

Monitoring van beekstructuren: methode voor het evalueren van beekherstelmaatregelen

1. Inleiding

Voor een efficiënte aanpak van beekherstelprojecten zal de waterbeheerder willen weten welke maatregelen tot het gewenste resultaat leiden en hoe snel. Hoewel er op vele plaatsen in Nederland een begin is gemaakt met het herstel van natuurlijke beeksystemen, zijn er nog steeds veel vragen over de dynamiek van beeksystemen en de invloed van herstelmaatregelen daarop. Het is dan ook zinvol om de ontwikkelingen in herstelde beektrajecten te volgen in een monitoringproject.



A. J. M. KOOMEN
DLO-Staring Centrum



G. J. MAAS
DLO-Staring Centrum



H. P. WOLFERT
DLO-Staring Centrum

Vele aspecten van het beekstelsysteem kunnen in een monitoringproject of -programma worden opgenomen [1]. Er blijken er echter twee te zijn die een hoge indicatieve waarde hebben in relatie tot de doelstellingen van beekherstel: beekstructuren en macrofauna. De evaluatie van de ontwikkeling van macrofauna wordt algemeen toegepast in het waterbeheer; bemonsteringsmethoden en toepassingsmogelijkheden zijn bekend [2, 3]. Voor monitoring van beekstructuren geldt dit niet. Beekstructuren of geomorfologische structuren van beken omvatten het reliëf en onderliggende substraat van beektracé, bedding en oevers; de structuren van de bedding worden ook wel substraatmozaïeken genoemd. Via erosie en sedimentatie is het ontstaan van deze structuren direct gerelateerd aan de hydrologische en hydraulische gesteldheid van een beek. Omgekeerd heeft een verandering in de structuur weer gevolgen voor de waterstroming en de waterstand. Monitoring van deze structuren voorziet dan ook in de behoefte aan informatie over de omvang van oevererosie in verband met bijvoorbeeld het aankopen van terrein langs de beek en over de depositie van door de beek getransporteerd materiaal in verband met mogelijke wateroverlast die dit teweeg kan brengen.

Samenvatting

Een methode voor monitoring van de ontwikkelingen van beekstructuren en habitats voor macrofauna wordt hier gepresenteerd, die gebruikt kan worden bij het evalueren van beekherstelmaatregelen. Centraal staat de opname van geomorfologische structuren van beektracé, beekbedding en beekoevers. In een selectie van representatieve delen van beektrajecten worden deze structuren gekarteerd op schaal 1:100. Daarbij wordt informatie over vormen, substraat en vegetatie weergegeven. De kartering wordt drie maal per jaar uitgevoerd. Tegelijkertijd worden dwarsprofielen ingemeten. Alle gegevens worden verwerkt met GIS-software. Voorbeelden worden besproken van de informatie die deze methode oplevert, over de geomorfologische ontwikkeling en het herstel van habitats, aan de hand van de ervaringen in drie herstelprojecten.

Tegelijkertijd verkrijgt men informatie over de ontwikkeling van habitats en daarmee over de potentiële geschiktheid voor macro-fauna, zelfs op vrij korte termijn. De structuren van bedding en oevers reageren namelijk relatief snel op veranderingen in de beek. Het inschatten van ecologische potenties is vooral relevant wanneer de ontwikkeling van levensgemeenschappen traag verloopt of achterwege blijft, bijvoorbeeld in het geval de waterkwaliteit nog niet optimaal is. Met het meten van veranderingen van structuren wordt dan toch een evaluatie van het rendement van maatregelen mogelijk: op korte termijn vooral voor de abiotische natuur- en landschapskwaliteit, op lange termijn voor de mogelijkheden van toekomstig ecologisch herstel.

In dit artikel zal een methode voor monitoring van beekherstel worden gepresenteerd, waarin de geomorfologische ontwikkeling en het proces van habitattherstel centraal staan. Na een ontwikkelingsfase, waarin de opzet is verkend met onderzoek in de Boekelerbeek (Twente) en de Ratumsche Beek (Achterhoek), wordt de methode momenteel toegepast in drie beekherstelprojecten waarin de meandering van de beek is hersteld door het graven van nieuwe meanders of het herstel van oude: Keersop/Gagelvelden, Bakelse Aa en Tongelreep/Achelse Kluis (alle drie in oostelijk Noord-Brabant). Aan de hand van de ervaringen in deze herstelprojecten (na ruim één jaar) wordt de meetmethode beschreven. Ook worden voorbeelden gegeven van de informatie die deze methode oplevert. Vervolgens wordt ingegaan op de beperkingen van de methode, waarna conclusies worden getrokken over de bruikbaarheid. Over de evaluatie van de verschillende maatregelen en ontwerpen in de genoemde projecten zal later worden gerapporteerd.

