materiaal en methoden

2.1 Metingen

De fytoplankton is sinds 1991 op 1 locatie in het oppervlakte water bemonsterd (Figuur 1; Tabel 1). Van 2003-2005 en 2007-2013 zijn geen monsters beschikbaar. Per jaar zijn er 3-5 monsters genomen tussen april en augustus en een beperkt aantal in de overige maanden. Voor de vergelijkbaarheid zijn in deze analyse alleen de monsters tussen april en augustus meegenomen. Tot 2007 werd de soortensamenstelling bepaald door het tellen van 200 soorten in een druppel. Na 2007 zijn de resultaten geanalyseerd in een cuvet en weergegeven als waarneming per ml.

Tabel 1: *Overzicht van de algenmonsterlocaties.*

Naam	Code	Coördinaten	Metingen (april-augustus)
Nanneviid, westkant, Oudehaske	NL02V5a	52.95049, 5.86407	1991-2002, 2006, 2010-2019

2.2 Taxonomische afstemming

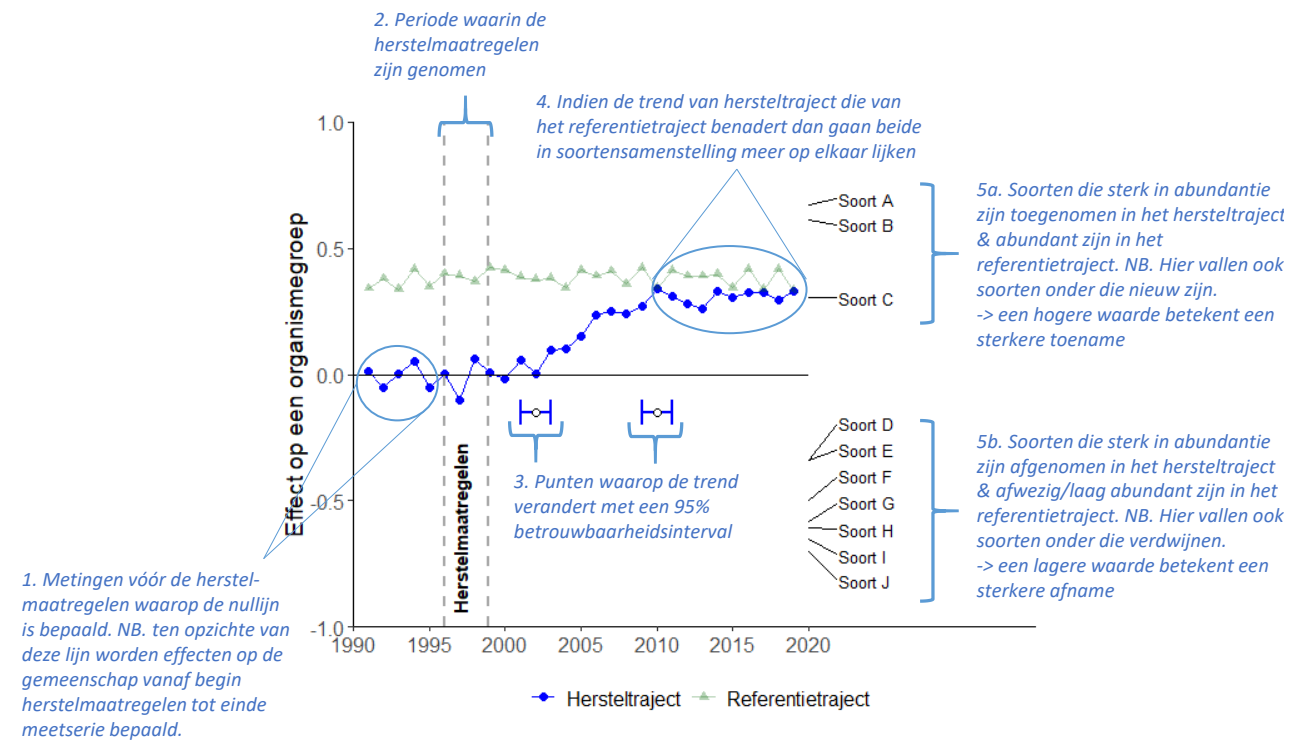
Determinaties zijn uitgevoerd tot het taxonomisch niveau gevraagd in het betreffend project waardoor taxonomische afstemming voor deze analyse noodzakelijk was. Voor de analyse is de oorspronkelijke algendata taxonomisch op elkaar afgestemd op basis van frequentie van voorkomen in de monsters en totale abundantie. Alle taxa gedetermineerd tot op een hoger taxonomisch niveau dan genus zijn verwijderd en alle variëteiten zijn op soortniveau meegenomen. Voor de analyse is de oorspronkelijke algendata taxonomisch op elkaar afgestemd op basis van frequentie van voorkomen in de monsters en totale abundantie. Indien een genus op een paar uitzonderingen na was gedetermineerd tot op soortniveau, is het genus verwijderd en zijn de soorten gehandhaafd. Indien de frequentie waarmee het genus voorkomt echter hoog was, is de data geaggregeerd op genusniveau.

