

MILIEUPROBLEMATIEK IN HET MARK-VLIET STROOMGEBIED

Een voorbeeldproject van een grensoverschrijdende aanpak

M. HUYGENS, R. VERHOEVEN,
L. VAN POUCKE
Vrije Universiteit Gent
Laboratorium voor Hydraulica
Vakgroep Civiele Techniek TW1SV
J.V. WITTER, H. HAKVOORT
Hoogheemraadschap
van West-Brabant Nederland

Environmental study of the Mark-Vliet catchment - A sound example of an interregional project approach

The upper reaches of the Mark-Vliet river system originate in Belgium. In its lower reaches, situated in the Netherlands, substantial sedimentation takes place. Most of these sediments are polluted. Because of resuspension, part of the river bed material and the polluted suspended sediments are transported to the Volkerak-Zoom lake. This lake has high nature values, which are threatened by eutrophication. To protect the living, working and recreation areas in the Mark-Vliet river catchment, a proper integrated water management is essential. A systematic control and sanitation of the polluted sediments in the river environment will prevent the further degradation of the water system quality. Therefore, a transboundary collaboration between Belgian and Dutch authorities has been set up to study and sanitize this interregional river catchment.

To improve the water and river bed quality, an effect-oriented as well as source-oriented approach has been followed. The inventory of pollution sources is translated into a sanitation plan for the compe-

tent authorities. The effect-oriented approach searches an optimum design and location of sand trap configurations in the catchment. As pollutants are mainly fixed to the fine suspended material, it is valuable to separate the relatively clean sand particles from the polluted fine fraction. Hence, the amount of polluted (silt and mud) dredged material and consequently the treatment costs are reduced.

Starting from an existing sand trap configuration, an adapted construction has been designed through physical scale model tests taking into account the practical and economical issues of the project. The operation of the optimum sand trap configuration relies on three basic principles: an upstream bifurcation ensures a proper deflection of suspension transport in a parallel deviation; a downstream sill controls the flow distribution over the respective main and deviation branch for different regimes; an underwater sill at the entrance of the lateral deviation forces the transport of all sand material near the bottom into the sand trap.

ABSTRACT

In samenwerking tussen het Hoogheemraadschap West-Brabant te Breda en het Laboratorium voor Hydraulica van de Universiteit Gent is een project uitgewerkt met betrekking tot de grensoverschrijdende aanpak van de milieuproblematiek in het Mark-Vliet stroomgebied. Aan dit project dat tot stand is gekomen met EG-subsidies uit het Interregprogramma voor het Benelux-middengebied, werd van Vlaamse zijde ook meegewerkt door AMINAL en VMM. Om te wonen, werken en recreëren in het beschouwde stroomgebied zijn een goed peilbeheer en hoge water- en rivierbodemkwaliteit van groot belang. Om de ecologische waarde van het gebied en in het bijzonder het Volkerak-Zoommeer te vrijwaren, is het nodig de lozing van vervuilende stoffen te beperken zodat de algemene water- en rivierbodemkwaliteit kan behouden blijven.

Ten behoeve van het project is zowel een brongerichte als een effectgerichte aanpak onderzocht om de water- en rivierbodem-

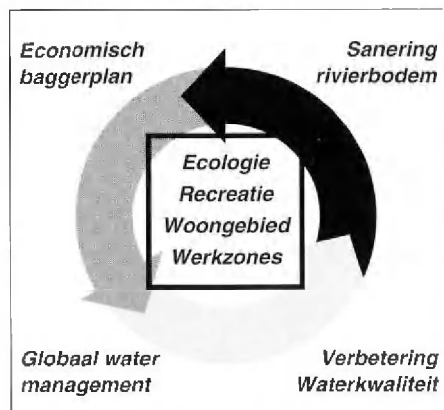
kwaliteit te kunnen verbeteren. In het kader van de brongerichte aanpak is een inventarisatie van verontreinigingsbronnen uitgevoerd, op basis waarvan een **bronsaneringsplan** is opgesteld. De effectgerichte aanpak richt zich op het gescheiden laten sedimenteren van zand en slib in een eenvoudige en economisch rendabele **zandvangconstructie**. Op basis van uitgebreide testen met schaalmodellen is een uitgekende zandvangconfiguratie ontworpen waar het relatief zwaardere maar niet verontreinigde zand sedimenteert terwijl het lichtere slib, waaraan veel verontreinigingen zijn gebonden, omgeleid wordt. Het volume van de verontreinigde bagger wordt daardoor gereduceerd met navenant lagere kosten om de bagger te bewerken.

1. INLEIDING

Het stroomgebied van de rivieren Mark en Vliet beslaat een totale oppervlakte van 1410 km² (Verhoeven et al. [1]). De bovenrivieren van het Mark-Vliet stelsel ontspringen in het noordelijk gedeelte van de pro-

vincie Antwerpen in Vlaanderen, zijn nogal steil en voeren grote hoeveelheden zand en slib mee. In de vlakke benedenlopen gelegen in West-Brabant in Nederland worden, door dichte bevolkingsconcentratie en industrialisatie, jaarlijks grote hoeveelheden verontreinigde bagger afgezet. Deze baggerspecie kan slechts tegen hoge kosten, eventueel na bewerking, verwijderd worden. Bovendien wordt door resuspensie een deel van het sediment afgevoerd als zwevende stof naar het Volkerak-Zoommeer. Dit meer heeft een hoge natuurwaarde, die wordt bedreigd door eutrofiëring, deels veroorzaakt door nutriënten die, geadsorbeerd aan de zwevende sedimentdeeltjes, worden aangevoerd. Om de ecologische waarde van het Volkerak-Zoommeer te vrijwaren en algemeen om de leefbaarheid van het gebied te verhogen, is het nodig de lozing van vervuilende stoffen te beperken zodat de algemene water- en bodemkwaliteit in het stroomgebied behouden blijft en kan verbeteren in de toekomst. Daartoe is een bilaterale samenwerking tussen Belgische en Nederlandse overheden opgezet om dit grensoverschrijdend

