

Beslissingsondersteunend model voor nutriëntenmaatregelen in De Stichtse Rijnlanden

Bas Spanjers, Harm de Jong, Epke van de Werf (hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden), Arjen Koomen, Arjon Buijert (Arcadis)

In het beheergebied van hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden voldoen niet alle waterlichamen aan de KRW-normen voor stikstof en fosfaat. In dit project zijn water- en stoffenbalansen opgesteld van het hoofdwatersysteem om inzicht te krijgen in de herkomst van de nutriënten en de invloed van verschillende bronnen. De resultaten zijn ondersteunend bij het maken van keuzes voor het treffen van kosteneffectieve maatregelen. Tevens is onderzocht of verbetering van de effluentkwaliteit van de rioolwaterzuiveringen kan bijdragen aan het halen van de KRW-doelen.

De lozingsvergunningen voor rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's) zijn op basis van de Waterwet [1] geregeld in het Waterbesluit (artikel 6.5 en 6.6) en de Waterregeling (bijlage VI). Hierin is het volgende gesteld over de maximaal toegestane stikstof- en fosfaatconcentraties in het effluent [2]:

Tabel 1. Regels waterbesluit voor stikstof en fosfor [2]

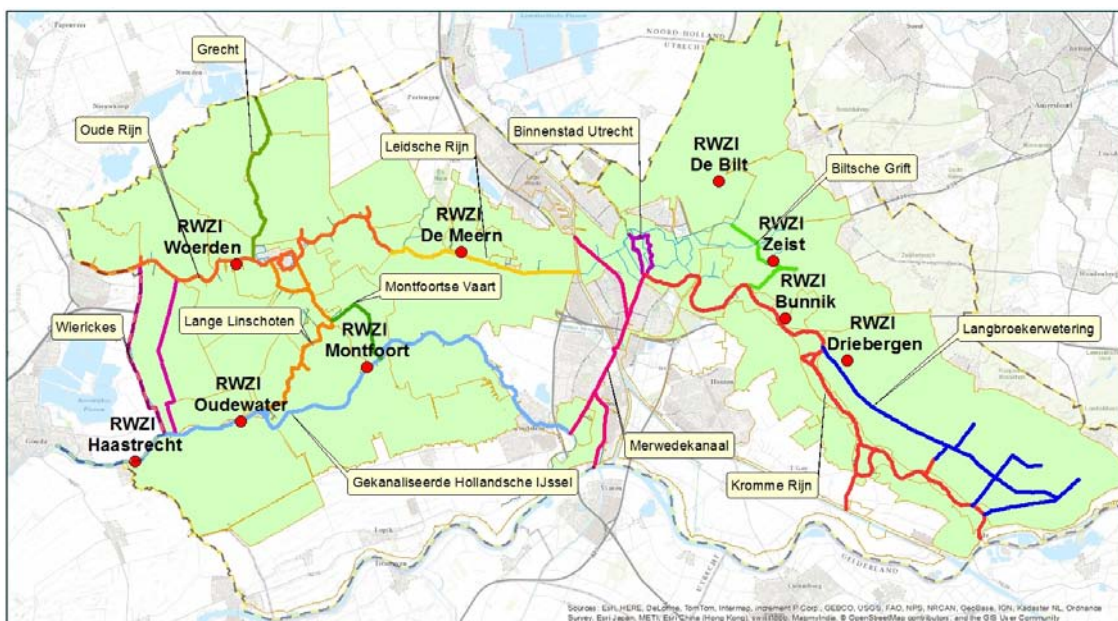
Parameters	Grenswaarde
totaal-fosfor (indien meer dan 100.000 i.e.)	1 mg/l P
totaal-fosfor (indien 2.000 tot en met 100.000 i.e.)	2 mg/l P
totaal-stikstof (indien meer dan 100.000 i.e.)	10 mg/l N
totaal-stikstof (indien 2.000 tot en met 20.000 i.e.)	15 mg/l

Aanvullend hierop kunnen maatwerkvoorschriften worden vastgesteld als dat nodig is om de waterkwaliteitsdoelstellingen te halen. Bij het hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) zijn voor alle waterlichamen in het kader van de Kaderrichtlijn water (KRW) specifieke ecologische doelen opgesteld met daarbij horende normen voor totaal-N en totaal-P [3]. Nog niet alle waterlichamen voldoen aan deze normen (zie tabel 2).

