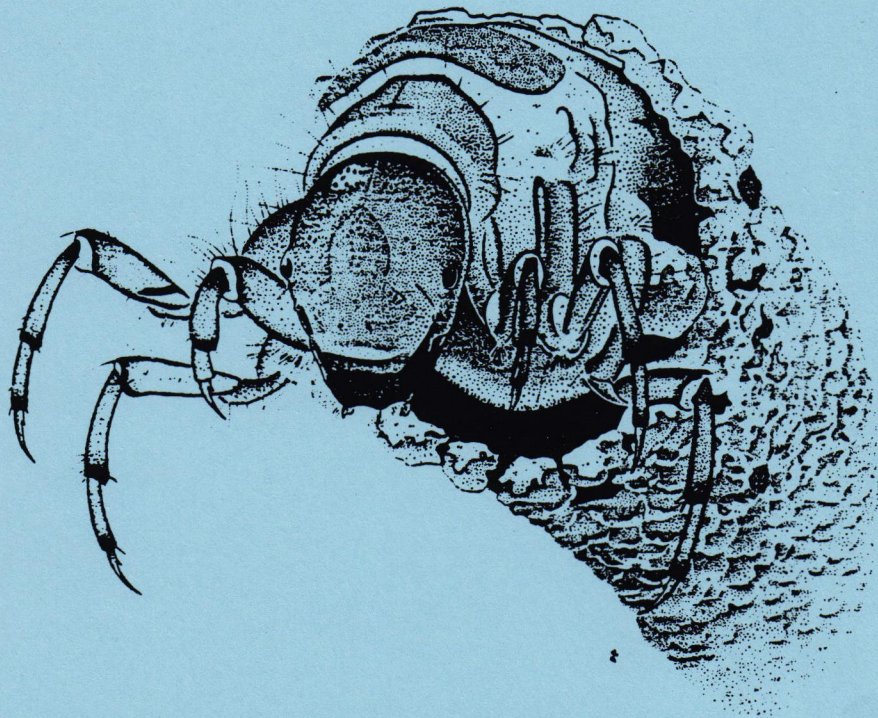


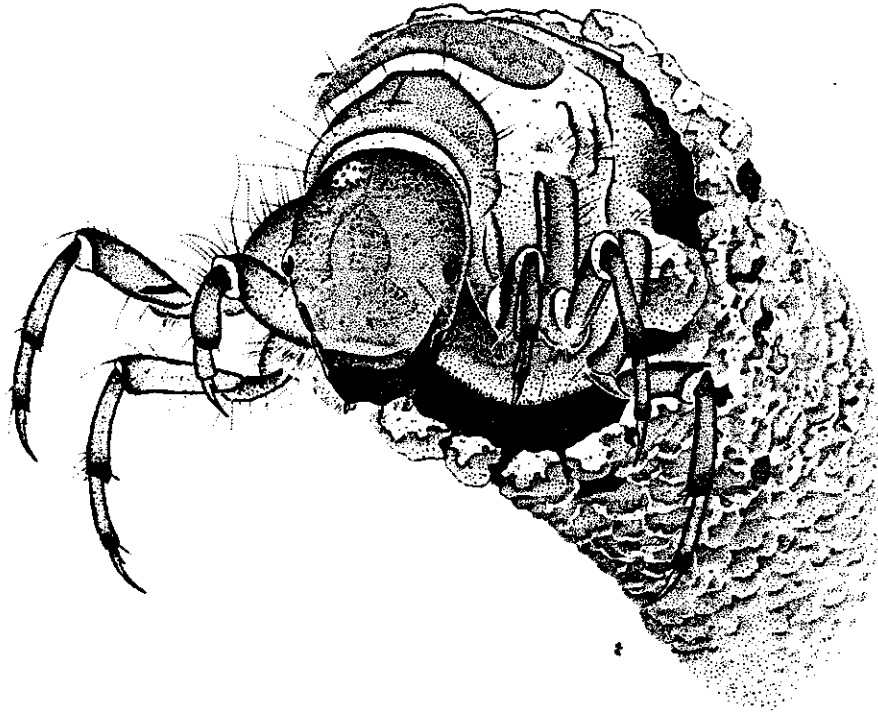
Piet

Transport van materiaal en drift van macro-invertebraten in de noordelijke tak van de Springendalse beek



S. Pibia
november 1994,
Leersum

Transport van materiaal en drift van macro-invertebraten in de noordelijke tak van de Springendalse beek



*in jan. 1994
in februari 1994*

door: Sandro Pibia
Rijkshogeschool IJsselland te Deventer,
studierichting Milieuchemie

In opdracht van het IBN-DLO Afdeling Aquatische Ecologie,
Broekhuizerlaan 2
3956 ZR Leersum
November 1994

011001

VOORWOORD

Dit voorliggende rapport is het resultaat van mijn stageperiode bij het IBN-DLO (Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek - Dienst Landbouwkundig Onderzoek) Afdeling Aquatische Ecologie. Het uiteindelijke resultaat was niet mogelijk geweest zonder de behulpzaamheid van enkele bereidwillige personen. Hierbij wil ik Martin van den Hoorn bedanken voor zijn praktische begeleiding en ideeën gedurende het onderzoek en Tjeerd Harmen van den Hoek die mij de systematiek van het determineren heeft bijgebracht. Speciaal bedank ik mijn begeleider Piet Verdonschot, die richting heeft gegeven aan het onderzoek en de verslaglegging, teneinde tot een goed resultaat te komen.

Tevens wil ik mijn stagedocent bedanken die de nodige inspanning heeft verricht voor deze stageplaats.

Sandro Pibia, 1994

SAMENVATTING

Beekdalsystemen vertegenwoordigen een uniek biotoop in het Nederlandse landschap. Ondanks deze uniciteit zijn tal van beken onder invloed van menselijke ingrepen bijna nooit in hun oorspronkelijke staat bewaard gebleven. Met als gevolg aantasting van het beekmilieu en de beeklevensgemeenschap. In het Natuurbeleidsplan (NBP) is speciale aandacht gegeven aan natuurgerichte normstelling voor beekdalsystemen. Hiervoor dient inzicht verkregen te worden in de processen die het bekecosysteem beïnvloed. In het kader van natuurgerichte normstelling in beeksystemen voert het IBN-DLO (Afdeling Aquatische Ecologie) een project uit getiteld: "Aquatische- ecologische aspecten van natuurontwikkeling en natuurgerichte normstelling in beekdalsystemen".

Onderhavig onderzoek is een onderdeel in dit project. Doel van het onderzoek is het kwantificeren van processen die het beekstelsel reguleren en te koppelen aan afvoeren en de beeklevensgemeenschap. Hiervoor is gedurende 14 weken om de twee weken het zwevend, schuivend/rollend en "springend" materiaal en de macrofauna bemonsterd. Tevens kan het beekarakter beschreven worden door enkele abiotische parameters te meten; O₂- gehalte, pH, temperatuur en EGV.

Uit de verzamelde resultaten kan het volgende worden geconcludeerd:

- * Het getransporteerde gesuspendeerde materiaal bedraagt gemiddeld 440 g/h (sd = 154) en het bemonsterde materiaal 1.11 g/h (sd = 0.18) bij een debiet van 0.0122 m³/s (sd = 0.0011). De verhouding tussen het werkelijk getransporteerde en bemonsterde materiaal is 396 : 1. Het gesuspendeerde materiaal bestaat uit zeer fijn- en fijn zand;
- * De hoeveelheid schuivend/rollend en "springend" anorganisch materiaal, dat de beek verplaatst bij een gemiddelde stroomsnelheid van 0.203 m/s (sd = 0.062), bedraagt 41.25 g/h (sd = 24.11) per 11 cm². Dit materiaal bestaat in hoofdzaak uit mediair zand;
- * Onder invloed van de heersende afvoer driften vooral soorten behorend tot de *Simuliidae* en *Gammaridae*. Ook het aantal *Dugesia gonocephala* dat drift is in vergelijking met de andere macrofauna hoog te noemen;
- * De bemonsterde macrofaunasamenstelling (driftnet) geeft een constant beeld van de aangetroffen groepen/soorten. Het totaal aantal organismen dat drift ligt tussen de 256 en 597 bij een afvoer van 0.0122 m³/s gedurende drie uur;
- * Het beekstelsel van de noordelijke tak kan gekarakteriseerd worden als voedselarm, waar erosie- en sedimentatieprocessen in evenwicht zijn en een verscheidenheid aan habitats met een rijke macrofaunasamenstelling. Dit representeert een stabiel ecosysteem.

Voor het vervolgonderzoek naar de kwantificering van fysische processen en drift van macro-invertebraten kan het volgende worden aanbevolen:

- * gebogen pijpjes (figuur 4.3) toe te passen voor de bemonstering van het in suspensie zijnde materiaal;
- * het nieuwe systeem te hanteren voor de bemonstering van het schuivend/rollend en "springend" anorganisch materiaal;
- * de macrofauna op soortsniveau te determineren en verschillende habitats te monstren, zodat een vergelijking gemaakt kan worden met de cenotypologie en diversiteitsindices;
- * driftende organismen (macro-invertebraten) zowel overdag als 's avonds of 's nachts te bemonstren, omdat hiermee de invloed van hoge afvoerpieken op de macrofauna beter bestudeerd kan worden.

INHOUDSOPGAVE

Hoofdstuk	Omschrijving	pagina
	SAMENVATTING	3
1	INLEIDING	5
1.1	Algemeen	5
1.2	Doel- en probleemstelling	7
1.3	Onderzoeksopzet	8
2	HET WATERSYSTEEM NADER BEKEKEN	9
2.1	Algemeen	9
2.2	Fysische en chemische factoren	10
2.3	Biologische aspecten	11
3	MATERIAAL EN METHODE	14
3.1	Veldprocedure	14
3.1.1	Monstername gesuspendeerd materiaal en sedimentvracht	14
3.1.2	Bodemprofielopname en afvoermetingen	15
3.1.3	Monstername macrofauna	17
3.2	Laboratoriumprocedure	17
3.2.1	Bepaling van transport gesuspendeerd materiaal en sedimentvracht	17
3.2.2	Organische stofbepaling en korrelgrootte-analyse	18
3.2.3	Uitzoeken en determinatie macrofauna	20
4	AFVOER IN RELATIE TOT GETRANSPORTEERD MATERIAAL EN DRIFT	22
4.1	Afvoerpatroon en transport van materiaal	22
4.1.1	Gesuspendeerd materiaal	22
4.1.2	Sedimentvracht	28
4.2	Verticale bodembeweging	31
4.3	Macrofaunasamenstelling en drift	33
4.4	Abiotische kenmerken van het beekstelsel	36
5	DISCUSSIE	38
6	CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	40

Literatuurlijst

1 INLEIDING

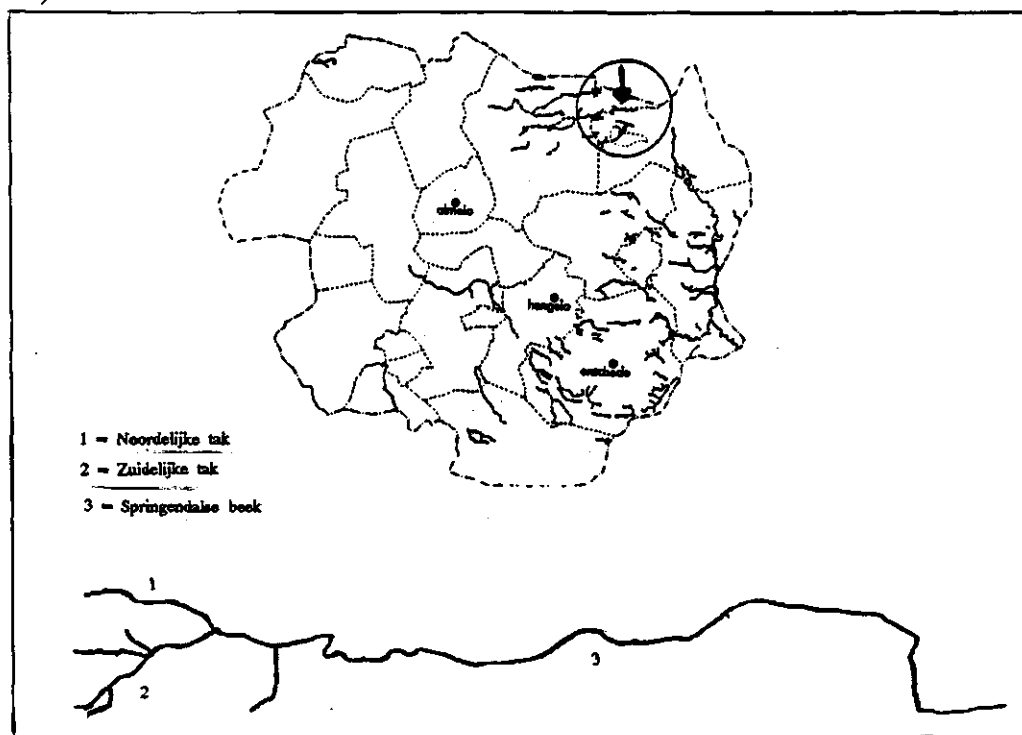
1.1 Algemeen

De in Nederland voorkomende beeksystemen zijn onder invloed van menselijke ingrepen als ontginning, normalisatie, waterwinning en aanvoer van gebiedsvreemd water bijna nooit in hun oorspronkelijke staat bewaard gebleven. Van de verschillende typen beken die door het Nederlandse landschap stromen zijn de laaglandbeken het talrijkst, de heuvellandbeken beperken zich tot Limburg. De bronbeken, gelegen in Drenthe, Oost Achterhoek, Zuid Limburg en Twente (Hoek, 1992) kunnen als tussenvorm van laagland- en heuvellandbeken worden opgevat.

Vanwege de uniciteit (zeldzaamheid en kwetsbaarheid) van veel watersystemen (o.a. beken) is in het Natuurbeleidsplan (NBP) speciale aandacht gegeven aan het opstellen van een referentiesysteem voor aquatische ecosystemen, zodat inzicht kan worden verkregen in het benodigde ontwikkelingsbeheer dat richting geeft aan natuurontwikkeling. Natuurontwikkeling houdt in het herstellen dan wel behouden van aquatische ecosystemen. Het IBN (Afdeling Aquatische Ecologie) te Leersum voert in dit een kader project uit getiteld: "Aquatische- ecologische aspecten van natuurontwikkeling en natuurgerichte normstelling in beekdalsystemen". Dit project levert een bijdrage aan het referentiekader (natuurgerichte normstelling) voor aquatische beek-ecosystemen.

Het project is gericht op de kwantificering van milieuv variabelen die van invloed zijn op het beekecosysteem. Hierbij speelt de hydrologie van een beek en de daar specifiek in voorkomende levensgemeenschappen een essentiële rol. De wijzigingen van hydrologische factoren in een stroomgebied zoals de variatie in afvoer en daarmee de stroomsnelheid in een beekstelsel heeft een direct en indirect effect op de overlevenskansen en het voorkomen van macro-invertebraten (macrofauna). De levensgemeenschappen reageren op de gewijzigde structuren in het beekhabitat veroorzaakt door de fluctuaties in de afvoer. Onderhavig onderzoek levert een bijdrage aan de kwantificering van wijzigingen in structuren en de invloed op de macrofauna bij verschillende afvoerpatronen.

Het onderzoek vindt plaats in het stroomgebied van de Springendalse beek (Overijssel, Twente figuur 1.1).



Figuur 1.1 Stroomgebied Springendalse beek en lokatie van de twee bovenlopen.

Er is gekozen voor de twee bovenlopen van de Springendalse beek, waarvan de ene tak gevoed wordt door water afkomstig uit een natuurgebied (noordelijke tak) en de andere bovenloop (zuidelijke tak) met beïnvloed water afkomstig uit een landbouwgebied. Tevens wordt het water van de zuidelijke tak versneld afgevoerd, doordat de bovenloop in een gedraineerd gebied ligt. Dit rapport heeft in eerste instantie alleen betrekking op de noordelijke tak en bij voldoende beschikbare gegevens over de zuidelijke tak zal er een vergelijking gemaakt worden tussen de twee bovenlopen.

1.2 Doel- en probleemstelling

Natuurontwikkeling is alleen mogelijk indien er inzicht bestaat in die processen die van invloed zijn op het beekecosysteem. Het belangrijkste proces is de waterhuishouding. Hiervoor is het noodzakelijk de relatie tussen hydrologie en levensgemeenschap vast te leggen. De voorkomende organismen in een beekstelsel leven in een biotoop waar de overlevingskansen optimaal zijn. Dit biotoop bestaat uit een verscheidenheid aan habitats die kenmerkend zijn voor een natuurlijk beekstelsel.

In de inleiding werd het referentiekader genoemd voor natuurgerichte normstelling. Het referentiekader van watersystemen omvat het begrip de "natuurlijke" referentie. Deze referentie kan worden beschreven door de richtingen van potentiële ecosysteemontwikkeling (actuele toestand en ontwikkelingsmogelijkheden van (beek)ecosystemen) aan te geven (Verdonschot, 1990). Om de toestand van het beekmilieu en de mogelijke ontwikkelingsrichtingen aan te kunnen geven is er inzicht nodig in die (abiotische) factoren die de randvoorwaarden bepalen voor de aanwezige flora en fauna.

De noordelijke tak van de Springendalse beek heeft de potentie om de ontwikkelingstoestand van een natuurlijk beekstelsel weer te geven. Hierbij dient in eerste instantie inzicht verkregen te worden over de volgende optredende processen die kenmerkend zijn voor een beek:

1. afvoerdynamiek in de tijd;
2. transport van materiaal bij verschillende afvoerpatronen;
3. verhouding macrofauna ten opzichte van afvoerpatronen;
4. verticale bodembeweging (= structuren) in de tijd (stabiliteit).

De vraagstelling van het onderzoek is als volgt gedefinieerd: "Hoe kan transport van materiaal in een beek worden gekwantificeerd en welke relatie bestaat er tussen de samenstelling van de macrofauna en afvoerdynamiek in de tijd"?

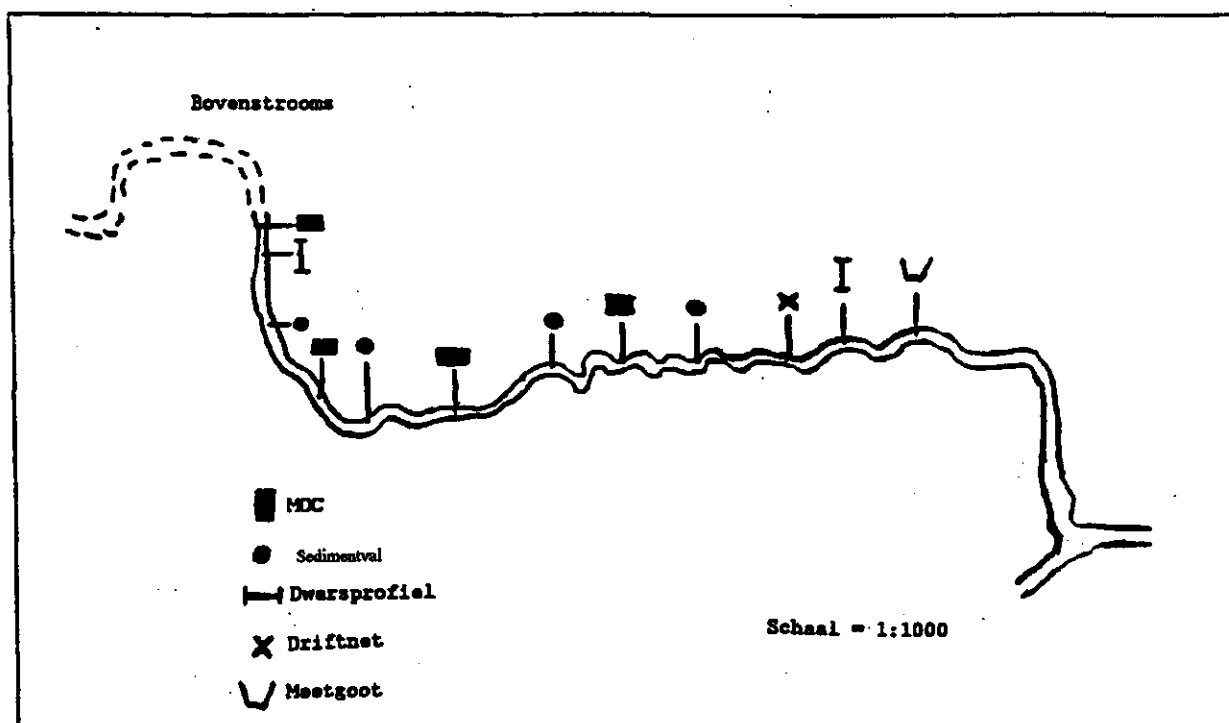
- Deelvragen zijn:
- a. Hoeveel materiaal (zowel gesuspendeerde deeltjes en sedimentvracht) wordt gedurende een periode getransporteerd?
 - b. Is de te hanteren methode te optimaliseren?
 - c. Welke mogelijke verandering is waar te nemen in de verticale bodembeweging gedurende de meetperiode?
 - d. Welke groepen van de macrofauna vertonen drift en bij welke groep is dit het sterkst aanwezig?

Het onderzoek heeft tot doel de hoeveelheid getransporteerd materiaal (wijzigingen in het habitat) te kwantificeren en te koppelen aan afvoeren en aan levensgemeenschappen. De macrofauna in dit onderzoek weerspiegelt niet de gehele macrofaunasamenstelling van de beek, maar alleen de taxa die drift vertonen, dit als respons/gevolg op de heersende afvoer. De toestand van de beek kan wel worden beschreven aan de hand van de verzamelde macrofauna. Deze fauna bewoont het beekstelsel en hun habitats, verkregen door middel van verzamelde literatuurgegevens, vertellen iets over het beekstelsel.

1.3 Onderzoekopzet

Om een antwoord te krijgen op de bovengenoemde vragen, is de volgende opzet gehanteerd:

- Gekozen is voor een beek met een continu afvoerpatroon als basis voor een referentieniveau met betrekking tot hydrologie en macrofaunasamenstelling;
- Over een traject van circa tweehonderd meter aan de benedenloop van de noordelijke tak wordt het getransporteerde materiaal en de macrofauna bemonsterd. Tevens wordt op twee plaatsen in het traject het bodemprofiel opgemeten;
- Voor de monsternamen en meting van hydrologische factoren wordt van de volgende instrumenten gebruik gemaakt (zie ook figuur 1.2): vier MOC's (Mineral and Organic matter Collector), vier sedimentvallen, twee bodemdwersprofielen, een meetgoot en een driftnet.



Figuur 1.2 Opzet van het onderzoek in de noordelijke tak (de figuur geeft het traject weer waar beide bovenlopen samenvloeien).

In het navolgende zal als eerste nader worden ingegaan op het te onderzoeken watersysteem met daarbij de kenmerkende fysische, chemische en biologische factoren. De theoretische beschrijving van dit hoofdstuk biedt ondersteuning voor de kwantificering van de verzamelde resultaten. Hierna worden de gehanteerde materialen en methoden beschreven die tot een kwantitatieve beoordeling moet leiden. De resultaten worden vervolgens in een afzonderlijk hoofdstuk beschreven, gegevens worden onderling vergeleken en zo mogelijk gekoppeld aan verschillende afvoerpatronen. Het rapport wordt afgesloten met conclusies en aanbevelingen over het onderzoek, met name gericht op de gehanteerde methode.

2 HET WATERSYSTEEM NADER BEKEKEN

2.1 Algemeen

Het stroomgebied van de Springendalse beek omvat circa 485 ha en vormt een onderdeel van het systeem van de stuwwal van Ootmarsum. Dit stroomgebied is gelegen aan de oostzijde van de stuwwal. De kern van deze stuwwal is tijdens het late Tertiair ontstaan. De onderlaag bestaat uit klei. De belangrijkste periode in de geologische ontstaansgeschiedenis van het stroomgebied van de Springendalse beek is "Het Saalien". Gedurende deze periode bereikte het landijs het Overijsselse landschap, de bevroren grond werd tot stuwwallen omhoog geperst. Door de druk van het landijs onstond er een keileemlaag (gevormd uit klei, leem, grind en stenen). In de laatste ijstijd (het Weichselien) onstonden de erosiedalen waarin verschillende beekjes op de stuwwal van Ootmarsum nu ontspringen. Doordat in de zomer de bovenlaag ontdooide en over de permanent bevroren onderlaag schuurde ontstonden deze erosiedalen. Vanaf de helling (stuwwal) werd zand en grind meegevoerd, maar ook door het ontbreken van vegetatie werd door de wind zand aangevoerd en afgezet. Dit dekzand vormt tesamen met het meegevoerde zand en grind nu nog de huidige bovenlaag. De hoogte van de stuwwal is circa 70 meter.

Doordat de onderlaag van de stuwwal uit een ondoordringbare laag van tertiaire klei en keileem bestaat hebben we hier te maken met een lokaal systeem met een ondiep watervoerend pakket (Hoek, 1992). Neerslag dat op de stuwwal infiltreert in de doorlatende laag van zand en grind stagneert op de ondoordringbare laag en vloeit boven deze laag af. Plaatselijk treedt het water over een groot oppervlak diffuus boven het aardoppervlak (maaiveld). Het oppervlakte waar het water boven het aardoppervlak uittreedt verschilt per lokatie, deze plaatsen worden tot de helekrene bronnen gerekend. Deze bronnen, gevoed door ondiep grondwater, vormen het belangrijkste aandeel in de afvoer van de aanwezige beken.

De Springendalse beek is dus een bronbeek die haar water ontvangt vanuit twee bovenlopen, namelijk van de noordelijke tak (dit is een 1^e orde stroom) en van de zuidelijke tak (een 2^e orde stroom). De noordelijke tak ontspringt uit een bron gelegen in een natuurgebied. De lengte van deze bovenloop meet circa 600 meter en heeft een verhang van $\frac{21}{1000}$ (m/km). (Hoek).

Enkele kenmerken van de noordelijke tak zijn:

- een constante toevoer van grondwater aan de bron;
- een constant temperatuurverloop gedurende het gehele jaar;
- matig voedselarm milieu door de aanwezigheid van uittredend grondwater dat door een pakket van zand en grind voert in de bovenste lagen van de stuwwal;
- het voorkomen van aangepaste flora en fauna die karakteristiek zijn voor het beekmilieu, met name in bronbeken;
- de beek wordt niet alleen gevoed door bronwater, maar ook door kwelwater aan weerszijde van de beek wat tot gevolg heeft dat op enkele lokaties drassige plaatsen ontstaan.