2.3 Data-analyse

De abundantie is eerst gestandaardiseerd naar relatief aandeel per monster en vervolgens is het gemiddelde per jaar berekend. De relatieve abundantie is daarna $\log_{10}(x+1)$ getransformeerd om het effect van hoge dichtheden te verminderen en de rol van laag-abundante soorten te vergroten. De data is geanalyseerd volgens de 'Principal Response Curve (PRC)' methode (Van den Brink & ter Braak, 1999; zie Box 1 voor uitgebreide uitleg). Deze methode biedt de mogelijkheid om veranderingen in de gemeenschap bij verschillende maatregelen (zogenoemde 'treatments') uit te zetten tegen de tijd. Dit resulteert in een grafiek met de tijd op de x-as en de verandering in de gemeenschap (zogenoemde 'canonical coefficient Cdt') ten opzichte van de mediaan van de gemeenschap voor de uitvoering van de herstelmaatregelen in de periode 1991 – 1993 op de y-as. Vervolgens is een 'changepoint analysis' gebruikt om aan te geven wanneer (met een 95% betrouwbaarheidsinterval) een eventuele verandering in de trend over tijd heeft plaatsgevonden (Zeileis et al., 2003). Het optimale aantal breekpunten wordt automatisch bepaald op basis van de resterende som van de kwadraten.

Ieder taxon heeft een gewicht (zogenoemde 'species weight bk') gekregen, wat aangeeft in welke mate het taxon het patroon van de respons volgt. Taxa met een positief gewicht volgen de verandering, taxa met een negatief gewicht vertonen een tegenovergestelde respons en taxa met een gewicht van bijna nul vertonen geen respons of een respons die niet gerelateerd is aan het patroon dat in het diagram wordt getoond. Voor fytoplankton hebben we deze score vergeleken met de indicatiewaardes van bloeitypes zoals beschreven in de KRW maatlatten om inzicht te krijgen in de respons van de algen op vermindering van de belasting met nutriënten (Altenburg et al., 2018). Alle analyses zijn gedaan in R (versie 3.6.3) met softwarepakketten vegan (Oksanen et al., 2019) en strucchange (Zeileis et al., 2002).

Box 1: Uitleg bij de grafiek van de 'Principal Response Curve' (PRC) analyse



De bovenstaande figuur laat een hypothetisch voorbeeld zien van de uitkomst van de 'Principal Response Curve' analyse waarmee de resultaten grafisch inzichtelijk worden gemaakt. Het voorbeeld volgt een zogenaamd BACI-ontwerp met jaarlijkse metingen vóór (Before) en ná (After) het nemen van de herstelmaatregelen in een referentietraject met de gewenste situatie (dit wordt de Control, genoemd en kan bijvoorbeeld een natuurgebied bovenstrooms zijn) en met jaarlijkse metingen vóór (Before) en ná (After) in het hersteltraject, het traject waar de maatregelen zijn genomen (Impact). In plaats van een referentietraject kan de Control ook bestaan uit een traject dat vergelijkbaar is met het hersteltraject, maar waar geen maatregelen zijn genomen. In dat geval zou de lijn rond de nullijn moeten lopen omdat die situatie bijna gelijk is aan die in het hersteltraject voor het nemen van de maatregelen.