Voor deze studie is een watersysteemanalyse gemaakt waarmee het mogelijk is om de KRW-doelen voor de waterlichamen door te vertalen naar effluenteisen per rwzi. De studie geeft inzicht in de herkomst van de nutriënten en in de verspreiging vanuit de bronnen: op welke plekken hebben ze nog invloed van betekenis? Met dit inzicht kunnen de maatschappelijke kosten en baten van maatregelen op de rwzi's beter worden afgewogen tegen die van andere maatregelen. Het beschikbare budget kan zo op een doelmatige manier worden ingezet voor het behalen van de KRW-doelen. Deze studie past in het beleid, waarin een omslag wordt gemaakt van emissiegericht naar effectgericht denken [2].

Situatiebeschrijving

In afbeelding 1 is het hoofdwatersysteem van De Stichtse Rijnlanden weergegeven met de relevante waterlichamen, de rwzi's en de afvoergebieden (groene vlakken) die lozen op het hoofdwatersysteem van het waterschap.



Afbeelding 1. Waterlichamen, en rwzi's en afvoergebieden die lozen op het watersysteem van hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden

In het beheergebied van De Stichtse Rijnlanden liggen achttien rwzi's, waarvan er zeventien in beheer zijn bij De Stichtse Rijnlanden en één bij het hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard (rwzi Haastrecht). Voor deze studie zijn alleen de negen rwzi's relevant die lozen op het watersysteem van de Stichtse Rijnlanden (afbeelding 1). Voor deze rwzi's is De Stichtse Rijnlanden de vergunningverlenende instantie. De overige rwzi's lozen op wateren in beheer bij Rijkswaterstaat (RWS) of op de Vecht, die in beheer is bij het hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht (rwzi Utrecht).

Werkwijze

De basis voor een goed waterkwaliteitsmodel is een goede beschrijving van het transport. Daarom is eerst een goed functionerend waterkwantiteitsmodel gemaakt om de herkomst en de verspreiding van het water te bepalen. Vervolgens is het model uitgebreid met gegevens over totaal-N en totaal-P [4].

Waterkwantiteit

Het bestaande hydraulische SOBEK-model is ontwikkeld voor de toetsing van het watersysteem aan de normen voor wateroverlast. Voor dit project is het model geschikt gemaakt voor jaarrond-berekeningen, waarbij gebruik gemaakt is van de gebiedskennis van de beheerders en hydrologen van het waterschap. Om de droge periodes ook goed te modelleren, moesten aanpassingen in het model worden aangebracht. Belangrijke punten waren het functioneren van de inlaten en de aanvoergemalen en de schut- en lekverliezen van de sluizen.

De aanpak in dit project is uniek omdat er gelijktijdig is gerekend met geolabels (geografische herkomst) en bronlabels (bronherkomst). SOBEK kan hiermee tijdens de berekeningen achterhalen waar water geografisch vandaan komt en vanuit welke bron uit de waterbalans. Het model kan hiermee voor elke willekeurige plaats in het hoofdwatersysteem de

samenstelling van het water bepalen. De resultaten zijn gebruikt ter ondersteuning van de kalibratie van het kwantiteitsmodel.

Waterkwaliteit

Na het kalibreren van het model zijn gegevens voor totaal-N en totaal-P ingevoerd. Hiervoor is de stoffenbibliotheek van SOBEK gebruikt. Voor iedere locatie en bron zijn in deze stoffenbibliotheek specifieke stoffen voor totaal-N en totaal-P aangemaakt. Op deze manier zijn totaal-N en totaal-P gelabeld en is net als de herkomst van het water ook de herkomst van deze stoffen te volgen.

Voor de afvoergebieden is gebruik gemaakt van de door het waterschap opgestelde water- en stoffenbalansen van de afvoergebieden (de groene vlakken in afbeelding 1) [5, 6]. In deze balansen is berekend hoeveel nutriënten (totaal-N en totaal-P) het gebied in- en uitgaan.