Figuur 1. Doelstellingen van het project.



stroomgebied te saneren. In deze samenwerking zijn drie voornamelijk studie-doelstellingen vooropgesteld (figuur 1):

1. Sanering van vervuilde bronnen
2. Baggeren van vervuild materiaal
3. Vermindering behandelingskosten baggerspecie door bouw van zand- en slibvangen

Het totale project om de water- en rivierbodemkwaliteit te verbeteren is langs twee kanalen ontwikkeld. Een **brongerichte aanpak** inventariseert de verontreinigingsbronnen om tot een globaal bronsaneringsplan te komen. De **effectgerichte aanpak** richt zich op het gescheiden laten sedimenteren van zand en slib. Het relatief zwaardere, maar schone zand bezinkt eerst in een zandvangconstructie vooraleer het lichtere slib waaraan allerlei verontreinigingen zijn gebonden, in de reguliere sedimentatiegebieden meer afwaarts neerslaat. Hierdoor wordt het volume van verontreinigde bagger sterk gereduceerd met navenant lagere verwerkingskosten van de beschouwde baggerspecie.

2. BRONSANERING

Zoals hierboven reeds aangeduid, is in de brongerichte aanpak een algemeen saneringsplan opgesteld aan de hand van een volledige inventarisatie van alle verontreinigingsbronnen. Deze inventarisatie bestrijkt het gehele Mark-Vliet stroomgebied, uitgesplitst naar het Vlaamse en het Nederlandse deel. Voor 1992 en 1993 zijn analyseresultaten van water- en waterbodemmonsteringen in zowel het Vlaamse als het Nederlandse deel van het stroomgebied verzameld, om inzicht te krijgen in de grensoverschrijdende water- en waterbodemkwaliteit. In het Vlaamse landsdeel is deze inventarisatie in samenwerking en met de hulp van VMM en AMINAL gebeurd. De in de tabel 1 vermelde jaarhoeveelheden zijn, afhankelijk van de verontreinigingsbron, enerzijds bekomen uit een reeks meetgegevens uit gemiddeld over een jaar of anderzijds uit algemeen beschikbare literatuurgegevens toegepast op het Mark-Vliet bekken (HWB [2]). Bij de interpretatie van de emissiegegevens dient er rekening te worden gehouden dat in het Nederlands deel van het stroomgebied een aanzienlijk deel van de aan zwevende stof gebonden

Tabel 1a. Verontreinigingsbronnen in het Mark-Vliet stroomgebied. Vlaamse gedeelte (N.B. = niet bemeaten) (Gem = geldig voor een gemiddeld jaar)

	Periode (-)	Stikstof ton/jaar	Fosfaat ton/jaar	Cadmium kg/jaar	Koper kg/jaar	Nikkel kg/jaar	Zink kg/jaar	PAK kg/jaar
Depositie Open water	Gem	2	0	0	0	1	4	1
Gecreosoteerde Oeverbescherming	Gem	0	0	0	0	0	0	N.B.
Af-/Uitspoeling	Gem	1691	73	1	148	21	60	20
Verkeer	1990	N.B.	N.B.	2	379	7	476	N.B.
Bedrijfslozingen	1992	13	1	0	3	0	46	N.B.
Effluenten RWZI	'92-'93	175	19	0	0	204	475	6
Ongerieleerd	Gem	66	13	2	179	48	671	0
Overstorten	Gem	2	1	1	18	2	71	0
Totaal IN		1949	106	6	727	283	1803	27
Grensoverschrijdende vracht UIT	1993	1099	62	> 54	> 1317	N.B.	> 4239	N.B.
Verschil IN - UIT		850	45	< 48	< -590	N.B.	< -2436	N.B.

Tabel 1b. Verontreinigingsbronnen in het Mark-Vliet stroomgebied. Nederlands gedeelte

	Periode (-)	Stikstof ton/jaar	Fosfaat ton/jaar	Cadmium kg/jaar	Koper kg/jaar	Nikkel kg/jaar	Zink kg/jaar	PAK kg/jaar
Grensoverschrijdende vracht IN	'92-'93	2014	107	42	906	1878	6006	>33
Depositie Open water	Gem	16	0	1	4	10	28	10
Gecreosoteerde Oeverbescherming	Gem	0	0	0	0	0	0	31
Af-/Uitspoeling bovenstrooms Breda	Gem	192	34	1	582	17	50	17
Af-/Uitspoeling benedenstrooms Breda	'92-'93	1840	57	20	563	1360	1694	33
Verkeer	1990	N.B.	N.B.	1	32	5	396	N.B.
Bedrijfslozing	'92-'93	39	7	0	0	0	< 116	< 1
Effluenten RWZI	'92-'93	5	0	< 0.038	3	3	9	0
Ongerieleerd	Gem	2	1	0	4	0	6	0
Overstorten	Gem	18	5	5	146	32	894	4
Scheepvaart	Gem	0	0	0	0	0	0	4
Totaal IN		4126	211	69	2240	3305	9199	133
Uitgaande vracht		4329	70	43	1816	4295	5547	96
Verschil IN - UIT		-203	141	26	424	-990	3652	37

zware metalen en fosfaten als bagger op de bodem achterblijft.

