

NATUURFOCUS

Tijdschrift over natuurstudie en -beheer

JAARGANG 21 • N°2 • 2022 Maart | **Juni** | September | December
Retouradres: Natuurpunt • Coxiestraat 11 B-2800 Mechelen

bpost / PB-PP
BELGIE(N) - BELGIQUE

Werk aan de (vis)winkel



Nieuwe **Rode Lijst libellen** • **Heivlinder** genetisch in kaart gebracht
Moeten we in tuinen enkel **inheemse planten** aanplanten?

Werk aan de (vis)winkel

Strengere maatregelen voor een goede ecologische kwaliteit van de Vlaamse waterlopen

Io Deflem, Elina Bennetsen, Gerlinde Van Thuyne, Filip Volckaert & Joost Raeymaekers

Ondanks de sterke vooruitgang in waterkwaliteit van onze waterlopen gedurende de laatste decennia slaagde Vlaanderen er net als vele andere EU-lidstaten niet in om te voldoen aan een van de doelstellingen van de Europese Kaderrichtlijn Water, met name het behalen van een goede ecologische toestand tegen eind 2015. Hierdoor heeft de EU voor alle Vlaamse waterlichamen tot tweemaal toe een termijnverlenging toegestaan, met als ultieme datum het behalen van de goede toestand tegen 2027. Hierbij is het nemen van efficiënte maatregelen die de ecologische kwaliteit substantieel verhogen cruciaal. Aan de hand van een model naar het voorkomen van vissen in de Vlaamse rivieren wordt in dit artikel nagegaan op welke abiotische factoren het meest moet ingezet worden om te komen tot een goede of een zeer goede biologische kwaliteit van de visgemeenschappen.

Kort en bondig

- Binnen de Europese Kaderrichtlijn Water moeten eind 2015 alle rivieren, meren, overgangs- en kustwateren een goede ecologische kwaliteit halen.
- Deze doelstelling werd in Vlaanderen voor slechts 1% van de 195 waterlichamen bereikt. Ook nadien was geen beterschap merkbaar.
- Met een model gaan we na hoe visgemeenschappen reageren wanneer we de waterkwaliteit naar een goede of een zeer goede toestand brengen.
- Bij verandering tot een goede toestand is het verhogen van de structuurkwaliteit van de rivier op de meeste locaties de belangrijkste maatregel om de visdiversiteit te verhogen.
- Bij een meer ambitieuze zeer goede toestand zien we dat op de meeste locaties de aanpak van stikstof en andere nutriënten tot een veel sterkere verhoging van de visdiversiteit leidt.

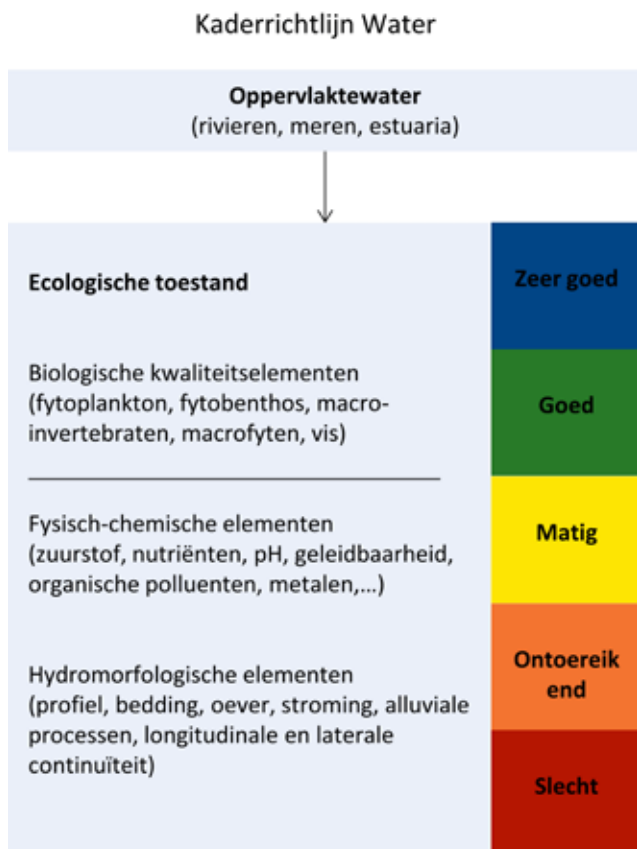
Europese doelen waterkwaliteit

De Kaderrichtlijn Water (KRW) (200/60/EC, EU 2000) is een Europese richtlijn die sinds 2000 aan alle lidstaten oplegt dat het waterbeleid een integrale aanpak nodig heeft en dat alle oppervlaktewater en grondwater een goede toestand moet bereiken. Zowel de ecologie als de nuttige functies van water zijn hierbij belangrijk. Met de goede toestand wordt een toestand bedoeld die weinig afwijkt van de historische originele toestand van dat

