



NCR

NCR-DAGEN 2000
HET BEGIN VAN EEN NIEUWE REEKS

NCR-PUBLICATIE 03-2001

A.F. WOLTERS,
C.J. SLOFF &
E.C.L. MARTEIJN (RED.)

Summary

The Netherlands Centre for River Studies (NCR) is a collaboration between the universities of Delft, Utrecht, Nijmegen and Twente, IHE, ALTERRA, TNO-NITG, RIZA and WIL Delft Hydraulics. NCR is linked to the social awareness of rivers that mainly focuses on the transport of water, ice and sediment (protection against flooding), transport over water (accessibility) and the protection, restoration and development of nature (quality of life). This awareness is reflected in policy development and planned infrastructural intervention. At the same time, organisations with an interest in this field are using research programmes to stimulate an increase in our knowledge of rivers.

NCR's goal is to build a joint knowledge base to promote co-operation between the most important scientific institutes in the field of river studies in the Netherlands. This co-operation will also strengthen the national and international position of Dutch scientific research and education. To achieve this goal, NCR is organising meetings that provide a platform for the exchange of knowledge and experience.

This publication reports on the first NCR days in 2000 where young scientists presented their ongoing research projects.

Het Nederlands Centrum voor Rivierkunde (NCR) is een samenwerkingsverband van de universiteiten Delft, Utrecht, Nijmegen en Twente, IHE, ALTERRA, TNO-NITG, RIZA en WIL DELFT HYDRAULICS. NCR stelt zich tot doel deze samenwerking de kennisontwikkeling en het universitaire onderwijs op het gebied van het rivieronderzoek optimaal te laten aansluiten op de hernieuwde maatschappelijke aandacht voor rivieren.

Daarbij dient NCR ook als een platform voor uitwisseling van kennis en ervaringen op het terrein van rivieronderzoek door het organiseren van workshops en bijeenkomsten en het uitbrengen van publicaties.

Voorwoord

De eerste NCR-dagen – een bijzondere ervaring

Meestal heeft een nieuw samenwerkingsverband tijd nodig om op gang te komen. Een aantal enthousiastelingen trekt de boel uit de klei, waarna de grote groep langzaam warm loopt (of niet) voor het initiatief. Zo niet bij NCR! Het heeft lang geduurd voordat de enthousiastelingen vonden dat de grote groep erbij moest worden betrokken, maar toen was de respons ook meteen overweldigend: meer dan 80 deelnemers aan de eerste NCR-dagen mag een grote opkomst heten. Het ziet er dus naar uit dat NCR een beetje bijzonder is.

Bijzonder was niet alleen de kwantiteit, maar ook de kwaliteit. Dat jonge mensen goed verhalen kunnen presenteren (veel beter dan wij op die leeftijd) wisten we al. Maar er waren niet alleen goede presentaties met leuke, nieuwe resultaten, er was ook een flink aantal andersoortige verhalen die naar mijn mening wezenlijk bij NCR horen: de open verhalen waarin plannen worden voorgelegd voordat er resultaten zijn. Plannen op tafel leggen zonder resultaten die achteraf aantonen dat die plannen goed waren, is openlijk vragen om commentaar en kritiek en dat vergt moed. Het is immers veel veiliger (maar ook aanmerkelijk saaiër!) een verhaal te houden waar geen speld meer tussen te krijgen is. Die moed moet beloond worden, via opbouwende kritiek, inbreng van ideeën en stimulering van de onderzoekers. Het lijkt erop, dat NCR deze boodschap heeft opgepikt. We zouden onze platform-functie al voor een belangrijk deel waar maken als we zouden bereiken dat onderzoekers kritiek niet ervaren als bedreigend en te vermijden, maar als waardevolle inbreng, die de moeite van het uitlokken waard is.

Bijzonder was ook, dat NCR niet optreedt als een gesloten bolwerk. Deelnemers van buiten de partner-instituten werden met open armen ontvangen en deden voluit mee aan de discussies. Er was niets te bespeuren van "wij van NCR" en "zij van buiten NCR". Die openheid is waardevol en van strategisch belang: die moeten we zien vast te houden.

Een ander bijzonder element, dat ik nog nooit eerder op dit soort bijeenkomsten heb meegemaakt, is dat een gebruiker van kennis komt vertellen met wat voor praktische problemen hij nu eigenlijk worstelt en wat voor kennis hij daarvoor nodig denkt te hebben. Ook dit moeten we zien vast te houden en proberen uit te breiden tot een levende discussie met die gebruikers. We doen in Nederland best goed onderzoek, ook op het door NCR bestreken terrein, en het feit dat NCR bestaat illustreert een strategische voorsprong in de implementatie van interdisciplinaire samenwerking op dit terrein, maar op het punt van het overdragen van onze kennis naar de gebruikers valt nog wel het één en ander te verbeteren. NCR zou hier een belangrijke rol in kunnen spelen.

Kortom, de eerste NCR-dagen hebben mij optimistisch gestemd over de levensvatbaarheid van de club. Alleen: rivieronderzoekers willen blijkbaar gauw naar huis. We zouden nog meer mensen ervan moeten overtuigen, dat het avondprogramma en het sociale gebeuren er ook bij horen...

Huib de Vriend

voorzitter Programmacommissie NCR

NCR-dagen 2000

1. Inleiding

Op 26 en 27 oktober 2000 zijn de NCR-dagen gehouden. Jonge onderzoekers presenteerden daar hun onderzoek. Onderzoek dat voor het merendeel plaatsvindt in NCR-kader. Een kleine dertig presentaties stonden er op het programma waarmee het animo voor de NCR-dagen dus erg hoog bleek. De hoop dat de NCR-dagen net zo succesvol worden als de NCK-dagen leek bij voorbaat al vervuld te worden.

2. Het werkgebied van NCR: een voorbeeld

Het werkgebied van NCR kan geschetst worden aan de hand van een voorbeeld: de Gele Rivier in China. Alles wat mis kan gaan aan een rivier gaat dan ook mis in de Gele Rivier.



De Gele Rivier

De Chinezen noemen deze rivier niet voor niets "China's verdriet". Bovenstrooms ijsgangproblemen, in het middengedeelte gigantische erosie als de rivier een lössplateau doorsnijdt en vervolgens grote sedimentatie en hoogwaterproblemen benedenstrooms. Maar ook droogte. Afgelopen jaar was een zeer goed jaar; in 1999 stond de rivier benedenstrooms slechts 42 dagen droog. In de jaren daarvoor echter stond er vele maanden geen water in de rivier, in 1997 zelfs gedurende 226 dagen. Terwijl een belangrijk deel van China afhankelijk is van de voedselvoorziening die met het water uit de Gele Rivier tot stand gebracht wordt. Tenslotte dienen de vervuilingproblemen en de daaraan gerelateerde problemen in de delta van de Gele Rivier genoemd te worden.

Maar ook onze eigen rivieren zijn belangrijk en vragen kennis om goed beheerd te kunnen worden.



3. Doel NCR

NCR staat voor Nederlands Centrum voor Rivierkunde. Het is een samenwerkingsverband dat op 8 oktober 1998 is opgericht door negen wetenschappelijke onderzoeksinstituten in Nederland.

Het doel van NCR is het bevorderen van samenwerking tussen de belangrijkste wetenschappelijke instituten op het gebied van rivieronderzoek in Nederland door:

- het opbouwen van een kennisbasis van voldoende breedte en diepte in Nederland omtrent rivieren waardoor adequaat kan worden tegemoet gekomen aan de maatschappelijke behoefte, zowel nationaal als internationaal;
- het versterken van het wetenschappelijke onderwijs en onderzoek aan de Nederlandse universiteiten;
- het vaststellen van een gezamenlijk onderzoeksprogramma.

NCR wil dit doel op twee manieren bereiken:

- via gecommiteerde samenwerking; hierin komt het daadwerkelijke commitment van deelnemende partners tot uiting;
- via het bieden van een platform; deze functie uit zich in het organiseren van bijeenkomsten, waarop kennis en ervaringen worden uitgewisseld; andere partijen zijn daarbij van harte welkom.

Deze NCR-dagen zijn een invulling van deze platformfunctie.

4. Partners in NCR

De verschillende partners in NCR zijn:

Partners in NCR	
• Technische Universiteit Delft (TUD) • Universiteit Utrecht (UU) • Universiteit Nijmegen (RNO) • Universiteit Twente (UT) • International Institute for Infrastructure Hydraulics and Environmental Engineering (IHE)	Universitaire instellingen
• ICL / Delft Hydraulics • ALDES • TNO MTO (sinds 1 okt 2000)	Instituten met een GI-karakter
• RDA	Specialistische dienst Rijkswaterstaat

5. Verwachtingen van de NCR partners

Bij de oprichting van NCR hebben de partners de volgende verwachtingen uitgesproken:

- een verbeterde oriëntatie van het wetenschappelijke onderzoek op actuele problemen in de rivierkunde; dit moet tot uitdrukking komen in de gezamenlijke onderzoek-programmering;
- begeleiding van het wetenschappelijke onderzoek bij de universiteiten door senior-onderzoekers van de andere partners;
- een verbetering van het multidisciplinaire rivierkundig onderzoek door inzet van de kerndisciplines van de verschillende partners;
- een verbeterde samenwerking tussen de verschillende partners;
- het versterken van de internationale reputatie van de Nederlandse rivierkunde;
- het gezamenlijk streven naar aanvullende onderzoeks-financiering.

6. Discipline inbreng NCR-partners

De partners van NCR brengen een aantal Rivierkundige basisdisciplines in de samenwerking. De opzet is dat elke discipline minimaal door twee instituten ingebracht wordt. Dit is weergegeven in onderstaand schema. De primaire inbreng van een partner is met de donkerblauwe kleur aangegeven.

	hydrologie	hydraulica	geomorf.	sediment	ecologie	bestuursk.	R.O.
RIZA							
WL							
ALTERRA							
TUO							
UU							
KUN							
UT							
IHE							
TNO-NITG							

7. Focus - afbakening NCR

Binnen NCR wordt gefocust op de volgende interessegebieden:

- laaglandrivieren vergelijkbaar met Nederlandse rivieren, maar zeker niet beperkt tot de Nederlandse rivieren;
- ecologische aspecten van rivieren;
- socio- (economische) en institutionele aspecten van stroomgebieden.

De volgende gebieden wordt voorsnog geen aandacht aan besteed:

- vervuilingproblematiek;
- schaarste/verdelingsproblemen.

8. Opzet en doel NCR-dagen

De NCR-dagen komen voort uit de platformfunctie van NCR. Ze zijn daarbij wel formeel de eerste NCR-dagen, maar de reeks van dergelijke bijeenkomsten startte al eerder: al voor de formele oprichting van NCR zijn in 1997 in Lunteren en in 1998 in Delft wat je zou kunnen noemen "pre-NCR-dagen" gehouden, waarbij lopend rivierkundig wetenschappelijk onderzoek werd gepresenteerd. Organisatoren waren respectievelijk de Universiteit Utrecht en de Onderzoeksschool Waterbouw. De insteek bij deze dagen was primair het "aanbod" aan onderzoek met de nadruk op het onderzoek bij de Nederlandse universiteiten.

Daarnaast is in november 1999 een workshop gehouden waarbij de insteek vanuit de vraagkant gekozen werd door enerzijds de presentaties te focussen op de visie op het rivierkundig onderzoek van de niet-universitaire partners van NCR en anderzijds heel nadrukkelijk de discussie aan te gaan met de deelnemers aan de workshop via gedachtenwisseling in drie werkgroepen. Het verslag van deze workshop is gepubliceerd in de serie NCR-publicaties (NCR 02-2000).

Doel van deze NCR-dagen is om jonge onderzoekers in de gelegenheid te stellen hun lopende onderzoek te presenteren aan een brede groep van belangstellenden.

Op die manier kunnen ideeën uitgewisseld worden en kunnen nog tijdens het onderzoek, of soms ook al bij de opzet, suggesties worden gedaan voor verbeteringen/aanvullingen/nieuwe contacten etc.

De ervaren onderzoekers in het publiek, die dus bewust niet zijn uitgenodigd een presentatie te geven, vervullen een belangrijke rol als praatpaal.

Dit alles in een informele sfeer om de onderlinge communicatie zo veel mogelijk te bevorderen.

9. Hoofddlijnen van het programma

Het programma was in acht sessies ingedeeld met ieder een voorzitter gerekruteerd uit de ervaren deelnemers.

De sessie indeling is gegeven in de inhoudsopgave. Aan het eind van sessie 2 werd het NCR-programmaboekje (NCR-publicatie 01-2000) officieel ten doop gehouden.

In totaal waren er 27 presentaties gepland van 15 tot 20 minuten met daarna 5 tot 10 minuten de gelegenheid voor discussie en/of het stellen van vragen.

In het avondprogramma van de eerste dag werd een rivierkundig "hot item" aan de orde gesteld.

In het vervolg van deze publicatie worden de abstracts van de presentaties per sessie weergegeven.

A.G. van Os,
programma secretaris NCR
prof. ir. E. van Bock,
lid van de NCR Programma
Commissie

Overstroming van het Land van Maas en Waal in 1805

Testen van een computermodel met behulp van historische gegevens

Inleiding

De Nederlandse delta is in het verleden veelvuldig opgeschrikt door overstromingen. Na 1926 is het rivierengebied niet meer overstroomd, als gevolg van voortdurende dijkverzwaring en ingrepen in het winterbed. Voortgaande dijkverzwaring wordt echter niet langer als een duurzame oplossing gezien. Tevens is het besef gegroeid dat absolute veiligheid tegen overstroming door rivieren niet te garanderen is. Toekomstig waterbeheer zal daarom gericht worden op het vergroten van de ruimte voor de rivieren, waarbij ook het instellen van retentie- of calamiteitenpolders in het binnendijkse gebied (weer) als reële maatregel genoemd is. Voor het vaststellen van mogelijk geschikte gebieden als retentiepolders, en voor het opstellen van evacuatieplannen in geval van een calamiteit heeft het Waterloopkundig Laboratorium in Delft (WL | Delft Hydraulics) computermodel (Delft-FLS) gemaakt, waarmee overstromingen kunnen worden gesimuleerd. Tot dusver was echter het vermogen van Delft-FLS om overstromingen nauwkeurig te kunnen simuleren nog niet getest door het ontbreken van gegevens van een echte overstroming. Door gebruik te maken van historische gegevens kan het computermodel wel getest worden.

Delft-FLS

Delft-FLS is een 2-dimensionaal rastermodel. Het berekent bij gegeven rivierwaterstanden voor iedere gridcel en op ieder tijdstip de waterstanden in de polder ten opzichte van maaiveld en NAP, de stroomsnelheid en de stroomrichting. Hiervoor heeft Delft-FLS de volgende input parameters nodig:

- 1) hoogtegegevens, inclusief de hoogte van dijken en wegen en de diepte van sloten;
- 2) ruwheid van de vegetatie;
- 3) waterstanden of afvoer in de rivier en
- 4) grootte van het doorbraakgat.

De input parameters zijn afgeleid uit 18e en 19e eeuwse teksten, kaarten en meetreeksen van hoogtegegevens en waterstanden. Hierbij moesten hoogte- en lengtematen naar het huidige metrisch stelsel omgezet worden. Historische bronnen geven verder een goed beeld hoe een polder op verschillende locaties is overstroomd, zodat Delft-FLS ook gecalibreerd en gevalideerd kon worden.

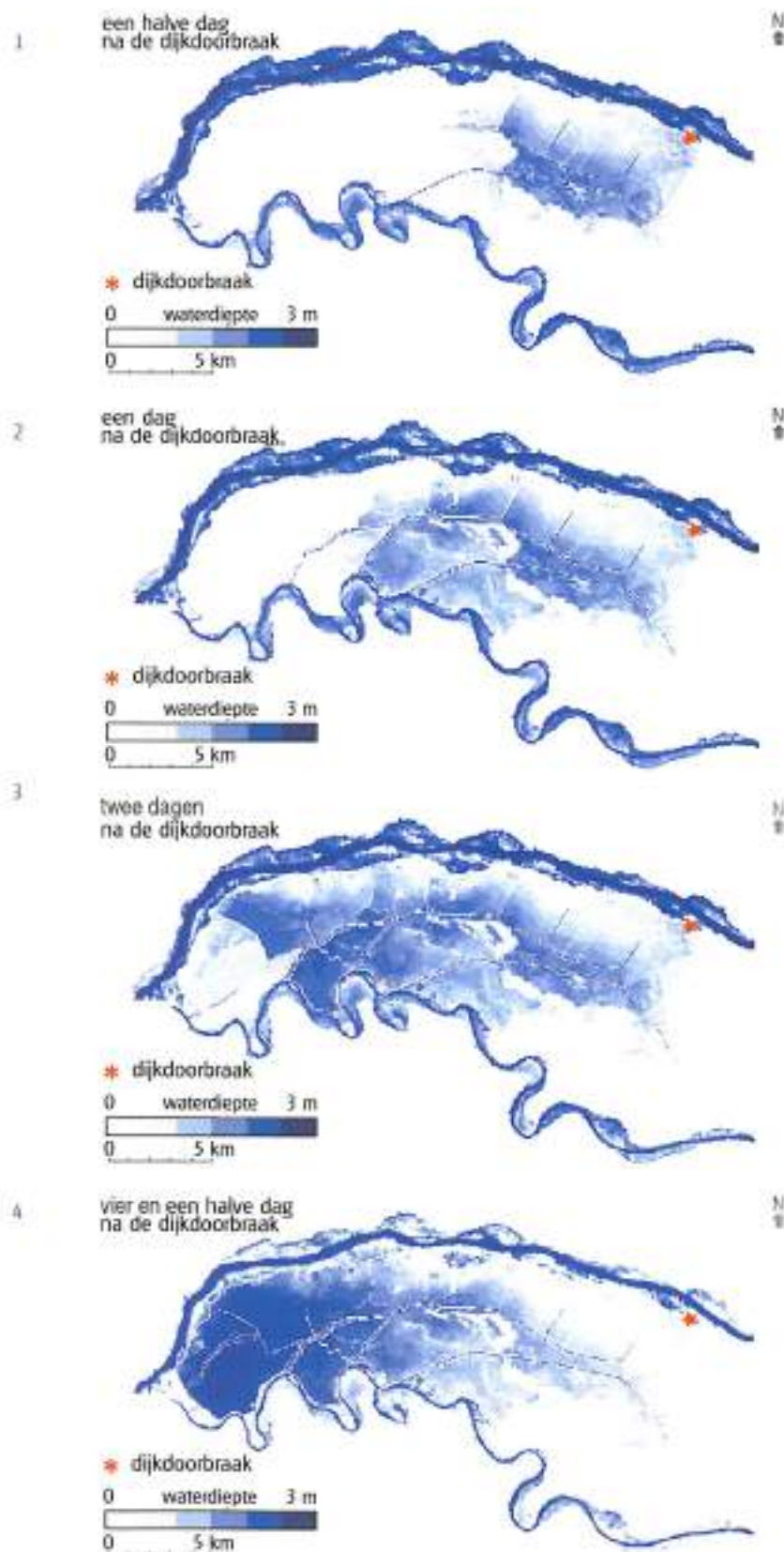
De overstroming van 1805

Op 13 februari om 5 uur 's ochtends brak het stroomopwaarts van een grote ijssdam de Waaldijk bij Weurt door. Op dat moment bedroeg de afvoer van de Waal volgens Delft-FLS ongeveer 6000 m³/s en stroomde er 2600 m³/s water door het doorbraakgat. De overstroming resulteerde in een maximale waterdiepte van ongeveer 0,5 m en een stroomsnelheid van ongeveer 3 m/s in de omgeving van het doorbraakgat. Het water stroomde vervolgens naar het lager liggend westelijk deel van het Land van Maas en Waal. Hier was de maximale waterstand ongeveer 2,5 m en was de stroomsnelheid bijna nul. Onderweg werd het water gehinderd door veel obstakels. Zowel de rivierduinen als de dijken in het Land van Maas en Waal bepaalden de manier waarop de polder volstroomde.

Tijdens het overstroomen van het Land van Maas en Waal zijn verschillende pogingen ondernomen om de polder zo snel mogelijk te draineren. Verschillende sluisjes in de polder zijn (illegaal) geopend om het overtollige water van de hoger liggende gebieden te draineren, ten koste van de lager liggende gebieden, die hun water niet kwijt konden. De laagliggende gebieden waren voor hun drainage afhankelijk van het openen van de sluisen in de winterdijk. Zodra de Maas laag genoeg stond, werden deze geopend om het overtollige water direct op de Maas te spuien. Om de drainage naar de Maas te vergroten is, direct na het breken van de dijk in het westen van het Land van Maas en Waal, een overlaat afgegraven. Door een stijgende Maas werkte de overlaat maar kort en stroomde uiteindelijk zelfs water vanuit de Maas het Land van Maas en Waal in. Het moment van openen en sluiten van de verschillende sluisen is genoteerd in dijsignaten en rapporten van dijkinspecteurs. In deze teksten staat ook indirect welke delen van de polder zijn overstroomd. Zo is gebleken dat droog gebleven bakkerijen brood moesten bakken voor de slachtoffers. Hieruit volgt welke dorpen in ieder geval droog zijn gebleven. Om Delft-FLS te testen zijn een aantal simulaties doorgerekend waarbij de hoeveelheid en ligging van de polderdijken en de ruwheid van de vegetatie is gevarieerd. Op verschillende locaties in het gebied was uit historische bronnen bekend op welk tijdstip het water een bepaalde waterstand had. Dit is vergeleken met de uitkomst van de verschillende testen en kon de beste combinatie tussen de hoeveelheid polderdijken en de vegetatieruwheid bepaald worden.



Doorbraak in 1809 van de Lingedijk bij Kedichem (n: Ewijk, H., 1809).



Schade na de overstroming

Na analyse van de overstroming zijn drie verschillende overstromingszones te onderscheiden. Vlak bij de doorbraak is de waterdiepte klein en de stroomsnelheid groot. Dit resulteert in het wegspoelen van vee en huizen. In het lager liggend deel van de polder is de waterdiepte groot en de stroomsnelheid laag. Huizen raken verzadigd met water en storten in. Door de grote waterdiepte is de kans op verdrinken erg groot. Tussen zone 1 en 2 wordt een gebied aangetroffen waar beide soorten schade aangetroffen kunnen worden. De grootte van de zones is afhankelijk van de locatie van de doorbraak, grootte van het doorbraakgat en grootte van de afvoergolf.

Riviermanagement

Uit de resultaten blijkt dat Delt-FLS gevoelig is voor de ruwheid, afhankelijk van het landgebruik en de seizoensvariatie hierin. Ook de mate van detail waarmee de polderdijken en weteringen geschematiseerd zijn beïnvloedt het karakter van de overstroming. Als gevolg hiervan kan de polder met een snelheid overstroomd die varieert met een orde van grootte van 6 tot 12 uur. Dus bij het doorrekenen van een dijkdoorbraak met de huidige topografie moet het juiste landgebruik gebruikt worden en de topografie gedetailleerd genoeg geschematiseerd zijn.

Nu het mogelijk is om met Delt-FLS een overstroming juist te voorspellen, kan het gebruikt worden om evacuatieplannen te testen. Bij de inrichting van een polder kan het effect van een aan te leggen obstakel op de overstroming bestudeerd worden. Dan is het mogelijk de invloed van compartimentering van de Betuwe door aanleg van de Betuwelijn om in de MER van de Betuwelijn mee te nemen. Ook kan de invloed van de verwachte toename in waterhoogte op het overstroomd van het rivierengebied doorgerekend worden.

1. Een derde van de polder is overstroomd. De weteringen staan vol met water. De overstroming plant zich onder andere voort via de weteringen.
2. De polder stroomt compartiment voor compartiment vol.
3. Bijna de hele polder is overstroomd. De waterdiepte in de westelijke compartimenten van de polder is klein ten opzichte van de andere compartimenten.
4. Er komt geen water meer door het doorbraakgat. Het water in het oosten stroomt naar het lagere deel van de polder in het westen. In het westen begint de 'badkuip' zich te vullen.

Annika Hesselink
 Universiteit Utrecht
 Postbus 80115
 3508 TC Utrecht
 E-mail:
 a.hesselink@pug.uu.nl

Geïntegreerd watermodel Maaswerken

De casus van de Maas in Limburg

Het Europese FIRMA project (Freshwater Integrated Resource Management with Agents) heeft als doel meer inzicht te krijgen in de sociale aspecten van waterbeheer door het toepassen van Agent-Based Modeling binnen het kader van Integrated Assessment. Voor vijf contrasterende regio's in Europa zullen modellen worden ontwikkeld die hydrologische, economische, natuurlijke en sociale processen in hun onderlinge samenhang beschrijven. Binnen dit Europese verband ontwikkelt het ICIS, in samenwerking met de universiteit Twente, een geïntegreerd model ter ondersteuning van de beleidsvorming rondom het project "De Maaswerken" in Limburg. Het model zal ruwweg uit twee delen bestaan. Ten eerste zullen met het model de verschillende strategieën voor rivieraanpassing vlot kunnen worden doorberekend naar effecten voor rivierfuncties als veiligheid, scheepvaart, natuur, landbouw en drinkwatervoorziening op zowel korte als lange termijn. Hiertoe zal gebruik worden gemaakt van eenvoudige hydrologische modellen, "impact" modules en scenario's. Verder heeft het model als doel inzicht te krijgen in het gedrag van belanghebbenden in het Maaswerken project en in de manier waarop zij het project kunnen beïnvloeden. Hiertoe zal een Agent Based model worden ontwikkeld dat de belanghebbenden beschrijft als cognitieve actoren die handelen op basis van hun doelen en opvattingen. Als geheel beschrijft het model een gesloten kringloop, waarbinnen maatschappelijke actoren invloed kunnen uitoefenen op het riviersysteem en, omgekeerd, het riviersysteem van invloed is op het gedrag van actoren. Het model biedt hiermee de mogelijkheid verschillende mogelijke verlopen en uitkomsten van het Maaswerken project op een geïntegreerde manier te verkennen. Aangezien deze studie zich in haar beginfase bevindt zal in het verdere verloop van deze tekst (kort) worden ingegaan op een geïntegreerde beschrijving van het probleem.

In figuur (1) zijn de factoren weergegeven die van invloed zijn op de waterkwaliteit in het riviersysteem, uitgedrukt in het afvoerpatroon en de grondwaterspiegel. Aan de linkerzijde staan de factoren die de aanvoer van water bepalen. Met betrekking tot de hoogwaterproblematiek is voornamelijk de situatie in het stroomgebied van de Maas van belang. Voor lage afvoeren en in relatie tot de grondwaterspiegel spelen ook factoren op provinciale schaal een rol. Aan de rechterzijde zijn de belangrijke rivierfuncties weergegeven die afhankelijk zijn van de hoeveelheid water in het riviersysteem. Voor zover zij bijdragen aan wateronttrekking vindt er een terugkoppeling plaats. Voor het bepalen van een goede strategie voor rivierbeheer is het van belang zowel mogelijke veranderingen in de aanvoer van water alsmede mogelijke ontwikkelingen m.b.t. de rivierfuncties in beschouwing te nemen.

figuur 1:
Waterkwaliteit in het riviersysteem



figuur 2:
Relaties tussen de functies van de Maas in Limburg



De functies van de Maas kunnen worden geordend in het sociaal-culturele, economische en milieu domein, zie figuur (2). Aan de binnenkant van de pijlen zijn enkele voorbeelden aangegeven van conflicterende functies terwijl aan de buitenkant van de pijlen enkele voorbeelden zijn gegeven van functies die elkaar versterken of die van gelijke maatregelen profiteren. Factoren die hierbij een belangrijke rol spelen zijn de vorm van het rivierbed (diep / breed), de hoogte van het rivierpijl, landgebruik, grondwaterpeil en waterkwaliteit.