In de grafiek staat tijd op de x-as en de (eventuele) verandering in de gemeenschap (zogenoemde 'canonical coefficient C_{dt} ') op de y-as. De verandering in de gemeenschap wordt uitgezet tegen de mediaan van de gemeenschap vóór de herstelmaatregelen, de zogehete nullijn (het traject aangeduid door tekstblok 1). Om deze nullijn goed te definiëren is het belangrijk dat er voldoende meetjaren beschikbaar zijn. De periode waarin de herstelmaatregelen zijn genomen wordt in de grafiek aangegeven met twee verticale grijze stippellijnen, in dit geval tussen 1996 en 1999 (aangeduid met tekstblok 2). In dit voorbeeld hebben de maatregelen een effect gehad op de samenstelling van de gemeenschap, aangezien de C_{dt} score van het hersteltraject van de nullijn gaat afbewegen na de uitvoering van het herstel. Dit betekent hoe hoger de C_{dt} score wordt des te groter is het effect van de maatregel(en). Als er geen verandering optreedt dan blijft de C_{dt} score van het hersteltraject rondt de nullijn schommelen. Indien er voldoende data beschikbaar is (minimaal 10 meetjaren), kan met een zogenaamde 'change-point analysis' worden aangegeven of en wanneer verandering in de trend heeft plaatsgevonden (aangeduid met tekstblok 3). In het bovenstaande voorbeeld laten deze punten met het 95% betrouwbaarheidsinterval (de horizontale blauwe lijnstukken) zien dat de gemeenschap tussen 2002 en 2010 is veranderd. We zien ook dat de lijn van het hersteltraject de lijn van het referentietraject gaat benaderen (aangeduid met tekstblok 4). Dit betekent dat de herstelmaatregelen een positief effect hebben gehad op deze gemeenschap. Aan de rechterkant van de grafiek is af te lezen welke soorten het sterkst aan deze verandering hebben bijgedragen (zogenoemde 'species weight b_k '). Soorten die zijn toegenomen in het hersteltraject en abundant zijn in het referentietraject hebben een positieve score (aangeduid met tekstblok 5a) en soorten die zijn afgenomen in het hersteltraject en minder abundant/afwezig zijn in het referentietraject hebben een negatieve score (aangeduid met tekstblok 5b).

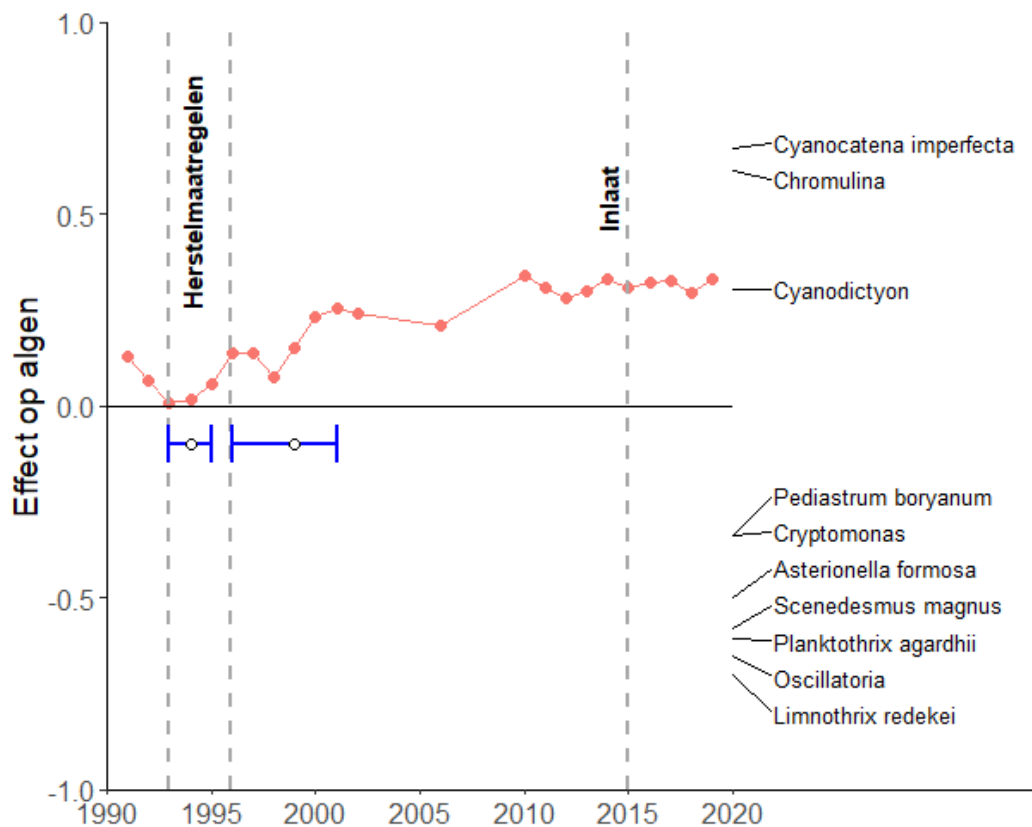
De analyse kan in principe ook worden gedaan met alleen een BA- of CI-ontwerp. Bij een BA-ontwerp is het echter niet uit te sluiten of de veranderingen door de herstelmaatregelen worden veroorzaakt of in het hele gebied hebben plaatsgevonden. Bij een CI design moet de nullijn worden bepaald op basis van de mediaan van de Control (de waarnemingen in het referentie- of controletraject). Als de Control in milieu-omstandigheden (typologisch) niet goed vergelijkbaar is met de situatie in het herstel van voor de maatregelen dan zullen alleen deze verschillen worden weergegeven in de grafiek. Ook is niet uit te sluiten dat de veranderingen al voor de herstelmaatregelen waren begonnen.

