

29

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap

Departement Leefmilieu en Infrastructuur

Algemene Milieu Impactstudie Sigmaplan (AMIS)

**SEDIMENTTRANSPORT EN SEDIMENTATIE-
PROCESSSEN IN DE SCHELDE TUSSEN ZANDVLIET
EN GENT**

23683

Verslag : AMIS DS6.1 - 1

Stanislas Wartel & Frederic Francken

Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen
Vautierstraat 29, 1040 Brussel

1 December 1995

A

INLEIDING

Dit aanvangsverslag geeft een overzicht van het geplande terreinonderzoek voor de jaren 1996-1997 en van de te meten parameters en de uit te voeren analyses. Het werd opgesteld in samenspraak met collega's van de universiteiten van Brussel en Gent, met Prof. Dr. D. Eisma (Nedrlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Texel, Nederland) en met E. Tavernier van de Antwerpse Zeehavendiensten. Deze samenspraak was noodzakelijk om van meet af aan een goede coördinatie in het onderzoek tot stand te brengen, en de haalbaarheid van het onderzoeksproject te verzekeren.

Promotor :	S. Wartel
Wetenschappelijke uitvoering :	D. Eisma
	F. Francken
	P. Schotte
	Th. Pardalidis
Technische assistentie :	L. Cornand
	A. Druyts
	J. Tavernier
	N.N. (vanaf 1/3/1996)

SEDIMENTTRANSPORT EN SEDIMENTATIE PROCESSEN IN DE SCHELDE TUSSEN ZANDVLIET EN GENT

EVALUATIE VAN DE AANSLIBBING IN KOMBERGINGSGEBIEDEN

1. SITUERING VAN HET ONDERZOEK

Het hier voorgestelde onderzoek beoogt de bepaling van de verschillende sedimenttypes en de beschrijving van hun karakteristieken en onderlinge verbanden met het oog op de evaluatie van het gedrag en de dynamiek van de sedimenten in functie van de hydrodynamiek van het milieu en van hun relatie met biologische en geochemische factoren.

2. ONDERZOEKSOBJECTIEVEN

2.1. Nauwkeurige beschrijving van de aard en eigenschappen van de sedimenten welke in het beschouwde areaal aangetroffen worden, evenals hun relatie met biologische en geochemische factoren

2.2. Evaluatie van de bijdragen vanuit verschillende brongebieden (bovenloop, zee, bodem) in de verschillende sedimenttypes.

2.3. Studie het gedrag en de seizoenale evolutie van de gesuspendeerde sedimenten in het beschouwde gebied met het oog op de evaluatie van de aanslibbing op de slikken, de schorren en eventueel open te stellen kombergingsgebieden.

2.4. Studie van de structuur en de accumulatiesnelheid van sedimenten in de verschillende geomorfologische eenheden van het beschouwde gebied met het oog op een evaluatie over kortere (dagen) en langere perioden (meerdere jaren) van het sedimentatieproces.

3. NUT EN TOEPASBAARHEID VAN HET PROJECT

De in dit project bekomen resultaten zullen fundamentele gegevens opleveren zowel op zichzelf voor de modellisatie van het gebied (verwerking in G.I.S.) als in relatie met andere biologische en geochemische deelprojecten.

Sedimenten vormen het substraat waarin en waarop zich biologische en geochemische processen afspelen en vormen aldus een basisgegeven voor het estuariene ecosysteem. De aard van het sediment evenals de snelheid waarmee het zich afzet of geërodeerd wordt zijn dan ook uitermate belangrijk niet alleen op zichzelf omwille van de veranderingen die ze teweegbrengen in het milieu, bijvoorbeeld aanslibbing, maar ook voor de kennis van het ecologisch systeem. Sommige sedimenttypes (kleien) spelen meer dan andere (silt en zand) een rol in de mobiliteit van scheikundige stoffen waaronder allerhande pollutanten. De concentratie aan deze stoffen wordt mede bepaald door uitwisselingsprocessen welke zich afspelen aan het oppervlak van deze sedimenten. Een nauwkeurige kennis van factoren als de aard, herkomst, gedrag en ruimtelijke verbreiding en de veranderingen van deze factoren in de tijd vormen dan ook de basisgegevens voor de diepgaande studie van het estuariene ecosysteem. Zij vormen bovendien een belangrijke bron van informatie voor het beheer van het estuarium ondermeer door het bekomen van een beter inzicht in de aanslibbingsprocessen.

4. INHOUD VAN DE STUDIE

Ieder gebied dat regelmatig of occasioneel overstroomd wordt bij hoge waterstanden in de rivier is onderhevig aan aanslibbing. Het overstromende water is beladen met sediment partikels, bestaande uit zowel organische als anorganische bestanddelen, welke bij stilstand van het water kunnen bezinken. De mate waarin dit zal gebeuren is afhankelijk van de sediment-lading, de aard van het sediment en de toestand waarin het zich bevindt, de fysico-chemische eigenschappen en de beweging van het water en de hoogte van de waterkolom. Een correcte evaluatie van de te verwachten aanslibbing is dan ook alleen maar mogelijk vanuit een multi-disciplinaire benadering waarvan onderhavig voorstel de sedimentologische aspecten bevat.

Vanuit sedimentologisch standpunt moet onderscheid gemaakt worden tussen twee belangrijke onderzoeksvelden :

- 1. Het tijd-ruimte aspect van het gesuspendeerde sediment dat slaat op veranderingen in de tijd en op verschillende plaatsen en waterdieptes van de concentratie, de aard en de fysische toestand (individuele partikels of agglomeraten) van het sediment.
- 2. De sedimentatiesnelheid en de haar beïnvloedende factoren op korte (sedimentatie) en middellange of lange (accumulatie) termijn. Hier wordt gezocht naar een mogelijke relatie tussen de concentratie en de aard van het gesuspendeerde sediment, de omgevingsfactoren zoals de fysico-chemie en de beweging van het

water, de tijkenmerken aan de ene kant en de verschillende sedimentatiesnelheden aan de andere kant.

