Herleven *Jufferbeek door dood hout*

M. Degen
30 augustus 2011

Landschap Overijssel

ALTERRA WAGENINGEN UR

SAXION Hogeschool IJselland

Herleven *Jufferbeek door dood hout*

Onderzoek naar effecten van hout inbreng in de Jufferbeek

Opdrachtgever: Alterra Wageningen
P. Verdonschot

Auteur:
Martin Degen
Landschap Overijssel
Poppenallee 39
7722 KW Dalfsen

Opleiding:
Saxion Hogeschool
Milieu Technologie

Begeleider: Henrie Jonker
Beoordelaar: Weynand van Oostwoud Wijdenes

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en - of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfoon of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur.

Woord vooraf

Als afronding van de studie Milieutechnologie aan het instituut Ruimtelijke Ordening en Milieu van de Saxion Hogeschool IJselland te Deventer is dit afstudeerrapport geschreven. Omdat ik in 2005 dacht te kunnen afstuderen en mijn huis verbouwen met een fulltime baan ernaast, heb mijn afstuderen niet kunnen afronden. Van het onderzoek waar ik toen aan meewerkte is het rapport Herstel Jufferbeek door Houtinbreng gemaakt. Nu vijf, bijna zes jaar later heb ik de draad weer opgepakt en in overleg met Piet Verdonschot van Alterra dit vervolgonderzoek uitgevoerd. Omdat er nog maar weinig tot geen resultaten van een langjarig onderzoek naar veranderingen van substraatpatronen door houtinbreng, zijn in Nederland, heb ik dit onderzoek uitgevoerd.

Een aantal mensen wil ik bedanken voor de grote hulp en ondersteuning die ze mij gegeven hebben om tot dit resultaat te komen. Allereerst is dit Piet Verdonschot die het vertrouwen in mij had om dit onderzoek uit te voeren. Hij heeft mij begeleid tijdens het onderzoek en vele vragen beantwoord. Verder bedank ik Judith Snepvangers mijn afdelingshoofd bij Landschap Overijssel die vol enthousiasme me de weg wees in Excel, mijn rapport voorzag van commentaar en ook het grote vertrouwen dat ze mij gaf van haar kant. Leonie Rouwenhorst heeft mij als collega ondersteund in de drukke tijd die ik tijdens dit onderzoek op het werk had, zodat ik zonder al te veel complicaties dit onderzoek heb kunnen uitvoeren. Daarnaast heeft ze geholpen bij het vormgeven van het eindrapport. Als laatste natuurlijk mijn afstudeerbegeleider Henrie Jonker en mijn beoordelaar Wijnand van Oostwoud Wijdenes. Zij hebben mij van school uit ondersteund en af en toe weer in de goede richting geholpen.
Allen bedankt!

Inhoudsopgave

Woord vooraf 5

Inhoudsopgave 7

Samenvatting 9

1 Inleiding 11

1.1 Aanleiding 11

1.2 Onderzoeksgebied 12

1.3 Probleem en doelstelling 13

1.4 Leeswijzer 14

2 Gebiedsbeschrijving 15

2.1 Geomorfologie 15

2.2 Geohydrologie 16

2.3 Historisch en huidig gebruik 17

2.4 Hydrologie 19

3 Onderzoeksmethode 21

4 Natuurlijk referentiebeeld voor de Jufferbeek 23

4.3 Werkwijze houtinbreng 23

4.3 Resultaat houtinbreng 23

4.3 Conclusie houtinbreng 25

5 Houtinbreng in de Jufferbeek 27

5.3 Werkwijze houtinbreng 27

5.3 Resultaat houtinbreng 27

5.3 Conclusie houtinbreng 28

6 Effecten op houtvoorkomen 29

6.1 Werkwijze effecten op houtvoorkomen 29

6.2 Resultaten effecten op houtvoorkomen 29

6.3 Conclusies effecten op houtvoorkomen 32

7 Effecten op beeksubstraat 33
7.1 Werkwijze effecten op beeksubstraat 33
7.1.1 Effecten gehele beek 33
7.1.2 Effecten detailvariabiliteit binnen patches 33
7.2 Resultaten effecten op beeksubstraat 35
7.2.1 Effecten gehele beek 35
7.2.2 Effecten detailvariabiliteit binnen patches 39
7.3 Conclusies effecten op beeksubstraat 43
7.3.1 Effecten gehele beek 43
7.3.2 Effecten detailvariabiliteit binnen patches 43
8 Effecten op hydromorfologie 45
8.1 Werkwijze effecten op hydromorfologie 45
8.2 Resultaten effecten op hydromorfologie 46
8.3 Conclusies effecten op hydromorfologie 48
9 Analyse nieuwe situatie Jufferbeek versus referentiebeeld 49
10 Conclusies en aanbevelingen 53
10.1 Conclusies 53
10.2 Aanbevelingen 53
11 Referenties 55
Bijlagen 57

Samenvatting

Het doel van dit onderzoek is: het aangeven van effecten op natuurlijke processen in de Jufferbeek door 5 jaar na het geforceerd inbrengen van dood hout, de verschillen in hydromorfologie, substraatpatronen en de stabiliteit van deze substraatpatronen te meten. Van daaruit worden er aanbevelingen gedaan of en hoe het inbrengen van dood hout kan worden verbeterd en in andere beken succesvol kan worden toegepast.

De achterliggende vraag die hiermee wordt beantwoordt is of het geforceerd inbrengen van doodhout op de langere termijn (5 - 10 jaar) leidt tot een meer natuurlijke beek en hoe die samnhangt met de wijze van inbrengen?

In 2005 is een eerste onderzoek gestart waarbij onderzocht is of door middel van dood hout in de beek te brengen de organische structuren in de beek zijn te herstellen. Hiervoor is over een lengte van 500 meter hout in de beek gebracht. Om een beeld te krijgen welke veranderingen er plaatsvinden na het inbrengen van hout zijn er verschillende metingen uitgevoerd waarvan de volgende voor dit onderzoek nogmaals zijn uitgevoerd:

- Het inmeten van het hout in het houttraject en een benedenstrooms traject.
- Opnames van substraatpatronen in de gehele beek door middel van lengteprofielmetingen.
- Detail opnames van substraatpatronen binnen uitgezette patches in het houttraject.
- Profielopnames binnen de patches en het traject bovenstrooms van het houttraject.

Om een referentie te hebben met nog nagenoeg natuurlijke beken is er een referentiebeeld gevormd uit 6 Poolse beken. Daarnaast is gebruik gemaakt van het referentiebeeld dat wordt beschreven in Verdonschot et al (1995).

Het referentiebeeld dat komt uit de 6 Poolse beken bestaat uit:

- 5% Hout
- 3 % Organisch materiaal
- 18 % Bladpakket
- 5% Detritus
- 62% Zand
- 1% Grindbank
- 6% Vegetatie

Referentiebeeld Verdonschot is:

- 25% Hout
- 25% Organisch materiaal en bladpakket
- 50% Fijne detritus en slib, zand, grind en vegetatie

Het inmeten van het hout geeft aan:

- In 2011 vindt in de gehele beek meer accumulatie van hout plaats, op volgorde van hoeveelheid is dit: houttraject, benedenstrooms traject, bovenstrooms traject.

Opname van substraatpatronen in de gehele beek geeft aan:

- Houtinbreng zorgt voor een verhoging van grover organische materialen en zand en een vermindering van de percentage slib en fijne detritus.

Bij de opnames van de Patches valt op dat:

- Met name op plaatsen waar veel organisch materiaal voorkomt, de beek stabieler is geworden.

De profielopnames laten zien dat:

- Binnen de Patches vindt, op plaatsen waar hout ligt, bodemophoging plaats.
- Bovenstrooms van het houttraject de bodemophoging doorloopt tot ongeveer 900 meter stroomopwaarts.
- De maximale bodemophoging plaatsvindt in een duiker onder de Ledeboerweg met 80 cm

Een vergelijking van de substraatpatronen met de referentieniveaus geeft aan dat:

- In 2011 is het percentage hout zowel in het benedenstrooms traject als in het houttraject verhoogd en liggen respectievelijk iets lager en iets hoger dan de Poolse referentiebeken, maar lager dan het referentiebeeld van Verdonschot.
- Organisch materiaal is in 2011 in beide trajecten verhoogd en liggen in beide trajecten boven het referentieniveau van de Poolse beken maar onder dat van Verdonschot, ook als het percentage bladpakket erbij opgeteld wordt.
- Het percentage bladpakket blijft in de gehele beek ver onder het Poolse referentieniveau en ook onder dat van Verdonschot.
- Het percentage fijne detritus daalt maar is in 2011 nog steeds boven het Poolse referentieniveau en samen met het zand ook boven dat van Verdonschot.
- Het percentage zand wordt aanzienlijk hoger maar blijft onder het Poolse referentieniveau het ligt wel hoger dan dat van Verdonschot.
- Het percentage grind en vegetatie is te verwaarlozen, wel komt er op meerdere locaties vegetatie in de beek voor.

Totaal is de beek dichter bij het referentieniveau gekomen. De beek zit waarschijnlijk in een positieve spiraal. Dit wil zeggen dat door natuurlijke processen de beek steeds dichter bij zijn natuurlijke niveau komt.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Beken zijn in de loop van de eeuwen steeds weer aangepast aan de wensen van de mens. De mensen wilden meer water hebben waar het van nature niet was en minder water hebben waar het te nat was om de grond te bewerken voor eigen behoefte.
Het kanaliseren en het reguleren van de waterstanden (normalisatie) ten behoeve van de landbouw vond zijn hoogtepunt in de periode 1950 tot 1980 (Roos et al, 2000). Voor het zorgdragen van een goede afvoer hoort ook het verwijderen van obstakels die de doorstroming belemmeren. Daarom worden de beken jaarlijks geschouwd waarbij ook organische obstakels als blad en takken worden verwijderd.
Eén van de gevolgen van normalisatie is dat het water sterker wordt afgevoerd in pieken en minder geleidelijk dan in natuurlijke beken. De piekafvoeren zorgen er voor dat al het nog aanwezige organische materiaal met de bijbehorende organismen worden afgevoerd.

Tegenwoordig kan nog maar 5 % van de beken in Nederland het predicaat natuurlijk krijgen.
In een natuurlijke beek wordt gemiddeld 25% van de bodem bedekt met dood hout. In de luwte van een organische dam kan daarnaast afzetting van fijn organisch materiaal (detritus) plaatsvinden. Ook dit vormt ongeveer 25% van het totaal substraat. Dit betekent dat ongeveer de helft van het natuurlijke beekmilieu wordt gevormd door dood hout (Verdonschot et al, (1995). Veel Nederlandse beken bevatten echter nog maar minder dan 5% van dergelijk materiaal.
Het dode hout speelt een belangrijke rol in het gehele ecosysteem van de beek en zijn beekbegeleidende zone (Meeuse et al. 2004). Beekbegeleidende vegetatie en dood hout zijn de vormende en bepalende factor voor de morfologie, hydrologie en de ecologie van een beek. Het verwijderen van hout en bladeren uit een beek heeft tot gevolg dat de natuurlijke voedselkringloop niet meer functioneert.

Een stelling voortvloeiend uit het bovenstaande is dat door de 25% bedekking van de beekbodem met dood hout te herstellen, de processen die thuishoren in een natuurlijker beek weer worden geactiveerd.

Kennisinstituut Alterra, onderdeel van Wageningen UR, was in 2005 op zoek naar een geschikte locatie om, door middel van een veldexperiment, de bovenstaande stelling te onderbouwen met meetgegevens. Landschap Overijssel werd benaderd of zij een geschikte locatie voor dit experiment wisten. Ik was in die tijd bezig met het onderzoeken van mogelijkheden voor een beekdalbreed herstel van de Jufferbeek. Met name het deel bovenstrooms van de beek wordt bedreigd door allerlei planologische ontwikkelingen. Oldenzaal onderzoekt momenteel nog steeds naar de mogelijkheden voor uitbreiding van de Hanzepoort, een industrieterrein aan de zuidwestkant van de stad. De uitbreiding zal dan plaats moeten vinden in het beekdal van de Jufferbeek.

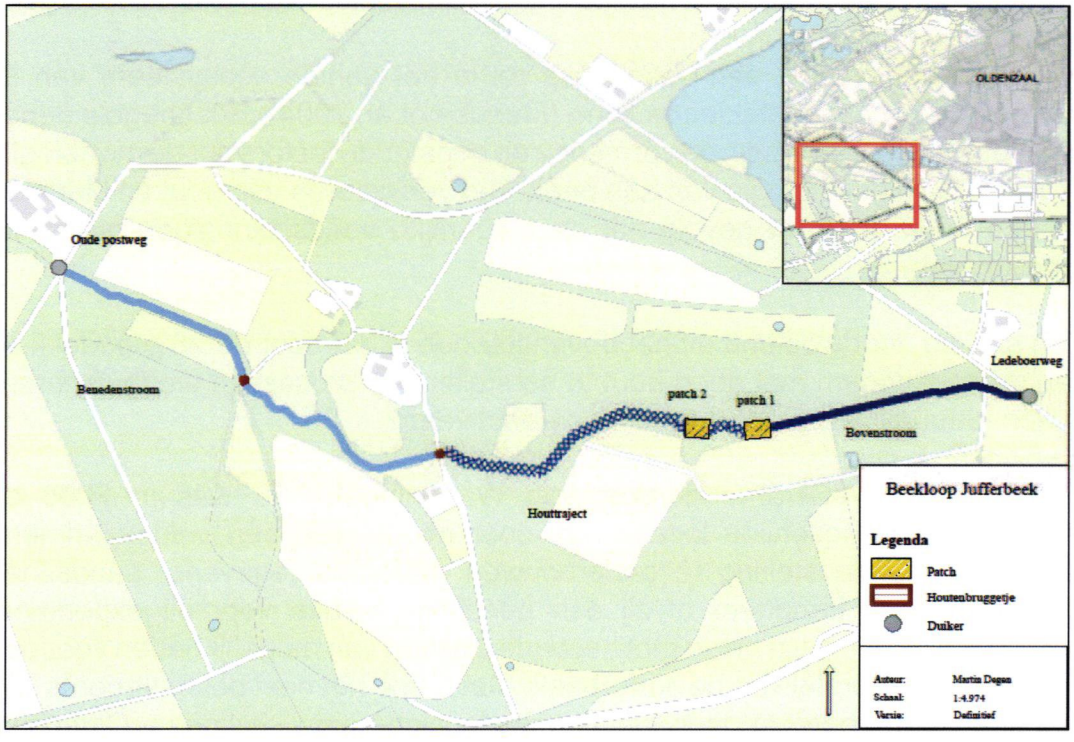
Ook de nieuwe ontwikkelingen van het vliegveld Twente kan grote invloeden hebben op het beeksysteem. Onder meer in het kader van de herinrichting Enschede Noord heb ik hierover meegedacht en een notitie geschreven.

Omdat ik erg betrokken ben met de beek en bereidt was om mee te werken aan dit onderzoek is samen met het Waterschap Regge en Dinkel en Landschap Overijssel, de keuze gemaakt voor de Jufferbeek. Het gaat hierbij om een deel van de bovenloop dat over het Landgoed 't Holthuis loopt.

1.2 Onderzoeksgebied

Het onderzoekstraject bestaat uit het gehele traject dat ligt op het landgoed 't Holthuis (Figuur 1). Dit begint stroomopwaarts bij de duiker onder de Ledeboerweg en eindigt bij de duiker onder de oude Postweg waar de beek het landgoed weer verlaat. Het traject waar hout is ingebracht begint 300m1 stroomafwaarts van de duiker onder de Ledeboerweg tot aan het eerste houten bruggetje op het landgoed. Naast het houttraject is er het bovenstrooms traject waar ook sinds 2005 niet meer is geschoond en ook geen hout is ingebracht en het benedenstrooms traject dat eveneens niet meer is geschoond en ook geen hout is ingebracht.

Landgoed 't Holthuis is in het beheer van Landschap Overijssel. De beek werd hier tot 2005 nog jaarlijks geschoond. Het schonen van de beek bestond hierbij uit het verwijderen van bomen en takken die in de beek waren gevallen en het verwijderen van overig organisch materiaal dat de doorstroming van de beek belemmerde.



Figuur 1 Het onderzoekstraject bestaat uit het bovenstrooms traject (donker blauw), houttraject (blauw geruit) en benedenstrooms traject lichtblauw

1.3 Probleem en doelstelling

Het rapport over het veldexperiment van Alterra van Didderen et al, (2005) beschrijft de resultaten, van het inbrengen van dood hout, op korte termijn. Maar hoe zijn de ontwikkelingen op langere termijn?

Naar aanleiding van de resultaten van het veldexperiment van Alterra wil ik de volgende aspecten van het inbrengen van dood hout nader analyseren.

- De langere termijn effecten op de hydromorfologie en substraatpatronen en daarmee op de natuurlijkheid van de beek.
- Het protocol dat opgesteld is voor het inbrengen van dood hout en dit eventueel verbeteren zodat aanbevelingen kunnen worden gedaan voor toepassing in andere beken.

Dit leidt tot de volgende probleemstelling.

Probleemstelling:
Leidt het geforceerd inbrengen van dood hout op de langere termijn (5-10 jaar) tot een meer natuurlijke beek en hoe hangt dit samen met de wijze van inbrengen?

De doelstelling die volgt uit deze probleemstelling is:

Doel:
Het aangeven van effecten op natuurlijke processen in de Jufferbeek door 5 jaar na het geforceerd inbrengen van dood hout, de verschillen in hydromorfologie, substraatpatronen en de stabiliteit van deze substraatpatronen te meten en te vergelijken met een refentie-beeld voor een natuurlijke beek. Van daaruit worden er aanbevelingen gedaan of en hoe het inbrengen van dood hout kan worden verbeterd en in andere beken succesvol kan worden toegepast.

Defenities

- *Effecten:* De veranderingen in de hydromorfologie en substraatpatronen
- *Geforceerd Inbrengen*: Door handkracht op een zo natuurlijk mogelijke manier zorgen dat er hout in de beek komt waarbij de doorstoombaarheid van de beek gehandhaafd blijft.
- *Dood hout*: Hout dat in verschillende fasen van ontbinding is en variërend van fijne takken tot stammen en totale bomen. (kan ook vers gezaagd zijn)
- *Natuurlijke processen*: Processen die plaatsvinden in een natuurlijk ecosysteem Dit houdt in dat de natuurlijke afbraak van hout in de beek weer op gang wordt gebracht
- *Hydromorfologie*: De vorm van de beekbedding gevormd door het water.
- *Substraatpatronen*: Het voorkomen en de verdeling van substraattypen in de beekbedding.
- *Stabiliteit*: In hoeverre substraattypen op een bepaalde locatie in de beek niet veranderen.

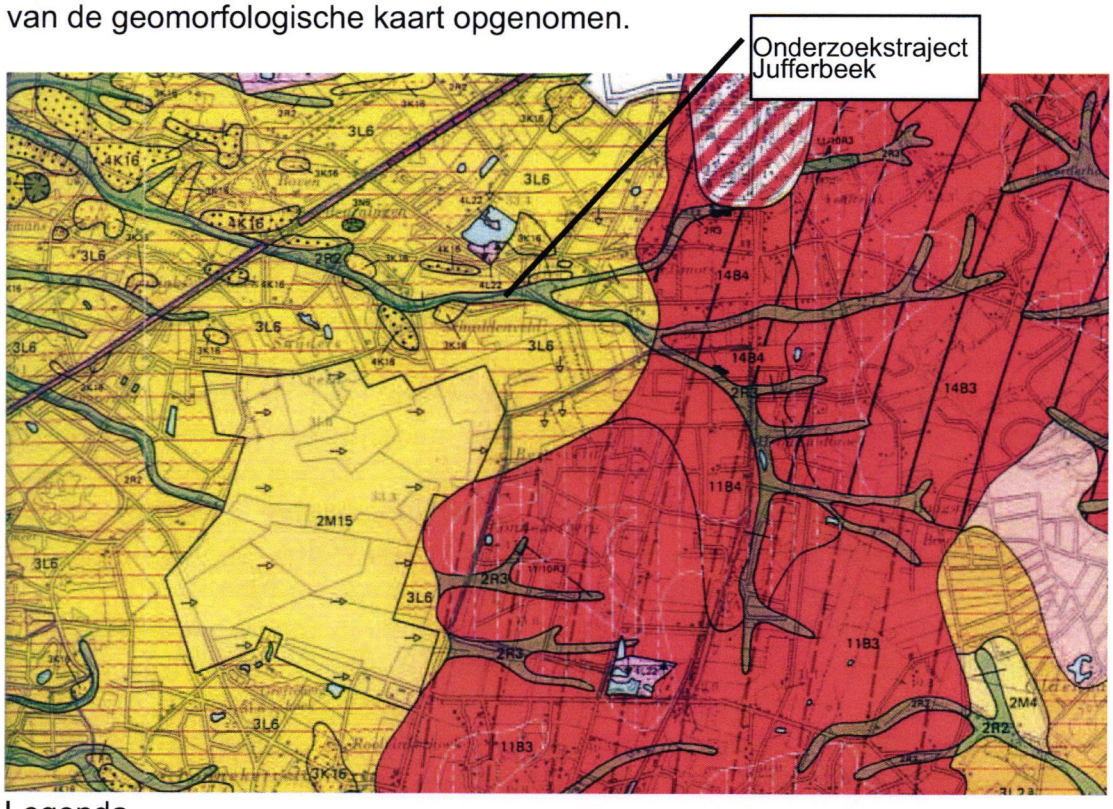
1.4 Leeswijzer

Het rapport is opgebouwd uit 11 hoofdstukken. In hoofdstuk 2 wordt het onderzoeksgebied nader beschreven. In hoofdstuk 3 de gebruikte methode op hoofdlijnen. Hoofdstuk 4 tot en met 8 worden deelaspecten uit het onderzoek een voor een behandeld, waarbij steeds de werkwijze, resultaten en conclusies per deelaspect worden beschreven. In hoofdstuk 9 vindt de confrontatie van de conclusies per deelaspect plaats, wat leidt tot een brede analyse. Hoofdstuk 10 bevat de eindconclusies en aanbevelingen. In hoofdstuk 11 tenslotte staan de referenties.

