



HANDREIKING RIVIERHOUT. HOE, WAAR EN WAAROM?

Deze handreiking is bedoeld voor initiatiefnemers of uitvoerders die dood hout in de rivier willen aanbrengen. Hierin staat hoe je dit het beste kunt doen en waar je op moet letten. Deze aanwijzingen zijn gebaseerd op de ervaringen in de pilotprojecten in de Nederrijn en de Lek. De toelichting van de afwegingen is belangrijk om de redeneerlijn te kunnen volgen zodat de gebruiker per geval afwegingen op maat kan maken. Geen project is namelijk hetzelfde en om gefundeerde redenen kan afgeweken worden van deze adviezen.

Waarom dood hout in de rivier?

Dood hout in het water vergroot de aquatische biodiversiteit. Dit blijkt uit verschillende onderzoeken en projecten in beken en (buitenlandse) rivieren (zie bijvoorbeeld de [bijeenkomst dood hout van het STOWA Platform Beken en Rivieren](#)). Vroeger kwam er veel meer bos op de Nederlandse rivieroeveren voor en vielen dode bomen vanzelf in de rivier. Door veranderingen in het landgebruik zijn de meeste bossen uit de uiterwaarden verdwenen en moeten tegenwoordig veel bomen wijken vanwege hoogwaterveiligheid. Dode bomen en takken worden uit het water verwijderd in verband met scheepvaartveiligheid. Om toch dood hout in de rivier terug te krijgen anno 2015, moet dit op een veilige en gecontroleerde manier gebeuren.

Daarom is Rijkswaterstaat in 2014 een pilot gestart waarbij dode bomen aangebracht worden in grote rivieren en is de ontwikkeling van het effect op het onderwaterleven gevolgd. Voor deze pilot zijn op verschillende plekken langs de Nederrijn-Lek dode bomen onder water verankerd met zware kettingen aan stalen balken. Op deze manier hebben de bomen wel hun ecologische meerwaarde, maar spoelen ze niet weg bij hoogwater. De monitoringsresultaten laten zien dat het onderwaterleven rond de bomen soortenrijker is en meer inheemse soorten herbergt dan de traditionele oevers met stenen kribben. De bomen bieden groeisubstraat, schuil- en opgroeiplek en voedsel voor allerlei soorten vis en macrofauna, waarvan sommige zeldzaam zijn geworden langs de Nederlandse rivieren.



Foto 1,2,3: Dood hout bij de pilot Everdingen boven en onder water.

Voor de herintroductie van dood hout in de rivier bestaat geen blauwdruk. Elke situatie is weer anders. Toch zijn er wel richtlijnen te geven, aan de hand waarvan per casus de afweging gemaakt moet worden voor de keuze van locatie, boomsoort



en bevestigingswijze, etc. Aspecten die hierbij in overweging genomen worden hebben te maken met:

- ecologisch rendement (E)
- duurzaamheid (D)
- beschikbaarheid (B)
- hoogwaterveiligheid (H)
- scheepvaartveiligheid (S)
- Onderhoud (O)
- Kosten (€).

Welke bomen zijn geschikt?

Voor de keuze van boomsoort is een voorkeur aan te geven, maar moet ook de afweging van praktische haalbaarheid en kosten gemaakt worden. Het is bijvoorbeeld niet nodig om tegen hoge kosten een specifieke boomsoort van ver weg te laten aanrukken als er vlak in de buurt, andere bomen tegen veel lagere kosten beschikbaar zijn.