4.1. Het tijd - ruimte aspect

Het hier voorgestelde project is uiteraard beperkt in de **RUIMTE** en beslaat slechts het bovendee van het estuarium van de Schelde. Hierin kunnen twee grote zones onderscheiden worden, namelijk een eerste zone van de Belgisch-Nederlandse grens tot ongeveer Temse waar zowel een zout-tij, d.w.z. een verandering van zoutgehalte in de tijd zowel per getij als seizoenaal, als een dynamisch tij, of een verandering per getij in waterhoogte, stroomsnelheid en -richting, voorkomt en een tweede zone vanaf Temse tot Gent waar uitsluitend een dynamisch tij voorkomt. Veranderingen in de sedimenten en hun dynamiek binnen deze ruimte zullen bestudeerd worden. De uitwisselingen aan de grenzen van deze ruimte zijn echter eveneens belangrijk en zijn verschillend voor de afwaartse grens, waar een uitwisseling met de Wester-Schelde plaats grijpt en de bovengrens waar uitsluitend een invoer is vanuit de bovenloop van de Schelde en haar bijrivieren. Bovendien komen over de gehele ruimte nog artificiële lozingen voor. De uitwisseling aan de grenzen kan slechts geëvalueerd worden op basis van andere bestaande bronnen. In een later stadium dienen deze evaluaties in de mate van het mogelijke door reële gegevens in het model aangepast te worden.

Binnen de beschouwde ruimte dient naast de reeds vermelde tweeledige zonering nog onderscheid gemaakt te worden tussen de verschillende geomorfologische eenheden, voornamelijk de hoofdgeul van de rivier, de zandplaten, de slikken, de schorren en tenslotte eventuele kombergingsgronden. De sedimenten en de sedimentdynamiek zullen zowel tussen als binnen ieder van deze eenheden verschillen vertonen welke in deze studie zullen onderzocht worden.

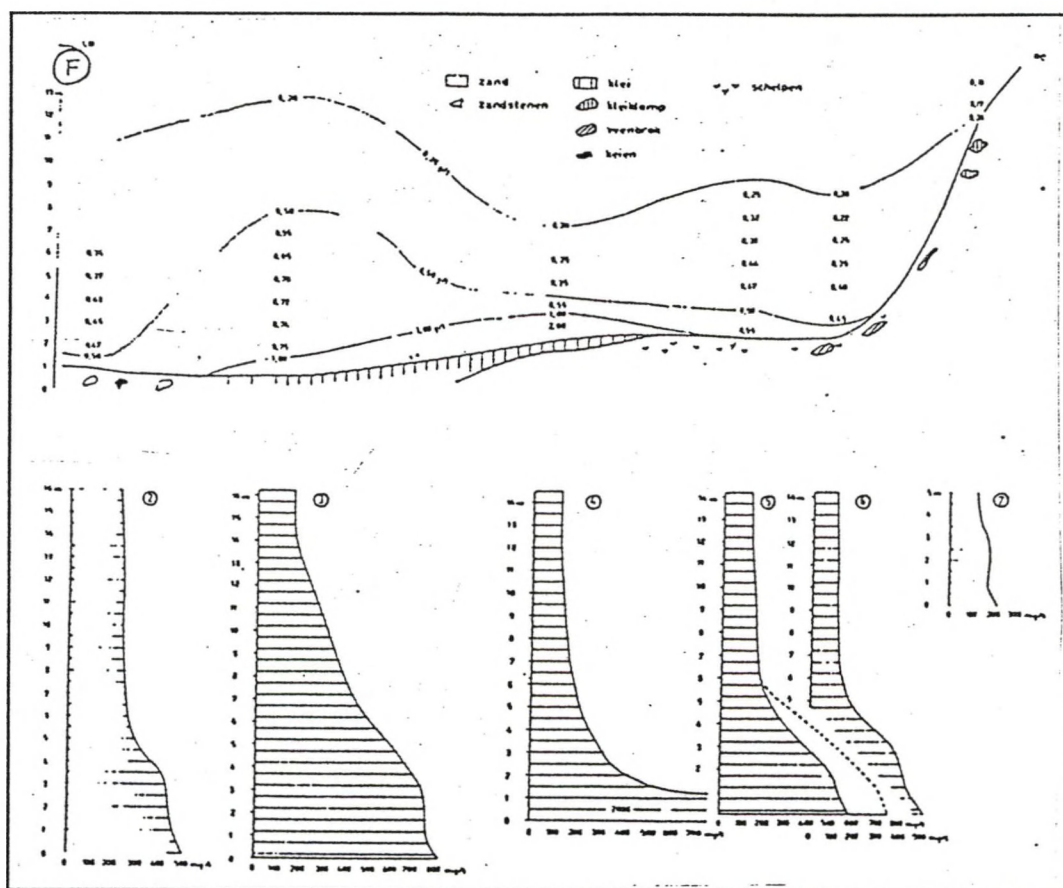
Het element **TIJD** omvat meerdere aspecten. In de eerste plaats is er de reeds vermelde invloed van het dynamisch getij dat van het "semi-diurnal" type is. Vervolgens zijn er half-maandelijkse veranderingen tussen springtij en doottij, waar vooral de verandering in tijamplitudo belangrijk is, seizoenale schommelingen, waar vooral veranderingen in het bovendebiet (neerslag) een rol spelen, en onregelmatige schommelingen als gevolg van bijvoorbeeld stormperiodes. Tenslotte dienen ook veranderingen over langere tijd beschouwd te worden. Veranderingen over korte tijd (dagelijks, maandelijks, seizoenaal) zullen in dit project bestudeerd worden door vergelijkende metingen uit te voeren op verschillende geselecteerde tijdstippen en plaatsen. Veranderingen over langere tijd kunnen afgeleid worden enerzijds uit de studie van boorkernen en anderzijds uit meetresultaten van de periode 1967-1994 zowel van het schorre-slikke milieu als metingen in de hoofdgeul die kunnen aangewend worden in deze studie.