waterlichaam wat betreft de biodiversiteit en functionele ecologie. Hierbij wordt de ecologische kwaliteit van rivieren, meren, overgangs- en kustwateren onder meer bepaald aan de hand van biologische kwaliteitselementen. De biologische kwaliteit wordt ingeschat met behulp van een set van indices die we 'ecologische kwaliteitscoëfficiënten' (EKC) noemen (**Box 1**). Op basis hiervan krijgt elk waterlichaam een score die de ecologische toestand beschrijft volgens het 'one out, all out' principe. Hierbij wordt de finale status bepaald door het laagst scorende element (European Environment Agency 2018). Deze finale score varieert, net als de score van de individuele elementen, van slecht, ontoereikend of matig tot goed of zeer goed. Het doel van de Kaderrichtlijn Water was het bereiken van ten minste een goede toestand voor al deze waterlichamen in de Europese Unie tegen eind 2015. In Vlaanderen vallen onder de Kaderrichtlijn Water 195 oppervlaktewaterlichamen. Dit zijn vooral beken en rivieren, samen met een beperkt aantal kleine (< 5 ha) en grote (> 5 ha) al dan niet kunstmatige stilstaande wateren. In deze studie werd enkel gefocust op de ecologische kwaliteit van beken en rivieren.

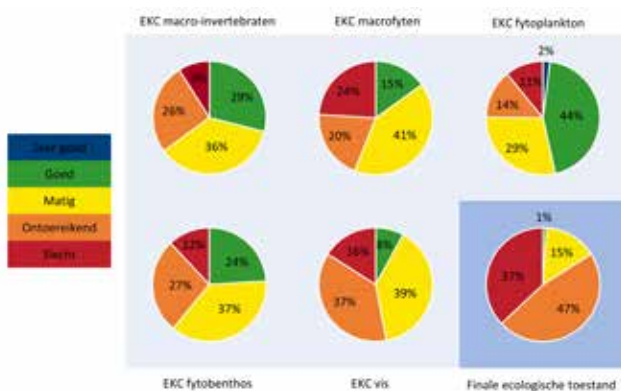
Als we kijken naar de resultaten op basis van de biologische kwaliteit, zien we dat de vooropgestelde doelstellingen in Vlaanderen niet werden behaald in 2015 (**Figuur 2**). Wat hierbij onmiddellijk opvalt is dat de resultaten op basis van de visgemeenschappen het meeste achterblijven. Slechts 8% van alle waterlichamen behaalde de vooropgestelde goede toestand. De ecologische kwaliteitscoëfficiënt op basis van fytoplankton scoort het hoogst, met 44% van de waterlichamen die in 2015 een goede toestand behaalden (**Figuur 2**).

Naast de biologische kwaliteit bepalen ook de ondersteunende elementen hydromorfologische en fysisch-chemische kwaliteit



Figuur 1. Overzicht van hoe de ecologische toestand van oppervlaktewater wordt beoordeeld zoals beschreven in de Europese Kaderrichtlijn Water.

(**Box 1**) de finale ecologische toestand van elk waterlichaam (Vlaamse Milieumaatschappij 2014, **Figuur 1**). Hierbij telt de hydromorfologie enkel mee om van een goede naar een zeer goede toestand te gaan. De meest recente resultaten tonen aan dat voor het grootste deel van de waterlichamen in Vlaanderen de hydromorfologische kwaliteit matig (52%) of ontoereikend (34%) is. Slechts 7% behaalt de vooropgestelde doelstellingen en heeft een goede kwaliteit (Vlaamse Milieumaatschappij 2020). Voor de fysisch-chemische parameters (**Box 1**) is het



Figuur 2. De ecologische toestand op basis van de vijf ecologische kwaliteitscoëfficiënten (EKC) en de finale ecologische toestand (combinatie van de vijf EKC's en de fysisch-chemische en hydromorfologische kwaliteit) in 2015 voor alle waterlichamen in Vlaanderen die onder de Kaderrichtlijn Water vallen (Vlaamse Milieumaatschappij 2020). Het doel was het behalen van minstens een goede toestand voor al deze waterlichamen tegen het einde van 2015.

Box 1: Ecologische waterkwaliteit inschatten

De ecologische waterkwaliteit wordt bepaald aan de hand van biologische, hydromorfologische en fysisch-chemische parameters (**Figuur 1**).

