

RUIGTEN, RUWHEDEN EN RIVIERMODELLEN IN DE GRENSMAAS

Marniks Maris & Anne Wijbenga, De Maaswerken/Rijkswaterstaat directie Limburg, Postbus 1593, 6201 BN Maastricht
Peter Jesse & Noël Geilen, RIZA, Postbus 17, 8200 AA Lelystad

Voor de komende jaren is het de uitdaging om de hoogwaterbescherming te combineren met het ecologisch herstel van onze rivieren. In de meeste situaties zal dit gepaard gaan met een veranderend landgebruik in de uiterwaarden. Dit heeft niet alleen ecologische effecten, maar ook gevolgen voor de afvoercapaciteit van de rivier. In de huidige situatie worden de uiterwaarden vooral benut als productiegrasland en akker. Deze begroeiing is in de winter, het hoogwaterseizoen, vrij laag en heeft daarmee een lage stromingsweerstand. Bij natuurontwikkeling ontstaat over het algemeen een veel hogere en daarmee veel ruwere vegetatie die opstuwung kan veroorzaken met hogere rivierwaterstanden als gevolg. Het resultaat kan een verslechtering van het veiligheidsniveau zijn, hetgeen in onze maatschappij niet acceptabel is. Het succes bij het bieden van hoogwaterbescherming gecombineerd met ecologisch herstel van de rivieren, zal dus afhangen van de mate waarin men erin slaagt met deze schijnbare tegenstelling om te gaan. Langs de Grensmaas zal de verruwing, die door natuurontwikkeling te verwachten is, op veel plaatsen ruimschoots worden gecompenseerd door weerdverlaging en stroomgeulverbreding. Maar niet op iedere locatie zal de rivierverruiming even royaal zijn. Daar dringt zich dan ook de vraag op: hoe ruig mag het worden voordat de rivierbeheerder aan de bel trekt?

NATUURONTWIKKELING LANGS DE GRENSMAAS

Natuurontwikkeling is een van de drie doelstellingen van het Grensmaasproject, naast hoogwaterbescherming en grindwinning. Door oppervlakkige grindwinning wordt het rivierbed verbreed en is het de bedoeling dat natuurlijke processen, zoals die zich van nature in een vrij afstromende grindrivier afspelen, worden gereactiveerd. Het weer tot leven wekken van natuurlijke processen zoals vrije meandering, erosie, sedimentatie, eilandvorming, spontane vegetatieontwikkeling en natuurlijke begrazing, is de sleutel tot het herstel van het oorspronkelijke rivierecosysteem.

Behalve het herstel van ondiepe waterhabi-

tats, interessant voor vissen en waterplanten, ontstaat er in de brede oeverzone een dynamisch systeem van nevengeulen, eilanden, stroomversnellingen en waterpoelen dat interessant is voor vogels van oever- en watermilieus. Hogerop ontstaan grote oppervlaktes zand en grind waarop zich struwelen kunnen ontwikkelen en een enorme kruidenrijkdom kan ontstaan. Nog hogerop blijft de weerd onvergraven, dat wil zeggen de natuur ontwikkelt zich op de huidige bodem. Hiervoor moet eerst de landbouw plaats maken voor natuur, maar nadat deze functiewijziging is voltrokken biedt dit gebied goede kansen voor de ontwikkeling van hardhoutooibos en ruigten. Al met al zal er een rijke gradiënt van nat naar droog en van veel naar weinig rivierdynamiek ontstaan (MARIS, 2001).

RUIGTEN, ONMISBARE SCHAKEL IN HET RIVIERECOSYSTEEM

Een natuurlijk riviersysteem wordt onder andere gekenmerkt door de aanwezigheid van ruigten en bossen. Ruigte is een breed begrip en ruigten zullen in vele gedaanten en overal verspreid in het Grensmaasgebied een onderdeel vormen van het ecosysteem. Met ruigten worden in deze context de wat meer productieve, meer dan heuphoge vegetaties van een- of meerjarige grassen en kruiden, al dan niet vermengd met enige opslag van houtige soorten bedoeld.

