

Rapportage Geomorfologische Analyse Hooge Raam

Luuk van Gerven

Augustus 2006



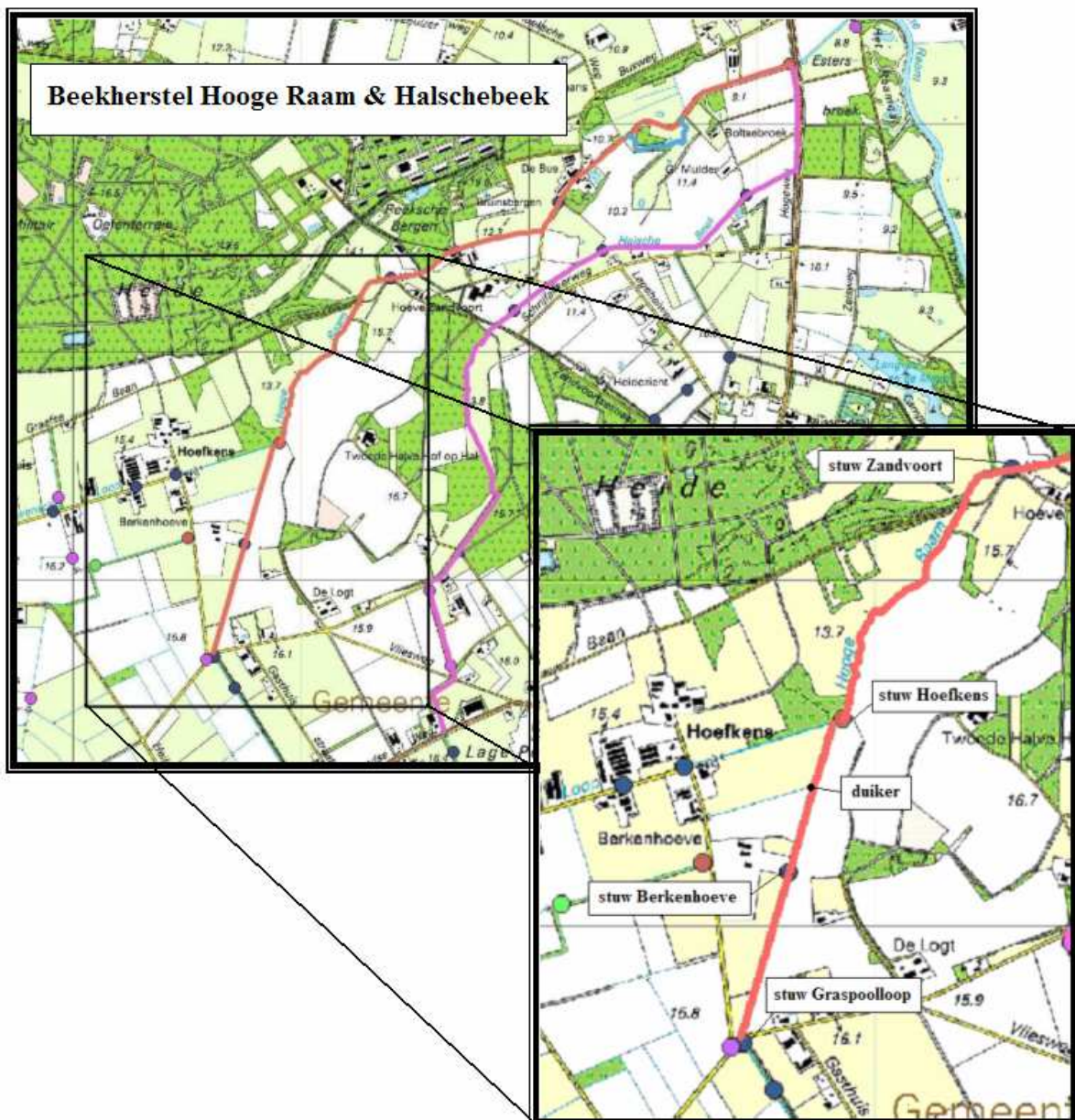
WAGENINGEN UNIVERSITY
ENVIRONMENTAL SCIENCES

WAGENINGEN UR

1 Inleiding

In het kader van het Beekherstel project Hooge Raam & Halsche Beek is de geometrie en de korrelgrootteverdeling van het sediment bepaald voor het in *figuur 1.1* uitvergrote deel van de Hooge Raam. Het onderzoeksgebied strekt vanaf ‘stuw Graspeelloop’ tot ongeveer 670 meter benedenstrooms van ‘stuw Hoefkens’. De focus ligt hierbij op de rechte loop van ‘stuw Graspeelloop’ tot ‘stuw Hoefkens’ met een lengte van ongeveer 960 meter. Dit deel van de Hooge Raam komt in aanmerking voor her-meandering.

Figuur 1.1: Stroomgebied van Hooge Raam (rood) en Halsche Beek (paars) die beide uitmonden in de Graafsche Raam (rechtsboven). De stroomrichting van de Hooge Raam en Halsche beek is dus noordoost. Het onderzoeksgebied van deze studie is uitvergroet. Stuwen zijn weergegeven door rondjes.