Het water (met nutriënten) in de onderscheiden afvoergebieden is afkomstig uit drie bronnen:

1. interne inlaat: water dat vanuit het hoofdwatersysteem van De Stichtse Rijnlanden in het afvoergebied is ingelaten (voor peilhandhaving en doorspoeling);
2. bodem: af- en uitspoeling vanuit de landbouwpercelen;
3. overig: de overige bronnen zijn gebundeld (neerslag, kwel, riooloverstort, nalevering van de waterbodem [7] en erfafspoeling).

Voor het hoofdwatersysteem zijn de volgende nutriëntenbronnen te onderscheiden:

4. rwzi (databron: meetgegevens De Stichtse Rijnlanden; rwzi Haastrecht: hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard);
5. directe neerslag op het hoofdwatersysteem (databron: KNMI);
6. externe inlaat gegevens (databron: data RWS).

Het model is conservatief doorgerekend, omdat de verblijftijden in het hoofdwatersysteem relatief laag zijn en de chemische en biologische processen (bijvoorbeeld algengroei, nalevering van de waterbodem en denitrificatie) daarom minder relevant zijn.

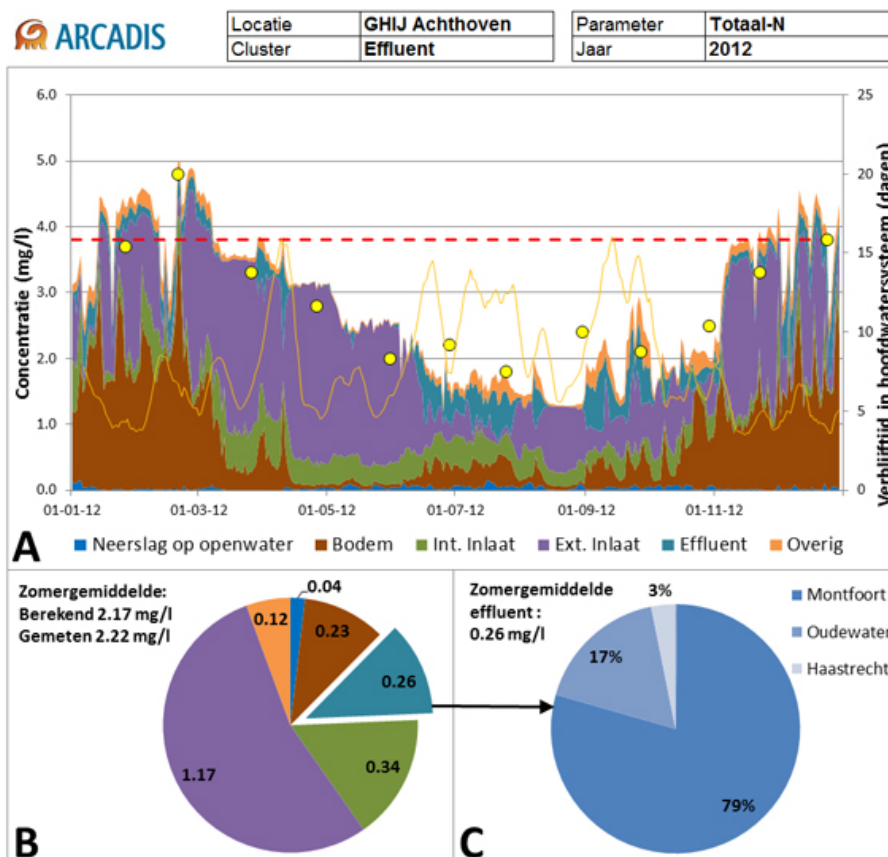
Demonstratie resultaten in overzichtelijke dashboards

Het model kan voor elke gewenste locatie in het hoofdwatersysteem de samenstelling van het water en de nutriëntenbronnen bepalen en de volgende gegevens laten zien op het dashboard: berekende concentraties, verblijftijd van het water in het hoofdwatersysteem, herkomst van de stoffen en bijdrage van de verschillende nutriëntenbronnen. Het dashboard is hiermee een handige beslissingsondersteunende tool om maatregelen tegen elkaar af te wegen op doelmatigheid.

