

T1074

AFGEHANDELD

Opdrachtgever:

Rijkswaterstaat, RIZA

## Lokatiekeuze monsternamestation in de Nieuwe Waterweg

Meeplan

Verslag onderzoek

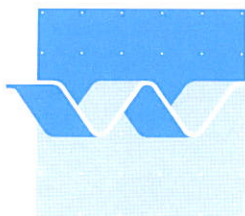
Juli 1994

T1074-30-A

# Lokatiekeuze monsternamestation in de Nieuwe Waterweg

Meetplan

C.A. Bons



# Inhoud

	<b>Verklarende woordenlijst</b> .....	ii
<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	1 – 1
<b>2</b>	<b>Doel van het project</b> .....	2 – 1
	2.1 Opdrachtschrijving en probleemstelling .....	2 – 1
	2.2 Uitgangspunten en randvoorwaarden .....	2 – 6
	2.3 Werkwijze .....	2 – 7
<b>3</b>	<b>Bemonsteringsstrategieën</b> .....	3 – 1
	3.1 Algemene aanpak van bemonstering .....	3 – 1
	3.2 Dwarsraaimetingen .....	3 – 4
	3.3 Tracerproef .....	3 – 4
	3.4 Oeverlokaties .....	3 – 6
	3.5 Fasering en evaluatie .....	3 – 9
<b>4</b>	<b>Uitwerking meetplan</b> .....	4 – 1
	4.1 Activiteiten .....	4 – 1
	4.2 Tijdplan en kostenraming .....	4 – 4
<b>5</b>	<b>Samenvatting</b> .....	5 – 1
<b>6</b>	<b>Referenties</b> .....	6 – 1
	<b>Bijlagen:</b>	
	Bijlage A Kostenoverzicht .....	A – 1
	Bijlage B ParCom stoffenlijst .....	B – 1
	Bijlage C Uitwerking Tracerproef .....	C – 1

## Verklarende woordenlijst

AMK	-	Algemene Milieukwaliteit (kwaliteitsdoelstelling voor het jaar 2000)
BaP	-	Benzo(a)pyreen
BILEX	-	Experimenteel project van GKSS waarbij met behulp van zeer intensief bemonsteren in twee dwarsdoorsneden en modelberekeningen een stofbalans opgesteld wordt voor een deel van het estuarium.
CHARON	-	Module voor chemische waterkwaliteitsprocessen ontwikkeld door het Waterloopkundig Laboratorium waarmee zowel langzame processen als evenwichtschemie gemodelleerd kan worden.
Conservatieve stof	-	Stof die alleen getransporteerd wordt en niet onderhevig is aan omzettingprocessen.
DELWAQ	-	Waterkwaliteitsmodel ontwikkeld door het Waterloopkundig Laboratorium
DISTRO	-	Hydrodynamisch model ontwikkeld door het Waterloopkundig Laboratorium
dwarsraaionderzoek	-	Onderzoek naar de verdeling van de te onderzoeken parameters over de dwarsdoorsnede van de rivier.
gemiddelde zeestand	-	Het rekenkundig gemiddelde van de waterstand in een getijgebied over een bepaalde periode (ook wel middenstand genoemd)
GKSS	-	Duits instituut voor onderzoek en ontwikkeling op het gebied van reaktorveiligheid, materiaaltechnologie, onderwatertechnologie en milieu.
gradiëntonderzoek	-	Onderzoek naar de verdeling van de te onderzoeken parameter in de lengterichting van de rivier.
IRC	-	Internationale Rijn Commissie
lindaan	-	$\Gamma$ -hexachloorcyclohexaan ( $\gamma$ HCH)
lozingsvracht	-	De vracht geloosde stof berekend uit het produkt van de gemiddelde concentratie en het gemiddelde debiet van een lozing zoals weergegeven in het WIER bestand (zie ook bijlage B).
mengweglengte	-	Afstand in de langsrichting van een rivier, gemeten vanaf een lozingspunt, tot de lokatie waar de geloosde stof volledig gemengd is in de dwarsdoorsnede.
onderscheidend vermogen	-	De kans waarmee een bepaalde trend(grootte) gedetecteerd kan worden.
PAK	-	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen
PCB	-	Polychloorbifenyyl
relevante marge	-	Die marge in de informatie waar de gebruiker van deze informatie (de waterkwaliteitsbeheerder) zich nog druk over maakt.
schijnbare zoetwaterconcentratie	-	De concentratie van een gemeten parameter teruggerekend naar de zoetwaterchlorideconcentratie uitgaande van conservatieve menging.
spreidingsbreedte	-	Het verschil tussen de grootste en de kleinste waarde in de verzamelde reeks gegevens.
standaarddeviatie	-	(=standaardafwijking) maat voor de spreiding in de verzamelde gegevens:

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

steekmonster	-	Een monster op één bepaalde lokatie op één bepaald tijdstip genomen
totale lokale lozingsvracht	-	De som van alle lozingsvrachten van bedrijven in het gebied tussen Hoek van Holland, de Brienoordbrug en het Spui voor een bepaalde parameter.
trefkans	-	de kans dat een plotselinge verhoging in de parameterconcentratie ook daadwerkelijk gesignaleerd wordt.
trend	-	lineair: een toename of afname in concentratie gedurende een bepaalde tijdsperiode die niet verklaard kan worden uit bekende/beschikbare invloedsfactoren als afvoer, zwevend stof gehalte, etc.
turbiditeitsmaximum	-	stap : een sprong in het gemiddelde niveau van een meetreeks. - met het getij meebewegende zone in een estuarium, over het algemeen gelegen aan de punt van de zoutindringing waar door stroomopwaarts zwevend stof transport in het getijdegebied en stroomafwaarts transport in de rivier, verticale menging en sterfte van organisch materiaal een lokaal maximum van het zwevend stof gehalte ontstaat. Tevens treedt mogelijk verhoogde flocculatie op.
variatiecoëfficiënt	-	dimensiloze weergave van de relatieve grootte van de standaarddeviatie ten opzichte van het gemiddelde: $V = s / \bar{x}$ .
verzamelmonster	-	een monster waarin water over een bepaalde diepte, afstand of tijd in één monster verzameld is.
WIER bestand	-	Waterstaat Immisie en Emissie Registratie, bestand met onder andere gegevens over lozingen op het oppervlaktewater.
WORSRO bestand	-	Bestand met meetresultaten uit het milieumeetnet Rijkswateren.
95 % interval	-	waarde(w) waarvoor geldt dat het (jaar)gemiddelde $X_{gem}$ met een betrouwbaarheid van 95 % tussen $X_{gem} + w$ en $X_{gem} - w$ ligt uitgaande van de veronderstelling dat de meetresultaten onderling onafhankelijk en normaal verdeeld zijn.

# 1 Inleiding

Door het RIZA wordt het noodzakelijk geacht om ter verbetering van het kwaliteitsonderzoek in de rijkswateren één of meerdere monsternamstations te vestigen in de Nieuwe Waterweg. Hiermee zal tevens invulling worden gegeven aan behoeften zoals uit het Internationaal Rijn overleg naar voren zijn gekomen. Beoogd wordt deze meetlokatie(s) op te nemen in de reeks IRC<sup>1</sup> meetstations. De ter zijner tijd te verkrijgen gegevens van concentraties en vrachten moeten op een verantwoorde wijze vergeleken kunnen worden met de gegevens die in Lobith zijn of worden verzameld. Gezien de jarenlange meetreeks van de lokatie Maassluis (NW37) wordt geëist de continuïteit in relatie tot dit meetpunt te bewaren.

