

Ecologische modellen bij WSE

5 september 2001

Ecologische modellen bij WSE

5 september 2001

werkdokument 2001.134X

Diederik T. van der Molen

Inhoudsopgave

.....

Inhoudsopgave	3
1 Aanleiding	4
2 Wat gaan we met ecologische modellen doen?	6
2.1 Nationaal	6
2.2 Stroomgebieden	6
2.3 Watersystemen	8
3 Welke ecologische modellen hebben we?	10
3.1 Overzicht	10
3.2 Portielje Relaties	11
3.3 DBS	11
3.4 MACROMIJ en WAVOMIJ	12
3.5 EMOE	12
3.6 CHARISMA	13
3.7 PISCATOR	13
3.8 Habitatmodellen	14
4 Wat kunnen we leren uit vraag en aanbod?	16
4.1 Waar is behoefte aan?	16
4.2 Wat kunnen we nu wel en niet?	17
4.3 Aanzet voor nieuwe projecten	19
5 Literatuur	22

1 Aanleiding

Enige jaren geleden is er veel inzet worden gepleegd voor nationale studies en modellen maakten daar een flink deel van uit. Daarnaast waren er vragen van regionale waterbeheerders vanuit de behoefte aan het herstel van hun watersystemen. De laatste tijd worden nationale studies meer kwalitatief benaderd en zijn de vragen van regionale waterbeheerders tegelijkertijd breder en specifiek. Denk aan thema's als plaagalg, draagkracht en consequenties van de Vogelrichtlijn. Bovendien komt er een schaalniveau bij. Zowel de Vierde Nota Waterhuishouding als de Kaderrichtlijn Water benadrukken het schaalniveau van de stroomgebieden. De commissie Waterbeheer 21^e eeuw onderscheidt er 17 en de Kaderrichtlijn vier.

Niet alleen de vragen veranderen. Nadere analyse van de veelheid aan gegevens heeft bij WSE geleid tot nieuwe, op data gebaseerde ecologische modellen. Deze modellen beschreven enerzijds de traditionele variabelen in watersystemen (nutriënten, doorzicht, chlorofyl, etc.), maar met meer oog voor systeemkenmerken en stochastiek dan voorheen. Anderzijds zijn er empirische rekenmodellen ontstaan die waterplanten en watervogels beschreven.

Deze notitie gaat in op de vragen waarbij modellen ingezet kunnen worden en zoekt samenhang tussen de verschillende instrumenten. Lopende zaken komen aan bod. Leemtes worden geïdentificeerd en opgevuld met een aanzet voor een projectvoorstel. Tenslotte wordt geëvalueerd wat er terecht is gekomen van de beloftes en voorspellingen van de vorige versie van deze notitie (van der Molen, 1999).

In deze notitie wordt vooral ingegaan op het modelinstrumentarium voor de zoete wateren, voor zover de modellen zijn ontwikkeld of worden beheerd/gebruikt bij WSE. Overige ecologische modellen bij het RIZA zijn aan bod gekomen in de vorige versie van deze notitie (van der Molen, 1999) en het RIKZ is aanspreekpunt voor de ecologische modellen voor kustwateren en de zee.

2 Wat gaan we met ecologische modellen doen?

2.1 Nationaal

Ecologische modellen zijn ingezet op nationale schaal in de WaterSysteemVerkenningen, onderdeel van de wetenschappelijke onderbouwing van de Vierde Nota Waterhuishouding (1998). Het betrof toen het eutrofiëringsmodel DBS (van der Molen, 1997) en de HabitatEvaluatieProcedure voor de Amoebe-soorten (Duel & Laane, 1998). Van de resultaten van alle modelanalyses is maar weinig terug te vinden in de Vierde Nota Waterhuishouding en sindsdien zijn er ook geen grote vragen meer voor de ecologische modellen op dit schaalniveau. Voor een deel kwam dit door de sterke nadruk op veiligheid als gevolg van recente gebeurtenissen met wateroverlast. Deels komt het doordat er 'een andere wind waait'. Het is niet goed aan te geven in hoeverre de (resultaten van) modellen hier zelf debet aan waren. Wel zijn diverse zaken genoemd: weinig aansprekende uitkomsten, onvoldoende gericht op maatschappelijke vragen, gebrek aan (zicht op) betrouwbaarheid, kostbaar en tijdrovend.

In de WaterVerkenningen wordt momenteel een meer kwalitatieve benadering gevolgd. Aan de andere kant worden grote hydrologische modellen nog wel verder ontwikkeld en operationeel gehouden. Een voorbeeld is het SOBEK instrumentarium; een waterkwantiteitsmodel waarin DBS en andere kwaliteitsmodules in zijn opgenomen. Het NatuurPlanBureau (gestationeerd bij RIVM in opdracht van het Ministerie van LNV) werkt voor de NatuurVerkenningen-2 (te verschijnen in 2002) nog wel met rekenmodellen op nationale schaal (van Hinsberg *et al.*, 1998). Zo worden hiervoor de uitkomsten van bovengenoemde WaterSysteemVerkenningen weer gebruikt en enigszins uitgebreid.

Het is moeilijk in te schatten hoe de vraag op nationale schaal zich zal ontwikkelen. Er liggen een aantal belangrijke vraagstukken rond klimaatwijziging en daaraan gerelateerd waterverdeling en zoutproblematiek. Hier wordt ook daadwerkelijk aan gerekend. Echter deze klussen zijn recentelijk vooral benaderd vanuit grote regio's (bijvoorbeeld Rijntakken, Benedenrivieren en Natte Hart). Gezien de aandacht voor het schaalniveau dat in de volgende paragraaf ter sprake komt, mag verwacht worden dat er vooralsnog niet veel specifieke vragen zullen komen die rekenwerk op nationale schaal zullen inhouden.

2.2 Stroomgebieden

Stroomgebieden zijn volgens de Kaderrichtlijn Water het Rijn-, Maas-, Schelde- en Eemsstroomgebied. Het betreft dan in eerste instantie het Nederlandse deel, omdat bij de voorbereiding op de Stroomgebiedsbeheersplannen, zoals voorgeschreven door de Kaderrichtlijn, afstemming van instrumenten met het buitenland nog geen groot issue is. Verder worden ook de 'grote regio's' behandeld onder de stroomgebieden. Te denken valt aan de Rijntakken, Natte Hart en Benedenrivieren. Hier zijn recentelijk uitgebreide studies uitgevoerd (respectievelijk Integrale Verkenningen Rijntakken, Water In het Natte hart en Integrale Verkenningen Benedenrivieren) om een aanvaardbare oplossing te vinden voor de veiligheid op langere termijn.

