

Modelinstrumentarium ecologische oppervlaktewaterkwaliteit

Modelinstrumentarium ecologische oppervlaktewaterkwaliteit

Ecologische modellering van kleine lijnvormige wateren in relatie tot waterstroming en nutriëntengehalte

**Uitgevoerd binnen het DWK programma 362 (Waterbeheer)
in opdracht van het Ministerie van LNV**

**J.W.H. Elbersen
P.F.M. Verdonschot
E.P. Querner
A.G. Hermans
M.F. Smit
M.H.J. Jeuken**

Alterra-rapport 838

Alterra, Wageningen, 2003

REFERAAT

Elbersen, J.W.H., P.F.M. Verdonshot, E.P. Querner, A.G. Hermans, M.F. Smit & M.H.J. Jeuken, 2003. *Modelinstrumentarium ecologische van oppervlaktewaterkwaliteit; Ecologische modellering kleine lijnvormig wateren in relatie tot waterstroming en nutriëntengehalte* Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 838. 82 blz.; 17 fig.; 8 tab.; 37 ref.

DLO onderzoekprogramma Waterbeheer 362. Ontwikkeling van de Modellenketen Waterbeheer; een koppeling van bestaande modellen voor de component hydrologie (modellen SOBEK/SIMGRO), voor de component stofstromen (breed eutrofiëringsmodel NUSWA (-Lite) en voor de aquatische ecologie(aquatich-ecologisch voorspellingsmodel EKO). Er is inmiddels 4 jaar geïnvesteerd in dit project. De modellenketen is getest op beekloop en stroomgebiedniveau in Noord-oost Twente (Springendal resp. Hollandse Graven.

Trefwoorden: modellenketen, ecologische modellering, EKO, NUSWA(-lite), SOBEK, SIMGRO

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door €21,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 838. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2003 Alterra
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info@alterra.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Achtergrond	11
1.2 Aanleiding	11
1.3 Leeswijzer	12
2 Het concept van de modellenketen	13
2.1 Het 5-S-model	13
2.2 Modellen	14
2.3 Model- en expertsysteem koppelingen	15
3 Waterkwantiteitsmodules	17
3.1 Inleiding	17
3.2 Beschrijving van het model SOBEK	17
3.3 Beschrijving van het model SIMGRO	17
4 Waterkwaliteitsmodules	21
4.1 Inleiding	21
4.2 Beschrijving NUSWA	21
4.3 Beschrijving NUSWA-Lite	24
5 Aquatisch-ecologische module	27
5.1 Inleiding	27
5.2 Beschrijving EKO	27
5.3 De cenotypenbenadering in kort bestek	28
6 Operationalisering modelkoppeling	33
6.1 Inleiding	33
6.2 Koppeling NUSWA(-lite) en SOBEK/SIMGRO	33
6.3 Koppeling SOBEK/SIMGRO, NUSWA(-lite) en EKO	35
7 Test modellenketen voor Springedalse beek scenario's	37
7.1 Inleiding	37
7.2 Scenario's	37
7.3 Schematisatie en gegevens	40
7.4 Terugvoorspellingsresultaten Springedalse beek	44
7.4.1 Waterkwantiteit (SOBEK)	44
7.4.2 Waterkwaliteit (NUSWA)	46
7.4.3 Aquatische Ecologie (EKO)	48
7.5 Conclusies	49
8 Test modellenketen voor stroomgebied Hollandse Graven scenario's	51
8.1 Inleiding	51

8.2	Scenario's	51
8.3	Schematisatie en gegevens	52
8.4	Resultaten voorspelling Hollandse Graven scenario's	55
8.4.1	Waterkwantiteit (SIMGRO)	55
8.4.2	Waterkwaliteit (NUSWA-Lite)	56
8.4.3	Aquatiscche ecologie (EKO)	57
8.5	Conclusies	58
9	Conclusies en doorkijk naar toekomst	59
	Literatuur	63
	Bijlagen	
1	Cenotypen omschrijving voor Overijssel	67
2	Ontwikkelingsreeksen binnen cenotypen (EKOO)	69
3	Conversieprogramma NUSWA-EKO	77
4	Verslagen workshop Modellenketen Hollandse Graven	79

Woord vooraf

Het voorliggende rapport is een product van onderzoek dat is uitgevoerd binnen het DLO (Dienst Landbouwkundig Onderzoek) onderzoeksprogramma Waterbeheer 362, gefinancierd door DWK (Directie Wetenschap en Kennisoverdracht van het Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij LNV). In het programma 362 is 4 jaar lang (1998-2002) 'wateronderzoek voor een vitaal platteland uitgevoerd', waaronder het project 'Ecologische modellering kleine lijnvormige wateren in relatie tot waterstroming en nutriëntengehalte'. Dit project is een vervolg op de projecten 'Waterkwaliteit kleine lijnvormige wateren' en 'Ecosysteemeffecten van regionale wateren' die beide liepen in de periode 1999-2000 van het onderzoeksprogramma. Het project heeft een operationele 'tool' opgeleverd (modellenketen van waterkwantiteit, waterkwaliteit en ecologie) welke kan worden toegepast voor meerdere problemen die op regionale schaal spelen, bijvoorbeeld in het kader van de herstructurering van de varkenshouderij, maar meer actueel in het kader van WB21 en de Kaderrichtlijn Water

Samenvatting

Maatschappelijke ontwikkeling, ontwikkeling van een duurzame groene ruimte, natuurontwikkeling, milieukwaliteit, integraal waterbeheer en stroomgebiedsbeheer vragen om realisatie van waterbeheerdoelen. Voor de realisatie zijn twee aspecten van belang.

- Ten eerste staat de bindende rol van water in het denken over en werken met watersystemen, stroomgebieden en waterbeheerseenheden voorop. Integraal denken over watersystemen en de processen die de werking en kwaliteit bepalen.
- Ten tweede is de implementatie van die kennis van even groot belang.

Als 'tool' hiervoor is in dit project het modelinstrumentarium ecologische oppervlaktewaterkwaliteit ontwikkeld, wat een koppeling is van bestaande modellen voor ecologie, waterkwaliteit en -kwantiteit. Bij aanvang zijn vijf typen modellen voorzien :

- voor de component hydrologie; een hydrologisch/hydraulisch model
- voor de component stofstromen; een breed eutrofiëringsmodel
- voor de structuurcomponent; een geomorfologisch model (in ontwikkeling in NOPII kader)
- voor de aquatische ecologie; een aquatisch-ecologisch model
- voor de ecohydrologie; een vegetaie-hydrologisch model

Er is gestart met de koppeling van 3 van de bovengenoemde 5 benodigde modellen: het hydrologisch/hydraulisch model, het eutrofiëringsmodel en het aquatisch ecologisch model. Er is inmiddels 4 jaar geïnvesteerd in dit project. Geleidelijk is er een samenwerking zowel binnen Alterra als daarbuiten met de betrokkenen in het proefgebied opgebouwd. Er is een integraal netwerk van deelnemers ontstaan wat onderlinge goodwill, kennis en potentie heeft opgeleverd.

De opbouw van de ecologische systeembeschrijving is gebaseerd op de volgende 5 factorcomplexen: Systeemvoorwaarden – Strooming – Structuren – Stoffen – Soorten, waaronder de factoren en processen en hun onderlinge samenhang vallen (inclusief de terugkoppelingsmechanismen). In de modellenketen zijn vooralsnog de S-en Strooming, Stoffen en Soorten opgenomen. De modellenketen is gebouwd uit in eerste instantie 3 beschikbare modellen/expertsystemen

- voor de component hydrologie; een hydrologisch/hydraulisch model (SOBEK, later SIMGRO)
- voor de component stofstromen; een breed eutrofiëringsmodel (NUSWA, later NUSWA-lite)
- voor de aquatische ecologie; een aquatisch-ecologisch model (CenotypeModel genaamd EKO).

De modelkoppeling is in eerste instantie voor een proefgebied in Overijssel (Springendal) geoperationaliseerd. Invoer, uitvoer, temporele – en ruimtelijke schaal

van parameters zijn op elkaar afgestemd zodat de modellen ook daadwerkelijk als keten berekeningen aankunnen. Dit houdt in dat er een koppeling is tussen NUSWA(-lite_ en SOBEK (later SIMGRO) voor respectievelijk nutriënten en waterkwantiteit. En er is een koppeling tussen deze beide modellen en EKO (macrofaunalevensgemeenschap in stromende wateren).

De modellenketen is getest voor de Springendalse beek door middel van terugvoerspelde scenario's. Deze zijn afgeleid uit de in het verleden genomen herstelmaatregelen in het stroomgebied Springendal, waarvan inmiddels (enig) resultaat is gemeten in de vorm van macrofaunamonsters welke toegedeeld zijn aan typen door EKO. Aan deze toedelingen zijn de voorspellingsresultaten getoetst. Ook de simulaties door NUSWA (nutriënten) en SOBEK (hydrologie) zijn aan de werkelijke waarnemingen getoetst. De simulaties van de abiotische milieuomstandigheden in het beekstelsysteem kwamen redelijk overeen met de metingen alsook de ecologische toestand, uitgedrukt in het type van macrofaunagemeenschap (62% goed voorspeld).

Vervolgens is de modellenketen getest op een groter stroomgebied: Hollandse Graven. In plaats van SOBEK is hier SIMGRO ingezet om technisch inhoudelijke redenen. Dat geldt ook voor de inzet van NUSWA-lite voor NUSWA. Voor Hollandse Graven zijn daadwerkelijke voorspellingen gedaan voor de middellange termijn (circa 2018) op basis van scenario's die in overleg met de waterbeheerders en andere betrokkenen waren benoemd. Als gebruikers speelden de provincie Overijssel, het waterschap Regge & Dinkel, de Watermaatschappij Overijssel, Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten een rol. De resultaten hiervan zijn positief, maar geven wel aanleiding tot met name een nadere gevoeligheidsanalyse van de modellenketen; met andere woorden van de voorspellingskracht en het onderscheidend vermogen. Hiervoor was binnen het project geen ruimte meer.

Desalniettemin is met dit project een bruikbare koppeling gemaakt tussen waterkwantiteit, waterkwaliteit en ecologie en zijn de resultaten hoopgevend voor verdere ontwikkeling en invulling van de modellenketen. Technisch inhoudelijke conclusies en een doorkijk naar de mogelijkheden voor de toekomst worden in hoofdstuk 9 van dit rapport gegeven.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Maatschappelijke ontwikkeling, ontwikkeling van een duurzame groene ruimte, natuurontwikkeling, milieukwaliteit, integraal waterbeheer en stroomgebiedsbeheer vragen om realisatie van waterbeheerdoelen. Voor de realisatie zijn twee aspecten van belang.

- Ten eerste staat de bindende rol van water in het denken over en werken met watersystemen, stroomgebieden en waterbeheerseenheden voorop. Integraal denken over watersystemen en de processen die de werking en kwaliteit bepalen.
- Ten tweede is de implementatie van die kennis van even groot belang.

In de eerste twee jaar van programma 362 hebben een aantal onderzoekers van het toenmalige Staringcentrum en Instituut voor Bos en Natuuronderzoek (IBN) deze thema's opgepakt en een proces in gang gezet om kennis te bundelen en waar nodig aan te vullen, deze kennis toe te passen in een proefgebied en de verkregen 'tools' naar de gebruikers uit te dragen. Onder 'tools' valt in dit geval het modelinstrumentarium ecologische oppervlaktewaterkwaliteit, wat een koppeling is van bestaande modellen voor ecologie, waterkwaliteit en -kwantiteit. De 'tools' moeten voor meerdere problemen die op regionale schaal spelen kunnen worden toegepast, bijvoorbeeld in het kader van de herstructurering van de varkenshouderij, maar meer actueel in het kader van WB21 en de Kaderrichtlijn Water.

1.2 Aanleiding

Binnen het programma waterbeheer is gekozen voor het bijeen brengen en op punten aanpassen van het beschikbare model- en expert-instrumentarium (de zogenaamde 'toolkit'), het toepassen van dat instrumentarium in een proefgebied en het naar een brede gebruikersgroep uitdragen van de resultaten en mogelijkheden. De opzet van deze 'toolkit' beoogde op polder- of stroomgebiedsniveau de relatie tussen de ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater, de waterkwantiteit en het gebruik (in brede zin van landbouwkundig gebruik tot effecten van inundatie) te kunnen inschatten. Binnen dit instrumentarium zijn modellen en expertsystemen aan elkaar gekoppeld en op elkaar aangepast. Dit is geen 'achter het bureau activiteit' geweest maar een daadwerkelijk proces van ontwikkeling in een proefgebied met gebruikers (provincie, waterbeheerder, waterwinmaatschappij) als partner.

Bij aanvang zijn vijf typen modellen voorzien (zie ook 5-S-model in hoofdstuk 2):

- voor de component hydrologie; een hydrologisch/hydraulisch model
- voor de component stofstromen; een breed eutrofiëringsmodel
- voor de structuurcomponent; een geomorfologisch model (in ontwikkeling in NOPII kader)
- voor de aquatische ecologie; een aquatisch-ecologisch model
- voor de ecohydrologie; een vegetaie-hydrologisch model

Er is gestart met de koppeling van 3 van de bovengenoemde 5 benodigde modellen: het hydrologisch/hydraulisch model, het eutrofiëringsmodel en het aquatisch ecologisch model. Als proefgebied is noord-oost Twente (stroomgebied Hollandse Graven) gekozen. Als gebruikers speelden de provincie Overijssel, het waterschap Regge & Dinkel, de Watermaatschappij Overijssel, Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten een rol. Er is inmiddels 4 jaar geïnvesteerd in dit project. Geleidelijk is er een samenwerking zowel binnen Alterra als daarbuiten met de betrokkenen in het proefgebied opgebouwd. Er is een integraal netwerk van deelnemers ontstaan wat onderlinge goodwill, kennis en potentie heeft opgeleverd.

Gebruikerswensen

De gebruikers zijn bijeen gebracht om te inventariseren wat hun daadwerkelijke vragen en problemen zijn. Hier kwamen vragen zoals effecten van inundatie bij beekherstel, effecten van verplaatsing van waterwinningen en bemestingsnormen aan bod. De vraag om een voorspelling van effecten op waterkwantiteit, waterkwaliteit en ecologie van voorgenomen handelingen (of dit nu functietoekenning betreft of daadwerkelijk beheersingrepen) was de bindende factor. Beleid en beheer vragen wel om verschillende ruimtelijk schaal, aard van uitspraken en mate van detail.

Marktvraag

De vraag naar het voorliggende product strekt verder dan de "partijen" die in Overijssel om de tafel zaten. Problemen met beoogde inundatiezones, beekherstelprojecten, evenwichtsbemesting, grondwaterstandswijzigingen (denk aan GGOS) en gebiedsgedifferentieerde normstelling zijn enkel voorbeelden van vragen die de komende jaren op zullen komen bij regionale water- en natuurbeheerders, provincies, LNV en VROM.

1.3 Leeswijzer

De voorliggende rapportage is als volgt opgebouwd:

Hoofdstuk 2: Uiteenzetting van het concept van de modellenkoppeling

Hoofdstuk 3: Technische achtergrond van de waterkwantiteitsmodules

Hoofdstuk 4: Technische achtergrond van de waterkwaliteitsmodules

Hoofdstuk 5: Technische achtergrond van de aquatische ecologische module

Hoofdstuk 6: Operationalisering van de modelkoppelingen

Hoofdstuk 7: Test modellenketen voor Springendaalse beek scenario's

Hoofdstuk 8: Test modellenketen voor Stroomgebied Hollandse Graven

Hoofdstuk 9: Conclusies en doorkijk naar toekomst

2 Het concept van de modellenketen

2.1 Het 5-S-model

De opbouw van de ecologische systeembeschrijving is gebaseerd op de volgende 5 factorcomplexen: Systeemvoorwaarden – Stroming – Structuren – Stoffen – Soorten. De factoren en processen en hun onderlinge samenhang (inclusief de terugkoppelingsmechanismen) van deze 5 S-en kunnen modelmatig worden weergegeven in het zogenaamde 5-S-model (figuur 2.1) (Verdonschot *et al.* 1995)

Systeemvoorwaarden

Het klimaat, de geologie en de geomorfologie spelen op een hoog ruimtelijk, temporeel en procesmatig schaalniveau. Op dit niveau spelen ook de gevolgen van een aantal grootschalige menselijke activiteiten beïnvloede factoren zoals atmosferische depositie en klimaatveranderingen.

Stroming

De combinatie van systeemvoorwaarden bepaalt in belangrijke mate de hydrologie van een stroomgebied. De hydrologie is bepalend voor de levensgemeenschap. Op het niveau van het stroomgebied zijn de belangrijkste waterkwantiteitsprocessen: neerslag, verdamping door vegetatie en open water, oppervlakkige en ondiepe afstroming, infiltratie, kwel, ondiepe en diepe grondwaterstroming.

Structuren

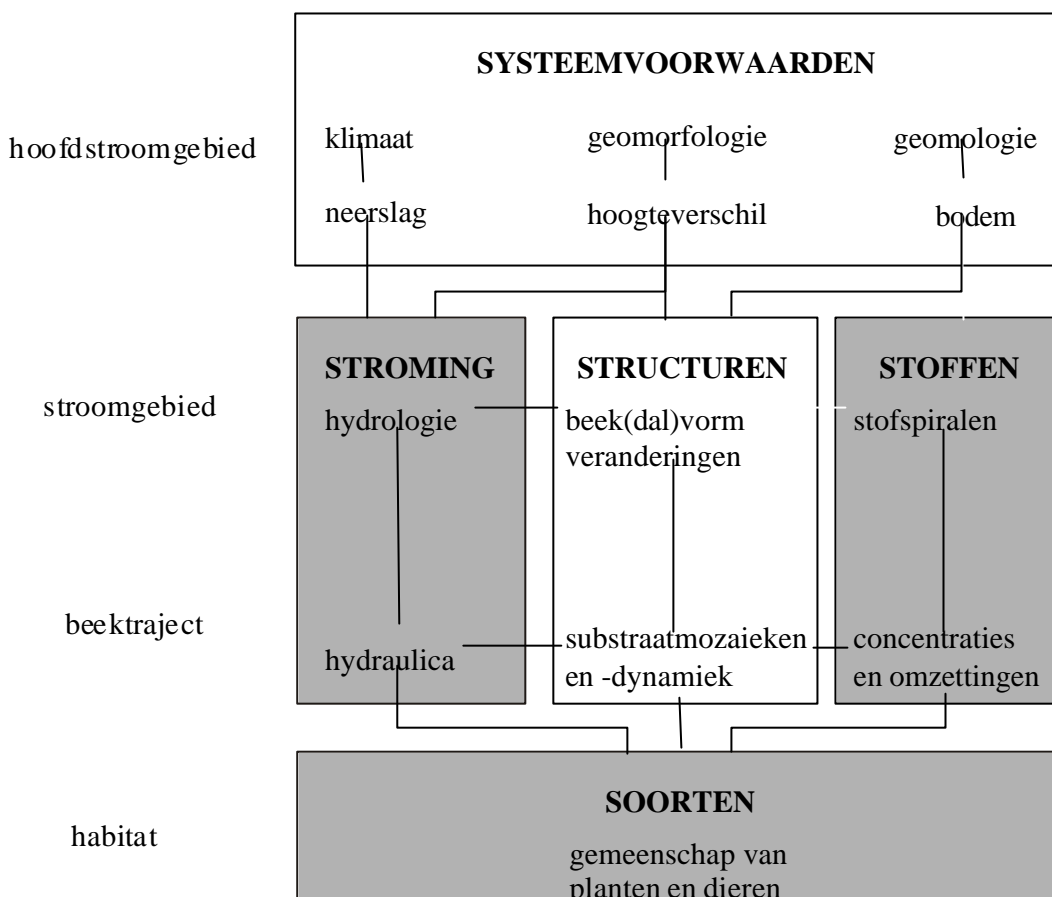
De waterstromen hebben ook een belangrijk effect op de vorm van (in dit geval) een beek en beekdal. Dit geldt voor de ontwikkeling van het lengte- en dwarsprofiel en voor het ontstaan en verdwijnen van structuren in de beek zoals substraatmozaïeken, bladdammen en detrituszones. De vorm van de beek geeft differentiatie in structuren van de beekbodem en beekoevers. Meanderontwikkeling, overstroming en verlanding leiden in het beekdal ook tot lokale ruimtelijke patronen in bodemsamenstelling. Samen met verschillen in kwel- en infiltratiestromen leidt dit tot een verscheidenheid aan levensomstandigheden. Ook waterplanten zorgen voor vormverschillen door o.a. variaties in de stroomsnelheden.

Stoffen

De stofstromen in een systeem (het chemisch aspect) volgen de bovengenoemde waterstromen. In een natuurlijk beekdalsysteem zal er een toename van opgeloste stoffen (met name voedingsstoffen) waarneembaar zijn in het afstromende water (accumulatie benedenstrooms). Een gevolg van voedingsstoffen die vrijkomen uit de mineralisatie van organisch materiaal en vervolgens inzijgen/afstromen. Door opnamen van stoffen door planten en dieren treden ook kringlopen op, die door de afstroming van water in 1 richting zoals in beeksystemen de vorm van spiralen krijgen.

Soorten

Zoals uit bovenstaande alinea's blijkt bestaan in het stroomgebied enkele belangrijke gradiënten gaande van hoog naar laag van waterkwantiteit (droog naar nat) en chemie (voedselarm naar voedselrijk). De samenstelling van de aquatische levensgemeenschap is gerelateerd aan deze gradiënten. De levengemeenschappen zijn gevolgvariabelen van de processen en de daaruit ontstane abiotische patronen .



Figuur 2.1 5-S-model, daarin in grijs aangegeven welke S-en de modellenketen zitten.

2.2 Modellen

In de modellenketen zijn voornamelijk de S-en Strooming, Stoffen en Soorten opgenomen (figuur 2.1). De modellenketen is gebouwd uit in eerste instantie 3 beschikbare modellen/expertsystemen

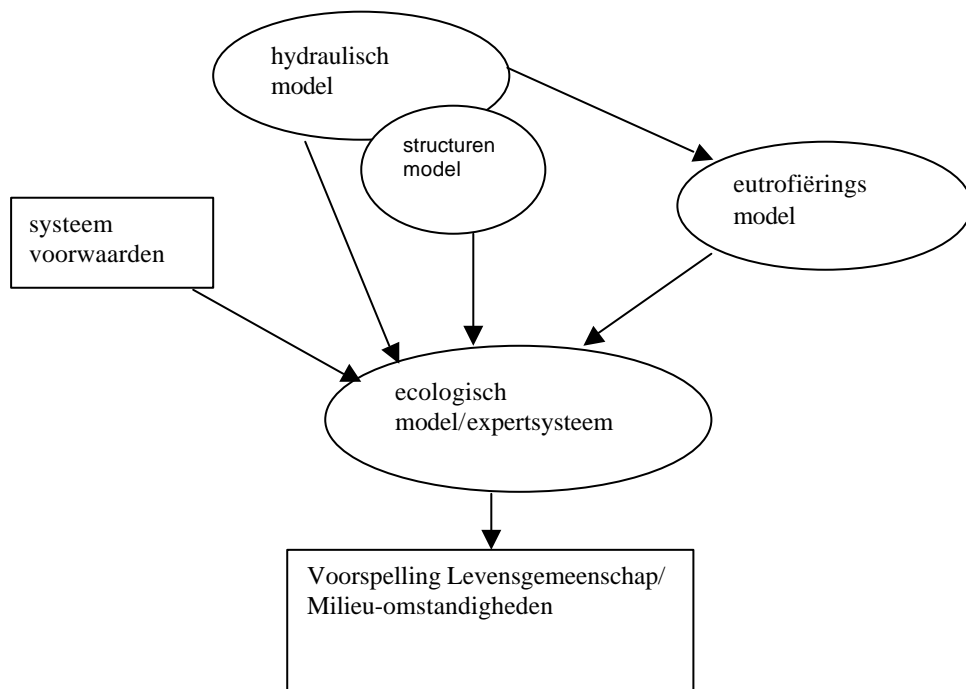
- voor de component hydrologie; een hydrologisch/hydraulisch model (SOBEK, later SIMGRO)
- voor de component stofstromen; een breed eutrofiëringsmodel (NUSWA, later NUSWA-lite)
- voor de aquatische ecologie; een aquatisch-ecologisch model (CenotypeModel genaamd EKO).