- Voorkeur voor bomen met een ruwe schors. Hier kan macrofauna zich beter op hechten (E);
- Voorkeur voor hardhoutsoorten omdat deze langer intact blijven (D);
- Voorkeur voor boomsoorten die in het Nederlandse rivierengebied van nature voorkomen, uit het oogpunt van natuurlijkheid (E);
- Voorkeur voor boomsoorten die niet gemakkelijk uitlopen omdat anders het risico bestaat dat de boom weer gaat uitgroeien. Dit is niet wenselijk i.v.m. opstuwing (H); Dit kan ook grotendeels ondervangen worden door de boom voldoende onder water aan te brengen;
- Voorkeur voor bomen van enige omvang (diameter stam >0,4 m) omdat deze langer intact blijven en meer effect hebben op de bodemmorfologie (D, E);
- Voorkeur voor bomen met stam, takken en wortels. Dit levert het meest gevarieerde habitat. De takken geven de 3-dimensionale structuur onder water die nodig is, onder andere als schuilplaats voor jonge vis. De stam levert oppervlak met ruwe bast. De wortels geven weer andere variatie met holtes en uitstekende delen. Als bomen met wortels niet voorradig zijn kan dit element eventueel afvallen (B). Takken zijn wel altijd nodig. De kruin kan eventueel wel enigszins ingenomen worden voor transport, maar de dikke takken moeten er wel aan blijven. (E);
- Als bomen met wortels gebruikt worden, houd er dan (voor de monitoring) rekening mee dat het wortelsubstraat pas goed beschikbaar komt voor macrofauna als de grond er tussenuit gespoeld is;
- Het verdient voorkeur materiaal uit de buurt te gebruiken uit het oogpunt van duurzaamheid. Tegelijk worden hier de transportkosten mee beperkt. Voorbeeld zijn bomen die vanuit veiligheidsoverwegingen uit de uiterwaard verwijderd moeten worden en op deze manier opnieuw een functie kunnen krijgen. Dit kan een reden zijn om af te wijken van bovenstaande richtlijnen (B,D,€).
- De soorten die het eerst in aanmerking komen zijn (in volgorde van voorkeur): eik, els, iep, populier, es.



Foto 4,5: Boom van enige omvang, met wortels en takken heeft de voorkeur.

Waar aanbrengen?

Rivierhout is van belang als aanhechtingsplaats voor macrofauna en als habitatstructuur voor vis. Daarnaast beïnvloedt het de morfologie van de bodem. Doordat de stroming door de boom onder water beïnvloed wordt ontstaan plekken met aanzanding en erosie op de rivierbodem. Van deze variatie in bodemmorfologie profiteren weer andere soorten. Deze effecten zijn het sterkst in stromende beken en rivieren, daarom hebben locaties met stromend water de voorkeur boven stagnant water. Bovendien zijn een aantal bijzondere macrofaunasoorten die op hout voorkomen (filteraars) gebonden aan stromend water. Desondanks kan ook in stagnante of langzaam stromende wateren dood hout in het water meerwaarde hebben. Ook daar geldt immers dat het hout de habitatvariatie vergroot. Veiligheid voor scheepvaart en hoogwater zijn dominante criteria voor de locatiekeuze.