De Kaderrichtlijn Water vraagt om een beoordeling van de toestand van het water en om maatregelen om de gewenste toestand te bereiken. Voor het laatste lijken rekenmodellen nodig. Dat betekent dat er instrumenten nodig zijn die het effect van verandering van emissies, inrichting en ander menselijk handelen beschrijven op de doelvariabelen, zoals genoemd in de Kaderrichtlijn. Dit zijn stoffen (voor WSE zijn met name nutriënten relevant en daarnaast mogelijk andere algemene parameters als zuurstof en pH) en de ecologische groepen fytoplankton, bentische algen, waterplanten, macrofauna en vis. Wat betreft de ruimtelijke resolutie lijkt het zinvol om uit te gaan van de ondergrens zoals genoemd in de Kaderrichtlijn: 10 km² voor stroomgebieden en 0,5 km² voor meren. Wat betreft de temporele resolutie is een jaarwaarde voldoende; dit kan echter inhouden een zomergemiddelde of een representatieve najaarswaarde, afhankelijk van de doelvariabele. Verwacht mag worden dat in de nabije toekomst de vraag zal toenemen.

De Kaderrichtlijn geldt voor alle wateren. Bovendien gelden bijzondere voorwaarden wanneer gebieden zijn opgenomen in de Vogel- of Habitatrichtlijn (respectievelijk 1979 en 1992; <http://europa.eu.int/comm/environment/nature/legis.htm>). In dat geval zijn ook vogels van belang en overige soorten die worden genoemd in de Habitatrichtlijn, voor zover ze relevant zijn voor de aanwijzing van het gebied. In Nederland zijn in het kader van elk van de richtlijn een kleine 100 gebieden aangewezen. Deze zijn voor een belangrijk deel overlappend. Samen gaat het om circa 2 miljoen hectare en waterrijke gebieden en rijkswateren vormen daarin de meerderheid. Voor de rijkswateren gaat het vooral om de meren (, kustwateren) en delen van de uiterwaarden. De richtlijnen zullen vragen genereren indien er voor een bepaald gebied veranderingen worden gepland. Het accent zal liggen op het effect van verandering van de inrichting. Immers, de richtlijnen gaan uit van bestaande waarden; effecten van reductie van emissies is dan niet relevant en toename van emissies is niet te verwachten. Een uitzondering hierop vormt de reductie van de emissie van nutriënten, waardoor de draagkracht voor aantallen vogels zou kunnen worden aangetast (van Eerden, 1998).

Op een vergelijkbaar schaalniveau bevinden zich de grote regio's. De insteek is hier vooral veiligheid en de ecologische effecten worden als een afgeleide beschouwd. Veelal vormen ecotopen een doelvariabele. Bijvoorbeeld in het WIN project (Natte Hart) is gekeken naar de invloed van waterpeil op ecotopen zonder expliciet in te gaan op verschillende soorten waterplanten (Jans, 1997). Doorvertaling naar soorten vindt plaats met Habitatmodellen (Platteeuw, 1997, Lenders *et al.*, 2001). Hiermee kan een indruk worden verkregen van de (potentiële) biodiversiteit. Ruimtelijke samenhang en de kansen voor specifieke soorten (ecologische netwerken; Reijnen *et al.*, 1995, Platteeuw, 1997) is ook vaak een onderwerp. Opvallend is dat er vaak sprake is van kansen voor de natuur en dat minder wordt gehecht aan absolute uitspraken. Naast deze ecologische aspecten is er in toenemende mate belangstelling voor economische en sociale aspecten, echter deze worden niet rechtstreeks aan de ecologische component gekoppeld. Hoewel er recentelijk een aantal van deze studies zijn afgerond, zullen in de nabije toekomst vragen blijven komen. Zo is TWIJG het vervolg op WIN en dat vraagt om specificaties van de modeluitkomsten die niet met het WIN instrumentarium te beantwoorden zijn.

Regionaal

Het regionaal niveau bestaat hier uit een watersysteem met bovenliggend stroomgebied. Veelal gaat het om de effecten in het watersysteem als gevolg van activiteiten in het stroomgebied. Regionale waterbeheerders kunnen op

zoek zijn naar een optimale aanpak om een watersysteem te verbeteren. Dergelijke studies zijn of worden uitgevoerd in het Eem- en Beerze-Reuzel stroomgebied. Grondwaterstromen maken vaak deel uit van dergelijke studies. Als gevolg van de gedetailleerde vraagstelling en het relatief grote gebied zijn vaak veel gegevens nodig. Er wordt vaak gevraagd om inzet van groot rekentool, maar het is de vraag of het aantal te verwachten klussen de inspanning legitimeert. Dergelijke vragen zullen vermoedelijk regelmatig terugkomen, maar niet massaal.

2.3 Watersystemen

Bij studies binnen watersystemen ligt de interesse naast 'wat veroorzaakt wat?' vaak ook bij 'waarom gebeurt iets?'. Denk aan ecosysteemanalyses. Hiervoor zijn procesmodellen uitermate geschikt. Bovendien zijn er alleen op dit schaalniveau vaak nog voldoende data om dergelijke modellen zodanig toe te passen dat ze ook een meerwaarde opleveren. De hernieuwde aandacht voor Driehoeksmosselen is bijvoorbeeld ontstaan na toepassing van DBS op het IJsselmeer (Lammens & Hosper, 1998) en de rol van vis in het Veluwemeer is onder de aandacht gebracht door toepassing van PISCATOR (van Nes *et al.*, 1996).

Anderzijds zijn er toch ook veel vragen van het eerstgenoemde type. Wat gebeurt er met betrekking tot de Vogelrichtlijn bij verdieping door delfstofwinnig, welk effect heeft recreatie hierop, hoeveel waterplanten kunnen worden gemaaid zonder dat de stabiliteit van helder water in gevaar komt, wanneer ontstaan er drijfslagen, etc. Uiteraard is enige kennis van de achterliggende mechanismen (waarom-vraag) noodzakelijk om oorzaak-gevolg (wat-vraag) relaties te kunnen leggen, maar het lijkt er op of beheerders steeds vaker vragen beantwoord willen zien zonder echt in het waarom geïnteresseerd te zijn.

De vragen kenmerken zich door een toenemende breedte; de vragen liggen dicht bij datgene waar de beheerder echt in is geïnteresseerd. Het gaat niet meer over de eutrofiëringstoestand of waterkwaliteitsnormen, maar om overlast van drijfslagen en effecten van zandwinning. Tegelijkertijd zijn de vragen specifiek: hoeveel planten mag ik maaien ten behoeve van de recreatie? Dergelijke vragen zullen regelmatig terugkeren en het 'waarom' wordt nog meer vervangen door 'wat, wanneer, welke'.

3 Welke ecologische modellen hebben we?

3.1 Overzicht

Modellen zijn op diverse manieren in te delen (van der Molen, 1999). De wijze van indelen geeft een eigenschap van de modellen weer. Relevant zijn hier de

- ontstaanswijze: relaties gebaseerd op processen of wetmatigheden en relaties gebaseerd op een data-analyse,
- omgang met de factor tijd: stationair (berekent slechts één toestand in de tijd) en dynamisch (tijd is een variabele),
- ruimtelijke schematisatie: één of enkele gemengde bakken en ruimtelijk expliciet (veelal gekoppeld aan GIS).