2. Meetmethode

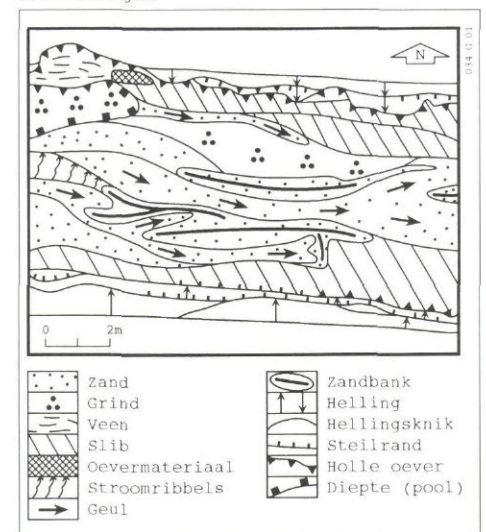
Geomorfologische kartering

Het karteren van abiotische structuren is binnen de geomorfologie een reeds lang

beproefde onderzoeksmethode. Door het in kaart brengen van de vorm en het substraat van verschillende elementen (terreinvormen) ontstaat een beeld van hun samenhang in een patroon. Juist dit levert informatie over ontwikkelingen en de werking van geomorfologische processen. Geomorfologische kaarten worden veel gebruikt voor de reconstructie van de landschapsgenese, en bij het inschatten van risico's voor erosie, hellingprocessen etc. Daarnaast wordt de informatie gebruikt bij de analyse van ecosystemen en de evaluatie van toekomstige ontwikkelingen daarin [4]. De toepassing van een gedetailleerde geomorfologische kartering bij beken is echter nieuw.

Bij deze kartering worden de vormen van de bedding (zoals poelen, geulen, banken, hellingen en steilranden) en de verdeling van het substraat (zoals grind, zand en detritus) in kaart gebracht (afb. 1). De legenda van de kaart is zo opgesteld dat zoveel mogelijk informatie verkregen wordt over de werking van de geomorfologische processen die actief zijn in de bedding en langs de oevers.

Afb. 1 - Fragment van de geomorfologische veldkaart van de Keersop in juli 1995. Zie afbeelding 4 voor de ligging in het meettraject.



Daartoe behoren afkalving onder invloed van de zwaartekracht en erosie en sedimentatie door stromend water [5].

Ook zijn de legenda-eenheden afgestemd op de eisen die de (macro)fauna stelt aan de beekhabitats, zodat de kaart ook informatie geeft over de (potentiële) geschiktheid voor levensgemeenschappen in de beek. Ook de aquatische vegetatie wordt gekarteerd.

Begrenzings van eenheden worden vanaf de oever exact ingemeten en ingetekend op een veldkaart (afb. 1). Veranderingen in beekstructuren zijn pas betrouwbaar te registreren wanneer er gedetailleerd wordt gewerkt. Gebleken is dat een kaartschaal van 1:100 geschikt is voor monitoring. Voor het inmeten worden om de twee meter piketten geplaatst, aan weerszijden van de beek.

Gekarteerd wordt het gedeelte van de beek dat overeenkomt met de 'bankfull discharge': de afvoer waarbij de beek nog net niet buiten haar oevers treedt. Boven- genoemde geomorfologische processen doen zich vooral voor in dit deel. Daarnaast wordt ook de depositie op de oevers en de vorming van scheuren in de bodem direct langs de oevers meegenomen in de kartering.

