

SEDIMENTAFVOEREN IN KLEINE STROOMGEBIEDEN

Resultaten van veldmetingen op waterlopen S.331 te Etikhove, 5.021 te Herzele en S.276 te Hundelgem

M. VOET, Werkgroep voor Wetenschappelijk Onderzoek inzake Landinrichting, Afdeling Land, Afdeling Water AMINAL - Departement LIN

SEDIMENT MEASUREMENTS IN SMALL CATCHMENTS

Important sediment flows were observed in small hilly catchments of West- and East-Flanders during flood periods. The flood flows of three small catchments were sampled during a 4 year period. These data allowed the calculation of a rating curve, from which sediment loads were derived. Sieving analysis shows that most of the

particles can be removed from the waterflow by a sand trap or a settling basin. The obtained results are a stimulant for construction of sand traps in small hilly catchments as an element in the management of greater watercourses downstream.

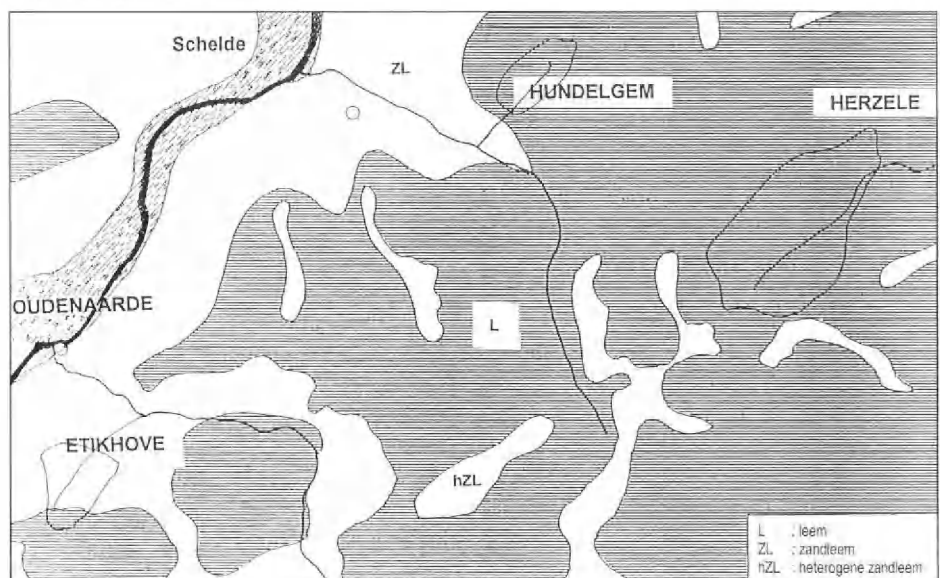
1. INLEIDING

Hoogwaterperioden betekenen niet alleen een verhoging van waterstanden, waterdebieten en watersnelheden, ook de sedimentafvoer komt in een verhoogde dynamiek. Door de erosie van de regen worden gronddeeltjes op het veld in beweging gebracht en een deel ervan wordt tot in het afwateringsnet gevoerd. De ingebrachte sedimentdeeltjes worden in suspensie met de stroom meegevoerd samen met de gronddeeltjes die door de snelheid van de stroming uit de beekbedding worden losgeslagen. Een complex evenwicht van erosie en sedimentatie resulteert in een afname van de sedimentconcentratie naar de benedenstroomse delen van de waterloop. Gezien de grovere sedimenten sneller bezinken dan de fijnere deeltjes, verandert ook de samenstelling van de sedimentvracht.

Door de verhoogde belangstelling voor waterwerken in kleinere stroomgebieden als onderdeel van een globale benadering van de waterbeheersingsproblemen in grotere stroomgebieden, is er nood aan ontwerp-normen voor werken in de stroomopwaartse delen van het waterlopenstelsel. Om de benedenstroomse leidingvakken te ontlasten van hinderlijke aanzandingen en aanslibbingen voorziet men zandvangen in de kleinere stroomgebieden. Het ontwerp van deze structuren steunt op gegevens over de grootte van de sedimentvracht en op de korrelsamenstelling van het meegevoerde materiaal.

Vóór de start van het eigenlijke sedimentonderzoek werden toevallige bemonsteringen van hoogwatergolven uitgevoerd. Metingen in kleine en hellende stroomgebieden van West- en Oost-Vlaanderen toon-

Figuur 1: Situering meetplaatsen



den sedimentconcentraties die meer dan 100 keer groter waren in de leem- en zandleemstreek dan in de zandstreek, zodat de keuze van de meetplaatsen voor verder onderzoek duidelijk was.

