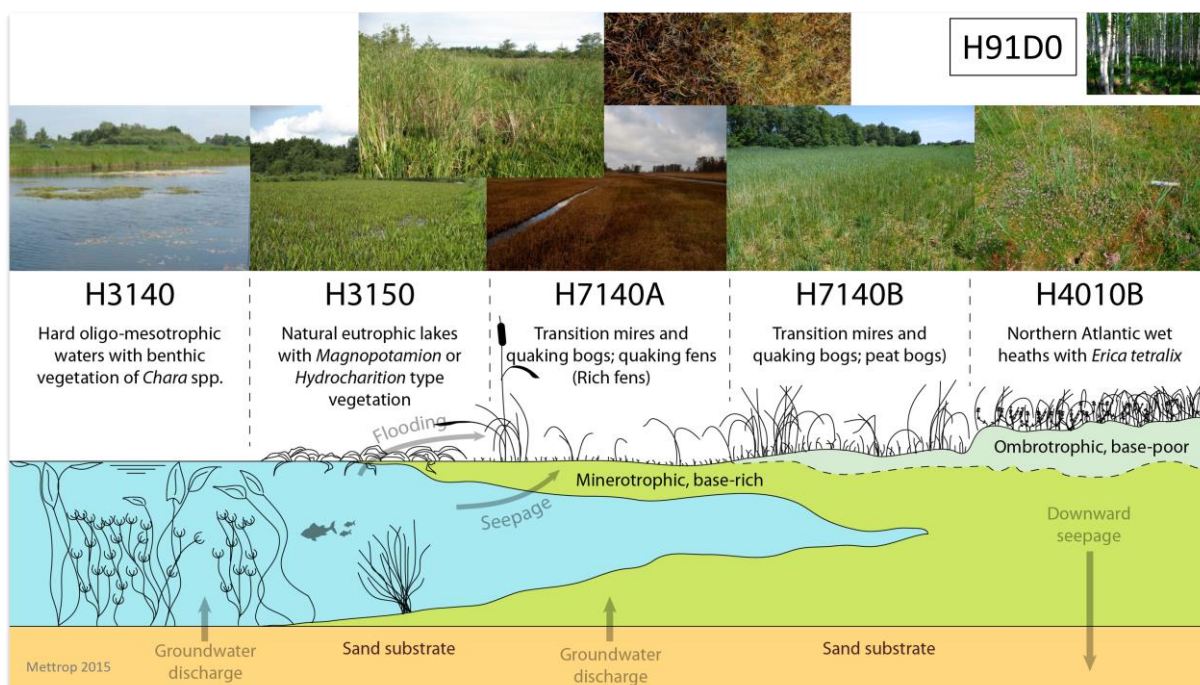


Systeem- en maatregelanalyse Wieden en Weerribben

Jeroen Mandemakers, Bob Brederveld, Casper Cusell, Emma van Deelen, Bart Dekens (Witteveen+Bos)

In grote delen van de Boezem van Noordwest Overijssel voldoet de fosforconcentratie weliswaar aan de KRW-norm, maar is deze nog te hoog voor de ontwikkeling van verlandingsvegetaties met een grote biodiversiteit. Hierdoor kunnen instandhoudingsdoelstellingen van verschillende kwetsbare habitattypen niet worden gerealiseerd. Al lange tijd is bekend welke bronnen het sterkst bijdragen aan de fosforbelasting. In deze studie is op basis van een ruimtelijk waterstromings- en waterkwaliteitsmodel onderzocht wat het effect is van verschillende fosforreducerende maatregelen. Dit helpt de provincie Overijssel en gebiedspartners bij het nemen van de meest kosteneffectieve maatregelen.

De Wieden en de Weerribben zijn twee grote Natura2000-gebieden. Samen vormen ze het overgrote deel van de zogeheten Boezem van Noordwest Overijssel. Dit waterrijke gebied bestaat uit kanalen, laagveenplassen, petgaten en een uitgebreid netwerk van kleinere watergangen. Het landoppervlak bestaat voor een belangrijk deel uit (semi)terrestrische habitattypen, zoals trilvenen, veenmosrietlanden, vochtige heiden en hoogveenbossen. In deze volgorde vormen deze habitats de zogeheten ‘verlandingsreeks’ in laagveengebieden (afbeelding 1). Voor deze (en nog andere) (semi)terrestrische habitattypen geldt in de Wieden en de Weerribben een instandhoudings- of uitbreidingsdoelstelling qua oppervlakte en kwaliteit.



