

# V.2

## DE DYNAMIEK ONTLEED IN TIJD EN RUIMTE



Van Looy, K., Van Braeckel, A. & De Blust, G. 2005. De dynamiek ontleed in tijd en ruimte. Model voorspelt ontwikkelingen in het Grensmaasgebied. *Landschap 22* (3): p126-139

## Summary

### **Model predicts developments in the Common Meuse river.**

The ECODYN model is a dynamic model to predict developments in the Common Meuse river system. The model incorporates our understanding of zone and patch structure of vegetation in the river system, governed by flood timing, power and frequency. With these interactions and relationships, a model is build that projects biotic processes over the river system through space and time. With the integration of research results from vegetation succession, forest development and impact of grazing regime at local and regional scale level, a sound modelling approach at ecotope level (scale 1:5000 – 1:25000) for the river reach was possible. In this article constraints of the model, input data formats and levels and predictive power of the output are described. The modelling results for the Common Meuse restoration project are shown.

### *Lead*

Het ECODYN model is een dynamisch model voor voorspelling van ecotopen in het rivierengebied. Dit model is uitgewerkt voor het Grensmaasgebied. In dit artikel worden de randvoorwaarden, benodigde invoergegevens en betrouwbaarheid van het model besproken. Zowel de eerste validatie als de gemodellerde structuurontwikkeling en het gegenereerde eindbeeld van het Grensmaasplan, geven een zeer positief resultaat.

De doelstellingen van het rivierenbeheer zijn al enkele jaren in volle beweging. Bevaarbaarheid, hoogwaterbescherming, recreatie, natuurontwikkeling moeten op verschillende plaatsen kunnen samengaan. De realiseerbaarheid daarvan is voor een groot deel afhankelijk van de kenmerken van de rivier en in samenhang daarmee, van de er zich ontwikkelende ecotopen. Debieten, waterstanden en stroomsnelheden, successiestadia en ruimtelijke verdeling van de levensgemeenschappen, vormen zo het natuurlijke kader voor de doelstellingen. Om de kans op het behalen van de doelstellingen van het rivierbeheer in te schatten, moeten de relaties tussen al deze factoren en het verloop ervan door de tijd, bepaald worden. Geïntegreerde, dynamische modellen voor het voorspellen van de invloed van rivierdynamiek en op ecotoopontwikkeling kunnen hierbij helpen om effecten van beheer- en inrichtingvarianten op de natuur te be-

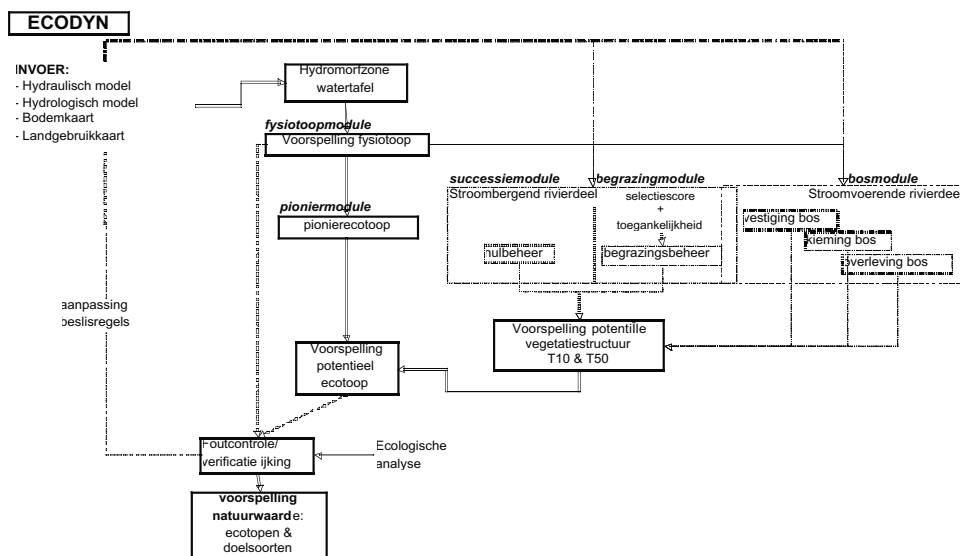
oordelen (Van Kalken & Havno, 1992; Ahn et al., 2004; Baptist et al., 2004, Haasnoot & Van Der Molen, 2005).

In het Grensmaasproject neemt natuurontwikkeling een belangrijke plaats in (Van Looy & De Blust, 1995; Nagels et al., 1999, Provincie Limburg 2005). Om de mogelijkheden hiervoor zo goed mogelijk in te schatten, is het model ECODYN ontwikkeld. Dit model integreert een aantal systeemprocessen in een expertmodel. Functionele kenmerken van ecotopen en de dynamiek in tijd en ruimte van de Grensmaas, worden erin gecombineerd, zodat een voorspelling van de ruimtelijke ontwikkelingen mogelijk wordt. De directe aanleiding om ECODYN te bouwen, was de weinig betrouwbare output van een vorig model (ecotopengenerator) dat bij de voorbereiding van de Grensmaasplannen gebruikt werd (van Rooij et al., 2000). Daarin was de relatie tussen de ontwikkeling van de vegetatie en de rivierdynamiek onvoldoende uitgewerkt om een ruimtelijke voorspelling te maken van vegetatiestructuren binnen het winter- en zomerbed van de Grensmaas. Er was behoefte aan een instrument dat varianten op het niveau van afgravinghoogte en van de inschakeling van specifieke locaties in het overstroombare deel van de Grensmaas, kon evalueren. Het detail dat hiermee beoogd werd, vereiste een verbeterde afstemming tussen vegetatie- en hydraulische modellering, waarbij vooral de impact van vegetatieontwikkeling op verandering van de ruwheid en riviergedrag een grotere rol zou spelen. Omdat daarnaast ook de effecten van natuurlijke begrazingsvormen in rekening gebracht worden, gaat ECODYN een stap verder dan modellen die de vegetatiedynamiek eenduidig koppelen aan één specifieke milieuvariabele, voor het riviergebied overwegend het hydroregime (Willems 2001, Aggenbach & Pelsma 2003).