2.3 Model- en expertsysteem koppelingen

De eerste stappen bestonden uit het bijeen brengen van de mensen en het elkaar informeren over modelmogelijkheden, achtergronden en visies. De verschillende denkwerelden werden daarop concreet gemaakt en gesynthetiseerd. Zo rekent bijvoorbeeld het hydraulisch model nu op uurbasis of indien wenselijk op een nog kleinere tijdstap basis. Het eutrofiëringsmodel rekent meestal op dagbasis. De resultaten worden op dagbasis weggeschreven en door een nabewerkingsprogramma geaggregeerd tot waarden die nodig zijn voor de te koppelen modellen. Om bijvoorbeeld voor een bepaald jaar de samenstelling van waterplanten in te schatten zijn de gemiddelde concentratie aan ammonium en fosfaat voor het zomer- en winterhalfjaar nodig. Hiermee kunnen vervolgens de concentraties per dag worden gegenereerd. Het ecologisch model voorspelt op basis van toestanden. De koppelingen tussen de modellen zijn zodanig gemaakt opgezet dat het instrumentarium ter zijne tijd eenvoudig in het Framework Integraal Waterbeheer kan worden opgenomen.

Project 1: de koppeling van de verschillende model- en expertsystemen.

In onderstaand schema (figuur 2.2) staat weergegeven hoe de gewenste modelkoppeling samengesteld gaat worden. Voordat de koppelingen tot stand komen is het van belang te weten wat ieder model nodig heeft of kan genereren op basis van de huidige kennis, maar ook wat wenselijk is. De in ontwikkeling zijnde ecologische modellen zijn gebaseerd op basis van meetgegevens van de waterbeheerders. Deze zijn meestal niet vaker dan één keer per maand (en vaak nog veel minder frequent) gemeten.



Figuur 2.2 Schematische weergave van de gewenste modelkoppeling.

Project 2: de opschaling naar regionaal niveau

Het is van belang om een goede opschalingmethodiek voor een gebied te hebben. Daarom is in eerste instantie gewerkt aan een opschalingsmethodiek voor hoog-Nederland, waarbij lokale processen naar regionaal niveau worden opgeschaald. In een later stadium zal worden gewerkt aan een methodiek voor andere delen van Nederland. Het proefgebied en de te gebruiken modellen waren bedoeld om de details in de modellen en de problemen van verschillende beheerders op locatie op te kunnen schalen naar regionaal niveau. Opschaling was en is een belangrijk thema binnen het project en zeker ook voor het vervolg hierop. Vanuit de ecologie is geprobeerd zowel intrinsiek van organisme-factor naar gemeenschap-regionale parameter, ruimtelijk van lokaal naar regionaal en temporeel van moment naar periode op te schalen.

3 Waterkwantiteitsmodules

3.1 Inleiding

In deze studie is voor de waterkwantiteitsberekeningen gebruik gemaakt van twee modelprogramma's: SOBEK en SIMGRO.

Bij de eerste pilot met de modelketen voor de Springendalse beek (hoofdstuk 7) is SOBEK gebruikt. Bij de pilotstudie voor het gehele stroomgebied van de Hollandse Graven (hoofdstuk 8) is SIMGRO gebruikt. Beide modules zijn in dit hoofdstuk kort beschreven, alsmede de motivatie om over te stappen van SOBEK naar SIMGRO.

3.2 Beschrijving van het model SOBEK

SOBEK is een modelprogramma ontwikkeld door WL Delft Hydraulics. Voor een volledige beschrijving van het programma wordt verwezen naar de handleiding (WL Delft Hydraulics, 2001). Hier volgt in het kort de werking van SOBEK met de modules Rainfall-Runof (RR) en Channel Flow (CF).

De RR-module berekent de afvoer naar het oppervlaktewater bij een opgegeven neerslag. Processen als oppervlakkige afstroming, drainage, berging in de verzadigde en onverzadigde zone, gewasverdamming, capillaire opstijging en percolatie worden gesimuleerd. De berekende afvoer is input voor de CF-module.

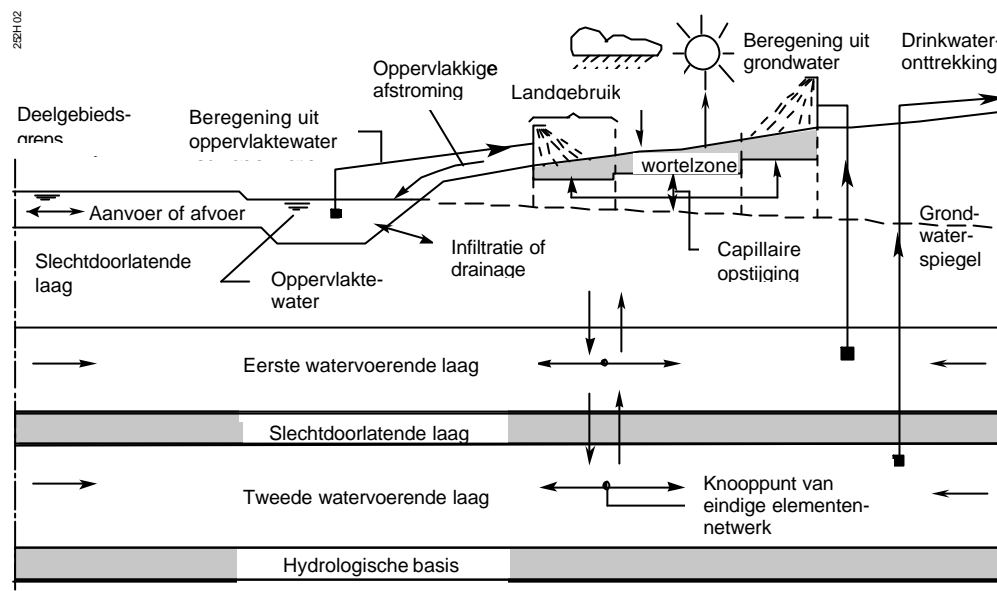
De CF-module berekent waterstanden en debieten in een één-dimensionaal oppervlaktewaternetwerk. Hiertoe worden de Saint-Venant vergelijkingen (continuïteits- en momentumvergelijking) numeriek opgelost. Het oppervlaktewaternetwerk wordt opgebouwd uit knooppunten en tussenliggende segmenten. Waterstanden worden berekend op de knooppunten en debieten worden berekend van de tussenliggende segmenten.

In deze studie is SOBEK niet gebruikt voor het berekenen van de waterkwaliteit. De optie fractieberekeningen van de module Water Quality (WQ) is echter wel aangewend om de communicatie tussen SOBEK en NUSWA (de waterkwaliteitsmodule in deze modellenketen) mogelijk te maken. Een WQ-segment is een verzameling van CF-segmenten en knooppunten. Per WQ-segment wordt de waterbalans per tijdstap opgeslagen (zie ook paragraaf 5.2).

3.3 Beschrijving van het model SIMGRO

Om de effecten van waterhuishoudkundige ingrepen in een gebied te kunnen kwantificeren, is het regionale model SIMGRO ontwikkeld. SIMGRO beschrijft de stroming in de verzadigde zone, de onverzadigde zone en het oppervlaktewater (Querner & Van

Bakel, 1989; Veldhuizen et al., 1998). In figuur 3.1 is een schematisch beeld gegeven van het model. Het niet-stationaire karakter van dit model, waarbij de interactie tussen de hydrologische processen in grond- en oppervlaktewater van belang zijn, maakt het mogelijk de variaties binnen het hydrologisch systeem door veranderende randvoorwaarden, zoals de weersomstandigheden, te beschrijven.



Figuur 3.1 Waterhuishouding in een gebied schematisch weergegeven (Querner & Van Bakel, 1989)

Voor het beschrijven van de grondwaterbeweging in de verzadigde zone is een schematisatie toegepast in watervoerende en weerstandbiedende lagen (figuur 3.1). Een driehoeksnetwerk vormt de meetkundige basis van de numerieke berekening van grondwaterstroming met de methode van eindige elementen. In een watervoerende laag treedt horizontale stroming op en in een weerstandbiedende laag alleen verticale stroming. Op deze wijze wordt de verzadigde grondwaterstroming quasi-driedimensionaal beschreven.

Voor de berekening van het vochttransport in de onverzadigde zone worden twee reservoirs beschouwd, één voor de wortelzone en één voor de ondergrond. Toevoeging aan of onttrekking uit het systeem van de wortelzone zijn neerslag, beregening, evapotranspiratie, capillaire flux en percolatie. Als de vochtvoorraad in de wortelzone behorende bij het evenwichtsprofiel wordt overschreden, zal het overtollige vocht als percolatie naar de ondergrond gaan. Dit is de grondwateraanvulling voor de verzadigde zone. Als er minder vocht dan behorende bij het evenwichtsprofiel in de wortelzone aanwezig is, kan er een capillaire flux optreden. Met de percolatie of capillaire flux uit de onverzadigde zone rekent het model in de bovenste laag van het verzadigde deel een verandering van de grondwaterstand uit. Het vochttransport in de onverzadigde zone wordt op een pseudo-stationaire wijze benaderd, dat wil zeggen volgens een opeenvolging van stationaire situaties.

Een ontwateringsmiddel is actief als de grondwaterstand en/of de oppervlaktewaterstand hoger is dan de bodem van het ontwateringsmiddel. Afhankelijk van de omstandigheden is er sprake van drainage of infiltratie. De drainage wordt berekend met de formules van Ernst (Ernst, 1978).

De waterbalans van een afwateringseenheid wordt gesimuleerd met één reservoir voor het geheel van grotere en kleinere waterlopen. Voor ieder reservoir wordt een relatie afgeleid tussen berging en peil, de zogenaamde bergingsrelatie, en tussen afvoer en peil, de afvoerrelatie. De afwatering van een gebied wordt gesimuleerd met een netwerk van reservoirs. De netwerkstructuur definieert de wijze waarop de reservoirs een cascade vormen.

Voor de onverzadigde zone en de verzadigde zone rekent SIMGRO in het algemeen met tijdstappen van 1 dag. Het oppervlaktewatersysteem in het model wordt daarentegen met veel kleinere tijdstappen (0,5-2 uur) doorgerekend. De interactie tussen het grondwater en het oppervlaktewater wordt voor deze kleinere tijdstap berekend. De grondwaterstand blijft in die periode constant, maar het waterpeil varieert en de berekende drainage of infiltratie wordt gesommeerd. Bij de volgende tijdstap voor het grondwater wordt deze gesommeerde drainageflux gebruikt om een nieuwe grondwaterstand te berekenen.

De redenen voor de omschakeling van SOBEK naar SIMGRO zijn:

- SIMGRO is in 2001 voorzien van een GIS-schil hetgeen de gebruiksvriendelijkheid enorm heeft verbeterd.
- De onverzadigde zone en de drainage naar het oppervlaktewater wordt beter gesimuleerd in SIMGRO.
- De ruimtelijke schematisatie kan in SIMGRO veel gedetailleerder gebeuren. Dit geeft een grotere betrouwbaarheid en laat scenario's toe waarin lokaal veranderingen doorgevoerd kunnen worden.
- Een model voor een groter gebied is in SIMGRO sneller op te bouwen. Ook het opbouwen van diverse scenario's gaat sneller.
- De rekentijd van SOBEK met de combinatie RR-module CF-module is lang. Dit maakt het niet haalbaar SOBEK voor het gehele stroomgebied van de Hollandse Graven in te zetten.

•
Er is één voordeel van SOBEK ten opzichte van SIMGRO: De CF-module in SOBEK berekent de waterstroming in de beek hydraulisch. Het oppervlaktewater in SIMGRO is vereenvoudigd tot een reservoir per afwateringseenheid. Alles beschouwd echter beter een SIMGRO-model dat qua waterstanden iets minder nauwkeurig is, maar wel rekent met beekafvoeren die dicht bij de gemeten afvoeren liggen.

4 Waterkwaliteitsmodules

4.1 Inleiding

Voor het gedrag van nutriënten in oppervlaktewater zijn door Alterra twee fysisch-mathematische modellen ontwikkeld. Hiervan is NUSWA (NUtriënts in Surface WAters) het meest uitgebreide met een gedetailleerde beschrijving van de stikstof- en fosforcycli en de zuurstofhuishouding in zowel de watercompartimenten als de sedimentlagen. Daarnaast bevat het model ook een module voor de groei en het afsterven van kroos of wortelende waterplanten in de de watercompartimenten. Hiermee kunnen nutriënten worden vastgelegd of vrijkomen.

NUSWA-Lite is een van NUSWA afgeleid model met versimpelde procesbeschrijvingen voor stikstof (N) en fosfor (P), zonder de zuurstofhuishouding, maar wel met een fosfaatsorptie beschreven als een gelumppt proces aan een enkele fractie organisch materiaal aanwezig in het watercompartiment.

Zowel NUSWA als NUSWA-lite leveren uitvoer op dagbasis en worden in het kort in de hierna volgende paragrafen beschreven. In de modellenketen is gebruik gemaakt van beide nutriëntenmodellen. In de Springendalse beek-pilot (hoofdstuk 7) is gekozen voor het uitgebreidere NUSWA model, terwijl voor simulaties in het Hollandse Graven stroomgebied (hoofdstuk 8) een koppeling is gerealiseerd met NUSWA-Lite. De motivatie achter deze keuze was in hoofdzaak de beperkt beschikbare tijd voor een uitgebreidere modelcalibratie.

4.2 Beschrijving NUSWA

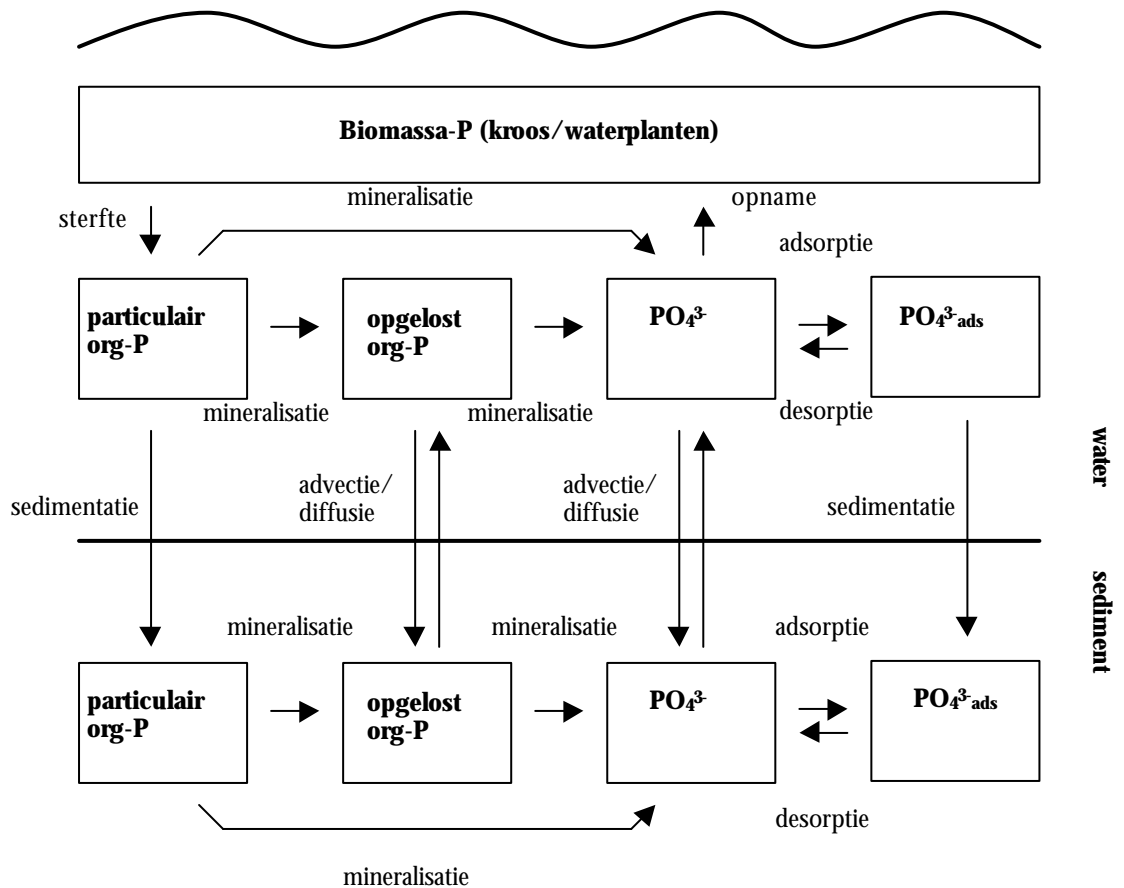
NUSWA is opgebouwd uit een reeks gekoppelde watercompartimenten. Elk watercompartiment heeft een sedimentcompartiment bestaande uit één of meerdere bodemlagen. De waterbalans voor een watercompartiment volgt in het algemeen uit de uitvoer van een hydraulisch model: de volumeverandering is het verschil tussen instroom en uitstroom. Voor het sediment zal het watervolume (poriewater) in de meeste gevallen constant blijven: instroom (bijvoorbeeld kwel) in de onderste laag is gelijk aan de uitstroom in de bovenste laag naar het watercompartiment. Een uitzondering hierop is het poriewater dat ingesloten raakt bij sedimentatie van organisch (plant)materiaal. Omdat de waterbalansen extern worden aangeleverd ligt het voor de hand dat ook de hierbij behorende schematisering en rekenvolgorde tegelijk worden meegeleverd.

De stofconcentraties in een watercompartiment worden berekend uit de massabalans, uitgaande van volledige menging, en met inachtnaam van de volgende termen:

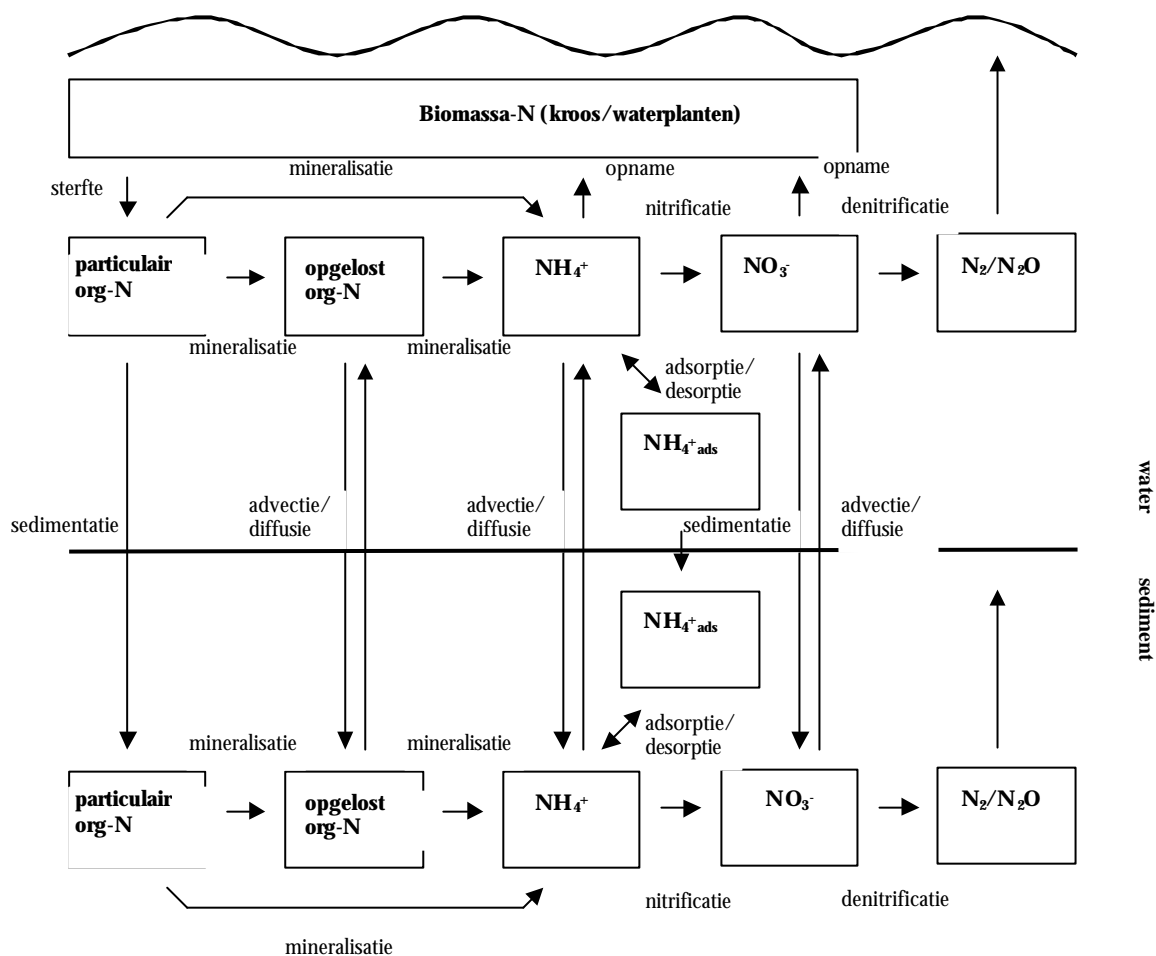
- aanvoer vanuit en afvoer naar verbonden watercompartimenten;
- atmosferische belasting (alleen natte depositie);

- puntbelastingen en onttrekkingen (bv. RWZI's of drinkwateronttrekkingen);
- drainage- of kwelbelasting vanuit het sediment (advectief én diffusief transport);
- infiltratie- of wegzijgingsbelasting naar het sediment (advectief én diffusief transport);
- open water verdamping (indikking);
- ad- en desorptie aan zwevend organisch materiaal;
- sedimentatieverliezen naar het sediment (bezinking van organisch materiaal);
- eerste orde opname, afbraak en omzettingsprocessen (bijvoorbeeld afbraak biomassa, mineralisatie, nitrificatie, etc.);
- nulde orde opname, afbraak en omzettingsprocessen (bijvoorbeeld groei biomassa).

De gemodelleerde stikstof- en fosforcyclus voor zowel het watercompartiment als het sedimentcompartiment zijn schematisch weergegeven in figuren 4.1a en b.



Figuur 4.1a Fosforcyclus in NUSWA



Figuur. 4.1b Stikstofcyclus in NUSWA

Een aantal processen, met name groei en afbraak van biomassa, mineralisatie en nitrificatie, is van invloed op de zuurstofhuishouding. Ook denitrificatie is sterk afhankelijk van de zuurstofconcentratie. Derhalve zijn de zuurstof- en BZV-huishouding (Biochemisch Zuurstof Verbruik) voor zowel het watercompartiment als de sedimentlagen meegenomen in de NUSWA formulering. Andere O₂/BZV aanvoer- en verliestermen zijn:

- re-aëratie aan het wateroppervlak vanuit de atmosfeer;
- aanvoer vanuit en afvoer naar verbonden watercompartimenten (advectief transport);
- afvoer naar de bovenste laag van het sedimentcompartiment (advectief en diffusief transport);
- diffuse belastingen (bijvoorbeeld buisdrainage of oppervlakkige afvoer);
- puntbelastingen (bijvoorbeeld lozing van een RWZI).

De huidige versie van NUSWA kent 2 opties voor de modellering van levende biomassa, namelijk een drijvende waterplant (hier: kroos) of wortelende

waterplanten. Wortelende waterplanten zullen de dominante biomassa zijn in beken, zoals de Springendalse Beek. Kroos zal vaker voorkomen in perceelssloten.

De massaverandering voor kroos of waterplanten in een watercompartiment wordt beschreven als het netto resultaat van groei minus afsterving. Alleen voor kroos moet nog rekening worden gehouden met uitwisseling tussen gekoppelde compartimenten op basis van netto debieten en voorkomende kroosconcentraties.

De groei is geformuleerd als een 0^e-orde proces aan de hand van het fotosynthesemodel van de Wit (1965), een competitiefactor voor lichtinterceptie, temperatuur en een limiteringsfactor voor lage nitraat en/of fosfaatconcentraties. Voor waterplanten komt hier nog een aparte term bij voor de lichtextinctie als functie van de waterdiepte. Afbraak wordt berekend als een simpel 1^e-orde proces met een constante sterftecoëfficiënt.