De biologische waterkwaliteit is gebaseerd op vijf specifieke indices of ecologische kwaliteitscoëfficiënten (EKC) die de aanwezige gemeenschap van macrofyten (ondergedoken waterplanten), fytoplankton (eencellige algen die zwevend in de waterkolom leven), fyto­benthos (eencellige algen op de bodem of harde oppervlakken, in de praktijk gebaseerd op kiezelwieren), macro-invertebraten en vissen beschrijven. De berekening van deze indices verschilt per lidstaat, maar bevat over het algemeen parameters die taxonomische (bv. soortenrijkdom, abundantie, diversiteit, gemeenschapssamenstelling) en ecologische aspecten (bv. gevoeligheid van soorten, eigenschappen, conditie) van de biologische gemeenschappen omschrijven (Birk et al. 2012). In Vlaanderen werden bestaande kwaliteitsindices aangepast (bv. de Visindex, Breine et al. 2004; Multimetric Macro-invertebratenindex Vlaanderen, Gabriels et al. 2010) maar werden ook nieuwe indices ontwikkeld (bv. PISIAD-index voor fyto­benthos, Hendrickx & Denys 2005) voor het bepalen van de EKC's.

De hydromorfologische of structuurkwaliteit beschrijft het hydrologische regime (bv. stroming en mate van meandering), de morfologische kenmerken (bv. variatie in diepte en breedte en structuur van de bedding), de longitudinale connectiviteit (bv. de aanwezigheid van migratiebarrières) en de laterale connectiviteit (bv. de relatie met de vallei) van een waterlichaam. De finale hydromorfologische kwaliteit wordt per waterlichaam berekend aan de hand van zeven deelmaatlaten die elk een belangrijk aspect van de structuurkwaliteit beschrijven (profiel, bedding, oever, stroming, alluviale processen, longitudinale en laterale continuïteit).

De fysisch-chemische kwaliteit wordt beschreven aan de hand van algemene parameters zoals het zuurstofgehalte, zoutgehalte en nutriënten, maar ook op basis van de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen zoals zware metalen en pesticiden. De toestand voor elk van deze parameters wordt bepaald aan de hand van specifieke normen.

aantal waterlichamen dat de goede toestand haalt over het algemeen het laagst voor de nutriënten totaal fosfor (9,2%), orthofosfaat (28%) en totaal stikstof (38%) en voor het zoutgehalte gemeten als geleidbaarheid, dat eveneens een maat is voor de concentratie nutriënten (36,4%) (Vlaamse Milieumaatschappij 2020).

Tegen het einde van 2015 werd bijgevolg voor slechts 1% van alle in de KRW opgenomen waterlichamen de goede ecologische toestand bereikt (**Figuur 2**). Op Europese schaal daarentegen werd een goede status bereikt in 53% van alle



Bij verandering tot een goede toestand is het verhogen van de structuurkwaliteit van de rivier op de meeste locaties de belangrijkste maatregel om de visdiversiteit te verhogen. De Dijle in Mechelen. (© Camille Deraedemaeker)

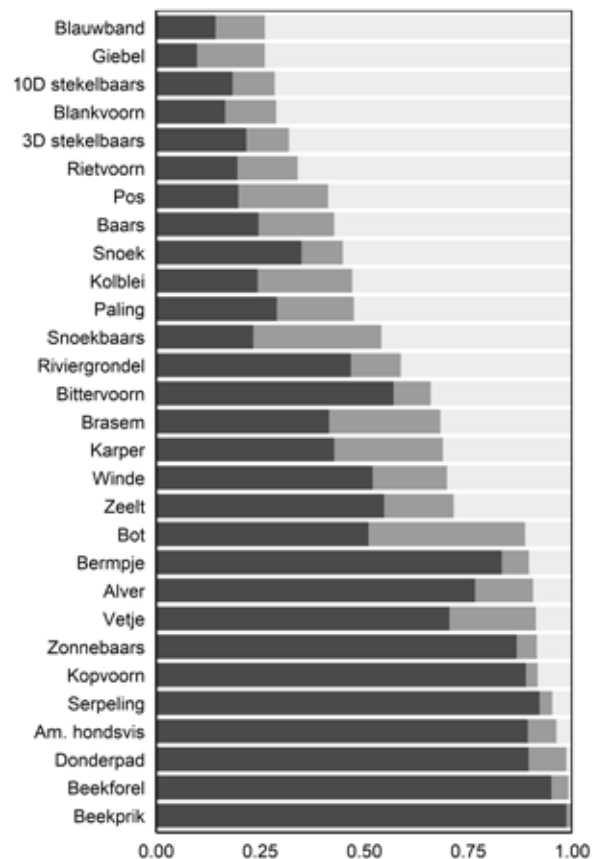
opgenomen waterlichamen. De meest recente resultaten voor Vlaanderen tonen geen beterschap, met slechts 1% van de 195 waterlichamen die de goede ecologische toestand halen. Geen enkel waterlichaam behaalt op dit moment de zeer goede status, terwijl de ecologische toestand van 75% van alle waterlichamen als ontoereikend of slecht wordt beoordeeld (bron: Vlaamse Milieumaatschappij, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek).