## Modelconcept

Het ECODYN model werd specifiek ontwikkeld voor het Grensmaasgebied, het ongestuwde traject van de Maas tussen Borgharen en Maaseik. Specifieke gebiedskennis werd opgedaan in een reeks onderzoeksprojecten in de vallei van de Grensmaas (o.a. Vanacker et al., 1998; Severyns et al., 2001; Vanden Broeck et al., 2002; Fourneau et al., 2003; Geilen et al., 2001). In ECODYN worden een aantal modules die ecologische processen beschrijven, stapsgewijs geïntegreerd tot een ruimtelijk voorspellend model (zie figuur 5.9). De opbouw van het model werd

opgehangen aan de bestaande rivierkundige en hydrologische modellen die bestaan voor het gebied. Het riviermodel schetst de belangrijkste parameters in een tweedimensionale ruimte; enerzijds de ruimtelijke standplaatskenmerken, anderzijds ook de tijdstappen in de retourperiode van de maatgevende afvoergolven. De cellen/rasters uit het riviermodel vormen meteen de basiseenheden voor de ecologische modellering. De schaal en nauwkeurigheid van de ecologische voorspelling is rechtstreeks verbonden met deze van het riviermodel. Een overzicht van de gebruikte data en schaal voor de opbouw van het model is gegeven in tabel 5.4.



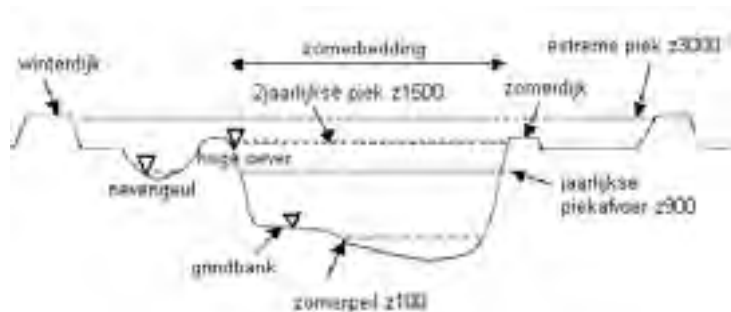
Figuur 5.9 Schematische weergave opbouw ECODYN model.

Figure 5.9 Flowchart of the ECODYN model.

Tabel 5.4 Invoerdata met niveau en schaal voor opmaak ECODYN, en benodigde inputdata voor modeltoepassing (rood).

Table 5.4 Input used for the development of the ECODYN model, with scale and detail level. The input for running the model is in red.

module	Object	Data	niveau	schaal
Fysiotoopmodule	hydrodynamiek	2D-modellering, <b>snelheden</b> , schuifspanningen	Maasvallei	cellen 20-50m
	grondwater dynamiek	GHG, <b>GVC, GLG</b>	deelgebied	25x25m raster
	ecotoop	ecotoopkaart	Maasvallei	min. 25x25m
	hydroregime	retourperioden, Q/H-relatie afvoerlijn, DTM	Maasvallei	cellen 20-50m
	hydromorfologie	overlay ecotopen, gische eenheid	Maasvallei stroomsnelheden	cellen 20-50m
Successiemodule	vegetatietype	vegetatieopnamen ecotoopkaart-eenheden	Maasvallei	1x1m/10x10m
	vegetatietype - abiotiek	kartering natuurterrein	deelgebied/	min. 10x10m
	successie vegetatietype	PQ-opnamen	fragmenten	20-50m PQ's
	initiële vegetatie	<b>uitgangssituatie landgebruik, ingreepkaart,</b>	Maasvallei	min. 25x25m
Pioniermodule	hydrodynamiek	2D-modellering, <b>stroomsnelheden</b>	Maasvallei	cellen 20-50m
	hydroregime	retourperioden en Q/H-relatie afvoerlijn	Maasvallei	cellen 20-50m
Bosmodule	bosfase	kartering bomen/ bos rivierbed 1998-2002	17 km riviervlucht	grindbank-10x10m
	hydrodynamiek	2D-modellering, <b>schuifspanningen</b>	Maasvallei	cellen 20-50m
	hydroregime	retourperioden en Q/H-relatie afvoerlijn	Maasvallei	cellen 20-50m
Begrazingsmodule	voedselrijkdom	bodemkaart	Maasvallei	min. 25x25m
	grazerselectie-index	vegetatiestructuurkaart, ruimtegebruik grazer	natuurterrein	25x25m raster
	Wintertoegankelijkheid	grondwatermodellering, <b>GHG</b>	Maasvallei	25x25m raster
	ecotoopvorm en isolatie	ecotoopkaart	deelgebied	min. 25x25m
	vegetatiestructuur	<b>uitgangssituatie landgebruik, ingreepkaart,</b>	Maasvallei	min. 25x25m



Figuur 5.10 Schematische voorstelling standplaatsen van zachthoutoobos met kritische afvoer en werkzame schuifspanning (driehoekjes geven standplaatsen waar werkzame schuifspanning berekend werd, de kritische afvoerlijnen zijn aangegeven als z-debiet-waarde).