Ruigten zijn een onmisbare schakel in het ecosysteem. Ruigten herbergen in de eerste plaats een veelheid aan plantensoorten. Ze vormen een rijke bron van voedsel en bieden beschutting tegen wind en regen aan vele organismen. Verder zijn ruigten het broedbiotoop voor vogels zoals de Bosrietzanger en een belangrijk overwinteringsbiotoop voor insecten. Ruigten vormen de wintervoedselvoorraad voor de grazers ('hooi op stam') en tenslotte zijn de overgangen naar lagere (grasweiden) en hogere (struweel en bos) vegetaties belangrijk voor bijvoorbeeld de temperatuursregulatie van hagedissen en voor de oriëntatie van vliegende insecten zoals dagvlinders (zie ook bijdragen van G. Kurstjens, J. Lambrechts, en J. Boeren elders in dit nummer). Ook zijn deze structuurovergangen interessant voor bijvoorbeeld jagende vleermuizen. Samengevat is de biologische rijkdom van ruigten enorm en vervullen zij een belangrijke functie in het totale rivierecosysteem.

RUIGTEN IN HET TOEKOMSTIGE GRENSMAASGEBIED

Na uitvoering van het project Grensmaas zullen zich in het gebied gelet op de grondsoorten, de bodemvochtigheid en de rivierdynamiek, droge schrale ruigten, droge tot matig vochtige voedselrijke ruigten en natte voedselrijke ruigten ontwikkelen.

De droge schrale ruigten, met soorten als Wilde marjolein (*Origanum vulgare*), Maasraket (*Sisymbrium austriacum* subsp. *chrysanthum*), Slangenkruid (*Echium vulgare*), Wilde bertram (*Achillea ptarmica*) enzovoort, staan op zandig-



FIGUUR 1
Droge ruigte, hier in Kerkeweerd, met Slangenkruid (*Echium vulgare*) en Zwarte toorts (*Verbascum Nigrum*) (foto: M. Lejeune).



FIGUUR 2
Voedselrijke akkerdistelruigte (foto: M. Lejeune).

grindige bodem (figuur 1) en zullen zich, onder invloed van de extensieve begrazing, mozaïeksgewijs ontwikkelen. Doordat de deklaag wordt verwijderd en de rivierverruiming onder een hele flauwe hellingshoek wordt uitgevoerd, komt het schrale zand en grind aan de oppervlakte te liggen. Deze ruigten hebben een vrij ijl karakter en ook zal de successie bij tijd en wijle worden onderbroken door erosie of sedimentatie tengevolge van hoogwater. Deze dynamiek is gewenst en vormt de motor achter het verjongingsproces dat nodig is om dergelijke ruigten in stand te houden.

De droge tot matig vochtige voedselrijke ruigten zullen tot ontwikkeling komen op het areaal onvergraven natuur, de gronden waar geen graafwerkzaamheden zijn voorzien maar die wel van functie veranderen. Veelal is het huidige grondgebruik agrarisch, voornamelijk akkerbouw, maïs en een weinig grasland. Door dit agrarische verleden is de grond op de meeste plaatsen (zwaar) bemest. De bodem bestaat hier overwegend uit zavel of lichte klei, grondsoorten die van nature voedselrijk zijn. Deze voedselrijke omstandigheden staan garant voor hoogproductieve en dichte vegetaties, 'zware' ruigten dus. Hierbij moet gedacht worden aan brandnetelruigtes en/of akkerdistelruigtes (figuur 2), aardpeerruigtes, grazige ruigten (van bijvoorbeeld kweekgras en hoge zwenkgrassen) en ruigten van klis. Interessante soorten die in deze ruigten kunnen voorkomen zijn bijvoorbeeld Donzige klit (*Arctium tomentosum*), Knikende distel (*Carduus nutans*) en Groot of Klein Warkruid (*Cuscuta europaea* of *C. epithymum*). De natte ruigten treffen we vooral aan op de vochtigste delen van de dekgrondbergingen (grindputten die zijn opgevuld met de vrijkomende deklaag uit het gebied) en verspreid liggende slenken en laagtes die periodiek onder water staan (figuur 3). De ruigten die zich hier

zullen ontwikkelen worden gedomineerd door soorten als Liesgras (*Glyceria maxima*), Rietgras (*Phalaris arundinacea*), lisdoddes (*Typha spec.*), Riet (*Phragmites australis*), Grote kattenstaart (*Lythrum salicaria*), Harig wilgeroosje (*Epilobium hirsutum*) en Moeraszegge (*Carex acutiformis*). Kale jonker (*Cirsium palustre*), Poelruit (*Thalictrum flavum*), Moeraspirea (*Filipendula ulmaria*) en Voszegge (*Carex vulpina*) vormen een greep uit de interessante soorten die zich in dergelijke milieus kunnen vestigen. Naast deze kruidachtige ruigten, die 's winters grotendeels afsterven, zullen op de genoemde standplaatsen ook houtige ruigten van bramen of rozen kunnen ontstaan.