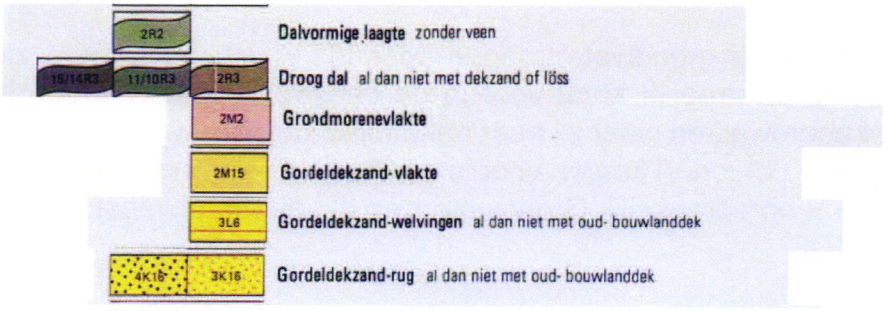
2 Gebiedsbeschrijving

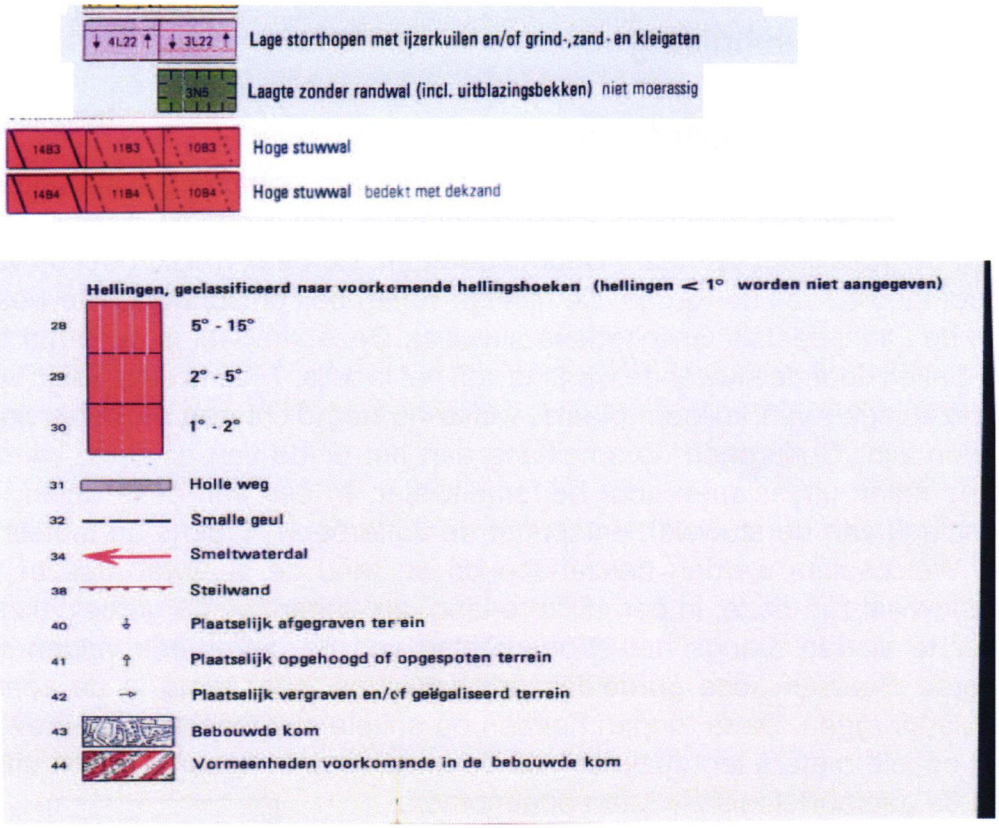
2.1 Geomorfologie

De huidige bovenloop, nu Jufferbeek, werd van oorsprong Deurningerbeek genoemd. Na het passeren van de spoorlijn van Hengelo naar Oldenzaal krijgt de beek weer de naam Deurningerbeek. De beek maakt deel uit van het stroomgebied van de Regge. De huidige Jufferbeek ontspringt op de westflank van de Oldenzaalse/ Enschedese stuwwal. Deze stuwwal is gevormd tijdens het Salien door de stuwende werking van het landijs. Tijdens deze ijstijd vonden er afzettingen van keileem plaats, welke nu nog dicht aan de oppervlakte te vinden zijn. Gedurende de smeltfase aan het einde van de ijstijd werden er diepe dalen uitgeslepen door het smeltwater. In één van deze dalen, op de westflank van de stuwwal, ontspringt de Jufferbeek. Tijdens de laatste ijstijd het Weichselien werden dekzanden op en rond de stuwwal afgezet. Rond de stuwwal zijn deze, in een dikkere laag, als zogenaamde gordeldekzanden weer te vinden. Langs het stroomgebied van de Jufferbeek vinden we op diverse plaatsen deze gordeldekzandwelvingen weer terug in de vorm van dekzandruggen. Deze ruggen hebben op enkele plaatsen een hoogteverschil van enkele meters ten opzichte van de omgeving. In figuur 2 is een uitsnede van de geomorfologische kaart opgenomen.



Legenda





Figuur 2 Uitsnede (stroomgebied van de jufferbeek) van de geomorfologische kaart van Nederland schaal 1:50000. Stiboka/Rijks Geologische Dienst Wageningen/ Haarlem.

2.2 Geohydrologie

Regionaal wordt de grondwaterstroming bepaald door de in het oosten gelegen Oldenzaalse stuwwal. Het water infiltreert op (en deels ten westen van de stuwwal) waarna het in oostelijke richting afstroomt. Door het goed doorlatend vermogen van de gronden, bestaande uit midden en onder-Pleistocene formaties (zand en grind), aangegeven als Gmot op de geologische doorsnede (bijlage 1), in combinatie met een vrij groot transversaal verhang van de ondoorlatende laag, plaatselijk 10 m/km, stroomt het water vrij snel af naar de beek. Het longitudinaal verhang is in het onderzoeksgebied ± 4 m/km.
Mede door de afname van doorlatend vermogen als ook de aanwezigheid van keileemlenzen van de formatie van Drente vinden er stuwingen van het grondwater plaats in het gebied. Hierdoor treedt er van oorsprong veel kwel op in het gebied. Door ontwatering, door middel van drainage en sloten, wordt deze kwel tegenwoordig veelal weggevangen. Met name de drainage en ontwateringsloten van het vliegveld Twente spelen een grote rol.

In het gebied komen vijf grondwatertrappen voor III, V, V*, VI en VII., zie Figuur 3. De grondwatertrap III komt voor in de beekeerdgronden langs de beek richting het noordwesten waar zij haar natuurlijke karakter weer krijgt. De grondwatertrappen V, V*, en VI komen voor in de Veldpodzolgronden waarvan de grondwatertrap V oorspronkelijk Grondwatertrap III zal zijn geweest.

Deze verandering heeft waarschijnlijk in de loop van de tijd plaatsgevonden door ontwatering van het gebied.
Op de dekzandkoppen, welke nu voornamelijk als bouwland in gebruik zijn, is grondwatertrap VII te vinden.

Grondwatertrap (Gt)	GHG (gemiddelde hoogste grondwaterstand) (m-mv)	GLG (gemiddelde laagste grondwaterstand) (m-mv)
III	< 0,40	0,80 –1,20
V	< 0,40	> 1.20
V*	drogere deel van Gt V	
VI	0,40 –0,80	> 1,20
VII	> 0,80	(> 1,60)

Figuur 3 Grondwatertrappen met de daarbij behorende grondwaterstanden.

2.3 Historisch en huidig gebruik

Op de oudste topografische kaart van 1848 is te zien dat de flanken van de stuwwal grotendeels zijn begroeid met heide. Deze heidevelden werden begraasd door schapen van de eerste boeren die zich langs de beek hadden gevestigd. De zandkoppen werden gebruikt voor kleine eenmansesjes en dichter langs de beek ontstonden maten omzoomd door houtwallen het zogenaamde kampenlandschap. Verder is op deze kaart te zien dat de Deurningerbeek even ten noorden van het Schaddenveld in een zeer nat en moerassig gebied ontspringt. De huidige bovenloop van de beek maakte toen deel uit van de Jufferbeek welke vrij rechtlijnig afwatert naar het noordwesten. Rond 1900 zien we verdere kleine ontgingen van gronden. Op de landgoederen `t Holthuis en de Lonnekerberg zien we dat er bossen zijn aangelegd voor productie. Ten behoeve van de aanleg van deze productiebossen, voornamelijk bestaande uit naaldhoutsoorten, zijn op de Lonnekerberg rabatten gegraven om het overtollige water te kunnen afvoeren.
De Bovenloop van de voormalige Jufferbeek sluit niet meer aan op de middenloop maar stroomt nu ten zuidoosten uit in het moerassige gedeelte waaruit in het noordoosten de Jufferbeek ontspringt.

Figuur 4: Historische kaart van 1903 (Topografische Dienst van Nederland) De pijlen geven de moerassige laagte waardoor de oude loop van de Jufferbeek liep.

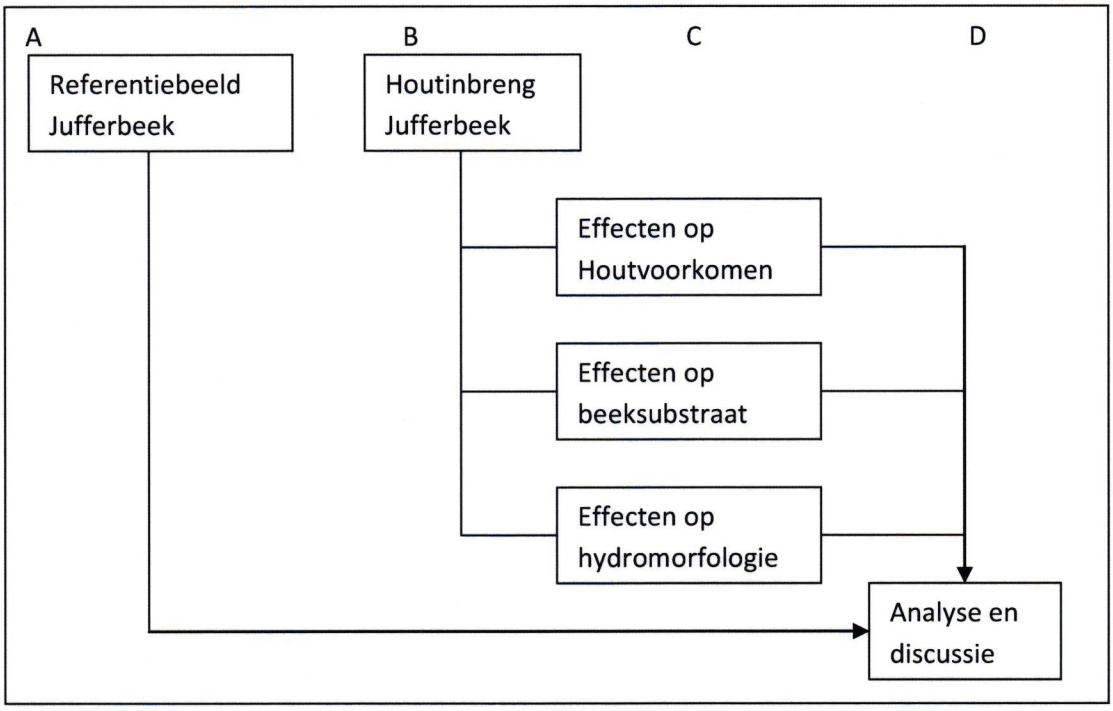
Op de kaart van 1933 is het grote heideareaal drastisch verminderd door verdere ontginningen. De bovenloop en de middenloop van de Jufferbeek zijn vergraven en aan elkaar gekoppeld. Het moerassige gedeelte is geheel verdwenen.
De eerstvolgende kaart stamt uit 1952 en laat een forse uitbreiding van het vliegveld zien tijdens de oorlogsjaren. Op enkele resterende heidevelden hebben spontane bebossingen plaatsgevonden of zijn alsnog ontgonnen.
In de loop van de jaren 50 is men begonnen met ontgronding van de Pannekoekenplas ten behoeve van de, ondertussen gesloten, kalkzandsteenfabriek aan de Enschedesestraat.
Op de meest recente kaarten is een verdere uitbreiding van het vliegveld in oostelijke richting naar het beekdal te zien.

2.4 Hydrologie

De Jufferbeek maakt deel uit van het stroomgebied van de Regge. De beek ontspringt uit een diffuus bronsysteem van het Oldenzaalse veen op de westvlank van de Oldenzaalse stuwwal. Ter hoogte van het golfterrein 't Sybrook passeert de beek de Enschedesestraat. De drainage van dit golfterrein stroom uit in de beek. Na het passeren van de straat vervolgt de beek al meanderend het landgoed de Lonnekerberg. Hierna is de beek over een lente van ongeveer 800 meter grotendeels genormaliseerd voor de voormalige landbouw in dit gedeelte. In het kader van de Herinrichting Enschede Noord zal de beek hier weer een meer natuurlijk karakter krijgen. Als de beek de Ledeboerweg passeert krijgt zij weer haar natuurlijke karakter en meandert voort over 't Holthuis. Hier bevindt zich het onderzoekstraject, (zie figuur 1). Op 't Holthuis maar ook al bovenstrooms monden er verschillende bronbeekjes uit in de beek. Als de beek 't Holhuis verlaat stroomt zij over een particulier landgoed en passeert de spoorlijn Oldenzaal-Hengelo en de A1. De beek heeft voor de spoorlijn bij hoog water de mogelijkheid om te overstromen in de Koppelleiding. Deze gegraven beek, watert af langs de spoorlijn richting Hengelo.
Na de Koppelleiding wordt de beek Deurningerbeek genoemd. De beek zelf stroomt door een landbouwgebied naar Deurningen en Borne. Hier mondt de beek uit in de Bornsebeek die vervolgens uitmondt in de Wezebeek. Deze Wezebeek stroomt zuidelijk om Almelo heen en vormt hierna samen met de Loolee de Nieuwe Graven die verder stroomafwaarts de Exose Aa genoemd wordt. Uiteindelijk stroomt deze aan de noordkant van Enter uit in de Regge.

3 Onderzoeksmethode

Om de onderzoeksvraag of dood houtinbreng in de Jufferbeek leidt tot een natuurlijker beeksysteem te kunnen beantwoorden, zijn de volgende analysestappen uitgevoerd. In het Figuur 5 zijn deze gevisualiseerd.



Figuur 5: Visualisatie van de analysestappen

A: bepalen referentiebeeld van een natuurlijk beeksysteem voor de Jufferbeek
B: inbrengen van dood hout in de Jufferbeek
C: bepalen van effecten
- op houtvoorkomen
- op beeksubstraat
- op beekhydromorfologie

D: analyse van de nieuwe beeksituatie met het referentiebeeld

In de hoofdstukken 4 t/m 9 worden de analysestappen achtereenvolgens behandeld, waarbij werkwijze, resultaten en deelconclusies steeds de revue passeren.

In bijlage 2 staat een tabel met de datums van de metingen binnen de analysestappen.

4 Natuurlijk referentiebeeld voor de Jufferbeek

Om aan te tonen of de substraatpatronen, en de verhouding waarin deze voorkomen in de Jufferbeek, ook horen bij een natuurlijke beek, is gezocht naar een goed referentiebeeld. In dit hoofdstuk lezen we wat dit referentiebeeld is en hoe er toe gekomen is.

4.1 Werkwijze referentiebeeld

In het rapport van Verdonschot et al. (1995) Beken stromen. Leidraad voor ecologisch beekherstel, worden percentages genoemd voor verschillende substraatpatronen die theoretisch in een natuurlijke beek zouden moeten voorkomen. Om een beter beeld te krijgen hoe deze percentages zich, in de praktijk, verhouden tot soortgelijke beken als de Jufferbeek, is gebruik gemaakt van gegevens van Poolse beken (bijlage 3). Hiervoor is het rapport, Characterisation of pristine Polsh River systems an their use as reference conditions for Dutch river systems, van Nijboer et al. (2006), gebruikt. In dit rapport staan 6 beken genoemd die qua dimensie en ligging kunnen worden vergeleken met de Jufferbeek. De beken worden niet geschoond en er vindt dus een natuurlijke aanvulling van hout en organische materialen plaats Hiervan zijn opnames gemaakt in procenten van het voorkomen van substraatpatronen. Deze zijn gebruikt als referentie voor de Jufferbeek.

4.2 Resultaat referentiebeeld

Volgens Verdonschot et al. (1995) bestaat een bedding van de bovenloop van een beek voor ongeveer 25% uit dood hout. Daarnaast bestaat nog eens 25% van de beekbodem uit detritus, dat zich afzet in de ontstane luwte van het dode hout. Een simpele optelling geeft aan dat gemiddeld de helft van de beekbodem is bedekt met dood organisch materiaal.
Om in dit onderzoek een vergelijking te maken met dit referentiebeeld zijn de substraattypen bij elkaar opgeteld (Figuur 6)

Takken en boomwortels	Organisch materiraal, Bladpakket	Slib en Fijne detritus, Zand, Grindbank, Vegetatie
25%	25%	50%

Figuur 6 Samenvoeging van onderzochte substraattypen voor een vergelijkbare referentie uit Verdonschot et al. (1995).

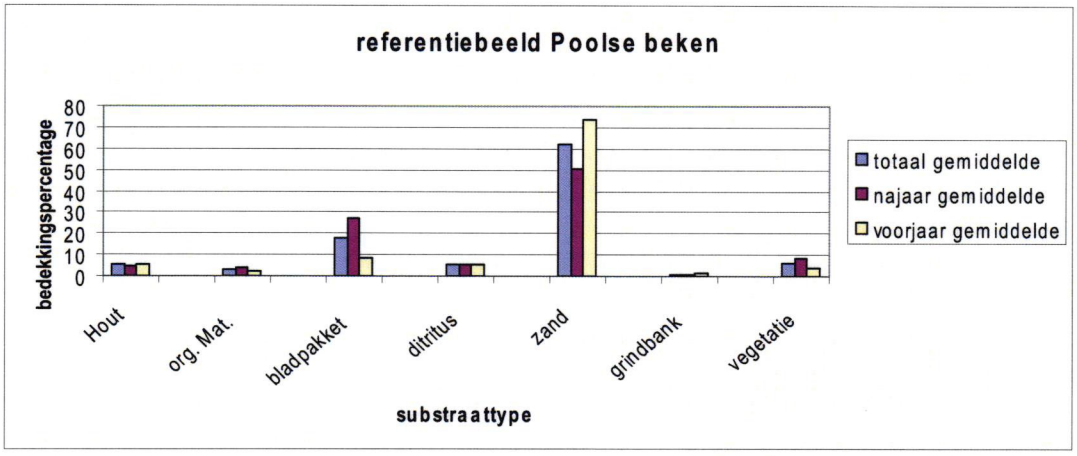
In Figuur 7 zien we de resultaten van de substraatopnames in de 6 Poolse beken. De eerste kolom van elke beek geeft het voorjaarsgemiddelde weer en de tweede kolom het najaarsgemiddelde. De laatste kolommen geven de totaal gemiddelden van het najaar en voorjaar van alle beken samen. De kolom met totaalgemiddelden geeft het jaargemiddelde van de laatste twee kolommen weer.

Het voorkomen van substraten in Poolse referentiebeken													totaal	najaar	voorjaar
substraat type beek	R3	R3	R6	R6	R7	R7	R8	R8	R9	R9	R12	R12	gemiddelde	gemiddelde	gemiddelde
takken	5	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
wortels	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
bomen	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	1	0
bijlijes	0	1	0	28	0	0		0	2	0	10	2	4	2	5
detritus	10	0	5	0	4	0	2	3	0	10	0	0	3	4	2
bladeren	2	0	66	0	3	0	1	0	92	10	0	40	18	27	8
slib	0	0	0	0	0	15	1	7	0	0	20	10	4	4	5
fijne detritus	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
zand met slib	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
zand	66	98	1	60	69	60	95	60	1	80	30	48	56	44	68
zand met stenen	0	0	0	0	0	5	0	30	0	0	0	0	3	0	6
natte grond	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	3	7	0
grind	2	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
vegetatie	5	0	25	5	22	19	0	0	0	0	0	0	6	9	4
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

reken totalen voor vergelijking onderzoek	Hout	org. Mat.	bladpakket	fijne detritus en slib	zand	grindbank	vegetatie	totaal
totaal gemiddelde	5	3	18	5	62	1	6	100
najaar gemiddelde	5	4	27	5	50	1	9	100
voorjaar gemiddelde	6	2	8	5	74	1	4	100

Figuur 7 Tabel met een weergave van het voorkomen weer van de verschillende substraten in de Poolse referentiebeken. Om een goed referentiebeeld voor dit onderzoek te krijgen zijn substraattypen met gelijke kleuren samengevoegd tot de substraattypen in de onderste tabel.

Uit de resultaten van de Poolse beken blijkt dat er procentueel maar weinig dood hout in de beek aanwezig is. Als we de verschillende vormen van hout bij elkaar optellen komen we aan 5,3 % gemiddeld. Het overige organische materiaal bij elkaar opgeteld is vervolgens gemiddeld 21,5%. Voor verdere vergelijking binnen dit onderzoek kiezen we voor het totaal gemiddelde van het voorjaar en najaar., dit maakt de vergelijking meer verantwoord. In Figuur 8 zien we een staafgrafiek die de verschillen tussen het voor en najaarsgemiddelde weergeeft en daaruit berekende totaalgemiddelde.



Figuur 8 Bedekkingspercentages van het voor- en najaarsgemiddelde waaruit het totaalgemiddelde is berekend.

In vergelijking met de percentages die genoemd worden door Verdonschot et al. (1995), waar 50% van de beekbodem bedekt is met enige vorm van organisch materiaal, komt de gemiddelde Poolse beek op 25 % bedekking. Om een goed beeld te krijgen, hoe de substraatverhoudingen van de referenties zijn tot die van de Jufferbeek worden ze vergeleken met beide referenties afzonderlijk.

4.3 Conclusies referentiebeeld

- De aanwezigheid van hout is in de Poolse beken minder dan in het referentiebeeld van Verdonschot et al. (1995). Daarentegen is het voorkomen van slib en fijne detritus, zand, grind en vegetatie in de Poolse beken meer. Het overige organische materiaal komt in percentage wel overeen met elkaar.
- Vanwege de verschillen wordt de Jufferbeek afzonderlijk vergeleken met beide referenties in het vervolg van dit onderzoek.

5 Houtinbreng in de Jufferbeek

Van nature komt het hout in de beek doordat het uit de bomen valt of omdat er een boom, die naast de beek staat, in de beek valt. In een natuurlijke beek is dit een jarenlang en natuurlijk proces. In dit hoofdstuk wordt aangegeven hoe je hout in de beek moet brengen om dit natuurlijke proces weer op gang te brengen.

5.1 Werkwijze houtinbreng

Alterra heeft voor het inbrengen van hout een protocol geschreven (bijlage 4). Door ervaringen in het veld bleek dat het protocol niet voldeed aan de verwachtingen. Het hout spoelde weg of zorgde voor niet gewenste veranderingen van het beekprofiel. Door de ervaringen in het veld, te koppelen aan de resultaten die ermee bereikt zijn, is er een voorstel voor een nieuw protocol geschreven.