Verschillende belangenorganisaties en overheidsinstellingen zullen in het streven naar hun eigen belangen waar mogelijk invloed uitoefenen op het verloop van het Maaswerken project. De actoren die in dit verband een rol spelen zijn weergegeven in figuur (3). De verantwoordelijke overheidsinstellingen zijn het Ministerie van V&W, de Provincie Limburg en het Ministerie van LNV. Gezamenlijk hebben zij de projectorganisatie "De Maaswerken" opgezet om tot een integrale uitvoering van het Maaswerken project te komen. Bij de planvorming betreft De Maaswerken verschillende branche- en belangen organisaties door middel van klankbordgroepen en inspraakavonden (omwonenden, boeren, natuurorganisaties). Andere actoren spelen een belangrijke rol in de uitvoering van het project (gruinders) of bij het beoordelen van het planvormingsproces (commissie MER). Figuur (3) geeft slechts een momentopname van een dynamisch proces, gestart rond 1990, waarin de relatieve importantie van de verschillende actoren en daaraan gekoppeld de doelstellingen van het project zijn veranderd. Zo traden na de overstromingen van '93 en '95 de bewoners van de Maasvallei op de voorgrond om zich in te zetten voor de doelstelling "veiligheid". Het is

niet uit te sluiten dat op de termijn van ongeveer twintig jaar waarbinnen de Maaswerken wordt uitgevoerd de hier geschetste situatie zich verder zal ontwikkelen en dat de doelen van de betrokken belanghebbenden zullen veranderen, alsmede hun opvattingen over waterbeheer. Dit zal gevolgen kunnen hebben voor de doelstellingen van het Maaswerken project en voor de strategieën die de verschillende actoren zullen prefereren. Wij verwachten dat inzicht in dit type processen zal bijdragen aan beter rivierbeheer voor de Maas in Limburg.

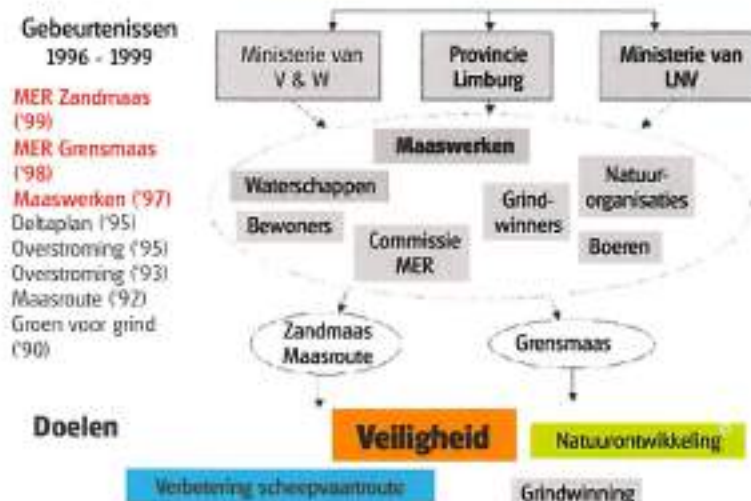
De functies van de Maas kunnen worden geordend in het sociaal-culturele, economische en milieu domein, zie figuur (2). Aan de binnenkant van de pijlen zijn enkele voorbeelden aangegeven van conflicterende functies terwijl aan de buitenkant van de pijlen enkele voorbeelden zijn gegeven van functies die elkaar versterken of die van gelijke maatregelen profiteren. Factoren die hierbij een belangrijke rol spelen zijn de vorm van het rivierbed (diep / breed), de hoogte van het rivierpeil, landgebruik, grondwaterpeil en waterkwaliteit.

Verschuillende belangenorganisaties en overheidsinstellingen zullen in het streven naar hun eigen belangen waar mogelijk invloed uitoefenen op het verloop van het Maaswerken project. De actoren die in dit verband een rol spelen zijn weergegeven in figuur (3). De verantwoordelijke overheidsinstellingen zijn het Ministerie van V&W, de Provincie Limburg en het Ministerie van LNV. Gezamenlijk hebben zij de projectorganisatie "De Maaswerken" opgezet om tot een integrale uitvoering van het Maaswerken project te komen. Bij de planvorming betreft De Maaswerken verschillende branche- en belangenorganisaties door middel van klankbordgroepen en inspraak.

avonden (omwonenden, boeren, natuurorganisaties). Andere actoren spelen een belangrijke rol in de uitvoering van het project (grindwinners) of bij het beoordelen van het planvormingsproces (commissie MER).

Figuur (3) geeft slechts een momentopname van een dynamisch proces, gestart rond 1990, waarin de relatieve importantie van de verschillende actoren en daaraan gekoppeld de doelstellingen van het project zijn veranderd. Zo traden na de overstromingen van '93 en '95 de bewoners van de Maasvallei op de voorgrond om zich in te zetten voor de doelstelling "veiligheid". Het is niet uit te sluiten dat, op de termijn van ongeveer twintig jaar waarbinnen de Maaswerken wordt uitgevoerd, de hier geschetste situatie zich verder zal ontwikkelen en dat de doelen van de betrokken belanghebbenden zullen veranderen, alsmede hun opvattingen over waterbeheer. Dit zal gevolgen kunnen hebben voor de doelstellingen van het Maaswerken project en voor de strategieën die de verschillende actoren zullen prefereren. Wij verwachten dat inzicht in dit type processen zal bijdragen aan beter rivierbeheer voor de Maas in Limburg.

Figuur 3:
Belanghebbenden in het Maaswerken project.



Pieter Valkering, Ing. Kryskow,
Jon Rotmans, Anne van der
Voort

Universiteit van Maastricht

¹ International Centre for
Integrative Studies (ICIS)

Postbus 616

6200 MD Maastricht

² Universiteit Twente
Faculteit Techniek en
Management

Postbus 217

7500 AE Enschede

E-mail: p.valkering@ictis.uni-
maastricht

Veerkracht in plaats van weerstand

Een nieuwe manier van omgaan met overstromingsrisico's?

Beschrijving van het onderzoek

In de Vierde Nota Waterhuishouding staat geschreven dat we moeten streven naar: "gezonde en veerkrachtige watersystemen die een duurzaam gebruik garanderen". Sinds het uitbrengen van deze nota duikt het begrip "veerkracht" steeds vaker op in rapporten en beleidsnota's. Wat het begrip "veerkracht" in deze beleidsnota's precies inhoudt is niet duidelijk omschreven. Dit onderzoek richt zich op het definiëren en kwantificeren van veerkracht in de context van overstromingsrisicobeheer en het bediscussieren van het nut van veerkrachtige strategieën.

Het doel van het onderzoek is: **het operationaliseren en onderzoeken van het nut van het concept veerkracht ("resilience") voor overstromingsrisicobeheer van riviersystemen.**

Het onderzoek wordt beperkt tot laagland riviersystemen. In eerste instantie is de benedenloop van de Rijn gekozen als studiegebied. Later zal de toepasbaarheid van het concept veerkracht getest worden op andere laagland riviersystemen.

In de onderzoeksopzet zijn 3 fasen te onderscheiden:

1. Het definiëren en kwantificeren van veerkracht: Veerkracht wordt gedefinieerd in het kader van overstromingsrisicobeheer en mogelijke indicatoren worden opgesteld.
2. Het toetsen van deze definities en indicatoren aan de werkelijkheid: Dit wordt gedaan door de veerkracht volgens de verschillende indicatoren te berekenen en te vergelijken voor de huidige situatie. Hiervoor zullen overstromingsmodellen gebruikt worden.
3. Het zoeken naar veerkrachtige strategieën.

Veerkracht strategie: een nieuwe strategie in het omgaan met overstromingen?

Nederland wordt al sinds haar ontstaan bedreigd door overstromingen. Tot ongeveer 1000 n. Chr. werden deze overstromingen niet gezien als ramp en was het landgebruik aangepast aan de overstromingen. Na die tijd werd de rivier steeds meer ingeperkt door maatregelen als bedijking. Overstromingen werden als ontoelaatbaar beschouwd en bij iedere overstroming werden de dijken verhoogd. Met de toenemende veiligheid vestigden zich ook steeds meer overstromings-gevoelige landgebruiksvormen in het gebied, waardoor de potentiële schade en de noodzaak tot het voorkomen van overstromingen steeds meer toenam. Inmiddels is de veiligheid voor het gehele gebied bedreigd door een overstroming uit de rivieren gebaseerd op één overstromingskans van 1/1250 per jaar. De laatste jaren zijn er veranderingen zichtbaar in de maatschappij en de politiek. Zo wordt in de beleidslijn "Ruimte voor Rivieren" en de Vierde Nota Waterhuishouding gekeken of het mogelijk is de maatgevende afvoer veilig af te voeren zonder dijkverhogingen, namelijk door meer ruimte te creëren voor de rivier. Verder is het begrip veerkracht geïntroduceerd om een manier van streven naar duurzame rivieren aan te geven.

Enkele negatieve aspecten van het huidige overstromingsrisicobeheer zijn dat door één norm te kiezen de locatie van de overstroming bij een extreem hoge afvoer onzeker is (en dus de evacuatiekosten hoog) en dat er relatief weinig aandacht is voor wat er gebeurt als er wel een overstroming plaatsvindt. Immers de meeste aandacht wordt besteed aan het halen van die norm. Ook is het de vraag of het wel zinrijk is om alle gebieden, steden en natuurgebieden, even zwaar te beschermen. Verder zijn de onzekerheden niet duidelijk in deze strategie. Reden genoeg dus om eens de voor- en nadelen van een alternatieve veerkrachtige strategie te onderzoeken.

In het algemeen kan veerkracht worden omschreven als: **het vermogen van een systeem om te blijven voortbestaan als het blootgesteld wordt aan verstoringen, door zich snel te herstellen van de reactie op de verstoring. Het tegenovergestelde, weerstand, kan dan gedefinieerd worden als: Het vermogen van een systeem om te blijven voortbestaan als het blootgesteld wordt aan een verstoring, zonder een reactie op de verstoring te vertonen.**

Om veerkracht te definiëren in het kader van het overstromingsrisicobeheer is het noodzakelijk de volgende vragen te beantwoorden:

1. Welk responsstelsel staat ter discussie?
2. Tegen welke verstoringen moet het responsstelsel veerkrachtig zijn?
3. Welke reactie kan verwacht worden op deze verstoring?
4. Hoe wordt herstel gedefinieerd?

In de context van het overstromingsrisicobeheer bestaat het systeem uit het gebied dat overstroomd zou kunnen worden, inclusief de maatschappij, de ecosystemen en de rivier zelf. De verstoringen zijn de extreme piekafvoeren die als reactie een overstroming, en dus een verstoring van het normale leven veroorzaken. Herstel wordt gedefinieerd als de terugkeer naar een normale situatie. Deze normale situatie is een situatie vergelijkbaar met de situatie van voor de overstroming, waarin de maatschappij en de ecosystemen zich weer normaal kunnen ontwikkelen. De definitie van veerkracht voor overstromingsrisicobeheer wordt dan dus:

Het vermogen van het riviersysteem om terug te keren naar een normale situatie na een verstoring van deze situatie veroorzaakt door een piekafvoer.

	Weerstandstrategie	Veerkrachtstrategie
Doel	Voorkomen van overstromingen	Zo kort mogelijke verstoring van normale situatie, overstromingen zijn toegestaan
Vb.Maatregelen	Verbeteren waterkeringen	Voorbereiding mensen, aanpassen ruimtelijke ordening, waarschuwingssystemen, compartimentering
Range afvoeren waarop gericht wordt	Maatgevende afvoer	Hele range van piekafvoeren wordt bekeken
Omgaan met onzekerheden	Bestaan ervan onduidelijk voor niet-specialisten	Bestaan ervan bekend bij gewone burgers, opvangen van onzekere, onverwachte gebeurtenissen is van groot belang

Enkele verschillen tussen de veerkrachtige en traditionele of weerstandsstrategieën voor overstromingsrisicobeheer zijn weergegeven in tabel 1.

Het is belangrijk een afweging te maken van de voor- en nadelen van veerkrachtstrategieën en de weerstandsstrategie. In het vervolg van dit onderzoek zal getracht worden indicators samen te stellen die de veerkracht meten, deze indicators te vergelijken en toetsen en veerkrachtige strategieën op te stellen voor het Rijngebied. Ook zal een afweging gemaakt worden tussen veerkracht en weerstand met het doel om het overstromingsrisicobeheer te optimaliseren door een integrale afweging van belangen en kosten met hun bijbehorende kansverdeling.

Tabel 1:

Enkele verschillen tussen de weerstand en veerkrachtstrategie

Cyclische verjonging in het rivierengebied

Inleiding

In de plannen van Ruimte voor Rijntakken wordt riviervernieuwing gecombineerd met natuurontwikkeling. Wanneer deze natuur 'opgeleverd' wordt, zal deze niet stil blijven staan: groei en successie treden op. Deze ecologische veranderingen hebben invloed op de hydraulische karakteristieken van de uiterwaarden. Mede door het wat onvoorspelbare karakter van natuurlijke successie, wordt natuur vaak beschouwd als een tegen de veiligheid indruisend belang.

In een natuurlijk riviersysteem vindt verjonging plaats in een door de rivier bepaald tempo. De meanderende rivier snijdt volgreide bossen aan en werpt nieuwe, kale pioniervlakten op. Oude meanders verlanden en raken geïsoleerd van de hoofdgeul. Successie wordt regelmatig teruggezet door de rivier zelf. Onze stelling is dat cyclisch beheer van uiterwaarden kan leiden tot een grotere ecologische rijkdom en een grotere flexibiliteit in het handhaven van de veiligheidsnorm.

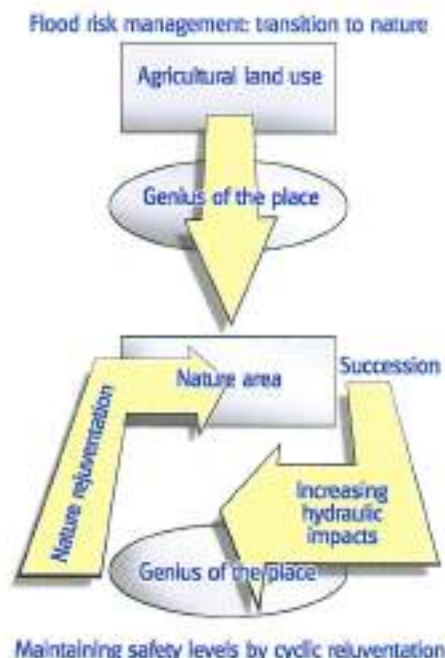
Door nieuwe natuurgebieden in te richten met het concept 'genius of the place' wordt gebruik gemaakt van zowel de ecologische potenties van het gebied als de mogelijke koppelingen met maatschappelijke en economische activiteiten. Recreatie, het behoud van belangrijke landschappelijke elementen en delfstoffenwinning kunnen factoren zijn waarmee rekening wordt gehouden bij de inrichting en aanleg van het rivierengebied. Inaast natuurlijk de te bereiken hoogwaterafvoer. Achterliggende doelstelling blijft dat natuurlijke processen zoveel mogelijk vrijheid krijgen zodat successie en afbraak plaatsvinden.

Wanneer bij voortschrijdende successie de veiligheidseisen in gedrang komen moet er beheerd worden. Wanneer natuurgebieden voldoende grootte hebben en verschillende landschapselementen bevatten, kunnen meerdere beheersopties leiden tot verlaging van de weerstand bij hoge afvoeren. Denk hierbij aan bijvoorbeeld het uitdiepen van een verlande nevengeul, of juist het weghalen van bos aan de overzijde van de rivier. De keuze uit deze beheersopties kan worden onderbouwd met ecologische criteria zoals het successie stadium of zeldzaamheid van het landschapselement. Hiermee blijft een gevarieerd landschap gewaarborgd: van kale pionier stadia tot instortende bossen.

Tijdlijn met stappen 1 tot en met 6.



S2: huidige situatie.
S3: situatie na inrichting natuurgebieden (bij een afvoer van 18.000 m³/s bij Lobdijk).
S4: situatie na successie tot aan de rootheid binnen de veiligheidsnormen.
S5: situatie na cyclisch beheer.
S5, S6: teruglopend beheer.



IRMA-SPONGE Cyclic rejuvenation of floodplains (CRF)

Binnen dit IRMA-SPONGE project wordt samengewerkt met M. Baptist (WL/TUD) en H. Ducl (WL). In het kader van het IRMA-SPONGE CRF onderzoek wordt bovenstaande hypothese verder onderzocht. Met dit onderzoek willen we middels een aantal scenariostudies in Nederland en Duitsland laten zien hoe natuur gebruikt kan worden en hoe cyclisch beheer kan worden ingevuld. Het scenario bestaat uit de volgende stappen:

Voor elke situatie worden ruimtelijke ontwerpen gemaakt die met een 1-D hydraulisch model (SOBEK) aan de hydraulische norm getoetst worden. Voor deze casestudies wordt een strategie in tijd en ruimte opgesteld die als leidraad kan dienen voor de rivierbeheerder.

Een deel van het onderzoek richt zich op de successiepatronen en successiesnelheden van hydraulisch belangrijke landschapselementen zoals oobossen, nevengeulen en rivierduinen als onderbouwing van de studies. Daarnaast wordt aan een hydraulisch, morfologisch en ecologisch model gewerkt om zo inzicht te krijgen in de ruimtelijke en temporele ontwikkelingen van een gebied (zie het onderzoek van Ir. M. Baptist, WL & TUD).

De casestudiegebieden liggen allen langs de Rijn en Waal. De loop volgend vanaf de Zwitserse grens, komen we het eerste studiegebied tegen. De Rest-Rhein is de oude grindrivierloop naast het Grand Canal d'Alsace. Het ingesloten rivierbed kan verbreed worden zodat de rivier weer de vrijheid krijgt om lateraal te bewegen. Hiermee wordt de retentiecapaciteit vergroot, natuurlijke verjonging gestimuleerd en wordt mogelijk de ruwheid vergroot ten opzichte van de huidige situatie, wat in dit geval wenselijk is omdat dit stuk van de Rijn als stromende berging bij hoogwater wordt ingezet. Het volgende studiegebied is een uiterwaard 'Au am Rhein'. Deze uiterwaard herbergt naast de op productie gerichte Populieren-op-standen, nog veel hardhoutoobos. Het gebied bevat een gecontroleerd mee-stromende nevengeul.

In Nederland bevinden de cases zich op het traject Lobith tot Nijmegen en het studiegebied rond de uiterwaard bij Gameren, welke ook voor de detailstudie (zie abstract Ir. M. Baptist) gebruikt wordt.

Verder onderzoek

Het denken over cyclische verjonging roept een heel aantal wetenschappelijke vragen op. Hoe vindt opbouw en afbraak plaats in natuurlijke systemen? Wat zijn successiereeksen van landschappelijke elementen zoals duinen, nevengeulen en oobossen? Wat zijn de successiesnelheden en ruimtelijke vestigingspatronen? Hoe verandert de structuur van oobossen tijdens de verschillende successiestadia (met gevolgen voor de ruwheid)? Hoe kan successie gevolgd worden in de tijd en hoe kan de rivierbeheerder inzicht krijgen in de ontwikkelingen in zijn gebied? Hoe kunnen we veranderingen efficiënt monitoren?

Nieuwe onderwerpen die in ontwikkeling zijn:

- De 'Allier'. Een natuurlijk meanderende grindrivier in Frankrijk. Hier zullen natuurlijke verjonging en successie worden onderzocht. (Samenwerking met de UU en TUD)
- Ontwikkeling van een methodiek voor monitoring van uiterwaarden. Met remote sensingbeelden kan inzicht verkregen worden in de begroeiing van de uiterwaarden. Getest wordt of satellietbeelden toepasbaar zijn om vegetatie in bruikbare (voor de beheerder) klassen in te delen.
- Successie in tijd en ruimte. Met een satellietbeeldstudie wordt geprobeerd inzicht te krijgen in de temporele en spatiale ontwikkelingen van landschapselementen in het rivierengebied.
- Natuurlijke begrazing in beek- en rivierdalen.

Volwassen hardhoutoobos in Au am Rhein, Duitsland



Dr. G.W. Goring
 Drs. B. Peters
 Prof. Dr. A.J.M. Smits
 Katholieke Universiteit
 Nijmegen
 Leerstoel natuurbeheer
 stroomgebieden, afdeling
 milieukunde, Faculteit NRI
 Postbus 9010
 6500 GL Nijmegen
 E-mail: goring@schakum.nl

Biogeomorfologische ontwikkelingen in uiterwaarden onderworpen aan cyclische verjonging

Introductie

Onderdeel van het IRMA-project naar cyclische verjonging is een promotie-onderzoek naar de biogeomorfologische aspecten hiervan in de rivieruiterwaarden van de Rijn. Dit promotie-onderzoek vindt plaats op de TUDelft, onder begeleiding van Prof. Dr. Ir. H.J. de Vriend.

Wat is biogeomorfologie?

Biogeomorfologie is een combinatie van de disciplines geomorfologie en ecologie. Geomorfologie is de studie van de uiterlijke verschijningsvormen en ontstaanswijze van een landschap. Ecologie is de studie van de betrekkingen tussen organismen en hun milieu. Het milieu wordt hierbij omschreven als het geheel van factoren uit de omgeving van organismen die op het leven van organismen inwerken. Die factoren kunnen zijn abiotisch (fysisch, chemisch), biotisch (andere organismen) of antropogeen (de mens). De biogeomorfologie bestudeert de interactie tussen organismen en geomorfologische processen. Het gaat hierbij om de invloed van de geomorfologie op de biologie, maar ook om de invloed van de biologie op de geomorfologie. Een voorbeeld van het eerste betreffen de abiotische gradienten die veroorzaakt zijn door geomorfologische processen en die ervoor zorgen dat planten (en dieren) op bepaalde plaatsen voorkomen. Een voorbeeld van het laatste is de invloed die vegetatie heeft op hydromorfologische processen, door een verhoogde hydraulische ruwheid, het invangen van sediment of het beïnvloeden van de erodeerbaarheid van de bodem.



Dastelijke nevengeul bij Gameren.

Onderzoeksonderwerpen

Het is voorzien dat de volgende onderzoeksonderwerpen deel uitmaken van het promotie-onderzoek:

1. Literatuurstudie naar biogeomorfologische processen in uiterwaarden en de tijd- en ruimteschalen hiervan, met bijzondere aandacht voor nevengeulen, oeverwallen en opslibbing.
2. De effecten van hydromorfologische verstoring op vegetatie-dichtheid.
3. Successie van uiterwaardvegetatie en de vertaling naar hydraulische ruwheid in tijd en ruimte.
4. De invloed van vegetatie op de morfodynamiek via het invangen van sediment en het beïnvloeden van de erodeerbaarheid van de bodem.
5. De morfologische ontwikkelingen van nevengeulen onder invloed van vegetatiegroei.
6. Ontwikkeling van een strategie voor cyclische uiterwaardverjonging.



Aanleg van een nevengeul in de Klompenwaard

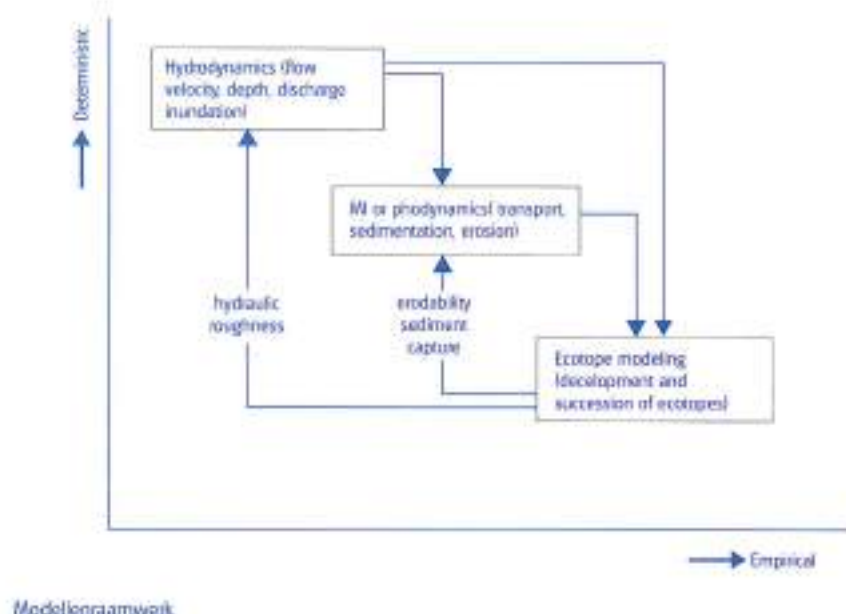
Onderzoeksmethoden

De volgende onderzoeksmethoden zullen worden gebruikt:

- Literatuurstudie
- Numerieke modellering met DELFT3D
- Veldwerk in de Gamarerische Waard
- Experimenten in een stroomgoot naar de interactie tussen sediment transport en vegetatie.

Numerieke modellering

Een gecombineerde modelopzet voor hydrodynamisch, morfologisch en ecologisch modelleren zal worden opgezet. Hierbij voeren de resultaten van de hydrodynamische en morfologische berekeningen naar een ecotopenmodel dat beschrijft welke ecotopen tot ontwikkeling kunnen komen. De ecotopenbeschrijving wordt vertaald in de invloed die deze hebben op hydromorfologische processen en deze voeren terug in de hydrodynamische en morfologische modellen (zie figuur 1).



Modellenraamwerk

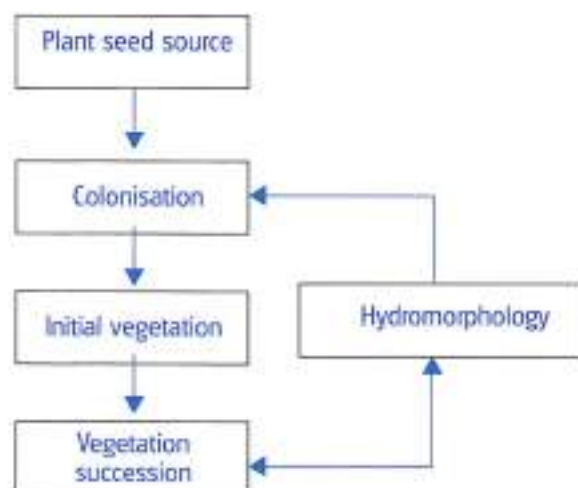
Als studiegebied is de Gamarische Waard gekozen, waar drie verschillende gedimensioneerde nevengeulen zijn aangelegd. De studie-aanpak is om eerst een numeriek model op te zetten, zodat geleerd kan worden welke kennis ontbreekt voor het doen van voorspellingen met een model. Hierna kan gericht onderzoek worden gedaan naar de ontbrekende kenniselementen met behulp van veldwerk en experimenten.

Het modelleninstrumentarium bestaat uit DELFT3D modules, aangevuld met een empirisch model voor ecotopenbeschrijving. Dit model maakt gebruik van eenvoudige rekenregels waarmee de geschiktheid van een bepaalde locatie voor bepaalde ecotopen wordt beschreven aan de hand van de lokale abiotische condities. Ook worden de paden en tijdstappen voor successie beschreven.

Hydromorfologische processen grijpen in tijdens de kolonisatie van zaden en tijdens de vegetatiegroei en -successie, maar in deze fase heeft de vegetatie ook invloed op de hydromorfologie (terugkoppeling). De modelaanpak is om de DELFT3D-modules en de ecotopengenerator alternerend te gebruiken, dus eerst een morfologische voorspelling, dan de bijbehorende ecotopenbeschrijving en de terugkoppeling op hydromorfologische parameters en dan weer een morfologische beschrijving, enzovoorts.

Conclusie

Met dit onderzoek wordt beoogd meer inzicht te krijgen in de interactie tussen geomorfologie en natuurontwikkeling in de uiterwaarden van de Rijn.



Invloed van hydromorfologie op vegetatie

Martin Baptist
 WL 1 Delft Hydraulics
 Technische Universiteit Delft
 Eindhoven en
 Groenewegschapen
 Postbus 5046
 2600 GA Delft
 E-mail: m.j.baptist@ic.tudelft.nl

Het Centre for Wetland Ecology (CWE) is een samenwerkingsverband van de Katholieke Universiteit Nijmegen (KUN) en het Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek (NIOO). Het CWE richt zich op fundamenteel onderzoek naar het functioneren van catchments. Daarbij wordt multidisciplinair gewerkt, met invalshoeken vanuit de microbiologie, de planten- en dierfysiologie, de aquatische oecologie, de systeemecologie, en de moleculaire oecologie. Onderzoek vindt plaats op verschillende integratie niveaus, van complete catchments tot celniveau, waarbij vooral wordt gezocht naar interacties tussen verschillende schaalniveaus via zowel top-down als bottom-up benaderingen.

