

**GROOT ONDERHOUDSPAN BOVENLOOP
EERBEEKSE BEEK**

WATERSCHAP VELUWE

WPK077

= DEFINITIEF =

22 februari 2008

110305/OF8/0G2/000386/LB

Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding en doel	3
1.2	Aanpak en leeswijzer	3
2	Bestaande situatie	5
2.1	Algemene beschrijving	5
2.2	Geologie en Bodem	5
2.3	Ecologie	6
2.4	Waterkwantiteit en -kwaliteit	8
2.5	Cultuurhistorie	10
2.6	Recreatie	11
2.7	Kunstwerken en migratie	11
3	Streefbeelden	12
4	Hydrologische modellering	14
5	Knelpunten, maatregelen en onderhoud	16
5.1	Knelpunten	16
5.2	Overwegingen Keuze maatregelen	18
5.3	Beschrijving maatregelen herstel Eerbeekse beek	19
5.4	toekomstig onderhoud	21
5.5	Kostenraming uit te voeren maatregelen	23
6	Factsheets	24
7	Monitoringsplan	34

HOOFDSTUK 1 Inleiding

1.1

AANLEIDING EN DOEL

Het bestaande Beheer- en OnderhoudsPlan (BOP) voor de Eerbeekse beek te Eerbeek dateert uit 1984 en is feitelijk verouderd. Waterschap Veluwe heeft besloten om voor de Eerbeekse beek niet een nieuw BOP(Beheer- en OnderhoudsPlan)-proces te starten, maar een Groot Onderhoudsplan op te stellen voor het traject bovenstrooms van de Harderwijkerweg. Hiermee wordt op pragmatische wijze een snelle slag geslagen van knelpunten naar maatregelen.

Het Groot Onderhoudsplan Eerbeekse beek moet inzicht geven in de maatregelen en kosten voor het herstel van de beek. Het beleidskader voor herstel Eerbeekse beek d.d. 15 mei 2007 is richtinggevend voor het opstellen van het Groot Onderhoudsplan. Het beleidskader is in bijlage 5 opgenomen. Daar waar afgeweken is van de uitgangspunten van het beleidskader is dit aangegeven.

Het uiteindelijke doel is om de watervoerendheid te verbeteren en hierdoor meer stroming in de beek te krijgen. Daarnaast moet de inrichting van de beek voldoen aan de ecologische randvoorwaarden. Het beektraject bovenstrooms van de Harderwijkerweg heeft een HEN-functie (Hoogst Ecologisch Niveau). Hiervoor geldt dat de watercondities moeten zijn afgestemd op de waternatuur.

Het Groot Onderhoudsplan beperkt zich tot het deel van de beek wat zich uitstrekt vanaf de bron tot aan de Harderwijkerweg. De Gravinnenbeek en de Huiskampbeek, die zijtakken zijn van de Eerbeekse beek, vallen buiten het Groot Onderhoudsplan. De Gravinnenbeek wordt waarschijnlijk van de A-legger gehaald. Zoals ook in het beleidskader is aangegeven zullen ook in de Huiskampbeek geen maatregelen worden getroffen. Dit is in lijn met het anti-verdrogingsbeleid op de Veluwe waarbij niet alle watervoerende sprengen opnieuw hersteld worden. Daarnaast zijn de huidige ecologische waarden van de Huiskampbeek te laag om herstel te rechtvaardigen.

1.2

AANPAK EN LEESWIJZER

Voor het opstellen van dit Groot Onderhoudsplan is door ARCADIS een veldinventarisatie gedaan. Hiervoor is de beek in overleg met het waterschap opgedeeld in trajecten. Deze trajecten zijn op kaart weergegeven in bijlage 1. Bij de veldinventarisatie is per deeltraject gekeken naar de relevante omgevingsfactoren; waterhuishoudkundig en ecologisch. Daarnaast zijn de bestaande situatie (hoofdstuk 2) en de gewenste streefbeelden beschreven (hoofdstuk 3). Ook is er een modellering van het beekstelsel uitgevoerd door het waterschap. De resultaten van deze modellering zijn meegenomen bij het bepalen van de inrichtingsmaatregelen (hoofdstuk 4).

In een gezamenlijke veldsessie met het waterschap en ARCADIS zijn de knelpunten besproken. Daarnaast zijn per deeltraject oplossingsrichtingen en maatregelen beschreven (hoofdstuk 5). Van elk deeltraject is een factsheet gemaakt met beknopt de belangrijkste informatie: knelpunten, inrichtingsmaatregelen en onderhoud. Deze factsheets zijn in hoofdstuk 6 opgenomen. Daarnaast zijn dwarsprofielen van de bestaande en de gewenste inrichting opgesteld. Deze zijn weergegeven in bijlage 6.

In een gezamenlijke veldsessie met het waterschap en ARCADIS zijn de knelpunten besproken. Daarnaast zijn per deeltraject oplossingsrichtingen en maatregelen beschreven (hoofdstuk 5). Van elk deeltraject is een factsheet gemaakt met beknopt de belangrijkste informatie: knelpunten, inrichtingsmaatregelen en onderhoud. Deze factsheets zijn in hoofdstuk 6 opgenomen. Daarnaast zijn dwarsprofielen van de bestaande en de gewenste inrichting opgesteld. Deze zijn weergegeven in bijlage 6.

HOOFDSTUK 2 Bestaande situatie

2.1

ALGEMENE BESCHRIJVING

De Eerbeekse beek is gelegen in de gemeente Brummen, nabij het dorp Eerbeek. De beek vindt zijn oorsprong in het bosgebied ten zuidwesten van Eerbeek op een hoogte van circa 35 meter NAP. Het water kent zijn oorsprong in drie sprengen (zie bijlage 1) nabij de trajecten 1, 2 en 13), die de beek voorzien van relatief schoon grondwater.

Het totale traject is circa 6,5 kilometer lang en de beek heeft een verval van ruim 13 meter.

Foto 2.1

Eerbeekse beek ter hoogte van de Harderwijkse weg



2.2

GEOLOGIE EN BODEM

Het gebied van de Veluwe is voor het belangrijkste deel tijdens de laatste ijstijd gevormd. Het landijs drong de dalen van de grote rivieren binnen en duwde aan weerszijden grond op tot stuwwallen. Daarbij werden oudere afzettingen die een grote afwisseling toonden van zand-, klei- en grindlagen, scheefgesteld. Hierdoor is er een grote variatie op korte afstand ontstaan in korrelgrootte, leemgehalte en mineralogische samenstelling. Als dat dichte ondoorlatende kleilagen betreft, spreekt men wel van kleischotten. Deze zijn van belang geweest voor de aanleg van sprengbeken. De bodem bestaat uit stuifzandgronden die arm en droog zijn.

2.3

ECOLOGIE

Flora

De beek ligt bijna volledig in bosgebied en is over grote delen behoorlijk beschaduwd door bomen, die soms met hun wortels in het water staan (o.a. benedenstrooms, na de papierfabriek). Het bovenstroomse deel van traject 1 (noordelijk brontak) kent relatief de minste beschaduwing. De beek is hier dan ook voor een groot deel dichtgegroeid met grasachtige vegetatie, mossen en sterrekroos. Op de andere trajecten is er over het algemeen veel minder lage oeverbegroeiing aanwezig. De oevervegetatie die aanwezig is bestaat voor het grootste deel uit varens en grassen.

Submerse waterplanten komen alleen voor in de trajecten 1, 3 en 4. In de trajecten 3 en 4 is een aantal velden met fijne waterranonkel aanwezig en in traject 1 zoals eerder aangegeven sterrekroos.

Het bosgebied waarin de beek ligt wordt in de meest bovenstroomse delen gedomineerd door naaldbomen. Meer stroomafwaarts verandert dit geleidelijk in meer loofbos.

Fauna

De fauna van de Eerbeekse beek wordt beschreven aan de hand van gegevens over vissen en macrofauna.

Tijdens de veldinventarisatie door ARCADIS van september 2007 is de beek over het gehele traject indicatief bemonsterd op vis. Hierbij is gebruik gemaakt van een RAVON-schepnet (fijne maas). Als enige vissoort is de Driedoornige stekelbaars aangetroffen, die in vrij grote aantallen voorkwam. Er werden zowel volwassen als juveniele exemplaren gevangen. De grootste dichtheden aan vis bevonden zich in de bedden met waterranonkel. Tijdens de bemonstering is een aantal malen geschept in slibrijke en bladerrijke delen van de beek om te onderzoeken of er larven van beekprikken aanwezig waren. Deze werden echter niet aangetroffen.

Uit het verleden zijn een paar waarnemingen bekend van de beekprik (zie bijlage 2). In 2005 heeft Bureau Waardenburg één exemplaar aangetroffen. De andere waarnemingen zijn gedaan door een buurtbewoner. In 2006 en in 2007 heeft hij tientallen volwassen beekprikken aangetroffen toen de beek droogviel (mededeling R. Nijboer, Waterschap Veluwe). Voor dit project wordt ervan uitgegaan dat de soort er op dit moment voorkomt.

De Eerbeekse beek is in de afgelopen tien jaar een aantal keren op macrofauna bemonsterd (1998, 2002 en 2005). Globaal wordt de macrofaunagemeenschap gedomineerd door muggelarven, wormen en vlokreeften. Daarnaast werden ook een aantal stroomminnende soorten aangetroffen zoals de steenvliegen *Nemoura cinerea* en *Nemurella pictetii* en de kokerjuffers *Micropterna sequax*, *Sericostoma personatum* en *Silo nigricornis*. De laatste vier genoemde soorten zijn ook als doelsoort in het ecologisch streefbeeld van het waterschap opgenomen.

De macrofauna is ook getoetst met behulp van het beoordelingssysteem EKOV (Ecologisch karakterisering oppervlaktewateren Veluwe), op basis van KRW en op basis van de Gelderse maatlat. De ecologische waterkwaliteit op basis van dit systeem is over het algemeen matig tot goed (zie voor uitgebreide resultaten bijlage 7).

Morfologie

De morfologie is een belangrijke sturende factor voor het ecologisch functioneren van een beek. Onder dit kopje worden morfologische aspecten behandeld die een relatie hebben met ecologie. Hierdoor ontstaat enige overlap met de volgende paragraaf 'waterkwaliteit'. De Eerbeekse beek is een sprengenbeek en dus gegraven.

Dit is terug te zien in het lengteprofiel wat vrij recht is. De beek is over grote delen beschoeid. Deze beschoeiing is niet gecreosoteerd (informatie Waterschap Veluwe). Op veel plaatsen is de beschoeiing in slechte staat of deels verdwenen in het zand. Grote meanders zijn niet aanwezig maar er is op enkele punten wel sprake van micromeandering door inval van blad, dennennaalden en takken. Hierdoor ontstaat variatie in stroomsnelheid wat resulteert in variatie in substraat (zie foto links).

Foto 2.2

Foto links: substraatvariatie door obstakelwerking in (traject 9). Foto rechts: Stremming van de beek over de volledige breedte waardoor bovenstrooms de stroomsnelheid verdwijnt (traject 4).



Doordat de afvoer en stroomsnelheid in de beek vrij beperkt is, resulteert de inval van houtig materiaal op sommige punten in een volledige versperring waardoor de stroomsnelheid bovenstrooms van het obstakel verdwijnt (zie foto rechts). Hierdoor ontstaat een meer dan gewenste ophoping van detritus en slib. Op deze punten kan de zuurstofhuishouding onder druk komen te staan. Ditzelfde geldt voor traject 5 en delen van 6 waar de beekdimensie te breed is, waardoor de stroomsnelheid nagenoeg verdwijnt. Ophoping van organisch materiaal komt het meest voor in de bovenstroomse delen. Op een aantal punten in trajecten 3 en 4 hebben zich op het organisch materiaal velden met waterplanten ontwikkeld. Op deze punten is het dwarsprofiel veelal versmald en zijn stroombanen ontstaan welke licht meanderen (zie foto 2.3). Dit is als positief te beschouwen.

Foto 2.3

Stroombanen door velden met waterranonkel (traject 3).



Naast slib en detritus is zand het meest voorkomende bodemsubstraat. Op enkele punten is er grind aanwezig. De herkomst van dit grind is niet altijd duidelijk. Soms is het er duidelijk door mensenhanden ingebracht. Op andere punten lijken deze grindbanken op natuurlijke wijze te zijn ontstaan. De omvang van de natuurlijke grindbanken is maximaal 0,5 m². Benedenstrooms zijn morfologisch gezien de fraaiste trajecten te vinden (traject 9, 11 en 12, zie foto volgende pagina). Vooral de trajecten waar de beekbedding smal is en de beschoeiing aan een of twee kanten ontbreekt zijn soms vrij natuurlijk ontwikkeld.

Foto 2.4

Natuurlijk deel in de Eerbeekse beek (traject 12).



2.4

WATERKWANTITEIT EN -KWALITEIT

Waterkwantiteit

De bovenstroomse trajecten (trajecten 1 t/m 3) zijn veelal diep gelegen ten opzichte van het maaiveld (meer dan 5 m diep). De beekbedding is ter plaatse 2 tot 3 meter breed. De beek zelf is gemiddeld 0,5 tot 1,5 meter breed. Het doorstroomprofiel bestaat veelal uit een zandbodem waarop meestal een dunne sliblaag voorkomt. Over grote delen van de beek is sprake van verzanding en verslibbing. In de factsheets is per traject aangegeven hoeveel zand en/of sliblaag er aanwezig is boven op de oorspronkelijke beekbodem. Deze gegevens zijn afkomstig van een indicatieve bodemboring die tijdens de veldinventarisatie is uitgevoerd. Per traject zijn meerdere boringen uitgevoerd op een indicatieve locatie. De waterdiepte is 10 tot 15 cm. Naast het watervoerend profiel komt vooral bovenstrooms nog een laag van dood hout, bladeren en slib voor. Dit waren van origine kwelbanketten.

Foto 2.5

Kwelbanketten in de Eerbeekse beek, vlak bij splitsing traject 1 en 2.



Tijdens de inventarisatie is op een aantal punten een indicatieve stroomsnelheidsmeting gedaan. De stroomsnelheid bedroeg gemiddeld 15 cm/s. In delen waar de beek wat breder is, werd een snelheid van 10 cm/s (traject 3 en 4) gemeten en waar smaller 20 cm/s (traject 8). De oevers van de beek zijn afwisselend flauw en steil. Steile oevers komen voor waar de beek een diepe ligging heeft ten opzichte van het maaiveld, dit is vooral bovenstrooms. In het middendeel van de beek komen de juist wat steilere taluds voor nabij particuliere percelen en langs de weg.

Waterschap Veluwe heeft verder de volgende waarnemingen gedaan:

- instroompunt drempel Coldenhove (traject 8) heeft een stuwende werking;
- in traject 5 verliest de beek veel water (veldwaarneming 6 februari 2008).

In augustus en november 2006 zijn door het waterschap debietmetingen verricht. Op drie plekken in de beek is op verschillende momenten het debiet gemeten. Uit deze metingen is gebleken dat het debiet gemiddeld 10 l/s is. Onderling verschilde het debiet op de verschillende meetpunten nauwelijks. Dit betekent dat er in de hoofdstroom van de Eerbeekse beek nauwelijks waterverlies optreedt. De 10 l/s is de afvoer gemeten aan het einde van de zomer. Deze afvoer is ongeveer gelijk aan de basisafvoer van de beek.

Waterbodempkwaliteit en waterkwaliteit

De waterbodem van de Eerbeekse beek is op een aantal plaatsen verontreinigd. Het gaat om verontreinigingen met de zware metalen koper (klasse 3-4), kwik (klasse 3-4), nikkel (klasse 3-4), chroom (klasse 4) en lood (klasse 4). Daarnaast zijn PAK's (klasse 2) en minerale olie (klasse 4) aangetroffen. In figuur 2.1 is aangegeven waar de verontreinigingen zich bevinden.

Figuur 2.1

Waterbodemkwaliteit
Eerbeekse beek



In 2007 is de waterkwaliteit op twee punten gemeten. Het ene punt (22054) ligt bovenstrooms van de papierfabriek. Het andere punt (22051) ligt helemaal benedenstrooms net ten zuidwesten van de Harderwijkse weg. Bij beide punten is een reeks van parameters gemeten waardoor diverse zware metalen en een aantal algemene parameters als fosfaat, pH, zuurstof etc. De gegevens zijn getoetst aan de MTR-normen uit de Vierde Nota Waterhuishouding. Uit de toetsing blijkt dat de waterkwaliteit van Eerbeekse beek goed is. Met uitzondering van koper voldeden alle gemeten parameters in 2007 aan de norm. De norm voor koper bedraagt $3,8 \mu\text{g/l}$. Op het bovenstrooms punt bedroeg de toetswaarde $5,0 \mu\text{g/l}$, bij het benedenstroomse punt bedroeg de waarde $7,4 \mu\text{g/l}$.

2.5

CULTUURHISTORIE

De Eerbeekse beek is van oorsprong een natuurlijke beek, maar de bovenloop, waarvoor dit Groot Onderhoudsplan wordt opgesteld is voor het grootste deel gegraven en betreft een sprengenbeek.

Sprengenbeken werden vroeger gegraven om extra grondwater aan te voeren. De meeste sprengenbeken zijn aangelegd om molens aan te drijven, maar ze zijn ook wel aangelegd om water aan te voeren voor huisgrachten, kanalen of andere waterwerken. Door hun constante wateraanvoer en watertemperatuur waren sprengenbeken bij uitstek geschikt voor het aandrijven van watermolens.

De sprengen van de Eerbeekse beek zijn waarschijnlijk in het midden van de 17^e eeuw gegraven om aan de extra waterbehoefte te voldoen die ontstond vanwege de grote uitbreiding van het aantal papiermolens. Zo waren er papiermolens bij Coldenhove, de molens van het Huis te Eerbeek en de molens van Huis Voorstonden. Daarnaast werd het water uit de sprengen gebruikt voor het vullen van grachten en vijvers behorende bij een drietal adellijke huizen: Huize Coldenhove (ook wel als Kaldenhove bekend), Huis te Eerbeek en Huis Voorstonden. De beide laatstgenoemde bestaan nog, de eerste is al lang verdwenen (Menke et al., 2007).

2.6

RECREATIE

De Eerbeekse beek ligt in een bosrijke omgeving. Momenteel heeft de beek geen specifieke recreatieve functie. Er wordt gewandeld over de paden die parallel aan de beek liggen. In het verleden viel de ontwikkeling van recreatie ook niet onder een van de doelstellingen. Dit omdat men recreatie niet verenigbaar vond met de hoofddoelstellingen voor de beek. In de basis is dit nog steeds het geval omdat voor de beek het behalen van het Hoge Ecologische Niveau als doelstelling geldt.

De bovenstroomse delen van de beek worden via een raster afgeschermd voor wilde zwijnen. Delen van dit hekwerk voldoen niet omdat het draad kapot of afwezig is. Langs traject 5, nabij Landal Greenpark komt een hekwerk voor waardoor de beek en het bos niet toegankelijk zijn voor recreanten.

2.7

KUNSTWERKEN EN MIGRATIE***Kunstwerken***

In de loop van de beek ligt een aantal kunstwerken. Het gaat om een aantal duikers en een stuw. Deze kunstwerken bepalen gedeeltelijk ook de stroming in de beek.

Uit de inventarisatie is gebleken dat deze kunstwerken hydraulisch gezien in de huidige situatie geen beperking voor de beek (de ligging en dimensies voldoen) opleveren afgezien van de verzandingen die in de kunstwerken zijn opgetreden. Bij het instroompunt op het terrein van Coldenhove Papier BV is wel een stuwende werking. De duiker bovenstrooms in traject 3 ligt vrij hoog ten opzichte van de bodem. De duiker heeft een stuwende werking waardoor het water bovenstrooms van de duiker stagneert. Hierdoor treedt er extra bezinking op van slib en zand. Dit effect zal versterkt worden wanneer de beekbodem als gevolg van de herstelwerkzaamheden verlaagd wordt.

Migratie

Geconstateerd is dat de duiker in traject 3 erg hoog ligt. Bij het herstel van de beek naar de oude bodem komt deze duiker (diameter 800 mm) ca. 10 cm onder bodemniveau te liggen. De duikers bij papierfabriek Coldenhove en na het zwembad hebben een verval van 3,5 en 2 meter en een lengte van respectievelijk circa 90 en 100 meter. Migratie van vissen is door de aanwezigheid van deze duikers onmogelijk.