De belangrijkste probleemstoffen ten aanzien van de waterbodemkwaliteit zijn zink, nikkel, bestrijdingsmiddelen en PAK's (Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen). Nutriënten (stikstof en fosfaat), cadmium, koper, nikkel en zink vormen een probleem ten aanzien van de kwaliteit van het oppervlaktewater. De belasting met PAK's is voor een deel afkomstig van atmosferische depositie. De grootste stuurbare bron echter wordt gevormd door gecreosoteerd hout dat is gebruikt bij de verdediging van oevers of de bouw van steigers en dergelijke. Het nieuw gebruik hiervan is zowel in Vlaanderen als in Nederland reeds stopgezet. Belangrijke stuurbare bronnen van nikkel en zink zijn huishoudelijke lozingen. In het Vlaamse deel van het stroomgebied is slechts 61 % van alle huishoudens gerioleerd, terwijl voor heel Vlaanderen dit percentage 79 % bedraagt. Het is derhalve

van groot belang dat de aanleg van rioleering in het Vlaamse deel van het stroomgebied versneld ter hand wordt genomen. Dit zal bovendien een positief effect hebben op de zuurstofhuishouding in de bovenlopen van het Mark-Vlietsysteem, alsmede op de terugdringing van de emissie van de overige probleemstoffen voor het oppervlaktewater, met name nutriënten en cadmium.

Het is voor het eerst dat een dergelijk compleet overzicht (tabel 1) van de bronnen van de belangrijkste probleemparameters voor een gans stroomgebied over de Belgische-Nederlandse grens heen is verkregen. Een grensoverschrijdende aanpak van de bronsanering zal worden vergemakkelijkt als de kwaliteitsnormen van België en Nederland beter op elkaar zijn afgestemd. Dit geldt in het bijzonder voor viswaternormen die voortkomen uit één EG-richtlijn. Bovendien is er behoefte aan één EG-norm voor de algemene basiskwaliteit. Ook verbetering van de biologische water-

kwaliteit is gewenst. Hiervoor zijn niet alleen fysisch/chemische randvoorwaarden vereist, maar ook hydrologische en morfologische eisen. Bij dit laatste is ook afstemming tussen beide landen noodzakelijk. Een grensoverschrijdende beheersvisie is dan ook van cruciaal belang voor de verdere sanering van het stroomgebied.

3. DE BESTAANDE ZANDVANG-CONFIGURATIE

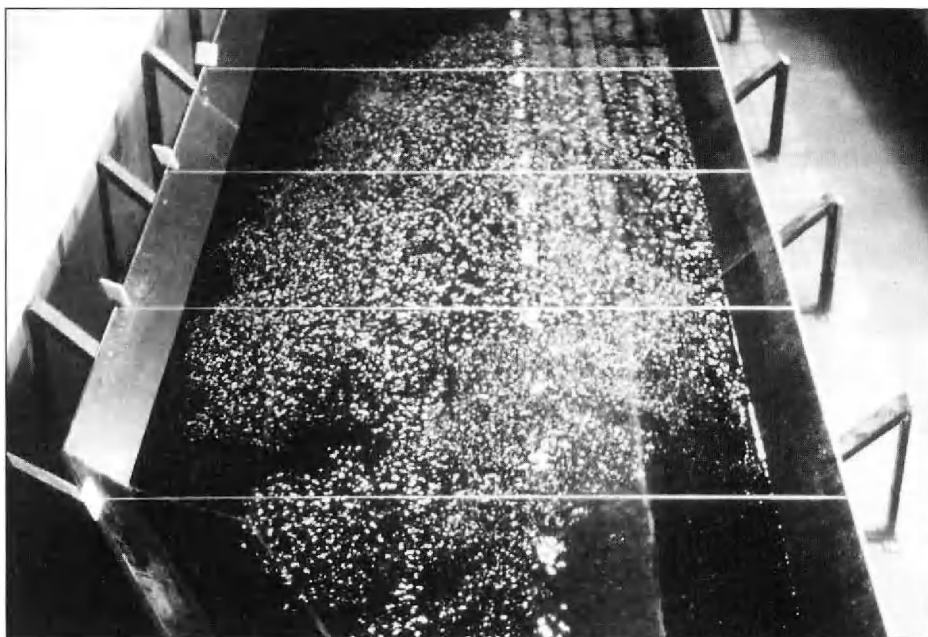
a) Het fysisch schaalmodel

Zoals hierboven reeds aangegeven zal in de effectgerichte aanpak naar een optimale zandvangconstructie worden gezocht, vertrekkend van een bestaande constructie. Op basis van de op het terrein verzamelde meetgegevens is een bestaande zandvang in de Bovenmark ter hoogte van de Belgisch-Nederlandse grens in een verkleind schaalmodel (volgens Froude wet) met een lineaire schaal van 1/15 (Sharp [3]).

De algemene filosofie van het modelonderzoek vertrekt van een gedetailleerd onderzoek van het stroompatroon (figuur 2) om aldus tot een gerelateerd beeld van het sedimenttransport te komen, zonder deze laatste fase expliciet te modelleren. Deze onrechtstreekse benadering van het probleem is gekozen omdat het adequaat modelleren en registreren van sedimenttransportfenomenen in een verkleind schaalmodel zeer moeilijk zonet onmogelijk is. Enkel kwalitatieve interpretaties van onzekere meetresultaten zijn mogelijk, wat soms tot verkeerde conclusies of beschouwingen leidt. Daarom is het beter de problematiek omtrent een optimale werking van de zandvang te bestuderen vanuit hydrodynamisch oogpunt om op basis van precieze hydraulische meetresultaten een vertaling te maken naar de morfologische evoluties en processen in de zandvang.