In het kader van dit onderzoek zijn reeds de volgende deelrapporten verschenen:

- Probleemanalyse en projectplan (Waterloopkundig Laboratorium, 1992);
- Analyse van het gedrag van waterkwaliteitsparameters in ruimte en tijd (Waterloopkundig Laboratorium, 1993a);
- Optimalisatie meetlokatie en -methodiek (Waterloopkundig Laboratorium, 1993b);
- Samenvattend eindrapport (Waterloopkundig Laboratorium, 1993c);
- Samenvatting in het engels (Waterloopkundig Laboratorium, 1993d).

Uit dit onderzoek is gebleken dat een lokatie ter hoogte van Kruitsteiger (km 1023.1) het meest geschikt is voor een bemonsteringsstation, maar dat aanvullende metingen ter plaatse noodzakelijk zijn om de vereiste meet- en bemonsteringsstrategie te optimaliseren. Het voorliggende meetplan is door het Waterloopkundig Laboratorium opgesteld in opdracht van het RIZA. Het plan beschrijft de meet en bemonsteringsinspanningen voor een proefperiode van ongeveer één jaar, die vereist zijn om een optimale permanente bemonsteringsstation te definiëren dat de aan de gestelde doelen zal voldoen. Tevens komen ook de financiële consequenties van de bemonsterings- en meetinspanningen aan de orde.

---

<sup>1</sup> IRC: Internationale Rijn Commissie

## 2 Doel van het project

### 2.1 Opdrachtomschrijving en probleemstelling

Door middel van de opdrachtbon met referentie 15181 / IMM van 29 april 1994 heeft RIZA het Waterloopkundig Laboratorium opdracht gegeven tot opstellen van het voorliggende meetplan.

#### Opdrachtomschrijving

Doel van het werk is het opstellen van een onderzoeksplan voor het vervolgonderzoek (proefperiode) dat de volgende elementen zal bevatten.

- De wijze waarop gedurende een proefperiode onderzoek in de dwarsdoorsnede moet plaatsvinden ter hoogte van de lokatie Kruitsteiger. Hieronder wordt verstaan:
  - de ligging van de bemonsteringspunten in de dwarsdoorsnede;
  - de benodigde faciliteiten voor monsternamen (oeverstations, schip);
  - de bemonsteringsfrequenties, -tijdstippen en -duur;
  - de te onderzoeken (indicator) parameters.
- Een fasering van de werkzaamheden en een gefaseerd beschikbaar komen van (tussen)resultaten. De tussenresultaten dienen voldoende kwaliteit te hebben voor tussentijdse bijstelling van het programma in deze periode.
- Opzet voor onderzoek met Rhodamine waarop de conclusies met betrekking tot de toekomstige meetstrategie getoetst kan worden.
- Een kostenraming voor de uitvoering van het onderzoek in de proefperiode.

#### Probleemstelling

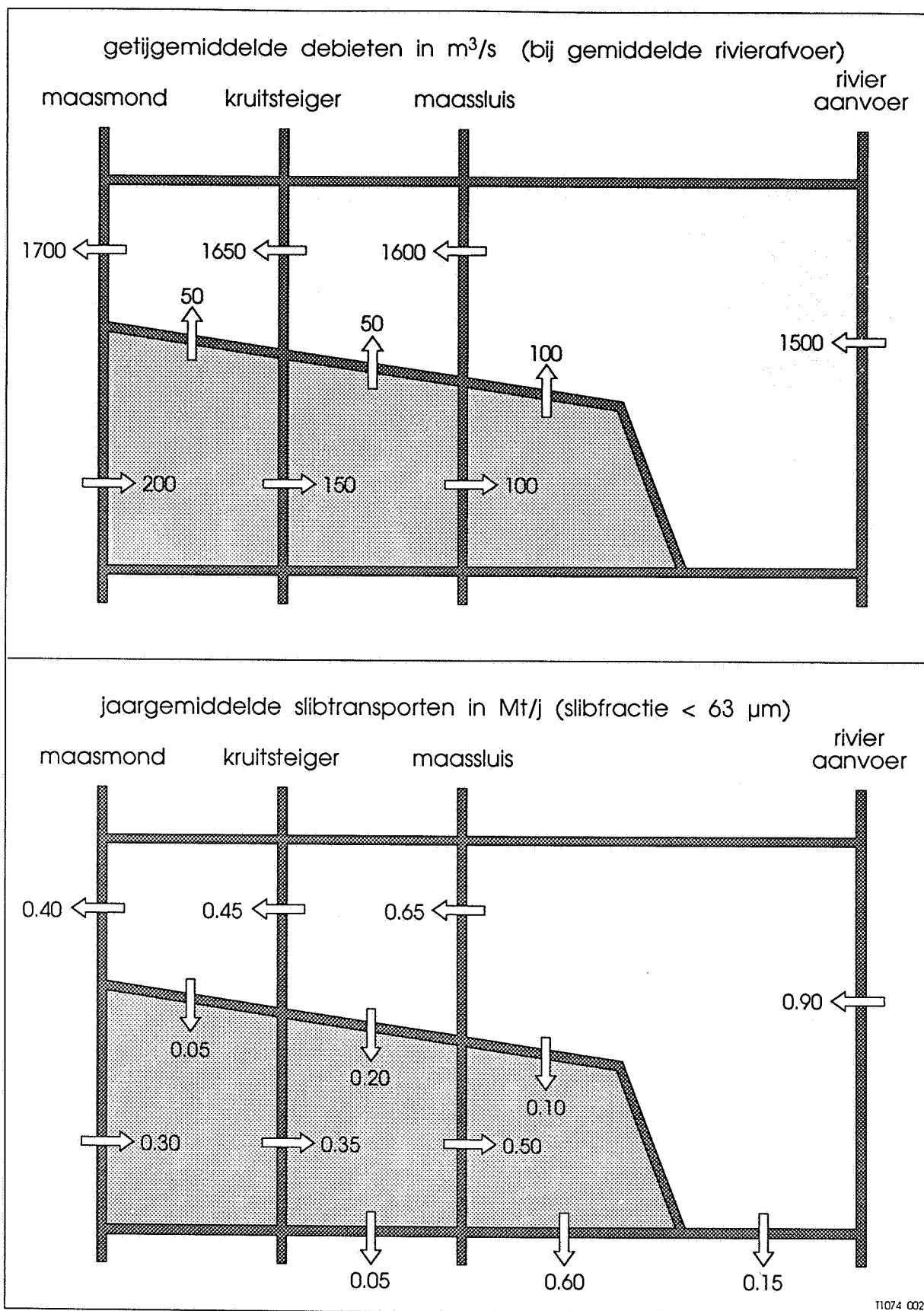
Het meten van de waterkwaliteit in de Nieuwe Waterweg is een complexe zaak. Er zijn aan de Nieuwe Waterweg als lokatie enige speciale aspecten verbonden die de situatie complex maken:

- 1 De Nieuwe Waterweg bevindt zich in een getijgebied zodat de waterstand periodiek varieert en het water afhankelijk van de fase in het getij stroomopwaarts of stroomafwaarts stroomt met een restdebiet richting zee gelijk aan de rivierafvoer. Als gevolg hiervan bestaat er geen eenduidige waterstand-afvoer relatie, hetgeen het bepalen van het debiet bemoeilijkt. Ten tweede heeft een lozing in dit soms stagnerende en soms snelstromende watersysteem een zeer complex concentratieverloop tot gevolg. Een waterdruppel zou daarbij meerdere malen het meetpunt kunnen passeren. Ten derde kunnen bepaalde processen (bijvoorbeeld erosie/sedimentatie) asymmetrisch zijn ten opzichte van het getij met als gevolg dat afhankelijk van de periode van het getij de invloed van processen kan variëren.