Afbeelding 1. Visualisatie van de verlandingsuccessie van Nederlandse laagveengebieden. De basis van de afbeelding is afkomstig uit het proefschrift van Mettrop [1] en is aangevuld met foto's van de heer C. Cusell. De gebruikte Engelse termen voor de habitattypen komen overeen met de Nederlandse namen H3140: kranwierwateren, H3150: meren met krabbenscheer en fonteinkruiden, H7140A: trilvenen, H7140B: veenmosrietlanden, H4010B: vochtige heiden en H91D0: hoogveenbossen

Cruciaal in deze verlandingsreeks is het begin van de successie waarbij de met waterplanten begroeide petgaten of slootjes beginnen te verlanden en er geleidelijk aan een drijvende bodem (kragge) gevormd wordt. Dit zijn de trilvenen, die gekenmerkt worden door een unieke vegetatie met veel beschermde vaatplanten, mossen en andere soorten. In Nederlandse laagveengebieden vormt de ontwikkeling van deze trilveengebieden een beperkende factor. Voor deze ontwikkeling moet de waterkwaliteit goed zijn. Uit diverse onderzoeken blijken met name de nutriënten- en basenhuishouding bepalend te zijn. Zo mag het oppervlaktewater mag niet te veel fosfor (P) bevatten (maximaal 0,04 mg/l). Te veel fosfor in deze systemen leidt tot een dominantie van ongewenste mossen en vaatplanten, die resulteren in een kwalitatief matig trilveen of een ander veruigd vegetatietype (o.a. [2]).

Ook moet het oppervlaktewater voldoende basen bevatten, met calcium (Ca) als een belangrijke gidsparameter. Bij te weinig aanvoer van basen treedt sterke(re) verzuring op in trilvenen, met als gevolg dat het trilveen versneld overgaat naar veenmosrietlanden en veenheiden. In de Nederlandse situatie is een Ca-concentratie van minimaal 50 mg/l gewenst (tenzij er sprake is van bevoeiing van de kragges; dan mag de Ca-concentratie wat lager zijn, tot circa 35 - 40 mg/l) [3].

Kader van het onderzoek

De oppervlaktewaterkwaliteit van de Boezem van Overijssel is redelijk goed. Het waterdeel van de boezem is een KRW-waterlichaam en zowel de biologische als de fysisch-chemische doelen worden voor een belangrijk deel gehaald. De zomergemiddelde P-concentratie voldoet aan de norm van $\leq 0,09$ mg/l [4]. In grote delen van de boezem is de P-concentratie echter te hoog voor de ontwikkeling van goede trilvenen. De calciumconcentratie is vaak wel op orde. Er doet zich dus een situatie voor dat de waterkwaliteit in termen van de KRW goeddeels op orde is, maar voor de beoogde natuurontwikkeling (Natura2000) nog onvoldoende is.

In de afgelopen decennia is er al veel onderzoek gedaan naar de waterkwaliteit en de natuurwaarden in de Wieden en de Weerribben. Grofweg is wel bekend wat de grootste bronnen van nutriënten en basen zijn (o.a. [3]). Het doel van de studie waar dit artikel op gebaseerd is, was om inzicht te geven in hoe water, fosfor en calcium van de verschillende bronnen zich door de boezem verspreiden. Met dat inzicht is vervolgens de achterliggende vraag van de provincie Overijssel beantwoord, namelijk bij welke bronnen (als eerste) maatregelen genomen zouden moeten worden om de P-belasting van de meest kritieke delen van het gebied te verlagen tot een acceptabel niveau, zonder tegelijkertijd de basenhuishouding nadelig te beïnvloeden.