2 Onderzoeksgebied

De volgende foto's geven een indruk van het onderzoeksgebied. Foto 2.1 toont de Graspeelloop, een loop met noordwestelijke richting die bij de 'stuw Graspeelloop' overgaat in de Hooge Raam. 'Stuw Graspeelloop' is in de verte gedeeltelijk te zien op foto 2.1. Tevens komt er nabij 'stuw Graspeelloop' een kleine loop uit zuidwestelijke richting uit op de Hooge raam door middel van een duiker.

Foto 2.2 is genomen vanaf 'stuw Graspeelloop' en laat de rechte loop (960 meter) van de Hooge Raam zien.

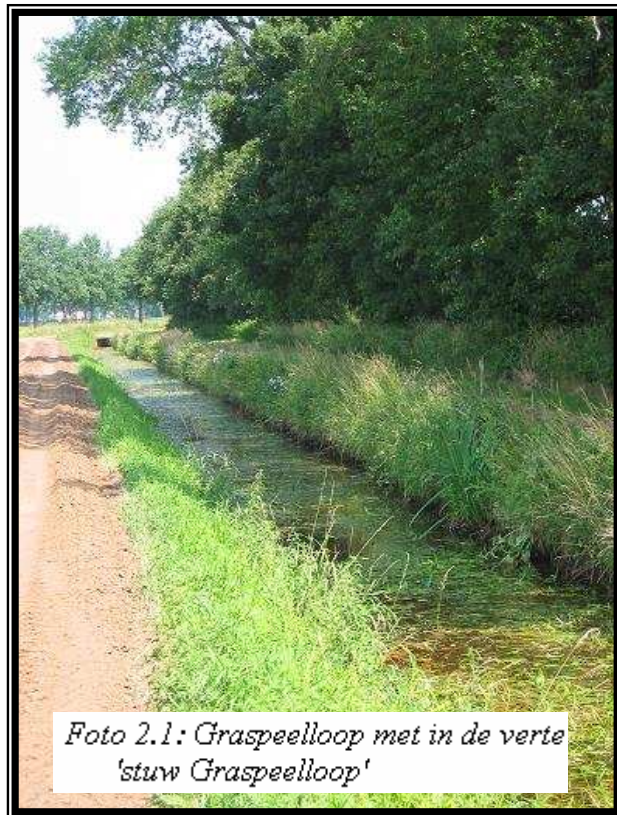


Foto 2.1: Graspeelloop met in de verte 'stuw Graspeelloop'



Foto 2.2: Hooge Raam gezien vanuit 'stuw Graspeelloop'

Op foto 2.3 is 'stuw Berkenhoeve' te zien die zich bevindt op ongeveer 477 meter benedenstrooms van 'stuw Graspeelloop'.



Foto 2.3: 'Stuw Berkenhoeve'



Foto 2.4: Duiker

In het traject tussen 'stuw Berkenhoeve' en 'stuw Hoefkens' komt een klein stroompje uit op de Hooge Raam door middel van een duiker (zie foto 2.4).

Verder benedenstrooms, vlakbij 'stuw Hoefkens', mondt een grote zijstroom uit op de Hooge Raam; de Rusvensche Loop (zie foto 2.5). 'Stuw Hoefkens' is te zien op foto 2.6.

Benedenstrooms van 'stuw Hoefkens' heeft de Hooge Raam een iets natuurlijker verloop, getuige het lichtelijk meanderen (zie foto 2.7). Op sommige plekken is puin gestort, waarschijnlijk om verdere meandervorming tegen te gaan (zie foto 2.8).

Meer foto's van het onderzoeksgebied zijn te vinden in *bijlagen 1 en 2*.



Foto 2.5: Rusvensche loop (midden boven) die uitmondt in Hooge Raam nabij 'stuw Hoefkens'



Foto 2.6: 'Stuw Hoefkens'



Foto 2.7: Lichtelijk meanderen



Foto 2.8: Gestort puin om verdere meandervorming tegen te gaan

3 Geometrie

De geometrie van het onderzoeksgebied is bepaald met behulp van GPS apparatuur. Hiervoor is het Trimble RTK-GPS (Real Time Kinematics-GPS) systeem gebruikt. Dit systeem werkt met een meetinstrument die met grote precisie de positie meet ten opzichte van een basisstation (zie *foto 3.1* en *3.2*). De nauwkeurigheid bedraagt ongeveer 1 cm in het horizontale vlak en ongeveer 2 cm in verticale richting. Tevens zijn alle gemeten posities absoluut gemaakt naar het Rijks Driehoek Stelsel door het inmeten van een nabij gelegen RD-punt (puntnummer 450337, Kuipersweg te Zeeland, zie www.rdnapi.nl). Het bereik van meetinstrument (ontvanger) ten opzichte van het basisstation is (in het open veld) een aantal kilometer. Op plaatsen binnen deze range waar de beek omgeven is door veel bomen of waar de beek in een diepe greppel ligt kan de verbinding tussen basisstation en ontvanger wegvallen waardoor meten onmogelijk is. Tevens mag de meetapparatuur (zie gele rugzak op *foto 3.1*) niet in aanraking komen met water waardoor het profiel van de beek met een waterdiepte groter dan ongeveer 1 meter niet bemeten kan worden.