Bovendien is de generaliteit van belang, dat wil zeggen zijn de modellen vooral gebaseerd en toegepast op één of enkele systemen of hebben ze zich bewezen voor vele systemen? En voor welk soort systemen zijn de modellen toegepast? Onderstaande tabel geeft deze informatie voor de modellen die bij WSE zijn ontwikkeld of daar worden beheerd. Naast deze modellen zijn er diverse andere modellen ontwikkeld en in omloop binnen RIZA en vanzelfsprekend ook daarbuiten. Hiervoor bestaan diverse overzichten (bijvoorbeeld Jans, 1997 en van der Molen, 1999).

Tabel 1. Algemene informatie ecologische modellen bij WSE

	Processen/ Data	Stationair/ Dynamisch	1 / weinig (+) / veel (++) segmenten	Toepassingsgebied
'Portielje Relaties' (Portielje & van der Molen, 1997, 1998; Meijer <i>et al.</i> , 1999)	D	S	1	Meren
DBS (van der Molen <i>et al.</i> , 1994)	P	D	+	Meren & Rivieren
MACROMIJ (van den Berg <i>et al.</i> , 1999)	D	S	++	IJsselmeer-gebied
WAVOMIJ (Noordhuis <i>et al.</i> , 2000)	D	S	++	Randmeren
EMOE (van de Rijt, 1993; van de Rijt & Duijnste, 1996)	D	S	++	Benedenrivieren
CHARISMA (Van Nes <i>et al.</i> , 2001a; 2001b)	P	D	++	Meren
PISCATOR (van Nes <i>et al.</i> , 1996; 2001)	P	D	1	Meren
Habitatmodellen (Duel & Laane, 1998)	D	S	++	Meren, rivieren, droge delen

3.2 Portielje Relaties

Onder deze noemer vallen een aantal relaties die zich kenmerken doordat ze stationair en empirisch of stochastisch zijn en als doelvariabelen de traditionele eutrofiëringsparameters hebben. Uitspraken worden meestal gedaan over en op basis van zomergemiddelden. In de Vierde Eutrofiëringsenquête zijn empirische verbanden afgeleid (Portielje & van der Molen, 1997, 1998). Eerder al is een dergelijke benadering ook gevolgd om de bodemnalevering van fosfaat te schatten (van der Molen & Boers, 1994). Tenslotte is recentelijk een stochastische benadering gevolgd, waarbij de totaalfosfor concentratie in het meer is berekend uit die in het inkomende water, chlorofyl uit de totaalfosfor concentratie en het doorzicht uit chlorofyl en een achtergronddoorzicht. Bij de eerste drie is rekening gehouden met de bedekking met waterplanten. De relaties zijn afgeleid voor de randmeren (Meijer *et al.*, 1999).

Momenteel loopt er een voorstel (in het kader van RISTORI; Portielje, concept) om deze relaties verder uit te breiden, gebruik makend van repro-functies op basis van procesmodellen en kennis van data-modellen (zie volgende paragrafen).

3.3 DBS

DBS staat voor DELWAQ-BLOOM-SWITCH. DELWAQ is de module voor waterkwantiteit en -kwaliteit, BLOOM II de module die het fytoplanktodynamiek beschrijft en SWITCH beschrijft de bodemchemie. Naast deze drie modules is er nog een aparte module die graas door zoöplankton en zoöbenthos (Driehoeksmosselen) beschrijft, en een module die lichtuitdoving (extinctie) beschrijft (UITZICHT). De toestandsvariabelen in het water zijn:

- opgelost NH₄-N, NO₃-N, PO₄-P
- particulier detritus (2 vormen per nutriënt), geadsorbeerd P, gloeirest
- levend draadvormige blauwalgen, groenalgen en diatomeeën afhankelijk van het type limitatie worden het E-, N- en P-type (diatomeeën alleen E- en P-) onderscheiden

Zoöplankton en driehoeksmosselen worden zelf niet als toestandsvariabele gemodelleerd, maar als biomassa opgelegd; de fluxen van materie naar detritus-pools ten gevolge van sterfte en respiratie worden wel berekend; indien de opgelegde biomassa niet door de aanwezige fytoplankton en detritus kan worden ondersteund wordt de hoeveelheid hier op aangepast.

Als processen worden beschouwd:

- nutriëntopname door algen
- sterfte van algen
- mineralisatie van detritus
- graas door zoöplankton en driehoeksmosselen
- sterfte en metabolisme van grazers
- sedimentatie en resuspensie van detritus
- sedimentatie en resuspensie van geadsorbeerd P
- advectie/diffusie opgeloste nutriënten
- begraving van dode algen en ander detritus en geadsorbeerd P
- nitrificatie/denitrificatie

Als invoergegevens zijn nodig meteorologische informatie en de hydraulische- en stofbelasting. Verder uiteraard de procescoëfficiënten en systeemkenmerken. DBS kan met verschillende segmenten werken; van ieder segment is een oppervlakte-diepte relatie nodig. Het kan horizontaal de uitwisseling volgen en heeft daarnaast enkele 'pseudo' verticale gradiënten in verband met de modellering van de beschikbaarheid van licht en de nalevering uit en processen in de bodem.

Momenteel is er een voorstel om mede op basis van DBS een blauwalgenmodel te ontwikkelen dat specifiek ingaat op diepe wateren. Een belangrijk nieuw aspect is hierbij een gedetailleerde modellering van de verticale schematisatie. Tenslotte is DBS toegepast in combinatie met FUZZYSCUM (Ibelings *et al.*, 2001). Dit is een module waarin expert kennis met behulp van fuzzy logic is geformaliseerd en wat als doel heeft de kans op vorming van drijfslagen in het IJsselmeer te voorspellen. Tevens is het transport van de drijfslagen beschreven.

3.4 MACROMIJ en WAVOMIJ

MACROMIJ berekent de aan- of afwezigheid van zeven algemene soorten waterplanten op basis van waterdiepte, sedimenttype, strijklengte en extinctie. Er wordt gewerkt met jaargemiddelde waarden, behalve de waterdiepte waar het gaat om het gemiddelde zomerpeil. De variabelen zijn aan elkaar verbonden middels logistische regressie.

WAVOMIJ berekent aantallen (in vogeldagen) van 13 soorten watervogels op basis van de beschikbaarheid van voedsel. Als voedsel zijn onderscheiden kranswieren, Doorgroeid fonteinkruid, smalbladige fonteinkruiden, Draadwier en Driehoeksmosselen. Belangrijke intermediaire factoren zijn de waterdiepte, het peilverloop gedurende het jaar en de foeragerdiepte van de vogels. De variabelen zijn aan elkaar verbonden middels multiple regressie.