Het model is doorgerekend voor de jaren 2005 t/m 2012. Afbeelding 2 laat een voorbeeld van het dashboard zien van de berekende en gemeten resultaten voor totaal-N bij KRW-meetpunt Achthoven in de Gekanaliseerde Hollandse IJssel.

Afbeelding 2A laat het aandeel van de totaal-N bronnen zien in de berekende concentraties, ten opzichte van de gemeten concentraties (gele bolletjes) gedurende een jaar (in dit geval 2012). De rode stippellijn geeft de KRW-norm van het betreffende waterlichaam en de gele lijn is de verblijftijd van het water in het betreffende waterlichaam. Afbeelding 2B laat het aandeel van de totaal-N-bronnen zien voor het zomergemiddelde. Voor het berekende gemiddelde van

2,17 mg/l komt 0,26 mg/l vanuit het effluent. Afbeelding 2C geeft aan vanuit welke rwzi's het effluent in het zomerhalfjaar afkomstig is. In dit geval komt volgens de berekeningen 79% vanuit de rwzi Montfoort. Deze fractieverdeling kan voor elke gewenste bron gemaakt worden, omdat alle bronnen voorzien zijn van labels.



Afbeelding 2. Voorbeeld van het dashboard van de berekende en gemeten (gele bolletjes) resultaten voor totaal-N bij meetpunt Achthoven in de Gekanaliseerde Hollandse IJssel

Resultaten en discussie

Tabel 2 geeft per waterlichaam de toetsingen weer van de concentraties totaal-N en totaal-P aan de KRW-norm voor de jaren 2009 tot en met 2013. Ook is voor N-totaal en P-totaal in het effluent de reductie weergegeven waarbij het waterlichaam aan de KRW-norm zou voldoen. (laatste twee kolom tabel 2).

Samenvattend zijn de waterlichamen te verdelen in drie categorieën (zie tabel 2):

1. waterlichamen die in 2013 voor totaal-N en totaal-P voldoen aan de KRW-norm; dit zijn Merwedekanaal, Binnenstad Utrecht, Montfoortsevaart en Langbroekerwetering;
2. waterlichamen die niet voldoen aan de KRW-normen, maar waar dit door verbetering van de effluentkwaliteit in theorie haalbaar is; dit zijn Biltsche Grift, Kromme Rijn, Leidsche Rijn en Oude Rijn;
3. waterlichamen die niet voldoen aan de KRW-normen en waar verbetering van de effluentkwaliteit alleen ook niet zal leiden tot het halen van de KRW-normen; dit zijn de Gekanaliseerde Hollandse IJssel, de Grecht, de Lange Linschoten en de Wierickes (Enkele en Dubbele Wiericke).

Tabel 2. Zomergemiddelde (ZGM) concentraties totaal-N en totaal-P in de periode 2009 t/m 2013 per waterlichaam, getoetst aan de KRW-normen (concentraties in mg/l)

