

Effectbepaling van waterkwaliteitsmaatregelen met reguliere metingen: baggeren en maaien als voorbeeld

Luuk van Gerven, Bart Brugmans, Carlo Rutjes, Joost van der Pol (waterschap Aa en Maas), Caspar Hallmann (Demostat, Radboud Universiteit Nijmegen)

Waterschappen investeren jaarlijks miljoenen euro's in het verbeteren en monitoren van de oppervlaktewaterkwaliteit. Hebben de maatregelen hun gewenste effect? Is dat effect te bepalen met reguliere meetgegevens, zoals uit de KRW-monitoring? Of zijn er meer metingen nodig in ruimte en tijd? Dit artikel laat zien dat het slim combineren van gegevens over maatregelen (waar, wanneer en hoe) met reguliere meetgegevens (biologie en chemie van waterlopen) een eerste indicatie kan geven van het effect van een maatregel. Hiervoor is statistiek nodig, om het maatreefeffect op de waterkwaliteit te isoleren. Wat vertellen de metingen wel en wat niet?

Om het effect te bepalen van maatregelen, is idealiter een uitgebreide meetcampagne nodig. Bij voorkeur via een BACI-meetopzet (Before After Control Impact), waarin meerdere jaren wordt gemeten voor (Before) en na (After) de maatregel, op zowel de locatie waar de maatregel plaatsvindt (Impact), als een vergelijkbare locatie zonder maatregel (Control). Zo is het mogelijk om het effect van de maatregel te isoleren van andere factoren die de waterkwaliteit beïnvloeden, zoals het weer of gebiedsontwikkelingen. Een dergelijke meetopzet is echter kostbaar en daardoor niet toepasbaar in het gehele beheergebied.

Waterschappen meten al decennia aan de biologische en fysisch-chemische kwaliteit van het oppervlaktewater. Waterschap Aa en Maas doet dat met verscheidene monitoringsprogramma's, zoals omtrent de KRW, effluentlozingen, inlaatwater, landelijke meetnetten en incidentele projecten. Deze meetnetten zijn veelal ingericht om toestanden en trends te monitoren en zijn vaak te beperkt in tijd en ruimte om het effect van maatregelen te bepalen. Het slim combineren van deze meetgegevens met data over de maatregelen (waar, wanneer en hoe) kan echter mogelijk wel helpen om het maatreefeffect te ontrafelen. Zo kan, met de juiste statistiek, gebruik worden gemaakt van de zeggingskracht van grote hoeveelheden data.

In dit artikel wordt bovenstaande methodiek toegepast om het effect van onderhoud (maaien en baggeren) op de ecologische en fysisch-chemische waterkwaliteit te bepalen. Dit onderhoud is nodig om de afvoercapaciteit van de waterlopen te garanderen en zo natte voeten te voorkomen. Waterschap Aa en Maas houdt al jaren bij waar, wanneer en hoe er gebaggerd en gemaaid wordt. Een mooie kans om te kijken of het effect van dit onderhoud terug te zien is in de gemeten biologische en fysisch-chemische waterkwaliteit. Hoe groot is het effect, hoelang duurt het voordat de ecologie herstelt en welke onderhoudsmethode zorgt voor de minste ecologische schade? Inzicht hierin geeft handvatten voor het vergroenen van het onderhoud.

Methode

Gegevens (waar, hoe en wanneer) over maaien (2016 - 2020) en baggeren (2013 - 2020) zijn voor het gehele beheergebied van Aa en Maas gekoppeld aan de gemeten biologie en fysische chemie van het oppervlaktewater (2013 - 2020). Het gaat om een koppeling in ruimte en tijd; welke meting is wel/niet en zo ja, wanneer beïnvloed door een maai- of baggerincident? Zo is bepaald of er een verschil is in de gemeten biologie en fysische chemie voor en na het incident, en of er een verschil is tussen gebieden met en zonder onderhoud. Om dit te bepalen is gebruik gemaakt van Generalized Additive Models (GAM's). Voor details zie [1]. De modellen zijn zo opgezet dat ze het tijdelijke en permanente effect van maaien en baggeren kunnen bepalen, evenals de hersteltijd na het incident. Om dit alles goed te kunnen doen is gecorrigeerd voor seizoen- en jaareffecten in de gemeten biologie en fysische chemie.