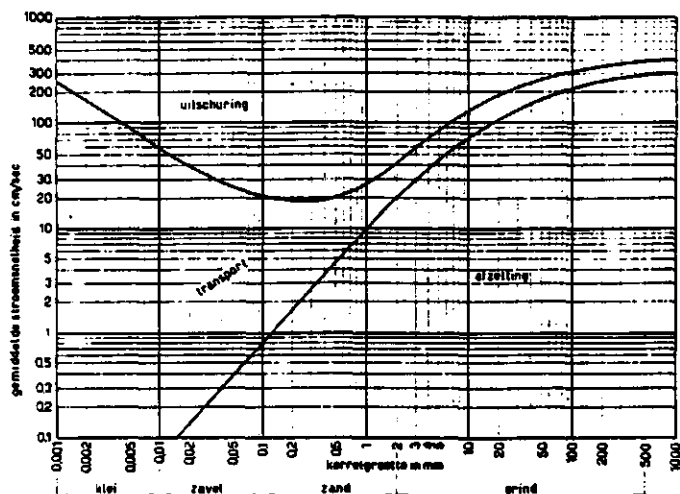
In de volgende twee hoofdstukken zal wat dieper worden ingegaan op de processen die het beekstelsel reguleren. De fysische, chemische en biologische factoren komen hierin aan bod.

2.2 Fysische en chemische factoren

De fysische en chemische factoren worden tot het abiotische milieu van een watersysteem gerekend en bepalen voor een groot deel de randvoorwaarden voor de levensgemeenschappen die in een beek voorkomen. De geografische ligging van het watersysteem, het klimaat, de bodemsamenstelling en de hydrologie bepalen de hoofdfactoren zoals verhang, mate van afvoer en regenintensiteit (klimaat) en de fysische en chemische factoren.

Kenmerkend voor stromende wateren is de turbulente stroming. Door deze turbulente stroming wordt het water gemengd met zuurstof. In het algemeen is het zuurstofgehalte in beken hoger dan in stilstaande wateren. Dit effect wordt in bronbeken versterkt door de constante lage temperatuur in de zomer, maar vermindert door het lage zuurstofgehalte van opwellend water. De mate van turbulentie wordt bepaald door de stroomsnelheid, die weer afhankelijk is van het verhang, de bodemweerstand en de afvoer (Hynes et al., 1970). Het neerslagpatroon beïnvloedt direct en indirect de mate van afvoer. Wanneer regenwater op het aardoppervlak valt stroomt het oppervlakkig of via het ondiepe/diepe grondwater (na infiltratie) de beek in, dit kan bij grote neerslagintensiteiten een piek in de afvoer veroorzaken. Bekken gelegen in een bosrijke omgeving hebben echter een afgevlakt afvoerpatroon, doordat bomen de neerslag bufferen door hun transpirerend vermogen. Belangrijk is ook de strooisellaag, die als een spons werkt. In de herfst- en winterperiode, wanneer het grondwater verzadigd raakt, treden er bij neerslag versneld pieken in de afvoer op.

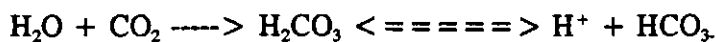
Het afgevoerde water baant zich een weg door de beekbedding. Deze beekbedding heeft een meanderend verloop in de lengterichting van het stroomgebied. De hoeveelheid afgevoerd water en de geologie bepalen de loop van een beek (Gordon, McMahon & Finlayson, 1992). Dammetjes (bestaande uit takken en organisch materiaal), uitgeholde buitenbochten en aangezande binnenbochten (waar de stroomsnelheid laag is) geven weerstand tegen de stroming en zijn kenmerkend voor een natuurlijk systeem (Hynes et al., 1970). De uitgeholde buitenbochten kunnen na verloop van tijd invallen, waarna de beek zijn loop kan verleggen. Hierdoor kunnen ook eilandjes ontstaan die dan begroeid worden door planten. Hoe snel dit proces verloopt hangt af van de hoeveelheid afgevoerd water en de weerstand (energieopheffing door bochten) tegen de stroom van dat afgevoerde water. Een belangrijke factor is de stroomsnelheid. De stroomsnelheid heeft invloed op het getransporteerde materiaal en de optredende erosie van de buitenbochten. Fijn materiaal gaat bewegen bij een gemiddelde stroomsnelheid van 20 cm/s (dat in suspensie blijft), terwijl bij stroomsnelheden hoger dan 20 à 40 cm/s voornamelijk zand wordt getransporteerd. Beneden deze stroomsnelheden is het stroombed bedekt met zand. Boven deze stroomsnelheden is er een stenig substraat aanwezig. Er bevindt zich dan voornamelijk zand met organisch materiaal in suspensie. De relatie tussen de gemiddelde stroomsnelheid en de korrelgrootte van het beddingmateriaal in de beek is uitgewerkt in het diagram van Hjulström, figuur 2.1.



Figuur 2.1 Diagram van Hjulström.

Het gesuspendeerde materiaal heeft ook invloed op de lichtintensiteit doordat zich in stromende wateren in vergelijking met stilstaande wateren veel deeltjes in de waterkolom bevinden. Hierdoor is de lichtintensiteit lager, waardoor de fotosynthese in stromende wateren lager ligt (Hynes et al., 1970).

De bodemsamenstelling geeft de beek echter ook nog andere eigenschappen dan het getransporteerde materiaal die van invloed zijn op de macrofauna. Wanneer zand het hoofdbestanddeel is bevat het uittredende water, zoals in de noordelijke tak, slechts lage gehalten aan mineralen. Het beekmilieu heeft hierdoor een voedselarmer (oligotroof) karakter. Dit komt doordat er geen interactie plaats vindt tussen water en bodem (zand bestaat uit stabiele structuren). Kleibodems bevatten daarentegen veel mineralen (Mg, Al en Fe) die een interactie aangaan met water, zodat hierdoor het watersysteem gevoed wordt met mineralen. Deze mineralen bepalen voor een groot deel de eigen chemische gesteldheid van het watersysteem. Andere chemische factoren zijn de zuurgraad, het koolstofdioxide-gehalte en de zuurstofconcentratie. De hoeveelheid opgelost zuurstof die bepaald wordt door turbulentie en watertemperatuur, is hierboven al besproken. Hoeveel H⁺-ionen het water bevat is afhankelijk van de dissociatie van het gevormde bicarbonaat. Grondwater dat door de bodem percoleert is rijk aan koolstofdioxide doordat het blootgesteld wordt aan organisch materiaal en bacteriologische activiteit in de bodem. Het opgeloste koolstofdioxide dissocieert in water tot hydrocarbonaat (Hynes et al., 1970), volgens onderstaande vergelijking.



Beken die gevoed worden door opwellend grondwater zullen daarom een enigszins zuur karakter hebben.

2.3 Biologische aspecten

Voor het aquatisch ecosysteem geldt dat het gekenmerkt wordt door een cyclus bestaande uit een zichzelf regulerend systeem van producenten, consumenten en destruenten. De elementen die tijdens de afbraak van dood organisch materiaal vrijkomen, zoals stikstof, fosfor, sulfaat en koolstof, worden weer in het aquatisch ecosysteem opgenomen. De cyclus van materiaal en energie gaat echter niet op voor stromende wateren, hier worden afbraakproducten (en hiermee de cyclus) naar benedenstrooms afgevoerd. Beken putten hun energie uit het allochtoon aangevoerd dood organisch materiaal. De levensgemeenschap is heterotroof, dus rijk aan consumenten en arm aan primaire producenten (Hynes et al., 1970, Verdonschot, 1990). Primaire producenten die in de noordelijke tak zijn vertegenwoordigd, zijn diatomeeën en enkele hogere planten (stenotherm) die aan het voedselarmer milieu zijn aangepast, zoals bronkruid (*Montana fontana*) en goudveil (*Chryosplenium*).

De consumenten kunnen worden onderverdeeld naar trofisch niveau afhankelijk waarmee de organismen zich voeden. Er worden zes trofische groepen onderscheiden, namelijk:

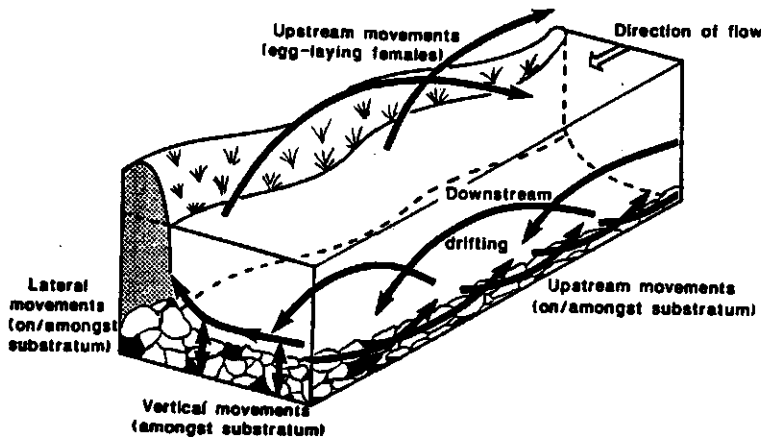
Groep	Aard van het voedsel
Carnivoren	-----> levend dierlijk materiaal;
Detritivoren	-----> dood organisch materiaal;
Herbivoren	-----> levend plantaardig materiaal;
Omnivoren	-----> levend dierlijk en plantaardig materiaal;
Detriti-herbivoren	-----> levend plantaardig en dood organisch materiaal;
Carni-detritivoren	-----> levend dierlijk en dood organisch materiaal.

De detritivoren zijn het talrijkst in de beken (Verdonschot, 1990). Enkele carnivoren die in het beekecosysteem voorkomen zijn *Turbellaria* (platwormen), diverse soorten *Plecoptera*, *Chironomidae* en *Trichoptera*. Door de hogere zuurstofconcentratie in stromende wateren hebben beekorganismen over het algemeen een hogere stofwisseling dan organismen in stilstaande wateren.

Bepaalde enzymen kunnen het opgenomen voedsel sneller afbreken (Elliott, Humpesch & Macan, 1988), waardoor de zuurstofconsumptie ook hoger ligt.

Een groot aantal organismen die in het beekecosysteem een functie vervullen en een verschillende plaats (habitat) innemen zijn eveneens aangepast aan de stroming van het water. Enkele insecten-orde zijn gebonden aan stromend water, te weten: *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera* en *Nematocera*. Tevens zijn enkele platwormen zeer specifiek voor bronbeken. *Dugesia gonocephala* en *Polycelis felina* preferen een constante temperatuur, tussen de 10-15 °C en helder stromend water. Soorten behorend tot de familie der *Simuliidae* zijn allen strikt gebonden aan stromend water. De larven hechten zich vast aan in het water liggende stenen, takken en aan bladeren van aquatische vegetatie. Anatomische aanpassingen als een afgeplat lichaam, gestroomlijnde vorm, kleine afmetingen en poten met haken geven de organismen enige bescherming tegen de stroming. Ook het gedrag van organismen bepaalt voor een groot deel de kans om niet met de stroming te worden meegevoerd. Kleine dieren zoals platwormen en watermijten kunnen onder stenen kruipen, terwijl andere organismen zoals vlokreeften zich langs de oeverzones, waar het substraat bestaat uit detritus en zand, ophouden.

Het meegevoerd worden met de stroming staat bekend onder de naam drift. Drift kan het gevolg zijn van hoge afvoerpieken waardoor de dieren niet in staat zijn zich in de stroom te handhaven. Andere drift-bepalende factoren zijn; verdrijving uit het habitat door overpopulatie (competitie), aanwezigheid van toxische stoffen, temperatuurveranderingen, wijzigingen in O₂- gehalte, beschikbaarheid van voedsel en predatie (Elliott, Humpesch & Macan, 1988, Hynes et al., 1970). De afstand waarover de macrofauna naar benedenstrooms wordt meegevoerd bedraagt enkele meters tot ca. 50 meter. Oevervegetatie en op de beekbodem liggende takken zijn van invloed op de afstand waarover een organisme wordt meegevoerd. Drift wordt gecompenseerd doordat organismen zich weer naar bovenstrooms bewegen en doordat adulte organismen van verschillende taxa hun eieren bovenstrooms in de beek afzetten. Onderstaande figuur geeft algemeen de beweging weer van organismen die onder invloed staan van stroming.



Figuur 2.2 Drift en horizontale/verticale beweging van macrofauna in stromende wateren.

De twee hierboven beschreven hoofdstukken samenvattend, kan het volgende worden gezegd. Fysische factoren bepalen de differentiatie aan habitats (substraat en voedselbeschikbaarheid) en de daarmee samenhangende macrofauna die de verschillende habitats bewoont. Van de voornaamste groepen/families die karakteristiek zijn voor een natuurlijk beekecosysteem zijn in bijlage 1 enkele kenmerken beschreven. In tabel 2.1 is het habitat-type, het trofische niveau en voedingswijze per macrofaunagroep/- familie gegeven.

Macrofauna	Substraat	Trofisch niveau/Voedingswijze
<i>Simuliidae</i>	Aan stenen en waterplanten (soms aan/tussen organisch materiaal).	Detritivoren, filtreerders
<i>Chironomidae</i>	In zandig substraat en organisch materiaal.	Detritivoren (/Carnivoren), vergaarders
<i>Dixidae</i> en <i>Psychodidae</i>	Grensmilieu tussen land en (stromend) water aan stenen en planten.	Detritivoren, vergaarders
<i>Gammaridae</i>	Aan de rand van detritus- zandsubstraten.	Detriti- herbivoren, knippers
<i>Ephemeroptera</i>	Op stenen, aquatische vegetatie en zandig substraat.	Detriti- herbivoren, vergaarders en schrapers
<i>Plecoptera</i>	Op stenen/keien en op plantaardig materiaal.	Herbivoren, knippers
<i>Trichoptera</i>	Onder stenen, aan/op aquatische vegetatie en zandsubstraat.	Carni- herbivoren, verzwelgers/knippers
<i>Tricladida</i>	Langs de oever op het bodemsubstraat.	Carnivoren, verzwelgers

Tabel 2.1 Substraatvariabelen en trofische niveau van de voornaamste macrofauna in stromende wateren.

3 MATERIAAL EN METHODE

3.1 Veldprocedure

De veldprocedure bestaat uit het éénmaal in de veertien dagen verrichten van metingen van de afvoer, het getransporteerde materiaal in de beek, drift van macrofauna en de verandering in het bodemprofiel. Tijdens een meetdag zijn benedenstreams van de meetgoot (zie hoofdstuk 3.1.2) nog enkele fysische en chemische parameters gemeten, te weten;

- elektrisch geleidingsvermogen ($\mu\text{S}/\text{cm}$);
- lichtintensiteit (lux);
- pH;
- temperatuur ($^{\circ}\text{C}$);
- zuurstofgehalte (mg/l).

Bovenstreams van de meest bovenstreams geplaatste MOC vond de ijkmeting plaats voor het gesuspendeerde materiaal. Deze ijkmeting wordt uitgevoerd op 0.4 maal de diepte van de waterkolom. Deze afstand is gekozen omdat deze diepte representatief is voor de gemiddelde hoeveelheid getransporteerd materiaal (afgeleid van Gordon, McMahon & Finlayson, 1992). De ijkmeting heeft tot doel om de hoeveelheid gesuspendeerd materiaal bij een bepaalde afvoer te meten en om de verhouding met de MOC- meting vast te stellen. Tijdens de meting wordt een hoeveelheid water (ca. 150 à 200 liter), met behulp van een cilinder die met een stop kan worden afgesloten, uit de waterkolom "geschept". Door het gesuspendeerde materiaal te filtreren m.b.v. een planktonnet (maaswijdte 30 μm) en het gefiltreerde materiaal te drogen bij een temperatuur van 105 $^{\circ}\text{C}$ (gedurende 24 uur) kan de concentratie in (g/m^3) worden berekend. De te verrichten werkzaamheden tijdens het veldwerk zijn in bijlage 2 opgenomen.

3.1.1 Monsternamen gesuspendeerd materiaal en sedimentvracht

Voor het bemonsteren van het door de beek getransporteerde gesuspendeerd materiaal wordt gebruik gemaakt van vier MOC's (Mineral and Organic matter Collector). De MOC bestaat uit een binnen- en buitenemmer, waarvan de buitenemmer in de beekbodem is gegraven. De binnenemmer (diameter 0.25 m, diepte 0.26 m) die bij aanvang geheel gevuld is met kraanwater, past precies in de buitenemmer. Over het geheel wordt een stalen plaat (lengte 0.45 m, breedte 0.40 m) geplaatst met daarin twee gaten met een diameter van 0.04 m (onderlinge afstand 0.10 m). In het deksel van de binnenemmer zijn twee gaten gemaakt waarin de twee pijpjes achter elkaar zijn geplaatst, het voorste pijpje vangt het gesuspendeerde materiaal uit de waterkolom weg, het achterste pijpje werkt als "zuiger" (voor de meting zijn de pijpjes m.b.v. een stop afgesloten). De MOC is in figuur 3.1 weergegeven. De werking van de MOC berust deels op de vergelijking van Bernoulli (zie onderstaande vergelijking) en de zuigende kracht van het achterste pijpje.

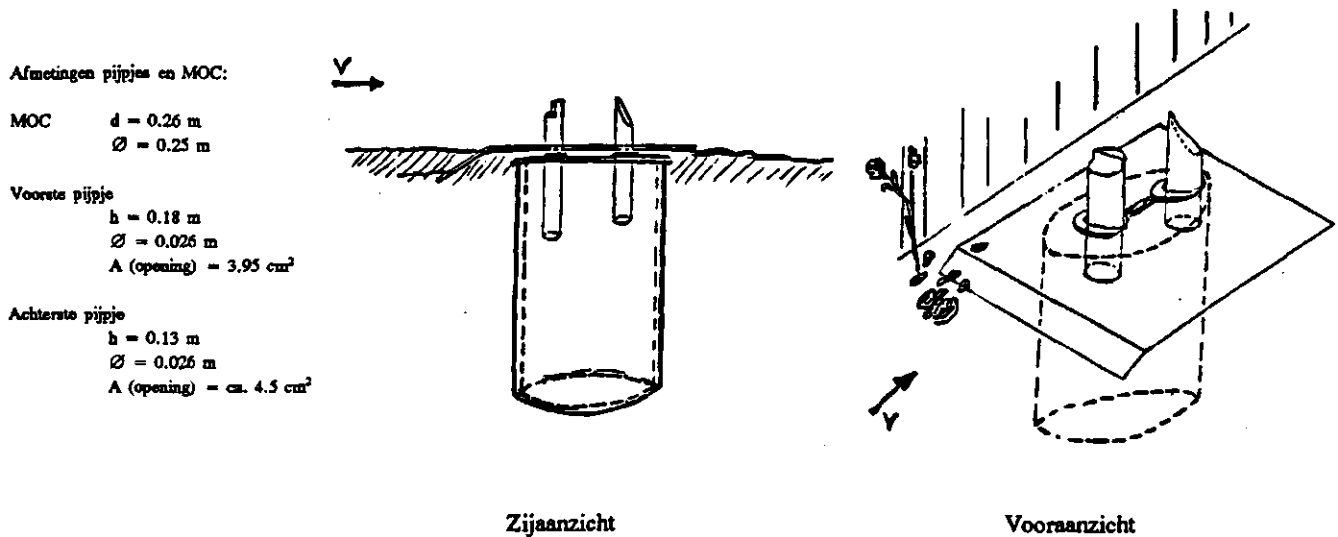
$$p/\rho g + V^2/2g + z = \text{constant}$$

Waarin:

p	= druk (N/m^2) \rightarrow ($\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$)
ρ	= dichtheid water (kg/m^3)
g	= versnelling zwaartekracht (m/s^2)
V	= stroomsnelheid (m/s)
z	= hoogte (m)

Door de druk die de waterkolom op het water in de binnenemmer uitoefent stroomt er water met gesuspendeerd materiaal de binnenemmer binnen. Met andere woorden de snelheid van massastroom die een gesloten oppervlak ingaat, is gelijk aan de snelheid van de massastroom bij een

gegeven oppervlak, in dit geval de natte dwarsdoorsnede van de beek (Gordon, McMahon & Finlayson, 1992). De binnenemmer is dermate groot dat de gesuspendeerde deeltjes de MOC niet kunnen verlaten via het achterste pijpje, maar tot bezinking komen en zo op de bodem van de emmer blijven liggen.



Figuur 3.1 Bouwplan MOC (Mineral and Organic matter Collector)

De MOC wordt gedurende 12 à 24 uur geopend (door de stop uit de opening van de pijpjes te halen) voor de bemonstering van het gesuspendeerde materiaal. De opening van het voorste pijpje is op 0.4 maal de diepte geplaatst (vanaf de beekbodem gerekend), dit om dezelfde reden als de plaats waar de ijkmeting plaatsvindt. De stroomsnelheid is zowel links als rechts (met de Sensa RC2 stroomsnelheidsmeter) van het pijpje gemeten en eveneens op 0.4 maal de diepte. Dit is de diepte waarop de gemiddelde stroomsnelheid het meest representatief wordt gemeten (Gordon, McMahon & Finlayson, 1992). De stroomsnelheid wordt door de meter in m/s gegeven op 3 decimalen nauwkeurig. Er is gestreefd zoveel mogelijk stroomsnelheidsmetingen voor de opening van de MOC te verrichten, zodat de gemiddelde waarde van de gemeten stroomsnelheden de werkelijke gemiddelde stroomsnelheid het dichtst benaderd.

Om de hoeveelheid sedimentvrucht te bepalen is bij een bepaalde afvoer gebruik gemaakt van vier sedimentvallen ($d = 0.10 \text{ m}$, $\varnothing = 0.095 \text{ m}$) die net als de MOC's zijn ingegraven. Voordat de sedimentvallen worden ingegraven, zijn ze gevuld met kraanwater en voorzien van een deksel met in het midden daarvan een gat ($\varnothing = 3.8 \text{ cm}$) waarin het schuivend en "springend" materiaal valt. De opening van het gat wordt voor de meting afgesloten met tape. De meetduur is afhankelijk van het ingevallen materiaal. Is er een zodanige hoeveelheid materiaal in de sedimentval gekomen, dan wordt deze uit de beekbodem gehaald. De stroomsnelheid wordt op 0.4 maal de diepte en boven de opening van de sedimentval gemeten.

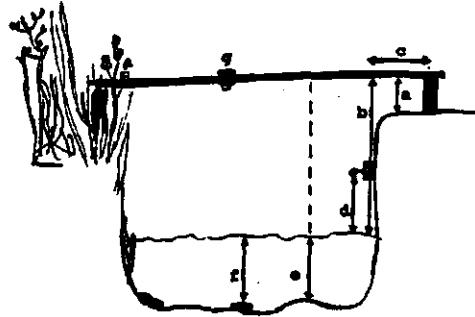
3.1.2 Bodemprofielopname en afvoermetingen

In het traject zijn twee dwarsprofielen geplaatst, deze profielen staan loodrecht op de lengte-as van de beek. Verandering in bodemhoogte wordt gemeten aan de hand van het bodemdwaarsprofiel zoals opgesteld in figuur 3.2. Optredende processen als sedimentatie, transport van materiaal en erosie (bij hoge afvoeren) kunnen mogelijk verklaard worden bij verschillende stroomsnelheden. Om de vijf centimeter worden de afstanden a (droge meting) of e (natte meting) gemeten en vervolgens de afstanden b en c zowel bij de linker en rechter oever.

Het bodemprofiel wordt als volgt berekend:

- $-(d-b+a)$, voor de droge metingen;
- $-(d+e)$, voor de natte metingen.

Stroomsnelheden worden om de 10 cm gemeten op 0.4 maal de diepte (alleen bij de natte metingen).

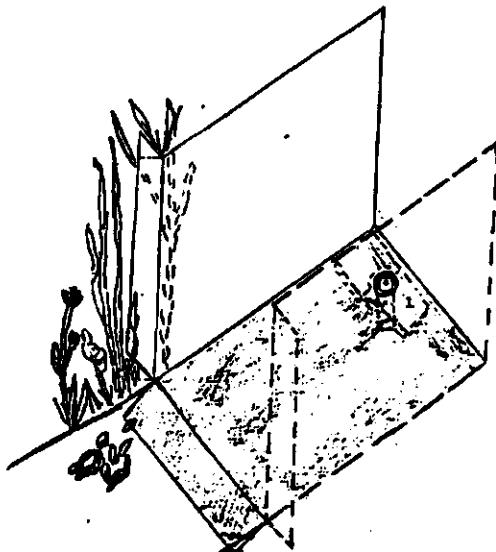


- a = afstand ring → grond (droge meting)
- b = afstand ring → wateroppervlak (linker- /rechteroever)
- c = afstand ring → linker- /rechteroever
- d = afstand ijkooy → wateroppervlak
- e = afstand wateroppervlak → beekbodem (natte meting)
- f = afstand ijkpaaltje → wateroppervlak
- g = verstelbare ring

Figuur 3.2 Bodemprofiel met de te meten afstanden.

Gedurende het onderzoek wordt het heersende debiet, bij elke meting, berekend uit de gevonden waarden gemeten bij de meetgoot. De afvoermeetgoot (figuur 3.3) bestaat uit een metalen plaat ($b = 0.95$ m, $l = 0.90$ m), die over de gehele breedte van de beek ligt. Onder deze plaat zijn zes tegels waterpas op de beekbodem gelegd. Op de plaat zelf zijn vijf markeringen over de breedte aangebracht waar de waterdiepte en de stroomsnelheid (op 0.4 maal de diepte) wordt gemeten. Voor het debiet neemt men de waarde van de gemiddelde diepte maal de breedte van de plaat en te vermenigvuldigen met de gemiddelde waarde van de stroomsnelheid, in formule:

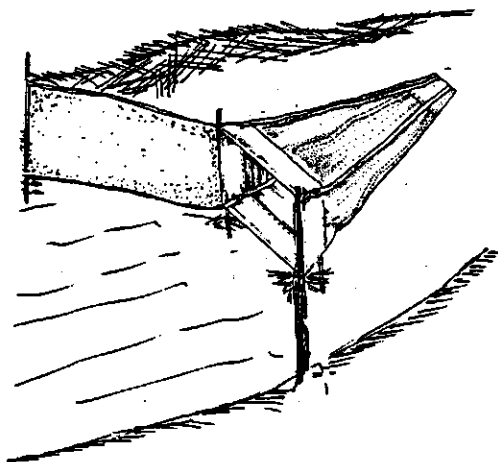
$Q = (d * b) * V$	Waarin: $Q =$ debiet (m^3/s) $d =$ gemiddelde diepte (m) $b =$ breedte meetgoot (m) $V =$ gemiddelde stroomsnelheid (m/s)
-------------------	--



Figuur 3.3 Schematische weergave van de meetgoot.

3.1.3 Monsternamen macrofauna

Veel groepen die tot de macrofauna worden gerekend, worden continu blootgesteld aan de stroming in de beek. Gevolg hiervan is dat bepaalde groepen van de macrofauna met de stroom worden meegevoerd (= drift). Om de mate van drift te koppelen aan bepaalde afvoeren wordt gedurende één à twee uur een driftnet (figuur 3.4) in de beek geplaatst. Dit driftnet overspant de gehele beek zodat de macrofauna die met de stroom wordt meegevoerd in het net terecht komt. Tevens komt er tijdens de monsternamen organisch materiaal in het net, deze hoeveelheid is een maat voor het getransporteerde grof organisch materiaal bij een bepaalde afvoer. De maaswijdte van het driftnet bedraagt 0.5 mm.