Het sedimentonderzoek werd uitgevoerd op de Nederaalbeek te Etikhove (waterloop nr. S.331), de Ter Erpenbeek te Herzele (waterloop nr. 5.021) en de Zwedebeek te Hundelgem (waterloop nr. S.276). De ligging van deze meetpunten is weergegeven in fig. 1. In opdracht van de Vlaamse Minister bevoegd voor de Landinrichting werden sedert 1987 op deze waterlopen meetplaat-

sen ingericht voor het neerslag-afvoeronderzoek van kleine stroomgebieden. In een intern rapport, waarvan onderhavige tekst een ingekorte versie is, worden de sedimentmetingen behandeld die in deze meetplaatsen verricht werden in de periode van november 1991 tot augustus 1995. Hiertoe werd de uitrusting van het meetstation aangevuld met een sedimentbemonsteringsapparaat, zodat de hoogwatergolf op een automatische manier kon bemonsterd worden. De automatische monsternamen waren noodzakelijk gelet op de snelle reactie van kleine stroomgebieden op de neerslag. Ook dit sedimentonderzoek werd uitgevoerd in op-

Tabel 1: Stroomgebiedskenmerken van de meetplaatsen.

Meetplaats	Stroomgebied	Bodemgebruik (in ha en in %) als			q_{gem} (l/s.ha)
		akker	weide	bos	
Etikhove	269 ha	170 = 63 %	77 = 29 %	13 = 5 %	4,8
Herzele	1172 ha	670 = 57 %	410 = 35 %	47 = 4 %	3,0
Hundelgem	176 ha	104 = 59 %	40 = 23 %	8 = 5 %	4,6

Tabel 2: Variatie-onderzoek van de ijkingssrommen.

Meetplaats	Hydrogram	n	RSME	R ²	Parameters
Herzele	dalend	126	0,18	(0,90)	$dh_{10}, dh_{50}, q_{wat}, q_{max}, wz$
	stijgend en $\hat{c} > 1,5$ g/l	44	0,11	(0,93)	$dh_{10}, dh_{50}, h_{max}$
	stijgend en $\hat{c} < 1,5$ g/l	146	0,20	0,73	$h, dh_{30}, dq_{50}, h_{max}$
Etikhove	dalend	161	0,22	0,66	dh_{15}, q_{max}, wz
	stijgend en $\hat{c} > 6$ g/l	82	0,46	0,85	h, dh_{15}, dq_5, wz
	stijgend en $\hat{c} < 6$ g/l	137	0,35	0,41	$dh_5, dh_{15}, dq_5, dq_{25}$
Hundelgem	dalend	167	0,22	0,73	$dq_{15}, dq_{25}, h_{max}, wz$
	stijgend	229	0,31	0,75	h, dh_{25}, dq_{25}, wz

dracht en voor rekening van de Regering. Enkele kenmerken van de bestudeerde stroomgebieden zijn samengevat in tabel 1. De gebiedskenmerken werden afgeleid uit de topografische kaarten. Het gemiddeld jaarmaximum voor het waterdebiet q_{gem} is de gemiddelde waarde van alle gemeten jaarmaxima over de beschikbare tijdreeks.

2. IJINGSMETINGEN VOOR DE SEDIMENTVRACHT

De sedimentvrachten worden berekend door transformatie van de limnigrammen aan de hand van een ijkingssromme. Bij de ijkingmetingen wordt een water-sedimentmengsel uit de beek genomen, waarvan naderhand de concentratie en de korrelverdeling bepaald wordt. De kennis van het waterpeil op het ogenblik van de monstername laat toe de concentratiebepalingen te koppelen aan limnigramparameters (zoals het waterpeil of -debiet en de stijg- of daalsnelheid van het limnigram), en aldus een ijkingssromme af te leiden.

De water-sedimentmonsters zijn afkomstig van automatische en manuele bemonsteringen van de hoogwatergolven. In het geval van een automatische monstername wordt door een apparaat op voorafbepaalde waterpeilen een monster van de hoogwatergolf genomen. De inhoud ervan bedraagt 500 ml. De monstername gebeurt op een vaste plaats in het dwarsprofiel van de beek. De aanzuigingsnelheid is dermate

dat sedimentatie in de toevoerleidingen uitgesloten is. Bezinking werd wel soms vastgesteld in de monsternamer - dit is de ruimte waarin het volume van het monster geregeld wordt alvorens het staal naar de fles wordt doorgeblazen - bij zeer grote concentraties met een groot aandeel van grof tot zeer grof zand. In de meetplaatsen te Etikhove en te Hundelgem gebeurde de monstername altijd afwaarts van de meetgoot, aan de wand van het dwarsprofiel. De woeling van de waterstroom in de aanvoerleiding naar de meetgoot en de watersprong na de meetgoot bewerkstelligen een uniforme verdeling van de concentratie over het dwarsprofiel. In het meetpunt te Herzele is de waterstroom veel groter en aanvankelijk was het aanzuigpunt opwaarts de keel van de meetgoot gemonteerd. Ophopingen van drijvend vuil aan de stangen van het aanzuigpunt in de waterstroom maakten de veronderstelling van een representatief monster minder waarschijnlijk, zodat de aanzuigleiding naar de afwaartse zijde werd gebracht ter hoogte van de watersprong. De uitvoering van werken aan het afwaarts pand einde 1993 hebben de verdrinkingsgraad van de meetgoot gunstig beïnvloed, en dit komt de representativiteit van het monster ten goede.