3 Resultaten

3.1 Algen

De algengemeenschap laat een sterke verandering zien tussen 1994 (95% betrouwbaarheidsinterval tussen 1993-1995) en 1999 (95% betrouwbaarheidsinterval tussen 1996 – 2001) (Figuur 2). Vanaf 2000 heeft deze verandering wel doorgezet, maar is minder steil verlopen (de helling is ongeveer de helft van die tussen 1994-1999). De gemeenschap in 2006 laat een afwijking van deze trend zien, maar het is niet mogelijk om vast te stellen of dit een uitzondering is of dat de trend hier eigenlijk anders verloopt, omdat er verder tussen 2002 en 2010 geen andere datapunten zijn.

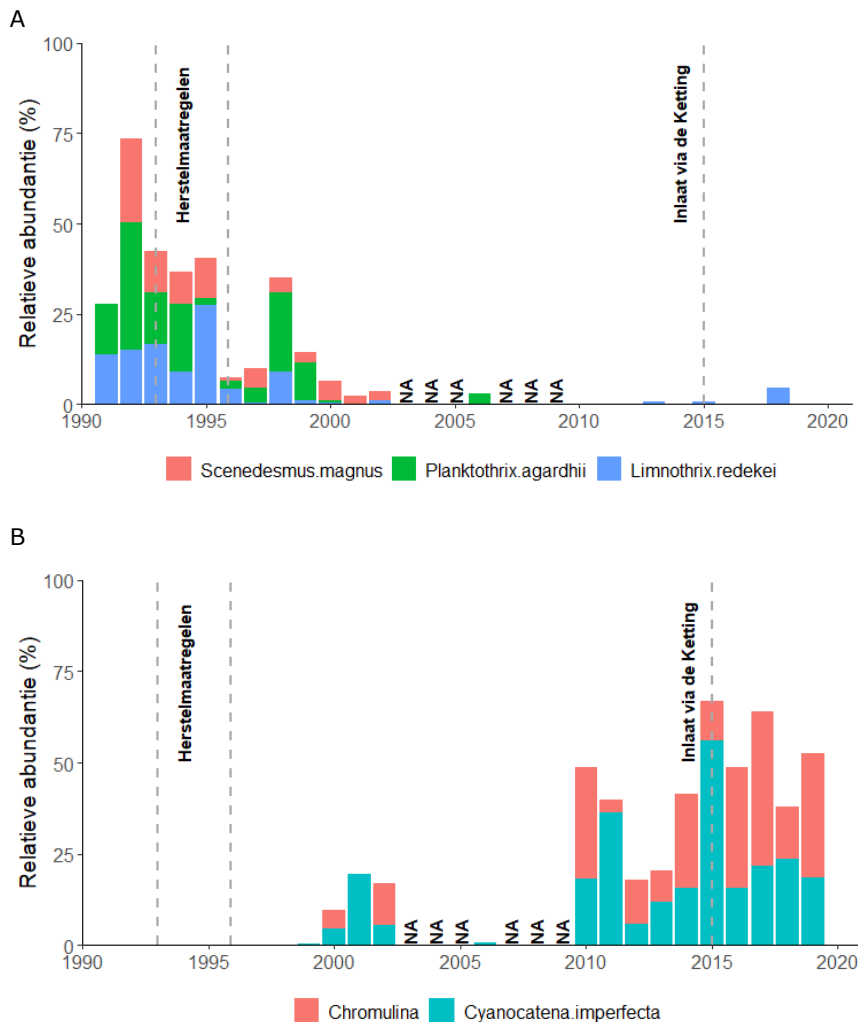
De veranderingen zijn voornamelijk gerelateerd aan een vermindering in de relatieve abundantie van de 'negatief scorende' blauwalgen *Limnothrix redekei* en *Planktothrix agardhii* en de groenalg *Scenedesmus magnus* en een toename aan de 'positief scorende' cyanobacterie *Cyanocatena imperfecta* en het goudwier *Chromulina* (Tabel 2). Sinds 2000 is de totale relatieve abundantie van *Limnothrix redekei*, *Planktothrix agardhii* en *Scenedesmus magnus* niet hoger dan 5% geweest (Figuur 3A; EKR score 0.1-0.3) en bestaat de algengemeenschap voor gemiddeld (\pm SD) 35 ± 21 % uit *Cyanocatena imperfecta* en *Chromulina* (Figuur 3B; EKR score 0.5-0.7).