Foto 3.1: Meetinstrument



Foto 3.2: Basisstation

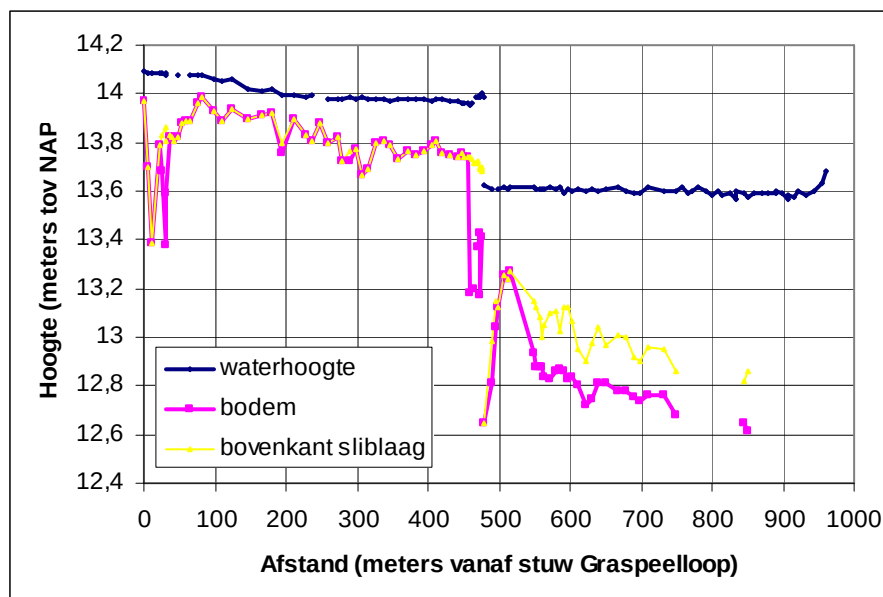
Verhang van bodem en water

Het bodem- en waterverhang zijn gemeten door de beek in het midden van haar bedding te doorwaden. *Figuur 3.1* geeft het resultaat voor de rechte loop van de Hooge Raam vanaf 'stuw Graspeelloop' tot 'stuw Hoefkens'. Deze metingen zijn gedaan op 22 juni 2006, voorafgegaan door een relatief droge periode met als gevolg een laag debiet op het moment van meten. Door het jaar heen zal met name het waterpeil variabel zijn als gevolg van andere afvoeren en andere stuwpeilen.

In *figuur 3.1* is te zien dat het waterverhang tussen de stuwen klein is. 'Stuw berkenhoeve' op zo'n 477 meter benedenstrooms van 'stuw Graspeelloop' zorgt voor een drop van ongeveer 40 cm. Vlak voor 'stuw Hoefkens' zien we een stuwkromme die versterkt wordt door de toestroom van de Rusvensche loop. Het bodemverhang vertoont een grilliger verloop. In het algemeen is de beek bovenstrooms van 'stuw Berkenhoeve' een stuk ondieper dan benedenstrooms. Vlak voor en na deze stuw is de beek vrij diep en voor de stuw zien we een ophoping van zand/slib. Ditzelfde zien we vlak na 'stuw Graspeelloop'. In het traject vanaf zo'n 40 tot 450 meter vanaf 'stuw Graspeelloop' is de beek stevig verzand. De beek is hier erg ondiep maar bij het steken van de bodemkernen (zie *hoofdstuk 4*) bleek dat de oorspronkelijke bedding zo'n 40 à 60 cm dieper ligt en in de loop der tijd is opgevuld met zandig materiaal. In het traject benedenstrooms van 'stuw Berkenhoeve' is sprake van een zand-/sliblaag van zo'n 20 cm. In dit traject is veel vegetatie (zie *foto 3.3*). Verder wordt de beek steeds dieper naarmate we 'stuw Hoefkens' naderen, zelfs te diep om het bodemprofiel te bemeten.

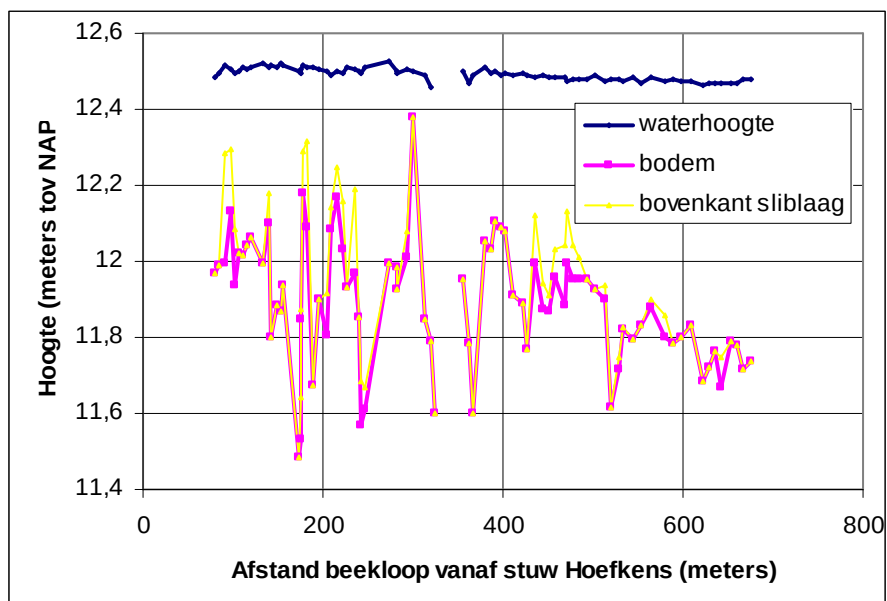


Figuur 3.1: Bodem- en waterverhang van het rechte traject van de Hooge Raam tussen 'stuw Graspeelloop' en 'stuw Hoefkens'. Op sommige plekken is er sprake van een zand-/sliblaag.