5.2 Resultaat houtinbreng

In Januari 2006 is begonnen met het inbrengen van hout in de beek. In eerste instantie was dit nog minimaal. Een groep vrijwilligers, van de vrijwilligersgroep "ENHOE", hebben op een zaterdag met ongeveer 20 man dode takken en, vooral, boomstammen in de beek gebracht. Om te zorgen dat het hout niet wegspoelde, werd een deel van het hout in de oever gegraven om het te verankeren. Dit bleek niet geheel volgens de verwachting te werken omdat bij hoog water en piekafvoeren de losgewerkte oever wegspoelde en daarmee ook het hout meenam.

Begin Juli 2006 is een ploeg van Landschap Overijssel een dag aan het zagen geweest om opnieuw hout in de beek te brengen. Er werd nu wel meer hout ingebracht in de vorm van volledige takken maar ook deze spoelden voor een groot deel weg bij hoog water.

Ten slotte zijn er in januari 2007 complete bomen in de beek gebracht. Dit waren met name bomen die langs de oever van de beek stonden en hier eigenlijk niet thuishoren. Zo zijn er complete beuken en douglas bomen omgezaagd, waarbij gezorgd werd dat de top in de beek kwam te liggen. Door de bomen met de stam grotendeels op de oever te laten liggen en waar mogelijk tegen de stroom in het water te laten vallen, zetten deze zich vast bij hoog water en zorgen voor opvang van kleiner takken die van bovenstrooms meegevoerd worden. Door voldoende van deze bomen in het water te laten vallen konden de gewenste aantal houtpatches worden gevormd.
In bijlage 5 zien we hoe de houtpatches in januari 2007 tot stand zijn gebracht.

Discussie

Het protocol houtinbreng zoals deze gemaakt is door Alterra is moeilijk uit te voeren en heeft invloed op het beekprofiel door de ingravingen in de oever. Het is beter om het hout er op een zo natuurlijk mogelijke manier in te brengen. Van nature gaat dit niet ineens. Naast het hout dat al 25 jaar in de beek ligt, komen er ook nieuwe takken en bomen in. Over de beekbodem kun je dezelfde discussie voeren als voor de bossen. Moet je dood hout gaan aanbrengen, zoals het ringen van bomen in bossen, of laat je de natuur z'n gang gaan en wacht je tot er een maal een boom in de beek valt, die de eerste aanzet maakt tot een nieuwe patch?

Momenteel is er een grote achterstand wat betreft dood hout in de beek en ik denk dat het zagen van bomen en deze in de beek laten vallen, een goede aanzet is tot het in gang brengen van de natuurlijke processen. De beek heeft deze aanzet nodig omdat hij gedwongen wordt, al dan niet gereguleerd of genormaliseerd, tot het afvoeren van zoveel mogelijk water door een zo klein mogelijke bedding. Dit heeft tot gevolg dat er weliswaar vaak korte maar toch hevige piekafvoeren plaatsvinden. We hebben gezien dat het inbrengen van hout deze negatieve spiraal kan omzetten in een positieve spiraal in dit natuurlijke proces.

Wel is het noodzakelijk om goed te kijken naar de omgeving:

- **Is het gewenst om bodemophoging bovenstrooms te krijgen?**
- **Hoever wordt deze ophoging verwacht en mag deze doorlopen?.**
- **Mag er hout uitspoelen naar benedenstrooms?**
- **Denk aan bruggen duikers enzovoort, die complete afdammingen kunnen veroorzaken bij uitspoeling.**

Ook moet er gekeken worden of het inbrengen van hout in een niet bosrijke omgeving een duurzaam effect heeft voor de toekomst. Als er van nature geen hout bij kan komen zal het ingebrachte hout langzaam verdwijnen en komt de beek waarschijnlijk weer in zijn oude patroon terug.

5.3 Conclusies houtinbreng

- Inbreng van dood hout volgens het protocol houtinbreng van Alterra bleek onvoldoende voor het realiseren van stabiele patches van dood hout in de Jufferbeek.
- Bij het inbrengen van hout is het van belang dat er gehele bomen met de top in de beek komen te liggen, alleen zo kunnen patches met voldoende stabiliteit worden gerealiseerd.

6 Effecten op houtvoorkomen

Om te kijken hoeveel hout er nu daadwerkelijk in de beek ligt, nadat dit erin is gebracht, is het hout ingemeten. In dit hoofdstuk wordt nader bekeken hoeveel hout er in de beek voorkomt en waar zich dit bevindt ten opzichte van de bedding. Om te kijken of er veranderingen plaatsvinden in de loop van de jaren is deze meting in 2011, vijf jaar na het inbrengen van het hout, nogmaals uitgevoerd.

6.1 Werkwijze effecten op houtvoorkomen

Het houtig materiaal in de Jufferbeek is twee maal, op de wijze als hieronder uitgeschreven, ingemeten. De eerste keer heeft plaatsgevonden in november 2006 en de tweede keer in mei 2011.
Vanaf het houten bruggetje aan de oostkant van het Holthuis is, tot aan de duiker onder de Ledeboerweg, met behulp van een meetlint met een lengte van 50 m1, het houtige materiaal ingemeten. Hiervoor zijn 4 klassen of configuraties te onderscheiden:

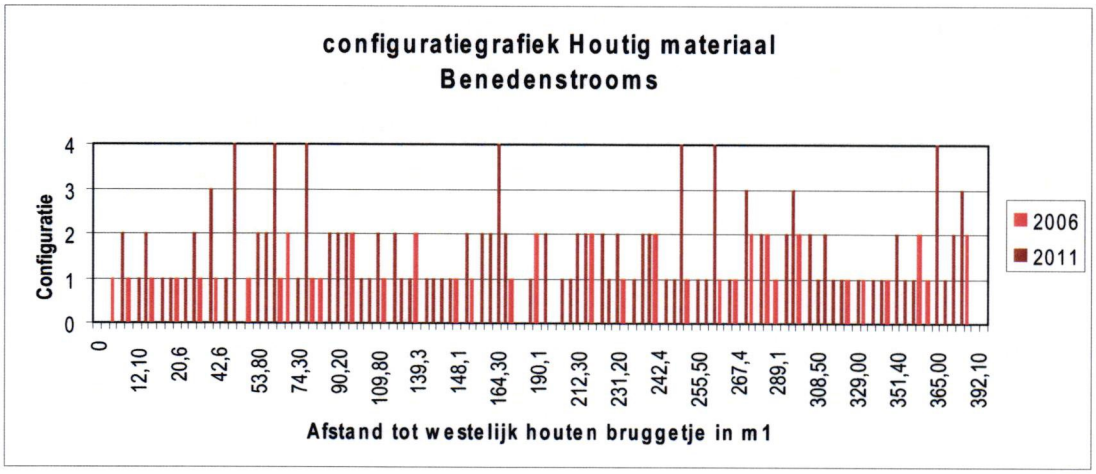
1. enkel (1 tak) of boom in beekoever
2. accumulatie van 2-5 takken
3. accumulatie van 6-10 takken
4. accumulatie van > 10 takken

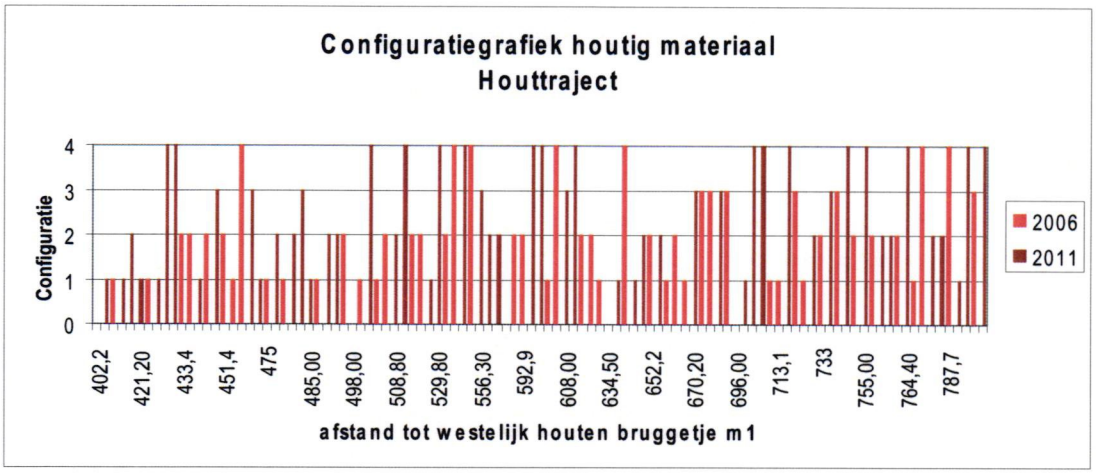
Daarnaast is de locatie per configuratie ten opzichte van de bedding genoteerd.

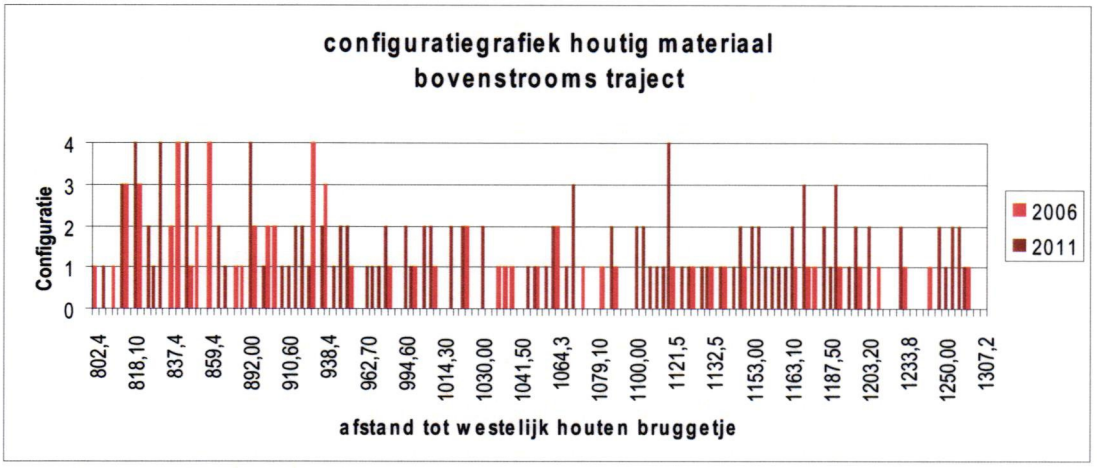
- (z) bomen die op de overgang beek-beekoever groeien en daarmee de stroomdraad beïnvloeden,
- (o) volledig over de beek hangende boomstammen, maar niet in het water,
- (v) stammen of takken die in het water over de volledige breedte van de beekbedding liggen,
- Stammen of takken die maar een gedeelte van de beekbedding bedekken, zodat het water er vrij omheen kan stromen:
  (z) aan de zijkant (contact met de oever)
  (m) in het midden (geen contact met de oever)

6.2 Resultaten effecten op houtvoorkomen

In de tweede week van november 2006 komt houtig materiaal met een configuratie van 1 (losse objecten, zoals een tak of een boom) zowel in het bovenstrooms als in het benedenstrooms en tussenliggende houttraject, het meeste voor. Alleen in het houttraject komen de configuraties 3 (5-10 takken) voor. De configuratie 4 (> 10 takken) komt in het gehele houttraject en direct bovenstrooms van dit traject voor.







Figuur 9 Configuratiegrafieken geven de mate van cumulatie weer in de verschillende trajecten, gemeten in 2006 en 2011. De afstand is gemeten ten opzichte van het westelijk houten bruggetje. Het houttraject loopt door tot 975 m (deel bovenstroomse grafiek)

In Figuur 9 en figuur 10 zien we dat tussen 2006 en 2011 waarschijnlijk veel hout uit het houttraject naar benedenstrooms is gespoeld. In dit benedenstroomse deel van de beek zijn de configuraties 1 en 2 allebei verhoogd, van respectievelijk 23 keer naar 32 en van 11 naar 27. Verder zijn er 4 maal configuratie 3 en zelfs 8 maal configuratie 4 bijgekomen.

In het houttraject is de accumulatie tot 3 nagenoeg gelijk gebleven. De grotere accumulatie van 4 is wel aanzienlijk verhoogd.

In het bovenstrooms deel is geen hout ingebracht en er heeft ook geen opschoning van de beekbodem meer plaatsgevonden. Hier is de configuratie 2 fors toegenomen van 2 naar 25 ook zien we hier dat er grotere accumulaties plaatsvinden van 5 tot 10 takken en zelfs 1 accumulatie van > 10 takken. De toename van accumulatie in dit bovenstroomse traject is alleen te verklaren door de aanvoer van dood hout uit de bomen in de beekoever. Aanvoer van het traject verder bovenstrooms is vrijwel uitgesloten, omdat dit door een cultuurlandschap stroomt waar niet veel hout op de oevers staat. Ook is dit traject na 2005 wel geschoond.

We zien dat de locatie van het houtig materiaal, ten opzichte van 2006, veel meer verbonden is met de oever. Ook het aantal locaties waarbij het hout over de volledige beekbedding ligt neemt in alle trajecten toe. Met name in het benedenstrooms traject is dit van 7 naar 20 locaties toegenomen (Figuur 10).

Accumulatieverschil van het aanwezige hout

Configuratie	Benedenstrooms		Houttraject		Bovenstrooms	
	2006	2011	2006	2011	2006	2011
4	0	8	10	25	0	1
3	0	4	9	10	0	3
2	11	27	24	19	2	25
1	23	32	21	21	25	29
Locatie						
m	2	15	2	2	1	3
v	7	20	25	28	5	9
o	1	6	5	4	4	12
z	24	27	15	22	31	72

Figuur 10 Vergelijking van het voorkomen van accumulaties binnen de verschillende trajecten. In het onderste deel wordt aangegeven waar het hout zicht ten opzichte van de beek bevindt.

Ongeveer 3 maanden voor de houtinmeting, die plaatsvond in november 2006, is er hout in de beek gebracht. Twee maanden later in januari 2007 is nogmaals hout in de beek gebracht
Een verklaring van meer hout in het benedenstrooms traject kan zijn dat er hout vanuit het houttraject hiernaartoe is gespoeld. Kleinere en enkele losse takken, verzamelen zich op plaatsen waar zich takken of stammen hebben vastgelegd tot grotere accumulaties. Deze vastlegging wordt grotendeels veroorzaakt door de bomen die in januari 2007 in de beek zijn gebracht.
Ook in het houttraject is de toename van de accumulaties van >10 takken te verklaren door het inbrengen van het hout in januari 2007. Toen zijn er complete bomen in de beek gebracht die voor opvang van kleinere en losse takken zorgen.

In vergelijking met de andere twee trajecten zien we in het bovenstrooms traject de grootste toename in de accumulatie met 2 tot 5 takken. Dit gaat gecombineerd met de grootste toename van hout dat één zijde van de beek in contact staat met de beekoever.
In het benedenstrooms traject gaat het vermeerderen van locaties waarbij de stammen en of takken over de gehele breedte van de beekbedding liggen, gepaard met een toename van de accumulaties van 6-10 takken en van >10 takken.

Het valt op dat de toename van lage configuratie gepaard gaat met toename van het aantal locaties, waarbij contact is met één oever. Zo gauw er stammen en of takken over de volledige breedte van de beekbedding liggen neemt ook accumulatie van, 6-10 takken en van >10 takken toe.

Discussie
De eerste houtinmeting is uitgevoerd in november 2006. Na deze inmeting is er in januari 2007 nogmaals hout in de beek gebracht. Dit zal een vertekend beeld geven in het houttraject. De toename van het hout in het benedenstrooms traject, is na januari waarschijnlijk minder beïnvloed door uitspoeling, omdat hierna het hout beter in het houttraject bleef liggen. Bovenstrooms is, na de houtinbreng, waarschijnlijk het afvoerpatroon van de beek zodanig veranderd, dat hier het hout de mogelijkheid kreeg om zich vast te leggen. Er wordt nu al een goed beeld verkregen over de invloed van het hout. In hoeverre er nu stabiliteit in de houtbedekking is gekomen is niet aan te tonen. Hiervoor zal er over enkele jaren nogmaals een houtinmeting moeten plaatsvinden.

Opvallend is, dat uit de houtinmeting blijkt, dat in het bovenstrooms traject procentueel gezien een grote toename van dood hout heeft plaatsgevonden.
Als je de houtinmetingen bekijkt zou je zeggen dat het inbrengen van hout in een bosrijk gebied zoals dit stroomgebied niet noodzakelijk is omdat dit er vanzelf wel in komt. Een andere aanname kan zijn dat het houttraject dusdanige invloed heeft op de afvoerpatroon en het dempen van piekafvoeren dat het hout in het bovenstrooms deel de mogelijkheid heeft om te blijven liggen. Voorheen waren het vooral de piekafvoeren die de beek schoonspoelden. Het inbrengen van het dode hout is dus noodzakelijk, om bovenstrooms het hout op een natuurlijke manier vast te leggen.
Benedenstrooms heeft ook een forse toename van hout plaatsgevonden. Hier heeft het hout zich op meerdere plekken vastgelegd in de oever en heeft hierdoor natuurlijke patches gevormd. Evenals in het bovenstrooms deel heeft het houttraject hier waarschijnlijk grote invloed op. Met name de Piekafvoeren in dit gedeelte van de beek worden naar grote waarschijnlijkheid afgetopt door het hout. Ook zal er met name uit het dode houttraject hout naar dit deel van de beek spoelen.
Het houttraject zelf laat wel een vermeerdering van hout zien maar niet zo expliciet als in de andere twee trajecten. In dit traject verdwijnt hout naar het benedenstrooms traject en wordt door aanzanding hout begraven. Op enkele plaatsen kom je onder het zand dan ook het dode hout dat er is ingebracht weer tegen.

6.3 Conclusies effecten op houtvoorkomen

- Direct na houtinbreng vindt, met name in het houttraject, houtaccumulatie plaats.
- 5 Jaar later is er verspreiding van hout over de gehele beek, waarbij de meeste houtaccumulatie benedenstrooms plaatsvindt, gevolgd door het traject direct bovenstrooms van het houttraject.
- De locatie van het hout in de beekbedding is bepalend voor de opbouw en de grote van de patches.

7 Effecten op beeksubstraat

In het vorige hoofdstuk hebben we gelezen welke veranderingen tot het voorkomen van hout hebben plaatsgevonden in het beektraject. Om te kijken of deze veranderingen van het voorkomen van hout ook invloed heeft op het voorkomen van substraatpatronen, zijn er metingen verricht in de gehele beek en binnen twee patches.

7.1 Werkwijze effecten op beeksubstraat

7.1.1 Werkwijze effecten gehele beek

Voor een totaalbeeld van de morfologie van het onderzoeksgebied, is het totale beektraject ingemeten door middel van een zogenaamd lengteprofiel meting. De metingen hebben plaatsgevonden in juli 2005 en april 2011. Hierbij is een meetlint van 50 meter in het midden van de beek over de bodem gelegd. Per 5 meter is het percentage van de voorkomende substraattypen in dit beekoppervlak geschat. De te onderscheiden substraattypen zijn:

- Slib en fijne detritus (organisch materiaal <2mm)
- Grove detritus (deeltjes >2mm, zoals bladfragmenten en kleine stukjes tak)
- Blad
- Takken en boomwortels
- Grind (korrelgrootte >2mm)
- Zand (korrelgrootte <2mm)
- Planten
- Overig

De metingen lopen vanaf de duiker onder de Oude Postweg tot 1300 m1 stroomopwaarts. Hier eindigt het houttraject dat begint bij het oostelijk houten bruggetje.
Om een duidelijk beeld te krijgen van de effecten van het inbrengen van dood hout is er onderscheid gemaakt tussen het houttraject en het benedenstrooms traject.

7.1.2 Werkwijze effecten detailvariabiliteit binnen patches

Zowel in 2006 als 2011 zijn in het houttraject over een lengte van 3 á 5 meter patches uitgezet waar de morfologische veranderingen op detailniveau zijn bijgehouden. Hiervoor zijn er drie lijnen haaks over de beek gespannen op een onderlinge afstand van ±2 meter. Door er een geraamte van betongaas over te leggen (Figuur 11), is per vakje van 15cm bij 15cm bepaald welk substraat hier in hoogste percentage aanwezig is. Hierdoor is er een zeer gedetailleerd beeld van het voorkomen van substraatpatronen in dit gedeelte van de beek verkregen. Door dit wekelijks te herhalen, over een periode van 6 weken, is de substraatwijziging goed te volgen, in het bijzonder de detailvariabiliteit op kleine schaal.

Om een goede vergelijking te maken met de lengteprofielmeting is gekozen om dezelfde substraattypen te onderscheiden.

De resultaten van de metingen in 2011 worden vergeleken met de resultaten van 2006. Hierbij wordt naast het voorkomen van substraattypen ook gekeken naar de stabiliteit van deze substraten.

Figuur 11 Foto van het betongaas dat over de beek is gelegd voor de opnames van de patches.

7.2 Resultaten effecten op beeksubstraat

7.2.1 Effecten gehele beek

In Figuur 12 zien we dat in de tweede helft van juli 2005 (voor houtinbreng), de beekbedding voor het grootste gedeelte wordt gedomineerd door organische substraten. Totaal is dit meer dan 75%. De procentuele verdeling van hout, organisch materiaal, blad, slib en fijne detritus, zand en grind zijn in het houttraject en benedenstrooms traject vrijwel gelijk.