Voor een uitvoeriger beschrijving en de mathematische formuleringen wordt verwezen naar “ NUSWA - a mathematical model to predict the fate of nutrients in surface water systems”, Model Description Version 1.0 (Van der Kolk en Drent, 1996). Hiervan is een nieuwe versie in voorbereiding.

4.3 Beschrijving NUSWA-Lite

NUSWA-Lite (Groenendijk, 2002) gaat uit van eenzelfde benadering als NUSWA wat betreft de compartimentering en de daarbijbehorende hydraulische variabelen. De adsorptiecapaciteit voor ammonium en fosfaat is echter gelump tot een enkele fractie zwevend (organisch) materiaal aanwezig in het watercompartiment. De dichtheid hiervan moet voor elk compartiment en voor elke tijdstap door de gebruiker worden opgegeven. Het model berekent de volgende variabelen:

- levende biomassa, onderverdeeld in een mobiele fractie (bijvoorbeeld. kroos) en een immobiele fractie (bijvoorbeeld. wortelende waterplanten);
- opgelost organisch stikstof;
- mineraal stikstof;
- opgelost organisch fosfor;
- mineraal fosfor.

De formulering voor de groei van biomassa volgt dezelfde benadering als gebruikt in NUSWA, met dien verstande dat:

- de standaardproductiefunctie is gebaseerd op een Rijtema-benadering (1999) in plaats van het fotosynthesemodel van de Wit (1965);
- de lichtextinctie nu ook is gedefinieerd als functie van de stroomsnelheid (sedimentatie en uitschuring);
- en de competitiefactor voor de immobiele fractie biomassa afhankelijk is gemaakt van de concentratie mobiele fractie.

Afgestorven biomassa (particulair stikstof en fosfor) wordt in NUSWA-Lite geacht direct beschikbaar te zijn voor mineralisatie als opgelost organisch stikstof en fosfor.

De mineralisatie zelf verloopt net als in NUSWA via een 1^e-orde omzettingsproces met temperatuursafhankelijke mineralisatiecoëfficiënten voor beide stoffen.

NUSWA-Lite maakt geen onderscheid tussen ammonium en nitraat, maar kent slechts één enkele fractie minerale stikstof. De achterliggende gedachte hierbij is dat nitraat in aëroob oppervlaktewater vrijwel altijd de overhand zal hebben en dat de nitrificatie van ammonium naar nitraat een relatief snel proces is.

Ondanks de (impliciete) aanname dat het oppervlaktewater grotendeels aëroob zal zijn is het denitrificatieproces toch mee gemodelleerd. Dit is gedaan omdat denitrificatie in veel waterlopen optreedt in sedimentlagen met organisch materiaal. Vanwege het ontbreken van de zuurstofhuishouding is voor een benadering gekozen waarbij de anaërobe omzetting naar N_2 of N_2O als een 1^e-orde proces wordt beschouwd met een effectieve denitrificatiecoëfficiënt afhankelijk van de waterdiepte en de aanwezigheid van zwevend materiaal. De waterdiepte wordt geacht een maat te geven voor een toenemende kans op anaërobie bij een toenemende waterdiepte. De hoeveelheid zwevend materiaal wordt verondersteld een relatie te hebben met de stroomsnelheid en daarmee met de turbulentie en menging met zuurstofrijk water in de bovenste delen van het compartiment. Hier staat echter wèl tegenover dat de aanwezigheid van veel zwevend (organisch) materiaal ook een indicatie geeft voor een hogere BZV en dus meer kans op anaërobie. De berekende effectieve denitrificatiecoëfficiënt wordt tenslotte nog wel gecorrigeerd voor de temperatuur.

5 Aquatisch-ecologische module

5.1 Inleiding

Het model EKO vormt de laatste schakel in de modellenketen SIMGRO (waterstroming) -> NUSWA (nutriëntgehalten) -> EKO (ecologische modellering). In het modelinstrumentarium ecologische oppervlaktewaterkwaliteit is het model EKO ingezet om effecten van voorgenomen beheersmaatregelen op aquatische ecosystemen te kunnen voorspellen. In de modellenketen is EKO gebruikt voor voorspelling van de aquatisch-ecologische macrofaunagemeenschap in de Springendalsebeek en Hollandse Graven op basis van de resultaten uit het waterkwaliteits- en kwantiteitsprogramma. Delen van de functionaliteit van het programma EKO zijn binnen het programma Waterbeheer verder ontwikkeld.

5.2 Beschrijving EKO

Het model EKO is ontwikkeld met als doel wateren op basis van soortensamenstelling van macrofauna te kunnen toedelen aan bestaande cenotypen en daarnaast de soortensamenstelling te voorspellen op basis van abiotisch milieuomstandigheden. Deze cenotypen (zie ook paragraaf 5.3) zijn beschrijvingen van levensgemeenschappen van wateren aan de hand van karakteristieke macrofaunataxa en abiotische parameters. Het programma EKO is ontwikkeld als hulpmiddel bij het toedelen van monsters van wateren, en omvat diverse modules.

In de module Toedeling kunnen nieuwe macrofaunamonsters worden toegedeeld aan cenotypen aan de hand van verschillende analyses. In de module Voorspelling (zoals gebruikt in de modellenketen) kan aan de hand van een aantal abiotische kenmerken berekend worden hoe groot de kans is dat het monster tot een bepaald cenotype behoort. De kenmerken kunnen handmatig worden ingevoerd maar ook uit een bestand ingelezen worden.

In de module Karakterisering kunnen nieuwe monsters beschreven worden op basis van verschillende biotische kenmerken (abiotische hoofdfactoren, bewegingsgedrag, habitat, saprobiteit, stroomsnelheid, taxonomische hoofdgroep, trofisch niveau, functionele voedingsgroep, zeldzaamheid). Om tot een karakterisering van een monster te komen wordt gekeken welke taxa (soorten) in het monster in welke categorie vallen. Daarnaast wordt de diversiteit uitgedrukt in een aantal indices.

In de module Beheersmaatregelen (alleen voor Overijssel ontwikkeld) krijgt de gebruiker na het beantwoorden van een aantal vragen een advies over de maatregelen die genomen kunnen worden om het ene type te ontwikkelen in de richting van het andere cenotype.

In de module Referentiebepaling wordt vergeleken in hoeverre het monster overeenkomt met de referentietypen. Met behulp van een maatlat kan dit ook berekend en grafisch zichtbaar gemaakt worden.

EKO kan in verschillende beheersgebieden gebruikt worden. EKO is als softwareprogramma inmiddels operationeel voor alle wateren in de gehele provincie Overijssel (EKO0) en de stromende wateren in het beheergebied van de waterschappen Veluwe en Vallei&Eem (EKOV). Voor toepassing een nieuw beheersgebied moet een eigen database worden ontwikkeld.

5.3 De cenotypenbenadering in kort bestek

De gemeenschapsbenadering

Soorten zijn de expressie van hun omgeving. Deze omgeving is een samenspel van vele soorten en milieuvariabelen. Tussen één soort en één milieuvariabele bestaat een verband dat als optimumcurve kan worden weergegeven. Bij relaties tussen soorten spelen concurrentie, predatie, mutualisme en parasitisme een belangrijke rol. Theoretisch heeft iedere soort voor iedere milieuvariabele een optimum, een tolerantie-range en een lethaal gebied (een teveel of een te weinig). Echter dit is slechts theorie. Soorten leven in een omgeving opgebouwd uit een complex van milieuvariabelen (Pianka 1978, Karr 1991), inclusief andere soorten. Ook onder optimale milieuomstandigheden voor een soort kan een predator of een concurrent deze soort in aantal doen afnemen. Een soort kan dus in lagere aantallen voorkomen bij de optimale waarde voor een milieuvariabele indien gelijktijdig een andere milieufactor, die ook biotisch van aard kan zijn, een negatief effect heeft op deze soort. Ook is het mogelijk dat de ene milieuvariabele het negatieve effect van een andere opheft, waardoor de soort juist in grotere aantallen voorkomt dan verwacht. In verschillende watertypen kan een soort dus verschillende optima hebben. De relatie tussen een soort en één milieuvariabele kan in de praktijk dus moeilijk worden vastgesteld. De interacties tussen soorten is een extra argument om alle soorten gezamenlijk te beschouwen. Vanaf het begin van deze eeuw zijn groepen van soorten gebruikt voor typologieën (Thienemann 1925, Hartog 1963) en beoordelings-systemen (Armitage *et al.* 1983, Verdonschot 1990a, 1990b).

In de toepassing zullen verschillende combinaties van soorten te onderscheiden zijn bij verschillende complexen van milieuvariabelen. Veranderen de omstandigheden dan zullen er verschuivingen optreden in de aanwezige levensgemeenschap. Deze verschuivingen zijn te herkennen aan het verdwijnen van soorten en het verschijnen van andere soorten. Bij kleine veranderingen zullen slechts verschuivingen in aantallen individuen waar te nemen zijn. Grote veranderingen in milieu kunnen echter ook leiden tot verschuivingen in aantallen als gevolg van verschuivende concurrentie of predatie verhoudingen of omgekeerd kleine veranderingen in grote veranderingen in aantallen of soorten als gevolg van wijzigingen in biotische interacties. De wijze waarop deze veranderingen verlopen is vaak nog niet wetenschappelijk onderbouwd. Zeker is dat de relaties veelal niet lineair verlopen.

Ecologische typologie of cenotypologie

Milieuomstandigheden kunnen, vooral daar waar geologie, geomorfologie en klimaat vergelijkbaar zijn, in redelijk vergelijkbare samenstelling van combinaties van waarden voor alle milieuv variabelen voorkomen. Dit is vooral het geval binnen een watertype en een regio. Tussen verschillende watertypen of tussen verschillende regio's kunnen de verschillen beduidend groter zijn. Ook menselijke beïnvloeding kan de variatie vergroten. Het is belangrijk dat de effecten van menselijke verandering (ingrepen) van milieuv variabelen binnen een regio en/of watertype op soorten inzichtelijk gemaakt kunnen worden (Preston & Bedford 1988). In Nederland komen nog maar weinig natuurlijke situaties voor. Hierdoor bevinden zich in de meeste wateren vooral algemene soorten met brede toleranties. Deze soorten zijn op zich niet erg geschikt als indicator (Rosenberg & Resh 1993). Door echter alle soorten samen te beschouwen kan een beter beeld verkregen worden van onderliggende milieu-omstandigheden (Higler & Tolkamp 1984, Zonneveld 1984).

Omdat het vrijwel onmogelijk is om voor ieder oppervlaktewater apart een beoordeling uit te voeren en een beheersplan op te stellen worden wateren onderverdeeld in typen. Per type kan dan een beoordelings- en beheersinstrument gebouwd worden. Dit geldt ook voor het voorspellen van effecten van ingrepen. Een ingreep zal in het ene watertype een ander effect hebben dan in het andere. Het is dan ook noodzakelijk om een ingreep-effectmodel te baseren op een typologie. Volgens de doelstelling van het project moet het model gebaseerd zijn op ecologische inzichten. Daarom is voor de bouw van het model uitgegaan van een ecologische typologie.

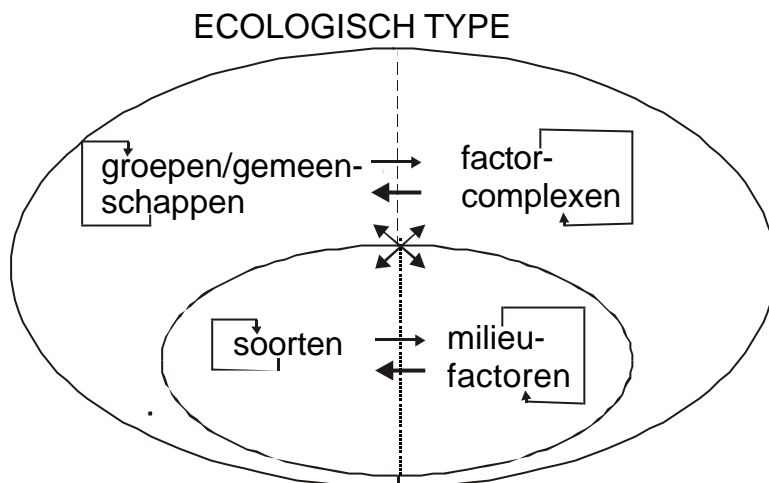
Een type is de gemeenschappelijke grondvorm van een bepaald aantal verschijnselen. In dit geval gaat het om ecologische verschijnselen: een netwerk van organismen, milieuv variabelen en hun onderlinge relaties. Een type wordt gekarakteriseerd door een complex van milieuv variabelen en het voorkomen van een bepaalde "levensgemeenschap" (soortengroep of -associatie; in het engels als 'species-assemblage' aangeduid: figuur 5.1). Binnen een type is variatie mogelijk. Het type bepaalt slechts de algemene overeenkomst. Typen lopen vaak geleidelijk in elkaar over. Duidelijke grenzen zijn niet aan te geven. Overgangen worden geïnitieerd door veranderingen in bepaalde milieuv variabelen. Verschillen tussen typen worden bepaald door abiotische hoofdfactoren, dit zijn de milieuv variabelen die de grootste variatie tussen twee verschillende typen verklaren.

Het doel van een dergelijke ecologische typologie, ook wel cenotypologie genoemd (Verdonschot 1990a) is de multidimensionele relatie tussen soorten en milieuv variabelen te reduceren tot een weinig dimensionele praktisch hanteerbare en inzichtelijke relatie (Verdonschot 1983).

Een effectmodel op basis van een cenotypologie

Het ingreep-effectmodel is gebaseerd op een ecologische typologie. Uitgangspunt voor het model zijn de cenotypen (Verdonschot 1990b). Cenotypen zijn gekarakteriseerd aan de hand van soortengroepen en milieuv variabelen. De relaties tussen de cenotypen zijn weergegeven door de typen in een netwerk te plaatsen en de

cenotypen onderling met pijlen te verbinden. De pijlen geven weer welke milieuv variabelen als stuurvariabelen beschouwd kunnen worden voor de overgang van het ene cenotype naar het andere.



Figuur 5.1 Soort, factor, gemeenschap en factorcomplex in een ecologisch type.

Ingrepen leiden in eerste instantie tot een kleine verschuiving binnen een cenotype (figuur 5.2A). Pas als er soorten verdwijnen en andere verschijnen is sprake van een overgang naar een ander cenotype (figuur 5.2B). De werkelijkheid is echter complexer dan een enkelvoudige ontwikkelingsreeks. Toestanden kunnen zich in meerdere richtingen ontwikkelen als gevolg van veranderingen in het milieu. Een hydrologische ingreep zal tot andere veranderingen in het systeem leiden als bijvoorbeeld het terugdringen van nutriëntengehalten. Voor een bepaalde actuele toestand zijn dus verschillende ontwikkelingsrichtingen mogelijk. Om deze ontwikkelingsmogelijkheden te omvatten is een netwerk van ontwikkelingsreeksen een goed instrument om dit eenvoudig te presenteren (figuur 5.2C). Complexe netwerken kunnen ook in meerdere reeksen worden omgezet. Een voorbeeld is uitgewerkt door Verdonschot, Gerritsen en Koopmans (1999). Uit een netwerk is eenvoudig af te lezen in welke toestand een cenotype zich bevindt, welke ontwikkelingsmogelijkheden er voor het cenotype zijn (tot welke andere centotypen het zich kan ontwikkelen) en welke stuurvariabelen beïnvloed moeten worden om deze ontwikkeling te sturen.

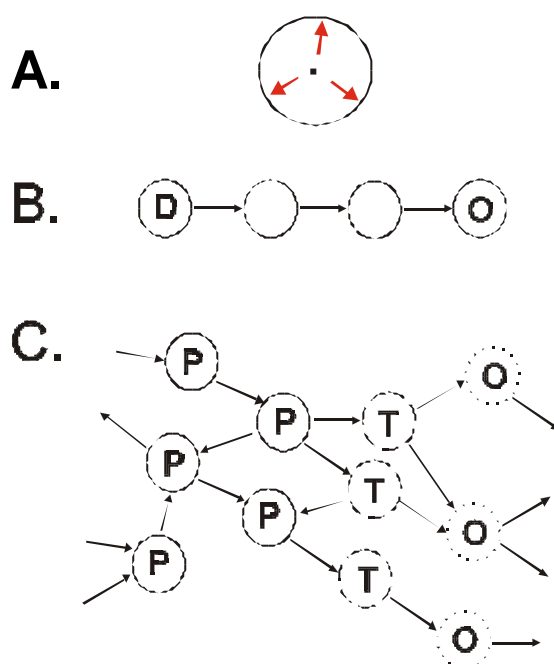
Het model kan aan de hand van het netwerk voorspellen in welke richting een cenotype zich zal ontwikkelen. Een ingreep heeft direct effect op één of meer milieuv variabelen. De effecten kunnen echter ook doorwerken van de ene milieuv variabele op de andere. De effectmodule die in dit onderzoek is ontwikkeld, richt zich op de effecten die ontstaan als gevolg van een verandering in een milieuv variabele of een combinatie van milieuv variabelen. Voor veel ingrepen geldt het laatste en bij de ontwikkeling van de input- of dosismodellen dient hier rekening mee te worden gehouden. De milieuv variabelen die veranderen als gevolg van een bepaalde ingreep worden bekend verondersteld; deze komen voort uit het dosismodel. De effectmodule start dus bij de milieuv variabele(n) en niet bij de ingreep zelf. De

effectmodule heeft aan de andere kant ook een beperking. De voorspelling kan niet verder reiken dan de typen die vooraf in het model zijn opgenomen.

Het model kan voor twee doeleinden worden gebruikt:

- toedeling van de huidige situatie aan één van de bestaande cenotypen op basis van abiotiek
- voorspelling van de ontwikkelingsrichting (het toekomstige cenotype) aan de hand van de voorspelde waarde(n) (uit het dosismodel) voor de betreffende milieuvariabele(n).

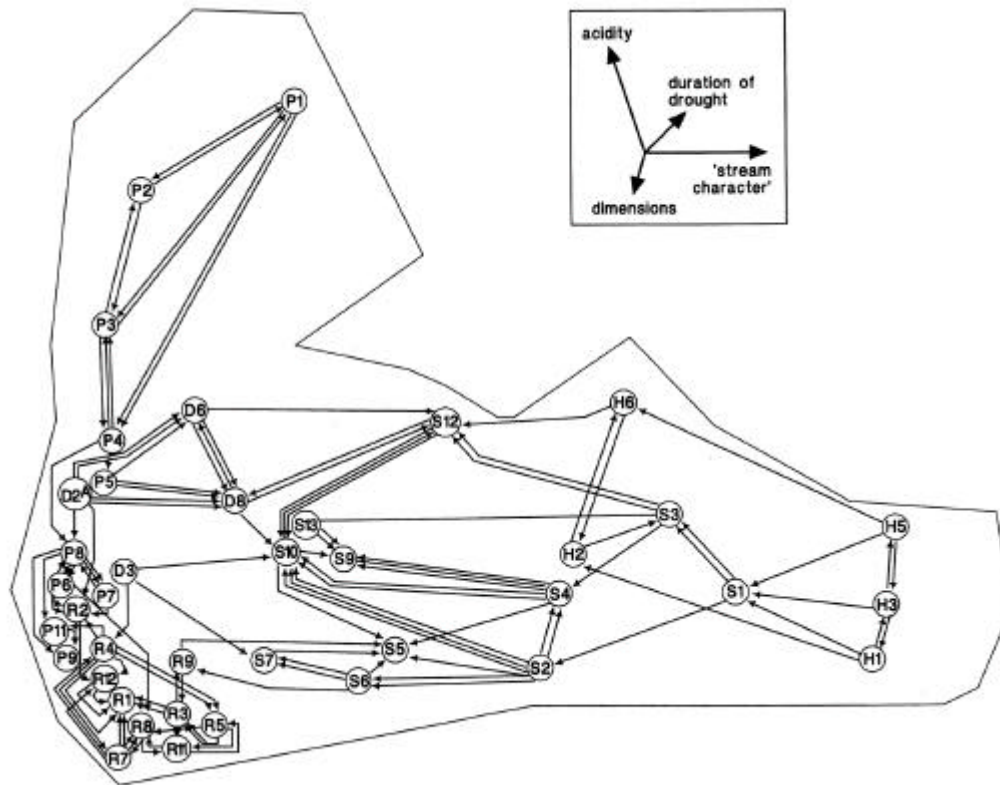
Beide delen zijn gebaseerd op een techniek waarmee aan de hand van de abiotische variabelen een kansverdeling weergegeven wordt voor het voorkomen van een monster in elk van de cenotypen in het model.



Figuur 5.2 Relaties binnen (A: · = centroid) en tussen (B, C) cenotypen die uiteindelijk leiden tot een netwerk (C). de pijlen stellen de stuurvariabelen voor. O = optimale toestand of referentie, P = huidig voorkomende toestand, T = toestand streefbeeld en D = extreem beïnvloed (dood) water.

Netwerk van cenotypen voor Overijssel

De regionale watertypen van Overijssel zoals gebruikt in EKOO zijn op basis van de multivariate analyses onderverdeeld in 40 cenotypen (Verdonschot 1990). Deze typologie is ontwikkeld met behulp van multivariate analyse van macrofaunagemeenschappen en hun milieueisen. Deze 40 cenotypen (zie bijlage 1) zijn in een netwerk geplaatst (figuur 5.3). In het netwerk wordt de samenhang tussen de typen duidelijk. De contourlijn omvat alle monsterpunten van het EKOO-project. De centroide van elk cenotype is aangegeven met een cenotype code. De verbindingspijlen tussen de cenotypen onderling geven de werkende milieufactoren aan. Het kader middenboven indiceert de werkingsrichting van de vier belangrijkste hoofdfactoren door de gehele figuur.



Figuur 5.3 Het netwerk van EKO-cenotypen.

Ontwikkelingsreeksen in cenotypen

In het cenotypen netwerk van Overijssel zijn verschillende ontwikkelingsreeksen (Bijlage 2) te onderscheiden. Het onderscheiden van **kwaliteitsreeksen** heeft als voordeel dat deze gebruikt kunnen worden om cenotypen te waarderen. Dit betekent dat als kwaliteitsreeksen niet optimaal zouden zijn voor modelformulering, deze nog wel toegepast kunnen worden bij de interpretatie en vooral waardering van de voorspellingsresultaten. Het onderscheiden van **ecologische reeksen** heeft als voordeel dat deze direct aansluiten op de ecologisch similariteit tussen cenotypen. Het onderscheiden van **morfologische reeksen** heeft als bijkomend voordeel dat deze vaak passen in een gebiedsgerichte toepassing en op eenvoudige wijze in allerlei ruimtelijke toepassingen (bijvoorbeeld GIS) geïmplementeerd kunnen worden. Overigens betekent dit niet, dat als morfologische reeksen niet optimaal zouden zijn voor modelformulering, deze niet toegepast kunnen worden bij de interpretatie van de voorspelling. Dit laatste is wel degelijk mogelijk en zou de toepassing van de opgestelde reeksen sterk kunnen vereenvoudigen.

Achtergrondinformatie EKO

Verdonschot 1990b, Nijboer *et al.* 1998, Verdonschot & Goedhart 2000, Koopmans *et al.* 1999, Elbersen 2003, Van der Molen 2003, Te Roller 2003,

6 Operationalisering modelkoppeling

6.1 Inleiding

De modelkoppeling is voor een proefgebied in Overijssel; nl Springendal (zie verder hoofdstuk 7) geoperationaliseerd op basis van (SOBEK) SIMGRO, NUSWA (-lite) en EKKO. In dit hoofdstuk worden de daadwerkelijke technische koppelingen tussen de input en output van de 3 modules beschreven.