De volgende analyses zijn uitgevoerd:

- Effect van maaien (type en frequentie) op macrofauna en fysisch-chemische waterkwaliteit
- Effect van baggeren op macrofauna en fysisch-chemische waterkwaliteit

Voor de biologie is alleen gekeken naar macrofauna. Voor vis en waterplanten (macrofyten) waren er namelijk te weinig metingen beschikbaar om het effect van maaien en baggeren te kunnen bepalen. Het effect op macrofauna is uitgedrukt in een effect op de KRW-maatlat (een EKR-score tussen 0 en 1, waarbij een hogere waarde staat voor een betere ecologische toestand) en de impact op de onderliggende KRW-deelmaatlaten [2], [3]. De KRW-(deel)maatlaten zijn berekend met het R-softwarepakket *krw* [4].

Voor de fysische chemie is gekeken naar tien parameters die voldoende frequent zijn gemeten om het effect van maaien en baggeren te kunnen bepalen, namelijk zuurstof, zuurgraad, temperatuur, fosfortotaal, stikstof-totaal, ammonium, chloride, koper, zink en doorzicht. Voor het maaien is onderscheid gemaakt in drie maaitypes (1. volledig profiel = bodem en beide taluds; 2. bodem en één talud, 3. alleen bodem) en drie maai-frequenties (1. ruim = 1 keer per 2 jaar, 2. basis = 1 keer per jaar en 3. krap = 2 keer per jaar). Het maaitype 'stroombaanmaaien' ontbreekt omdat Aa en Maas dit de afgelopen jaren beperkt heeft uitgevoerd, resulterend in te weinig data voor een effectbepaling. Tabel 1 geeft een overzicht van de het aantal macrofaunametingen per maaipakket, zoals gebruikt voor de analyse.

Tabel 1: Aantal macrofaunametingen per maaipakket (ingedeeld naar frequentie en type), voor de analyseperiode (2016-2020)

	Maai-frequentie			
Maaitype	Ruim	Basis	Krap	Totaal
Bodem	0	0	370	370
Bodem + 1 talud	0	88	275	363
Volledig profiel	4	20	76	100
Totaal	4	108	721	992

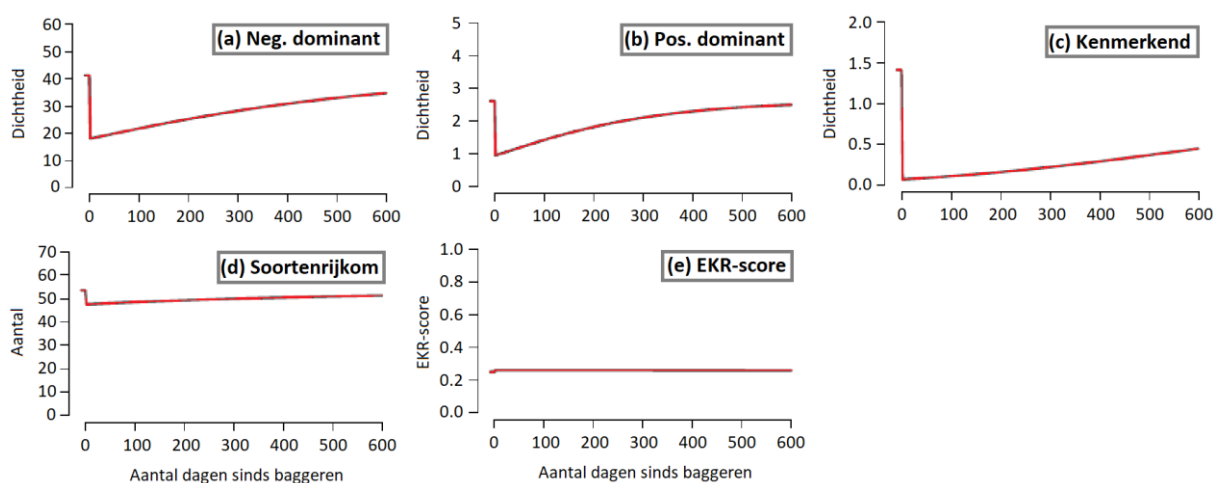
De uitgevoerde analyses zijn een deelresultaat van een bredere studie van Aa en Maas [1], waarin onder andere is gekeken naar trends in de ecologische en fysisch-chemische waterkwaliteit. Hiervoor zijn meetgegevens vanaf 1990 gebruikt en is naast macrofauna ook gekeken naar vis en waterplanten.