Behalve de automatische staalnamen werden voornamelijk in het meetpunt te Herzele ook manuele bemonsteringen uitgevoerd. Hierbij werd het bemonsteringsapparaat manueel in werking gesteld en werd het aanzuigpunt verplaatst over het dwars-

profiel. Afhankelijk van het waterpeil werden dan 10 tot 24 flessen van 500 ml genomen, gelijkmatig verdeeld over de natte sectie. Aanvankelijk werden ook snelheidsmetingen uitgevoerd, zodat de gemeten concentraties met gemeten snelheden zouden kunnen vermenigvuldigd worden om het sedimentdebiet te berekenen. Deze werkwijze werd echter na een drietal bemonsteringen verlaten omdat de waterpeilen te snel veranderden gedurende de tijdsduur van de meting (meer dan 2 uur). De concentraties van de manuele monsters werden dan gewoon gemiddeld en als meting in de lijst opgenomen.

In de veronderstelling dat de werkelijke concentratie beter weergegeven wordt door de manueel ingeleide monsters, laat de vergelijking tussen beide bepalingen vermoeden dat de automatische monsters de reële concentratie onderschatten.

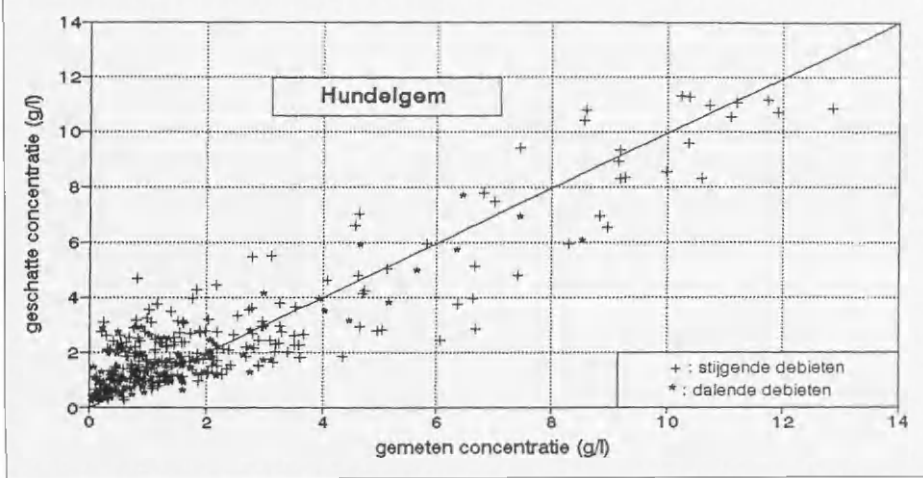
De sedimentstromen worden geacht in hoofdzaak afhankelijk te zijn van twee elementen, nl. de regenkarakteristieken en de toestand van de bodem. De regenkarakteristieken beïnvloeden de vorm van het limnigram, zodat een koppeling van bepaalde kenmerken van het limnigram aan de gemeten concentraties zinvol is. Voor de toestand van de bodem zijn de bedekkingsgraad en het tijdstip van oogst- en grondbewerkingen ten opzichte van de regenbui wellicht de belangrijkste factoren, maar gegevens hierover ontbreken. Door de uitvoering van ijkingmetingen over een periode van 4 jaar kan men hopen dat de bekomen ijkingssromme een gemiddelde toestand weergeeft, waaruit op jaarbasis betrouwbare sedimentvrachten berekend worden. Het beduidt tevens dat bij de opstelling en beoordeling van de ijkingssrommen, geen al te nauw verband moet verwacht worden.

Voor de studie van de ijkingssrommen werden volgende parameters uit het limnigram of hydrogram afgeleid :