6.2 Koppeling NUSWA(-lite) en SOBEK/SIMGRO

NUSWA-berekeningen gaan primair uit van extern aangeleverde hydraulische gegevens zoals debieten, hoeveelheden, waterdiepten, natte omtrekken en wateroppervlakten per compartiment op dagbasis. Deze gegevens kunnen bv. worden aangemaakt met de SOBEK (WL|Delft-Hydraulics, 2003), DUFLOW (ICIM, 1992) of SIMGRO (Querner en Van Bakel, 1987) modellen. Omdat deze modellen daarnaast een compartimentering aanmaken die noodzakelijk is voor het gebruik van andere waterkwaliteitsmodellen (SOBEK en DUFLOW waterkwaliteit) kan deze één-op-één worden overgenomen voor NUSWA of NUSWA-Lite. De schematisatie van bakjes in NUSWA-Lite is afgestemd op dat van de oppervlaktewater reservoirs in SIMGRO. Hiertoe wordt de koppeling tussen de verschillende reservoirs doorgegeven. Voor berekeningen met NUSWA-Lite moet per reservoir uitvoer van SIMGRO op dagbasis aangeleverd worden (tabel 6.1). De schematisatie van bakjes in NUSWA is afgestemd op dat van WQ-segmenten in SOBEK. Hiertoe wordt de koppeling van de WQ-segmenten, de locaties waar interactie met het grondwater plaatsvinden en de afmetingen van de WQ-segmenten doorgegeven. Voor berekeningen met NUSWA moet per WQ-segment uitvoer van SOBEK op dagbasis aangeleverd worden (tabel 6.1)

Tabel 6.1 Benodigde uitvoer SIMGRO en SOBEK voor koppeling met waterkwaliteitsmodellen respectievelijk NUSWA-Lite en NUSWA.

Uitvoervariabele	Eenheid	SIMGRO → NUSWA-Lite	SOBEK → NUSWA
Volume	m ³		X
Debiet ontvangen van bovenstr. WQ -segment en doorgegeven aan benedenst. segment	m ³ dag ⁻¹	X	X
Debiet ontvangen als drainage	m ³ dag ⁻¹	X	X
Stroomsnelheid	ms ⁻¹	X	X
Diepte	m	X	
Dwarsdoorsnede	m ²		X
(over het profiel) gemiddeld horizontaal oppervlak	m ²		X
(over het profiel) gemiddelde breedte	m		X

Voor de Springendal pilotstudie (hoofdstuk 7) is een 'off-line' koppeling gerealiseerd tussen SOBEK en NUSWA. De verkennende berekeningen voor het stroomgebied Hollandse Graven zijn uitgevoerd met een 'off-line' koppeling tussen SIMGRO en NUSWA-Lite.

Kwaliteitsgegevens voor de diffuse belasting vanuit de atmosfeer en puntbelastingen, zoals RWZI's, volgen veelal uit meetreeksen. De diffuse belasting vanuit het bodemsysteem kan worden berekend m.b.v. een combinatie van hydrologische en uitspoelingsmodellen. Voorbeelden hiervan zijn FLOCR (Oostindië en Bronswijk, 1992) - ANIMO (Groenendijk en Kroes, 1999) of SWAP (van Dam et al., 1997) - STONE (ANIMO, aangevuld met een bemestingsmodule) (Beusen et al., 1999). Een alternatief is om gebruik te maken van metamodellen, die statistische relaties bevatten tussen de uitspoeling van stikstof en fosfor (in minerale en opgelost organische vorm) en de belangrijkste sturende parameters achter deze processen. Uitspoelingsmetamodellen worden vaak afgeleid middels een groot aantal simulaties met een gekoppeld hydrologisch- en uitspoelingsmodel. Probleem hierbij is dat de eerste generatie uit SWAP-ANIMO simulaties afgeleide metamodellen (Mol-Dijkstra et al., 1999) een beperkte tijdsresolutie kennen (jaargemiddelden) en alleen betrekking hebben op de historische situatie waarvoor ze zijn afgeleid. Hiermee zijn ze dus ongeschikt om de gevolgen van alternatieve scenario's te bepalen.

Voor de studies beschreven in dit rapport zijn STONE-uitspoelingsgegevens op decadebasis gebruikt. Hiervoor was het wel nodig om landsdekkend op gridcelbasis van 250x250 m. deze beschikbare gegevens op te schalen naar de gebruikte hydrologische rekeneenheden. Waar nodig is voor scenarioberekeningen nog een aantal additionele STONE-simulaties uitgevoerd.

De standaardversies van NUSWA en NUSWA-Lite leveren de volgende uitvoer op als daggemiddelde concentraties voor ieder onderscheiden watercompartiment:

Tabel 6.2 Overzicht van uitvoervariabelen van NUSWA en NUSWA-Lite

Uitvoervariabele	Eenheid	NUSWA	NUSWA-Lite
Plant mobiel	g m ⁻² wateroppervlak	X	X
Plant immobiel	g m ⁻² wateroppervlak	X	X
Particulair Organisch P	g [POP] m ⁻³	X	
Opgelost Organisch P	g [DOP] m ⁻³	X	X
Ortho-fosfaat/Mineraal P	g [PO4-P] m ⁻³	X	X
Particulair Organisch N	g [PON] m ⁻³	X	
Opgelost Organisch N	g [DON] m ⁻³	X	X
Ammonium	g [NH4-N] m ⁻³	X	
Nitraat	g [NO3-N] m ⁻³	X	
Mineraal N	g [N] m ⁻³		X
Zuurstof	g [O2] m ⁻³	X	
Biologisch Zuurstof Verbruik	g [BOD] m ⁻³	X	

6.3 Koppeling SOBEK/SIMGRO, NUSWA(-lite) en EKKO

De herkomst van de waarden van de milieuvariabelen die nodig zijn als invoer voor het cenotypevoorspellingsmodel -EKKO (Verdonschot *et al.* 2002) zijn gegeven in tabel 6.3.

Tabel 6.3 Herkomst waarden van de milieu-variabelen nodig voor de toepassing van EKKO.

Code	Variabele	eenheid	NUSWA (- SOBEK/ Lite)uitvoer	SIMGRO uitvoer	Fys./chem. data	Veldgeg.
t-P	totaal fosfaat	mgP/l	X			
NO3	nitraat	mgN/l	X			
NH4	ammonium	mgN/l	X			
O2	zuurstof	mg/l	X			
b	Breedte	m				X
d	Diepte	m				X
s	Stroomsnelheid	m/s		X		
verval	Verval	m/km				X
pH	Zuurgraad	-			X	
EGV	Geleidendheid	mS/m			X	
droogval	Droogval	0/1		X		
laagveen	Laagveen	0/1			X	
%drijf	% drijvende vegetatie	%				X
%onder	% ondergedoken vegetatie	%				X
totb	% totale vegetatiebedekking	%	X			
ISRE	niet lijnvormig regelmatig profiel	nominaal				X
IRIR	niet lijnvormig onregelmatig profiel	nominaal				X
LSRE	lijnvormig regelmatig profiel	nominaal				X
LSIR	lijnvormig onregelmatig profiel	nominaal				X
Ca	calcium	mg/l			X	
Cl	chloride	mg/l			X	
REGULNT	normalisatie niet	0/1				X
REGUL	normalisatie sterk	0/1				X

Gegevens die voor EKKO aangeleverd zijn vanuit de kwantiteitsmodule is droogval en gemiddelde stroomsnelheid. Deze gegevens zijn per seizoen aangeleverd. Het winterseizoen loopt van 1 oktober tot 1 april; het zomerseizoen van 1 april tot 1 oktober. Een beeklocatie in EKKO komt overeen met een CF-segment in SOBEK wat betreft stroomsnelheid en een CF-knooppunt wat betreft droogval. Een beeklocatie in EKKO komt overeen met het uitstroompunt van een reservoir in SIMGRO wat betreft stroomsnelheid en droogval.

Zowel NUSWA als NUSWA-Lite leveren nutriënten- en biomassaconcentraties aan voor het EKKO-model na een conversieslag waarbij dagcijfers worden geaggregeerd naar winter- en zomergemiddelden. Omdat NUSWA ook de zuurstofhuishouding bijhoudt, levert dit model ook deze concentraties.

Omdat NUSWA-Lite slechts totaal mineraal N berekent, wordt hierop binnen het programma nog een verdeelsleutel toegepast op basis van beschikbare meetreeksen in het onderhavige gebied. Verder worden plant/kroosconcentraties omgerekend van g m^{-2} naar %-bedekkingsgraad volgens de verhouding dat 1000 g m^{-2} overeenkomt met 100% bedekkingsgraad.

De tijdsresolutie van EKOO bedraagt alleen een zomer- en een winterhalfjaar. Hiervoor is een omzetting nodig van de NUSWA uitvoer naar halfjaargemiddelden.

Voor details omtrent het conversieprogramma NUSWA-EKO wordt verwezen naar Bijlage 3.

7 Test modellenketen voor Springedalse beek scenario's

7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten beschreven van de toepassing van de modellenketen voor het stroomgebied van de Springedalse beek in noordoost Twente (474 ha.). De keten omvat SOBEK – NUSWA –EKKO koppeling. De terugvoorspelde scenario's zijn afgeleid uit de in het verleden genomen herstelmaatregelen, waarvan inmiddels (enig) resultaat is gemeten en waaraan de voorspellingen zijn getoetst.

7.2 Scenario's

Ingrepen

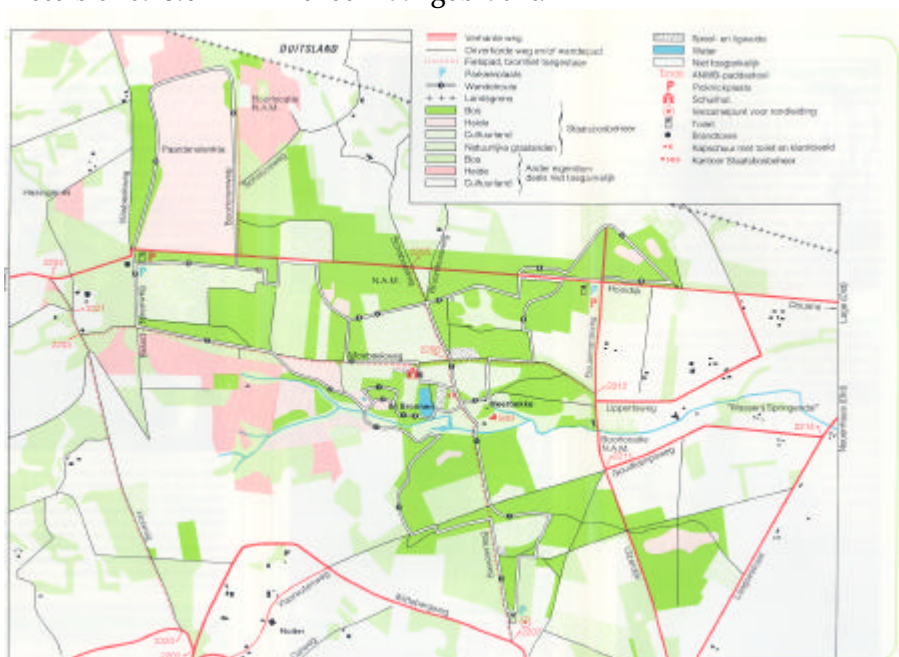
In het natuureservaat en de Springedalse beek zijn in het verleden ingrepen gepleegd (zoals drainage, normalisatie en het afsnijden meanders). Hierdoor onstonden problemen in het gebied met betrekking tot verdroging, verdieping, vermesting, verzuring en verarming (tabel 7.1).

De belangrijkste oorzaak van de verdroging ligt in de bovenstrooms gelegen weilanden en akkers ten westen en ten zuiden van de zuidelijke bovenloop. Deze agrarische percelen zijn gedraineerd. Van de bovenstrooms gelegen agrarische percelen werd voorheen slechts een deel van het regenwater oppervlakkig afgevoerd, het meeste infiltreerde. Zodoende onstond na een regenbui een afgevlakte piek in de afvoer. Sinds de aanleg van drainage in deze agrarische percelen is de situatie echter drastisch veranderd. Dit heeft tot gevolg dat regenwater niet of nauwelijks infiltreert in de bodem, maar rechtstreeks wordt afgevoerd naar de zuidelijke bovenloop. Door de verminderde infiltratie en verhoogde piekafvoeren bij hevige regenval is de voorheen constante stroom van grondwater uit de bronnen gewijzigd in een afvoerpatroon met grote fluctuaties. Door de piekafvoeren is de beekbedding vooral in de diepte sterk geërodeerd (ingesneden door groter sedimenttransport). De erosie is zo sterk dat ook de keileemlaag plaatselijk is doorsneden. In het benedenstroomse deel van de Springedalse beek heeft piekafvoer en normalisatie (inclusief verdieping) van de beek ervoor gezorgd dat onder andere het beekbodemverhang van de beek is toegenomen. De beek is hierdoor steeds dieper komen te liggen en drainerend gaan werken op de omliggende gronden. De grondwaterstand is daardoor verlaagd, wat leidde tot verdroging van de vochtige schraalgraslanden en elzenbroekbossen in het beekdal. Ook door kanalisatie en het benedenstrooms afsnijden van meanders is de lengte van het beektraject verkort. Hierdoor nam het verhang van de beek toe. Immers de lengte van het beektraject wordt verkleind, terwijl het hoogteverschil gelijk blijft. De invloed van zuur regenwater is, door de verlaagde grondwaterstand, groter geworden. Plaatselijk is de voedselarme, verdroogde bodem in het beekdal verzuurd. Mineralisatie van de verdroogde bovenlaag en overstromingen van geëutrofeerd landbouwwater hebben tot vermesting van de voedselarme vochtige

schraalgraslanden geleid. Hierdoor zijn de waardevolle vochtminnende en voedselarme vegetaties deels uit het beekdal verdwenen en vervangen door algemeen voorkomende vegetaties en storingsplanten zoals grote brandnetel, braam en ruwe smele. Niet alleen in het beekdal treedt verlies van biodiversiteit op. De hoge piekafvoeren hebben ook gevolgen gehad voor de macrofauna in de beek. Bij een constante afvoer, die typerend is voor een door helocrene bronnen gevoede beek, ontstaat doorgaans een zeer grote variatie aan stabiele habitats voor macrofauna in de beek. Als gevolg van de vergrote afvoerpieken treden sterke bewegingen van het bodemsubstraat op. Extreme bewegingen van het bodemsubstraat geeft macrofauna minder kans om te overleven. Ook neemt door het wegspoelen van veel substraten de habitatvariatie en -stabiliteit af. Dit heeft tot gevolg dat het aandeel typische beekmacrofauna afneemt en meer algemeen voorkomende macrofaunasoorten in aantal toenemen.

Herstelmaatregelen

Om verdroging, verzuring en vermisting tegen te gaan zijn recenter maatregelen uitgevoerd om een begin te maken met het herstel (tabel 7.1 figuur 7.1). De eerste maatregel was de aanleg van een retentiebekken in 1995 op de kop van de zuidelijke bovenloop. Dit was bedoeld om de piekafvoeren van het maisperceel Weersink op te vangen. Daarop volgde de aankoop van het perceel Weersink in 1996. Het perceel is vervolgens door afgraving (in 1998) verschaald waarbij de drainagebuizen zijn verwijderd. In het perceel zijn daardoor nieuwe bronkoppes ontstaan. Tevens is in 1998 het zuidwestelijk gelegen perceel Nutterveld op het retentiebekken aangesloten om een gelijkmatigere afvoer van regenwater te verkrijgen. Doordat één gedeelte van dit gedraineerde perceel (weiland) nog niet is aangesloten op het retentiebekken treden nog steeds piekafvoeren op. Om het meest bovenstroomse gedeelte van de beek op de vroegere beekbodemhoogte terug te krijgen is over enkele tientallen meters circa 0.5 – 1 m keileem aangebracht.



Figuur 7.1 Studiegebied Scenario : Springendal

Tabel 7.1 Overzicht van ingrepen en herstelmaatregelen in het beekdal van de Springedalse beek in relatie tot effecten op factoren in het beekstelsel.

Ingrep (scenario)	Factor complex	Factor	Effect
Drainage bovenstrooms gelegen akkers	Stroming	Opp. water hydrologie	Versnelde afvoer geïnfilteerd regenwater; direct na regenbui afvoerpiek en hoge stroomsnelheid. Nauwelijks infiltratie, direct afgevoerd naar bronkoppen zuidelijke bovenloop
		Grondwater	Constante stroom grondwater uit bronnen naar beek vervangen door fluctuaties en pieken in afvoer
		Opp. waterhydraulica	Fluctuerende stroomsnelheden langs bodem
	Structuren	Bedding	Hoge stroomsnelheid zorgt voor groter sedimenttransport: insnijding, diepere ligging beek
		Substraatmozaïeken	Extreme bewegingen bodemsubstraat, minder diversiteit aan stabiele habitats voor macrofauna in de beek
	Soorten	Macrofauna	Afname aandeel typische macrofauna voor constante door helocene bronnen gevoede beek, meer algemeen voorkomende soorten
Verbreding en verdieping beek Afsnijden benedenstroomse meanders (normalisatie)	Stroming	Grondwater	Beek is dieper komen te liggen, doorsnijding keileemlaag; beek werkt drainerend op omliggende gronden, verlaging grondwaterstand en verdroging beekdalvegetaties
	Structuren	Bedding	
	Structuren	Tracé	
	Systeem	Hoogteverschillen bodem	Verkorting beektraject, verlaging waterpeil benedenstrooms; steiler verhang, waardoor ook meer sedimenttransport (zie structuren – bedding)
Verlaagde grondwaterstand en overstromingen door geëutrofeerd landbouwwater	Stoffen	Voedingsstoffen Zuurstof	Invloed van zuur regenwater groter, mineralisatie verdroogde bovenlaag vermesting en verdroging van voedselarme vochtminnende schraalgraslanden
Herstelmaatregel (scenario)			
Verwijdering drainagebuizen uit perceel Weersink	Stroming	Opp. Water hydrologie	Regenwater deels opp. afgevoerd, rest infiltreert; na regenbui afgevlakte piek in afvoer In perceel Weersink zijn nieuw bronkoppen ontstaan
Afgraving en verschraling	Stoffen	voedingsstoffen	Afvoer nutriënten, herstel voedselarme schraalgraslanden
Aansluiting perceel Nutterveld op retentiebekken	Stroming	Opp. water hydrologie	Gelijkmatige afvoer van regenwater. Piekafvoeren gereduceerd.
Opbrengen keileem in sterk ingesneden zuid. Bovenloop	Systeem	Hoogteverschillen bodem	Herstel oude beekbodemniveau

Scenarios's

Voor een aantal locaties en tijdstippen is voor de Springendalsebeek de aanwezige macrofaunagemeenschap (cenotype) voorspeld.

Tabel 72 Scenario's: terugvoorspelde perioden

Richtjaar	Omschrijving scenario
1970	Historische referentie
1990	Oude situatie voor herstel
1998	Eerste opname na herstel

Tabel 73 Scenario's: locaties voor terugvoorspelling

Locaties	Monterpuntcode
Bronbeek, Noordtak – benedenloop	34.201
Bronbeek, Zuidtak – benedenloop	34.202
Springendalsebeek, Middenloop – Blauweweg	34.214
Springendalsebeek, Benedenloop – Ootmarsum Uelersedijk	34.051
Springendalsebeek, Benedenloop – Ootmarsum Laagsestraat	34.05

7.3 Schematisatie en gegevens

Waterkwantiteit en waterkwaliteitsgegevens tbv SOBEK en NUSWA

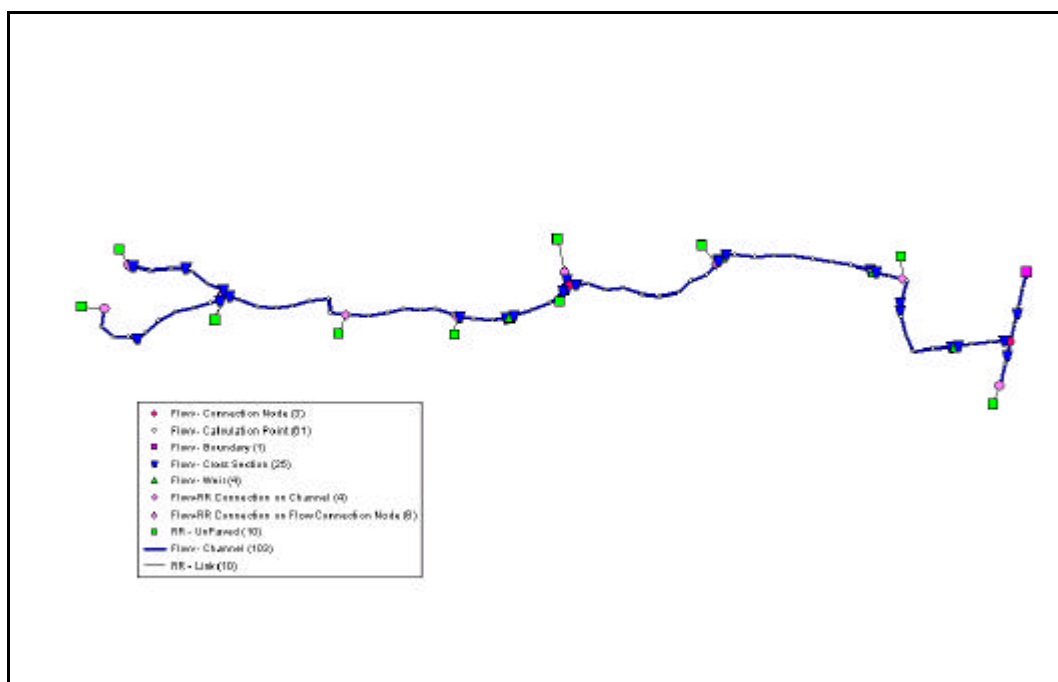
Het stroomgebied van de Springendalse beek is 474 ha groot. Het landgebruik is afgeleid van LGN-3 bestand (De Wit et al., 1999): 37% grasland, 40% bos en natuur en 23% overig (bouwland, bebouwing etc.). In het stroomgebied komen overwegend podzolgronden voor. Volgens gegevens van het RIVM (Pastoors, 1992) komt slechts op enkele locaties kwel voor. Neerslaggegevens zijn aangeleverd door waterschap Regge en Dinkel. Het betreft daggegevens voor weerstation Denekamp. Verdampingcijfers uit de regio zijn niet voorhanden. Daarom zijn dagcijfers van het station de Bilt gebruikt.

De onverzadigde zone en het grondwater is gesimuleerd met behulp van RR-eenheden (Rainfall-runoff, zie hoofdstuk 3). In totaal is het stroomgebied van de Springendalse beek geschematiseerd met 9 RR-eenheden. Alle gegevens met betrekking tot oppervlak, bodemtype, grondgebruik en het al of niet voorkomen van kwel zijn ingevoerd per RR-eenheid. De RR-eenheden draineren op de beeksegmenten van de CF-module. Figuur 7.2 geeft een overzicht van de modelschematisatie van de RR-module en de CF-module. De beek is in de CF-module geschematiseerd met behulp van leggergegevens van waterschap Regge en Dinkel. De knooppunten zijn ongeveer om de 100 meter geplaatst.

Er zijn vereenvoudigingen toegepast met betrekking tot de dimensie van de beek op diverse locaties. Ook is het aantal kunstwerken dat in model is gebracht beperkt tot vier relevante stuwen. De beekbodemoogte anno 1970 is ingeschat ten opzichte van de huidige, op basis van veldwaarnemingen van een (nu droogstaand) stuk van de oorspronkelijke beekbovenloop (tabel 7.4).