Het is een gigantische klus om goed inzicht te verschaffen in de verspreiding van water en stoffen door een complex gebied als de Wieden en de Weerribben. Het gebied bestaat uit meren, kanalen, petgaten, kleine slootjes en ongeveer 70 verschillende in- en uitlaatpunten, waarin stroomrichtingen en -intensiteiten zeer regelmatig veranderen. In deze studie is dit gesimuleerd met behulp van een ruimtelijk stromings- en waterkwaliteitsmodel, waarmee voor iedere plek in de boezem de herkomst van fosfor en calcium is terug te zien. Speciaal voor de opbouw en validatie van het model zijn gedurende enkele jaren op tientallen plekken in en rond de boezem metingen aan de waterkwantiteit en -kwaliteit verricht. Het is onmogelijk om in één artikel de volledige omvang van dit onderzoek te beschrijven. Het doel van dit artikel is om op hoofdlijnen een indruk te geven van het uitgevoerde onderzoek. Hieronder wordt eerst uitgelegd hoe de boezem van Noordwest Overijssel, met de daarin gelegen natuurgebieden, hydrologisch gezien werkt. Deze uitleg is nodig om de uitkomsten van de

modelstudie, die daaronder worden besproken, goed te begrijpen. Ten slotte wordt kort ingegaan op de maatregelanalyse en de conclusies die daaruit volgen.

Het watersysteem

De wateren in de Boezem van Noordwest Overijssel heeft een gezamenlijke oppervlakte van meer dan 100 km². Tientallen omliggende polders voeren hun wateroverschot af op de boezem (afbeelding 2). Deze polders worden hoofdzakelijk agrarisch gebruikt en liggen 1 tot 2 meter lager dan de boezem. Hierdoor trekt de regionale kwel (vanaf het Drents plateau) vooral naar de polders en niet naar het natuurgebied in de boezem. In de boezem is er juist (vooral) sprake van wegzijging; het oppervlaktewater trekt de ondergrond in en kwelt in de omliggende polders weer op.



Afbeelding 2. Overzichtkaart watersysteem

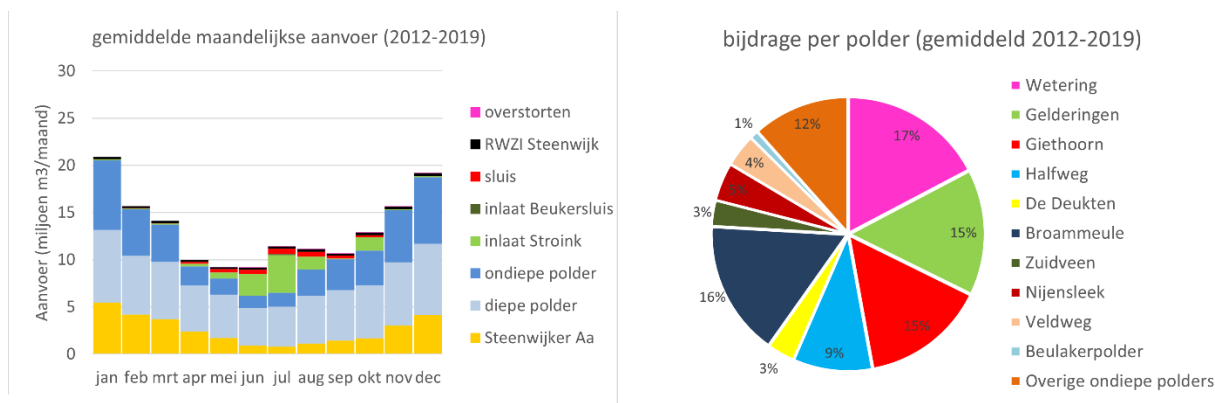
Behalve vanuit de polders stroomt er water de boezem in uit de Steenwijker Aa, RWZI Steenwijk en via vijf sluisen aan de randen van de boezem. Het wateroverschot van de boezem wordt door gemaal Stroink afgevoerd naar het Vollenhovermeer. Hier wordt in droge zomers ook water de boezem ingelaten. Afbeelding 3 toont de maandelijkse instroming van water op de boezem.

Grofweg zijn er drie situaties te onderscheiden wat betreft de algemene stroomrichting in de boezem van Noordwest Overijssel:

- In het natte winterhalfjaar is er overwegend sprake van een *afvoersituatie*. De polders, alsook de Steenwijker Aa, voeren veel water af op de boezem. In deze situatie wordt het polderwater via de kanalen, grotere watergangen en boezemmeren snel afgevoerd richting het boezemgemaal Stroink. De invloed van de externe bronnen op het haarvatensysteem van de

boezem, waar de meeste verlandingsvegetaties te vinden zijn, is in deze periode relatief beperkt.