Overzichtstabel lengteprofielmetingen

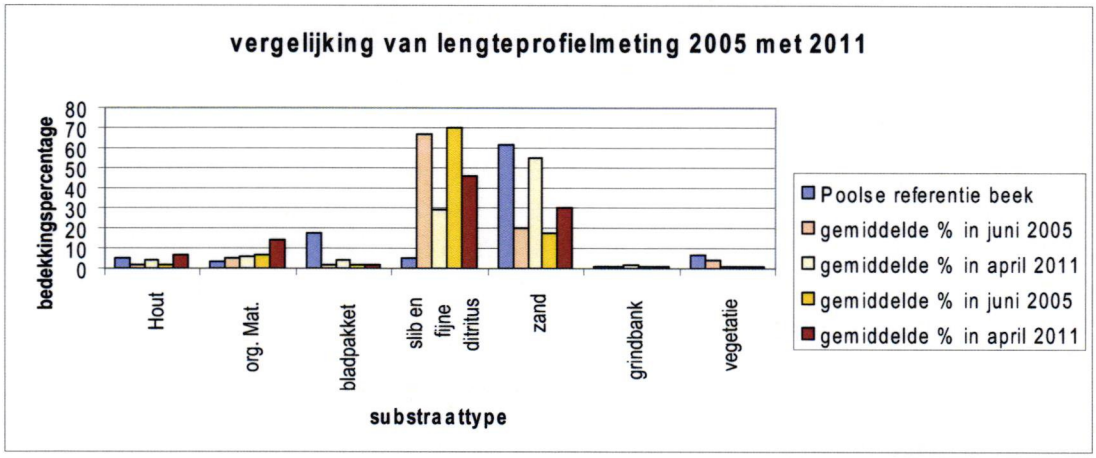
beek of traject	subtraattype	Hout	org. Mat.	Bladpak-ket	slib en fijne ditritus	zand	Grind-bank	Vegeta-tie
referentie	Poolse referentie beek	5	3	18	5	62	1	6
	Verdonschot et al (1995)	25		25		50		
totaal onderzoeks-traject	gemiddelde % in juni 2005	1	6	2	69	18	1	2
	gemiddelde % in april 2011	5	9	3	36	45	1	1
	verschil tussen 2005 en 2011	-4	-3	-1	33	-27	0	1
Beneden-strooms traject	gemiddelde % in juni 2005	1	5	2	66	20	1	4
	gemiddelde % in april 2011	4	6	4	29	55	2	1
	verschil tussen 2005 en 2011	-3	-1	-2	37	-35	-1	4
Houttraject	gemiddelde % in juni 2005	1	6	2	70	17	1	1
	gemiddelde % in april 2011	7	14	2	46	30	1	1
	verschil tussen 2005 en 2011	-5	-8	0	24	-12	0	0

Figuur 12 Overzichtstabel lengteprofielmetingen van beeksubstraat gemeten in de Jufferbeek in 2005 en 2011 vergeleken met het referentiebeeld en waarden uit de studie van Verdonschot et al. (1995). (kleurcodering substraat is in het gehele rapport gelijk gehouden om eenvoudige vergelijking mogelijk te maken)

In 2011 zien we dat in het gehele beektraject de grove organische substraten zijn toegenomen, het slib is daarentegen afgenomen. Opvallend is dat het percentage zand in het gehele traject is toegenomen.

In het benedenstrooms traject, is het percentage hout toegenomen van 1 naar 4%. Een deel van de toename valt te verklaren doordat er uitspoeling van hout uit het houttraject heeft plaatsgevonden. Verder is de beek na 2005 niet meer geschoond. Het hout dat van nature uit de bomen valt, en zelfs complete bomen, zijn in de beek blijven liggen. Met name de complete bomen zorgen voor opvang van kleiner taken en takjes die in de beek vallen. Het percentage organisch materiaal en bladpakket is daardoor iets verhoogd.

Het percentage zand is benedenstrooms in 2011 fors toegenomen van 20% naar 55%. Het percentage fijne detritus en slib, is daarentegen afgenomen van 66% naar 29%. Waarschijnlijk zal door de aanwezigheid van takken er meer stroomversnellingen zijn ontstaan die de fijne detritus wegspoelen zodat er meer zand ontstaat. De grovere organische materialen spoelen minder snel weg omdat ze beter worden vastgehouden door het aanwezige hout.

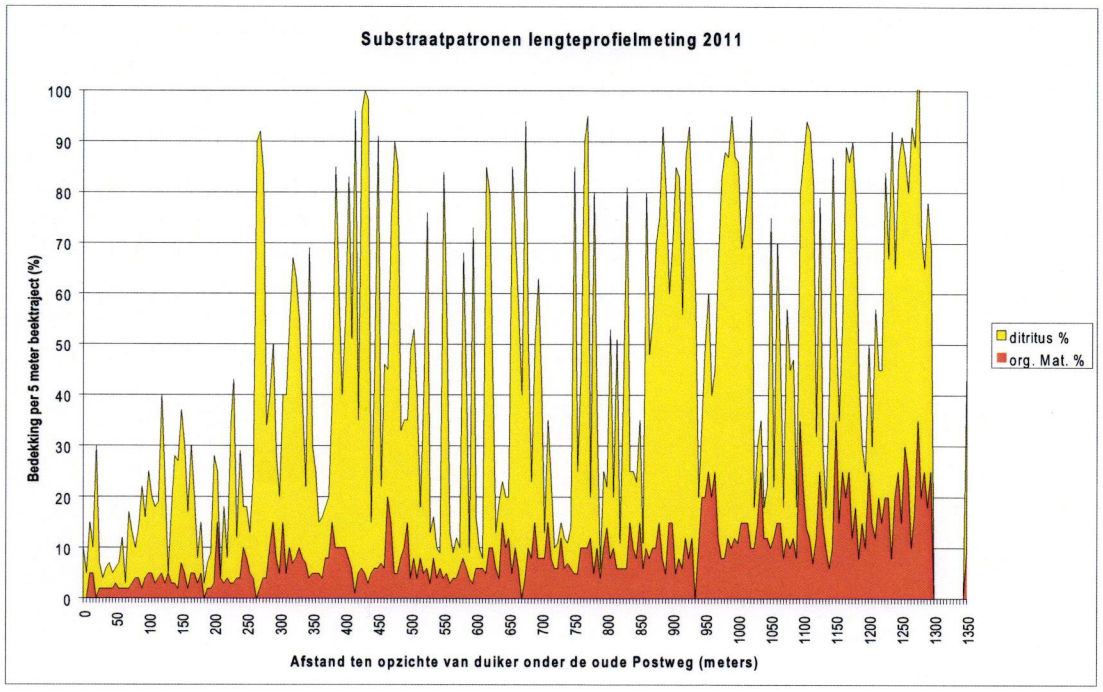


Figuur 13 Bovenstaande grafiek geeft een vergelijking van de gemeten substraten in het houttraject (lichte kleuren) en het benedenstrooms traject (donkere kleuren) van de Jufferbeek in de jaren 2005 en 2011.

In het houttraject is het percentage hout toegenomen van 1% naar 7%. Dit is ongeveer het dubbele van het benedenstrooms traject. Het percentage organisch materiaal dat in het hout blijft hangen is hier dan ook ruim verdubbeld van 6 naar 14%. Dit is in het benedenstrooms traject nagenoeg gelijk gebleven. Ook hier zorgt het hout er dus voor dat er meer organisch materiaal blijft liggen op de beekbodem.

Op de plaatsen waar stroomversnellingen en stroomgeultjes ontstaan door het hout wordt het fijne slib weggespoeld en komt er meer zand. Ondanks dat er meer hout in het houtraject ligt is het percentage slib en fijne detritus 12% minder afgenomen dan in het benedenstrooms traject. Daarentegen is het percentage zand minder toegenomen dan benedenstrooms.

We zien dat in het houttraject, ten opzichte van het benedenstrooms traject, dus een grotere toename van de grovere substraten en een mindere toename van het percentage zand is. Het houttraject werkt als een filter voor het organische materiaal. In Figuur 14 zien we in 2011, als we de beek van benedenstrooms naar bovenstrooms volgen, dan ook een geleidelijke toename van organische materialen.



Figuur 14 Beddekkingspercentages van detritus en organische materiaal zoals deze in april 2011 per 5 meter beektraject zijn geschat vanuit het bovenaanzicht van de beek. (grafieken van de overige substraten zijn weer te vinden in bijlage 6)

De vegetatie is in 2011 minder dan in 2005. De oorzaak hiervan is dat deze nog aan het begin van het groeiseizoen stond. Wel zijn er in 2011 meer deeltrajecten van 5 m1 waar vegetatie voorkomt dan in 2005. In 2005 is de opname 2 maanden later uitgevoerd. Toen had de vegetatie zich al meer ontwikkeld. Als de meting later in het jaar was uitgevoerd, zou de vegetatie waarschijnlijk meer geweest zijn.

In bijlag 6 zijn de substraatpatronen per 5 metertrajecten over de lengte van het benedenstrooms traject en het houttraject weergegeven. We zien hier, naast de veranderingen in percentages, ook dat het verloop van de substraatpatronen in 2011 zijn veranderd. In 2005 was dit verloop in bij alle substraatpatronen over het gehele traject gelijk.

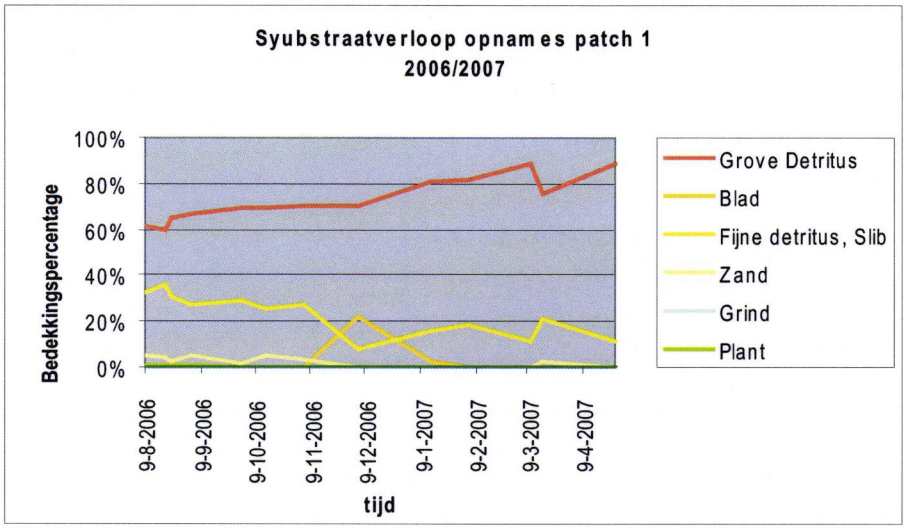
Discussie

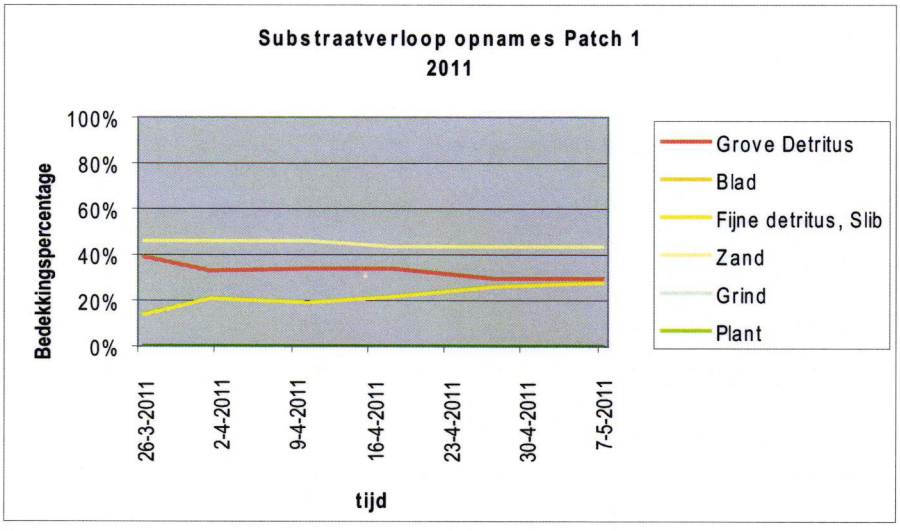
De lengte profiel metingen zijn respectievelijk in juli 2005 en in april 2011 uitgevoerd. Omdat ik bij beide opnamen heb uitgevoerd denk ik dat er weinig verschil zit in de interpretatie van de verschillende substraattypen. Wel zijn de omstandigheden gedurende het seizoen wisselend. Aan de waterhoogte in de beek valt al op te maken dat in 2011 nog meer water door de beek stroomt dan in 2005. Ook is het aannemelijk dat in het voorjaar van 2011 nog meer invloeden van de herfst en bladval een rol spelen dan in 2005. Dit zou invloed kunnen hebben op de afname van fijne detritus en slib en de toename van het organisch materiaal. Om dit te onderbouwen zou er een lengteprofielmeting op een zelfde tijdstip en onder de zelfde omstandigheden moeten plaatsvinden.

De afname van slib en fijne detritus in de totale beek in 2011, ten opzichte van 2005, kan veroorzaakt worden doordat in 2011 nog een hogere waterstand en stroming in de beek was dan in 2005. Een andere oorzaak kan zijn dat door het hout er stroomversnellingen ontstaan waardoor het fijne materiaal sneller wegspoelt. Achter het hout, in de luwte hoopt zich dan wel het grovere organisch materiaal op. Deze ophoping wordt terug gevonden in de toename van het organisch materiaal in de beek. Hiertussen zal waarschijnlijk ook het slib en de fijne detritus zich handhaven.

7.2.2 Effecten detailvariabiliteit binnen patches

Bij de opname van de patches is het dode hout niet afzonderlijk meegenomen maar onder het percentage grove detritus geschaald.



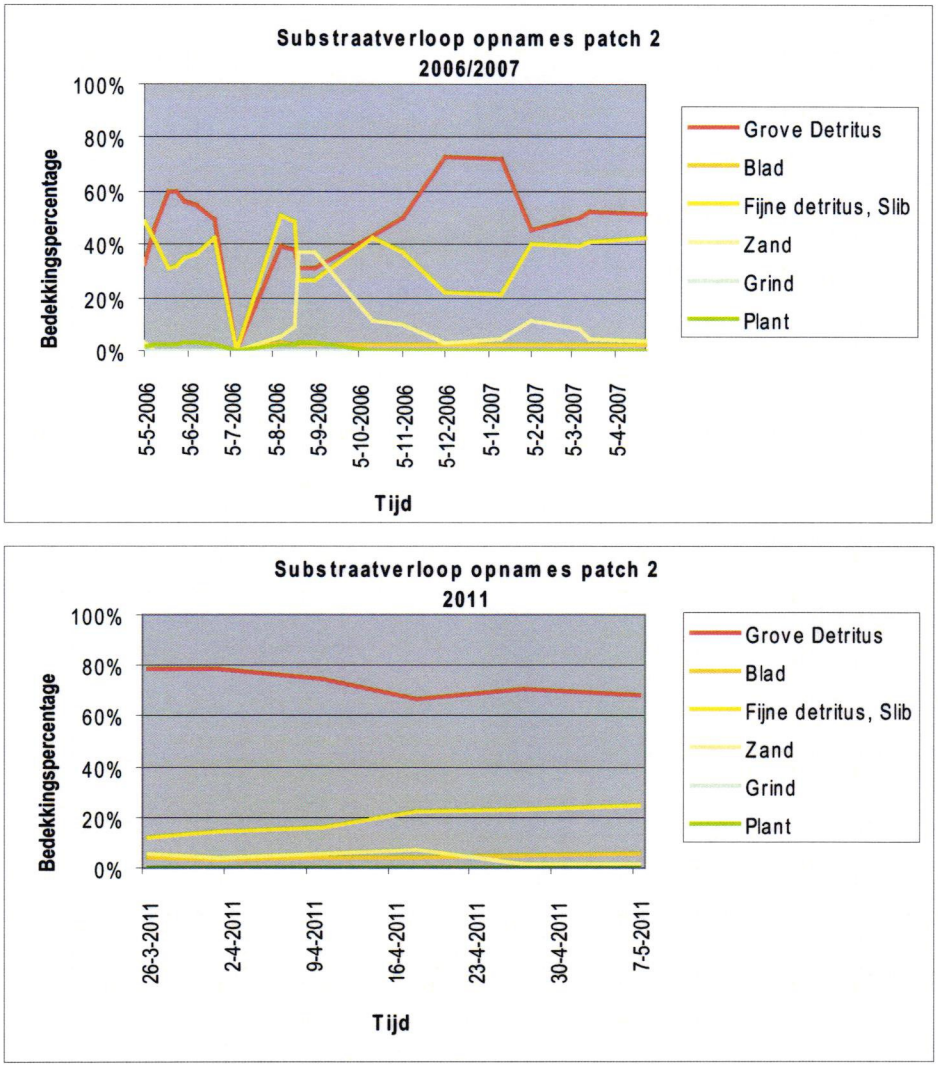


Figuur 15 Substraatverloop in patch 1 gemeten in 2006/2007 en in 2011.

In 2006/2007 zien we dat het percentage van bijna alle substraten in beide patches erg grillig verloopt. In 2011 is dit verloop veel vlakker (Figuur 15 en Figuur 16). In bijlage 7 vinden we de meetgegevens van de patches.

In patch 1 heeft grove detritus het grootste verloop met een minimum van 59 % in augustus 2006 en een maximum van 89% in maart en april 2007. Het minimum is een maand nadat de beek heeft droog gestaan. Het kan zijn dat een groot deel van de grove detritus met het laatste water is meegevoerd voordat de beek droog viel. Na het droogvallen zien we dan ook weer een langzame toename van de grove detritus. Het percentage fijne detritus en slib is in augustus 2006 met 36% eerst nog het hoogst waarnaar het, naarmate de beek zich verder vult met water, afneemt naar minimum van 8 in december 2006.

Je zou verwachten dat het percentage zand hiermee zou toenemen maar ook deze neemt af van 5% in augustus naar 0% in december.
In 2011 is er veel minder grove detritus in patch 1 aanwezig dan in 2006/2007. Dit komt waarschijnlijk doordat een groot deel van het aanwezige hout uit deze patch is weggespoeld. Het percentage zand is in 2011 met gemiddeld 45% enorm gestegen ten opzichte van 2006, toen er bijna geen zand in de bedding aanwezig was. Het percentage fijne detritus en slib is met gemiddeld 22% gelijk gebleven ten opzichte van 2006/2007.



Figuur 16 Substraatverloop in patch 2 gemeten in 2006/2007 en in 2011.

Ook in patch 2 is het verloop van de grove detritus, met een minimum van 31% in augustus 2006 en een maximum van 73 % in december 2006, erg groot. De afname van zand vindt ook in deze patch plaats. Maar het fijne detritus en slib blijft gemiddeld nagenoeg gelijk over de periode augustus 2006 tot en met april 2007.
In 2011 zien we in deze patch een grotere toename van grove detritus ten opzichte van 2006/2007. Dit komt waarschijnlijk door, het tegenovergestelde van patch 1, dat hier meer hout is ingespoeld. Het percentage fijne detritus is hierdoor minder geworden ten opzichte van 2006/2007 en ook het percentage zand is minder geworden.

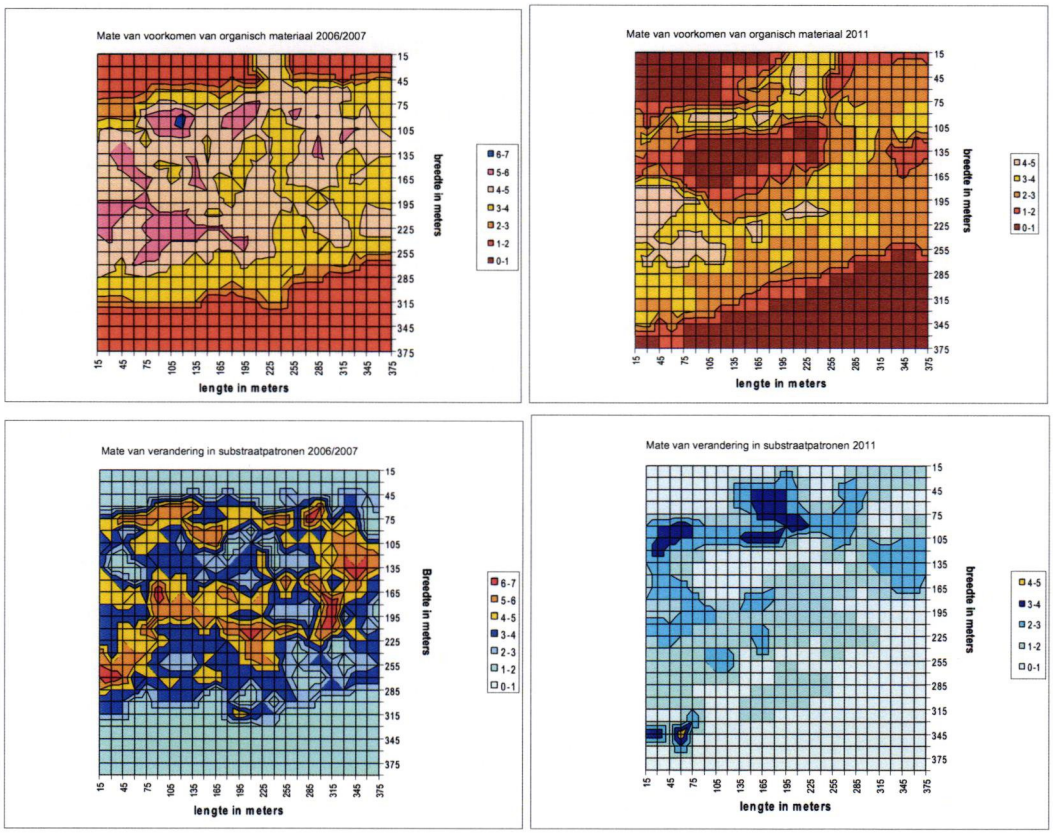
Om de stabiliteit binnen de patches te onderzoeken is van patch 2 een vriabiliteitsgrafiek gemaakt (Figuur 17). Er is gekozen voor patch 2 omdat hier gedurende de gehele onderzoeksperiode dood hout aanwezig was.

De gegevens, die zijn verkregen tijdens de opnames van de patches, zijn tot variabiliteitsgrafieken in Excel. Deze geven de stabiliteit, per cel van 15x15 cm, in de reeks opnames weer. Hoe minder vaak een cel veranderd vab substraatklasse hoe stabieler het beekmilieu is. Hiermee wordt de overlevingskans, voor typische beekorganismen, vergroot. Biodiversiteit is het hoogst in een stabiel maar gevarieerd milieu Roos et al. (2000)
Uit de grafieken valt af te lezen dat er in 2011 minder veranderingen hebben plaatsgevonden tussen verschillende substraatpatronen dan in 2006.
Er kan dus verondersteld worden dat de beek in 2011 stabieler is geworden.

Om te kijken binnen welke substraten de veranderingen het hoogst zijn, zijn de substraten genummerd. Hoe hoger het organisch gehalte hoe lager het getal.

Droog	=	1
Hout	=	2
Grove detritus	=	3
Blad	=	4
Fijne detritus, slib	=	5
Zand	=	6
Grind	=	7

Als we nu de grafiek in Figuur 17 bekijken, over de mate van voorkomen van organisch materiaal binnen patch 2, zien we dat op plaatsen waar het meeste organische materiaal voorkomt de minste veranderingen plaatsvinden.



Figuur 17 Bovenstaande grafieken geven de gemiddelde mate van voorkomen van organisch materiaal weer in patch 2. De onderste grafieken geven de variabiliteit van de patch weer in de vorm van het aantal wisselingen van substraat in de meetperiode weer.