HOOFDSTUK

3 Streefbeelden

Voor de Veluwe beken zijn in een eerder stadium gedetailleerde streefbeelden opgesteld. (Jaarsma et.al., 2001). Voor de Eerbeekse beek gelden twee streefbeelden. Het eerste deel van de beek (trajecten 1 t/m 5) is gekarakteriseerd als een sprengbeek. Het tweede deel (trajecten 6 t/m 12) valt onder de natuurlijke bovenlopen. Een uitgebreide beschrijving van de streefbeelden is in bijlage 3 opgenomen.

Streefbeeld sprengen en bovenloopjes van sprengbeken (Sb)

Deze sprengkoppen en bovenloopjes van sprengbeken zijn gelegen in natuurgebied (bos) en worden gekarakteriseerd door voeding met kwelwater van een goede kwaliteit en een matige maar zeer constante afvoer. De beken stromen matig tot snel (20-50 cm/s). Door de constante voeding met kwelwater vertonen deze beken weinig temperatuurschommelingen en vallen ze niet droog. Het water bij de sprengkop heeft gedurende het hele jaar een constante temperatuur van circa 8-12°C. Bij deze constante, lage temperaturen worden koudwaterminnende (koudstenotherme) soorten gevonden. De vegetatie is als gevolg van beschaduwing beperkt. De macrofauna indiceert matige tot snel stromende, oligosaprobe, zuurstofrijke omstandigheden. Met betrekking tot vis wordt als één van de doelsoorten de beekprik genoemd.

Het dwars- en lengteprofiel van deze beken is ondiep met micromeandering en variatie in stroomsnelheid door structuren zoals takken, bladpakketten en stenen op de beekbodem. De oever is begroeid met kruiden en varens, het beektraject is volledig gelegen in (loof)bosgebied. De beekbodem vertoont een ruime variatie in structuur met de substraten zand, grind, blad, hout en slib.

Streefbeeld natuurlijke bovenlopen (Bona)

Onder dit streefbeeld vallen de veelal smalle, ondiepe beekjes die worden gekenmerkt door een zeer constant stromingspatroon en een constante temperatuur. Als gevolg van de voeding door schoon kwelwater vertonen ze gedurende het gehele jaar slechts beperkte fluctuaties in debiet. De beken stromen matig tot snel (20-50 cm/s). Door de sterke beschaduwing is de bedekking met submerse waterplanten vrij laag (ca 5 – 15%), het voorkomen van draadwieren en drijflagen wijst op verstoring.

De beekbodem is gevarieerd met afwisselend een mozaïek van grind en/of kaal zand, blad, takjes en takken en fijner slib. De oever van de beek is begroeid met loofbos of houtwallen met soorten als Els op de oever en Beuk en Eik op de drogere delen. De macrofaunagemeenschap bestaat voor een belangrijk deel uit detritivoren. Er komen veel stromings-indicatoren voor die kenmerkend zijn voor matig tot snelstromende oligosaprobe of oligo-β-mesosaprobe beken. Voor een belangrijk deel zijn dit ook koudstenotherme soorten die alleen worden aangetroffen bij een constante (koude) watertemperatuur. Met betrekking tot vis wordt als één van de doelsoorten de beekprik genoemd.

Het lengte- en dwarsprofiel van deze beken is gevarieerd en licht meanderend. De beken zijn ondiep met micromeandering door structuren (hout/stenen) op de beekbodem. De oever is structuurrijk en gevarieerd met begeleidende vegetatie van loofbomen of houtwallen (minimaal 90% van de totale oeverlengte). De beekbodem bestaat uit de substraten zand, grind, blad, hout en slib en beperkte vegetatie als gevolg van beschaduwing.

HOOFDSTUK

4 Hydrologische
modellering

In dit hoofdstuk worden de uitkomsten van de modellering kort toegelicht. In bijlage 4 “Resultaten modellering” is een uitgebreide toelichting op de modellering te vinden. De modellering is uitgevoerd door het waterschap.

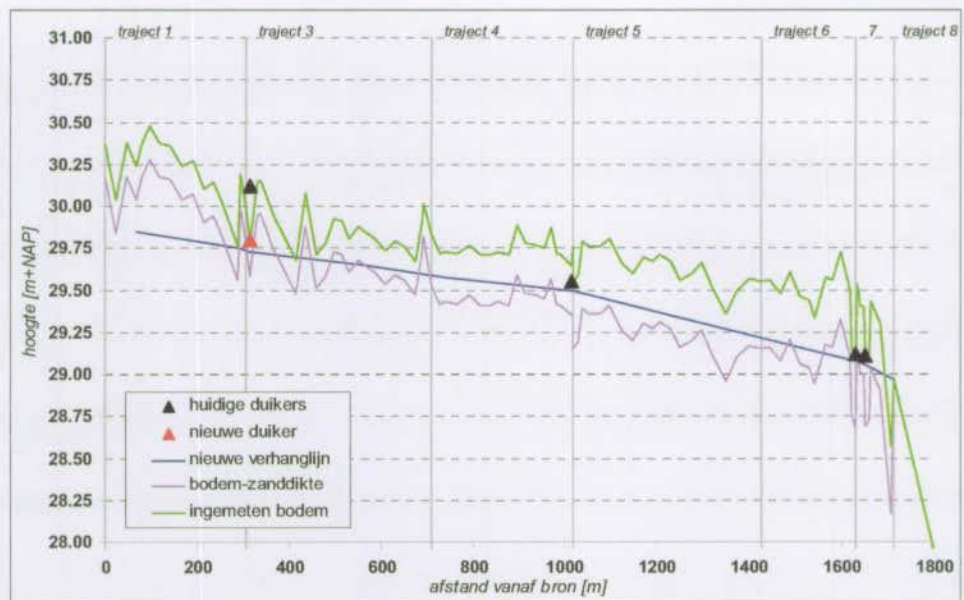
Het doel van de modellering is te onderzoeken hoe de stroomsnelheden in de beek vergroot kunnen worden. De belangrijkste factor daarin is de afvoer. Meer afvoer betekent een hogere stroomsnelheid. Om de afvoer te vergroten, worden de oude dwarsprofielen en de oude verhanglijnen van de beek hersteld. Omdat met het oppervlaktewatermodel geen grondwatertoestroming naar de beek gemodelleerd kan worden, is het systeem doorgerekend met verschillende stationaire afvoeren.

Uit de analyse en modellering van de huidige situatie blijkt dat vanuit hydraulisch oogpunt in de trajecten benedenstrooms van 7 geen aanpassingen nodig zijn. Hier is de verhanglijn min of meer optimaal en de stroomsnelheid wordt genoeg verhoogd wanneer het debiet van de beek toeneemt door het opschonen van de sprengkoppen.

In de trajecten 1 t/m 7 zijn echter wel aanpassingen gewenst. In Figuur 3.2 is de huidige bodemhoogte te zien. Daarnaast wordt weergegeven hoe deze verandert wanneer de zanddikte (er zijn een aantal boringen uitgevoerd per traject) er vanaf getrokken wordt en wat op basis van de oude bodemhoogte, de zanddikte en de aanwezige duikers de meest optimale verhanglijn is. Onderdeel van het herstel van de verhanglijn is ook het verlagen van de duiker bovenstrooms in traject 3. Omdat deze optimale verhanglijn gebaseerd is op indicatieve metingen van sedimentdikte is het voor uitvoering van het plan noodzakelijk om exactere boringen te doen om de oude beekbodem op te sporen. Voorkomen moet worden dat bij het verlagen van de beekbodem de oude bodem beschadigd wordt. Hierdoor zou extra wegzijging kunnen optreden waardoor de afvoer vermindert.

Figuur 3.2

Ingemeten bodemhoogte, bodem minus gemeten zanddikte, de nieuwe, optimale verhanglijn en huidige en optimale duikerhoogtes.



Om de gewenste verhanglijn te bereiken moet de oude beekbodem over een grote lengte 'opgepakt' worden. Dit gebeurt op de in Figuur 3.3 aangegeven manier zodat de nu vervallen historische profielen van de sprengenbeek weer hersteld worden. De verhanglijn is indicatief, nader onderzoek zal door het waterschap in later stadium worden uitgevoerd. Oorspronkelijk lag de breedte van de profielen rond de 120 cm. Omdat door het geringe verhang ook geen stroomsnelheden van 20 cm/s haalbaar zijn (ook niet d.m.v. versmalling), wordt vanuit perspectief van cultuurhistorie en belevingswaarde gekozen voor een bodembreedte van 120 cm. Berekend is dat de beschoeiing in trajecten 3 en 4 vanaf de bodem 60 cm hoog moet zijn en in de ander trajecten 50 cm. Toch gaat het waterschap uit van haar praktijkervaring en kiest zij voor een beschoeiinghoogte van 30 – 40 cm.

Figuur 3.3

Beekherstel, links het oude dichtgeslibde profiel, rechts het nieuwe profiel met beschoeiing.



HOOFDSTUK

4 Hydrologische
modellering

In dit hoofdstuk worden de uitkomsten van de modellering kort toegelicht. In bijlage 4 “Resultaten modellering” is een uitgebreide toelichting op de modellering te vinden. De modellering is uitgevoerd door het waterschap.

Het doel van de modellering is te onderzoeken hoe de stroomsnelheden in de beek vergroot kunnen worden. De belangrijkste factor daarin is de afvoer. Meer afvoer betekent een hogere stroomsnelheid. Om de afvoer te vergroten, worden de oude dwarsprofielen en de oude verhanglijn van de beek hersteld. Omdat met het oppervlaktewatermodel geen grondwatertoestroming naar de beek gemodelleerd kan worden, is het systeem doorgerekend met verschillende stationaire afvoeren.

Uit de analyse en modellering van de huidige situatie blijkt dat vanuit hydraulisch oogpunt in de trajecten benedenstrooms van 7 geen aanpassingen nodig zijn. Hier is de verhanglijn min of meer optimaal en de stroomsnelheid wordt genoeg verhoogd wanneer het debiet van de beek toeneemt door het opschonen van de sprengkoppen.

In de trajecten 1 t/m 7 zijn echter wel aanpassingen gewenst. In Figuur 3.2 is de huidige bodemhoogte te zien. Daarnaast wordt weergegeven hoe deze verandert wanneer de zanddikte (er zijn een aantal boringen uitgevoerd per traject) er vanaf getrokken wordt en wat op basis van de oude bodemhoogte, de zanddikte en de aanwezige duikers de meest optimale verhanglijn is. Onderdeel van het herstel van de verhanglijn is ook het verlagen van de duiker bovenstrooms in traject 3. Omdat deze optimale verhanglijn gebaseerd is op indicatieve metingen van sedimentdikte is het voor uitvoering van het plan noodzakelijk om exactere boringen te doen om de oude beekbodem op te sporen. Voorkomen moet worden dat bij het verlagen van de beekbodem de oude bodem beschadigd wordt. Hierdoor zou extra wegzijging kunnen optreden waardoor de afvoer vermindert.

Het lengte- en dwarsprofiel van deze beken is gevarieerd en licht meanderend. De beken zijn ondiep met micromeandering door structuren (hout/stenen) op de beekbodem. De oever is structuurrijk en gevarieerd met begeleidende vegetatie van loofbomen of houtwallen (minimaal 90% van de totale oeverlengte). De beekbodem bestaat uit de substraten zand, grind, blad, hout en slib en beperkte vegetatie als gevolg van beschaduwing.

HOOFDSTUK

5

Knelpunten,
maatregelen en onderhoud

5.1

KNELPUNTEN

De knelpunten worden bepaald door het vergelijken van de bestaande situatie met het opgestelde streefbeeld voor de beek. Het streefbeeld omvat hydrologische en ecologische aspecten. De Eerbeekse beek heeft een HEN-functie (hoogst ecologisch niveau). Dit betekent dat de inrichtingsmaatregelen naast puur waterhuishoudkundige ook ecologische verbeteringen tot gevolg moeten hebben. In de paragrafen 5.1 en 5.2 worden knelpunten en oplossingsrichtingen in algemene zin beschreven en worden argumenten en overwegingen aangedragen die een rol hebben gespeeld bij het maken van keuzes. De keuzes zijn in nauw overleg met het waterschap tot stand gekomen. In de factsheets worden de knelpunten duidelijk per traject weergegeven en worden de maatregelen zover mogelijk gekwantificeerd.

Knelpunten hydrologie

Een van de belangrijkste knelpunten is de beperkte afvoer en daardoor te langzame stroomsnelheid in de beek. De waterafvoer van de Eerbeekse beek wordt voor het grootste deel bepaald in de trajecten 1 t/m 3 en het eerste deel van traject 4, waar de beek drainerend werkt. In deze trajecten wordt de watertoevoer beperkt door verzanding, verslibbing en te veel ophoping van organisch materiaal. Ook is de beek in de trajecten 1 t/m 6 op veel punten te breed gedimensioneerd wat een negatief effect heeft op de stroomsnelheid en zorgt voor extra slibophoping. In traject 3 is een duiker aanwezig die te hoog ligt waardoor er een stuwende werking vanuit gaat. Bovenstrooms van de duiker zorgt dit voor bijna stilstaand water en slibophoping.

Begin traject 8 (instroompunt Coldenhove) ligt een betonplaat die stuwend werkt waardoor de stroomsnelheid bovenstrooms ervan aanzienlijk daalt.

De laag met slib en zand heeft in de trajecten 1 t/m 5 en dikte van circa 40 cm. In traject 6 is een dikte van 50 cm en in traject 7 een dikte van 30 cm. Het zand komt in de beek door afspoeling van de taluds en omwoeling van de oevers door zwijnen. In een optimale situatie voert het beekwater dit zand en slib af maar door de lage stroomsnelheid gebeurt dit niet. De taluds in de trajecten 1 t/m 3 zijn vrij steil en hoog. Op veel plekken is de ondergrond vrij kaal als gevolg van beschaduwing door grote bomen. Op deze plaatsen kan zand vrij gemakkelijk vanaf de taluds de beek inspoelen, mede ook omdat de beschoeiing veelal verdwenen is onder de zand- en sliblaag. Bij het zoeken naar voedsel woelen wilde zwijnen de oevers om, waardoor er afkalving optreedt. Ook hierbij komt er veel zand en organisch materiaal in de beek terecht.

Zwijnen komen voor in de trajecten 1 t/m 5 en het eerste deel van traject 6, waarbij vooral in de trajecten 1 t/m 3 en 5 grote schade wordt aangericht aan de oevers.

In traject 5 verliest de beek een aanzienlijk deel zijn haar water (veldwaarneming door het waterschap op 6 februari 2008).

In de trajecten 9 t/m 12 is het verhang groter en is er nauwelijks nog sprake van slibophoping. Wel treedt er nog steeds verzanding op. De dikte van de zandlaag in de trajecten 9 t/m 12 bedraagt circa 15 cm. Het zand in deze trajecten blijft liggen omdat de stroomsnelheid op sommige locaties aan de lage kant is om het verder te transporteren. Het wordt hier niet als knelpunt ervaren maar het past bij het 'natuurlijke' beekproces.

De beschoeiing is op veel plaatsen verdwenen of in slechte staat. Niet overal vormt dit echter een knelpunt. In de trajecten 1 t/m 4 is een tweezijdige beschoeiing noodzakelijk, in traject 5 t/m 7 en in delen van 6, 11 en 12 is een eenzijdige beschoeiing voldoende. In traject 9, in het laatste deel van traject 6 en in het eerste deel van traject 12 is er helemaal geen beschoeiing noodzakelijk. De slechte staat van de beschoeiing daar vormt dan ook geen knelpunt voor het hydrologisch functioneren van de beek.

Knelpunten ecologie

De knelpunten qua ecologie vertonen op een aantal punten overlap met de hydrologische knelpunten, alleen werken de gevolgen anders uit.

Het ecologisch functioneren van de beek wordt behoorlijk beperkt door de lage afvoer en daarmee samenhangende lage stroomsnelheden. De lage stroomsnelheid zorgt in de trajecten 1 t/m 7 voor slibophoping over langere trajecten waardoor de zuurstofhuishouding onder druk komt te staan. Bepaalde macrofaunadoelsoorten (bijvoorbeeld de kokerjuffers *Sericostoma personatum*, *Micropterna sequax* en *Chaetopteryx villosa*) stellen hoge eisen aan stroming vooral in relatie met een goede zuurstofhuishouding.

Een andere belangrijk knelpunt wat samenhangt met de lage afvoer is de beperkte stromingsdynamiek (variatie in stroomsnelheid) en micromeandering in de beek. Dit heeft tot gevolg dat op veel plaatsen er weinig variatie in diepte is en ook de substraatdiversiteit te beperkt is. Dit probleem speelt vooral in traject 1 – 7 en minder in 9 – 12.

In trajecten 5 en het eerste deel van traject 6 zijn bovengenoemde karakteristieke beekprocessen totaal afwezig. De beek is in deze trajecten veel te breed gedimensioneerd waardoor het water vrijwel stil staat en over het gehele dwarsprofiel een dikke sliblaag aanwezig is. Ook traject 7 is op dit aspect slecht ontwikkeld. Het water lijkt in dit traject te stuwten als gevolg van de duiker in traject 8. Hierdoor staat het water nagenoeg stil. In de trajecten 1, 2, 3 en 4 wisselen slechte en redelijke stukken elkaar af. Op een aantal punten in deze trajecten is de beek gestremd en ontstaan lange stukken met stilstaand water en ophoping van slib. De stremming ontstaat veelal door ophoping van blad en takken die door de lage afvoer en stroomsnelheid niet voldoende wegspoelen. Daarnaast zijn in trajecten 3 en 4 ook betere delen aanwezig waar er zich licht meanderende stroombanen ontwikkeld hebben in bedden met waterplanten.

De trajecten 9 en 12 en delen van trajecten 6 en 11 zijn op genoemde aspecten al vrij goed ontwikkeld. Beperkend voor verdere ontwikkeling in deze trajecten is de lage afvoer en stroomsnelheid en op een aantal plekken de aanwezigheid van beschoeiing.

De beekprik, een van de doelsoorten, is een soort die hoge eisen stelt aan aspecten als stromingsdynamiek en substraatdiversiteit. De larven leven bij voorkeur in met zand en slib overstromde detritus in rustig stromend water (3-10 cm/s). Dit is over het algemeen voldoende aanwezig in de beek. Echter de volwassen dieren paaien stroomopwaarts in juist sneller stromende delen (20-30 cm/s) met een fijn grindige waterbodem, wat zeker bovenstrooms nauwelijks aanwezig is.

Voor de trek van vissen is een aantal kunstwerken een beperkende factor. De duiker na traject 3 ligt in de bestaande situatie relatief gezien hoog. Bij een eventueel herstel van de oude bodem komt deze duiker ten opzichte van de bodem nog hoger te liggen en vormt een knelpunt.

De duikers bij papierfabriek Coldenhoven en het zwembad hebben een verval van 3,5 en 2 meter. Migratie van vis door deze duikers wordt als onmogelijk beoordeeld. Daarnaast is in de beek enkele tientallen meters na de duiker een stuwteje geplaatst, door de eigenaar van het aangrenzende perceel (traject 11). Ook dit is voor de vismigratie een beperking.

5.2

OVERWEGINGEN KEUZE MAATREGELEN

Het beekstelsel is in dit project voornamelijk vanuit hydrologisch en ecologisch oogpunt benaderd. Vanuit beide aspecten kunnen maatregelen worden voorgesteld die soms in lijn met elkaar en soms tegenstrijdig zijn. Er moeten op sommige punten keuzes worden gemaakt op welk aspect de meeste nadruk komt te liggen. Zowel vanuit de hydrologie als de (aquatische) ecologie is bijvoorbeeld het herstel van de watertoevoer van groot belang. Het opschonen van de beek (verwijderen van slib en overtollig blad) is daarom een maatregel die aan beide belangen tegemoet kan komen. Het verwijderen van obstakels (grote takken en/of ingevallen bomen) daarentegen is een maatregel die vanuit hydrologisch oogpunt gewenst kan zijn (verbetering doorstroming), maar vanuit ecologisch oogpunt niet. Obstakels in een beek zorgen juist voor de benodigde variatie in stroomsnelheid en substraatdiversiteit in een beek.

Het al dan niet plaatsen van beschoeiing is ook een vraagstuk waarin zowel overeenkomstige als tegenstrijdige belangen schuil gaan. In de bovenloop (trajecten 1 t/m 4) is het plaatsen of herstellen van beschoeiing nodig. Hierdoor wordt voorkomen dat de oevers afkalven en de beek weer dichtslibt. De watertoevoer kan hierdoor veilig gesteld worden. Hiermee is zowel de ecologie als de hydrologie gediend. In de meer benedenstroomse delen kan op basis van hydrologische overwegingen gekozen worden voor beschoeiing om er zeker van te zijn dat de oever intact blijft. Ecologisch gezien is het hier juist gewenst het aandeel beschoeide beekoevers te minimaliseren om karakteristieke morfologische beekprocessen (waaronder oeverafkalving) meer kans te geven.