Figuur 3.4 Driftnet

3.2 Laboratoriumprocedure

Het bemonsterde gesuspendeerde materiaal en sedimentvracht wordt in het laboratorium gedroogd en opgeslagen. Macrofauna die in het driftnet terecht is gekomen wordt uit het organisch materiaal gezocht, door het te verdelen in verschillende fracties en de organismen met een pincet in plastic potjes met alcohol te bewaren. De verkregen gegevens worden in een spreadsheet opgeslagen, waarna de resultaten in grafiek- of tabelvorm gepresenteerd kunnen worden.

In de onderstaande hoofdstukken zijn de stappen van de laboratoriumprocedure in detail beschreven.

3.2.1 Bepaling van transport gesuspendeerd materiaal en sedimentvracht

Gesuspendeerd materiaal dat door de MOC's uit de waterkolom is bemonsterd wordt afgeschonken boven een planktonnet. Het materiaal dat in de MOC is achtergebleven wordt overgespoeld in een bekeerglas (dat voldoende groot is, ca. 600 ml). Het achtergebleven materiaal in het planktonnet groter dan 30 μm wordt ook overgespoeld in het bekeerglas. De hoeveelheid materiaal dat door de vier sedimentvallen is verzameld kan direct in de bekeerglazen worden overgespoeld, omdat het volume aan water veel geringer is dan bij de MOC's. De bekeerglazen worden alle in de droogstoof (Heraeus, type KIG 800), gedurende 24 uur bij een temperatuur van 105 °C geplaatst. Nadat de monsters gedroogd zijn, wordt met een puntig voorwerp gecontroleerd of het monster daadwerkelijk droog is. Na handwarm afkoelen worden de monsters gewogen. Daarna wordt het drooggewicht omgerekend naar (g/h), voor de hoeveelheid gesuspendeerd materiaal respectievelijk sedimentvracht.

Van deze stoofdrome monsters zijn de deeltjes met een diameter > 2 mm gescheiden van de overige fracties. Hiervoor zijn twee zeven gebruikt met een maaswijdte van 4 mm en 2 mm. Materiaal > 2 mm is daarna gescheiden naar organisch- en anorganisch materiaal en apart

gewogen op een bovenweger. Het anorganisch materiaal dat een grotere diameter heeft dan 4 mm is verder ingedeeld naar de klassen 4-8 mm, 8-16 mm en 16-32 mm en apart gewogen. Voor de fractie groter dan 32 mm (voor zover aanwezig) is de diameter met een lineaal bepaald en gewogen.

3.2.2 Organisch stofbepaling en korrelgrootte-analyse

De fractie < 2 mm, die overblijft nadat bovengenoemde handelingen zijn verricht, wordt gewogen en geroerd, waarna een gedeelte (of bij kleinere hoeveelheden het gehele monster) in een kroesje wordt gebracht. Het kroesje met het monster wordt gewogen en gedurende drie uur in een snelverasser (type SVD 95) gezet bij een temperatuur van 800 °C. Na afkoelen (gedurende 45 min.) in een exsiccator wordt het kroesje met monster opnieuw gewogen.

Het organisch stofgehalte wordt berekend door als eerste het gloeiverlies te berekenen en vervolgens het organisch stofgehalte.

$W_{gv} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_0}$	<p>waarin:</p> <p>W_{gv} = gloeiverlies op basis van stoofdrome grond, in % (m/m);</p> <p>m_3 = massa van kroesje + gegloeid monster (inclusief deksel), in g;</p> <p>m_2 = massa van kroesje + stoofdrome grond (inclusief deksel), in g;</p> <p>m_0 = massa leeg kroesje (inclusief deksel), in g.</p>
--	--

Indien het gehalte van de fractie kleiner dan 2 µm (kleimineralen) en het mogelijk aanwezige vrij ijzer groter is dan 10% dient het organisch stofgehalte gecorrigeerd te worden met onderstaande formule, omdat het gebonden water in deze fractie niet bij 105 °C verloren gaat.

$W_{oa} = W_{gv} - (0,07 * \rho(\leq 2 \mu m) - 0,12 * \rho(Fe_2O_3))$	
<p>waarin:</p>	
W_{oa}	= het gehalte aan organische stof op basis van stoofdrome grond, in % (m/m);
W_{gv}	= het gloeiverlies op basis van stoofdrome grond, in % (m/m);
$\rho(\leq 2 \mu m)$	= het gehalte aan delen $\leq 2 \mu m$, in % (m/m);
$\rho(Fe_2O_3)$	= het gehalte aan vrij ijzer uitgedrukt als Fe_2O_3 , in % (m/m), indien dit gehalte hoger is dan 5 % (m/m).

Nadat de monsters zijn verast worden de monsters gefractioneerd met behulp van een zeefschud-machine (Haver, type EML 200-80). De maaswijdte van de zeven is zo gekozen dat deze overeenkomt met de Wentworthschaal in mm (Tolkamp, 1980). Hiervan is de kleinste zeefmaaswijdte 0.063 mm en de grootste zeefmaaswijdte 1.00 mm. De zeven zijn op elkaar gezet en 20 minuten geschud bij een intervalstand van 45 sec. en vibratieintensiteit 7. In tabel 3.1 zijn de korrelgrootteklassen weergegeven die corresponderen met de rekenkundige reeks uit de tabel. Hoe deze reeks wordt berekend is te zien in bijlage 3. De massa van iedere fractie wordt aan de hand van cumulatieve frequentie-verdeling berekend (zie ook bijlage 3).

Nadat de berekeningen zijn uitgevoerd wordt het aandeel van de fracties, van het getransporteerde gesuspendeerde materiaal en sediment, getoond in een zogenaamde Q1MdQ3-grafiek. Vergelijking van het bezonken materiaal in de sedimentvallen met het diagram van Hjølström is hierdoor mogelijk. Het aandeel van iedere fractie van de MOC's is omgerekend naar (g/h) en uitgezet tegen het debiet. Tevens is het drooggewicht van het organisch materiaal > 0.5 mm afkomstig uit het driftnet bepaald.

Fraction (mm)	Phi value ($-\log_2$ fraction)	Sieve mesh (mm)	Phi index of fraction(Doegias)	Name of fraction
128-256	-7	rule	8	cobbles
64-128	-6	rule	7	cobbles
32- 64	-5	rule	6	large pebbles
16- 32	-4	16(round)	5	small pebbles
8- 16	-3	8(round)	4	coarse gravel
4- 8	-2	4(square)	3	medium gravel
2- 4	-1	2(square)	2	fine gravel
1- 2	0	1(square)	1	very coarse sand
0.500- 1	1	0.500(square)	1	coarse sand
0.250-0.500	2	0.250(square)	2	medium sand
0.125-0.250	3	0.125(square)	3	fine sand
0.050-0.125	4	0.050(square)	4	very fine sand
0-0.050	5-10	pipette	0	silt and lutum

Tabel 3.1 Korrelgrootte-klassen volgens Wentworthschaal.

3.2.3 Uitzoeken en determinatie macrofauna

Het driftnet-monster wordt na de eerste velddag in het laboratorium in een koelkast, bij een temperatuur van circa 6 °C, onder beluchting bewaard. Beluchting en lage temperatuur zijn noodzakelijk om eventuele mortaliteit of predatie tegen te gaan. Het uitzoeken van macrofauna is de dag na monsternamen direct gestart. Binnen 48 uur is het driftnet-monster uitgezocht.

Voordat met het uitzoeken wordt begonnen, wordt het monster (organisch materiaal met de macrofauna) over vier zeven uitgespoeld die opééngestapeld zijn en zo dat de zeef met de kleinste zeefmaaswijdte zich onderaan bevindt. De gebruikte zeefmaaswijdten zijn: 2.0 mm, 0.85 mm, 0.50 mm en 0.30 mm. De fractie die achter op de zeef blijft (inclusief de macrofauna) wordt in een witte fotobak overgespoeld. Nadat elke fractie in één van de fotobakken is overgespoeld wordt gecontroleerd of organismen in de zeven zijn achtergebleven. Is een organisme op de zeef blijven zitten, dan wordt deze voorzichtig met de vingers of pincet in één van de fotobakken gebracht. Het verdelen van het monster in de genoemde fracties vergemakkelijkt het uitzoeken. Tevens wordt een deel van elke fractie in een aparte fotobak overgebracht zodat men er zeker van is dat alle dieren verzameld zijn.

De aanwezige macrofauna wordt in alcohol (70%) geconserveerd. Organismen behorend tot de *Hydracarina* (watermijten) dienen in een Koenike-oplossing (2/10 azijnzuur, 5/10 glycerine en 3/10 water) te worden geconserveerd. *Turbellaria* (platwormen, orde *Tricladida*) zijn levend gedetermineerd, dit omdat ze in alcohol of een andere oplossing onherkenbaar samentrekken. De dieren zijn wel enige tijd in een platte schaal met water (in een koele ruimte) in leven te houden, maar zijn zo gevoelig voor temperatuursveranderingen en kleine beschadigingen dat het gehele dier desintegreerd (den Hartog, 1962). Zaak is deze dieren zo spoedig mogelijk te determineren.

Nadat alle organismen zijn verzameld wordt het monster voorzien van een etiket met datum en naam van de beek zodat later geen verwarring over het monster kan ontstaan. Op een later tijdstip wordt de macrofauna gedetermineerd. Niet in het onderzoek opgenomen zijn lege huizen van *Gastropoda* (slakken) en kokers van *Trichoptera* (kokerjuffers). Ook delen van organismen zijn niet meegenomen in het onderzoek.

Voor het determineren van de macrofauna is gebruik gemaakt van een binoculair (vergrotingen 6, 12, 25 en 50 * 10), ook werden met het blote oog groepen van de macrofauna op naam gebracht. Voor het op naam brengen van de macrofauna zijn sleutels gebruikt uit diverse literatuur. In de aquatische ecologie is het gebruikelijk dat de macrofauna tot op soortsniveau wordt gedetermineerd, omdat hiermee uitspraken kunnen worden gedaan over de waterkwaliteit of mate van organische belasting (saprobie-indexen). In dit onderzoek is de macrofauna tot op taxonomische hoofdgroep, familie of soort gebracht. Dit omdat de tijd ontbrak voor een gedetailleerde determinatie. Tevens kan de toestand van de beek beschreven worden aan de hand van de trofische niveau's (voedingswijze) waarin de macrofauna kan worden onderverdeeld en het habitat die de organismen bewonen. Niet elke groep van de macrofauna staat onder stress van de stroming in de beek. *Oligochaeta* (borstelwormen) bijvoorbeeld graven zich in het sediment, zodat enige informatie over in het substraat bewonende organismen gemist wordt.

In tabel 3.2 is te zien tot op welk niveau de macrofauna is gedetermineerd.

Klasse/orde	Determinatieniveau			
	Klasse	Orde	Familie	Soort (taxa)
<i>Tricladida</i>				*
<i>Diptera</i> ¹			*	
<i>Ephemeroptera</i>		*		
<i>Plecoptera</i>		*		
<i>Coleoptera</i> ²		*		
<i>Trichoptera</i>			*	
<i>Collembola</i>		*		
<i>Hydracarina</i>		*		
<i>Amphipoda</i>			*	
<i>Gastropoda</i>	*			

1 Organismen behorend tot de suborde *Brachycera* (vliegenlarven) zijn niet op familienaam gebracht, maar is alleen in de resultaten opgenomen als suborde.

2 Van deze groep zijn zowel de larven als adulte exemplaren opgenomen en onder één noemer gebracht.

Tabel 3.2 Determinatieniveau met betrekking op de macrofauna.

4 AFVOER IN RELATIE TOT GETRANSPORTEERD MATERIAAL EN DRIFT

4.1 Afvoerpatroon en transport van materiaal

De verzamelde resultaten van het gesuspendeerd materiaal en de sedimentvracht zijn alle omgerekend naar aantal gram per uur en uitgezet tegen het debiet. In totaal zijn er zeven metingen verricht waarvan de ijkmetingen de werkelijke hoeveelheid gesuspendeerd materiaal weergeven bij bepaalde afvoeren (in m³/s). Data en debiet van de zeven metingen zijn weergegeven in tabel 4.1.

Code	Datum	Debiet (m ³ /s)	Standaard-deviatie	Code	Datum	Debiet (m ³ /s)	Standaard-deviatie
Eerste meting	19-07-'94	0.0113	0.00217	Vijfde meting	14-09-'94	0.0105	0.00095
Tweede meting	02-08-'94	0.0135	0.00055	Zesde meting	27-09-'94	0.0126	0.00020
Derde meting	16-08-'94	0.0116	0.00090	Zevende meting	13-10-'94	0.0127	0.00047
Vierde meting	30-08-'94	0.0132	0.00026				

Tabel 4.1 Debietmetingen behorend bij de monsternamen.

4.1.1 Gesuspendeerd materiaal

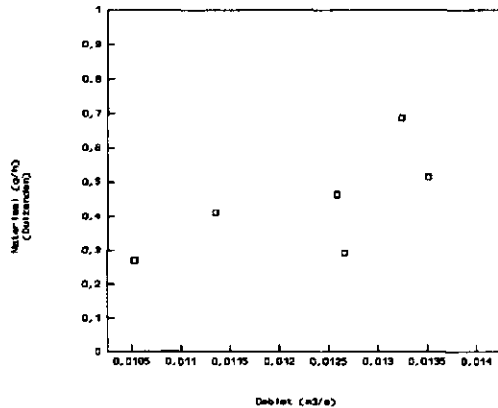
Gedurende de meetperiode is gebruik gemaakt van verschillende methoden om het gesuspendeerd materiaal te bemonsteren, zie meetschema tabel 4.2.

Meting	Totaal (g/h)	Minerale delen (g/h)	Organisch materiaal (g/h)
Eerste	410.25 : 1.16 = 354 : 1	328.76 : 1.07 = 307 : 1	81.49 : 0.093 = 876 : 1
Tweede	514.68 : 0.85 = 606 : 1	399.84 : 0.70 = 571 : 1	114.84 : 0.150 = 766 : 1
Derde	-	-	120.00 : 0.120 = 1000 : 1
Vierde	687.94 : 1.27 = 542 : 1	549.01 : 1.08 = 508 : 1	138.93 : 0.200 = 694 : 1
Vijfde	270.04 : 1.14 = 237 : 1	151.75 : 1.03 = 147 : 1	117.57 : 0.110 = 1069 : 1
Zesde ⇐ ⇐ (1,2,3,4)	464.06 : 0.58 = 800 : 1	342.94 : 0.46 = 746 : 1	122.64 : 0.130 = 943 : 1
Zesde ⇐ (5,6)	464.06 : 1.57 = 296 : 1	342.94 : 1.45 = 237 : 1	122.64 : 0.120 = 1022 : 1
Zevende ⇐ ⇐ (1,3)	292.80 : 0.53 = 552 : 1	138.98 : 0.41 = 339 : 1	153.83 : 0.120 = 1281 : 1
Zevende ⇐ (2,4)	292.80 : 0.36 = 813 : 1	138.98 : 0.27 = 515 : 1	153.83 : 0.100 = 1538 : 1
N.B.: De nummers en afbeeldingen bij de metingen geven de nummers van de MOC weer respectievelijk de gebruikte voorste en achterste pijpjes.			

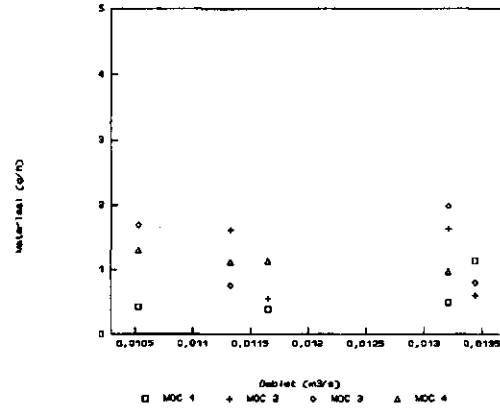
Tabel 4.2 Meetschema meetperiode en verhouding Ijkmeting : MOC's voor het totaal-, mineraal- en organisch materiaal.

Voor de bespreking van de resultaten dient eerst het één en ander te worden opgemerkt. De waarde van de ijkmeting op 16-08-'94 is niet verwerkt in de grafiek vanwege de grote afwijkende waarde vergeleken met de andere ijkmetingen (bijlage 4). De afwijkende waarde komt doordat al enig materiaal (zand), dat niet afkomstig was uit de beek, in het planktonnet bevond. Deze is voor de bespreking van de resultaten dan ook weggelaten. Tevens is er tijdens het veldwerk herhaaldelijk opwervend zand waargenomen bij de achterste pijpjes van de MOC's.

In onderstaande grafieken is het totale gesuspendeerde materiaal van de ijkmetingen en MOC's van de eerste vijf metingen uitgezet tegen het debiet. Van deze waarden kunnen de verhoudingen tussen de ijkmeting en MOC's worden vastgesteld. Formules en berekeningen zijn weergegeven in bijlage 4 en 5. De berekende waarden staan afgebeeld in de figuren 4.1 en 4.2.



Figuur 4.1 Totaal gesuspendeerd materiaal ijkmetingen.



Figuur 4.2 Totaal gesuspendeerd materiaal MOC's.

In figuur 4.2 zijn niet de waarden opgenomen die een grote afwijking hebben ten opzichte van de andere MOC's (bijlage 6). De MOC's waarbij afwijkingen in de berekende waarden te zien zijn, is tijdens het veldwerk het volgende waargenomen; opwervend zand bij het achterste pijpje. Op 16-08-'94 was het voorste pijpje te laag ingesteld, zodat mogelijk "springend" zand in de MOC terecht is gekomen. De afwijkingen zullen dus terug te vinden zijn in de minerale fractie van het monster. Om dit na te gaan zijn de veraste monsters gefractioneerd en omgerekend naar g/h, zie bijlage 7. Hieruit blijkt dat het aandeel van de minerale delen in de grovere fracties afwijkt van de andere MOC's. In tabel 4.3 zijn de MOC's met afwijkende waarden opgenomen en de waarneming in het veld.

Code	Datum	Debiet (m ³ /s)	Afwijkende waarde in de fractie(s)	Waarneming
MOC 1	19-07-'94	0.0113	0.25-0.5mm, 0.5-1.0mm 1.0-2.0mm en 2.0-4.0mm	opwervend zand bij achterste pijpje
MOC 4	02-08-'94	0.0134	0.5-1.0mm en 1.0-2.0mm	beïnvloeding t.g.v ijkmeting
MOC 3	16-08-'94	0.0116	0.063-0.125mm, 0.125-0.25mm en 0.25-0.5mm	voorste pijpje te laag ingesteld
MOC 2	14-09-'94	0.0105	0.125-0.25mm, 0.25-0.5mm en 0.5-1.0mm	opwervend zand bij achterste pijpje

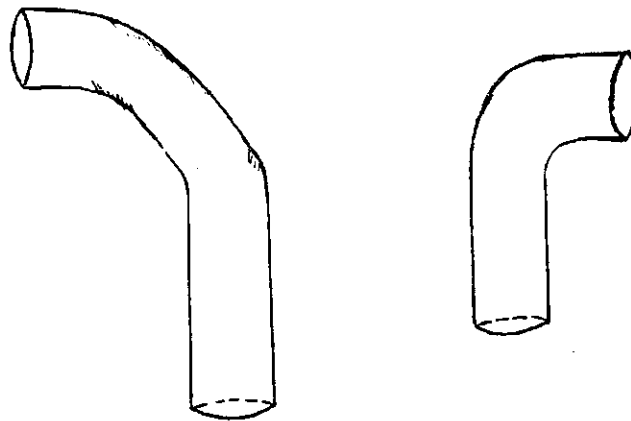
Tabel 4.3 MOC's met aantoonbare afwijkende waarden in de verschillende fracties.

De afwijkingen worden waarschijnlijk veroorzaakt door opwervend zand dat via het achterste pijpje in de MOC sedimenteerd. Mogelijk is dit de oorzaak van de gebruikte vorm van de pijpjes. Dit was aanleiding om het systeem te testen met anders gevormde pijpjes, zie meetschema tabel 4.2. Bij de zesde meting waren de MOC's uitgerust met pijpjes zoals afgebeeld in figuur 4.3. Op 30-08-'94 zijn tussen dwarsprofiel en meetgoot (MOC 5) en benedenstreams de meetgoot (MOC 6, figuur 1.2) twee extra MOC's ingegraven. Beide MOC's werden uitgerust met een voorste pijpje zoals in figuur 4.3, maar het achterste pijpje werd niet vervangen door een gebogen pijpje.

Specificaties pijpjes:

Voorste pijpje:
 $l = 0.26 \text{ m}$
 $\varnothing = 0.026 \text{ m}$
 $A (\text{opening}) = 8.04 \text{ cm}^2$

Achterste pijpje:
 $l = 0.16 \text{ m}$
 $\varnothing = 0.026 \text{ m}$
 $A (\text{opening}) = 8.04 \text{ cm}^2$

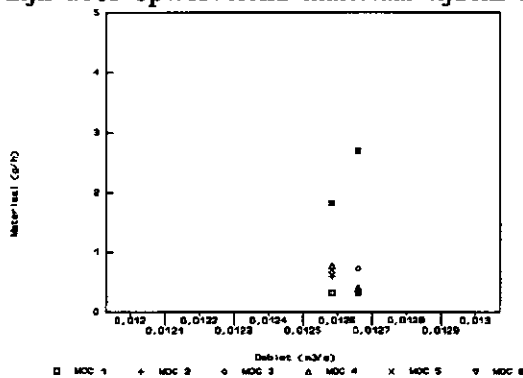


Voorste pijpje

Achterste pijpje

Figuur 4.3 Afbeelding van voorste en achterste pijpje tijdens de zesde meting (27-09-'95, debiet 0.0126 m³/s).

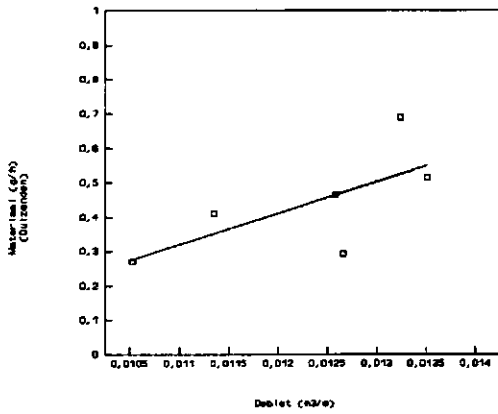
Voor de zevende meting waren MOC 1, 3 en 6 uitgerust met dezelfde pijpjes zoals die gebruikt zijn voor de vier MOC's van de zesde meting. MOC 2, 4 en 5 werden uitgerust met een gebogen achterste pijpje en het voorste pijpje van figuur 3.1. De resultaten zijn weer omgerekend naar g/h. De waarden van de twee laatste metingen zijn in figuur 4.4 verwerkt. Bij de zevende meting zijn twee MOC's met dezelfde pijpjes met elkaar vergeleken. Dit omdat MOC 5 en 6 beïnvloed zijn door opwervend materiaal tijdens het uithalen van het driftnet. Het bemonsterde materiaal



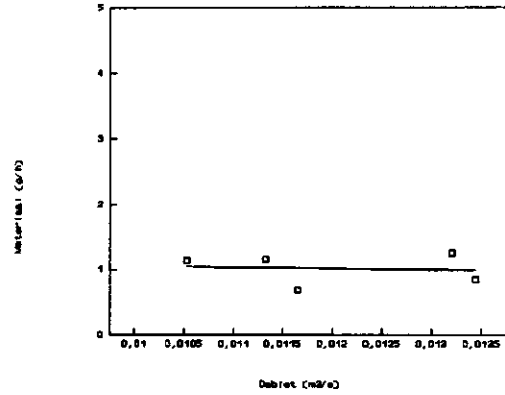
Figuur 4.4 Totaal gesuspendeerd materiaal MOC's.

tijdens de zesde meting ligt lager dan de eerste vijf metingen. De onderlinge verschillen zijn klein en er is geen storing opgetreden van opwervend materiaal. MOC 5 en 6 uitgerust met een recht achter-pijpje laten een hogere waarde zien voor het gesuspendeerd materiaal. Door het grotere oppervlak van het achterste pijpje is het "zuigend" effect groter, waardoor meer materiaal in de MOC sedimenteerd. De waarden van MOC 1 t/m 4 van de zevende meting liggen dicht bij elkaar ondanks dat de voorste pijpjes een andere constructie hebben. Van grote invloed op de hoeveelheid gesuspendeerd materiaal is blijkbaar de keuze van een recht of gebogen achterste pijpje.

Wordt een recht pijpje verkozen boven een gebogen pijpje dan is de kans groot dat opwervend zand door het pijpje in de MOC sedimenteerd. Tevens zijn de gemiddelde waarden van het totale gesuspendeerde materiaal van de MOC's uitgezet tegen het debiet. Niet in de berekening meegenomen zijn de MOC's uit tabel 4.3. Voor de verschillende waarden is ook de lineariteit berekend door middel van enkelvoudige regressie, figuur 4.5 en 4.6.

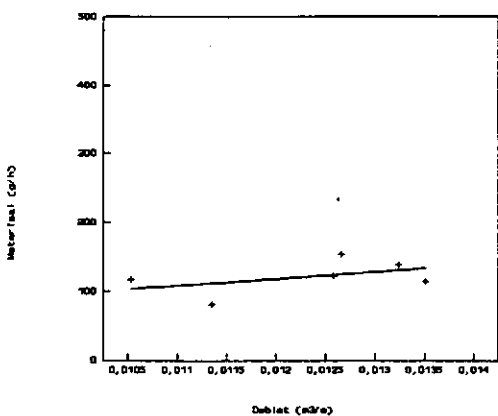


Figuur 4.5 Totaal gesuspendeerd materiaal ijkmetingen, ($r = 0.683063$).

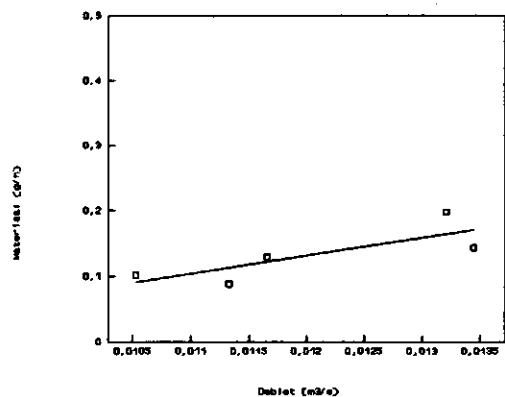


Figuur 4.6 Gemiddelde waarden MOC's gesuspendeerd materiaal, ($r = 0.097668$).