Bij het bepalen van deze trends is niet alleen gecorrigeerd voor seizoens- en jaareffecten (zoals in dit artikel), maar ook voor andere omgevingsfactoren die van invloed zijn op de waterkwaliteit en het (onder)waterleven, zoals temperatuur, weerjaar, droogval, beschaduwing, omringend landgebruik en beïnvloeding door rwzi's. De gebruikte methodiek (GAM's) biedt namelijk de mogelijkheid om voor deze factoren te corrigeren. De bredere studie kwam voort uit eerder STOWA-onderzoek naar langjarige insectentrends [5]. De voor dit STOWA-onderzoek opgeschoonde databases vormden een mooi startpunt.

Resultaten

Effect van baggeren op macrofauna

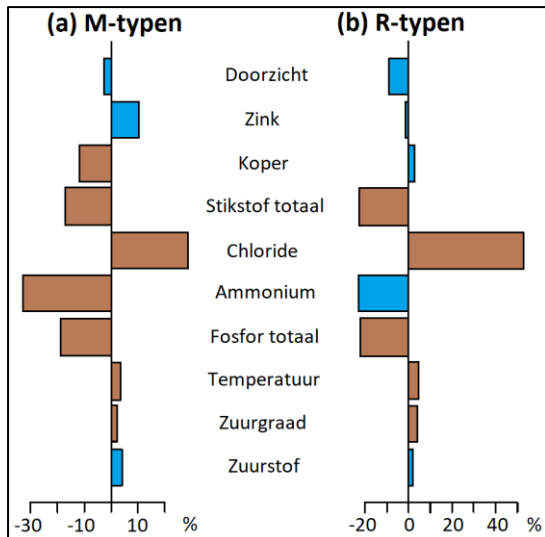
Baggeren heeft een negatief effect op het voorkomen van macrofaunasoorten (afbeelding 1). Dit is het geval voor zowel negatief dominante soorten (die een slechte ecologische toestand indiceren), positief dominante soorten (die veel voorkomen in de gewenste referentiesituatie) en kenmerkende soorten (die bij uitstek voorkomen in de gewenste situatie). Het effect op de resulterende EKR-score is echter nihil. Dit komt doordat afname in EKR door minder positieve en kenmerkende soorten wordt gecompenseerd door een toename van de EKR door minder negatieve soorten. Het duurt zo'n twee jaar tot de negatieve en positieve soorten hersteld zijn van een baggergebeurtenis. Voor de kenmerkende soorten bedraagt de herstelperiode zo'n vijf jaar. Analyses op soortgroepniveau (hier niet getoond) geven aan dat de gemiddelde hersteltijd na baggeren ruim vier jaar bedraagt en dat de hersteltijd per soortgroep sterk varieert [1].