Tabel I maakt duidelijk hoeveel hectares ruigte verwacht mogen worden in het Grensmaasgebied. Uitgaande van de drie verschillende 'hoofdgroepen' ruigten en de standplaatsen waar ze kunnen worden verwacht, is een percentage geraamd dat met de betreffende ruigte begroeid zal raken. De voorspelde oppervlakte van 660 hectare dynamische ruigte in het Grensmaasgebied zal verspreid in het gebied en verdeeld over grote en kleine clusters voorkomen. De rest zal begroeid raken met andere begroeiingstypen zoals bloemrijke (stroomdal) graslanden, diverse struwelen, zacht- en hardhoutoobossen of onbegroeid blijven (met name de dynamische oevermilieu's).

Waar ieder vegetatietype ontstaat is moeilijk te voorspellen; het patroon wordt immers bepaald door rivierdynamiek en de begrazingsinvloed en zal bovendien voortdurend wijzigen.

HOOGWATERBESCHERMING

De wet op de Waterkeringen schrijft voor dat om de vijf jaar moet worden getoetst of het beoogde beschermingsniveau nog aan-

wezig is. Dit betekent dat om de vijf jaar de invloed van begroeiing in beeld moet worden gebracht. Ook worden om de vijf jaar de maatgevende waterstanden (= een afgeleide van de veiligheidsnorm) opnieuw bepaald. Het beheer van het rivierengebied was er tot voor kort op gericht de afvoercapaciteit van de rivier in stand te houden, wat erop neer kwam dat opschietende begroeiing werd gemaaid of gekapt voordat het tot enige wasdom kon komen. De veiligheidsnorm was over het algemeen gebaseerd op een rivier met één hoofdgeul en weinig begroeiing. Dat was de situatie na de ingrijpende wijzigingen in het rivierenstelsel in de 19^e en 20^e eeuw, nadat zich veel overstromingen hadden voorgedaan. De rivier was ingebed in een agrarisch landschap waaruit de natuurlijke be-



FIGUUR 3
Natte ruigte met onder andere Gele lis (*Iris pseudacorus*), Rietgras (*Phalaris arundinacea*), wilgen (*Salix spec.*), Zwarte els (*Alnus glutinosa*) (foto: K. Van Looy).

groeiing verdwenen was. Deze stabiele situatie, met de topwaterstanden die daarbij hoorden, was maatgevend voor de veiligheidsnorm en daarmee voor de bepaling van de hoogte van de dijken en kades. Sinds het hoogwater van 1995 geldt als beleid dat indien het hoogwaterbeschermingsniveau onvoldoende is, er eerst wordt gezocht naar maatregelen die de rivier meer ruimte geven, waardoor meer water kan worden afgevoerd en de maatgevende waterstanden dalen. Als sluitstuk mag het instrument dijk- of kadeverhoging worden ingezet (Beleidslijn 'ruimte voor de rivier' (MINISTERIE VROM & VENW, 1996)).

Voor het onbedijkte (oftewel bekade) deel van de Maas (van Eijsden tot Boxmeer (linker oever) en tot Mook (rechter oever) is gebleken, afgaande op de hoogwaters van 1993 en 1995, dat de werken naar aanleiding van het hoogwater van 1926, geen bevredigende hoogwaterbeheersing hebben bewerkstelligd. De uitvoering van de "Maaswerken", onder andere het Grensmaasproject moet hierin verbetering brengen (figuur 4).