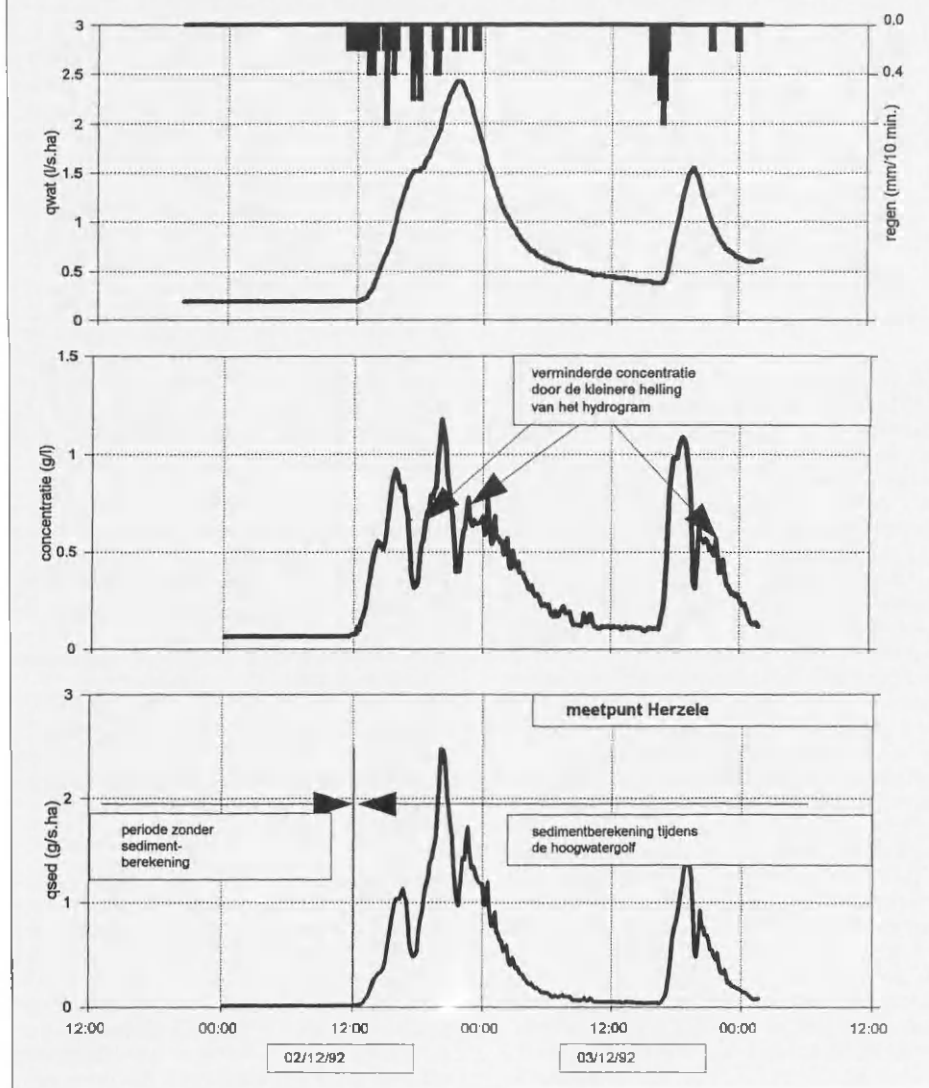
- het waterpeil (h) of het overeenstemmende debiet (q_{wat}) op het ogenblik van de monstername.
- de maximale waarde van de hoogwatergolf (waterpeil h_{max} of debiet q_{max}).
- de daal- of stijgsnelheid van het limnigram of hydrogram over 1,3 of 5 aaneengesloten meetintervallen, gelijk verdeeld ten opzichte van het tijdstip van de monstername.
- het tijdstip van het jaar (wz).

Het meetinterval te Herzele is ingesteld op 10 minuten, d.w.z. dat gedurende 10 minuten een gemiddelde waarde opgebouwd wordt en dat deze waarde op het einde van dit interval bij de meetreeks gevoegd wordt. Te Etikhove en te Hundelgem bedraagt dit interval 5 minuten. De sedimentbepalingen te Herzele werden derhalve aangevuld met het verschil in (gemiddelde) waterpeilen onmiddellijk voor en na de monstername (dh_{10}), met het verschil in waterpeilen één meetinterval voor en één meetinterval na het tijdstip van de monstername (dh_{30}) als ook met de peilen 2 meetintervallen voor en na de monstername (dh_{50}). Op eenzelfde wijze werden ook de stijg- en daalsnelheid van het hydrogram bepaald (dq_{10} , dq_{30} en

Figuur 2: Vergelijking van gemeten en geschatte concentraties in het meetpunt te Hundelgem.



Figuur 3: De hoogwatergolf van 02/12/92 te Herzele, met het verloop van waterdebieten, sedimentconcentraties en sedimentdebieten.



dq_{50}). In de meetpunten te Hundelgem en te Etikhove worden deze parameters dh_5 , dh_{15} en dh_{25} , resp. dq_5 , dq_{15} en dq_{25} . Het tijdstip van het jaar wordt weergegeven door het weekgetal wz , waarbij geteld wordt vanaf de week van 1 augustus. Zo

geldt het wz -cijfer van 1, 2, 3 zowel voor resp. 8, 15 en 22 augustus als voor resp. 25, 18 en 11 juli.