Afbeelding 1. Gemiddeld effect van baggeren op macrofauna, uitgedrukt in de deelmaatlaten (a t/m d) en de uiteindelijke maatlat-score (e)

Effect van baggeren op de waterkwaliteit

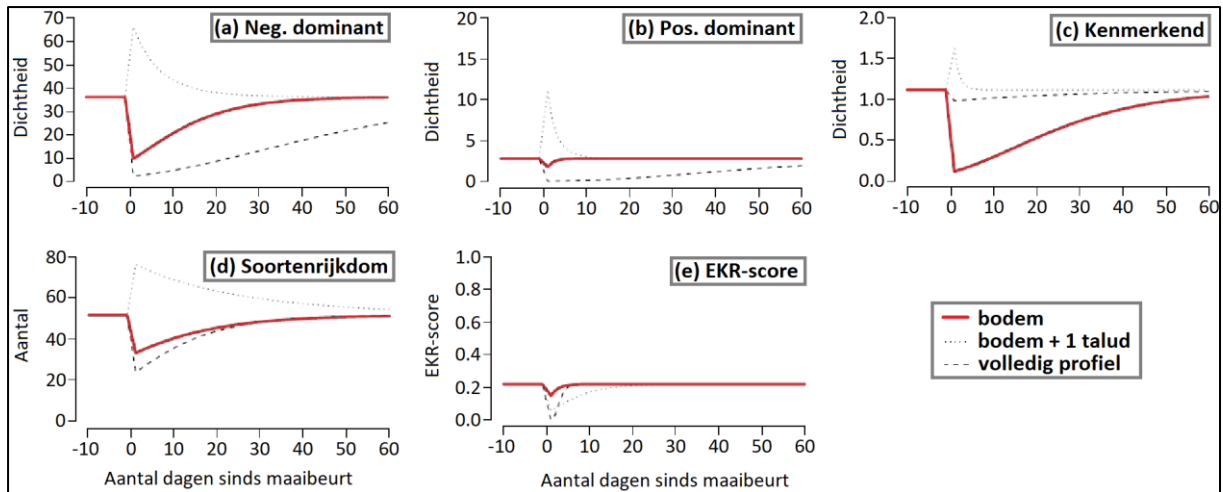
Op lange termijn (na vijf jaar) heeft baggeren een verlagend effect op de nutriëntenconcentraties (stikstof, fosfor en ammonium) in zowel beken als sloten en kanalen (afbeelding 2). Mogelijk komt dit doordat een sliblaag rijk is aan nutriënten, waardoor het verwijderen van de sliblaag ervoor zorgt dat deze nutriënten niet meer via het slib in de waterkolom belanden. Het effect van baggeren op de overige beschouwde waterkwaliteitsparameters is gering of niet-significant, met uitzondering van chloride. Baggeren zorgt in de wateren van Aa en Maas voor een toename aan chloride. Het is onduidelijk welk mechanisme hierachter zit.



Afbeelding 2. Gemiddeld langetermijneffect van baggeren op de waterkwaliteit, voor M-typen (sloten en kanalen) en R-typen (beken), uitgedrukt als procentuele verandering t.o.v. de situatie van voor het baggeren. De kleur van de balk geeft aan of het effect statistisch significant is (rood) of niet (blauw)