Bovenstaande overwegingen zijn meegenomen bij het opstellen van maatregelen voor het herstel van de Eerbeekse beek. Verder zijn de maatregelen gebaseerd op de belangen en wensen, die tijdens verschillende besprekingen door het waterschap zijn uitgesproken en op de uitkomsten van de modellering.

5.3

BESCHRIJVING MAATREGELEN HERSTEL EERBEEKSE BEEK

In deze paragraaf worden de maatregelen beschreven en onderbouwd. In de factsheets worden de maatregelen nader gekwantificeerd. In bijlage 6 zijn de maatregelen per traject op kaart en in lengte- en dwarsprofielen weergegeven. De basisprofielen hiervoor zijn aangeleverd door het Waterschap Veluwe. Het waterschap heeft aangegeven dat de ingemeten lijn op het dwarsprofiel de bovenkant van de sliblaag weergeeft. Op verzoek van het waterschap is de waterlijn in de profielen iets naar beneden getrokken om een beter beeld van de werkelijkheid te verkrijgen. Het waterschap is zich hiervan bewust en zal in het vervolgetraject profielen laten meten teneinde een betrouwbaar beeld te verkrijgen.

In de bovenloop (traject 1, 3 en 4) ligt de nadruk op het herstel van de watertoevoer en het cultuurhistorisch karakter van de sprengenbeek. In de trajecten 5, 6, 7, 9, 11 en 12 ligt de nadruk meer op herstel of behoud van ecologische waarden en krijgen karakteristieke beekprocessen meer ruimte. In de trajecten 8 en 10 waar de beek over grote delen overkluist is, zijn op dit moment geen maatregelen mogelijk. Traject 2 wordt vrijgehouden als zoelplaats voor zwijnen.

Traject 1 t/m 4

Concreet houdt dit in dat de beek in de trajecten 1, 3 en 4 wordt versmald (tot 1,2 m) en tweezijdig wordt beschoeid. Gekozen is de beek niet nog smaller te maken omdat de inschatting is dat dit de belevingswaarde teveel zou aantasten en bovendien nauwelijks in een extra toename van de stroomsnelheid resulteert. In traject 1 wordt hoger op het talud ter versteviging op een aantal plekken een lichte beschoeiing aangebracht.

De verhanglijn wordt hersteld door verwijdering van overtollig zand, slib en blad. Hierbij wordt zoveel mogelijk de oude beekbodem opgezocht. Tevens worden éénmalig obstakels verwijderd. Verder worden in traject 1 de karakteristieke kwelbanketten hersteld. Hiertoe wordt een zanddicht maar waterdoorlatend doek tegen de beschoeiing geplaatst en heeft het zand achter de beschoeiing goede drainerende eigenschappen. Door deze maatregelen zullen het debiet en de stroomsnelheid toenemen.

De duiker in traject 3 wordt vervangen en verlaagd waardoor de stuwende werking ervan wordt opgeheven. De duiker aan het einde van traject 4 wordt schoongespoten om de doorstroming te bevorderen.

Om te voorkomen dat wilde zwijnen de oevers omwoelen en daarmee zand in de beek brengen wordt in traject 1 een tweezijdig zwijnenraster geplaatst. In de trajecten 3 en 4 is een tweezijdig raster als optie opgenomen.

Opgemerkt moet worden dat de modellering heeft uitgewezen dat in traject 1 t/m 7 de stroomsnelheid minder zal toenemen dan in de trajecten 8 t/m 12. Dit wordt veroorzaakt door een geringer bodemverhang. De stromingsdynamiek zal hierdoor in de bovenstroomse delen beperkter blijven dan benedenstrooms. De minimum stroomsnelheid van 0,2 m/s, die in het beleidskader d.d. 15 mei 2007, is voorgeschreven wordt in de ideale situatie (afvoer is 60 l/s) alleen gehaald in de trajecten 7, 11 en 12.

In traject 2 worden geen maatregelen genomen ter verbetering van de waterafvoer. Dit traject wordt vrijgehouden als zoelplek voor wilde zwijnen. Om te voorkomen dat opgewoeld zand en slib vanuit traject 2 in de rest van de beek terecht komt wordt een overlaat geplaatst aan het einde van traject 2. Tevens wordt op deze locatie een raster dwars over beek aangelegd om te voorkomen dat zwijnen traject 1 kunnen bereiken.

Traject 5 t/m 7

In de trajecten 5 t/m 7 wordt de verhanglijn hersteld door verwijdering van overtollig zand, slib en blad. Hierbij wordt zoveel mogelijk de oude beekbodem opgezocht. Tevens wordt de beek versmald naar 1, 2 m. Deze trajecten worden echter in tegenstelling tot de bovenstroomse trajecten slechts eenzijdig beschoeid. De oevers in deze trajecten zijn veel steviger door de aanwezigheid van begroeiing zodat beschoeiing niet nodig is om de oever vast te houden. Het afkalven van de oevers levert hier bovendien minder problemen op en is uit ecologisch oogpunt juist wenselijk. Dit komt omdat het verhang hier groter is waardoor de stroomsnelheid in de toekomstige situatie hoger zal zijn. Invallend materiaal wordt voor een deel afgevoerd waardoor de kans op het dichtslippen van de beek klein is. In deze trajecten ontstaat zo meer ruimte voor het vrijlaten van karakteristieke beekprocessen. De reden dat toch één zijde beschoeid gaat worden is dat een sterke versmalling noodzakelijk is om voldoende stroming te verkrijgen. Dit wordt gerealiseerd door in het midden van het huidige beekprofiel een beschoeiing te plaatsen. Door de zijde van beschoeiing af wisselen ontstaat meer stromingsvariatie wat een positieve uitwerking heeft op de ecologie. Uitzondering hierop vormt het laatste deel van traject 6 waar helemaal geen beschoeiing geplaatst gaat worden. De beekbreedte voldoet hier aan het streefbeeld en de oevers zijn natuurlijk ontwikkeld en stevig. In traject 7 is de noordoever stevig. De zuidzijde wordt ter versteviging beschoeid (vervangen van de huidige beschoeiing) omdat langs dit traject vlak naast de beek auto's geparkeerd worden.

De duikers in traject 7 worden schoongespoten om de doorstroming te bevorderen. Langs traject 5 en een groot deel van 6 is het plaatsen van een eenzijdig raster langs de zuidoever optioneel in de begroting opgenomen. Langs de noordoever staat reeds een raster.

Traject 9

Traject 9 is reeds vrij natuurlijk ontwikkeld. Er is in dit traject sprake van enige verzanding. Het verwijderen van het zand zal de nu aanwezige natuurlijke situatie echter sterk verstoren en de inschatting is dat de ecologische baten minimaal zijn. Omdat de bodem in dit traject tevens vervuild is, is in dit stadium gekozen geen opschoningswerkzaamheden uit te voeren in dit traject. De aanwezige oude beschoeiing ligt deels onder het zand en vormt geen belemmering meer voor het ecologisch functioneren van de beek. Doordat de oevers stevig zijn is in dit traject ook geen noodzaak voor beschoeiing. Wel wordt de aanwezige oude beschoeiing ten behoeve van de beeldvorming verwijderd.

Traject 11 en 12

De trajecten 11 en 12 zijn over grote delen vrij natuurlijk ontwikkeld en door ophoping van bladpakketten ontstaan mooie stromingspatronen. Er is sprake van enige verzanding maar om dezelfde reden als genoemd bij traject 9 is er voor gekozen geen opschoningswerkzaamheden uit te voeren. De nu aanwezige beschoeiing is met uitzondering van het eerste deel van traject 11 in slechte staat. Daar waar beschoeiing aan particuliere tuinen aan de beek grenzen, dient de beschoeiing gehandhaafd te blijven. Dit betekent qua maatregelen met uitzondering van het eerste deel van traject 11 het verwijderen van de oude beschoeiing en het plaatsen van een nieuwe beschoeiing.

De overlaat in traject 11 die nu migratie belemmerend werkt wordt verwijderd. In dit traject komen veel beekprikken voor die zich door de overlaat niet kunnen verspreiden en zo kwetsbaar worden voor bijvoorbeeld droogval.

Aanvullende opmerkingen en randvoorwaarden uitvoering

- Opgemerkt dient te worden dat met bovenstaande maatregelen het benodigde habitat voor de beekprik nog niet direct bereikt wordt en de verwachting is dat dit op natuurlijke wijze ook niet haalbaar is. In literatuur wordt op basis van expert judgement richtlijnen gegeven voor benodigde omvang van het beekprik habitat (Kroodasma en de Vos, 2005). De grindbedden moeten minimaal een omvang hebben van twee vierkante meter en een frequentie van drie locaties/km beektraject. Het grind heeft een diameter van maximaal 15 mm. Tevens dienen deze paailocaties voldoende met zon beschenen te worden. Ten aanzien van de opgroeilocaties dienen er minimaal twee per km voor te komen met een omvang van minimaal twee vierkante meter per locatie. Gekozen is om niet actief paai- of opgroeiplaatsen van hierboven beschreven omvang en inrichting aan te gaan aanleggen voor de beekprik. De verwachting is dat deze door morfologische beekprocessen weer snel zullen verdwijnen. Daarbij is op dit moment een aantal niet oplosbare migratieknelpunten aanwezig (duikers fabriekterreinen), waardoor op dit moment het leefgebied te versplinterd blijft voor een duurzame populatie.
- In de trajecten 1 t/m 7, waar herstel van de verhanglijn plaatsvindt, dient eerst nauwkeurig te worden onderzocht waar de oude beekbodem zich precies bevindt. Dit om te voorkomen dat er bijvoorbeeld te veel wordt weggehaald, waardoor mogelijk extra wegzijging kan optreden.
- Bij het opschonen dient zeer goed rekening te worden gehouden met het feit dat de beschermde beekprik in de beek voorkomt. Er zal gewerkt moeten worden volgens de gedragscode Flora- en Faunawet.
- Naast het verwijderen van zand en slib worden in de trajecten 1 t/m 7 tevens overtollig blad en takken en eventueel ingevallen bomen verwijderd. Het verwijderen van grotere obstakels wordt in principe eenmalig gedaan. In de toekomst wordt aanbevolen ingevallen houtig materiaal zo veel mogelijk te laten liggen. Dit is in paragraaf 5.4 verder uitgewerkt.
- In de trajecten die beschoeid worden zal een houten klampschot beschoeiing worden geplaatst, met uitzondering van traject 1. Hier wordt een perkoenpalenrij geplaatst. Uit modellering kwam een gewenste beschoeiinghoogte van 50-60 cm boven beekbodem. Het waterschap heeft echter op basis van eigen praktijkervaring aangegeven dat voorlopig de hoogte van de beschoeiing in traject 1 en 3, 40 cm boven beekbodem moet komen en in de overige trajecten 30 cm boven de beekbodem.
- In de trajecten 9, 11 en 12 moet vanwege de aanwezige vervuiling onder saneringscondities gewerkt worden.

5.4**TOEKOMSTIG ONDERHOUD**

Tot nu toe is de Eerbeekse beek handmatig onderhouden en dat zal ook in de toekomst zo blijven. Mechanisch onderhoud is niet mogelijk door de aanwezigheid van bomen en steile taluds. Met handmatig onderhoud kan beter maatwerk worden geleverd met betrekking tot het laten liggen van een deel van de bladpakketten en oud hout. Hiermee wordt de benodigde variatie in stroomsnelheid en substraat bewerkstelligd. Alleen in traject 1 dient goed schoon gehouden te worden omdat hier het meeste water vandaan moet komen. Het laten liggen van obstakels is van groot belang maar een volledige stremming in de beek waardoor de stroomsnelheid bovenstrooms over meer dan 10 m stagneert en er slibophoping optreedt, dient voorkomen te worden. De verwachting is echter dat door de toename van het debiet dit veel minder voorkomt.

Hieronder wordt met behulp van foto's een aantal situaties gepresenteerd waarvan per situatie wordt aangegeven of onderhoud moet plaatsvinden.

Foto 5.6

Situaties waarin er bij voorkeur geen onderhoud gepleegd wordt omdat de in de beek liggende objecten juist voor meer stromingsdynamiek en substraatdiversiteit zorgen.



Foto 5.7

Situaties waarin enig onderhoud noodzakelijk is. De foto links geeft een situatie weer waarin de beek door een obstakel over een grote afstand stagneert. De foto rechts betreft niet natuurlijke materialen die bij voorkeur uit de beek gehaald worden.



5.5**KOSTENRAMING UIT TE VOEREN MAATREGELN*****Inrichting***

Aan de hand van de inrichtingsvoorstellen die in de factsheets zijn opgenomen, is een globale kostenraming gemaakt voor de te treffen maatregelen. In deze raming zijn aan de hand van de eenheidsprijzen door middel van opslagpercentages de investeringskosten bepaald. In bijlage 8 is de opbouw van de ramingen weergegeven. De kosten zijn gebaseerd op de totaallengte van een traject. In de praktijk zal het zo zijn dat sommige maatregelen (bijvoorbeeld plaatsing/herstel beschoeiing) slechts in delen van een traject hoeven te worden uitgevoerd. Dit zal in een later stadium precies ingemeten moeten worden.

Uitgangspunten:

De investeringskosten zijn per deeltraject bepaald. Uit de beek wordt eenmalig het slib verwijderd en afgevoerd.

Bij het verwijderen en opnieuw aanbrengen van beschoeiing wordt ervan uitgegaan dat met plaatselijk vrijkomend materiaal de beschoeiing weer is aan te vullen. Waterschap Veluwe gaat ervan uit dat er geen grond c.q. zand wordt aangevoerd. Indien noodzakelijk voor de uitvoering wordt een deel van de begroeiing verwijderd om een rij- en werkstrook te maken. Ter plaatse van traject 9 wordt een rij- en werkstrook gecreëerd door middel van rijplaten. In verband met klasse 4 vervuiling van de beekbodem in traject 11 en 12 dienen de werkzaamheden zoals het verwijderen en opnieuw aanbrengen van de beschoeiing onder saneringscondities te worden uitgevoerd.

De totale kosten voor het uitvoeren van de maatregelen bedragen: € 761.000,-- incl. BTW.

HOOFDSTUK

6 Factsheets

Eerbeeksebeek – traject 1 (361 m)

Knelpunten hydrologie

- De watertoevoer is te laag.
- De beek is te breed gedimensioneerd.
- Verzanding/verslibbing. Dikte laag: ca. 40 cm.
- De beschoeiing is in slechte staat en ligt door verzanding grotendeels onder de beekbodem.
- Kwelbanketten in slechte staat.



Knelpunten ecologie

- Stroomsnelheid is te laag en stromingsdynamiek is matig.
- Teveel slib aanwezig. Dikte sliblaag: ca. 20 cm.
- Beek is bijna dichtgegroeid met grasachtige vegetatie.
- Langs de beek is op veel plekken geen hekwerk aanwezig. Het hekwerk dat wel aanwezig is (noordzijde), is op een aantal plekken beschadigd. Hierdoor kunnen wilde zwijnen de beekoevers vernielen.

Maatregelen

- Opschonen traject (slib en zand) tot aan oude beekbodem (hierbij behoort tevens het verwijderen van grasachtige vegetatie uit de beekbedding)
- Plaatsen beschoeiing perkoenpalenrij tweezijdig (30 cm boven beekbodem)
- Beek versmallen naar 1,2 m.
- Plaatsen lichte betuining in taludknik 25% van lengte enkelzijdig.
- Plaatsen nieuw laag raster tweezijdig (hoogwaardig schapengaas).
- Verwijderen oude beschoeiing (2-zijdig).

Hoeveelheden

- Totaal te verwijderen zand/slib: 420 m³
- Totaal beschoeiing zwaar: 722 m
- Totaal betuining licht: 90 m
- Plaatsen raster: 722 m
- Verwijderen beschoeiing 722 m

Eerbeeksebeek – traject 2 (104 m)

Knelpunten hydrologie

- De watertoevoer is te laag.
- De beek is te breed gedimensioneerd.
- Verzanding/verslibbing. Dikte laag: ca. 40 cm.
- De beschoeiing is in slechte staat en ligt door verzanding grotendeels onder de beekbodem.



Knelpunt ecologie

- Stroomsnelheid is te laag en stromingsdynamiek is matig.
- Te veel slib aanwezig. Dikte sliblaag: ca. 20 cm
- Langs de beek is op veel plekken geen hekwerk aanwezig. Het hekwerk dat wel aanwezig is (zuidzijde), is op een aantal plekken beschadigd. Hierdoor kunnen wilde zwijnen de beekoevers vernielen.

Maatregelen

Dit traject wordt vrijgehouden als zoelplaats voor wilde zwijnen. Er worden in dit traject geen maatregelen genomen ter verbetering van de watertoevoer. Wel worden de volgende maatregelen genomen om te voorkomen dat het foerageren van de wilde zwijnen negatief effect heeft op de rest van de beek:

- Plaatsen overlaat aan het einde van het traject.
- Plaatsen raster dwars over de beekbedding aan het eind van het traject (hoogwaardig schapengaas).

Hoeveelheden

- Overlaat: 1 stuks
- Plaatsen raster: 30 m
- Verwijderen oud raster

Eerbeeksebeek – traject 3 (382 m)

Knelpunten hydrologie

- De watertoevoer is te laag.
- De beek is te breed gedimensioneerd.
- Verzanding/verslibbing. Dikte laag: ca. 40 cm.
- De aanwezige beschoeiing is in slechte staat en ligt door verzanding grotendeels onder de beekbodem.
- De duiker die in traject 3 aanwezig is, ligt te hoog waardoor er een stuwende werking vanuit gaat

Knelpunten ecologie

- Stroomsnelheid is te laag en stromingsdynamiek is matig.
- Teveel slib aanwezig. Dikte sliblaag: ca. 20 cm.
- Langs de beek is geen adequaat hekwerk aanwezig waardoor wilde zwijnen de beekbedding kunnen bereiken.



Maatregelen

- Opschonen (slib en zand) tot aan oude beekbodem
- Plaatsen beschoeiing klampschot tweezijdig (40 cm boven beekbodem)
- Beek versmallen naar 1,2 m.
- Optioneel: Plaatsen nieuw laag raster tweezijdig (hoogwaardig schapengaas).
- Plaatsen nieuwe duiker (doorsnede 80 cm) en verlagen tot 10 cm onder beekbodem

Hoeveelheden

- Totaal te verwijderen zand/slib: 270 m³
- Totaal beschoeiing: 764 m
- Plaatsen duiker: 1 stuks
- Optioneel plaatsen raster: 764 m
- Oude beschoeiing aan 2 zijden verwijderen: 764 m
- Verwijderen afrastering 382 m;
- Veekerend raster plaatsen 382 m

Eerbeeksebeek – traject 4 (299 m)

Knelpunten hydrologie

- De watertoevoer is te laag.
- De beek is te breed gedimensioneerd.
- Verzanding/verslibbing. Dikte laag: ca. 40 cm.
- De aanwezige beschoeiing is in slechte staat en ligt door verzanding grotendeels onder de beekbodem.
- Duiker aan het eind van het traject is dicht geslibd.

Knelpunten ecologie

- Stroomsnelheid is te laag en stromingsdynamiek is matig.
- Teveel slib aanwezig. Dikte sliblaag: ca. 20 cm
- Langs de beek is geen adequaat hekwerk aanwezig waardoor wilde zwijnen de beekbedding kunnen bereiken.



Maatregelen

- Opschonen (slib en zand) tot aan oude beekbodem
- Plaatsen beschoeiing klampschot tweezijdig (30 cm boven beekbodem)
- Beek versmallen naar 1,2 m.
- Optioneel: Plaatsen nieuw laag raster tweezijdig (hoogwaardig schapengaas).
- Schoonmaken duiker.

Hoeveelheden

- Totaal te verwijderen zand/slib: 237 m³
- Totaal beschoeiing: 598 m
- Optioneel plaatsen raster: 598 m
- Vrijmaken werkstrook 299m
- Veekkerend raster 299 m;
- Verwijderen beschoeiing 598 m

Eerbeeksebeek – traject 5 (400 m)

Knelpunten hydrologie

- Verzanding/verslibbing. Dikte laag: ca. 40 cm.
- De beek is veel te breed gedimensioneerd.
- De aanwezige beschoeiing is in slechte staat en ligt door verzanding grotendeels onder de beekbodem.
- Beek verliest hier water.

Knelpunten ecologie

- Stroomsnelheid is nihil en stromingsdynamiek is afwezig.
- Teveel slib aanwezig. Dikte sliblaag: ca. 20 cm.