NATUURONTWIKKELING EN VEILIGHEID

Meer natuur in het rivierbed mag in elk geval niet leiden tot een verslechtering van het veiligheidsniveau. Over het algemeen zullen natuurontwikkelingsprojecten in het rivierbed daarom ook gepaard gaan met andere maatregelen die de waterstand weer verlagen, zoals het verbreden van de stroomgeul (het zomerbed) en/of het verlagen van de weerd (het winterbed). Aldus creëert men overruimte. Dat geldt ook voor de plannen voor de Grensmaas. Doordat de verruiming van de rivier groter is dan voor de gewenste hoogwaterbescherming nodig is, is er ruimte om natuur tot ontwikkeling te laten komen. Voor de berekening van het eventuele waterstandsverhogende effect van de begroeiing is vooraf een prognose gemaakt van het vegetatiepatroon wanneer dat tot volle wasdom is gekomen. Op basis van deze prognose worden waterstands-berekeningen uitgevoerd. Met dit in het achterhoofd is het zowel voor de planvorming als het beheer van rivieren van belang goed inzicht te hebben in de mate waarin begroeiing de waterstand beïnvloedt. In dit artikel gaan we nader in op de methodiek die het verband aangeeft tussen een feitelijke vegetatietoestand en de waterstand die daaruit (modelmatig) wordt

TABEL I
Ruigteprognose in het Grensmaasplan.

	Totaaloppervlakte in GM-projectplan* (ha)	Oppervlak droge schrale ruigte (ha)	Oppervlak droge/matig vochtige voedselrijke ruigte (ha)	Oppervlak natte voedselrijke ruigte (ha)
zand/grind biotopen**	524	183 (35%)		
Onvergraven natuur	477		239 (50%)	
Kleibergingen + natte laagtes***	398			239 (60%)

* oppervlaktes conform Eindplan Grensmaas, excl. Vlaamse locaties.

** inclusief geschatte oppervlakte van 12 ha te sparen grindeilanden.

*** inclusief geschatte oppervlakte van 100 ha natte laagte; dit overlapt met de andere categorieën.

afgeleid. Deze informatie helpt ons de voorspellingen zo betrouwbaar mogelijk te doen en het rivierbeheer te optimaliseren.

STAPPENPLAN VOOR WATERSTANDS-BEREKENINGEN

Om het effect van de huidige of toekomstige begroeiing op de waterstand te bepalen worden een aantal stappen gezet die in tabel II zijn samengevat.

Allereerst dient inzicht te worden verkregen in de in het gebied aanwezige begroeiing. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van luchtfoto's waarop de vlakken worden ingetekend met min of meer gelijke begroeiing. Om deze vlakken te benoemen hanteert Rijkswaterstaat het begrip ecotopen. Ecotopen zijn ruimtelijk te begrenzen ecologische eenheden, waarvan de samenstelling en ontwikkeling wordt bepaald door de abiotische, biotische en antropogene condities ter plaatse. Een ecotoop is een herkenbare, min of meer homogene landschappelijke eenheid (WOLFERT, 1996). Voorbeelden van ecotopen zijn nevengeul, zachthoutoobos of moeras. Figuur 6 toont een luchtfoto en een weergave van de resulterende ecotopenkaart.

De stromingsweerstand van een ecotoop is afhankelijk van de hoogte van de vegetatie en de dichtheid en dikte van takken en stengels. Water dat over gras stroomt, stroomt makkelijker weg dan water dat weg moet stro-

men door bijvoorbeeld oobossen (zie ook figuren 5 en 7). Het aangestroomd oppervlak (het oppervlak "waartegen het water aan stroomt") is in een oobos groter dan in een grasland. De structuur van vegetaties is van invloed op het 'gemak' waarmee water er over- of doorheen stroomt. Wanneer het water minder makkelijk wegstroomt stuwt het bovenstrooms op, met hogere waterstanden als gevolg. Zonder aanvullende maatregelen zou het beschermingsniveau tegen overstroming verminderen.