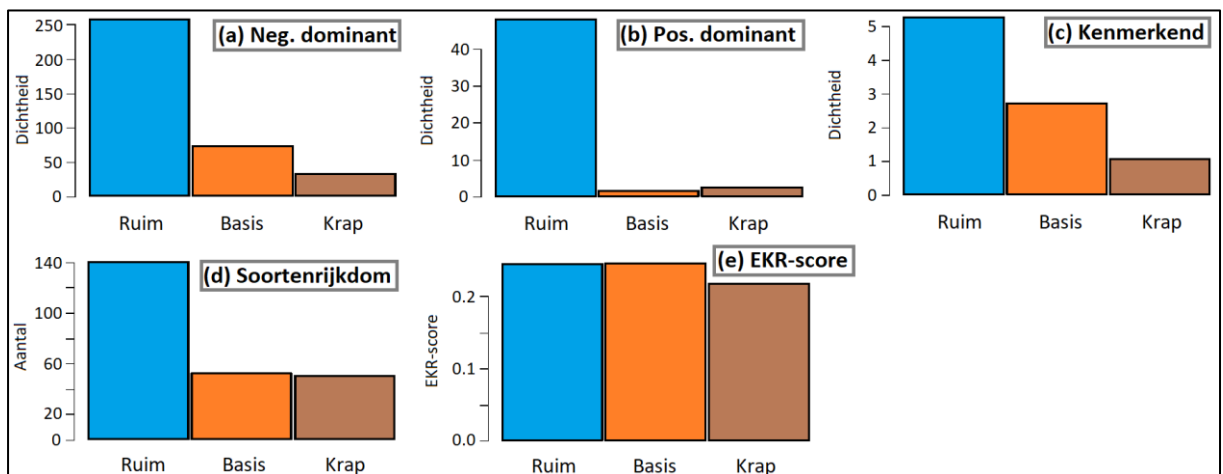
Effect van maaien op macrofauna

Maaien heeft over het algemeen een negatief effect op het voorkomen van macrofaunasoorten, voor zowel negatief dominante soorten als positief dominante soorten en kenmerkende soorten (afbeelding 3). Het effect op de resulterende EKR-score is echter gering en van korte duur. Dit komt, net zoals bij baggeren, doordat afname in EKR door minder positieve en kenmerkende soorten wordt gecompenseerd door een toename van de EKR door minder negatieve soorten. Verder laten de resultaten zien dat negatieve soorten sneller herstellen van een maai gebeurtenis (na ongeveer 30 dagen) dan positieve en kenmerkende soorten (met een hersteltijd van zo'n 60 dagen). Kijkend naar het maai type valt op dat het laten staan van één talud (maai type 'bodem + 1 talud') tijdelijk zorgt voor een toename in dichtheden en soortenrijkdom van macrofauna, in tegenstelling tot de twee andere maai types ('bodem' en 'volledig profiel'), die negatief uitpakken. Dit positieve effect kan verklaard worden doordat de macrofaunametingen waarschijnlijk plaatsvinden in het niet-gemaaide talud. Het is logisch te veronderstellen dat direct na het maaien de achtergebleven macrofauna naar de niet-gemaaide overkant migreren, leidend tot hogere dichtheden. Verdere details over het effect van maaien op macrofauna, ook op soortgroepniveau, zijn terug te vinden in [1].



Afbeelding 3. Gemiddeld effect van de maaitypes (bodem, bodem + 1 talud en volledig profiel) op macrofauna, uitgedrukt in de deelmaatlaten (a t/m d) en de uiteindelijke maatlat-score (e)

Ook de maaifrequentie is van invloed op de abundantie van macrofauna (afbeelding 4). Zo is te zien dat het aantal kenmerkende soorten afneemt met een toenemende maaifrequentie. Al zijn de verschillen tussen de maaifrequenties ‘krap’ (2x per jaar maaien) en ‘basis’ (1x per jaar maaien) gering, vooral qua EKR-score, en zijn er te weinig metingen voor de maaifrequentie ‘ruim’ (4 metingen; zie tabel 1) om conclusies te kunnen trekken.



Afbeelding 4. Gemiddeld effect van maaifrequentie (ruim=1x per 2 jaar, basis=1x per jaar en krap=2x per jaar) op macrofauna, uitgedrukt in de deelmaatlaten (a t/m d) en de uiteindelijke maatlatscore (e)

Effect van maaien op de waterkwaliteit

Uit de analyse bleek dat de meetgegevens en de gebruikte methode niet toereikend zijn om het effect van maaien op de waterkwaliteit te bepalen. Waarschijnlijk komt dit doordat het meetnet te grofmazig is in de tijd om het kortstondige effect van maaien op de waterkwaliteit (het water stroomt snel weg) te kunnen meten. Bij baggeren was er wel een duidelijk effect op de fysische chemie zichtbaar. Dit komt omdat het effect van baggeren op de waterkwaliteit langduriger is. Het verwijderen van de sliblaag (als medium voor nalevering/begraving van stoffen) ijlt namelijk lang na.