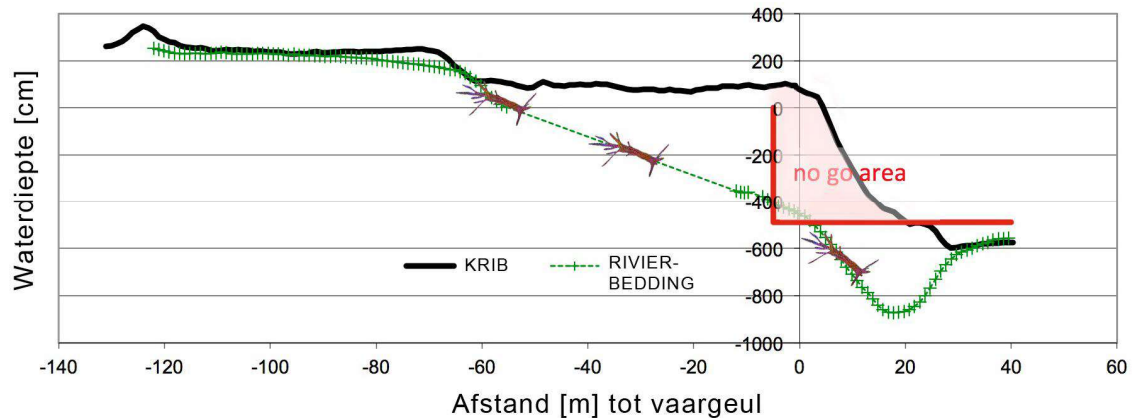
- Voorkeur voor stromend water (E);
- Boom niet verder in de vaarweg laten steken dan de kribvoet en niet boven het kribtalud uit laten steken (figuur 2). Voor de veiligheid rekening houden met uitzakken en onnauwkeurigheid;
- De oriëntering van de bomen moet per geval bepaald worden. In de pilot zijn verschillende oriëntatierichtingen toegepast. Voor ecologische meerwaarde is een oriëntering dwars of schuin op de stroomrichting gunstig omdat hiermee de morfologische effecten op de bodem het grootst zijn. Rivierkundig gezien is een ligging parallel aan de stroomrichting gunstiger omdat zo de stroming het minst belemmerd wordt. Aandachtspunt is dat de stroomrichting bij hoge afvoer, als de uiterwaarden meestromen (MHW), anders kan zijn dan bij lage afvoer als de rivier alleen in het zomerbed stroomt. Bij ligging in de stroomschaduw van een krib komt het minder nauw dan ligging in de stromende delen van de rivier en kan de boom ook onder een rechte hoek met de oeverlijn liggen (figuur 1);
- Takken richting stroomafwaarts, dan breken ze minder snel af (E,O);
- Ligging buiten de vaargeul (S);
- De totale hoogte van boom boven eventuele ballastelementen moet voldoende klein blijven om goed te kunnen passen binnen de rivierkundige ruimte (figuur 2).
- Ligging stam onder water, maar niet dieper dan 2 m i.v.m. lichtdoordringing die nodig is voor de ontwikkeling van bentische algen op het hout (E,D);
- Niet al te grote takken, die geen gevaar voor scheepvaart opleveren, mogen wel boven water uit steken, i.v.m. zichtbaarheid (S, O) en het uitsluipen en landen van insecten op de takken. (E);
- In een getijderivier moet het hout onder de gemiddelde waterstand aangebracht worden. Het is niet erg als deze dan periodiek droogvalt, hoewel dit de duurzaamheid vermindert. Daarom is het verstandig op deze locaties dikke bomen van een duurzame houtsoort te kiezen (b.v. eik) en deze locaties jaarlijks te inspecteren (E,S);



- Het heeft de voorkeur enkele (bijv. 3) bomen als een cluster bij elkaar te leggen en niet losse bomen ver van elkaar. Er ontstaat dan een robuustere eenheid voor natuur die ook sneller daadwerkelijk leidt tot variatie in substraat en stroming (E, D).



Figuur 1: Principeschets dood hout achter de vooroever nabij de krib. De boom ligt in de stroomschaduw van de krib.



Figuur 2: Dwarsdoorsnede door een kribvak (groene lijn), net achter de krib (zwarte lijn). Voor het plaatsen in het kribvak moet de boom vanuit scheepvaartveiligheid ofwel ver genoeg achter de normaallijn blijven (0), ofwel diep genoeg in de erosiekuil.

Transport

Omdat relatief grote bomen nodig zijn met de takken er nog aan, moet het transport van de bomen ook goed voorbereid worden. Een boom van ruim tien meter, met een stamdiameter van meer dan 40 cm, met kluit, weegt tussen de twee en drie ton. Dit kan betekenen dat het transport moet plaatsvinden met een vrachtwagen voor bijzonder transport (figuur 3). Bij het vervoer naar de rivierlocatie is ter plaatse ook een geschikte laad-losplaats nodig. Vervolgens kan het vervoer naar de rivierlocatie over water per kraanschip gebeuren of door de uiterwaard met rupskraan. In de pilot is hiervoor een 24 tons rupskraan gebruikt met een reikwijdte van 6,5 meter. In geval van een drassige oever kan het gebruik van rijplaten nodig zijn. Het heeft de voorkeur om bomen uit de directe omgeving te gebruiken, bijvoorbeeld als bomen door een project als Stroomlijn beschikbaar komen. Dit reduceert ook de kosten van het vervoer.



Foto 6: Gerooide eik wordt op transport gezet.

Hoe bevestigen?