De twee figuren geven een totaal ander beeld voor het getransporteerde materiaal weer. Het gesuspendeerde materiaal van de ijkmetingen neemt bij geringe debiet-verschillen wel toe. Voor de gemiddelde waarden van de MOC's geldt dat de hoeveelheid gesuspendeerd materiaal bij geringe debiet-verschillen niet toeneemt. De debietmetingen geven het gemiddelde weer over twee dagen (tabel 4.1 en bijlage 8). In bijlage 8 is per meting het debiet berekend, hiervan is ook de standaarddeviatie berekend, tabel 4.1. Hieruit volgt dat het debiet op 19-07-'94 varieert van 0.0115 tot 0.0084 m³/s. Hetgeen betekent dat de afvoer gedurende de gehele meetperiode niet opgevat mag worden als een daling of stijging van het debiet. Toch verschillen de ijkmetingen aanzienlijk van elkaar. Het gesuspendeerd materiaal is verder onder te verdelen naar organisch- en mineraal materiaal. Worden de verschillende waarden uitgezet tegen het debiet (bijlage 6), dan geeft het mineraal materiaal hetzelfde beeld weer als figuur 4.5 en 4.6. In figuur 4.7 en 4.8 zijn de waarden van het organisch materiaal van de ijkmetingen en de gemiddelde waarden van de MOC's uitgezet tegen het debiet. Hoewel de correlatie-coëfficiënt voor de MOC-waarden wel op een verband duidt, is dit zoals eerder beschreven niet te wijten aan de debietverschillen. De gemiddelde waarde van MOC 1 t/m 4 van de zesde meting is 0.13 g/h. Voor de laatste meting is de gemiddelde waarde van MOC 1 en 3 0.14 g/h. Deze twee MOC's waren met dezelfde pijpjes uitgerust als MOC 1, 2, 3 en 4 van de zesde meting. Het gemiddelde van de andere twee MOC's is 0.10 g/h (laatste meting).



Figuur 4.7 Organisch gesuspendeerd materiaal ijkmetingen, ($r = 0.464476$).

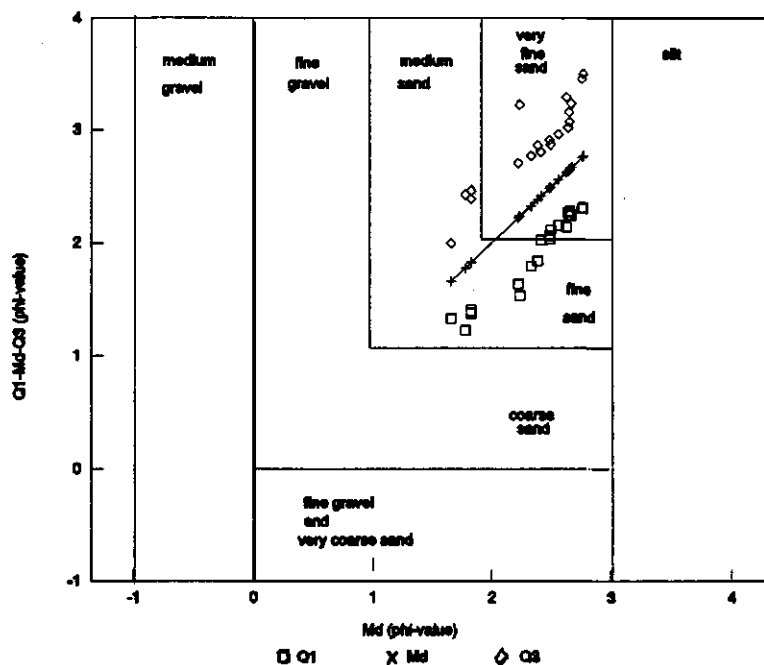


Figuur 4.8 Gemiddelde waarden MOC's, organisch materiaal, ($r = 0.802125$).

In tabel 4.2 zijn de gemiddelde waarden van de MOC's per meting berekend voor het totaal gesuspenseerde materiaal, minerale delen en organisch materiaal. De waarden zijn vergeleken met de ijkmetingen (tabel 4.1). Voor het weergeven van de verhouding tussen de ijkmeting en de derde meting is gebruik gemaakt van de waarde die tot stand is gekomen met enkelvoudige lineaire regressie (alleen voor het gesuspenseerde organische materiaal). Uit de tabel blijkt dat de verhoudingen tussen de ijkmeting en MOC's van de tweede, vierde en zesde (MOC 1,2,3 en 4) meting voor het totaal, mineraal en organisch materiaal gelijk opgaan. Dat dit mogelijk van belang is, wordt duidelijk nadat de verhoudingen tussen het mineraal en organisch materiaal van de ijkmetingen en MOC's met elkaar worden vergeleken. Voor de tweede, vierde en zesde meting geldt voor de verhouding van het mineraal tot het organisch materiaal 5 : 1. Deze verhouding is ook terug te vinden in de ijkmetingen, waarvoor dezelfde verhouding (5 : 1) geldt. Bij de eerste meting ligt de verhouding 12 : 1, terwijl die van de ijkmeting 5 : 1 is.

Om de waarden van de MOC's onderling te kunnen vergelijken is in tabel 4.4 de spreiding berekend tussen de verschillende MOC's. Omdat het debiet gelijk is gebleven tijdens de meetperiode, is tevens de spreiding van de ijkmetingen berekend. De variatiecoëfficiënt geeft de spreiding van de waarden aan. Vergelijkt men de gegevens tussen het totaal-, mineraal en organisch gesuspenseerd materiaal, dan is de spreiding van het gesuspenseerde organisch materiaal kleiner dan het totaal- en mineraal gesuspenseerde materiaal. Gemiddeld genomen hebben MOC 2 en 4 uit de zevende meting de laagste spreiding. Verder liggen de waarden van de spreiding tussen de MOC's en ijkmetingen niet ver uiteen.

In figuur 4.9 zijn de fracties van de MOC- monsters (eerste vijf metingen) in een Q1MdQ3- grafiek weergegeven. Het gesuspenseerde materiaal bestaat uit zeer fijn- tot fijn zand.



Figuur 4.9 Q1-Md-Q3- grafiek gesuspenseerd materiaal MOC- monsters.

Code	Datum	Totaal gesuspendeerd materiaal (g/h)			Mineraal materiaal (g/h)			Organisch materiaal (g/h)		
		Rekenkundig gemiddelde	Standaarddeviatie	Variatiecoëfficiënt	Rekenkundig gemiddelde	Standaarddeviatie	Variatiecoëfficiënt	Rekenkundig gemiddelde	Standaarddeviatie	Variatiecoëfficiënt
MOC 2,3 en 4	19-07-'94	1.16	0.43139	0.37	1.07	0.43064	0.40	0.093	0.01155	0.13
MOC 1,2 en 3	02-08-'94	0.85	0.26851	0.32	0.70	0.24225	0.35	0.150	0.02646	0.18
MOC 1;2 en 4	16-08-'94	-	-	-	-	-	-	0.120	0.02708	0.23
MOC 1,2,3 en 4	30-08-'94	1.27	0.66098	0.52	1.08	0.72124	0.67	0.200	0.07416	0.37
MOC 1,3 en 4	14-09-'94	1.14	0.64506	0.57	1.03	0.64490	0.63	0.110	0.02646	0.24
MOC 1,2,3 en 4	27-09-'94	0.58	0.19621	0.34	0.46	0.21517	0.47	0.130	0.03828	0.29
MOC 5 en 6	27-09-'94	1.57	0.35355	0.23	1.45	0.28284	0.20	0.120	0.07071	0.59
MOC 1 en 3	13-10-'94	0.53	0.27586	0.52	0.41	0.29000	0.71	0.120	0.01414	0.12
MOC 2 en 4	13-10-'94	0.36	0.05000	0.14	0.27	0.06403	0.24	0.100	0.01000	0.10
IJkmetingen	Meetperiode	439.96	154.31755	0.35	318.55	173.55591	0.54	121.33	22.40899	0.18

Tabel 4.4 Spreiding tussen de MOC's en ijkmetingen gedurende de gemeten periode.

Waarin: Rekenkundig gemiddelde =

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

n = aantal waarden
 x_i = individuele waarde
 \bar{x} = rekenkundig gemiddelde

Standaarddeviatie =

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

s = standaarddeviatie

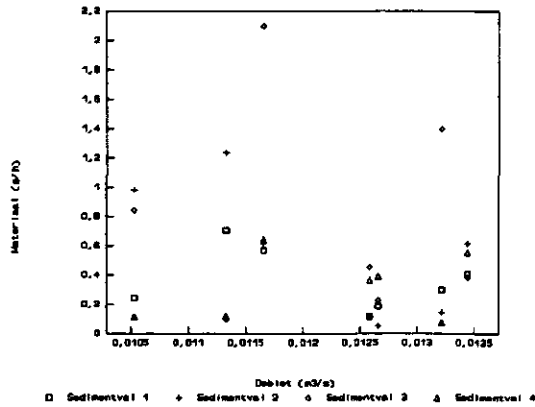
Variatiecoëfficiënt =

$$V = \frac{s}{\bar{x}}$$

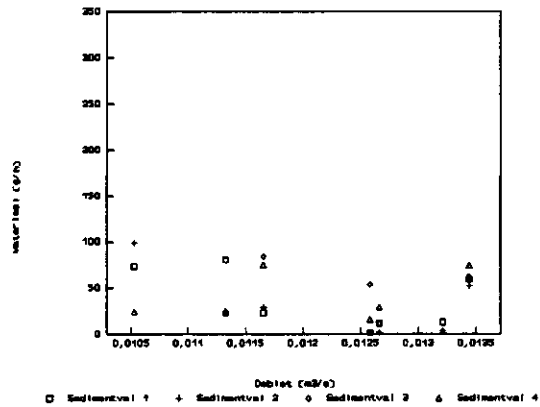
V = Variatiecoëfficiënt

4.1.2 Sedimentvracht

Het schuivend en springend materiaal is bemonsterd met sedimentvallen (figuur 4.13). Organisch materiaal dat bemonsterd is met de sedimentvallen is weergegeven in figuur 4.10. Omdat het organisch materiaal per sedimentval sterk verschilt zijn de waarden verder buiten beschouwing gelaten. Oorzaak van deze verschillen komt doordat als er bijvoorbeeld een klein takje in de sedimentval terecht komt, dit al een grote afwijking teweeg brengt in de hoeveelheid organisch materiaal.



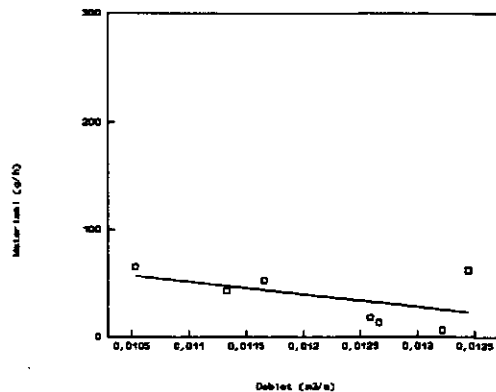
Figuur 4.10 Totaal organisch materiaal sedimentvallen.



Figuur 4.11 Totaal mineraal materiaal sedimentvallen.

In bijlage 6 is het minerale aandeel uitgezet tegen het debiet. Uit de grafiek zijn drie afwijkende waarden te zien. Voor sedimentval 3 op 30-08-'94 en 14-09-'94 en voor sedimentval 2 op 19-07-'94. Deze zijn in figuur 4.10 weggelaten. Verklaring voor de afwijkende waarden voor sedimentval 3 is plaats waar deze was ingegraven. Dit is nabij, vanaf de beekoever gezien, een aflopend gedeelte. Waarschijnlijk is het "hoger" liggend schuivend zand langs de zijkant in de sedimentval terecht gekomen. De waarde van sedimentval 2 kan als een uitschieter worden beschouwd. Tijdens de monsternamen kwam de sedimentval herhaaldelijk omhoog door de opwaartse kracht van de sedimentval. Hierdoor was het noodzakelijk de sedimentval aan te drukken. Mogelijk kwam de sedimentval daardoor te laag te liggen, waardoor er te veel materiaal is bemonsterd.

In figuur 4.12 en tabel 4.5 staan de gemiddelde waarden weergegeven van de sedimentvallen gedurende de meetperiode in g/h. Tevens is in de tabel de standaarddeviatie en de spreiding berekend. De afwijkende waarden zijn achterwege gelaten.



Figuur 4.12 Gemiddelde waarden mineraal materiaal sedimentvallen, ($r = 0.509879$).

Zoals voor het gesuspendeerde materiaal dat bemonsterd is met de MOC's, laat het schuivend en springend materiaal geen verband zien met de afvoer. Waarom dit het geval is, is al ter sprake gekomen in het vorige hoofdstuk. Uit tabel 4.5 blijkt een grote spreiding in de waarden voor het mineraal materiaal dat wordt getransporteerd. Van de sedimentvallen voor de bemonstering van het mineraal materiaal bestaat het deksel waarin een gat zit uit plastic. Hiervan is het oppervlak glad. Het rollend (schuivend) zand ondervindt zo geen weerstand, zoals dat wel gebeurt in een natuurlijke situatie. Om dit probleem te verhelpen zijn de sedimentvallen vervangen door een ander type sedimentval, figuur 4.13. Op de plaat (afgebeeld in figuur 4.13) is een laag (ca. 1mm)

zand aangebracht. Deze laatste methode is echter alleen voor de laatste meting

Datum	Rekenkundig gemiddelde	Standaarddeviatie	Spreiding
19-07-'94	42.88	32.4423	0.76
02-08-'94	61.99	8.9177	0.14
16-08-'94	52.75	31.1432	0.59
30-08-'94	6.30	5.8584	0.93
14-09-'94	65.44	38.3225	0.59
27-09-'94	18.11	24.5999	1.36
13-10-'94	13.32	11.4349	0.86

Tabel 4.5 Gemiddelde waarden sedimentvallen in g/h.

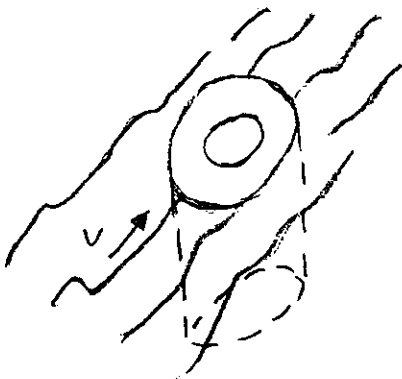
(13-10-'94) gebruikt. De spreiding is echter nog groot te noemen, aangenomen wordt dat dit te maken heeft tot op welke diepte de sedimentval is ingegraven. De sedimentval moet zo ingegraven worden dat de plaat net boven de bodem komt, zodat de sedimentval niet als een put functioneert.

Specificaties:

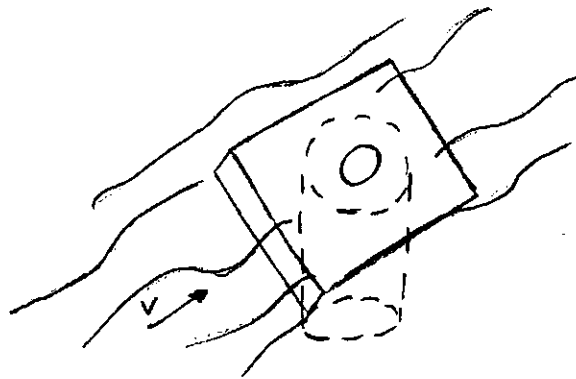
d = 10.0 cm
 \varnothing = 9.5 cm
 A (opening gat) = ca. 11.34 cm²

Specificaties:

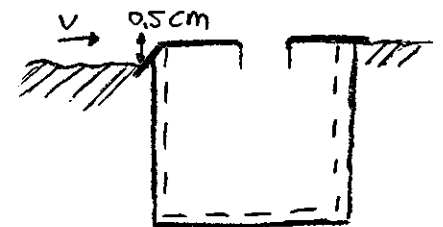
d = 11.0 cm
 \varnothing = 11.5 cm
 A (opening gat) = ca. 9.62 cm²



Oud systeem

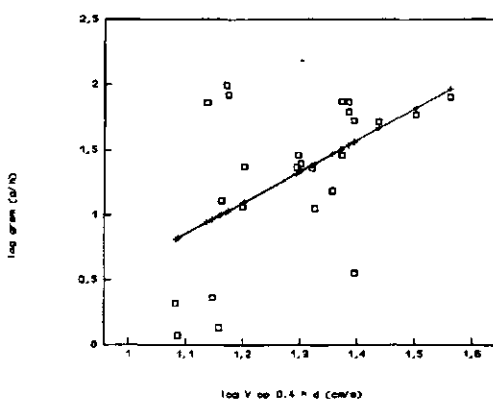


Nieuw systeem



Plaatsing

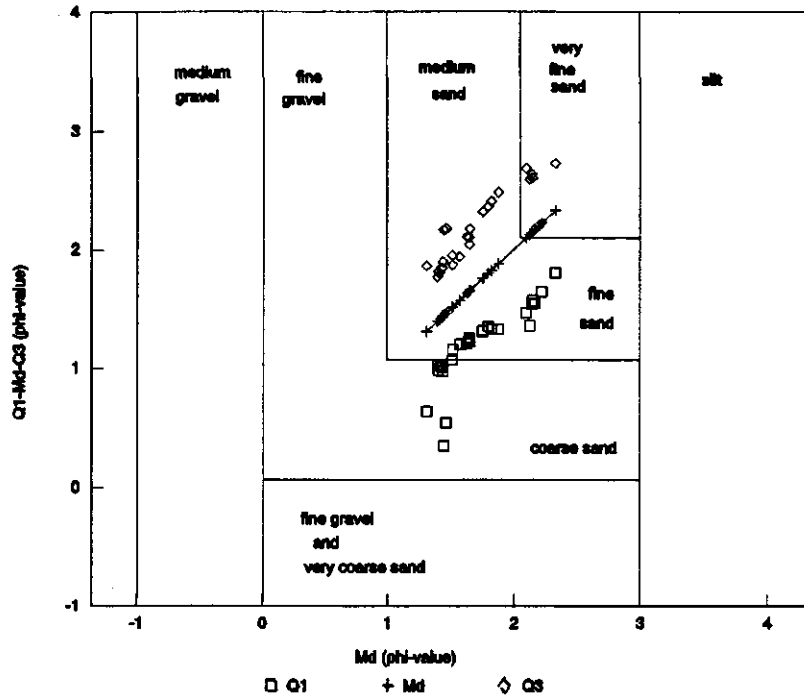
Figuur 4.13 Systeem sedimentvallen eerste zes metingen en laatste meting.



Figuur 4.14 Log g/h mineraal materiaal tegen log $V \cdot 0.4 \cdot d$ (cm/s), ($r = 0.524716$).

Wordt de hoeveelheid mineraal materiaal en de stroomsnelheid omgerekend naar log-waarden, dan is er een zwak verband te zien tussen de stroomsnelheid en het aantal gram materiaal (figuur 4.14). Er is waarschijnlijk een exponentieel verband tussen de stroomsnelheid en het getransporteerde materiaal. De kromme wordt dan voorgesteld als $y = x^n$, waarin n de richtingscoëfficiënt van de lijn is (deze is ca. 2,41).

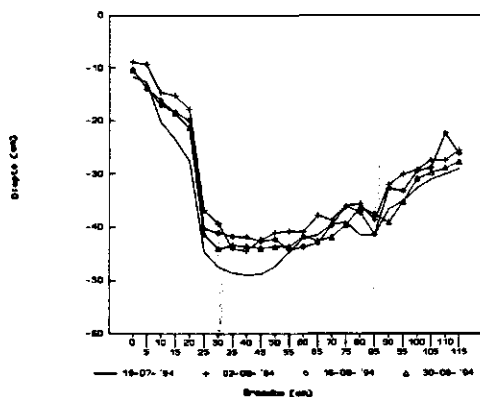
De gefractioneerde monsters zijn weergegeven in een Q1-Md-Q3 grafiek, figuur 4.15. Uit deze grafiek volgt dat het getransporteerde materiaal bestaat uit mediair zand (phi- value 2). Dit komt overeen met de korrelgrootte-fractie 0.125-0.250 mm. De stroomsnelheden liggen tussen de 10 en 30 cm/s. Bij deze stroomsnelheden worden inderdaad deeltjes van deze grootte getransporteerd, uitgaande van het diagram van Hjulström.



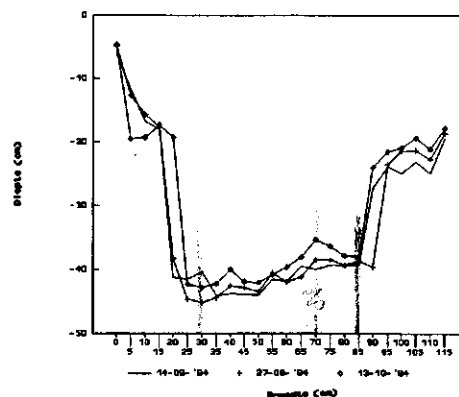
Figuur 4.15 Q1-Md-Q3 grafiek mineraal materiaal sedimentvallen.

4.2 Verticale bodembeweging

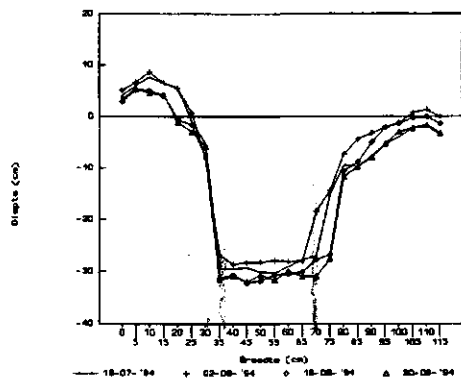
De verticale bodembeweging van de dwarsprofielen 1 en 2 zijn weergegeven in de figuren 4.16 - 4.19. Dwarsprofiel 1 geeft het profiel weer in een bocht, waarvan de linkerzijde de buitenbocht is. Dwarsprofiel 2 geeft het profiel weer over een recht stuk in de beek. Uit de figuren blijkt dat de afstanden, langs de oevers, over de breedte nogal verschillend zijn. Dit komt door de aanwezigheid van veel waterplanten, zodat de droge en natte metingen niet altijd met elkaar corresponderen. Voor de interpretatie van beide profielen is dan ook alleen de breedte genomen van 30 tot 85 cm bij profiel 1 en 35 tot 70 cm voor profiel 2. Voor profiel 1 is dit zelfs noodzakelijk omdat tussen 30-08 en 14-09 de piketpaaltjes door maaiwerkzaamheden los kwamen te zitten. De paaltjes dienden verder de grond ingeslagen te worden met als gevolg dat er een nieuw vast punt werd gekozen voor de droge metingen.



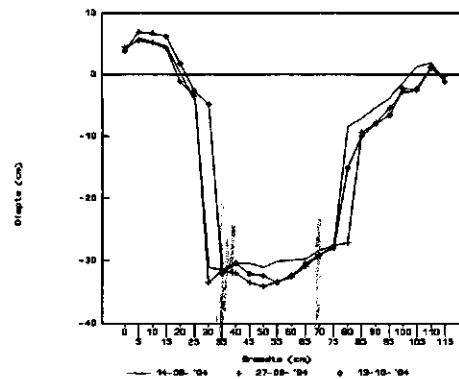
Figuur 4.16 Dwarsprofiel 1, diepte-metingen 19-07 t/m 30-08-'94.



Figuur 4.17 Dwarsprofiel 1, diepte-metingen 14-09 t/m 13-10-'94.



Figuur 4.18 Dwarsprofiel 2, dieptemetingen 19-07 t/m 30-08-'94.



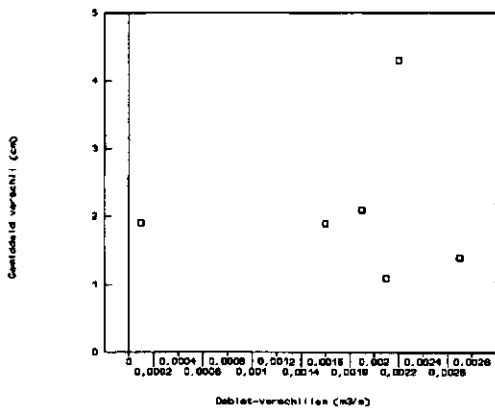
Figuur 4.19 Dwarsprofiel 2, diepte-metingen 14-09 t/m 13-10-'94.

De grafieken geven een geringe bodembeweging weer. Alleen voor dwarsprofiel 1 is tussen 19-07 en 02-08 bij 30 t/m 55 cm een zekere bodembeweging waarneembaar. Na 19-07 blijft de bodem vrij stabiel. Het verschil kan verklaard worden doordat de beek, na verloop van tijd breder geworden is, waardoor het zand sedimenteerd. Dit is echter niet aantoonbaar in de grafiek.

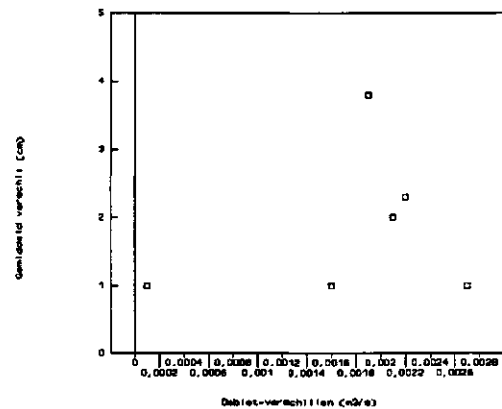
Tevens is het verschil tussen elke datum en afstand berekend (bijlage 10 en 11). Hiervan zijn de waarden gemiddeld per datum en uitgezet tegen het verschil in debiet (tabel 4.6), zie figuur 4.20 en 4.21.

Debietverschil in m ³ /s. (datum)	Dwarsprofiel 1, absoluut verschil gemiddelde waarde. (cm)	Dwarsprofiel 2, absoluut verschil gemiddelde waarde. (cm)
0,0022 (19-07 - 02-08)	4,3	2,3
0,0019 (02-08 - 16-08)	2,1	3,8
0,0016 (16-08 - 30-08)	1,9	1
0,0027 (30-08 - 14-09)	1,4	1
0,0021 (14-09 - 27-09)	1,1	2
0,0001 (27-09 - 13-10)	1,9	1

Tabel 4.6 Absolute debietverschillen tussen opéénvolgende metingen met gemiddelde absolute verschillen tussen die data.



Figuur 4.20 Dwarsprofiel 1, absolute debiet- en diepte verschillen.



Figuur 4.21 Dwarsprofiel 2, absolute debiet- en diepte verschillen.

Ook in figuur 4.20 geeft het grootste verschil tussen de twee eerste metingen weer. De figuren laten echter geen voortdurende sedimentatie of erosie zien van de beekbodem. De linkeroever van profiel 1 is een erosiezone. In tegenstelling tot de theorie is er na de eerste meting zand gesedimenteerd. Verwachting is dat bij hogere afvoeren (stroomsnelheden) wel erosie optreedt.

Het bodemsubstraat bij profiel 1 bestaat uit zand, terwijl er een stenig substraat bij profiel 2 aanwezig is. De gemeten stroomsnelheden zijn bij profiel 2 een fractie hoger dan bij profiel 1 (zie ook bijlage 10 en 11).