De intensiteit van de geomorfologische processen hangt af van de afvoer, de terrehelling, het sedimenttransport, het substraat en de vegetatie [5]. Wanneer deze variabelen in stroomafwaartse richting niet veranderen zullen bepaalde structuren, zoals die in een meander, zich vaak herhalen binnen het betreffende beektraject. Daarom hoeft niet het gehele traject gekarteerd te worden maar kan volstaan worden met een representatief deel: bij voorkeur een hele meander (dat is twee opeenvolgende bochten), zodat er informatie verkregen wordt over bochten en rechte delen van de beek. In een beekherstelproject moet gelet worden op de invloed van het ontwerp op bovengenoemde variabelen. Het te monitoren gedeelte moet ook representatief zijn voor het ontwerp van het hersteltraject, zoals dat tot uiting komt in bochtstralen, dwarsprofielen en eventuele overlaten.

Bij de Noord-Brabantse beken vindt de kartering in de eerste twee jaar drie maal per jaar plaats, om seizoensinvloeden mee te kunnen nemen. In maart is het effect van mogelijke hoge afvoeren in de winter te meten, terwijl de ruimtelijke verdeling van habitats dan een belangrijk gegeven is voor de eerste levensfase van veel beekorganismen. In juli doen de kleinste afvoeren zich voor en begint de aquatische vegetatie een rol te spelen bij de vorming van structuren. In november is deze vegetatie net over het hoogtepunt heen en kan

het effect van afvoerpieken veroorzaakt door zomerse onweersbuien op de beekmorfologie worden aangegeven.

Dwarsprofielen

De kartering van structuren levert geen kwantitatieve informatie over verticale veranderingen. Daarom wordt de kartering aangevuld met het meten van een aantal dwarsprofielen door waterpassing. Binnen de onderzochte meander, met een totale lengte variërend van 80 tot 150 m worden negen dwarsprofielen gemeten. Deze zijn zo geplaatst dat er zowel informatie wordt verkregen over de ontwikkelingen in de bochten als over die in de rechte trajecten daartussenin. De afstand tussen de profielen in de bochten is kleiner dan die in het deel tussen de bochten in, omdat de grootste variatie in structuren in de bochten optreedt.

Van alle profielen wordt de ligging ten opzichte van een aantal vaste meetpunten voor waterpassing ingemeten en in het veld vastgelegd, zodat de metingen op verschillende tijdstippen op exact dezelfde locatie kunnen worden uitgevoerd. De positie van de piketten voor de kartering is hieraan gekoppeld.

Evenals de kartering wordt de meting van dwarsprofielen drie maal per jaar uitgevoerd; de meting vindt altijd plaats (direct) ná de kartering, omdat de waterpassing enige (weliswaar tijdelijke) verstoring van de kleinschalige beddingstructuren met zich meebrengt.

Dataverwerking

De geomorfologische veldkaart wordt gedigitaliseerd en verwerkt in een GIS. Hiervoor wordt het software-pakket ARC/INFO gebruikt. De verzamelde informatie wordt zodanig opgeslagen dat er relevante selecties gemaakt kunnen worden: voor een analyse van de verschillende processen worden afgeleide kaarten gemaakt van de oever- en de beddingpatronen, en van de beddingsubstraten, of een combinatie van deze drie. De oppervlakte en lengte van eenheden kan automatisch worden berekend. De ontwikkelingen in de tijd kunnen worden gevolgd door vergelijking van de kaarten en berekende gegevens van verschillende opnamedata. Veranderingen in patronen kunnen worden gevisualiseerd en gekwantificeerd.

Ook de meetgegevens over de dwarsprofielen worden op deze wijze verwerkt. Elk profiel wordt getekend en kan worden vergeleken (ook kwantitatief) met een op een ander tijdstip gemeten profiel. De informatie over alle dwarsprofielen geeft een indicatie voor de verticale veranderingen in de gehele meander.