Tabel 7.4 *Inschatting beekbodemhoogte anno 1970 ten opzichte van huidige bodemhoogte*

Locaties	Beekbodemhoogte ten opzichte van heden
Bronbeek, Noordtak – benedenloop	+ 15 cm
Bronbeek, Zuidtak – benedenloop	+ 40 cm
Springendalsebeek, Middenloop - Blauweweg	+ 45 cm
Springendalsebeek, Benedenloop – Ootmarsum Uelserdijk	+ 0 cm
Springendalsebeek, Benedenloop – Ootmarsum Laagsestraat	+ 0 cm



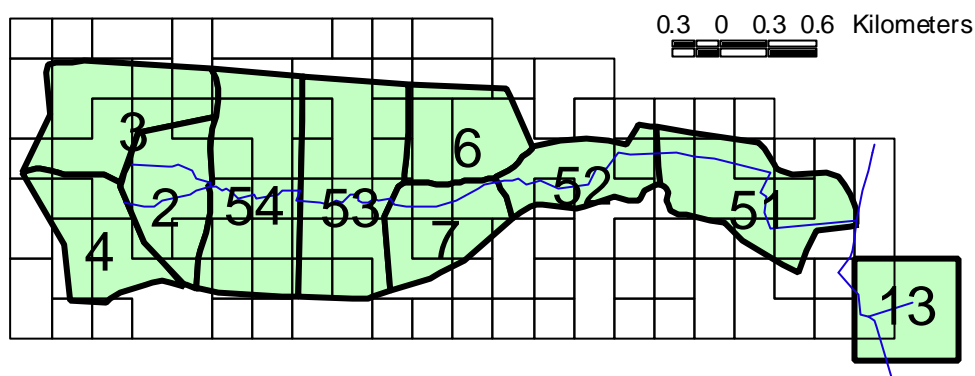
Figuur 7.2 *Schematisatie CF-module en RR-module van de Springendalse beek.*

Voor de waterkwaliteitsberekeningen met NUSWA zijn naast alle hydraulische gegevens ook de diffuse en puntbelastingen met nutriënten op de beek nodig. De Springendalse beek kent geen puntbelastingen. Voor de huidige studie zijn de diffuse nutriëntenbelastingen vanuit de landbouw verkregen door gebruik te maken van STONE-uitspoelingsgegevens voor het jaar 1998. De STONE-gegevens zijn gekoppeld aan een landelijk gridcelbestand met basiscellen van 250x250 m. Aan elke cel is een code tussen 1 en 6204 toegekend, die op basis van onderstaande ceileigenschappen een referentie geeft naar het STONE-uitvoerbestand met uitspoelingsgegevens:

- landgebruik;
- meteoregio;
- bodemopbouw;
- grondwatertrap;
- drainageniveau's en weerstanden;
- en onderrandvoorwaarde (kwel/wegzijging).

Bij het gebruik van deze gegevens moet wel de kanttekening worden gemaakt dat het minimum (hydrologische) schaalniveau voor een verantwoorde toepassing op ca. 1500 ha ligt en dat 2500 ha wordt aanbevolen (Kroes et al., 2002). Hier wordt zelfs voor het hele stroomgebied van de Springendalse beek met ca. 500 ha niet aan voldaan.

Voor de SOBEK-gebiedsschematisering van de Springendalse beek is vervolgens een overlay gemaakt met het STONE-gridcelbestand, waarin cellen met identieke uitspoelingsgegevens gekoppeld voorkomen (figuur 7.3). Rekeneenheid 13 geeft een hypothetische representatie voor het zuidelijk gelegen deel van het stroomgebied 'Hollandse Graven' waarop de Springendalse beek afwatert.

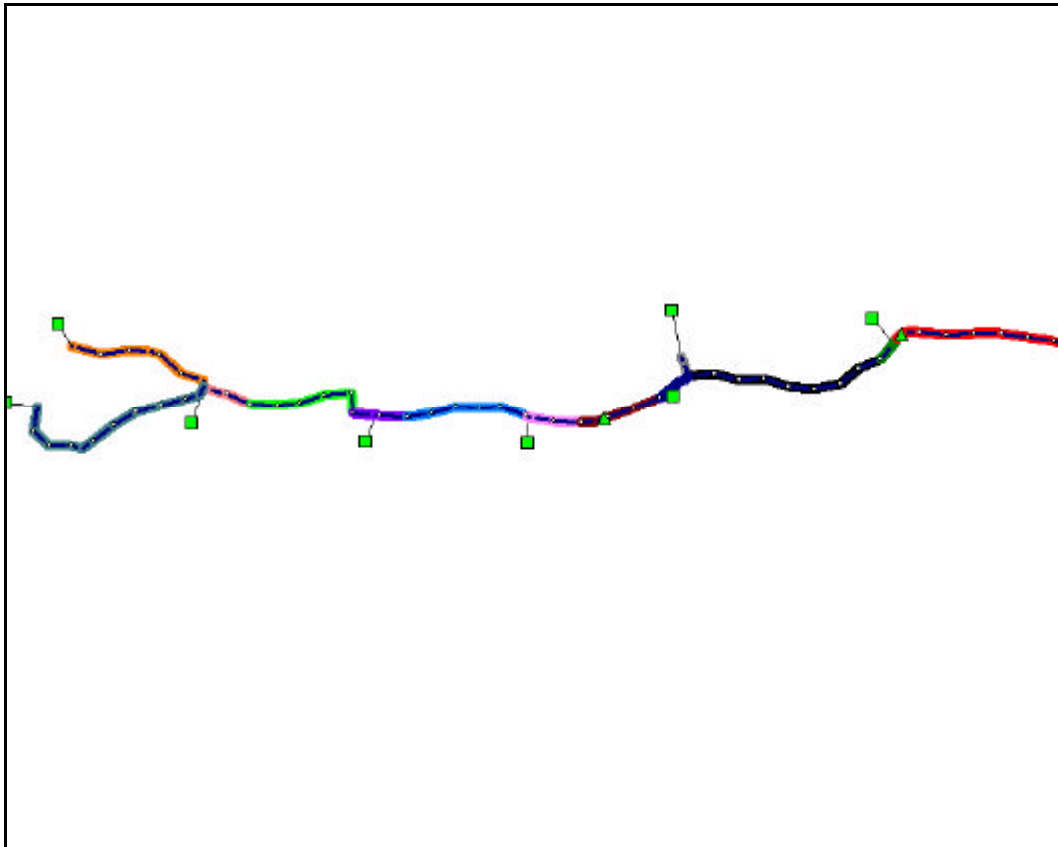


Figuur 7.3 Overlay van de SOBEK rekeneenheden voor de Springendalse beek met de STONE cellen voor nutriëntenuitspoeling

Figuur 7.4 geeft een overzicht van de SOBEK- modelschematisatie van de WQ-module. Deze schematisatie is identiek aan de NUSWA schematisatie. Er worden 18 WQ-segmenten onderscheiden. In de figuur zijn deze aangegeven met een verschillende kleur. In het overzicht zijn ook de locaties van de sturwen en de koppeling met de RR-eenheden weergegeven.

In een conversieprogramma (CONVERS_SOBEK_NUSWA) zijn op basis van de GIS-overlay de uitspoelingsgegevens van de STONE-cellen toegekend aan de SOBEK-rekeneenheden. Hierbij zijn de nutriëntenlasten eerst omgerekend naar concentraties aan de hand van de door STONE berekende drainagefluxen, om vervolgens na vermenigvuldiging met de door SOBEK berekende drainagefluxen weer als nutriëntenlasten voor NUSWA te kunnen worden gebruikt.

De waterkwaliteitsberekeningen vonden plaats in NUSWA op basis van de door SOBEK geleverde schematisatie en rekenvolgorde (Figuur 7.5). Omdat het hier een beek betreft, is er in NUSWA gekozen voor de optie 'wortelende waterplanten' als biomassa. De bij de watercompartimenten behorende sedimentlagen zijn ingesteld op 3 zandlagen van 0.05 m. elk met weinig organisch materiaal, zodat er nauwelijks sprake zal zijn van vastlegging van fosfaat en (in mindere mate) van ammonium. Verder is de standaardparametrisatie voor de in NUSWA gemodelleerde processen gebruikt en zijn de initiële waarden voor de waterkwaliteitsvariabelen ingevuld op basis van meetwaarden uit begin 1998.



Figuur 7.4 Schematisatie WQ-module en NUSWA-schematisatie van de Springendalse beek.

Toedeling macrofauna (beschikbare meetwaarden)

Om te kunnen toetsen of de voorspelling van het cenotype met de modellenketen correct is, waren toedelingen van de in werkelijkheid aanwezige macrofaunagemeenschappen nodig. Er zijn daartoe van de locaties en tijdstippen, zoals respectievelijk in de tabellen 7.1 en 7.2 aangegeven zijn, macrofaunamonsters uit de Springendalse beek gebruikt uit verschillende datasets (Higler *et al.* 1981, Hollandse Graven dataset (Waterschap Regge en Dinkel, ongepubl.), NOP Bekeecologie dataset. De monsters zijn uit de periode 1969 – 1998. De soortlijsten van de macrofaunamonsters zijn voorafgaand aan de toedeling taxonomisch afgestemd.

Invoer EKO voor terugvoorspelling

Zoals in hoofdstuk 6, tabel 6.3 is weergegeven komen niet alle benodigde abiotische waarden die nodig zijn om met EKO te voorspellen uit de modellenketen zelf. De waarden van de abiotische invoervariabelen van EKO voor Springendal zijn dus samengesteld uit: Modelwaarden (modellenketen), aanvullende (geëxtrapoleerde) meetwaarden (voor Ca en Cl), of een aanvulling vanuit cenotypen. Dit laatste hield in dat indien geen andere gegevens beschikbaar waren er waarden van de betreffende variabele uit de cenotypenbeschrijvingen zijn overgenomen (i.e. van de toegedeelde cenotypen). Dit was voornamelijk nodig met betrekking tot dwars- en lengteprofiel van de beek, bodemsamenstelling (i.e. laagveen of niet), verval en vegetatiebedekking. Omdat slechts 1 vegetatiebedekkingsgetal was aangeleverd door NUSWA-Lite is de volgende werkwijze aangehouden:

- Wanneer het cenotype geen submerse of drijvende vegetatie bevatte zijn de NUSWA-Lite waarden evenredig over beide categorieën verdeeld
- Als het cenotype alleen maar drijvende vegetatie bevatte dan zijn de NUSWA-lite waarden als drijvend beschouwd
- Als het cenotype alleen maar submerse vegetatie bevatte dan zijn de Nuswa-lite waarden als submers beschouwd
- Wanneer het cenotype beide bevatte dan is de zijn de Nuswa-lite waarden naar verhouding verdeeld over de categorieën.
- Voor de totale bedekking is altijd de cenotypewaarde gebruikt.

7.4 Terugvoorspellingsresultaten Springendalse beek

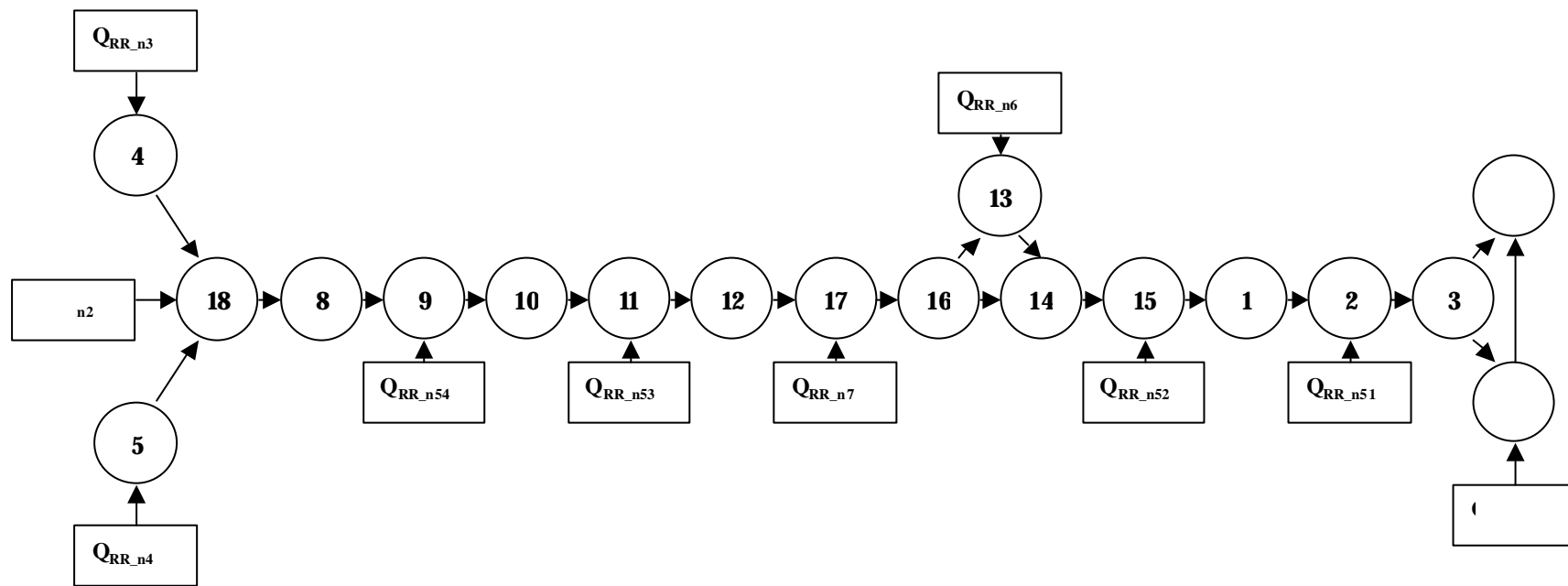
7.4.1 Waterkwantiteit (SOBEK)

Het model is gekalibreerd op beekafvoeren en grondwaterstanden. Vergelijking van modelresultaten met meetgegevens heeft eveneens plaatsgevonden voor beekafvoeren en grondwaterstanden. Hier wordt slechts ingegaan op de resultaten voor de beekafvoer. Figuur 7.6 geeft een overzicht van de gemeten en door SOBEK berekende beekafvoer.

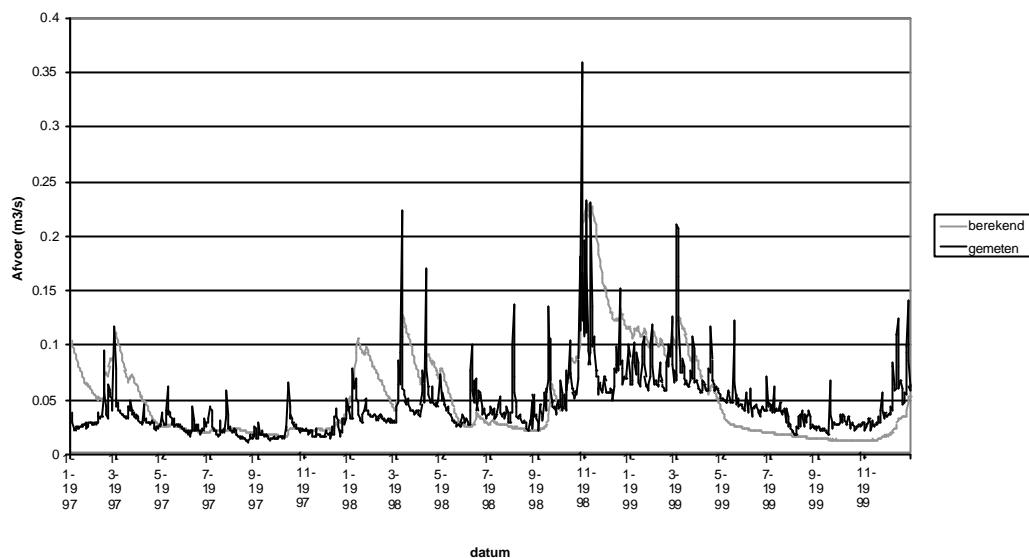
Uit figuur 7.6 is het volgende te constateren:

- In grote lijnen komen modelresultaten en meetgegevens redelijk overeen. De gemiddelde gemeten afvoer over de periode 1997 t/m 1999 is $0.044 \text{ m}^3/\text{s}$. SOBEK berekent een gemiddelde afvoer over dezelfde periode van $0,051 \text{ m}^3/\text{s}$.
- De berekende afvoer vertoont veel minder fluctuaties, dan de gemeten afvoer;
- Nadat het model sterke pieken in afvoer genereert, vermindert de afvoer minder snel dan volgens de metingen gebeurt;

De zomer van 1999 wordt met het model slecht gesimuleerd: De gemiddelde berekende afvoer is die zomer bijna 50% lager dan de gemeten afvoer.



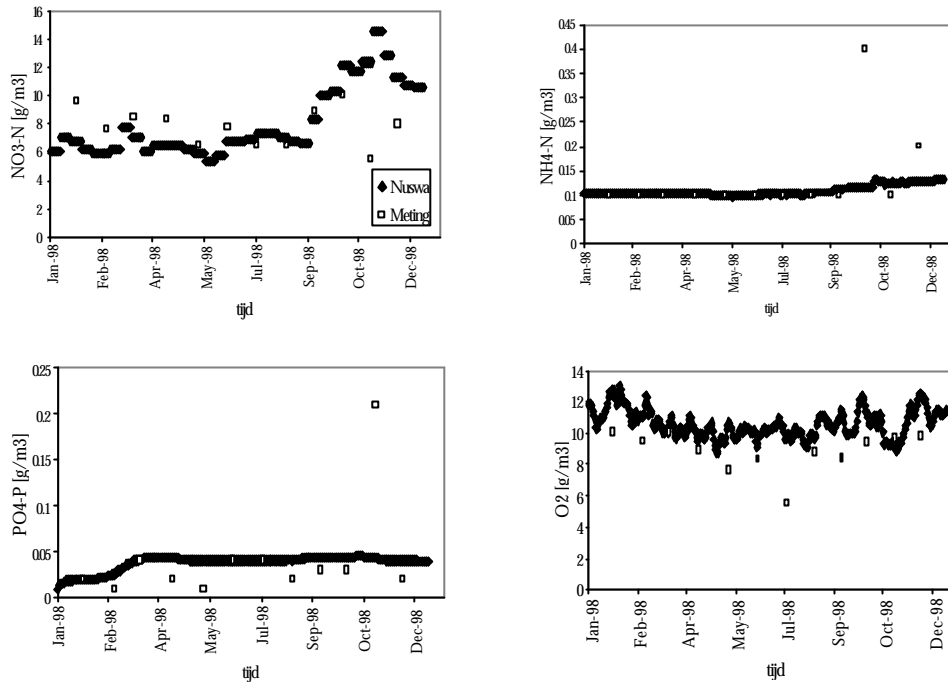
Figuur 7.5 SOBEK-NUSWA schematisatie voor de Springendalse beek met 18 oppervlaktewatercompartimenten en 10 hydrologische rekeneenheden



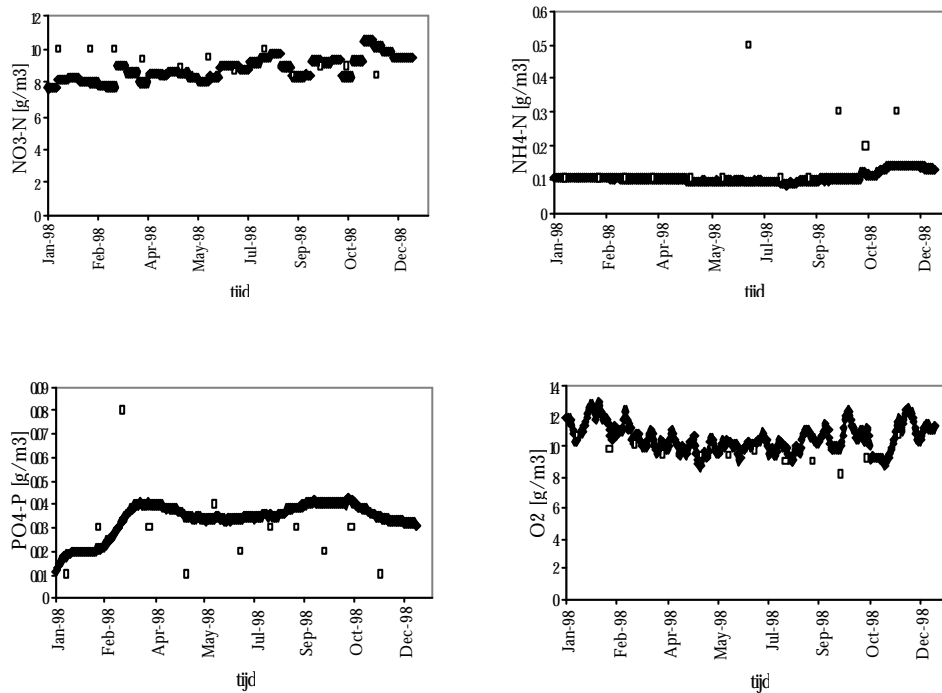
Figuur 7.6 Vergelijking van door SOBEK berekende en gemeten afvoeren Springendalse beek.

7.4.2 Waterkwaliteit (NUSWA)

Voor een tweetal meetlocaties langs de Springendalse beek zijn de met NUSWA berekende concentraties en de gemeten concentraties voor nitraat, ammonium, fosfaat en zuurstof weergegeven in de figuren 7.7 en 7.8. Hierbij moet wederom de kanttekening worden geplaatst dat gezien beperkingen ten aanzien van het gebruik van de STONE-uitspoelingsresultaten (zie par. 7.3) een vergelijking tussen simulatie- en meetwaarden eigenlijk niet verantwoord is. Het doel van deze resultaten is om de correcte werking aan te tonen van de binnen dit project ontwikkelde modellenketen.



Figuur 7.7 Meet- (>) en NUSWA simulatiegegevens(") voor een aantal stoffen op de locatie Springendalse beek, Zuidtak (code 34.202 en NUSWA compartiment 12), in 1998



Figuur 7.8 Meet- (>) en NUSWA simulatiegegevens(") voor een aantal stoffen op de locatie Springendalse beek, Uelserdijk (code 34.05 en NUSWA compartiment 12), in 1998

Desalnettemin laten de figuren zien dat de orde van grootte van de gesimuleerde stofconcentraties redelijk overeenkomen met de metingen. Gemeten fosfaat- en ammoniumconcentraties vertonen soms pieken die met name in de natte perioden minder goed uit de modelsimulaties naar voren komen. Dit kan mogelijk te maken hebben met een extra belasting op het beekwater als gevolg van een hogere desorptie van deze stoffen in de bodem, extra oppervlakkige afvoer of re-suspensie van sedimentmateriaal in de beek zelf.

7.4.3 Aquatische Ecologie (EKO)

Toedeling macrofaunamonsters

Met behulp van EKO zijn de beschikbare macrofaunamonsters van Springendal toegedeeld. Resultaten hiervan staan in tabel 7.5 onder “werkelijke toedeling”.

Terugvoorspelling met EKO

Vervolgens is op basis van de uitvoer van NUSWA en SOBEK en inschatting van de overige parameters zoals bovenstaand beschreven voorspeld wat de cenotypen zijn. Een overzicht van beide berekeningen is weergegeven in tabel 7.5.

De werkelijke en voorspelde cenotypen vallen in de groep van Neutrale bron(loopjes), zoals die in de ecologische reeksen in het web van Overijsselse cenotypen (Bijlage 1) worden onderscheiden (Verdonschot, 1990b). Tabel 7.5 laat zien dat:

- over het algemeen de terugvoorspelling redelijk tot goed overeenkomt met de werkelijke cenotypen,
- de verschillen die geconstateerd kunnen worden in de meeste gevallen te maken lijken te hebben met dimensies van het beektraject,
- de test voor de Springendalse beek weliswaar beperkt is (klein aantal locaties en tijdstippen in scenario's), maar dat de modellenketen een eerste resultaat heeft opgeleverd van 62% juiste voorspellingen.
- Er wel behoefte is ontstaan om te testen wat de gevoeligheid van EKO voorspellingen is voor (veranderingen) in de door NUSWA en SOBEK voorspelde parameters. Wanneer zal een cenotype anders worden voorspeld? Hoe groot moet daarvoor de verandering in invoerwaarden zijn voor welke parameters? Welke voorspelde parameter heeft de grootste invloed op de uitkomsten van de voorspelling?

Tabel 7.5 Toedeling- en voorspellingsresultaten EKOO voor Springendalse beek.