- Zodra het iets droger wordt ontstaat er al snel een *watertekort in het haarvatensysteem* van de boezem. Dat heeft te maken met de forse wegzijging in de boezem (veelal 1 à 2 mm/dag). De polders en de Steenwijker Aa voeren in deze situatie nog altijd water af op de boezem. Een deel van dit water stroomt weg richting boezemgemaal Stroink, maar een ander deel trekt dieper de boezem in om het watertekort in het haarvatensysteem aan te vullen. De verschillende bronnen krijgen in deze situatie een grote invloed op de watersamenstelling in het haarvatensysteem waar de meeste verlandingsvegetaties voorkomen. Deze situatie treedt doorgaans op in het voorjaar en de zomer.
- In erg droge zomers voeren de Steenwijker Aa en de ondiepe polders nauwelijks meer water af op de boezem. Hierdoor ontstaat er een *aanvoersituatie*, waarin water vanuit het Vollenhovermeer wordt ingelaten om te voorkomen dat het boezempeil te ver uitzakt. In de extreem droge zomers van 2018 en 2019 is uitzonderlijk veel water ingelaten (bijna 30 miljoen m³). In ‘normalere’ jaren wordt tot enkele miljoenen kubieke meters ingelaten en in wat nattere zomers is er geen inlaat. In een aanvoersituatie draait de stroomrichting in grote delen van de boezem om en trekt inlaatwater door de boezem.



Afbeelding 3. Gemiddelde maandelijkse waterinstroming in miljoen m³ over de periode 2012-2019 (links) en de bijdrage van de diepe en ondiepe polders uitgesplitst naar polder (rechts) (diepe polders staan rechts van de zwarte lijn, dit betreft van boven naar beneden in de legenda Wetering t/m De Deukten)

Model en metingen

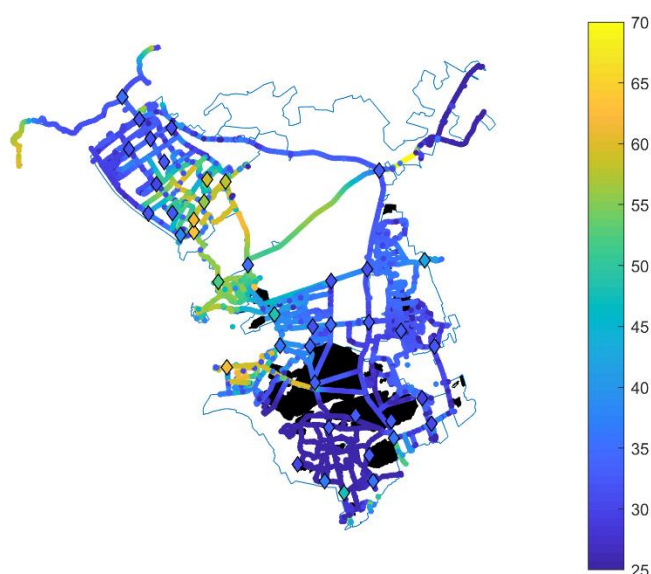
De verspreiding van water en stoffen door de Boezem van Noordwest Overijssel is gemodelleerd met een ruimtelijk waterstromingsmodel (SOBEK2 RRCF) met een gekoppeld waterkwaliteitsmodel (DELWAQ). In het SOBEK-model is een het watersysteem geschematiseerd. Hierin zijn alle belangrijke kanalen, watergangen en meren opgenomen. Daarnaast is op een tiental locaties ook het haarvatensysteem in detail in het model opgenomen. Het model is gekalibreerd op basis van waterstanden, debieten, chlorideconcentraties en seizoensafhankelijke stromingspatronen voor de periode januari 2012 t/m februari 2020. De afvoer uit de polders op de boezem is per polder berekend (op basis van het oppervlak verhard/onverhard/open water van de betreffende polder, rekening houdend met kwel/wegzijging). Voor de instroming van water uit de Steenwijker Aa, via de sluisen en vanuit de RWZI zijn gemeten debieten gebruikt. In het hydrologische model is er rekening mee gehouden dat flinke delen van het gebied drijven (de kragges) en dus water kunnen opslaan bij een

peilverhoging, terwijl dit in andere gebiedsdelen niet het geval is. De hydrologische uitkomsten van het model zijn gekalibreerd en gevalideerd op basis van verscheidene peilmetingen in de boezem, de geregistreerde afvoer van het boezemgemaal Stroink, de geregistreerde afvoeren van vrijwel alle poldergemalen en enkele continue debietmetingen in grote kanalen.