4.2. De sedimentdynamiek

4.2.1. Het gesuspendeerde sediment

1.1. De concentratie

De sedimentlading van de rivier is niet homogeen verdeeld noch op regionaal vlak noch in de diepte. Zowel in de as van de rivier als in de dwarsrichting komen aanzienlijke verschillen voor. Bovendien vertoont de lading ook aanzienlijke verschillen in functie van de diepte. In de waterkolom kan onderscheid gemaakt worden tussen enerzijds een "graded suspension" en anderzijds een "uniform suspension".



Figuur 1 : Schelde te Zandvliet, suspensie concentratie over slihlens. Boven het slib is duidelijk een sterke toename in de graded suspension waarneembaar.

De graded suspension komt voor in de onderste waterlagen en wordt gekenmerkt door aanzienlijke verschillen in concentratie en samenstelling van het sediment in functie van de diepte. Ze wordt in belangrijke mate bepaald door de morfologie en de samenstelling (korrelgrootte, dichtheid) van de bodem (figuur 1) en is sterk afhankelijk van de stroomsnelheid (en dus van de tijamplitude) en de turbulentie van het water. De gradienten van concentratie en korrelverdeling evolueren in functie van het tij en kunnen ook verschillen vertonen tussen eb en vloed.

De uniform suspension, of "wash load", is veel homogener en stabielere dan de graded suspension en komt voor in de bovenste waterlagen. Variaties in concentratie zijn vooral te wijten aan veranderingen in de rivierlading, en als dusdanig afhankelijk van seizoenale verschillen in het bovendebiet, en veranderingen in de lading van het vloedwater wat dan weer bepaald wordt door het tijamplitude en veel meer nog door de golfwerking tijdens stormperiodes op zee en in de monding van de rivier.

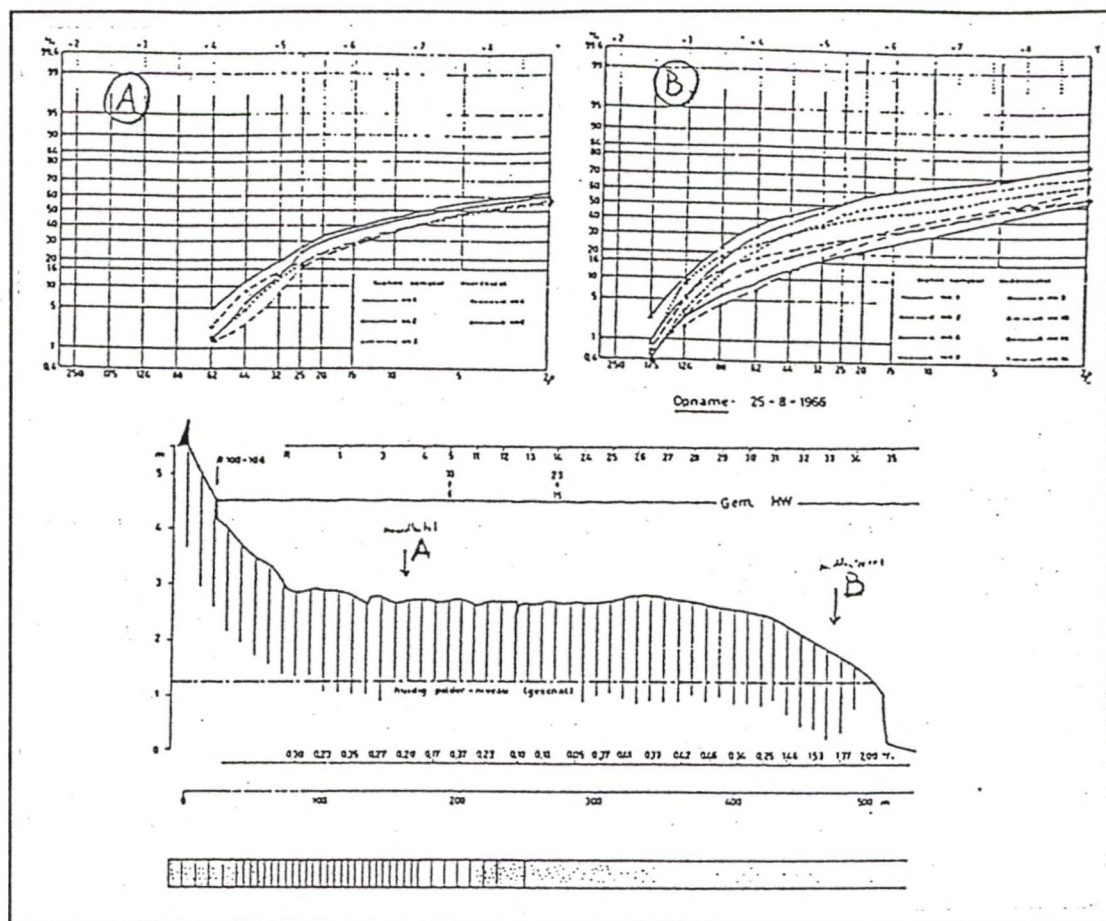
Laterale verschillen kunnen eveneens zeer belangrijk zijn maar werden tot nu toe slechts sporadisch bestudeerd. Vooral de graded suspension zal omwille van haar afhankelijkheid van de bodemsamenstelling belangrijke verschillen vertonen. Ook zijwaartse diffuse van het sediment dient hier beschouwd te worden en vooral de vraag in welke mate lateraal transport optreedt. Hierover zijn voor de Schelde geen gegevens bekend. Voor de studie van overstromingsgebieden is de kennis van een laterale sedimentbeweging uitermate belangrijk onder meer in verband met de problematiek van de diffusie van sedimentgebonden polluenten.