Discussie

De opnamereeks van de patches in 2011 is korter dan in 2006. Hierdoor is de variatie binnen de substraatpatronen in 2006 groter dan in 2011. Uit de opname reeks van 2006 blijkt dat maart, april en mei een goed gemiddelde weergeeft voor het gehele jaar. Hierdoor wordt de kortere opname reeks van 2011 wel weer verantwoord. Toch is het interessant om nogmaals een langjarige opname te doen om te kijken of de stabiliteit van de patches werkelijk groter is geworden in 2011

7.3 Conclusies effecten op beeksubstraat

7.3.1 Effecten gehele beek

- Het inbrengen van hout zorgt, in 2011 in de gehele beekbedding, voor een verhoging van grovere organische materialen en zand. Het percentage slib en fijne detritus vermindert hierbij.
- Kijkend van benedenstrooms naar bovenstrooms van het houttraject is het verloop van de substraten:
    - o Hout neemt toe
    - o Organisch materiaal neemt toe
    - o Detritus neemt toe
    - o Zand neemt af
    - o Vegetatie neemt in aantal locaties toe

7.3.2 Effecten detailvariabiliteit binnen patches

- Binnen de patches vindt in 2011 een stabilisatie plaats van de substraten. Met name de grovere substraten zorgen voor stabiliteit in de beek.
- Het percentage zand neemt tot een bepaalde hoeveelheid hout toe daarna wordt het weer minder.

8 Effecten op hydromorfologie

In de vorige hoofdstukken hebben we kunnen lezen dat hout zorgt voor het uitfilteren van grove detritus. In dit hoofdstuk is onderzocht of dit proces van uitfilteren ook doorzet in de fijne substraten en zand en welke effecten dit heeft op de vorm van de beek.

8.1 Werkwijze effecten op hydromorfologie

Bij de opnames binnen de patches wordt voor, in het midden van en na de patches regelmatig het beekprofiel ingemeten. Deze metingen worden uitgevoerd door in elk vak de hoogte vanaf de beekbodem tot aan referentielijnen, die over de beek zijn gespannen, te meten. Hierdoor ontstaat een goed profiel, dat weliswaar niet helemaal waterpas is, maar wel goed vergelijkbaar is, omdat de lijnen op de zelfde hoogtes zijn gespannen.

In 2000 heb ik voor het aantonen van het belang voor behoud van de Jufferbeek in de huidige beekbedding profielen ingemeten.
Op 8 dezelfde plaatsen als in 2000 zijn met behulp van een meetlint en meetlat op dezelfde wijze opnieuw de profielen ingemeten in 2011. De profielen gaan uit van een toen vastgesteld maaiveld dat nu weer als uitgangspunt dient. De locaties van de profielen ten opzichte van de duiker onder de Ledeboerweg zijn:

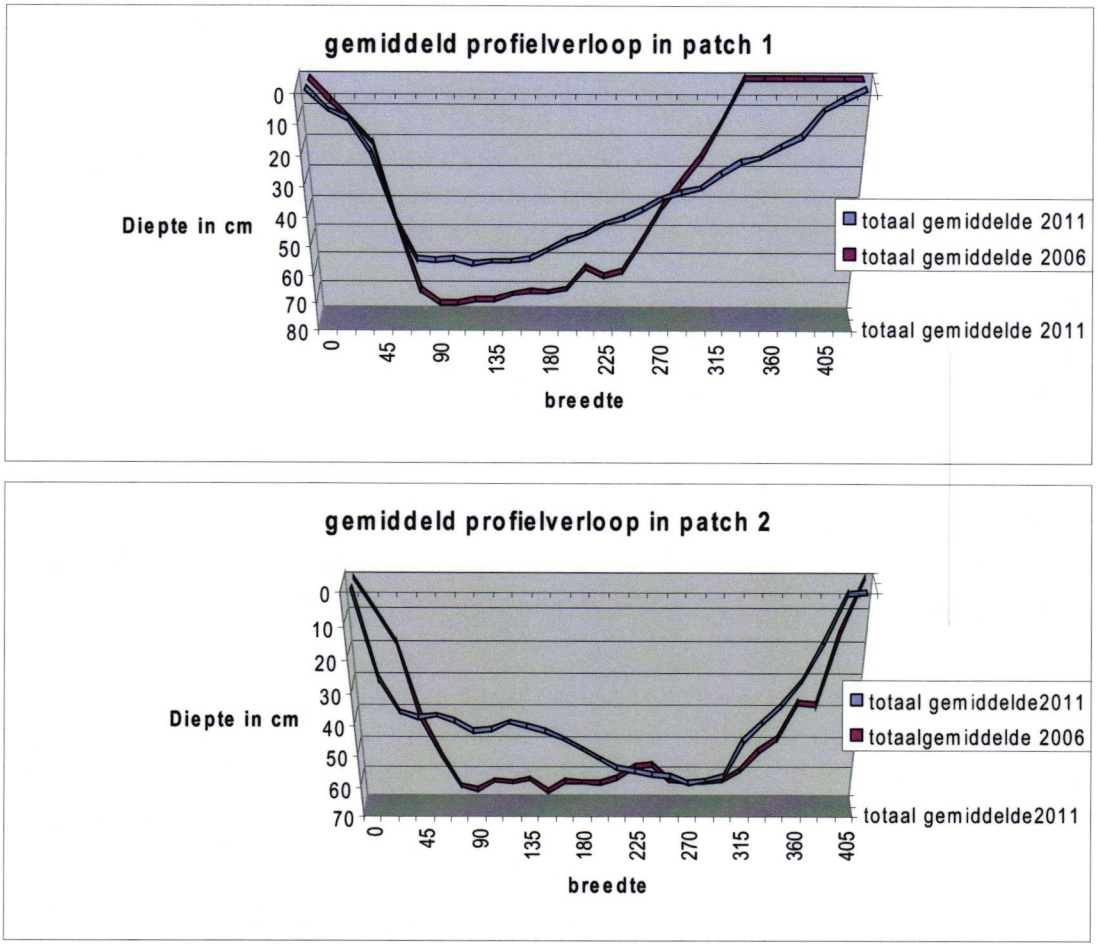
- Profiel A 40m1 stroomopwaarts
- Profiel B 105m1 stroomopwaarts
- Profiel C 205m1 stroomopwaarts
- Profiel D 280m1 stroomopwaarts
- Profiel E 330m1 stroomopwaarts
- Profiel F 415m1 stroomopwaarts
- Profiel G 520m1 stroomopwaarts

De profielen die zijn verkregen binnen de patches en in het bovenstrooms traject zijn ingetekend in Excel waarna deze over elkaar worden gelegd. Dit geeft een goed beeld van de veranderingen die er in de loop van de jaren hebben plaatsgevonden. De profielen bovenstrooms van het houttraject, geven een beeld in hoeverre er bodemophoging heeft plaatsgevonden. En hoe deze zich verhoudt tot het verval van de beek.

8.2 Resultaten effecten op hydromorfologie

In 2000 ligt de beek stroomopwaarts ver onder maaiveld (bijlage 8 en 9). In dit jaar is de duiker onder de Ledeboerweg vrijwel zandvrij. In 2011 ligt er ongeveer 80 cm zand in de duiker. De bodemophoging loopt door tot en met profiel F, waar deze nog ongeveer 15 cm is. Dit profiel ligt 415 meter stroomopwaarts van de duiker onder de Ledeboerweg en dus 915 meter stroomopwaarts van het houttraject. Het profiel G, dat 520 meter stroomopwaarts van de duiker ligt, laat geen bodemophoging meer zien.

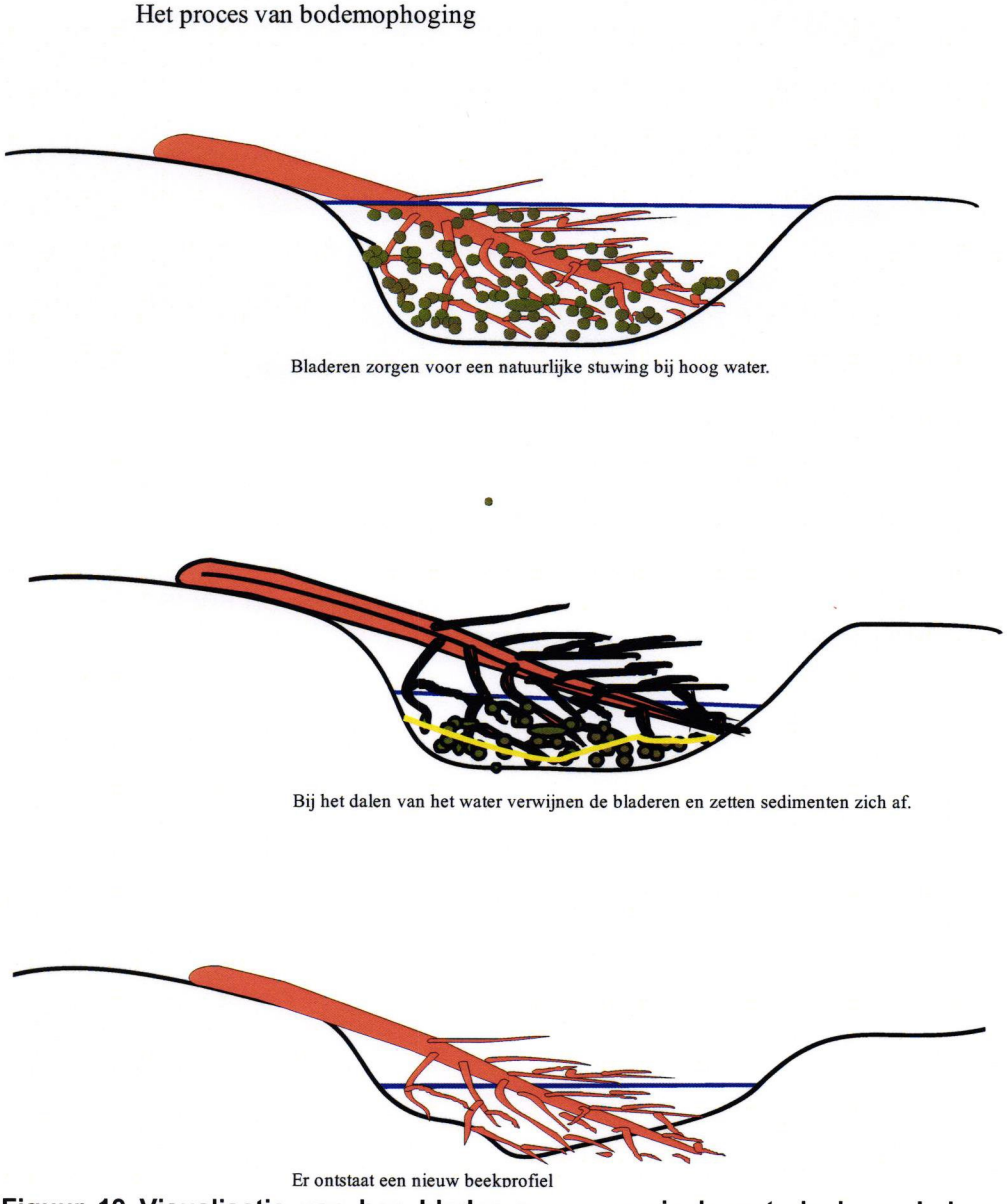
De gemiddelde profielen in de patches (Figuur 18), laten ook duidelijk zien dat de beekbodem in 2011 omhoog is gekomen. In beide patches is dit ongeveer 20 cm. Met name in patch 1 zien we dat de beekbedding is verbreed en dat de rechter oever (stroomafwaarts gezien), veel flauwer is geworden.



Figuur 18 Gemiddelde dwarsprofielen binnen de patches, gemeten voor, in het midden en aan het eind van de patch.

In de beek zal veel sedimenttransport moeten plaatsvinden om de bodemophoging, zoals deze is gemeten in bijna alle profielen, tot stand te brengen. Door het inbrengen van dood hout krijgt het sediment de kans om zich af te zetten. Dit kan deels veroorzaakt worden doordat de stroomsnelheid tijdens piekafvoeren is verminderd (aftoppen van de pieken). Maar waarschijnlijk blijft het sediment vooral in de organische materialen hangen.

Tijdens de opnames en metingen viel het op dat in de winter het blad zich ophoopte in de takken die in de beek lagen. Met name tijdens piekafvoeren blijven de bladeren en ander organisch materiaal als een natuurlijk opbouwende dam in de takken hangen. Als de aanvoer van water minder wordt, wordt ook deze natuurlijke dam weer afgebroken. In Figuur 19 is gevisualiseerd hoe dit proces werkt.



Figuur 19 Visualisatie van hoe bladeren en organisch materiaal een belangrijke rol spelen bij bodemophoging.

Discussie
In 2006/2007 zien we weinig verandering in de profielen binnen de patches. In 2011 heeft er wel een verandering plaatsgevonden. Bij gelijke omstandigheden heeft de seizoenwisseling dus weinig invloed op de profielen. De inbreng van het hout in januari 2007 heeft waarschijnlijk pas in het najaar van dit jaar invloed gekregen op de profielopbouw van de patches. Het vallen van het blad en daarmee de opvang van sedimenten, zoals aangeven, ging toen een rol spelen.
Ook bovenstrooms is deze uitwerking pas later opgetreden. Dit blijkt ook uit reacties van eigenaren van aangrenzende percelen die rond 2009 pas zeiden, dat de bodem op sommige plaatsen hun afvoer van het water belemmerde. Deze bovenloop zal in de Landinrichting van Enschede Noord een meer natuurlijk karakter moeten krijgen. Hiervoor wordt de beek zoveel mogelijk in zijn oorspronkelijk bedding teruggelegd. Bij deze herinrichting van de beek zal goed gekeken moeten worden wat het profiel zal moeten worden, en in hoeverre het dood houttraject nog invloed heeft op dit profiel. De vervallijn in het traject is ongeveer 1,6 meter per kilometer Verdonschot et al, (1995). Interessant is om te weten welke profielveranderingen er plaats vinden in beken met een sterker en minder sterk verval. Om een goed vergelijk te maken moet ook het sedimenttransport meegenomen worden.

8.3 Conclusies effecten op hydromorfologie

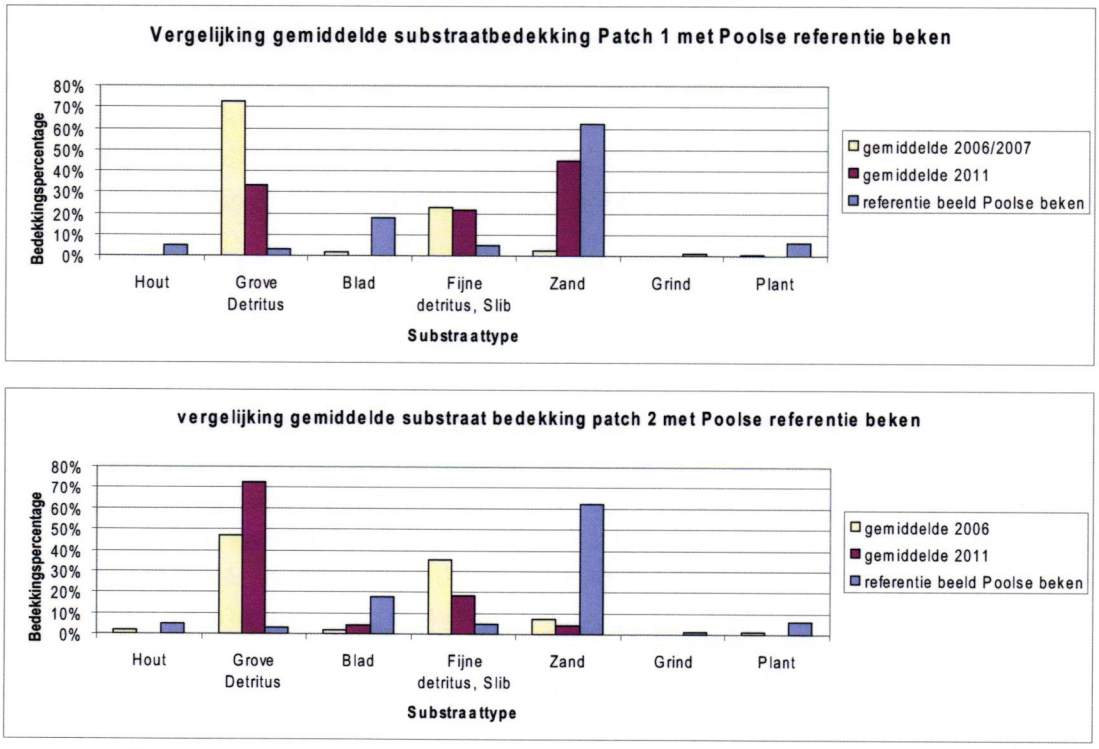
- Na het inbrengen van hout, vindt bovenstrooms hiervan een geleidelijke bodemophoping plaatsvindt van gemiddeld 20cm.
- Bladeren en grove detritus, die worden vastgehouden door het hout in de beek, vormen een natuurlijke dam bij piekafvoeren en spelen daardoor een belangrijke rol bij de bodemophoging.

9 Analyse of de Jufferbeek na houtinbreng natuurlijker is geworden

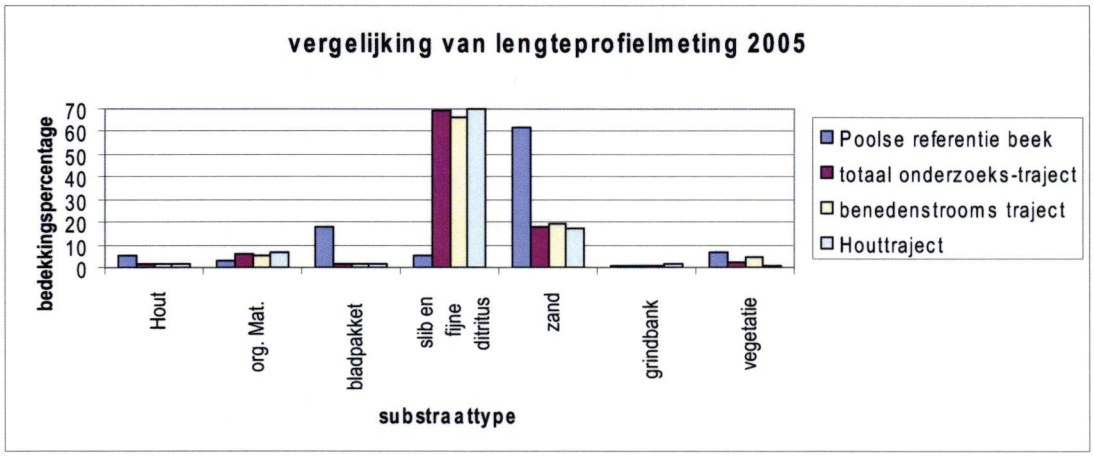
In de hoofdstukken 4 tot en met 8 werd duidelijk dat de beek, door het inbrengen van hout een metamorfose ondergaan heeft. In dit hoofdstuk is een vergelijking gemaakt met het referentiebeeld om de vraag te beantwoorden of de beek meer natuurlijker is geworden.

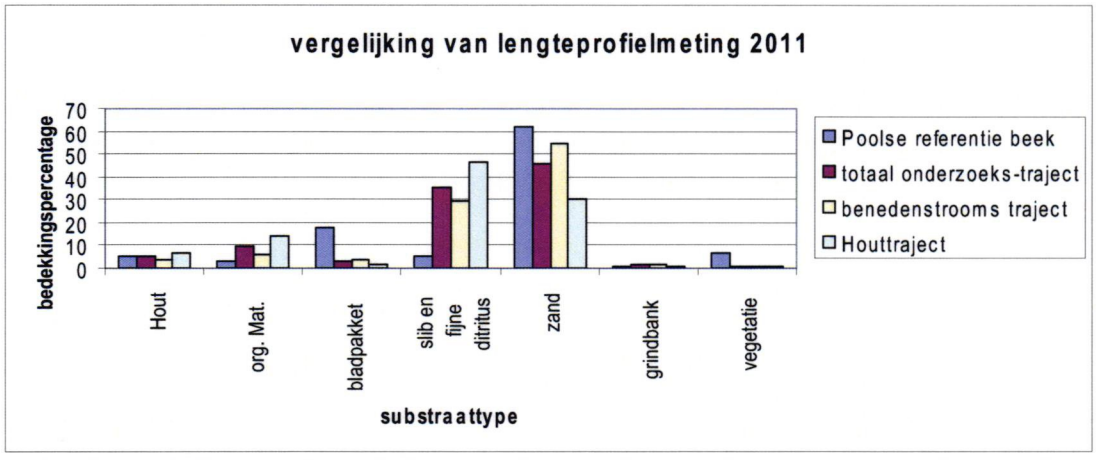
Op het detailniveau van de patches zien we dat het percentage grove detritus, waaronder ook het percentage hout is geschaald, voor en na het houtinbrengen fors hoger ligt dan in de Poolse beken (Figuur 20). In 2011 is het percentage grove detritus in patch 1 meer dan de helft gedaald, van 73 in 2006 naar 33 in 2011. Als we de substraten van hout, grove detritus en blad nu bij elkaar optellen komen we in 2011 op 33% in patch 1 en 26% in de Poolse beken. Dit ligt dus niet zover uit elkaar. We zien dan ook dat in tegenstelling tot patch 2, het percentage zand, in patch 1, veel dichter bij het referentieniveau van de Poolse beken ligt.

In patch 2 is het percentage zand veel minder gestegen en de verschuiving van het percentage grove detritus ten opzichte van dat van de Poolse beken wordt in 2011 zelfs groter. Er kan geconcludeerd worden dat patch 1 gemiddeld dichter bij het referentieniveau van de Poolse beken is gekomen dan patch 2. Ook als we kijken naar het referentiebeeld van Verdonschot et al. (1995) zien we dat patch 1 deze meer benadert dan patch 2 die hogere percentages van de organische materialen heeft.



Figuur 20 Grafieken met de gemiddelde percentages van de substraatpatronen in 2005 en 2011 van patch 1 en patch 2 in vergelijking met de Poolse beken.





Figuur 21 Grafieken van de gemiddelde percentages van substraatpatronen in 2005 en 2011 in het gehele beekprofiel, in vergelijking met de Poolse beken.

Wanneer we het gehele beektraject beschouwen, zien we dat het percentage hout sterk is toegenomen en nagenoeg gelijk is aan het referentiebeeld.
Een vergelijking met de Poolse referentie beken laat zien dat het percentage hout ten opzichte van deze beken in 2005 met 1%, 4% onder het referentiebeeld ligt. In 2011 is dit alleen in het benedenstrooms traject nog 1% minder dan het referentieniveau. In het houttraject ligt het percentage 2 % hoger.