4.3 Macrofaunasamenstelling en drift

In tabel 4.8 is de macrofauna weergegeven (per meting), die met het macrofaunadriftnet is bemonsterd. De aantallen zijn gestandaardiseerd naar een meetduur van drie uur (voor de werkelijke meetduur, zie bijlage 14). De in de tabel weergegeven ordes en families bewonen een verscheidenheid aan habitats. Taxa behorend tot *Diptera*, *Plecoptera*, *Tricladida*, *Trichoptera*, *Ephemeroptera* en *Gammaridae* duiden op een natuurlijk beekstelsel. Opmerkelijk is dat er soorten van *Collembola*, *Gastropoda* en *Oligochaeta* in het driftnet-monster zijn aangetroffen. *Collembola* zijn meer oeverbewoners, waar het water nauwelijks stroomt en *Oligochaeta* bewonen het sediment. Dat *Oligochaeta* toch in het driftnet-monster zijn aangetroffen is mogelijk doordat de organismen, wanneer ze maar even boven het sediment uit komen, met de stroom mee worden gevoerd. Meer voor de hand liggend is dat de organismen door losgeslagen zand in de stroming terecht komen. Tevens zijn in de monsters een groot aantal *Gastropoda* aangetroffen. Dit is ongewoon voor natuurlijke (bron)beken, omdat vertegenwoordigers van deze groep (afhankelijk van de soort) meestal duidt op een eutroof milieu (Tolkamp, 1980).

Uit tabel 4.8 valt op te maken dat de detritivoren het talrijkst zijn. Naast deze detritivoren komen carnivoren voor als *Dugesia gonocephala* en soorten die tot de *Trichoptera* behoren. De kokerjuffer-larven zijn op familie-naam gebracht. Op 19-07-'94 is er een soort van de familie *Limnephilidae* in het driftnet-monster aangetroffen. Van deze familie zijn 56 soorten bekend. De larven kunnen soms tot ca. 3 cm lang worden. Het habitat dat ze bewonen bestaat uit stenig substraat, grof organisch materiaal, takken of de larven klemmen zich vast aan waterplanten. De taxa die zijn bemonsterd op 13-10-'94 konden niet op familie-naam worden gebracht, doordat de larven moeilijk te determineren waren vanwege de geringe afmeting. Het stadium waarin zich de larve bevindt speelt een rol om de betreffende soort te determineren. Opmerkelijk is dat tijdens het overspoelen van MOC 4 op 16-08-'94 een soort van de familie der *Polycentropidae* zich tussen het gesuspendeerde materiaal bevond. De soort behoort tot de vrijlevende kokerjuffer-larven die een net spinnen waarin ze hun prooi vangen. De larve behoort tot de soort *Plectrocnemia conspersa*. Het is een algemene soort van snelstromende beken met een stenig substraat.

Van de bemonsterde macrofauna zijn soorten behorend tot de familie der *Simuliidae* in grote getalen aangetroffen. Deze organismen laten een piek in de maand augustus zien, wanneer het aantal poppen ook toeneemt. Na deze periode neemt het aantal weer sterk af, met nul exemplaren op 13-10-'94. Deze toename en afname geeft één generatie weer. Of zich meerdere generaties per jaar zullen ontwikkelen is niet zeker. Wanneer het aantal *Simuliidae* afneemt blijkt er een toename te zijn van het aantal *Gammaridae*, mogelijk volgen verschillende generaties van verschillende groepen van de macrofauna elkaar op. De aantallen van de overige macrofauna-groepen liggen niet ver uit elkaar.

In verschillende literatuur waar drift van organismen besproken wordt, is drift van organismen tijdens dag en nacht beschreven. Bij sommige organismen trad in de loop van de avond en 's nachts meer drift op dan overdag. Om deze redenen is ook op 13-10-'94 's avonds, gedurende één uur (18:00 - 19:00 h), een driftnet in de beek geplaatst. Plaats en monsterduur waren gelijk als voor het monster dat overdag was genomen. In tabel 4.8 geeft de meest rechtse kolom het aantal organismen weer dat 's avonds is bemonsterd. Opvallend is de verdubbeling van het aantal *Dugesia gonocephala* en *Gammaridae*.

De met het driftnet verzamelde hoeveelheid getransporteerd organisch materiaal vertoont geen verband met het aantal driftende organismen, tabel 4.7.

Meting	19-07-'94	02-08-'94	16-08-'94	30-08-'94	14-09-'94	27-09-'94	13-10-'94
Organisch materiaal > 0.5 mm (g/3h)	16.3	6.7	7.1	11.8	11.1	14.3	18.0
Totaal aantal organismen	256	218	597	634	380	569	270

Tabel 4.7 Hoeveelheid getransporteerd organisch materiaal (g/3h) en totaal aantal organismen.

De hoeveelheid getransporteerd organisch materiaal neemt in de loop van de meetperiode toe, ook

al blijft het debiet constant. Dit heeft te maken met het seizoen, namelijk; in de late zomerperiode en begin herfstperiode wordt allochtoon materiaal naar de beek aangevoerd als bladeren en afgestorven (water)planten.

Macrofauna	datum debiet (m ³ /s)	19-07-'94 0.0113	02-08-'94 0.0134	16-08-'94 0.0116	30-08-'94 0.0132	14-09-'94 0.0105	27-09-'94 0.0126	13-10-'94 0.0127
<i>Dugesia gonocephala</i>		5	3	10	2	22	45	23
<i>Dugesia sp.</i>						6		6
<i>Polycelis felina</i>					2			
<i>Dixidae</i>		27	5	5	2	6	8	
<i>Simuliidae</i> ¹		171	188	535 ¹⁵	553 ⁴	229 ¹⁴	246 ¹³	13 ⁶
<i>Chironomidae</i>		8		5	10	3	12	3
<i>Psychodidae</i>		5	1	5	2			3
<i>Hydracarina</i>		3	3	2		8		8
<i>Gammaridae</i>		14	7	5	17	60	111	194
<i>Collembola</i>		3						399
<i>Ephemeroptera</i>							4	
<i>Plecoptera</i>		8	1		10	19	8	3
<i>Colleoptera</i> ²		2 ³	1 ³	0 ³	2 ¹⁵	0 ³		0 ¹¹
<i>Trichoptera</i>		2						8
<i>Gastropoda</i>		5	6	10	15	11	78	6
<i>Brachycera</i>				2	2	3	4	3
<i>Oligochaeta</i>								8
Totaal		256	218	597	634	380	569	270
501								
1	Het aantal organismen in deze familie weergegeven als super-schrift bevonden zich in het poppenstadium.							
2	Het aantal organismen, weergegeven als super-schrift, stelt het aantal larven voor in deze orde.							

Tabel 4.8

Macrofaunasamenstelling in het driftnet-monster gestandaardiseerd naar 3 uur.

4.4 Abiotische kenmerken van het watersysteem

De verzamelde gegevens gemeten bij de meetgoot zijn in tabel 4.9 verwerkt. In de inleiding kwam het referentiekader ter sprake. Hierin wordt een watersysteem opgevat als een ecosysteem, waarop diverse abiotische factoren van invloed zijn. Deze factoren bepalen in hoofdzaak de ontwikkelingsrichting van het watersysteem. Verdonschot (1990) beschrijft een aantal cenotypen waarin de relatie tussen complex werkende milieuv variabelen en macrofauna verwerkt is. Een bepaald cenotype weerspiegelt de toestand van het beekmilieu. Door de beschreven variabelen te vergelijken met de verzamelde gegevens kan het beeksysteem zo mogelijk verwoord worden in een cenotype. Om de ontwikkelingsrichting aan te geven waartoe het beeksysteem behoort, wordt naar Verdonschot (1990), verwezen.

Andere gegevens, over de periode 1992 t/m 1994, zoals het gehalte aan ammonium, nitraat en totaal-fosfaat staan weergegeven in tabel 4.10.

Datum	Zuurstof-gehalte (mg/l)	pH	Temperatuur (°C)	EGV (µS/cm)	Lichtintensiteit (lux)			
					Boven water		Onder water	
19-07-'94	8.9	6.56	12.2	241	4200	39	4050	52
02-08-'94	8.7	6.20	12.4	247	3000		1200	
16-08-'94	-	6.23	11.5	249	3600	250	2400	200
30-08-'94	-	6.11	11.4	247	2500	495	1000	285
14-09-'94	8.4	6.22	10.8	247		95		20
27-09-'94	10.4	6.41	10.9	247				
13-10-'94	10.2	6.24	10.5	223		72		54

Tabel 4.9 Fysisch/chemische parameters gemeten bij de meetgoot.

Parameter	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	tot-P
Gehalte (mg/l) ¹	0.12 (0.071)	10.01 (1.575)	0.11 (0.115)
¹ tussen haakjes is de standaarddeviatie van de betreffende parameter weergegeven.			

Tabel 4.10 Gemiddelde waarden voor ammonium, nitraat en totaal-fosfaat over de periode 1992 t/m 1994, (Bron: Waterschap Regge en Dinkel).

De waarden komen overeen met het cenotype S1: bronbeken, zie bijlage 12. Om een indicatie van het totaal beeld te verkrijgen dienen niet alleen de abiotische factoren, maar ook de biotische factoren vergeleken te worden. De procentuele onderverdeling van de macrofauna naar voedingsgroep is vergeleken met de verschillende cenotypen (bijlage 13). Voor het onderzochte beeksysteem zijn de procentuele verdelingen van de macrofauna per voedingsgroep in tabel 4.11 samengevat.

Voedingsgroep ¹	CF	CG	PE	PI	S	SH
Percentage	68.5	6.9	4.6	1.0	3.8	15.2
¹ Betekenis van de afkortingen zijn vermeld in bijlage 13.						

Tabel 4.11 Procentuele verdeling van de macrofauna bemonsterd met het driftnet.

In vergelijking met bijlage 13 komt geen van de cenotypen overeen met de bemonsterde macrofauna. De filtreerders zijn het meest aangetroffen. Organismen uit deze groep behoren alle tot de *Simuliidae*. Wordt deze groep buiten beschouwing gelaten, dan zijn de vergaarders en de knippers de grootste groep gevolgd door de verzwelgers. Deze verdeling lijkt meer op dat van cenotype S1.

5 DISCUSSIE

De resultaten die tot stand zijn gekomen gedurende de meetperiode werden niet beïnvloed door fluctuaties in de afvoer. De verschillen tussen de debietmetingen op dezelfde dag zijn soms groter dan de debietmetingen tussen twee meetperiodes (bijlage 8). De verschillen hebben ook te maken met het feit dat pas na de tweede meting een ijzeren plaat in de meetgoot op de tegels is geplaatst.

Voor de profielopnamen (dwarsprofielen 1 en 2) geldt dat bodembeweging beïnvloed wordt door de meetfout die men maakt bij het meten van de droge en natte afstanden. Dit is het absolute verschil tussen de vaste punten. Dit kan alleen voor profiel 2, omdat de vaste punten van profiel 1 niet constant waren over de meetperiode vanwege maaiwerkzaamheden. De gemiddelde absolute fout bedraagt 1.3, met een range van 0.6 - 3.6. Van de overige resultaten kan nog het volgende worden vermeld:

- * Het veraste materiaal bemonsterd met de MOC's en sedimentvallen behoeft niet gecorrigeerd te worden voor het ijzergehalte, omdat het aandeel van de fractie ≤ 0.063 mm nooit meer bedraagt dan 10% van het totale monster. Om een indicatie te krijgen van de deeltjes die ≤ 0.020 mm zijn, is van MOC 3 (13-10-'94) het gehalte van deze deeltjes bepaald met de pipetmethode. Het veraste monster werd in een maatcilinder van 500 ml overgespoeld en aangevuld tot 500 ml. Na de berekende valtijd van de deeltjes ≤ 0.020 mm, is met een 50 ml-pipet de bovenste laag vloeistof weggezogen. Het gehalte aan deeltjes ≤ 0.020 mm bedraagt 0.08 g/500 ml, dit komt overeen met 0.0167 g voor het gedroogde monster (= 0.097%). Voor de sedimentvallen zal men echter een nog kleinere waarde vinden, gezien dat het percentage van de deeltjes ≤ 0.063 mm lager ligt dan bij de MOC's.
- * De fout die men maakt bij het wegen van het gedroogde materiaal bedraagt ± 0.02 g. De procentuele fout bij het veraste materiaal is: $0.002/x * 100\%$, waarin x de massa is van de stoofdroge grond respectievelijk verast monster. De fout in de waarden zullen echter geen grote veranderingen in de uiteindelijke waarden geven.
- * De resultaten van de MOC's geven zowel voor het gemiddelde totaal-, organisch- en mineraal gesuspendeerd materiaal een constantere waarde dan de waarden die tot stand zijn gekomen met de ijkmetingen. De waarden van de ijkmetingen representeren alleen de hoeveelheid getransporteerd materiaal over een korte meetperiode. Hierdoor is de ijkmeting gevoeliger voor kleine veranderingen die in het beekstelsysteem optreden. De MOC's vangen gedurende een langere periode het getransporteerde materiaal (ca. 24 uur). Geringe veranderingen verstoren de meting hierdoor nauwelijks.
- * Tevens zijn alleen de eerste vijf metingen over de meetperiode onderling vergelijkbaar, omdat voor de laatste twee metingen pijpjes werden gebruikt met een geheel andere constructie.
- * In hoofdstuk 4.4 zijn enkele abiotische factoren en de macrofauna vergeleken met een bepaald cenotype. Uit deze vergelijking blijkt dat het onderzochte beekstelsysteem overeenkomt met cenotype S1 (bronbeken). Het gaat hier slechts alleen om een indicatie van het beek-type. Men mag deze vergelijking niet opvatten als een uitkomst waartoe het beekstelsysteem behoort en wel om het volgende:
 - * de monstermethode van de macrofauna afwijkt zoals die voor de cenotypologie wordt gehanteerd;
 - * de macrofauna niet op soortsniveau is gedetermineerd;
 - * andere factoren van invloed zijn op de beoordeling in de cenotypologie, namelijk: abiotische factoren (percentages aan substraattypen), gegevens over een langere periode nodig zijn voor een beoordeling naar cenotype, habitats te bemonsteren waar de macrofauna

na zich ophoudt (vegetatie, detrituspakketjes, zandsubstraten) voor een gedetailleerde beoordeling. Worden deze factoren op een steeds hoger niveau met elkaar vergeleken, dan is de kans groot dat men tot een onjuiste conclusie komt.

6 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

Het gemiddeld aantal g/h voor de ijkmetingen en MOC-monsters is berekend uit tabel 4.2, waarvan alleen de eerste vijf metingen voor de MOC's genomen zijn. Uitgaande van de discussie blijkt het debiet constant gebleven gedurende de meetperiode. Deze bedraagt 0.0122 m³/s met een standaarddeviatie van 0.0011. Gemiddelde stroomsnelheid is 0.151 m/s (standaarddeviatie (sd) = 0.064). Bij deze afvoer is de hoeveelheid getransporteerd materiaal dat zich in suspensie bevindt gemiddeld 440 g/h (sd = 154 g/h). Hierin is het aandeel van de minerale delen gemiddeld 319 gram (sd = 155) respectievelijk 122 gram (sd = 25) voor het organisch materiaal. De bemonsterde hoeveelheid in de MOC's bedraagt gemiddeld 1.11 g/h (sd = 0.18), waarvan 0.97 gram (sd = 0.18) voor de minerale delen en 0.14 gram (sd = 0.048) voor het organisch materiaal geldt. De verhouding tussen het werkelijk getransporteerde materiaal en de bemonsterde hoeveelheid is 396 : 1. Het gesuspendeerde materiaal bestaat uit zeer fijn- tot fijn zand.

De rechte voor en achter pijpjes, zoals toegepast bij de eerste vijf metingen, zijn in vergelijking met de gebogen pijpjes (zesde meting) onnauwkeuriger. De standaarddeviatie is kleiner wanneer de gebogen pijpjes worden toegepast. Spreiding (variatiecoëfficiënt) tussen de onderlinge waarden blijft echter in de buurt van de 0.30. In de waarden van het bemonsterde materiaal, waarvan de MOC's waren uitgerust met gebogen pijpjes, zijn geen afwijkende waarden aangetoond.

Het door de beek getransporteerde schuivend/rollend en "springend" materiaal bemonsterd met de sedimentvallen bedraagt gemiddeld 41.25 g/h (sd = 24.11) per 11 cm², tabel 4.5. Deze hoeveelheid materiaal wordt getransporteerd bij een gemiddelde stroomsnelheid van 0.203 m/s (sd = 0.062). In het beekstelsel wordt bij deze stroomsnelheid (en debiet van 0.0122 m³/s) mediair zand verplaatst. Het organisch materiaal is niet in de berekening meegenomen. Reden is dat eventueel bemonsterde takjes al een grote afwijking veroorzaakt in het organisch materiaal. Belangrijker is dat het hier alleen gaat om het anorganisch verplaatste materiaal. Tevens is de laatste meting buiten beschouwing gelaten omdat de sedimentvallen vervangen waren door een ander systeem. Dit systeem (fig. 4.13) dient verder getest te worden voor de bestudering van het verplaatste beddingmateriaal.

Uit de dwarsprofielen kan worden geconcludeerd dat de beekbodem stabiel is in de tijd. Sedimentatie- en erosieprocessen zijn met elkaar in evenwicht. Verwachting is dat bij hogere stroomsnelheden (afvoeren) erosie van het zand wordt vergroot, zodat de verticale bodembeweging invloed heeft op de aanwezige habitats.

Onder de macrofauna treedt drift vooral op bij soorten behorend tot de *Simuliidae* en *Gammaridae*. Ook het aantal driftende platwormen (*Dugesia gonocephala*) is hoog in vergelijking met het aantal van de andere groepen van de macrofauna. *Simuliidae*, *Gammaridae* en *Tricladida* houden zich in de beek op, daar waar ze voortdurend blootgesteld staan aan "hoge" stroomsnelheden. Dit heeft te maken met de voedingswijze en het bewegingsgedrag van de organismen. *Simuliidae* zijn filterfeeders, om voedsel op te nemen moet er voldoende voedsel langs de aanhangsels stromen. De organismen kleven zich vast aan stenen waar veel materiaal (≤ 1 mm) langs stroomt met als gevolg dat ze met de stroming mee worden gevoerd. Andere groepen als *Dixidae*, *Ephemeroptera*, *Plecoptera* en *Trichoptera* leven op/tussen aquatische vegetatie of houden zich op onder/achter stenen. De abundantie van de taxa die tot andere groepen behoren hoeft niet klein te zijn, vanwege het feit dat alleen naar het aantal driftende organismen is gekeken. In de zomerperiode is het aantal driftende *Simuliidae* het hoogst (tussen 171 en 246 organismen per drie uur). De generatie *Simuliidae* wordt opgevolgd door *Gammaridae*, die dan in grotere aantallen voorkomen (driften). Het totaal aantal driftende organismen ligt tussen de 256 en 597, bij een debiet van 0.0122 m³/s gedurende drie uur. Tevens is indicatief aangetoond dat het aantal driftende *Gammaridae* en *Dugesia gonocephala* verdubbelt in de avondschemering (18.00-19.00 h). Naast de filtreerders zijn de vergaarders en knippers het talrijkst onder de driftende organismen. Er is geen verband met de hoeveelheid getransporteerd materiaal en het aantal driftende organismen.

Het O₂-gehalte (9.3 mg/l sd = 0.9), pH (6.28 sd = 0.15), temperatuur (11.4°C sd = 0.7) en EGV (243 μ S/cm sd = 9) blijven constant gedurende de gehele periode. Er is wel een daling van de temperatuur waar te nemen van 12.2°C tot 10.5°C. Dit is een daling van 1.7°C en is toe te

schrijven aan de wisseling van het seizoen. De gehalten aan ammonium, nitraat en totaal- fosfaat zijn laag te noemen.

Het beekmilieu van de noordelijke tak kan worden gekarakteriseerd als zwak zuur, hoog zuurstofgehalte, constante temperatuur en arm aan ionen en nutriënten. De diversiteit aan habitats groot is, hierdoor is het aantal verschillende soorten in de gemeenschap hoog. Het beeksysteem stabiel is en hiermee ook de beeklevensgemeenschap.

Voor het vervolgonderzoek naar de kwantificering van fysische processen en drift van macro-invertebraten kan het volgende worden aanbevolen:

- * gebogen pijpjes (figuur 4.3) toe te passen voor de bemonstering van het in suspensie zijnde materiaal;
- * het nieuwe systeem te hanteren voor de bemonstering van het schuivend/rollend en "springend" anorganisch materiaal;
- * de macrofauna op soortsniveau te determineren en verschillende habitats te monstren, zodat een vergelijking gemaakt kan worden met de cenotypologie en diversiteitsindices;
- * driftende organismen (macro-invertebraten) zowel overdag als 's avonds of 's nachts te bemonstren, omdat hiermee de invloed van hoge afvoerpieken op de macrofauna beter bestudeerd kan worden.

LITERATUURLIJST

- Bakker de, H., Locher W.P., *Bodemkunde van Nederland, Deel I, Algemene Bodemkunde*, Malmberg Den Bosch, tweede druk, 1990.
- Davies, L., *A key to the British species of Simuliidae*, Freshwater Biological Association Scientific Publication, 1968.
- Elliott, J.M., U.H. Humpesch & T.T. Macan, *Larvae of the British Ephemeroptera*, Freshwater Biological Association Scientific Publication, 1988.
- Gordon, N.D., T.A. McMahon & B.L. Finlayson, *Stream Hydrology, An Introduction for Ecologists*, John Wiley & Sons Ltd, England, 1992.
- Hartog, T., *Wetenschappelijke Mededelingen; De Nederlandse Platwormen- Tricladida*, Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging (K.N.N.V.), No. 42, april 1962.
- Hickin, N.E., *Caddis Larvae*, Hutchinson & CO. LTD, London, 1967.
- Higler, L.W.G., F.F. Repko & J.A. Sinkeldam, *Hydrobiologische waarnemingen in Springendal (Ootmarsum)*, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, RIN-rapport 81/16, Leersum, 1981.
- Higler, L.W.G., Kersting, K., P. Leentvaar & P.J. Schoevers, *Cursus Ecologie 1977/1978, Syllabus Hydrobiologie*, Leersum, 1977.
- Higler, L.W.G., *Inleiding tot de kennis van de ongewervelde zoetwaterdieren en hun milieu*, Wetenschappelijke Mededelingen K.N.N.V. & Rijksinstituut voor Natuurbeheer, nr. 103, tweede druk, dec. 1977.
- Hoek van der, W., Higler, B., *Deelprogramma Natuurontwikkeling; Natuurontwikkeling in beken en beekdalen; verkennende studie naar de mogelijkheden van natuurontwikkeling en beek- en beekdalsystemen in Nederland*, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen, 1993.
- Hoek, D., *Nutriëntenbelasting in de bovenloop van de Springendalse beek; Een onderzoek naar de waterkwaliteit van een Twentse bronbeek in bestuurskundig alsmede civieltechnisch perspectief*, Universiteit Twente, november 1992.
- Hynes, H.B.N., *The Ecology of Running Waters*, University of Toronto Press, 1970.
- Hynes, H.B.N., *Adults and nymphs of British stoneflies (Plecoptera)*, Freshwater Biological Association Scientific Publication, No. 17, 1977.
- Johannsen, O.A., *Aquatic diptera*, Entomological Reprint Specialists, Los Angeles, 1969.
- Koopmans, M., *Dieren van Stromend water; veldgids 5*, Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging (K.N.N.V.), Utrecht, 1991.
- Moller Pillot, H.K.M., *Nederlandse faunistische medelingen; De larven der Nederlandse Chironomidae*, Centraal Bureau Nederland van de European Invertebrate Survey, Leiden, derde druk, 1984.

Philipson, G.N., I.D. Wallace & B. Wallace, *A key to the Case-bearing Caddis Larvae of Britain and Ireland*, Freshwater Biological Association Scientific Publication, No. 51, 1990.

Reynoldson, T.B., *A key to the British species of Freshwater Triclad*s, Freshwater Biological Association Scientific Publication, 2nd edition, 1978.

Tolkamp, H.H., *Organism-substrate relationships in lowland streams*, Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, 1980.

Tolkamp, H.H., *Determinatietabel voor het bepalen van Familie, Geslacht en soms zelfs Soort der Europese, in het water levende Diptera-larven*, Intern rapport Instituut voor Natuurbeheer, juli 1976.

Verdonschot, P.F.M., *Inleiding tot de systematiek en ecologie van aquatische macrofauna*, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, 1991.

Verdonschot, P.F.M., *Ecologische karakterisering van oppervlaktewateren in Overijssel*, Provincie Overijssel, Zwolle, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, 1990.

Transport van materiaal en drift van macro-invertebraten in de
noordelijke tak van de Springendalse beek

BIJLAGEN

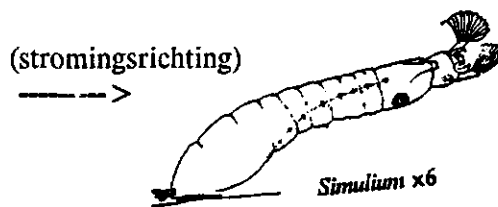
INHOUD:

Bijlage	Omschrijving
1	Enkele biologische kenmerken der voornaamste voorkomende macrofauna in beken.
2	Procedure tijdens het veldwerk.
3	Berekening rekenkundige reeks en cumulatieve frequentie-verdeling.
4	Waarden gesuspendeerd materiaal ijkmetingen.
5	Waarden gesuspendeerd materiaal MOC's.
6	Gesuspendeerd materiaal MOC's en mineraal materiaal sedimentvracht.
7	Aandeel van de MOC- monsters in de fracties (g/h).
8	Debietmetingen per monsterdag.
9	Waarden behorend bij de sedimentvallen.
10	Waarden behorend bij dwarsprofiel 1.
11	Waarden behorend bij dwarsprofiel 2.
12	Cenotype S1 : Bronbeken.
13	Procentuele verdeling van de macrofauna naar voedingsgroep per cenotype.
14	Macrofauna bemonsterd met het driftnet.
15	Theoretische benadering naar het transport van het beddingmateriaal.

Bijlage 1 Enkele biologische kenmerken der voornaamste voorkomende macrofauna in beken.

Simuliidae

Larven die tot deze familie behoren komen zeer verspreid voor in zowel snel- als langzaamstromende wateren. De larven kleven zich vast aan stenen, organisch materiaal en aquatische vegetatie, in wateren die weinig zijn vervuild of waar de temperatuur niet al te hoog is (Davies, 1968). De larven zitten vaak in groepen bijéén in delen van de beek waar veel organisch materiaal langs stroomt. De kop bevat twee waaivormige aanhangsels die tegen de stroom in worden gehouden. Hiermee kan het dier organisch materiaal opvangen waarna het met zijn kaken de aanhangsels van het organisch materiaal ontdoet. Dit organisch materiaal ligt in de orde van grootte tussen de 6 en 14 μm (Hynes et al. 1970). De groepjes houden zich op in delen van de beek waar de stroming niet turbelent is, omdat anders de turbulente stroming het organisch materiaal weer van hun waaivormige aanhangsels afrukt. In onderstaande figuur is te zien hoe de larven zich in de waterkolom ophouden.



Positie tijdens het filteren van voedsel.