Figuur 2: Verandering in de algengemeenschap in het Nanneviid ten opzichte van de mediaan van de gemeenschap in de toestand voorafgaand aan het nemen van de herstelmaatregelen in de periode 1991 – 1993 en gepresenteerd volgens de zogeheten Principal Response Curve. De blauwe foutbalk geeft de 95% betrouwbaarheidsinterval van een relevante verandering in de trend weer. De soortgewichten in het rechterdeel van het diagram vertegenwoordigen de affiniteit van elk taxon met de respons weergegeven in het diagram. Voor de duidelijkheid zijn alleen de afnemende taxa met een gewicht <-0.4 en de toenemende taxa met een gewicht >0.4 weergegeven en zijn de waarden geschaald.

Tabel 2: Overzicht van taxa die het sterkst zijn gerelateerd aan de PRC van figuur 2 (gewicht < -0.4 of > 0.4). Voor het fytoplankton is de indicatiewaarde (EKR score) van de bloeitypes zoals beschreven in de KRW maatlatten weergegeven (Altenburg et al., 2018). N.v.t. betekent dat er voor dit taxa geen score beschikbaar is.

Taxonnaam	Soort gewicht b_k	EKR score bloei
<i>Cyanocatenia imperfecta</i>	1.03	0.5
<i>Chromulina</i>	0.94	0.7
<i>Cyanodictyon</i>	0.47	0.5
<i>Pediastrum boryanum</i>	-1.2	n.v.t.
<i>Cryptomonas</i>	-0.9	0.4
<i>Asterionella formosa</i>	-1.4	0.6
<i>Scenedesmus magnus</i>	-2.7	0.2
<i>Planktothrix agardhii</i>	-3.0	0.1 (hevig)-0.3 (matig)
<i>Oscillatoria</i>	-2.5	n.v.t.
<i>Limnothrix redekei</i>	-4.6	0.2



Figuur 3: Relatieve abundantie van de taxa met de grootste verandering in het Nannewiid in de tijd met A) afname van negatief scorende taxa en B) toename van positief scorende taxa. NA betekent dat er dat van jaar geen data beschikbaar is.

4 Conclusies

Na de herstelmaatregelen genomen in de periode 1993 – 1996 zien we een sterke verandering in de algengemeenschap tussen 1994 en 1999 waarin verschillende taxa met een lage EKR score (indicatief voor voedselrijke omstandigheden) zijn afgenomen in relatieve abundantie en verschillende taxa met een hogere EKR score (indicatief voor minder voedselrijke omstandigheden) zijn toegenomen. Vanaf 2000 is de algengemeenschap verder verbeterd, maar doordat er maar één jaar is bemonsterd tussen 2002 en 2010 is het niet goed te duiden hoe deze verandering is verlopen. In 2015 is de laatste maatregel uitgevoerd. Uit de PRC is geen verandering in de algengemeenschap als gevolg van deze maatregel waar te nemen. De toename van taxa met een hogere EKR score duidt erop dat de herstelmaatregelen genomen in de periode 1993 – 1996 tot een vermindering in eutrofiëring van het Nannewiid hebben geleid. Deze trend is vergelijkbaar met de trend in fosforgehalten, die rond 2000 sterk gedaald waren t.o.v. 1990 (Supplement 1 Figuur S3).