Aanvullend onderzoek

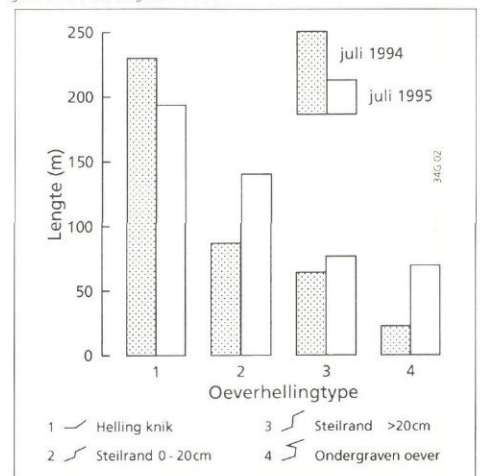
Naast de beekstructuren en de dwarsprofielen wordt bij de monitoring van de Noord-Brabantse beken een aantal andere aspecten op minder intensieve wijze gevolgd. Ter plekke van de meetlocatie worden stroomsnelheden eenmalig gemeten bij een grote en bij een kleine afvoer, en worden grondwaterstijghoogten geregistreerd. Waterstanden worden stroomopwaarts geregistreerd. Bij bovenstrooms en/of benedenstrooms gelegen zandvangen worden vijf dwarsprofielen gemeten, waardoor meer inzicht verkregen wordt in het totale zandtransport. Door mengmonsters wordt globaal de macrofauna van de beek onderzocht.

3. Voorbeelden van resultaten

Meandergedrag

Bij het meandergedrag gaat het vooral om de zijdelingse beweging van de beek als geheel: in hoeverre is de beek in staat haar eigen tracé te verleggen? Het meandergedrag hangt direct samen met het proces van oeverafkalving en erosie door stromend water [5]. Om de werking van deze processen te analyseren wordt in de kartering veel aandacht geschonken aan de vorm van de oever. De helling van de oever, hellingknikken daarin, steilrandjes, ondergraven oevers, beworteling en bodemmateriaal worden in kaart gebracht, en herleid tot een aantal verschillende oevertypen. Veranderingen in de lengte van deze typen geven een indruk van de geomorfologische ontwikkeling. De ontwikkeling van de oevers van de Keersop in het eerste jaar na herstel, is weergegeven in afbeelding 2. Duidelijk blijkt dat de totale lengte van grote steilranden en ondergraven oevers is toegenomen, terwijl die van kleine steilranden en hellingknikken is afgenomen. Er treedt erosie op. Uit de tussenliggende

Afb. 2 - De dynamiek van de oevers van de Keersop uitgedrukt in de lengte van de onderscheiden oevertypen in juli 1994 en in juli 1995.



metingen blijkt dat deze erosie vooral optreedt bij hoge afvoeren in de winter. Dat deze erosie een begin is van een geleidelijk verlopende ontwikkeling, blijkt uit het feit dat de totale oppervlakte van de beekbedding in dit jaar maar nauwelijks is toegenomen, ondanks de grote afvoeren in de tussenliggende natte winter. Verwacht kan worden dat dit proces zich zal voortzetten, maar dat het geen spectaculaire vormen zal aannemen. De dichte doorworteling en venige bodemopbouw spelen hierbij een rol.

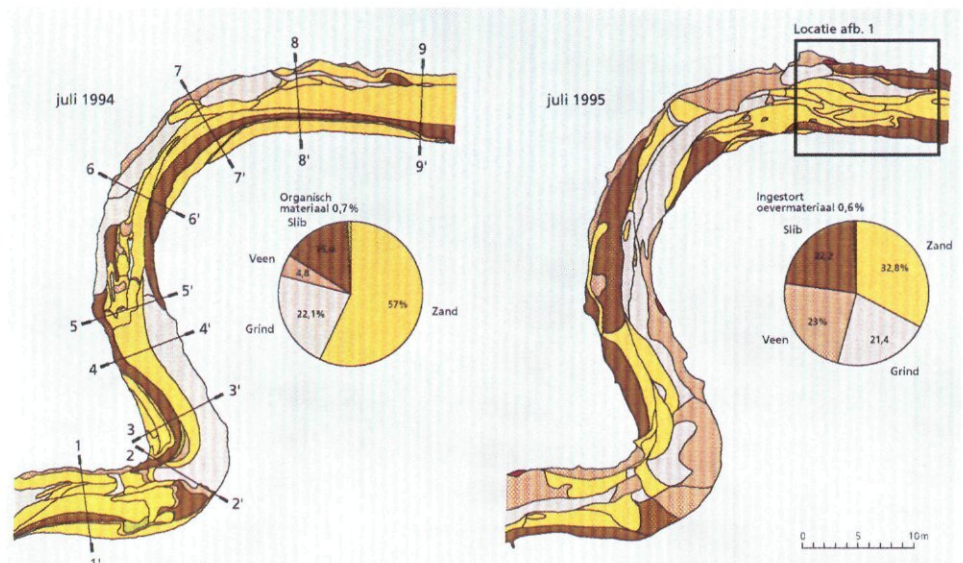
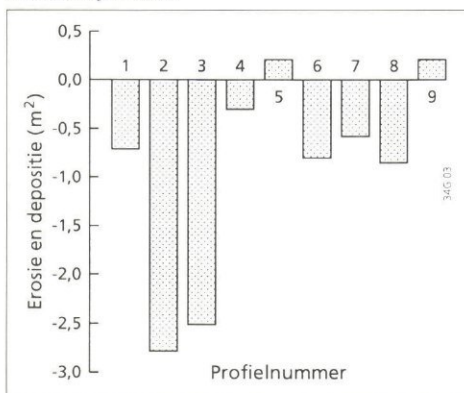
Sedimenttransport

