



Mardy Treurniet, DHV
 Daan Besselink, DHV
 Hans van Sluis, DHV
 Michelle Berg, Waterschap De Dommel

Natuurlijke uitgangspunten voor een dynamische beek

Beekherstel beperkt zich vaak tot het ophalen van de historisch beekloop en het doorrekenen ervan met een hydraulisch model. Het bepalen van de toekomstige erosie en sedimentatie is daarbij veelal een ondergeschoven kindje. Juist deze morfodynamiek vormt een belangrijke voorwaarde voor herstel van het leven in de beek. Samen met Waterschap De Dommel heeft DHV een nieuwe, snelle werkwijze voor het ontwerpen van beekherstel ontwikkeld. Deze is gericht op het creëren van een evenwichtige en natuurlijke morfodynamiek. Nieuw is dat naast de geulvormende afvoer óók gebruik gemaakt wordt van gegevens over de aanvoer van sediment. Het risico van onder- of overdimensionering wordt daardoor vergaand ingeperkt. De werkwijze levert beekdimensies op, zoals maximale (boven)breedte, maximale diepte, meanderlengte, helling en de sinuositeit. De nieuwe werkwijze is getoetst aan de ervaringen met de Keersop en de Tongelreep: twee heringerichte beken in Noord-Brabant. De morfologische ontwikkelingen die na de herinrichting optraden, blijken correct voorspeld. De uitkomsten van de nieuwe methode kunnen als basis dienen voor het verdere ontwerp, waarbij ook andere randvoorwaarden getoetst worden, zoals de invloed op grondwaterstanden en de overstromingsdynamiek.

Het doel van beekherstel is het verhogen van de ecologische kwaliteit en vaak ook het afvlakken van de piekafvoer. Hermeandering is een essentieel onderdeel van beekherstel. Door een beek te laten meanderen, wordt een dynamisch systeem gecreëerd. Hierdoor ontstaat variatie in morfologie en substraat (bodemmateriaal), waarvan soorten die karakteristiek zijn voor stromende wateren, zo afhankelijk zijn. Uiteraard spelen ook waterkwaliteit en beheer en onderhoud een belangrijke rol bij herstel. In dit artikel richten we ons vooral op het ontwerp van de geulgeometrie (het dwarsprofiel) en meandertopografie (het lengteprofiel).

Nieuwe beekdimensies worden meestal bepaald met een hydraulisch model. Via een iteratief proces wordt gevarieerd met de geuldimensies totdat men de gewenste condities bereikt. Als lengteprofiel wordt vaak de historische loop ingevoerd. Deze loop was destijds echter afgestemd op de historische afvoer en niet op de huidige. Hierdoor wordt geen rekening gehouden met de relatie die bestaat tussen afvoer en morfodynamische processen, zoals erosie en sedimentatie. Deze processen zijn echter

essentieel voor succesvol beekherstel. Het is dan ook van groot belang om ze al in de ontwerpfase mee te nemen. Het niet meenemen van deze processen kan leiden tot zowel over- als onderdimensionering van de beek. Bij overdimensionering ontstaat een nagenoeg statische beek, omdat door een tekort aan energetische condities de morfodynamische processen achterwege blijven. Door onderdimensionering kan een beek zich (grootschalig) gaan verleggen of inundeert een beek vaker dan wenselijk, waardoor wateroverlast kan ontstaan. In beide gevallen is de kans groot dat de beoogde ecologische kwaliteit niet gehaald wordt.

Doel en aanpak

Het doel van het onderzoek was het opzetten van een toegankelijke rekenmethodiek voor het ontwerpen van beken. Het onderzoek omvatte drie subdoelen:

- inventarisatie van de processen en formules die op het vlak van hydrologie en morfodynamiek een rol spelen,
- op basis hiervan in een stappenplan de processen koppelen tot een geautomatiseerde methode die de dimensies van de te ontwerpen beek berekent

- én om de werking van de methode aan de werkelijkheid te toetsen deze tot slot toepassen op twee beeksystemen die circa tien jaar geleden heringericht zijn.