Conclusies en aanbevelingen

Maaien en baggeren

Baggeren pakt op lange termijn positief uit voor de waterkwaliteit (het leidt tot minder nutriënten in het water), maar heeft een negatief effect op macrofauna. De macrofaunasoorten hebben gemiddeld zo'n vier tot vijf jaar nodig om te herstellen. Omdat de meeste waterlopen gemiddeld eens in de zeven jaar worden gebaggerd, is het aan te bevelen om het baggerregime waar mogelijk te extensiveren en/of te differentiëren in ruimte en tijd. Refugia, herkolonisatie en migratie van soorten worden gestimuleerd als nabijgelegen waterlopen niet allemaal in hetzelfde jaar worden gebaggerd.

Maaien pakt op korte termijn negatief uit voor macrofaunasoorten en de bijbehorende KRW-deelmaatlaten. De meeste soorten hebben enkele maanden nodig om te herstellen van een maaibeurt. Het negatieve effect lijkt kleiner te zijn naarmate er minder vaak en extensiever wordt gemaaid. Zo zorgt het laten staan van een talud tijdens het maaien voor uitwijkmogelijkheden voor macrofauna en stimuleert daarmee de herkolonisatie. Het verdient dan ook een aanbeveling om het maaibeheer langs deze lijn verder te extensiveren.

De negatieve impact van maaien en baggeren op macrofaunasoorten is amper terug te zien in de EKR-score voor macrofauna. De score reageert namelijk nauwelijks en/of kortstondig, omdat de teruggang in positief scorende soorten wordt gecompenseerd door de teruggang in negatief scorende soorten. Dit illustreert dat de EKR-score niet alleszeggend is. Analyse van de onderliggende deelmaatlaten en de respons op soortniveau verschaft meer inzicht.

Het combineren van bestaande datasets om maatregel-effectrelaties af te leiden

Deze studie laat zien dat reguliere metingen (voor o.a. de KRW) bruikbaar zijn om een eerste indicatie te krijgen van het effect van bepaalde maatregelen op de waterkwaliteit. Voorwaarde is dat de maatregelen goed gedocumenteerd zijn (waar, wanneer, hoe) en dat de dataset aan reguliere metingen voldoende groot is in ruimte en tijd.

Niet alles is echter mogelijk. Zo bleek dat het reguliere meetnet te grofmazig is in de tijd om de snelle respons van maaien op de waterkwaliteit te kunnen kwantificeren. Voor het nauwkeurig bepalen van maatregel-effectrelaties blijft een gedetailleerd meetnet ('BACI'-ontwerp) nodig. Maar de hier besproken benadering kan een eerste indruk geven van het effect van een maatregel en biedt zodoende handvatten en handelingsperspectief.

Het opschalen van deze studie/aanpak, door het samenvoegen van gegevens van meerdere waterschappen, kan tot aanvullende en beter onderbouwde inzichten leiden over het effect van maatregelen. Aandachtspunt hierbij is het uniformeren van de gegevens over maatregelen en metingen. Een ander aandachtspunt betreft mogelijke verschillen in monsternamen- of analysemethode. Daarnaast is enige vergelijkbaarheid qua beheergebied (beeksystemen versus poldersystemen) en maatregeluitvoer een vereiste.

Referenties

1. Hallmann, C., Pol, J. van der & Brugmans, B. (2021). *Trends en toestand ecologische, fysische en chemische parameters Aa en Maas. Effecten van inrichting en beheer & onderhoud.* Waterschap Aa en Maas, Den Bosch, <https://edepot.wur.nl/585641>.
2. Evers, C.H.E., et al. (2018). *Omschrijving MEP en maatlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027.* Stowa-rapport 2018-50, Amersfoort.
3. Altenburg, W. et al. (2018). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027.* Stowa-rapport 2018-49, Amersfoort.
4. Tent, J. van (2022). *krw: KRW-toetsing.* R package version 0.2.2.
5. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (2021). *Onderzoek ontwikkeling watergebonden insecten.* <https://www.stowa.nl/nieuws/onderzoek-ontwikkeling-watergebonden-insecten>