Beperkte effecten van herstelmaatregelen

Net als in Vlaanderen worden in veel Europese lidstaten de opgelegde doelstellingen van de Kaderrichtlijn Water niet gehaald (European Environment Agency 2018). Ondanks de geleverde inspanningen lijkt het erop dat herstelmaatregelen vaak niet de gewenste uitkomst hebben. Verschillende studies tonen inderdaad aan dat het effect van maatregelen met als doel de fysisch-chemische en hydromorfologische kwaliteit van waterlopen te verbeteren, op biologische gemeenschappen vaak beperkt blijft (bv. Kail et al. 2015, Stoll et al. 2013, Thomas et al. 2015). In de wetenschappelijke literatuur wordt gezocht naar verklaringen voor deze vaak beperkte invloed (Deflem et al. 2021). Hieronder vatten we enkele algemene bevindingen samen.

In sommige gevallen leiden uitgevoerde herstelmaatregelen niet tot de abiotische veranderingen en verbetering van de omgevingskwaliteit die vooropgesteld worden. Er kan dan ook

geen vooruitgang in biologische kwaliteit worden waargenomen. Zo bleek het aanleggen van bufferstroken om de instroom van nutriënten vanuit landbouwpercelen te verminderen geen effect te hebben op de waterkwaliteit van de beek, waardoor ook de soortenrijkdom van de vissen niet werd vergroot (Frissel & Nawa 1992). In andere situaties wordt de beoogde verandering in abiotiek wel bereikt, maar wordt er geen aanpassing gedaan aan de effectief beperkende factor voor het voorkomen van gezonde biologische gemeenschappen (bv. Briers & Gee 2004). Dit kan het resultaat zijn van andere factoren, die vaak op grotere schaal een sterkere invloed hebben (Lake et al. 2007, Sundermann et al. 2011). In een studie van Briers & Gee (2004) verhoogde het aanbrengen van dood hout als herstelmaatregel de structuurkwaliteit van de waterloop, maar was er desondanks geen positief effect op de soortenrijkdom van vissen omdat hoge nutriëntengehaltes nog steeds limiterend werkten. Bovendien wordt bij maatregelen vaak geen rekening gehouden met het belang van biotische interacties (bv. competitie en predatie) en de aanwezigheid van voldoende voedselbronnen (Jackson et al. 2001, Wisz et al. 2013).



Figuur 3. Vissoorten gebruikt voor het Vlaamse vismodel en het percentage van de variatie in het voorkomen die kan verklaard worden door de opgemeten hydromorfologische (grijs) en fysisch-chemische variabelen (donkergrijs). Niet verklaarde variatie is weergegeven in licht grijs. Voor Blauwband *Pseudorasbora parva* (de eerste soort) wordt zo ca. 25% van haar voorkomen verklaard door het model, waarbij voornamelijk fysisch-chemische variabelen belangrijk bleken. Voor Beekprik *Lampetra planeri* (de onderste soort) kon het model bijna niets van het voorkomen van de soort verklaren.

Daarbij is door langdurige en historische vervuiling (door bv. industriële activiteiten) en fragmentatie het aantal soorten dat regionaal voorkomt sterk verminderd. Dit heeft als gevolg dat herkolonisatie vaak niet mogelijk is door het ontbreken van geschikte bronpopulaties (Lake et al. 2007, Sundermann et al. 2011). Wanneer bronpopulaties wel beschikbaar zijn, kan de aanwezigheid van migratiebarrières (bv. watermolens) de verspreiding van individuen naar nieuw geschikt habitat bemoeilijken (Stoll et al. 2013).

Tenslotte is het algemeen geweten dat een combinatie van abiotische en biotische factoren het voorkomen van soorten en biologische gemeenschappen op specifieke locaties bepaalt. Vaak interageren deze verschillende factoren en zijn lokale gemeenschappen onderhevig aan allerlei vormen van pollutie en degradatie, waardoor de focus op één bepaalde factor de omgevingskwaliteit onvoldoende verhoogt (Jackson et al. 2001, Nõges et al. 2016, Teichert et al. 2016).

Aangezien de goede ecologische toestand in veel waterlopen nog niet behaald is, werd er een tweede en derde beheercyclus toegevoegd aan de Kaderrichtlijn Water (European Environment Agency 2018). In Vlaanderen werden hiervoor tijdens de tweede beheercyclus 17 speerpuntgebieden en 56 aandachtsgebieden gedefinieerd (Vlaamse Milieumaatschappij). Voor de speerpuntgebieden is het doel een goede ecologische toestand te behalen tegen eind 2021. Voor de aandachtsgebieden wordt gestreefd naar een goede ecologische toestand tegen eind 2027. De herstelmaatregelen die genomen zullen worden om de doelstellingen te halen, worden per gebied in detail beschreven in zogenaamde

stroomgebiedbeheerplannen (bv. Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde, Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid).