Een inzicht in de laterale sedimentbeweging kan slechts bekomen worden door simultaan metingen uit te voeren in een dwarssectie van de rivier, op de slikken en in de schorregeulen.

De sediment concentraties vertonen ook aanzienlijke verschillen in functie van de tijd zowel over korte als over lange perioden. Metingen toonden reeds de verschillen aan tussen eb en vloed. Verder kan men zich verwachten aan aanzienlijke verschillen tussen doortij en springtij en tussen de seizoenen. Analyses van boorkernen wijzen er verder op dat ook over langere perioden (meerdere jaren of tientallen jaren) cyclische veranderingen in het sedimentatiepatroon, en dus ook in de concentratie aan gesuspendeerd sediment, voorkomen. Een nauwkeurig beeld hiervan kan slechts bekomen worden door op welgekozen plaatsen metingen uit te voeren tijdens verschillende momenten (winter, zomer, doortij, springtij) van het jaar.

1.2. De aard

Uit voorgaande studies is gebleken dat niet alleen de concentratie maar ook de aard van het gesuspendeerde sediment verschillen vertoont zowel volgens de as van de rivier als volgens de diepte (Wartel, 1977; Wartel et al., 1994). Ook lateraal, en dit vooral op de slikken (figuur 2) en schorren komen verschillen in de korrelsamenstelling van het gesuspendeerde sediment voor.



Figuur 2 : Suspensiesedimenten, slikken te Rilland - Korrelgrootteverdeling van het gesuspendeerde sediment. Naar de hoofdgeul toe worden de suspensies duidelijk zandiger en daalt het kleigehalte.

Tenslotte zijn eveneens in functie van de tijd verschillen te verwachten zoals uit de studie van boorkernen is gebleken. Hierover zijn echter nog te weinig gegevens voorhanden.

De aard van het sediment omvat zowel de samenstelling ervan (minerale bestanddelen, organisch materiaal) als de fysische eigenschappen van deze bestanddelen (korrelgrootteverdeling, soortelijk oppervlak) en de toestand waarin ze voorkomen (geïsoleerde korrels of aggregaten), voornamelijk de eventuele graad van agglomeratie.

Het korrelgrootte spectrum dat bekomen wordt met de SEDIGRAPH 5100 of analoge analyse technieken slaat op de korrelgrootteverdeling van de zuivere individuele mineraal-korrels welke het sediment opbouwen. In werkelijkheid komen deze korrels niet noodzakelijk als dusdanig voor. In de natuur vormen zij, in combinatie met organisch materiaal en water, veelal complexe vlokvormige structuren, welke een eigen dynamisch bestaan leiden in die zin dat de vlokken gevormd en afgebroken worden tijdens het sedimenttransport. De vlokvorming wordt bepaald door het korrelgrootte-spectrum (differentiële bezinking, Brownse beweging) en door de hoeveelheid en de aard van het aanwezige organisch materiaal

(Eisma et al., 1991) dat als bindingsagent optreedt. Veranderingen in de aard van het organisch materiaal aan de grens van zoet en zout water en een verlies aan organisch materiaal uit het gesuspendeerde sediment in hetzelfde gebied beïnvloeden uiteraard de graad van vlokvorming. De grootte van de vlokken is eveneens afhankelijk van de turbulentie van het water en vooral dan de micro-turbulentie. Ook uitwisseling met de bodem door bezinking en resuspensie is een niet verwaarloosbare factor en speelt een belangrijke rol bij de eventuele afbraak van de vlokken. Het is dus noodzakelijk om zowel de absolute korrelgrootteverdeling als de *in situ* vloggrootte te kennen wil men zich een beeld van het sedimentatieproces vormen. De *in situ* vloggrootte kan op dit ogenblik alleen bestudeerd worden met behulp van een speciaal daarvoor ontwikkelde Benthos Plankton Camera (Eisma et al., 1990).

4.2.2. Het afgezette sediment

Bij de bespreking van het gesuspendeerde sediment werd reeds gewezen op het verband dat er bestaat met het bodemsediment. Niet alleen is er een voortdurende uitwisseling door sedimentatie en resuspensie, maar wordt ook de aard van de "graded suspension" door het bodemsediment bepaald. Ook kan een vergelijkend onderzoek van de jongste sedimentlagen in de bodem van de rivier en op de slikken en schorren een beeld geven van de evolutie in de tijd van het sedimentatieproces.

De hoeveelheid sediment welke bij iedere overstroming kan afgezet worden zal bepaald worden door de hoeveelheid gesuspendeerd sediment in de waterkolom, door de aard van dit sediment en tenslotte door de tijd dat het water stilstaat. Om zich hiervan een beeld te vormen is het aangewezen een studie te verrichten van de actuele sedimentatie in de rivierbedding en op de slikken en schorren in het studiegebied. De studie van de globale dichtheid (bulk density) van deze sedimenten in functie van de aard van het sediment levert informatie op over de te verwachten dikte van de sedimentlaag in het overstromingsgebied. Een studie van de gemiddelde sedimentatiesnelheid in functie van de aard van het sediment is noodzakelijk om een evaluatie te maken van de hoeveelheid sediment die bij een gegeven stroomstilstand (of voldoende lage stroomsnelheid) kan afgezet worden uit een gegeven suspensie.