Een van de onderzoekslijnen binnen het CWE betreft het onderzoek op populatie en meta-populatie niveau aan aquatische macrophyten in riviersystemen. De belangrijkste vraag bij dit onderzoek is in hoeverre verschillende delen van een rivier (of catchment) met elkaar verbonden zijn. Deze vraag heeft een duidelijke fundamenteel wetenschappelijke achtergrond: kunnen wij het functioneren van een catchment beschouwen als een optelsom van lokale processen of is een volledig begrip van de numerieke en evolutionaire dynamica van lokale populaties slechts mogelijk wanneer we een catchment als een verbonden en interacterende eenheid van populaties bestuderen? Deze vraag heeft ook een duidelijk toegepast aspect. In hoeverre moeten we bij beleids- en beheersbeslissingen op lokaal niveau rekening houden met effecten op andere delen van de catchment? Als bijvoorbeeld een waterleliepopulatie in de Rijn bij Nijmegen regelmatig zaadinput krijgt van bovenstroomse populaties, wellicht zelfs tot aan Basel toe, dan is een gebeurtenis die de Baselse populatie beïnvloedt, b.v. een lokale milieuraamp zoals het Sandoz incident, van directe invloed op het functioneren van de Nijmeegse populatie. Elke maatregel die de ramp tot lokale dimensies weet te beperken zal, hoe efficiënt ook, invloed op het biologisch functioneren van andere delen van de catchment niet kunnen voorkomen.

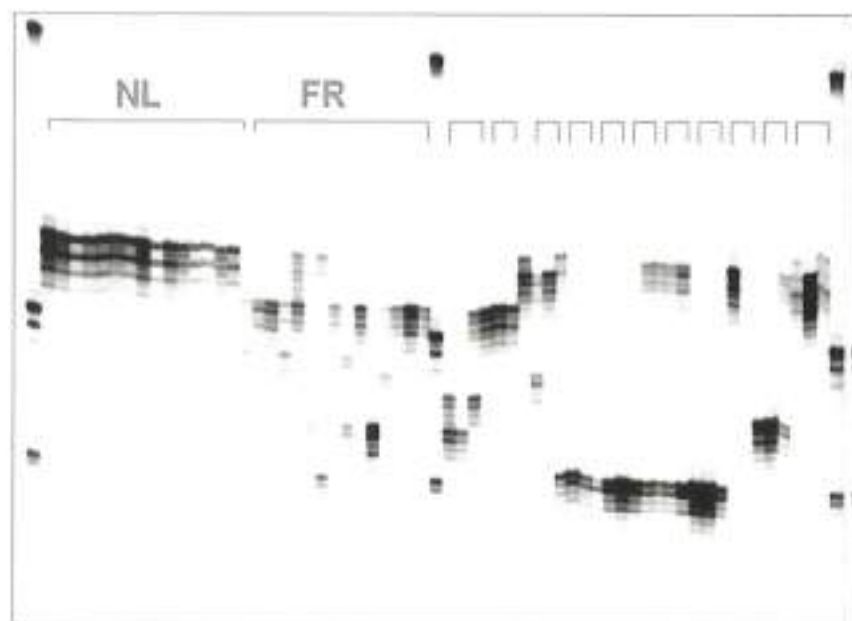
Om inzicht te krijgen in de mate van uitwisseling tussen populaties in verschillende delen van de catchment wordt gebruik gemaakt van moleculaire DNA markeringen. Deze markeringen zijn bij uitstek geschikt om tot kwantificatie te komen van het aantal migranten tussen twee populaties. Het aantal zaden dat tussen twee populaties migreert is numeriek gezien erg laag, en moeilijk kwantificeerbaar. Aan de andere kant zijn dergelijk lage migratiewaarden voor de dynamica van groot belang: standaard evolutionair-biologische theorie stelt b.v. dat de uitwisseling van slechts 1 zaad per generatie voldoende is om twee populaties genetisch gezien gemengd te houden. Dergelijk lage migratiewaarden zijn uiteraard niet of nauwelijks via directe waarneming van zaadverspreiding te onderzoeken. Het gebruik van moleculaire DNA markeringen biedt echter wel een goede mogelijkheid om zelfs nog lagere waarden betrouwbaar te schatten.

De benadering die gevolgd wordt is: we stellen vast wat de verdeling van genetische variatie is tussen de twee populaties, en rekenen daarna terug hoeveel migratie er geweest moet zijn om een dergelijke verdeling te bereiken. Nodig daarvoor zijn: moleculaire DNA markeringen met een geschikt variatieniveau, en een populatie-genetisch model om naar migratie terug te kunnen rekenen.

De voor dit onderzoek meest geschikte markeringen zijn microsatellieten. Dit zijn stukken in het kern DNA die een herhaling van base patronen laten zien, b.v. GAGAGAGA...GA. Microsatellieten zijn er in verschillende vormen, en kunnen bestaan uit tot 100 of meer herhalingen van patronen van 2 tot 6 basen. Zij komen in elk genoom voor; b.v. bij de mens zijn er op dit moment rond de 10.000 van deze microsatellieten bekend. Hun waarde voor het migratieonderzoek komt voort uit de hoge mate van variatie die zij van individu tot individu vertonen. Heeft het ene individu 30 herhalingen (repeats) van het patroon, individu twee heeft er maar 29, individu drie 31 enz.; in een gemiddelde populatie van enige omvang kunnen makkelijk 10-15 verschillende typen voorkomen. Binnen het migratieonderzoek worden monsters genomen van de twee populaties waartussen de uitwisseling geschat moet worden, deze monsters worden vervolgens gekarakteriseerd op 10 - 20 verschillende microsatellieten.

Om van de microsatellietvariatie naar een migratieschatting te komen is een populatie-genetisch model nodig. Dat model is gebaseerd op de evolutionaire eigenschappen van microsatellieten (b.v. hoe en hoe vaak gaat een type met 30 repeats over in een type met 29 repeats). Door de verwantschappen tussen de typen uit te werken en te clusteren komen verwantschapsbomen voort uit beide populaties. Deze bomen geven de evolutionaire geschiedenis binnen elke populatie weer. In een aantal gevallen zal blijken dat een type uit populatie B eigenlijk meer verwantschap heeft met de verwantschapboom van populatie A5; dergelijke gevallen geven dan migratie-gebeurtenissen weer. Deze benadering kan dus het gemiddeld aantal migranten per generatie schatten. Bovendien is de methode in staat om migratie in de benedenstroomse richting te scheiden van migratie in de bovenstroomse richting. Voor dispersieonderzoek in riviersystemen, aan soorten met een hydrochoor verspreidingsmechanisme, is dit uiteraard erg belangrijk. Immers, zaden zullen vooral in de benedenstroomse richting met het water mee worden getransporteerd, terwijl migratie naar bovenstroomse populaties zeer beperkt zal zijn.

Deze methodologie wordt momenteel toegepast op een aantal model soorten i.o.a. Gele plomp (*Nuphar lutea*). Monsters van populaties in de Rhône, Rijn en Oder worden geanalyseerd. In een eerste resultaat bleek dat



Figuur 1

Microsatelliet variatie in gele plomp populaties uit de Rijn en de Rhone. Volgorde van monsters, van links naar rechts, size marker, 15 monsters uit een Nederlandse Rijn populatie, 15 monsters uit een Franse Rhone populatie, size marker, 11 x 3 monsters uit verschillende NL en F populaties.

populaties in de Oder inderdaad ongeveer 10x meer migratie in benedenstroomse richting dan in bovenstroomse richting vertoonde. Verder was het aantal migranten per generatie rond de 5 voor populaties op ca. 50 km. afstand.

Dit geeft aan dat de methode werkt en klaar is om op grote schaal te worden toegepast. Het suggereert ook aan dat de interactie tussen populaties ook op relatief grote afstand aanzienlijk kan zijn, zodat wij het biologisch functioneren van rivieren en catchments slechts geïntegreerd kunnen beschouwen, waarbij wij het functioneren van lokale delen van de rivier slechts kunnen begrijpen en voorspellen als we ook weten wat zich in andere delen van de rivier afspeelt.

Operationalisering van Social Theory voor Interactieve Beleidsvorming

Vraagstelling

In het onderzoek 'Operationalisering van Social Theory voor Interactieve Beleidsvorming' wordt uitgegaan van een bestaande sociologische theorie. Onderzocht wordt of en hoe, de kwantitatieve implementatie van Social Theory (Coleman, 1990), het Linear System of Action (LSA), kan worden geoperationaliseerd in interactieve beleidsprocessen. Het LSA modelleert de ontwikkeling van sociale systemen als de uitruil door actoren van 'Invloed op onderwerpen'.

Aanpak

Als basis voor het onderzoek wordt een beleidsproces beschreven als een onderhandelingsproces. De onderhandelingen worden voorafgegaan door het structureren van de beleidsarena in actoren en onderwerpen en het kwantificeren van het LSA.

Aan de hand van een voorbeeld van een workshop over de toeristisch-recreatieve ontwikkeling rond Rhenen en de Grebbeberg, worden de mogelijke toepassingen van de methode verduidelijkt.

De workshop had betrekking op de beleidsontwikkeling in de toeristisch-recreatieve sector rond Rhenen en de Grebbeberg. Doel is de kwaliteit van de beleidsvorming en de samenwerking te verbeteren. De actoren voor de workshop zijn met behulp van een sneeuwbal enquête (DELPHI) bepaald. Het gehele LSA is tijdens de workshop in interactie met de actoren gestructureerd en gekwantificeerd. De workshop levert twee categorieën resultaten. Procesbijdragen gaan over de versterking van de samenwerking. Analytische bijdragen betreffen het ondersteunen van het onderhandelingsproces door het clusteren van actoren en onderwerpen waar uitruil mogelijk is.

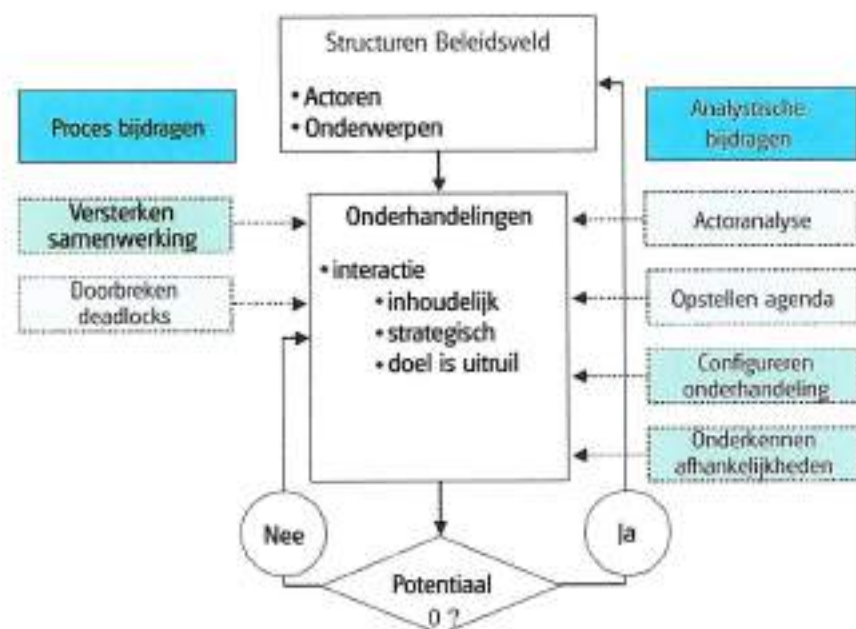
Proces bijdragen

Aan de hand van sociogrammen (zie figuur 2) is de onderlinge afhankelijkheid tussen de actoren besproken. Tijdens de workshop bleek dat een aantal actoren slechts een zeer beperkt inzicht hadden in de afhankelijkheidsrelatie in het beleidsnetwerk. De bijdrage van deze actoren aan de voortgang van de beleidsontwikkeling is daardoor beperkt. Bij de actoren zelf is soms sprake van frustraties over de beperkte voortgang van het project. Een aantal actoren concludeerde dat men bij andere actoren steun moest zoeken.

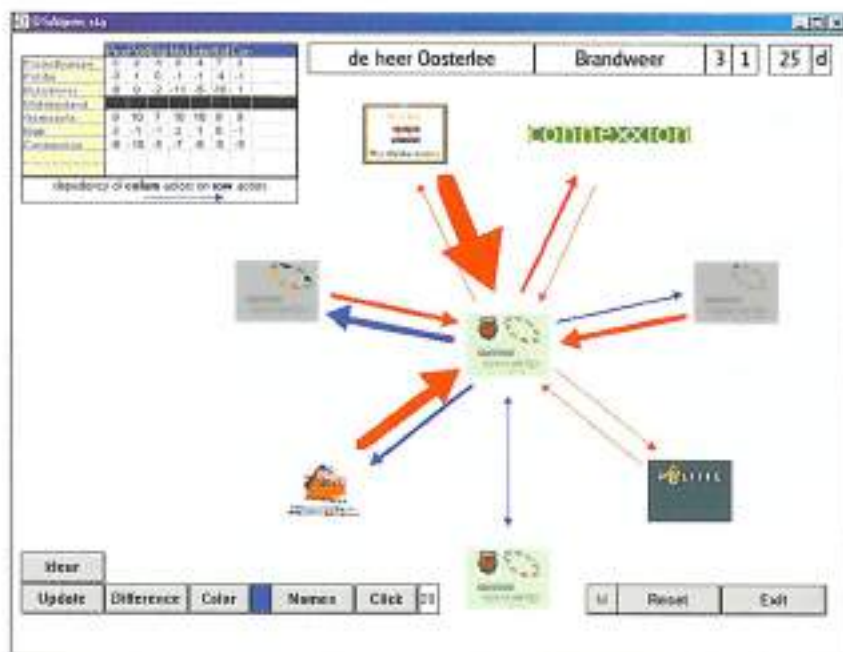
Analytische bijdragen

Een mogelijke analytische bijdrage betreft het clusteren van actoren en issues met veel uitruilmogelijkheden. Verwacht kan dan worden dat de onderhandelingen sneller verlopen omdat de complexiteit van het probleem wordt verminderd. Actoren kunnen elkaar dan makkelijker vinden. De beste onderhandelingsclusters voor de toeristische en recreatieve sector in Rhenen staan weergegeven in tabel 1.

In het eerste cluster komen natuur en landschap bescherming en de ontwikkeling van nieuwe toeristische producten samen. In het tweede cluster wordt de gemeentelijke positionering gekoppeld aan de lokale economie en het ontwikkelen van nieuwe toeristische producten. In het derde cluster wordt de leefbaarheid gekoppeld aan het verbieden van bestaande toeristische producten. Belangrijke actoren zijn steeds de gemeente Rhenen en de lokale ondernemers inclusief Ouwehands Dierenpark. Belangenorganisaties als het Utrechts Landschap en de Cultuur Historische Vereniging zijn niet opgenomen.



Figuur 1:
Onderhandelingsmodel voor een beleidsproces.



Figuur 2:
Sociogrammen met afhankelijkheidsrelaties tussen de actoren.

Financiering

Het onderzoek is gefinancierd door RIZA, RIKZ, RWS Directie Zeeland, Cornelis Lelystichting en TBM TU-Delft.

24.3	aktor	Onderwerp
1	Gemeente Rhenen	Natuur en landschap bescherming
2	Ouwehands Dierenpark	Touristische product ontwikkeling
3	Rhenen Shopping	

23.4	aktor	Onderwerp
1	Gemeente Rhenen	Gemeentelijke Positionering
2	Rhenen Shopping	Lokale economie
3		Touristische product ontwikkeling

21.7	aktor	Onderwerp
1	Ondernemersvereniging Rhenen	Leefbaarheid
2	WW/UTB	Toeristische product verbreding
3	Ouwehands Dierenpark	

ES Timmermans
Technische Universiteit Delft
Techniek, Bestuur en
Management
Postbus 5015
2600 GA Delft
E-mail: j.p.s.timmermans@tudelft.nl

Actor analyse ter ondersteuning van integraal waterbeheer

Tijdens de NCR-dagen is een presentatie gegeven over de stand van zaken met betrekking tot een promotie-onderzoek naar het gebruik van actoranalyses voor integraal waterbeheer. Dit onderzoek is gestart in november 1999 en wordt uitgevoerd aan de faculteit Techniek, Bestuur en Management. Het maakt deel uit van het Delft Cluster thema Integraal Waterbeheer.

Kort resumé van de doelstelling van het onderzoek

Het onderzoek richt zich op de link tussen de systeem-analytische benadering van bestaande planvormingsmethodieken in het waterbeheer en de sociale en institutionele aspecten die van belang zijn voor de politieke besluitvorming en voor de implementatie van de plannen. Het doel van het onderzoek is om deze aspecten meer expliciet bij de analyse en planning te betrekken om zo de aansluiting tussen beleidsanalytisch onderzoek en de praktijk van besluitvorming en implementatie te verbeteren.

Schets van de onderzoeksvoortgang

Aan het onderzoek ligt de veronderstelling ten grondslag dat een gestructureerde en doordachte analyse van de betrokken actoren bij zou kunnen dragen aan een verbeterde aansluiting tussen analyse, besluitvorming en implementatie.

In het eerste jaar van onderzoek is de onderzoeksvraag op twee manieren nader verkend en uitgewerkt. Allereerst is wetenschappelijke literatuur bestudeerd om meer inzicht te krijgen in de beschrijving en de mogelijke rol van actorennetwerken in besluitvormingsprocessen. Daarnaast is een casus gebruikt om meer inzicht te krijgen in de praktijk van het waterbeheer en in de toepasbaarheid van de in de literatuur gevonden concepten en methoden.

Resultaten van het literatuuronderzoek

Op basis van literatuur uit de beleidswetenschappen, sociologie en speltheorie, is een gemeenschappelijke basis van concepten geïdentificeerd, waarmee actorennetwerken getypeerd kunnen worden. Daarnaast is beleidsanalytische literatuur bestudeerd om een overzicht te krijgen van de reeds bestaande methoden om actorennetwerken in kaart te brengen.

Uit deze literatuurverkenningen is duidelijk geworden dat er in grote lijnen twee verschillende benaderingen mogelijk zijn voor het analyseren van actorennetwerken. De ene benadering richt zich voornamelijk op de cognitieve aspecten: de verschillende visies, argumentaties en probleemdefinities van actoren worden bestudeerd, om zo conclusies te kunnen trekken over zaken die door actoren belangrijk gevonden worden, onderwerpen die (mogelijk) conflicten kunnen opleveren in de besluitvorming en onderwerpen waarover consensus mogelijk is. Naast de cognitieve benadering is er een machtspolitieke benadering, die vooral de verschillende machtsmiddelen

van actoren centraal stelt. Welke middelen hebben actoren om besluitvorming te beïnvloeden en hoe zouden ze die middelen aan kunnen of willen wenden?

De benaderingen sluiten elkaar niet uit, maar vullen elkaar aan. Het lijkt daarom in veel gevallen nuttig om voor de analyse van actorennetwerken aandacht te schenken aan beide invalshoeken.

Verkenning praktijk van waterbeheer

De praktijk van het waterbeheer is nader verkend aan de hand van een project in Egypte, waar een consortium onder leiding van WL I Delft Hydraulics betrokken is bij de voorbereidingen voor een nieuw nationaal watermanagementplan. In de beginfase van het onderzoek is een bezoek gebracht aan Egypte, waarbij informatie is verzameld en een eerste verkenning van het actorennetwerk is gemaakt. Daarna is een poging gedaan om de wetenschappelijke achtergrondliteratuur te combineren met de informatie uit Egypte. Er zijn twee methoden geselecteerd op basis waarvan twee meer gestructureerde en geïchte actorenanalyses zijn gemaakt.

Op basis van de ervaringen in Egypte konden enkele nadere onderzoekshypothesen geformuleerd worden, met name:

- Actorenanalyse zou vooral in de beginfase van analyseprojecten een nuttige rol kunnen vervullen;
- Actorenanalyse zou in lopende projecten kunnen helpen om de interactie tussen planvoorbereiders/analisten en belanghebbende (stakeholders) te organiseren.

De tweede hypothese kan in Egypte getoetst worden. Voor een goede toetsing van de eerste hypothese zijn andere cases nodig. De komende drie jaar zal de casus in Egypte gebruikt blijven worden voor het onderzoek. Daarnaast wordt gezocht naar twee andere cases waarin besluitvorming voor waterbeheer ondersteund wordt door een beleidsanalytische studie, om de mogelijke waarde van actoranalyse in dit proces verder te kunnen toetsen.

Leon Hermans
Faculteit Techniek, Bestuur en
Management
Technische Universiteit Delft
Postbus 5015
2600 GA Delft
E-mail:
L.H.Hermans@fdm.tudelft.nl

The value of water

a flow from downstream to upstream

Abstract

It is generally recognised that water should be considered an economic good. Water is a scarce resource and should be allocated in such a way that it produces the greatest benefits. However, there is still a debate on how one can measure or calculate the value of water in a certain place at a certain point in time. The value of 'one drop' is closely linked to its movement through the water cycle, because it can generate values several times. A methodology has been developed for assessing the value of water in the different stages in the water cycle. It is hypothesised that if a cubic metre of water provides some benefit in some spot at a certain moment, this cubic metre of water has a certain value not only at that point in space and time, but in its previous stages within the water cycle as well. This means that, while water particles flow from upstream to downstream, water values 'flow' in exactly the opposite direction. The value of water in a certain place is equal to its value in situ plus an accumulated value derived from downstream. This value-flow concept is elaborated for the Zambezi basin.

It is found that water produces the smallest direct economic benefits in the upper part of the Zambezi basin. However, water flows in this part of the basin - due to their upstream location - have the highest indirect values. For that reason, return flows from the water-using sectors are particularly valuable in the upstream sub-basins (Figure 1). The analysis shows that the value per unit of river water increases if we go from downstream to upstream (Figure 2). Another finding of the study is that percolation of rainwater is generally more valuable than surface runoff. Finally, a plan to export water from the river Zambezi to South Africa is evaluated in terms of its opportunity costs.

The results of this study show that the value-flow concept offers the possibility of accounting for the cyclic nature of water when estimating its value. The study provides insight into several possible uses of the concept. One can address for instance questions such as: what is the value of rainwater, how does the value of river water increase if we move from downstream to upstream, what is the value of a return flow, and what are the opportunity costs if we withdraw water from a location? One could also use the method to assess how spatial planning can have different effects on the net benefits of water or how climate change might affect the benefits of water. Equally, the methodology can be used to put the issues of water scarcity (valuable water) and flooding (non-valuable water) in one context. Downstream use of water increases the value of the upstream water. But the presence of downstream risks as a result of flooding puts a negative value on the upstream water. So one should perhaps even be reimbursed, instead of having to pay, if one were to use and thus delay the water in the upstream parts of a basin before it leads to flooding in the downstream part...

Our future research in this area aims at elaborating and improving the methods of estimating direct and indirect values and at providing more precise and validated value estimates.

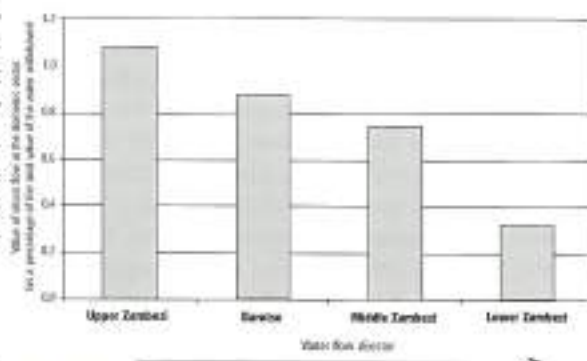


Fig. 1: The value of return flows in the domestic sector in 1990 in comparison to the total value of the water withdrawn. The contribution of return flows to the total value of water withdrawals decreases if we move in a downstream direction.

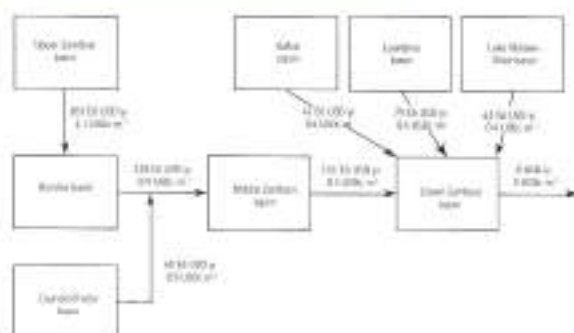


Fig. 2: The total value and average value per unit of river runoff per sub-basin in 1990.

Arjen Y. Hoekstra
IHE-Delft
Postbus 3015
2601 DA Delft
E-mail: arjen@ihe.nl

Ontwikkeling en toepassing van een spreadsheet applicatie van BIO-SAFE

een model voor waardering van effecten van rivierverruimende maatregelen op biodiversiteit

Recente hoogwaterbeschermingsplannen, zoals het Rijn Actie Plan Hoogwater-bescherming, het Maas Hoogwater Actie Plan, de verklaring van Arles en de beleidslijnen Ruimte voor de Rivier richten zich op verbeteringen in het waterbeheer en verlaging van overstromingsrisico's. Het uiteindelijke doel van deze plannen is bescherming van mensen en goederen tegen overstroming, waarbij integratie plaatsvindt met ecologische verbeteringen van Rijn en Maas en hun uiterwaarden. Het Interreg IIC Initiatief van de Europese Unie ondersteunt activiteiten in het kader van verlaging van overstromingsrisico's. Het gezamenlijke operationele programma IRMA (Interreg Rijn Maas Activiteiten) draagt bij aan versterkte implementatie van maatregelen en onderzoek op het gebied van overstromingsbescherming in de stroomgebieden van de Rijn en Maas. Vanwege de grote schaal en het ingrijpende karakter van de geplande maatregelen is het van groot belang dat de gevolgen grondig worden onderzocht en dat er een grote mate van samenhang en afstemming bestaat tussen de diverse projecten. Deze uitgangspunten hebben geresulteerd in het IRMA-SPONGE project, georganiseerd door het Nederlands Centrum voor Rivierkunde (NCR). Hieronder vallen dertien projecten die door verschillende instituten worden uitgevoerd, waaronder BIO-SAFE.

BIO-SAFE is een model waarmee op basis van gegevens over aanwezigheid van soorten en ecotopen actuele en potentiële biodiversiteitswaarden in beleidsmatig en juridisch relevante termen kunnen worden afgeleid. Soorten die worden gebruikt hebben een speciale status in beleid en wetgeving en zijn bovendien kenmerkend zijn voor rivierstroomgebieden.

In het project wordt een bestaande versie voor de Nederlandse situatie toepasbaar gemaakt voor de gehele stroomgebieden van Rijn en Maas. Hierbij wordt samengewerkt met instituten in Nederland, Duitsland, Frankrijk en België.

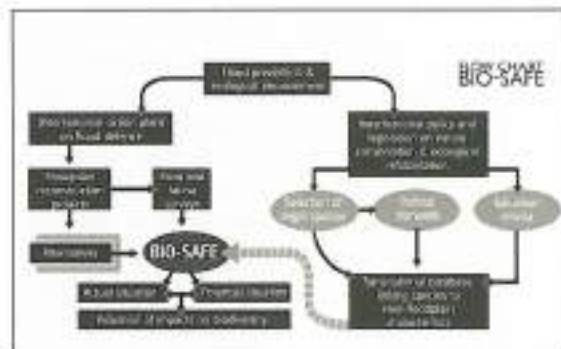
Deze samenvatting beschrijft het projectdoel, het conceptuele kader en de projectaanpak van het IRMA-SPONGE project BIO-SAFE. Uitvoering van de geplande maatregelen voor bescherming tegen hoogwater zal van grote invloed zijn op zowel de actuele biodiversiteitswaarden als het ecologisch potentieel van Rijn en Maas. Daarom is het van belang om tijdens het planvormingsproces rekening te houden met aanwezige en potentiële waarden van rivierkarakteristieke ecotopen. Enerzijds bieden rivierverruimende maatregelen kansen om verloren gegane processen en habitats terug te laten keren in het rivierengebied. Anderzijds brengen deze maatregelen bedreigingen met zich mee voor bestaande waarden. De uiteindelijke effecten zijn afhankelijk van de mate van maatwerk in de inrichtingsontwerpen, waarmee de balans tussen hoogwaterbescherming en ecologische verbetering van de rivier en uiterwaarden wordt geoptimaliseerd. Volgens vigerend internationaal beleid en wetgeving is bij de planning en uitvoering van uiterwaardherinrichtingsprojecten een evaluatie van effecten van maatregelen op biodiversiteit vereist. Het totaaleffect van de maatregelen is echter slechts gedeeltelijk bekend en geschikte methoden voor analyse en waardering van effecten van hoogwaterbeschermingsbeleid in relatie tot beleidsdoelen op het gebied van biodiversiteit zijn niet beschikbaar.

2. Doelstelling

De doelstelling van het BIO-SAFE project is de ontwikkeling en toepassing van een praktische transnationale methode voor waardering van effecten van rivierverruimende maatregelen op biodiversiteitswaarden op basis van politieke en juridische criteria, geschikt voor integratie in een generiek IRMA beslissingsondersteunend systeem.