Omschrijving locatie	Datum macrofaunamonster	Werkelijke toedeling	Seizoen/jaar scenario	Voorspeld cenotype	Oorzaak verschil
Noordtak benedenstroomse deel vlak voor samenk. zuid- en Noordtak	21-Oct-69	R3	nj 70	H3	zuurgraad en nutriënten
Noordtak benedenstroomse deel vlak voor samenk. zuid- en Noordtak	10-Dec-69	H1	nj 70	H3	zuurgraad en nutriënten
Noordtak benedenstroomse deel	1-Jun-79	H1		-	
Noordtak benedenstroomse deel vlak voor samenk. zuid- en Noordtak	1-Jun-79	S1		-	
Springendal, bronbeek; Noordtak benedenloop/Mosbeekweg	20-May-92	H1	vj 90	H1	
Springendal, bronbeek; Noordtak benedenloop/Mosbeekweg	21-Sep-92	H1	Nj 90	H1	
Noordtak	1998	S1/H1	vj/nj 98	H3	zuurgraad en nutriënten naar H1 dimensies naar S1
Zuidtak benedenstroomse deel vlak voor samenk. zuid- en Noordtak	10-Dec-69	H1	Nj 70	H1	
Zuidtak benedenstroomse deel vlak voor samenk. zuid- en Noordtak	25-Mar-70	H1	vj 70	H1	
Zuidtak benedenstroomse deel vlak voor samenk. zuid- en Noordtak	24-Jun-70	H1	vj 70	H1	
Zuidtak benedenstroomse deel vlak voor samenk. zuid- en Noordtak	11-Feb-80	H1		-	
Zuidtak benedenstroomse deel	11-Feb-80	H1		-	
Springendalse beek; Zuidtak benedenloop/Mosbeekweg	25-May-92	H1	vj 90	H1	
Springendalse beek; Zuidtak benedenloop/Mosbeekweg	20-Oct-92	H1	Nj 90	H1	
Zuidtak	1998	S1	vj/nj 98	H3	dimensies
Springendalsebeek bo.str.; Uelserdijk	1-Jun-81	S1		-	
Springendalsebeek bo.str.; Uelserdijk	5-Apr-83	S3		-	
Springendalsebeek bo.str.; Uelserdijk	8-Dec-83	H1		-	
Springendalsebeek bo.str.; Uelserdijk	14-Aug-95	H3	vj/nj 98	H3	
Springendalsebeek bo.str.; Uelserdijk	27-Apr-98	S1	vj/nj 98	H3	dimensies

7.5 Conclusies

SOBEK

In grote lijnen komen modelresultaten en meetgegevens overeen. De gemeten afvoer vertoont wel meer fluctuatie (pieken en dalen) dan de berekende afvoer. De terugkeer naar basisafvoer verloopt in de simulatie trager. Nadere analyse van de afvoeren laat zien dat de totaal de berekende afvoer hoger is dan de gemeten afvoer. De berekende afvoeren zijn met name te hoog in het winterhalfjaar, terwijl in het zomerhalfjaar te lage afvoeren worden berekend.

NUSWA

De orde van grootte van de gesimuleerde stofconcentraties komt redelijk overeen met de metingen. Gemeten fosfaat- en ammoniumconcentraties vertonen soms

pieken die met name in de natte perioden minder goed uit de modelsimulaties naar voren komen.

EKO

De voorspellingen uit deze beperkte testcase zijn voor 62% correct, maar er is behoefte aan een gevoeligheidsanalyse van de voorspelde cenotypen voor veranderingen in voorspelde parameters door SOBEK en NUSWA.

8 Test modellenketen voor stroomgebied Hollandse Graven scenario's

8.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de resultaten beschreven van de toepassing van de modellenketen in het stroomgebied Hollandse Graven in noordoost Twente. In vergelijking met de praktijkvalidatie voor de Springendalse beek (onderdeel van het stroomgebied Hollandse Graven) zijn de volgende wijzigingen aangebracht:

- In de keten zijn andere modellen gebruikt voor waterkwantiteit en -kwaliteit, namelijk SIMGRO in plaats van SOBEK (hoofdstuk 3) en NUSWA-lite in plaats van NUSWA (hoofdstuk 4)
- Er is een groter gebied geschematiseerd (8800 ha in plaats van 474 ha)
- Er is nu daadwerkelijk voor toekomstige situaties (circa 2018) voorspeld.
- De scenario's zijn niet fictief maar van wezenlijk belang voor het waterschap Regge en Dinkel, de provincie Overijssel, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer en de grondwaterwinning (Vitens). De scenario's zijn tijdens een workshop samen met deze partijen opgesteld (bijlage 4 voor verslag en aanbevelingen voor scenario's).

8.2 Scenario's

Uit de aanbevelingen voor scenario's voor Hollandse Graven is gekozen voor de scenario's:

Periode

- Huidige situatie
- Autonome ontwikkeling over 10-15 jaar (alleen bemestingsbeleid doorgezet)
- Situatie over circa 10-15 jaar na hermeandering
- Situatie over circa 10-15 jaar na functiewijziging naar Natuur, zoals aangegeven op een provinciale kaart (Provincie Overijssel, 2002)

Locaties

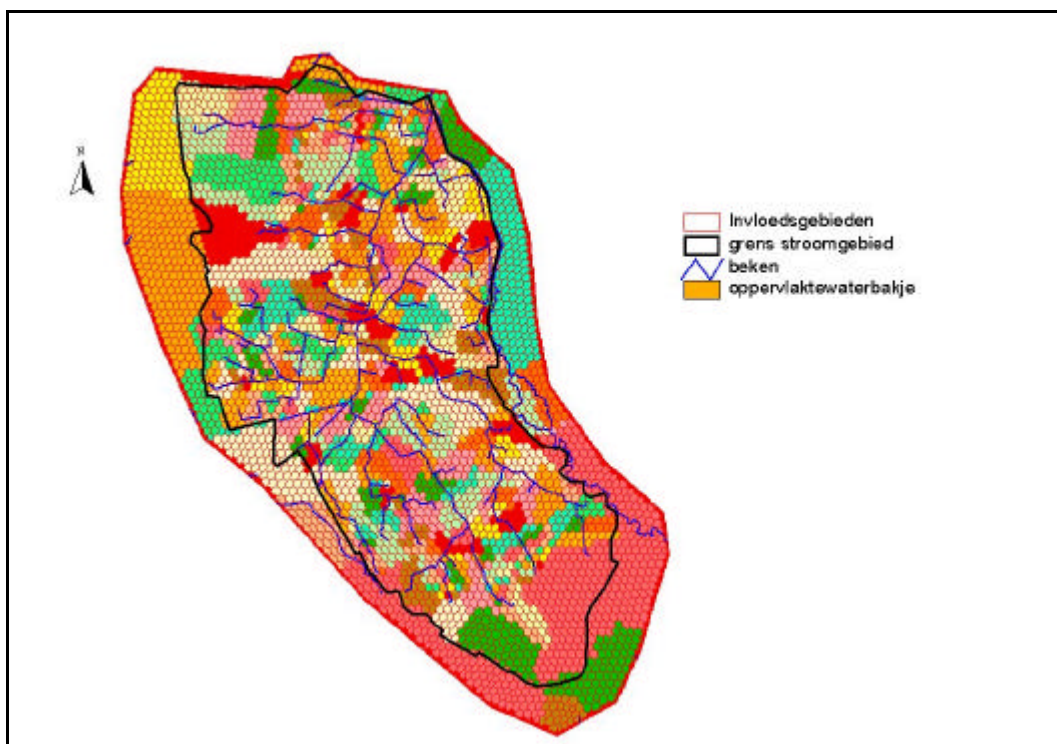
De beken en concrete locaties voor de ecologische voorspelling zijn in tabel 8.1 gegeven.

Tabel 8.1 Locaties Hollandse Graven scenario's

Naam beek		Mp code
Hams bronbeek		34.104
Springendalsebeek		34.050
midden/benedenloop		
Springendal	Zuid	bronbeek 34.224
middenloop		
Kersbergbeek		34.220
Poelbeek		34.219
Poelbeek		34.228
Springendal	Noord	bronbeek 34.226
middenloop		
Hollandsegraven benedenloop		34.006
Springendalsebeek benedenloop		34.008

8.3 Schematisatie en gegevens

Figuur 8.1 geeft een overzicht van het modelgebied. De stroomgebiedsgrens is aangegeven evenals de in model gebrachte beken. De invloedsgrenzen van de knooppunten zijn eveneens zichtbaar gemaakt. Tenslotte geeft de figuur een overzicht van de 368 oppervlaktewaterbakjes. Deze schematisatie van bakjes en de koppeling is doorgegeven naar NUSWA-lite



Figuur 8.1 Overzicht modelgebied Hollandse Graven

De “eindige elementen methode” is gebruikt voor de numerieke berekeningen van de grondwaterstroming. Hiervoor is een driehoeksnetwerk gemaakt, met voor ieder knooppunt een invloedsgebied. Het aantal knooppunten bedroeg 4152 met een onderlinge afstand van circa 150 m. Het totale modelgebied heeft een grootte van 8800 ha.

Waterkwantiteit (SIMGRO)

Het maaiveldsverloop is ontleend aan het digitale hoogtebestand van heel Nederland uit 1990 van de Meetkundige Dienst. Uit het Landelijk Grondwater (Pastoors, 1992) is de geohydrologie afgeleid. Voor neerslag is gebruik gemaakt van dagwaarden van station Denekamp. Deze zijn aangeleverd door waterschap Regge en Dinkel. Voor verdamping zijn dagwaarden van station De Bilt gebruikt. Voor de bodemkenmerken is de bodemkaart 1:50:000 gebruikt (De Vries en Denneboom, 1992). De bodemkaart is vertaald naar een bodemfysische code (Wösten et al, 1994). Gegevens over het bodemgebruik zijn ontleend aan het LGN3-plus bestand (De Wit et al., 1999). Uiteindelijk is per invloedsgebied de dominante bodemfysische code en het dominante landgebruik gebruikt voor de berekeningen.

Voor zes beken zijn afvoergegevens voorhanden. De ligging en dimensies van beken en stuwen zijn door waterschap Regge en Dinkel aangeleverd. De interactie tussen grond- en oppervlaktewater wordt berekend op het niveau van de invloedsgebieden. In het kader van de studie (Massop, 2002) zijn de locaties met buisdrainage in beeld gebracht.

Waterkwaliteit (STONE en NUSWA-lite)

De beperking van STONE is dat de resultaten niet geschikt zijn voor gebruik op ruimtelijke eenheden kleiner dan 25 km² (Kroes et al., 2002). Het gebied Hollandse Graven is met ongeveer 60 km² groot genoeg, maar aangezien voor deze studie vooral naar individuele beken is gekeken, zijn de STONE resultaten minder geschikt voor. Daarnaast verschilt de hydrologie zoals gebruikt in STONE ten opzichte van SIMGRO.

STONE levert per onderscheiden plot een debiet per oppervlakte en een nutriëntenvracht per oppervlakte verdeeld over verschillende stoffracties per decade. Door deze gegevens waar mogelijk (debiet groter dan nul) te delen ontstaat een concentratie. Deze concentraties zijn vervolgens gebiedsgewogen gemiddeld naar het voorkomen van STONE-plots binnen de SIMGRO-afwateringseenheden. Indien geen resultaten van STONE beschikbaar waren voor (een deel van) de SIMGRO-afwateringseenheid (STONE levert bijvoorbeeld geen resultaten voor stedelijk gebied), dan is volstaan met een studiegebiedsgemiddelde concentratie. De resulterende concentraties worden vermenigvuldigd met de door SIMGRO aangeleverde debieten om een nutriëntenvracht voor NUSWA-Lite op te leveren.

De dimensionering van het waterlopenstelsel, de uitspoeling uit de bodem en de waterbeweging zijn aangeleverd door SIMGRO. De door SIMGRO berekende uitspoeling betreft alleen de waterkwantiteit. Voor het toekennen van een kwaliteit aan deze uitspoeling is het daarom nodig een ander model te gebruiken. Aabvullende berekeningen voor dit gebied vragen echter binnen de doelstelling van deze studie te

veel tijd. Daarom is gebruik gemaakt van de voorspellingen die zijn gedaan met het consensusmodel STONE voor de evaluatie van het mestbeleid (Schoumans et al., 2002).

Het was de bedoeling om een voorspelling te doen over de effecten over ruim tien jaar waarvan logischerwijs nog geen meteorologische condities bekend kunnen zijn. Daarom zijn historische weersgegevens gebruikt. Voor SIMGRO waren deze gegevens beschikbaar voor de jaren 1997 tot 1999, welke als vergelijkbaar zijn overgenomen in STONE voor de jaren 2012 tot 2014 in de voorspelling.

Voor NUSWA-Lite zijn geen extra gegevens verzameld voor de toepassing van het model in Hollandse Graven. Afgezien van de parameterinstellingen wordt het model volledig gevoed door de resultaten van de andere modellen (SIMGRO en STONE). Hierdoor is de uitspoeling van nutriënten uit de bodem de enige bron van nutriënten die is meegenomen. Overige bronnen (inlaten) waren niet aanwezig of vroegen binnen de doelstelling van deze studie een in verhouding te grote inspanning om nader te bepalen (ongerioleerde lozingen, overstorten, RWZI's). NUSWA-Lite op dit moment nog niet voldoende uitontwikkeld en nog onvoldoende gevalideerd. Dit is binnen deze studie ook niet goed mogelijk. Door deze beperking aan de invoerzijde is het niet mogelijk om resultaten van de uiteindelijke berekening te laten zien.

De verandering in de invoer voor NUSWA-Lite uitten zich voor het scenario 'hermeandering' alleen in andere SIMGRO resultaten. Voor het scenario 'functieverandering' is het echter noodzakelijk een aanvullende berekening te doen, omdat verondersteld mag worden dat de uitspoeling van nutriënten vanuit de te ontwikkelen onbemeste natuurgebieden lager zal zijn dan die uit de huidige landbouwgebieden. Dit kon het eenvoudigst bereikt worden door de STONE berekeningen opnieuw te doen, maar dan zonder bemesting vanaf 2001. Aan de hand van de door de provincie Overijssel aangeleverde nieuwe functiekaart (Nieuwe Natuur; Provincie Overijssel, 2002) is per SIMGRO-afwateringseenheid bepaald of de gewone of de aangepaste resultaten gebruikt worden.

Aquatische ecologie (EKO)

De resultaten uit SIMGRO en NUSWA-Lite zijn aangevuld met (geëxtrapoleerde) gegevens uit Verdonschot *et al.* 1993 voor calcium en chloride en beschrijvingen van de Waterparels van het waterschap voor 2018 (Waterschap Regge en Dinkel, 2002) met name voor dwars- en lengteprofiel van de beek. Indien indien geen andere waarden beschikbaar waren is de parameterwaarde overgenomen uit de milieuomstandigheden die horen bij het meest recente cenotype dat van de locatie bekend is.

Voor de interpretatie van de door NUSWA-lite aangeleverde vegetatiegegevens is dezelfde methode aangehouden als beschreven in hoofdstuk 7 met dien verstande dat de procentuele verdeling over de verschillende vegetatiecategorieën (drijvend, submers, totaal) gebaseerd werd op de verhouding daartussen in het meest recente cenotype dat van de locatie bekend is.

Bij het scenario hermeandering zijn de nominale parameters 'regulatie' en 'regelmatig profiel' op nul gezet.

8.4 Resultaten voorspelling Hollandse Graven scenario's

8.4.1 Waterkwantiteit (SIMGRO)

Het model is gecalibreerd op beekafvoeren en grondwaterstanden. Figuur 8.2 geeft het calibratieresultaat voor de Springendalse beek. Er zijn twee redenen deze afvoeren hier te presenteren:

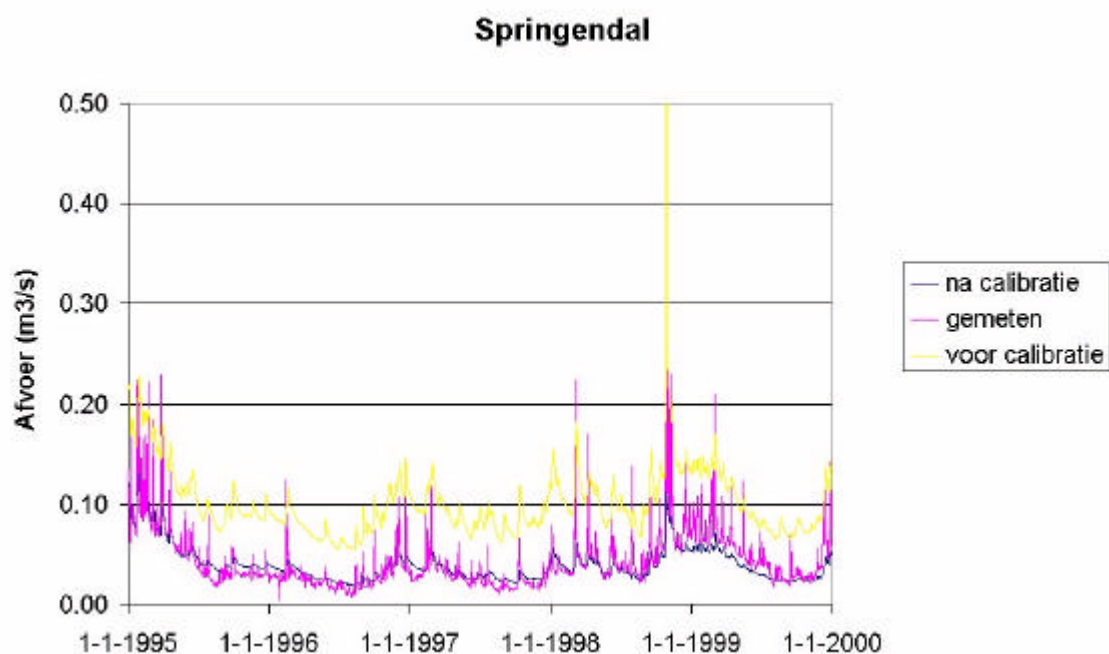
- De Springendalse beek behoort tot de beken waar de scenario's betrekking op hebben (zie paragraaf 8.2.).
- De Springendalse beek is ook met SOBEK gemodelleerd. Weergave van het calibratieresultaat van SIMGRO geeft een impressie van de verbetering die het gebruik van SIMGRO teweeg heeft gebracht.

Uit figuur 8.2 blijkt dat de gemiddelde afvoeren na calibratie goed gesimuleerd worden. De gemeten afvoer over de periode 1995 t/m 1999 is 0.044 m³/s. Voor aanvang van de calibratie werd met het model een gemiddelde afvoer over deze periode berekend van 0,102 m³/s. Na calibratie komt de berekende gemiddelde afvoer met 0,040 m³/s goed overeen met de gemeten afvoer. De gemeten afvoerpieken zijn echter wel hoger dan de gesimuleerde afvoerpieken.

Vergelijking met figuur 7.6 (hoofdstuk 7) laat duidelijk de verbeteringen zien die behaald zijn door omschakeling van SOBEK naar SIMGRO:

- De basisafvoer in de zomer wordt met SIMGRO redelijk goed gesimuleerd terwijl deze met name in de zomer van 1999 met SOBEK veel te laag wordt berekend. In de zomer van 1999 wordt deze afvoer met SOBEK bijna 50% onderschat.

Zowel in SOBEK als in SIMGRO worden de gemeten afvoerpieken niet zo uitgesproken gesimuleerd. Na een piekafvoer neemt bij SOBEK de afvoer veel te traag af. Met SIMGRO is deze berekende afname in de afvoer meer in overeenstemming met het gemeten afvoerpatroon.



Figuur 8.2 Afvoer Springendalse beek simulatie met SIMGRO

8.4.2 Waterkwaliteit (NUSWA-Lite)

De resultaten liggen in de te verwachten orde van grootte. De gesimuleerde nutriënten concentraties voor het 'functieverandering'-scenario liggen duidelijk lager dan die voor het autonome ontwikkeling-scenario. Voor het scenario 'hermeandering' zijn de verschillen kleiner. Figuren van deze simulaties zijn niet meer op tijd gereed gekomen om in de rapportage op te nemen.

8.4.3 Aquatische ecologie (EKO)

De cenotypen voor de verschillende scenario's zijn in tabel 8.2 door EKO voorspeld.

Tabel 8.2 Door EKO voorspelde cenotypen voor de Hollandse graven (verklaring cenotypecodes, bijlage 1.).

Locatie	mpc	seizoen	jaar	Heden	jaar	Autonoom	Hermeandering	Functie verandering
Hollandsegraven benedenloop	34.006	Vj	98	R4	2013	R4	S4	R4
		Nj	98	R4	2013	R4	S4	R4
		Vj	99	R4	2014	R4	S4	R4
		Nj	99	R4	2014	R4	S4	R4
Springendalsebeek benedenloop	34.008	Vj	98	S10	2013	R4	S1	D3
		Nj	98	S10	2013	R4	S1	D3
		Vj	99	S10	2014	S2	S1	R4
		Nj	99	S10	2014	R4	S1	D3
Springendalsebeek midden/benedenloop	34.05	Vj	98	S1	2013	S1	S1	S1
		Nj	98	S1	2013	S1	S1	S1
		Vj	99	S1	2014	S1	S1	S1
		Nj	99	S1	2014	S1	S1	S1
Hams bronbeek	34.104	Vj	98	D8	2013	D8	H3	D8
		Nj	98	D8	2013	D8	H3	D8
		Vj	99	D8	2014	D8	H3	D8
		Nj	99	D8	2014	D8	H3	D8
Poelbeek	34.219	Vj	98	S1	2013	S1	S1	S1
		Nj	98	S1	2013	S12	S1	S1
		Vj	99	S1	2014	S1	S1	S1
		Nj	99	S1	2014	S1	S1	S1
Kersbergbeek	34.220	Vj	98	H3	2013	H3	H3	H3
		Nj	98	H3	2013	H3	H3	H3
		Vj	99	H3	2014	H3	H3	H3
		Nj	99	H3	2014	H3	H3	H3
Springendal Zuid bronbeek middenloop	34.224	Vj	98	H3	2013	H3	H3	H3
		Nj	98	H3	2013	H3	H3	H3
		Vj	99	H3	2014	H3	H3	H3
		Nj	99	H3	2014	H3	H3	H3
Springendal Noord bronbeek middenloop	34.226	Vj	98	H3	2013	H3	H3	H3
		Nj	98	H3	2013	H3	H3	H3
		Vj	99	H3	2014	H3	H3	H3
		Nj	99	H3	2014	H3	H3	H3
Poelbeek bronbeek	34.228	Vj	98	D8	2013	P5	H3	P5
		Nj	98	D8	2013	P5	H3	P5
		Vj	99	D8	2014	D8	S4	D8
		Nj	99	D8	2014	S4	S4	S4

Uit tabel 8.2 blijkt dat:

- Geen van de scenario's voor de locaties 34.05, 34.220, 34.224 en 34.226 verschil maken met de situatie anno 98/99.
- De autonome ontwikkeling over 10 jaar alleen voor de Springendalse beek benedenloop (34.008) en Poelbeek (34.228) anders wordt. De Poelbeek heeft dan soms zelfs een slootachtig karakter (P5).
- Hermeandering een zodanig grote invloed heeft dat alle beken toegedeeld worden aan Neutrale Bronnen/bovenlopen, ook al zijn het dat niet.
- De voorgenomen functieveranderingen (nieuwe natuur) alleen invloed heeft op de Springendalsebeek benedenloop (34.008) en Poelbeek bronbeek (34.228) in vergelijking met de huidige situatie. Deze beken krijgen soms zelfs een slootachtig karakter (D3, P5).

Deze resultaten laten de invloed van wijzigingen op lange termijn zien, maar er is wel behoefte aan een goede gevoeligheidsanalyse van de ecologische voorspellingen voor de door NUSWA-lite en SIMGRO voorspelde parameters. De stuurvariabelen per cenotypengroep in ecologische reeksen binnen EKKO zijn wel bekend (Bijlage 2), maar kennelijk zit daar nog een hiërarchie in die uiteenlopende voorspellingsresultaten kan opleveren. De orde van grootte van het ecologisch effect van een scenario (daadwerkelijke verandering in cenotypen) is bijvoorbeeld voor hermeandering zeer groot, terwijl wijzigingen in landgebruik minder invloed lijken te hebben. Met hermeandering zijn echter ook alle watergangen als niet gereguleerd en met een onregelmatig profiel behandeld, wat zo ingrijpend is dat overige omstandigheden van de beeklopen ondergeschikt worden. Een helder inzicht in deze hiërarchie zou de interpretatie van voorspellingsresultaten verduidelijken.

8.5 Conclusies

SIMGRO

De gemiddelde afvoeren zijn na calibratie goed gesimuleerd. De gemeten afvoerpieken zijn echter wel hoger dan de gesimuleerde afvoerpieken. Vergelijking met de resultaten voor Springengal laat duidelijk de verbeteringen zien die behaald zijn door omschakeling van SOBEK naar SIMGRO.

NUSWA-Lite

Voor Hollandse Graven is op dit moment door een gebrek aan goede invoer nog niet mogelijk om een verantwoorde voorspelling van de nutriëntengehaltes van het oppervlaktewater te maken. Helaas is het niet goed mogelijk om de resultaten van STONE te gebruiken, aangezien de bovenstroomse beken meestal een te klein afvoergebied hebben.