Categorie 1 Waterlichamen voldoen	Parameter	RWZI	Doel KRW (GEP)	2009	2010	2011	2012	2013	Reductie (%)
Merwedekanaal	Totaal-P (ZGM mg/l)		0,25	0,17	0,18	0,16	0,17	0,1	
	Totaal-N (ZGM mg/l)		3,8	2,52	2,6	2,5	2,3	2,23	
Binnenstad Utrecht	Totaal-P (ZGM mg/l)		0,15	0,3	0,22	0,15	0,11	0,11	
	Totaal-N (ZGM mg/l)		2,8	2,33	2,77	2,5	2,1	2,5	
Montfoortsevaart	Totaal-P (ZGM mg/l)		0,15	0,13	0,12	0,09	0,13	0,08	
	Totaal-N (ZGM mg/l)		2,8	1,62	1,8	1,7	2	1,62	
Langbroekerwetering	Totaal-P (ZGM mg/l)	Driebergen	0,22	0,52	0,28	0,41	0,54	0,2	95
	Totaal-N (ZGM mg/l)		2,4	2,12	1,5	2,3	2,3	1,97	
Categorie 2 Verbetering effluentkwaliteit									
Biltsche grift	Totaal-P (ZGM mg/l)	De Bilt, Zeist	0,15	0,72	0,32	0,29	0,27	0,13	65
	Totaal-N (ZGM mg/l)		2,8	4,58	3,7	3,4	5	4,27	40
Kromme Rijn	Totaal-P (ZGM mg/l)	Bunnik	0,11	0,24	0,16	0,16	0,16	0,12	85
	Totaal-N (ZGM mg/l)		2,3	2,62	2,8	2,5	2,32	2,27	25
Leidsche Rijn	Totaal-P (ZGM mg/l)	De Meern	0,25	0,14	0,12	0,22	0,38	0,11	50
	Totaal-N (ZGM mg/l)		3,8	2,45	2,45	2,9	2,77	2,32	
Oude Rijn	Totaal-P (ZGM mg/l)	Woerden	0,25	0,26	0,28	0,25	0,28	0,27	90
	Totaal-N (ZGM mg/l)		3,8	2,53	2,8	2,6	2,6	2,97	
Categorie 3 Alleen effluent niet voldoende									
Gekanaliseerde Hollandse IJssel	Totaal-P (ZGM mg/l)	Montfoort, Oudewater en Haastrecht	0,25	0,54	0,29	0,44	0,35	0,33	100
	Totaal-N (ZGM mg/l)		3,8	2,03	2,7	4,2	2,9	2,87	
Grecht	Totaal-P (ZGM mg/l)		0,15	0,16	0,17	0,14	0,17	0,19	100
	Totaal-N (ZGM mg/l)		2,8	1,7	2,2	2,15	2	2,3	
Lange Linschoten	Totaal-P (ZGM mg/l)		0,15	0,23	0,17	0,25	0,4	0,22	100
	Totaal-N (ZGM mg/l)		2,8	2,58	2,4	2,4	2,2	2,13	
Wierickes	Totaal-P (ZGM mg/l)		0,15	0,27	0,39	0,32	0,28	0,22	100
	Totaal-N (ZGM mg/l)		2,8	2,72	2,6	2,9	2,4	2,25	

Groen: voldoet aan de norm; geel: boven de norm; oranje: 2x de norm; rood: 3x de norm.

Reductie%: benodigde reductie t.o.v. 2012 waarbij theoretisch de norm wordt gehaald.