Omdat de Nederlandse rivieren druk bevaren worden, en er kunstwerken als stuwen, sluizen en bruggen aanwezig zijn, is het belangrijk dat het dode hout niet op drift gaat bij hoogwater of dat er grote takken afbreken die schepen of kunstwerken kunnen beschadigen. Daarom moeten de bomen in de rivier goed verankerd worden. Hoe dichter de boom bij de vaargeul ligt, des te strenger zijn de eisen aan de verankering. Een boom in een nevengeul levert immers minder risico's op dan een boom in een onbeschermd kribvak op een bevaarbaar riviertraject. Afhankelijk van de eigenschappen van de locatie moet de meest geschikte bevestigingsmethode ontworpen worden. In de pilot dood hout zijn tot nu toe drie bevestigingsmethoden uitgetest. Hierbij is steeds gekozen voor overdimensionering van de benodigde trekkracht voor balken, schakels en kettingen: er is uitgegaan van een kracht van 10 ton, terwijl 5 ton naar verwachting voldoende is.

Hoewel alle drie de methoden geschikt zijn bevonden, gaat de voorkeur uit naar de eerste twee waarbij de bomen met kettingen aan stalen balken zijn bevestigd. Het is namelijk niet wenselijk om voor het aanbrengen van natuurlijk substraat (boom) tegelijk kunstmatig substraat (beton) te introduceren. De methode is hier toegepast om te kunnen testen wat het effect van bomen in de diepe erosiekuilen is, waar de stroomsnelheden naar verwachting hoger zijn. Waterschap Vallei en Veluwe heeft recent bomen in nieuwe nevengeulen langs de IJssel laten aanbrengen, waar helemaal geen verankering bij nodig was vanwege het beperkte risico op drift.

Methode 1) Bomen tussen H-profielen, verankerd met kettingen;

- Materiaal: stalen balken (HE 160A) van voldoende lengte (in de pilot: 6 m, onbehandeld);
- Intrillen met behulp van een trilblok aan de rupskraan (figuur 4);
- Voldoende diep in de bodem aanbrengen: 2/3 in de bodem, 1/3 in het water (houd rekening met evt. bodemerosie), tot 50 cm onder de waterlijn;
- Op locaties dicht bij de vaarweg of met veel stroming: 4 balken, op veiligere locaties (b.v. strang) zijn 2 balken voldoende;
- Door de boom worden twee stalen pennen diameter 2,8 cm geboord, die met schakels aan kettingen worden bevestigd en de ketting weer aan de stalen balken zodat de bomen niet kunnen wegdrijven (figuur 5);
- Als er enig risico is op aanvaring, dan geen stalen H-profielen gebruiken maar houten palen voor verankering (zie p.7).



Foto 7,8: Intrillen van stalen balk in kribvak bij Everdingen

Methode 2) Verankering met ketting op de oever

- Deze methode is geschikt als H-profielen de niet in de rivierbodem ingetrild kunnen worden, bijvoorbeeld in een vistrap die met stenen bekleed is.
- Ketting heeft een trekkracht van ruim tien ton.
- Bevestiging aan de boom: één ketting direct achter de kluit en één ketting bij de kroon.
- Bevestiging aan de boom: gat van drie cm dwars door de stam waardoor een stalen pin van 28 mm en 45 cm lang is bevestigd met een oog (figuur 5). Oog is vast gelast, de ketting kan hierdoor niet over de stam verschuiven. De ketting is met een verbindingsschalm met een trekkracht van tien ton verbonden aan de stalen balk op de oever.
- Bij de vistrap zijn de bomen aan twee stalen balken bevestigd, elk aan een kant van de oever. De afstand tussen de palen en de bomen is hier +/- 12 meter.



Figuur Foto 9,10: Stalen ketting door oog in de boom (links) en plaatsen boom in de vistrap bij Amerongen.

Methode 3) Verzwaren met ballast

- Deze methode is geschikt als de rivierbodem niet met een rupskraan bereikbaar is, bijvoorbeeld als het te diep is. [NB: Diepe locaties zijn vanuit ecologisch oogpunt minder geschikt voor het plaatsen van bomen, omdat de lichtdoordringing hier onvoldoende is.]
- In de pilot bij Wageningen zijn betonplaten gebruikt van 2 bij 3 meter en 28 cm dik. Het gewicht van deze plaat is +/- 3,9 ton;
- Met een veiligheidsmarge van 1.5 varieert het betonvolume van de ballastelementen tussen 50 en 30% van het te stabiliseren houtvolume (afhankelijk van de houtsoort). Om de boom goed te stabiliseren moet dit volume over twee ballast-elementen verdeeld worden (figuur 7).