Uit een vergelijking van de beddingstructuur van de Keersop, blijkt dat er zich in het eerste jaar na herstel ook in de bedding veranderingen hebben voorgedaan. In een groot gedeelte van de onderzochte meander breiden op erosie wijzende vormen zich uit, zoals pools (lokale diepere gedeelten in de bedding) die ontstaan door uitschuring, en grindbanken die als residu overblijven wanneer fijner materiaal wegspoelt. De variatie in ontwikkeling blijkt ook uit de dwarsprofielen (afb. 3): vrijwel overal treedt verticale erosie op, waarbij de netto-erosie in de bochten groter blijkt te zijn dan in de (relatief) rechte stukken daartussenin. De ontwikkeling van zowel de oevers als de bedding wijst er dus op dat het profiel van de beek zich aan het verruimen is. De snelheid van het proces van verticale erosie wordt duidelijk beïnvloed door de erosie-resistente veenlagen in de ondergrond. Mogelijk heeft dit ook gevolgen voor de snelheid van afkalving van oevers [5]. Verwacht kan worden dat er een stabilisatie optreedt wanneer ook deze tot voldoende diepte zijn afgevlakt.

Habitatherstel

Of bepaalde gedeelten van een beek een functie hebben voor organismen hangt onder andere af van de stroomsnelheid,

Afb. 3 - De dynamiek van de bedding van de Keersop zoals gemeten door opname van dwarsprofielen in juli 1994 en in juli 1995.



Afb. 4 - De verandering en oppervlakteverdeling van ecologisch relevante substraattypen in de Keersop in de periode van juli 1994 tot juli 1995.

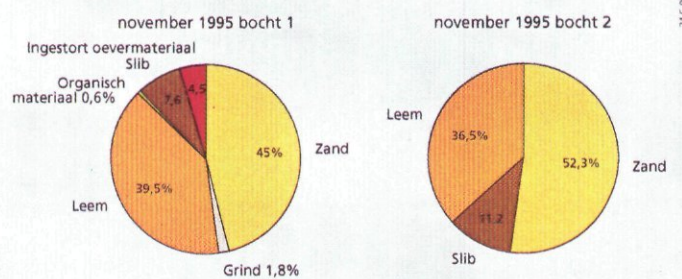
het zuurstofgehalte, de voedselrijkdom en de schuilmogelijkheden. Goede indicatoren hiervoor zijn het gekarteerde substraat (onderscheiden naar aard en textuur) en de vormen van de bedding. Veranderingen daarin geven een indruk van de gewijzigde leefomstandigheden. In afbeelding 4 wordt als voorbeeld gegeven de verandering in de verdeling van het beddingsubstraat van de Keersop tussen juli 1994 en juli 1995. De situatie van juli 1994 is opgenomen enkele maanden na de oplevering van het nieuwe tracé. Voordien bestond het substraat van de beek bijna geheel uit zand dat blijkens het patroon van stroomribbels aan de oppervlakte voortdurend in beweging was. Als substraat is dat voor veel organismen ongunstig. Duidelijk is te zien dat de diversiteit in de beekbedding door de maatregelen sterk is toegenomen. Ook blijkt dat de diversiteit in het jaar daarna nog groter is geworden. Voor een deel hangt dit samen met de groei van waterplanten in de (niet-beschaduwde) beek. De planten hebben zich snel gevestigd op de blootgespoelde veenlagen. Hun groei heeft gedurende 1995 de waterstroming sterk beïnvloed: habitats met een substraat van voedselrijk silt en nauwelijks stromend water zijn uitgebreid,

terwijl in de sneller stromende gedeelten daartussen veel zand is weggespoeld.