De ijkingskromme werd bepaald via regressieberekeningen met de logaritmenwaar-

den van de gegevens. De berekeningen werden uitgevoerd met behulp van de statistische procedures uit het SAS-programma, dat op het Centrum voor Biometrie en Statistiek van het Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek te Gent aanwezig is. Er werd een afzonderlijke ijkingskromme opgesteld voor de stijgende en de dalende tak van het hydrogram. Hoge concentraties komen voornamelijk voor in het stijgend gedeelte van het hydrogram. Om deze hoge waarden beter te kunnen schatten werd aan de gegevens een gewicht toegekend, evenredig met de concentratie (voor de ijkingskromme van Etikhove en Hundelgem) of werden de hoge waarden apart geschat. Voor de metingen van Herzele en Etikhove werd deze grens gekozen op een (voorlopig geschatte) concentratie van resp. 1,5 en 6 g/l.

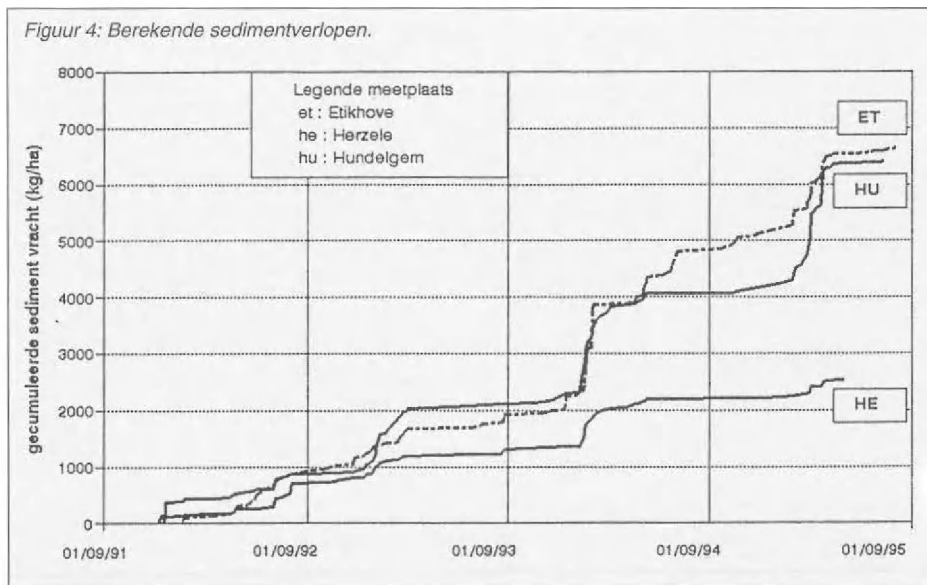
De resultaten van het onderzoek zijn in tabel 2 samengevat. Het aantal ijkingspunten is voorgesteld door n . De correlatiecoëfficiënt werd tussen haakjes geplaatst voor de vergelijkingen zonder intercept. De R^2 -waarde wordt in deze gevallen op een verschillende manier berekend en is niet meer vergelijkbaar met de andere waarden. De $RMSE$ betekent de vierkantswortel van de gemiddelde kwadratische fout (van de logaritmenwaarden van de concentratie in gram per liter). Alle parameters zijn beter dan 3 % significant. In fig. 2 wordt een visuele indruk gegeven van de performance van de regressievergelijking in het meetpunt Hundelgem door gemeten en berekende waarden van de sedimentconcentratie met elkaar te vergelijken.

3. BEREKENING VAN DE SEDIMENTVRACHT

De ijkingskrommen zijn gebruikt om de limnigrammen van hoogwaterperioden om te zetten in sedimentdebieten. Door het gebruik van parameters die de stijging of daling van het hydrogram uitdrukken, wordt een scherpe daling van de concentratie berekend bij de golftop en bij horizontale gedeelten van het limnigram. In de meetintervallen nabij de golftop werden de ijkingskrommen aangepast door aan te nemen dat het golftopmaximum één van de intervalwaarden is van parameters als $dh_5 \dots dh_{30}$ of $dq_5 \dots dq_{50}$. Nabij de golftop is de werkelijke concentratie wellicht groter dan de aldus berekende waarde, zodat het werkelijke sedimentdebiet onderschat zal worden. Eenzelfde bemerking geldt voor de horizontale gedeelten van het hydrogram; alleen zijn de waterdebieten dan reeds fel verminderd t.o.v. het piekdebiet.

In laagwaterperioden werden geen sedimentaanvoeren berekend. De ijkingskrommen zijn opgesteld met limnigramparameters van hoogwatergolven en gelden derhalve alleen voor sedimentberekeningen in deze perioden. Het behouden van de sedimentconcentratie van laagwaterdebieten is voordelig voor het evenwicht van de beekbedding. Laagwaterafvoeren werden dus verondersteld niet in de zandvang overgestort of opgestuwd te worden. De sedimentvracht werd berekend voor

Figuur 4: Berekende sedimentverlopen.



alle hoogwatergolven met een piekdebiet van minstens 1 l/s.ha van de meetpunten te Etikhove en te Hundelgem en van minstens 0,5 l/s.ha te Herzele. De sedimentinhoud van deze kleine golven is in de regel niet groter dan 20 kg/ha en draagt slechts in beperkte mate bij tot de totale sedimentvrucht.