Figuur 11,12: Hyssoog en schakel met ketting gebruikt bij de bomen bij Wageningen

- De betonplaten en de bomen worden op een kraanschip naar de locatie gevaren;
- De bomen zijn met kettingen bevestigd aan de betonplaten (bevestiging en trekkracht > 10 ton);
- Door de betonplaat is een draadeind bevestigd met een borgmoer, aan de andere zijde zit een draaibaar hyssoog waar de ketting mee verbonden is;
- De betonplaten hebben nog twee extra hyssoogen voor het afzinken van de betonplaten met de boom (figuur 6);
- Tijdens het afzinken een evenaar gebruiken om de boom in evenwicht te houden.
- Een nauwkeurige plaatsing kan worden bereikt door met twee bevestigingspunten de stam in de richting van de beoogde ligging te manoeuvreren, boom en ballast alvast enkele meters in het water te laten zakken en zo mogelijk het bevestigingspunt boven het diepste deel als laatste los te laten.



Figuur 13,14: Het afzinken van de bomen is precisiewerk: het is dan ook belangrijk dat de kraanmachinist ter plekke de diepte en de actuele plaats van het schip en de bomen in beeld heeft.

Bomen als riviercorrigerende maatregel

Bomen kunnen ook ingezet worden als natuurlijk materiaal om oevererosie te beperken. Zo zijn langs de Lek nabij Culemborg vier schermen aangebracht van boomstammen om de stroming meer naar het midden van de rivier te dirigeren, zodat de rivierbodem zie hier verdiept. Hierbij zijn analoog aan de reguliere rijshouten schermen (in de Lek bij Everdingen en de Nederrijn bij Wageningen) boomstammen als palen de bodem ingetrild waartussen boomstammen (zonder takken en wortels) zijn afgezonken. Deze bomen zijn aan elkaar verankerd met kettingen om eventueel wegdrijven te voorkomen. Bovenop is de constructie afgesloten met staaldraad.



Bijzonderheden:

- Bomen zonder takken en wortels i.v.m. stroomgeleidende constructie;
- Rechte boomsoorten gebruiken (in dit geval: Lariks, 30 cm diameter, 8,5 m lang); Houten palen (10 m) worden 8 m in de bodem getrild, waartussen de bomen aangebracht worden (houten palen zodat de schade aan vaartuigen i.g.v. aanvaring beperkt blijft);
- Aan boven- en benedenstroomse kant van het scherm is aan de kopse kant een extra boom geheid om de stammen goed op te sluiten: aan de kopse kanten worden de schermen dus met drie palen afgebakend;
- Voor de verankering van de bomen stalen verbindingen gebruiken;
- Vanwege directe ligging aan de vaarweg: vaarweg markeren in combinatie met recreatiebetonning;
- Bomen stroomafwaarts richten en afzonderlijke schermen niet te ver uit elkaar (minder dan de lengte van de boom);
- De boomstammen worden zo gestapeld dat er kieren blijven tussen de liggende boomstammen. Hiermee kunnen dwarskrachten op het scherm worden verminderd (en neemt de KRW-waarde vermoedelijk toe).

Overigens is de verwachting dat dergelijke stammen een lager ecologisch rendement zullen hebben dan bomen met wortels en takken. Monitoring moet dit nog uitwijzen.



Figuur 15: Aanleg bomenscherm met kraanschip bij Culemborg

Veiligheid

Belangrijk aandachtspunt bij het plaatsen van bomen in het water is de veiligheid voor scheepvaart en het voorkomen van opstuwing bij hoogwater. Scheepvaartveiligheid stelt dan ook in belangrijke mate de randvoorwaarden voor de wijze van verankering en de locatiekeuze. In toevoeging daarop kan bebording (verkeersteken) nodig zijn, in geval de bomen niet zichtbaar zijn boven water. Dit geldt ook voor locaties waar recreatievaart is.