De stromingsweerstand of ruwheid van een ecotoop wordt uitgedrukt in de zogenaamde Nikuradse zandruwheid. Op basis van literatuuronderzoek en/of metingen is van ieder ecotoop een gemiddelde waarde bepaald onder winteromstandigheden (zie ook figuur 7). De winter is immers de periode waarin doorgaans de meeste kans op hoge afvoeren bestaat. Op basis van de ruwheden van de verschillende ecotopen kan vervolgens een weerstandskaat van het gebied gemaakt worden. Deze kaart is één van de invoergegevens voor het simulatiemodel (het rekenmodel WAQUA). Met dit wiskundige model kunnen, gegeven een bepaalde afvoer, de resulterende waterstanden in het gebied worden bepaald. Andere invoergegevens voor het model zijn onder andere de bodemhoogte en de hoogte en ligging van de kades. Het resultaat van de berekening of simulatie is een grafische weergave waarop zichtbaar



FIGUUR 4
Overzicht van de verruimde Maas bij Meers (foto M. Lejeune).

is waar het beschermingsniveau toereikend is en waar het eventueel onder de maat is. Indien het laatste het geval is zal door beheermaatregelen of ingrepen in het rivierbed het doorstroomprofiel moeten worden verruimd. Idealiter zijn de waterkeringen precies hoog genoeg. Een verdere toename van de stromingsweerstand, al dan niet door begroeiing veroorzaakt, zal dan snel tot minder bescherming tegen hoogwater leiden. Onder die omstandigheden is de vraag hoe ruig mag het worden snel beantwoord: zonder gelijktijdige rivierverruiming niet ruiger dan het is.

BEHEER

De natuur is steeds in ontwikkeling en kan dus het afgesproken beschermingsniveau aantasten. Als blijkt dat op bepaalde plaatsen het beschermingsniveau niet meer wordt gehaald, zijn maatregelen in de zin van beheer en onderhoud nodig. Voor natuurgebieden is het een interessante vraag hoe doe je dat dan? Intensiever begrazen? Kappen of maaien? Of wellicht aanvullende rivierverruimende maatregelen. Een veelbelovende aanpak lijkt het cyclisch beheer, dat wil zeggen dat we ons menselijk handelen zo veel mogelijk richten naar het voorbeeld van de natuurlijke dynamiek van vegetaties in ongestoorde riviersystemen.

DISCUSSIE

Door een beter inzicht in de relatie tussen vegetatieontwikkeling en de gevolgen voor hoogwaterbescherming kan zowel bij de inrichting als het beheer van rivieren een goede koppeling tussen ecologische doelen en veiligheidsdoelen tot stand worden gebracht. Met behulp van modellen kan de invloed van de vegetatie op de waterstand worden bere-

TABEL II

Stappenplan voor het bepalen van de invloed op de waterstand.

stap	Activiteit	op basis van / met behulp van
1	Vegetatiegrenzen aanduiden	Luchtfoto-interpretatie
2	Ecotopen benoemen	RWES*
3	Stromingsweerstand of ruwheid bepalen	Handboek ruwheid vegetatie**
4	Waterstanden modelmatig berekenen	WAQUA***
5	Eventueel beheermaatregelen uitvoeren	
*	RijksWaterenEcotopenStelsel (WOLFERT, 1996).	
**	Rapport "Stromingsweerstand van vegetatie in uiterwaarden" (VAN VELZEN <i>et al.</i> , 2002).	
***	Naam van het rivierkundig rekenmodel.	

kend. Hiermee kan bepaald worden of zich onwenselijke situaties vanuit de veiligheid kunnen gaan voordoen.

Benaderen deze modellen nu ook goed de werkelijkheid? Het lijkt ons goed om met een kritische blik de materie nog eens te beschouwen en enige punten voor discussie aan te dragen.

VEGETATIEMOZAIEK

Allereerst rijst de vraag of de methode ook werkbaar is in zeer kleinschalige vegetatiemozaïeken, waarbij homogene vlakken eerder uitzondering dan regel zijn (bijvoorbeeld in extensief begraasde landschappen). Kunnen dergelijke landschappen goed vanaf luchtfoto's worden geïnterpreteerd? Leent deze landschapsschaal zich wel voor de vrij grove schaal waarmee de ecotopenkaarten in het riviereengebied worden toegepast? De gehanteerde indeling in homogene landschappelijke elementen is optimaal inzetbaar op een schaal van 1:10.000 en grover. Dit betekent automatisch dat kleine elementen niet op de ecotopenkaarten weergegeven zullen worden. Wat betekent dit voor de ruwheidsberekeningen en de waterstanden? Het blijkt dat kleine patroonverschillen (bijvoorbeeld gras - ruigte) niet veel effect hebben aangezien het hoogteverschil in de winter vrij beperkt is (VAN VELZEN & KLAASSEN, 1999). Voor patroonverschillen met grote hoogteverschillen (bijvoorbeeld gras - bos)

zal dit wel degelijk enig effect hebben. De vraag is echter of zo absoluut met de koppeling ecotoop - ruwheid omgegaan moet worden. Het ligt veel meer voor de hand binnen trajecten berekeningen uit te voeren (is tevens de praktijk). Hierdoor worden verschillen uitgemiddeld. Hierdoor ontstaat ook meer ruimte voor allerlei ontwikkelingen aangezien binnen een traject ruimte gezocht kan worden voor compensatie.