Het bodem- en waterverhang gemeten op 26 juni 2006 van het traject tot ongeveer 670 meter benedenstrooms van 'stuw Hoefkens' is weergegeven in *figuur 3.2*. Het waterverhang is erg klein. Het bodemverhang vertoont een zeer grillig verloop. Ook de dikte van de zand-/sliblaag is erg variabel en is gerelateerd aan de aanwezigheid van vegetatie. Vaak is er in trajecten met veel vegetatie sprake van een dikkere zand-/sliblaag. Het traject van 'stuw Hoefkens' tot 80 meter benedenstrooms van deze stuw kon niet bemeten worden door de aanwezigheid van een klein bos waardoor het meetinstrument geen verbinding kan maken met het basisstation. Het traject vanaf 320 tot 350 meter benedenstrooms van de stuw alsmede het traject meer dan 670 meter benedenstrooms konden niet bemeten worden vanwege een te grote waterdiepte.

Figuur 3.2: Bodem- en waterverhang van het Hooge Raam traject vanaf 'stuw Hoefkens' tot ongeveer 670 meter benedenstrooms daarvan. Op sommige plekken is er sprake van een zand-/sliblaag.

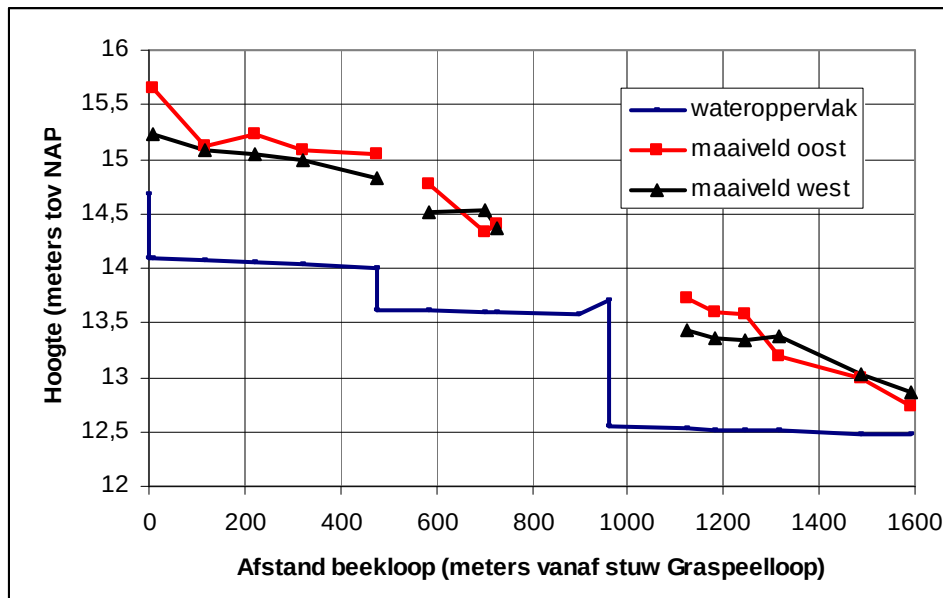


Met het oog op het her-meandering project is in *figuur 3.3* het (geschematiseerde) waterverhang te zien op grond van de stuwpeilen eind juni 2006 en vergeleken met de hoogte van het omringende maaiveld. Het waterverhang wordt in grote mate bepaald door de stuwpeilen (zie *tabel 3.1*). Op het rechte traject (960 meter) van 'stuw Graspeelloop' tot 'stuw Hoefkens' is het waterverhang zodoende ongeveer 1 meter. Het maaiveld heeft op dit traject ongeveer een verhang van 1.5 meter al is dit een hele ruwe schatting gezien het klein aantal metingen.

Tabel 3.1: Stuwpeilen eind juni 2006

	stuwpeil (meters tov NAP)
stuw Graspeelloop	14,67
stuw Berkenhoeve	14,00
stuw Hoefkens	13,70

Figuur 3.3: Geschematiseerd waterverhang op grond van de stuwpeilen eind juni 2006 vergeleken met de hoogte van het omringende maaiveld.