Figure 5.10 Schematic cross-section of the river bed with critical water levels for the different stages of riparian forest development.

## Afbakening van standplaatsfactoren

In de fysiotoopmodule (figuur 5.9) worden op basis van hydromorfologie en grondwater ruimtelijke eenheden afgebakend. Inputgegevens komen uit de rivier- en grondwatermodellering. De afbakening van de hydromorfologische eenheden gebeurt met stroomsnelheidklassen voor rivierbedzones, berekend voor de afvoergolven die maatgevend zijn voor elke rivierbedzone (zie figuur 5.10). De combinatie van stroomsnelheid en overstromingsfrequentie wordt in het grootste deel van het Grensmaasgebied als bepalende factoren voor de standplaats beschouwd (Van Looy & De Blust, 1998; Van Looy et al., 2005). Grondwaterstijghoogten worden berekend aan de hand van periodegemiddelden, in combinatie met bodemkenmerken.

De pioniermodule vormt een verfijning van de fysiotoopmodule en heeft als doel om het periodiek terugzetten van de vegetatieontwikkeling in het model te integreren. Pionierecotopen ontstaan bij een afvoerpiek en de ermee gepaard gaande hogere stroomsnelheden en kennen daardoor een specifieke retourperiode. Ze kunnen zowel in de oeverzone, als in de lage en hoge weerd (d.i. het winterbed van de rivier) voorkomen.

Bij de afbakening werd geopteerd om stroomsnelheden bij stationaire doorrekening van piekafvoeren (d.i. een momentopname bij maximumafvoer) te gebruiken. Om een volledig beeld van erosie- en sedimentatieprocessen bij hoogwaters te krijgen, zou in principe het volledige verloop van de afvoergolf moeten geïnterpreteerd worden. Bij de begrenzing van de stroomsnelheidsklassen werd met deze beperking rekening gehouden door de ruimste grenzen te hanteren op basis van de uitgevoerde ijking in het gebied.

### **Voorspelling van de vegetatiestructuur per fysiotoop**

De fysiotoepen dienen om het voorkomen van de ecotopen mee te voorspellen. Dat voorkomen wordt uiteraard ook mee bepaald door de soortensamenstelling en het successiestadium van de vegetatie. In de volgende stappen staat de voorspelling van de snelheid en de richting van de successie voorop. Omwille van de verschillen in sturende factoren, wordt een onderscheid gemaakt tussen bosontwikkeling in het stroombergend en in het stroomvoerend gedeelte van de rivier. Als natuurbeheervormen onderscheidt ECODYN een variant zonder beheer en één met natuurlijke extensieve begrazing.

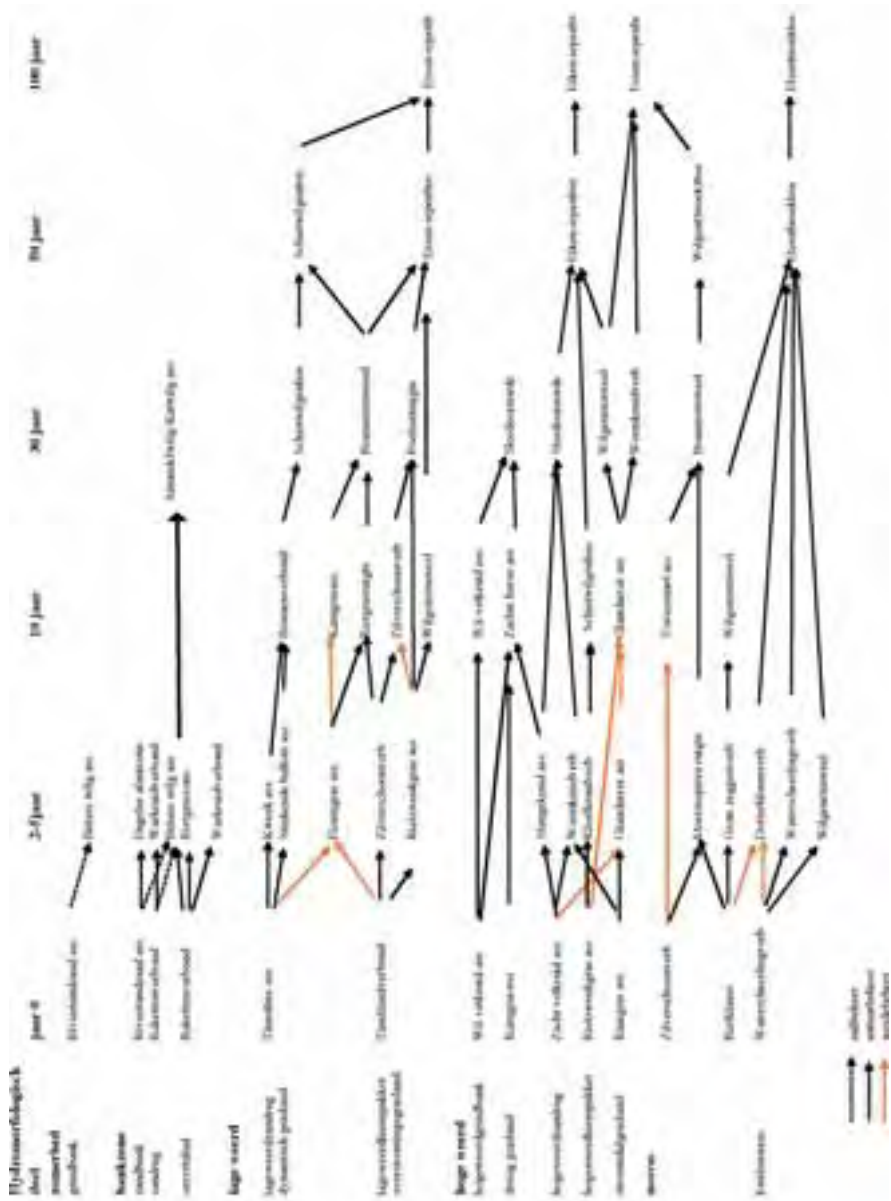
De vegetatieontwikkeling wordt zo opgesplitst in 3 modules:

- Successiemodule die de successie zonder beheer aangeeft in stroombergend en –voerend gedeelte.
- Bosmodule die de bosontwikkeling in het stroomvoerend deel van de rivier voorspelt.
- Begrazingmodule die de potentiële afremming van successie onder invloed van grote grazers in het stroombergend deel van de rivier voorspelt.