Het globale snelheidspatroon over de zandvang kan als volgt omschreven worden. In de verdieping naar de zandvang blijven de

Foto 1. Stromingspatroon in schaalmodel van bestaande zandvangconfiguratie.



stroomlijnen rechtdoor lopen aan de rechterzijde; terwijl aan de linkerkant de duikende stroomlijnen langs de verbreding in een wervelbeweging overgaan. Afwaarts van de instromingsdrempel is er een dode wervelzone in het verbrede en verdiepte gedeelte van de zandvang, terwijl aan de rechterzijde de rechtdoorstroming zich verder naar afwaarts spreidt over de volledige breedte. De grootte van de wervelzone, met terugstroming langs de linkerwand van de zandvang, is functie van de afvoer doorheen de zandvangconstructie. De uniforme verdeling van de verlaagde watersnelheden (en bijgevolg de goede werking van de zandvang als bezinkingsplaats van zanddeeltjes) treedt slechts over een beperkte lengte op in het afwaartse gedeelte van de zandvang.

Een vergelijking met terreinmetingen op de zandvang in de Bovenmark toont een nagenoeg volkomen overeenkomst tussen de respectievelijke watersnelheden geregistreerd in het laboratoriummodel en de in si-

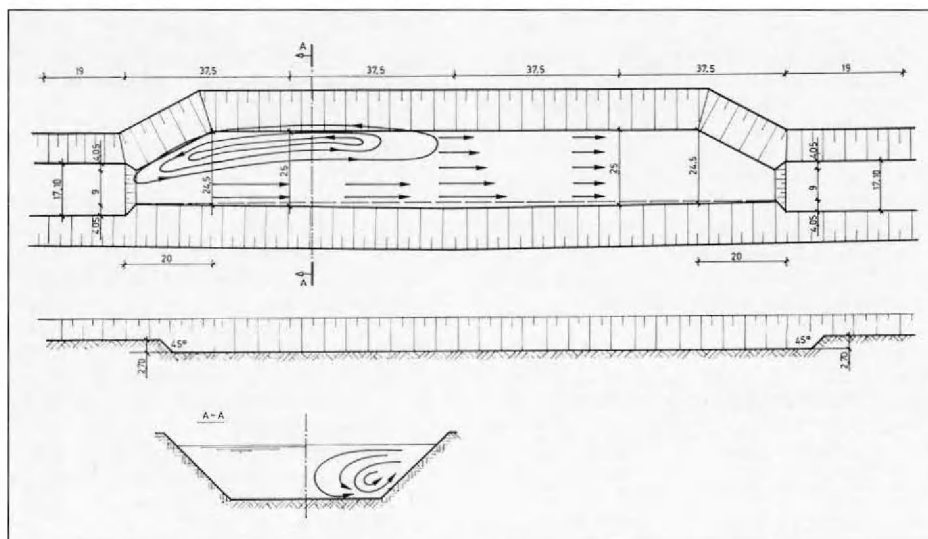
tu-waarnemingen. Het verkleind schaalmodel van de bestaande zandvang geeft dus bijna perfect het algemeen stroombeeld van de werkelijke situatie weer. Deze referentieproeven bewijzen duidelijk de goede werking van het schaalmodel, zodat de modelresultaten na wijziging van de geometrie van de oorspronkelijke constructie ook betrouwbaar kunnen vertaald worden naar de werkelijkheid.

b) Werking als zandvang

Op basis van het algemene stroomingspatroon wordt in een volgende stap het te verwachten sedimenttransportproces in de werkelijke zandvang beschreven. De hier geformuleerde conclusies, op basis van de in het schaalmodel waargenomen stroompatronen, blijken zeer goed in overeenstemming te zijn met de vaststelling op het terrein. Deze goede overeenkomst bevestigt nogmaals de goede werking van het schaalmodel en bewijst de kwaliteit van de gevolgde strategie bij het onderzoek. De kwalitatieve vertaling van het stroombeeld naar de gerelateerde morfologische ontwikkeling kan als volgt omschreven worden (foto 1):

- In de dode wervelzone, in de asymmetrische verbreding van de zandvang, krijgt men een algemene bezinking van alle sedimentdeeltjes. Zowel de zand- als de slibkorrels krijgen voldoende tijd om zich in het nagenoeg stilstaande water neer te zetten op de bodem. De aanslibbing van de zandvang (met zand en slib) op het terrein in deze zone is dan ook in overeenstemming met bovenstaande vaststellingen in het fysisch schaalmodel.
- In de rechtdoorstroming in het opwaarts gedeelte van de zandvang treedt, gezien de hoge watersnelheden, nauwelijks bezinking op. Eens, afwaarts van de wervel de stroming gelijkmatig is verdeeld over de volledige breedte van de zandvang kan de zandvang zijn normale werking ontwikkelen. De bestaande zandvang-

Figuur 2. Geometrie van en stroompatroon in bestaande zandvangconfiguratie.



configuratie werkt dus slechts over 50 m als bezinkingsbassin in plaats van over zijn volledige lengte van ± 150 m.

- Als gevolg van deze typische stromingspatronen, met een opwaartse wervelzone aan de asymmetrische verbreding van de zandvang, komt nauwelijks gradatie voor in de afgezette fractie zanddeeltjes. De vrij uniforme verdeling van de korrelgrootte van de afgezette sedimenten, zoals ook geregistreerd op het terrein, bevestigt nogmaals de adequate modellering van de zandvang en zijn werking.