Maatregelen

- Opschonen (slib en zand) tot aan oude beekbodem.
- Plaatsen beschoeiing klampschot eenzijdig (30 cm boven beekbodem) in het midden van het beekprofiel. Beschoeiingspercentage is 60 %. Oevers afwisselend beschoeid.
- Beek versmallen naar 1,2 m.
- Plaatsen nieuw laag raster eenzijdig aan zuidzijde (hoogwaardig schapengaas).

Hoeveelheden

- Totaal te verwijderen zand/slib: 523 m³
- Totaal beschoeiing: 480 m
- Plaatsen raster: 400 m
- Vrijmaken werkstrook 400 m
- Tweezijdig beschoeiing verwijderen (800m)

Eerbeeksebeek – traject 6

Knelpunten hydrologie*

- Verzanding/verslibbing.
Dikte laag: ca. 50 cm.
- De beek is veel te breed
gedimensioneerd.

Knelpunten ecologie*

- Stroomsnelheid is nihil
en stromingsdynamiek
is afwezig.
- Teveel slib aanwezig.
Dikte sliblaag: ca. 20
cm.



Maatregelen

- Opschonen (slib en zand) tot aan oude beekbodem.
- Plaatsen beschoeiing klampschot eenzijdig (30 cm boven beekbodem) in het midden van het beekprofiel. Beschoeiingspercentages is 60 %.
- Oevers afwisselend beschoeid.
- Beek versmallen naar 1,2 m.
- Plaatsen nieuw laag raster eenzijdig aan zuidzijde (hoogwaardig schapengaas).

Hoeveelheden

- Totaal te verwijderen zand/slib: 559 m³
- Totaal beschoeiing: 173 m
- Plaatsen raster: 144 m
- Vrijmaken werkstrook 194 m
- Tweezijdig beschoeiing verwijderen 388m

* De laatste 50 meter van traject 6, stroomafwaarts gerekend is reeds vrij mooi ontwikkeld. In dit deel wordt alleen overtollig zand en slib verwijderd.

Eerbeeksebeek – traject 7 (164 m)

Knelpunten hydrologie

- Verzanding/verslibbing. Dikte laag: ca. 30 cm.
- De aanwezige duikers zijn dichtgeslibd.

Knelpunt ecologie

- Stroomsnelheid is nihil en stromingsdynamiek is afwezig.
- Teveel slib aanwezig. Dikte sliblaag: ca. 10 cm.



Maatregelen

- Vervangen drie duikers
- Opschonen (slib en zand) tot aan oude beekbodem.
- Plaatsen beschoeiing klampschot eenzijdig aan zuidzijde (30 cm boven beekbodem).
- Beek versmallen naar 1,2 m.

Hoeveelheden

- Totaal te verwijderen zand/slib: 100 m³
- Totaal beschoeiing: 164 m
- Drie maal duiker diam. 800 mm vervangen (totaal 22 m)
- Oude beschoeiing verwijderen tweezijdig 328 m

Eerbeeksebeek – traject 8 (129 m)

Traject 8 betreft het deel van de beek dat door middel van een lange duiker onder het terrein van de papierfabriek doorloopt. Dit deel was niet toegankelijk ten tijde van de inventarisatie en er zijn dan ook geen foto's of metingen beschikbaar. De duiker zelf vormt een groot knelpunt voor migratie van fauna. Gezien de huidige eigendomssituatie is de inschatting gemaakt dat in dit deel geen adequate maatregelen kunnen worden genomen te verbetering van de ecologische en hydrologische toestand. Nader onderzoek is noodzakelijk. Instroompunt is bepalend voor het lengteprofiel; werkt nu stuwend.

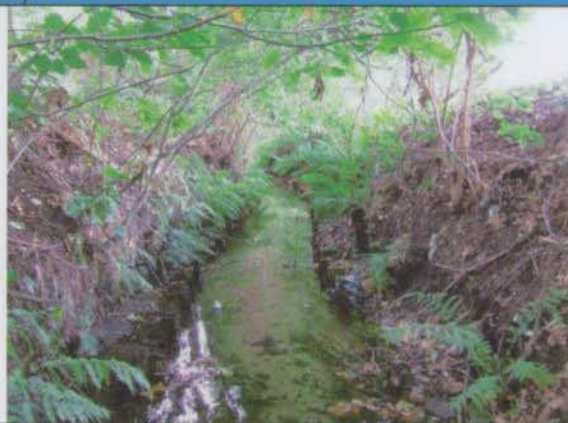
Eerbeeksebeek – traject 9 (388 m)

Knelpunten hydrologie

- Verzanding. Dikte zandlaag: ca. 15 cm.
- Net na de duiker bij de fabriek sterke erosie van de oevers.
- Beschoeiing in slechte staat of deels onder het zand.

Knelpunten ecologie

- Stroomsnelheid niet optimaal
- Waterbodem vervuild



Maatregelen

- Verwijderen beschoeiing (onder saneringscondities).
- Plaatsen beschoeiing klampschot tweezijdig over 15 m lengte na duiker aan (30 cm boven beekbodem).

Hoeveelheden

- Verwijderen beschoeiing: 776 m
- Plaatsen beschoeiing: 60 m
- Plaatsen rijplaten: 388 m
- Aanbrengen afrastering 388 m

Eerbeeksebeek – traject 10 (288 m)

Traject 10 betreft het deel van de beek dat eerst langs het zwembad loopt en vervolgens via een duiker het terrein van de fabriek passeert. Dit deel was niet toegankelijk ten tijde van de inventarisatie en er zijn dan ook geen foto's of metingen beschikbaar. De duiker zelf vormt een groot knelpunt voor migratie van fauna.

Maatregelen

- Verwijderen beschoeiing aan twee zijden onder saneringscondities;
- Plaatsen beschoeiing over twee zijden

Hoeveelheden

- Verwijderen beschoeiing aan twee zijden onder saneringscondities 300m;
- Plaatsen beschoeiing over twee zijden 300 m

Eerbeeksebeek – traject 11 (289 m)**Knelpunten hydrologie**

- Verzanding. Dikte zandlaag: ca. 15 cm.
- De beek wordt in het eerste deel van het traject eenzijdig begrensd door een lichte beschoeiing die in goede staat is. De beschoeiing in de rest van het traject is in slechte staat.

Knelpunten ecologie

- Stroomsnelheid in delen van het traject niet optimaal
- In een aantal delen worden morfologische processen in beek enigszins beperkt door de aanwezigheid van beschoeiing
- Migratiebarrière aanwezig in de vorm van een overlaat t.h.v. woonhuis net na fabriek.
- Waterbodem is vervuild (klasse 4)

**Inrichtingsmaatregelen**

- Verwijderen slechte beschoeiing eenzijdig onder saneringscondities
- Plaatsen nieuwe klampschot-beschoeiing eenzijdig (30 cm boven beekbodem).
- Overlaat verwijderen.

Hoeveelheden

- Verwijderen beschoeiing: 200 m
- Plaatsen beschoeiing: 200 m
- Vrijmaken werkstrook: 200 m

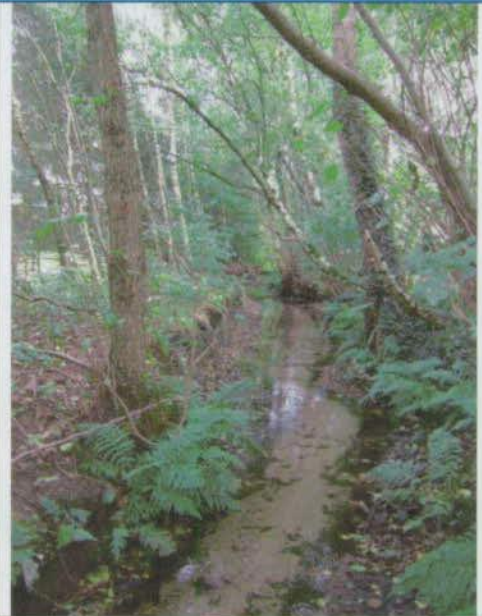
Eerbeeksebeek – traject 12 (198 m)

Knelpunten hydrologie

- Verzanding. Dikte zandlaag: ca. 15 cm.
- De beek wordt in dit traject op enkele plaatsen begrensd door een lichte beschoeiing die in slechte staat is.

Knelpunt ecologie

- Stroomsnelheid op punten niet optimaal.
- In een aantal delen worden morfologische processen in beek enigszins beperkt door de aanwezigheid van beschoeiing
- Waterbodem is vervuild (klasse 3)



Inrichtingsmaatregelen

- Verwijderen slechte beschoeiing eenzijdig of tweezijdig onder saneringscondities
- Plaatsen nieuwe klampschot-beschoeiing eenzijdig of tweezijdig (30 cm boven beekbodem).
- Overlaat verwijderen.
- Het vellen van bomen

Hoeveelheden

- Verwijderen beschoeiing: 105 m
- Plaatsen beschoeiing: 105 m
- Vrijmaken werkstrook: 65 m
- Het vellen van ca.16 bomen

HOOFDSTUK

7

Monitoringsplan

In de tabel hieronder staat het monitoringsschema voor de Eerbeekse beek. De komende 6 jaar worden de parameters macrofauna, vegetatie en hydromorfologie in 2008, 2009, 2011 en in 2014 gemonitord. De vegetatie en de hydromorfologie worden in het betreffende meetjaar eenmalig opgenomen waarbij het gehele hoofdtraject onderzocht wordt. De macrofauna wordt per meetjaar 3 maal gemeten op drie locaties. Hiervoor worden twee locaties van het routinematig meetnet gebruikt en 1 nieuwe locatie gekozen die tussen beide routinepunten in ligt.

Periode	Macrofauna	Vegetatie & hydromorfologie	Kosten
maart 2008	x		
juni 2008		x	
oktober 2008	x		
1 jaar na herstel maart	x		
1 jaar na herstel juni		x	
1 jaar na herstel oktober	x		
3 jaar na herstel maart	x		
3 jaar na herstel juni		x	
3 jaar na herstel oktober	x		
6 jaar na herstel maart	x		
6 jaar na herstel juni		x	
6 jaar na herstel oktober	x		
Overige kenmerken			
aantal monsterdata	8	4	
aantal locaties/trajecten	3 locaties*	gehele hoofdtraject	
kosten per monster/traject	1000	500	
totale kosten	24000	2000	26000
*: locaties: 2 meetpunten van routinematig meetnet, 1 extra punt er tussenin			

BIJLAGE 1

Overzichtskaart

BIJLAGE 2

Vindplaats beekprik

BIJLAGE 3

Streefbeeld waterschap sprengenbeek

1.1 Streefbeeld sprengen en bovenloopjes van sprengbeken (Sb)

1.1.1 Algemene karakterisering

Deze sprengkoppen en bovenloopjes van sprengbeken zijn gelegen in natuurgebied (bos) en worden gekarakteriseerd door voeding met kwelwater van een goede kwaliteit en een matige maar zeer constante afvoer. Door de constante voeding met kwelwater vertonen deze beken weinig temperatuurschommelingen. Het water bij de sprengkop heeft gedurende het hele jaar een constante temperatuur van circa 8-12 °C. Bij deze constante, lage temperaturen worden koudwaterminnende (koudstenotherme) soorten gevonden. De vegetatie is als gevolg van beschaduwing beperkt, kwelindicatoren zoals duizendknoop-fonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*), het mijtertje (paddestoeltje), paarbladig goudveil (*Chrysosplenium oppositifolia*) en kleine watereppe (*Berula erecta*) worden aangetroffen. De macrofauna indiceert matige tot snel stromende, oligosaprobe, zuurstofrijke omstandigheden. Soorten als de kokerjuffers *Sericostoma personatum*, *Micropterna sequax* en *Chaetopteryx villosa* zijn kenmerkend. Lokaal worden op plaatsen met snelle stroming soorten als de kokerjuffers *Goera pilosa* en *Silo nigricornis* aangetroffen. Er komen relatief veel zeldzame soorten voor die kenmerkend zijn voor deze beken zoals de steenvlieg *Nemoura pictetii* en de slijkvlieg *Sialis fuliginosa*.

1.1.2 Landschappelijke ligging

Deze beken liggen in bosgebied en kunnen worden aangetroffen in de kwelgebieden op de hellingen van de stuwwallen.

1.1.3 Systeemvoorwaarden

Kwelgevoede beken op de noord-oost en zuid-oost Veluwe.

1.1.4 Stroming

Kwelgevoed, matig tot snel stromend (20-50 cm/s). Constante stroming gedurende het gehele jaar, geen stagnantie en droogval

1.1.5 Structuren

Het dwars- en lengteprofiel van deze beken is ondiep met micromeandering en variatie in stroomsnelheid door structuren zoals takken, bladpakketten en stenen op de beekbodem. De oever is begroeid met kruiden en varens, het beektraject is volledig gelegen in (loof)bosgebied. De beekbodem vertoont een ruime variatie in structuur met de substraten zand, grind, blad, hout en slib. De vegetatiebedekking is beperkt als gevolg van beschaduwing.

1.1.6 Stoffen

Oligosaproob, fosfaat laag, nitraat niet zeer hoog, circumneutraal

Overzicht abiotiek

Parameter	range
Stroomsnelheid (cm/s)	20 - 50
pH	6.5 – 7.5
EGV µS/cm	< 150
Breedte (m)	1.9 (0.9 – 3)
Diepte (m)	0.16 (0.08 – 0.29)
t-P (mgP/l)	< 0.05
NH ₄ ⁺ -N (mgN/l)	< 0.1
O ₂ (%)	80 - 120
NO ₃ ⁻ (mgN/l)	< 1.5
Temperatuur °C	6 - 12

1.1.7 Macrofauna:

Kentaxa streefbeeld beheersgebied

Adicella reducta, Agapetus fuscipes, Baetis rhodani, Beraea maura, Chaetocladius dentiforceps agg, Chaetopteryx villosa, Dixa dilatata, Dixa gr maculata, Elmis aenea, Heterotanytarsus apicalis, Hydroporus discretus, Hydroporus memnonius, Krenopelopia sp, Lype reducta, Limnephilus centralis, Micropsectra bidentata, Micropterna lateralis, Micropterna sequax, Nemurella pictetii, Pedicia rivosa, Pseudorthocladius curtistylus, Rheocricotopus atripes, Sericostoma personatum, Sialis fuliginosa, Telmatoscopus sp, Tinodes assimilis, Zavrelimyia sp

Kentaxa streefbeeld overige Nederlandse beken

Aulodrilus pigueti, Lepidostoma hirtum, Limnephilus sparsus, Mideopsis willmanni, Parametrioctenemus stylatus, Polycentropodidae, Sciomyza sp, Thaumalea testacea, Tipula gr vittata

Storingsindicatoren

Chironomus sp, Conchapelopia sp, Culex sp, Dugesia polychroa, Eiseniella tetraedra, Eukiefferiella claripennis agg, Galba truncatula, Limnophyes sp, Macropelopia nebulosa, Nais communis, Nemouridae, Orthocladius sp, Pisidium milium, Pisidium subtruncatum, Planorbis planorbis, Polycelis sp, Proasellus meridianus, Procladius sp, Radix ovata, Tubificidae

1.1.8 Water- en oeervegetatie:

Kwelindicatoren: duizendknoop-fonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*), mijtertje (paddestoeltje), **paarbladig goudveil (*Chrysosplenium oppositifolia*) (ww)** en kleine watereppe (*Berula erecta*).
Oeervegetatie: dubbelloof (*Blechnum spicant*) en smalle beukvaren (*Phegopteris connectilis*)

Waterwijzer

Sterrekroos, vederkruid

1.1.9 Vissen:

Kenmerkend: elrits (*Phoxinus phoxinus*), rivierdonder-pad (*Cottus gobio*), beekprik (*Lampetra planeri*), **bermpje (*Barbatula barbatulus*) (ww)**
Begeleidend: driedoornig stekelbaarsje (*Gasterosteus aculeatus*) en tiendoornig stekelbaarsje (*Pungitius pungitius*)

1.1.10 Amfibieën en reptielen:

bruine kikker (*Rana temporaria*), gewone pad (*Bufo bufo*), heikikker (*Rana arvalis*), kleine watersalamander (*Triturus vulgaris*), ringslang (*Natrix natrix*)

Waterwijzer

Alpenwatersalamander

1.1.11 Vogels:

Broedplaats voor: grote gele kwikstaart

Foerageerplaats voor: ijsvogel

1.1.12 Bedreigingen en beheer

De belangrijkste bedreigingen voor deze beken zijn verdroging (wateronttrekkingen), eutrofiëring en saprobiëring (overmatige bladval). Op dit moment worden er een aantal sprengenkoppen aangetroffen met een kwaliteit die het streefbeeld benadert. Ze worden overwegend gevoed door schone, voedselarme kwel. De oeervegetatie indiceert echter nog vaak voedselrijke omstandigheden. Een aantal beken ligt in open gebied, voor deze beken is een spontane ontwikkeling van de natuurlijke

oevervegetatie gewenst. Beschaduwning beperkt de lichtinstraling en daarmee de vegetatieontwikkeling (remt ontwikkeling mannagras) en temperatuursfluctuaties (gunstig voor koudstenotherme soorten). Beken van dit type behoeven weinig tot geen beheer, de plantengroei is door beschaduwning en stroming laag. Om saprobiëring te voorkomen door ophoping van blad en takken is in een aantal gevallen periodiek schonen nodig. Dit dient gefaseerd te gebeuren in verband met de kwetsbare oevervegetatie (mijtertje). Om de watervoerendheid te garanderen dient beïnvloeding van de grondwaterstromen te worden verminderd.

1.2 Streefbeeld natuurlijke bovenlopen (Bona)

1.2.1 Algemene karakterisering

Dit zijn veelal smalle, ondiepe beekjes die worden gekenmerkt door een zeer constant stromingspatroon en een constante temperatuur. Als gevolg van de voeding door schoon kwelwater vertonen ze gedurende het gehele jaar slechts beperkte fluctuaties in debiet. In de beek worden indicatoren voor kwelvoeding zoals Duizendknoop-fonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*) en Kleine watereppe (*Berula erecta*), op de oever kan Paarbladig goudveil (*Chrysosplenium oppositifolia*) worden aangetroffen. Door de sterke beschaduwing is de bedekking met submerse waterplanten vrij laag (ca 5 – 15%), het voorkomen van draadwieren en drijflagen wijst op verstoring. Eveneens indicatief voor kwelvoeding is de aanwezigheid van ijzerneerslag of een bacterievlies. De beekbodem is gevarieerd met afwisselend een mozaïek van grind en/of kaal zand, blad, takjes en takken en fijner slib. De oever van de beek is begroeid met loofbos of houtwallen met soorten als Els op de oever en Beuk en Eik op de drogere delen. De macrofaunagemeenschap bestaat voor een belangrijk deel uit detritivoren, dominant is de vlokreeft *Gammarus pulex*. Er komen veel stromingsindicatoren voor die kenmerkend zijn voor matig tot snelstromende oligosaprobe of oligo-β-mesosaprobe beken zoals de kokerjuffers *Halesus radiatus*, *Chaetopteryx villosa* en *Micropterna sequax*. Voor een belangrijk deel zijn dit ook koudstenotherme soorten die alleen worden aangetroffen bij een constante (koude) watertemperatuur.

1.2.2 Landschappelijke ligging

Deze beken zijn gelegen in bosgebied in de kwelgebieden aan de randen van het Veluwemassief.

1.2.3 Systeemvoorwaarden

Kwelgevoede beken op de randen van de Veluwe.

1.2.4 Stroming

Kwelgevoed, matig tot snelstromend (20-50 cm/s). Constante stroming gedurende het gehele jaar, geen stagnantie en droogval

1.2.5 Structuren

Het lengte- en dwarsprofiel van deze beken is gevarieerd en licht meanderend. De beken zijn ondiep met micromeandering door structuren (hout/stenen) op de beekbodem. De oever is structuurrijke en gevarieerd met begeleidende vegetatie van loofbomen of houtwallen (minimaal 90% van de totale oeverlengte). De beekbodem bestaat uit de substraten zand, grind, blad, hout en slib en beperkte vegetatie als gevolg van beschaduwing.