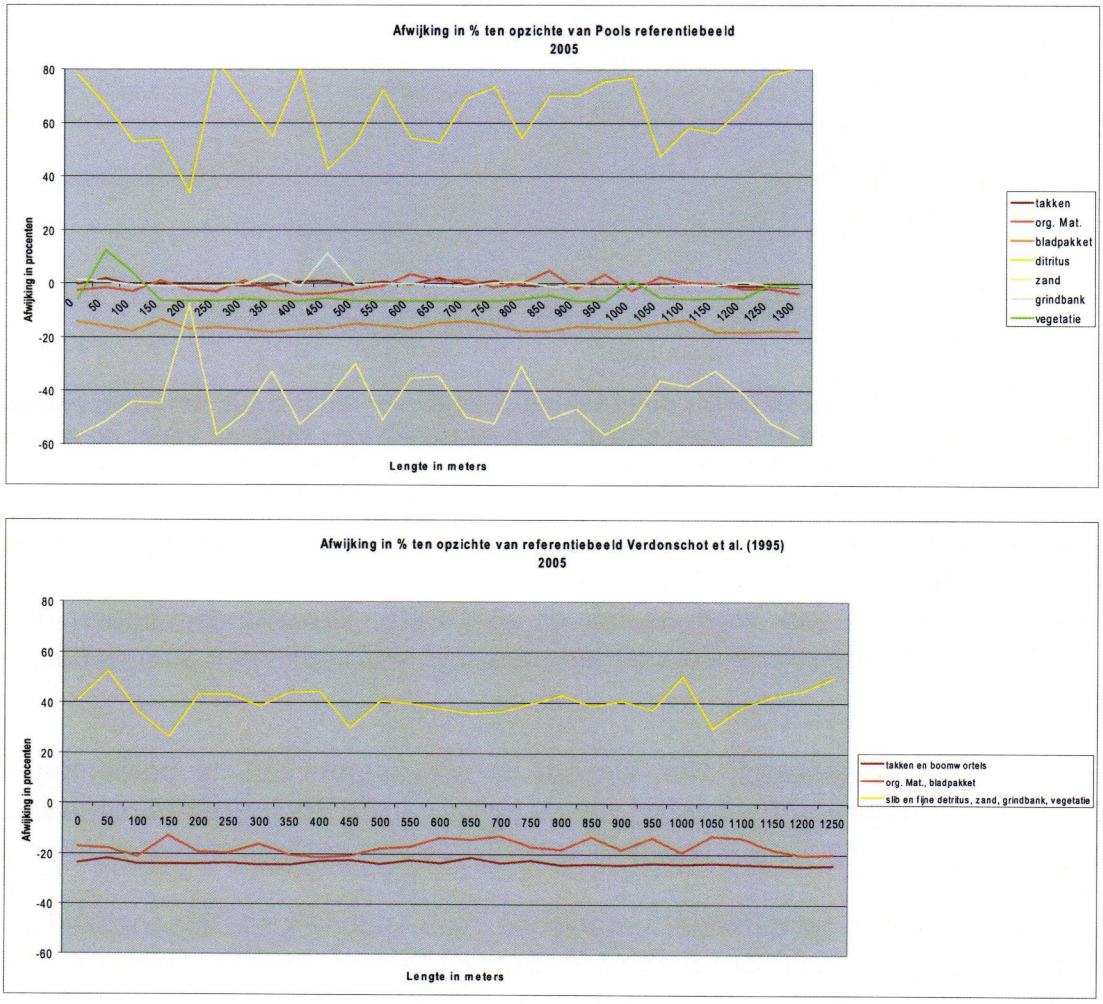
Het percentage organisch materiaal is zowel in 2005 als in 2011 hoger dan de referentie. In het houttraject zien we dat het percentage organisch materiaal meer dan verdubbeld en daardoor nog meer afwijkt van de Poolse beken.

In de Poolse beken komt wel meer blad voor dan in de Jufferbeek. Dit is waarschijnlijk te wijten aan een verschillende manier van interpretatie van de substraten organisch materiaal en blad. Als we deze twee percentage van de substraten in de Poolse beken bij elkaar optellen zien we dat het gehele beektraject onder dit percentage blijft. Het houttraject komt met een percentage van 16 in 2011 het dichtste bij de 21% van de Poolse beken. In vergelijking met het referentiebeeld van Verdonschot et al (1995) zien we dat ook hier het houttraject met een percentage van 23% aan grove substraten in 2011 het dichtste bij dit referentieniveau komt.

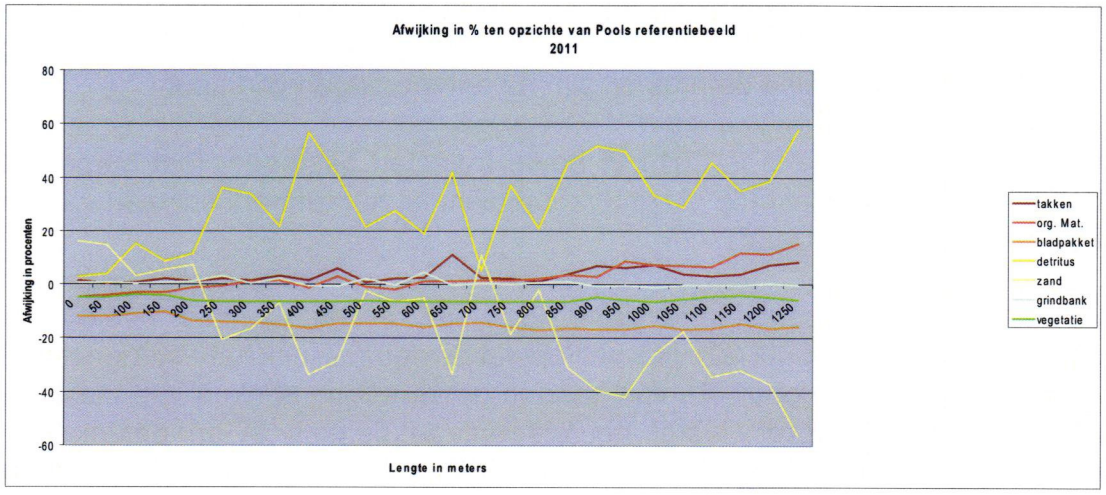
Het percentage fijne detritus en slib ligt zowel in 2005 als in 2011 boven het referentieniveau van de Poolse beken. In beide trajecten zien we wel een daling van het percentage fijne detritus en slib na het inbrengen van hout.

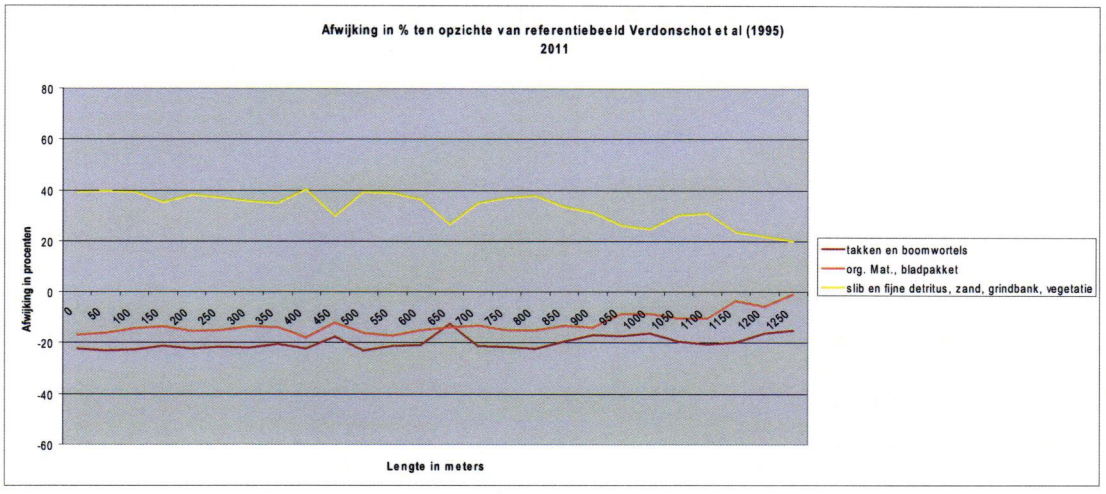
Het percentage zand is in 2011 in beide trajecten gestegen. Met name het benedenstrooms traject (55 %zand) komt dicht bij het referentieniveau van de Poolse beken (62 % zand).

Het relatief lage percentage zand zien we in het gehele beektraject (nullijngrafieken in Figuur 22). Het valt op dat de detritus juist het tegengestelde patroon vertoont ten opzichte van zand in deze nullijngrafieken. Op plaatsen waar zand meer wordt neemt het percentage detritus af en omgekeerd. Wel is duidelijk dat in 2011 beide percentages dichter bij de nullijn ofwel het referentiebeeld liggen, maar dat de variatie ook groter is over het gehele beektraject.



Figuur 22 Vervolg op volgende bladzijde.





Figuur 22 Nullijngrafieken welke de afwijking weergeven van het substraatpercentage ten opzichte van het referentiebeeld over het beektraject van 1300 m1 vanaf de duiker onder de oude Postweg. Het referentiebeeld wordt weergegeven door de nullijn.

Als we kijken naar het totaal beeld van de beek, zien we dat de beek in 2011 zowel dichter bij het referentiebeeld van de Poolse beek als dichter bij de referentiewaarden van Verdonschot et al. (1995). De waarden liggen nog niet echt dichtbij de referentiewaarden maar zijn wel significant anders dan in 2005.

Stroomopwaarts gekeken, zien we dat de afwijkingen van de percentages substraatpatronen verder afwijken van de nullijn van de Poolse referentieniveau maar dichter bij de nullijn van het referentieniveau van Verdonschot et al, (1995) komen.
Van het afwijkend percentage, organische materiaal inclusief bladpakketten, zien we dat deze naar het begin van het houttraject, in 2011, stijg tot een afwijking van boven de -10% tot Verdonschot et al, (1995). In 2005 lag het percentage nog deels bij de -20%.

Voor de vergelijking van de hydromorfologische veranderingen in de beek zijn geen referenties van natuurlijke beken bekend. Wel kan gezegd worden dat de beek dynamischer is geworden. Bovenstrooms heeft bodemophoging plaatsgevonden. Door de tijdelijke dammen zorgt de beek zelf voor het aftoppen van de afvoerpieken. Dit alles is een teken van het meer natuurlijk worden van de beek.

10 Conclusies en aanbevelingen

10.1 Conclusies

Het inbregen van hout heeft gezorgd voor veranderingen in de Jufferbeek. De wijze van inbrengen is hier erg belangrijk geweest. Het inbrengen volgens het protocol van Alterra is onvoldoende voor het verkrijgen van stabiele patches. Het hout moet op een natuurlijke wijze in de beek gebracht worden, door te zorgen dat er gehele bomen met de top in de beek komen te liggen.

Het inbrengen van hout in de Jufferbeek heeft er voor gezorgd dat:

- De waarden van de substraatpatronen in 2011 ten opzichte van 2005 significant zijn veranderd, maar liggen nog niet op het referentieniveau van de Poolse beken en van Verdonschot et al. (1995)
- Er een toename is van grovere substraten die vervolgens zorgen voor de stabiliteit in de beek.
- Zowel bovenstrooms als benedenstrooms komt er meer hout in de beek wat zorgt voor dezelfde processen als het houttraject.
- De natuurlijke toevoer van hout blijft doorgaan en hiermee gaan meer natuurlijke processen werken.
- Er een geleidelijke bodemophoging die plaatsvindt door het vasthouden van grove detritus, en bladeren die als een natuurlijke dam gaan werken.
- De beek een meer natuurlijk karakter heeft gekregen.

10.2 Aanbevelingen

- In vervolgprojecten moet gezorgd worden dat het inbrengen van hout zodanig wordt uitgevoerd dat er stabiele patches kunnen ontstaan.
- Er moet, bij volgende projecten rekening gehouden worden, dat het inbrengen van hout ook effect zal hebben op het boven- en benedenstrooms gebied
- Het is hoogst waarschijnlijk dat het inbrengen van hout zorgt voor het aftoppen van de piekafvoeren. Dit is dit onderzoek niet gemeten en zou nogmaals moeten plaatsvinden om dit te bevestigen.
- Er vinden nog steeds veranderingen plaats in de Jufferbeek, als gevolg van het inbrengen van hout. Deze veranderingen zouden moeten worden bijgehouden om te kijken of de beek op referentieniveau zal komen.
- Om te kijken of ook de macrofauna van deze meer natuurlijk wordende beek profiteert is het aan te bevelen deze nogmaals te bemonsteren (dit is reeds in 2005 gedaan, maar in dit rapport niet verwerkt).
- Het inbrengen van hout in open gebieden heeft waarschijnlijk een korte termijneffect, doordat er geen natuurlijk aanvulling van hout plaatsvindt. Er moet goed overwogen worden wat men ermee wil bereiken.

11 Referenties

Didderen, K., R.C.M. Verdonschot en P.F.M. Verdonschot. (2008): Herstel Jufferbeek door houtinbreng. Alterra-rapport 1737, ISSN 1566-7197. WUR-Alterra, Wageningen.

Meeuse, J., J. den Besten & H. Wanningen. (2004):L Dood hout in beken, een broen van leven. Waterschap Hunze en Aa's, 1 december 2003. 4pp

Nijboer, R & P.F.M. Verdonschot . (2006): Characterisation of pristine Polisch river system an their use as reference conditions for Dutch river systems. Alterra-rapport 1367 ISSN 1566-7197

Nijboer, R & P.F.M. Verdonschot. (2005): Keylinks: Ecologische processen in sloten en beken. Alterra-rapport 1069 ISSN 1566-7197

Roos, R., V. Vintges & G. Arts (2000): Milieu van de natuur. ISBN 90 6224 421 1 Uitgever, stad van de uitgever.

Stamsnijder, E.J.G. (2001): beekbodemophoging in de Springendalse beek.

Verdonschot, P.F.M. (2000): Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnewateren deel2, Beken. Rapport AS-02 EC-LNV

Verdonschot, P.F.M. (ed), (1995): Beken Stromen, Leidraad voor ecologisch beekherstel, Werkgroep voor Ecologisch Waterbeheer, subgroep Beekherstel. STOWA Utrecht.

Topografische dienst (1992): Geologische kaart van Nederland, kaartblad 28 Oost – 29. Almelo – Denekamp

Grote Historische Atlas Overijssel. (2005): kaartblad 380. ISBN 90 8645 002 4 Uitgever, Uitgeverij Nieuwland

Bijlagen:

Bijlage 1: Geomorfologische doorsnede

Bijlage 2: Datums metingen

Bijlage 3: Tabellen poolsebeken

Bijlage 4: Protocol Houtinbreng

Bijlage 5: Nieuwe vormen van houtpatches

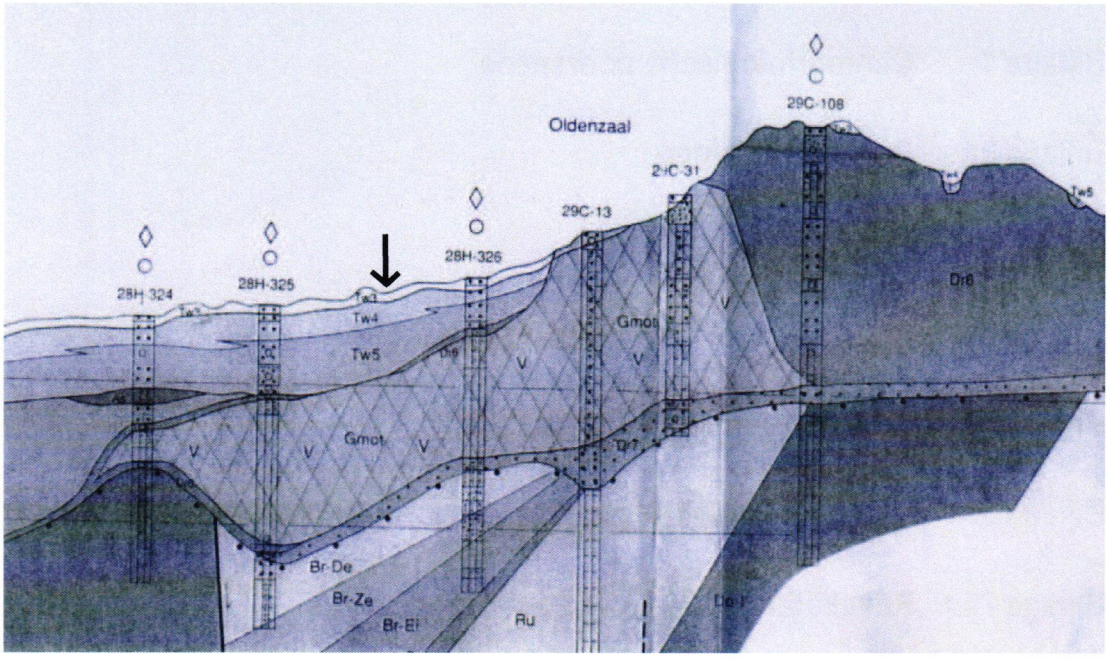
Bijlage 6: Grafieken substraatpatronen lenteprofielmetingen

Bijlage 7: Resultaten patches

Bijlage 8: Kaart locatei dwarsprofielen

Bijlage 9: Dwarsprofielen

Bijlage 1: Geologische doorsnede



G. Ebbers en H. van het Loo, (1992). Geologische doorsnede van de stuwwal Oldenzaal kaartblad 28 oost-29 almelo-Denekamp.
De Jufferbeek stroomt ongeveer bij de pijl.

Bijlage 2: Datums Metingen

Tabel met datums en de uitvoeringen van metingen in het veld.

datum	onderdeel	locatie	methode
voorjaar 2000	Hydromorfologie	vanaf duiker Ledeboerweg 700 m stroomopwaarts	profielmetingen
18-22 juli 2005	Morfologie	vanaf duiker Oude Postweg 1300 m1 stroomopwaarts	Lengteprofielmeting
jan. 2006	Morfologie	Houttraject vanaf oostelijk bruggetje tot 500m1 stroomopwaarts	1e keer houtinbreng
5-mei-06	Morfologie	Patch 1, 2, 3	opname patches
12-mei-06	Morfologie	Patch 1, 2, 3	opname patches
21-mei-06	Morfologie	Patch 1, 2, 3	opname patches
28-mei-06	Morfologie	Patch 1, 2, 3	opname patches
2-jun-06	Morfologie	Patch 1, 2, 3	opname patches
11-jun-06	Morfologie	Patch 1, 2, 3	opname patches
23-jun-06	Morfologie	Patch 1, 2, 3	opname patches
9-jul-06	Morfologie	Patch 1, 2	opname patches
9-aug-06	Morfologie	Patch 1, 2	opname patches
20-aug-06	Morfologie	Patch 1, 2	opname patches
23-aug-06	Morfologie	Patch 1, 2	opname patches
aug. 2006	Morfologie	Houttraject vanaf oostelijk bruggetje tot 500m1 stroomopwaarts	Houtinbreng
3-sep-06	Morfologie	Patch 1, 2	opname patches
9-10 nov. 2006	Morfologie	vanaf westelijk bruggetje tot duiker Ledeboerweg	Houtinmeting
14-okt-06	Morfologie	Patch 1, 2	opname patches
5-nov-06	Morfologie	Patch 1, 2	opname patches
5-dec-06	Morfologie	Patch 1, 2	opname patches
Jan. 2007	Morfologie	Houttraject vanaf oostelijk bruggetje tot 500m1 stroomopwaarts	Houtinbreng
14-jan-07	Morfologie	Patch 1, 2	opname patches
4-feb-07	Morfologie	Patch 1, 2	opname patches
11-mrt-07	Morfologie	Patch 1, 2	opname patches
17-mrt-07	Morfologie	Patch 1, 2	opname patches
26-apr-07	Morfologie	Patch 1, 2	opname patches
26-mrt-11	Morfologie	Patch 1, 2	opname patches
1-apr-11	Morfologie	Patch 1, 2	opname patches
1-apr-11	Morfologie	vanaf duiker Oude Postweg 1300 m1 stroomopwaarts	Lengteprofielmeting
10-apr-11	Morfologie	Patch 1, 2	opname patches
18-apr-11	Morfologie	Patch 1, 2	opname patches
22-23-apr-11	Hydromorfologie	vanaf duiker Ledeboerweg 700 m stroomopwaarts	profielmetingen
27-apr-11	Morfologie	Patch 1, 2	opname patches
5-6-mei-2011	Morfologie	vanaf westelijk bruggetje tot duiker Ledeboerweg	Houtinmeting
7-mei-11	Morfologie	Patch 1, 2	opname patches

Appendix 10 Streams and rivers: Environmental variables

site	R1	R1	R2	R2	R3	R3	R4	R4	R5	R5	R6	R6	R7	R7	R8	R8	R9	R9	R10	R10	R11	R11	R12	R12
sampling date	20/11/1998	18/05/1999	26/10/1998	18/05/1999	06/10/1998	23/04/1999	04/11/1998	02/06/1999	04/11/1998	02/06/1999	06/10/1998	23/04/1999	08/10/1998	22/06/1999	28/10/1998	05/05/1999	07/10/1998	30/04/1999	30/08/1999	12/06/2000	05/06/2000	07/09/1999	31/05/2000	09/11/1999
Substrate and vegetation types (%)																								
gravel	1		25	2.5	2						1	7										8		
sand	14	30	60	95	66	98	20	20	5	10	1	60	69	60	95	60	1	80	70	70	60	60	30	48
peat																								
clay																								
silt	2	5					1	74	45	85				15	1	7			2	3	7	4	20	10
detritus					10		2		2.5	2.5	5		4		2	3		10						
branches					5	1				2.5	2		2											
twigs						1	1		1.25			28					2						10	2
roots							1		1.25					1	1									
leaves			8		2		66		45		66		3		1		92	10						40
floating vegetation																			1	1				
submers vegation	80	60	2		5						20	5	20	13					4	6	10	12		
emergent vegetation											5		2							1		4		
bank vegetion	3	5	5	2.5			5	2						6					2	2	10	12		
algae																				1				
tree							4	4									5							
fine detritus					10																			
sand with silt																30			20	15	5			
sand and stones														5										
wet soil																							40	
stones																			1		8			
silt + stones																				1				

site	R1	R1	R2	R2	R3	R3	R4	R4	R5	R5	R6	R6	R7	R7	R8	R8	R9	R9	R10	R10	R11	R11	R12	R12
sampling date	20/11/1998	18/05/1999	26/10/1998	18/05/1999	06/10/1998	23/04/1999	04/11/1998	02/06/1999	04/11/1998	02/06/1999	06/10/1998	23/04/1999	08/10/1998	22/06/1999	28/10/1998	05/05/1999	07/10/1998	30/04/1999	30/08/1999	12/06/2000	05/06/2000	07/09/1999	31/05/2000	09/11/1999
Physical variables																								
water temperature °C	5	9.5	8.7	12.3	7.6	9	6.4	16	6.3	18.2	6.8	10	8.6	13.4	8.6	11.8	6.5	8	17	18	19	15	11	7
air temperature °C	2.8	14	7.8	15.2	7.3	13.3	10.1	19.1	10.1	19	8.2	16.2	11	19.6	10.1	23.4	7	14.2	19	23	24	25	15	8
minimal width (m)	4	4	24	24	3	3	8	8	8	8	1	1	6	6	5	5	1	2	51	51	28	28	3	3
maximal width (m)	4	4	24	24	3	3	8	8	8	8	1	1	6	6	5	5	1	2	51	51	28	28	3	3
minimal depth (cm)	40	40	51	52	34	17	12	41	52	51	9	10	60	73	35	27	15	21	74	74	74	67	7	7
maximal depth (cm)	40	40	51	52	34	17	12	41	52	51	9	10	60	73	35	27	15	21	74	74	74	67	7	7
current velocity (m/s)	0.19	0.42	0.26	0.38	0.18	0.24	0.06	0.11	0.08	0.12	0.28	0.14	0.39	0.23	0.24	0.31	0	0.13	1.39	0.81	1	1.18	1.14	1.17
seepage (1=yes)	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
transparancy clear (1=yes)	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
sapropelium thickness gem (cm)	0	0	1	0	0	0	20	10	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	10
Surrounding (1=yes)																								
profile - length natural	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
profile - transversal natural	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
shading - left bank	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
shading - right bank	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
forest	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1
grassland	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
wooded bank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
weir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
cleaning	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bank consolidation	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dredging	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
none anthr. infl.	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
permanent	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1

Bijlage 4: Protocol Houtinbreng

Dit protocol is ontwikkeld door Verdonschot (2005) Alterra Wageningen.