- 2 De Nieuwe Waterweg ligt in het overgangsgebied tussen zoet- en zoutwater. Als gevolg van het dichtheidsverschil treedt er zoutindringing op en is er sprake van een gelaagd systeem. De rivierafvoer van zoetwater zal als gevolg van wrijving op het grensvlak een deel van het zoute water meevoeren (entrainment). Dit resulteert in een inhomogene waterbeweging met een getijgemiddeld landinwaarts debiet in de onderlaag en een zeewaarts debiet in de bovenlaag. Deze mengprocessen hebben tot gevolg dat het water in de bovenlaag qua volume en kwaliteit niet meer gelijk is aan de zoetwater aanvoer. Helaas is het grensvlak niet altijd zo scherp dat gemakkelijk een onderscheid gemaakt kan worden tussen de zoete bovenlaag en de zoute onderlaag.
- 3 De stofconcentraties in het zeewater hebben invloed op de concentraties in het water van de Nieuwe Waterweg. Met name de invloed van de stortlokatie Loswal Noord, waar gebaggerd materiaal (deels vervuild slib) in zee gestort wordt, is een factor van belang. De concentraties in het zeewater dat de Nieuwe Waterweg binnenkomt is echter niet goed bekend.
- 4 De aanvoer van water en stoffen naar de Nieuwe Waterweg wordt door verschillende factoren bepaald. De aanvoer via de Oude- en de Nieuwe Maas is afhankelijk van de rivierafvoeren van de Rijn en Maas en van het stuw- en sluizenbeheer. De havens verbonden met de Nieuwe Waterweg en de Oude- en Nieuwe Maas hebben hun eigen in- en uitstromingskarakteristieken. Tenslotte treden er als gevolg van industrie, scheepvaart en stedelijke activiteiten reguliere en incidentele lozings van verontreinigende stoffen op. Gezien de relatief korte afstand tussen de lozingslokatie en de mogelijke meetlokatie is een transversaal inhomogene stofverdeling waarschijnlijk.
- 5 Ter compensatie van de sedimentatie in de bocht van Maassluis en in de havens wordt hier regelmatig gebaggerd. Deze activiteit heeft een versturende werking op het gangbare zwevend stof concentratieverloop in de nabije omgeving.
- 6 Als gevolg van de overgang van zoet- naar zoutwater treden er gebiedsspecifieke processen op. Voorbeelden zijn de verandering van het flocculatieproces tengevolge van de verhoogde saliniteit en veranderingen in het ad- en desorptieproces.
- 7 De drukke scheepvaart leidt tot een extra variabiliteit in de meetresultaten en beperkt tevens de bemonsteringslokatie tot een plaats buiten de vaargeul.

De getijgemiddelde waterbeweging en slibbeweging zijn in onderstaand figuur weergegeven (Pers.communicatie D.Ludikhuizen, naar ICWS, 1994). Kenmerkend is dat getijgemiddeld er alleen een netto wateruitwisseling is van de onder- naar de bovenlaag, terwijl bij slib het tegenovergestelde optreedt: er is alleen maar een netto uitwisseling van de boven- naar de onderlaag.





Figuur 1: Getijgemiddelde debieten en jaargemiddelde slibtransporten in de Nieuwe Waterweg.

Voor de uiteindelijke vrachtberekening worden twee methoden naast elkaar gesteld die ieder hun eisen stellen met betrekking op het meetplan. Deze worden in de volgende hoofdstukken verder uitgewerkt.

### Balansmethode

Bij beschouwing van het stoftransport kan gesteld worden dat voor opgeloste stoffen er een netto flux naar buiten is gelijk aan de rivier-afvoer maal de zoetwaterconcentratie:

$$F_{\text{opgelost uit}} = \text{Rivieraanvoer} * C_{\text{bovenlaag}} \quad [1]$$

Wat betreft de aan slib gebonden stoffen kan gesteld worden dat de netto flux gelijk is aan het verschil tussen de uitgaande en binnenkomende flux. De uitgaande flux wordt bepaald aan de hand van de bovenbeschreven methode:

$$F_{\text{geadsorbeerd uit}} = \text{Rivierafvoer} * C_{\text{ZS bovenlaag}} * \text{Gehalte}_{\text{aan ZS bovenlaag}} \quad [2]$$

De huidige ParCom rapportage is berekend met bovenstaande methode ([1] en [2]), gebaseerd op metingen bij maassluis (NW37). Dit is een overschatting aangezien geen rekening gehouden wordt met de ingaande flux.

De ingaande flux wordt bepaald aan de hand van een balansmethode:

$$F_{\text{geadsorbeerd in}} = (\text{Havenslib} + F_{\text{slib uit}} - \text{Rivierslib}) * \text{Gehalte}_{\text{aan ZS onderlaag}} \quad [3]$$

Volgens bovenstaande benadering zijn dus de volgende parameters noodzakelijk:

- Bovenstrooms rivierdebiet en slibaanvoer;
- Bovenlaag concentraties zwevende stof en verontreinigende stof (zowel in water als aan slib);
- Onderlaag concentratie verontreinigende stof aan slib.
- Hoeveelheid gesedimenteerd slib in havens (dit is een meerjarig gemiddelde).

Wanneer een representatief monsternamepunt gevonden kan worden in de doorsnede is het mogelijk om zonder integratie van debiet en concentratie over ruimte en tijd toch de stofvracht te bepalen. Aan de bovenstaande benaderingen liggen enige aannames ten grondslag:

- aangenomen wordt dat er geen correlatie bestaat tussen debietvariaties binnen het getij en concentratie in de boven laag zodat debiet enerzijds en concentratie anderzijds onafhankelijk over het getij mogen worden gemiddeld en vervolgens vermenigvuldigd.

- aangenomen wordt dat er geen correlatie bestaat tussen slibtransport en verontreinigingsgehalte van het slib, zodat het gemiddelde (genormeerde) gehalte vermenigvuldigd mag worden met het meerjarig netto slib transport. Expliciet betekent dit dat aangenomen wordt dat het verontreinigingsgehalte tijdens 'events' gelijk is aan andere situaties.
- aangenomen wordt dat er geen significante sliblozingen in het gebied zijn.
- aangenomen wordt dat de zoetwaterconcentratie in de bovenlaag niet beïnvloed wordt door een lozing benedenstrooms (die met het getij naar binnenkomt en weer teruggaat) en eveneens dat de gehalten aan slib in de onderlaag niet beïnvloed worden door lozingen bovenstrooms (die in de onderlaag meebewegen).
- aangenomen wordt dat het opgelost inwaards transport verwaarloosbaar is.

Op grond van de bekende kenmerken van het gebied zijn de aannames aanvaardbaar voor de bovenlaag. Voor de onderlaag dient opgemerkt te worden dat 'events' (stormgedreven pieken in inwaards slibtransport) wel degelijk een verontreinigingsgehalte kunnen hebben die tot 30 % afwijkt van het gemiddelde. Bovendien geldt de aanname dat opgelost inwaards transport verwaarloosbaar is minder voor nutriënten, en dan met name in perioden met lage rivierafvoer.

### Integratie methode

De integratie methode is erop gebaseerd dat door integratie van debiet en concentratie cq. slibtransport en concentratie in de ruimte en over het getij de vracht te berekenen is. Deze benadering vereist een intensievere meetcampagne en mogelijk ook bemonstering dan de balansmethode. Daarentegen is het wel de meest directe benadering zonder dat aannames over het gedrag en eigenschappen van het systeem gemaakt worden. Volgens deze benadering zijn noodzakelijk:

- Debiet in de dwarsdoorsnede en in het getij;
- Slibtransport in de doorsnede en in het getij;
- Concentraties in water en aan slib in de doorsnede en in het getij.