Modellen voorspellen efficiëntie van herstelmaatregelen

Het is essentieel om aandacht te besteden aan maatregelen die op een efficiënte wijze de kwaliteit van biologische gemeenschappen verhogen, gezien de beperkte middelen en tijd. Om beter te begrijpen wat de invloed is van verschillende beheermaatregelen op lokale visgemeenschappen, hebben we in een recente studie een gezamenlijk verspreidingsmodel van soorten ('joint species distribution model') opgesteld (Deflem et al. 2021). Een dergelijk model beschrijft hoe volledige biologische gemeenschappen, in dit geval de Vlaamse vissen, beïnvloed worden door opgemeten verklarende factoren (Ovaskainen et al. 2016). Op basis van dit model kunnen we meer inzicht krijgen in de factoren die de verspreiding van vissoorten in Vlaanderen bepalen en op basis van deze resultaten de reactie op verschillende beheermaatregelen inschatten. Hierdoor kunnen we een beter zicht krijgen op welke soorten vervuiling en degradatie momenteel de grootste knelpunten vormen voor herstel.

Voor het model werden monitoringgegevens van lokale visgemeenschappen gebruikt, die verzameld werden door het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) tussen 2003 en 2017 in het kader van de KRW in Vlaamse waterlopen (Van Thuyne et al. 2020). Deze dataset bevat gegevens over de aanwezigheid en talrijkheid van vissoorten verzameld tijdens 2.965 afvangsten op 1.142 locaties in Vlaanderen. Deze



Soorten waarvoor een groot deel van de verspreiding kan verklaard worden door de in het model opgenomen abiotische factoren zijn vaak gevoelige soorten zoals de Kopvoorn *Squalius cephalus*. (© Vilda/Rollin Verlinde)



Geen enkel waterlichaam behaalt op dit moment de zeer goede status, terwijl de ecologische toestand van 75% van alle waterlichamen als ontoereikend of slecht wordt beoordeeld. De Dijle in Mechelen. (© Camille Deraedemaeker)

gegevens werden gekoppeld aan twee datasets van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) die de fysisch-chemische en hydromorfologische kwaliteit van rivieren beschrijven. Doordat de locaties van INBO en VMM metingen niet op elkaar zijn afgestemd en vaak niet overlappen (zowel in tijd als in ruimte), bevatte de finale dataset informatie over de aanwezigheid van 29 vissoorten, vier fysisch-chemische variabelen (chemisch zuurstofverbruik, Kjeldahl stikstof, zuurstof en geleidbaarheid) en vijf hydromorfologische variabelen (profiel, bedding, stroming, laterale en longitudinale geleidbaarheid) op 218 locaties (19%).

De resultaten van het model tonen aan dat voor een groot deel van de vissoorten vooral fysisch-chemische parameters een belangrijke rol spelen bij de verspreiding (> 50% van de variatie in verspreiding wordt hierdoor verklaard) (**Figuur 3**). Dit effect is voornamelijk het resultaat van een sterke invloed van geleidbaarheid (een maat voor zoutconcentratie) en stikstof. Soorten waarvoor een groot deel van de verspreiding kan verklaard worden door de in het model opgenomen abiotische factoren zijn vaak gevoelige soorten als Beekprik *Lampetra planeri*, Rivierdonderpad *Cottus perifretum* en Kopvoorn *Squalius cephalus*. Voor in totaal tien soorten blijft meer dan 50% van de variatie in het voorkomen onverklaard. Dit kan wijzen op een belangrijke invloed van abiotische factoren die we niet gemeten hebben, extreme gebeurtenissen (bv. kortstondige verlagingen in zuurstofniveaus door overstorten of andere kortstondige lozingen), biotische interacties of door een sterke invloed van afstand tussen locaties.

Voldoen de huidige doelstellingen?

Op basis van ons verspreidingsmodel simuleerden we de effecten van beheermaatregelen op de visgemeenschap. We hanteerden hiervoor negen verschillende beleidsscenario's. In een eerste set van scenario's verhoogden of verlaagden we de waarde van elk van de verschillende omgevingsvariabelen tot een waarde die voor die specifieke variabele en locatie een goede kwaliteit (volgens de KRW-normen) weerspiegelt. In een tweede set van meer ambitieuze scenario's verhoogden of verlaagden we de waarden van elke omgevingsvariabele apart tot op het niveau van een zeer goede kwaliteit. Deze scenario's werden uitgevoerd op elk van de 218 locaties in de dataset. Vervolgens keken we

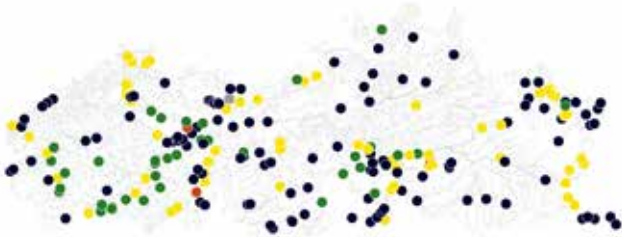


Rivierdonderpad *Cottus perifretum* steunend op de buikvinnen. (© Vilda/Rollin Verlinde)

(a) kwaliteit verhogen naar een 'goede status' volgens de Kaderrichtlijn Water.