Het grootste deel van de sedimenthoeveelheid wordt aangevoerd tijdens de belangrijkste hoogwatergolven, soms met een onwaarschijnlijke intensiteit. Zo wordt verwezen naar de gemeten concentraties van 35 g/l tijdens de was van 30/12/93 te Etikhove. De capaciteit van de meetgoot was onvoldoende om het maximum debiet te meten. Het piekdebiet wordt geraamd op meer dan 10 l/s.ha. De hoogwatergolf transporteerde sediment aan een debiet van minstens 300 g/s.ha, of 80 kg/s voor een stroomgebied van 269 ha, dit is een hoeveelheid van 20 ton om de 4 minuten. In de meetpunten te Etikhove en te Hundelgem is een sedimentinhoud van 3 à 400 kg/ha niet ongevoen voor de grotere hoogwatergolven. In Herzele (stroomgebied 1176 ha) wordt bij de grotere golven een sedimentinhoud van 100 à 200 kg/ha gevonden met piekdebieten van 10 g/s.ha (de waterdebieten bereiken dan pieken van ca. 4 l/s.ha).

In fig. 3 is als voorbeeld de rekengang weergegeven voor de hoogwatergolf van 02/12/92 te Herzele. De waterdebieten q_{wat} beginnen vanaf 12:00 uur te stijgen en bereiken vóór middernacht een maximum van 2,42 l/s.ha of 2,85 m³/s (dit is minder dan het gemiddeld jaarmaximum van 3,0 l/s.ha). Voor ieder tijdsinterval van 10 minuten werden de waarden van de parameters (dh_{10} , dq_{50} , enz.) bepaald om via de regressievergelijking de sedimentconcentraties te schatten. In de buurt van het maximum van de waterdebieten vermindert de stijgsnelheid waardoor kleinere concentraties berekend worden. De sedimentafvoeren q_{sed} worden bekomen door vermenigvuldiging van de waterdebieten met sedimentconcentraties. De maximale sedimentafvoer bereikt een waarde van 2,47 g/s.ha of 2,9 kg/s. De inhoud van deze sedimentgolf wordt berekend op 109 kg/ha of 128 ton.

Op analoge wijze werden alle hoogwatergolven geanalyseerd van 1991 - 1995, dit is de periode waarvan de limnigrammen met de gepaste meetintervallen beschikbaar zijn. In tabel 3 en in fig. 4 zijn de resultaten van de berekeningen samengevat. De tijdsduur over dewelke sedimentdebieten berekend werden, bedraagt gemiddeld 14 à 20 dagen per jaar.

Hogervermelde cijfers betreffen de sedimentdebieten binnen de beekbedding. De piekdebieten van meer extreme hoogwater-

golven worden niet overal binnen de beekbedding afgevoerd. De "gemeten" sedimentdebieten vertegenwoordigen dus slechts een gedeelte van de totale sedimentstroom die vanaf een perceel vertrekt.

4. KORRELVERDELING VAN HET SEDIMENT

Uit de verzamelde monsters werden regelmatig korrelverdelingen van het meegevoerde sediment uitgevoerd door middel van natte zevingen. Alle monsters werden voorafgaandelijk verast bij 400°C gedurende 3 uur om alle organisch materiaal te verwijderen. De zeving gebeurde met een stel standaardzeven tot 20 micron. Aanvankelijk werden monsters die bij eenzelfde waterdebiet (en uit eenzelfde hoogwatergolf) werden genomen, samengevoegd bij de zevingen. Toen duidelijk werd dat de concentratie slecht voorspeld werd door het waterdebiet, werden monsters met eenzelfde concentratie samengevoegd voor de zevingen.

Bij het afsluiten van het zeefonderzoek werden 27 monsters onderzocht met een laserdiffractiemeter door de Afdeling Wegen en Verkeer. Al deze stalen waren afkomstig van de meetpunten Etikhove en Hundelgem, en hadden een hoge concentratie aan sediment. De analyse van deze stalen toont een gelijkmatige verdeling van de fractie onder de 20 micron. Tabel 4 geeft een overzicht van de uitgevoerde korrelverdelingen.