In de successiemodule worden voor de verschillende fysiotoepen de structuurklassen pioniervegetatie, grasland, ruigte, struweel en bos onderscheiden en verder onderverdeeld volgens de vegetatietypering (Van Looy & De Blust, 1998). Het successieschema (figuur 5.11) waarin deze vegetatietypen behoren, is afgeleid uit permanent kwadraatonderzoek dat tussen 1996 en 2002 werd uitgevoerd. Dit schema vormt de basis voor de successiemodule en de begrazingmodule en geeft de tijdsstappen (jaar 0-1-2-5-10-20-50) in het model aan.

Figuur 5.11 Successieschema Grensmaasgebied.

Figure 5.11 Succession scheme for the Common Meuse river system.





De successiemodule schetst de ontwikkeling zonder beheer. De invloed van periodieke overstromingen die de successie remmen of vroege successiestadia zoals grindbanken fixeren, zijn in rekening gebracht. Ter illustratie wordt een voorbeeld van successie op een hogeweerd leempakket gegeven gebaseerd op waarnemingen in Kerkeweerd en Hochter Bampd (figuur 5.12). Het leempakket in Kerkeweerd ontstond als open pioniersituatie na het hoogwater van 1993. Na 5 jaar was de open pioniersvegetatie veranderd in een Katwilgstruweel, dat na 10 jaar overging in een Schietwilgenvloedbos. De waarnemingen in Hochter Bampd beslaan de ontwikkelingsfase 10-20 jaar waarbij een Essen-lepenbos of Elzenrijk wilgenvloedbos gevormd wordt afhankelijk van de overstromingsinvloed (Van Looy et al., 2000). Figuur 5.12 geeft tevens een voorbeeld van een vergelijking van een onbegraasde en begraasde successie, met daarbinnen splitsingen die de ruimtelijke doorvertaling van de successiemodule illustreert.



Figuur 5.12 Successiestappen in enkele permanente kwadraten als input voor de successiemodule voor 2 ecotootypes.

Figure 5.12 Succession scheme for PQ-plots illustrating the input for the ECODYN succession module for 2 ecotope types.

Omdat met de permanente kwadraten niet alle successiefasen gevolgd konden worden, zijn bepaalde vegetatieontwikkelingen ingeschat. Zo zijn onbegraasde situaties in de terreinen met natuurontwikkeling slechts beperkt aanwezig en loopt de

ontwikkeling er op de meeste plaatsen nog maar een 10-tal jaar. Uitspraken over de vegetaties die na 30 tot 50 jaar zullen optreden, hebben daardoor een grotere onzekerheid. Daarnaast is ook geen rekening gehouden met verschillen in nutriëntenbeschikbaarheid of initiële soortensamenstelling die binnen eenzelfde fysiotoop kunnen optreden, waardoor eveneens met veralgemeningen gewerkt moet worden.

In de bosmodule wordt de vestiging van zachthoutoobos binnen de stroomvoerende sectie van het rivierbed doorgerekend. Ruimtelijk worden nevengeulen, hoge oevers, longitudinale en meandergrindbanken ('lateral bars' en 'point bars') afgebakend. De tijdfasen in de bosontwikkeling zijn kieming, vestiging (struikfase) en overleving (boomfase). De hydraulische modellering levert de schuifspanningen bij kritische afvoeren, die gebruikt zijn om de mogelijkheden voor bosontwikkeling voor de verschillende tijd- en ruimtesequenties te bepalen.

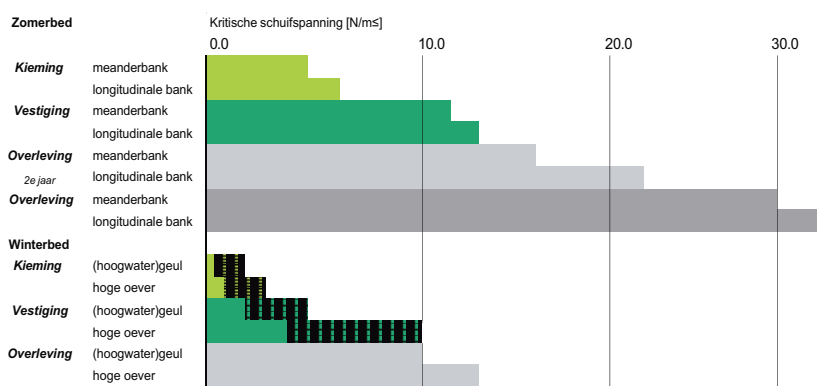
### **Schuifspanningen in een model voor oobosontwikkeling**

De korte, heftige afvoerpieken in de Grensmaas, maken dat de overstromingskracht de belangrijkste standplaatsfactor is die de ontwikkeling van rivierbos bepaalt. Jonge bosfasen tot zelfs delen van ontwikkelde bossen kunnen erdoor ontwortelen of omvergeslagen worden. Er is dan ook een duidelijke relatie tussen de werkzame schuifspanningen in de bedding van de rivier en de mogelijkheden voor kieming, vestiging en overleving van zachthoutoobos (Baptist et al., 2005; Van Looy et al., 2005).