EKO

De scenario's hebben soms zeer duidelijke, maar soms tegen de verwachting in nog geen effect op de ecologische gemeenschap in de beken. Dit is niet altijd te verklaren.

9 Conclusies en doorkijk naar toekomst

Met het project Modelinstrumentarium ecologische oppervlaktewaterkwaliteit is een koppeling gemaakt tussen het waterkwantiteitsmodel SIMGRO, Waterkwaliteitsmodel NUSWA-Lite en Aquatisch ecologisch voorspellingsmodel EKO. De resultaten zijn hoopgevend maar geven ook aanleiding tot een aantal aanbevelingen:

SIMGRO

Met het hydrologisch model SIMGRO komen de beekafvoeren redelijk overeen met gemeten afvoeren. Verbeteringen zijn mogelijk, als de schematisatie van het oppervlaktewater in nog kleinere (afwaterings)eenheden wordt opgedeeld. Nog beter is om in SIMGRO het bakjes model voor het oppervlaktewater te vervangen door een hydraulisch model

NUSWA / NUSWA-Lite

Uitspoeling en schaal

In de waterkwaliteitsketen is de belasting van het oppervlaktewater met de nutriëntenuitspoeling vanuit de bodem een onderdeel dat nadere aandacht behoeft. Dit heeft in hoofdzaak te maken met de schaal waarop tot dusverre met EKO uitspraken moesten worden gedaan, namelijk de kleinere natuurlijke beeksystemen. De met STONE berekende belasting kent wegens de onderliggende hydrologische schematisering een ondergrens voor het areaal dat veelal het afwaterende gebied van deze beeksystemen overschrijdt. Het alternatief hiervoor is om het aan STONE ten grondslag liggende instrumentarium SWAP/ANIMO gebiedsspecifiek in te zetten. SWAP berekent de hydrologie en ANIMO bepaalt vervolgens op basis hiervan de bemesting de uitspoeling naar oppervlaktewater en het diepe grondwater.

Hydrologie

Het voorgaande punt geeft al aan dat uitspoelingsberekeningen intrinsiek gekoppeld zijn aan hydrologieberekeningen, ongeacht het toegepaste instrument. De laatste berekeningen zullen echter niet volledig overeenkomen met de hydrologie zoals berekend met SOBEK (Rainfall-Runoff module) of SIMGRO. Deze inconsistentie is getracht te elimineren door het uit de met STONE berekende hydrologie en nutriëntenvrachten om te zetten naar concentraties en deze te vermenigvuldigen met de SOBEK of SIMGRO hydrologie. Beter is het om uit te gaan van één consistente hydrologie.

Andere nutriëntenbronnen

Naast de belasting vanuit de bodem op het oppervlaktewater zal er bij de met name wat grotere watersystemen ook sprake kunnen zijn van puntbronnen, zoals bijvoorbeeld ongerioleerde lozingen, overstorten en RWZI's. Daarnaast zou de atmosferische depositie een rol kunnen spelen. Tot op heden zijn deze mogelijke bronnen nog niet meegenomen in de modelberekeningen wegens ontbrekende gegevens.

Verbeterpunten oppervlaktewaterkwaliteitsberekeningen

Vooropgesteld dat de keuze van een model in de keten niet los gezien kan worden van alle andere modellen, maar ook niet van de beschikbaarheid en nauwkeurigheid van de (invoer)gegevens de volgende keuze: NUSWA en NUSWA-Lite verschillen in hoofdzaak op de lumping van de stikstofprocessen, het niet meenemen van nutriëntenprocessen in het sediment en het buiten beschouwing laten van de zuurstofhuishouding in zowel water- als sedimentcompartimenten in het laatste model. Het (positieve) gevolg hiervan is dat NUSWA-Lite veel sneller rekent dan NUSWA. Afhankelijk van de schaal waarop modelberekeningen moeten worden uitgevoerd en de vraag vanuit EKO, moet een keuze tussen beiden worden bepaald. De schematisering en invoer (debieten en waterdiepten) kan worden opgelegd vanuit de hydraulische modellen SOBEK, SIMGRO of andere.

In de plantengroei-modulen wordt tot dusverre geen gebruik gemaakt van reductiefactoren voor de instraling. Dit kan van betekenis zijn voor de plantengroei in waterlopen die al dan niet periodiek beschaduwd worden, zoals bijvoorbeeld de Springendalse beek. Hiervoor is het nodig om per onderscheiden oppervlaktewatercompartiment een tijdsafhankelijke relatie op te geven die in eerste instantie gekoppeld kan worden aan het landgebruik (natuur of landbouw) van de meest nabijgelegen plot.

NUSWA kent voor het hele gemodelleerde watersysteem slechts één type biomassa: kroos of waterpest. Daarentegen kent NUSWA-Lite onderverdeling in een fractie drijvend en een fractie wortelend. De verhouding kan per compartiment worden opgegeven. Het lijkt derhalve noodzakelijk om dit laatste concept ook in NUSWA in te bouwen, waardoor in grotere waterloop-systemen onderscheid gemaakt kan worden tussen kroosgroei in eutrofe perceelsslotten en waterplantengroei in de meer oligotrofe bosbeken.

Beide modellen kennen vastlegging en mobilisatie van fosfaat aan het sediment in de waterlopen, inclusief eventuele accumulatie t.g.v. bezinking. Vooralsnog wordt er echter geen rekening gehouden met mogelijke re-suspensie, waardoor tijdens perioden van hoge afvoeren mogelijk fosfaatpieken worden gemist in de simulaties. Dit geldt in mindere mate voor ammonium, omdat deze stof minder goed adsorbeert. Te overwegen valt of voor dynamische beeksystemen re-suspensie in de beide modellen ingebouwd zal moeten worden.

Alternatieve instrumenten

In principe zijn in het voortraject van EKO 2 modelketens beschikbaar die uitspraken kunnen doen m.b.t. hydrologie, hydraulica, uitspoeling van nutriënten vanuit de bodem en uiteindelijk de nutriëntenhuishouding in open waterlopen.

Toepassing van SIMGRO in combinatie met NUSWA-Lite en STONE biedt het voordeel dat relatief snel voor grote gebieden voorspellingen kunnen worden gedaan t.a.v. nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater. De nadelen t.a.v. de

toepassingschaal, hydrologie en de nutriëntenmodellering in de waterlopen zijn in het vorenstaande al aangestipt.

Het inzetten van SOBEK in combinatie met NUSWA en STONE kent dezelfde tekortkomingen, behalve dat NUSWA een aantal voordelen kent t.o.v. NUSWA-Lite in de procesmodellering. Daartegenover staat dan weer dat de hydrologie van SOBEK onnauwkeurige resultaten oplevert als gevolg van onvolkomenheden in de koppeling tussen bodem en oppervlaktewater.

Om aan de meeste tekortkomingen tegemoet te komen zou een integraal instrument uitkomst kunnen bieden. Voor de technisch inhoudelijk ingevoerden: een dergelijk instrument bestaat dan uit een raamwerk met daarin opgenomen de modellen SWAP, ANIMO, een oppervlaktewatermodel, en NUSWA of NUSWA-Lite. In feite bestaat dit instrument al op hoofdlijnen in de vorm van FIW (Framework Integraal Waterbeheer). De kwaliteitslijn is in FIW ingebouwd d.m.v. van een integrale module voor bodem en oppervlaktewater. Hieraan ontbreken nog een aantal elementen die het mogelijk moeten maken om de nutriëntenhuishouding in deze domeinen goed te kunnen simuleren. Mogelijk zal echter een keuze worden gemaakt om de bestaande ANIMO en NUSWA modellen om te zetten naar raamwerkversies.

EKO

De scenario's hebben soms zeer duidelijke, maar soms tegen de verwachting in nog geen effect op de ecologische gemeenschap in de beken. Dit is niet altijd te verklaren. Reden voor een goede gevoeligheidsanalyse van de ecologische voorspellingen voor de door NUSWA-lite en SIMGRO voorspelde parameters. En daarnaast een evaluatie van het opstellen van de input. Met name de niet voorspelde maar geschatte waarden. Voor EKO als onderdeel van de Alterra modellenketen moet een betere koppeling (= versterking ecologische data en verbetering van modelformuleringen) worden gemaakt tussen het ecologische model en de overige modellen. Dit ten behoeve van een grotere betrouwbaarheid van voorspellingen en een bredere toepassing in de praktijk van de nationale en regionale beheerders en -beleidsmakers. Het gaat dus vooral om de inhoud van het ecologische model en het inpasbaar maken in de keten. Toekomstige activiteiten voor EKO omvatten daarom: integratie van nationale ecologische informatie, optimalisering van de voorspellingstechniek en eventueel opschaling naar het niveau van KRW stroomgebieden

Literatuur

Beusen, A.H.W., H.L. Boogaard, P.A. Finke, R. Heida, B. Gehrels, P. Groenendijk, J.A. van Jaarsveld, O.M. Knol, G.B.J. Overbeek & E. Scheper, 1999. STONE1.2 Technische documentatie versie 1.0, RIVM, Bilthoven.

Dam, J.C. van, J. Huygen, J.G. Wesseling, R.A. Feddes, P. Kabat, P.E.V. van Walsum, P. Groenendijk and C. A. van Diepen, 1997. Theory of SWAP version 2.0, Simulation of water flow, solute transport and plant growth in the Soil-Water-Atmosphere-Plant environment. Report 71, Department Water Resources, Wageningen Agricultural University, and Technical Document 45, DLO-Winand Staring Centre, Wageningen.

Elbersen, J. W. H. (2003 in prep.). De implementatie van een maatlat in het programma EKO.V. Ontwikkeling van een rekenmethodiek voor bepaling van de afstand tot een ecologische referentie voor de stromende wateren van Veluwe en Vallei. Wageningen, Alterra.

Ernst, L.F., 1978. Drainage of undulating sandy soils with high groundwater tables. *Journal of Hydrology* 39 (3/4):1-50.

Groenendijk, P., and J.G. Kroes, 1999. Modelling the nitrogen and phosphorus leaching to groundwater and surface water with ANIMO 3.5. Report 144, DLO-Winand Staring Centre, Wageningen.

Groenendijk, P., 2002. NUSWA-Lite model. Interne mededeling (in voorbereiding), 2003, Alterra, Wageningen.

Higler, L.W.G., F.F. Repko en J.A. Sinkeldam, 1981. Hydrobiologische waarnemingen in het Springendal. RIN-rapport 81/16. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. NWA Hellendoorn.

ICIM, 1992. DUFLOW, A micro-computer package for the simulation of one-dimensional unsteady flow and water quality in open water channels, Version 2.0. Rijswijk, The Netherlands.

Kolk, J.W.H. van der en J. Drent, 1996. NUSWA - A mathematical model to predict the fate of nutriënts in surface water systems. Interne mededeling 402, DLO-Staring Centrum, Wageningen.

Koopmans, M., R. C. Gerritsen & P. F. M. Verdonschot (1999). Ecologisch maatweb stromende wateren Veluwe & Vallei: IBN-rapport 439, IBN-DLO, Waterschap Vallei&Eem, Waterschap Veluwe.

Kroes, J.G., P.J.T. van Bakel, J. Huygen, T. Kroon, H.Th.L. Massop, R. Pastoors, 2002. Regional validation of a nation wide application of a comprehensive 1D hydrological model. Accuray 2002 Symposium, 10-12 July, Melbourne, Australia; p. 83-93.

Massop, H. Th. L., 2002. Landelijke karakterisering buisdrainage, intern rapport, Alterra, Wageningen.

Mol-Dijkstra, J.P., W. Akkermans, C.W.J. Roest en M.J.W. Jansen, 1999. Meta-modellen voor effecten van N- en P-belasting op de grond- en oppervlakte-waterkwaliteit. Technisch Document 61, DLO-Staring Centrum, Wageningen.

Molen, J.S. van der, 2003. EKO 4.3 Ecologische Karakterisering van Oppervlakte-wateren Gebruikersinstructie Januari 2003, versie 4.3

Nijboer, R.C., P.W. Goedhart, P.F.M. Verdonschot & C.J.F. ter Braak, 1998. Effecten van ingrepen in het waterbeheer op aquatische levensgemeenschappen. Cenotypenbenadering, fase 1: ontwikkeling van het prototype. RIZA werkdokument 98.141X, STOWA werkrapportnummer 98-W-03, RIVM rapportnummer 70 37 18 004.

Nijboer, R.C., 1999. De Springendalse Beek: macrofaunagemeenschappen in de periode 1970-1995. IBN-rapport 455. 82p.

Oostindië, K, en J.J.B. Bronswijk, 1992. FLOCR - A simulation tool for the calculation of the water balance, cracking and surface subsidence of clay soils. Report 47, DLO-Staring Centrum, Wageningen.

Querner E.P. and Van Bakel P.J.T., 1989. Description of the regional groundwater flow model SIMGRO. Wageningen, DLO Winand Staring Centre. Report 7. 44 pp.

Pastoors, M.J.H., 1992. Landelijk Grondwater Model. Conceptuele modelbeschrijving 10, RIVM. Bilthoven.

Provincie Overijssel, 2002. Kaart Nieuwe natuur (NN_OV) in Noordoost-Twente. Provincie Overijssel Cartografie/Geo-informatie.

Querner, E.P. en P.J.T. van Bakel, 1989. Description of the regional groundwater flow model SIMGRO, report 7, SC-DLO, Wageningen.

Roller, J.A. te 2003. EKO: Technische rapportage, 23 januari 2003. WISL

Schoumans, O.F., J. Roelsma, H.P. Oosterom, P. Groenendijk, J. Wolf, H. van Zeijts, G.J. van den Born, S. van Tol, A.H.W. Beusen H.F.M. ten Berge, H.G. van de Meer & F.K. van Evert, 2002. Nutriëntenemissie vanuit landbouwgronden naar het grondwater en oppervlaktewater bij varianten van verliesnormen. Modelberekeningen met STONE 2.0. Clusterrapport 4: Deel 1. Gepubliceerd in 2002; 148 pp.

Veldhuizen, A.A., A. Poelman, L.C.P.M. Stuyt en E.P. Querner, 1998. Software documentation for SIMGRO V3.0. Regional water management simulator. Technical document 50, SC-DLO, Wageningen.

Verdonschot P.F.M. 1990a. Ecological characterization of surface waters in the province of Overijssel (The Netherlands). Thesis, *Agricultural University*, Wageningen, 1-255.

Verdonschot P.F.M. 1990b. Ecologische karakterisering van oppervlaktewateren in Overijssel. Het netwerk van cenotypen als instrument voor ecologisch beheer, inrichting en beoordeling van oppervlaktewateren. Provincie Overijssel, Zwolle, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, 301p.

Verdonschot, P.F.M., J.A. Schot en M.R. Sheffers, 1993. Potentiële ecologische ontwikkelingen in het aquatisch deel van het Dinkelsysteem. Onderdeel van het NBP-project Ecologisch onderzoek Dinkelsysteem. IBN-DLO. IBN-rapport 004.

Verdonschot, P. F. M. & P. W. Goedhart (2000). Voorspelling van effecten van ingrepen in het waterbeheer op aquatische levensgemeenschappen. Wageningen, Alterra Research Instituut voor de Groene Ruimte

Verdonschot, P.F.M., O. Driessen, W. van der Hoek, J. de Klein, A. Paarlberg, G. Schmidt, J. Schot en D. de Vries, 1995. Beken stromen. Leidraad voor ecologisch beekherstel. Stowa rapport 95-03,. Werkgroep ecologisch waterbeheer rapport WEW-06. Stowa, Zoetermeer.

Verdonschot, P.F.M, J.W.H. Elbersen & M. van den Hoorn 2002 in prep. Voorspelling van effecten van ingrepen in het waterbeheer op aquatische gemeenschappen Validatie van de cenotypenvoorspellingsmodellen voor regionale watertypen (Overijssel) en voor beken en sloten in Nederland.

Vries, F. de en J. Denneboom, 1992. De bodemkaart van Nederland digitaal. Technisch document 1. Wageningen, DLO-Staring Centrum.

Waterschap Regge en Dinkel, 2002. Morfologische kwaliteit van de Twentse stromende waterparels: toestandbeschrijving met behulp van Gewässerstrukturgütekartering (uitgangssituatie 2002). Waterschap Regge en Dinkel, EcoQuest en Tauw.

Wit, C.T., 1965. Photosynthesis of leaf canopies. Institute for Biological and Chemical Research on Field Crops and Herbage, Wageningen.

Wit, A.J.W. de, T.G.C. van der Heijden en H.A.M. Thunnissen. 1999. Vervaardiging en nauwkeurigheid van het LGN3-grondgebruiksbestand. Rapport 663, DLO-Staring Centrum, Wageningen.

WL | Delft Hydraulics, 2001. SOBEK Rural, managing your flow. Manual, version 2.07, WL delft Hydraulics, Delft.

WL | Delft-Hydraulics, 2003. Webpagina WWW.SOBEEK.NL

Wösten, J.H.M., G.J. Veerman en J. Stolte, 1994. Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks. Vernieuwde uitgaven 1994. Technisch document 18, SC-DLO. Wageningen.

Bijlage 1 Cenotypen omschrijving voor Overijssel

<u>Cenotype code</u>	<u>Omschrijving</u>
H1	Voedselrijke helocrene bronnen
H2	Droogvallende kwelmoerassen
H3	Matig voedselrijke helocrene bronnen
H5	Voedselarme helocrene bronnen
H6	Zure droogvallende kwelmoerassen
S1	Bronbeken
S2	Natuurlijke bovenlopen
S3	Droogvallende natuurlijke bovenloopjes
S4	Droogvallende natuurlijke bovenlopen
S5	Saprobe boven- en middenlopen
S6	Half-natuurlijke middenlopen
S7	Gereguleerde middenlopen
S9	Saprobe beekpoelen/droogvallende gereguleerde bovenlopen
S10	Droogvallende gereguleerde bovenlopen/sloten
S12	Droogvallende zwak zure gereguleerde bovenlopen/sloten
S13	Beekpoelen
S14	Extreem belaste beek
D2A	Sloten
D3	Sloten/stilstaande gereguleerde beken
D6	Zure sloten
D8	Droogvallende zwak stromende sloten
D11	Extreem belaste sloot
R1	Belaste gereguleerde benedenlopen en riviertjes
R2	Brede laagveensloten en vaarten
R3	Middelgrote riviertjes
R4	Belaste kleine tot middelgrote lijnvormige wateren
R5	Belaste gereguleerde riviertjes en kanalen
R7	Kanalen
R8	Randmeren
R9	Gereguleerde benedenlopen
R11	Brede, diepe lijnvormige wateren
R12	Grote, matig diepe plassen
P1	Droogvallende verzuurde vennen
P2	Zure vennen
P3	Zwak zure vennen
P4	Poelen
P5	Kleine ondiepe sloten
P6	Petgaten
P7	Matig grote, diepe plassen
P8	Grote sloten en kleine ondiepe plassen
P9	Grote plassen en meertjes
P11	Kanalen en middelgrote diepe plassen

Bijlage 2 Ontwikkelingsreeksen binnen cenotypen (EKOO)

I. Kwaliteitsreeksen

Kwaliteitsreeksen EKOO (de letter en cijfercode (bijvoorbeeld H1) refereert naar een bepaald cenotype; ' = streefbeeld toestand; + = referentietoestand).

bronnen

permanent H1 - H3 - H5 - H3/5' - H3/5+

droogvallend H2 - - - - - H6 - H6' - H6+

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

debiet, organisch substraat, mineraal substraat, vegetatie, zuurgraad

basiskwaliteit H1

referentie H3/5+

bronloopjes en bovenloopjes

S14 - S5 - S12 - S3(S13) - S1 - S1' - S1+

droogval (S12)

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

verhang, profielvorm, organisch substraat, mineraal substraat, nitraat

basiskwaliteit S3

referentie S1+

bovenlopen

S14 - S5 - - - S10 - S4(S9) - S2 - S2' - S2+

regulatie D8/S7

droogval S10

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

verhang, profielvorm, organisch substraat, mineraal substraat, nitraat

basiskwaliteit S10

referentie S2+

middenlopen

S14 - S5 - - - S7 - S6 - S6' - S6+

regulatie R4 - R9

droogval S9/S10

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

stroomsnelheid, profielvorm, vegetatie, schaduw, nutriënten

basiskwaliteit S7

referentie S6+

slootbeken

S14 - S5 - D3 - S7 - S6'

breder R4 - R9

droogval S10/D3

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

stroomsnelheid, profielvorm, vegetatie, schaduw, nutriënten

basiskwaliteit D3

streefbeeld S6'

smalle weteringen

S14 - S12 - S10 - S7 - S7' - S7+

- D3 - S7 - S7'

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

stroomsnelheid, slib, zand, vegetatie, nutriënten

basiskwaliteit S10

referentie/streefbeeld S7+/S7'

brede weteringen

R4 - (R1 breder) - R9'

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

stroomsnelheid, slib, zand, vegetatie, nutriënten

basiskwaliteit R4
streefbeeld R9'

benedenlopen

R4 – R1 – R9 – R9' – R9+

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

stroomsnelheid, profielvorm, vegetatie, schaduw, nutriënten

basiskwaliteit R1

referentie R9+

riviertjes

R4 – R1 – R3 – R3' – R3+

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

stroomsnelheid, profielvorm, vegetatie, schaduw, nutriënten

basiskwaliteit R1

referentie R3+

kanaalbeken

R4 – R1 – R9 – R9'

R5 – R3 – R3'

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

stroomsnelheid, profielvorm, vegetatie, schaduw, nutriënten

basiskwaliteit R1 (R5)

streefbeeld R9' (R3')

rivier

R5 – R11 – R11' – R11+

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

stroomsnelheid, profielvorm, vegetatie, schaduw, nutriënten

basiskwaliteit R5

streefbeeld R11'

laagveensloten

D11 – D3 – P8 – D2A – D2A' – D2A+

ondiep P5

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

peil, profielvorm, vegetatie, zuurgraad, nutriënten

basiskwaliteit P8

referentie D2A+

hoogveensloten

D11 – D8 – D6 – P3 – D6/P3' – D6/P3+

droogval S12

ondiep P5

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

peil, profielvorm, vegetatie, zuurgraad, nutriënten

basiskwaliteit D6

referentie D6/P3+

kleislotten

D11 – D8 – D3 – D3' – D3+

ondiep P5

breed R2

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

peil, profielvorm, vegetatie, zuurgraad, nutriënten

basiskwaliteit klei D3

referentie klei D3+

zandsloten

D11 – D8 – D3 – (P3)D6 – D6' – D6+

droogval S12

stromend S10

ondiep P5

breed R4

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

peil, profielvorm, vegetatie, zuurgraad, nutriënten

basiskwaliteit zand D8

streefbeeld zand D6'

brede sloten en kanaaltjes

R4 – P8 – R2 – P6? – R2' – R2+

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

peil, oevervorm, vegetatie, nutriënten, zuurgraad

basiskwaliteit P8

referentie R2+

kanalen

R5 – R4 – R12 – P11 – R7 – R7' – R7+

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

peil, oevervorm, vegetatie, nutriënten, doorzicht

basiskwaliteit R12

streefbeeld R7'

vaarten

R4 – R2 – (R12) – R2' – R2+

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

peil, oevervorm, vegetatie, nutriënten, doorzicht

basiskwaliteit R2

referentie R2+

poelen en kleine plassen

R4 – P8 – P4 – P4' – P4+

zwak zuur zie vennen

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

droogval, oevervorm, vegetatie, nutriënten, zuurgraad

basiskwaliteit P4

referentie P4+

vennen

P1[droog] (P7[groot]/P8[klein]) – P2 – P3 – P3' – P3+

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

droogval, oevervorm, vegetatie, nutriënten, zuurgraad

basiskwaliteit P2

referentie P3+

petgaten en meertjes (=incl. kleine wingaten en ondiepe kolken)

P9 – P8 – P6 – P6' – P6+

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

peil, oevervorm, vegetatie, nutriënten, doorzicht

basiskwaliteit P8

referentie P6+

grote plassen meren (=incl. grote wingaten en diepe kolken)