Doel

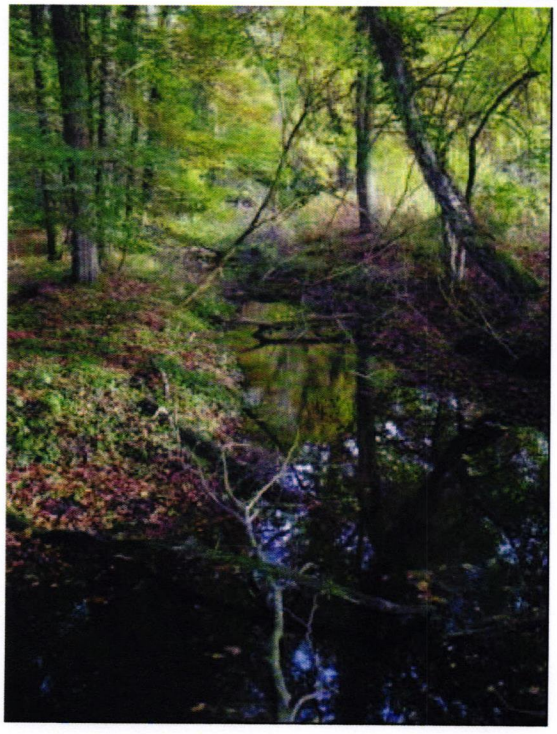
Dood hout is dus een vormende en bepalende factor voor de morfologie, hydrologie en ecologie van een beek. Het verwijderen van hout en bladeren uit de beek heeft tot gevolg dat natuurlijke ecosysteemprocessen niet meer goed functioneren. Door de 50% bedekking van de beekbodem met dood hout te herstellen, worden deze processen hersteld. Naast het verhogen van de ecologische waarden van de beek, zijn positieve neveneffecten van het aanbrengen van dood hout in de beek het vergroten van de retentie van de beek en het verhogen van de beekbodem, waardoor de drainerende werking van diepe insnijding wordt tegengegaan.

Experiment

Het inbrengen van dood hout betekent dat houtig materiaal als doorstroombare verspreide 'pakketten' van boomstammen (diameter > 20 cm) en takken (diameter > 5 cm) aangelegd wordt in een beektraject. Iedere 'pakket' omvat minimaal 75% van de beekbreedte, maar bij voorkeur de gehele breedte, en beslaat een oppervlak van circa 10-15 m^2. Dit komt neer op een bedekking van 20-25% van de beekbodem in het betreffende beekgedeelte. De afstand tussen 'pakketten' bedraagt circa 25-40 m afhankelijk van de lokale situatie.

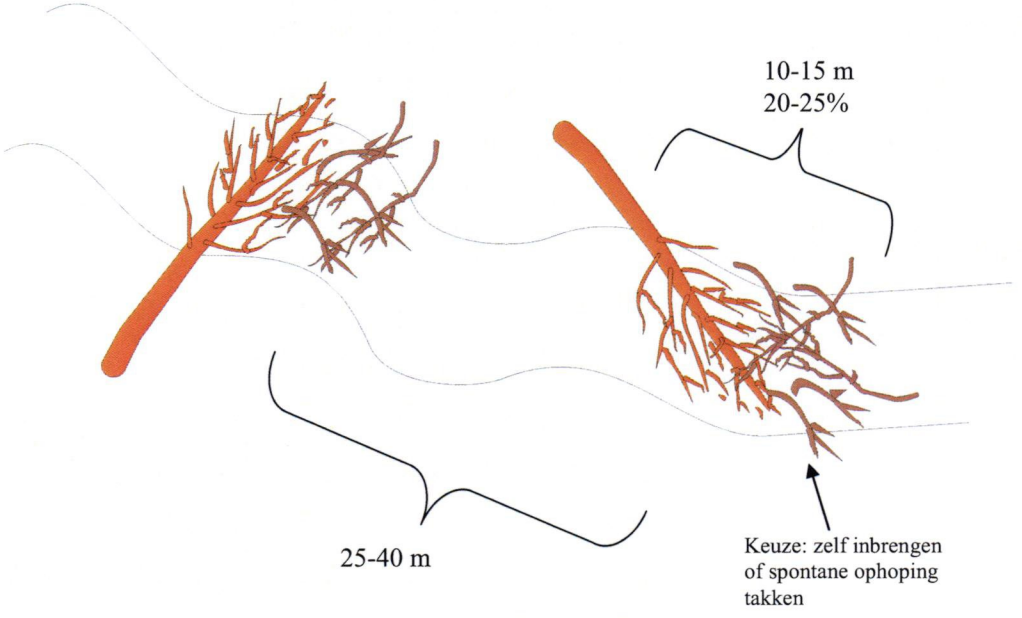
Door de takken en boomstammen vanaf de oever in de beek te plaatsen en onderling te 'verweven' wordt extra stevigheid verkregen. Waar mogelijk worden per 'pakket' de dikkere boomstammen in de oever verankert en worden de overige boomstammetjes en takken in deze vastgelegde structuren verweven. Het is de bedoeling dat bladval in de herfst zorgt voor een aanvulling van nog eens 25% organisch materiaal.

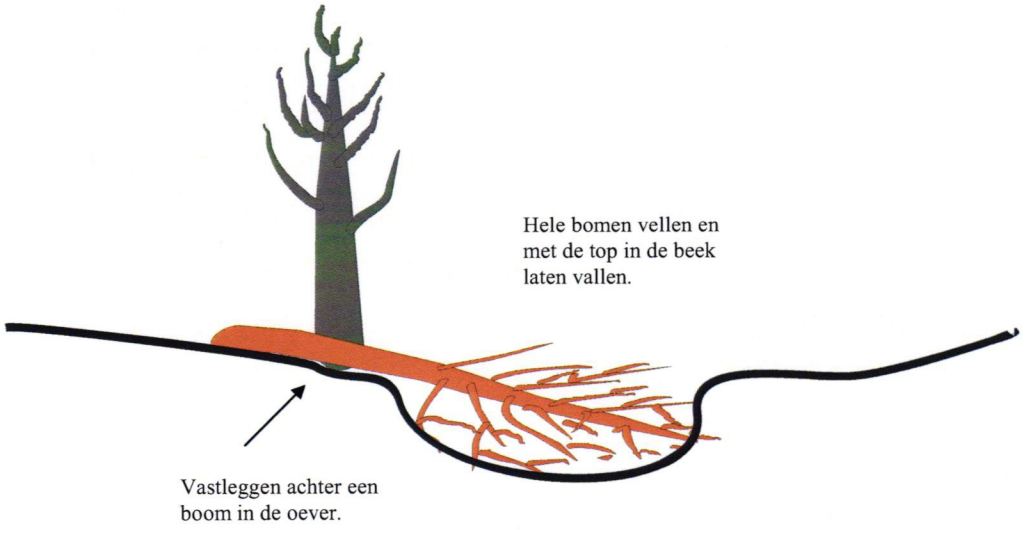
Figuur: Patroon van dood houtinbreng.



Bijlage 5: Nieuwe vormen van houtpatches

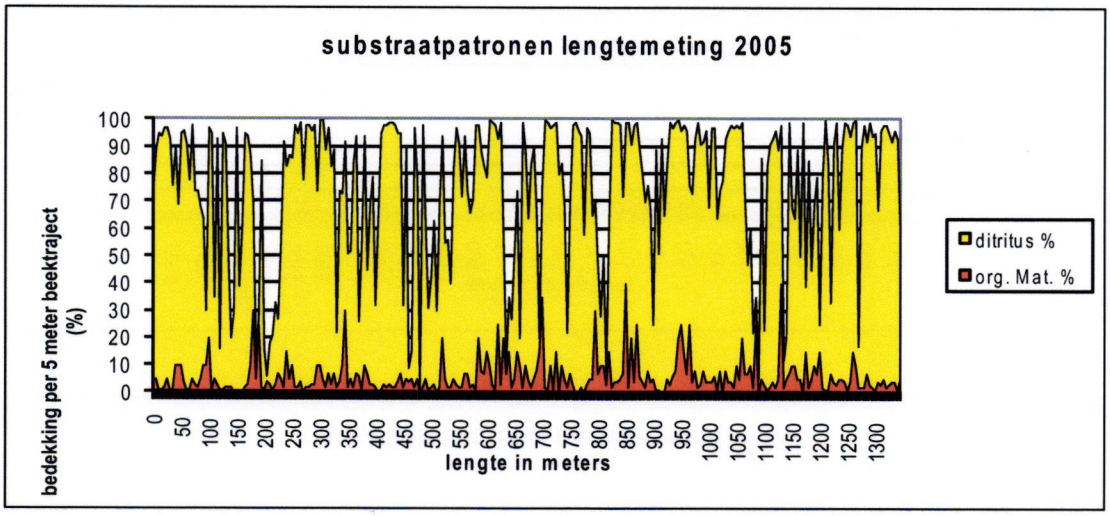
Nieuwe vorm van houtpatches

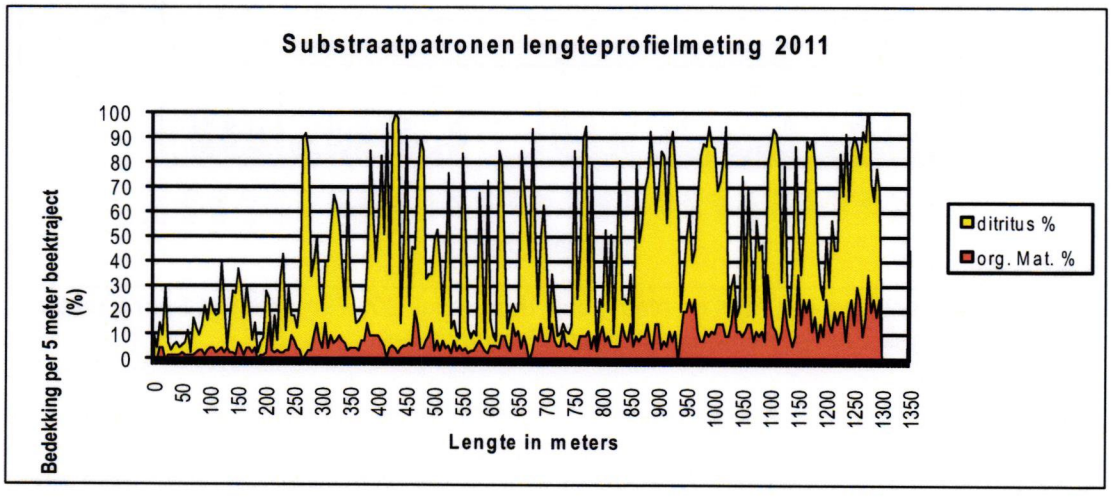




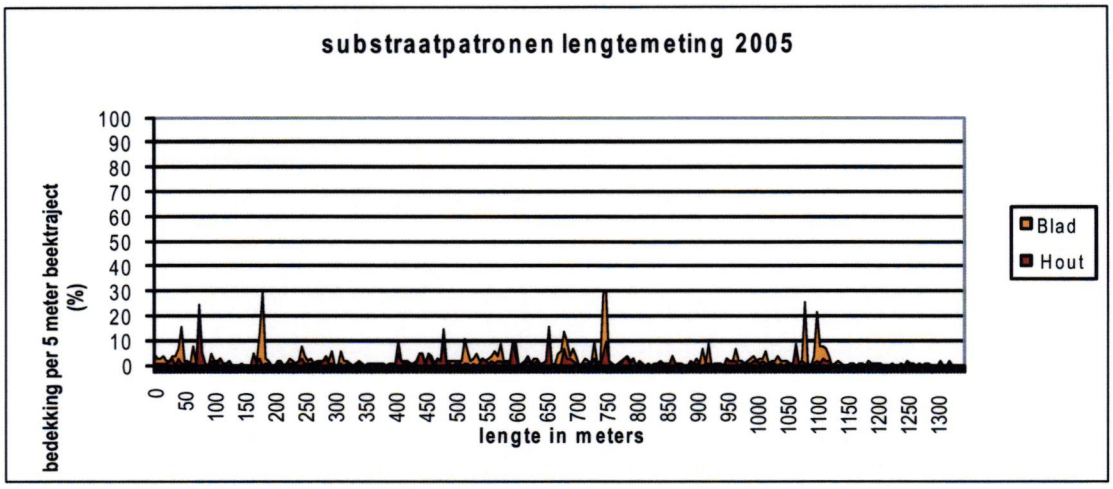
Deze houtpatches zijn ontwikkeld aan de hand van ervaringen die tijdens het onderzoek in 2006 zijn opgedaan.

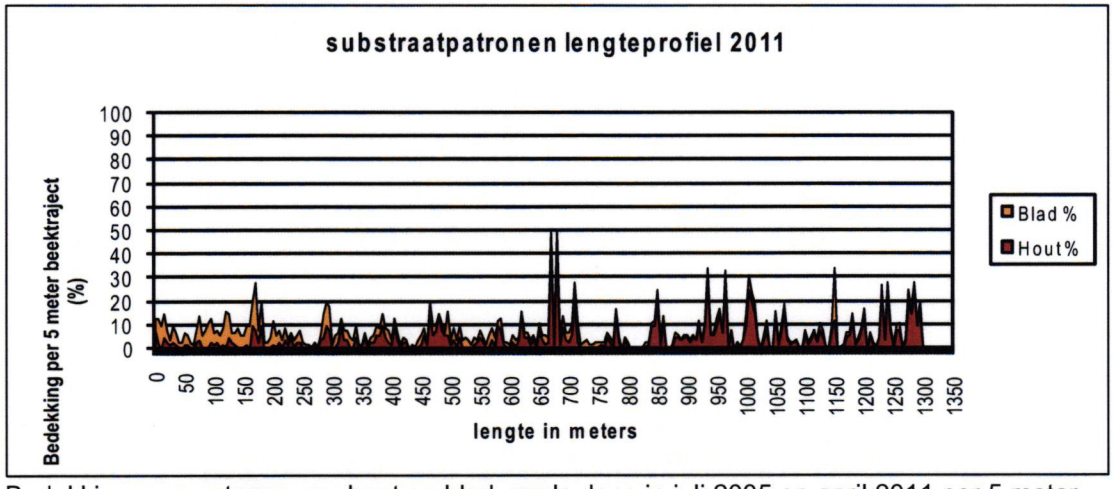
Bijlage6: Grafieken substraatpatronen lengteprofielmetingen



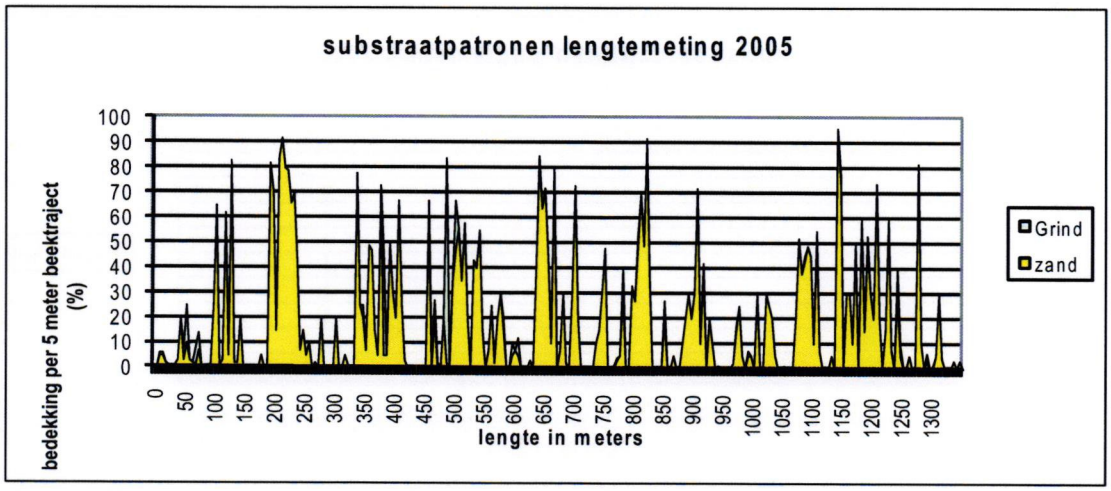


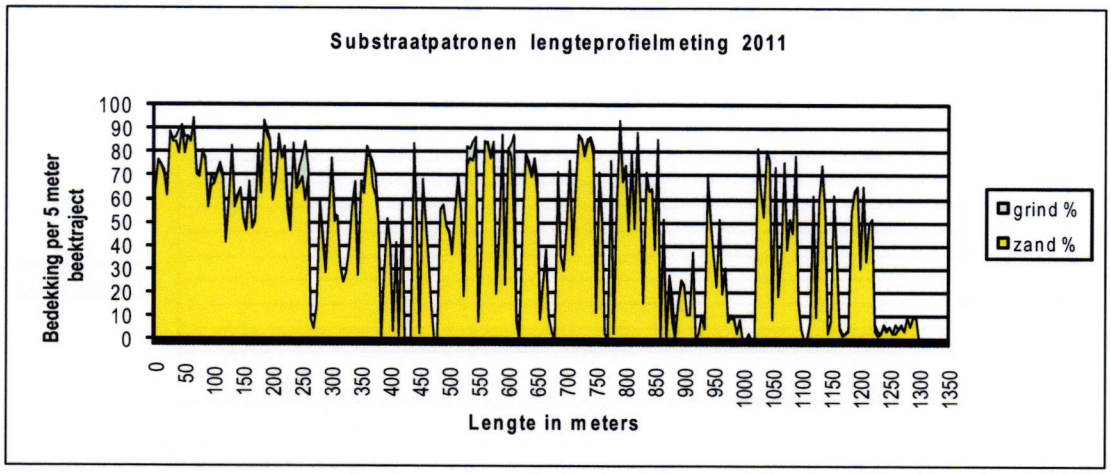
Bedekkingspercentages van detritus en organische materiaal, zoals deze in juli 2005 en april 2011 per 5 meter beektraject zijn geschat vanuit het bovenaanzicht van de beek.



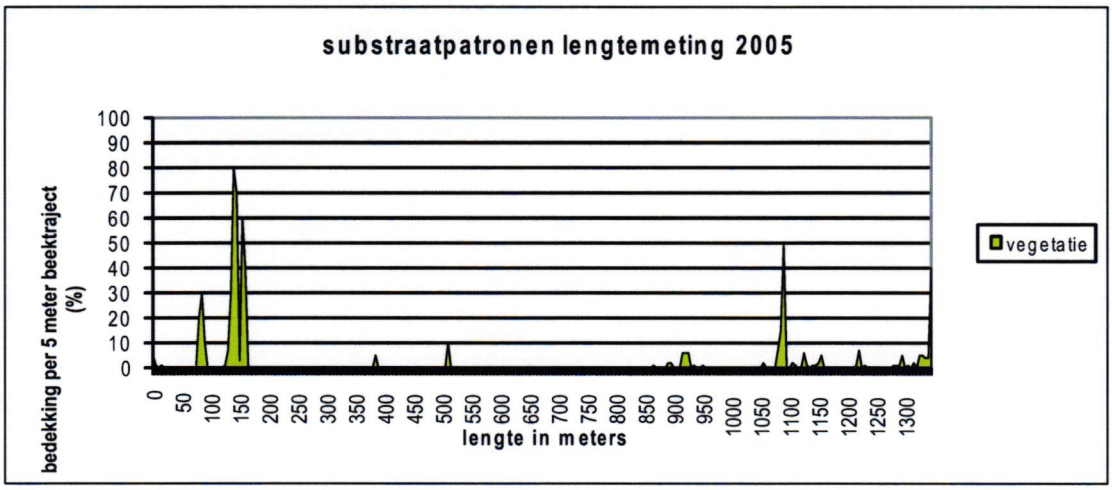


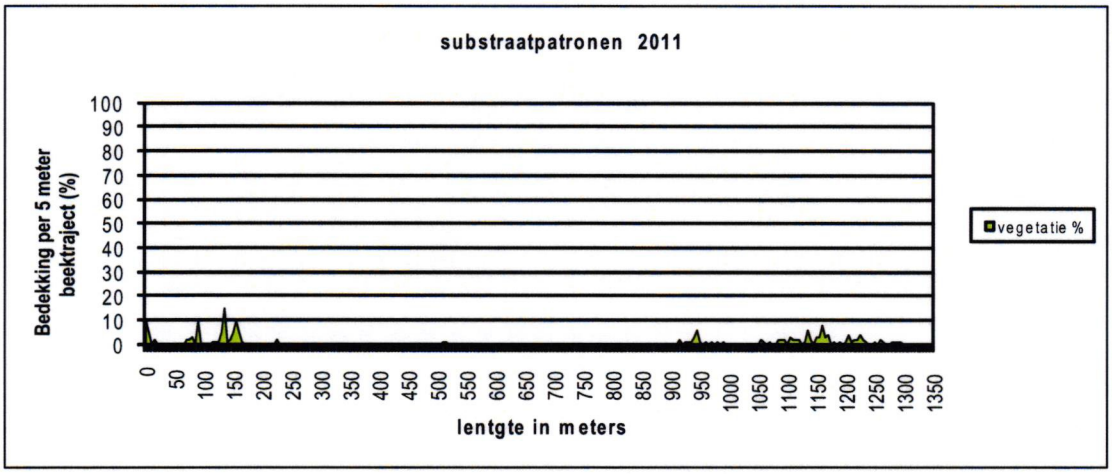
Bedekkingspercentages van hout en blad, zoals deze in juli 2005 en april 2011 per 5 meter beektraject zijn geschat vanuit het bovenaanzicht van de beek.