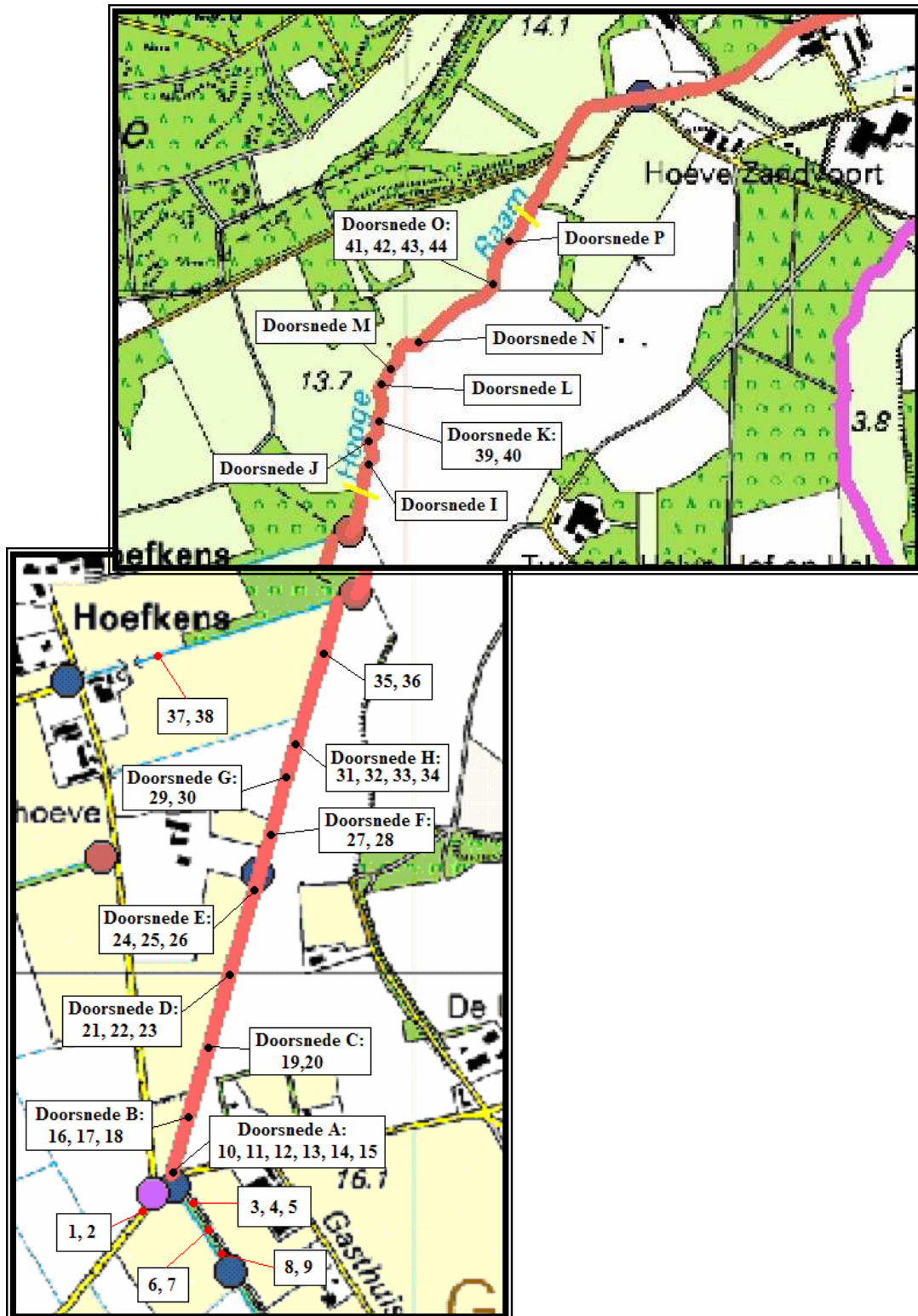
Dwarsprofielen

In het onderzoeksgebied zijn een aantal dwarsprofielen gemaakt. Zo kan een idee verkregen worden van de breedte van de stroom, de ligging van de bedding ten opzichte van het maaiveld en lokale verschillen in de bedding. *Figuur 3.4* toont de locatie van de verschillende dwarsdoorsneden. Tevens zijn de locaties van de bodemonsters (*hoofdstuk 4*) aangegeven.