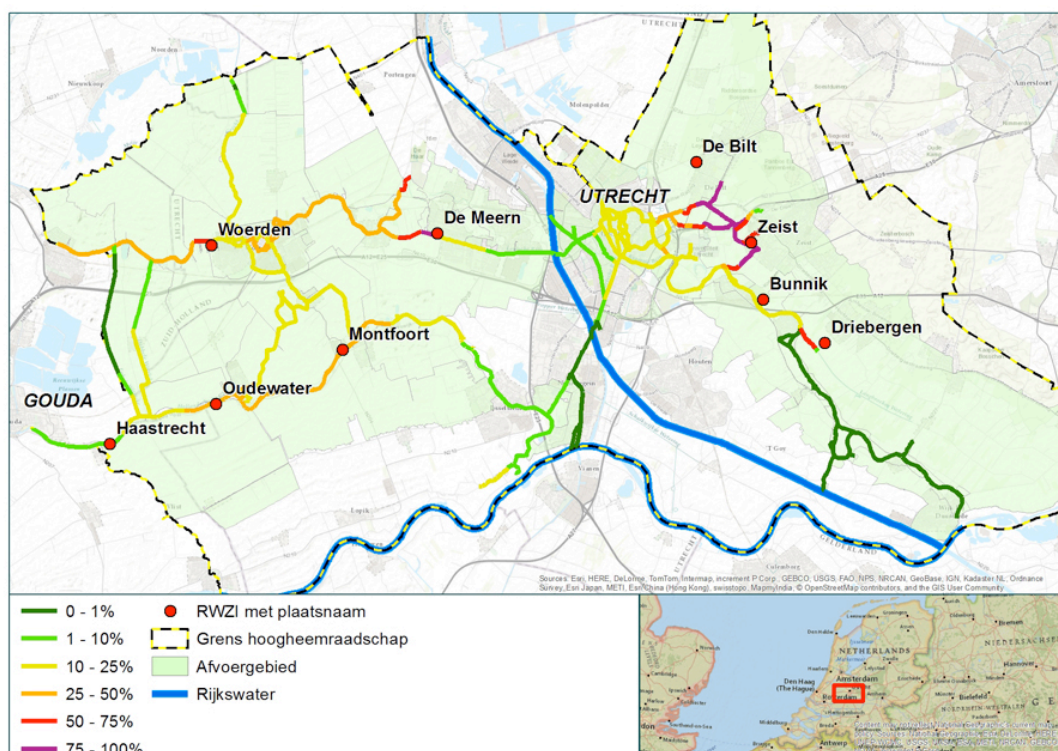
De waterlichamen in categorie 1 voldoen aan de KRW-normen. Reductie van de totaal-P- of de totaal-N-concentratie in het effluent (en overige bronnen) is hier niet nodig. De berekeningen van eventueel noodzakelijke reducties zijn uitgevoerd voor het jaar 2012. In 2013 is de biologische P-verwijdering van de rwzi van Driebergen geoptimaliseerd om de belasting op de Langbroekerwetering te verminderen. Hiermee is voor deze locatie de totaal-P-norm in 2013 voor het eerst gehaald.

De waterlichamen in categorie 2 voldoen nog niet aan beide nutriëntennormen (totaal-N en totaal-P) voor de KRW. De dashboards zijn een belangrijke ondersteunende tool om te bepalen welke bronnen de belangrijkste bijdrage leveren aan de belasting van het watersysteem. In theorie is het mogelijk om aan de KRW-norm te voldoen door de belasting vanuit het effluent aanzienlijk te verlagen (65-90%). In de tabel 2 zijn ook de effecten van de al uitgevoerde maatregelen op rwzi's te zien. Op de rwzi's De Bilt en Zeist is in 2010 een zandfilter geplaatst om de totaal-P-belasting op de Biltsche Grift te verminderen. Sinds dat moment vertoont de totaal-P-concentratie inderdaad een dalende trend in dit waterlichaam en in 2013 voldoet het effluent op dat punt voor het eerst aan de KRW-norm.

Afbeelding 3 laat de relatieve bijdrage van het effluent voor totaal-P zien aan de totale belasting van het watersysteem.

Het verbeteren van de effluentkwaliteit gaat gepaard met hoge kosten. Met maatregelen in de landbouw is mogelijk ook nog veel winst te halen. Bijvoorbeeld door samen met de agrarische sector projecten op te starten in het kader van het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer. De dashboards geven inzicht in de locaties waar de bijdrage vanuit de landbouw het grootst is en waar de behoefte voor dergelijke projecten het meest urgent is. Verder kan een ander doorspoelregime een gunstig effect hebben op de nutriëntenhuishouding van het

watersysteem. Het model kan vervolgens de verwachte effecten van de verschillende maatregelen doorrekenen.



Afbeelding 3. Procentuele bijdrage van het effluent aan de totale P-belasting op het hoofdwatersysteem

De waterlichamen in categorie 3 voldoen geen van alle aan de totaal-P-norm. Zelfs als de rwzi's hier stoppen met lozen (100% reductie van de nutriëntenvracht uit het effluent), zullen de normen hier niet gehaald worden. Deze waterlichamen liggen in het westen van het beheergebied van het waterschap. De intensieve landbouw (veehouderij) en de oxidatie van het veen zijn hier de belangrijkste nutriëntenbronnen. Maatregelen zijn daarom hier effectiever dan bij de rwzi's.