Bedekkingspercentages van zand en grind, zoals deze in juli 2005 en april 2011 per 5 meter beektraject zijn geschat vanuit het bovenaanzicht van de beek.





Bedekkingspercentages van vegetatie, zoals deze in juli 2005 en april 2011 per 5 meter beektraject zijn geschat vanuit het bovenaanzicht van de beek.

Bijlage 7: Resultaten patches

Totaal overzicht patch 1								
2006/2007	Hout	Grove Detr	Blad	Fijne detrit	Zand	Grind	Plant	Takken
9-8-2006	0%	61%	0%	32%	5%	0%	1%	0%
20-8-2006	0%	59%	0%	36%	4%	0%	1%	0%
23-8-2006	0%	65%	0%	31%	3%	0%	1%	0%
3-9-2006	0%	66%	0%	27%	5%	0%	1%	0%
1-10-2006	0%	69%	0%	29%	2%	0%	0%	0%
14-10-2006	0%	69%	0%	25%	6%	0%	0%	0%
5-11-2006	0%	70%	0%	27%	3%	0%	0%	0%
5-12-2006	0%	70%	22%	8%	0%	0%	0%	0%
14-1-2007	0%	81%	3%	16%	0%	0%	0%	0%
4-2-2007	0%	82%	0%	18%	0%	0%	0%	0%
11-3-2007	0%	89%	0%	11%	0%	0%	0%	0%
17-3-2007	0%	76%	0%	21%	3%	0%	0%	0%
26-4-2007	0%	89%	0%	11%	0%	0%	0%	0%
gemiddelde 2006/2007	0%	73%	2%	23%	2%	0%	0%	0%

Totaal overzicht patch 1								
2011	Hout	Grove Detr	Blad	Fijne detrit	Zand	Grind	Plant	Takken
26-3-2011	0%	39%	0%	14%	46%	0%	0%	0%
1-4-2011	0%	33%	0%	21%	46%	0%	0%	0%
10-4-2011	0%	34%	0%	19%	46%	0%	0%	0%
18-4-2011	0%	34%	0%	22%	43%	0%	0%	0%
27-4-2011	0%	30%	0%	26%	44%	0%	0%	0%
7-5-2011	0%	29%	0%	28%	43%	0%	0%	0%
gemiddelde 2011	0%	33%	0%	22%	45%	0%	0%	0%

Gemiddelde substraat bedekking								
patch 1	Hout	Grove Detr	Blad	Fijne detrit	Zand	Grind	Plant	Takken
gemiddelde 2006/2007	0%	73%	2%	23%	2%	0%	0%	0%
gemiddelde 2011	0%	33%	0%	22%	45%	0%	0%	0%
referentie beeld Poolse beken	5%	3%	18%	5%	62%	1%	6%	

In de tabellen zijn de totaalresultaten van patch 1 weergegeven uit 2006/2007 en 2011. Daarnaast is ook de vergelijking ten opzichte van de Poolse beken weergegeven.

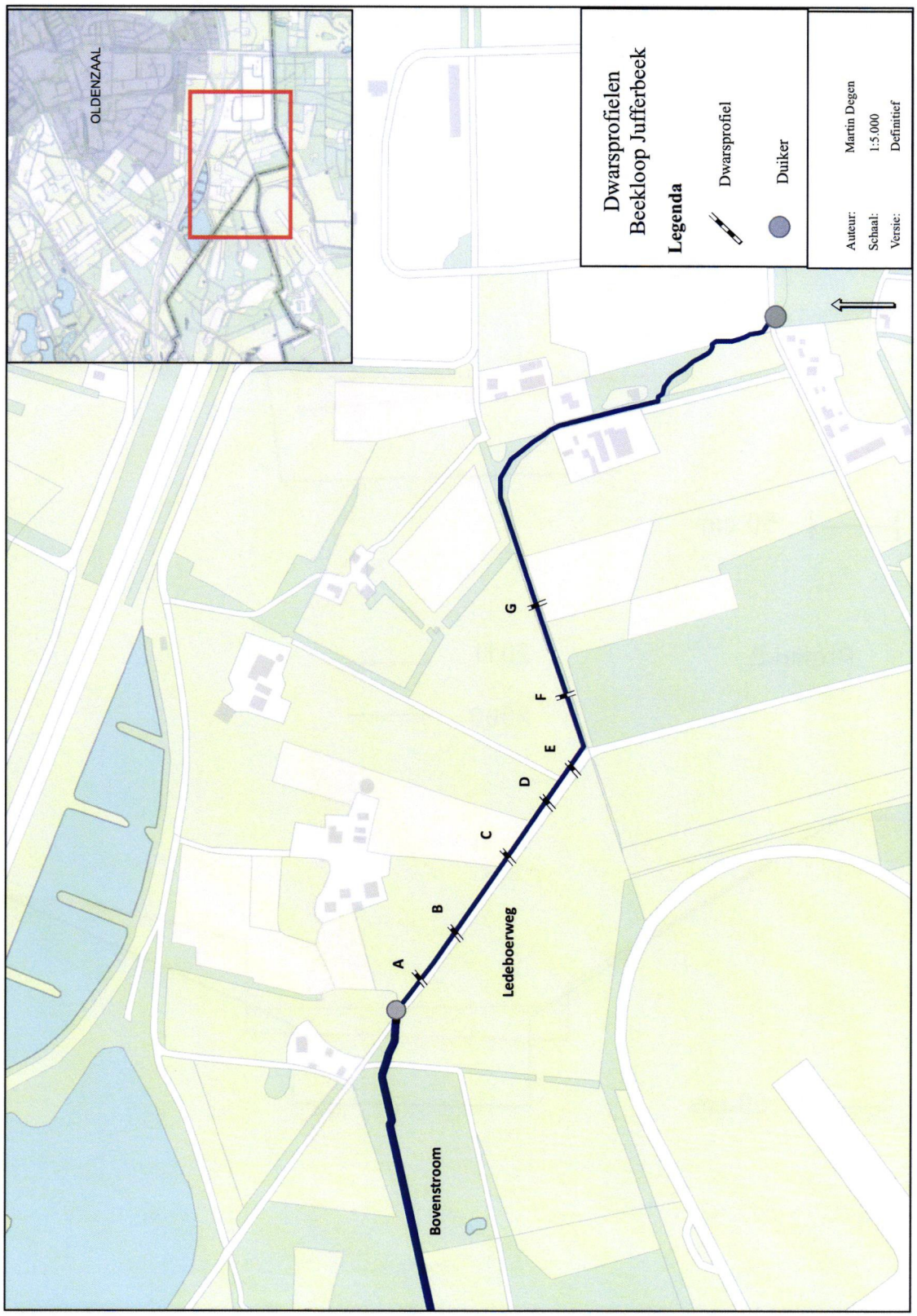
Totaal overzicht patch 2								
2006/2007	Hout	Grove Detr	Blad	Fijne detrit	Zand	Grind	Plant	Takken
5-5-2006	7%	32%	0%	49%	3%	0%	2%	7%
12-5-2006	5%	46%	0%	41%	0%	0%	2%	4%
21-5-2006	5%	60%	0%	31%	0%	0%	2%	1%
28-5-2006	5%	60%	0%	32%	0%	0%	2%	1%
2-6-2006	5%	56%	0%	35%	0%	0%	3%	1%
11-6-2006	5%	55%	0%	37%	0%	0%	3%	1%
23-6-2006	6%	49%	0%	42%	0%	0%	2%	1%
9-7-2006	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
9-8-2006	0%	39%	3%	50%	5%	0%	2%	0%
20-8-2006	0%	38%	3%	49%	9%	0%	2%	0%
23-8-2006	0%	31%	2%	26%	37%	0%	3%	0%
3-9-2006	0%	31%	2%	26%	37%	0%	3%	0%
14-10-2006	0%	44%	2%	43%	11%	0%	0%	0%
5-11-2006	0%	50%	2%	37%	10%	0%	0%	0%
5-12-2006	0%	73%	2%	22%	3%	0%	0%	0%
14-1-2007	0%	72%	2%	21%	5%	0%	0%	0%
4-2-2007	0%	46%	2%	40%	11%	0%	0%	0%
11-3-2007	0%	50%	2%	39%	9%	0%	0%	0%
17-3-2007	0%	53%	2%	41%	4%	0%	0%	0%
26-4-2007	0%	51%	2%	42%	4%	0%	0%	0%
gemiddelde 2006	2%	47%	2%	35%	7%	0%	1%	1%

Totaal overzicht patch 2								
2011	Hout	Grove Detr	Blad	Fijne detrit	Zand	Grind	Plant	Takken
26-3-2011	0%	79%	4%	12%	6%	0%	0%	0%
1-4-2011	0%	79%	3%	14%	4%	0%	0%	0%
10-4-2011	0%	75%	4%	16%	6%	0%	0%	0%
18-4-2011	0%	66%	4%	22%	7%	0%	0%	0%
27-4-2011	0%	71%	5%	23%	2%	0%	0%	0%
7-5-2011	0%	68%	5%	25%	2%	0%	0%	0%
gemiddelde 2011	0%	73%	4%	19%	4%	0%	0%	0%

Gemiddelde substraat bedekking								
patch 2	Hout	Grove Detr	Blad	Fijne detrit	Zand	Grind	Plant	Takken
gemiddelde 2006	2%	47%	2%	35%	7%	0%	1%	
gemiddelde 2011	0%	73%	4%	19%	4%	0%	0%	
referentie beeld Poolse beken	5%	3%	18%	5%	62%	1%	6%	

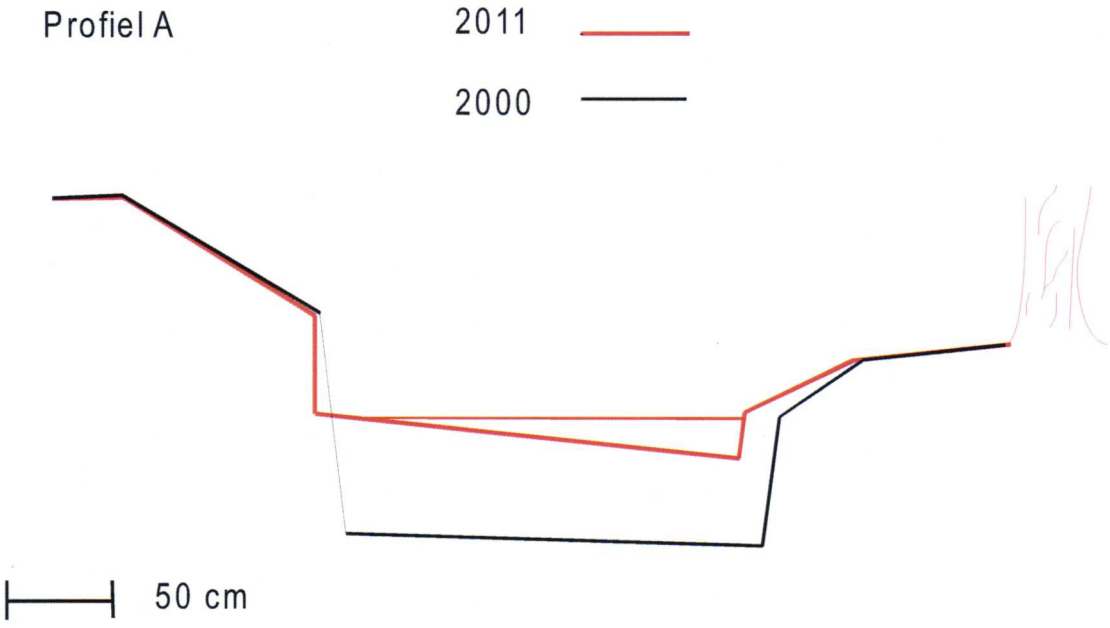
In de tabellen zijn de totaalresultaten van patch 2 weergegeven uit 2006/2007 en 2011. Daarnaast is ook de vergelijking ten opzichte van de Poolse beken weergegeven.

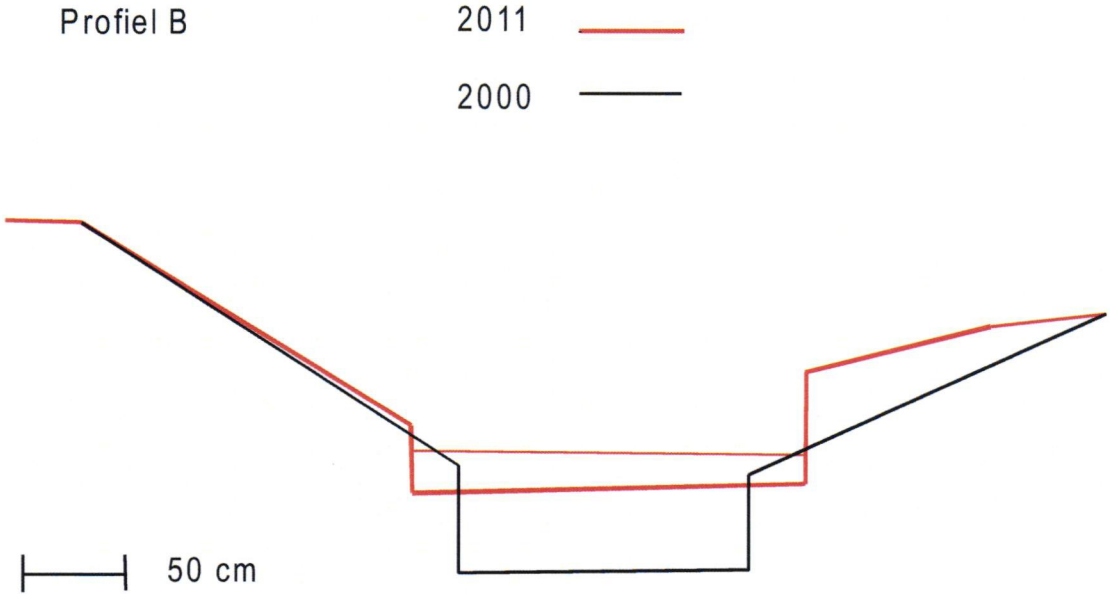
Bijlage 8: Kaart locatie dwarsprofielen

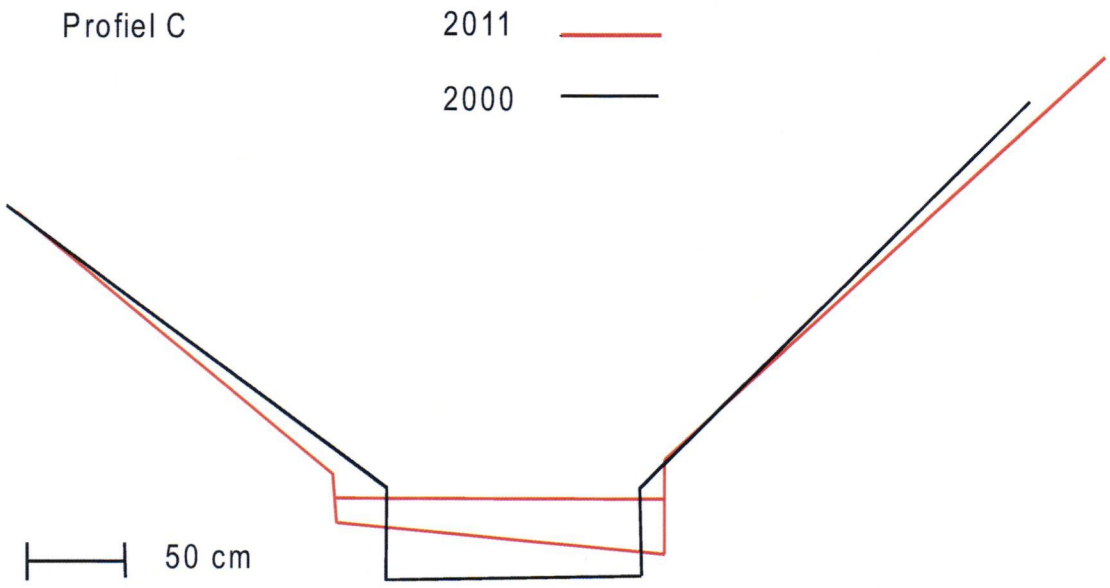


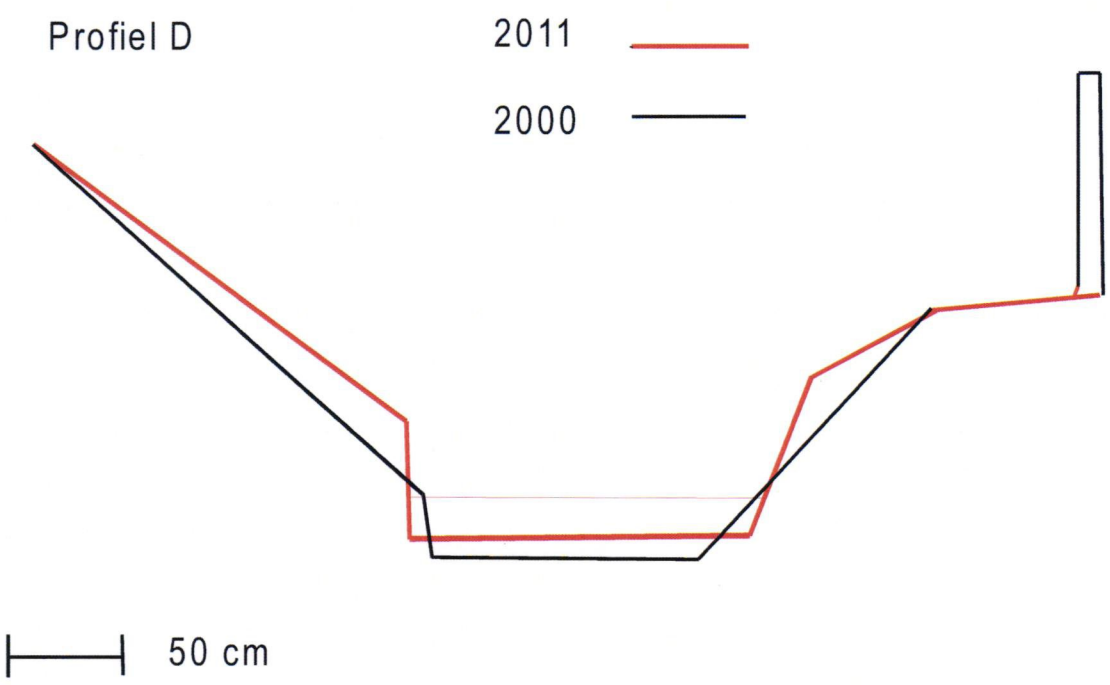
Bijlage 9: Dwarsprofielen

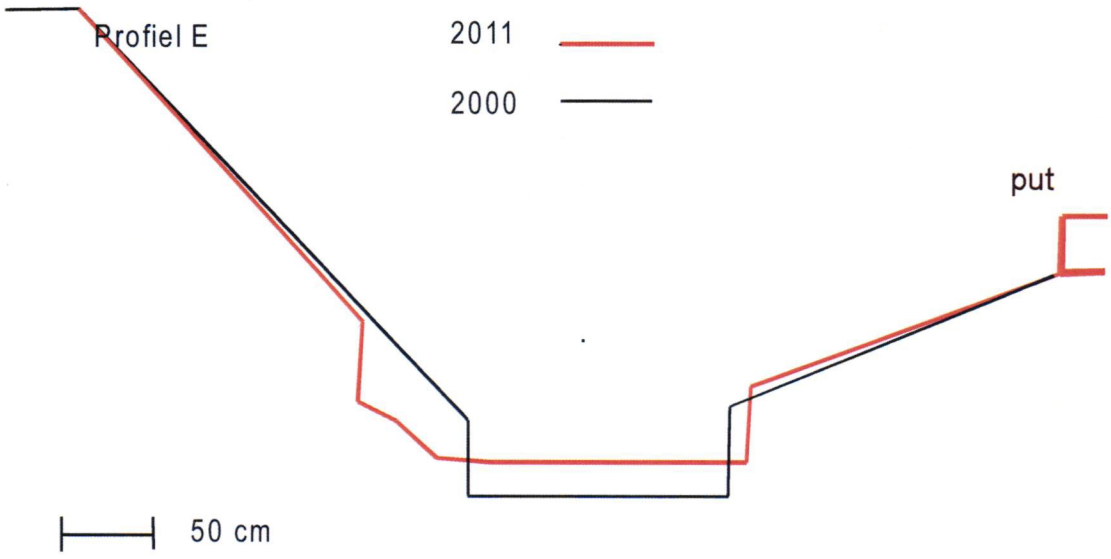
Dwarsprofielen gemaakt bovenstrooms van het totaalonderzoekstraject in de Jufferbeek.

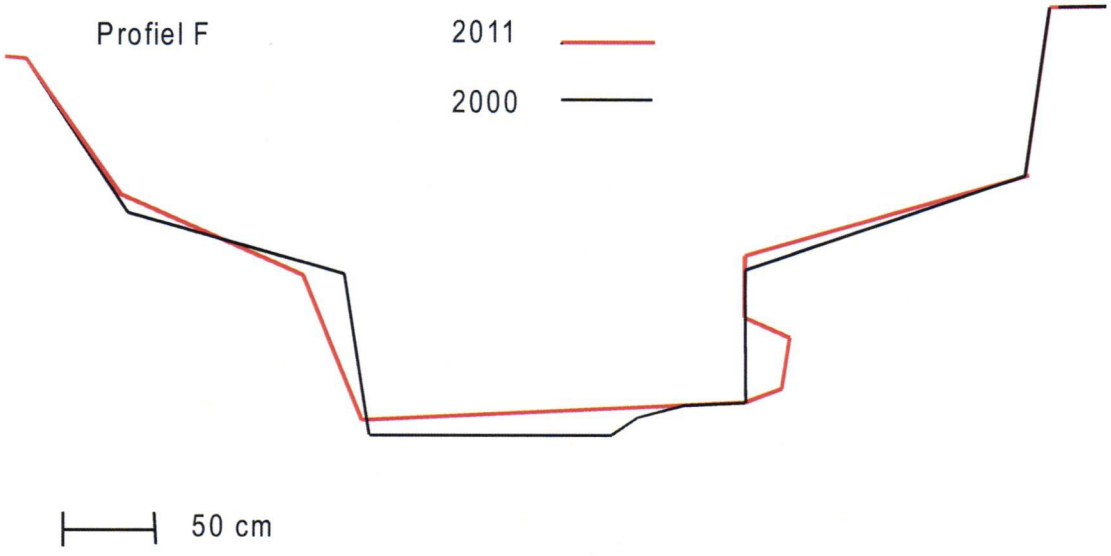





Profiel C
2011
2000
50 cm


Profiel D
2011
2000
50 cm


Profiel E
2011
2000
put
50 cm


Profiel F
2011
2000
50 cm

Profiel G
2011
2000
50 cm