ZELFREINIGEND VERMOGEN

Kan er, en zo ja hoe, rekening worden gehouden met het 'zelfreinigend vermogen' van de rivier? Een snelstromende grindrivier zoals bijvoorbeeld de Grensmaas laat bij hoogwaters enorme krachten zien. Ruigten worden platgedrukt door snelstromend water en soms zelfs weggevaagd.

Indien dergelijke informatie beschikbaar is en toepasbaar gemaakt kan worden in bijvoorbeeld de ecotoopkaarten of de ruwheidswaarden kan het verder gewoon in de methodiek worden meegenomen. Het zal echter moeilijk blijken dit facet gedifferentieerd in te vullen voor een gebied, daar de standplaats (in stroomluwte of in de stroomvoering) van grote invloed zal zijn op dit proces.

STROMENDE BERGING

Ruwe begroeiingen kunnen ook positieve effecten hebben op de waterstanden. Bossen en ruigten kunnen hoogwaterpieken afvlakken en/of kunnen de stroomsnelheid temperen waarmee een effect van stromende berging ontstaat. Komen dergelijke voordelen wel goed tot uiting in de methodiek?

Methodisch is het geen probleem om hiermee rekening te houden. Met betrekking tot de Grensmaas kan het principe van stromende berging vooral een rol spelen op de toevoerende beken en bovenstrooms in België en Frankrijk. Voor de Grensmaas zelf zou op veel grotere schaal natuurontwikkeling doorgevoerd moeten worden.



FIGUUR 5
Water stroomt
makkelijker weg over gras
dan door een oobos (foto:
A. van Winden).



FIGUUR 6
Luchtfoto bij IJtteren en ecotopenkaart van hetzelfde gebied.



Ecotopen bij IJtteren

PROGNOSES VEGETATIEPATRONEN

Is bij nog uit te voeren natuurontwikkelingsprojecten de prognose van het toekomstige vegetatiepatroon wel juist? Zijn er verbeteringen mogelijk in de wijze waarop dergelijke ecotopenkaarten tot stand komen? Dit is belangrijk omdat in de planvorming de dimensionering van het doorstroomprofiel onder andere wordt afgestemd op de begroeiingsweerstand en de hiermee verbonden waterstanden. In het ontwerpstadium kan dit deels worden opgevangen door gevoeligheidsanalyses, bijvoorbeeld door meerdere berekeningen te doen met andere ecotopenverdelingen over het gebied met natuurontwikkeling. Hierdoor ontstaat een bepaalde bandbreedte van de invloed van de vegetatie op de stroming zodat een betrouwbaardere voorspelling kan worden gedaan.

SEIZOENINVLOED

En last but not least. Zijn de gehanteerde weerstandswaarden wel realistisch? De

dichtheid en hoogte van een vegetatie is afhankelijk van de locatie, het beheer (begrast of onbegrast) en het seizoen. Dit wordt geïllustreerd in figuur 8. Gedurende de wintermaanden neemt het ruige karakter van ruigten vaak sterk af (begrazing, afsterven of wegspoelen). De meetreeks met de grote variëteit aan natuurlijke begroeiingen is nog maar kort; de stromingsweerstand zijn nog slechts bij benadering bekend. Zowel bij een onder- als een overschatting van de ruwheid worden 'verkeerde' waterstanden berekend die ofwel tot overstromingsrisico's leiden ofwel dwingen tot voortijdig ingrijpen in de natuur. Met het langer worden van de meetreeks zal overigens automatisch 'finetuning' plaatsvinden. Echter, door regelmatige monitoring van de vegetatieontwikkeling kunnen in een vroeg stadium potentiële knelpunten opgespoord worden. Indien deze zich doorzetten in de tijd kan besloten worden in te grijpen of te compenseren.