Uit fig. 5 blijkt dat voor alle meetplaatsen een grote spreiding in de resultaten aanwe-

Tabel 3: Gemiddelde sedimentvruchten

Periode	Jaarvrucht (kg/ha) over een tijdsduur van ...dagen in de meetplaats te		
	Etikhove	Herzele	Hundelgem
'91-'92	955 kg/ha in 9,0 dagen	755 kg/ha in 17,8 dagen	861 kg/ha in 11,2 dagen
'92-'93	970 kg/ha in 9,4 dagen	646 kg/ha in 16,1 dagen	1253 kg/ha in 12,3 dagen
'93-'94	2909 kg/ha in 18,6 dagen	935 kg/ha in 30,7 dagen	1943 kg/ha in 23,0 dagen
'94-'95	1761 kg/ha in 17,9 dagen	335 kg/ha in 13,9 dagen	2340 kg/ha in 19,9 dagen
gemiddeld	1649 kg/ha in 13,7 dagen	668 kg/ha in 19,6 dagen	1599 kg/ha in 16,6 dagen
spreading	920 kg/ha	252 kg/ha	666 kg/ha
C.V.	0,56	0,38	0,42

Tabel 4: Granulometrische analyses

Meetplaats	Totaal aantal	Aantal natte zevingen		Aantal laserdiffractiemetingen
		enkelvoudige monsters	samengestelde monsters	
Etikhove	165	81	74	10
Herzele	125	59	66	
Hundelgem	96	21	58	17

zig is. Voor een betrouwbaar gemiddelde zijn derhalve metingen over een zekere periode noodzakelijk. Gezien de metingen bij hoge concentraties terugvallen op een paar hoogwatergolven, is de verdeling bij de hogere concentraties minder betrouwbaar dan bij lage concentraties.

In de drie meetplaatsen daalt de zandfractie met stijgende concentraties, terwijl de grove leemfractie (20 - 63 micron) toeneemt. Bij hoge concentratie ligt de gemiddelde korreldiameter rond de 50 micron, en dit zou het verloop van de zandfractie beïnvloeden, indien de zandfractie op 50 micron begrensd werd. De zeefresultaten op basis van enkelvoudige monsters geven eenzelfde beeld.

Door de verandering van de granulometrische samenstelling met de concentratie, zouden aparte ijkingskrommen moeten opgesteld worden voor iedere gewenste fractie. Alleen de sedimenthoeveelheid kleiner dan 20 micron kon bij benadering bepaald worden door toepassing van een percentage op de gemiddelde jaarvrucht.