4. AANGEPASTE ZANDVANG-CONFIGURATIE

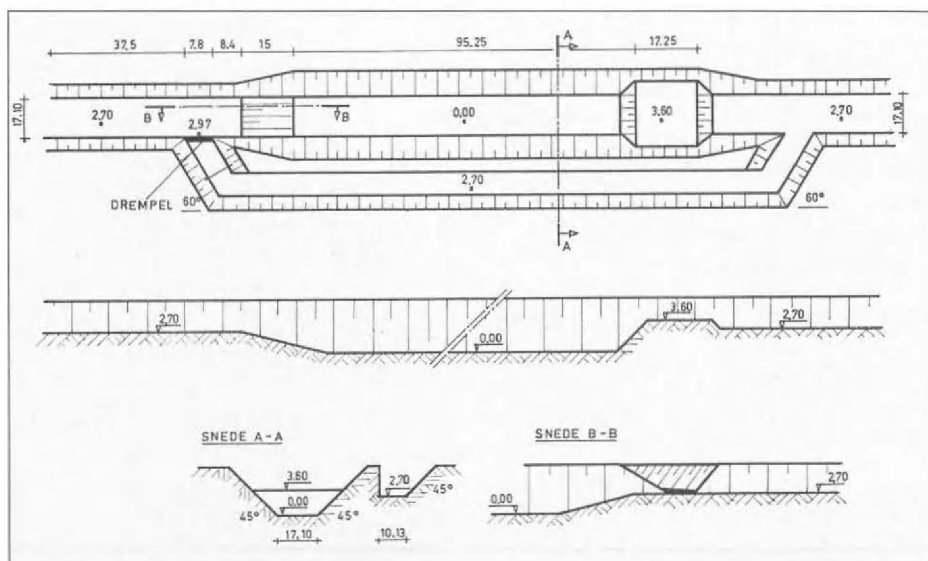
a) Algemene opzet van een slimme zandvang

Zoals reeds eerder aangegeven moet een verbeterde zandvangconstructie voor de Bovenmark het gezamenlijk aanbod sedimenten gescheiden laten sedimenteren in een fractie grovere, relatief propere zanddeeltjes en een gedeelte fijne, relatief verontreinigde slibdeeltjes om aldus de bagger- en vooral reinigingskosten van de baggerspecie te reduceren. Uit onderstaande tabel 2 blijkt dat het sedimenttransport in de bovenlopen van het Mark-Vlietstroomgebied voor ongeveer 50 % uit zand bestaat. Als deze "propere" fractie afzonderlijk gebaggerd wordt, betekent dit een besparing van 50 % op de behandelingskosten. Een optimaal hydraulisch ontwerp voorziet daarom, bij de verschillende afvoerregimes, in een maximale bezinking van de grovere, zuivere zandfractie en een minimale sedimentatie van de slibfractie door een gepaste omleiding van de fijnere sedimentdeeltjes naar afwaarts toe. Via een reeks testen met schaalmodellen van verschillende zandvangconfiguraties is gezocht naar een relatief eenvoudig, economisch rendabel en operationeel model om aan de hierboven gestelde eisen te voldoen voor de respectievelijke afvoeren van de Bovenmark en/of de Aa of Weerijis.

b) Fysisch schaalmodel

Het uiteindelijke schaalmodel van de voorgestelde zandvangconstructie, als resultaat van een zoektocht naar een optimale werking is weergegeven in figuur 3. Zoals bij de bestaande configuratie wordt hier opnieuw vertrokken van het snelheidsbeeld om in een latere fase het sedimenttransport en het morfologisch proces te kwalificeren (Van Rijn [4]). Naast de traditionele meettechnieken om de stroming te visualiseren (confettisnippers, stroomdraden, kleurstofinjectie...) zijn onderstaande materialen gebruikt om het sedimenttransport te visualiseren, evalueren en kwantificeren:

Figuur 3. Schaalmodel optimale zandvangconfiguratie.



- Een water-glycerine-kleurstofmengsel is door zijn specifiek gewicht een goede modellering van de fractie zwevende stoffen. Op basis van de voortplanting en verspreiding van een injectie van dit mengsel kan een kwalitatieve begroting gemaakt worden van de verdeling van het zwevend transport in het zandvangmodel.
- Het effectieve bodemtransport wordt in het schaalmodel gesimuleerd door fijne kunstparelmoerkorrels ($\rho_s = 1220 \text{ kg/m}^3$). Deze sedimentkorrels glijden of rollen over de modelbodem en vormen aldus een ideale weerspiegeling van het transportbeeld langs de rivierbodem.

De goede werking van de zandvang is gebaseerd op drie basisprincipes:

1. Een opwaarts omleidingskanaal onder een hoek van 60° t.o.v. de as van de hoofdstroming verzekert een gecontroleerde afbuiging van de stroomlijnen. Het hydrodynamisch proces in de splitsing leidt voornamelijk de onderste waterlagen, met de grootste fractie zwevend materiaal beladen, naar de omleiding (Verhoeven [5]). De fijne slibdeeltjes in suspensie worden aldus grotendeels omgeleid voorbij de zandvang.
2. Een afwaartse uitstroomdrempel aan de uitgang van de zandvang controleert, door een geschikte drempelhoogte, de debietverdeling over hoofdtak (= zandvang) en zijtak (= omleidingskanaal) bij de verschillende afvoerregimes. Hierdoor krijgt men ook een optimale verdeling van het zwevend transport over de configuratie.
3. Een splitsingsdrempel onder water bij de ingang van het omleidingskanaal verzekert de afvoer van alle bodemtransport in de richting van de zandvang.