MACROMIJ gebruikt ruimtelijk expliciete informatie en geeft de resultaten ook ruimtelijk weer. Voor WAVOMIJ wordt de ruimtelijke informatie geaggregeerd per watersysteem en per jaar en worden de resultaten als jaarwaarden gegeven.

WAVOMIJ wordt uitgebreid naar het hele IJsselmeergebied en bovendien worden visetende watervogels toegevoegd (bekostigd door RDIJ).

3.5 EMOE

Het Ecohydrologisch Model Oevervegetatie Estuaria (EMOE) is een beleidsondersteunend model in een geografische omgeving (GIS; geen ARC/INFO), waarmee op kaarten kan worden weergegeven waar welke vegetatie zich op de oevers en buitendijkse gebieden langs grootschalige zoete tot brakke getijdenwateren kan ontwikkelen. Het model is operationeel voor het Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch.

EMOE is een grid-georiënteerd model: de in- en output vindt plaats via gridbestanden (in principe van 10 bij 10 meter, echter aan te passen aan de ruimtelijke resolutie van de input). In de versie 6.0 bestaat de input uit de hoogteligging (DTM), bodemtype (optioneel), gemiddeld hoog- en laag water en het beheer of landgebruik (wel of geen begrazing, maaibeheer of griendcultuur). In de versie 5.0 is er ook de mogelijkheid het model met verschillen in zoutgehalte van het overspoelingswater te laten rekenen. Er worden verschillende typen moerasvegetatie onderscheiden, die zoveel

WSE – RIZA -

In van der Molen (1999) is vooral ingegaan op de ontwikkeling en afstemming van ecologische modellen binnen RIZA. Middels het Overleg Ecologische Modellen vond uitwisseling van informatie plaats, maar sturing wordt aan de projectleiders zelf overgelaten. Het is logisch om ditmaal meer stil te staan bij de ontwikkelingen binnen WSE. Hiermee kan WSE inspelen op veranderende vragen en op de veranderende organisatie.

mogelijk aansluiten bij De Vegetatie van Nederland, bijvoorbeeld: Rietland, Dotter-rijk rietland, Biezenvegetatie, Brandnetelruigte. De output bestaat uit het vegetatietype per gridcel en vegetatiekaarten.

EMOE houdt geen rekening met de kiemings- en vestigingseisen van oeverplanten, begrazing door plantenetende watervogels, erosie en oeverafslag door golfwerking. Er wordt actief gewerkt aan verbeteringen en uitbreidingen van het model. Naar aanleiding van kritiek op de modelberekeningen ten behoeve van de MER Haringvliet is versie 6.0 gemaakt. Hiervoor is het gehele aan EMOE ten grondslag liggende opnamemateriaal opnieuw geanalyseerd en is met name opnamemateriaal van de Biesbosch van vóór 1970 toegevoegd.

In eerste opzet is EMOE in opdracht van Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland door de Katholieke Universiteit Nijmegen ontwikkeld (van de Rijt, 1993; van de Rijt & Duijnste, 1996). Een toepassing is beschreven door Jans (1996). Het model wordt beheerd door Directie Zuid-Holland en er is een kopie aanwezig bij RIZA.

3.6 CHARISMA

CHARISMA versie 2.0 is een ruimtelijk expliciet, individu-gebaseerd model voor submergente waterplanten (Van Nes *et al.*, 2001a; 2001b; er zijn enkele wetenschappelijke artikelen in de maak). Onderscheid wordt gemaakt in Potamogeton en Chara, maar andere soorten kunnen worden toegevoegd.

Als processen worden onder meer onderscheiden:

- Het overwinteren als oösporen (seeds) of bulbillen (tubers). Deze hibernaculæ zijn onderhevig aan sterfte. Een deel ontkiemt op een vastgezette dag, en de kiem groeit als functie van de (exponentieel afnemende) overgebleven biomassa van de overwinteringsvorm. Het overige deel blijft achter in het overwinteringsstadium.
- Herbivorie. Grazers kunnen naar gelieve toegevoegd worden, waarbij de functional response per grazer opgegeven kan worden.
- Competitie bij hoge dichtheid ('thinning law').
- Seizoensgerelateerde sterfte.

De modelinvoer bestaat uit omgevingscondities (licht, temperatuur), het diepteprofiel en waterpeil, waterkwaliteit (troebelheid, nutriënten, bicarbonaat) en de fysiologische gegevens van waterplanten. Het model is dynamisch en ruimtelijk expliciet.

3.7 PISCATOR

PISCATOR 1.0 simuleert de visgemeenschap (Van Nes *et al.*, 1996; 2001). Het is individu-gebaseerd, maar werkt met 'superindividen' (aantal individuen van een bepaalde soort en lengte-klasse) om de rekentijd te verkleinen. De belangrijkste processen zijn groei (met consumptie van onder meer zooplankton, mosselen en vis) en sterfte (door ouderdom, verhongering, visserij en graas door vogels). De maximale groei en reproductie worden opgelegd aan het model. Het model berekent dan op basis van hoeveelheid beschikbaar voedsel, visserij inspanning, predatie door vogels en de temperatuur, de samenstelling en biomassa van het visbestand. Momenteel worden de volgende vissoorten beschreven: aal, snoekbaars, baars, pos, brasem, spiering, blankvoorn, bot. Het model is reeds voor diverse watersystemen toegepast (bijvoorbeeld Lammens & Hosper, 1998).

3.8 Habitatmodellen

De habitatgeschiktheidsmodellen beschrijven de habitatgeschiktheid gezien vanuit specifieke soorten (Duel & Laane, 1998). Daarnaast reken ecologische netwerken, uitgaande van geschikt habitat, aan de omvang en ruimtelijke samenhang van habitats in relatie tot de soorten (Pouwels, 2000). Tezamen worden ze habitatmodellen genoemd. Habitatgeschiktheidsmodellen zijn uitgebreid toegepast voor beleidsanalyses op nationale schaal. De combinatie van deze twee is recentelijk toegepast voor verschillende schaalniveau's in het IJsselmeergebied (van der Lee *et al.*, 2000). Hierbij was speciale aandacht voor de betrouwbaarheid van de habitatrelaties. In een vervolg is de invloed van de onzekerheid van invoergegevens op de uitkomsten onderzocht (Aarts *et al.*, 2001). Momenteel worden de uitkomsten van deze studies gebruikt om een onzekerheidsanalyse generiek aan het instrumentarium toe te voegen en om de ruimtelijke performance van het model verder te verbeteren (WL Delft – spuurwerk).