Om het model voor wat betreft de waterkwaliteitsberekening te 'voeden', heeft waterschap Drents-Overijsselse Delta van nagenoeg alle bronnen (46) tussen januari 2018 en februari 2020 meermaals de fysisch-chemische waterkwaliteit gemonsterd. Om het waterkwaliteitsmodel te kalibreren en te valideren heeft onderzoekscentrum B-WARE in dezelfde periode waterkwaliteitsmetingen verricht op tientallen locaties in de boezem zelf. Afbeelding 4 toont als voorbeeld de gemodelleerde chlorideconcentratie in alle modelsegmenten op 19 juni 2018, met daarbij in ruitjes de gemeten Cl-concentraties op die dag. De vergelijking tussen de berekende en de gemeten chlorideconcentratie vormt een belangrijke validatie van het model en op hoofdlijnen is er een goede overeenkomst.

In tegenstelling tot chloride zijn calcium en vooral fosfor onderhevig aan allerlei biologische en chemische processen. Hierdoor vindt er (netto) retentie plaats in het watersysteem: de stoffen slaan neer of worden door algen of waterplanten opgenomen, waardoor ze in feite (al dan niet tijdelijk) aan het watersysteem worden 'onttrokken' gedurende het transport door de boezem. Bij de berekening van de fosfor- en calciumconcentraties is daar rekening mee gehouden door een retentiefactor toe te passen. In een aantal iteratieslagen zijn de retentiefactoren voor fosfor en calcium steeds verder aangescherpt op basis van de gemeten concentraties. Het definitieve modelresultaat is gebaseerd op 25 modelberekeningen met de 'beste' parameterinstellingen ('ensemble modelling').

Bovenstaande is een zeer beknopte weergave van de opbouw, kalibratie en validatie van het stromings- en waterkwaliteitsmodel. Het opstellen van een dergelijk gecombineerd waterkwantiteits- en waterkwaliteitsmodel in een complex watersysteem vraagt kennis van verschillende disciplines, waarin een gedegen proces van opbouw, probleemopsporing en verbetering noodzakelijk is. Het model werkt goed, heeft de toets der kritiek doorstaan en de uitkomsten worden herkend door gebiedskenners van onder andere het waterschap, provincie, Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten. Dit model is gebruikt voor de systeem- en maatregelanalyse.



Afbeelding 4. Gemodelleerde (lijntjes) en gemeten (ruitjes) chlorideconcentratie op 19 juni 2018 (mg/l)

Systeemanalyse: verspreiding van water, fosfor en calcium

Het model levert een gigantische hoeveelheid data op over de verspreiding van water, chloride, calcium en fosfor van alle bronnen door de boezem, van de grote kanalen tot in het haarvatensysteem. In het onderzoeksrapport is dit eerst op hoofdlijnen geanalyseerd en is daarna ingezoomd op een vijftal deelgebieden [5]. Een dergelijke analyse was onmogelijk geweest zonder een flinke dosis gebiedskennis. Per deelgebied is nauwkeurig geanalyseerd hoe het water in de verschillende omstandigheden stroomt, in welke mate de verschillende bronnen bijdragen aan de belasting met fosfor en calcium en wat de concentraties zijn. Hieronder wordt beknopt weergegeven wat de belangrijkste bevindingen waren met betrekking tot calcium en fosfor.

Calcium

De calciumconcentratie blijft voor ruim 70 procent van alle metingen onder de grenswaarde voor de ontwikkeling van trilvenen (> 50 mg Ca/l). De belangrijkste bronnen van calcium zijn de diepe polders. In een typische afvoersituatie dringt dit calciumrijke water maar zeer beperkt door tot het haarvatensysteem. Dat gebeurt wel zodra het droger wordt en het haarvatensysteem van de boezem water gaat vragen. Het calciumrijke water uit diepe polders Gelderingen en Wetering (die veel kwelwater ontvangen) verspreidt zich dan over de Weerribben. Grote delen van het haarvatensysteem van de Wieden ontvangen echter minder calciumrijk water. Vooral in het zuiden van de Wieden ligt de calciumconcentratie hierdoor vaak onder de 50 mg Ca/l. De grote waterinlaat in de zomers van 2018 en 2019 leidde tot een sterke uitvlakking van de calciumconcentraties in de gehele boezem van rond de 50 mg Ca/l.