Uit de modelproeven worden volgende vaststellingen, als belangrijk voor de praktische realisatie van de zandvang, afgeleid (zie ook in foto 2):

- In het opwaartse instroomgedeelte van de zandvang wordt nog een kleine wervelzone met terugstroming geconstateerd. Dit wervelgebied is een onmiddellijk gevolg van de hydrodynamische werking van de splitsing: de naar de zijtak omgebogen stroomlijnen van nabij de sedimentbodem worden hersteld door een herverdeling van de stroming in de hoofdtak. De door de hydrodynamische splitsingsimpact afgebogen stroomlijnen langs de bodem van het model worden afgesneden door de onderwatersplitsingsdrempel ter hoogte van de aftakking.

Het geassocieerde bodemtransport van de relatief zwaardere zandkorrels wordt aldus ook in de hoofdtak, naar de zandvang toe geleid. Om tijdens de voortschrijding van dit bodemmateriaal langs de splitsingsdrempel te vermijden dat het zand over de drempel toch nog in de zijtak terecht komt, is in langsrichting een toenemende drempelhoogte naar afwaarts toe voorzien. De onderwatersplitsingsdrempel zorgt aldus voor een optimale onderbreking van het bodemtransport naar de zijtak (foto 3); alle zwaardere (zand)deeltjes worden recht door naar de zandvang afgevoerd.

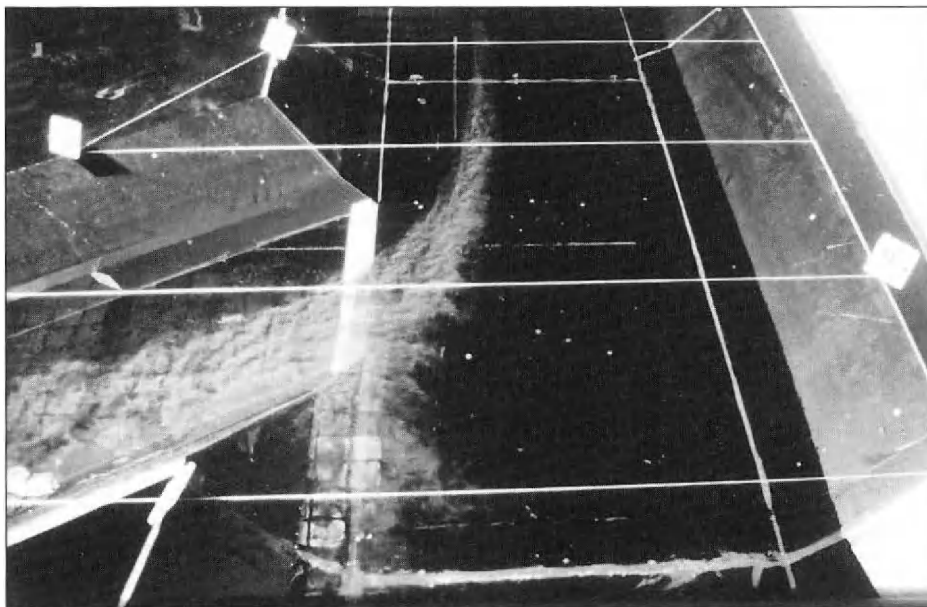
c) Praktische werking

- De algemene impact van de uitgewerkte zandvangconfiguratie en zijn typische werking als "sedimentscheider" worden in tabel 3 geïllustreerd. Deze gegevens zijn samengesteld aan de hand van registraties van waterdebietverdeling en distributie van het suspensie- en bodemtransport over de hoofdtak (= zandvang) en zijtak (= omleidingskanaal) in het fysisch schaalmodel.
- Bij een normaal regime dient de zandvang zo ontworpen te worden dat van de 40 % slib fractie die zich langs de hoofdtak aanbiedt, nauwelijks 5 à 10 % kan

Tabel 2. Sedimentaanoever direct bovenstrooms van Breda en Roosendaal.

Rivier	Periode	Zandaanvoer	Slibtransport	Totaal
Aa/Weerijis	1987-1990	3350 m ³ /jaar	3854 m ³ /jaar	7200 m ³ /jaar
Bovenmark	1987-1990	2000 m ³ /jaar	2500 m ³ /jaar	4500 m ³ /jaar
Molenbeek	1986-1988	1000 m ³ /jaar	1900 m ³ /jaar	2900 m ³ /jaar

Foto 2. Suspensietransport in schaalmodel optimale zandvangconfiguratie.



bezinken in de zandvang. Door een geschikte dimensionering van de zandvang blijft de doorstroomsnelheid voldoende hoog om de fijne fraktie van het zwevend transport nagenoeg ongestoord langs de hoofdtak af te voeren. Bij hoge afvoer zal dan a fortiori het aangeboden fijn slibmateriaal in suspensie blijven bij de passage doorheen de zandvang, zodat ook hier enkel de grovere zanddeeltjes bezinken in de zandvangconstructie.