Een continue monsternamen in de ruimte en tijd is praktisch niet mogelijk dus wordt aangenomen dat:

- het mogelijk zal zijn op basis van correlaties in de dwarsrichting, tijd en diepte (zoals bepaald volgens voorliggend meetplan) een gereduceerd aantal bemonsteringspunten te identificeren die voldoende nauwkeurig de vracht opleveren in combinatie met continue metingen van debiet en bv. saliniteit.

Optimalisatie zal plaatsvinden:

- in de dwarsrichting om het aantal profielen te reduceren tot zo mogelijk een aan de noordoever;
- in de diepte, om het aantal monsternamenpunten in de onder en bovenlaag te minimaliseren;
- in de tijd, om enerzijds het aantal monsternamen binnen het getij en anderzijds, het aantal te bemonsteren tijden te minimaliseren.

## Algemeen

Welke benadering ook gekozen wordt, om tot een kosteneffectieve bemonsterings- en meetopstelling te komen in de Nieuwe Waterweg te hoogte Kruitsteiger is inzicht vereist in de tijdsafhankelijke en ruimtelijke variabiliteit van de te meten parameters in de dwarsdoorsnede. Met name het optreden van een gelaagd systeem als gevolg van zoutindringing en de stroomomkering als gevolg van het getij stellen hoge eisen aan de meetinspanning. Het is dus noodzakelijk de ruimtelijke en tijdsafhankelijke gedrag van de te meten parameters te meten en te analyseren. Het continue bemonsteren en meten van vele parameters in de dwarsdoorsnede is echter een zeer kostbare zaak. Een gefaseerde besluitvorming leidt tot een weloverwogen en effectieve inzet van financiële middelen. Na een eerste fase zal op basis van de analyseresultaten nagegaan worden of er een voldoende relatie tussen gemeten parameters gevonden kan worden zodat een gereduceerde meetinspanning (ten behoeve van de integratiemethode) mogelijk is.

Met betrekking tot de berekening van de stofvracht naar de Noordzee is met de huidige gegevens reeds vast te stellen dat een nauwkeurigheid van 10% niet haalbaar zal zijn. Het is echter wel wenselijk om te weten wat een intensivering van een meetinspanning oplevert aan nauwkeurigheid. In de verplichting om in het kader van de Parijse Commissie (ParCom) jaarlijks te rapporteren omtrent de riviervrachten naar zee wordt bovendien vereist dat indien in getijde gebieden gemeten wordt de vrachtbepaling onderbouwd dient te worden met massabalansen. In een periode met een intensieve bemonstering zal een rhodamine proef uitgevoerd worden waarmee inzicht verkregen kan worden in de invloed van bemonsteringsdichtheid op de haalbare nauwkeurigheid.

## 2.2 Uitgangspunten en randvoorwaarden

### Uitgangspunten

Als uitgangspunt voor dit meetplan dienen de conclusies en aanbevelingen uit de rapporten die eerder in dit kader verschenen:

- Probleemanalyse en projectplan (Waterloopkundig Laboratorium, 1992);
- Analyse van het gedrag van waterkwaliteitsparameters in ruimte en tijd (Waterloopkundig Laboratorium, 1993a);
- Optimalisatie meetlokatie en -methodiek (Waterloopkundig Laboratorium, 1993b).

Daarnaast wordt uitgegaan van de herformulering van doelstellingen voor de lokatie, waarbij aangesloten wordt bij het mon\*opti project (Adriaanse et al., 1993):

**Trendanalyse:** Het bepalen van trends in de waterkwaliteit ter grootte van de relevante marge.

**Normtoetsing:** Het toetsen van de waterkwaliteit aan de grens- en streefwaarden van de Algemene Milieukwaliteit (AMK). (alleen voor monsters met een voldoende laag chloridegehalte).

- Vracht:** Het bepalen van de jaarvrachten van stoffen naar de Noordzee op basis van de gemeten concentraties, met de hoogst haalbare nauwkeurigheid. Bovendien moet de bepaling van de jaarvracht voldoen aan de ParCom bepalingen.
- Signalering:** Het signaleren van relevante incidentele waterverontreinigingen in dit gebied, met een trefkans van 95%.

### **Randvoorwaarden**

Als randvoorwaarden voor het opgestelde meetplan gelden:

- de beschikbaarheid van meetschepen en bemanning voor het uitvoeren van bemonsteringen.
- de beschikbare financiële middelen.
- de inzetbaarheid en beschikbaarheid van instrumenten en laboratorium faciliteiten.
- de beperkingen voor het installeren van een vaste bemonsteringslokatie op de zuidelijke oever van de Nieuwe Waterweg ter hoogte van Kruitsteiger.

## **2.3 Werkwijze**

Het voorliggende meetplan is tot stand gekomen in nauwe samenwerking met RIZA hoofdafdeling informatie meettechnologie afdeling meetnetten (IMM) en de meetdienst.

Na analyse van de gestelde eisen aan het bemonsteringspunt zijn de verschillende werkvelden binnen het Waterloopkundig Laboratorium geconsulteerd. Hierbij waren betrokken:

- Regionaal model Noordelijk Deltabekken en Lozingen in Havens (F.Bleeker)
- Hydrodynamisch onderzoek Nieuwe Waterweg en Rijnmondmodel (M.Karelse)
- Onderzoek stormvloedkering Nieuwe Waterweg (P.Kerssens)
- Vooronderzoek meetpunt Nieuwe Waterweg (C.A.Bons) Projectleider

Een concept meetstrategie werd geformuleerd en besproken met RIZA en de meetdienst. Hier waren bij betrokken:

- L.Gilde (hoofd afdeling IMM) Projectleider
- H.van Rodijnen (medewerker IMM) Projectbegeleider
- A.J.A. Schipperen (hoofd veldmeetdienst Meetdienst Noordelijk Deltabekken)
- W.H. Mulder (hoofd monitoring watersystemen RIZA)
- C.v.d.Ketterij (meetcoördinator Z.W.Nederland RIZA)
- D.Ludikhuize (senior projectleider afd. WST RIZA)

Op basis van de besproken strategie leverden RIZA en de Meetdienst Noordelijk Deltabekken nadere informatie met betrekking op de kosten en mogelijkheden voor bemonstering. Deze gegevens zijn door het Waterloopkundig Laboratorium verder uitgewerkt tot het huidige meetplan.

Het voorliggende rapport is gescreend door G.J. Zwolsman (nu nog niet).

### 3 Bemonsteringsstrategieën

Om de hoeveelheid te analyseren informatie hanteerbaar te houden zijn de parameters in categorieën ingedeeld, waarna van iedere categorie enige parameters gekozen worden. De gekozen categorieën zijn:

- Opgelost en conservatief (Chloride<sup>1</sup>);
- Opgelost en seizoensafhankelijk (Zuurstof<sup>2</sup>, Ammonium<sup>1</sup>, Nitraat<sup>2</sup>, Ortho-fosfaat<sup>1</sup>);
- Particulair en conservatief (PAK's, PCB's en Lood);
- Particulair/Opgelost (Lindaan<sup>3</sup>);
- Particulair/Opgelost en seizoensafh. (ad/desorptie afhankelijk van bv. pH) (Cadmium<sup>1</sup>, Nikkel, Totaal-Stikstof, Totaal-fosfaat<sup>2</sup>).

<sup>1</sup> deze stoffen vallen tevens in groep parameters waarvoor trenddetectie bij de gegeven relevante marge over een periode van 5 jaar niet mogelijk is met de huidige frequentie. Tevens is het aannemelijk dat een frequentieverhoging niet zal leiden tot succesvolle trendbepaling.

<sup>2</sup> deze stoffen vallen tevens in de groep parameters waarvoor een trenddetectie bij een hogere frequentie dan de huidige tot de mogelijkheden behoort.

<sup>3</sup> deze stoffen vallen tevens in de groep parameters waarvoor trenddetectie al bij de huidige frequentie mogelijk is.