Habitatgeschiktheidsmodellen zijn er voor diverse soorten: vegetatie – 9, macrofauna en crustaceae – 4, vissen – 26, vogels – 26, amfibieën en reptielen – 10 en zoogdieren – 7 (Marchand, 1995). De modellen zijn ruimtelijk expliciet en stationair. De invoer bestaat veelal uit zomer- of jaargemiddelde waarden. De invoervariabelen verschillen per soort. Bijvoorbeeld voor Schedefonteinkruid: waterdiepte, strijklengte, waterbodemtype, slibrijkdom waterbodem, doorzicht, orthofosfaatgehalte. Voor de Aalscholver: vegetatietype, waterdiepte, doorzicht, totaalfosfaatgehalte, PCB-gehalte in vis. Uit deze lijst blijkt dat er verschil wordt gemaakt in broed- en foerageerhabitat. De twee voorbeelden hebben een relatie met de eutrofiëringsvariabelen. Voor de Noordse woelmuis geldt dit niet: vegetatiebreedte, peilfluctuatie, vegetatietype en maaifrequentie. De relatie tussen de invoer en de soort wordt beschreven via een index en is gebaseerd op data (bijvoorbeeld een bepaalde vorm van regressie) of bij het ontbreken van voldoende data op expert kennis.

4 Wat kunnen we leren uit vraag en aanbod?

4.1 Waar is behoefte aan?

In hoofdstuk is aangegeven dat er op nationale schaal minder vragen te verwachten zijn, op het niveau van stroomgebieden komt er een toename en voor kleinere eenheden zal de vraag ongeveer gelijk blijven, maar de breedte van de gevraagde inzet neemt toe. Trefwoorden die de behoefte aan modelinstrumenten karakteriseren op basis van de vragen uit hoofdstuk 2 zijn: flexibiliteit, brede range aan doelvariabelen, betrouwbaarheid/kansen en 'wat'-modellen.

Op nationale schaal en op het niveau van stroomgebieden is het veelal toereikend om uitspraken te doen als (half-)jaargemiddelde. Dit geldt voor de doelvariabelen op zich, als

voor de informatie die eventueel aan andere modellen moet worden doorgegeven. Veelal gaat het bij de vragen om scenario's en zijn uitspraken over potentiële aantallen e.d. voldoende. Dan volstaan stationaire modellen. In een aantal gevallen is er ook behoefte aan zicht op de ontwikkeling, bijvoorbeeld in verband met de noodzaak tot bijsturen bij het halen van doelen of om het effect van oplading in de bodem mee

te nemen. In principe moeten dan dynamische modellen worden gebruikt, maar een 'semi-dynamische' aanpak door herhaling van stationaire modellen lijkt ook veelal mogelijk. De nationale schaal en het niveau van stroomgebieden vergen vergelijkbare type modellen. Voor 'wat'-vragen zijn deze modellen de zelfde als die voor kleinere eenheden. Het gaat dan om de data-modellen of om de empirische relaties. Dit type model kent een grote flexibiliteit en breedte (mits er gegevens zijn) en leent zich goed om de resultaten te voorzien van een indicatie van de betrouwbaarheid.

Communicatie

Om te bepalen waarvoor modellen nodig zijn is communicatie met de (potentiële) opdrachtgever van groot belang. Daarom is een Platform Ruimtelijk Ecologische modellen gestart, waarin vooralsnog de specialistische diensten en regionale directies van Rijkswaterstaat zijn vertegenwoordigd. Diederik van der Molen is namens RIZA trekker en Dick de Jong namens RIKZ. Het initiatief had als voorlopers een intern Overleg Ecologische Modellen en een aantal bijeenkomsten met ontwikkelaars van modellen (bijvoor Waterloopkundig Laboratorium en Alterra). Hiermee is een belofte uit van der Molen (1999) ingelost.

Waterbeheerders hebben steeds minder behoefte aan proces-modellen. Proces-modellen hebben in het algemeen een geringe breedte aan doelvariabelen, inzet kost relatief veel tijd/geld en de betrouwbaarheid van de uitkomsten is veelal niet goed aan te geven. Anderzijds zijn ze van belang voor degene die de vragen moet beantwoorden om het systeem te begrijpen. Vooral PISCATOR en CHARISMA worden op deze wijze benut. Alleen met die kennis kunnen ook eenvoudiger modellen worden afgeleid. In het geval dat er onvoldoende gegevens zijn kunnen proces-modellen worden gebruikt om eenvoudige reproducties af te leiden (Portielje, 2001).

Terugkerende onderwerpen zijn

- de traditionele eutrofiërvragen,
- de rol van waterplanten, vis en vogels in relatie tot ingrepen in watersystemen en het internationaal beleid,
- fytoplankton, fyto bentos, waterplanten, macrofauna en vissen als doelvariabelen van de Kaderrichtlijn Water,
- Amoebe soorten bij de beoordeling van studies op de schaal van stroomgebieden en groter,
- kennis met betrekking tot specifieke soorten in verband met inrichting, schaal en samenhang van gebieden,
- thema's als biodiversiteit, stabiliteit, etc.

Daarnaast is er in toenemende mate behoefte aan gamma kennis en economische aspecten. Omdat dit niet het taakveld is van WSE wordt hierop niet specifiek ingegaan; ad hoc kunnen verschillende oplossingen worden aangedragen. Het lijkt wel goed om meer aandacht te schenken aan 'ecosystem services' ofwel de waarden die (natuurlijke) ecosystemen ons bieden. Te denken valt aan de zuiveringscapaciteit van uiterwaarden voor nutriënten (door vergelijking van de retentie met kosten van traditionele zuiveringsmethoden). Dit voorbeeld ligt veel dichterbij het taakveld dat de baten uitdrukken van de aanwezigheid van een bepaalde hoeveelheid recreanten als maat voor waardering van watersystemen.

Beheer en onderhoud

Enige jaren geleden is veel gesproken over beheer en onderhoud van modellen. De ervaring heeft geleerd dat daar voor de modellen die in dit rapport niet veel van terecht is gekomen. DBS is in beheer bij het Waterloopkundig Laboratorium, EMOE wordt beheerd door Directie Zuid-Holland, maar is als 'reserve' ook bij RIZA geplaatst. Vooral voor de overige modellen is er een grote afhankelijkheid van de ontwikkelaar. Of deze afhankelijk 'te' groot is hangt af van de meerkosten die gemaakt moeten worden om de afhankelijkheid op te heffen ten opzichte van de kosten om gedeeltelijk opnieuw te beginnen. Dit is niet goed te beantwoorden. Het wordt wel aanbevolen om regelmatig een versie met source-code en achterliggende data op cd op te slaan of dit van opdrachtnemers te eisen.