Uit aan gang zijnde studies van sedimentdichtheden, sedimentaire structuren en accumulatiesnelheden blijkt dat op verschillende plaatsen in het Schelde-estuarium een vrij duidelijk herkenbare cycliciteit over langere perioden (tientallen jaren) in het sedimentatieproces bestaat. Een nauwkeurig onderzoek hiervan in het te bestuderen gebied is uiteraard een belangrijke bron van informatie om naar de toekomst toe het sedimentatieproces over langere periode te evalueren.

Waar tenslotte het sediment bij voorkeur zal accumuleren wordt in belangrijke mate mede bepaald door de werking van de wind op het water oppervlak (fetch) en de ermee samenhangende golfwerking en waterturbulentie. Informatie over de overheersende

windrichtingen en -kracht kan dan ook belangrijke bijkomende informatie opleveren over de plaatsen van bevoorrechte sedimentatie.

5. PLANNING VAN DE UIT TE VOEREN METINGEN

Het sedimentologisch onderzoek uitgevoerd in het kader van deze studie omvat voornamelijk twee luiken :

- 1. Studie van de sedimentconcentratie en -bewegingen in de hoofdgeul van de Schelde
- 2. Studie van de sedimentuitwisseling tussen de hoofdgeul en de laterale gebieden slikken en schorren met het oog op de evaluatie van een eventuele aanslibing in overstromingsgebieden

Er dient dus onderscheid gemaakt te worden tussen enerzijds de karakteristieken van het sediment dat zich in de waterkolom bevindt (gesuspendeerd sediment) en anderzijds het sediment dat afgezet werd (bodemsediment).

De uitvoering van deze studie zal in nauwe samenwerking geschieden met de andere onderzoeksteams.

1. STUDIE VAN GESUSPENDEERDE SEDIMENTEN

1.1. ZANDVLIET - RUPELMONDING

De metingen in de hoofdgeul zullen voornamelijk uitgevoerd worden in het gebied Zandvliet - Rupelmonding omdat daar de grootste variaties in sedimentconcentratie en -eigenschappen verwacht worden

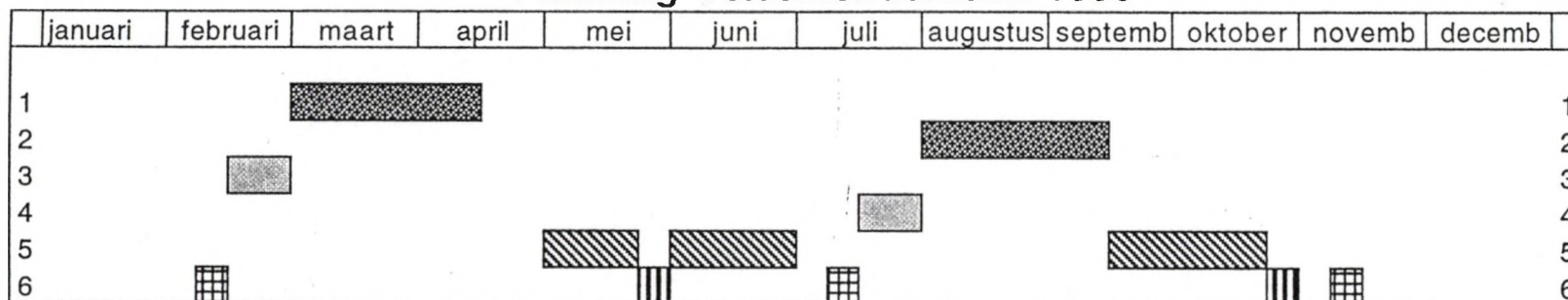
1.1.1. Gesuspendeerde sedimenten : metingen over een volledig tij

Metingen te verrichten bij verwacht hoog bovendebiet en bij verwacht laag bovendebiet en dit zowel bij springtij als bij doottij.

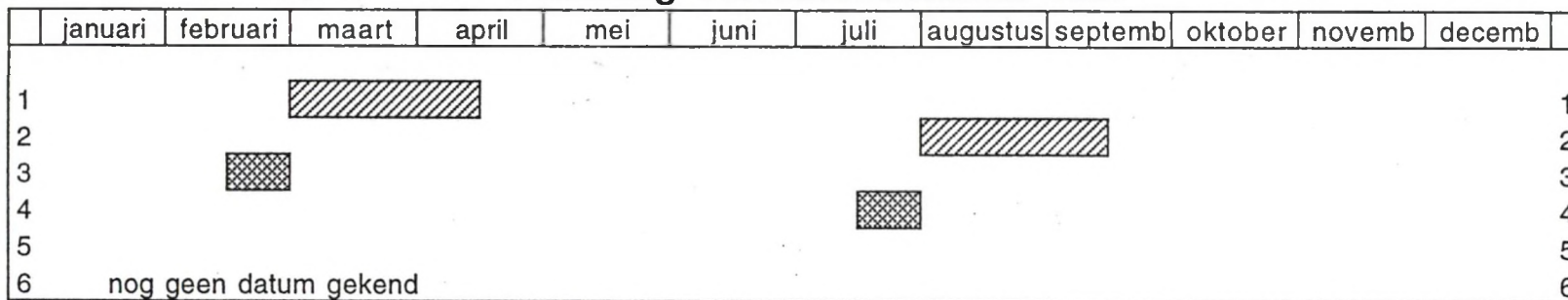
1.1.1.a - Lokalisatie

- raai 1 - ter hoogte van Zandvliet - 3 meetstations
- raai 2 - ter hoogte van Oosterweel - 3 meetstations
- raai 3 - ter hoogte van Kruibeke - 3 meetstations

Planning Terreinonderzoek 1996



Planning Terreinonderzoek 1997



■ raai 1,2,3 : winter/zomer - metingen '96 3 x springtij, 1 x doottij

■ raai 4 : winter/zomer metingen '96 1x springtij, 1 x doottij

■ bodemstaalname (Antwerpen - Gent)