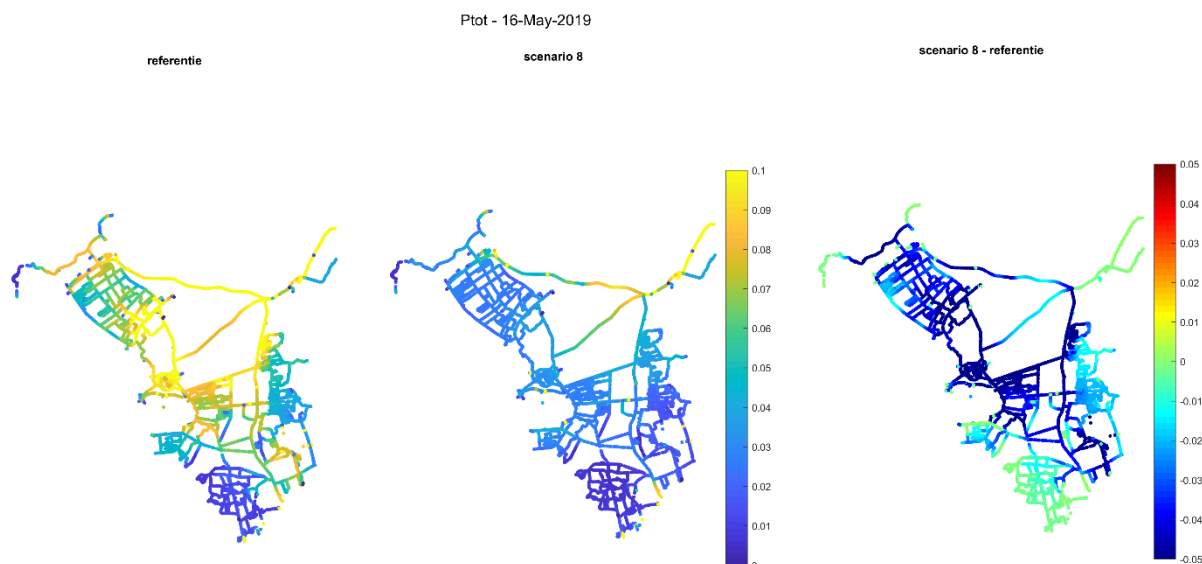
Fosfor

De fosforconcentratie in de afvoerende polders is sterk afhankelijk van het seizoen: in natte omstandigheden zijn de P-concentraties aanzienlijk hoger dan in droge (zomer)maanden. De boezem weerspiegelt dit beeld logischerwijs: in de winter zijn hogere P-concentraties gemeten (en berekend) dan in de zomer. Dit verschil was tijdens deze studie extra sterk vanwege de zeer droge zomers van 2018 en 2019; precies de jaren waarin de metingen zijn verricht. In nattere zomers liggen de fosforconcentraties in de boezem hoger dan in deze twee zomers (dit blijkt uit analyse van de langjarige meetpunten van het waterschap). Uit de metingen volgt dat met name in het hoofdwatersysteem de P-concentratie geregeld boven de grenswaarde voor de ontwikkeling van trilvenen van 0,04 mg P/l ligt. In de meer geïsoleerde delen van de boezem wordt wel geregeld voldaan aan de grenswaarde, maar zeker niet overal. In lijn met eerdere studies (o.a. [3]) blijken er tien tot vijftien bronnen te zijn met een substantiële invloed op de waterkwaliteit in de boezem.

Maatregelanalyse

Het inzicht uit de systeemanalyse is gebruikt om verschillende maatregelscenario's te definiëren. In de scenario's zijn in samenspraak met de gebiedspartners twee typen maatregelen onderzocht: hydrologische aanpassingen (bijvoorbeeld het afkoppelen van een polder) en het reduceren van de P-concentratie van een bron. Het doel van deze scenario's is om te verkennen met welke maatregelen de fosfor- én de basenhuishouding in de gebieden met doelvegetaties op een acceptabel niveau kunnen komen. De verschillende maatregelscenario's zijn doorgerekend in het gekoppelde waterstromings- en waterkwaliteitsmodel.