1.2.6 Stoffen

overzicht abiotiek

Parameter	range
Stroomsnelheid (cm/s)	20 - 50
pH	6.5 – 7.5
EGV $\mu\text{S/cm}$	< 200
Breedte (m)	1.5 (0.4 – 4)
Diepte (m)	0.13 (0.04 – 0.52)
t-P (mgP/l)	< 0.05
$\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mgN/l)	< 0.1
O_2 (%)	80 - 120
NO_3^- (mgN/l)	< 1.5

Soorten (indicatoren)

1.2.7 Macrofauna:

Kentaxa streefbeeld beheersgebied

Adicella reducta, Agabus chalconatus, Agabus guttatus, Agabus uliginosus, Agapetus fuscipes, Chaetopteryx villosa, Dixa gr maculata, Dolichopeza albipes, Eukiefferiella brevicar, Gammarus pulex, Halesus radiatus, Hydraena britteni, Hydroporus discretus, Hydroporus memnonius, Ljana bipapillata, Micropterna lateralis, Micropterna sequax, Pachygaster sp, Paracladopelma nigrifolia, Paraphaenocladus pseudirritus agg, Plectrocnemia conspersa, Psychoda sp, Sericostoma personatum, Sialis fuliginosa, Sperchon glandulosus, Stenophylax permistus

Kentaxa streefbeeld overige Nederlandse beken

Agrypnia pagetana, Arrenurus mediorotundatus, Baetis niger, Chaetocladius dentiforceps, Chironomus gr luridus, Cordulegaster boltonii, Crenobia alpina, Dryopidae, Dugesia gonocephala, Elodes minuta larve, Hydatophylax infumatus, Hydrobaenus pilipes, Hydrochus carinatus, Hydriphantes planus, Lepidostoma hirtum, Lithax obscurus, Mesovelgia sp nympha, Micropsectra recurvata, Ptilaria gr nemoralis, Rheotanytarsus photophilus, Scirtidae larve, Scleroprocta sp, Symposiocladius lignicola, Thaumalea testacea, Zonitoides sp

Storingsindicatoren

Anopheles sp, Chironomus gr thummi, Culex sp, Dero digitata, Dugesia polychroa, Eukiefferiella discoloripes agg, Haemopsis sanguisuga, Helophorus aequalis, Hemiclepsis marginata, Hydroporus erythrocephalus, Macropelopia nebulosa, Nais communis, Pisidium milium, Pisidium subtruncatum, Planorbis planorbis, Polycelis sp, Proasellus meridianus, Radix ovata, Rhantus suturalis, Tanypodinae, Tanypus kraatzii, Tubifex tubifex

1.2.8 Water- en oevervegetatie:

Kwelenindicatoren: duizendknoop-fonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*), **paarbladig goudveil (*Chrysosplenium oppositifolia*) (ww)** en kleine waterrepe (*Berula erecta*).

Waterwijzer

Vederkruid, Sterrekroos

1.2.9 Vissen:

Kenmerkend: beekprik (*Lampetra planeri*), **bermpje (*Noemacheilus barbatulus*) (ww)**, rivierdonderpad (*Cottus gobio*)

Begeleidend: driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*) en tiendoornige stekelbaars (*Pungitius pungitius*).

1.2.10 Amfibieën en reptielen:

bruine kikker (*Rana temporaria*), gewone pad (*Bufo bufo*), groene kikker (*Rana esculenta*), heikikker (*Rana arvalis*), kleine watersalamander (*Triturus vulgaris*), ringslang (*Natrix natrix*)

Waterwijzer

Alpenwatersalamander

1.2.11 Vogels:

Voerageerplaats voor: grote gele kwikstaart en waterspreeuw

1.2.12 Vissen:

Kenmerkend: elrits (*Phoxinus phoxinus*), rivierdonder-pad (*Cottus gobio*), beekprik (*Lampetra planeri*), bermpje (*Barbatula barbatulus*)

Begeleidend: driedoornig stekelbaarsje (*Gasterosteus aculeatus*) en tiendoonig stekelbaarsje (*Pungitius pungitius*)

Overeenkomstig landelijk natuurdoeltype: Langzaam stromende bovenloopjes

1.2.13 Bedreigingen en beheer

Door het constante stromingspatroon en de constante (koude) temperatuur van deze beken komen er een aantal zeer bijzondere en gevoelige soorten voor. De belangrijkste bedreigingen voor deze beken worden gevormd door verdroging en vervuiling. Om de continue voeding te herstellen of te handhaven zijn het beperken of stopzetten van eventueel aanwezige grondwateronttrekkingen, waterretentie en het bevorderen infiltratie belangrijke beheersmaatregelen (zie §9.1). Vervuiling en verrijking door lozingen, en landbouwactiviteiten moeten worden voorkomen. De aanplant van bufferstroken in de vorm van houtwallen op plaatsen waar de beek door open gebied stroomt kan deze beïnvloeding verminderen en de natuurlijkheid vergroten. Het onderhoud van de watergang is beperkt, door stroming en beschaduwing is er weinig plantengroei.

BIJLAGE 4

Resultaten modellering



Memo

Waterschap Veluwe

Steenbokstraat 10
Postbus 4142
7320 AC Apeldoorn
[T] (055) 527 29 11
[F] (055) 527 27 04
[E] waterschap@veluwe.nl
[I] www.veluwe.nl

Aan Maarten Veldhuis (WSV)
Winfried van Kleef (ARCADIS)

Datum 9 oktober 2007
Afzender Elisabeth Tietema
Afdeling Projecten

Toestelnummer (055) 527 22 54
Onderwerp modellering Eerbeeksebeek

Inleiding

In het kader van het herstel van de Eerbeeksebeek wordt er door Waterschap Veluwe en ARCADIS gekeken hoe de sprengenbeek te herstellen. Het doel van het herstel is om de stroomsnelheden in de beek te vergroten. De belangrijkste factor daarin is de afvoer. Meer afvoer betekent een hogere stroomsnelheid. Het uitgangspunt voor het herstellen van de beek is het herstel van de oude dwarsprofielen (zie Figuur 1) en de oude verhanglijn. Uit veldinventarisatie en profielmetingen blijkt dat de oude beschoeiing vervallen/verdwenen is en er op veel plekken sediment in de beek ligt. Dit zorgt ervoor dat de oude diepe smalle profielen grotendeels niet meer te herkennen zijn in het veld. Dit belemmert het aantrekken van grondwater waardoor de afvoer de afgelopen tientallen jaren minder geworden is.

Figuur 1 Beekherstel, links het oude dichtgeslibde profiel, rechts het nieuwe profiel met beschoeiing.



De voorliggende memo beschrijft de resultaten van de modellering van het beekstelsysteem met een stationair hydraulisch model in Sobek CF 2.10.003. Alleen de hoofdloop van het systeem wordt beschouwd (trajecten 1 t/m 12, voor trajectnummers zie Figuur 2).

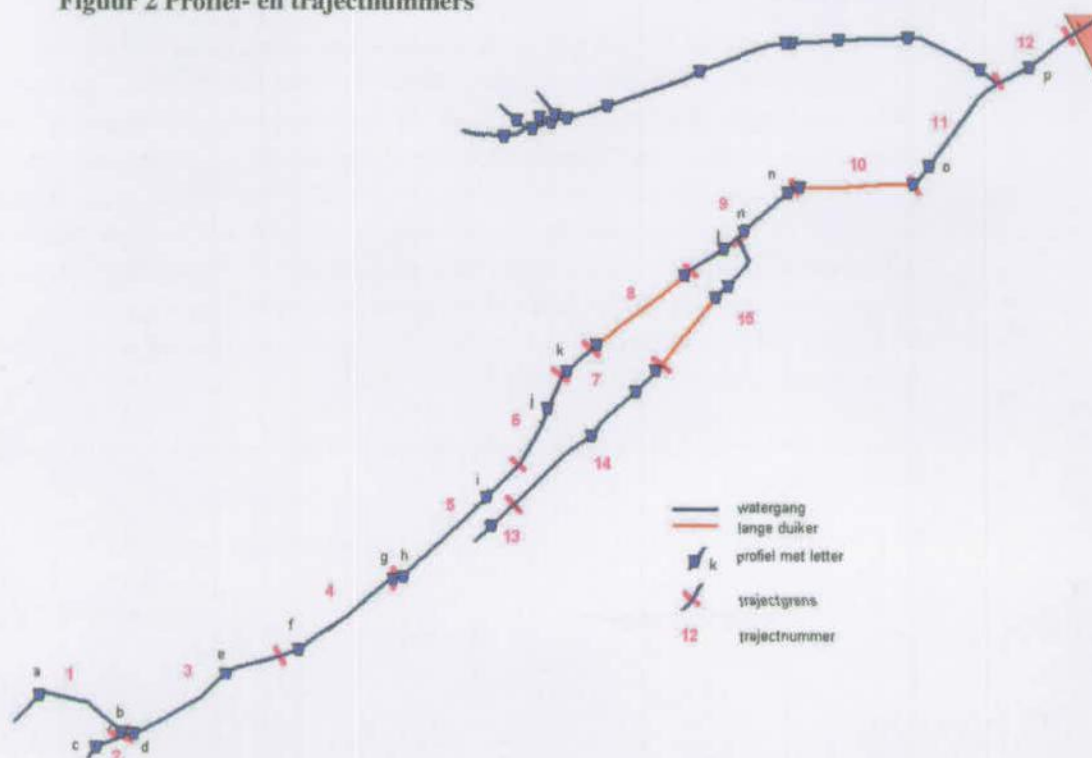
Waterschap Veluwe

Methode

Basismodel

Voor het doorrekenen van de huidige situatie is de Eerbeeksebeek uit het model voor de Zuidelijke IJsselvallei geknipt (voor details raadpleeg WL | delft hydraulics, 2007 "Modellering Zuidelijke IJsselvallei"). De huidige situatie is voor verschillende afvoeren doorgerekend. 10 l/s is de afvoer die gemeten is aan het einde van augustus 2007. Deze afvoer zal ongeveer gelijk zijn als de basisafvoer van de beek. In principe is dit dus het minimale debiet dat optreedt. Om een idee te krijgen van de stroomsnelheden bij hogere debieten is ook een keer gerekend met 20 en 40 l/s. Hiervoor is gekozen omdat de metingen eind augustus gedaan zijn. Dat betekent dat de gemeten afvoeren de basisafvoeren zijn.

Figuur 2 Profiel- en trajectnummers



Waterschap Veluwe

Optimalisering stroomsnelheid

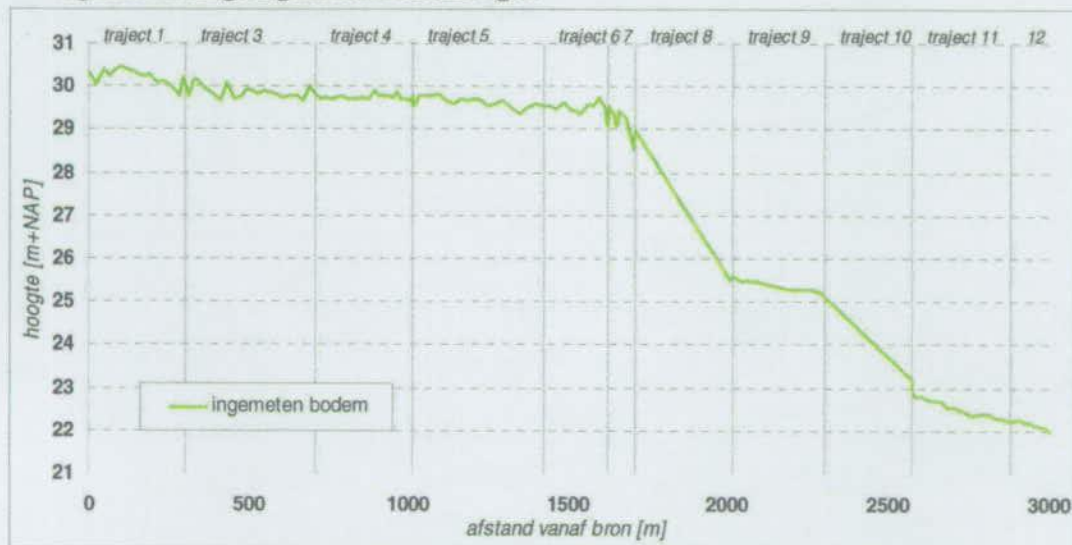
Afvoer

Het doel van het onderhoud aan de Eerbeeksebeek is het vergroten de stroomsnelheid. Het belangrijkste middel dat daarbij gebruikt kan worden is het vergroten van de afvoer. Met het oppervlaktewatermodel kan de verandering van afvoer niet berekend worden omdat deze afhankelijk is van de grondwaterstanden en de geologische en bodemkundige opbouw van het gebied. Daarom is voor de afvoer voor de toekomstige situatie gebaseerd op ervaringen met eerdere herstelde sprengbeken. Kijkend naar deze gegevens zou de huidige basisafvoer van 10 l/s kunnen toenemen tot rond de 60 l/s. Dit is een inschatting, daarom zijn er bij de modelering verschillende debieten doorgerekend 20, 40 en 60 l/s.

Verhanglijn

In Figuur 3 is de huidige verhanglijn van de beek te zien. Vooral in het bovenstroomse gedeelte is dit niet optimaal als gevolg van sedimentatie. Op deze trajecten wordt gefocust in de memo. Het is duidelijk te zien dat de twee lange duikers met een groot verhang ter hoogte van de papierfabrieken het systeem in drie onafhankelijke delen verdelen (traject 1 t/m 7, traject 8 en traject 9 en 10, traject 11 en 12). Deze duikers zijn in Figuur 3 niet correct afgebeeld. In werkelijkheid is het verval in het begin groot, dan volgt een knik en een stuk met lager verhang. Het exacte verloop is niet bekend.

Figuur 3 Huidige ingemeten bodemhoogte.



Waterschap Veluwe

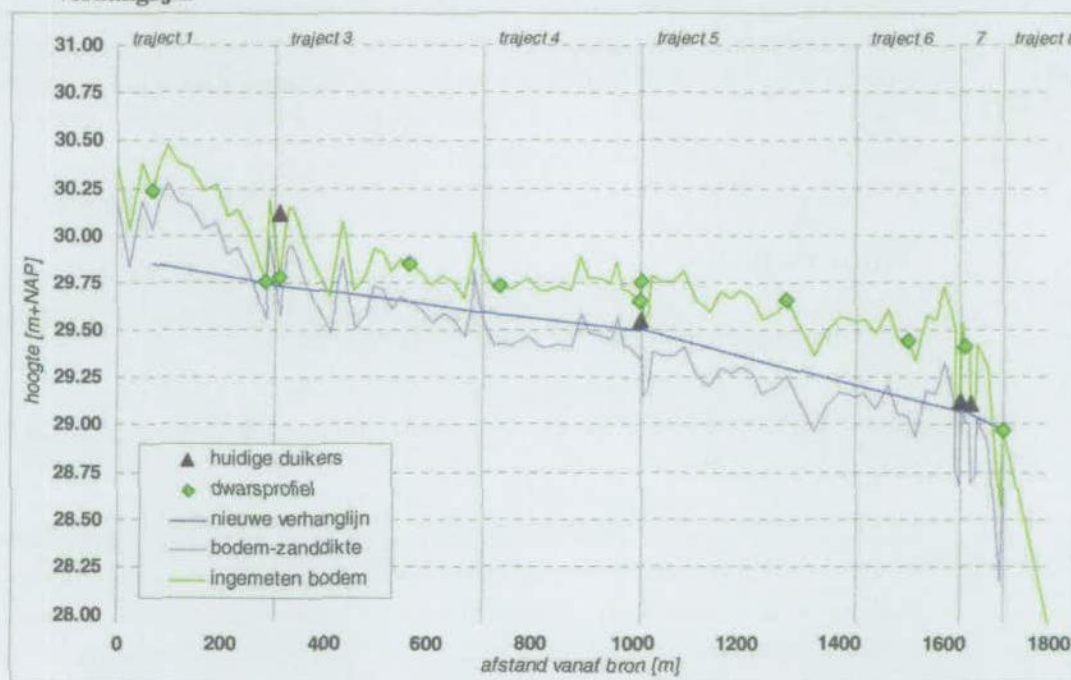
Per deeltraject is door ARCADIS een meting gedaan naar de dikte van de laag gesedimenteerd materiaal in de beek (Tabel 1). Om de optimale verhanglijn te bepalen, is de één maal per traject gemeten zanddikte van de oorspronkelijk bodemhoogte afgetrokken (Figuur 4). Vervolgens zijn op verschillende plekken nog aanpassingen gedaan om het verhang te optimaliseren. In Figuur 4 is de ingemeten verhanglijn van trajecten 1, 3, 4, 5, 6, en 7 te zien. Daarnaast wordt gegeven hoe deze veranderd wanneer de zanddikte er vanaf getrokken wordt en wat op basis van de oude bodemhoogte, de zanddikte en de aanwezige duikers de meest optimale verhanglijn is. Wat in de figuur opvalt is dat de duiker bovenstrooms in traject 3 ruim boven de bodemhoogte ligt. Deze stuwt het water in trajecten 1 en 2 op waardoor na het vergraven van de bodem de stroomsnelheid gering is. Het verdient aanbeveling om deze duiker te verlagen tot 10 cm boven bodemhoogte. Hier is bij de berekeningen ook vanuitgegaan.

De in de figuur aangegeven dwarsprofielpunten zijn de locaties waarop een dwarsprofiel ingemeten is. De nieuwe bodemhoogtes op deze locaties en de verlaging ten opzichte van de huidige situatie zijn aangegeven in Tabel 2. In de modellering zijn voor traject 1 iets hogere bodemhoogtes gebruikt, maar dat zal weinig effect hebben op de stroomsnelheden die daar toch al gering zijn.

Het optimale verhang in het systeem neemt toe van boven naar beneden. Van 1 t/m 6 is het verhang gemiddeld 0,5 m/km. In traject 9 1,2 m/km en in traject 9 t/m 10 2,0 m/km.

Waterschap Veluwe

Figuur 4 Ingemeten bodemhoogte, bodem minus gemeten zanddikte en de nieuwe, optimale verhanglijn.



Breedte

Historisch gezien heeft de beek een breedte gehad van tussen de 80 en 120 cm. Optimale stroomsnelheden worden verwacht bij een smalle beek. In de eerste berekeningen is de bodembreedte dus op 80 cm gezet. In trajecten 3, 4, 5, 6 en 7 levert dat opstuwings en vertraging van het water op. In de modellering wordt een optimale stroomsnelheid nagestreefd, daarom is in genoemde trajecten de bodembreedte van 90 cm aangebracht (Tabel 2).

Belevingswaarde is ook een belangrijk aspect bij het herstel van de beek. Omdat verwacht wordt dat een bredere beek een hogere belevingswaarde heeft, is de berekening ook uitgevoerd met een bodembreedte van 120 cm in de bovengenoemde trajecten. Er zijn dus twee varianten, een met smalle bodem en een met brede bodem.

Diepte

Wanneer het sediment weggegraven wordt over een breedte van 80 tot 90 cm worden de oevers steil. Om erosie tegen te gaan, wordt daarom een beschoeiing aangelegd. Historisch gezien was de beek ook beschoeid en trad vrijwel nooit buiten zijn oevers. Er van uitgaande dat dat in de toekomst ook het geval is, wordt hier uitgegaan van een

Waterschap Veluwe

beekdiepte/beschoeiingshoogte van 10 cm meer dan de waterdiepte bij een afvoer van 60 l/s. Bij een beekbreedte van 80 tot 90 cm ligt de waterdiepte in trajecten 3, 4 en 5 rond de 50 cm. Hier is dan een beschoeiingshoogte gewenst van 60 cm vanaf de beekbodem. In de andere trajecten voldoet een hoogte van 50 cm. Bij een beekbreedte van 1,2 m is alleen in trajecten 3 en 4 60 cm beschoeiingshoogte nodig. In de andere trajecten wordt volstaan met 50 cm.

Resultaten

Basismodel

De berekende stroomsnelheden in de huidige situatie liggen bij een afvoer van 10 l/s tussen de 3 en de 12,8 cm/s. Bij 20 l/s tussen 4,5 en 17,2 en 40 l/s tussen 6,2 en 23,3 cm/s (zie Tabel 1).

De hoogste stroomsnelheden treden op in traject 7 (zie Figuur 2). Hier is de stroomsnelheid hoog door invloed van 3 duikers. Bovenstrooms in het traject liggen twee duikers die bij de uitstroom een relatief hoge stroomsnelheid hebben en benedenstrooms ligt de lange duiker van traject 8 waardoor het water snel afgevoerd wordt. Hier moet rekening mee gehouden worden bij interpretatie van de resultaten.

De bovenstroomse trajecten 3, 4, 5 en 6 hebben de laagste snelheden en de benedenstrooms in trajecten 9, 11 en 12 liggen de stroomsnelheden twee maal zo hoog als 3, 4, 5 en 6. Dit is waarschijnlijk grotendeels het gevolg van het grotere verhang benedenstrooms. Daarnaast is het beekprofiel hier nog smal (1,2 tot 1,3 m).

Optimaal

De uitkomsten van de berekeningen zijn gegeven in Tabel 3 en Figuur 5. De minimale en maximale verschillen tussen de huidige en de optimale situatie zijn gegeven in Tabel 4.