Normaal treedt kieming op in beperkte stroken van afzettingen op grindbanken en oevers. Maar zelfs kleinere zomerpieken van  $300\text{m}^3/\text{s}$  kunnen ervoor zorgen dat kiemplanten op de grindbanken uitspoelen, zodat kieming niet jaarlijks succesvol verloopt. Als kritische afvoer geldt voor de overleving van kiemplanten op de grindbanken dus een gemiddelde zomerpiek, voor de vestiging van jonge bosfasen de gemiddelde jaarlijkse en tweejaarlijkse piekafvoeren (zie figuur 5.10). Voor kieming en vestiging in het winterbed gelden eveneens de jaarlijkse en tweejaarlijkse piekafvoeren als kritisch. Voor de overleving van bos wordt een extreme piekafvoer gehanteerd. Deze afvoeren werden in het 2-dimensionale hydraulische model doorgerekend met als resultaat een schuif-

spanning die de kracht weergeeft die op een specifieke plaats werkt. Deze schuifspanning is het resultaat van de stroomsnelheid en het aanwezige substraat (grof grind voor afgepleisterde grindbanken, grind voor hoge banken, grof zand voor de hoge oever en lemig zand voor hoogwatergeulen).

Voor de in het veld vastgestelde ontwikkelingsfasen en terugzetting van ontwikkeling over de periode 1998-2002, werd in de verschillende zones van het rivierbed (longitudinale bank, meanderbank, hoge oever, nevengeul) de werkzame schuifspanning afgeleid uit de riviermodellering (figuur 5.13). Als resultaat ontstaat een beeld van de ontwikkelingsfasen en de kansen voor ontwikkelend bos over het rivierbed (figuur 5.14).



Figuur 5.13 Kritische schuifspanningsranges voor de verschillende ontwikkelingsfasen in de verschillende zones van het rivierbed.

Figure 5.13 Critical shear stress ranges for the different development phases in the different river bed zones.

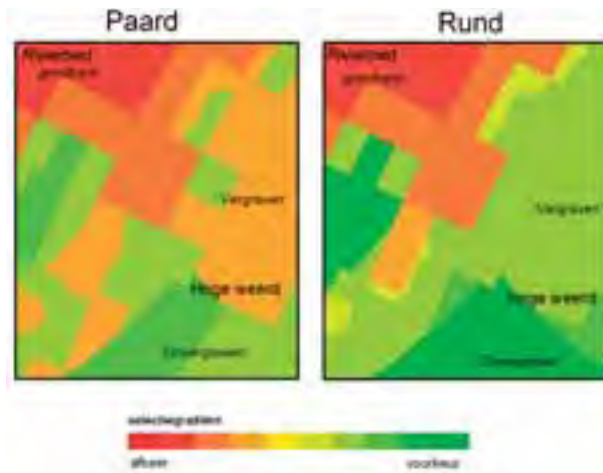
In de begrazingmodule wordt het effect van een extensieve begrazing op de vegetatiestructuur nagebootst. De basis voor de begrazingsmodule vormen de selectie-index en de grasgevoeligheid per ecotoop, afgeleid uit veldonderzoek (Van Braeckel, 2002; Van Braeckel & Van Looy, 2002). De bepaling van de selectie-index per ecotoop gebeurt aan de hand van indirecte metingen van het terreingebruik nl. mestdichtheid, uitgevoerd in 2001-2003. Bij extensieve begrazing is dit een goede maat gebleken voor zowel rund als paard (Lamoot et al., 2004). Er werden aparte indexen opgesteld voor de twee grazertypes (zie figuur 5.15). De ruimtelijke spreiding van de grasintensiteit wordt tenslotte verkregen door de ecotoopspecifieke selectie-index te corrigeren voor wintertoegankelijkheid, isolatie en plekgrootte. Het

resultaat is een relatieve maat voor graasintensiteit. De graasgevoeligheid, de maat voor de afremming van successie, wordt voornamelijk bepaald door de initiële toestand met betrekking tot de vegetatiestructuur, het bodemtype en vochtigheidsgraad, die we afleiden uit de vegetatiekaart, de bodemkaart en de fysiotopmodule.



Figuur 5.14 Resultaat bosmodule met weergave van de verschillende ontwikkelingsfasen zoals voorspeld met ECODYN.

Figure 5.14 Result of ECODYN forest module showing the model outcome for the different forest development phases.



Figuur 5.15 Illustratie van toegekende selectie-indexen voor paard en rund over een deel van het riviergebied.

Figure 5.15 Illustration of selection indices for horse and cattle in a small part of the river bed.



Figuur 5.16 Pilotproject Meers met zicht op grindbank en lageweerdruigte (met rijtje vestigende wilgen op overgang) en hogerop struweelontwikkeling.