4.2 Wat kunnen we nu wel en niet?

Voor een watersysteem kan een hele 'trein' ecologische modellen worden ingezet. Met de Partiele relaties zijn externe factoren, waaronder de hydrologie, om te rekenen naar de fosforconcentratie en het doorzicht. Het doorzicht vormt een belangrijke variabele invoer voor het berekenen van waterplanten en deze kunnen weer worden gebruikt om een schatting te maken van de aanwezigheid van vogels. Voor de bijdrage van Driehoeksmosselen aan de aanwezigheid van vogels moet deze voedselbron apart worden opgegeven. Vissen worden berekend op basis van de beschikbare hoeveelheid voedsel, waaronder Driehoeksmosselen, en zijn dus niet gekoppeld aan een voorgaand model. De uitkomst voor het visbestand kan wel als invoer dienen voor het te ontwikkelen instrument voor visetende watervogels. Tenslotte kunnen habitatmodellen gebruik maken van bovengenoemde informatie, maar daarnaast is veelal ook andere invoer nodig voor specifieke soorten (tabel 2). Er is enige overlap in de soorten die worden beschreven met habitatmodellen en met de overige modellen.

Hoewel deze koppelingen in projecten wel tot stand gebracht zijn verdient het aanbeveling dit te vergemakkelijken. Hiervoor is het Standaard Raamwerk

Water speciaal ontwikkeld en het lijkt verstandig om de mogelijkheden hiervan nader te onderzoeken. Het lijkt hierbij voor de hand te liggen om een GIS omgeving te gebruiken. Dit vergemakkelijkt bijvoorbeeld de koppeling aan ecotopen. Een dergelijke modelleer-omgeving mag niet leiden tot inflexibiliteit. Grote systemen die alles kunnen hebben hun tijd gehad. Belangrijker is de flexibiliteit om af te kunnen stemmen op de vragen. Verder is het van belang dat de ecologische modellen onafhankelijkheid behouden, omdat ze dicht tegen het onderzoek aan zitten. De instrumenten moeten kunnen worden ingezet in verschillende kaders (bijvoorbeeld WIN, RISTORI, WSV, etc.) en niet opgenomen zijn in één structuur.

Tabel 2. Relatie tussen doelvariabelen en beschikbare modellen en de modellen onderling

Doelvariabele		Modellenlijn	(mogelijk) Input van:
Fysisch-chemisch	totaal-P	Portielje relaties, DBS	
	totaal-N	Portielje relaties, DBS	
	chlorofyl-a	Portielje relaties, DBS	
	doorzicht	Portielje relaties, DBS	
Plankton	fytoplankton samenstelling	DBS, Portielje relaties	
	drijfslagen cyano's	FUZZYSCUM	DBS
	fytobenthos		
Zoöplankton			
Zoöbenthos	Driehoeks-mosselen		
	macrofauna		
Macrofyten		MACROMIJ (, EMOE)	Portielje relaties, DBS
Vis		PISCATOR	(Driehoeksmosselen)
Watervogels		WAVOMIJ	MACROMIJ, PISCATOR (, Driehoeksmosselen)
AMOEBE soorten		Habitatmodellen	DBS, Portielje relaties, MACROMIJ, ecotopen
Ecotopen			

Bijzondere aandacht dient dan uit te gaan naar terugkoppelingen en competitie. Denk aan de invloed van vegetatie op de relatie tussen de belasting en concentratie fosfor, de effecten van graas door vogels op waterplanten en vissen en competitie tussen vogels en vissen om Driehoeksmosselen. De rol van de procesmodellen verdient hierbij nadere aandacht.

Bij een aantal van de bovengenoemde modellen is er aandacht voor kalibratie en validatie en aan de betrouwbaarheid van de uitkomsten op basis van onzekerheid in de modelinvoer, de modelstructuur en –coëfficiënten. Bij koppeling van de instrumenten dient dit aspect systematisch te worden meegenomen. Hierbij kan worden aangesloten op het Handboek Good Modelling Practice.

Het bereik van de modellen beperkt zich veelal tot de meren en dan met name die in het IJsselmeergebied. Toepassing op andere meren verdient nadere aandacht en voor andere systemen, met name de rivieren, moet nog veel meer gebeuren. Bij gebrek aan geschikte data-modellen kunnen voor de traditionele eutrofiëringsvariabelen eventueel repro-functies worden afgeleid van procesmodellen als DBS (zie concept voorstel Portielje). Procesmodellen

voorzien daarbij in een behoefte, omdat niet overal data-modellen voor zijn afgeleid.

Er is niet alleen een leemte voor bepaalde watersystemen, ook bepaalde soortgroepen zijn onderbelicht. Dit geldt met name voor het fyto-benthos en macrofauna, welke in de Kaderrichtlijn Water worden genoemd. Macrofauna is wel reeds modelmatig beschreven in beken in het kader van het RISTORI

project. Met betrekking tot een proces-model ontbreekt met name een instrument voor Driehoeksmosselen. Deze soort neemt een centrale plaats in in meren, door het water helder te houden en door voedsel te zijn voor met name vogels.

Kwaliteitsborging

was een kopje onder activiteiten en prioriteiten uit van der Molen (1999). Hier is sindsdien aandacht aan besteed middels het project Good Modelling Practice, maar ook bij individuele modellijnen. Bij de stochastische benadering van de 'Portielje relaties' wordt het expliciet meegenomen, binnen Charisma zijn diverse tools om de kwaliteit van de resultaten aan te geven en bij de Habitatmodellen worden die ontwikkeld na enkele pilotstudies (bijvoorbeeld van der Lee *et al.*, 2000). Bij een koppeling van modellen moet de aanpak echter door de hele 'trein' lopen en daar is nog werk te verzetten.

Een derde gemis betreft het modelmatig benaderen van zaken rond ruimtelijke samenhang en thema's als biodiversiteit en stabiliteit en zaken als 'ecosystem services' (zie paragraaf 4.2). Deels vallen de onderwerpen buiten de afdeling en voor een ander deel zal een ad hoc oplossing moeten worden gevonden. Dit past bij de breedte van het type vragen, maar vergt wel een flexibel instrumentarium.

4.3 Aanzet voor nieuwe projecten

Een aantal uitbreidingen lopen reeds of zijn tenminste in een planfase. Genoemd zijn de uitbreiding van de Portielje relaties (in het kader van het RISTORI project), verdere ontwikkeling van WAVOMIJ en het toevoegen van een onzekerheidsanalyse aan de habitatgeschiktheidsmodellen. Bovendien wordt er gewerkt aan een betere koppeling tussen de habitatgeschiktheidsmodellen en de ecotopen.

Hieronder zijn een aantal andere voorstellen beschreven, alsmede een aanzet voor het vervolg hierop:

- MACROMIJ en WAVOMIJ gezamenlijk onderbrengen in een GIS omgeving. Dit vereenvoudigt de koppeling tussen beide en biedt mogelijkheden om ook de uitkomsten van WAVOMIJ ruimtelijk expliciet te presenteren.
 - Dit voorstel wordt verder uitgewerkt en in eerste instantie ingediend bij betrokken Regionale Directies.
- Nader onderzoek naar de verbetering van de conversatie tussen modellen met behulp van het Standaard Raamwerk Water.
 - Diederik van der Molen zal dit verder nagaan in overleg met de coördinator van het Standaard Raamwerk Water (Michiel Blind).
- Procesmodel Driehoeksmosselen.
 - Hiertoe is een literatuuronderzoek gestart (WONS*Modellen). Op basis hiervan zal voor 2002 een voorstel worden geformuleerd voor de Regionale Directie IJsselmeergebied. Een aanzet voor het project is beschreven als bijlage.