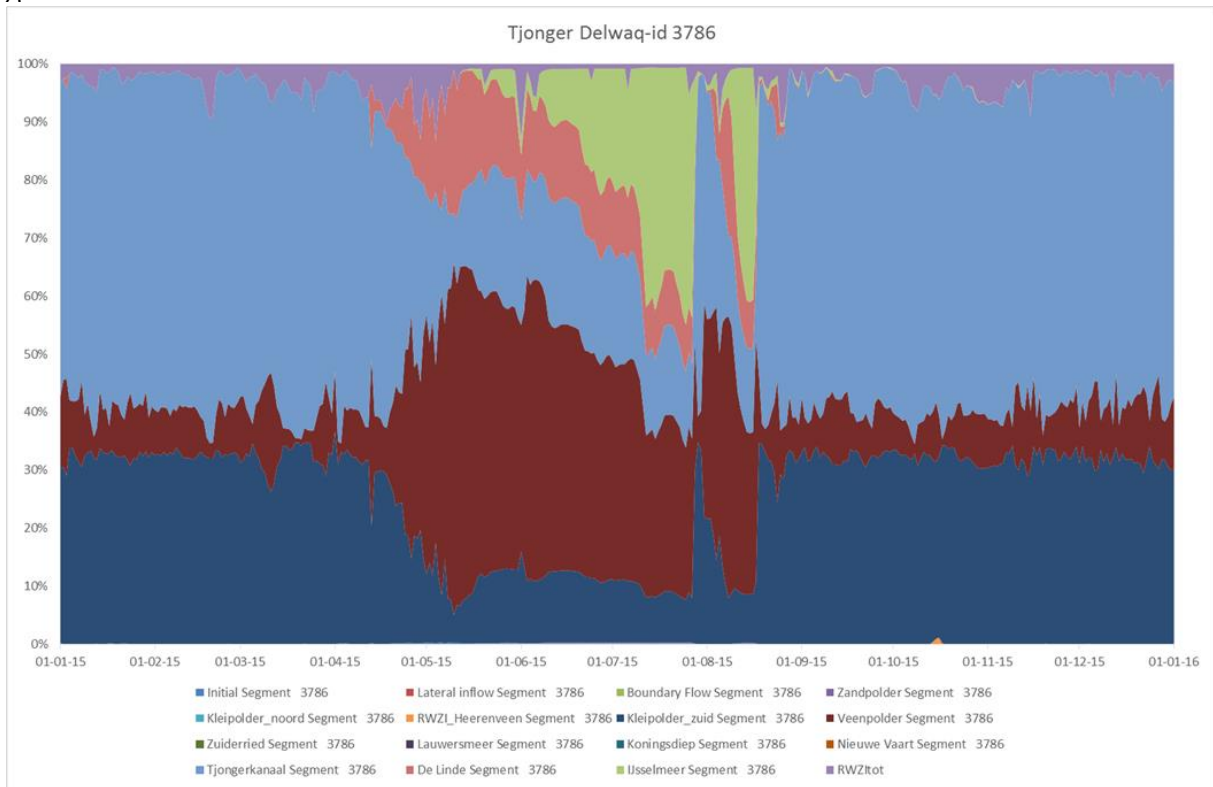
In hoeverre de maatregelen daadwerkelijk tot deze daling hebben geleid is afhankelijk van de inlaat vanuit het boezemstelsel, omdat de P-gehalten ook in de Rijn/IJsselmeer gestaag gedaald zijn tot onder de 0.1 mg P/l, is afhankelijk van de snelheid van herstel van de brasempopulatie en de nalevering die wel of niet nog resteerde na het baggeren. De brasempopulatie lijkt nog af te nemen (Supplement 1 Figuur S2). Uit metingen van 2017 blijkt dat de drempelwaarde van het P-gehalte in de waterbodem op twee van de zeven bemonsterde locaties wordt overschreden, waardoor de kans op een hoge P-nalevering op deze locaties nog aanwezig is (Smolders et al. 2019). Interessante vragen bij deze verbetering zijn welke maatregel wel en welke niet heeft bijgedragen aan de verandering. Door een vergelijking te maken met de lange termijn data van de fytoplankton in andere boezemmeren in het beheersgebied, zal te duiden zijn in hoeverre de maatregelen hebben bijgedragen aan de verandering t.o.v. de algemene verandering in het beheersgebied waar we zien dat de fosforbelasting ook autonoom is teruggelopen.