3. Conceptueel kader

Het conceptuele kader van BIO-SAFE (zie figuur 1) draait om de politieke dimensie van biodiversiteit op het niveau van soorten en ecotopen in uiterwaarden. De kern is de afweging van beleidsdoelen en maatregelen gericht op veiligheid ten opzichte van beleidsdoelen en maatregelen gericht op biodiversiteit. Aan soorten toegekende waarden worden afgeleid uit nationaal en internationaal beleid en wetgeving. Deze waardetoeiening stelt de methodiek in staat een actuele situatie te waarderen op basis van gegevens betreffende aanwezigheid van soorten in het studiegebied. Met behulp van de habitateisen van soorten die in BIO-SAFE zijn opgenomen kunnen deze worden gekoppeld aan abiotische en biotische uiterwaard karakteristieken (ecotopen). Herinrichtingsmaatregelen veranderen de ecotoopsamenstelling en oppervlakteverdeling en daarmee de bijbehorende potentiële situatie. Vergelijking van uitgangssituatie en streefbeeld, die zijn vastgelegd in scenario's resulteert in een waardering van de te verwachten effecten op biodiversiteit.



Figuur 1:
Conceptueel kader van BIO-SAFE

4. Fasering en methoden

Het project wordt uitgevoerd in vijf fasen.

Fase 1: Constructie transnationale database

Selectie van soorten met speciale status: Internationaal beleid, wetgeving en Rode lijsten uit Nederland, België, Frankrijk en Duitsland. Deze stap wordt uitgevoerd voor hogere planten, vogels, zoogdieren, reptielen, amfibieën, vissen, vlinders en libellen. Hierna wordt door een internationaal panel van experts de selectie van rivierkarakteristieke soorten uitgevoerd. De geselecteerde soorten worden gekarakteriseerd en gekoppeld aan ecotopen m.b.v. hun autecologische data die worden vastgelegd in zogenoemde 'Species Fact sheets'. De methodiek gebruikt grote soorten-sets (ongeveer 500 soorten), die per land geordend zijn in de database.

Fase 2: Constructie transnationale ecotooptypologie

De constructie van een transnationale ecotooptypologie geschiedt door integratie van bestaande typologieën op verschillende schaalniveaus en resulteert in een methodiek voor hiërarchische uiterwaardkarakterisering die mogelijkheden biedt voor up- and downscaling.

Fase 3: Waarderingscriteria

Aan de documenten waaruit de soorten met een speciale status zijn afgeleid (Rode lijsten, Nationaal beleid en wetgeving, EU Habitat Richtlijn, EU Bird Richtlijn, Bern Conventie, Bonn Conventie) wordt een waarde toegekend door een internationaal panel van verschillende actoren, namelijk vertegenwoordigers van wetenschappelijke instituten, beleidsmakers en vertegenwoordigers van NGO's.

Fase 4: Implementatie fase

Implementatie van de methode zal geschieden door programmering in een spreadsheet en een databaseprogramma.

Fase 5: Transnationale toepassing van de methodiek

BIO-SAFE zal worden toegepast op uiterwaardherinrichtingsprojecten in Nederland, België, Frankrijk en Duitsland. Mogelijke analyses zijn: waardering actuele situaties, scenariostudies, waardering van ecotopen/prioritering gebieden en trendanalyse (monitoringsgegevens, voorspellende modellen). Bij de toepassing van BIO-SAFE wordt samengewerkt met andere IRMA-SPONGE projecten, te weten Cyclic Rejuvenation of Floodplains (Rijkswaterstaat, directie Oost-Nederland) en INTERMEUSE (Rijksinstituut voor Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling).

5. Conclusies

Waardering van effecten van IRMA op biodiversiteit op basis van politieke en juridische criteria kan een nuttig extra instrument zijn voor beoordeling van ecologische effecten van ruimtelijke herinrichtingsprojecten, naast gedetailleerde enkelsoortmodellen en ecologische netwerkanalyses. BIO-SAFE is een methode die afweging van beleidsdoelen in beeld brengt door kwantificering van impliciete waarden en biologische potenties. De mate van succes zal afhankelijk zijn van de kwaliteit van de input-gegevens en de mogelijkheden voor het omgaan met internationale verschillen en afstemming van methoden.

R.J.W. de Noij¹,
H.J.R. Lenders²,
D. Haid³, G. de Blust⁴,
N. Geelen⁵, D. Nustler⁶,
P.S.E.W. Leuzen⁷,
P.H. Nienhuis⁸,
I. Poudesvigne⁹ & M. Rink

¹ Universiteit van Nijmegen,
afdeling Milieukunde;

² Universiteit van Roen,
Laboratorium voor Ecologie,
Frankrijk;

³ Instituut voor
Natuurbehoud, Brussel,
Belgie;

⁴ Federaal Instituut voor
Hydrologie (IFG), Afdeling
Ecologie, Koblenz, Duitsland

⁵ Rijksinstituut voor Integraal
Zoetwaterbeheer en
Afvalwaterbehandeling
(RIZA);

⁶ Deelnemer in het
Nederlands Centrum voor
Rivierkunde (NCR), Delft;

⁷ Contactpersoon: Universiteit
van Nijmegen, afdeling
Milieukunde, Postbus 9010,
6500 GL Nijmegen. E-mail
leuzen@sci.kun.nl

Ecologische netwerken

Concept voor herstel van rivierhabitats

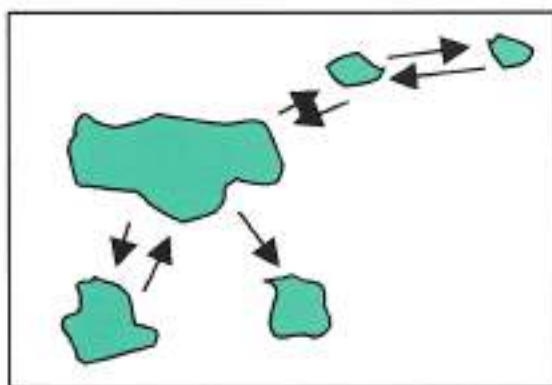
Veranderingen in het rivierengebied

Het rivierengebied in Nederland en in andere landen van Europa is sterk beïnvloed door de mens. Door de normalisatie en regulering van de rivieren voor scheepvaart en veiligheid en het intensieve gebruik van de uiterwaarden door de landbouw is de oorspronkelijke riviernatuur grotendeels verdwenen. Het ecologische herstel van de rivieren is tegenwoordig een belangrijk thema in het beleid.

Ecologische netwerken

In Nederland biedt het rivierengebied plaats aan vele en uiteenlopende functies zoals scheepvaart, hoogwaterbescherming, landbouw, klei- en zandwinning, recreatie en bewoning. Door de grote druk op de ruimte in het rivierengebied die daardoor ontstaat is het vaak niet haalbaar grote natuurgebieden te creëren.

Een oplossing om in de kleine en versnipperde natuurgebieden langs de rivier plaats te bieden aan duurzame populaties van riviergebonden soorten ligt in het creëren van ecologische netwerken. Deze oplossing is gebaseerd op het concept van metapopulaties.



Figuur 1:
Een metapopulatie is een populatie van populaties, die onderling verbonden zijn door dispersie-bewegingen.

Vragen bij inrichting

Om de beschikbare ruimte voor natuur in het rivierengebied zo goed mogelijk te benutten en voorwaarden te creëren voor een hoge biodiversiteit, is er behoefte om de ruimtelijke kwaliteit van een gebied of inrichtingsplan te evalueren. Vragen die aan de orde kunnen komen zijn bijvoorbeeld:

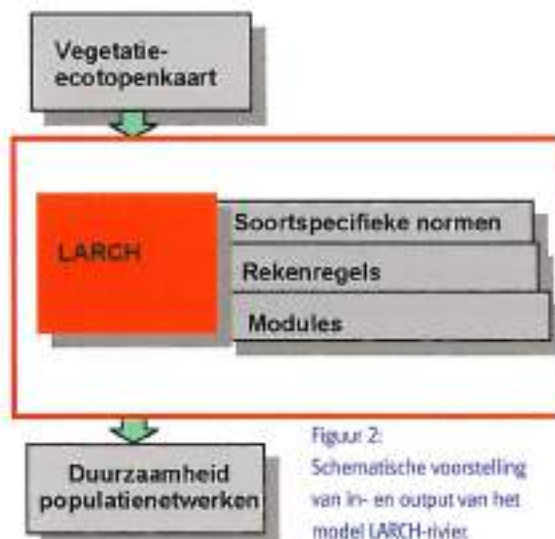
- Welk inrichtingsscenario biedt beste kansen voor biodiversiteit / levensvatbare populaties?
- Is een landschap geschikt voor een duurzame populatie van soort X?

Deze vragen kunnen worden beantwoord aan de hand van een netwerkanalyse. De kennis en inzicht die dit oplevert kan op verschillende manieren worden toegepast bij visie- of planvorming: bij de ontwikkeling van inrichtingsscenarios of bij de evaluatie of optimalisatie daarvan.

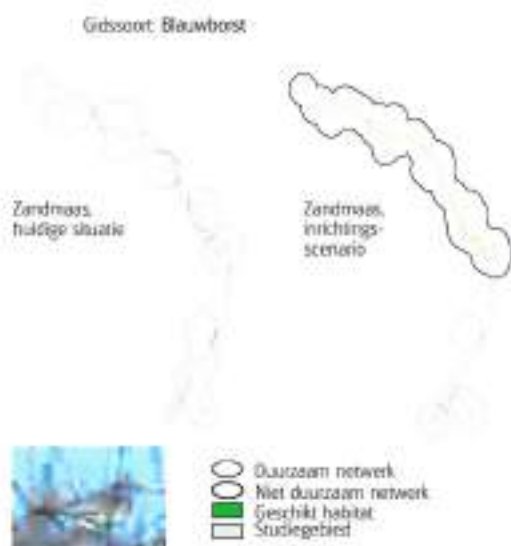
Model "LARCH-rivier"

Afgelopen jaren is een tool ontwikkeld voor de analyse van ecologische netwerken in het rivierengebied: het model LARCH-rivier (Landschapsecologische Analyse van ruimtelijke configuratie van habitat in het rivierengebied). Met dit model worden aan de hand van gidssoorten ruimtelijke patronen van habitat in een landschap onderzocht op hun ruimtelijke samenhang. De gidssoorten zijn zodanig gekozen dat ze model staan voor een zo breed mogelijke range van riviersoorten. Geanalyseerd wordt of het landschap potentieel geschikt is voor duurzame net-werkpopulatie van de gekozen gidssoorten (figuur 2 & 3).

Met een 'quick-scan'-methode van habitatnetwerken met LARCH-scan kan de ruimtelijke samenhang van habitat in beeld worden gebracht, maar wordt geen uitspraak gedaan over de duurzaamheid van populaties (figuur 4).



Figuur 2:
Schematische voorstelling van in- en output van het model LARCH-rivier.



Figuur 3:
Voorbeeld van een netwerkanalyse van de Zandmaas.

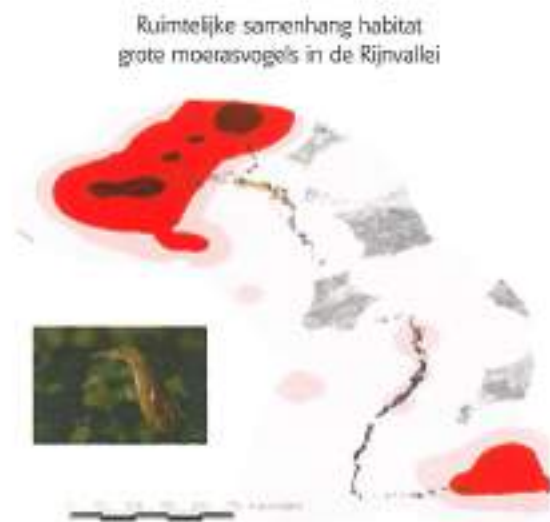
Voorbeelden van toepassingen

LARCH-rivier is in diverse studiegebieden toegepast, variërend van de Zandmaas tot het gehele Rijnvallei. Gebleken is dat ecologische netwerken een bruikbaar concept vormen voor een doeltreffend beleid ten aanzien van natuurontwikkeling in het rivierengebied.

LARCH-rivier wordt toegepast en verder ontwikkeld in een aantal RMA-projecten:

- INTERMEUSE: ontwikkeling van een tool voor de beoordeling van effecten van inrichtingsmaatregelen voor veiligheid op, onder andere, ruimtelijke samenhang van habitat. Als onderzoeksgebied is het stroomgebied van de Maas gekozen.
- Living with floods: beoordeling effecten van meervoudig ruimtegebruik in het rivierengebied op de ruimtelijke samenhang van habitat (regionaal schaalniveau).
- DSS Rivers: doorrekenen effecten van inrichtingsmaatregelen op natuur, o.a. op de ruimtelijke samenhang van habitat.

Eind 2001 zal een stand alone versie van LARCH-rivieren verschijnen (NCR-project van RIZA en Alterra).



Figuur 4:
Voorbeeld van toepassing van LARCH-scan op het stroomgebied van de Rijn.

Sabine van Rooij,
Noël Geelen¹

¹ ALTERRA
Postbus 47
6700 AA Wageningen, E-mail:
s.a.m.vanrooij@alterra.wag-ur.nl

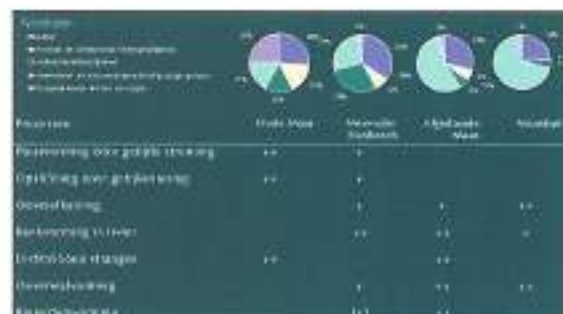
¹ Rijksinstituut voor Integraal
Zoetwaterbeheer en
Avalwaterbehandeling (RIZA)
Postbus 9072
6800 ED Arnhem, E-mail:
N.Geelen@riza.rws.minienvw.nl

De kansen voor geomorfologische processen en de daaraan gebonden fysiotopen in het rivierengebied

Geomorfologische processen (erosie en sedimentatie) zijn een belangrijk onderdeel van de natuur langs de rivier. Zij vormen de basis, de ondergrond voor het voorkomen van flora en fauna. De dynamiek van de habitat wordt voor een groot deel bepaald door de mate waarin geomorfologische processen actief zijn. Door de normalisatie zijn veel geomorfologische processen aan banden gelegd.

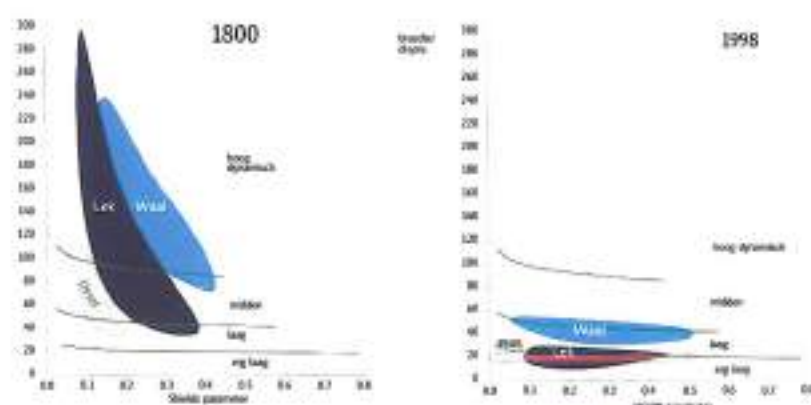
Aan de hand van een zo kwantitatief mogelijke beschrijving van de historische eco-morfologische situatie en de huidige processen worden de kansen voor het optreden van geomorfologische processen en de daaraan verbonden fysiotopen onderzocht. In eerste instantie waren de Rijnakken onderwerp van deze studie. Momenteel wordt dat uitgebreid met het benedenrivierengebied en de Maas.

De historische eco-morfologische gesteldheid is bestudeerd voor 8 pilotgebieden langs Rijn en Maas. Hierbij zijn historische rivierkaarten (1600-1850) en bodemkaarten bestudeerd en zijn historische waterstanden (va 1770) geanalyseerd. Daaruit volgden overzichten van het ontstaan van uiterwaarden, historische ecotopen- en fysiotopenkaarten, kaarten met erosie en aanwas in de 18e en 19e eeuw, profielen met breedten en diepten van het zomerbed en grafieken met veranderingen in waterstanden. Tezamen met historische literatuur werd zo een tamelijk compleet beeld verkregen van de eco-morfologische situatie in de periode voor 1850. Geomorfologische processen in riviertrajecten worden gekoppeld aan een gebiedseigen fysiotopenverdeling (zie figuur 1). Randvoorwaarden voor het voorkomen van eilanden, zandbanken, nevengeulen, oeverwallen, rivierduinen en moerassen zijn hieruit afgeleid. Een belangrijke conclusie is dat de breedte-diepteverhouding van de rivier



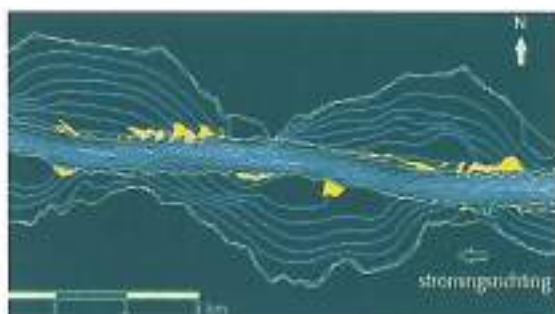
Figuur 1: Overzicht van kenmerkende geomorfologische processen en ecotopen in 4 riviertrajecten in de 19e eeuw

een goede indicator is voor de morfologische activiteit van het zomerbed zoals het voorkomen van zandbanken en eilanden (zie figuur 2). Waterstandsfluctuaties tussen gemiddeld en laagwater bleken bepalend voor het voorkomen van moerassen.



Figuur 2: Morfodynamiek vroeger en nu als functie van breedte-diepte verhouding en shields parameter

De huidige geomorfologische processen zijn zoveel mogelijk gebiedsdekkend beschreven met behulp van veldwerk, luchtfoto's, literatuur en bestaande hydraulische modellen. Oeverwalvorming is uitvoerig gekarteerd en geanalyseerd na de hoogwaters van 1993 en 1995. Hieruit bleek dat er grote verschillen bestaan tussen de afzonderlijke rivierakken. Het meeste zand werd afgezet op de oevers van de Waal. Hierbij speelt de relatief hoge breedte-diepteverhouding van de Waal ten opzichte van de andere takken een belangrijke rol. Deze bepaalt in belangrijke mate de uitwisseling tussen zomer- en winterbed. Meer in detail bleek dat er op lage uiterwaarden, uiterwaarden in binnenbochten en tussen het zomerbed en diepe uiterwaardplassen veel zand wordt afgezet. Vergelijking met een 2D-hydraulisch model laat zien dat zand voornamelijk wordt afgezet daar waar de stroming van het zomerbed de uiterwaard in gaat, (zie figuur 3)



Figuur 3: Gekarteerde zandafzettingen na hoogwater in relatie met door WAQUA berekende stroomlijnen.

Uit het onderzoek volgt dat de natuurlijke geomorfologische processen in de loop der eeuwen flink zijn ingeperkt, maar dat deze toch nog in belangrijke mate bepalen hoe de uiterwaarden eruit zien. Ook regionale verschillen zijn daarin nog aanwezig. Bij herinrichting wordt hiervan steeds meer gebruik gemaakt. Om dit te vergemakkelijken wordt geprobeerd richtlijnen en vuistregels te ontwikkelen om de kansen voor geomorfologische processen beter in te schatten.

Margriet Schoor
Rijksinstituut voor Integraal
Zee- en Waterbeheer en
Afvalwaterbehandeling (RIZA)
Postbus 9072
6800 EL Arnhem
E-mail:
m.schoor@riza.rws.minvenw.nl
in samenwerking met: Henk
Wolter & Gilbert Maas (Nierak),
Hans Middeldorp (LJL), Eric
Musselman (WU)

Uitwisselingsprocessen en stromingspatronen in kribvakken

Introductie

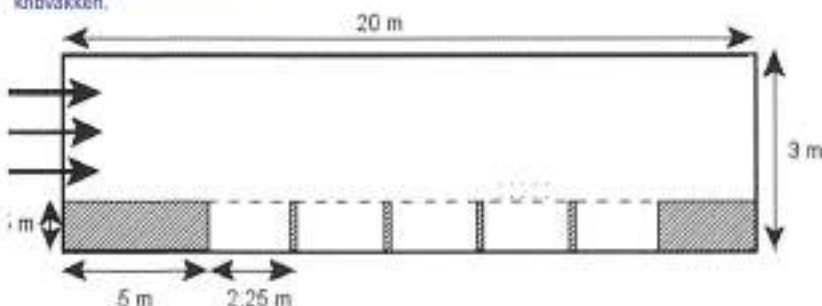
Veel rivieren in Nederland zijn uitgerust met kribben die de ligging van de rivier fixeren en de vaargeul op diepte te houden. Met de kribben zijn ook de ruimtes tussen de kribben vastgelegd waarin de langsstromende rivier door impulsuitwisseling een stroming zal induceren. Met deze stroming wordt naast watermassa en impuls ook materiaal meegevoerd, als sediment en opgeloste stoffen. De verblijftijden van deze materialen in een kribvak bepalen de waterkwaliteit, aanslibbing ter plaatse maar ook de dispersie van materialen bij longitudinaal transport in de gehele rivier. Daarnaast zal de krib als obstakel in de stroming aanleiding zijn voor het ontstaan van sterke wervelingen in de stroming. De grootschalige turbulentie die opgewekt wordt benedenstrooms van een krib zal gevolgen hebben voor het bodemmateriaal, zand of steenbestorting, en in enkele gevallen ook voor de bevaarbaarheid.

Door een toenemende behoefte de bestaande rekenmodellen te verfijnen, is het van belang de belangrijkste principes van de uitwisselingsprocessen onder gecontroleerde omstandigheden te verkennen en te kwantificeren zodat de meetdata ter validatie kunnen dienen voor de betreffende modellen.

Metingen

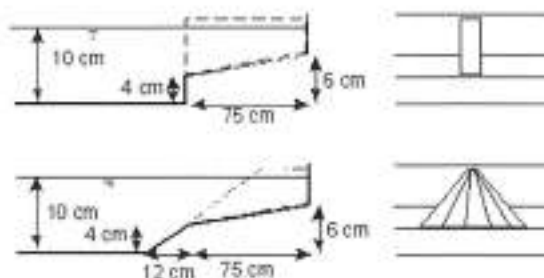
Om een inzicht te krijgen in de stroming in een kribvak en de daaraan gekoppelde uitwisseling is een aantal experimenten uitgevoerd aan kribvakken die enigszins geschematiseerd zijn nagebouwd op laboratoriumschaal, zie figuren 1 en 2. De situatie langs één oever is gemodelleerd op een schaal van ongeveer 1:70 waarbij de diepte in de hoofdgeul wat vertrokken is. Er is met opzet een rij met kribvakken gemodelleerd om te kunnen controleren of invloeden van bovenstroomse kribvakken merkbaar zijn. Met deze schematisatie is gepoogd de belangrijkste fysische processen zoals die in de natuur voorkomen te representeren en tegelijkertijd een geometrie te hebben die ook in een numeriek model eenvoudig te implementeren is. In dit model zijn twee soorten metingen uitgevoerd: snelheden aan het vrije oppervlak en uitwisseling van kleurstof. Ten behoeve van de snelheidsmetingen zijn in video-opnamen de bewegingen van enkele honderden drijvertjes gevolgd met behulp van de 'particle tracking velocimetry' techniek. De uitwisselingssnelheden zijn bepaald aan de hand van het verloop in de tijd van de gemiddelde kleurstofconcentratie in een aanvankelijk homogeen ingekleurd kribvak. De concentraties zijn bepaald met een voor concentratie en omgevingslicht gekalibreerde camera.

Figuur 1:
Bovenaanzicht van een
geschematiseerd schaalmodel
van een stukje rivier met
kribvakken.



Cross sectional view

Frontal view

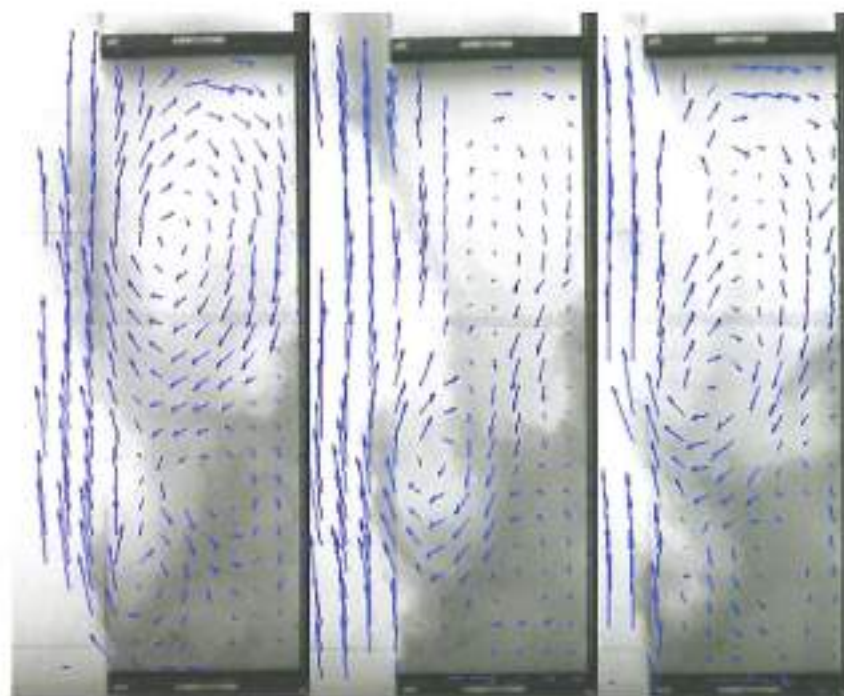


Figuur 2:

Dwarsdoorsnede van het schaalmodel en vooraanzicht van de kribgeometrieën voor rechthoekig (boven) en afgeschuinde geometrie (onder).

Resultaten

Figuur 3 laat een voorbeeld zien van de gemeten instantane snelheden en kleurstofconcentraties op drie achtereenvolgende tijdstippen. De complexiteit van het stromingspatroon en het daarbij behorende kleurstoftransport is hier goed zichtbaar. Met name de grootschalige wervelstructuren die van een krib loslaten hebben een grote invloed op het transport van kleurstof. Deze structuren zijn alleen zichtbaar te maken in het tijdsafhankelijk stroombeeld. In metingen en ook in berekeningen van het tijdgemiddelde stroombeeld wordt dit dynamische proces niet zichtbaar. Wat verder in figuur 3 opvalt is de secundaire neer in de bovenstroomse hoek van het kribvak waar de snelheden en uitwisseling gering blijken, en de kleurstof lange tijd vastgehouden wordt. Het loslaten van grote wervelstructuren en de aanwezigheid van een secundaire neer blijken sterk afhankelijk te zijn van de lengte-breedte verhouding van een kribvak. Bij een vrijwel vierkant kribvak is de stroming zeer kalm, is er één grote neer die het kribvak volledig vult, en wordt de uitwisseling bepaald door de snelheid in de neer en door de menglaag tussen de hoofdstroom en het kribvak. Wanneer het kribvak rechthoekiger is zoals in figuur 3 dan blijken de grootschalige wervels de uitwisselingssnelheid sterk te vergroten. Dit is goed te zien in figuur 4 waar de afname in de tijd te zien is van de gemiddelde kleurstofcon-



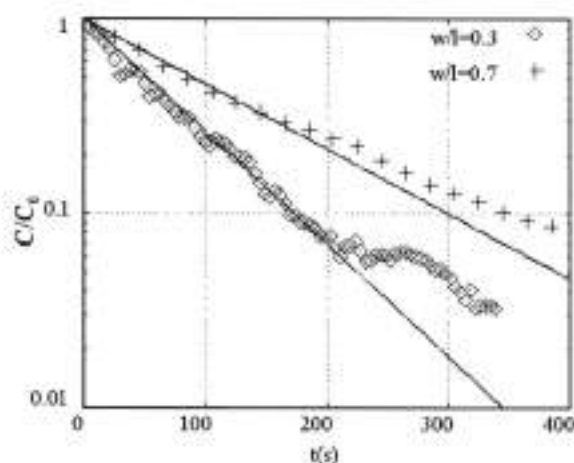
Figuur 3:
Drie instantane stroombedden in het schaalmodel waar de complexe dynamica van het uitwisselingsproces te zien is na respectievelijk 78, 82 en

centratie in twee verschillende kribvakken. De karakteristieke tijd waarmee het kribvak uitwisselt, blijkt voor het rechthoekige geval $w/l = 0.3$ bijna de helft te zijn van die van het meer vierkante geval $w/l = 0.7$. Tevens is te zien dat voor $w/l = 0.3$ na ongeveer 200s de secundaire neer aanleiding is voor een verandering van de karakteristieke uitwisselingstijd. De kleurstof heeft meer tijd nodig om vanuit de zeer langzaam draaiende secundaire neer via de primaire neer vervolgens in de hoofdstroom terecht te komen.