(b) kwaliteit verhogen naar een 'zeer goede status' volgens de Kaderrichtlijn Water.



● Geleidbaarheid
● Stikstof
● CZV
● Bedding
● Profiel
● Long-continuïteit
● Meanders
● Geen

Figuur 4. Overzichtsk kaart van de abiotische factor (per locatie weergegeven met verschillende kleuren) die leidt tot de grootste verhoging van de soortenrijkdom van de visgemeenschap op basis van een verspreidingsmodel van de vissen in de Vlaamse rivieren en beken, indien de factoren aangepast worden naar (a) een goede of (b) een zeer goede ecologische toestand. Het gezamenlijk verspreidingsmodel van de vissoorten werd opgesteld op basis van visabundanties (gemeten door het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek), fysico-chemische en hydromorfologische factoren (gemeten door de Vlaamse Milieumaatschappij). Op basis van dit model werden twee sets van negen scenario's gelopen, waarbij in de eerste set de kwaliteit van elk van de abiotische factoren werd verhoogd naar (a) een goede status volgens de Kaderrichtlijn Water en in de tweede set de kwaliteit werd verhoogd naar (b) een zeer goede status.

naar de invloed van deze verhoging/verlaging op de voorspelde aanwezigheid van elke vissoort individueel en op de soortenrijkdom van de gemeenschap. De soortenrijkdom van een gemeenschap is een belangrijke parameter van de biologische kwaliteitscoëfficiënten (Breine et al. 2004).

Wanneer we per locatie kijken naar welk scenario tot de grootste voorspelde toename in soortenrijkdom van de visgemeenschap leidt, zien we dat, wanneer we een goede kwaliteit van de abiotische parameters ambiëren, een verbetering van de kwaliteit van de bedding voor de meeste locaties de meest efficiënte maatregel is (Figuur 4). Hierbij moeten we wel vermelden dat voor veel locaties de norm voor de fysisch-chemische variabelen al bereikt werd, voornamelijk door de geleverde inspanningen naar de zuivering van huishoudelijk en industrieel afvalwater. Een lage score van een waterlichaam voor het aspect 'bedding' is het resultaat van de afwezigheid van sedimentbanken, pool-riffle structuren (opeenvolging van diep en ondiep water), vegetatie en dood hout, en dus van de afwezigheid van natuurlijke dynamieken op de meeste locaties. Het gebrek aan een natuurlijke dynamiek is vaak het resultaat van grootschalige rechttrekkingen van rivieren, indijking en het kunstmatig verstevigen van oevers.



Blauwband. (© Vilda/Rollin Verlinde)

Als we een zeer goede kwaliteit van de abiotische parameters zouden nastreven, zien we dat het verlagen van de geleidbaarheid en stikstof op de meeste locaties leidt tot de grootste toename in soortenrijkdom van de visgemeenschap (Figuur 4). Bovendien is de toename in het aantal soorten veel groter bij deze selectie van scenario's. Een hoge zoutconcentratie (en dus hoge geleidbaarheid) kan een natuurlijke oorsprong hebben (bv. in de Brugse polders of in estuaria), maar kan ook het gevolg zijn van hoge influx van meststoffen, strooizout of industriële vervuiling (Vlaamse Milieumaatschappij 2019, Zhang et al. 2019). Over het algemeen lijkt het dat de nutriëntenconcentratie in rivieren een bepalende factor is voor de samenstelling van visgemeenschappen (Dahm et al. 2013, Haase et al. 2013, Turunen et al. 2019) en te hoge concentraties zijn een algemeen en wijdverspreid probleem (European Environmental Agency 2012, Grizzetti et al. 2011).

Een ambitieuzer waterkwaliteitsbeleid

In Vlaanderen is 67% van de stikstof in waterlopen afkomstig van landbouw, 11% is het resultaat van atmosferische depositie, 10% van afvalwaterzuiveringsinstallaties, 9% van huishoudens en 3% van de industrie (Vlaamse Milieumaatschappij 2020). Hieruit blijkt dat, als men de ecologische toestand van waterlopen verder wil verbeteren, men eerst de aandacht moet toespitsen op het verminderen van de uitspoeling van nutriënten vanuit de landbouw. Deze resultaten bevestigen wat algemeen geweten is: stikstof, vooral door landbouw, heeft een zeer grote negatieve invloed op de Vlaamse natuur (www.natuurpunt.be/stikstof). Bovendien blijkt uit deze resultaten dat de huidige normen allicht onvoldoende streng zijn om de ecologische kwaliteit voldoende te verhogen.