■ Belgica campagne '96 Noordzee

■ Belgica campagne '96 Schelde

■ raai 1,2,3 : winter/zomer metingen '97 3 x doottij, 1 x springtij

■ raai 4 : winter/zomer metingen '97 1x springtij, 1 x doottij

1.1.1.b - Timing

- 1996 : de metingen gebeuren tijdens een volledige eb-periode (=6 uur) bij springtij,
 - 1 dag per station (3 dagen per raai)
 - totaal : 9 dagen tijdens springtijen voor 1 raai ook tijdens doodtij
 - 1 dag per station (3 dagen voor de raai)periode 1 : 1 maart - 15 april : 12 meetdagen
periode 2 : 1 augustus - 15 september : 12 meetdagen
totaal voor 1996 : 24 meetdagen
- 1997 : de metingen gebeuren tijdens een volledige eb-periode (=6 uur) bij doodtij,
 - 1 dag per station (3 dagen per raai)
 - totaal : 9 dagen tijdens doodtijen voor 1 raai ook tijdens springtij
 - 1 dag per station (3 dagen voor de raai)periode 1 : 1 maart - 15 april : 12 meetdagen
periode 2 : 1 augustus - 15 april : 12 meetdagen
totaal voor 1997 : 24 meetdagen

1.1.1.c - Metingen in de waterkolom (water + gesuspendeerd sediment)

- Stroomsnelheid en -richting (AMS) - ADCP →
- Continue meting van de troebelheid (AMS) - Staiger Mohilo (Valeport) apparaat →
- Puntmetingen van de troebelheid (KBIN) - staalname en milliporefiltering - correlatie met Staiger Mohilo resultaten. Alléén gedurende 1e jaar tijdens de 1e periode en op 1 meetstation per raai : 4 stalen op diepteprofiel per uur, in totaal 132 stalen
- Bepaling van het zoutgehalte (AMS) - sonde en titratie
- Meting van de temperatuur (AMS)
- Bepaling van de pH-waarde (AMS)
- Bepaling van het zuurstofgehalte op 4 m onder het oppervlaktewater en op 1 m van de bodem om het uur (KBIN)
- Staalname van gesuspendeerd sediment door centrifugatie op 1 m van de bodem en op 4 m onder het wateroppervlak voor :
 - het onderzoek van radio-actieve isotopen (KBIN)
 - het onderzoek van fysische sedimenteigenschappen (KBIN)Staalname gedurende 1e en 2e jaar. 2 stalen bij eb, voor 3 stations per raai = 48 stalen per jaar.
- Onderzoek van sedimenttextuur van gesuspendeerd sediment met behulp van Scanning Electronen Microscoop (SEM) op milliporefilters (alleen 1e jaar). Waterstaalname met NISKIN-fles : bij volle stroming en rond kentering : 4 stalen per station, 12 per raai = 48 stalen per periode.

- Bepaling van vlokstructuren in het gesuspendeerd sediment met behulp van Suspensie-Camera - metingen gebeuren om het uur (D. Eisma, NIOZ)

Jaarg. 8. of Bijl. 1

1.1.1.d - Te analyseren parameters

- Concentratie van gesuspendeerde sedimenten zie 3.2
- Geselecteerde millipore stalen zie 3.3.2.6
- Centrifugatiestalen zie 3.3.2.1 tot 3.3.2.5
- Vlokstructuren zie 3.5

1.2. DURME-MONDING

Studie met het oog op de bepaling van de sedimentuitwisseling tussen de hoofdgeul van de Schelde en een overstromingsgebied. Het gebied van de Durme-monding werd hiervoor geselecteerd in samenspraak met andere onderzoeksteams.

1.2.1. Gesuspendeerde sedimenten : metingen over een volledig tij

Meting van de evolutie van gesuspendeerd sediment concentratie met het oog op de uitwisseling tussen het schor en de hoofdgeul. Op ieder meetstation wordt hiervoor per uur een diepte-profiel gemeten gedurende het volledige tij (13 uur). De metingen worden verricht bij hoog bovendebiet en bij laagbovendebiet en dit zowel bij springtij als bij doottij

1.2.1.a - Lokalisatie

- raai 4 - In monding van de Durme - 2 meetstations (midden vaarwater en in monding van hoofdkreek, af te spreken met de andere wetenschappelijke teams die daar onderzoek verrichten).

1.2.1.b - Timing

- periode 1 : maart - april : springtij/doottij : 2 dagen
- periode 2 : augustus-september : springtij/doottij : 2 dagen

Hiervoor zal beroep gedaan worden op de medewerking van de dienst Zeeschelde.

1.2.1.c - Metingen in de waterkolom (water + gesuspendeerd sediment)

Meetstation midden vaarwater :

- Stroomsnelheid en -richting (AMS) - ADCP
- Continue meting van de troebelheid (AMS) - Staiger Mohilo (Valeport) apparaat
- Meting van de temperatuur (AMS)
- Bepaling van de pH-waarde (AMS)
- Bepaling van het zuurstofgehalte op 4 m onder het oppervlaktewater en op 1 m van de bodem per uur (KBIN)

- Centrifugatie van gesuspenseerd sediment bij vloed (KBIN) :
 - oppervlakte : 30 minuten vóór kentering tot 1 uur na kentering
 - bodem : 2 uur na kentering tot 1 uur vóór kentering
 2 stalen en dit bij springtij en doottij = 4 stalen per periode
- Centrifugatie van gesuspenseerd sediment bij eb (KBIN) :
 - oppervlakte : 30 minuten vóór kentering tot 1 uur na kentering
 - bodem : 2 uur na kentering tot 1 uur vóór kentering
 2 stalen en dit bij springtij en doottij = 4 stalen per periode
- Bepaling van vlokstructuren in het gesuspenseerd sediment met behulp van Suspensie-Camera - metingen gebeuren om het uur (D. Eisma, NIOZ)

Meetstation hoofdkreek :

- Stroomsnelheid en -richting met stroomsnelheidsmeter
- Puntmetingen van de troebelheid (KBIN) - staalname en milliporefiltering, op 2 diepten, per half uur tijdens tijcyclus (ongeveer 96 stalen per jaar)
- Meting van de temperatuur
- Bepaling van de pH-waarde
- Centrifugatie van gesuspenseerd sediment op halve waterdiepte (KBIN): 1 staal bij eb en 1 staal bij vloed, zowel bij springtij als bij doottij = 4 stalen per periode.