P9 – R12 – P11 – P7 – P7' – P7+

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

peil, oevervorm, vegetatie, nutriënten, doorzicht

basiskwaliteit R12

referentie P7+

randmeren

R8 – R8' – R8+

belangrijkste milieu- en habitatstuurvariabelen:

expositie, oevervorm, vegetatie, nutriënten, doorzicht	
basiskwaliteit	R8
referentie	R8+

II. Ecologische reeksen

HOOFDGROEP	stuurvariabelen (zie legenda)
Groep	stuurvariabelen (zie legenda)
Cenotype	stuurvariabelen (zie legenda)

Ecologische reeksen EKKO.

hoofdgroep groep	cenotype	stuurvariabelen
BRONNEN EN BOVENLOPEN		
		S, VERVAL, D, B, droogval, regulatie, profiel, EGV, NH ₄ , pH, O ₂
<i>zuurbron</i>	H5 H6	pH, D, S, egv, NH ₄ droogval, pH, regulatie, Ca
<i>neutraalbron</i>	H2 S1 H1 H3	s, VERVAL, D, B, droogval, regulatie, profiel t-P, NO ₃ , pH, B, D, droogval, NH ₄
<i>droogboven</i>	S2 S12 D6 S3 S4	B, D, S, droogval, VERVAL NH ₄ , O ₂ , droogval, B, D, pH, regulatie
<i>normboven</i>	S5 S10 D8	regulatie, B, D, NH ₄ , O ₂ , droogval S, NH ₄ , O ₂ , droogval, EGV
<i>beekpoel</i>	S13 S9	B, D, droogval, seizoen, regulatie, NH ₄ NH ₄ , O ₂ , B, D, regulatie
MIDDEN- EN BENEDENLOPEN/RIVIERTJES		
		B, D, S, VERVAL, NO ₃ , EGV, pH, regulatie, profiel
<i>middenloop</i>	S6 S7 R9	B, D, VERVAL, S, NO ₃ , EGV, pH, regulatie regulatie, B, D, NH ₄ , O ₂ , EGV, S
<i>benedenloop</i>	R3 R1 R4	B, D, profiel, regulatie, NO ₃ S, B, D, NH ₄ , NO ₃ , t-P, %-T, EGV, regulatie
SLOTEN EN KANALEN		
		B, D, EGV, NO ₃ , regulatie, %-T, laagveen, profiel

<i>kanaal</i>	R5 R11 R7	B, D, profiel, NO3, EGV, pH, regulatie B, D, t-P, NO3, NH4, %-T, S, EGV, regulatie
<i>sloot</i>	R2 D3 D2A P5	B, D, %-T, laagveen, regulatie, EGV B, D, t-P, NO3, EGV, %-T, NH4, pH
=====		
POELEN, PLASSEN EN MEREN		B, D, t-P, NO3, profiel, %-T, O2, NH4, EGV
<i>meer</i>	P7 P11 R12 P9 R8	B, D, profiel, t-P, NO3, regulatie, %-T B, D, NH4, t-P, NO3, %-T, O2
<i>poelplas</i>	P6 P8 P4	B, D, laagveen, t-P, NO3, %-T, O2, NH4 B, D, NH4, t-P, NO3, %-T, laagveen, O2, pH
<i>ven</i>	P3 P2 P1	pH, NH4, EGV, t-P, NO3, Ca, Cl pH, droogval, B, D, EGV, t-P, NO3
=====		
<i>legenda:</i>		
D = diepte		
S = stroomsnelheid		
EGV = geleidbaarheid		
NH4 = ammonium-gehalte		
O2 = zuurstofgehalte		
droogval = droogval		
pH = zuurgraad		
ISRE, IRIR, LSRE, LSIR = mate van regulatie		
VERVAL = verval		
B = breedte		
ISRE, IRIR, LSRE, LSIR = profielvorm		
t-P = totaal fosfaat-gehalte		
%-T = percentage vegetatiebedekking		

III. Morfologische reeksen

Tabel 5.1. Morfologische reeksen in EKKO (de letter en cijfercode (bijvoorbeeld H1) refereert naar een bepaald cenotype: horizontaal staat de reeks in volgorde van bron naar monding of van klein naar groot en verticaal staan uitwisselbare typen).

<p>bron-bronbeek-bovenloop-middenloop</p> <p>H5 (voedselarm) H3 – S1 – S2 – S6 H1 (voedselrijk)</p>
<p>regenbeek (droogvallende bron-droogvallende bovenloop-middenloop)</p> <p>H2 – S3 – S4 – S6 H6 S13 S9 (seizoen) (zuur) (seizoen)</p>
<p>genormaliseerde (droogvallende) bovenloop-middenloop</p> <p>H6 – S12 – S10 – S7 H5 D8 R4 (belast) (voedselarm) (sloot)</p>
<p>(droogvallende) weteringen</p> <p>S12 – S10 – R4 – R1 D3 (permanent, sloot)</p>
<p>grote stromende wateren (benedenloop-rivier(tje)-randmeer)</p> <p>R9 – R3 – R11 – R8</p>
<p>sloten</p> <p>D6 (zuur) (droogvallend/stromend) D8 – D3 – D2A – P8 (groot) (laagveen) P5 (verlandend, klein)</p>
<p>kanalen</p> <p>P11 – R7</p>
<p>laagveen</p> <p>lijnvorm D2A – R2 – R7 (sloot – vaart) D3 afgerond P6 – P8 – P9 (petgat/meertje) R12? P4 poel</p>
<p>plassen</p> <p>P11 – P7</p>
<p>zure wateren (bronnen en vennen)</p> <p>H5 – H6 (bronnen) S12 P1 – P2 – P3 – P4 (vennen) D6</p>
<p>basische wateren (wielen/laagveen, plassen/wielen, meren)</p>

P9

|

P8 - R12 - P11 - R8

droogvallende wateren

S13 - S9 zomer

H2 S10 - D8

S3 - S4 - S5 - S14

Bijlage 3 Conversieprogramma NUSWA-EKO

Het conversieprogramma CONVERS_NUSWA_EKO leest het NUSWA 'comma separated file' uitvoerbestand CONC_WATER.CSV (zie Fig. 6.1), waarin daggemiddelde concentraties staan per compartiment voor hele gesimuleerde tijdreeks. Na aggregatie in de tijd schrijft het conversieprogramma de waarden voor EKO weg naar de file EKO_NUTRIENT.CSV (zie Fig. 6.2) voor alle in de NUSWA-schematisatie meegenomen compartimenten en berekende stoffen. Hieruit zal in een later stadium door EKO een selectie moeten worden gemaakt.

Year	Day	Segm	WP/DW	POP	DOP	PO4	PON	DON	NH4	NO3	BOD	O2
1998	1	4	0.933	0.004	0.048	0.01	0.022	0.377	0.101	12.684	0.539	12.193
1998	1	5	0.95	0.004	0.052	0.01	0.021	0.447	0.103	6.075	0.512	11.952
1998	1	6	0.955	0	0.323	0.01	0	3.272	0.109	1.816	0.007	0.474
1998	1	13	0.959	0	0.616	0.01	0.001	5.906	0.104	8.912	0.031	4.891
1998	1	18	0.943	0.005	0.051	0.01	0.02	0.404	0.102	7.551	0.498	11.672
1998	1	8	0.957	0.007	0.051	0.01	0.028	0.401	0.103	7.594	0.686	12.401
1998	1	9	0.956	0.005	0.082	0.01	0.021	0.59	0.102	7.434	0.507	11.023
1998	1	10	0.956	0.007	0.082	0.01	0.026	0.595	0.103	7.452	0.642	12.246
1998	1	11	0.952	0.005	0.074	0.011	0.018	0.571	0.104	7.714	0.44	8.975
1998	1	12	0.952	0.007	0.073	0.011	0.022	0.555	0.106	7.788	0.542	10.807
1998	1	17	0.957	0.008	0.107	0.011	0.022	0.887	0.106	8.035	0.531	11.341
1998	1	14	0.959	0.008	0.166	0.012	0.027	1.462	0.112	8.144	0.648	12.129
1998	1	15	0.952	0.008	0.229	0.012	0.024	2.081	0.116	8.126	0.571	10.241
1998	1	1	0.952	0.01	0.223	0.014	0.031	2.016	0.132	8.171	0.755	11.815
1998	1	2	0.951	0.01	0.202	0.013	0.027	1.828	0.128	7.219	0.651	10.255
1998	1	3	0.952	0.012	0.197	0.014	0.032	1.781	0.138	7.277	0.759	11.371
1998	1	16	0.954	0.014	0.19	0.015	0.035	1.697	0.141	7.409	0.828	11.746
1998	1	7	0.954	0.001	0.312	0.011	0.003	3.15	0.115	2.206	0.072	1.901
1998	2	4	1.395	0.004	0.048	0.012	0.02	0.379	0.101	12.696	0.504	12.148
1998	2	5	0.878	0.003	0.052	0.012	0.017	0.449	0.103	6.054	0.425	11.842
1998	2	6	0.915	0	0.323	0.012	0	3.273	0.136	1.815	0.006	0.248
1998	2	13	0.891	0	0.616	0.012	0.001	5.907	0.106	8.911	0.022	3.337
1998	2	18	0.858	0.003	0.051	0.012	0.017	0.413	0.102	7.54	0.413	11.544
1998	2	8	0.857	0.004	0.051	0.012	0.023	0.412	0.103	7.54	0.578	12.371
1998	2	9	0.855	0.003	0.083	0.012	0.017	0.602	0.103	7.373	0.422	10.825
1998	2	10	0.855	0.004	0.082	0.012	0.021	0.6	0.104	7.374	0.532	12.165
1998	2	11	0.913	0.003	0.075	0.012	0.015	0.595	0.105	7.636	0.361	8.529
1998	2	12	0.914	0.003	0.075	0.012	0.017	0.591	0.107	7.638	0.43	10.269
1998	2	17	0.854	0.003	0.11	0.012	0.017	0.93	0.107	7.837	0.415	11.056
1998	2	14	0.886	0.004	0.168	0.013	0.021	1.504	0.114	7.963	0.518	11.987
1998	2	15	0.919	0.004	0.233	0.014	0.018	2.136	0.118	7.93	0.455	10.126
1998	2	1	0.907	0.005	0.231	0.016	0.024	2.114	0.137	7.935	0.603	11.659
1998	2	2	0.906	0.004	0.217	0.015	0.021	1.995	0.134	6.969	0.522	10.077
1998	2	3	0.912	0.005	0.215	0.017	0.025	1.977	0.147	6.975	0.609	11.145

Fig. 1 Voorbeeldbestand CONC_WATER.CSV

Tenslotte worden in het conversieprogramma per stof ook nog een aantal statische bewerkingen uitgevoerd en meegegeven aan de file EKO_NUTRIENT.CSV. Het betreft hier naast de gemiddelde halfjaarwaarden voor stofconcentraties:

- standaardafwijking;
- mediaan;
- en de 25- en 75-percentielen.

Year	Season	Segment	Plant_sw	Plant_sd	Plant_ms	Plant_p2	Plant_p7	POP_sw	POP_sd	POP_ms	POP_p25	POP_p75	DOP_sw	DOP_sd
1998	1	4	14.041	14.952	13.592	1.653	15.465	0.003	0.006	0.002	0.001	0.002	0.069	0.019
1998	1	5	15.42	14.152	18.525	1.539	18.236	0.004	0.006	0.002	0.001	0.004	0.115	0.078
1998	1	6	22.443	20.88	32.821	1.959	27.621	0	0	0	0	0	0.43	0.106
1998	1	13	18.641	17.388	25.106	1.539	22.737	0	0	0	0	0	0.398	0.297
1998	1	18	15.397	14.618	17.701	1.474	18.07	0.004	0.006	0.002	0.001	0.003	0.092	0.044
1998	1	8	15.32	14.528	17.683	1.502	18.187	0.005	0.006	0.003	0.001	0.004	0.092	0.044
1998	1	9	14.807	14.091	16.931	1.521	17.528	0.004	0.006	0.002	0.001	0.003	0.101	0.04
1998	1	10	14.73	14.001	16.714	1.541	17.442	0.004	0.007	0.002	0.001	0.004	0.101	0.04
1998	1	11	21.018	18.612	31.646	1.631	26.185	0.004	0.005	0.002	0.001	0.003	0.098	0.047
1998	1	12	20.532	18.111	31.038	1.652	25.514	0.004	0.006	0.003	0.001	0.004	0.098	0.047
1998	1	17	12.837	12.572	11.905	1.56	15.524	0.004	0.006	0.002	0.001	0.004	0.12	0.057
1998	1	14	15.376	14.106	18.618	1.636	18.274	0.005	0.007	0.003	0.001	0.004	0.149	0.076
1998	1	15	22.737	20.078	34.227	1.655	26.924	0.005	0.007	0.003	0.001	0.004	0.173	0.092
1998	1	1	18.068	15.964	25.967	1.724	21.62	0.007	0.009	0.004	0.001	0.006	0.171	0.092
1998	1	2	17.553	15.495	24.125	1.743	20.911	0.006	0.008	0.004	0.001	0.006	0.185	0.084
1998	1	3	18.37	16.085	26.039	1.781	22.077	0.007	0.009	0.004	0.001	0.007	0.184	0.084
1998	1	16	15.886	14.186	20.483	1.931	18.056	0.008	0.01	0.005	0.001	0.007	0.184	0.083
1998	1	7	24.916	23.205	36.455	1.997	31.109	0.001	0.001	0.001	0	0.001	0.41	0.099
1998	2	4	62.364	26.345	68.908	34.513	61.76	0.038	0.022	0.041	0.016	0.043	0.059	0.01
1998	2	5	55.925	23.933	60.304	30.969	57.319	0.048	0.029	0.054	0.014	0.054	0.06	0.013
1998	2	6	43.768	25.707	37.125	16.201	49.457	0.001	0.001	0.001	0	0.002	0.357	0.104
1998	2	13	40.068	20.553	37.106	18.243	42.092	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.254	0.261
1998	2	18	54.929	23.969	69.497	30.116	54.278	0.038	0.022	0.042	0.013	0.043	0.063	0.009
1998	2	8	54.627	23.723	58.147	29.01	54.65	0.053	0.031	0.058	0.018	0.058	0.062	0.009
1998	2	9	52.626	22.584	55.872	28.167	52.836	0.036	0.021	0.04	0.013	0.04	0.082	0.01
1998	2	10	52.052	21.96	55.421	29.068	52.402	0.045	0.026	0.049	0.016	0.05	0.082	0.01
1998	2	11	42.116	16.827	46.442	21.128	42.309	0.036	0.023	0.041	0.012	0.042	0.074	0.006
1998	2	12	41.782	16.44	46.153	21.306	41.716	0.043	0.025	0.046	0.014	0.048	0.074	0.008
1998	2	17	53.989	22.301	58.898	29.435	53.713	0.039	0.023	0.042	0.013	0.044	0.087	0.025
1998	2	14	47.948	19.792	50.354	25.98	48.248	0.048	0.028	0.052	0.016	0.054	0.106	0.052
1998	2	15	40.194	16.306	43.201	19.68	41.892	0.045	0.026	0.047	0.015	0.051	0.122	0.075
1998	2	1	42.728	16.764	46.623	22.799	42.471	0.057	0.034	0.06	0.02	0.064	0.12	0.073
1998	2	2	44.399	17.6	48.214	23.896	44.631	0.052	0.032	0.054	0.018	0.058	0.138	0.066
1998	2	3	42.608	16.505	46.826	22.812	42.52	0.059	0.036	0.061	0.021	0.067	0.137	0.065

Fig. 2 Voorbeeldbestand EKO_NUTRIENT.CSV

Bijlage 4 Verslag workshop Modellenketen Hollandse Graven

VERSLAG workshop 17-09-02

Project	Modellenketen waterbeheer
Datum	17-09-02
Aanwezig	Waterschap Regge en Dinkel, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, Alterra

1. Opening

Gertie Schmidt (WRD) opent de workshop, heet allen welkom en stelt het doel van de middag vast: het komen tot een aantal maatregelenpakketten waarvan Alterra met de modellenketen de consequenties voor hydrologie, nutriënten en ecologie gaat doorrekenen voor het stroomgebied Hollandse Graven.

2. Modellenketen

Jeanine Elbersen en Erik Querner lichten de onderdelen van de modellenketen toe en laten de eerste bemoedigende resultaten voor het stroomgebied van de Springendalse beek zien. Inhoudelijke vragen worden beantwoord en het gevoel wordt overgebracht voor wat de keten wel en niet zou kunnen.

3. Scenario's

1. Het natuurgebied rondom het kanaal Almelo-Nordhorn (Agelerbroek/Volterbroek (??))
Maatregelen: drainage opheffen, verhoogde doorvoer, eventueel met inundatie/retentie
Actie Fons Eijssink:
 - aanleveren situatieschets van gewenste maatregelen.
 - aangeven op welke locatie(s) ecologie voorspellen

2. Onderhoud en beheer profielen,

Profiel	meandering	Stuwen
1. Waternoodprofiel, 2q/0.25q,	X	X
2. Idem	hermeandering	X
3. Idem	hermeandering	Stuwen weg
4. Natuurlijk profiel		

Actie Gertie Schmidt c.s.:

- rekenregel voor waternoodprofiel dimensies tov. huidige profiel dimensies (diepte tov maaiveld, breedte boven, breedte bedding, Q's)
- welke dimensies houden we aan voor natuurlijk profiel?
- aangeven waar hermeanderen
- aangeven waar stuwen weg
- aangeven waar ecologie moet worden voorspeld

3. Nutriënten

Waterkwaliteit in gehele gebied op VR uit Vierde nota WHH

Actie Karel /Gertie: waar ecologie voorspellen?

4. Functieveranderingen

Op basis van functieveranderingen in Natuurgebieden plan de consequenties berekenen.

Actie Alterra: aanvragen bij Provincie (Joost Groen) van digitale kaart met nieuwe functies

Actie Gertie e.a. : op welke locaties ecologie voorspellen?

Met bovengenoemde scenario's kan in ieder geval het testen van de modellenketen worden voltooid. Het is op voorhand nog niet zeker of ook daadwerkelijk alle scenario's binnen de beschikbare tijd doorgerekend kunnen worden.

De resultaten van de scenario's zullen naar het waterschap worden teruggekoppeld, en indien mogelijk ook op uitgebreidere gebruikersdag van de modellenketen.

Voorstel voor nadere invulling scenario's modellenketen ALTERRA

(Gertie Schmidt (WRD), 15-10-200)

1. Welke dimensies houden we aan voor het natuurlijk profiel?

Ik stel voor om voor de dimensionering van de natuurlijke profielen tabel 1 te raadplegen. Deze tabel is enige tijd terug door mij samengesteld in kader van de discussie rondom OOR (Optimaal OppervlaktewaterRegime) voor het watertype laaglandbeek.

2. Aangeven waar hermeanderen en waar stuwen weg.

Ik stel voor het testgebied te beperken tot het deel van het stroomgebied van de Hollandsegraven ten noorden van het kanaal Almelo-Nordhorn en wel specifieke de volgende waterlopen:

- Springendalse beek (34-0-1), inclusief bovenlopen;
- Poelbeek (34-0-4), inclusief bovenlopen;
- Vlaschbeek (34-0-5), inclusief bovenlopen;
- Molenbeek (34-0-3-2), inclusief bovenlopen;
- Wiemselleiding (34-0-3), alleen het deel wat de benedenstroom vormt van de hierboven genoemde beken;
- Hollandsegraven (34), alleen het deel wat de benedenstroom vormt van de hierboven genoemde beken.

Recent heeft Wim van de Hoek de morfologie van deze beken beoordeeld met behulp van de Gewässerstrukturgütekartiering. De betreffende pagina's uit de rapportage heb ik op de post gedaan.

3. Waar ecologie voorspellen (ook bedoelt voor punt 3 –nutrienten- en 4 functieveranderingen)?

Tabel 2 geeft een overzicht van meetpunten die deel uitmaken van het meetnet van WRD en in het onder punt 2 voorgestelde plangebied zijn gesitueerd. Het betreffen 'beekmeetpunten', zowel in weinig aangetaste als sterk aangetaste beektrajecten. De meetpunten zijn in 2001 bemonsterd. Van een deel van de punten zijn ook 'historische' gegevens voorhanden. Vanzelfsprekend kunnen we deze gegevens in een nader af te spreken vorm aanleveren.

Tabel 1: Voorstel voor OOR- watertype laaglandbeek WRD.

aspect	variabele		eenheid	langzaam stromende beken en riviertjes						
				bovenloopjes		bovenlopen		middenlopen	benedenlopen	riiviertjes
				droogvallend	permanent	droogvallend	permanent	permanent	permanent	permanent
waterkwantiteit	1	piekafvoer	m ³ /s	afvoerpiek bij referentielocatie wijkt maximaal 20% af ten opzichte van de referentiesituatie in 19xx						
	2	basisafvoer		basisafvoer bij referentielocatie wijkt maximaal 20% af ten opzichte van de referentiesituatie in 19xx						
	3	breedte	m	< 1.5		1-3		2-5	4-10	10-30
	4	diepte	cm	< 25		< 40		20-70	30-100	30-120
	5	stroming zomer	cm/s	-	G :15 - 30, L: > 10	-	G :15 - 30, L: > 10	G :20 - 40, L: > 15		
	6	stroming winter	cm/s	G: 20 - 40, H: < 60		G: 20 - 40, H: < 60		G: 25 - 50, H: < 80		
	7	stroming voor fauna		klasse 2	klasse 1	klasse 2	klasse 1	klasse 1		
inrichting	8	bodemdiepte	cm -m/vld	5 - 25		20 - 45		25 - 70	30 - 100	40 - 100
	9	sinuositeit		meer dan 75% van het beekdal heeft de oorspronkelijke sinuositeit						
	10	vorm van het profiel		meer dan 75% van de beek heeft een natuurlijk asymmetrisch profiel						
	11	beekbegeleidend hout		> 90% beeklengte		> 80 beeklengte		idem > 75%	idem > 50%	
waterkwaliteit	12	substraat voor fauna		klasse 2	klasse 1	klasse 2	klasse 1	klasse 1		
	13	pH		5,5 - 7,5		5,5 - 7,5		5,5 - 7,5	5,5 - 7,5	6,5 - 8,5
	14	O ₂	mg/l	7	7	7	7	7	7	7
	15	saprobiecondities		klasse 2	klasse 1	klasse 2	klasse 1	klasse 1		
	16	t-P	mgP/l	0.05		0.05		0.05	0.05	0.05
	17	NH ₄ ⁺	mgN/l	0.2		0.2		0.2	0.4	0.4
	18	NO ₃	mgN/l	1	1	1	1	1	5	5
	19	EGV	uS/cm	< 250	100 - 250	< 250	100 - 250	100 - 250	100 - 250	250 - 500
	20	Cl	mg/l	40 - 120	10 - 20	40 - 120	10 - 20	10 - 20	10 - 20	10 - 40
	21	SO ₄	mg/l	30		30		30	40	-
biologie	22	% vegetatie		< 10	< 40	< 10		< 40	20 - 40	< 40
	23	flora en fauna		Streekeigendoelgemeenschappen (referentie 19xx) zijn aanwezig						

Tabel 2: Overzicht meetpunten meetnet WRD in plangebied.

WATERTYPE BEEK						
nr	mpc	wg. nr	naam water		monstername	
					vj	nj
1	34.013	34-0-5-1)	Kuiperberg bronbeek	257,02/492,35		
2	34.012	34-0-3)	Hezeberg Zuid bronbeek	257,40/492,02		
4	34.104	34-0-5-2)	Hams bronbeek	257,50/492,68		
5	34.050	34-0-1	Springendalsebeek	258,23/494,83		
7	34.224	34-0-1-2	Springendal Zuid bronbeek middenloop	256,80/494,90		
10	34.220	34-0-5-1)	Kersbergbeek	257,55/493,07		
11	34.026	34-0-4	Poelbeek bronbeek	257,26/493,83		
16	34.219	34-0-4	Poelbeek	259,86/493,58		
17	34.228	34-0-4	Poelbeek	257,68/493,72		
21	34.226	34-0-1-1	Springendal Noord bronbeek middenloop	256,73/495,12		
23	34.006	34	Hollandsegraven	261,00/494,70		
24	34.008	34-01	Springendalsebeek	260,46/494,94		