Uit dit onderzoek besluiten we dat de ambitie om een zeer goede biologische toestand van de Vlaamse wateren te bereiken een drastische verbetering van de structuurkwaliteit en beheersing van nutriënten (in het bijzonder stikstof) vereist. De Vlaamse Overheid (VMM en INBO) en Europese Overheid (European Environmental Agency) hebben een hoge expertise en schatten de huidige alarmerende situatie correct in. De politieke vertaling hiervan in een milieubeleid door de vorige en huidige Vlaamse regering vertoont echter een (te) lage ambitiegraad (Regeerakkoord 2019-2023), wat zich weerspiegelt in een chronische zwakke tot matige toestand van de Vlaamse zoetwater ecosystemen.

SUMMARY

Deflem I., Bennetsen E., Van Thuyne G., Volckaert F. & Raeymaekers J. Work on the (fish)slate: more severe measures for a good ecological quality of Flemish water courses. NATUURFOCUS 21(2): 70-76. [in Dutch]

The European Water Framework Directive aimed at achieving a good ecological status for all European waterbodies by the end of 2015. However, only 53% of all surface waters were classified with a good ecological status in 2015. Hence a second (2015-2021) and third (2021-2027) management cycle were added (EEA 2018). In Flanders only 1% of all (surface) waterbodies achieved a good ecological status. In order to identify effective restoration measures and increase ecological quality, we built a joint species distribution model for riverine fish in Flanders. Environmental variables included physico-chemical and hydromorphological factors. We observed strong influences of physico-chemical factors (e.g. nutrients and conductivity) on the distribution of fish species. Moreover, restoration scenarios revealed that when targeting a good status for the physico-chemical and hydromorphological factors, increasing the quality of the riverbed would increase species richness. However, when targeting a very good status, results indicate that focusing on decreasing nutrient levels would be most beneficial for fish communities in Flanders.

DANKWOORD

Graag bedanken we het INBO en VMM personeel voor het aanleveren van de data die het onderzoek mogelijk maakte. We bedanken Øystein Opedal (Lund University, Lund, Zweden), Federico Calboli (KU Leuven en Natural Resources Institute, Jokioinen, Finland) en Otso Ovaskainen (University of Helsinki, Helsinki, Finland) voor hulp bij het opstellen van het model.

AUTEURS

Io Deflem behaalde de titel van Doctor in de Wetenschappen aan de KU Leuven met een FWO-SBO beurs in 2021 en spitste zich tijdens haar doctoraat toe op visdiversiteit in Vlaanderen. Momenteel werkt ze als onderzoeker bij het team Genetische Diversiteit van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO). Elina Bennetsen is beleidsonderzoeker waterkwaliteitsmodellering bij de Vlaamse Milieumaatschappij. Gerlinde Van Thuyne is senior wetenschapper bij het team Monitoring en Herstel Aquatische Fauna van het INBO. Filip Volckaert is als professor en hoofd van het Laboratorium van Biodiversiteit en Evolutionaire Genomica verbonden aan het Departement Biologie van de KU Leuven. Joost Raeymaekers is professor en hoofd van de Landscape Genomics Group aan Nord University te Bodo (Noorwegen).

CONTACT

Email: io.deflem@kuleuven.be

REFERENTIES

Birk S., Bonne W., Borja A., Bruet S., Courrat A., Poikane S. et al. 2012. Three hundred ways to assess Europe's surface waters: An almost complete overview of biological methods to implement the Water Framework Directive. *Ecological Indicators* 18: 31-41.

Breine J., Simoens I., Goethals P., Quataert P., Ercken D., Liefveringhe C. et al. 2004. A fish-based index of biotic integrity for upstream brooks in Flanders (Belgium). *Hydrobiologia* 522: 133-148.

Briers R.A. & Gee J.H.R. 2004. Riparian forestry management and adult stream insects. *Hydrology and Earth System Sciences* 8: 545-549.

Dahm V., Hering D., Nemitz D., Graf W., Schmidt-Kloiber A., Leitner P. et al. 2013. Effects of physico-chemistry, land use and hydromorphology on three riverine organism groups: A comparative analysis with monitoring data from Germany and Austria. *Hydrobiologia* 704: 389-415.

Deflem I.S., Bennetsen E., Opedal Ø.H., Calboli F.C., Ovaskainen O., Van Thuyne G. et al. 2021. Predicting fish community responses to environmental policy targets. *Biodiversity and Conservation* 30: 1457-1478.