In traject 1 neemt de stroomsnelheid toe met ca 40%. In traject 2 wordt een afname van ca 30% berekend. Dat is het gevolg van het verlagen van de bodem wat in deze bovenstroomse trajecten een vermindering van het bodemverhang tot gevolg heeft. Vanwege het effect op de stroomsnelheid lijkt het dus niet gewenst om traject twee zo te verdiepen. Echter, omdat de verdieping juist extra aanvoer van water veroorzaakt (dit is niet in het model opgenomen), is dit traject niet verder geoptimaliseerd.

De stroomsnelheden in traject 7 zijn hoog in vergelijking met de andere bovenstroomse trajecten. Daarnaast neemt de stroomsnelheid bij gelijke afvoer af ten opzichte van de

Waterschap Veluwe

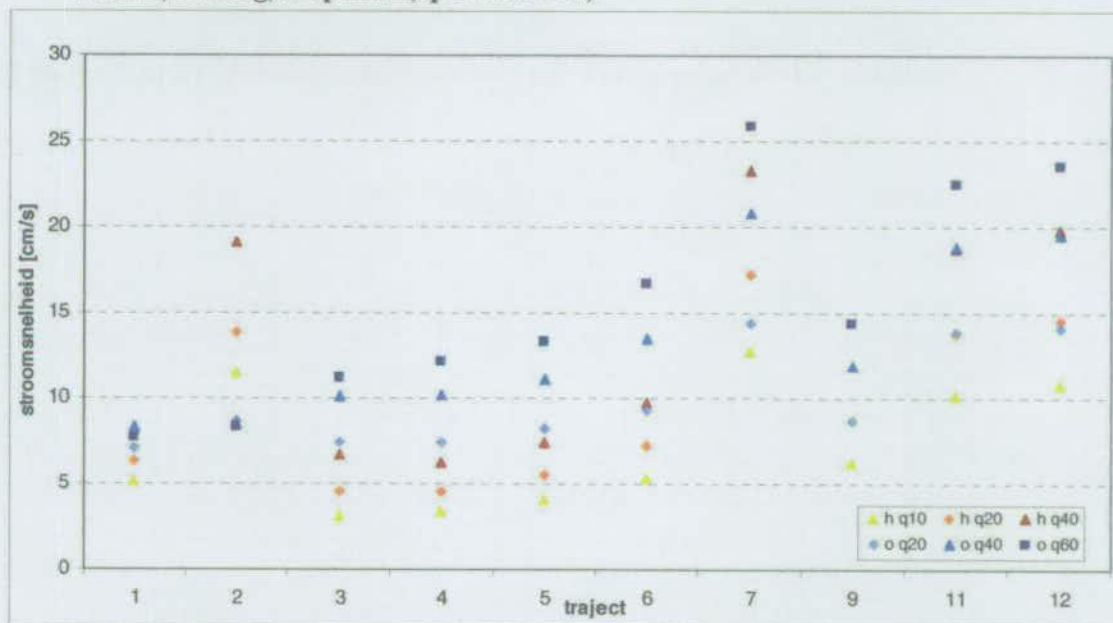
huidige situatie. Dit komt doordat door het verlagen van de bodemhoogte in dit traject het verhang naar de duiker in traject 8 veel kleiner wordt waardoor de stroomsnelheid afneemt. (zie ook onder basismodel).

In de andere trajecten neemt de stroomsnelheid toe. De toename is groter in de trajecten 3 t/m 6 (206 tot 337%) dan in de trajecten 9, 11 en 12 (135 tot 223%) (Tabel 4).

Naar deze relatieve toenames kijkend, zien de maatregelen er effectief uit, maar kijkend naar de absolute stroomsnelheden gaat het in traject 3 t/m 6 om 4 tot 9 cm/s en in 9, 11 en 12 om 3 tot 12 cm/s. Alleen de stroomsnelheden in trajecten 11 en 12 komen bij afvoeren van 60 l/s in de buurt van de wensnelheid van 20 cm/s (Tabel 3, Figuur 5).

De vraag is of in de bovenstroomse trajecten wel een stroomsnelheid van 20 cm/s haalbaar is. De sprengenbeken zijn onder zeer gering verhang aangelegd. Ze hadden een industriële functie waarbij een groot verhang bij de molen noodzakelijk was. Door het geringe verhang was de stroomsnelheid laag en moest constant intensief onderhoud gepleegd worden.

Figuur 5 Gesimuleerde stroomsnelheden per traject voor de huidige en optimale situatie (h=huidig, o=optimaal, q=afvoer in l/s).



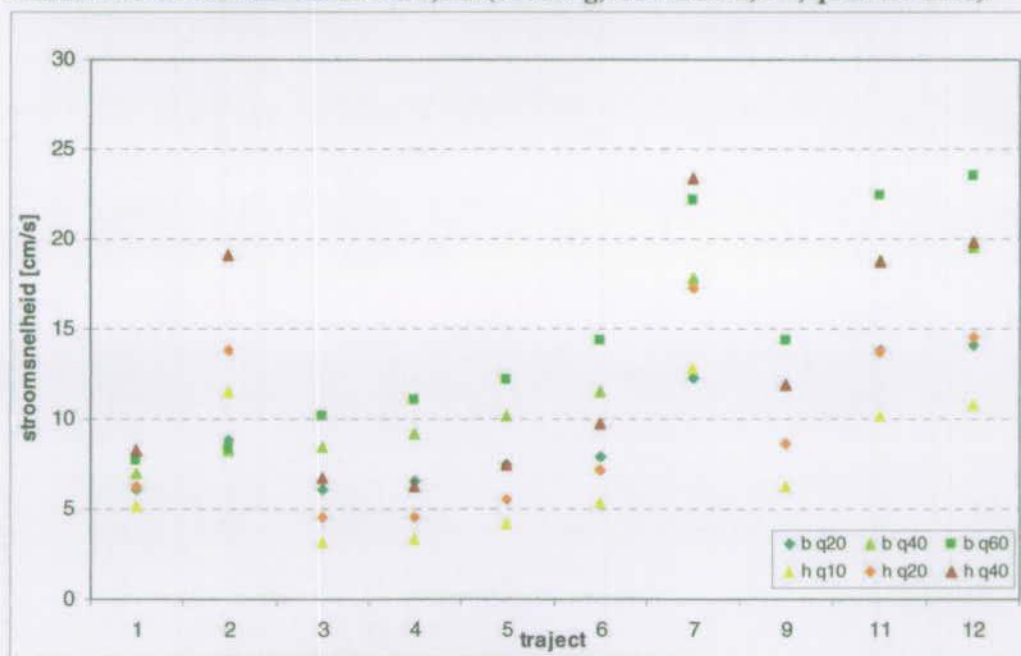
Waterschap Veluwe

Breedte 120 cm

Voor dit scenario is het patroon min of meer gelijk aan het optimale scenario, alleen zijn de verschillen met de huidige situatie in dit scenario kleiner (Tabel 3 en Tabel 5). Voor trajecten 1 en 2 geldt hetzelfde als in de optimale situatie. In traject 3 t/m 6 is de toename van de stroomsnelheid 79 tot 203% (=3 tot 8 cm/s) en in trajecten 9, 11 en 12 135 tot 223% (= gelijk aan optimaal, 3 tot 12 cm/s). In Figuur 6 zijn de gesimuleerde stroomsnelheden per traject te zien voor het scenario met een bodembreedte van 1,2 m en de huidige situatie.

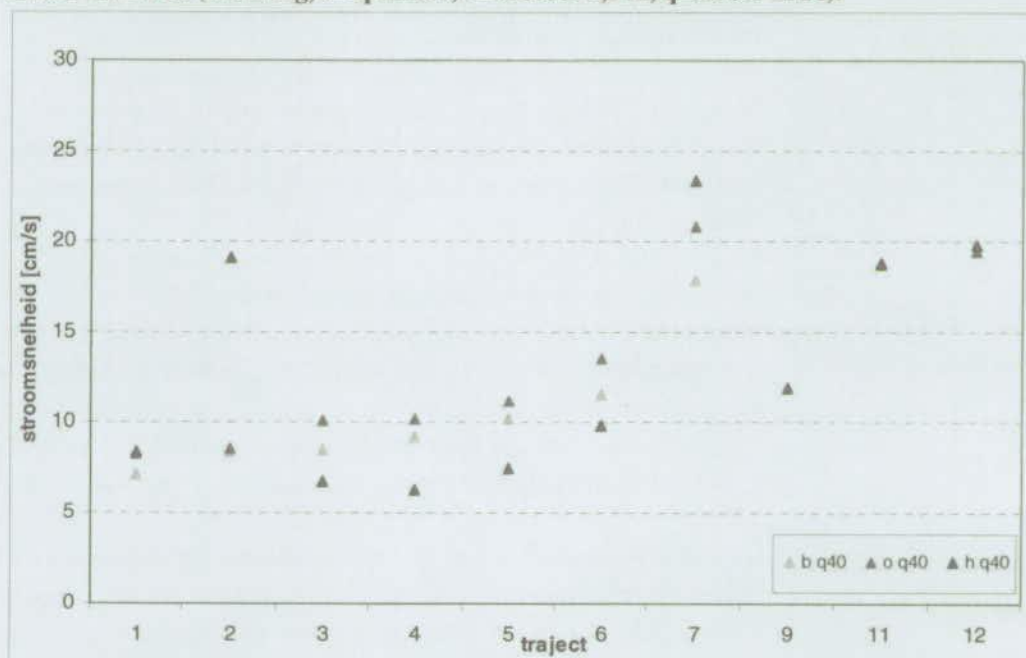
In Figuur 7 zijn de stroomsnelheden van alle drie de scenario's bijelkaar gezet voor een afvoer van 40 l/s. In trajecten 1 en 2 heeft de verbreding weinig effect, hier was de stroomsnelheid al laag door de vermindering van het verhang. In trajecten 3 t/m 7 ligt de stroomsnelheid bij een breedte van 1,2 m onder de stroomsnelheid in het optimale scenario, zoals verwacht mag worden als gevolg van de verbreding. In traject 7 ligt de stroomsnelheid wel lager dan in de huidige situatie (zie § resultaten optimaal). In de trajecten 9, 11 en 12 zijn geen aanpassingen gedaan, dus daar zijn de stroomsnelheden gelijk gebleven. Omdat de gewenste stroomsnelheid van 20 cm/s niet gehaald wordt, is het in verband met de beleevingswaarde wenselijk om uit te gaan van een bodembreedte van 120 cm.

Figuur 6 Gesimuleerde stroomsnelheden per traject voor de huidige situatie en voor het scenario met een bodembreedte van 1,2 m (h=huidig, b=breedte 1,2 m, q=afvoer in l/s).



Waterschap Veluwe

Figuur 7 Gesimuleerde stroomsnelheden per traject voor alle drie de scenario's bij een afvoer van 40 l/s (h= huidig, o= optimaal, b= breedte 1,2 m, q= afvoer in l/s).



Conclusies en aanbevelingen

- De bendenstroomse trajecten 9, 11 en 12 hebben in de huidige situatie al min of meer optimaal verhang en een hoge stroomsnelheid. Daarom hoeft hier vanuit de modellering bekeken niets aan de inrichting te veranderen. Een toename van de afvoer is voldoende om de in de orde grootte van de gewenste stroomsnelheden te bereiken.
- De duiker bovenstrooms in traject 3 ligt ca 40 cm boven de beekbodem. Dit veroorzaakt opstuwing in trajecten 1 en 2. Daardoor wordt minder grondwater naar de beek aangevoerd. Het verdient dus aanbeveling om dit aan te passen. De duiker kan verlaagd worden naar optimale bodemhoogte. Met het oog op de verhoging van het debiet is vergroting ook gewenst. (Bijvoorbeeld naar een doorsnede van 80 cm vergelijkbaar met de grootte van de duiker onder de weg benedenstrooms.)
- In trajecten 3 en 4 is bij een afvoer van 60 l/s een beschoeiing van 60 cm hoog noodzakelijk. In traject 5 geldt dit alleen voor het optimale scenario. In de andere trajecten is 50 cm voldoende (van optimale beekbodem tot bovenzijde)

Waterschap Veluwe

beschoeiing). Er is in de modellering uitgegaan dat het water nooit hoger staat dan de beschoeiing. Wanneer er 20 l/s door de beek gaat, ligt deze waarde 15 tot 20 cm lager (zie Tabel 2).

- Om de doorstroming te bevorderen is in het optimale scenario vanaf benedenstrooms in traject 3 een breedte van 90 cm gewenst.
- De stroomsnelheid is benedenstrooms hoger dan bovenstrooms. Dit is waarschijnlijk het gevolg van een groter benedenstrooms verhang en het profiel dat daar al vrij optimaal is.
- De stroomsnelheid in trajecten 1 en 2 verbetert niet of weinig door de ingrepen als gevolg van vermindering van het bodemverhang.
- In trajecten 3, 4, 5 en 6 stijgt de stroomsnelheid met 206 tot 337% (4 tot 9 cm/s) in het optimale scenario en met 79 tot 203% (=3 tot 8 cm/s) in het scenario met een bodembreedte van 1,2 m.
- In trajecten 9, 11 en 12 stijgt de stroomsnelheid met 135 tot 223% (3 tot 12 cm/s) in zowel het optimale scenario als in het scenario met een bodembreedte van 1,2 m.
- De stroomsnelheden in traject 7 worden sterk beïnvloed door de duikers in en benedenstrooms van het traject. Door de bodemverlaging liggen de stroomsnelheden in het optimale scenario en het scenario met een bodembreedte van 120 cm lager dan in de huidige situatie.
- De optimale stroomsnelheid van 25 cm/s wordt alleen gehaald in trajecten 7, 11 en 12 bij een afvoer van 60 l/s (6x de basisafvoer).
- Door in plaats van de dimensionering van de optimale situatie te kiezen voor een bodembreedte van 120 cm worden de stroomsnelheden in de trajecten 3 t/m 7 minder verhoogd (rond de 1,2 cm/s = 130%).
- Het is de vraag of het in de bovenstroomse trajecten wel mogelijk is om stroomsnelheden van 20 cm/s te bereiken. Sprengbeken hebben namelijk van oorsprong een zo laag mogelijk verhang om het verval ter hoogte van de molen die ze aandreven zo groot mogelijk te maken. De stroomsnelheid was daardoor ook laag.
- Voor het bestekklaarmaken van het plan is het noodzakelijk om exactere boringen te doen om de oude beekbodem op te sporen. Het is niet wenselijk om bij het verlagen van de beekbodem deze oude bodem te beschadigen. Hierdoor zou extra infiltratie kunnen gaan optreden waardoor de afvoer weer verminderd.

Waterschap Veluwe

Opmerking

Deze modellering is gedaan met behulp van een niet gekalibreerd 1D model. Dat betekent dat het model geen correcte absolute waarden kan berekenen. En dat de gegeven stroomsnelheden gemiddelden zijn voor het dwarsprofiel. Bij de interpretatie van de gegevens moet daarmee rekening gehouden worden. Het is dus belangrijk om vooral naar de verschillen te kijken en de stroomsnelheden niet te absoluut te nemen.

Tabel 1 Trajectnummers en profielen met de huidige bodemhoogte, zanddikte en de gesimuleerde stroomsnelheid bij afvoeren van 10, 20 en 40 l/s.

traject	profielcode	zanddikte	bodem hoogte	snelheid bij 10 l/s	snelheid bij 20 l/s	snelheid bij 40 l/s
-		[cm]	[m+NAP]	[cm/s]	[cm/s]	[cm/s]
1	a	20	30,24	5,2	6,3	8,3
	b	20	29,74			
2	c	40	30,32	11,5	13,9	19,1
3	d	20	29,78	3,1	4,5	6,7
	e	20	29,85			
4	f	30	29,73	3,4	4,6	6,2
	g	30	29,65			
5	h	40	29,76	4,1	5,5	7,4
	i	40	29,66			
6	j	40	29,41	5,4	7,2	9,8
7	k	40	29,41	12,8	17,2	23,3
9	l	15	25,47	6,3	8,7	11,9
	m	15	25,37			
	n	15	25,23			
11	o	15	22,71	9,6	13,0	17,8
12	p	15	22,17	10,8	14,5	19,8

Waterschap Veluwe

Tabel 2 De berekende optimale bodemhoogte, verdieping t.o.v. de huidige situatie, breedte en diepte (bodem tot bovenzijde beschoeiing).

traject	profielcode	optimale bodemhoogte	verdieping	breedte	diepte/beschoeiing bij 20 en 60 l/s
-	-	[m+NAP]	[cm]	[cm]	[cm]
1	a	29,85	39	80	30-50
	b	29,75	-1	80	30-50
2	c	29,92	40	80	25-50
3	d	29,73	5	80	45-60
	e	29,65	20	90	45-60
4	f	29,58	15	90	40-60
	g	29,50	15	90	40-60
5	h	29,50	26	90	40-60
	i	29,30	36	90	40-60
6	j	29,15	26	90	35-50
7	k	29,00	41	90	35-50
9	l	25,47	-	-	-
	m	25,37	-	-	-
	n	25,23	-	-	-
11	o	22,71	-	-	-
12	p	22,17	-	-	-

Tabel 3 Gesimuleerde stroomsnelheid in de optimale situatie en bij een bodembreedte van 1,2 m.

traject	Bodembreedte 80 tot 90 cm			Bodembreedte 120 cm		
	snelheid bij 20 l/s	snelheid bij 40 l/s	snelheid bij 60 l/s	snelheid bij 20 l/s	snelheid bij 40 l/s	snelheid bij 60 l/s
	[cm/s]	[cm/s]	[cm/s]	[cm/s]	[cm/s]	[cm/s]
-						
1	7,1	8,3	7,7	6,1	7,0	7,7
2	8,6	8,5	8,3	8,8	8,3	8,4
3	7,4	10,1	11,2	6,1	8,4	10,1
4	7,4	10,1	12,1	6,5	9,2	11,1
5	8,2	11,1	13,3	7,4	10,2	12,2
6	9,3	13,5	16,7	7,9	11,5	14,4
7	14,4	20,8	25,9	12,2	17,8	22,2
8	8,7	11,9	14,3	8,7	11,9	14,3
11	13,8	18,8	22,5	13,8	18,8	22,5
12	14,1	19,5	23,6	14,1	19,5	23,6

Waterschap Veluwe

Tabel 4 Minimale en maximale verschillen in gesimuleerde stroomsnelheid tussen huidige en optimale situatie.

traject	minimaal optimaal 20 l/s -huidig 10 l/s	maximaal optimaal 60 l/s -huidig 10 l/s	minimaal optimaal 20 l/s als % huidig 10 l/s	maximaal optimaal 60 l/s als % huidig 10 l/s
-	[cm/s]	[cm/s]	[%]	[%]
1	1,9	2,5	136	148
2	-2,9	-3,2	75	72
3	4,2	8,0	234	356
4	4,0	8,8	220	362
5	4,0	9,1	197	320
6	3,9	11,3	173	311
7	1,5	13,1	112	202
8	2,4	8,1	139	229
11	3,7	12,4	137	222
12	3,3	12,8	131	218

Tabel 5 Minimale en maximale verschillen in gesimuleerde stroomsnelheid tussen huidige situatie en het scenario met een breedte van 120 cm.

traject	minimaal optimaal 20 l/s -huidig 10 l/s	maximaal optimaal 60 l/s -huidig 10 l/s	minimaal optimaal 20 l/s als % huidig 10 l/s	maximaal optimaal 60 l/s als % huidig 10 l/s
-	[cm/s]	[cm/s]	[%]	[%]
1	0,9	2,5	117	148
2	-2,7	-3,2	77	73
3	3,0	7,0	195	322
4	3,2	7,7	195	330
5	3,3	8,1	179	294
6	2,5	9,0	147	267
7	-0,6	9,4	96	173
8	2,4	8,1	139	229
11	3,7	12,4	137	222
12	3,3	12,8	131	218

BIJLAGE 5

Beleidskader



Memo

Waterschap Veluwe

Steenbokstraat 10
Postbus 4142
7320 AC Apeldoorn
[T] (055) 527 29 11
[F] (055) 527 27 04
[E] waterschap@veluwe.nl
[I] www.veluwe.nl

Aan Slijkhuis; Veldhuis; Verboom; Kabout; van
Beers; Nijboer

Datum 15 mei 2007
Afzender W.A. van Vilsteren
Afdeling Planvorming

Toestelnummer (055) 527 21 28
Onderwerp (beleids) Kader voor herstel Eerbeekse beek

Inleiding

Aanleiding

Per mail van 15 mei '07 heeft Maarten Veldhuis de afdeling Planvorming gevraagd om een kader aan te geven, waarbinnen het herstelplan voor de Eerbeekse Beek kan worden opgesteld en worden uitgevoerd.