De eieren worden door adulte vrouwtjes in een streng aan het oppervlak van stenen, drijvend hout en oevervegetatie vastgehecht. Het aantal eieren bedraagt ca. 500 per legsel. Na zes tot twaalf dagen komen de eieren uit. Het larvestadium duurt het langst en is bij elke soort verschillend (2 tot 6 weken). Het poppestadium duurt ca. twee dagen tot een week. Afhankelijk van de tijd van het larve- en poppestadium kunnen er meerdere generaties binnen een jaar voorkomen (Johannsen, 1969).

Gammaridae

Vlokreeften treft men aan in vrijwel alle watertypen. Ze komen zowel in zoete als brakke wateren voor. Vaak zijn ze massaal aanwezig en spelen een belangrijke rol in het ecosysteem. Ze consumeren voornamelijk organisch materiaal en dienen ook als voedselbron voor vissen en vele andere lagere en hogere dieren (Pinkster & Platvoet, 1986). Jonge dieren eten bij voorkeur schimmels en algen die op (dode) planten en ander organisch materiaal groeien. De volwassen dieren eten hele bladeren, hout en ook kleiner organisch materiaal. Dit organisch materiaal wordt tot kleinere particels afgebroken, die weer beschikbaar komen voor andere organismen.

Ze houden zich op aan de rand van detritus- zandsubstraten, daar waar de stroomsnelheid laag is (Tolkamp, 1980). In tegenstelling tot *Simuliidae* kunnen *Gammaridae* zich ook tegen de stroom in verplaatsen. Wanneer op een bepaalde plaats in de beek de concurrentie om voedsel te groot wordt, worden meestal de kleinere dieren van de voedselplaats verdreven. Ook zijn ze in staat om actief

andere voedselbronnen aan te boren.

De voortplantingsnelheid en het tijdstip waarin een dier zich voortplant zijn sterk verschillend per soort. Zowel de temperatuur als het zoutgehalte hebben hierop een grote invloed. Het aantal broedsels kan onderling sterk verschillen, van één tot 16 broedsels per jaar. Voor *Gammarus pulex* (een algemene soort) geldt dat in beken waar de watertemperatuur tussen de 10 à 15 °C ligt, een continue voortplanting te zien is en met een rustperiode van de reproductie in de herfst in beken waar de maximum en minimum temperatuurwaarde 10°C van elkaar verschilt (Tolkamp, 1980).

Ephemeroptera

De meeste soorten die tot de *Ephemeroptera* behoren komen zowel in stromende als stilstaande wateren voor. De soorten van stilstaande wateren komen in grote meren voor, waar de golflslag voor voldoende zuurstof zorgt. De larven leven op stenen, aquatische vegetatie en op zandig substraat bedekt met bladeren. Ze kunnen zich net als *Gammaridae* over kleine afstand tegen de stroom in verplaatsen. Haftelarven behoren tot de herbi- detritivoren en voeden zich met detritus (dood organisch materiaal) en algen die vastgehecht zitten aan stenen en planten. De meeste soorten behoren tot de vergaarders en schrapers (fijn particulier dood organisch materiaal en vastzittende algen). Enkele soorten behoren tot de omnivoren of carnivoren. Het voorkomen van deze soorten is alleen bekend in Noord-Amerika, Zuid-Afrika en Maleisië (Elliott, Humpesch & Macan, 1988). Er is weinig bekend over de voedselopname, waarschijnlijk wordt het beschikbare voedsel geabsorbeerd.

De groei van larven wordt in eerste instantie bepaald door de temperatuur en de hoeveelheid beschikbaar voedsel. De levenscycles van ei tot adulte haft kan bij sommige soorten (*Baetis rhodani*) twee maanden duren en bij andere (*Ecdyonurus dispar*, bijvoorbeeld) een jaar duren (Elliott, Humpesch & Macan, 1988).

Plecoptera

De larven van steenvliegen kunnen herkend worden aan twee lange antennen die bij de ogen zitten en twee lange uitsteeksels aan het achterlijf. *Plecoptera* (-larven) zijn slank gebouwd en bezitten veelal kieuwen (voor de zuurstofademhaling) die aan de zijkanten van het lichaam zitten. Op de rugzijde is afhankelijk van het stadium al de vleugelaanleg te zien in de vorm van kleine uisteeksels die op vleugeltjes lijken. De adulte steenvliegen leven maar een paar dagen. In dit stadium vindt de bevruchting plaats, waarna de vrouwtjes een geschikte plaats uitzoeken om de eieren te leggen. Volwassen vrouwtjes leggen hun eieren op of onder het wateroppervlak, waarna de eieren naar de bodem zinken. Omdat de eieren voorzien zijn van kleine haakjes worden ze niet met de stroming meegevoerd. De tijd van ei tot de ontwikkeling van volwassen vlieg kan 1 tot 3 jaar bedragen (Hynes, 1977).

Onder de verschillende families van de *Plecoptera* komen zowel carnivoren als herbivoren voor. De groep die tot de carnivoren worden gerekend eten ook wel plantaardig materiaal. Soorten die tot de familie *Nemouridae* behoren, een algemeen voorkomende familie in Nederland, zijn alle herbivoren.

Het habitat van *Plecoptera* kan onderverdeeld worden in vijf klassen (Hynes, 1977):

- 1 stilstaand water (poelen, bergmeren);
- 2 stenige oevers van meren;
- 3 uitstekende vegetatie aan de oevers van beken en rivieren;
- 4 smalle beken met stenig substraat;
- 5 rivieren met stenig substraat en waarvan de keien bedekt zijn met algen/mos.

Trichoptera

Kokerjuffers zijn dieren die leven in schoon water van beken, rivieren en stilstaande wateren waar aquatische vegetatie aanwezig is. Ook zijn er soorten aangetroffen op natte rotsen in diepe grotten. Larven van kokerjuffers bewonen stenige substraten van beken (en rivieren), soms vastgeklemd aan waterplanten. Ze zitten vaak op beschutte plaatsen, zoals achter grote stenen of in poelen van beken en rivieren. *Trichoptera* onderscheiden zich van andere insectelarven doordat ze tijdens hun larvale stadia beschermd worden door een zelfgemaakt kokertje. De kokertjes kunnen gemaakt zijn van divers materiaal, zoals: grind, zandkorrels, organisch materiaal en plantedelen (blad). Ook zijn er soorten die geen kokertje maken, zogenaamde vrijlevende kokerjuffers. Van deze vrijlevende larven is het bekend dat ze een trechtersvormig net maken, met de grootste opening tegen de stroom in (Hynes et al., 1970 & Hickin, 1967). Organismen die door drift in het net terecht komen worden door de vrijlevende larven gegeten. De meeste soorten van deze vrijlevende larven zijn dan ook carnivoren. Tevens zijn er *Trichoptera* die actief naar voedsel zoeken door met hun voorpoten door het bodemsubstraat te woelen. Bevindt zich een organisme tussen het sediment dan wordt deze met de poten vastgeklemd en betast waarna het wordt opgegeten. Ook zijn er families (*Limnephilidae*) bekend die alleen van levend- of dood organisch materiaal leven. Deze worden dan tot de herbi- detritivoren gerekend.

Het merendeel van de *Trichoptera*- larven bevatten kieuwen voor de zuurstofademhaling. Alle larven hebben een hoge zuurstofbehoefte, de aanwezige kieuwen voorzien de larve van de benodigde zuurstof-consumptie. Meestal zijn de larven zo gepositioneerd dat langs de binnenkant van hun kokertje water stroomt (Hynes et al., 1970). De vrijlevende larven bewegen hun achterlijf met golvende bewegingen zodat zuurstofrijk water langs het lichaam van de larve stroomt.

Kokerjuffers kennen vijf en soms zes of zeven larvestadia en uiteindelijk een imagostadium (Geijskens & Higler, 1980). Tijdens hun adulte stadium leggen de vrouwelijke dieren eieren die worden afgezet aan stenen en planten. De cyclus van ei tot adult dier kan per familie nogal verschillen. Er zijn kokerjuffers die een kort stadium kennen (half jaar), maar ook waarbij alleen al het larvestadium ca. 1½ duurt.

Chironomidae, Dixidae en Psychodidae

Deze drie families behoren net als de *Simuliidae* tot de *Diptera* en worden hieronder kort behandeld. De *Chironomidae* vormen één van de grootste voorkomende groepen van het aquatische milieu. Over de gehele wereld zijn ze weid verspreid. In stilstaande en stromende wateren kunnen ze worden aangetroffen in het bodemsubstraat en tussen fijn organisch materiaal. Bekend is dat sommige soorten kenmerkend zijn voor bovenloopjes van beken die door bronwater worden gevoed (Higler, Repko & Sinkeldam, 1981). Het voedsel kan bestaan uit detritus, organisch materiaal en er zijn soorten die een belangrijke functie vervullen als predator in het beek- ecosysteem.

Dixidae behoren tot die organismen die vooral leven in grenssituaties, in poelen begroeit met oevervegetatie van beken waar het water niet al te snel stroomt (Johannsen, 1969). De *Dixa*-soorten worden meestal geassocieerd met stromend water. De larven zitten vastgeklemd aan planten, stukken hout, dode bladeren of stenen (Disney, 1975).

Ook de *Psychodidae* bewonen het grensmilieu tussen land en water (Johannsen, 1969). Larven zitten vaak tussen het fijne organische materiaal van langzaamstromende gedeelten in de beek.

Tricladida (Uit: den Hartog, 1962)

Deze orde vormt die groep waarvan de soorten vrij volledig bekend zijn. De orde behoort tot de klasse der *Turbellaria* van het phylum der *Plathelminthen*. De in Nederland voorkomende soorten behoren bijna alle tot de familie der *Planariidae*, waarin weer enkele geslachten vertegenwoordigt zijn. De *Tricladen* of platwormen komen slechts in zuurstofrijk water voor. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de uitwisseling van zuurstof en koolzuurgas dat door de opperhuid plaats vindt. De dieren bewegen zich langzaam over het bodemsubstraat voort op zoek naar voedsel. Het voedsel van platwormen bestaat uit *Oligochaeta*, muggenlarven, pissebedden en in het water gevallen insecten. Ook aas wordt aangevreten. De dieren nemen echter alleen het lichaamsvocht en zachte delen van het prooidier op. De in ons land gevonden platwormen zijn in te delen naar rheofiele en limnadofiele soorten. Hieronder worden twee soorten van het geslacht *Dugesia* en *Polycelis* beschreven, die tot de eerste groep behoren.

Dugesia gonocephala is een bewoner van snelstromende beekjes en komt ook wel voor in bronnen. Het temperatuurtraject van het water waarbinnen de soort is aangetroffen loopt van +0°C tot 27°C. De optimum temperatuur ligt echter tussen de 10-15°C. De soort is beter bestand tegen zuurstof- en temperatuursschommelingen dan de andere rheofiele soorten. In beekjes leven ze voornamelijk onder stenen, beschut tegen al te sterke stroom en tegen het licht.

Polycelis felina leeft in bronnen en in beekjes. In beken houden ze zich op plaatsen waar de stroomsnelheid gering is. Deze soort is een stenotherme soort met een hoog zuurstofverbruik. Het temperatuurtraject waarin ze voorkomen loopt van 1°C tot 17°C, boven de 17°C sterven de dieren spoedig. De soort kent echter wel een grote tolerantie voor de zuurgraad, namelijk van pH 4.8 tot 8.2. De dieren vermeerderen zich alleen door deling.

Platwormen zijn tweeslachtig, na bevruchting ontwikkelt zich een kokon van 3-40 eicellen. De dieren kitten de kokon vast aan het substraat, waarna ze na een periode van twee weken tot verscheidene maanden uitkomen. Ook ongeslachtelijke voortplanting door deling komt voor.

Bijlage 2 Procedure tijdens het veldwerk

Het veldwerk, uitgevoerd door twee personen, beslaat twee dagen waarin transport van materiaal en macrofauna wordt bestudeerd. Op de onderzoekslokatie aangekomen worden de benodigde materialen uitgeladen en naar de beek gebracht. Men begint altijd bovenstrooms met het inzetten van de meting, dus bij MOC 4. De pijpjes worden op de exacte diepte ingesteld, $0.4 * d$, vanaf de bodem gerekend. Vervolgens worden de stoppen uit voorste- en achterste pijpje gehaald. De tijd wordt bij het verwijderen van de stoppen genoteerd op het veldformulier. Dan loopt men naar benedenstrooms waar sedimentval 4 is geplaatst. Hier wordt de afstand deksel tot wateroppervlak gemeten, waarna de stop uit het gat van de sedimentval wordt gehaald. De tijd en afstand worden weer op het veldformulier genoteerd. Verder benedenstrooms bevindt zich eerst MOC 3 en dan sedimentval 3, dan MOC 2 enz. Bij elke MOC en sedimentval volgt men dezelfde procedure. Dan wordt op vijf plaatsen (afhankelijk van de breedte) in de meetgoot de diepte en de stroomsnelheid op $0.4 * d$ gemeten. De stroomsnelheid wordt op elk punt tweemaal gemeten.

Nadat de metingen in de meetgoot zijn verricht wordt het driftnet in de beek geplaatst. Na ca. één uur wordt het driftnet weer uit de beek gehaald. De bemonsterde macrofauna en organisch materiaal wordt in een plastic emmer met water uit het net geschud, door het driftnet omgekeerd in de bak te houden. Het net bewaart men in een andere bak met water. Is het driftnet in de beek geplaatst dan kan men met de ijkmeting en de fysische/chemische parameters meten. De ijkmeting vindt bovenstrooms plaats, voor MOC 4, en de parameters bij de meetgoot. De "ijker" bemonsterd met een cilinder ca. 150 à 200 liter water afhankelijk van de hoeveelheid materiaal. Wanneer de cilinder gevuld is met water wordt dit in een kleine emmer (ca. 4 liter) gespoeld. Het bemonsterde water wordt daarna in een planktonnet overgespoeld, waarna het afgefilterde materiaal in een plantenbakje wordt gespoeld. Tevens dienen de sedimentvallen en MOC's in de gaten te worden gehouden. Dit omdat er eventueel bladeren voor de MOC- opening kunnen zitten of dat in de sedimentvallen zoveel materiaal is gevallen dat deze moeten worden afgesloten met een stop. Bladeren dienen voor de opening weggehaald te worden en wanneer voldoende materiaal in een sedimentval zit wordt de tijd genoteerd waarop deze is afgesloten. De persoon die de stroomsnelheden meet kan het driftnet uit de beek halen.

Nadat de andere persoon de parameters heeft gemeten kan deze de stroomsnelheid bij de MOC's en de sedimentvallen meten. Voor de MOC's geldt dat bij het voorste pijpje links en rechts een aantal keren (3 maal rechts en links) de stroomsnelheid op $0.4 * d$ wordt gemeten. Bij de sedimentvallen wordt de stroomsnelheid een aantal keren (3 maal) boven de opening en op $0.4 * d$ gemeten. Is de "ijker" klaar met zijn werk dan kan deze de andere persoon helpen met de stroomsnelheidsmetingen. Tijdens het veldwerk mag men niet in de beek staan/lopen, omdat anders de metingen worden beïnvloed.

Wanneer men de sedimentvallen heeft afgesloten, de macrofauna is bemonsterd en de stroomsnelheden heeft gemeten wordt al het materiaal + de bakjes waarin het ijkmonster zit naar de auto gebracht. Bij aankomst op het laboratorium zet men de macrofauna onder beluchting in de koelkast. Het ijkmonster wordt in een bekerglas overgespoeld en in de droogstoof gezet bij 105°C .

De tweede dag wordt bij de onderzoekslokatie als eerste de diepte en de stroomsnelheid bij de meetgoot gemeten. Vervolgens werkt men vanaf benedenstrooms om de stroomsnelheden bij de MOC's te meten. Na elke meting wordt de betreffende MOC afgesloten (waarbij men de tijd noteerd) en gewisseld voor een andere MOC. De sedimentvallen die op de eerste dag al gesloten waren worden eveneens vervangen door andere sedimentvallen. Zijn MOC's en sedimentvallen vervangen, dan rest alleen nog het meten van de twee bodemprofielen. Welke metingen worden verricht staat beschreven in hoofdstuk 3.1.2. Materiaal, MOC's en sedimentvallen worden weer ingeladen. Op het laboratorium worden de monsters, achtergebleven in het planktonnet, in bekerglazen overgespoeld en in de droogstoof gezet. Op de volgende pagina is een lijst weergegeven van het materiaal dat wordt meegenomen tijdens het veldwerk.

4 MOC- binnenemmers + pijpjes (en stoppen) + deksels
4 sedimentvallen + deksels + stoppen
8 stalen prikkers
driftnet
2 vierkante 10 liters emmers + deksel voor macrofauna
2 plantenbakjes + deksel voor ijkmeting
veldformulieren + potlood + gum + puntenslijper
stalen buis met markering + 2 duimstokken
watervaste stiften + etiketten
ijkbuis + stop
planktonnet + emmer
spuitfles met water
hamer
pH-meter + zuurstofmeter + lichtmeter + EGV-meter + stroomsnelheidsmeter
paraplu (regenkleding)

Procedure de dag voorafgaand aan de velddag: De pH- en zuurstofmeter dienen een dag voor de monsternamen geijkt te worden. De MOC's en sedimentvallen zijn voor de tijd gevuld met kraanwater en afgesloten met een deksel.

De rekenkundige reeks representeert een bepaalde fractie overeenkomend met de Wentworth-classificatie. De fracties, waarvan de opvolgende korrelgrootte tweemaal van de voorgaande waarde is, kunnen als volgt worden omgerekend naar de zogenaamde phi (Φ)- schaal:

$$-\log_2 n = \frac{\log_{10} n}{\log_{10} 2} \quad \text{waarin: } n = \text{korrelgroottefractie} \\ \log_{10} 2 = 1$$

Voor de fractie ≤ 0.250 mm en ≥ 0.125 mm is de phi- waarde dan 3, zie ook tabel 3.1. Deze phi- waarde is van belang om verschillen tussen het dominante verplaatste materiaal (sedimentvracht) te bepalen. Het dominante aandeel, dat een bepaald substraat representeert, kan worden berekend met onderstaande formule (Tolkamp, 1980):

$$Q_p = \text{phi}_{i-1} + \frac{p - K_{i-1}}{K_i - K_{i-1}}$$

waarin: $p = 25\%$, 50% of 75% staat voor $Q1$, Md of $Q3$;
 K_{i-1} = cumulatieve percentage van die korrelgrootte voordat de 25% , 50% of 75% limiet is overschreden;
 K_i = cumulatieve percentage van die korrelgrootte waar de 25% , 50% of 75% limiet is overschreden.

Met deze formule berekend men de eerste kwartielwaarde ($Q1$), de tweede kwartielwaarde of mediaan (Md) en de derde kwartielwaarde ($Q3$). Nadat de drie kwartielwaarden zijn berekend, wordt van elke kwartielwaarde de uitkomst altijd afgerond naar een geheel getal en zo dat altijd de hoogste waarde wordt aangehouden, de uitkomst $2,03$ wordt dus $3,00$. Met deze formule kan de $Q1MdQ3$ - index worden bepaald. In deze index stelt de waarde 0 echter de kleinste fractie ($< 0,063$ mm) voor in plaats van de waarde 10 en alle phi- waarden groter dan 0 zijn vervangen door het daarop volgende gehele getal.

Bijlage 4 Waarden gesuspendeerd materiaal ijkmetingen.

Code	Datum	A (g/m ³)	Debiet (m ³ /s)	B (g/h)	Liters	Gem. diepte	Gem. V (m/s)	C (%)	D (gram)	E (gram)	F (g/h)	G (g/h)
ijk 1	19-07-94	10,05	0,0113	410,25	227,94	7,96	0,15	18,80	2,26	0,030	81,49	328,76
ijk 2	02-08-94	10,59	0,0135	514,68	196,5	6,77	0,21	21,90	2,07	0,011	114,84	399,84
ijk 4	30-08-94	14,44	0,0132	687,94	157,2	7,96	0,175	20,09	2,27	0,003	138,93	549,01
ijk 5	14-09-94	7,12	0,0105	270,04	157,2	7,86	0,141	43,30	1,11	0,007	117,57	151,75
ijk 6	27-09-94	10,25	0,0126	464,06	149,34	8,49	0,156	26,1	1,53	0,005	122,64	342,94
ijk 7	13-10-94	6,42	0,0127	292,80	157,2	9,19	0,145	52,3	1,01	0,005	153,83	138,98
ijk 3	16-08-94	49,43	0,0116	2070,11	157,2	8,11	0,151	6,40	7,76	0,015	136,23	1933,88

Berekeningen:

Debiet = V gem. (m/s) * Gem. diepte (m) * Breedte meetgoot (m) Breedte van de meetgoot is 95 cm.

A = (D + E * 1000)/aantal liters

B = debiet * A * 3600

G = (D - (D/100 * C) * 1000/aantal liters) * debiet * 3600

F = (E + (D/100 * C) * 1000/aantal liters) * debiet * 3600

Hiervoor geldt:

A = concentratie gesuspendeerd materiaal

B = totaal aantal gram gesuspendeerd materiaal

C = percentage versaat materiaal

D = drooggewicht ijkmonster < 2mm

E = drooggewicht ijkmonster, organisch materiaal > 2mm

F = organisch materiaal (g/h) van ijkmonster

G = anorganisch materiaal (g/h) van ijkmonster

Voor de berekening van het gesuspendeerde materiaal van de MOC's in g/h geldt dat de hoeveelheid totaal aantal gram, organisch- en anorganisch materiaal niet wordt berekend door eerst de concentratie te berekenen en het materiaal te vermedigvuldigen met het debiet en dan het aantal seconden in een uur, maar door het materiaal te delen door de monsterduur en dan te vermedigvuldigen met 60.

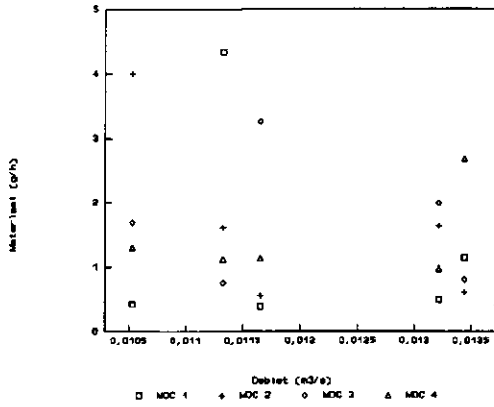
Verder is de berekening analoog aan die van de ijkmeting.

Bijlage 5 Waarden gesuspendeerd materiaal MOC's.

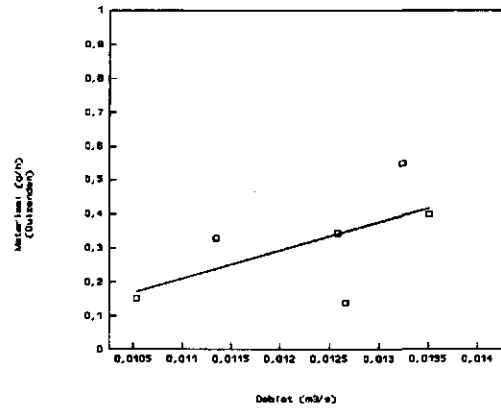
Code	Datum	Minerale delen (g/h)	Organisch materiaal (g/h)	Monsterduur (min.)	Mineraal materiaal MOC (g)	Organisch materiaal (g)	Organisch materiaal >2mm (g)	Verast percentage (%)	Materiaal <2mm (g)
MOC 1	19-07-94	4,27	0,07	1565	111,45	1,91	0,13	1,6	113,18
MOC 1	02-08-94	0,96	0,18	1342	21,52	4,13	0,24	15,3	25,41
MOC 1	16-08-94	0,28	0,11	1100	5,15	2,02	0,04	27,7	7,13
MOC 1	30-08-94	0,40	0,10	1418	9,36	2,45	0,04	20,5	11,77
MOC 1	14-09-94	0,33	0,10	356	1,94	0,60	0,004	23,5	2,54
MOC 1	27-09-94	0,18	0,13	1305	3,99	2,89	0,005	41,9	6,88
MOC 1	13-10-94	0,20	0,13	1329	4,34	2,87	0,01	39,7	7,2
MOC 2	19-07-94	1,51	0,10	1590	40,10	2,62	0,19	5,7	42,53
MOC 2	02-08-94	0,48	0,13	1357	10,82	2,89	0,2	19,9	13,51
MOC 2	16-08-94	0,42	0,14	1120	7,78	2,57	0,109	24,0	10,24
MOC 2	30-08-94	1,38	0,25	1424	32,84	5,88	0,25	14,6	38,47
MOC 2	14-09-94	3,94	0,07	389	25,52	0,47	0,006	1,8	25,98
MOC 2	27-09-94	0,44	0,15	1345	9,94	3,26	0,031	24,5	13,17
MOC 2	13-10-94	0,22	0,10	1374	5,00	2,30	0,04	31,1	7,26
MOC 3	19-07-94	0,65	0,10	1620	17,60	2,76	0,1	13,1	20,26
MOC 3	02-08-94	0,66	0,14	1374	15,15	3,22	0,27	16,3	18,1
MOC 3	16-08-94	3,09	0,16	1136	58,56	3,02	0,29	4,5	61,29
MOC 3	30-08-94	1,72	0,26	1438	41,32	6,34	0,41	12,6	47,25
MOC 3	14-09-94	1,60	0,09	400	10,67	0,60	0,014	5,2	11,26
MOC 3	27-09-94	0,51	0,15	1376	11,79	3,35	0,086	21,7	15,05
MOC 3	13-10-94	0,61	0,11	1419	14,54	2,66	0,05	15,2	17,15
MOC 4	19-07-94	1,04	0,08	1645	28,38	2,22	0,19	6,7	30,41
MOC 4	02-08-94	2,55	0,12	1390	59,08	2,87	0,27	4,2	61,68
MOC 4	16-08-94	1,02	0,11	1152	19,57	2,18	0,13	9,5	21,62
MOC 4	30-08-94	0,80	0,18	1444	19,28	4,22	0,33	16,8	23,17
MOC 4	14-09-94	1,16	0,14	420	8,12	1,01	0,111	9,9	9,02
MOC 4	27-09-94	0,70	0,07	1418	16,52	1,65	0,118	8,5	18,05
MOC 4	13-10-94	0,31	0,09	1469	7,67	2,26	0,05	22,4	9,88
MOC 5	27-09-94	1,65	0,17	1249	34,39	3,51	0,046	9,2	37,85
MOC 5	13-10-94	2,52	0,17	1169	49,19	3,30	0,05	6,2	52,44
MOC 6	27-09-94	1,25	0,07	1202	25,13	1,37	0,073	4,9	26,43
MOC 6	13-10-94	3,23	0,16	1138	61,24	3,04	0,29	4,3	63,99

Bijlage 6

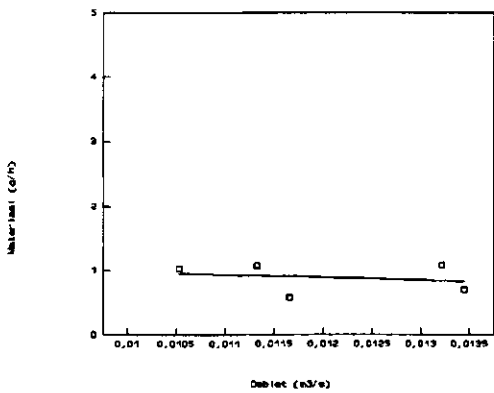
Gesuspendeerd materiaal MOC's en mineraal materiaal sedimentval-
len.