-
- Modelmatig benutten van de bestaande kennis en data rond macrofauna in de Rijkswateren. Vanuit de Kaderrichtlijn Water is er behoefte aan een instrument om het effect van maatregelen op deze groep in beeld te brengen. Voor de regionale wateren lopen er reeds een aantal initiatieven (RISTORI project, diverse Europese projecten), maar de rijkswateren vallen er buiten.
 - Vermoedelijk is dit pas nader uit te werken indien de afdeling WSE een projectleider Macrofauna heeft. Het onderwerp wordt voorgelegd aan betrokkenen van de Kaderrichtlijn Water.
 - Instrumentontwikkeling fyto-benthos. Vooral nog lijken er onvoldoende gegevens beschikbaar om iets dergelijks als voor macrofauna ook voor fyto-benthos op te starten. Anderzijds is het goed om dit nader te onderzoeken.
 - Dit zal worden voorgelegd aan de planktondeskundige die in het najaar 2001 bij WSE aan de slag gaat.
 - Model ecotoopvoorspelling. Er is behoefte aan zicht op de verandering in de samenstelling en ligging van ecotopen bij wijziging van de abiotische condities.
 - Hiertoe zijn reeds enkele vooronderzoeken uitgevoerd en is een vervolg voorbereid. Trekkers zijn met Noël Geilen (WSR) voor het abiotische deel en Maarten Platteeuw (IH) voor het biotische deel. Daarnaast is er een wezenlijke inbreng van Diederik van der Molen voor de conceptuele aspecten.
 - Het bij RIZA operationaliseren van habitatmodellen.
 - In 2000 en 2001 is ervaring opgedaan met het werken met dit instrument (Helga Aarts). Daarvoor is het reeds bij RIZA toegepast in het kader van het WIN project. Bij de reorganisatie van WS-IH komt het taakveld ecologische netwerken bij IH. Bekeken zal worden of en hoe een operationeel instrumentarium van habitatmodellen en ecologische netwerken bij RIZA wordt ondergebracht.

5 Literatuur

- Aarts, H.P.A., G. van der Lee & D.T. van der Molen, 2001. Toepassing MORRES op het Volkerakmeer. Effecten van onzekerheden in de invoergegevens op de habitatgeschiktheid van baars, waterral, fuut, otter, woelmuis en slobeend. In voorbereiding.
- Berg, M. van den, H. Coops, W. Joosse & J. van der Hout, 1999. MACROMIJ: Macrofyten model voor het IJsselmeergebied. RIZA werkdocument 99.134X.
- Duel, H. & W.E.M. Laane, 1998. Beleidsanalyse ecosysteemontwikkeling zoete rijkswateren. Watersysteemverkenningen 1996, RIZA nota 97.055, ISBN 9036951011.
- Eerden, M.R. van, 1998. Patchwork; patch use, habitat exploitation and carrying capacity for water birds in Dutch freshwater wetlands. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen; Van Zee tot Land 65, ISBN 9036912210.
- Hinsberg, A. van, H. Dijkstra, P. Hinsen, K. Kramer, F. Leus, R. Reiling, R. Reijnen, M. Van der Tol & J. Wiertz, 1998. Concept-rapport Stroomlijning NatuurPlanBureau modellen. Inventarisatie van en keuze voor modellen voor Natuur, Landschap en Bos.
- Ibelings, B.W., M. Vonk, M. Bokhorst & D.T. van der Molen, 2001. Fuzzy modelling of cyanobacterial waterblooms, validation with NOAA-AVHRR satellite images. Submitted.
- Jans, L., 1996. Oevervegetatie langs het Haringvliet, Hollandsch Diep en in de Biesbosch bij vier alternatieven voor het beheer van de Haringvlietstuiven. Studie ten behoeve van de MER Beheer Haringvlietstuiven. Werkdocument nr. 96.149X, RIZA, Lelystad.
- Jans, L., 1997. Inventarisatie en toepassing ecologische modellen. Definitiestudie instrumentarium waterhuishouding in het natte hart. RIZA werkdocument 97.045X.
- Lammens, E.H.R.R. & S.H. Hosper, 1998. Het voedselweb van IJsselmeer en Markermeer. Trends, gradiënten en stuurbaarheid. RIZA rapport 98.003. ISBN 9036951542.
- Lee, G. van der, H. Duel, S. Groot, H. Aarts & R. Pouwels, 2000. Kwaliteit van het HEP-instrumentarium voor toepassing in het IJsselmeergebied. Alterra, RIZA, WL T2391.
- Lenders, H.J.R., R.S.E.W. Leuven, P.H. Nienhuis, R.J.W. De Rooij & S.A.M. Van Rooij, 2001. BIO-SAFE: a method for evaluation of biodiversity values on the basis of political and legal criteria. Landscape and Urban Planning, 55, 2: 119-135.
- Marchand, M., 1995. Validatie van de Habitat Evaluatie Procedure (HEP); een studie naar de noodzaak en mogelijkheden voor validatie. WL T1630.
- Meijer, M.L., R. Portielje, R. Noordhuis, W. Joosse, M. van den Berg, B. Ibelings, E. Lammens, H. Coops & D. van der Molen, 1999. Stabiliteit van de Veluwevloedmeren. RIZA rapport 99.054, BOVAR rapport 99.06, ISBN 9036952832.
- Molen, D.T. van der, 1997. Beleidsanalyse WSV: eutrofiëring van het zoete oppervlaktewater. Watersysteemverkenningen 1996, RIZA rapport 97.016, ISBN 9036950643.
- Molen, D.T. van der & P.C.M. Boers, 1994. Influence of internal loading on phosphorus concentration in shallow lakes before and after reduction of the external loading. In: E. Mortensen, E. Jeppesen, M. Søndergaard & L.K. Nielsen (eds.), Nutrient Dynamics and Biological Structure in