Conclusies

Dit onderzoek laat zien hoe de dynamica van de grootschalige wervels het uitwisselingsproces tussen de kribvakken en de rivier beïnvloeden. Een beter begrip van de waterbeweging en bijbehorende uitwisselingsprocessen zal de voorspelbaarheid van het transport van stoffen in een rivier op grote schaal (longitudinale dispersie) en op kleine schaal (erosie en depositie van sediment) vergroten. De grote invloed van de grootschalige wervels is echter moeilijk te implementeren in de tijdsgemiddelde rekenmodellen met veelal lage ruimtelijke resolutie. Voor het verbeteren van bestaande modellen en het ontwikkelen van nieuwe rekenmodellen waarin de tijdsafhankelijke grootschalige beweging wel meegenomen wordt, kunnen de beschreven metingen een goede rol ter validatie vervullen.

Figuur 4:
Concentratieverloop in de tijd van een initieel volledig ingekleurd kribvak. De meetdata (symbolen) voor twee verschillende lengte-breedte verhoudingen zijn weergegeven samen met een schatting voor de karakteristieke tijd van het uitwisselingsproces (getrokken lijnen).



Wim S.J. Uijttewaal
Technische Universiteit Delft
Sub-faculteit der Civiele
Techniek
Sectie Vloeistofmechanica
E-mail:
W.Uijttewaal@ict.tudelft.nl

Een trendbreuk in rivierbeheer als impuls voor nieuwe kennisontwikkeling

Met het Advies van de Commissie Waterbeheer 21e Eeuw² staan we op de drempel van een ingrijpende herinrichting van het rivierengebied. Om meerdere redenen gaat het daarbij om een trendbreuk: het gaat niet meer om het vastleggen en beheren van de bestaande rivier "lay-out", maar om verruiming, in combinatie met natuurontwikkeling. Bovendien blijkt dat we voor een adequaat rivierbeheer lokaal ook binnendijkse ruimte nodig hebben. Hierdoor ontstaat een uitdagend werkpakket, met veel impulsen voor de ontwikkeling van nieuwe kennis:

Voor de periode tot 2015 is vanuit de Planstudie Ruimte voor de Rivier behoefte aan interactieve ontwerpsystemen, om maatregelen te ontwerpen waarmee de verwachte afvoertoeename opgevangen kan worden. Combinatie met natuurontwikkeling en voorkomen van aanzanding in de vaargeul zijn belangrijke uitgangspunten. Daarvoor is onder meer kennis nodig over de stromingsweerstand door vegetatie en de variatie daarin door successie, de interactie tussen nevengeulen en vaarweg wat betreft de zandtransporten. Voor de communicatie met de omgeving is het van belang kosten te kunnen kwantificeren (bijvoorbeeld van grondverzet) en optimaliseren en om te kunnen gaan met onzekerheden (a schadeclaims).

Voor de periode na 2015 wordt in de zogenaamde Spankracht studie onderzocht hoe nog hogere rivierafvoeren opgevangen kunnen worden. Binnendijkse maatregelen als retentiebekkens, dijkrugleggingen, by-passen van steden en eventueel een andere afvoerdeling over de Rijnakken zijn onderwerpen van onderzoek. Specifieke aandacht vragen de beperkingen en mogelijkheden van de overgangsgebieden van boven- naar benedenrivieren en IJsselmeer. Belangrijke vragen zijn: hoe beïnvloeden deze maatregelen het gedrag van de rivier, zowel op korte als lange ruimte- en tijdschalen, hoe gaan we om met de onzekerheden in afvoer en waterstanden die inherent zijn aan extreme gebeurtenissen in natuurlijke dynamische systemen.

Ondertussen wordt de Waal, als "goederensnelweg" tussen Rotterdam en Duitsland, verder verbeterd: een nieuwe baggerstrategie op de rechte stukken vraagt meer inzicht in de morfologische respons van baggeren.

Bodemkribben, bodemschermen en vaste lagen in de bochten en kribverlaging op de bovenloop vereisen nieuwe kennis over de lokale interactie tussen hydrodynamica, sedimenttransport en morfologie.

Al deze plannen werpen hun schaduw vooruit op het toekomstige dagelijks rivierbeheer. Daarin zal de beheerder in het veld meer vertrouwd moeten raken met meer dynamiek en minder voorspelbaarheid binnen een context van steeds meer (veelzijdiger) gebruikers. Dat vereist actuele gebiedsinformatie en adequate waarnemingstechnieken (monitoring), duidelijke normen, werkbare marges, beslissings-ondersteunende systemen, kennis over ingreep-effect relaties en respons tijden.

Voor de uitvoering van deze studies en maatregelen is de komende jaren een paar honderd miljoen gulden per jaar beschikbaar. Rijk, provincies, waterschappen, en gemeenten beslissen over de bestemming, adviesburo's en universiteiten vervullen daarin een cruciale ondersteunende rol. Parafaserend op Uncle Sam sluit ik daarom af met de harkreet "We want you or your knowledge!"

² In het Kabinetsstandpunt van 15 december 2000 wordt dit advies grotendeels onderschreven.

Dr. J. van Alphen
Rijksinstituut, directeur Duitse
Nederland, hoofd ontwikkeling
Bosbouw
Postbus 9070
6800 ED Arnhem
E-mail:
j.van.alphen@rivm.nl

Ruimte voor Rijntakken

Ruimte voor Rijntakken

In 1998 is het project Ruimte voor Rijntakken gestart. Dit project, dat wordt uitgevoerd door een projectteam waarin naast Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland ook LNV, provincies en waterschappen zitting hebben, is gericht op het opstellen van een in het bovenrivierengebied bestuurlijk gedragen advies om de nieuwe maatgevende Rijnafvoer van 16.000 m³/s (thans 15.000 m³/s) op te vangen zonder een nieuwe ronde dijkversterking, met daarbij nadrukkelijk aandacht voor de mogelijkheden voor natuurontwikkeling, en een verkenning van de mogelijkheden om een nog hogere afvoer op te vangen.

Een belangrijk deel van het in dit kader benodigde onderzoek is uitgevoerd door Rijkswaterstaat RIZA en WL | Delft Hydraulics.

In het onderzoek, dat het niveau heeft van een haalbaarheidsstudie, is een groot aantal mogelijkheden voor rivierverruiming beschouwd, inclusief:

- ruim duizend mogelijkheden voor de inrichting van de 162 uiterwaarden (voor een groot deel op basis van inrichtingsplannen die zijn aangedragen door gemeenten, waterschappen en provincies);
- het verwijderen van ongeveer 250 hydraulische knelpunten (het verwijderen van hoogwatervrije terreinen, kades en veerstoeppen, het vervangen van bruggenhoofden door aanbruggen, kleinschalige dijkverleggingen, etc.); en
- ruim 50 zogenaamde grootschalige maatregelen, waaronder de aanleg van retentiebekkens, het manipuleren van de zijdelingse toestroming (met name langs de IJssel), het verlagen van het zomerbed, het verlagen van kibben, en grootschalige dijkverleggingen.

In eerste instantie zijn de kosten van de maatregelen bepaald, en is met behulp van het 1D Rijntakkenmodel het hydraulisch effect van elke maatregel geschat. Hieruit resulteerde informatie over de hydraulische effectiviteit van maatregelen (waterstandseffect per kosteneenheid).

Op basis van een aantal vooraf geformuleerde visies over de inrichting van het rivierengebied (voorzetting van het huidige beleid, meer natuurontwikkeling, het ontzien van uiterwaarden met hoge landschappelijke en/of cultuurhistorische waarden, minimale kosten) zijn vervolgens afzonderlijke maatregelen gecombineerd tot inrichtingsalternatieven voor het gehele bovenrivierengebied. Een belangrijke conclusie is dat het inderdaad mogelijk is om met de inzet van de beschouwde typen maatregelen de grotere afvoer te verwerken zonder de (grootschalige) inzet van dijkverhoging. Er zijn koudemogelijkheden. Tevens liggen er belangrijke kansen voor het realiseren van riviergebonden natuur.

Vervolgens is een breed scala aan effecten van de inrichtingsalternatieven zoveel mogelijk kwantitatief ingevuld, mede met inzet van het beslissingsondersteunend systeem (DSS) dat in het kader van het project Integrale Verkenning inrichting Rijntakken (IVR) is ontwikkeld in de periode 1995-1997.

Mede op basis van de resultaten van het onderzoek is het Advies Ruimte voor Rijntakken opgesteld. Dit advies, dat uitkwam in voorjaar 2000, is vervolgens vrijwel ongewijzigd overgenomen in het Kabinetstandpunt "Ruimte voor de rivier" van februari 2001.

Meer informatie over het onderzoek is gerapporteerd in 'Ruimte voor Rijntakken, wat heeft het onderzoek ons geleerd' (Silva, Klijn en Dijkman, augustus 2000), dat verkrijgbaar is bij de Directie Oost-Nederland en/of het RIZA.



Juc Dijkman¹
Franc Klijn¹
Wim Silva¹

¹ WL | Delft Hydraulics
Postbus
2600 MH Delft
E-mail: juc.dijkman@wldelft.nl
E-mail: franc.klijn@wldelft.nl
RIZA
Postbus 9072
6800 ED Arnhem
E-mail:
wska@riza.rws.rivm.nl

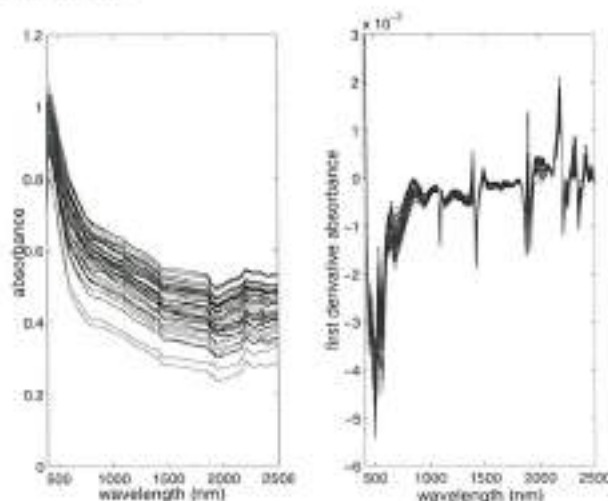
De toepassing van remote sensing bij Actief Bodembeheer in uiterwaarden

Introductie

De komende jaren staan grote veranderingen in het uiterwaardlandschap op de rol: verlaging van uiterwaarden, aanleg van nevengeulen en het verleggen van dijken. Dit gaat gepaard met grootschalig grondverzet waarbij miljoenen kubieke meters grond moeten worden verplaatst. In het verleden strandden vele uiterwaardprojecten op de hoge saneringskosten van de verontreinigde uiterwaardbodem. De toepassing van Actief Bodembeheer biedt nieuwe mogelijkheden voor het omgaan met verontreinigd sediment. Hierbij is ruimtelijke informatie over het verontreinigingsniveau van bodemmateriaal essentieel om tot uitvoer van de voorgestelde plannen te komen. Een veelbelovende techniek om ruimtelijke patronen van bodem en vegetatie in kaart te brengen is remote sensing. Hiervoor is wel een gedetailleerde ruimtelijk (lange smalle uiterwaarden) als spectrale resolutie nodig. Beeldvormende spectroscopie voldoet aan deze voorwaarden en zou kunnen worden toegepast om ruimtelijke patronen in uiterwaarden te kwantificeren.

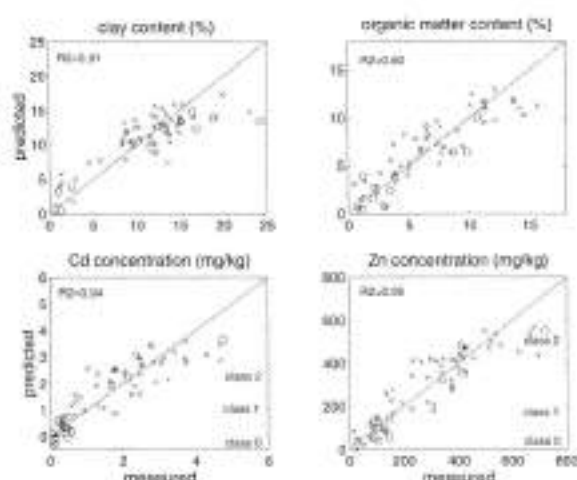
In deze studie worden de mogelijkheden onderzocht voor de bepaling van metaalconcentraties in uiterwaardbodem met behulp van in het laboratorium gemeten reflectie spectra (400-2500 nm). Hiertoe zijn in twee uiterwaarden langs de Waal, de Afferdensche en Deestsche Waarden en de Millingerwaard, 69 bodemonsters genomen. Bij de chemische analyse van de monsters zijn het klei en organische stofgehalte en de totale concentraties cadmium en zink bepaald. Multivariate regressietechnieken (partial least squares) zijn gebruikt voor het relateren van de gemeten reflectiespectra aan de gemeten bodemkarakteristieken.

Figuur 1:
Absorptie (links) en eerste afgeleide spectra (rechts) spectra voor de gemeten bodemonsters.



Resultaten

Figuur 1 laat de gemeten absorptie ($-\log(\text{reflectie})$) en eerste afgeleide spectra van de 69 bodemonsters zien. Afgezien van de offset is de variatie tussen de spectra relatief klein. De afgeleide spectra laten een aantal specifieke gebieden zien waar verschillen tussen de spectra zichtbaar zijn: 400-560 nm, in de buurt van 1400 nm, 1900 nm, 2200 nm, 2300 nm en 2400 nm. Figuur 2 laat de gemeten tegen de voorspelde waarden op basis van het multivariate model zien voor een aantal bodemeigenschappen. De modellen geven goede correlatiecoëfficiënten en voor zowel het klei en organische stofgehalte als de metaalconcentraties vallen de punten dicht bij 1:1 lijn. In de plots voor cadmium en zink zijn ook de grenzen van de bodemkwaliteitsklassen aangegeven zoals die gelden voor riviersediment. De monsterpunten zijn goed geïdentificeerd als ze binnen de grenzen van een klasse vallen zoals aangegeven



Figuur 2:

Plots van gemeten tegen voorspelde bodemeigenschappen en metaalconcentraties voor een training (x) en test (o) set. Voor de metalen worden de grenzen van bodemkwaliteitsklassen aangegeven.

door het gestippelde vierkant met de 1:1 lijn als diagonaal. We zien dat voor cadmium de klassen 1 en 2 voor een aantal punten buiten de grenzen vallen. Voor de zinkconcentratie worden goede resultaten behaald.

Conclusies

Deze studie laat zien dat metaalconcentraties in riviersediment kunnen worden bepaald aan de hand van bodemspectra gemeten in het laboratorium. De methode kan dus gebruikt worden voor een snelle bepaling van het verontreinigingsniveau op een bepaald punt. De regressiemodellen zijn toepasbaar op zowel het schaalniveau van de individuele uiterwaard als op een hoger schaalniveau. Toekomstig onderzoek zal zich richten op reflectiemetingen direct in het veld waarbij dus in situ bodemkarakteristieken kunnen worden bepaald en op de toepassing van beeldvormende spectroscopie waarbij uit de beelden grotere eenheden kunnen worden afgeleid, welke als basis kunnen dienen voor bodemkwaliteitskaarten in Actief Bodembeheer.

Liammet Koelstra
Universiteit van Nijmegen
Afdeling Milieukunde en
Laboratorium voor Analytische
Chemie
Postbus 9010
6500 GL NIJMEGEN
E-mail: l.koelstra@sci.kun.nl

Onzekerheid in het voorspellen van riviermorphologische processen

Stochastiek in riviermorphologie

Om morfologische processen in een rivier te kunnen beschrijven en voorspellen wordt veel energie gestoken in de ontwikkeling van numerieke computermodellen. Op basis van dergelijke voorspellingen wordt rivierbeleid ontwikkeld waar grote belangen aan kleven en veel geld mee gemoeid is. Daarom is het van belang om de kwaliteit van de voorspellingen te kennen.

De kwaliteit van de riviermorphologische voorspellingen wordt niet alleen bepaald door de effectiviteit van het numerieke model, maar ook door de nauwkeurigheid waarmee de parameters en variabelen bekend zijn die als modelinvoer dienen. Omdat de parameters en variabelen de fysische situatie beschrijven, en dus vaak gebaseerd zijn op metingen en statistische analyses, zijn de waarden ervan in meer of mindere mate onzeker. De voorspellingsmodellen die tot nu toe worden gebruikt zijn deterministisch van aard, en doen geen uitspraak over de invloed van deze onzekerheden op de nauwkeurigheid van de voorspellingen. Daarvoor is een stochastisch voorspellingsmodel nodig, waarin zowel de modelinvoer als de resultaten uitgedrukt worden in termen van kansen, of bijvoorbeeld verwachtingswaarden en betrouwbaarheidsintervallen. Riviermorphologie omvat echter complexe, niet-lineaire processen, waarvoor het ontwikkelen van een stochastische voorspellingsmethode niet triviaal is. Andere aspecten die het probleem lastig maken zijn de tijd- en plaatsafhankelijkheid van de processen, en de rekenintensiteit van de bestaande voorspellingsmodellen.

Doelstelling onderzoek

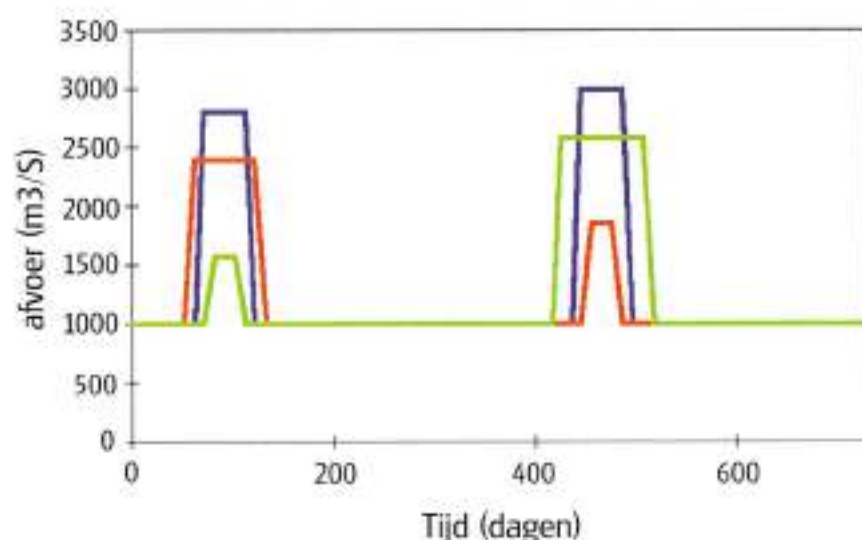
Het doel van dit onderzoek is het vinden van stochastische technieken die praktisch toepasbaar zijn binnen het onderzoeksgebied van de riviermorphologie. Daarbij richt dit onderzoek zich met name op de invloed van de onzekerheid in het toekomstig afvoerverloop, waarmee niet wordt bedoeld dat dit de enige onzekerheid is die van belang is voor de betrouwbaarheid van morfologische voorspellingen.

Casestudie

Om het doel en de inhoud van dit onderzoek te illustreren wordt een eenvoudige casus behandeld waarin het morfologische effect van een versmalling in een recht kanaal wordt voorspeld. Daarvoor is een 1-dimensionaal Sobekmodel gebruikt. In deze casus is aangenomen dat alleen de toekomstige (variabele) afvoer door het kanaal onzeker is. Het morfologische effect van de versmalling is hoofdzakelijk een erosiekul ter plaatse van de versmalling.

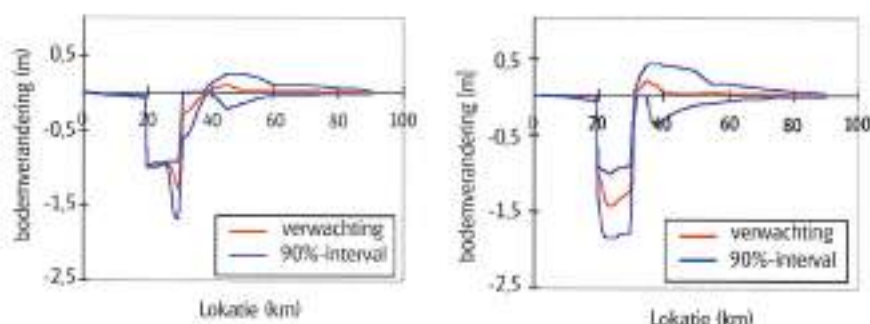
Om te bepalen hoe de onzekerheid in de kanaalafvoer de voorspelling beïnvloedt, is in ieder geval een statistische beschrijving van de afvoer nodig. Hierin zullen alle aspecten van het afvoerverloop die bepalend zijn voor de morfologische effecten beschreven moeten worden. Het opstellen van zo'n beschrijving is niet triviaal, met name omdat het nog niet duidelijk is om welke aspecten van het afvoerverloop het hierbij gaat. In deze casus is gekozen voor een sterk vereenvoudigde statistische beschrijving (figuur 1). Hierin is aangenomen dat er per hydrologisch jaar precies één afvoerpiek optreedt, waarvan de hoogte en de duur onzeker zijn. Buiten deze piek is de afvoer zeker verondersteld.

In deze casus is een eenvoudige Monte Carlo-techniek toegepast. Daartoe is een groot aantal deterministische simulaties uitgevoerd op basis van het Sobekmodel, waarbij voor elke afzonderlijke simulatie een willekeurig afvoerverloop getrokken is, op basis van de gekozen statistische beschrijving. De verkregen modelresultaten zijn gebruikt om de statistische eigenschappen te schatten van het morfologische effect van de versmalling.



Figuur 1:
Drie randonttrekkingen uit de statistische beschrijving van de afvoer.

Een voordeel van deze techniek is, dat het relatief eenvoudig toegepast kan worden op basis van bestaande deterministische modellen. Daarbij blijft de niet-lineariteit van de processen in het model bewaard. Een belangrijk nadeel van de techniek is echter de benodigde rekentijd. Er bleken voor deze casus minstens 300 simulaties nodig te zijn om tot een betrouwbare voorspelling te komen.



Figuur 2:
Op twee tijdstippen de bodemveranderingen 30 jaar na aanleg van de versmalling, met links: een half jaar na de afvoerpiek, en rechts: direct na de jaarlijkse afvoerpiek.

Figuur 2 presenteert resultaten van één Monte Carlo-simulatie. Hierin valt het volgende op:

- In de versmalling is, met name direct na de jaarlijkse hoogwatergolf, de betrouwbaarheidsinterval van dezelfde orde van grootte als de gemiddelde bodemverandering. Ook in de eerste kilometers benedenstrooms van de versmalling is de onzekerheid aanzienlijk.
- De onzekerheid in de voorspelling is tijdsafhankelijk. Deze afhankelijkheid hangt sterk af van de geldende morfologische tijdschaal en van de statistische beschrijving van het afvoerverloop.

Verder onderzoek

De behandelde casus illustreert de twee kernpunten van het vervolg van dit onderzoek:

- Het beschrijven van de onzekerheid in het toekomstig afvoerverloop.
- Het zoeken naar alternatieve stochastische voorspellingstechnieken, welke minder rekenkracht vereisen. Er wordt gedacht aan varianten op de hier toegepaste recht-toe-recht-aan Monte Carlo-techniek. Daarnaast wordt inspiratie opgedaan uit andere onderzoeksgebieden, waarin verschillende stochastische technieken worden toegepast.

Geïntegreerde scenario's Rijn en Maas in perspectief

De Rijn vervult belangrijke sociaal-economische en milieukundige functies voor de rivierenlanden in het 185.000 km² groot stroomgebied. Zelfs onder de hedendaagse omstandigheden zijn de eisen hoog voor hoogwaterbescherming, scheepvaart, ecologie, waterkracht, watervoorziening voor landbouw, industrie en drinkwater. Verwacht wordt dat klimaatverandering de discrepanties tussen aanbod van water en vraag naar vraag van water in de Rijn. Deze kwestie is bestudeerd in een reeks van klimaatinvloed studies in de Rijn. Deze studies richten zich ten eerste op de hydrologische veranderingen en de gevolgen voor diverse water-gerelateerde sectoren in Nederland. De resultaten hiervan geven aan dat het watersysteem en gebruikersfuncties gevoelig zijn voor klimaatsveranderingen. Daarnaast tonen deze studies dat grote onzekerheden niet alleen voor de klimaatscenario's bestaan, maar ook in de sociaal-economische ontwikkelingen. Tezamen vormen deze de kwetsbaarheid van het systeem voor klimaatverandering. In een vervolgproject wordt een set van integrale scenario's voor de Rijn en Maas opgesteld, waarmee verschillende wereldbeelden worden voorgesteld die zijn gebaseerd op de zogenaamde perspectieven methode. Deze scenario's zijn gebaseerd op een workshop met belanghebbenden vanuit diverse water-gerelateerde sectoren. Vanuit hun inbreng zijn zogenaamde verhaallijnen voor toekomstige ontwikkeling van waterbeheersstijlen en wereldbeelden afgeleid. Gebruik makend van deze verhaallijnen en scenario's proberen wij de waterbeheer strategieën te definiëren die robuust zullen zijn gegeven de onzekerheden.

drs. Susan van 't Klooster
drs. Nicole van Gemert
International Centre for
Integrative Studies (ICIS)
Universiteit van Maastricht
Postbus 616
6200 MD Maastricht
E-mail:
nn.vangemert@icis.unimaas.nl

Een voorbeeld uit de Maaswerken

De Maaswerken is een samenwerkingsverband van het ministerie van Verkeer en Waterstaat, het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en de provincie Limburg. De Maaswerken verzorgt onder andere de planvorming en voorbereiding van de uitvoering van de deelprojecten Zandmaas, Grensmaas en Maasroute. Het deelproject Zandmaas is opgezet om de afvoercapaciteit van de Maas zodanig te vergroten dat situaties van wateroverlast, zoals die in 1993 en 1995 zijn voorgekomen, in de toekomst worden beperkt. In het deelproject Grensmaas worden de mogelijkheden van grindwinning in het winterbed van de grensmaas uitgewerkt onder het motto

"Groen voor Grind". Het deelproject Maasroute tenslotte verkent de mogelijkheden van vierbakduwvaart op de Maas.

De uitvoering van de rivierverruiming uit het deelproject Zandmaas moet voor een substantieel deel worden gefinancierd uit de opbrengsten van de winning van oppervlaktedelfstoffen (grind, zand en klei). Ook de aanleg van natuur in het Grensmaasgebied moet worden gefinancierd uit de opbrengsten van het gewonnen grind.

Om de vrijkomende hoeveelheden oppervlaktedelfstoffen en niet vermarktbaar grond in kaart te brengen is een groot-schalig bodemonderzoek uitgevoerd tussen 1997 en 2000. Het Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen van TNO (TNO-NITG) heeft tijdens de uitvoering van dit bodemonderzoek meegewerkt in de werkgroep Grondmanagement van de Maaswerken. Deze werkgroep had de verantwoording over het uitvoeren bodemonderzoek en interpreteerde de ingewonnen veldgegevens. Reeds vroeg in het onderzoek bleek dat kennis van de bodem onder en naast de Maas niet alleen van belang is voor het uitvoeren van opbrengst berekeningen, maar ook voor talloze andere aspecten van het project.

Om de bodem van het stroomgebied van de Maas (zowel zomer als winterbed) in kaart te brengen en de aanwezige bodemlagen te karakteriseren zijn diverse onderzoeksmethodes gecombineerd. De volgende technieken/gegevens zijn gebruikt:

- Boringen en sonderingen
- Archief boringen en sonderingen TNO-NITG
- Geofysische metingen
 - Geo-elektriek (ca 12 km op land, 40 km op water)
 - Hoge resolutie seismiek (5 lijnen van 90 km op water)
 - Boorgatmetingen (ca 20-30)
- Analyses
 - milieukundig
 - granulair
 - geotechnisch
 - geochemisch
 - doorlatendheidsproeven
- Geologische- en geomorfologische kaarten
- Kennis van de regionale geologie (> 50 jaar)

Voor verschillende locaties in en langs de Maas zijn de verzamelde gegevens, mede op basis van kennis van de regionale geologische opbouw, geïnterpreteerd en vervolgens gecombineerd tot geologische modellen van de ondergrond. Hierbij is de bestaande kennis over de geologische opbouw van de ondergrond van de Maas aanzienlijk vergroot. Op basis van deze (geologische) ondergrondmodellen zijn de vrijkomende volumes delfstoffen (onderverdeeld in verschillende marktpartijen) en niet vermarktbaar grondstoffen (onderverdeeld in vervuilde en niet vervuilde grond) berekend.