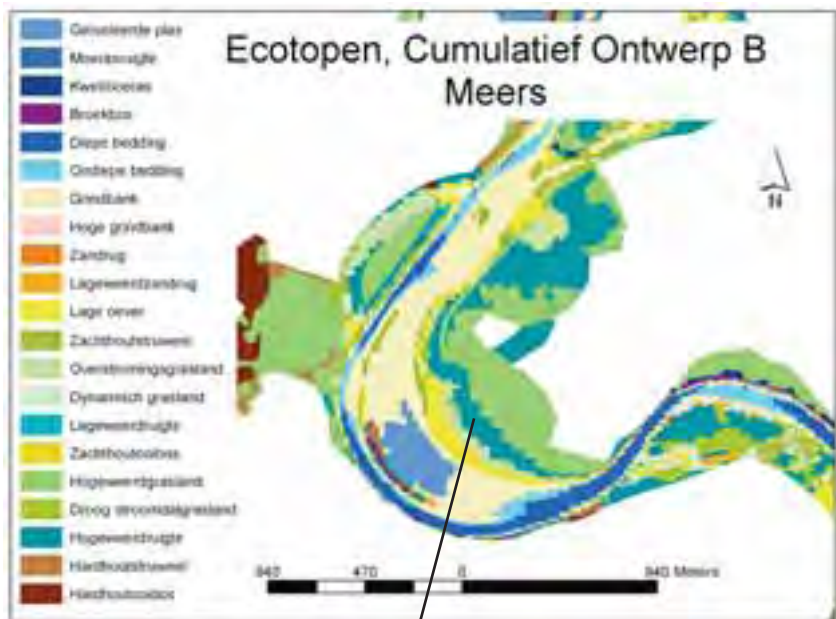
Figure 5.16 View of the pilot project at Meers, with the gravel bar, lower floodplain herbaceous vegetation and forest development.

De combinatie van graasintensiteit en graasgevoeligheid leidt voor elk ecotoop in het gebied tot een specifieke fixatie, vertragen of onbeïnvloed laten van de successie. Dit ruimtelijk patroon van begrazingsinvloed wijzigt in de successiestappen, zodat een iteratieve module gecreëerd is die elke tijdsstap doorloopt.

## Validatie van het model

Een gebiedsdekkende validatie is onmogelijk gezien het overwegend landbouwkundige gebruik van het gebied. De huidige natuurterreinen in het gebied die een validatie zouden toelaten, liggen tevens overwegend in verstoorde milieus (heraangevulde grindwoningen achter hoge zomerdijken). Op kleine schaal is een beoordeling wel mogelijk:

Het proefproject van Meers geeft na 8 jaar een beeld van de ontwikkelingen in de dynamische zones van grindbanken en lage oevers. Het beeld dat ECODYN genereert van 10 jaar ontwikkeling, toont een vergelijkbare ruimtelijke ecotoopbegrenzing als in het veld of op luchtfoto af te leiden valt (figuur 5.17). De ecotopen die voorspeld worden komen ook goed overeen met de waarnemingen in het terrein. Op het eiland tegen de rivier zijn hoge grindbanken en zandruigen aanwezig op de stroomopwaartse kop van het eiland. Verderop is er de overgang vanaf de ondiepe bedding naar de grindbank, de lageweerdruigte en het ontwikkelend struweel bovenop het eiland (figuur 5.16). Aan de landzijde van de plas ontwikkelt lage oeverruigte gedomineerd door Beklierde duizendknoop (*Polygonum lapathifolium*) en op luwe zones zachthoutstruweel, hogerop opgevolgd door ruig overstromingsgrasland met Fioringras (*Agrostis stolonifera*) en Rietgras (*Phalaris arundinacea*) en verder overgaand in Bijvoet-hogeweerdruigte.



Figuur 5.17 De ontwikkeling van ecotopen zoals voorspeld met ECODYN, verschijnt in het pilotproject Meers duidelijk op het terrein.

Figure 5.17 ECODYN output and areal view of the pilot project at Meers.

De hogeweerdgrindbank en hogeweerdzandrug zijn dynamische afzettingmilieus op de hoge weerd die omwille van hun hoge natuurwaarde en specifieke tijd- en ruimtegebondenheid een interessant validatie-object vormen. Ze ontstaan bij hogere afvoergolven, waarbij de storingsinvloed van de zomerdijken niet meer van tel is. Deze pionierecotopen werden gekarteerd en geïnventariseerd na elk hoogwater voor de periode 1994-2002. De verspreiding van de kensoorten van deze ecotopen werd voor de volledige Maasvallei nagegaan. Kensoorten voor de hogeweerdgrind-zandruggen (Van Looy, 2000) zijn ook vaak kensoorten van de droge stroomdalgraslanden, het verdere successiestadium van deze pionierecotopen (Jansen & Schaminée, 2003). In een eerste stap werden de voorspelde plekken in het veld geïnventariseerd of ze effectief dat pionierecotoop vormen. In een tweede stap is voor de kensoorten met gekende verspreiding nagegaan in hoeverre ze ook binnen de voorspelde plekken te vinden zijn.

Tabel 5.5 toont het huidige beperkte voorkomen van deze ecotopen, slechts 12% van de oppervlakte, in vergelijking met de voorspelling (model). Wanneer we het aantal plekken bekijken waar in de veldinventarisatie nog kensoorten van de habitat aangetroffen werden, blijkt een groter overeenkomst (48%). Een selectie van de gemodelleerde plekken onder weiland/hooiland en natuuraareaal werd gemaakt omdat daar het landgebruik de ecotoopontwikkeling zou kunnen toelaten. Deze plekken tonen inderdaad 85% overeenstemming met de veldwaarneming van kensoorten (27/32 plekken). De grote oppervlakte in het model toont dus wel degelijk de grote potentie voor het ontwikkelen van deze ecotopen langs de Grensmaas. De afwijking in huidige oppervlakte is grotendeels te wijten aan het intensief landbouwgebruik van het gebied, waarbij hoge grind-zandafzettingen vlot worden genivelleerd en ingeploegd. De kensoorten werden dan ook vaak enkel op perceelsranden aangetroffen.