Het plaatsen van de bomen moet dan ook in nauwe afstemming met het beheerdistrict en de nautisch adviseurs van Rijkswaterstaat plaatsvinden. Zo kan per geval bekeken worden welke locatie geschikt is en welke markeringen eventueel nodig zijn.

Kostenindicatie

De kosten zijn sterk afhankelijk van de situatie ter plaatse, zoals de toegankelijkheid van het gebied, de waterdiepte, het bevestigingsmateriaal, de beschikbaarheid van bomen en de afstand waarover ze getransporteerd moeten worden. Bijgaande kosteninschatting is gebaseerd op de reeds uitgevoerde pilotprojecten en moet als



een gemiddelde en globale indicatie voor de kostenraming beschouwd worden. Bij grotere hoeveelheden is kostenreductie mogelijk.

NB: Transportkosten kunnen hoog zijn en zijn afhankelijk van waar de bomen vandaan komen, of ze aan de weg liggen en of er een goede laad- en losplaats voor het kraanschip is. Daarom is het verstandig ook een post onvoorzien op te nemen.

- Uitgangspunt: boom (Eik) met stamdiameter minimaal 45 cm incl gehele kluut, lengte van de boom minimaal 12 meter;
- Materiaalkosten boom, rooien en met de rupskraan aan de weg klaarleggen met voor transport: ca. € 700,- per boom;
- Transport over de openbare weg met dieplader en kraan voor laden en lossen bij transport over 10 km: ca. € 200,- per boom;
- Vastzetten aan stalen profielen: 4 stalen HE 160A profielen met lasogen en gelaste weerhaken., per boom ca. € 700,-;
- Kosten vastzetten boom met 10 ton's ketting met verbindingsschalm en stalen pin met lasringen (incl. arbeid), ca. € 750,-;
- Rupskraan transport boom naar rivier, trillen 4 HE profielen, boom ertussen plaatsen, incl. vastzetten: ca. € 300,- per boom;
- Afzinken boom aan gewicht: Betonplaat gewicht 3 ton (2 betonplaten per boom) 2 betonplaten kosten geleverd op locatie € 550,-;
- 10 ton's ketting met draaibaar hijsorg, stalen pin met lasringen: € 700,- per boom;
- Kosten kraanschip incl arbeid per uur € 360,-.

Monitoring

De pilotprojecten in de Nederrijn en de Lek worden goed gemonitord: macrofauna en vis worden bemonsterd en de ligging van de bomen en de ontwikkeling van de rivierbodem wordt gevolgd. De resultaten na één jaar zijn bemoedigend: er komt meer macrofauna voor op de bomen dan op de stenen kribben. Om te weten of deze rijkdom zich na de kolonisatiefase handhaaft, wordt het onderzoek drie jaar voortgezet. De visgemeenschap bij de bomen is veel diverser. Bovendien zijn de exotische grondels die de kribvakken domineren in de minderheid bij de bomen. Voor de Kaderrichtlijn Water zijn dit positieve ontwikkelingen die bijdragen aan een betere ecologische kwaliteit.

Referenties

Dorenbosch, M., Bergsma, J. & Liefveld, W.M. 2014, Functie van dode bomen voor vis in de Lek. Ecologische monitoring visgemeenschap.

A.G. Klink, 2014. KRW-proef bomen in de Nederrijn-Lek. Evaluatie eerste onderzoekjaar 2014

Colofon

Projectteam Rivierhout Margriet Schoor (contactpersoon), Henk van Rheede, Arjan Sieben, Prisca Duijn, Luc Jans (allen RWS), Miguel Dionisio Pires (Deltares), Alexander Klink (Hydrobiologisch Adviesburo Klink), Wijnand Blaauwendraat (Blaauwendraat Landschapsverzorging), Wendy Liefveld (Bureau Waardenburg).

Auteur handout: Wendy Liefveld (Bureau Waardenburg)

Fotoverantwoording: Rijkswaterstaat: foto's 5,11,12,13,14, Hydrobiologisch Adviesburo Klink: foto 10, Bureau Waardenburg: foto's 1,2,3,4,5,6,8,9,15.

Versie: september 2015



Bijlage 1: selectie geschikte locaties bomen in erosiekuilen