Evaluatie herstelmaatregelen

De toepassing van verschillende maatregelen (of van verschillende ontwerpen) kan gezien worden als een beïnvloeding van de variabelen die de structuur van een beek bepalen. Voor een evaluatie van maatregelen moeten dan ook beektrajecten onderzocht worden waarin de verschillende maatregelen zijn toegepast. Bij vergelijking van de meetgegevens kan dan worden nagegaan welke maatregelen het meest effectief zijn. Het monitoringproject waarin de drie Noord-Brabantse beken zijn opgenomen draait nu nog te kort voor een zinnige evaluatie. Wel blijken er al verschillen tussen de beken onderling. Een vergelijking van de substraten van de Tongelreep (afb. 5; november 1995) met die van de Keersop (afb. 4; juli 1994) laat duidelijk zien dat de materialen en de ruimtelijke verdeling van de substraten, enkele maanden na oplevering, verschillen. Het percentage ingestort oevermateriaal in de diagrammen van afbeelding 4 en afbeelding 5 geeft aan dat de afkalving in bocht 1 van de Tongelreep direct grotere vormen heeft aangenomen dan bij de

Afb. 5 - De oppervlakteverdeling van ecologisch relevante substraattypen van de Tongelreep in november 1995.



Keersop. Of deze verschillen zijn toe te schrijven aan de herstelmaatregelen of aan andere omstandigheden in het beekdal zal gaandeweg het onderzoek duidelijk worden.

4. Discussie en conclusies

Beperkingen

De belangrijkste beperking van de methode is gelegen in het feit dat een gedetailleerde geomorfologische kartering berust op visuele waarneming. Vooral bij de kartering van de beddingpatronen levert dit problemen op wanneer het water in de beek onvoldoende doorzicht biedt.

Bij beken met een gemiddelde afvoer van 4 m³/s blijkt een kartering nog mogelijk bij lagere waterstanden. Bij grotere en diepere beken is dit onderdeel niet meer toepasbaar. Momenteel vindt veel beekherstel echter plaats in kleinere beeksystemen. De ervaringen met maatregelen daar zijn wellicht te extrapoleren naar de grotere beeksystemen.

De kartering van de beekbedding en oevers vergt ook een vrij grote inspanning: een volledige meander kost circa 8 mensdagen. Wanneer dit niet haalbaar is, of wanneer men met hetzelfde budget de ontwikkelingen over langere tijd wil volgen, kan overwogen worden het aantal metingen te beperken. Uit de ervaringen in het monitoringproject in Noord-Brabant kan worden opgemaakt dat in een beperkt onderzoek de oevers in ieder geval gemeten moeten worden in maart omdat de belangrijkste geomorfologische veranderingen zich voordoen tijdens hoge afvoeren in de winter, en de bedding in juli omdat deze dan het meest nauwkeurig gekarteerd kan worden.

Daarnaast is gebleken dat het kiezen van een representatief gedeelte van het beektraject cruciaal is voor het slagen van een monitoringproject. Niet alleen de verschillende maatregelen zijn daarbij richtinggevend, maar zeker (en wellicht in de eerste plaats) de landschappelijke en bodemkundige variabelen die de patronen van de beek beïnvloeden. Vooral verschillen in bodemtype blijken tot grote verschillen in geomorfologische processen te leiden.

Meerwaarde

Op basis van de hier gepresenteerde voorbeelden van resultaten kan geconcludeerd worden dat met deze meetmethode een accurate en relatief snelle registratie van ontwikkelingen in beken mogelijk is. Daardoor ontstaat een beter inzicht in de dynamiek van beken, de bijbehorende processen en de achterliggende oorzaken van veranderingen. Speciaal de mogelijkheid om ontwikkelingen van diverse aard met elkaar in verband te brengen, zoals

die van de oevers, de bedding, de watervegetatie en de fauna, levert een belangrijke meerwaarde bij de evaluatie van beekherstelmaatregelen.