-
- Shallow Freshwater and Brackish Lakes. 16-20 August 1992, Silkeborg, Denmark. *Hydrobiologia* 275/276: 379-389.
- Molen, D.T. van der, F.J. Los, L. Van Ballegooijen & M.P. Van der Vat, 1994. Mathematical modelling as a tool for management in eutrophication control of shallow lakes. In: E. Mortensen, E. Jeppesen, M. Søndergaard & L.K. Nielsen (eds.), *Nutrient Dynamics and Biological Structure in Shallow Freshwater and Brackish Lakes. 16-20 August 1992, Silkeborg, Denmark. Hydrobiologia* 275/276: 479 - 492.
- Nes, E.H. van, E.H.R.R. Lammens & M. Scheffer, 1996. PISCATOR, a model for the interaction between fish stock and fishery in IJsselmeer and Markermeer. Version 1.0. RIZA werkdokument 96.123X.
- Nes, E.H. van, E.H.R.R. Lammens & M. Scheffer, 2001. PISCATOR, an individual-based model to analyze the dynamics of lake fish communities. Submitted.
- Nes, E.H. van, M. Scheffer, M.S. van den Berg & H. Coops, 2001a. Aquatic macrophytes: restore, eradicate or is there a compromise possible? *Aquatic Botany*, accepted.
- Nes, E.H. van, M. Scheffer, M.S. van den Berg & H. Coops, 2001b. Dominance of submerged macrophytes in eutrophic shallow lakes – when should we expect it to be an alternative stable state? *Aquatic Botany*, accepted.
- Noordhuis, R., D. T. van der Molen & M. van den Berg, 2000. WAVOMIJ, voorspellingsmodel voor watervogels. RIZA werkdokument 2000.093X.
- Platteeuw, M., 1997. Ecologische criteria ter beoordeling van veranderingen in de waterhuishouding van het IJsselmeergebied. Definitiestudie instrumentarium waterhuishouding in het natte hart. RIZA werkdokument 97.161X.
- Portielje, R. & D.T. van der Molen, 1998. Relaties tussen eutrofiëringsvariabelen en systeemkenmerken van de Nederlandse meren en plassen. Deelrapport II voor de Vierde Eutrofiëringsenquête. RIZA rapport 98.007, ISBN 9036951585.
- Portielje, R. & D.T. van der Molen, 1997. Trendanalyse eutrofiëringstoestand van de Nederlandse meren en plassen. Deelrapport I voor de Vierde Eutrofiëringsenquête. RIZA rapport 97.060, ISBN 9036951062.
- Pouwels, R., 2000. LARCH: een toolbox voor de ruimtelijke analyse van een landschap. Alterra rapport 43, Alterra Wageningen.
- Reijnen, R., W.B. Harms, R.P.B. Foppen, R. De Visser & H.P. Wolfert, 1995. Rhine-econet. Ecological networks in river rehabilitation scenarios: a case study for the lower Rhine. Publication 58, DLO, RIZA, RIVM.
- Rijt, C. van de, 1993. EMOE: Ecohydrologisch Model OEverzonering. Vakgroep Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen. Versie 1 en 2.
- Rijt, C. van de & I. Duijnste, 1996. EMOE: Een Ecohydrologisch Model voor Oevervegetatie Estuaria. Versie 3.0 (mei 1996). Vakgroep Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Vierde Nota waterhuishouding, 1998. Water Kader. Vierde Nota waterhuishouding. Regeringsbeslissing. Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

Bijlage: Projectvoorstel Ontwikkeling modelinstrumentarium Driehoeksmosselen

opgemaakt door Rob Portielje (RIZA-WSE)

Inleiding

Driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*) vormen een belangrijke schakel in diverse meerecosystemen. Daar waar in sommige meren (bv. Eem- en Gooimeer) de laatste jaren sprake is van een spectaculaire toename, die met name in het Gooimeer gepaard is gegaan met een forse toename van het doorzicht, is er in andere meren (met name Markermeer) juist sprake van een afname en een verslechterend doorzicht. Door filtratie en het uitscheiden van faecale pellets met relatief hoge bezinksnelheden hebben Driehoeksmosselen een positieve invloed op de helderheid van het water. Anderzijds kunnen mosselen niet goed leven in water dat te troebel is door met name anorganische zwevende stof, waardoor de voedselkwaliteit te laag is. Deze terugkoppeling tussen Driehoeksmosselen en helderheid is derhalve een belangrijk mechanisme in het functioneren van aquatische ecosystemen.

Driehoeksmosselen zijn ook van belang als voornaamste voedselbron voor diverse soorten duikenden. In het Eem- en Gooimeer overschrijden Kuifeend en Tafeleend vrijwel jaarlijks de internationale 1% norm. De beschikbaarheid van een modelinstrumentarium ter voorspelling van de effecten van ingrepen en waterkwaliteitsveranderingen op de populatie Driehoeksmosselen is derhalve ook vanuit het oogpunt van de Vogelrichtlijn van belang.

De monitoring van de ontwikkeling van mosselpopulaties is een arbeidsintensieve, en daardoor dure zaak. Het jaarlijks monitoren van mosselpopulaties is derhalve niet haalbaar zonder extra financiële input. Dit legt echter beperkingen op aan de mogelijkheid voor de ontwikkeling van empirische (data-georiënteerde) modellen die de afhankelijkheid van de ontwikkeling van Driehoeksmosselen van omgevingsfactoren beschrijven. Voor een beter inzicht in de gecombineerde effecten van de verschillende sturende factoren op Driehoeksmosselen is daarom de ontwikkeling van een proces-georiënteerd model gewenst.

In het verleden is er reeds veel onderzoek verricht naar Driehoeksmosselen. Binnen het RIZA is bijvoorbeeld procesonderzoek verricht naar de filtratiesnelheid door mosselen in relatie tot het zwevend stofgehalte en de watertemperatuur. Ook in de internationale literatuur is veel proceskennis terug te vinden (bijvoorbeeld alle literatuur rondom Driehoeksmosselen in Lake Erie, USA). Bundeling van reeds ontwikkelde kennis kan gebruikt worden bij de implementatie van de procesbeschrijvingen in het model.

Methodiek

Tijdens het project wordt een individu-gebaseerd model ontwikkeld, waarin de ontwikkeling van de populatie wordt beschreven aan de hand van zogenaamde 'super-individue', die het aantal mosselen per lengte-klasse weergeven. Deze methodiek is binnen RIZA reeds succesvol toegepast bij de modellering van vis (PISCATOR) en waterplanten (CHARISMA). Deze methodiek lijkt ook zeer geschikt voor Driehoeksmosselen. De lengteverdeling binnen een populatie is van belang voor het kunnen beschrijven van effecten op de waterkwaliteit (bijv. door lengte-afhankelijkheid van filtratiesnelheden). Tevens wordt op deze wijze de beschikbaarheid van substraat beschreven, een cruciale factor voor de ontwikkeling van driehoeksmosselen. Zodra grotere mosselen aanwezig zijn

gaan deze als substraat dienen voor kleine mosselen, en dit leidt tot een zelfversnellend effect op de ontwikkeling van de populatie.

Om koppeling met WAVOMIJ mogelijk te maken dient het model ruimtelijk expliciet te zijn, waarbij per gridcel de systeemkenmerken zoals waterdiepte en bodemtype gedefinieerd worden.

Fasering

- Literatuuronderzoek ter definiëring van de set relevante processen, de mathematische beschrijving daarvan en daar waar mogelijk het toekennen van waarden aan procesparameters.
- Implementatie in een individu-gebaseerd model
- Kalibratie en validatie