Door optimalisaties in methode en modellen wordt het voor de rivierbeheerder mogelijk

om steeds nauwkeuriger de veranderingen in het rivierbed te registreren en het effect op de waterstand te bepalen, en kan men beter met bestaande onzekerheden omgaan. Mogelijk kunnen daardoor kleinere onzekerheidsmarges worden gehanteerd. Voor de natuurbeheerder wordt het steeds helderder binnen welke randvoorwaarden hij moet opereren.

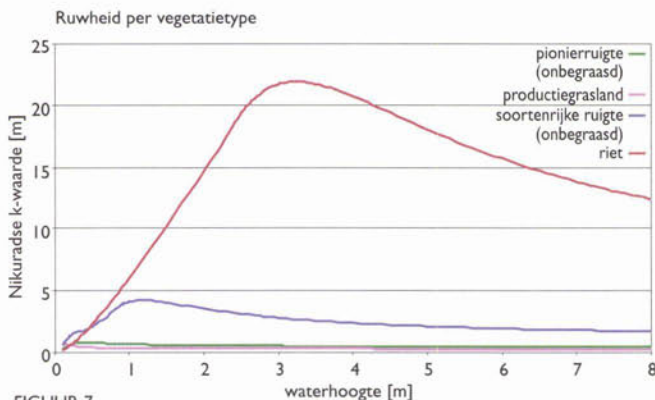
SUMMARY

ROUGH VEGETATIONS AND RIVER DISCHARGE MODELS

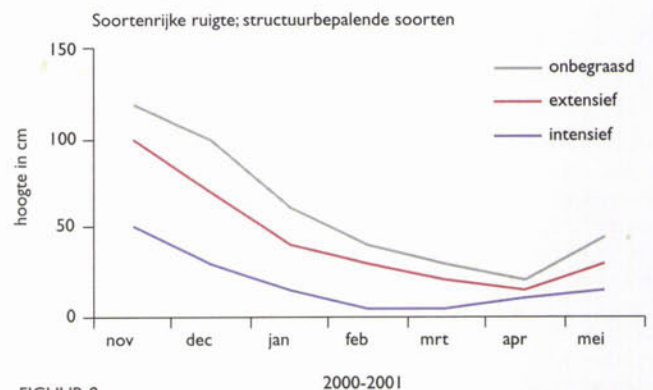
Habitat development and conservation often seem incompatible with flood protection. Habitat development projects often result in vegetation that is rougher than the existing agricultural production grasslands, which may lead to water congestion during high discharge events, thus endangering flood protection levels. Models can be used to calculate the influence of vegetation on water levels, which may improve our understanding of the relation between vegetation development and flood protection. This may allow an adequate balance to be achieved between ecological and safety targets.

LITERATUUR

- MARIS, M., 2001. Gloort er nog hoop ecologisch herstel van de Grensmaas? *Natuurhistorisch Maandblad* 90: 214-220.
- MINISTERIE VAN VROM & MINISTERIE VAN VENW, 1996. Beleidslijn Ruimte voor de rivier; Den Haag.
- VAN VELZEN, E.H. & G.J. KLAASSEN, 1999. Verspreide en aaneengesloten gebieden met begroeiing. Studie naar het effect van begroeiingspatronen. RIZA werkdokument 99.193X. RIZA, Lelystad.
- VAN VELZEN, E.H., P. JESSE, P. CORNELISSEN & H. COOPS, 2002. Stromingsweerstand van vegetatie in uiterwaarden. Deel II Handboek. RIZA werkdokument (in voorbereiding). RIZA, Lelystad.
- WOLFERT, H., 1996. Rijkswateren-Ecotopenstelsels; uitgangspunten en plan van aanpak. RIZA nota 96.050. DLO-Staringcentrum, Wageningen/RIZA, Lelystad.



FIGUUR 7
Gemiddelde ruwheid van een aantal vegetatietypen bij verschillende overstromingshoogtes (uit: VAN VELZEN et al., 2002).



FIGUUR 8
Verloop van de vegetatiehoogte in het winterseizoen onder invloed van begrazing (uit: VAN VELZEN et al., 2002).