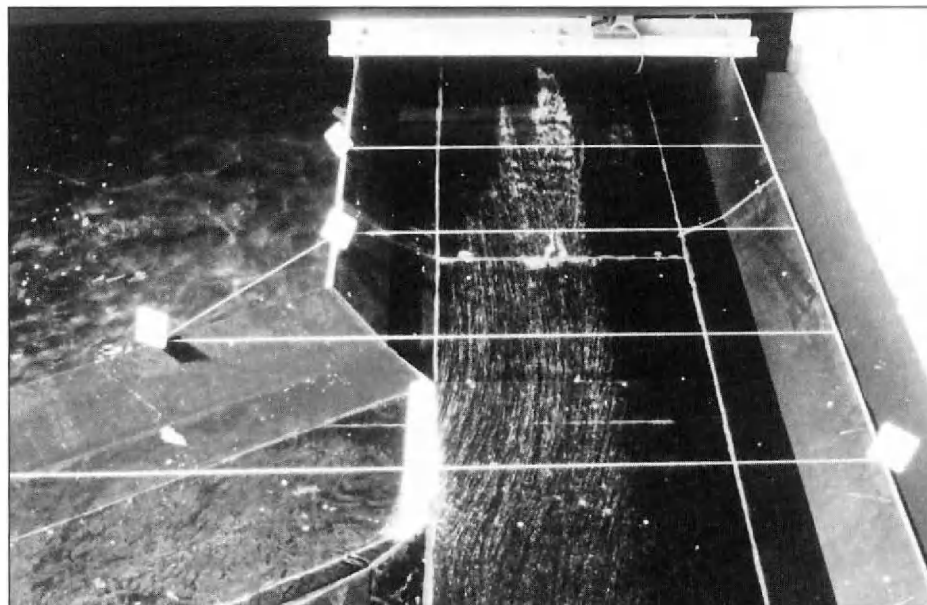
- Op basis van bovenstaande meetresultaten wordt de verdere dimensionering van de zandvang als bezinkingsbassin voor de grovere zanddeeltjes uitgewerkt. Een eerste rudimentaire berekening voor realistische locaties op de Aa of Weerij (direct bovenstrooms van Breda) en langs de Bovenmark bij de Nederlands-Belgische grens is gebaseerd op de eenvoudige Hazen-Williams theorie voor be-

zinkingsbekkens (Avery [6]). Daarenboven wordt, door de specifieke concentratieverdeling over de waterdiepte (Pacheco-Ceballos [7]), de impact van de hydrodynamische werking van de splitsing nog versterkt. Immers, de bodemnabije stroomlijnen met de hoogste sedimentconcentraties worden precies omgeleid, weg van de zandvang. De bovenste wa-

Tabel 3. Algemene impact van zandvangconstructie.

	Sedimenttransport	Suspensietransport		Bodemtransport	
		Hoofd	Zij	Hoofd	Zij
Lage afvoer	Alleen fijne slibdeeltjes in suspensie	10%	90%	—	—
Normaal regime	Hoofdzakelijk slib in suspensie Gering zandtransport langs bodem	40%	60%	100%	0%
Hoge afvoer	Hoge slibconcentraties in suspensie Belangrijk zandtransport langs de rivierbodem	75%	25%	90%	10%

Foto 3. Modellering bodemtransport in "slimme" zandvang.



terlagen, met een kleine hoeveelheid slibdeeltjes in suspensie, stromen recht door, maar worden gezien hun hoge stroomsnelheden toch grotendeels doorheen de zandvang naar afwaarts afgeleid.

- Op basis van voorgaande bevindingen, metingen en berekeningen is uiteindelijk een eerste ontwerp voor de zandvangconfiguratie uitgewerkt (Garde et al. [8]). Deze constructie verzekert op een eenvoudige en economisch rendabele manier de optimale scheiding tussen de zwaardere, propere zanddeeltjes en de fijne, gepollueerde slibdeeltjes, louter gebruik makend van de hydrodynamische waterstroming in rivieren. Het bodempeil van de instroomsectie, net als de omleidingstak, ligt op + 2.70 m; terwijl de eigenlijke zandvangbodem op 0.00 m is gesitueerd. De hoogte van de betonnen uitstroombodem van + 3.60 m is zodanig gekozen dat, rekening houdend met het stroomregime van de rivier in kwestie, een optimale verdeling van het afvoerdebiet verzekerd is. De trapezoidale splitsingsdrempel varieert in hoogte van 0.30 m opwaarts naar 0.54 m afwaarts. De eigenlijke splitsing en de omleidingstak dienen een meer geleidelijke overgang te hebben. De scherpe hoeken uit het fysisch schaalmodel moeten vervangen worden door afgeronde oevers bij de instrooming en een bocht in de afbuiging om een meer uniform stromingspatroon

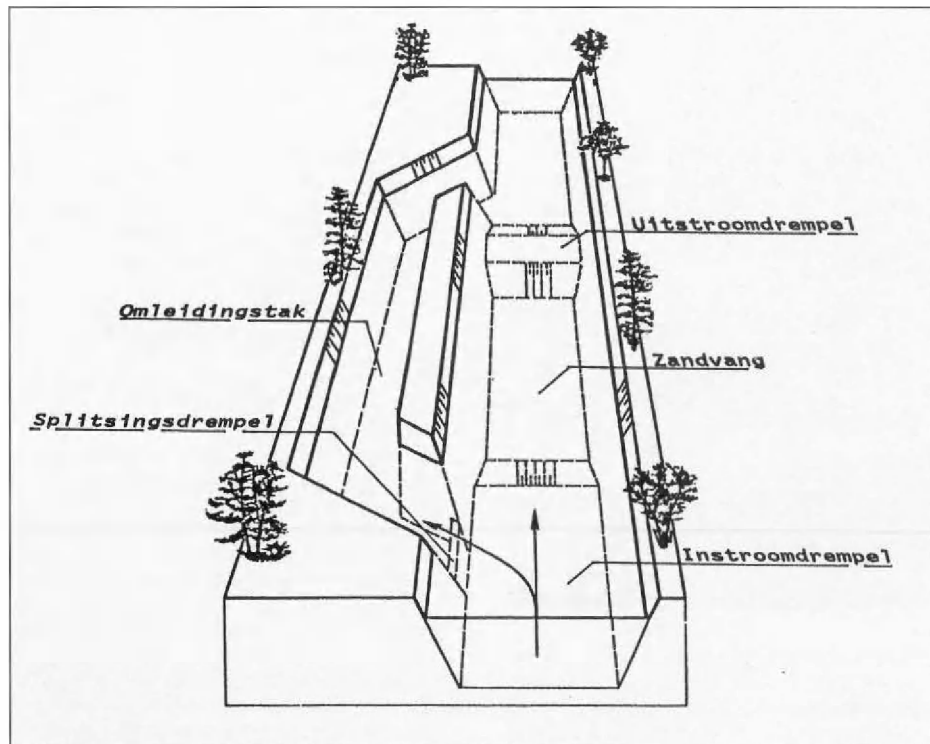
te creëren in de zijtak.