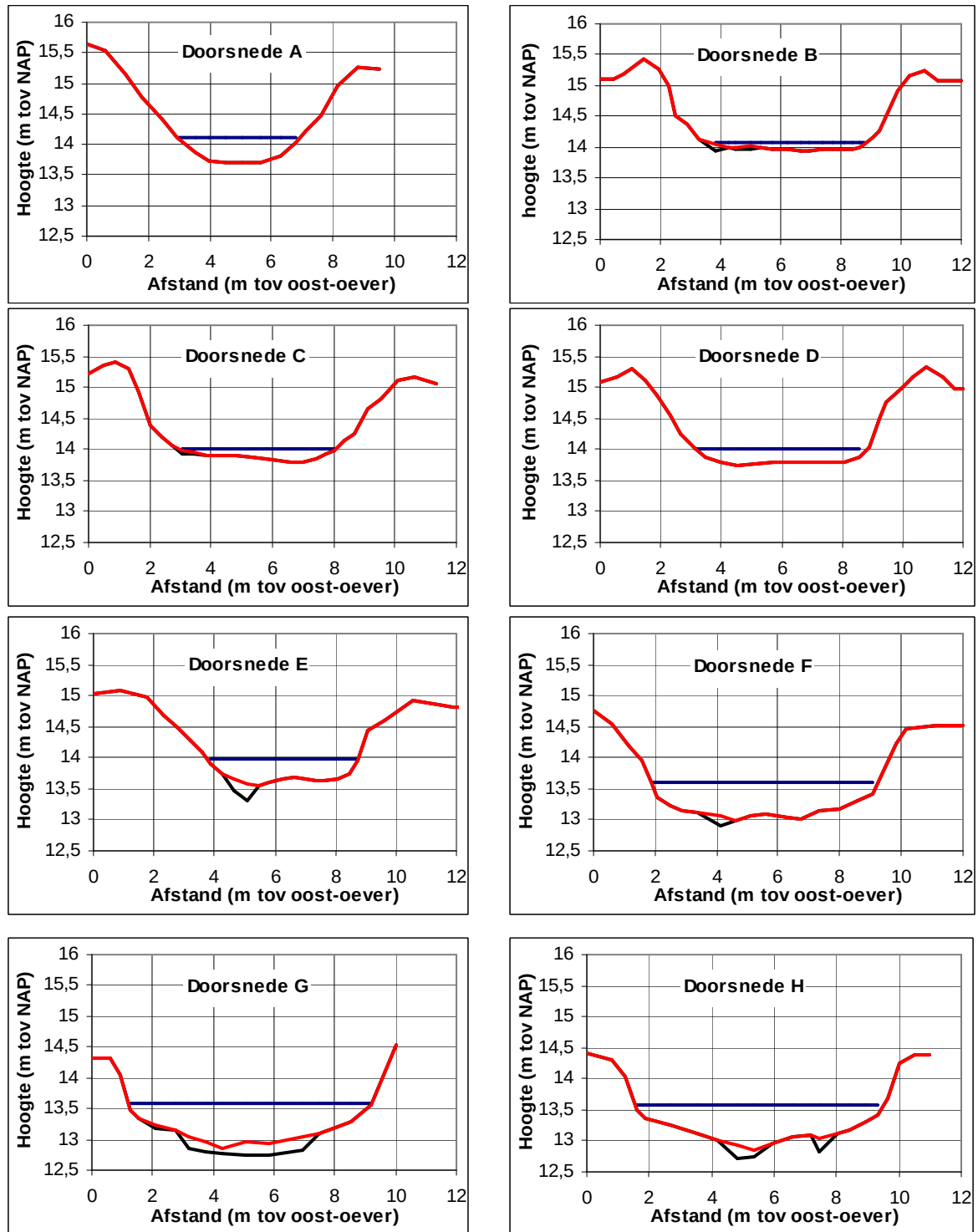
In *figuur 3.5* zijn de dwarsdoorsneden A t/m H op het rechte traject van de Hooge Raam weergegeven. We zien dat de beek diep in een greppel ligt met een steil talud. Verder benedenstrooms wordt de beek dieper en nadert het wateroppervlak het maaiveld (zie *foto 2.5*). De breedte van de beek varieert tussen de 4 en 8 meter en is afhankelijk van de waterstand vanwege het talud. Vandaar dat de breedte gemiddeld genomen toeneemt in benedenstroomse richting vanwege de toenemende diepte. Locaal treden soms redelijk grote verschillen op in beekprofiel en/of dikte van de zand-/sliblaag. Bij doorsnede E en in mindere mate bij doorsnede F bolt de bedding in het midden iets op. Dit zou het gevolg kunnen zijn van morfo-dynamische processen die op kunnen treden bij een rechte waterloop bij zeer hoge afvoeren ('bankfull discharge'); er vormen zich 2 convectiecellen aan weerszijden van de waterloop waardoor de bedding aan beide zijden erodeert en het midden van de bedding relatief hoger komt te liggen. De opbolling zoals waargenomen bij doorsnede E en F kan echter ook veroorzaakt worden door lokale verschillen in vegetatie.

Figuur 3.6 toont dwarsdoorsneden I t/m P die genomen zijn benedenstrooms van 'stuw Hoefkens' waar de Hooge Raam een natuurlijker verloop heeft. De breedte van de beek varieert meer en is in het algemeen kleiner dan op het rechte traject. Verder zijn de meanders duidelijk terug te zien (doorsneden I, L, M, N en O) doordat de buitenbochten door de erosie diep zijn ten opzichte van de binnenbochten waar sedimentatie optreedt. Van doorsneden I en M is het talud niet gemeten.