Conclusies en aanbevelingen

- Met deze studie zijn inhoudelijke bouwstenen ontwikkeld die inzicht geven in de herkomst, van de nutriënten en in de verspreiging vanuit de bronnen: waar in het hoofdwatersysteem hebben ze nog invloed van betekenis? Op basis van deze inzichten kunnen maatschappelijke kosten en baten van maatregelen op de rwzi's beter worden afgewogen tegen andere maatregelen (bijvoorbeeld in de landbouw). Dit zal gebeuren de volgende fase van deze studie. Zo'n afweging is nodig om het beschikbare budget voor het halen van de KRW-doelen doelmatig in te kunnen zetten.
- ja De studie heeft ook laten zien welke kennis over het watersysteem nog ontbreekt. Het project heeft daarom als aanbeveling om kwantitatieve data beter sluitend te krijgen, bijvoorbeeld door het debiet door alle sluizen beter in te schatten. Ook zijn verbeteringsmogelijkheden naar voren gekomen voor de monitoring van fysisch-chemische gegevens.

- In veel waterlichamen waar de rwzi's op lozen wordt de norm voor ammonium overschreden. Het vermoeden is dat de rwzi's een significante bron zijn van ammonium. In deze studie is ammonium niet meegenomen in de modellering, maar bij een volgende studie is het mogelijk zinvol om dat wel te doen.
- Met het model kunnen kritische belastingen per waterlichaam bepaald worden: de nutriëntenbelasting waarbij een helder plantenrijk watersysteem omslaat naar een troebel watersysteem met algen- en of kroosdominantie.
- De invloed van processen in het hoofdwatersysteem, zoals nalevering van de waterbodem, neemt toe bij systemen met een lange verblijftijd. Bij verbetering van het model kunnen dit soort processen meegenomen worden.
- Het model kan gebruikt worden om ingrepen in het watersysteem kwalitatief en kwantitatief door te rekenen, bijvoorbeeld bij het aanleggen van nieuwe kunstwerken en watergangen grenzend aan de boezem, of bij het aanpassen van de doorspoeling.
- De KRW-normen worden getoetst aan zomergemiddelde concentraties. Het is aan te bevelen om te onderzoeken wat de ecologische effecten zijn van het soepeler lozen in de winter.
- Deze studie maakt duidelijk dat in veel situaties de belasting vanuit landbouwgebieden de grootste bron van nutriënten is. Aanbevolen wordt om onderzoek te doen of dit historische belastingen zijn vanuit de ondergrond of belastingen vanuit het huidige landgebruik. Vervolgens kunnen de maatregelen hierop worden gericht: effectgericht voor belasting vanuit de ondergrond of brongericht voor het huidige landgebruik.

Referenties

1. Ministerie van I&M (2009). *Wet van 29 januari 2009, houdende regels met betrekking tot het beheer en gebruik van watersystemen (Waterwet)*.
2. Tillemans, W., Hendriks, A., Evers, N. (2013). *Afleiden ecologische stikstof en fosfaat effluenteisen voor rwzi's*. STOWA 19,2013.
3. EU (2000). *Kaderrichtlijn water; Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad*. 23 oktober 2000.
4. Koomen, A. (2014). *Afstemmen effluenteisen rwzi met KRW-doelen ontvangend oppervlaktewater, Fase 1 modelmatige aanpak*, Arcadis 078155777:A
5. Boekel, E.M.P.M. van., Schipper, P.N.M., Hendriks, R.F.A., Massop, H.T.L., Mulder, H.M., Roelsma, J. (2013) *Herkomst nutriëntenbelasting afvoergebieden HDSR, pilotstudie ECHO: regionale bronnenanalyse nutriëntenbelasting: Keulevaart, Eiland van Schalkwijk, Langbroekerwetering en Zegveld*. Alterra rapportnr. 2018750.
6. Broek, T. van de, Lucassen, E.C.H.E.T., Smolders, A.J.P., Welle, M. van der, Zaadnoordijk, W. (2011). *Monitoring proefsloten Lopikerwaard*. B-WARE Research Centre rapportnr: 2011.30.
7. Dijkstra, N., van Hardeveld, H., Spanjers, B., & Smolders, F. (2013). *Verbeterde inschatting Fosfornalevering in De Stichtse Rijnlanden*. Stromingen, 19, 66-74.