Tijdens het uitvoeren van het onderzoek en interpreteren van de ingewonnen gegevens kwamen enkele aanvullende aspecten naar voren met betrekking tot de kenmerken van de aangetroffen geologische formaties. Een tweetal van deze aspecten wordt hier nader beschreven omdat ze illustratief zijn voor het duidelijk maken van de meerwaarde van geologische kennis bij de interpretatie van grondonderzoek:

- invloed van de tektonische setting van de Maas op de bodemopbouw;
- aanwezigheid van een mobiele laag op de bodem van de Maas.

Invloed van de tektonische setting van de Maas op de bodemopbouw

De tektonische setting van het stroomgebied van de Maas in Nederland is uiterst complex. Dit gebied wordt doorsneden door een groot aantal noordwest – zuidoost georiënteerde breukcomplexen. Een breuk wordt gekenmerkt door een verschil in richting en of snelheid van bodembeweging aan weerszijden van deze breuk. Zo daalt de bodem ten zuiden van de Peelrandbreuk en stijgt de bodem ten noorden van deze breuk. De breuken delen het stroomgebied van de Maas op in onder andere de Peelhorst en de Roerdalsienk. In het algemeen kan gesteld worden dat het verloop van de Maas en de breedte van de holocene rivierbedding sterk wordt beïnvloed door deze tektonische bewegingen. Door de opwaartse beweging van de van de Peelhorst erodeert hier de Maas en vormt de rivier een smal en nagenoeg recht dal. In de dalende gebieden (bijvoorbeeld de Roerdalsienk) is het rivierdal relatief breed en heeft een veel grilliger verloop.



Figuur 1:
De mobiele laag op een pakket fijne afzettingen.

Elk tektonisch deelgebied wordt gekenmerkt door een karakteristieke bodemopbouw (zie figuur 1), de samenstelling van de bodem kan dus per zone sterk verschillen. Deze verschillen in samenstelling hebben effect op de uitvoerbaarheid van het geplande ontwerp en de kwaliteit van de vrijkomende grondstromen. Zo bestaat de bodem van de Maas na verdieping van het zomebed ten zuiden van de Peelandbreuk voornamelijk uit grof zand en grind, maar ten noorden van deze breuk uit erosiegevoelige miocene zanden. In deze gebieden zal het ontwerp in de tijd dus niet stabiel zijn.

Samenvattend kan gezegd worden dat de tektonische setting van een ingreep van belang is voor:

- te verwachten bodemopbouw
- gedrag van de rivier in haar omgeving

Goede kennis van deze twee aspecten is noodzakelijk om de haalbaarheid van het ontwerp van ingrepen in de rivierbedding en de juistheid van het (modelmatig) berekenen van hydrologische effecten te kunnen inschatten.

Aanwezigheid van een mobiele laag op de bodem van de Maas.

Tijdens het beschrijven, door TNO-NITG, van uitgevoerde boringen uit het zomebed van de Zandmaas bleek dat het eerste traject van deze boringen onderling sterke overeenkomsten vertoont. Deze laag kent tussen boringen onderling sterke overeenkomsten gekenmerkt door:

- geroerde uiterlijk
- karakteristiek uiterlijk
- voorkomen van zeer recente schelpen
- dikte van 50-100 cm, waarbij deze dikte afhankelijk is van de samenstelling van het onderliggend sediment

Op basis van de samenstelling van deze laag kon worden bepaald dat dit de zogenaamde mobiele (of actieve laag) is. Bij verhoogde afvoer worden ook de grovere fracties uit dit pakket opgenomen en stroomafwaarts verplaatst door de Maas. Bij lagere afvoer is de verplaatsing minder sterk en wordt het opgenomen materiaal in verschillende fracties weer afgezet. Een vergelijkbare laag is tevens aangetroffen bij een recentelijk, in opdracht van RWS-RIZA, door TNO-NITG uitgevoerde meetcampagne (seismische metingen en boringen) in het Pannerdensch kanaal, op de Boven- en Nederrijn en op de Waal. In het kader van de Maaswerken is vervolgens niet meer aandacht aan deze laag gegeven. Echter nog lang niet alle aspecten van de mobiele laag zijn bekend. De volgende aspecten zouden in de toekomst nog moeten worden uitgezocht:

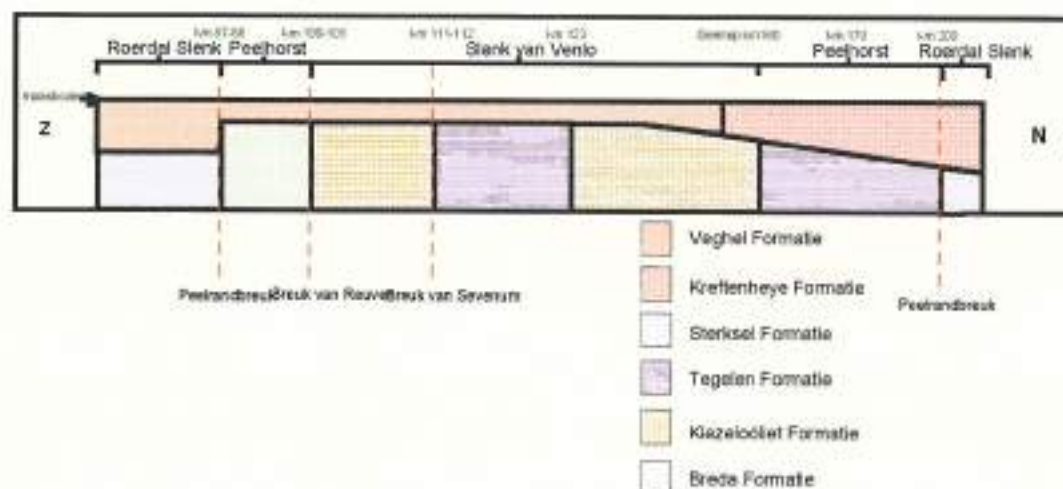
- dikte
- korrelgrootte verdelingen (ruimtelijk)
- samenstelling
- herkomst van de sedimenten
- uiterlijk
- eigenschappen en variaties daarin
- ruimtelijke verspreiding

Door vergroting van het inzicht in bovenstaande kenmerken van de mobiele laag kan het ontstaan en de verplaatsing in de tijd van het sediment in een dergelijke laag beter worden begrepen.

Deze kenmerken kunnen worden uitgezocht met behulp van de volgende onderzoeksgegevens:

- boorbeschrijvingen
- foto's boormonsters
- sonderingen
- granulaire analyses
- seismische opnames
- geo-elektrische opnames

Schematisch profiel Zandmaas
(tot 10m beneden de maasbodem)



Figuur 2:
Schematisch en versimpeld lengteprofiel Zandmaas van Roermond tot 's-Hertogenbosch.

Al deze gegevens zijn in principe beschikbaar. Om de analyse correct te kunnen uitvoeren is directe kennis nodig van het gebied en de bestaande dataset. Hierbij speelt de betrouwbaarheid en de juistheid van de beschikbare data een cruciale rol. Dit betekent het controleren van de data op volledigheid en juistheid van de meetgegevens. Daarnaast zal een keuze gemaakt moeten worden over hoe om te gaan met het effect van het gebruik van verschillende gegevensbronnen c.q. analyse- methodes binnen de dataset. Alleen een nauwgezette analyse van de beschikbare data maakt het herkennen van deze mobiele laag in de onderzoeksgegevens mogelijk.

De invloed van de tectoniek op de bodemsamenstelling en de samenstelling van de mobiele laag zijn slechts twee voorbeelden ter illustratie van de meerwaarde van geologie bij de interpretatie van het grondonderzoek zoals dat is uitgevoerd binnen de Maaswerken.

Mede door de grote tijdsdruk waaronder het geologisch onderzoek voor de Maaswerken is uitgevoerd, is het niet mogelijk geweest alle aspecten in detail uit te zoeken. Gebleken is dat veel van deze aspecten van belang zijn voor het plannen en uitvoeren van een groot rivierkundig werk als de Maaswerken. Een gedegen geologische kennis van de ondergrond is dan ook van groot belang bij de interpretatie van grondonderzoek, niet alleen voor het kunnen berekenen van de vrijkomende hoeveelheden grond tijdens de uitvoering, maar ook als input voor:

- geotechnische modellen
- hydrologische modellen
- morfologische modellen
- ontwerpen
- delfstoffen winning
- milieukundig onderzoek

Hierbij maakt het combineren van verschillende meettechnieken zoals toegepast in de Maaswerken het mogelijk een zo breed mogelijk toepasbaar bodemmodel op te zetten.

Karakterisatie rivierafzettingen en opbrengst oppervlaktedelfstoffen

Een voorbeeld uit de Maaswerken

In het kader van het project 'Maaswerken' zal in de loop van de Maas van Maastricht tot Den Bosch een aantal civieltechnische ingrepen plaatsvinden. Deze ingrepen zullen mede gefinancierd worden uit de opbrengsten aan bouwgrondstof die bij de geplande ingrepen vrij komen. Om de financiële risico's van dit project vooraf in te schatten is een schatting van de opbrengsten alsmede van de onzekerheid hieromtrent gewenst. Daarnaast zullen vele ingrepen vooraf gedimensioneerd worden op de te verwachten opbouw en eigenschappen van de ondergrond. Dit maakt het noodzakelijk ook inzicht te hebben in de ruimtelijke spreiding van eigenschappen en ligging van laagpakketten in de ondergrond. Hiertoe is grondonderzoek uitgevoerd, bestaande uit boringen, sonderingen, geofysische metingen en laboratoriumanalyses. Aangezien de eigenschappen en opbouw van de ondergrond ruimtelijk variëren is een methode op grond waarvan de onzekerheid met betrekking tot de variatie van eigenschappen en opbouw gekwantificeerd kan worden wenselijk.

De vraagstelling richt zich derhalve op:

- het bepalen van de (onzekerheid in de) schatting van volumes
- het bepalen van de (onzekerheid in de) schatting van de opbrengst aan bouwgrondstof

Voor dit onderzoek is de opbrengst gedefinieerd als de hoeveelheid grond verdeeld naar korrelgrootte, die vrijkomt bij een ingreep met een gegeven dimensie en die afkomstig is uit het winbaar pakket. Het winbaar pakket is de geologische eenheid waaruit de bouwgrondstof gewonnen wordt. De grond die boven c.q. onder het winbaar pakket ligt, kan niet gebruikt worden als bouwgrondstof. De korrelgrootteverdeling van een partij grond is het cumulatieve gewichtsperscentage van de gemiddelde korreldiameter. De korrelgrootteverdeling is belangrijk om te kunnen bepalen of een volume gewonnen grond gebruikt kan worden als, bijvoorbeeld, betonzand of ophoogzand. De hoeveelheid grond, de korrelgrootteverdeling en het soortelijk gewicht samen bepalen de opbrengst aan bouwgrondstof die bij een gegeven ingreep beschikbaar komt.

De gehanteerde rekenmethode komt er in het kort op neer dat de diepteligging van onder- en bovenzijde van het winbaar pakket gemodelleerd wordt in 2-D, waarna binnen het winbaar pakket de interne lithologische variatie (i.e., het voorkomen van stoorlagen en fijnere en grovere sub-eenheden) in drie dimensies wordt gemodelleerd. De spreiding in 3D van de lithofacies, gekoppeld aan de korrelgrootteprofielen en dichtheden per lithofacies, levert in principe per punt de opbrengst aan bouwgrondstof. De onzekerheid van de opbrengst wordt bepaald door de onzekerheid in het berekende volume, de korrelprofielen en de dichtheid van het sediment.

Tussen de meetpunten in is de ligging van de boven- en onderzijde van het winbaar pakket niet exact bekend. Hetzelfde geldt voor de samenstelling van het winbaar pakket met betrekking tot de voorkomende lithofacies. Een schatting van de diepteligging c.q. samenstelling van het winbaar pakket is te verkrijgen door interpolatie. Hiervoor bestaan diverse methoden, die van elkaar verschillen in de mate waarin het mogelijk is uiteenlopende typen waarnemingen mee te nemen, en wijze waarop de onzekerheid berekend wordt. Het is hierbij belangrijk dat sommige waarnemingen betrouwbaarder zijn dan andere (i.e. een kleinere onzekerheidsmarge hebben). Dit verschil in betrouwbaarheid moet meegewogen worden door de berekeningsmethode.

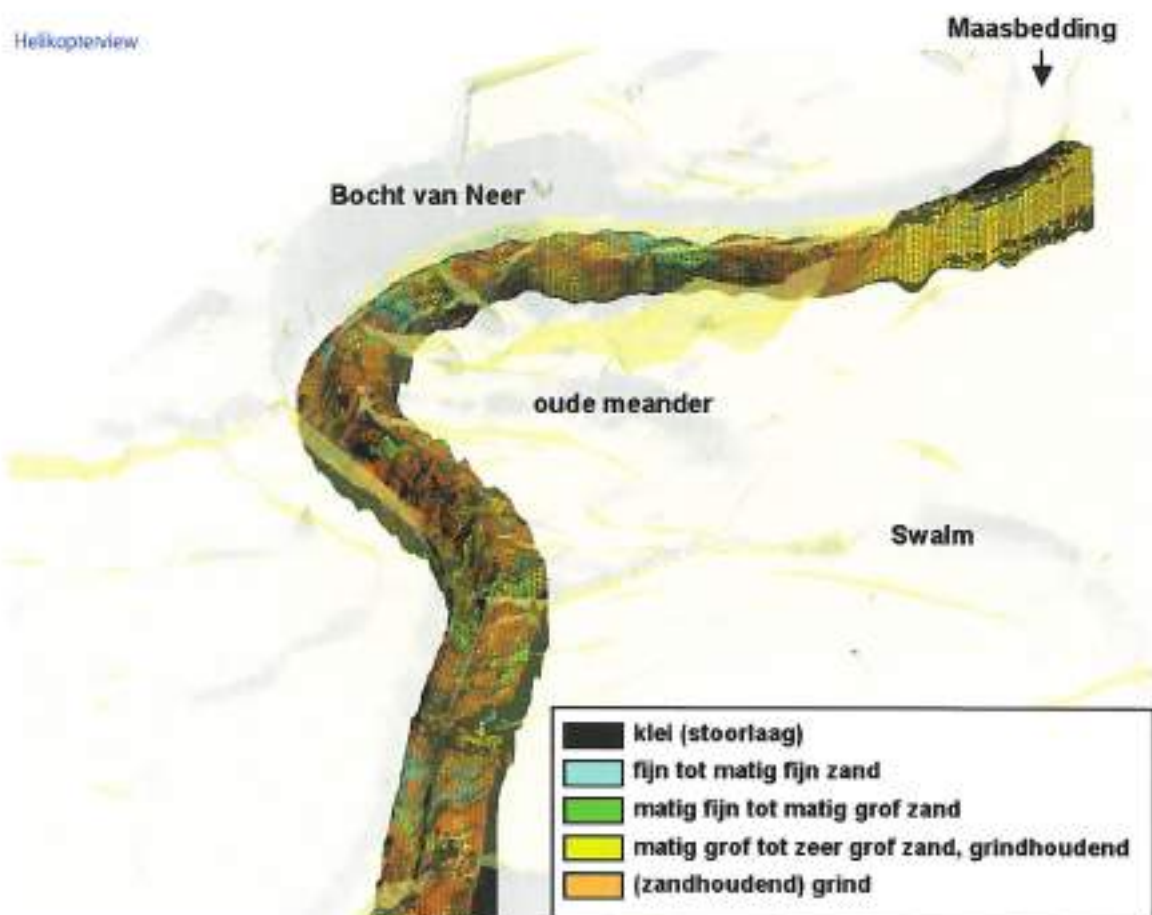
Voor het berekenen van het volume bestaan in essentie vier methoden: een steekproef, 'eenvoudige' interpolatie (bijv. Inverse Distance), geostatistische interpolatie (bijv. Kriging), en stochastische simulatie (bijv. Sequentiële Indicatorsimulatie). Een steekproef geeft wel (enig) inzicht in de onzekerheid, maar mist een ruimtelijke component. 'Eenvoudige' interpolatoren geven wel inzicht in de ruimtelijke verdeling van de gemodelleerde diepteligging, maar niet in de onzekerheid op een punt in de ruimte. Bovendien worden de statistische eigenschappen zoals ruimtelijke correlatie van de meetpunten niet gehonoreerd in het berekende resultaat. Geostatistische interpolatie en stochastische simulatie houden wel rekening met de ruimtelijke correlatie, en bieden tevens inzicht in de onzekerheid van het berekende resultaat. Stochastische simulatie is een techniek waarbij een groot aantal onderling verschillende resultaten wordt berekend (realisaties), die allen voldoen aan de statistische eigenschappen van de meetgegevens en die allen even waarschijnlijk zijn. De spreiding van de berekende waarde op ieder punt over alle realisaties is een maat voor de onzekerheid op dat punt. Een groot voordeel van (sommige) stochastische simulaties, waaronder sequentiële indicatorsimulatie (SIS) en sequentiële gaussische simulatie (SGS) is, dat de betrouwbaarheid van de meetgegevens in de berekening wordt meegenomen. In SIS kunnen bovendien zowel categorische (zoals lithologie) als niet-categorische gegevens (zoals diepteligging) gemodelleerd worden. De verschillende Kriging-algoritmes bieden niet al deze voordelen. Daarom lijken in principe SIS en SGS het meest aangewezen om volumes en kenmerken te modelleren.

Berekeningen zijn uitgevoerd voor twee testlocaties: nabij Nattenhoven en Neer. De steekproef, inverse distance en stochastische simulatie geven vergelijkbare schattingen voor het volume winbaar pakket voor de proefgebieden. Op basis van een kruisvalidatie is geconcludeerd dat de stochastische simulatie en inverse distance vergelijkbare afwijkingen geven in de voorspelling van de ligging van laagvlakken op boorpunten in de proefgebieden. Stochastische

simulatie geeft naast een schatting en standaarddeviatie van de totale opbrengst binnen een gegeven gebied tevens een schatting en standaarddeviatie van de lokale diepte van de bovenzijde en onderzijde van het winbaar pakket en van de opbrengst van punt tot punt. Voor beide proefgebieden geeft de stochastische simulatie een kleinere standaardafwijking in de schatting van het volume winbaar pakket dan de steekproef.

De stochastische simulatie van kenmerken van het winbaar pakket levert geen eenduidige resultaten. Dit is met name het gevolg van de instabiliteit van het semi-variogram. Daarnaast is het gemodelleerde semi-variogram mogelijk niet representatief voor het werkelijke te simuleren proces. Dit kan het gevolg zijn van het feit dat de gemiddelde meetpuntafstand groter is dan de range van de variabelen.

Figuur: Helikopterview vanuit het zuiden op 3D-grid van een deel van het winbaar pakket (locatie Neerl). In kleur de gesimuleerde lithofacies (modus van 50 realisaties). De onderkant van het grid komt overeen met de basis van het winbaar pakket, de bovenkant met de top. De linker- en rechterbegrenzing van het grid zijn willekeurig gekozen op 50 meter west c.q. oost van de Oostoever. Semi-transparant in geel de maaiveldhoogte / rivierbedding.



Hans Woldkamp, Chris
Brenner en Breda Wassing
TNO MFG
Postbus 6012
3600 JA Delft
E-mail: j.woldkamp@tno.nl

Radiometrisch dateren van uiterwaard bodems

Kader

Uiterwaarden zijn door de eeuwen heen gevormd door sedimentatie tijdens periodes van hoogwater. Toekomstige herinrichting van het rivierengebied alsmede klimaatverandering zullen waarschijnlijk leiden tot een toename van de sedimentatie van de fijne slibfractie. Om de toekomstige sedimentatie op de uiterwaarden te kunnen voorspellen is kennis noodzakelijk van de huidige processen die plaatsvinden op het gebied van transport en sedimentatie. In de huidige situatie vindt sedimentatie op de uiterwaarden plaats met een snelheid van gemiddeld enkele millimeters per jaar; bij herinrichting kunnen door een stijgende sedimenttoevoer de sedimentatiesnelheden lokaal fors toenemen tot meerdere centimeters per jaar. Er bestaan maar een beperkt aantal betrouwbare methoden om deze sedimentatie te meten, waarbij de meeste methoden dan ook nog eens een behoorlijke tijd- en/of kosteninspanning vergen. In dit rapport wordt een nieuwe labmethodiek (PHAROS) gepresenteerd waarmee de sedimentatie op uiterwaarden snel en met groot detail in beeld gebracht kan worden. Gebruik makend van sedimentkernen wordt de historische sedimentatie (afgelopen eeuw) in beeld gebracht. Deze techniek is als eerste toegepast op de weerd bij Ifteren langs de Maas (zie figuur 1).



Figuur 2 en 3:
Impressie van het steken van de kernen met de ruptractor (figuur 2) en het uitnemen van de kern (figuur 3) door NITG-TNO (1).

Dateren van sedimenten

Voor de datering van recente (riverafzettingen) wordt veelal gebruikgemaakt van radionucliden met een relatief korte halfwaardetijd, zoals ^{210}Pb ($T_{1/2} = 22,3$ jaar) en ^{137}Cs ($T_{1/2} = 30,2$ jaar). Bij verval van deze radioactieve isotopen komt straling vrij, welke gemeten kan worden en tevens een maat is voor het gehalte aan radionucliden in dat monster. In deze studie is gebruik gemaakt van ^{137}Cs , een niet-natuurlijk radionuclide dat in de atmosfeer terecht is gekomen ten gevolge van al bovengrondse atoomproeven vanaf 1954 (piekbelasting in 1963) en b) door het ongeval met de kernreactor van Tsjernobyl in 1986. Door radioactieve neerslag (fall-out) wordt dit ^{137}Cs op de bodems afgezet, waar het aan de kleideeltjes geadsorbeerd is geraakt. Door de ^{137}Cs activiteit in de bodem op verschillende dieptes in te meten in een sedimentkern, is het mogelijk om op basis van de diepte van de twee pieken een schatting van de sedimentatiesnelheid te maken.



Figuur 4 en 5:

Figuur 4 laat het gehele systeem zien terwijl figuur 5 inzoomt op het bovenste deel met de detectoren en het beeldscherm.

PHAROS

PHAROS staat voor 'Pluri-detector, High resolution, Analyser of Radiometric properties Of Soil cores' en is ontwikkeld door het KVI2. Deze labopstelling scant een sedimentkern op het gehalte aan radionucliden, waarbij bij verval g-straling vrijkomt: ^{137}Cs , ^{238}U , ^{232}Th and ^{40}K . Twee BGO (Bismuth Germanium Oxide)-detectoren zijn opgesteld aan weerszijden van de kern die langzaam door het frame heen omhoog getrokken wordt. Deze detectoren meten stapsgewijs elke 2 cm van de kern door, waarbij ze afgeschermd zijn tegen straling van buitenaf door een loden afscherming (zie figuren 4 en 5). De meettijd van 1 meter kern uit een (Nederlands) bodem bedraagt ongeveer 12 uur.



Figuur 1:
Ifteren langs de Maas.

Bemonstering

Kernen van de uiterwaardbodem zijn gestoken door NITG-TNO1 gebruik makend van een hydraulische 'rupswagentje' waarmee ongestoorde kernen van 1 m lengte werden gestoken (zie figuren 2 en 3). Op beide locaties 1160 en 1161 werden duplo kernen gestoken, één voor analyse met PHAROS en één welke in het lab geopend werd om te bemonsteren met een interval van 3 cm. Deze monsters zijn vervolgens op 'traditionele' wijze in het lab geanalyseerd op korrelgrootte (laser diffractie/ Malvern master sizer), radiometrie (Hyper Germanium Detector/ HPGe) en geochemie (röntgen fluorescentie/ XRF).

Resultaten

De resultaten van de ^{137}Cs analyse van de traditionele lab-analyse met de HPGe en die met PHAROS zijn onderling vergeleken en weergegeven in figuren 6 en 7 resp. voor kern 1160 en 1161. De figuren laten zien dat beide technieken vergelijkbare resultaten in zowel piekhoogte als in de vorm van het Cs profiel geven. Verschillen in de ligging van corresponderende pieken kunnen worden toegeschreven aan het feit dat de kernen welke gebruikt zijn voor PHAROS analyse een jaar in opslag hebben gestaan, waarbij consolidatie van het sediment en/of het scheefzakken van bodemlagen op zullen treden. De pieken in het Cs signaal kunnen gekoppeld worden aan de jaren van maximale Cs belasting (1963 en 1986); deze jaartallen zijn aangegeven in de figuren 6 en 7. Door de diepte van de ligging van de piek te delen door de duur van de periode van afzetting kunnen sedimentatiesnelheden worden geschat, welke zijn opgenomen zijn in tabel 1. De resultaten tonen, zoals verwacht, de hoogste sedimentatiesnelheid voor de kern met de hoogste inundatiefrequentie (1160).

Conclusies

Deze studie heeft aangetoond dat het dateren van uiterwaardbodems met ^{137}Cs mogelijk is. Het gebruik van PHAROS leidt tot betrouwbare resultaten en kan gezien het grote detailniveau van deze meting bij uitstek ingezet worden om van een groot aantal kernen de sedimentatie in beeld te brengen. Op deze wijze kan op relatief eenvoudige wijze de variatie in ruimte en tijd van de sedimentatie op een uiterwaard in beeld gebracht worden. Een dergelijk studie is voor de veerd bij IJeren en Borgharen in uitvoering.

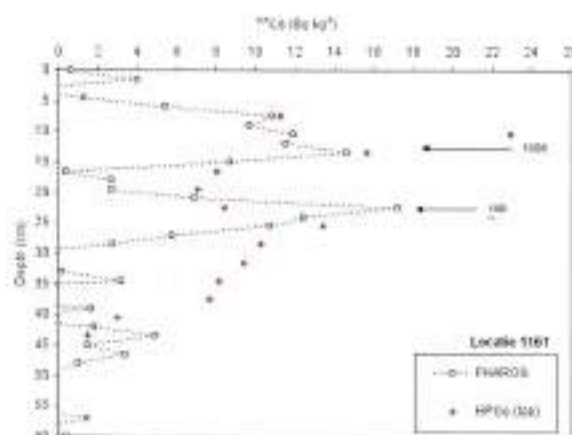
Dankwoord

Deze studie was een opdracht van Rijkswaterstaat, Directie Limburg, en is uitgevoerd door RIZA in samenwerking met:

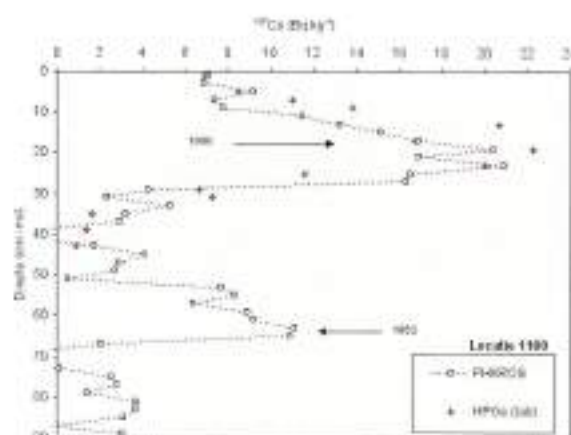
- 1) Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen, NITG-TNO, Utrecht
- 2) Kernfysisch versneller Instituut (KVI), Rijksuniversiteit Groningen

locatie	sedimentatie 1986-1999 (cm/jr)	sedimentatie 1963-1986 (cm/jr)
1160	1,2	2,2
1161	0,4	0,8

Geschatte sedimentatiesnelheden op basis van de ^{137}Cs profielen sedimentatie



figuur 7



figuur 8

Figuur 7 en 8 Gemeten ^{137}Cs activiteiten van locaties 1160 (figuur 8) en 1161 (figuur 7). De PHAROS resultaten zijn weergegeven met de gestippelde lijn, de HPGe analyses met diamantjes.