1.2.1.d - Te analyseren parameters

- Concentratie van gesuspenseerde sedimenten zie 3.2
- Geselecteerde millipore stalen zie 3.3.2.6
- Centrifugatiestalen zie 3.3.2.1 tot 3.3.2.5
- Vlokstructuren zie 3.5

1.3. METING VAN HET GESUSPENDEERDE SEDIMENTEN OVER LANGERE PERIODE

Opstellen van een vijftal siphon-samplers (ontwerp KBIN) tussen de Durmemonding en Zandvliet. De opstelling dient zo te geschieden dat de samplers op regelmatige tijdstippen (om de veertien dagen) kunnen vervangen worden (KBIN/UG). Voor de Durmemonding en Kruibeke zal het personeel van het KBIN instaan.

1.3.a. - Lokalisatie

Volgende bemonsteringsplaatsen worden vooropgesteld:

- Ballastplaat ✓
- Kruibeke (vaste steiger naast vlotsteiger) ✓
- Temse (kade van Temse, houten palen, brugpeilers of ladders) → *Ballast*
- Durmemonding (Hamme : steiger rechteroever, wachthuisje veer, kade of brug) ✓
- Veer van Appels (in samenspraak met de dienst der Zeeschelde) →

1.3.b. - uit te voeren metingen (op labo)

- - bepaling van de hoeveelheid gesedimenteerd sediment
- - bepaling van de korrelgrootteverdeling van het sediment
- - indien voldoende materiaal bemonsterd wordt : bepaling van radio-actieve isotopen (^{210}Pb en ^{226}Ra)

1.3.c. - Te analyseren parameters

- Sedimenteigenschappen zie 3.3.2.1, 3.3.2.4, 3.3.2.5 en 3.4

1.4. STUDIE VAN DE SEDIMENTATIESNELHEID VAN GESUSPENDEERD SEDIMENT

Metingen verricht in samenwerking met VUB en met behulp van een sedimentatiekolom (KBIN). Een eerste test zal uitgevoerd worden te Dendermonde omwille van de daar voorhanden zijnde faciliteiten

1.4.1. -Lokalisatie der meetplaatsen

De meetpunten vallen samen met meetstations vermeld in vorige paragrafen met uitzondering van een bijkomend meetpunt te Dendermonde. Ze zullen uitgevoerd worden in combinatie met de geplande sedimenttransportmetingen (zie 1.1 en 1.2).

- meetpunt 1 : Zandvliet
- meetpunt 2 : Oosterweel
- meetpunt 3 : Kruikeke
- meetpunt 4 : Durmemonding

1.4.2. - Uit te voeren metingen

De gemiddelde sedimentatiesnelheid van het gesuspendeerde sediment zal bepaald worden met behulp van een speciaal hiervoor ontworpen sedimentatiekolom.

2. STUDIE VAN BODEMSEDIMENTEN

2.1. STAALNAME IN DE HOOFDGEUL

2.1.1. Lokalisatie der meetpunten

De lokalisatie der meetpunten is dezelfde als voor het onderzoek der gesuspendeerde sedimenten

2.1.2. - Uit te voeren metingen

- Op ieder meetstation wordt éénmalig 1 boring uitgevoerd (1 á 2 meter) voor de analyse van fysische sedimenteigenschappen (globale densiteit, radiografie, korrelgrootte, ...), de accumulatiesnelheid met behulp van radio-isotopen, de sedimenttextuur (clay fabric)

2.1.3 - Te analyseren parameters

- Sedimenteigenschappen zie 3.3.1.1, 3.3.1.2, 3.3.2.1 tot 3.3.2.5 en 3.3.4

2.2. AANVULLENDE STAALNAME VAN BODEMSAMENSTELLING

Eénmalige staalname van oppervlakesediment (Shipek bodemgrijper KBIN of Reineck Box Core UG) tussen Antwerpen en Gent ter aanvulling van de reeds beschikbare gegevens

2.2.1. - Lokalisatie der meetpunten

Hoofdgeul : Bodemsedimenten te bemonsteren in de hoofdgeul van de Schelde

- Een 50-tal punten tussen Antwerpen en Gent, samenvallend met meetpunten voor bentos-onderzoek (UG) in mei - juni of september - oktober. 3 - 4 dagen aan ± 20 stalen per dag.

Slikken : Bodemsedimenten te bemonsteren volgens dwarsprofielen; op elk profiel wordt 1 staal genomen nabij de schorrerand, 1 staal nabij de laagwaterlijn, 1 staal onder de laagwaterlijn en 1 staal in de hoofdgeul van de Schelde. De lokalisatie van de dwarsprofielen wordt uitgewerkt door de groep Bentos onderzoek UG.