5 Literatuur

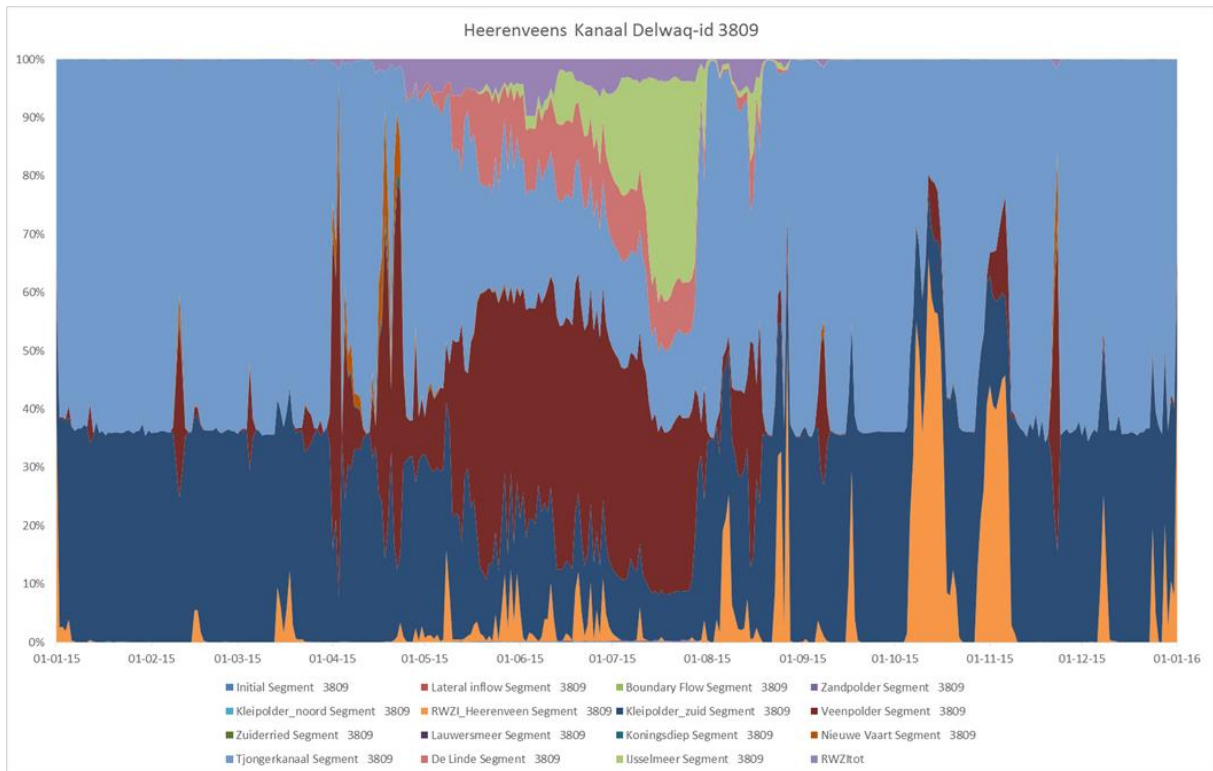
- Altenburg, W., Arts, G., Baretta-Bekker, J. G., van den Berg, M. S., van den Broek Broek, T., Buskens, R., ... & Evers, C. H. M. (2018). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027*. STOWA.
- Oksanen, J., Blanchet, F.G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlenn, D., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson G. L., Solymos, P., Henry, M., Stevens, H., Szoecs, E., & Wagner, H. (2019). *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.5-6. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Van den Brink, P. J., & Braak, C. J. T. (1999). Principal response curves: Analysis of time-dependent multivariate responses of biological community to stress. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, *18*(2), 138-148.
- Zeileis, A., Kleiber, C., Kraemer, W., & Hornik, K. (2003). Testing and Dating of Structural Changes in Practice. *Computational Statistics & Data Analysis*, *44*, 109-123.
- Zeileis, A., Leisch, F., Hornik, K., & Kleiber, C. (2002). Strucchange: An r package for testing for structural change in linear regression models. *Journal of statistical software*, *7*(2), 1-38.