European Environment Agency 2012. EEA Water 2012 Report. Thematic assessment on Ecological status and pressures. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

European Environment Agency 2018. European waters. Assessment of Status and Pressures 2018. EEA Report 7/2018 Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Frissell C.A. & Nawa R.K. 1992. Incidence and causes of physical failure of artificial habitat structures in streams of Western Oregon and Washington. *North American Journal of Fisheries Management* 12: 182-197.

Gabriels W., Lock K., De Pauw N. & Goethals P.L.M. 2010. Multimetric Macroinvertebrate Index Flanders (MMIF) for biological assessment of rivers and lakes in Flanders (Belgium). *Limnologia* 40: 199-207.

Grizzetti B., Bouraoui F., Billen G., van Grinsven H., Cardoso A.C., Thieu V. et al. 2011. Nitrogen as a threat to European water quality. *The European Nitrogen Assessment*.

Haase P., Hering D., Jähnig S.C., Lorenz A.W. & Sundermann A. 2013. The impact of hydromorphological restoration on river ecological status: A comparison of fish, benthic invertebrates, and macrophytes. *Hydrobiologia* 704: 475-488.

Hendrickx A. & Denys L. 2005. Toepassing van verschillende biologische beoordelingssystemen op Vlaamse potentiële interkalibratielocaties overeenkomstig de Europese kaderrichtlijn water: partim 'fyto benthos'. (Rapporten van het Instituut voor Natuurbehoud nr. 6).

Jackson D.A., Peres-Neto P.R. & Olden J.D. 2001. What controls who is where in freshwater fish communities? The roles of biotic, abiotic and spatial factors. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58: 157-170.

Kail J., Brabec K., Poppe M. & Januschke K. 2015. The effect of river restoration on fish, macroinvertebrates and aquatic macrophytes: A meta-analysis. *Ecological Indicators* 58: 311-321.

Lake P.S., Bond N. & Reich P. 2007. Linking ecological theory with stream restoration. *Freshwater Biology* 52: 597-615.

Nöges P., Argillier C., Borja A., Garmendia J.M., Hanganu J., Koděš V. et al. 2016. Quantified biotic and abiotic responses to multiple stress in freshwater, marine and ground waters. *Science of the Total Environment* 540: 43-52.

Ovaskainen O., Roy D.B., Fox R. & Anderson B.J. 2016. Uncovering hidden spatial structure in species communities with spatially explicit joint species distribution models. *Methods in Ecology and Evolution* 7: 428-436.

Stoll S., Sundermann A., Lorenz A.W., Kail J. & Haase P. 2013. Small and impoverished regional species pools constrain colonisation of restored river reaches by fishes. *Freshwater Biology* 58: 664-674.

Sundermann A., Stoll S. & Haase P. 2011. River restoration success depends on the species pool of the immediate surroundings. *Ecological Applications* 21: 1962-1971.

Teichert N., Borja A., Chust G., Uriarte A. & Lepage M. 2016. Restoring fish ecological quality in estuaries: Implication of interactive and cumulative effects among anthropogenic stressors. *Science of the Total Environment* 542: 383-393.

Thomas G., Lorenz A.W., Sundermann A., Haase P., Peter A. & Stoll S. 2015. Fish community responses and the temporal dynamics of recovery following river habitat restorations in Europe. *Freshwater Science* 34: 975-990.

Turunen J., Muotka T., Vuori K.M., Karjalainen S.M., Rääpysjärvi J., Sutela T. et al. 2016. Disentangling the responses of boreal stream assemblages to low stressor levels of diffuse pollution and altered channel morphology. *Science of the Total Environment* 544: 954-962.

Van Thuyne G., Breine J., Verreycken H., De Boeck T., Brosens D. & Desmet P. 2020. VIS - Fishes in inland waters in Flanders, Belgium. Version 9.5. Research Institute for Nature and Forest (INBO).

Vlaamse Milieumaatschappij 2014. Beoordeling van de ecologische en chemische toestand in natuurlijke, sterk veranderde en kunstmatige oppervlaktewaterlichamen in Vlaanderen conform de Europese Kaderrichtlijn Water.

Vlaamse Milieumaatschappij 2019. Watervontreiniging in Vlaanderen in 2018.

Vlaamse Milieumaatschappij 2020. Fysisch-chemische kwaliteit oppervlaktewater 2019.

Wisz M.S., Pottier J., Kissling W.D., Pellissier L., Lenoir J., Damgaard C.F. et al. 2013. The role of biotic interactions in shaping distributions and realised assemblages of species: Implications for species distribution modelling. *Biological Reviews* 88: 15-30.

Zhang Y., Qian Z. & Sen D. 2019. The responses of stream fish to the gradient of conductivity: a case study from the Taizi River, China. *Aquatic Ecosystem Health & Management*. 22(2): 171-182.