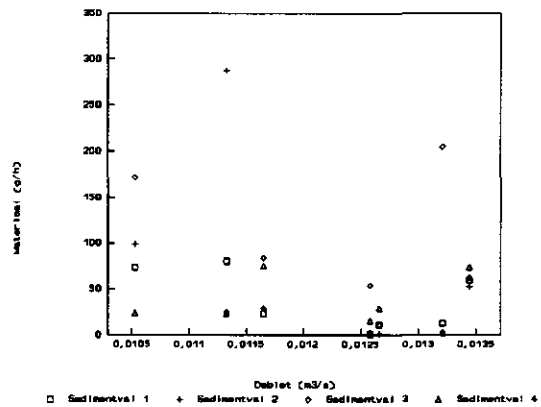
Totaal gesuspendeerd materiaal MOC's.



Mineraal gesuspendeerd materiaal ijkmetingen. ($r = 0.607512$)



Mineraal gesuspendeerd materiaal MOC's.
($r = 0.221475$)

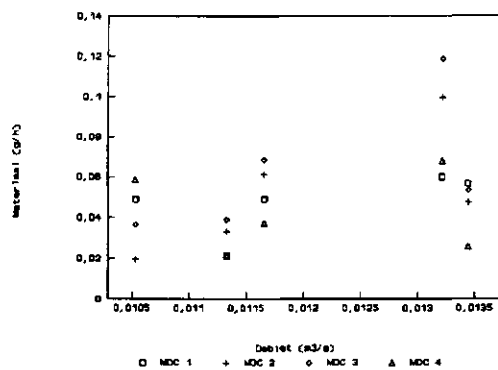


Mineraal materiaal sedimentvallen

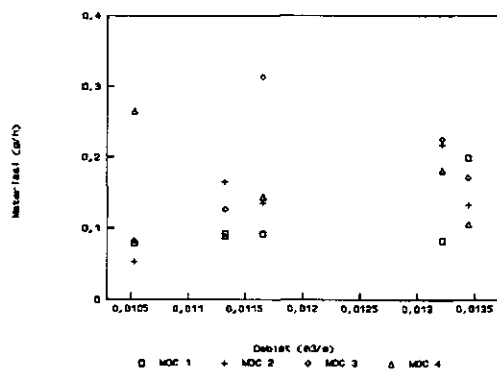
Bijlage 7 Aandeel van de MOC- monsters in de fracties (g/h).

Fractie (mm)		≤ 0.063	0.063-0.125	0.125-0.250	0.250-0.500	0.500-1.00	1.00-2.00	2.00-4.00
Code	datum							
MOC 1	19-07-94	0,022	0,094	0,868	2,985	0,366	0,005	0,002
MOC 1	02-08-94	0,057	0,200	0,706	0,172	0,001	0,000	0,000
MOC 1	16-08-94	0,050	0,094	0,214	0,028	0,002	0,000	0,000
MOC 1	30-08-94	0,060	0,083	0,139	0,198	0,019	0,000	0,000
MOC 1	14-09-94	0,050	0,081	0,221	0,065	0,007	0,003	0,000
MOC 2	19-07-94	0,033	0,166	1,028	0,367	0,009	0,001	0,000
MOC 2	02-08-94	0,048	0,133	0,355	0,060	0,001	0,000	0,000
MOC 2	16-08-94	0,062	0,138	0,304	0,041	0,002	0,002	0,000
MOC 2	30-08-94	0,100	0,217	0,956	0,269	0,078	0,000	0,000
MOC 2	14-09-94	0,020	0,054	1,528	2,346	0,060	0,002	0,000
MOC 3	19-07-94	0,039	0,127	0,409	0,172	0,003	0,000	0,000
MOC 3	02-08-94	0,053	0,171	0,485	0,078	0,003	0,000	0,000
MOC 3	16-08-94	0,069	0,313	1,844	0,985	0,026	0,001	0,000
MOC 3	30-08-94	0,120	0,226	1,044	0,562	0,020	0,000	0,000
MOC 3	14-09-94	0,037	0,084	0,565	0,930	0,071	0,002	0,000
MOC 4	19-07-94	0,021	0,087	0,575	0,410	0,017	0,000	0,000
MOC 4	02-08-94	0,026	0,106	0,935	1,199	0,373	0,023	0,000
MOC 4	16-08-94	0,038	0,146	0,749	0,191	0,002	0,000	0,000
MOC 4	30-08-94	0,070	0,184	0,658	0,049	0,002	0,000	0,000
MOC 4	14-09-94	0,059	0,267	0,880	0,079	0,003	0,000	0,000

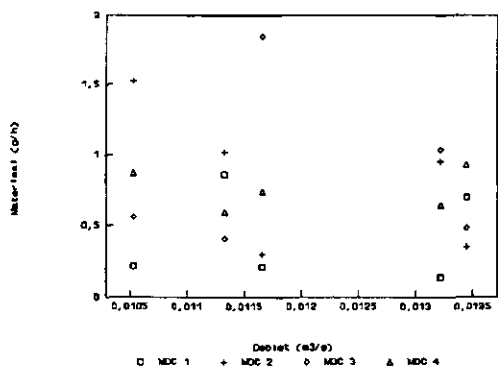
Fractie < 0,063



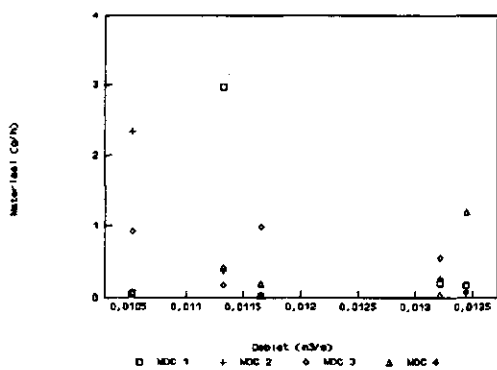
Fractie 0,125-0,063



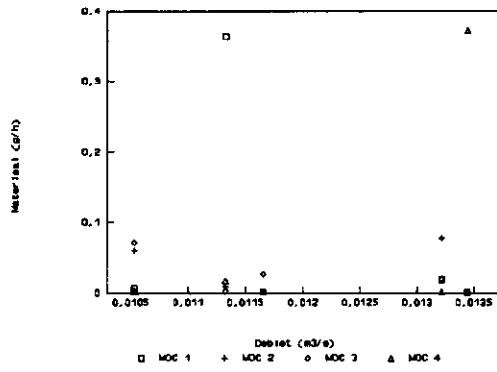
Fractie 0,25-0,125



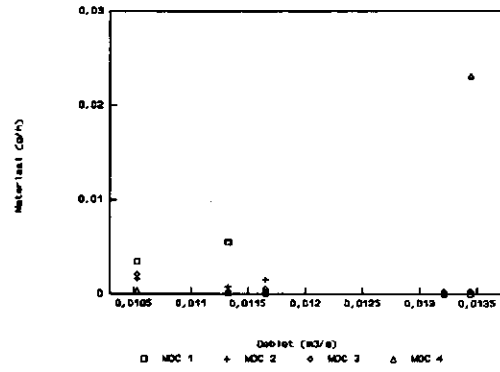
Fractie 0,5-0,25



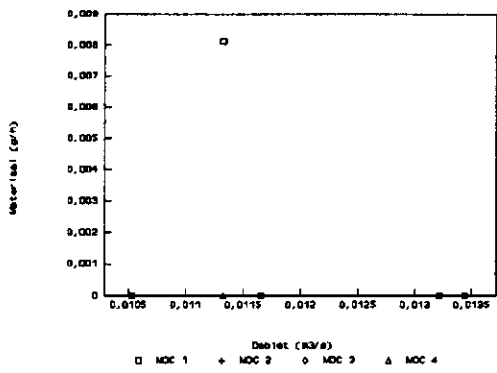
Fractie 1,0-0,5



Fractie 2,0-1,0



Fractie 4,0-2,0



Bijlage 8 Debietmetingen per monsterdag.

De getallen onder de kolom **Diepte** geven de diepte-metingen weer in de meetgoot, achter deze diepte is éénmaal of meerdere malen de stroomsnelheid gemeten. Hieruit is het debiet berekend voor elke debiet-meting. De eerste vijf vetgedrukte cijfers in de tabel corresponderen met de gemeten punten in de meetgoot. Hiervan stelt de waarde 7.1 de diepte rechts voor (naar bovenstrooms gezien) en de waarde 8.8 de diepte links.

Datum	Tijd- stip	Diepte (cm)	Stroomsnelheid (m/s)			Variatiecoëfficiënt tussen debiet metingen	Debiet (m ³ /s)	Gem. diepte (cm)	Gem. stroom- snelheid (m/s)	Gem. debiet (m ³ /s)
19-07-'94	11:15	7,1	0,126			0,1092	0,013664	7,920000	0,181600	0,0113
		7,4	0,237							
		7,8	0,216							
		8,5	0,172							
		8,8	0,157							
	13:12	6,9	0,117			0,011534	7,560000	0,160600		
		7	0,213							
		7,4	0,171							
		8,1	0,151							
		8,4	0,151							
20-07-'94	10:30	7,5	0,114			0,011516	8,060000	0,150400		
		7,5	0,263							
		7,8	0,169							
		8,5	0,162							
		9	0,044							
	12:30	7,4	0,129			0,008391	8,300000	0,1064		
		7,5	0,193							
		8,1	0,054							
		9	0,114							
		9,5	0,042							
02-08-'94		7,5	0,162	0,158	0,1733	0,04981	0,013282	6,900000	0,202623	0,0136
(Ott + sen- se)		7,8	0,229	0,224	0,2266					
		5,5	0,186	0,214	0,24075					
		6,5	0,218	0,213	0,2364					
		7,2	0,175	0,172	0,2113					
		7,3	0,182	0,1668			0,014053	6,640000	0,222778	
		7,1	0,2- 353	0,2353						
		6,2	0,2- 646	0,2527						
		6,1	0,22- 008	0,22						
		6,5	0,2- 179	0,2331						

Datum	Diepte	Stroomsnelheid		Variatiecoëfficiënt tussen debiet metingen	Debiet	Gem. diepte	Gem. stroom- snelheid	Gem. debiet
16-08-'94	8,7	0,12		0,07773	0,012361	8,460000	0,153800	0,0116
	8,3	0,181						
	8,2	0,221						
	8,4	0,171						
	8,7	0,076						
	7,8	0,137			0,011941	8,120000	0,154800	
	8	0,205						
	8,1	0,181						
	8,2	0,183						
	8,5	0,068						
	7,5	0,088			0,011866	7,720000	0,161800	
	7,6	0,168						
	7,6	0,239						
	7,9	0,216						
	8	0,098						
	7,8	0,06			0,010306	8,060000	0,134600	
	7,8	0,143						
	8,1	0,191						
	8,2	0,198						
	8,4	0,081						
30-08-'94	7,6	0,109	0,09	0,019338	0,013389	7,900000	0,178400	0,0132
	7,9	0,216	0,196					
	7,9	0,232	0,23					
	8	0,246	0,226					
	8,1	0,129	0,11					
	7,8	0,076	0,075		0,013028	8,020000	0,171000	
	7,8	0,169	0,176					
	8	0,224	0,23					
	8,2	0,216	0,221					
	8,3	0,157	0,166					
14-09-'94	7,7	0,049	0,051	0,09024	0,011203	7,920000	0,148900	0,0105
	7,8	0,165	0,16					
	7,9	0,215	0,213					
	8	0,208	0,199					
	8,2	0,114	0,115					
	7,5	0,065	0,058		0,009863	7,800000	0,133100	
	7,6	0,146	0,145					
	7,7	0,199	0,201					
	7,9	0,196	0,222					
	8,3	0,046	0,053					

Datum	diepte	stroomsnelheid		Variatiecoëfficiënt tussen debiet metingen	Debiet	Gem. diepte	Gem. stroom- snelheid	Gem. debiet	
27-09-'94	8,1	0,03	0,029		0,01555	0,012468	8,280000	0,158500	0,0126
	8,2	0,162	0,162						
	8,3	0,239	0,24						
	8,4	0,237	0,232						
	8,4	0,13	0,124						
	8,5	0,032	0,032			0,012745	8,700000	0,154200	
	8,5	0,178	0,179						
	8,7	0,22	0,22						
	8,8	0,196	0,21						
	9	0,145	0,13						
13-10-'94	9,4	0,043	0,045		0,03586	0,012306	9,400000	0,137800	0,0127
	9,3	0,166	0,15						
	9,4	0,192	0,191						
	9,5	0,143	0,138						
	9,4	0,149	0,161						
	8,7	0,031	0,033			0,012976	8,980000	0,152100	
	8,9	0,15	0,136						
	9	0,188	0,194						
	9,2	0,239	0,224						
	9,1	0,159	0,167						

Bijlage 9

Waarden behorend bij de sedimentvallen.

Code	Datum	Monsterduur (min)	Minerale delen (g/h)	Organisch materiaal (g/h)	V boven gat (m/s)	V op 0,4 * d (m/s)	Organisch materiaal > 2mm	Verast percentage	Anorganisch materiaal > 2mm	Drooggewicht (g)	Materiaal < 2mm
sedimentval1	19-07-94	153	80,33	0,71	0,283	0,364	0,77	0,5	0,1	206,04	205,77
sedimentval1	02-08-94	148	59,48	0,41	0,227	0,317	0,44	0,38	0,012	147,8	147,26
sedimentval1	16-08-94	102	23,00	0,57	0,153	0,209	0,58	1	0,66	40,03	38,83
sedimentval1	30-08-94	204	13,03	0,30	0,163	0,145	0,37	1,43	0,117	45,23	44,81
sedimentval1	14-09-94	233	73,45	0,24	0,167	0,137	0,205	0,26	0,476	286,39	285,49
sedimentval1	27-09-94	91	1,18	0,11	0,17	0,122	0,066	5,62	0,006	1,97	1,89
sedimentval1	13-10-94	341	11,67	0,19	0,177	0,158	0,18	1,3	0,019	67,36	67,16
sedimentval2	19-07-94	108	287,50	1,24	0,245	0,274	0,36	0,36	0,312	520,79	519,06
sedimentval2	02-08-94	140	52,34	0,61	0,192	0,273	0,84	0,48	0	123,58	122,71
sedimentval2	16-08-94	104	29,16	0,62	0,12	0,198	0,61	0,9	0,21	51,56	50,79
sedimentval2	30-08-94	209	3,56	0,14	0,189	0,248	0,22	2,35	0,676	12,92	12
sedimentval2	14-09-94	246	99,13	0,98	0,145	0,148	1,274	0,68	5,037	410,23	404,13
sedimentval2	27-09-94	186	2,09	0,12	0,229	0,121	0,083	4,1	0,067	6,85	6,7
sedimentval2	13-10-94	329	1,35	0,05	0,241	0,144	0,03	3,3	0,009	7,71	7,67
sedimentval3	19-07-94	230	24,95	0,10	0,152	0,2	0,09	0,3	0,424	96,01	95,5
sedimentval3	02-08-94	121	62,34	0,38	0,195	0,242	0,16	0,48	0,06	126,53	126,26
sedimentval3	16-08-94	88	84,17	2,10	0,098	0,149	2,33	0,6	0,14	126,36	124,05
sedimentval3	30-08-94	78	204,78	1,40	0,107	0,211	0,8	0,38	0,004	267,93	267,23
sedimentval3	14-09-94	111	171,98	0,84	0,09	0,184	0,408	0,36	0,144	319,76	319,16
sedimentval3	27-09-94	135	53,68	0,45	0,134	0,247	0,482	0,44	0,058	121,81	121,25
sedimentval3	13-10-94	382	11,36	0,23	0,227	0,211	0,41	1,4	0,023	73,76	73,33
sedimentval4	19-07-94	240	23,36	0,12	0,219	0,196	0,19	0,3	0,502	94,26	93,23
sedimentval4	02-08-94	136	73,78	0,55	0,173	0,242	0,48	0,46	0,573	170,52	167,44
sedimentval4	16-08-94	102	74,68	0,64	0,196	0,235	0,44	0,51	0,28	128,95	127,32
sedimentval4	30-08-94	216	2,32	0,08	0,266	0,14	0,11	2,14	0,8	8,94	7,73
sedimentval4	14-09-94	250	23,75	0,12	0,235	0,159	0,127	0,36	1,322	99,55	98
sedimentval4	27-09-94	214	15,47	0,36	0,176	0,227	0,709	1,22	8,414	56,46	47,33
sedimentval4	13-10-94	403	28,89	0,39	0,265	0,236	0,59	1,03	0,727	196,66	195,34

Gloeiverites (%) 0,5				Datum 19-07-94				Gloeiverites 0,36				Datum 19-07-94				Gloeiverites 0,3				Datum 19-07-94							
Totale massa		206,04 gram		Code sedimentval 1		Code sedimentval 2		Totale massa		520,79		Code sedimentval 2		Totale massa		96,01		Code sedimentval 3		Code sedimentval 3							
Org fr. > 2mm 0,770 gram								Org fr. > 2mm 0,360						Org fr. > 2mm 0,090													
Phi wtd.	Fract.	Perc.	Chumul.	Q	Q25-Q75	Q1	Mid	Q3	Phi wtd.	Fract.	Perc.	Chumul.	Q	Q25-Q75	Q1	Mid	Q3	Phi wtd.	Fract.	Perc.	Chumul.	Q	Q25-Q75	Q1	Mid	Q3	
-5		0,000				2	2	2	-5		0,000				2	2	2	-5		0,000					2	2	2
-4		0,000	0,000						-4		0,000	0,000						-4		0,000	0,000						
-3		0,000	0,000						-3		0,000	0,000						-3		0,000	0,000						
-2		0,000	0,000						-2		0,000	0,000						-2		0,000	0,000						
-1	0,1	0,049	0,049						-1	0,312	0,060	0,060						-1	0,424	0,443	0,443						
0	0,16	0,359	0,408		1,200				0	0,18	0,529	0,589		1,160				0	1,23	3,689	4,132						1,008
1	4,93	11,073	11,482	Q25,Q75	1,569				1	4,49	13,190	13,779	Q25,Q75	1,515				1	6,8	20,392	24,524	Q25,Q75	1,425				
2	30,13	67,675	79,156		1,939				2	23,94	70,328	84,107		1,871				2	19,97	59,888	84,412						1,843
3	8,78	19,721	98,877						3	5,3	15,570	99,677						3	5,063	15,183	99,595						
4	0,46	1,033	99,910						4	0,09	0,264	99,941						4	0,119	0,357	99,952						
5-10	0,04	0,090	100,000						5-10	0,02	0,059	100,000						5-10	0,016	0,048	100,000						
	44,5	100,000								34,02	100,000								33,198	100,000							

Gloeiverlies 0,25				Datum 16-08-'94				Gloeiverlies 0,9				Datum 16-08-'94				Gloeiverlies 0,6				Datum 16-08-'94				
Totale massa 40,03				Code sedimentval 1				Totale massa 51,56				Code sedimentval 2				Totale massa 126,36				Code sedimentval 3				
Org fr. > 2mm 0,580								Org fr. > 2mm 0,610								Org fr. > 2mm 1,330								
Phi wrd.	Fract.	Perc.	Cumul. Q	Q25..Q75	Q1	Md	Q3	Phi wrd.	Fract.	Perc.	Cumul. Q	Q25..Q75	Q1	Md	Q3	Phi wrd.	Fract.	Perc.	Cumul. Q	Q25..Q75	Q1	Md	Q3	
-5		0,000			2	2	3	-5		0,000			2	2	3	-5		0,000						
-4		0,000	0,000					-4		0,000	0,000					-4		0,000	0,000					
-3		0,000	0,000					-3		0,000	0,000					-3		0,000	0,000					
-2	0,52	1,321	1,321					-2	0,13	0,257	0,257					-2		0,000	0,000					
-1	0,14	0,356	1,677					-1	0,08	0,158	0,416					-1	0,14	0,113	0,113					
0	0,129	0,490	2,167	1,332				0	0,093	0,310	0,726	1,255				0	0,379	1,350	1,463	0,982				
1	1,563	5,935	8,102	1,822				1	2,418	8,063	8,789	1,649				1	6,91	24,616	26,079	1,397				
2	13,423	50,971	59,073	2,405				2	19,05	63,524	72,313	2,042				2	16,933	60,323	86,402	1,811				
3	10,365	39,359	98,432					3	8,029	26,773	99,086					3	3,657	13,028	99,430					
4	0,368	1,397	99,829					4	0,22	0,734	99,820					4	0,124	0,442	99,872					
5-10	0,045	0,171	100,000					5-10	0,054	0,180	100,000					5-10	0,036	0,128	100,000					
	25,899	100,000							29,864	100,000							28,039	100,000						

Gloeiverlies 0,37		Datum 30-08-'94		Gloeiverlies 2,35		Datum 30-08-'94		Gloeiverlies 0,38		Datum 30-08-'94					
Totale massa 45,23		Codes sedimentaval 1		Totale massa 12,92		Codes sedimentaval 2		Totale massa 267,95		Codes sedimentaval 3					
Org fr. > 2mm 0,370				Org fr. > 2mm 0,220				Org fr. > 2mm 0,800							
Phi wrd.	Fract.	Perc.	Cumul. Q	Q25..Q75	Q1	Md	Q3	Phi wrd.	Fract.	Perc.	Cumul. Q	Q25..Q75	Q1	Md	Q3
-5		0,000			2	2	3	-5		0,000			2	3	3
-4		0,000	0,000					-4		0,000	0,000				
-3		0,000	0,000					-3		0,000	0,000				
-2	0,117	0,262	0,262					-2		0,000	0,717				
-1	0	0,000	0,262					-1	0,587	4,727	5,444				
0	0,057	0,295	0,557					0	0,151	1,562	7,006	1,359			
1	1,83	9,467	10,024	Q25,Q50	1,879			1	0,608	6,291	13,297	Q25	2,125		
2	8,791	45,477	55,501	Q75	2,478			2	3,153	32,622	45,919	Q50,Q75	2,593		
3	7,882	40,775	96,275					3	4,74	49,042	94,961				
4	0,633	3,275	99,550					4	0,397	4,108	99,069				
5-10	0,087	0,450	100,000					5-10	0,09	0,931	100,000				
	19,28	100,000							9,139	100,000					
									18,37	100,000					

Gloeiverfies 0,26				Datum 14-09-'94				Gloeiverfies 0,68				Datum 14-09-'94				Gloeiverfies 0,36				Datum 14-09-'94							
Totale massa 286,39				Code sedimentval 1				Totale massa 410,23				Code sedimentval 2				Totale massa 319,76				Code sedimentval 3							
Org fr. > 2mm 0,205								Org fr. > 2mm 1,274								Org fr. > 2mm 0,408											
Phi wrd.	Fract.	Perc.	Cumul.	Q	Q25..Q75	Q1	Mid	Q3	Phi wrd.	Fract.	Perc.	Cumul.	Q	Q25..Q75	Q1	Mid	Q3	Phi wrd.	Fract.	Perc.	Cumul.	Q	Q25..Q75	Q1	Mid	Q3	
-5		0,000				2	2	3	-5		0,000				2	2	3	-5		0,000					2	2	3
-4		0,000	0,000						-4		0,000	0,000						-4		0,000	0,000						
-3		0,000	0,000						-3		0,000	0,000						-3		0,000	0,000						
-2	0,189	0,066	0,066						-2	1,308	0,322	0,322						-2		0,000	0,000						
-1	0,287	0,101	0,167						-1	3,729	0,918	1,240						-1	0,144	0,045	0,045						
0	0,022	0,070	0,237		1,316				0	0,243	0,918	2,158		1,209				0	0,149	0,484	0,530		1,223				
1	2,146	6,849	7,086	Q25-Q50	1,756				1	2,751	10,390	12,547	Q25,Q50	1,628				1	3,546	11,528	12,038	Q25,Q50	1,655				
2	17,783	56,756	63,842	Q75	2,320				2	15,787	59,622	72,170	Q75	2,106				2	17,831	57,970	70,028	Q75	2,171				
3	10,941	34,919	96,762						3	7,094	26,792	98,961						3	8,965	29,146	99,174						
4	0,339	1,082	99,844						4	0,235	0,888	99,849						4	0,219	0,712	99,886						
5-10	0,049	0,156	100,000						5-10	0,04	0,151	100,000						5-10	0,035	0,114	100,000						
	31,28	100,000								26,15	100,000								30,745	100,000							

Glaciervillas 5,62			Datum 27-09-'94			Glaciervillas 4,1			Datum 27-09-'94			Glaciervillas 0,44			Datum 27-09-'94		
Totale massa 1,97			Code sedimentaval 1			Totale massa 6,85			Code sedimentaval 2			Totale massa 121,81			Code sedimentaval 3		
Org fr. > 2mm 0,066						Org fr. > 2mm 0,083						Org fr. > 2mm 0,482					
Phi wrd.	Fract.	Perc.	Cumul. Q	Q25..Q75	Q1 Md Q3	Phi wrd.	Fract.	Perc.	Cumul. Q	Q25..Q75	Q1 Md Q3	Phi wrd.	Fract.	Perc.	Cumul. Q	Q25..Q75	Q1 Md Q3
-5	0,000	0,000			2 3 3	-5		0,000			2 3 3	-5		0,000			2 3 3
-4	0,000	0,000	0,000			-4		0,000	0,000			-4		0,000	0,000		
-3	0,000	0,000	0,000			-3		0,000	0,000			-3		0,000	0,000		
-2	0,000	0,000	0,000			-2		0,000	0,000			-2		0,000	0,000		
-1	0,006	0,334	0,334			-1	0,067	1,032	1,032			-1	0,058	0,048	0,048		
0	0,016	0,994	1,267	1,467		0	0,053	0,828	1,860	1,552		0	0,082	0,281	0,329	1,571	
1	0,092	5,368	6,636	2,095		1	0,199	3,109	4,969	2,167		1	0,607	2,081	2,410	2,146	
2	0,674	39,330	45,966	2,684		2	2,323	36,297	41,266	2,167		2	11,538	39,554	41,964	2,602	
3	0,727	42,422	88,388			3	3,342	52,218	93,484			3	16,006	54,871	96,836		
4	0,161	9,395	97,783			4	0,328	5,125	98,609			4	0,89	3,051	99,887		
5-10	0,038	2,217	100,000			5-10	0,089	1,391	100,000			5-10	0,033	0,113	100,000		
	1,708	100,000					6,334	100,000					29,156	100,000			