Toepassing van de hier beschreven methode hoeft dan ook niet beperkt te blijven tot monitoringprojecten, maar zou ook een rol kunnen spelen bij de planvoorbereidende analyse van beeksystemen. De nadruk komt dan meer te liggen op het eenmalig inventariseren van geografische verschillen binnen het systeem of de verschillen tussen systemen onderling, wat belangrijke informatie levert voor het opstellen van natuurontwikkelings- of beheersvisies

Nawoord

De hier beschreven methode is ontwikkeld door DLO-Staring Centrum. De inzet van DLO-Staring Centrum in het monitoringproject in Noord-Brabant wordt deels gefinancierd door de provincie Noord-Brabant. In het project wordt samengewerkt met het Waterschap De Dommel, het Waterschap De Aa (dwarsprofielen), hun Gemeenschappelijke Technologische Dienst (macrofauna), de Dienst Landinrichting en Beheer Landbouwgronden (grondwaterstijghoogten) en met Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer (grondwaterstanden).

Literatuur

- Verdonschot, P., eindred. (1995). *Beken stromen. Leidraad voor ecologisch beekherstel*. Utrecht, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer. Publicatie 95-03 WEW-06.
- Tolkamp, H. H. (1980). *Organism-substrate relationships in lowland streams*. Proefschrift, Wageningen.
- Verdonschot, P. F. M. (1990). *Ecological characterization of surface waters in the province of Overijssel (The Netherlands)*. Proefschrift, Wageningen.
- Harms, W. B. en Roos-Klein Lankhorst, J., eindred. (1994). *Toekomst voor de natuur in de Gelderse Poort, planvorming en evaluatie*. DLO-Staring Centrum, Wageningen, rapport 298.1.
- Wolfert, H. P. (1991). *Beekmeandering en natuurontwikkeling, een geomorfologische benadering*. Landschap 8: 265-276.



Pleidooi voor landelijke verkiezingsdag waterschappen

De verkiezingen van het bestuur van de waterschappen moeten voortaan op een dag gebeuren. Bovendien moeten de verkiezingen voortaan bij voorkeur schriftelijk en direct plaatshebben. Dat stelt een commissie van de Unie van Waterschappen in een rapport voor minister Jorritsma (Verkeer en Waterstaat). Sinds de invoering van de Waterschapswet (1992) is het voor burgers mogelijk zitting

te nemen in het bestuur van een schap als 'ingezetene'. Een groot gedeelte van de besturen wordt nog steeds gekozen door de gemeenteraden, dus indirect. Bovendien hebben de verkiezingen gespreid over het land plaats op verschillende dagen.

Eerder al pleitte de stichting Natuur en Milieu voor directe verkiezingen. Gezien de lage opkomst en de gespreide verkiezing op verschillende dagen zou een koppeling aan provinciale of gemeenteraadsverkiezingen ook een optie zijn, aldus de milieuorganisatie eerder.

De commissie van de Unie stelt nu voor te komen tot een landelijke kiesdag. Zij beveelt de waterschappen ook aan maatschappelijke organisaties te stimuleren kandidaten bij de verkiezingscampagne te ondersteunen.

In de besturen van de waterschappen hebben steeds meer leden zitting uit de milieubeweging, zo bleek vorig jaar.

In totaal komt nu 10 procent van de bestuursleden uit de 'groene hoek'.

De besturen waren voorheen (soms uitsluitend) het domein van de landbouwsector. Een campagne van de provinciale milieufederaties om daar iets aan te doen, bleek vorig jaar redelijk succesvol. (ANP)

Congres Gedogen in het milieu- en waterkwaliteitsbeleid

Het Centrum voor Kennis Communicatie organiseert een congres 'Gedogen in het milieu- en waterkwaliteitsbeleid'. Het congres vindt plaats op 10 april 1997 in Musis Sacrum in Arnhem.

Tijdens het congres komen onder meer de volgende vragen aan de orde: Hoe komen gedoogsituaties tot stand? Juridische consequenties van gedogen. Gedogen en milieucriminaliteit. De positieve effecten van gedogen. Welke grenzen worden aan gedogen gesteld?

Nadere inlichtingen: Centrum voor Kennis Communicatie, Postbus 984, 5600 AZ Eindhoven, telefoon 040-2129499.