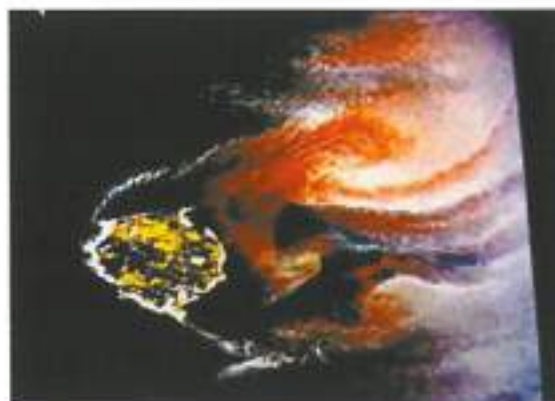
Marijn van Wijngaarden &
Gerard van den Berg
Rijksinstituut voor Integraal
Zoekwaterbeheer en
Afwasterbehandeling (RIZA)
v. Leeuwenhoekweg 20
3516 AJ Dordrecht

Experimenteel onderzoek naar grootschalige wervels in ondiep-waterstroming

De benedenloop van rivieren kan in het algemeen gekenschetst worden als ondiepe vrijoppervlakte stromingen; de verhouding tussen de breedte en diepte is groot. Deze ondiepte heeft belangrijke consequenties voor de turbulentie-eigenschappen in dit type stromingen. Zo kunnen in het geval van een snelheidsgradiënt in de dwarsrichting wervels ontstaan met horizontale afmetingen veel groter dan de waterdiepte. Een duidelijk voorbeeld van het ontstaan van dergelijke wervels in het zog van een eiland is weergegeven in figuur 1. Deze wervels hebben een grote invloed op stof- en sedimenttransport. Een tweede voorbeeld is gegeven in figuur 2 waar bij het samenvloeiën van twee rivieren een menglaag ontstaat met daarin grootschalige wervels. In dit geval is de grootte en sterkte van de wervels minder makkelijk in te schatten.



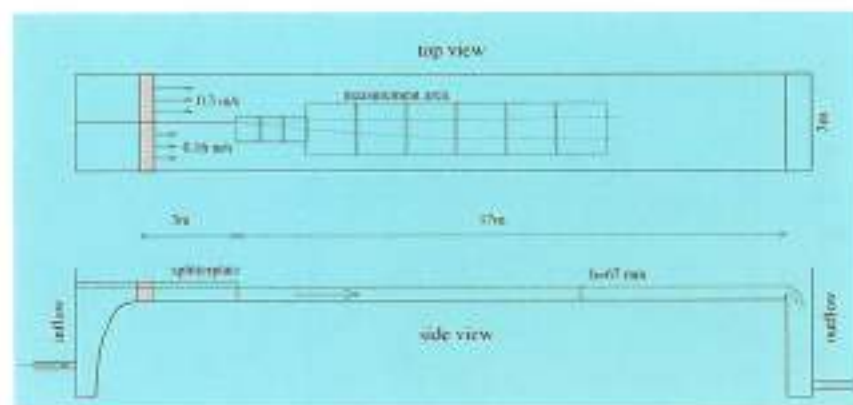
Figuur 2:
De samenvloeiing van de Caroni en de Orinoco in Venezuela.



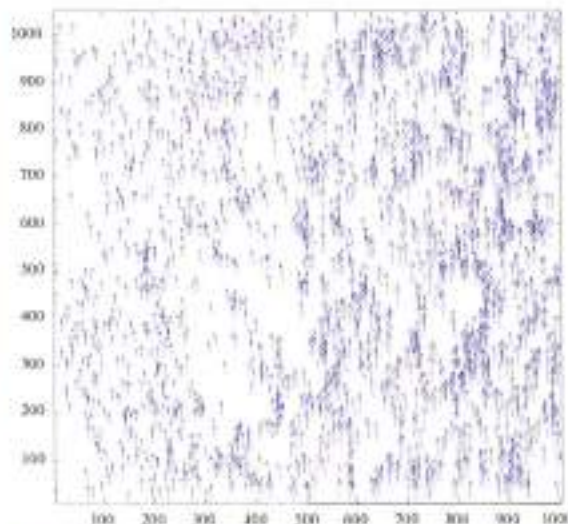
Figuur 1:
'False colour' weergave van sedimentconcentratie in het zog van het eiland Flat Holm in de Severn River. De diameter van het eiland is ongeveer 700m, de waterdiepte ca 20 m.

Om inzicht te verkrijgen in het voorkomen van grootschalige wervels in ondiep-water-stromingen zijn experimenten uitgevoerd aan een ondiepe menglaag in het Laboratorium voor Vloeistofmechanica aan de TU Delft. De experimentele opstelling is weergegeven in figuur 3. Voor het meten van snelheden is Particle Tracking Velocimetry (PTV) toegepast. Deeltjes worden over het wateroppervlak verspreid en de beweging ervan wordt d.m.v. opnames met een digitale camera vastgelegd.

Met beeldbewerkingstechnieken kan uit de verplaatsing van elk van de ca 2500 deeltjes een snelheidsvector bepaald worden. Dit geeft een reeks van instantane snelheidsvelden, waarvan er één van in figuur 4 is weergegeven.

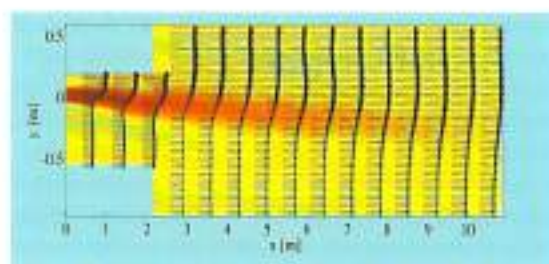


Figuur 3:
Boven- en zijaanzicht van de experimentele opstelling. De instroomsectie aan de linkerzijde is in tweeën gedeeld door een scheidsplaat benedenstrooms waarvan een menglaag gevormd wordt.

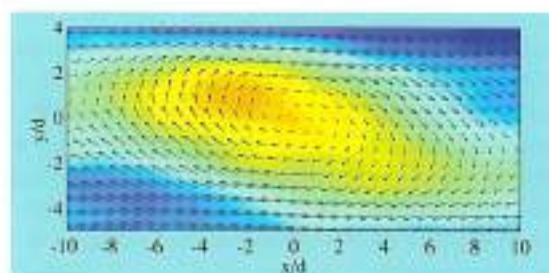
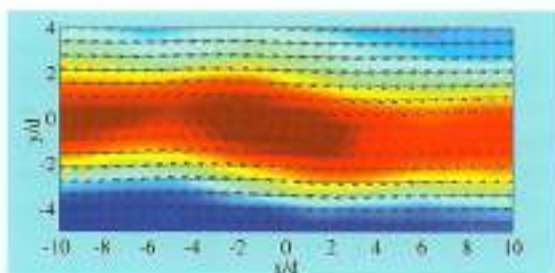


Figuur 4:
Typisch instantaan snelheidsveld, verkregen met Particle Tracking Velocimetry

Grootheden als de gemiddelde snelheid en turbulentie-intensiteiten kunnen bepaald worden uit ensemble middeling van dergelijke snelheidsvelden. Figuur 5 geeft de gemiddelde snelheid en bijbehorende vorticheit weer. Hierin is ondermeer te zien dat de menglaagbreedte niet lineair groeit, zoals het geval zou zijn bij een diepe menglaag en dat het centrum van de menglaag verschuift naar de langzaamstromende kant. Om echter inzicht te verkrijgen in de eigenschappen van de grootschalige wervels in deze stroming zullen deze gedetecteerd en voorwaardelijk gemiddeld dienen te worden. Daartoe is een op patroonherkenning gebaseerde methode ontwikkeld, waarmee de centra van de grootschalige wervels gedetecteerd worden. Voor een bepaalde positie benedenstrooms van de scheidingsplaat kan nu door middeling van de passerende wervels een karakteristieke wervel bepaald worden. Figuur 6 geeft deze voor twee posities benedenstrooms van de scheidingsplaat. Dit kan voor iedere willekeurige positie uitgevoerd worden, zodat de grootheden die de menging bepalen, te weten de karakteristieke lengteschalen en bijbehorende intensiteiten, kunnen worden gekwantificeerd. Met de verkregen metingen en toegepaste data-analyse kan inzicht verkregen worden in het voorkomen van grootschalige wervels in afhankelijkheid van de watertdiepte en kunnen bestaande turbulentie modellen gevalideerd en verbeterd worden.



Figuur 5:
Gemiddelde snelheid (vectoren) en vorticheit (contouren).

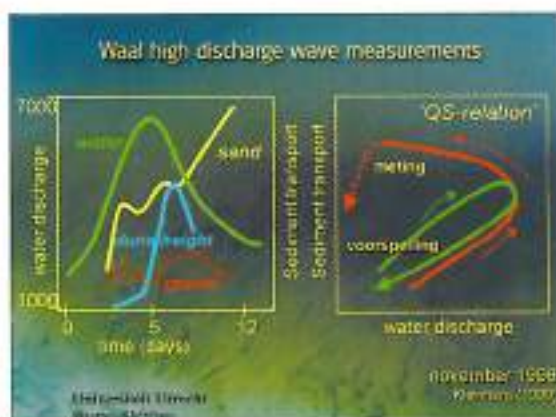


Figuur 6:
Snelheidsveld van een door conditionele middeling verkregen wervel op 3m respectievelijk 8.6 m benedenstrooms van de scheidingsplaat.

Bram van Prooijen,
Wim Dijkswaai
Technische Universiteit Delft
Sub-faculteit der Civiele
Techniek
Secae Vloeistofmechanica
E-mail:
b.c.vanprooijen@tudelft.nl

Relevante fenomenen voor het voorspellen van bodemtransport in zand/grind-rivieren

Het voorspellen van bodemtransport wordt meestal gedaan met een functie die afhangt van bodemschuifspanning en met de korrelgrootte van het oorspronkelijke beddingsediment ofwel substraat, en een kritieke schuifspanning voor het begin van beweging van dat beddingsediment. Voor de berekening van transport van verschillende korrelgroottefracties in het mengsel moet de kritieke schuifspanning worden gecorrigeerd voor hiding-exposure effecten: grote korrels steken meer uit boven de bedding en worden relatief sneller opgenomen uit een mengsel dan in uniform sediment, en kleine korrels liggen meer in de lichte van de grote. Deze voorspellingsmethode geeft goede resultaten voor stroomgootexperimenten en kleine rivieren (Kleinham & van Rijn, submitted).

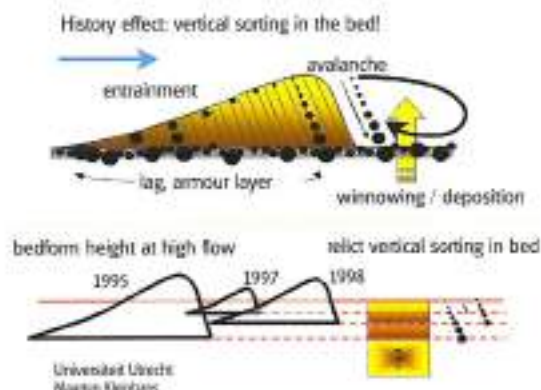


Gemeten bodemtransporten rond een afvoergolf in de rivier de Waal (Pannerdse Kop, Nov. 1998, max. debiet 6200 m³/s) laten een sterke hysteresis zien tegen de klok in. Het bodemtransportmateriaal verandert van een zand-grindmengsel (62% zand and 38% grind) naar een zandiger mengsel (76% zand and 24% grind) gedurende het hoogwater.

De gemeten bodemtransporten en hun samenstelling zijn vergeleken met berekeningen gedaan met de bodemtransportvoorspeller van Meyer-Peter & Müller (1948). De invoerparameters zijn de gemeten stroming en het gemiddelde beddingsediment. Het voorspelde bodemtransport liet, in tegenstelling tot het gemeten, een hysteresis met de klok mee zien. Aangezien hierbij de gemeten stroming is gebruikt, moet de verklaring liggen bij de samenstelling van het beddingsediment. Om de waargenomen trend te kunnen voorspellen, zou het beddingsediment zandiger moeten worden gedurende het hoogwater. Twee hypothesen worden hier voorgesteld voor de sortering van zand en grind in de bedding, waarmee de waargenomen trends zouden kunnen worden verklaard.

1. Tijdens stijgende stroomsnelheden wordt sediment opgenomen in veel kleine beddingvormen, waarbij in de troggen de sterke turbulentie grindtransport mogelijk maakt. De ontwikkeling van de beddingvormgrootte ilt na bij de afvoer, zodat de beddingvormen na de piek van het hoogwater groter zijn. Na het hoogwater wordt dus meer energie in turbulentie gedissipeerd, met als gevolg een minder groot transport en minder grind in transport.

2. In de beddingvormen wordt het gemengde bodemtransportmateriaal verticaal gesorteerd in de korrelstroom aan de zijde. Het grind komt voornamelijk onderin de beddingvorm terecht, en het zand bovenin. Tijdens dalende stroomsnelheden worden de beddingvormen inactief, en wordt de transporterende rol overgenomen door kleine beddingvormen die over de grote bewegen. Het sediment dat in deze beddingvormen wordt getransporteerd, komt uit de toppen van de grote inactieve beddingvormen en is dus vooral zandig. Hierdoor is het sedimenttransport groter, en de samenstelling fijner na de hoogwaterpiek. De gevonden hysteresis wordt dus veroorzaakt door de relict verticale sortering in



beddingvormen in combinatie met de na-ijling van beddingvorm ontwikkeling tijdens het hoogwater. De sortering blijft deels bewaard en geeft zo een geschiedenis effect op het transport.

Deze resultaten hebben gevolgen voor de representatie van het beddingmateriaal in de modellering van de samenstelling van het bodemtransport en het beddingoppervlak. Voor realistisch modelleren moet de antecedente sortering in de bedding worden meegenomen.

Informatie

De meetcampagne is gefinancierd en uitgevoerd door Rijkswaterstaat Directoraat Oost-Nederland in opdracht van het RIZA (Rijksinstituut voor Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling). De metingen zijn door de auteur uitgewerkt in opdracht van het RIZA en als onderdeel van promotie-onderzoek aan de Universiteit Utrecht. Dit promotie-onderzoek wordt gefinancierd door NWO/ALW.

Referenties

- Kleinham, M.G.(1999): Report ICG 99/6, Phys. Geog. Utrecht University
- Meyer-Peter, . & Müller, . (1948): 2nd Int. IHR congress, Stockholm, Sweden

Periglaciale fluviale morfologie.

De invloed van de geologie, gradiënt, afvoerregime, permafrost condities en vegetatie.

Er is niet veel bekend over (sub)-arctische rivieren. Doordat de meeste mensen in gematigde gebieden wonen concentreert het rivierenonderzoek zich ook tot deze gebieden. Toch is het erg nuttig om ook naar periglaciale gebieden te kijken. Arctische stroomgebieden kunnen als moderne analoog fungeren voor ons land in het verleden. Tijdens de ijstijden zijn namelijk de meeste zand- en grindpakketten in de rivierdalen afgezet. Om de palaeo-condities in ons rivierengebied goed te kunnen begrijpen zijn moderne analoogen onmisbaar. (Sub)-arctische rivieren vormen verder een groot deel van het (sub)-arctische ecosysteem, waarvan gedacht wordt dat het heel gevoelig reageert op klimaatveranderingen en vervuiling. Door de huidige relatie tussen deze rivieren en hun omgeving beter te begrijpen kunnen we beter inschatten hoe de rivieren zullen reageren op opwarming of vervuiling of ander menselijk ingrijpen.

Voor deze studie is veldwerk gedaan in het Usa-bekken, in de Komi Republiek. Het ligt in de Noord-Europese Russische Tundra. Zijrivieren draineren het Ural gebergte, maar ook de noordelijke en westelijke tundra vlakten (Figuur 1). Het grootste deel van het gebied ligt in de discontinue permafrost zone. De vegetatie verandert van struik- en mostundra in het noorden naar taigabossen in het zuiden. De winters zijn lang en koud, de zomers kort en koel. De gemiddelde temperatuur is -3.8°C tot -5°C en er ligt zo'n 240 dagen per jaar sneeuw. Door het koude klimaat heerst er een 'nival' afvoerregime. Piekafvoeren worden bereikt in de lente wanneer de sneeuw en het ijs op de rivieren smelt. Deze gepiekte afvoeren komen in het hele stroomgebied voort van de Ural bergen tot in de tundra-vlakten.

Hoewel de vegetatiecompositie verandert van taigabossen tot struik-tundra, verandert de vegetatiedichtheid nauwelijks en is in het hele stroomgebied erg dicht. Finse partners in het TUNDRA-project hebben voor het hele stroomgebied een vegetatieclassificatie gemaakt. Deze is gebruikt om per deel van een stroomgebied te berekenen wat de percentages van ieder vegetatietype zijn. Voor verschillende zijrivieren waar veld onderzoek is verricht zijn de gradiënt, morfologie, sinuositeit, braiding-index, permafrostcondities en afvoer regime bepaald. Wanneer er een verandering in de morfologie of gradiënt optrad is er een vegetatieclassificatie gemaakt. Zo kon er gekeken worden of er eenduidige relatie is tussen de morfologie en de vegetatietypen, of tussen morfologie en vegetatie dichtheid. Ook is er gekeken naar de relaties tussen morfologie en geologie, permafrostcondities en gradiënt.

De fluviale morfologie in het Usa-bekken wordt gedomineerd door "anabanching" en meanderende rivieren. Hoewel op grond van de gepiekte afvoeren, de ondoorlatende ondergrond (permafrost) en de lokaal steile verhangen verwacht zou kunnen worden dat vlechtende rivieren zouden domineren, komen deze nauwelijks voor. Dit wordt verklaard door de grote vegetatiedichtheid wat de sedimentaanvoer naar de rivier vermindert en de oeverstabiliteit vergroot.



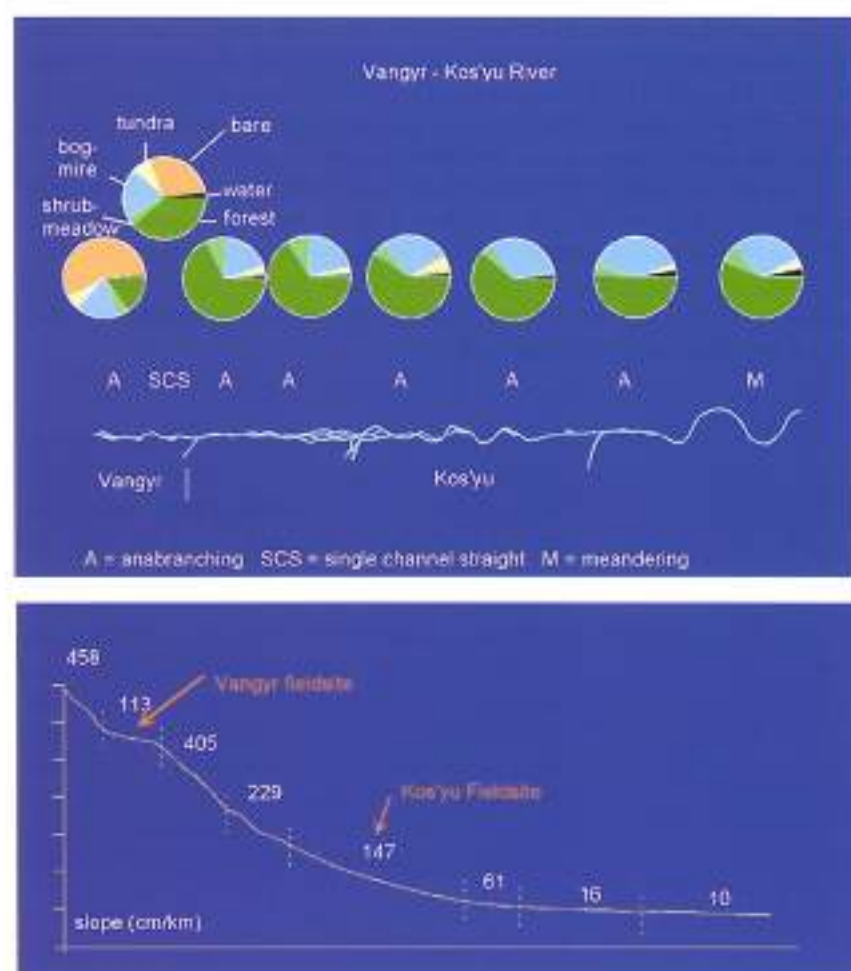
Figuur 1:
Locatie van het Usa-bekken en de permafrost condities

Dit heeft als gevolg dat een eventuele klimaatverandering waarschijnlijk weinig impact zal hebben op de rivieren in het Usa-bekken. De boomgrens zal misschien wel naar het noorden migreren, maar deze verandering in vegetatietype maakt voor de riviermorphologie niet veel uit. De gepiekte afvoeren zullen ook bij een klimaatsopwarming nog steeds eig gepiekt zijn en waarschijnlijk er niet toe bijdragen tot een significant verschil in morfologie. Waar het gebied waarschijnlijk wel heel gevoelig voor is, is een verandering in landgebruik. Zodra de mens besluit om het land te ontdoen van zijn taigabossen of de tundra vegetatie verstoort, kunnen er meer open plekken ontstaan die de bodem slecht beschermen en de sedimentlast naar de rivier toe vergroten. Dit is bekend uit studies van gebieden waar de mens groot-schalig bos heeft gekapt (Millar 2000).

Informatie

Het TUNDRA-project is gefinancierd door het 'Environment and Climate Programme of the European Commission (contract nr. ENV4-CT97-0522)'. Meer informatie over het TUNDRA-project kunt u vinden op:

<http://www.urova.fi/home/arkinen/tundra/tundra.htm>



figuur 2:

Riviermorphologie in relatie tot de gradient en vegetatietypen

Margriet Holstink
IOG, Vrije Universiteit
Amsterdam
De Boelelaan 1085
1081 HV Amsterdam
E-mail: huimil@geod.vu.nl

Hydraulische en sedimentaire processen in de anastomoserende bovenloop van de Columbia River

Uit geologisch onderzoek is gebleken dat in het Midden-Holoceen (ca. 5000 jaar geleden) het westen van het Nederlands rivierengebied werd gekenmerkt door wijdvertakte geulsystemen. Dit karakteristieke rivierpatroon van meerdere parallelle en onderling verbonden geulen wordt tegenwoordig anastomoserend genoemd. In het verleden werden anastomoserende rivieren vaak verward met vlechtende rivieren, die ruwweg een zelfde geulpatroon vertonen. Een fundamenteel onderscheidend kenmerk is echter dat de geulen van anastomoserende rivieren komgebieden omsluiten, terwijl in vlechtende rivieren de geulen van elkaar gescheiden worden door banken. Om meer te weten te komen over de factoren die geleid hebben tot het ontstaan van de midden-holocene anastomoserende rivieren in Nederland is gekozen voor onderzoek van een huidige anastomoserende rivier die nog in een volkomen natuurlijke staat verkeert: een zogenaamde moderne analoog. De keuze is hierbij gevallen op de bovenloop van de Columbia River in West-Canada



figuur 1:
De anastomoserende bovenloop van de Columbia River in het zuidoosten van Britisch Columbia (Canada). Meerdere parallelle geulen met oeverwallen omsluiten klassieke komgebieden. De rivierlakte is ongeveer 2 km breed.

Het onderzochte deel van de Columbia River ligt tussen twee bergketens in het zuidoosten van Britisch Columbia. Er heerst hier een gematigd vochtig klimaat. Eerdere studies van de rivier waren vooral gericht op een beschrijving van de afzettingen. Voor dit onderzoek werden kwantitatieve gegevens verzameld betreffende de hydraulische en sedimentaire processen in de rivier, met het doel het mechanisme achter de veelvuldige avulsies te achterhalen. Het proces van avulsie houdt in dat een nieuwe geul gevormd wordt door water dat dwars over de oeverwal de rivierlakte in stroomt. Bij het veelvuldig optreden van avulsie ontstaan meerdere gelijktijdig actieve geulen.

Alle veldgegevens zijn verzameld in een dwarsprofiel over de volledige breedte van de rivierlakte waarin zes parallelle geulen aanwezig waren. De veldgegevens omvatten onder meer boringen, ¹⁴C-dateringen en metingen van de sedimentatie en de rivierafvoer tijdens het hoogwater van 1994.

Uit het onderzoek blijkt dat hier in de afgelopen 3000 jaar voortdurend sprake is geweest van meerdere gelijktijdig actieve geulen. Avulsies vonden gedurende deze periode vaak plaats: negen maal werd in het dwarsprofiel een nieuwe geul gevormd. De levensduur van de geulen was wisselend: van 800 jaar tot 3000 jaar of meer. De oorzaak van deze sterke verschillen in levensduur zou kunnen liggen in het min of meer willekeurig optreden van opstoppingen van vastgeraakt drijfwood, die leiden tot avulsie en het buiten gebruik raken van de oude geul.

Uit het onderzoek blijkt dat de gemiddelde sedimentatiesnelheid op de rivierlakte veel lager is dan tot dusverre werd aangenomen. De nieuwe ¹⁴C-dateringen aan organische stof in de riviersedimenten wijzen op een gemiddelde sedimentatiesnelheid van 1,7 mm/jaar. De sedimentatiesnel-

heid is ook bepaald door metingen van de achtergebleven hoeveelheid sediment na het jaarlijks hoogwater in 1994. Gemiddeld bleek 0,8 mm sediment te zijn afgezet. Hierbij moet worden opgemerkt dat het hoogwater van 1994 laag was in vergelijking met andere jaren. Dit verklaart de lagere sedimentatiesnelheid vergeleken met die gemeten op langere termijn door middel van de ¹⁴C-dateringen. De ruimtelijke variatie in sedimentatiesnelheid is wel groot: dicht bij de geul op de oeverwallen is de sedimentatiesnelheid vier keer zo hoog als verder weg in de komgebieden. Dit proces leidt tot een steeds grotere gradient dwars op de geul van oeverwal naar komgebied. Wanneer deze dwarsgradient het verhang van de geul sterk overtreft, wordt de kans op avulsie zeer groot.

De geulen van de anastomoserende Columbia River zijn relatief recht (sinuositeit $E \leq 1,2$) en hebben smalle geprofileerde oeverwallen (Fig. 2). Kenmerkend is dat ze zich nauwelijks zijdelings verplaatsen door erosie van de oevers. Dit komt enerzijds door het geringe vermogen van de stroming ($< 3,4 \text{ W/m}^2$) en anderzijds door het erosie-



figuur 2:
Karakteristieke geul van de anastomoserende Columbia River. Alleen de smalle oeverwallen zijn met bomen begroeid. Zijdelings gaan zij al na korte afstand over in lager gelegen met gras begroeide komgebieden.

sistente cohesieve oevermateriaal. De oevers worden ook beschermd door de wortels van de dichte vegetatie. Het lage vermogen van stroming is voornamelijk een gevolg van het lage verhang van de rivierlakte (11,5 cm/km).

Van de zes gelijktijdig actieve geulen in het bestudeerde profiel is er één verreweg de belangrijkste, wat betreft de afvoer van water en sediment. Bij maximale geulcapaciteit ('bankfull discharge') neemt deze hoofdgeul 87% van de totale waterafvoer en zelfs 95% van de totale sedimentafvoer (afgezien van spoeltransport) voor haar rekening.

Het beddingtransport van grof sediment neemt in de lengterichting af. Afzetting van grof materiaal dat niet verder getransporteerd kan worden vindt plaats op de bodem van de geulen. De ophoging van de bedding beperkt de capaciteit van de geulen en zorgt voor frequente overstromingen van de rivierlakte. Zo bevordert dit proces waarschijnlijk het optreden van avulsies.

Bart Makaske
Interuniversitair Centrum voor
Geo-ecologisch Onderzoek (ICG)
Universiteit Utrecht
Faculteit Ruimtelijke
Wetenschappen
Postbus 80.115, 3508 TC
Utrecht
Huidig adres:
Alterra
Wageningen Universiteit en
Research-centrum
Afdeling Landschap en
Ruimtegebruik
Postbus 47.6700 AA
Wageningen
E-mail:
b.makaske@alterra.wag-ur.nl

Klimaatveranderingen en lage afvoeren van de Maas

De Maas (figuur 1) is belangrijk voor de (drink)watervoorziening en de scheepvaart in Frankrijk, België en Nederland. Daarnaast vervult de Maas belangrijke ecologische en recreatieve functies. Tijdens lage afvoeren komen deze functies in gevaar. Er bestaat bezorgdheid dat de frequentie en de duur van lage afvoeren in de Maas zal toenemen onder invloed van klimaatveranderingen. Tijdens de NCR dagen is de voortgang van lopend onderzoek naar de invloed van klimaatveranderingen op de lage afvoeren in de Maas gepresenteerd. Dit onderzoek bestaat uit vier onderdelen: i) analyse van voorspelde klimaatveranderingen voor het stroomgebied van de Maas, ii) statistische analyse van neerslag/afvoer reeksen, iii) modelstudie waarbij de invloed van een klimaatverandering op de afvoer wordt gesimuleerd, en iv) analyse van het effect van maatregelen ter bestrijding van de laagwaterproblematiek.