Naar de praktische realisatie van de splitsingsimplementatie dient ook nog opgemerkt te worden dat de bodem aan het scheidingshoekpunt tussen hoofdtak en zijtak zeker beschermd dient te worden tegen uitschuring. Dit hoekpunt is vooral aan de bodem onderhevig aan sterke eroderende stromingsimpakt en moet daarom (bijvoorbeeld met behulp van schanskorven of in beton uitgevoerd) extra beschermd worden om de goede werking van de splitsing blijvend te garanderen.

5. BESLUIT

In het kader van een grensoverschrijdend project rond de milieuproblematiek van het Mark-Vlietstroomgebied is in een effectgerichte aanpak gezocht naar een optimale en tegelijk eenvoudige constructie om de fijnere, vervuilde slibdeeltjes gescheiden te laten sedimenteren van de grovere, relatief schone zandfraktie om aldus het volume verontreinigde bagger te reduceren en na-

Figuur 4. Artistieke impressie - "Slimme" zandvang



venant de behandelingskosten van de baggerspecie te beperken.

Op basis van uitgebreide modelstudies en in-situ metingen op een bestaande zandvangconfiguratie langs de Bovenmark, is een ontwerp van een nieuwe zandvangimplementatie uitgewerkt. De aangepaste configuratie met een splitsing in een hoofdtak (= zandvang) en een zijtak zorgt, met een eenvoudige, praktische en economisch haalbare infrastructuur voor een optimale scheiding tussen het sterk vervuilde zwe-

vend slijbtransport en de weinig vervuilde bodemtransportfractie van zanddeeltjes. Waar oorspronkelijk een dure mechanische constructie met beweegbare kleppen voorgesteld werd om zand en slijb van elkaar te scheiden, zijn de onderzoekers van het Laboratorium voor Hydraulica van de Universiteit Gent erin geslaagd een configuratie te ontwerpen zonder mechanische onderdelen en gebruik makend van de fysische processen bij de stroming van water. Deze economisch interessante constructie kan, zelfs bij een korte afschrijvingsperiode van

10 jaar, mits een geschikte dimensionering, eveneens op andere waterlopen in het Vlaamse land worden aangewend.

M. HUYGENS, R. VERHOEVEN,
L. VAN POUCKE
U.-Gent, Laboratorium voor Hydraulica
St-Pietersnieuwstraat 41
9000 Gent

J.V. WITTER, H. HAKVOORT
Hoogheemraadschap van West-Brabant
Integraal Waterbeheer
Bouvignelaan 5
NL - 4800 CE Breda

6. REFERENTIES

1. Verhoeven R., Witter J.V., Van Poucke L. en Huygens M., "Economic aspects of sediment transport in a small transboundary river", Proceedings ICHE'93, Washington (VS), 1993.
2. Hoogheemraadschap West-Brabant HWB, "De staat van ons water 1994", Verslag nr. 43399, Breda, 1995.
3. Sharp J.J., "Hydraulic modelling", Butterworth & Co Publishers Ltd., London, 1981.
4. Van Rijn L.C., "Principles of Sediment Transport in Rivers, Estuaries and Coastal Seas", Aqua Publications, Amsterdam, 1993.
5. Verhoeven R., "Waterwegen-waterbeheer en waterbeheersing" Syllabus Opleidingsonderdeel Hydraulica II en III Burgerlijk Bouwkundig Ingenieur Faculteit Toegepaste Wetenschappen Universiteit Gent, 1995.
6. Avery P., "Sediment control at intakes - a design guide", BHRA - Fluid Engineering Centre, Bedford, 1989.
7. Pacheco-Ceballos R., "Transport of sediments: analytic solution", Journal of Hydraulic Research, Vol. 27 nr. 4, 1989.
8. Garde R.J., Range Raju K.G. en Sujudi A.W.R., "Design of settling basins", Journal of Hydraulics Research, Vol. 28 nr. 1, 1990.

De derde uitgave van het Vlaamse Waterkompas '95 is van de pers. Het is een uniek, onmisbaar en praktisch naslagwerk met het volledige overzicht van alle overheidsinstellingen en -diensten, betrokken bij het waterbeleid in Vlaanderen.

Met deze herwerkte uitgave brengen wij een actueel boek waarin de allerlaatste wijzigingen over de bevoegde personen en diensten uit deze sector met naam en adres zijn opgenomen. De herschikking van de Vlaamse regering in 1995 en de recente reorganisatie van de administratie van de Vlaamse gemeenschap zijn hierin ook verwerkt.

Naast de overheidsinstellingen stellen tenslotte een groot aantal privé-instellingen en -bedrijven, werkzaam in de watersector, zichzelf uitgebreid voor. Waterkompas wordt gratis bezorgd aan de overheid en aan de administratieve diensten, bevoegd voor de watersector, alsook aan alle abonnees van het tijdschrift WATER.

Andere belangstellenden kunnen het boek (590 BEF, BTW en verzendingskosten inbegrepen) bestellen bij de v.z.w. WEL, waar een bestelformulier en bijkomende inlichtingen te verkrijgen zijn.

v.z.w. WEL
Marktplaats 16, 2110 Wijnegem
Tel.: 03/353.72.53 - 03/353.89.91