6 Supplement

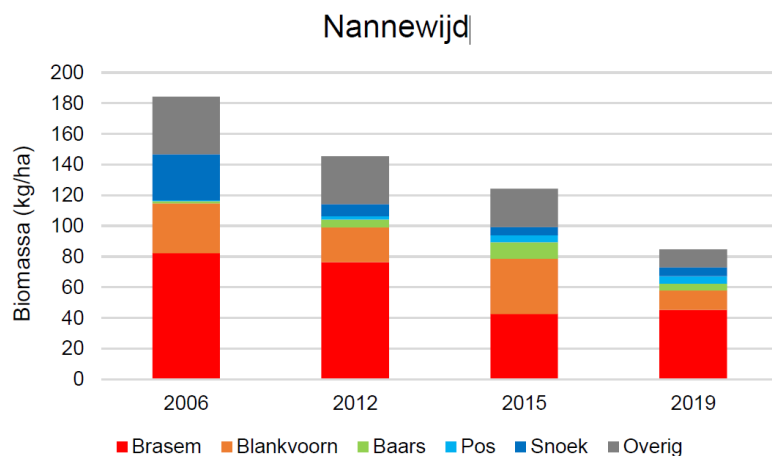
A



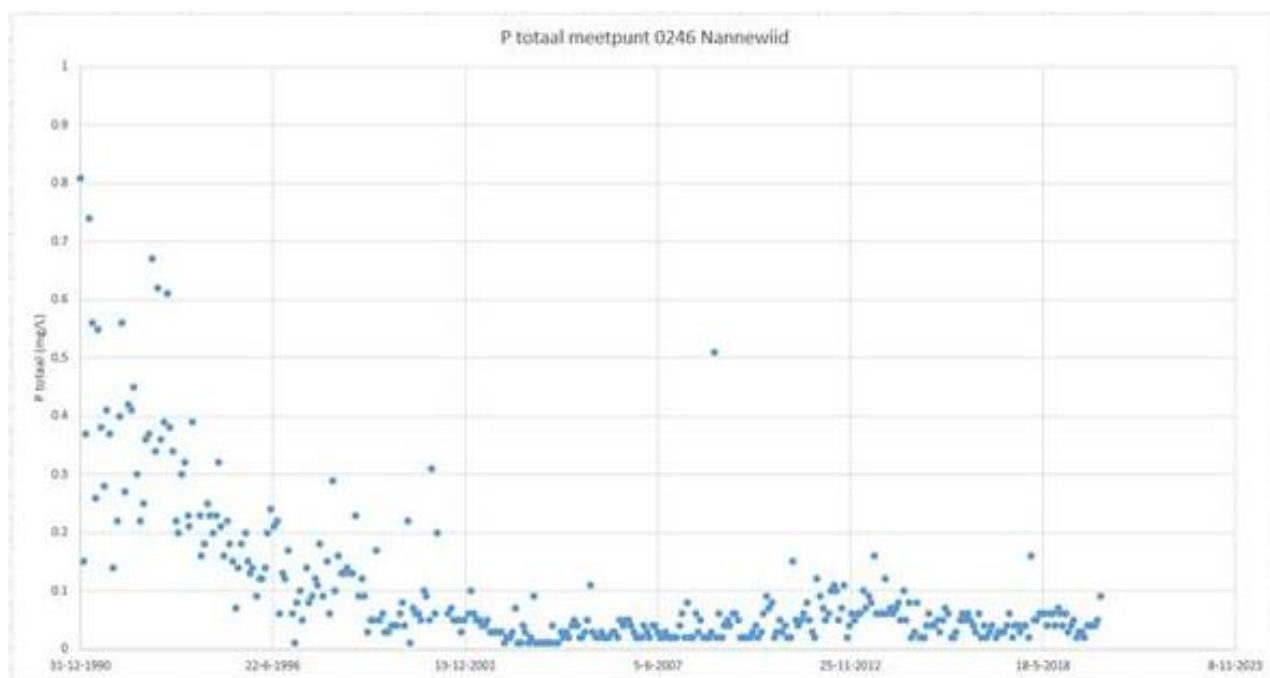
B



Figuur S1: Fractieplaatjes van samenstelling inlaatwater vanuit A) de Tjonger en B) Heerenveens kanaal in de periode t/m april 2016. Na 2016 is de inlaat vanuit IJsselmeer flink opgeschroefd.



Figuur S2: Overzicht van geraamde visbestanden in 1998, 2009, 2015 en 2019 in het Nanneviid.



Figuur S3: Verloop van het totaal fosforgehalte van 1990-2020 in het Nanneviid.