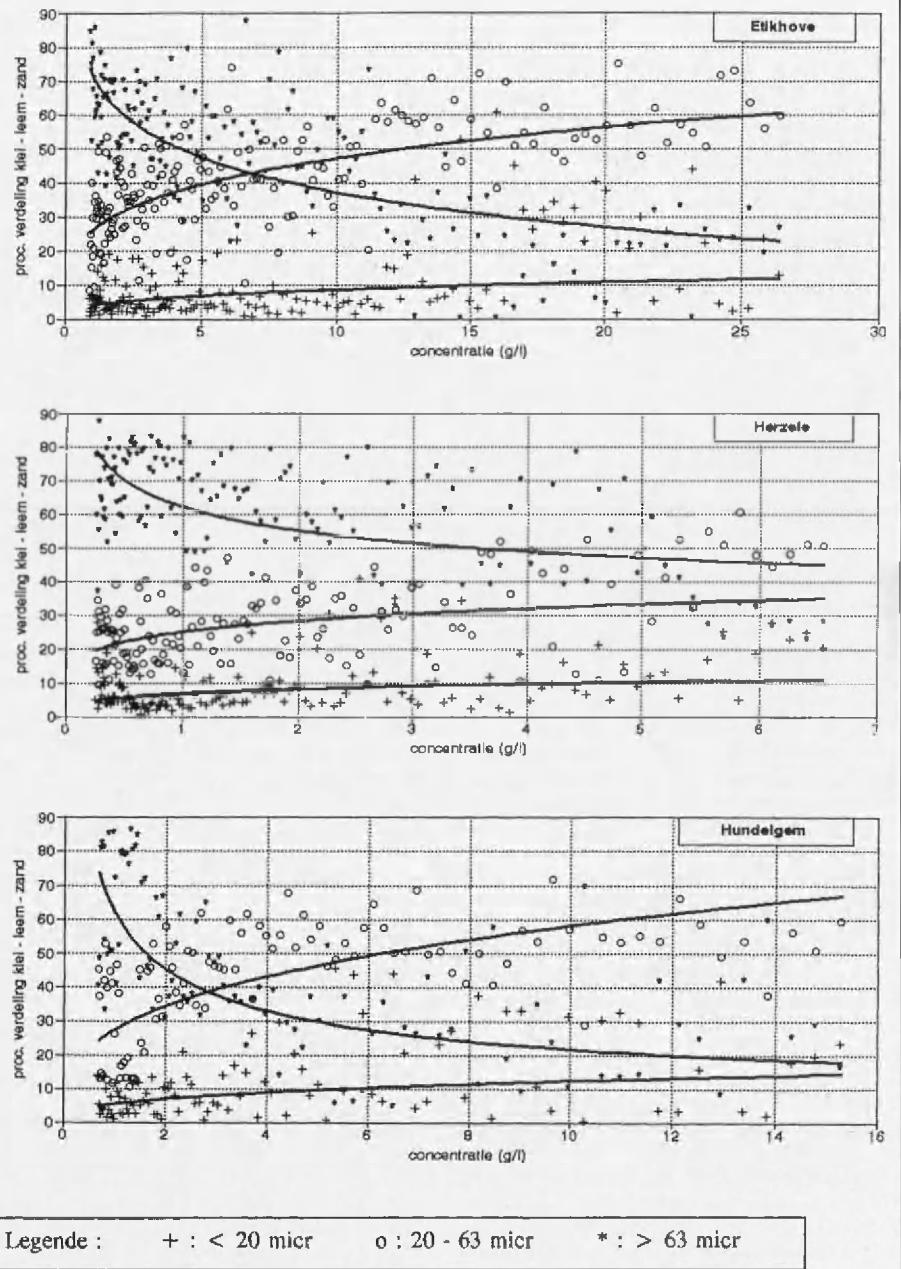
5. BESLUITEN

Sedimentmetingen op de Dijle (Huybrechts, 1989) geven een gemiddelde jaarvrucht van 0,7 ton/ha. Een beperking van de sedimentstroom tot de hoogwaterperioden laat een debiet van 0,3 ton per ha en per jaar schatten voor de fractie boven de 20 micron. Vooral de korrelverdeling steunt op weinig metingen en dit maakt wellicht de vergelijking met de hier bestudeerde stroomgebieden moeilijker, ook al is het stroomgebied van de Dijle veel groter (73 000 ha) en derhalve aan minder schommelingen onderhevig.

De gevonden gemiddelde jaarvrucht van de 2 kleine stroomgebieden (Etikhove en Hundelgem) bedraagt 1,6 ton/ha en is beduidend groter dan de jaarvrucht van 0,7 ton/ha te Herzele. Het fenomeen van dalende waarden voor de gemiddelde jaarvrucht met toenemende stroomgebiedsoppervlakte is welbekend in de literatuur (Gabriels, 1985). Er zijn echter weinig analoge studies in het hellend gebied van West- en Oost-Vlaanderen. Sedimentbepalingen door middel van opmeting van ruimingshoeveelheden van zandvangen geven cijfers van 0,8 tot 2,8 ton per ha en per jaar voor stroomgebieden van 1 000 tot 3 000 ha.

Indien de fractie boven de 20 micron-grens op 90 % van de gemiddelde jaarvrucht wordt vastgesteld, bekomt men een gemakkelijk afslibbare sedimenthoeveelheid van 1,4 ton/ha.jaar voor de kleinere (ca. 200 ha) stroomgebieden tot 0,6 ton/ha.jaar voor de grotere (ca. 1 000 ha) stroomgebieden. Indien deze cijfers mogen veralgemeend worden volgt hieruit dat zand- en slibvangen in de kleinere stroomgebieden moeten voorzien worden omdat hier de mogelijkheid nog aanwezig is om een belangrijke hoeveelheid in meer te laten bezinken: nl. $1,4 - 0,6 = 0,8$ ton/ha sediment.

Figuur 5: Granulometrische samenstelling van de sedimentmonsters.



Een zand- en slibvang voor de kleinere stroomgebieden met jaarlijkse ruimingsfrequentie lijkt onderbemeten gelet op de mogelijke aanvoerschommelingen. Een norm van 2,8 ton/ha of 2 m³/ha stroomgebied lijkt aanbevelingswaardig (aanneمة van een specifiek gewicht van 1,4 ton/m³ voor de sedimentafzettingen).

Uiteraard heeft men er alle belang bij om het probleem van de sedimentafvoeren bij de bron te bestrijden door erosie op het veld te bestrijden. Om het sediment zo dicht mogelijk bij het punt van oorsprong te behouden dienen zandvangen in kleine stroomgebieden opgericht te worden. Hiervoor pleiten ook nog meerdere argumenten, zoals vervuiling en mogelijk hergebruik van het sediment, beperking van de afzettingen op de oevers van grotere waterlopen

en een vermindering van de modderstroom bij overstromingen.

M. VOET
Min. VI. Gem. - AMINAL-LIN
Werkgroep voor Wetenschappelijk
Onderzoek inzake Landinrichting
Van Gansberghelaan 115
9820 Merelbeke

LITERATUUR

- GABRIELS, D. 1985. Erosie en Verontreiniging. Water, 23, p 139-144.
- HUYBRECHTS, W., Verbeelen, D. en Van der Beken, A. 1989. Meting van het sedimenttransport in de Dijle te Korbeek-Dijle. Water, 45, p 55 - 59.