Via een literatuurstudie (doel 1) is een overzicht gegenereerd van de relevante processen en mathematische relaties. Zo is de geulvormende afvoer bepalend voor het beekprofiel. Opvallend genoeg worden in plaats van ervaringscijfers vaak vuistregels toegepast. Verder valt op dat weliswaar veel informatie over hydrologie beschikbaar is, maar veel minder over morfodynamische processen, terwijl dezelfde literatuur vermeldt dat deze processen zo belangrijk zijn in beeksystemen.

Vervolgens (doel 2) is op basis van de verzamelde informatie een stappenplan opgesteld om tot een ontwerp van beken te komen waarbij rekening is gehouden is met morfodynamische processen. Het stappenplan bestaat uit drie overzichtelijke stappen:

- toetsen meanderpotentie
- Op basis van de dalhelling en de mate van aanvoer van sediment wordt door middel van 'expert judgement' ingeschat of potentie bestaat voor meandering;



De Tongelreep.

- berekenen geulvormende afvoer
Zoals gezegd is het beekstelsysteem het meest gevoelig voor de afvoer. Daarom worden met de nieuwe werkwijze, bij hermeandering de geuldimensies onder andere berekend met behulp van de geulvormende afvoer. In de tweede stap worden dan ook de actuele afvoerdata of de verwachte afvoer voor het komende decennium (in het geval van een beheerste afvoer) meegenomen. Uit deze stap resulteert de geulvormende afvoer;
- berekenen dwars- en lengteprofiel
Op basis van de geulvormende afvoer en substraatgegevens (korrelmediaan) worden in de derde stap geuldimensies bepaald, zoals de maximale (boven)breedte, maximale diepte, meanderlengte, helling en sinuositeit van de geul. Door de koppeling van afvoer met substraatgegevens leiden de berekende dimensies tot een natuurlijke en dynamische beek.

Tenslotte dienen dwars- en lengteprofiel doorvertaald te worden naar een volwaardige beek die in het landschap is ingepast. Een ecooloog, een hydroloog, een morfoloog en een landschapsarchitect zijn daarbij onmisbaar, maar ook de gebiedsmakelaars en economen zijn van belang om tot een maatschappelijk aanvaardbaar en uitvoerbaar plan te komen.

De praktijk: toetsing aan meanderende beken

De werking en betrouwbaarheid van de opgestelde methode is bepaald aan de hand van monitoringsgegevens van twee beken die zo'n tien jaar geleden zijn heringericht (doel 3): de Keersop en de Tongelreep. Verwacht mag worden dat een periode van

tien jaar voldoende is om te bepalen of de beek een morfodynamisch evenwicht heeft bereikt.

Keersop - Gagelvelden

Daar waar volgens de historische kaart ooit de oude loop van de Keersop lag, is het traject Gagelvelden gerealiseerd. Op basis van de gegevens^{2),3)} zijn de drie stappen doorlopen. De resultaten hiervan zijn in tabel 1 weergegeven.

De beek is de afgelopen jaren kleiner (0,9 meter ondieper) geworden en lijkt daarom bij realisatie te zijn overgedimensioneerd. De beek zoekt als het ware een betere afstemming tussen afvoer en morfodynamiek. De praktijkdiepte is na tien jaar bijna gelijk aan de berekende diepte. Naast de afnemende diepte neemt de bovenbreedte enigszins toe en beweegt daarmee ook richting de berekende waarde.

Meetgegevens ontbreken echter om dit nader te onderbouwen. Samengevat wijst bovenstaande erop dat de methode goed houvast biedt bij het ontwerpen. De beek is inmiddels meer in evenwicht en de ecologische doelstellingen worden nu gehaald.

De meanderlengte en sinuositeit zijn niet gemonitord. Op basis van de berekeningen is de verwachting dat deze zich richting de berekende waarden zullen aanpassen. De verwachting wordt ondersteund door het feit dat een groot deel van de oevers (65 procent) ondergraven is en de beek migreert (0,2 meter per jaar).

Tongelreep - Achelse Kluis

Het herstelde traject van de Tongelreep ligt niet op de historische loop, in tegenstelling tot het genoemde traject van de Keersop. De gegevens van deze casus zijn in tabel 2 weergegeven.