Uit eerdere analyse (Waterloopkundig Laboratorium, 1993c) is gebleken dat voor een zinvolle vrachtbepaling een bepaling van de waterbeweging (snelheidsprofielen in de dwarsdoorsnede) essentieel is.

De bemonstering van de onderlaag draagt belangrijk bij tot de inzichten omtrent de zwevend stof concentratie en de aan zwevend stof gebonden stoffen, met name in relatie tot lozingen van afvalwater die vanwege hun hoge dichtheid in de onderlaag terecht komen.

#### 3.1 Algemene aanpak van bemonstering

De doelstellingen van het uiteindelijke bemonsteringsstation zijn verschillend. Het onderzoek dat aan de instelling van het station voorafgaat zal ook voor de verschillende doelstellingen verschillende vragen moeten beantwoorden.

De doelstelling *trendanalyse* levert de vraag op welke monsters (waar en wanneer) representatief zijn voor de waterkwaliteit in de bovenlaag, onderlaag of zo mogelijk de gehele dwarsdoorsnede. Dit betekent dat nagegaan moet worden:

- 1) of er een redelijke correlatie gevonden kan worden tussen verschillende monsters in de dwarsdoorsnede en in het getij.

De vraag met welke frequentie gemeten dient te worden kan niet met een korte meetcampagne beantwoord worden, omdat de variabiliteit over een langere periode niet in een korte periode te meten is. Deze beslissing zal gebaseerd moeten worden op de trendanalyse zoals die voor Maassluis is uitgevoerd (Waterloopkundig Laboratorium, 1993c, Klavers et al, 1992).

De doelstelling *signalering* levert de vraag op waar in de dwarsdoorsnede gemonsterd moet worden en met welke frequentie om de juiste trefkans te verkrijgen. Dit betekent dat bekend moet worden:

- 2) in hoeverre lozingen zich ter hoogte Kruitsteiger zich in de dwarsdoorsnede verspreid hebben.

Ook is het van belang te weten hoe een lozing zich in het getij beweegt. Deze tweede vraag is reeds eerder onderzocht in het Rijnmondmodel.

De vragen die de doelstelling *vrachtbepaling* naar voren brengt, zijn afhankelijk van de uiteindelijk beoogde vrachtbepalingmethode. Indien de integratiemethode beoogd wordt, is de te beantwoorden vraag op hoeveel plaatsen in de ruimte en tijd de waterbeweging, slibbeweging van de concentratie in water en aan slib gemeten moet worden. De afgeleide vragen zijn meer concreet:

- 3a) is er een correlatie tussen de in de dwarsdoorsnede gemeten parameters en aan de oever gemeten parameters;
- 3b) welke combinatie van puntbemonsteringen en automatische continue meting van parameters levert de meest efficiënte en betrouwbare vrachtbepaling;
- 3c) wanneer in het getij moet de bemonstering plaatsvinden;
- 3d) wat is de kwantitatieve nauwkeurigheid van vrachtbepaling;
- 3e) op welke diepten moet de bemonstering plaatsvinden;
- 3f) hoe frequent moet de bemonstering plaatsvinden.

Indien echter een vrachtbepaling met de balansmethode wordt uitgevoerd zijn de vragen die beantwoord dienen te worden voor de bovenlaag gericht op de keuze tussen de vrachtbepaling op basis van zoet-waterdebiet maal zoet-waterconcentratie of op basis van integratie over ruimte en tijd van concentratie en stroomsnelheid. De concrete vragen zijn dan:

- 3g) is het gebruik van het zoetwaterdebiet voor alle beschouwde stoffen een aanvaardbare aanpak;

zo niet, dan moet beantwoord worden:

- 3a) is er een correlatie tussen de in de dwarsdoorsnede gemeten parameters en aan de oever gemeten parameters;
- 3b) welke combinatie van puntbemonsteringen en automatische continue meting van parameters levert de meest efficiënte en betrouwbare vrachtbepaling;
- 3c) wanneer in het getij moet de bemonstering plaatsvinden;
- 3d) wat is de kwantitatieve nauwkeurigheid van vrachtbepaling;
- 3e) op welke diepten moet de bemonstering plaatsvinden;
- 3f) hoe frequent moet de bemonstering plaatsvinden.

Voor de onderlaag is de onderzoeksvraag of het mogelijk is jaargemiddelde verontreinigingsgehalten in het zwevende stof te bepalen met een beperkt aantal monsters. Concrete vragen zijn dan:

- 3h) is er grote variatie in de genormeerde concentraties aan slib geadsorbeerde parameters in ruimte en in het getij.
- 3i) op welke diepten en plaats in de dwarsrichting en in het getij moeten monsters genomen worden.
- 3j) hoe frequent moet bemonstering plaatsvinden.

Als laatste doelstelling wordt het *toetsen* van de waterkwaliteit aan de AMK, welke geldt voor zoetwater genoemd. Op basis van de verkregen inzichten is de zin van deze doelstelling ter discussie. Het moge duidelijk zijn dat de Nieuwe Waterweg als zodanig geen zoetwatersysteem is. De organismen aan de hand waarvan de normtoetsingswaarden opgesteld zijn, zijn niet gelijk aan de organismen populatie in de Waterweg. Daar komt bij dat indien wel aan de eis van zoetwater voldaan kan worden, de gemeten parameterconcentratie enigszins van de verdunning zal afhangen. Er bestaat dus een dilemma tussen te dicht bij de lozingspunten toetsen in zoet water of in goed gemengd brak water. Het huidige onderzoek zal geen nadere informatie op dit punt opleveren.

De algemene aanpak voor het onderzoek is gebaseerd op metingen en bemonsteringen met een hoogfrequente of continue karakter vanaf (aanvankelijk) twee oeverlokaties (alleen integratiemethode), aangevuld met minder frequente dwarsraaionderzoeken.

Het doel om de variabiliteit in de tijd en de diepte te bepalen en de minimaal benodigde meet/bemonsterings inspanning om de doelstelling te halen (vragen 3e, 3f en 3j) wordt bereikt doormiddel van metingen en bemonsteringen op (vaste) oeverlokaties.

Het doel om na te gaan of er een verband gevonden kan worden tussen de concentraties in de dwarsdoorsnede en de concentraties gemeten aan de oever(s) en de bepaling van de invloed van de variabiliteit in het getij in de dwarsdoorsnede (vragen 1,3a,3b,3c,3g,3h,3i) wordt bereikt door dwarsraaionderzoeken. Deze metingen zullen moeten aantonen of men kan volstaan met meten aan de oevers of dat ook in de toekomst metingen in dwarsraaien vereist zullen zijn.

Onderzocht is of het doel om de vrachtbepaling te kwantificeren en het verspreidingsgedrag te identificeren (vragen 2 en 3d) worden door een tracerproef beantwoord zou kunnen worden.

Achtergrond van de nadruk op een lokatie aan de oever is het feit dat regelmatige langdurige metingen hier de scheepvaart het minst hinderen en het feit dat één vast oeverstation uit efficiency overwegingen als meest gewenst gezien wordt als definitieve opstelling.

In relatie tot de toekomstige uitvoering, bestaan er verschillende opties voor het verkrijgen van de benodigde informatie van de vaste meetopstelling. Voor een aantal parameters bestaat er de keuze tussen in-situ meting en analyse na bemonstering. Voor een aantal parameters bestaat de keuze tussen steekmonsters en verzamelmonsters. Tenslotte bestaat er de keuze tussen verschillende meetinstrumenten. De resultaten van het onderzoek zullen bijdragen aan de onderbouwing van een vrachtbepaling bij de toekomstige vrachtbepaling.