Voor de Eerbeekse beek is in 1984 reeds een beheers- en onderhoudsplan uitgevoerd. Om die reden wordt nu niet opnieuw een heel BOP-proces opgestart, maar zal volstaan worden met het opstellen van een herstelplan.

Tussen 1984 en nu is er veel beleid en regelgeving bijgekomen of veranderd. De centrale vraag is wat de consequenties zijn van deze veranderingen voor het op te stellen en uit te voeren herstelplan voor een deel van de Eerbeekse beek. De vragen die tijdens het veldbezoek naar boven zijn gekomen hebben als vertrekpunt gediend.

De ordening van de vragen heeft plaatsgevonden conform het zogenoemde 5S/model. Het relevante beleidskader is hierbij steeds opgenomen, tezamen met de discussies in het veld heeft dit geleid tot een voorstel. Hierover heeft discussie plaats gevonden op 29 mei 2007. De vragen en voorstellen zijn:

Systeem

- Wil je het bestaande "kunstmatige systeem" in stand houden of niet?

Stroming

- Wat voor afvoer wordt nagestreefd, mag die toenemen ten opzichte van de huidige situatie, anno 2007?
- Wat is de optimale stroomsnelheid en welk dwars- en lengte profiel hoort hier bij?
- Hoe gaan we om met de extra behoefte aan water in het traject tussen de Harderwijkerweg en het Apeldoorns Kanaal (waterpartijen Huis te Eerbeek en de oliemolen) en het traject na het Apeldoorns Kanaal?

Waterschap Veluwe

Structuren

- Moet de huidige oeverinrichting worden aangepast gelet op de HEN-functie en cultuurhistorische functie van de beek?
- Hoe kan de variatie in substraat vergroot worden?

Stoffen

- Er is verontreinigde waterbodem aangetroffen. Hoe gaan we hiermee om in het herstelplan?

Soorten

- De beek waarvoor het herstelplan geldt, heeft een HEN-functie; welke levensgemeenschappen worden hier nagestreefd?
- Wat voor effect heeft het herstel op de benedenstroomse gelegen beekdelen met de functie EVZ en KRW waterlichaam?

Proces

- Wie worden betrokken bij het opstellen van het herstelplan?

Hierna is het beleidskader geschetst dat van belang is bij de beantwoording van bovenstaande vragen. De antwoorden zijn geformuleerd in de vorm van voorstellen. Uitgangspunt zijn wederom het 5S model en de hierbij gestelde vragen.

Vragen, beleidskader en voorstellen

Herstelplan; Welke beken betreft het?

Het herstelplan Eerbeekse beek gaat over het deel ten westen van de Harderwijkerweg bij Eerbeek. In concreto gaat het om drie takken: de Coldenhovense beek, de Huiskampbeek en de Gravinnenbeek. Deze laatste is verder buiten beschouwing gelaten, omdat Waterschap Veluwe besloten heeft (D&H 9 mei) om de Gravinnenbeek van de A-legger af te voeren en geen beekherstel uit te voeren.

Rekening houden met

Het herstelplan gaat niet over het deel ten oosten van de Harderwijkerweg. De keuzen, die gemaakt worden bij het herstel van het bovenstrooms gelegen deel zijn echter wel van invloed op de benedenstrooms gelegen delen en zullen zo nodig in de afweging worden meegenomen.

Er dient in ieder geval afstemming plaats te vinden met het hydrologisch onderzoek landgoed Huis te Eerbeek, dat in 2007 zal worden opgestart door Stichting het Geldersch Landschap. Ook moet rekening gehouden worden met het centrumontwikkelingsplan van Eerbeek, waarbij de beek mogelijk weer bovengronds gehaald zal worden.

Waterschap Veluwe

Systeem

Vraag: Wil je het bestaande "kunstmatige" systeem in stand houden of niet?

Beleid: De inrichting en het beheer van het waterhuishoudkundige systeem zijn voor HEN-wateren gericht op:

- Het veiligstellen en ontwikkelen van de HEN-wateren en minstens het handhaven van de huidige ecologische kwaliteit en waterkwaliteit (de waterhuishouding mag wel veranderen maar de huidige kwaliteit mag niet verslechteren). Dit betekent minimaal 'stand still' van de huidige situatie;
- Het uitsluiten van nadelige effecten op de HEN-wateren van het oppervlaktewaterbeheer en het grondwaterbeheer bovenstrooms en in de omgeving van de aangewezen wateren;
- Het afstemmen van het oppervlaktewaterbeheer in en bovenstrooms van deze waardevolle wateren en in de omgeving daarvan op de natuurwaarden en doelen;
- Het bewerkstelligen van een minimale nadelige invloed van menselijk handelen op de ecologie, kwaliteit en kwantiteit van het oppervlaktewater en grondwater (voor zover relevant). Oppervlaktewater- en grondwaterbeheer in deze gebieden kan van geval tot geval verschillen en zal in GGOR-traject worden vastgesteld.

Voorstel: Het bestaande systeem deels in stand houden en deels herstellen. Voor de Gravinnenbeek is bestuurlijk een besluit genomen om deze niet te herstellen. Voor de Huiskampbeek wordt hierna (zie stroming) voorgesteld om deze in dit stadium ook niet te herstellen.

Stroming

Vragen:

- Wat voor afvoer wordt nagestreefd, mag die toenemen ten opzichte van de huidige situatie, anno 2007?
- Wat is de optimale stroomsnelheid en welk dwars- en lengte profiel hoort hier bij?
- Hoe gaan we om met de extra behoefte aan water in het traject tussen de Harderwijkerweg en het Apeldoorns Kanaal en het traject na het Apeldoorns Kanaal?

Beleid NBW/WB21, anti-verdroging en onttrekkingen

Het NBW/WB21-beleid is gericht op het zo lang mogelijk vasthouden van water. **Dit betekent dat de afvoer niet mag toenemen.** De vraag is nog wel wat die afvoer dan wel mag/moet zijn, zie ook kader. In de huidige situatie stroomt nog wel water in de Coldenhovense beek, maar staat de Huiskampbeek al jaren gedurende het merendeel van het jaar droog, aldus het beheerdersoordeel.

Waterschap Veluwe

In het BOP van 1984 staat; "De hoeveelheid af te voeren water zal zodanig groot moeten zijn dat de beekfunctie(s) in stand kan worden gehouden. Voor het instandhouden van de cultuurhistorische en landschappelijke waarden is het van belang dat voldoende water beschikbaar blijft voor het op peil houden van de vijvers van de Volkshogeschool te Eerbeek en de grachten van Huize Voorstonden. Tevens dient de oliemolen nabij de Volkshogeschool een zodanige hoeveelheid water te ontvangen dat het waterrad periodiek kan functioneren".

Het anti-verdrogingsbeleid is gericht op behoud en herstel van natte landnatuur en waternatuur. Natte landnatuur komt niet voor in dit deel van het stroomgebied van de Eerbeekse beek. De Eerbeekse beek (Huiskampbeek en Coldenhovense beek) heeft een HEN-functie. Hiervoor geldt dat de watercondities moeten zijn afgestemd op de waternatuur. De Waterwijzer; Ecologische profielen van waternatuur in Gelderland, deel A stromende wateren geldt hierbij als streefbeeld. Dit betekent in ieder geval een **permanent stromende beek** en een **gemiddelde stroomsnelheid tussen 0.2 en 0.6 m/s**. Natte landnatuur is niet in de directe nabijheid aanwezig.

Onttrekkingen: In het WHP staat expliciet dat onttrekkingen het behalen van de natuurdoelen niet in de weg mag staan.

Voorstel: Coldenhovense beek: waterafvoer herstellen; permanente afvoer. De hydrologische herstelmaatregelen zijn gericht op het herstel van het oorspronkelijke beekprofiel (terug naar oude beekbodem), waardoor de "oorspronkelijke" afvoersituatie ontstaat.

Onderzoeken wat het minimale c.q. het maximale debiet mag/moet zijn, gelet op de functies van de beek, de gewenste permanente afvoer en nagestreefde gemiddelde stroomsnelheid.

Onderzoek naar gewenste verhanglijn, bodemopbouw en "oude" beekbodem. Op basis van metingen, boringen, berekeningen en beheerdersoordeel de verhanglijn en het stroomprofiel herstellen (inclusief kunstwerken uiteraard).

Bij het bepalen van de afvoer van de Coldenhovense beek wordt rekening gehouden met de benedenstrooms gelegen trajecten en de behoefte aan water.

Huiskampbeek: vooralsnog niet herstellen, in lijn met NBW (vasthouden) en antiverdrogingsbeleid. Dit betekent wel dat dit onderbouwd dient te worden; huidige natuurwaarden in beeld brengen, overleg met de provincie en bij overeenstemming afvoeren van de A-legger.

Structuren

Vragen:

- Moet de huidige oeverinrichting worden aangepast gelet op de HEN-functie en cultuurhistorische functie van de beek?

Waterschap Veluwe

- Hoe kan de variatie in substraat vergroot worden?

Beleid: Het beleid is erop gericht de beschoeiing tot een minimum te beperken. Plaatselijk is dit niet mogelijk, omdat dat ten koste zal gaan van de watervoerendheid en stroomsnelheid. Uitlopende beschoeiing wordt sowieso vervangen.

Substraatvariatie: hiervoor is geen beleid geformuleerd. Als uitgangspunt geldt dat de aanwezige natuurwaarden behouden en ontwikkeld dienen te worden. De wijze van onderhoud is van invloed op de variatie in stroming. Nadat de herstelmaatregelen zijn uitgevoerd zal door de afdeling projecten/planvorming in samenspraak met de afdeling onderhoud een onderhoudsplan worden opgeleverd.

Voorstel: In het veld bepalen langs welke delen van de beek beschoeiing hersteld, aangebracht en/of verwijderd kan worden, waarbij tevens rekening gehouden wordt met de cultuurhistorische waarde van de beek.

Stoffen

- **Vraag:** Er is verontreinigde waterbodem aangetroffen. Hoe gaan we hiermee om in het herstelplan?

Beleid: Voor de fysisch chemische waterkwaliteit geldt dat voldaan dient te worden aan de MTR-normen. Er mogen geen prioritaire stoffen voorkomen, overeenkomstig de KRW. Verontreinigde bodems, die een ernstige risico vormen voor mens en ecologie worden verwijderd.

Voorstel: Eventuele waterbodemverontreinigingen worden functiegericht gesaneerd. Voorbereidende waterbodemonderzoeken worden nu reeds opgestart.

Soorten

Vragen:

- De beek waarvoor het herstelplan geldt, heeft een HEN-functie; welke levensgemeenschappen worden hier nagestreefd?
- Wat voor effect heeft het herstel op de benedenstroomse gelegen beekdelen met de functie EVZ en KRW waterlichaam?

Beleid: De Eerbeekse beek ligt in het Natura 2000 gebied Veluwe. De beekprik is een kenmerkende soort. Hiervoor geldt dat de maatregelen gericht moeten zijn op de instandhouding en herstel van het leefgebied van de soort. Op één specifieke plaats is de beekprik aangetroffen. Nader onderzoek is verplicht voordat met de uitvoering gestart kan worden.

De volgende streefbeelden gelden (EKO), zie kaartje:

Datum 15 mei 2007
Onderwerp (beleids) Kader voor herstel Eerbeekse beek
Blad 7 van

Waterschap Veluwe

Beleid: Open transparante organisatie die burgergericht is

Voorstel:

- Planvormingstraject klein houden, met als doel snel te kunnen uitvoeren.
- Het Herstelplan is min of meer werkschrijving. Het (beleids)kader zoals in deze nota beschreven is verstrekpunt voor het herstelplan.
- Herstelplan wordt voorgelegd aan D&H, met memo om het herstelplan met belanghebbenden door te spreken.
- Bij onvoldoende communicatie is de inschatting dat het herstel tot veel weerstand zal leiden, omdat men niet betrokken is geweest bij de gemaakte keuzen. Aanbevolen wordt om ook in het voortraject met belanghebbenden te communiceren over dit herstelplan

BIJLAGE 6

Deeltrajectkaarten met profielen

BIJLAGE 7

Resultaten ecologische beoordeling (EKOV, KRW en Gelderse meetlat)

volgorde	meetpunt	datum	jaar	x	y	gelderse meetlat (1=slecht, 5=zeer goed)	KRW (1=slecht, 5=zeer goed)	huidige toestand (berekend met EKOV)	EKOV streefbeeld
1	22052	16-apr-80	1980	198550	455080	4	4	Stagnerende en/of verdrogende sprengkoppen en bronbeken	Sprengen en bovenloopjes van sprengenbeken
1	22052	12-jun-85	1985	198550	455080	5	3	Half-natuurlijke bovenlopen/bovenloopjes	Sprengen en bovenloopjes van sprengenbeken
2	22054	16-apr-80	1980	199130	455450	4	5	Stagnerende en/of verdrogende sprengkoppen en bronbeken	Sprengen en bovenloopjes van sprengenbeken
2	22054	13-apr-93	1993	199130	455450	4	3	Sprengkoppen	Sprengen en bovenloopjes van sprengenbeken
2	22054	06-sep-93	1993	199130	455450	5	5	Sprengkoppen	Sprengen en bovenloopjes van sprengenbeken
2	22054	16-apr-98	1998	199130	455450	4	4	Stagnerende en/of verdrogende sprengkoppen en bronbeken	Sprengen en bovenloopjes van sprengenbeken
2	22054	21-sep-98	1998	199130	455450	5	5	Sprengkoppen	Sprengen en bovenloopjes van sprengenbeken
3	22062	13-apr-05	2005	199510	455902	4	3	Half-natuurlijke bovenlopen/bovenloopjes	natuurlijke bovenlopen
3	22062	07-sep-05	2005	199510	455902	5	4	Sprengkoppen	natuurlijke bovenlopen
4	22055	16-apr-80	1980	199920	456250	3	2	Half-natuurlijke bovenlopen/bovenloopjes	natuurlijke bovenlopen
5	22051	16-apr-80	1980	200650	456650	3	2	Stagnerende en/of verdrogende sprengkoppen en bronbeken	natuurlijke bovenlopen
5	22051	27-mei-87	1987	200650	456650	3	3	Half-natuurlijke bovenlopen/bovenloopjes	natuurlijke bovenlopen
5	22051	21-sep-87	1987	200650	456650	4	4	Half-natuurlijke bovenlopen/bovenloopjes	natuurlijke bovenlopen
5	22051	14-mei-02	2002	200650	456650	5	4	bovenlopen/bovenloopjes met constant debiet	natuurlijke bovenlopen

BIJLAGE 8

Kostenramingen inrichtingsmaatregelen

Groot onderhoud en beekherstel bovenloop Eerbeekse Beek
Traject 1

RAMING VAN KOSTEN

Trajectlengte in m

Projectno : 110305.000386

Bestand : raming Eerbeekse Beek.xls

361 latum : 11-2-2008

no.	omschrijving	hoeveelheid	eenheid	eenheidsprijs	kostentotaal
<u>I. KOSTEN UIT TE VOEREN WERKEN</u>					
1	Opschonen beekbedding vanuit de beek	420	m3	25,00	10.505
2	Verwijderen beschoeiing	722	m	5,00	3.610
3	Aanbrengen beschoeiing	0	m	53,00	
4	Aanbrengen gesloten perkoenpalenrij	722	m	73,00	52.706
5	Aanbrengen lichte betuining in taludknik	90	m	16,00	1.440
6	Aanbrengen afrastering met schapengaas	722	m	14,00	10.108
7	Aanbrengen overlaatconstructie	0	m	117,00	
8	Aanbrengen afrastering over beek	0	m	12,00	
9	Opnemen en vervangen duiker diam. 800 mm	0	m	700,00	
10	Schoonmaken duiker	0	m	20,00	
11	Verwijderen afrastering	361	m	1,00	361
12	Verwijderen beschoeiing onder saneringscondities	0	m	10,00	
13	Aanbrengen beschoeiing onder saneringscondities	0	m	53,00	
14	Verwijderen overlaat onder saneringscondities	0	st	400,00	
15	Aanbrengen afrastering gekloofd eiken palen met 3 drad	0	m	4,00	
16	Vrijmaken werkstrook	361	m	15,00	5.415
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
				sub-totaal	84.145
	Staartkosten / opslag aannemer			20%	16.829
				Bouwsom	100.974
				20%	20.195
<u>II. PLAN EN DIRECTIEVOERING</u>					
<u>III. OVERIGE KOSTEN</u>					
	- nutsbedrijven				PM
	- openbare verlichting				
	- overige				
				excl.btw	121.169
<u>IV. ONVOORZIEN</u>					
				10%	12.117
					133.286
<u>V. BTW</u>					
				19%	25.324
				afronding	390
<u>VI. GRONDAANKOPEN</u>					
	Totaal			incl.btw	159.000
Opmerkingen:					

Groot onderhoud en beekherstel bovenloop Eerbeekse Beek

Traject 2

Projectno : 110305.000386

Bestand : raming Eerbeekse Beek.xls

104 latum : 11-2-2008

RAMING VAN KOSTEN

Trajectlengte in m

no.	omschrijving	hoeveelheid	eenheid	eenheidsprijs	kosten totaal
<u>I. KOSTEN UIT TE VOEREN WERKEN</u>					
1	Opschonen beekbedding vanuit de beek	0	m3	25,00	
2	Verwijderen beschoeiing	0	m	5,00	
3	Aanbrengen beschoeiing	0	m	53,00	
4	Aanbrengen gesloten perkoenpalenrij	0	m	73,00	
5	Aanbrengen lichte betuining in taludknik	0	m	16,00	
6	Aanbrengen afrastering met schapengaas	30	m	14,00	420
7	Aanbrengen overlaatconstructie	4	m	117,00	468
8	Aanbrengen afrastering over beek	0	m	12,00	
9	Opnemen en vervangen duiker diam. 800 mm	0	m	700,00	
10	Schoonmaken duiker	0	m	20,00	
11	Verwijderen afrastering	104	m	1,00	104
12	Verwijderen beschoeiing onder saneringscondities	0	m	10,00	
13	Aanbrengen beschoeiing onder saneringscondities	0	m	53,00	
14	Verwijderen overlaat onder saneringscondities	0	st	400,00	
15	Aanbrengen afrastering gekloofd eiken palen met 3 drad	0	m	4,00	
16	Vrijmaken werkstrook	0	m	15,00	
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
				sub-totaal	992
	Staartkosten / opslag aannemer			20%	198
				Bouwsom	1.190
				20%	238
	<u>II. PLAN EN DIRECTIEVOERING</u>				
	<u>III. OVERIGE KOSTEN</u>				
	- nutsbedrijven				PM
	- openbare verlichting				
	- overige				
				excl.btw	1.428
	<u>IV. ONVOORZIEN</u>			10%	143
					1.571
	<u>V. BTW</u>			19%	299
				afronding	130
	<u>VI. GRONDAANKOPEN</u>				
	Totaal			incl.btw	2.000
Opmerkingen:					

Groot onderhoud en beekherstel bovenloop Eerbeekse Beek
Traject 3

RAMING VAN KOSTEN

Trajectlengte in m

Projectno : 110305.000386

Bestand : raming Eerbeekse Beek.xls

382 datum : 11-2-2008

no.	omschrijving	hoeveelheid	eenheid	eenheidsprijs	kostentotaal
<u>I. KOSTEN UIT TE VOEREN WERKEN</u>					
1	Opschonen beekbedding vanuit de beek	270	m3	25,00	6.761
2	Verwijderen beschoeiing	764	m	5,00	3.820
3	Aanbrengen beschoeiing	764	m	53,00	40.492
4	Aanbrengen gesloten perkoenpalenrij	0	m	73,00	
5	Aanbrengen lichte betuining in taludknik	0	m	16,00	
6	Aanbrengen afrastering met schapengaas	0	m	14,00	
7	Aanbrengen overlaatconstructie	0	m	117,00	
8	Aanbrengen afrastering over beek	0	m	12,00	
9	Opnemen en vervangen duiker diam. 800 mm + afsluiter	6.000	EUR	1,00	6.000
10	Schoonmaken duiker	0	m	20,00	
11	Verwijderen afrastering	382	m	1,00	382
12	Verwijderen beschoeiing onder saneringscondities	0	m	10,00	
13	Aanbrengen beschoeiing onder saneringscondities	0	m	53,00	
14	Verwijderen overlaat onder saneringscondities	0	st	400,00	
15	Aanbrengen afrastering gekloofd eiken palen met 3 drad	382	m	4,00	1.528
16	Vrijmaken werkstrook	382	m	15,00	5.730
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
				sub-totaal	64.713
	Staartkosten / opslag aannemer			20%	12.943
				Bouwsom	77.656
				20%	15.531
	<u>II. PLAN EN DIRECTIEVOERING</u>				
	<u>III. OVERIGE KOSTEN</u>				
	- nutsbedrijven				PM
	- openbare verlichting				
	- overige				
				excl.btw	93.187
	<u>IV. ONVOORZIEN</u>			10%	9.319
					102.506
	<u>V. BTW</u>			19%	19.476
				afronding	18
	<u>VI. GRONDAANKOPEN</u>				
	Totaal			incl.btw	122.000
Opmerkingen:					