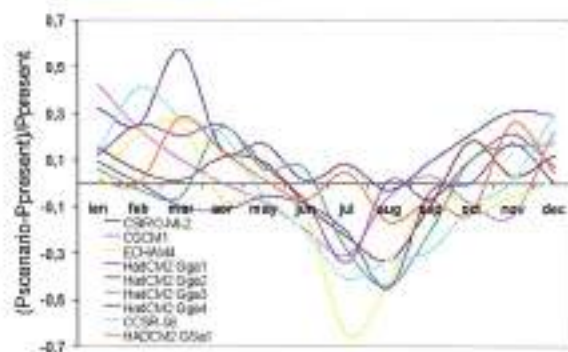
Voorspelde klimaatveranderingen voor het stroomgebied van de Maas

Het effect van luchtverontreinigingen op het klimaat wordt gesimuleerd met Global Circulation Models (GCM's). De omvang (aarde, eeuwen) van dergelijke modellen, maakt dat de resolutie van deze modellen erg grof is (gemiddelde patronen voor grote gebieden). Het interpreteren van GCM uitkomsten voor een relatief klein stroomgebied als dat van de Maas is derhalve een discutabele exercitie. Om een idee te krijgen van de onzekerheden die hiermee gepaard gaan zijn de uitkomsten van een aantal GCM's vergeleken (figuur 2). De verschillen zijn groot, maar alle modellen voorspellen een toename van de gemiddelde winterneerslag, een afname van de gemiddelde zomerneerslag en een toename van de gemiddelde temperatuur.

figuur 1:
Het maasstroomgebied.

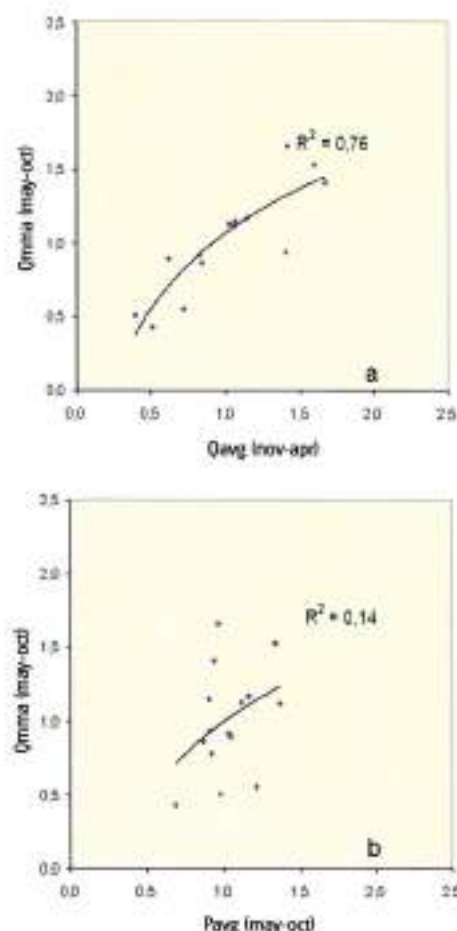


figuur 2:
Voorspelde verandering van de neerslag in het
Maasstroomgebied.

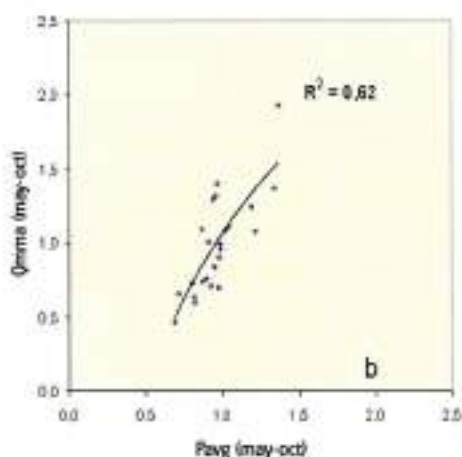
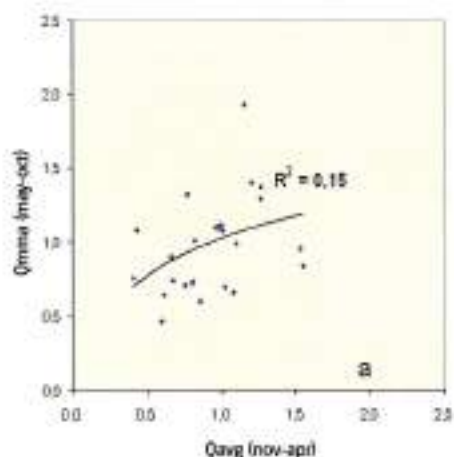


Statistische analyse van neerslag- en afvoergegevens

Een analyse van neerslag- afvoergegevens geeft meer inzicht in de droogtegevoeligheid van het Maasstroomgebied. In totaal zijn voor 26 deelgebieden afvoergegevens geanalyseerd. Hieruit blijkt dat sommige deelgebieden veel minder droogtegevoelig zijn (figuur 3) dan andere deelgebieden (figuur 4). De extreem lage afvoeren in de Maas correleren vooral met langdurig droge perioden (figuur 5) en in mindere mate met droge perioden van korte duur.



figuur 3:
Deelstroomgebied met 'lang geheugen'.



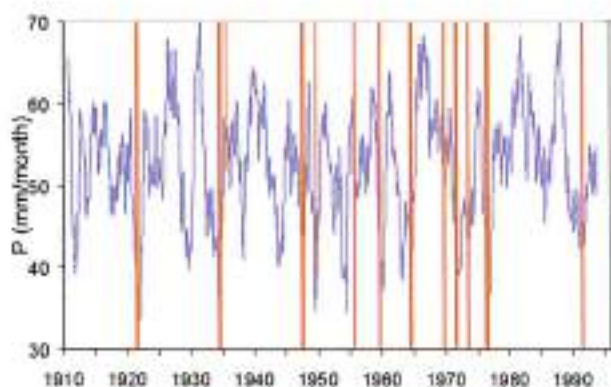
figuur 4:
Deelstroomgebied met 'kort geheugen'.

Modelstudie

De voornaamste doelstelling van de modelstudie is te analyseren in welke mate het (verhoogde) neerslagoverschot in de winter kan bijdragen aan de afvoeren in de zomer. Hiervoor worden drie reeds bestaande modellen (Simgro, Scheme en Meuseflow) toegepast op drie verschillende deelstroomgebieden van de Maas. De grootte van deze deelstroomgebieden varieert van +/- 100 tot +/- 20.000 km². Derhalve varieert ook de resolutie, beschikbare data en procesbeschrijvingen voor de verschillende modellen. Alle drie modellen zijn gekalibreerd voor de (relatief droge) periode 1988-1992. De weergegevens van 1988-1992 zijn veranderd met een aantal klimaatscenario's. Vervolgens wordt gekeken hoe de lage afvoeren, welke zijn berekend met de veranderde weergegevens, afwijken van de lage afvoeren van 1988-1992. De modelstudie wordt momenteel uitgevoerd.

Maatregelen

Met de bovengenoemde modellen wordt geanalyseerd in hoeverre een aantal veranderingen in het beheer van sloten en drains en veranderingen in landgebruik de lage afvoeren kunnen beïnvloeden. Het effect van stuwbeheer op lage afvoeren in de Maas wordt geanalyseerd met het RibaSim model. Laagwater gaat vaak samen met een verminderde waterkwaliteit. Derhalve is ook het effect van de veranderende afvoeren op de waterkwaliteit geanalyseerd. Tevens wordt gekeken hoe het effect van de verandering in de afvoer zich verhoudt tot het effect van een mogelijke reductie van nutriëntenemissies (N en P) in het Maasstroomgebied.



figuur 5:
Neerslag en lage afvoeren in de 20e eeuw.

Projectinformatie

Dit onderzoek wordt thans uitgevoerd in samenwerking met het WL, Carthago Consultancy, Alterra, KMI (België) en RIZA en wordt ondersteund door het Nederlands Onderzoeksprogramma voor luchtverontreiniging en klimaatverandering (NOP).

Marcel de Wit, Piet Wierman
en Paul Torfs
Wageningen Universiteit
Sectie Waterhuishouding
Nieuwe Kanaal 11
6709 PA Wageningen
E-mail:
m.dewit@riza.rws.min.vw.nl
piet.wierman@users.wihl.wag.nl

Data assimilatietechnieken in hydrologische modellering van stroomgebieden

Data assimilatie is het zodanig combineren van observaties met dynamische modellen dat dit leidt tot een optimale toestandsschatting van het te modelleren systeem. De resulterende schatting voldoet aan alle (fysische) wetmatigheden die in het model besloten liggen en eventueel andere a priori opgelegde beperkingen, en benadert de observaties en de statistische eigenschappen van de observaties zo dicht mogelijk. Bij gebruikmaking van sommige recursieve technieken is het daarnaast ook mogelijk de onzekerheid van de toestandsschatting te berekenen.

Na de uitvinding van diverse wiskundige technieken voor toestandsschatting in de jaren '60, zijn deze met enig succes toegepast in de Meteorologie en Oceanografie in de jaren '70 en '80. In deze disciplines werd de term data assimilatie geïntroduceerd om te benadrukken dat niet de wiskundige technieken voor statistisch optimale schatting het belangrijkst zijn in geofysische problemen, maar de robuustheid van de schatting bij afwijkende observaties of modeluitkomsten en de toepasbaarheid bij zeer grote datasets en modellen. Vanaf eind jaren '80 zijn voorzichtige pogingen gedaan data assimilatie toe te passen in de hydrologie. Tot voor kort betrof dit uitsluitend kleine problemen van bodemvochtsschatting in de onverzadigde zone met dynamische 1D-Richards modellen (zie e.g. McLaughlin, 1995; van Loon en Troch, 2000b). Recentelijk is data assimilatie ook toegepast in 2D-problemen voor bodemvocht schatting, en voor het combineren van 2D-stroomgebiedsmodellen met observaties van afvoer, grondwater en bodemvocht (Reichle et al., 2000; van Loon en Troch, 2000a).

Het toepassen van data assimilatie technieken uit de meteorologie/oceanografie

(M/O) op hydrologische problemen is niet zonder meer mogelijk omdat deze problemen heel verschillend van aard zijn. Hydrologische problemen onderscheiden zich door:

- 1) relatief onzekere parameters en toestanden met een zeer korte ruimtelijke correlatielengte (in M/O zijn de randvoorwaarden relatief onzeker en hebben parameters en toestanden lange ruimtelijke correlatielengten);
- 2) lage dimensionaliteit (slechts een of twee relevante ruimtelijke dimensies) door de invloed van terrein;
- 3) relatief weinig beschikbare (ruimtelijk verspreide) observaties; en
- 4) een verscheidenheid aan modelvormen en relatief grote modelfouten.

De huidige ontwikkeling van data assimilatie voor hydrologische modellering concentreert zich op de standaardisatie van bestaande modellen naar toestand-ruimte vormen, zodat ze compatible worden met beschikbare data assimilatie algoritmen. Bij deze standaardisatie speelt het gebruik van model-ensembles een belangrijke rol, omdat dit de mogelijkheid biedt problemen met zowel modelonzekerheid als reken capaciteit het hoofd te bieden.

Complementair aan deze activiteiten worden geschikte meetvergelijkingen ontwikkeld om kwalitatieve kennis (bijv. via satelliet- observaties of topografische karakteristieken) beter in hydrologische modellen benutten, bijv. door kwalitatieve gegevens te gebruiken om oplossingen te stabiliseren of de gewenste statistische eigenschappen op te leggen (van Loon, 2000).

referenties

E. E. van Loon and P. A. Troch (2000a)

Soil moisture data assimilation with a distributed hydrological model: a case study. Accepted by Hydrological Processes
www.dow.wau.nl/whh/daufin/pubs/smoist_da_case.ps

E. E. van Loon and P. A. Troch (2000b)

Directives for 4D soil moisture data assimilation in hydrologic modeling.
Submitted to IAHS Red Book, Maastricht 2001
www.dow.wau.nl/whh/daufin/pubs/smoist_da_review.ps

E. E. van Loon (2000c)

Towards operational data assimilation in hydrology.
www.dow.wau.nl/whh/daufin/pubs/vanloon/

D. McLaughlin (1995)

Recent developments in hydrologic data assimilation.
In: U.S. National Report to International Union of Geodesy and Geophysics 1991-1994. Contributions in Hydrology, p. 977-984.
www.dow.wau.nl/whh/daufin/pubs/mclaugh/

R. H. Reichle, D. McLaughlin and D. Entekhabi (2000)

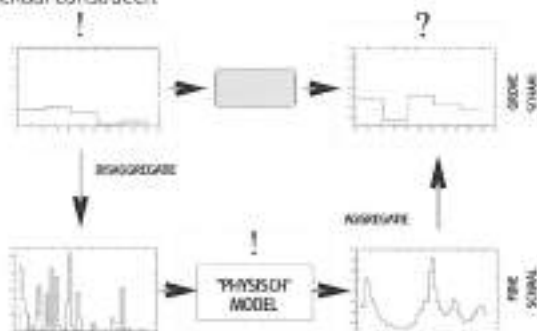
Variational data assimilation of soil moisture and temperature from remote sensing observations. In: ModelCARE 99 Proceedings of the International Conference on Calibration and Reliability in Groundwater Modeling. Coping with Uncertainty. IAHS Publication no. 265, p. 353-359
www.dow.wau.nl/whh/daufin/pubs/ModelCARE99.pdf

Email van Loon
Wageningen Universiteit
Leerstoelgroep Hydrologie en
Kwantitatief Waterbeheer
Postbus 9101
6700 HB Wageningen
E-mail:
emiel.vanloon@uvoor.wur.nl

Technieken om hydrologische tijdreeksen statistisch naar hogere resoluties om te zetten worden onderzocht

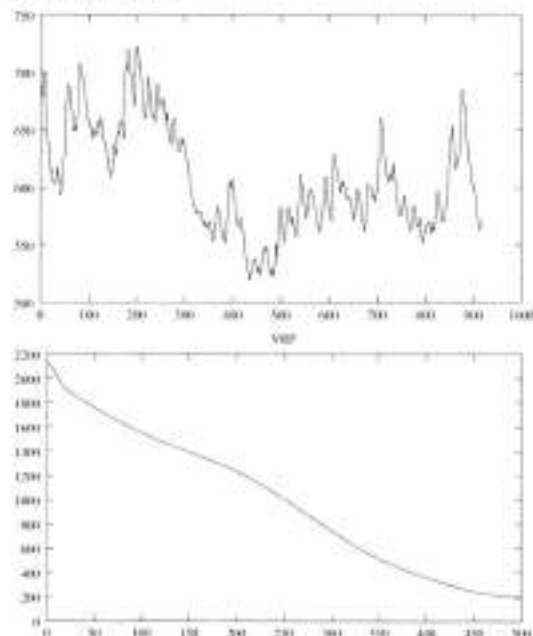
Aggregatie (en bijbehorende disaggregatie) problemen komen veelvuldig voor in hydrologie. Dit komt omdat doel, data en modellen zelden allen op dezelfde tijdschaal zijn. Figuur 1 illustreert een dergelijk voorbeeld.

In dit voorbeeld zijn de tijdschaal van de invoergegevens en het doel fijn, de tijdschaal van het beschikbare model grof. Door de invoergegevens te aggregeren kan men met behulp van het model wel uitvoer op een grove tijdschaal berekenen. Om toch uitspraken te kunnen doen op een fijne tijdschaal, is disaggregatie nodig. Duidelijk is dat dit een statistische disaggregatie moet zijn die, gegeven de "gemiddelden" op de grove schaal, een statistisch verantwoord simulatie met de correcte variantie op de fijne schaal construeert.



figuur 1

De veranderingen van de variatie over verschillende tijdschalen kan samengevat worden in een Varianteel Reductie) Functie). Figuur 2 illustreert een tijdreeks en een bijbehorende VRF. Elke proces heeft een eigen karakteristieke VRF. Een statistische disaggregatieprocedure zal deze bekende veronderstelde informatie gebruiken. Een zeer gebruikelijke techniek is die om elk tijdsinterval (onafhankelijk van de anderel te halveren. Door dit te herhalen krijgt men een cascade van disaggregaties. Figuur 3 toont drie van dergelijke stappen.

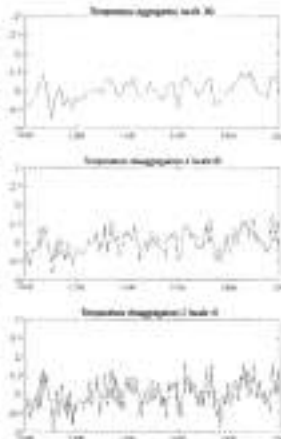


figuur 2

Bij het statistische disaggregeren van hydrologische tijdreeksen is het belangrijk om verschillende typen te onderscheiden. Figuur 4 laat een disaggregatie van een algemene tijdreeks zien, figuur 5 daarentegen van een positieve reeks –bijvoorbeeld afvoeren–, figuur 6 van een positieve reeks met nullen –bijvoorbeeld neerslag–.

Bij algemene tijdreeksen moet men disaggregeren door variabelen (met een geschikte variantie) bij op te tellen (als in figuur 3), bij positieve reeksen moet dit door vernenigvuldigen gebeuren. Figuur 7 toont een succesvolle disaggregatie van het afvoeren van de Saar. Duidelijk zijn de hoogte van de pieken correct gereconstrueerd.

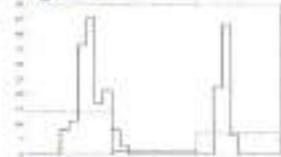
Het nadeel van de boven beschreven procedure om elk interval onafhankelijk van de anderen te halveren, kan men ook in figuur 7 observeren: de correlatie tussen opeenvolgende waarnemingen wordt onvoldoende gereconstrueerd. Daarom werkt de auteur op dit ogenblik aan een techniek gebaseerd op de Jaynes oplossing van het momentenprobleem, die de belofte in zich heeft om hier oplossingen voor te bieden.



figuur 3



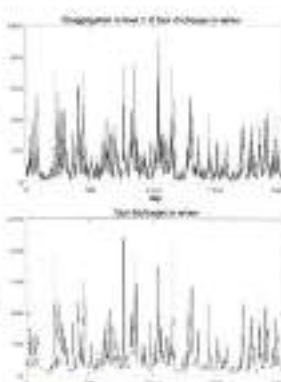
figuur 4



figuur 5



figuur 6



figuur 7

P. Toots
Wageningen University
Postbus 9101
6700 HB Wageningen
E-mail:
P.TOOTTS@WUR.NL

ir. A.G. van Os, programma secretaris NCR

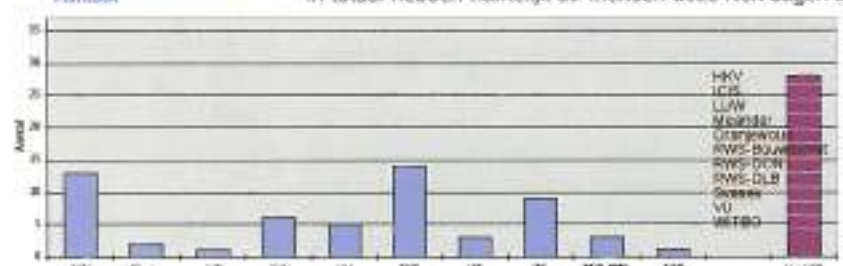
1. Poolname

Geconstateerd mag worden dat de eerste NCR-dagen zeer succesvol waren. Dit mede dankzij de inspanning van de organisatoren Kees Sloff en Lieve van de Poel van WL I Delft Hydraulics.

Uitgaande van de deelnamecijfers aan deze NCR-dagen, kan geconcludeerd worden dat in één keer is bereikt wat NCK een aantal jaren heeft gekost: een deelname van meer dan 80 belangstellenden van diverse achtergrond, maatschappelijke positie en leeftijd.

In totaal hebben namelijk 85 mensen deze NCR-dagen al

figuur 1:
Aantal deelnemers per
instituut

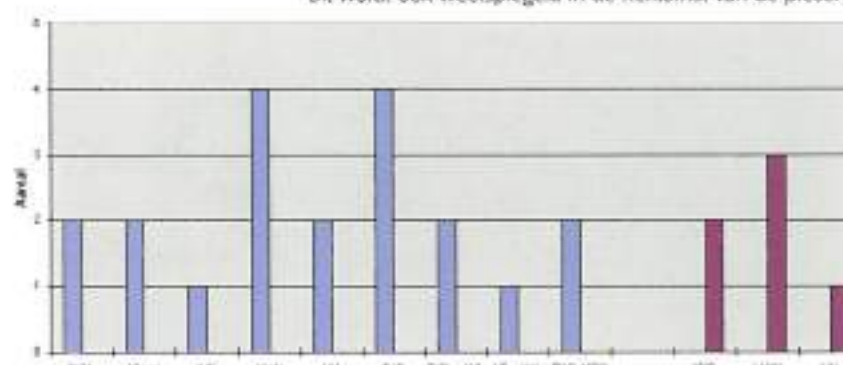


dan niet volledig bijgewoond. De herkomst van deze deelnemers is in bovenstaande figuur weergegeven.

Daaruit kan afgeleid worden dat 67% van de deelnemers van NCR-partners (blauw) afkomstig was, maar dus ook 33% van niet-NCR-partners (paars): het open karakter van de NCR-daan is daarmee onderstreept.

Dit wordt ook weerspiegeld in de herkomst van de presen-

figuur 2:
Aantal presentaties per
instelling



tatoen zoals weergegeven in bovenstaand figuur.

Niet alleen zijn de presentaties goed verdeeld over de diverse NCR-partners, maar 33% van de presentaties kwam ook van niet NCR-partners met de universiteit van Wageningen als uitschieter.

Hierbij zij nog aangetekend, dat de organisatoren een groot aantal aanmeldingen voor presentaties heeft moeten afwijzen, opdat maximaal aan de in de inleiding gegeven criteria (lopend onderzoek van jonge onderzoekers) zou worden voldaan.

7. Discussion

De samenwerking in NCR is niet vrijblijvend. De partners in de samenwerkingsovereenkomst hebben zich verplicht ten minste het equivalent van f 250.000 per jaar in de samenwerking in te brengen. Met negen partners is dat dus minimaal f 2.250.000 per jaar.

Maar in werkelijkheid is dat veel meer zoals bijvoorbeeld blijkt uit de veelvoud aan projecten die in het NCR-programma-boekje (NCR-publicatie 01-2000) worden genoemd.

NCR heeft inmiddels ook al een goede internationale naam opgebouwd, getuige het feit dat het management van het IRMA-SPONGE onderzoeksprogramma van in totaal

€12.500.000 aan NCR is toegevoegd. Een aantal van deze IRMA-SPONGE projecten is op deze NCR-dagen gepresenteerd. Kortom: NCR staat op de kaart, maar wil verder en beter. En daarvoor is de constructieve inbreng van alle deelnemers nodig. De deelnemers werden dan ook opgevroegd hun reacties m.b.t. de eerste versie van het NCR-programmaboekje, of anderszins aan Van Os of aan hun vertegenwoordiger in de NCR Programma Commissie kenbaar te maken.

In de hierop volgende discussie werden de volgende opmerkingen gemaakt:

Kleinhaus: vindt dat de sprekers veel eerder geïnformeerd moeten worden of ze wel of niet zijn geselecteerd.

Van Os: beaamt dat dit inderdaad dit keer grondig is misgegaan, de organisatie erkent dat; de organisator voor de volgende NCR-dagen is dus gewaarschuwd.

v. Prooijen: vraagt wanneer cursussen voor AIO's komen.
Antwoord: er wordt aan gewerkt, maar dit zal nog wel enige tijd duren. Verder merkt hij op dat er tussen de presentaties (te) weinig tijd voor discussies was.

Van Os: antwoordt dat ook dit een punt is dat de organisatoren zich gerealiseerd hadden. Er moest echter gekozen worden tussen twee "kwaden":

- veel presentaties (orde 25) programmeren met betrekkelijk weinig discussie- en wandelgangentijd, of
- minder presentaties (<20), maar dan nog meer potentiële presentatoren afwijzen.

We hebben bewust gekozen voor het eerste. De Programmacommissie zal in zijn evaluatie van de NCR-dagen dit punt zeker in beschouwing nemen en proberen een zo goed mogelijke oplossing voor de volgende NCR-dagen te vinden.

De Vriend: maakt zich zorgen over de postdoctorale cursussen georganiseerd door de Onderzoeksschool Waterbouw nu die onderzoeksschool wordt opgeheven.

Van Os: antwoordt dat de Commissie van Toezicht van NCR die tijdens deze NCR-dagen heeft vergaderd, besloten heeft dat zij dit een taak voor NCR (en NCK) vinden. Dit moet echter nog verder uitgewerkt worden.

Leuven: vult aan met de suggestie om op een rij te zetten welke rivierkunde cursussen sowieso al worden gegeven aan de instituten.

3. Plannen voor de toekomst

Resumerend kan gesteld worden dat het succes van deze NCR-dagen, wat betreft de Programma Commissie en de Commissie van Toezicht van NCR, naar meer smaakt. In 2001 zullen dus zeker weer NCR-dagen worden gehouden. De data zijn vastgesteld op 18 en 19 oktober 2001. De organisatie is dan in handen van RIZA.

NCR-Commissie van Toezicht

d.d. december 2000

ir. A.R. van Bennekom, voorzitter
DG Rijkswaterstaat/RIZA
email: a.r.vbennekom@riza.rws.mirvenw.nl

ir. A.G. van Os, secretaris
programma secretaris NCR
email: ad.vanos@wldelft.nl

prof. dr. H.J.P. Eijsackers
ALTERRA
email: HJPEijsackers@Alterra.wag-ur.nl

prof. dr. P.H. Nienhuis
Katholieke Universiteit Nijmegen
email: nienhuis@scjkun.nl

prof. dr. E.A. Koster
Universiteit Utrecht
email: E.Koster@geog.uu.nl

prof. dr. J.D. Nieuwenhuis
Technische Universiteit Delft
email: info@osw.tudelft.nl

dr. ir. G.S. Rodenhuis
WL I Delft Hydraulics
email: gaele.rodenhuis@wldelft.nl

dr. H. Speelman
TNO-NITG
email: h.speelman@nitg.tno.nl

prof. dr. W. van Vierssen
International Institute for Infrastructure and Environmental
Engineering
email: ww@ihe.nl

prof. dr. ir. C.B. Vreugdenhil
Universiteit Twente
email: C.B.Vreugdenhil@sms.utwente.nl

NCR Programma-Commissie

d.d. december 2000

prof. dr. ir. H.J. de Vriend, voorzitter
Universiteit Twente
email: H.J.deVriend@sms.utwente.nl

ir. A.G. van Os, secretaris
programma secretaris NCR
email: ad.vanos@wldelft.nl

prof. ir. E. van Beek
Technische Universiteit Delft
email: Eelco.vanBeek@wldelft.nl

ing. M.J. Bracht
TNO-NITG
email: m.vanbracht@nitg.tno.nl

dr. R. Leuven
Katholieke Universiteit Nijmegen
email: rleuven@scjkun.nl

drs. E.C.L. Martijn
DG Rijkswaterstaat/RIZA
email: e.martijn@riza.rws.mirvenw.nl

dr. H. Middelkoop
Universiteit Utrecht
email: H.Middelkoop@geog.uu.nl

prof. dr. ir. H.H.G. Savenije
International Institute for Infrastructure and Environmental
Engineering
email: hsa@ihe.nl

dr. ir. C.J. Sloff
WL I Delft Hydraulics
email: Kees.Sloff@Wldelft.nl

drs. H.P. Wolfert
ALTERRA
email: H.P.Wolfert@alterra.wag-ur.nl

Het Nederlands Centrum voor Rivierkunde (NCR) is een samenwerkingsverband van de universiteiten Delft, Utrecht, Nijmegen en Twente, IHE, ALTERRA, TNO-NITG, RIZA en WL | DELFT HYDRAULICS.

NCR stelt zich tot doel door deze samenwerking de kennisontwikkeling en het universitair onderwijs op het gebied van de rivierkunde optimaal te laten aansluiten op de hernieuwde maatschappelijke aandacht voor rivieren. Daarbij dient NCR ook als een platform voor uitwisseling van kennis en ervaringen op het terrein van rivierkunde door het organiseren van workshops en bijeenkomsten en het uitbrengen van publicaties.

ISSN 1568-234X