### 3.2 Dwarsraaimetingen

Dwarsraaionderzoek is nodig om de variabiliteit in de dwarsdoorsnede vast te stellen en daarmee de representativiteit van monsternamen aan een oeverlokatie of elders in het profiel. Tijdens de dwarsraaionderzoeken zullen een uitgebreide set parameters bemonsterd om een volledig beeld van het gedrag van alle parameters te verkrijgen. Hiertoe is besloten te kiezen voor de stoffen die door de Parijse Commissie verplicht gesteld zijn (bijlage 2) met uitzondering van linaan en saliniteit.

Tijdens de dwarsraaionderzoeken worden gedurende een volledig getijcyclus op 4 posities in de breedte van de rivier profielen bemonsterd en bemeten. Op basis van eerdere ervaringen met metingen in de Nieuwe Waterweg adviseren experts van het Waterloopkundig Laboratorium een minimum van 6 meetpunten in de verticaal. Aan de noordzijde worden daarom zes innamepunten voorgesteld, waarbij de bovenste geplaatst wordt op het huidige meetniveau (-0.5m NAP) en de onderste op -16 NAP. Aan de zuidzijde worden vanwege het verschil in diepte vijf punten voorgesteld op overeenkomstige diepten uitgezonderd het diepste punt. De parameters die meetbaar zijn worden met een zo groot mogelijke frequentie bepaald, de monsternamen vindt om ongeveer het uur plaats (figuur 2). Bij vier raaien met zes diepte worden dus (zuidzijde 5 dieptes) 23 monsters per uur genomen.

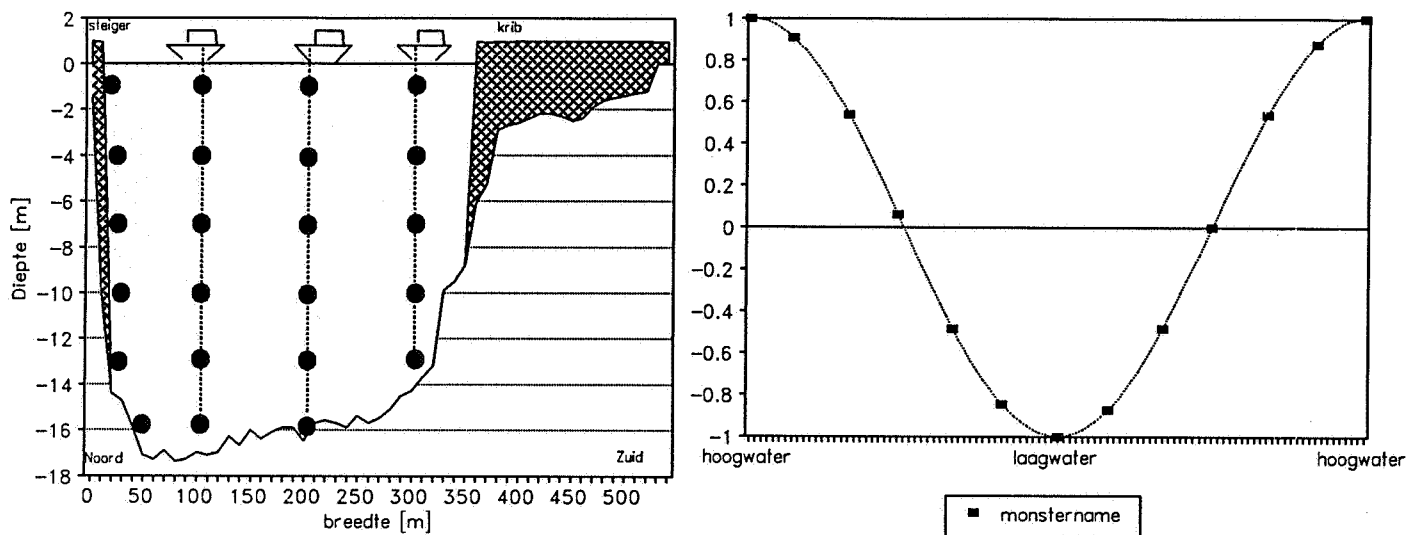
Het is van belang bij de dwarsraaionderzoeken een representatief beeld te krijgen van de variaties die in de tijd optreden. Om deze reden is het wenselijk de dwarsraaionderzoeken enige malen te herhalen. Tijdens de eerste fase van het onderzoek wordt voorgesteld vier maal een dwarsraaionderzoek te laten plaatsvinden (zowel bij spring- als bij doottij).

Na het eerste dwarsraaionderzoek wordt een eerste analyse gedaan om na te gaan of monsternamen om de twee uur ook voldoende informatie oplevert. Als bij bestudering van de resultaten blijkt dat deze aanpak voldoende resolutie biedt kan volstaan worden met twee uren bemonstering tijdens de overige dwarsraaionderzoeken worden.

### 3.3 Tracerproef

Tijdens een van de dwarsraaionderzoeken die voor dit doel verlengd dient te worden zou een Rhodamineproef uitgevoerd kunnen worden. Doel van deze proef is het kunnen inschatten van de nauwkeurigheid van vrachtbepaling bij verschillende meetintensiteiten. Dit geeft dus antwoord op vraag 3d) Daarnaast wordt ook inzicht verkregen in het verspreidingsgedrag van een verontreinigingspluim, hetgeen vereist is om tot een goede berekening te komen van de trefkans met betrekking tot signalering (vraag 2).

Een hoeveelheid Rhodamine zal ter hoogte van splitsingspunt Westgeul (zo oostelijk mogelijk maar nog westelijk van de Botlek) in de rivier geloosd worden, waarna tijdens het gelijktijdige uitgebreide dwarsraaionderzoek op tevens op Rhodamine geanalyseerd zal worden. Door toepassing van twee onderling te onderscheiden typen Rhodamine (Rhodamine-WT en Sulfa-Rhodamine-b) is het mogelijk met één inspanning een duplo bepaling te doen en is een controle van de vrachtbepaling mogelijk. Beide genoemde typen Rhodamine zijn goed oplosbaar in water.



Figuur 2: Monsternameschema tijdens dwarsraaionderzoeken

Eerdere ervaringen met tracerproeven geven aan dat er aanzienlijke verliezen aan tracerstof kunnen optreden in de directe omgeving van het lozingspunt (door achterblijven langs de oever). Ook in de Nieuwe Waterweg zal het lozingstijdstip en locatie met zorg gekozen moeten worden om verlies van materiaal en dus fouten in de kwantificatie van vrachtbepaling te voorkomen. Indien een deel van de vracht eerst de havens instroomt zal zeker een deel achterblijven. Het is dus wenselijk het lozingstijdstip aan het begin van de ebfase te kiezen. Om te voorkomen dat de stof in havens of aan de oever zal blijven hangen is een lozingspunt net ten westen van de Botlekhaven in het midden van de vaargeul te prefereren. Gezien de getijweg in de bovenlaag van 10 tot 15 kilometer, is het waarschijnlijk dat het grootste gedeelte van de vracht in de eerste ebfase langs het meetpunt getransporteerd wordt. Desalniettemin blijft er onzekerheid over het gedeelte van de vracht dat verloren gaat. Bovendien zal het bemonsteren van de zich grillig verspreidende pluim zeer moeilijk zijn. Men kan er dus niet vanuit gaan de vergelijking tussen de bij het dwarsraaionderzoek gemeten vracht aan voorbijkomend Rhodamine, en de werkelijk geloosde vracht Rhodamine een indicatie is voor de nauwkeurigheid van vrachtbepaling voor de overige stoffen. Wel geeft de tracerproef inzicht in het verspreidingspatroon van mogelijke lozingen.

Het wordt aangeraden een tracerproef niet tijdens het eerste dwarsraaionderzoek plaats te laten vinden, zodat gebruik gemaakt kan worden van ervaringen van één of meerdere eerdere onderzoeken. In bijlage C wordt in meer detail de tracerproef uitgewerkt.