**Tabel 5.5 Oppervlakte en frequentie van gemodelleerde en gekarteerde pionierecotopen**  
**Table 5.5. Surface and frequency of modelled versus field mapped pioneer ecotopes.**

PIONIERPLEK	Oppervlakte (ha)		model	Frequentie van plekken	
	model	veld 2000		model	Veld met kensoorten
Hogeweerdgrindbank	44	11	23	12	10
Hogeweerdzandrug	114	8	33	20	17



Tabel 5.6 Voorspelde aandeel kensoorten gekarteerd in het gebied

Table 5.6 Percentage of predicted patches of typical species for the pioneer ecotopes, surveyed over the river reach.

Ecotoop	Kensoorten	Wetenschappelijke naam	# plekken	% voorspeld
<b>Hogeweerdgrindbank</b>	Wit vetkruid	<i>Sedum album</i>	9	78
	Muurpeper	<i>Sedum acre</i>	14	71
	Tripmadam	<i>Sedum reflexum</i>	3	100
	Ronde ooievaarsbek	<i>Geranium rotundifolium</i>	6	100
	Steenhoornbloem	<i>Cerastium pumilum</i>	6	66
	Eironde leeuwebek	<i>Kickxia spuria</i>	3	33
<b>Hogeweerdzandrug</b>	Grote tijm	<i>Thymus pulegioides</i>	2	100
	Zacht vetkruid	<i>Sedum sexangulare</i>	6	66
	Kandelaartje	<i>Saxifraga tridactylites</i>	4	50
	Rozetkruidkers	<i>Lepidium heterophyllum</i>	2	50
	Plat beemdgras	<i>Poa compressa</i>	8	87
	Sikkelklaver	<i>Medicago falcata</i>	5	100
	Veldsalie	<i>Salvia pratensis</i>	5	80
	Wondklaver	<i>Anthyllis vulneraria</i>	2	100

Ook in de omgekeerde validatie-oefening voor het voorkomen van de specifieke kensoorten in gemodelleerde plekken blijkt de voorspelling vrij goed te zijn (tabel 5.6). Voor de soorten die enkel dicht bij de rivier aanwezig zijn zoals Grote tijm (*Thymus pulegioides*), Sikkelklaver (*Medicago falcata*), Ronde ooievaarsbek (*Geranium rotundifolium*), Wondklaver (*Anthyllis vulneraria*) en Veldsalie (*Salvia pratensis*), liggen de scores zeer hoog. Soorten zoals Eironde leeuwebek (*Kickxia spuria*) en Kandelaartje (*Saxifraga tridactylites*) scoren lager aangezien een aantal standplaatsen ontstaan zijn door grindwinning, en dus niet door het riviermodel voorspeld kunnen worden.

## Toepassing

De toepassing van ECODYN voor het Cumulatieve Vlaams-Nederlandse Ontwerp voor de Grensmaas toont de mogelijkheden van het model (Van Braeckel & Van Looy, 2004). De mate van detail van de resultaten maakt een uitgebreide evaluatie mogelijk. De voorspelde ecotoopverdeling stemt goed overeen ten aanzien van het ecologische toetsingskader (Helmer & Klink, 1995) met eerdere inschattingen

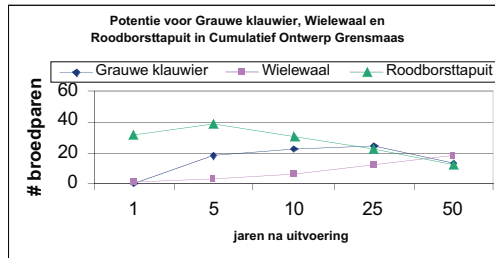
(Peters & Hoogerwerf, 2003). Er ontstaat een beeld van het riviergebied met een grote variatie aan ecotopen in het dynamische deel van de rivier en een grotere uniformiteit in de hoge weerden (figuur 5.18).



Figuur 5.18 ECODYN ecotoopvoorspelling voor het Vlaams-Nederlandse Grensmaasplan.

Figure 5.18 ECODYN result for the Common Meuse restoration project after 50 years.

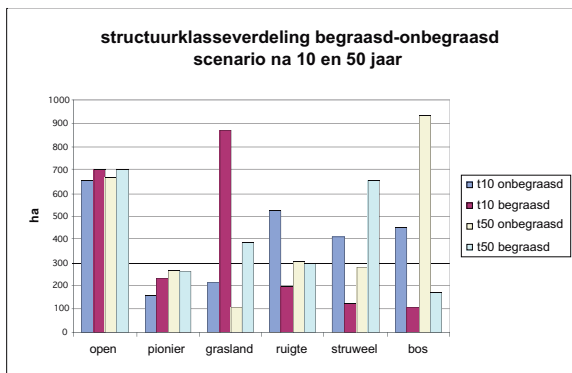
Naast een evaluatie ten opzichte van het vastgestelde ecologische toetsingskader, is een uitgebreide beoordeling op basis van doelsoorten (cfr. Duel et al. 1996) toegepast. De doelsoorten tonen het tijdsfacet van de successie en geleidelijke opbouw van een evenwicht tussen rivierpioniers en grasland- en bossoorten. Dit kan geïllustreerd aan de hand van enkele vogelsoorten die doorheen de ontwikkeling van 50 jaar na uitvoering van het Grensmaasproject de trends in de vegetatiestructuur volgen (figuur 5.19).



Figuur 5.19 Potentie voor een aantal broedvogelsoorten in de tijd bij uitvoering van het Grensmaasplan.

Figure 5.19 Potential breeding population of bird target species over a 50 year time span after river restoration.