Tabel 1: Gerealiseerde en berekende geuldimensies van de Keersop.

	parameters	gerealiseerd bij herstel	berekend met nieuwe methode
stap 1	dalhelling maximaal 15 m op 1 km diameter aangevoerd sediment < 6 mm?	6,7 ja	9,0 ja
stap 2	geulvormende afvoer (m ³ /s)	4,4	3,2
stap 3	maximale (boven)breedte (m)	8,1	9,6
	maximale diepte (m)	1,6	0,76
	meanderlengte (m)	96	114
	sinuositeit	1,4	1,8



De Keersop.

Ook bij de Tongelreep blijkt een significant verschil te bestaan tussen de aangelegde en berekende diepte. Uit de monitoring volgt dat de diepte zich inmiddels daadwerkelijk heeft aangepast in de richting van de berekende waarde. Ook hier lijkt de methode een goede voorspelling te geven. Aangezien de sinuositeit niet gemonitord is, kan hierover geen uitspraak gedaan worden. Op basis van de berekende waarde is de verwachting dat de sinuositeit zich zal aanpassen. Dit wordt ondersteund door de ondergraven oevers (tien procent) en het feit dat de beek zich verlegt (0,9 meter per jaar).

Uit de gevoeligheidsanalyse die naast de praktijktoetsing is uitgevoerd, blijkt dat de ontwerpdimensies het meest gevoelig zijn voor het type substraat dat ingevoerd wordt. Een orde groter zelfs dan van het ontwerp-debiet. Daarom is het van groot belang om

voor het gebruik van de nieuwe werkwijze het sediment (het materiaal dat aangevoerd wordt) van het te herstellen traject te bepalen. Daarnaast verdient het de voorkeur om de te herstellen beek zoveel mogelijk in de oude loop terug te leggen. De oude loop bevat een grote substraatdiversiteit (het materiaal dat er al ligt), wat essentieel is voor ecologisch herstel.

Conclusie

De nieuwe, toegankelijke aanpak geeft de gebruiker snel inzicht in het ontwerp bij beekherstel (hermeandering): geuldimensies zoals dwars- en lengteprofiel, sinuositeit en meanderlengte worden bepaald. Omdat hierbij ook rekening gehouden wordt met het substraat, mag een morfologisch evenwichtig- en natuurlijk beekstelsysteem verwacht worden waarbinnen optimaal ruimte is voor erosie en sedimentatie; belangrijke voorwaarden voor ecologisch

herstel. De werkwijze is dan ook een goede aanvulling op de huidige werkwijze: het gebruik van een hydraulisch model voor de geulmorfologie en de historische loop voor de beektopografie. De praktijkresultaten van de nieuwe aanpak voor het ontwerp zijn veelbelovend. Hieruit blijkt dat de beken zich inmiddels verlegd hebben richting de berekende dimensies en dat de ecologische doelstellingen nu (grotendeels) gehaald zijn.

LITERATUUR

- 1) Treurniet M. (2006). Handleiding bij hermeanderen. Huidige stand van zaken en stap voor stap handleiding bij hermeandering. Intern rapport DHV.
- 2) Koomen A., G. Maas, H. Wolfert en C. Beljaars (1998). Monitoring beekherstel. Ontwikkeling van de beekmorfologie en het aquatisch-ecologisch herstel in de beekherstelprojecten de Aa, Keersop-Gagelvelden en Tongelreep-Achelse Kluis. Dienst Landbouwkundig Onderzoek. Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied.
- 3) Bierens B. (2005). Herstel van de meanderende beekloop. Evaluatie van het rendement na 10 jaar. Alterra.

Foto's: Peter Voorn (Waterschap De Dommel)

Tabel 2: Gerealiseerde en berekende geuldimensies van de Tongelreep.

	parameters	gerealiseerd bij herstel	berekend met nieuwe methode
stap 1	dalhelling maximaal 15 m op 1 km diameter aangevoerd sediment < 6 mm?	6,6 ja	2,8 ja
stap 2	geulvormende afvoer (m3/s)	3,4	3,1
stap 3	maximale (boven)breedte (m)	9,6	9,4
	maximale diepte (m)	1,6	1,1
	meanderlengte (m)	114	112
	sinuositeit	1,8	2,0