2.2.2. - Uit te voeren metingen

Hoofdgeul : Op ieder staalnamepunt wordt één bodemstaal genomen met een SHIPEK bodemgrijper of met Box-corer (UG)

Slikken : De bovenste sedimentlaag wordt afgeschraapt

2.2.3. - Te analyseren parameters

- Sedimenteigenschappen zie 3.3.2.1, 3.3.2.4 en 3.3.2.5

2.3. ONDERZOEK VAN DE ACCUMULATIESNELHEDEN

2.3.1. - Lokalisatie der staalnamepunten

Ballastplaat (temporeel station UG)

- 1 boring (60cm) in het schor
- 1 boring (60cm) op de slikke

Temse (Temporeel station UG)

- 1 boring (60cm) in het schor
- 1 boring (60cm) op de slikke

Durmemonding (permanente quadraten INB)

- 1 boring (60cm) in het schor
- 1 boring (60cm) op de slikke

Veer van Appels (Temporeel station UG)

- 1 boring (60cm) in het schor
- 1 boring (60cm) op de slikke

2.3.2. - Te analyseren parameters

- Sedimenteigenschappen zie 3.3.1.1, 3.3.1.2, 3.3.2.1 tot 3.3.2.5 en 3.3.4

3. LABORATORIUM ONDERZOEK

3.1. Onderzoek van bestaande gegevens

Inventarisatie en verwerking van alle beschikbare historische gegevens (1967-1995) van sedimenten op schorren, slikken en geul tussen Zandvliet en Gent.

3.2. Sedimenttransport metingen

Verwerking en interpretatie van alle terreinmetingen van troebelheid

3.3. Onderzoek van de fysische eigenschappen van het bodemsediment

3.3.1. Onderzoek op **boorkernen** : Dit onderzoek wordt verricht op ongeopende boorkernen en is richtinggevend voor de verdere analyses

- 1. gammadensitometrie: bepalen van het verloop van de globale dichtheid in de boorkern met behulp van een gecollimateerde gammastraling (^{241}Am bron)
- 2. radiografie: bepalen van de sedimentaire structuren met behulp van een roentgenbron met variabele spanning.

3.3.2. Onderzoek op **sedimentstalen** : Dit onderzoek wordt uitgevoerd op deelstalen van boorkernen (intervallen van 2 cm) en op afzonderlijk bemonsterde bodemstalen

- sedimenteigenschappen
 - 1. korrelgrootte : Korrelverdeling van het sediment met behulp van zeefapparatuur voor de grovere frakties ($>75\mu\text{m}$) en met de SEDIGRAPH 5100 voor de frakties 75 tot $2\mu\text{m}$
 - 2. soortelijk oppervlak volgens standaardmethode TNO, Delft, NL
 - 3. cation uitwisselings-capaciteit op basis van ammoniummethode
 - 4. doseren van totaal gehalte aan organisch materiaal door verbranding bij 550°C
 - 5. doseren van karbonaatgehalte volgens Scheibler - Dietrich methode
 - 6. sedimenttextuur met behulp van Scanning Electron Microscope

3.4. Onderzoek van accumulatiesnelheden

- Bepaling van de activiteit van ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{137}Cs en ^{241}Am met behulp van een hoge resolutie high-pure Germanium detector en CANBERRA series 35 multichannel analyser.

Op boorkereren zal de activiteit van deze radioisotopen gemeten worden met intervallen van 2 cm.

3.5. Onderzoek van de vlokstructuur van gesuspendeerde sedimenten

- Verwerking en interpretatie van terreinmetingen met de Suspension Camera (D. Eisma, NIOZ)

3.6. Modellisatie van de bekomen gegevens

- Medewerking aan de uitwerking en operationeel maken van een G.I.S. gekoppeld aan een electronisch kaartstelsel met het oog op het bekomen van een driedimensioneel tidsbeeld van de sedimentaire processen. Een belangrijke bijdrage naast het actuele onderzoek zal erin bestaan de beschikbare "historische" gegevens te verwerken voor het G.I.S

4. LITTERATUUR

- Eisma D., Schuhmacher T., Boekel H., Van Heerwaarden J., Franken H., Laan M., Vaars A., Eijgenraam F. & Kalf J., 1990. A camera and image-analysis system for in situ observation of flocs in natural waters. *Netherlands Journal of Sea Research*, 27 (1), 43-56
- Eisma D., Bernard P., Cadée G.C., Ittekkot V., Kalf J., Laane R., Martin J.M., Mook W.G., Van Put A. & Schimacher T., 1991. Suspended-matter particle size in some West-European estuaries; Part 1: Particle-size distribution. *Netherlands Journal of Sea Research*, 28 (3), 193-214
- Eisma D., Bernard P., Cadée G.C., Ittekkot V., Kalf J., Laane R., Martin J.M., Mook W.G., Van Put A. & Schimacher T., 1991. Suspended-matter particle size in some West-European estuaries; Part 2: A review of floc formation and break-up. *Netherlands Journal of Sea Research*, 28 (3), 193-214
- Faas R.W. & Wartel S., 1989. Viscous control of estuarine resuspension patterns: an example from the Schelde estuary, Belgium. *Geobound* 2, 28-35.
- Wartel S., 1969. Sedimenttransportmetingen in de omgeving van de toegangsgeul tot de Zandvlietsluis. *Rapport. Laboratorium voor Sedimentologie, Geologisch Instituut, Katholieke Universiteit Leuven*, 1-13.
- Wartel S., 1973. Variation in concentration of suspended matter in the Scheldt estuary. *Bulletin Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen* 49, Aardwetenschappen 2, 1-11.
- Wartel S., 1977. Composition, transport and origin of sediments in the Schelde estuary. *Geologie en Mijnbouw*, 56 (3), 219-233.
- Wartel S., 1993. Mud layers and cyclic sedimentation patterns in the estuary of the Schelde (Belgium). *IGCP, Réunion Internationale PICG274, Evolution côtière au Quaternaire, Dakar, Mai 1993, volume des résumés*, 46-47.
- Wartel S., De Meuter F. & Ringele A., 1983. Note concerning the origin of Scheldt estuary-bottom sediments (Belgium, The Netherlands). *Bulletin Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen*, 55, Aardwetenschappen 1, 1-15.