De voorspelde ontwikkeling van bos en de terugzetting van successies in het riviergebied in tijd en ruimte zijn aspecten die in andere modelleringen veelal ontbreken. In het onbegraasde scenario voorspelt het model na 10 jaar 25% en na 50 jaar meer dan 50 % bos in het gebied (figuur 5.20). Met natuurlijke begrazing geraakt ook wel een derde van het gebied bebost na 50 jaar. De voorspelde structuurontwikkeling toont bij doorrekening van de ruwheid in het hydraulische model bij een maatgevende afvoerpiek een opmerkelijke daling van hoogwaterstanden in vergelijking met de voorheen gehanteerde vegetatieruwheid (een gemiddelde daling van 9cm over het gehele traject werd voorspeld!). Dit resultaat wordt toegeschreven aan de meer aanvaardbare voorspelde positie en vorm van ecotopen met hoge stroomweerstand. Het bevestigde de problematische, niet-accurate voorspelling van de ‘random’ ecotopengenerator.



Figuur 5.20 Vergelijking van vegetatiestructuur in begraasd en onbegraasd scenario in de tijd.

Figure 5.20 Vegetation structure repartitions in grazed and ungrazed conditions for different time span (10, 50 year) after river restoration.

## Beperkingen

De betrouwbaarheid en informatie van een modeluitkomst hangt nauw samen met de invoer. Aangezien we voor de opmaak van het model over uitgebreide, gedetailleerde informatie van het gebied beschikten (tabel 5.4), kunnen we ook voor de voorspelling doordringen tot op het schaalniveau van het ecotoop (1:5.000-1:25.000) (Klijn, 1994). Dit is het locale niveau van projecten en rivierherstelmaatregelen dat we beogen om varianten in afgravingsniveau en plaats van oeveringrepen te kunnen evalueren.

Beperkingen in betrouwbaarheid in de huidige vorm zijn de temporele aannamen die gebruikt worden binnen de successie- en begrazingsmodule. Hier is slechts beperkte informatie voorhanden waardoor de voorspelde ontwikkeling verder in de tijd onbetrouwbaarder wordt, anderzijds ook doordat uitgegaan wordt van de hydrodynamische berekening zonder rekening te houden met een veranderende morfologie. Goede morfologische modellen die de ontwikkeling van het terrein kunnen schetsen, zouden dan ook een waardevolle aanrijking vormen om de ecotoopvoorspelling in de tijd meer betrouwbaarheid te geven. Helaas blijken deze modellen voor riviersystemen met een gegradeerde bedding nog voor grote problemen te staan (Akkerman, 2003).

De beperking van de voorspelling is dus enerzijds afhankelijk van de nauwkeurigheid en mate van detail van de invoer, anderzijds is de stochasticiteit van het rivierregime een grote boosdoener om voorspellingen naar plaats en tijd te doen in het riviergebied. De afgelopen 10 jaar kreeg de Maas een 10-tal hoogwaters te verwerken met retourperiode 20 jaar. Desondanks werkten we bij deze modellering met een gemiddelde afvoertijdsreeks op basis van retourperiodes, waarmee het resultaat dus een generaliserend beeld geeft van de ontwikkelingen en variatie doorheen het gebied in de tijd.

## Conclusies

Met ECODYN volgen we de keuzen en opties die in zwang zijn voor het opmaken van modellen. Olf et al. (1995) pleitten al voor een meer dynamische aanpak in de expertsystemen waarin tot op heden overwegend statische correlaties toegepast worden. Wassen & Verhoeven (2003) onderstrepen tevens de kracht van specifieke modellen, aangezien modeloplossingen voor specifieke problemen, bruikbare elementen kunnen aanleveren voor complexere modellen (Van Oene et al., 2000). Scheffer & Beets (1995) verkiezen bovendien pragmatische benaderingen gebaseerd op eenvoudige empirische relaties aangevuld met expertkennis, eerder dan complexe simulatiemodellen van ecosysteemprocessen. Brede, multidisciplinaire modelbenaderingen worden tot slot zeer belangrijk geacht in het evalueren van doelstellingen van complexe planprocessen zoals rivierherstelprojecten (Van den Bergh et al. 2005; Watanabe et al. 2005). De opmaak van ECODYN trachtte gehoor te geven aan deze oproepen.

De resultaten van de toepassing van ECODYN zijn zeer bemoedigend. De met ECODYN gemodelleerde ecotoopgrenzen zien we in nieuwe ontwikkelingen zoals in het proefproject Meers mooi opkomen in het terrein. Ook de met ECODYN geschetste bosontwikkeling gaf een veel betrouwbaarder beeld dan de voorheen met een ecotopengenerator gecreëerde voorspelling. De resultaten voor het Grensmaasproject pakten positief uit voor de ruwheidsdoorrekening en hoogwaterberekeningen en gaven nieuw perspectief aan het vraagstuk van stroomweerstand en natuurontwikkeling. Het gaf tevens een bijkomende stimulans om met meer accurate modelleringen te gaan werken voor het verdere Planontwerp. Momenteel wordt het model verder verfijnd voor de doorrekening van locale projecten, waarbij ingrepen en varianten gedetailleerd in de modellen worden ingebracht. Met de verfijnde modelvorm en meer gedetailleerde invoergegevens worden de komende jaren de Grensmaas-ingrepen over beperkte deelgebieden gemodelleerd. Verbeteringen zijn voorzien in de begrazingsmodule en de successiemodule vanuit validering aan de hand van de terreincampagnes van de afgelopen jaren en de monitoring van pilootprojecten (Van Looy 2005). De toepassing van ECODYN-varianten op andere rivier(traject)en of natuurontwikkelingsprojecten (bv. vergravingen) behoort eveneens tot de mogelijkheden.