Gloeiverlies 1,3				Datum 13-10-'94				Gloeiverlies 3,3				Datum 13-10-'94				Gloeiverlies 1,4				Datum 13-10-'94				
Totale massa 67,36				Code sedimentaal 1				Totale massa 7,71				Code sedimentaal 2				Totale massa 73,76				Code sedimentaal 3				
Org fr. > 2mm 0,180								Org fr. > 2mm 0,030								Org fr. > 2mm 0,410								
Phi wtd.	Fract.	Perc.	Cumul. Q	Q25..Q75	Q1	Md	Q3	Phi wtd.	Fract.	Perc.	Cumul. Q	Q25..Q75	Q1	Md	Q3	Phi wtd.	Fract.	Perc.	Cumul. Q	Q25..Q75	Q1	Md	Q3	
-5		0,000			2	3	3	-5		0,000			2	3	3	-5		0,000				2	3	3
-4		0,000	0,000					-4		0,000	0,000					-4		0,000	0,000					
-3		0,000	0,000					-3		0,000	0,000					-3		0,000	0,000					
-2		0,000	0,000					-2		0,000	0,000					-2		0,000	0,000					
-1	0,019	0,029	0,029					-1	0,009	0,121	0,121					-1	0,023	0,032	0,032					
0	0,018	0,085	0,114	1,537				0	0,042	0,588	0,709	1,641				0	0,184	0,679	0,711					
1	0,883	4,184	4,298	2,141				1	0,135	1,890	2,599	2,221				1	1,694	6,253	6,964	Q25	1,805			
2	8,138	36,561	42,859	2,635				2	2,497	34,949	37,548	2,221				2	6,07	22,406	29,370	Q50..Q75	2,328			
3	10,683	50,621	93,480					3	4,034	56,462	94,010					3	17,033	62,874	92,245					
4	1,258	5,961	99,441					4	0,355	4,969	98,978					4	1,983	7,320	99,564					
5-10	0,118	0,559	100,000					5-10	0,073	1,022	100,000					5-10	0,118	0,436	100,000					
	21,098	100,000							7,136	100,000							27,082	100,000						

Gloeiverlies		0,3		Datum		19-07-94			
Totale massa		94,26		Code		sedimentval 4			
Org fr. > 2mm		0,190							
Phi wrd.	Fract.	Perc.	Cumul.	Q	Q25..Q75	Q1	Md	Q3	
-5		0,000				2	2	2	
-4		0,000	0,000						
-3		0,000	0,000						
-2		0,000	0,000						
-1	0,502	0,535	0,535						
0	0,22	0,740	1,276		1,027				
1	6,52	21,942	23,218	Q25,Q75	1,412				
2	19,3	64,952	88,171		1,797				
3	3,382	11,382	99,552						
4	0,125	0,421	99,973						
5-10	0,008	0,027	100,000						
	29,555	100,000		Mediar zand					

Gloeiverlies		0,46		Datum		02-08-'94			
Totale massa		170,52		Code		sedimentval 4			
Org fr. > 2mm		0,480							
Phi wrd.	Fract.	Perc.	Cumul.	Q	Q25..Q75	Q1	Md	Q3	
-5		0,000				1	2	2	
-4		0,000	0,000						
-3		0,000	0,000						
-2		0,000	0,000						
-1	0,573	0,339	0,339						
0	0,869	3,329	3,667		0,977				
1	5,897	22,587	26,255	Q25,Q75	1,437				
2	14,194	54,368	80,622		1,897				
3	4,973	19,048	99,671						
4	0,069	0,264	99,935						
5-10	0,017	0,065	100,000						
	26,019	100,000		Mediar zand					

Gloeiverlies 0,51			Datum 16-08-'94					
Totale massa 128,95			Code sedimentval 4					
Org fr. > 2mm 0,440								
Phi wrd.	Fract.	Perc.	Cumul.	Q	Q25..Q75	Q1	Md	Q3
-5		0,000				2	2	2
-4		0,000	0,000					
-3		0,000	0,000					
-2		0,000	0,000					
-1	0,28	0,219	0,219					
0	0,371	1,355	1,574		1,018			
1	6,116	22,336	23,910	Q25,Q75	1,430			
2	16,622	60,704	84,614		1,842			
3	3,991	14,575	99,189					
4	0,192	0,701	99,890					
5-10	0,03	0,110	100,000					
	27,322	100,000						

Gloeiverlies 2,14			Datum 30-08-'94					
Totale massa 8,94			Code sedimentval 4					
Org fr. > 2mm 0,110								
Phi wrd.	Fract.	Perc.	Cumul.	Q	Q25..Q75	Q1	Md	Q3
-5		0,000				1	2	3
-4		0,000	0,000					
-3		0,000	0,000					
-2		0,000	0,000					
-1	0,8	9,240	9,240					
0	0,599	6,980	16,220	Q25	0,543			
1	1,388	16,173	32,393	Q50	1,462			
2	3,27	38,103	70,496	Q75	2,175			
3	2,212	25,775	96,271					
4	0,259	3,018	99,289					
5-10	0,061	0,711	100,000					
	7,789	100,000						

Gloeiverlies 0,36			Datum 14-09-'94					
Totale massa 99,55			Code sedimentval 4					
Org fr. > 2mm 0,127								
Phi wrd.	Fract.	Perc.	Cumul.	Q	Q25..Q75	Q1	Md	Q3
-5		0,000				1	2	2
-4		0,000	0,000					
-3		0,000	0,000					
-2		0,000	0,000					
-1	1,322	1,334	1,334					
0	1,383	4,109	5,444	Q25	0,638			
1	10,32	30,665	36,109	Q50,Q75	1,308			
2	15,161	45,050	81,158		1,863			
3	6,125	18,200	99,358					
4	0,195	0,579	99,938					
5-10	0,021	0,062	100,000					
	33,205	100,000						

Gloeiverlies 1,22			Datum 27-09-'94					
Totale massa 56,46			Code sedimentval 4					
Org fr. > 2mm 0,709								
Phi wrd.	Fract.	Perc.	Cumul.	Q	Q25..Q75	Q1	Md	Q3
-5		0,000				1	2	3
-4		0,000	0,000					
-3	1,382	2,505	2,505					
-2	2,631	4,769	7,273					
-1	4,401	7,977	15,250					
0	1,574	5,142	20,392	Q25	0,350			
1	4,034	13,178	33,570	Q50	1,444			
2	11,323	36,990	70,560	Q75	2,160			
3	8,479	27,699	98,259					
4	0,493	1,611	99,869					
5-10	0,04	0,131	100,000					
	25,943	100,000						

Gloeiverlies 1,03			Datum 13-10-'94					
Totale massa 196,66			Code sedimentval 4					
Org fr. > 2mm 0,590								
Phi wrd.	Fract.	Perc.	Cumul.	Q	Q25..Q75	Q1	Md	Q3
-5		0,000				2	2	2
-4		0,000	0,000					
-3		0,000	0,000					
-2	0,095	0,049	0,049					
-1	0,632	0,326	0,375					
0	0,509	1,706	2,081		1,067			
1	5,714	19,151	21,231	Q25,Q75	1,509			
2	16,878	56,568	77,799		1,951			
3	6,134	20,559	98,358					
4	0,377	1,264	99,621					
5-10	0,113	0,379	100,000					
	29,725	100,000						

Bijlage 10 Waarden behorend bij dwarsprofiel 1.

afstand tot linker paal (cm)	afstand reken	afstand	reken	verschil	afstand	reken	verschil	afstand	reken	verschil	afstand	reken	verschil	afstand	reken	verschil	afstand	reken	verschil	afstand	reken	verschil	afstand	reken	verschil
0	25,5	-11,6	25,5	2,8	25,5	-10,3	1,5	25,5	-10,5	0,2	15,5	-6	4,5	15,5	-4,8	1,2	15,5	-4,6	0,2	15,5	-4,6	0,2	10,4	10,4	0,0
5	26,5	-12,6	26	3,3	28,9	-13,7	4,4	28,8	-13,8	0,1	21,2	-11,7	2,1	23,4	-12,7	1	30,4	-19,5	6,8	17,7	17,7	0,0	30,4	30,4	0,0
10	34	-20,1	31,3	5,5	32,2	-17	2,4	31,1	-16,1	0,9	26,2	-16,7	0,6	26,4	-15,7	1	30,2	-19,3	3,6	14	14	0,0	30,2	30,2	0,0
15	37,3	-23,4	31,9	8,2	33,6	-18,4	3,2	33,6	-18,6	0,2	27,6	-18,1	0,5	28,3	-17,6	0,5	28,2	-17,3	0,3	12,9	12,9	0,0	28,2	28,2	0,0
20	41,4	-27,5	34,5	9,7	35,1	-19,9	2,1	36,3	-21,3	1,4	12,1	-41,2	19,9	9,9	-38,3	2,9	30,2	-19,3	19	55	55	0,0	30,2	30,2	0,0
25	13,1	-44,6	7	7,8	11	-40,2	3,4	12,7	-41,3	1,1	12,4	-41,5	0,2	16,2	-44,6	3,1	13,7	-42,3	2,3	17,9	17,9	0,0	13,7	13,7	0,0
30	16	-47,5	9,5	8,2	11,8	-41	1,7	15,4	-44	3	11,2	-40,3	3,7	16,7	-45,1	4,8	14,2	-42,8	2,3	23,7	23,7	0,0	14,2	14,2	0,0
35	17,1	-48,6	14,2	4,6	12,5	-41,7	2,3	14,7	-43,3	1,6	14,9	-44	0,7	16	-44,4	0,4	13,6	-42,2	2,2	11,8	11,8	0,0	13,6	13,6	0,0
40	17,5	-49	14,6	4,6	12,6	-41,8	2,6	14,9	-43,5	1,7	14,7	-43,8	0,3	14,1	-42,5	1,3	11,4	-40	2,5	13	13	0,0	11,4	11,4	0,0
45	17,3	-48,8	12,5	6,5	13,4	-42,6	0,3	15,3	-43,9	1,3	14,8	-43,9	0	14,5	-42,9	1	13,3	-41,9	1	10,1	10,1	0,0	13,3	13,3	0,0
50	15,9	-47,4	11,2	6,4	13	-42,2	1,2	15	-43,6	1,4	14,9	-44	0,4	15,1	-43,5	0,5	13,4	-42	1,5	11,4	11,4	0,0	13,4	13,4	0,0
55	13	-44,5	10,9	3,8	15	-44,2	3,5	14,9	-43,5	0,7	12,4	-41,5	2	12,1	-40,5	1	12,2	-40,8	0,3	11,3	11,3	0,0	12,2	12,2	0,0
60	10,5	-42	11,1	1,1	14,5	-43,7	2,8	13,1	-41,7	2	12,7	-41,8	0,1	13,5	-41,9	0,1	11	-39,6	2,3	8,4	8,4	0,0	11	11	0,0
65	10	-41,5	8	3,7	13,8	-43	5,2	14	-42,6	0,4	10,4	-39,5	3,1	12,7	-41,1	1,6	9,4	-38	3,1	17,1	17,1	0,0	9,4	9,4	0,0
70	8	-39,5	8,9	0,8	10,4	-39,6	0,9	13,3	-41,9	2,3	10,9	-40	1,9	10,1	-38,5	1,5	6,7	-35,3	3,2	10,6	10,6	0,0	6,7	6,7	0,0
75	7,5	-39	6,2	3	6,9	-36,1	0,1	10,9	-39,5	3,4	10,2	-39,3	0,2	10,1	-38,5	0,8	7,7	-36,3	2,2	9,7	9,7	0,0	7,7	7,7	0,0
80	10	-41,5	5,8	5,9	8	-37,2	1,6	7,8	-36,4	0,8	10,3	-39,4	3	10,9	-39,3	0,1	9,2	-37,8	1,5	12,9	12,9	0,0	9,2	9,2	0,0
85	10	-41,5	52,1	2,9	12,1	-41,3	2,7	8,9	-37,5	3,8	10,1	-39,2	1,7	10,3	-38,7	0,5	9,3	-37,9	0,8	12,4	12,4	0,0	10,3	10,3	0,0
90	46,5	-36,6	45,5	4,6	3,5	-32,7	0,7	10,5	-39,1	6,4	36,8	-27,2	11,9	11,2	-39,6	12,4	35,2	-23,9	15,7	51,7	51,7	0,0	35,2	35,2	0,0
95	45	-35,1	43,6	5	46,1	-33,2	3,1	46,5	-35,2	2	33,4	-23,8	11,4	33,8	-23,4	0,4	32,7	-21,4	2	23,9	23,9	0,0	32,7	32,7	0,0
100	42,5	-32,6	42,7	3,4	42,3	-29,4	0,2	42,2	-30,9	1,5	34,5	-24,9	6	31,7	-21,3	3,6	32,1	-20,8	0,5	15,2	15,2	0,0	32,1	32,1	0,0
105	41	-31,1	40,9	3,7	41,7	-28,8	1,4	41,1	-29,8	1	32,7	-23,1	6,7	31,6	-21,2	1,9	30,6	-19,3	1,9	16,6	16,6	0,0	30,6	30,6	0,0
110	40	-30,1	40,9	2,7	35,3	-22,4	5	40,2	-28,9	6,5	34,5	-24,9	4	33	-22,6	2,3	32,3	-21	1,6	22,1	22,1	0,0	32,3	32,3	0,0
115	39	-29,1	39	3,6	39	-26,1	0,6	39	-27,7	1,6	29	-19,4	8,3	29	-18,6	0,8	29	-17,7	0,9	15,8	15,8	0,0	29	29	0,0

data	19-07-94	02-08-94	16-08-94	30-08-94	14-09-94	27-09-94	13-10-94
afstand ring wateropp. links	51,2	52,3	50,2	49,4	38,6	39,1	39,5
afstand ring wateropp. rechts	50,6	52,5	51,3	49,1	38,7	38,3	39,9
afstand oever tot waterlijn links	24	25	21	24,5	18	19	21
afstand oever tot waterlijn rechts	28	30	23	20,5	22,2	24,3	24
afstand ijkoog wateropp.	31,5	29,8	29,2	28,6	29,1	28,4	28,6
afstand ijkpaalje wateropp.	10,5	10,6	10,6	11,6	10,9	10,8	10,5
Som oog paalje	42	40,4	39,8	40,2	40	39,2	39,1

afstand linker paal (cm)	V (m/s)	V (m/s)	V (m/s)	V (m/s)	V (m/s)	V (m/s)	V (m/s)
20				0.166	0.088		
30	0.032	0.122	0.049	0.335	0.223	0.187	
40	0.407	0.287	0.109	0.387	0.236	0.51	
50	0.218	0.204	0.306	0.109	0.45	0.067	
60	-0.117		0.071	0.070		0.022	
70	-0.02					0.045	
80	0.026						

	data	19-07-94	02-08-94	16-08-94	30-08-94	14-09-94	27-09-94	13-10-94
afstand ring wateropp. links		47,2	47	49,5	50,1	50,1	51,8	52,8
afstand ring wateropp. rechts		55,5	46,9	50,2	48,5	50,5	52,2	52,8
afstand oever tot waterlijn links		34,5	33,5	30,5	31,2	33,2	29,0	34,0
afstand oever tot waterlijn rechts		40	33	40	37,9	31,5	30,0	32,0
afstand ijkoog wateropp.		15,2	14	18,6	18,8	18,3	19,4	21,0
afstand ijkpaalje wateropp.		21,5	18,8		15,3	15,4	14,1	12,1
som oog ijkpaaltje		36,7	32,8		34,1	33,7	33,5	33,1

Afstand tot linker paal (cm)	V (m/s)	V (m/s)	V (m/s)	V (m/s)	V (m/s)	V (m/s)
30					0.155	
40	0.228	0.029	0.179	0.384	0.399	0.430
50	0.353	0.430	0.344	0.345	0.286	0.470
60	0.281	0.237	0.223	0.296	0.215	0.021
70	0.090		0.025		0.016	0.005

Bijlage 12 Cenotype S1 : Bronbeken.

Karakterisering

Oligo- tot β -mesosaprobe bronbeken

Biotische kenmerken

In dit cenotype zijn relatief veel zeldzaam voorkomende taxa aangetroffen. De macrofauna bestaat ten dele uit stroominnende taxa die voorkomen in de watertypen 'kleine stromende wateren' en 'stromende wateren' en ten dele uit taxa voorkomend in 'alle wateren'. Ze leven op vaste substraten en in mindere mate in het sediment, de waterkolom en het littoraal. Veel typerende taxa zijn rheofiel, koud-stenotherm en uit de literatuur bekend als bewoners van brongebieden. Het betreft vooral detriti-herbivoren, carnivoren en detritivoren terwijl ook relatief veel omnivoren aanwezig zijn. Veel taxa behoren tot de vergaarders en de knippers. De macrofauna indiceert een oligo- tot β -mesosaproob milieu. De taxonsamenstelling is redelijk divers met een hoog individuen aantal en bestaat vooral uit wormen, kreeftachtigen, vliegen en muggen en vedermuggen terwijl relatief veel steenvliegen en kokerjuffers aanwezig zijn. De taxonsamenstelling van de verschillende monsters is zeer constant. De taxa zijn vooral verdeeld over de gravers, de klevers, de klimmers en de spartelaars.

Hoog typerende taxa

Dicranota bimaculata, Elodes minuta, Ptychoptera sp., Sericostoma personatum, Stenophylax sp., Micropsectra sp., Parametriocnemus stylatus, Plectrocnemia conspersa, Sperchon squamosus, Hexatominae, Glyphotaelius pellucidus, Nemoura cinerea, Polypedilum breviantennatum, Prodiamesa olivacea, Rheocricotopus gr. fuscipes, Rhyacodrilus coccineus, Amphinemura standfussi/sulcicollis, Chaetopteryx villosa, Polypedilum laetum agg, Sperchon glandulosus

Matig typerende taxa

Brillia modesta, Dixia maculata, Pedicia sp., Tipula sp., Gammarus pulex

Laag typerende taxa

Macropelopia sp., Psychoda sp., Conchapelopia sp., Proasellus meridianus, Eukiefferiella sp.

Abiotische kenmerken

De bronbeken hebben ten opzichte van de andere beken een sterk verval, een uitgesproken beekarakter (meandering, onregelmatige oevers, grindbanken, stenen en zand), worden gevoed door helocrene brongebieden en zijn beschadwd. Het water bevat hoge nitraat- en fosfaatgehalten en lage ammonium- en sulfaatgehalten ten opzichte van de andere beken.

Het gemiddelde en de standaardafwijking van enkele belangrijke variabelen (voor eenheden zie paragraaf 2.5):

variabele	x	sd	variabele	x	sd
Zuurgraad	7.2	0.4	Elek. geleidingsvermogen	302	89
Ammonium	0.2	0.1	Nitraat	12.8	7.4
Slibdikte	1	5	Totaal-fosfaat	0.38	0.36
Breedte	0.8	0.5	Diepte	11	10
Verval	16	22	Bedek. perc. vegetatie	21	29

VOEDINGSGROEP (zie Tabel 2.8)						
CODE	CF	CG	PE	PI	S	SN
CENOTYPE						
H1	6.3	35.8	14.7	1.3	7.3	34.2
H2	5.7	44.9	25.9	2.3	6.6	14.5
H3	4.0	41.3	27.2	1.5	8.9	16.9
H5	0.7	38.2	38.4	2.2	2.0	18.6
H6	0.7	64.7	20.6	4.6	1.3	8.0
S1	4.2	35.6	19.3	2.9	6.4	31.6
S2	2.8	45.9	22.3	4.5	4.5	20.0
S3	5.6	45.2	19.3	2.6	8.5	18.9
S4	3.1	47.3	16.6	5.1	11.1	16.8
S5	6.6	58.3	12.6	2.5	13.7	6.3
S6	6.0	45.4	23.7	5.3	6.4	13.2
S7	6.8	38.3	22.2	8.5	10.7	13.6
S9	8.2	38.4	17.4	9.7	13.6	12.8
S10	3.5	31.6	23.6	10.0	19.5	11.8
S12	4.4	41.8	17.5	10.0	4.7	21.6
S13	3.8	23.5	6.5	32.1	15.6	18.6
S14	0.0	89.3	0.0	0.0	0.0	10.7
R1	14.2	33.0	18.9	10.1	11.9	11.7
R2	12.5	25.2	25.7	10.3	16.7	9.7
R3	15.2	38.3	16.5	8.5	9.0	12.4
R4	10.4	26.8	26.1	11.5	14.3	10.7
R5	6.0	72.0	9.3	2.0	6.6	4.0
R7	9.9	34.3	35.4	4.5	7.4	8.5
R8	9.6	45.7	17.0	5.9	14.5	7.2
R9	8.8	38.9	19.8	7.1	12.9	12.5
R11	16.9	44.2	8.8	6.7	11.5	11.9
R12	13.8	33.3	21.8	8.4	12.3	10.4
P1	15.4	21.9	41.4	14.2	1.5	5.7
P2	7.9	26.3	43.6	9.6	5.8	6.7
P3	7.3	24.1	30.7	23.3	5.3	9.5
P4	5.9	21.4	28.9	20.8	14.9	8.3
P5	7.2	13.9	21.2	17.3	28.8	11.6
P6	14.5	29.6	28.8	8.4	9.8	8.8
P7	7.7	40.0	27.9	8.2	6.9	9.4
P8	11.2	22.8	25.0	12.5	18.4	10.1
P9	11.8	31.6	19.6	17.2	10.8	9.0
P11	9.4	26.1	28.1	15.7	9.7	10.9
D2A	9.0	11.9	28.3	12.7	28.1	10.0
D3	8.6	18.9	21.9	13.4	26.2	11.0
D6	6.9	19.4	28.4	15.4	6.1	23.9
D8	7.6	22.2	20.4	15.3	17.4	17.2
D11	0.0	88.0	12.0	0.0	0.0	0.0
TOTAAL	8.8	31.8	23.1	10.3	13.6	12.5

 Indeling van trofische voedingsgroepen:

Voedingsgroep (gebaseerd op voedingsmecha- nisme)	Voedingsmechanisme	Voedsel (hoofd- bestanddeel)	Partikel- grootte (microns)
Knippers (SH)	Herbivoor -kauer -mineerder Detritivoor-kauer -boorder	Levend vaatplanten- weefsel Dood vaatplanten- weefsel en/of grof particulair dood organisch materiaal Hout	>10 ³
(bijvoorbeeld Gammaridae, Nemouridae, Limnephilidae)			
Filtreerders (CF)	Detritivoor-filtreerder Omnivoor-filtreerder	Fijn particulier dood organisch materiaal (Zob)plankton	<10 ³ <10 ³
(bijvoorbeeld Hydropsychidae, Culicidae, Simuliidae)			
Vergaarders (CG)	Detritivoor-verzamelaar -sediment eter	Fijn particulier dood organisch materiaal	<10 ³
(bijvoorbeeld Tubificidae, Psychodidae, Chironomini)			
Schrapers (S)	Herbivoor-grazer op minerale en organische oppervlakken	Perifyton; vastzittende algen en geassocieerd materiaal	<10 ³
(bijvoorbeeld Glossosomatidae, Lymnaeidae)			
Stekers (PI)	Herbivoor-stekers steken plantaardige cellen en weefsel aan en zuigen vloeistof Carnivoor-stekers steken cellen en weefsel aan en zuigen vloeistof	Levend vaatplanten- weefsel en draadalgen Levend dierlijk weefsel	>10 ² -10 ³ >10 ³
(bijvoorbeeld Heteroptera, Dytiscidae, Tabanidae)			
Verzwelgers (PE)	Carnivoor-verzwelgers eten gehele of delen van dieren	Levend dierlijk weefsel	>10 ³
(bijvoorbeeld Odonata, Megaloptera, Sciomyzidae)			

Bijlage 14

Macrofauna bemonsterd met het driftnet.

	19-07-'94 115 0.0113	02-08-'94 129 0.0134	16-08-'94 106 0.0116	30-08-'94 94 0.0132	14-09-'94 66 0.0105	27-09-'94 44 0.0126	13-10-'94 64 0.0127	56
<i>Dugesia gonocephala</i>	3	2	6	1	8	11	8	12
<i>Dugesia sp.</i>					2			2
<i>Polyvelis felina</i>				1				
<i>Dididae</i>	17	3	3	1	2	2		
<i>Simuliidae</i> ¹	109	135	315 ⁹	289 ²	84 ³	60 ¹³		4 ²
<i>Chironomidae</i>	5		3	5	1	3	1	
<i>Psychodidae</i>	3	1	3	1			1	
<i>Hydrocarina</i>	2	2	1		3		3	
<i>Gammaridae</i>	9	5	3	9	22	27	69	124
<i>Collembola</i>	2							
<i>Ephemeroptera</i>						1		
<i>Plecoptera</i>	5	1		5	7	2	1	2
<i>Coleoptera</i> ²	1 ²	1 ²	0 ²	1 ⁷	0 ¹		0 ⁴	0 ³
<i>Trichoptera</i>	1						3	
<i>Gastropoda</i>	3	4	6	8	4	19	2	2
<i>Brachycera</i>			1	1	1	1	1	
<i>Oligochaeta</i>							3	
Totaal	162	157	352	331	140	139	96	156

1 Het aantal organismen in deze familie weergegeven als super-schrift bevonden zich in het poppenstadium.

2 Het aantal organismen, weergegeven als super-schrift, stelt het aantal larven voor in deze orde.

Bijlage 15 Theoretische benadering naar het transport van het beddingmateriaal.

Uitgaande dat het verhang 21 m/km bedraagt, kan d.m.v. onderstaande formule de bodemschuifspanning worden berekend.

$$\tau = \rho \cdot g \cdot R \cdot S \quad (\text{N/m}^2)$$

Waarin:

- τ = bodemschuifspanning
- ρ = dichtheid water (kg/m^3)
- g = valversnelling (m/s^2)
- R = hydraulische straal (= A/P)
- S = verhang (m/m)

De hydraulische straal kan uit dwarsprofiel 2 worden berekend:

$$A = \text{oppervlak breedte beek} \cdot \text{diepte} = (75-35) \cdot 18 = 0.072 \text{ m}^2$$

$$P = \text{lengte van de natte dwarsdoorsnede} = \text{ca. } 0.8 \text{ m} \quad \text{---> } R = 0.09$$

De bodemschuifspanning is dan: $\tau = 18.54 \text{ N/m}^2$

Wordt dit vergeleken met onderstaande tabel (erosieve bodemschuifspanning van sediment), dan treedt er altijd erosie op. Gezien het feit dat het substraat uit stenen bestaat is de veronderstelling juist. Hier tegenover staat dat de oevers ook eroderen en dit niet in overeenstemming is met de praktijk.

Sediment	d (μm)	τ_E (N/m^2)
Slib toplaag	< 63	0,15 - 0,35 ¹⁾
Slib diepere laag	< 63	0,30 - 0,65 ¹⁾
Zeer fijn zand	> 63	0,15 ²⁾
Fijn zand	> 125	0,15 ²⁾
Medium zand	> 250	0,17 ²⁾
Grof zand	> 500	0,25 ²⁾
Zeer grof zand	> 1000	0,53 ²⁾
Zeer fijn grind	> 2000	1,32 ²⁾

¹⁾ Naar Winterwerp (1992)

²⁾ Naar Shields (1936, in Van Rijn, 1993) bij 20 °C