### 3.4 Oeverlokaties

Wanneer men de dwarsdoorsnede van de Nieuwe Waterweg beschouwt ter hoogte van Kruitsteiger (figuur 3), ziet men dat de noordoever bij de steiger zeer steil is. In de directe nabijheid van de steiger wordt al een diepte van 14.5 meter bereikt en 50 meter vanaf de steiger is het diepste gedeelte van de dwarsdoorsnede (17.3 meter).

Aan de zuidzijde is de helling veel gelijdelijker, hoewel de helling vanaf de top van het kribhoofd redelijk steil is: 14.4 meter diepte na 50 meter. Deze situatie biedt de mogelijkheid om aan beide oevers tot in de onderlaag monsters te nemen en te meten.

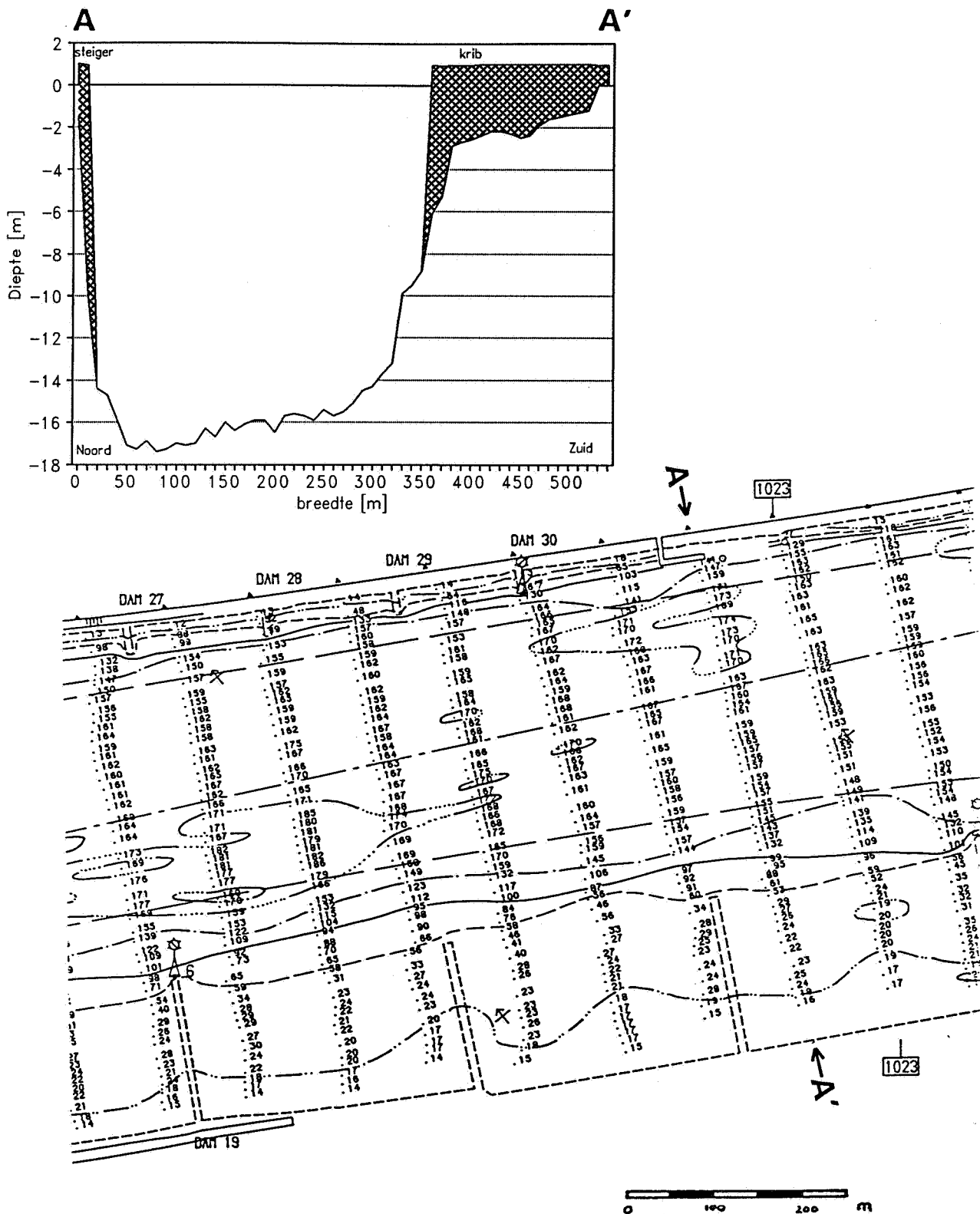
De te installeren innamepunten dienen in de aanvangsfase een gedetailleerd beeld van de variatie over de diepte op te leveren. De monsternamen vindt op dezelfde diepten plaats als bij de dwarsraaionderzoeken.

Op de Kruitsteiger (noordzijde) zelf is reeds een meetcontainer beschikbaar. De huidige opstelling laat monsternamen toe tot een diepte van -6 m NAP. Om de gewenste monsternamen situatie te bereiken zal deze moeten worden uitgerust met waterinname buizen die water van verschillende diepten kunnen afpompen en bemonsteren of zal aanvullende monsternamen vanaf een schip moeten plaatsvinden. Om tot een zo intensief mogelijke bepaling te komen tegen beperkte kosten, is het wenselijk waar mogelijk gebruik te maken van zelfregistrerende apparatuur, die ook tussen monsternamen tijdstippen registraties kan uitvoeren. Om deze reden heeft het inrichten van een installatie vanaf de steiger voorkeur boven metingen vanaf een schip.

Aan de zuidoever is geen geschikte lokatie om een container te plaatsen. Hier is een keuze gemaakt tussen de optie om een meetcontainer op een drijvend ponton te plaatsen en de optie vanaf een meetschip te bemonsteren en meten. Gezien de veel minder steile helling van de bodem zal een constructie die bemonstering vanaf een drijvend ponton aan de oever (in een kribvak) mogelijk moet maken veel langer moeten zijn dan aan de noordzijde. Dit betekent een veel grotere investering en een meer kwetsbare installatie. Mede gezien het feit dat er rekening mee gehouden moet worden dat deze installatie na voltooiing van de proefperiode niet gecontinueerd hoeft te worden, wordt voorgesteld aan de zuidoever vanaf een meetschip te bemonsteren en meten.

In de eerste fase van twee maanden wordt een continue meting van de automatisch meetbare parameters voorgesteld vanaf de noordelijke oever en regelmatige bemonstering van die parameters waarvoor geen meting mogelijk is, van zowel de noordelijke als de zuidelijke oever. De monsters dienen zowel bij hoog- als bij laagwater genomen te worden om een goed inzicht krijgen in de spreiding in concentraties. Om kosten te sparen wordt voorgesteld telkens een hoog- en laagwater situatie op één meettocht te bemonsteren. Indien ervoor gekozen wordt om de vaste monsternameninstallatie aan de noordoever uit te breiden tot voldoende diepte, zal bemonstering aan beide oevers gelijktijdig dienen te geschieden.

De monsterdagen dienen om een zo representatief beeld op te leveren gespreid worden over een periode van ten minste twee maanden, waarin tenminste 30 hoogwater en 30 laagwater situaties bemonsterd worden.