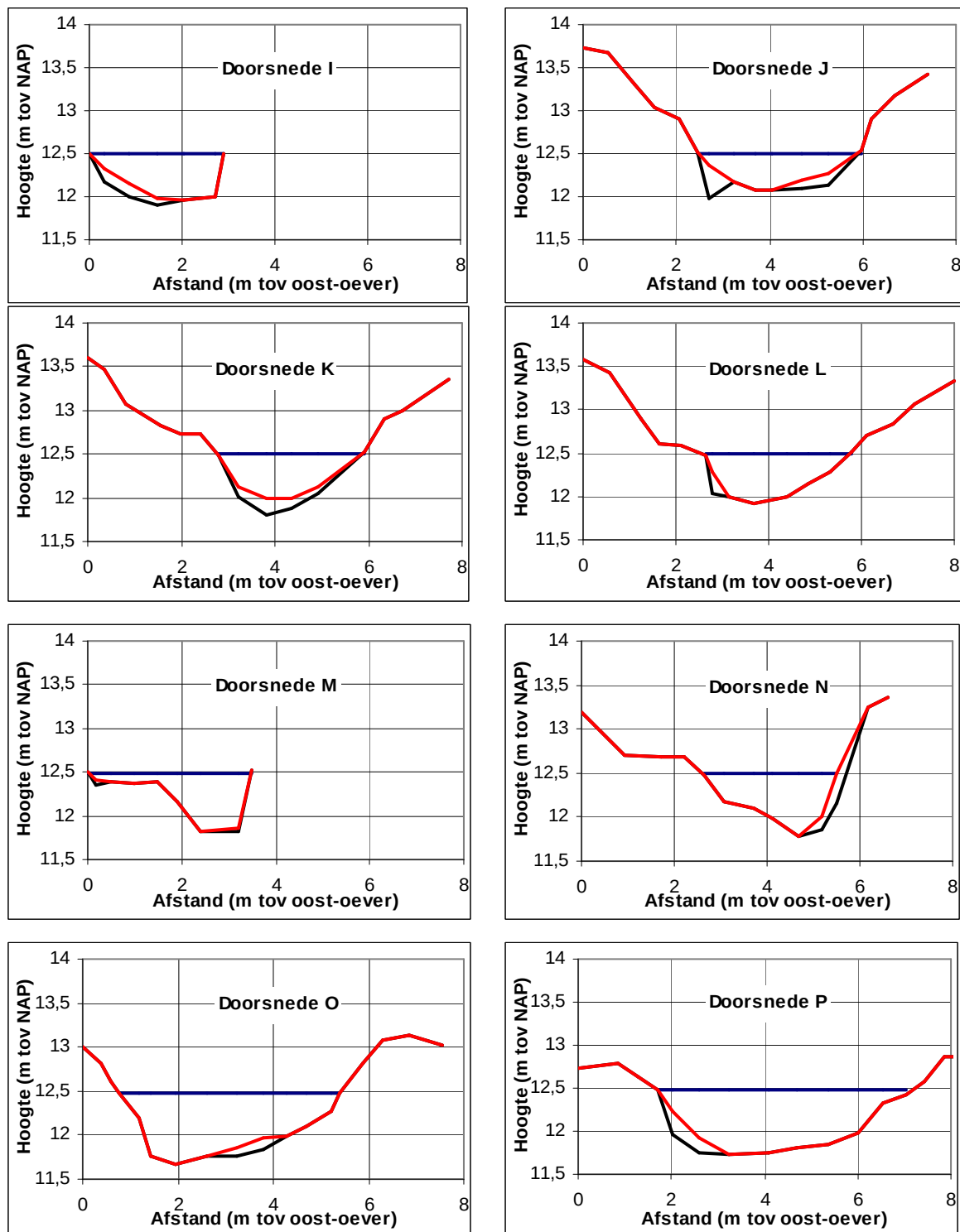
Figuur 3.4: Locaties van de dwarsdoorsneden te zien in figuur 3.5 en 3.6. Het begin en einde van het bemeten traject van figuur 3.2 is weergegeven door de gele strepen. Tevens zijn de locaties van de bodemonmonsters (1 t/m 44) aangegeven.



Figuur 3.5: Dwarsdoorsneden A t/m H zoals aangegeven in figuur 3.4. Waterpeil is aangegeven door de blauwe lijn. Bij aanwezigheid van een zand-/sliblaag geeft de zwarte lijn de onderkant van deze laag aan.



Figuur 3.6: Dwarsdoorsneden I t/m P zoals aangegeven in figuur 3.4. Waterpeil is aangegeven door de blauwe lijn. Bij aanwezigheid van een zand-/sliblaag geeft de zwarte lijn de onderkant van deze laag aan. Van doorsneden I en M is het talud niet gemeten.



4 Bodemmonsters

Om een idee te krijgen van de korrelgrootte verdeling in het sediment zijn op verschillende locaties binnen het onderzoeksgebied bodemmonsters genomen (zie *figuur 3.4*). Dit is gedaan door middel van het steken van een bodemkern (zie *foto 4.1*). Een voorbeeld van zo'n bodemkern is te zien op *foto 4.2*. Op *foto 4.3* is een kern te zien die uit de buis gehaald is.

Bodemmonsters zijn genomen op verschillende dieptes (afhankelijk van de grootte van de kern), met name in het midden van de bedding. Er zijn ook enkele monsters genomen aan de kant van de bedding en van het omringende maaiveld (zie *tabel 4.1*).

In *tabel 4.1* is voor elk monster ook het gehalte aan organische stof weergegeven. Dit gehalte is in het laboratorium bepaald door de monsters te wegen voor en na verbranding van organische stof in een oven. Voor een groot aantal monsters is deze methode niet toegepast en is het gehalte aan organische stof geschat.



Foto 4.1: steken bodemkern



Foto 4.2: voorbeeld bodemkern



Foto 4.3: bodemkern in detail

Tabel 4.1: Locatie, diepte en gehalte aan organische stof voor ieder bodemmonster. De plaats van bemonstering is aangegeven ten opzichte van de bedding.