Groot onderhoud en beekherstel bovenloop Eerbeekse Beek
Traject 4

RAMING VAN KOSTEN

Trajectlengte in m

Projectno :

110305.000386

Bestand :

raming Eerbeekse Beek.xls

299 datum :

11-2-2008

no.	omschrijving	hoeveelheid	eenheid	eenheidsprijs	kostentotaal
<u>I. KOSTEN UIT TE VOEREN WERKEN</u>					
1	Opschonen beekbedding	237	m3	22,00	5.210
2	Verwijderen beschoeiing	598	m	5,00	2.990
3	Aanbrengen beschoeiing	598	m	53,00	31.694
4	Aanbrengen gesloten perkoenpalenrij	0	m	73,00	
5	Aanbrengen lichte betuining in taludknik	0	m	16,00	
6	Aanbrengen afrastering met schapengaas	0	m	14,00	
7	Aanbrengen overlaatconstructie	0	m	117,00	
8	Aanbrengen afrastering over beek	0	m	12,00	
9	Opnemen en vervangen duiker diam. 800 mm	0	m	700,00	
10	Schoonmaken duiker	200	EUR	1,00	200
11	Verwijderen afrastering	299	m	1,00	299
12	Verwijderen beschoeiing onder saneringscondities	0	m	10,00	
13	Aanbrengen beschoeiing onder saneringscondities	0	m	53,00	
14	Verwijderen overlaat onder saneringscondities	0	st	400,00	
15	Aanbrengen afrastering gekloofd eiken palen met 3 drad	299	m	4,00	1.196
16	Vrijmaken werkstrook	299	m	15,00	4.485
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
				sub-totaal	46.074
	Staartkosten / opslag aannemer			20%	9.215
				Bouwsom	55.289
				20%	11.058
	<u>II. PLAN EN DIRECTIEVOERING</u>				
	<u>III. OVERIGE KOSTEN</u>				
	- nutsbedrijven				PM
	- openbare verlichting				
	- overige				
				excl.btw	66.346
	<u>IV. ONVOORZIEN</u>			10%	6.635
					72.981
	<u>V. BTW</u>			19%	13.866
				afronding	153
	<u>VI. GRONDAANKOPEN</u>				
	Totaal			incl.btw	87.000
Opmerkingen:					

Groot onderhoud en beekherstel bovenloop Eerbeekse Beek
Traject 5

RAMING VAN KOSTEN

Trajectlengte in m

Projectno :

110305.000386

Bestand :

raming Eerbeekse Beek.xls

400 latum :

11-2-2008

no.	omschrijving	hoeveelheid	eenheid	eenheidsprijs	kosten totaal
<u>I. KOSTEN UIT TE VOEREN WERKEN</u>					
1	Opschonen beekbedding	523	m3	22,00	11.510
2	Verwijderen beschoeiing	800	m	5,00	4.000
3	Aanbrengen beschoeiing	480	m	53,00	25.440
4	Aanbrengen gesloten perkoenpalenrij	0	m	73,00	
5	Aanbrengen lichte betuining in taludknik	0	m	16,00	
6	Aanbrengen afrastering met schapengaas	400	m	14,00	5.600
7	Aanbrengen overlaatconstructie	0	m	117,00	
8	Aanbrengen afrastering over beek	0	m	12,00	
9	Opnemen en vervangen duiker diam. 800 mm	0	m	700,00	
10	Schoonmaken duiker	0	m	20,00	
11	Verwijderen afrastering	400	m	1,00	400
12	Verwijderen beschoeiing onder saneringscondities	0	m	10,00	
13	Aanbrengen beschoeiing onder saneringscondities	0	m	53,00	
14	Verwijderen overlaat onder saneringscondities	0	st	400,00	
15	Aanbrengen afrastering gekloofd eiken palen met 3 drad	0	m	4,00	
16	Vrijmaken werkstrook	400	m	15,00	6.000
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
				sub-totaal	52.950
	Staartkosten / opslag aannemer			20%	10.590
				Bouwsom	63.540
				20%	12.708
<u>II. PLAN EN DIRECTIEVOERING</u>					
<u>III. OVERIGE KOSTEN</u>					
	- nutsbedrijven				PM
	- openbare verlichting				
	- overige				
				excl.btw	76.249
<u>IV. ONVOORZIEN</u>					
				10%	7.625
					83.873
<u>V. BTW</u>					
				19%	15.936
				afronding	191
<u>VI. GRONDAANKOPEN</u>					
	Totaal			incl.btw	100.000
Opmerkingen:					

Groot onderhoud en beekherstel bovenloop Eerbeekse Beek

Traject 6

Projectno : 110305.000386

Bestand : raming Eerbeekse Beek.xls

194 latum : 11-2-2008

RAMING VAN KOSTEN

Trajectlengte in m

no.	omschrijving	hoeveelheid	eenheid	eenheidsprijs	kosten totaal
<u>I. KOSTEN UIT TE VOEREN WERKEN</u>					
1	Opschonen beekbedding	559	m3	22,00	12.292
2	Verwijderen beschoeiing	388	m	5,00	1.940
3	Aanbrengen beschoeiing	173	m	53,00	9.158
4	Aanbrengen gesloten perkoenpalenrij	0	m	73,00	
5	Aanbrengen lichte betuining in taludknik	0	m	16,00	
6	Aanbrengen afrastering met schapengaas	194	m	14,00	2.716
7	Aanbrengen overlaatconstructie	0	m	117,00	
8	Aanbrengen afrastering over beek	0	m	12,00	
9	Opnemen en vervangen duiker diam. 800 mm	0	m	700,00	
10	Schoonmaken duiker	0	m	20,00	
11	Verwijderen afrastering	194	m	1,00	194
12	Verwijderen beschoeiing onder saneringscondities	0	m	10,00	
13	Aanbrengen beschoeiing onder saneringscondities	0	m	53,00	
14	Verwijderen overlaat onder saneringscondities	0	st	400,00	
15	Aanbrengen afrastering gekloofd eiken palen met 3 drad	0	m	4,00	
16	Vrijmaken werkstrook	194	m	15,00	2.910
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
				sub-totaal	29.210
	Staartkosten / opslag aannemer			20%	5.842
				Bouwsom	35.052
				20%	7.010
	<u>II. PLAN EN DIRECTIEVOERING</u>				
	<u>III. OVERIGE KOSTEN</u>				
	- nutsbedrijven				PM
	- openbare verlichting				
	- overige				
				excl.btw	42.063
	<u>IV. ONVOORZIEN</u>			10%	4.206
					46.269
	<u>V. BTW</u>			19%	8.791
				afronding	60-
	<u>VI. GRONDAANKOPEN</u>				
	Totaal			incl.btw	55.000
Opmerkingen:					

Groot onderhoud en beekherstel bovenloop Eerbeekse Beek
Traject 7

RAMING VAN KOSTEN

Trajectlengte in m

Projectno : 110305.000386

Bestand : raming Eerbeekse Beek.xls

164 datum : 11-2-2008

no.	omschrijving	hoeveelheid	eenheid	eenheidsprijs	kostentotaal
<u>I. KOSTEN UIT TE VOEREN WERKEN</u>					
1	Opschonen beekbedding vanuit de beek	100	m3	25,00	2.509
2	Verwijderen beschoeiing	328	m	5,00	1.640
3	Aanbrengen beschoeiing (eenzijdig)	164	m	53,00	8.692
4	Aanbrengen gesloten perkoenpalenrij	0	m	73,00	
5	Aanbrengen lichte betuining in taludknik	0	m	16,00	
6	Aanbrengen afrastering met schapengaas	0	m	14,00	
7	Aanbrengen overlaatconstructie	0	m	117,00	
8	Aanbrengen afrastering over beek	0	m	12,00	
9	Opnemen en vervangen duiker diam. 800 mm incl. frontm	22	m	700,00	15.120
10	Schoonmaken duiker	0	st	200,00	
11	Verwijderen afrastering	164	m	1,00	164
12	Verwijderen beschoeiing onder saneringscondities	0	m	10,00	
13	Aanbrengen beschoeiing onder saneringscondities	0	m	53,00	
14	Verwijderen overlaat onder saneringscondities	0	st	400,00	
15	Aanbrengen afrastering gekloofd eiken palen met 3 draden	0	m	4,00	
16	Vrijmaken werkstrook	0	m	15,00	
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
				sub-totaal	28.125
	Staartkosten / opslag aannemer			20%	5.625
				Bouwsom	33.750
				20%	6.750
	<u>II. PLAN EN DIRECTIEVOERING</u>				
	<u>III. OVERIGE KOSTEN</u>				
	- nutsbedrijven				PM
	- openbare verlichting				
	- overige				
				excl.btw	40.500
	<u>IV. ONVOORZIEN</u>			10%	4.050
					44.550
	<u>V. BTW</u>			19%	8.465
				afronding	15-
	<u>VI. GRONDAANKOPEN</u>				
	Totaal			incl.btw	53.000
Opmerkingen:					

Groot onderhoud en beekherstel bovenloop Eerbeekse Beek
Traject 8 (geen maatregelen)

RAMING VAN KOSTEN

Trajectlengte in m

Projectno :

110305.000386

Bestand :

raming Eerbeekse Beek.xls

129 latum :

11-2-2008

no.	omschrijving	hoeveelheid	eenheid	eenheidsprijs	kostentotaal
<u>I. KOSTEN UIT TE VOEREN WERKEN</u>					
1	Opschonen beekbedding vanuit de beek	0	m3	25,00	
2	Verwijderen beschoeiing	0	m	5,00	
3	Aanbrengen beschoeiing	0	m	53,00	
4	Aanbrengen gesloten perkoenpalenrij	0	m	73,00	
5	Aanbrengen lichte betuining in taludknik	0	m	16,00	
6	Aanbrengen afrastering met schapengaas	0	m	14,00	
7	Aanbrengen overlaatconstructie	0	m	117,00	
8	Aanbrengen afrastering over beek	0	m	12,00	
9	Opnemen en vervangen duiker diam. 800 mm	0	m	700,00	
10	Schoonmaken duiker	0	m	20,00	
11	Verwijderen afrastering	0	m	1,00	
12	Verwijderen beschoeiing onder saneringscondities	0	m	10,00	
13	Aanbrengen beschoeiing onder saneringscondities	0	m	53,00	
14	Verwijderen overlaat onder saneringscondities	0	st	400,00	
15	Aanbrengen afrastering gekloofd eiken palen met 3 drad	0	m	4,00	
16	Vrijmaken werkstrook	0	m	15,00	
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
				sub-totaal	0
	Staartkosten / opslag aannemer			20%	0
				Bouwsom	0
				20%	0
<u>II. PLAN EN DIRECTIEVOERING</u>					
<u>III. OVERIGE KOSTEN</u>					
	- nutsbedrijven				PM
	- openbare verlichting				
	- overige				
				excl.btw	0
<u>IV. ONVOORZIEN</u>					
				10%	0
					0
<u>V. BTW</u>					
				19%	0
				afronding	
<u>VI. GRONDAANKOPEN</u>					
	Totaal			incl.btw	0
Opmerkingen:					

Groot onderhoud en beekherstel bovenloop Eerbeekse Beek
Traject 9

RAMING VAN KOSTEN

Trajectlengte in m

Projectno : 110305.000386

Bestand : raming Eerbeekse Beek.xls

388 latum : 11-2-2008

no.	omschrijving	hoeveelheid	eenheid	eenheids prijs	kosten totaal
<u>I. KOSTEN UIT TE VOEREN WERKEN</u>					
1	Opschonen beekbedding	0	m3	22,00	
2	Verwijderen beschoeiing onder saneringscondities	776	m	10,00	7.760
3	Aanbrengen beschoeiing onder saneringscondities	60	m	53,00	3.180
4	Aanbrengen gesloten perkoenpalenrij	0	m	73,00	
5	Aanbrengen lichte betuining in taludknik	0	m	16,00	
6	Aanbrengen afrastering met schapengaas	0	m	14,00	
7	Aanbrengen overlaatconstructie	0	m	117,00	
8	Aanbrengen afrastering over beek	0	m	12,00	
9	Opnemen en vervangen duiker diam. 800 mm	0	m	700,00	
10	Schoonmaken duiker	0	m	20,00	
11	Verwijderen afrastering	776	m	1,00	776
12	Verwijderen beschoeiing onder saneringscondities	0	m	10,00	
13	Aanbrengen beschoeiing onder saneringscondities	0	m	53,00	
14	Verwijderen overlaat onder saneringscondities	0	st	400,00	
15	Aanbrengen afrastering gekloofd eiken palen met 3 drad	388	m	4,00	1.552
16	Vrijmaken werkstrook	388	m	15,00	5.820
17	Aanbrengen werkstrook m.b.v. rijplaten	4.000	EUR	1,00	4.000
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
				sub-totaal	23.088
	Staartkosten / opslag aannemer			20%	4.618
				Bouwsom	27.706
				20%	5.541
<u>II. PLAN EN DIRECTIEVOERING</u>					
<u>III. OVERIGE KOSTEN</u>					
	- nutsbedrijven				PM
	- openbare verlichting				
	- overige				
				excl.btw	33.247
<u>IV. ONVOORZIEN</u>					
				10%	3.325
					36.571
<u>V. BTW</u>					
				19%	6.949
				afronding	480
<u>VI. GRONDAANKOPEN</u>					
	Totaal			incl.btw	44.000
Opmerkingen:					

**Groot onderhoud en beekherstel bovenloop Eerbeekse Beek
Traject 10**
RAMING VAN KOSTEN

Trajectlengte in m

Projectno : 110305.000386

Bestand : raming Eerbeekse Beek.xls

312 latum : 11-2-2008

no.	omschrijving	hoeveelheid	eenheid	eenheidsprijs	kosten totaal
<u>I. KOSTEN UIT TE VOEREN WERKEN</u>					
1	Opschonen beekbedding vanuit de beek	184	m3	25,00	4.590
2	Verwijderen beschoeiing	300	m	5,00	1.500
3	Aanbrengen beschoeiing	624	m	53,00	33.072
4	Aanbrengen gesloten perkoenpalenrij	0	m	73,00	
5	Aanbrengen lichte betuining in taludknik	0	m	16,00	
6	Aanbrengen afrastering met schapengaas	0	m	14,00	
7	Aanbrengen overlaatconstructie	0	m	117,00	
8	Aanbrengen afrastering over beek	0	m	12,00	
9	Opnemen en vervangen duiker diam. 800 mm	0	m	700,00	
10	Schoonmaken duiker	0	m	20,00	
11	Verwijderen afrastering	312	m	1,00	312
12	Verwijderen beschoeiing onder saneringscondities	0	m	10,00	
13	Aanbrengen beschoeiing onder saneringscondities	0	m	53,00	
14	Verwijderen overlaat onder saneringscondities	0	st	400,00	
15	Aanbrengen afrastering gekloofd eiken palen met 3 drad	0	m	4,00	
16	Vrijmaken werkstrook	312	m	15,00	4.680
17	Aanbrengen rijplaten	312	m	10,00	3.120
18	Herstel Zonneweide	312	m	2,00	624
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
				sub-totaal	47.898
	Staartkosten / opslag aannemer			20%	9.580
				Bouwsom	57.478
				20%	11.496
	<u>II. PLAN EN DIRECTIEVOERING</u>				
	<u>III. OVERIGE KOSTEN</u>				
	- nutsbedrijven				PM
	- openbare verlichting				
	- overige				
				excl.btw	68.973
	<u>IV. ONVOORZIEN</u>			10%	6.897
					75.870
	<u>V. BTW</u>			19%	14.415
				afronding	286-
	<u>VI. GRONDAANKOPEN</u>				
	Totaal			incl.btw	90.000
Opmerkingen:					

Groot onderhoud en beekherstel bovenloop Eerbeekse Beek
Traject 11

RAMING VAN KOSTEN

Trajectlengte in m

Projectno :

110305.000386

Bestand :

raming Eerbeekse Beek.xls

289 datum :

11-2-2008

no.	omschrijving	hoeveelheid	eenheid	eenheidsprijs	kostentotaal
<u>I. KOSTEN UIT TE VOEREN WERKEN</u>					
1	Opschonen beekbedding vanuit de beek	0	m3	25,00	
2	Verwijderen beschoeiing	0	m	5,00	
3	Aanbrengen beschoeiing (eenzijdig)	0	m	53,00	
4	Aanbrengen gesloten perkoenpalenrij	0	m	73,00	
5	Aanbrengen lichte betuining in taludknik	0	m	16,00	
6	Aanbrengen afrastering met schapengaas	0	m	14,00	
7	Aanbrengen overlaatconstructie	0	m	117,00	
8	Aanbrengen afrastering over beek	0	m	12,00	
9	Opnemen en vervangen duiker diam. 800 mm	0	m	700,00	
10	Schoonmaken duiker	0	m	20,00	
11	Verwijderen afrastering	289	m	1,00	289
12	Verwijderen beschoeiing onder saneringscondities	200	m	10,00	2.000
13	Aanbrengen beschoeiing onder saneringscondities	200	m	53,00	10.600
14	Verwijderen overlaat onder saneringscondities	1	st	400,00	400
15	Aanbrengen afrastering gekloofd eiken palen met 3 drad	0	m	4,00	
16	Vrijmaken werkstrook	289	m	15,00	4.335
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
				sub-totaal	17.624
	Staartkosten / opslag aannemer			20%	3.525
				Bouwsom	21.149
				20%	4.230
	<u>II. PLAN EN DIRECTIEVOERING</u>				
	<u>III. OVERIGE KOSTEN</u>				
	- nutsbedrijven				PM
	- openbare verlichting				
	- overige				
				excl.btw	25.379
	<u>IV. ONVOORZIEN</u>			10%	2.538
					27.916
	<u>V. BTW</u>			19%	5.304
				afronding	221-
	<u>VI. GRONDAANKOPEN</u>				
	Totaal			incl.btw	33.000
Opmerkingen:					

Groot onderhoud en beekherstel bovenloop Eerbeekse Beek
Traject 12

RAMING VAN KOSTEN

Trajectlengte in m

Projectno :

110305.000386

Bestand :

raming Eerbeekse Beek.xls

198 datum :

11-2-2008

no.	omschrijving	hoeveelheid	eenheid	eenheidsprijs	kostentotaal
<u>I. KOSTEN UIT TE VOEREN WERKEN</u>					
1	Opschonen beekbedding vanuit de beek	0	m3	25,00	
2	Verwijderen beschoeiing	0	m	5,00	
3	Aanbrengen beschoeiing	0	m	53,00	
4	Aanbrengen gesloten perkoenpalenrij	0	m	73,00	
5	Aanbrengen lichte betuining in taludknik	0	m	16,00	
6	Aanbrengen afrastering met schapengaas	0	m	14,00	
7	Aanbrengen overlaatconstructie	0	m	117,00	
8	Aanbrengen afrastering over beek	0	m	12,00	
9	Opnemen en vervangen duiker diam. 800 mm	0	m	700,00	
10	Schoonmaken duiker	0	m	20,00	
11	Verwijderen afrastering	198	m	1,00	198
12	Verwijderen beschoeiing onder saneringscondities	105	m	10,00	1.050
13	Aanbrengen beschoeiing onder saneringscondities	105	m	53,00	5.565
14	Verwijderen overlaat onder saneringsconditie	0	st	400,00	
15	Aanbrengen afrastering gekloofd eiken palen met 3	0	m	4,00	
16	Vrijmaken werkstrook	65	m	15,00	975
17	Verwijderen bomen diam. 0,20- 0,30 m	16	st	35,00	560
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
				sub-totaal	8.348
	Staartkosten / opslag aannemer			20%	1.670
				Bouwsom	10.018
				20%	2.004
	<u>II. PLAN EN DIRECTIEVOERING</u>				
	<u>III. OVERIGE KOSTEN</u>				
	- nutsbedrijven				PM
	- openbare verlichting				
	- overige				
				excl.btw	12.021
	<u>IV. ONVOORZIEN</u>			10%	1.202
					13.223
	<u>V. BTW</u>			19%	2.512
				afronding	264
	<u>VI. GRONDAANKOPEN</u>				
	Totaal			incl.btw	16.000
Opmerkingen:					