De effecten van de scenario's zijn uitvoerig geanalyseerd [6]. Een belangrijke visualisatie wordt gevormd door de verschilplaatjes (afbeelding 5), waarin voor een zeker moment in de tijd het verschil in P-concentratie (rechter afbeelding) tussen de referentiesituatie (links) en een maatregelscenario (midden) voor alle in het model opgenomen boezemsegmenten is af te lezen. Door vervolgens deze figuren als een filmpje door de tijd te bekijken, ontstaat een indruk van de effecten onder verschillende hydrologische omstandigheden.



Afbeelding 5. Effect op de P-concentraties in de Boezem van Noordwest Overijssel in een droge periode, in het scenario waarin de P-concentratie van zes polders en de Steenwijker Aa drastisch wordt verlaagd t.o.v. de huidige situatie (referentie). Blauw wijst op een afname van de P-concentratie

Om de effecten van de verschillende maatregelscenario's meer kwantitatief te kunnen beschrijven en te kunnen vergelijken, is een selectie van boezemsegmenten gemaakt (gebaseerd op een kritieke ligging in de boezem met betrekking tot aanwezige habitattypen). Vervolgens is berekend in welk deel van deze segmenten de P-concentratie reeds voldoet, en hoe dit per maatregelscenario verandert. In de huidige situatie voldoet de P-concentratie in 37 procent van de kritieke segmenten aan de grenswaarde voor P. In het meest effectieve maatregelscenario, waarin de P-concentratie van zes grote en diepe polders (met een grote aanvoer van kwelwater) en de Steenwijker Aa drastisch wordt verlaagd (naar 0,05 mg P/l), voldoet 65 procent van de kritieke segmenten aan de grenswaarde. Bovendien blijft de basenhuishouding in dit scenario op orde.

Het maatregelscenario met een minder sterke reductie van de P-concentratie (-25 of -50%) van de 13 grootste bronnen leidt ook tot een afname van de P-concentratie in grote delen van de boezem, maar hierbij gaat 'slechts' 43 tot 53% van alle kritieke segmenten voldoen aan de grenswaarde voor P. De maatregelscenario's tenslotte waarin (diepe) polders niet langer afvoeren op de boezem dragen weliswaar (lokaal) bij aan een (sterke) verlaging van de P-concentratie, maar blijken niet zo'n gunstige optie te zijn vanwege de negatieve en ongewenste effecten op de basenhuishouding in de boezem.

Conclusie

De belangrijkste uitkomst van deze studie is dat, op basis van een gekoppeld waterstromings- en waterkwaliteitsmodel, voor het eerst een (kwantitatief) goed onderbouwde keuze gemaakt kan worden voor de meest effectieve maatregelen in een zeer complex hydrologisch laagveensysteem. De meest effectieve maatregel voor de Wieden en de Weerribben is het substantieel verlagen van de P-concentratie in de zeven grootste P-bronnen. Dit maatregelpakket brengt de fosforhuishouding in grote delen van de boezem op orde voor de ontwikkeling van kwalitatief goede trilvenen, zonder dat de basenhuishouding achteruitgaat.

Referenties

1. Mettrop, I.S. (2015). *Water level fluctuations in rich fens: An assessment of ecological benefits and drawbacks*. PhD-thesis, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.
2. Diggelen, J. M.H. van et al. (2018). *Onderzoek naar de effecten van stikstof in overgangs- en trilvenen, ten behoeve van het behoud en herstel van habitatype H7140 (Natura 2000)*. Rapportnr. 2018/OBN000-LZ, VBNE, Driebergen
3. Cusell, C., Kooijman, A., Mettrop, I. & Lamers, L., m.m.v. G. van Wirdum (2013). *Natura 2000 Kennislacunes in De Wieden & De Weerribben*. Ministerie van Economische Zaken. Rapport nr. 2013/OBN171-LZ. Den Haag, 2013.
4. Waterschap Drents Overijsselse Delta (2023). *Factsheet KRW - Behorende bij Stroomgebiedbeheerplannen 2022-2027, v6, 2023-02-23*.
<https://www.waterkwaliteitsportaal.nl/krw-factsheets>
5. Witteveen+Bos (2022a). *Onderzoek verbeteren waterkwaliteit Wieden en Weerribben: Eindrapportage systeemanalyse*. Rapport nr. 105305/22-003.608, Witteveen+Bos, Deventer
6. Witteveen+Bos (2022b). *Onderzoek verbeteren waterkwaliteit Wieden en Weerribben: Eindrapportage maatregelenanalyse*. Rapport nr. 105305/22-008.936, Witteveen+Bos, Deventer