Bodemmonster	Locatie	Diepte (cm) en plaats bemonstering	Massa percentage van organische stof	Bepaling organische stof
1	Zijstroom nabij stuw Graspeelloop	5, midden	1,00	geschat
2	Zijstroom nabij stuw Graspeelloop	5, kant	5,76	gemeten
3	Nabij stuw Graspeelloop	maaiveld, west	0,00	geschat
4	Nabij stuw Graspeelloop	10, midden	2,50	geschat
5	Nabij stuw Graspeelloop	20, midden	1,50	geschat
6	75 meter bovenstrooms van stuw Graspeelloop	5, midden	0,59	gemeten
7	75 meter bovenstrooms van stuw Graspeelloop	15, midden	3,19	gemeten
8	100 meter bovenstrooms van stuw Graspeelloop	10, midden	0,00	geschat
9	100 meter bovenstrooms van stuw Graspeelloop	20, midden	1,00	geschat
10	Doorsnede A	5, nabij stuw	5,89	gemeten
11	Doorsnede A	5, midden	1,43	gemeten
12	Doorsnede A	15, midden	2,00	geschat
13	Doorsnede A	25, midden	7,00	geschat
14	Doorsnede A	25, kant	0,00	geschat
15	Doorsnede A	5, kant	0,50	geschat
16	Doorsnede B	5, kant	2,93	gemeten
17	Doorsnede B	5, midden	0,83	gemeten
18	Doorsnede B	15, midden	1,00	geschat
19	Doorsnede C	5, midden	2,00	geschat
20	Doorsnede C	20, midden	0,00	geschat
21	Doorsnede D	15, midden	0,00	geschat
22	Doorsnede D	maaiveld, oost	0,00	geschat
23	Doorsnede D	maaiveld, west	0,00	geschat
24	Doorsnede E	5, midden	0,50	geschat
25	Doorsnede E	15, midden	3,06	gemeten
26	Doorsnede E	35, midden	0,00	geschat
27	Doorsnede F	5, midden	0,00	geschat
28	Doorsnede F	10, midden	7,01	gemeten
29	Doorsnede G	5, midden	2,84	gemeten
30	Doorsnede G	15, midden	0,00	geschat
31	Doorsnede H	5, midden	9,77	gemeten
32	Doorsnede H	15, midden	4,24	gemeten
33	Doorsnede H	maaiveld, west	0,00	geschat
34	Doorsnede H	maaiveld, oost	0,00	geschat
35	100 meter bovenstrooms van stuw Hoefkens	5, midden	5,48	gemeten
36	100 meter bovenstrooms van stuw Hoefkens	25, midden	0,00	geschat
37	Rusvensche Loop	5, midden	1,39	gemeten
38	Rusvensche Loop	15, midden	0,00	geschat
39	Doorsnede K	5, midden	1,58	gemeten
40	Doorsnede K	10, midden	0,00	geschat
41	Doorsnede O	5, buitenbocht	1,47	gemeten
42	Doorsnede O	15, buitenbocht	0,00	geschat
43	Doorsnede O	5, binnenbocht	1,73	gemeten
44	Doorsnede O	15, binnenbocht	4,52	gemeten

<i>lutumfractie</i>	<i>siltfractie</i>	<i>zandfractie</i>					<i>grindfractie</i>
<i>leemfractie</i>		<i>fijn-zandfractie</i>			<i>grof-zandfractie</i>		
		<i>fractie van het uiterst fijne zand</i>	<i>fractie van het zeer fijne zand</i>	<i>fractie van het matig fijne zand</i>	<i>fractie van het matig grove zand</i>	<i>fractie van het zeer grove zand</i>	
0	2	50	105	210	420	2000 μm	
							<i>korrelgrootteklassen</i>

Uit de figuren 4.1 en 4.2 kan worden afgeleid dat de bodemmonsters met name korrels met grootte 150-279 μm bevatten. Dit komt overeen met matig fijn tot matig grof zand volgens de Stiboka indeling. Gezien de mooie afgeronde korrelvorm hebben we te maken met dekzand, door de wind afgezet.

Gezien de beperkte aanwezigheid van zeer kleine korrels kan gesteld worden dat het sediment leemarm is.

Bodemmonsters op dezelfde locatie maar met verschillende dieptes kunnen behoorlijk van elkaar verschillen. Er is geen duidelijk verband tussen textuur en diepte, alsmede organische stof en diepte.

Tevens zijn er geen grote verschillen tussen het sediment van de verschillende bemonsterde zijstromen, de Hooge Raam en het omringende maaiveld. Wel lijken de bodemmonsters in het traject van de Hooge Raam benedenstrooms van 'stuw Hoefkens' iets grover qua samenstelling, al is dit marginaal.

Voor het rechte traject van de Hooge Raam tussen 'stuw Graspeelloop' en 'stuw Hoefkens' zijn de korrelgroottes D_{50} en D_{90} bepaald (bodemmonsters 10 t/m 36). Korrelgrootte D_{50} houdt in dat 50% van het sediment een grotere korrelgrootte heeft en 50 % een kleinere korrelgrootte. Voor D_{90} is dit respectievelijk 10% en 90%. Voor de berekening wordt uitgegaan van een lineair verloop van de verdeling binnen een korrelgrootteklasse (Locher en de Bakker, 1990).

Met behulp van de bodemmonsters genomen in het rechte traject (nummer 10 t/m 36) zijn D_{50} en D_{90} en hun bijbehorende standaarddeviatie berekend:

$$D_{50} = 154 \pm 20 \mu\text{m}$$

$$D_{90} = 292 \pm 137 \mu\text{m}$$

De relatief grote standaarddeviatie voor D_{90} heeft onder andere te maken met de grotere korrelgrootteklassen (groter verschil tussen grootte zeven) voor grotere korrelgroottes waardoor de bepaling minder nauwkeurig wordt.

Referenties

Bakker, H. de, Schelling, J., 1966. Systeem van bodemclassificatie voor Nederland. De Hogere Niveaus, Wageningen, 217 p.

Locher, W.P., Bakker, H. de, 1990. Bodemkunde van Nederland, Deel 1: Algemene bodemkunde, Den Bosch, 439 p.

**Bijlage 1: ‘Impressie van het gebied benedenstrooms van stuw
Graspeelloop tot stuw Hoefkens’**



Bijlage 2: Impressie van het gebied benedenstrooms van stuw Hoefkens