<b>RIJKSWATERSTAAT</b> DIREKTIE ZUID-HOLLAND AFDELING ZXM		MEETDISTRIKT WEST STRANWEG 32 3151 HV HOEK VAN HOLLAND TEL. 01747-84440 FAX 83810		GET. 14-05 82	DIEPTEN IN DM. T.O.V. N.A.P IN 9 BLADEN, BLAD 7
<b>NIEUWE WATERWEG</b> KMR. 1020.9 T/M KMR. 1025.8 OPNAME 3.4.9 EN 11-9-'92 MEETVAARTUIG STELLE RDV X=70730 Y=440715 AR6.=143 GR.				GEK. <i>[Handwritten Signature]</i>	
METINGNUMMER ZH12000A				AKK.	A5 ZHXX 92.3363

Figuur 3: Diepten en dwarsdoorsnede ter hoogte Kruitsteiger (Km 1023.1)

## Parameters

De parameters die gemeten dienen te worden in de definitieve opstelling omvatten het gehele standaard parameterpakket zoals die ook op dit moment gemeten worden in het meetpunt Maassluis (NW37). Het is echter uit praktische en financiële overwegingen niet wenselijk al deze parameters zeer intensief te meten. Er is in vorige studies reeds een indeling van parameters gemaakt naar gedrag en op de mogelijkheid van trendbepaling zoals in het begin van dit hoofdstuk aangegeven. Uit deze parameters kunnen enkele gekozen worden die representatief geacht worden voor de groep waartoe ze behoren. Parameters die automatisch gemeten kunnen worden genieten de voorkeur boven parameters die in een laboratorium bepaald dienen te worden uit monsters. In de onderstaande tabel worden parameters genoemd en de mogelijke bemonsterings- of meetmethoden.

Parameter	Bemonstering	Meting
waterbeweging	n.v.t.	manueel / automatisch: molen of ADCP
chloride	mogelijk	manueel / automatisch: E.G. en temp.
zwevend stof	mogelijk	manueel / automatisch: turbiditeit / zicht
cadmium	mogelijk	niet mogelijk
PCB/PAK/Lood	mogelijk	niet mogelijk
zuurstof	n.v.t.	manueel / automatisch: probe
nitraat	mogelijk	niet mogelijk
ammonium	mogelijk	niet mogelijk

Ten behoeve van de bepaling van aan zwevend stof gebonden parameters (PCB, PAK en metalen) is het wenselijk de concentratie aan het zwevende stof te bepalen. Hiervoor worden doorgaans centrifugemonsters genomen. Vanwege de hoge kosten van analyses voor PAK en PCB zal in dit onderzoek de analyse tot lood beperkt blijven. De lange pomptijd die benodigd is om een voldoende groot slibmonster te verzamelen (twee tot vier uur) impliceert dat voor elk monster een centrifuge-installatie nodig is. Het is echter praktisch niet haalbaar om meer dan twee centrifuge-installaties op een meetschip te plaatsen. Met de opslag van grote volumes water in containers voor centrifuge is te weinig ervaring om dit als alternatief te accepteren.

Om toch een inzicht te krijgen in de concentraties aan zwevende stof gebonden stoffen wordt voorgesteld het genomen watermonster te filtreren en het gehalte aan stof te bepalen van het filtraat en het afgefilterde zwevende stof. Ter controle én om inzicht te verkrijgen in de mogelijkheid van verzamelmonstername in de diepte wordt voorgesteld om aanvullend een centrifugemonster te nemen waarbij tijdens de inname het innamepunt over de bovenlaag op en neer wordt bewogen.

Gezien de aanwezigheid van zand, met name bij monsternamen op grotere diepte, is het aan te bevelen de monsters, conform de monsternamen voor kustwateronderzoek voor de bepaling te zeven over 63  $\mu\text{m}$ .

### 3.5 Fasering en evaluatie

Na de eerste fase van twee maanden met vier dwarsraaionderzoeken (waaronder de Rhodamine proef), volgt een eerste analyse en evaluatie ronde. Afhankelijk van de resultaten van deze eerste fase zijn er verschillende mogelijkheden voor het vervolg:

1. de resultaten duiden aan dat er een reductie kan plaatsvinden in het meet- en bemonsterings programma, wat een vermindering van het meetpunten in de diepte, in de breedte of in de tijd kan inhouden. Beide benaderingen zijn in principe mogelijk. Indien gekozen wordt voor de integratiebenadering en indien de balansbenadering dit vereist kan de tweede fase met oeverbepalingen aanvangen;
2. de resultaten duiden op zo'n grote variabiliteit dat blijkt dat de integratieaanpak niet tot de gehoopte resultaten zal leiden zonder extreme inspanning. Indien blijkt dat de balansbenadering wel mogelijk is, kan daartoe besloten worden, mogelijk zijn ook hiervoor nog aanvullend oeverbepalingen nodig.
3. de resultaten duiden aan dat de meetreeks verlengd dient te worden om significante uitspraken te doen.

## 4 Uitwerking meetplan

In hoofdstuk 3 is een aantal activiteiten beschreven die samen de benodigde informatie beogen op te leveren. In dit hoofdstuk worden deze activiteiten nader omschreven en in de tijd geplaatst.

### 4.1 Activiteiten

De activiteiten zijn te onderscheiden in voorbereidingen, oeverbemonstering, dwarsraaionderzoek, tracerproef, laboratoriumanalyse, gegevensanalyse en rapportage.

#### Vorbereidingen

Voordat tot de eigenlijke onderzoeksactiviteiten overgegaan kan worden, is een aantal voorbereidende activiteiten nodig:

- V1. Vergunningaanvraag Rhodamineproef. Deze procedure kost ongeveer zes maanden.
- V2. Vooronderzoek automatische debietmeting. Voor een vaste opstelling aan de kruitsteiger in te richten is het wenselijk na te gaan of debietmeting met behulp van de Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) zinvol in te zetten is. Hiertoe zal gedurende een half getij metingen vanaf een schip (aan de steiger) verricht dienen te worden.
- V3. Uitbreiding monsternamestelling ter hoogte Kruitsteiger om monsternamen tot 15 á 16 meter mogelijk te maken. Binnen een afstand tot 50 meter van de steiger zullen op verschillende diepten monsternameninlaatbuizen in positie gebracht dienen te worden. Zo mogelijk dient de centrifuge-inname zo aangepast te worden dat afwisselend van verschillende diepten water wordt aangezogen. Twee containers zullen aangeschaft en geïnstalleerd moeten worden. De meetcontainer aan de kruitsteiger zal uitgerust dienen te worden met zes sets voor het bepalen van zuurstof, geleidbaarheid, temperatuur en turbiditeit. Daarnaast zal eveneens op zes diepten de stroomsnelheid en -richting (in/uit) gemeten moeten worden met Ott-molens of zal een ADCP apparaat geplaatst dienen te worden.  
Voor automatische metingen zullen loggers en software geïnstalleerd worden om data-inname mogelijk te maken.
- V4. Aanschaf centrifuge installatie.
- V5. De standaarduitrusting van de meetschepen zal over het algemeen voldoen aan de eisen die in dit onderzoek gesteld worden. Voorwaarde is dat tegelijkertijd een diepteprofiel bemonsterd kan worden en bemeten op parameters. Daartoe is aanpassing van drie meetvissen vereist.
- V6. Reeds aanwezige gegevens betreffende dwarsraaionderzoeken (zwevende stof) zullen geanalyseerd dienen te worden om te bekijken of er reeds op basis van deze gegevens duidelijkheid gekregen kan worden over de mogelijkheid representatieve zwevende stof (slib) monsternamen te doen in de onderlaag ter hoogte Kruitsteiger. Mogelijk blijkt er een ander lokatie wat dit betreft beter te zijn.
- V7. Vorbereiden en sluiten overeenkomst met laboratoria betreffende analyse monsters. Deze procedure kost ongeveer drie maanden.

### Dwarsraaionderzoek

- D1. Vier meetschepen worden ingezet om met tussenpozen van ongeveer een uur ieder op een raai op zes diepten monsters te nemen en parameters te meten. De bemonstering wordt gedurende een gehele getijperiode uitgevoerd (ongeveer 13 uur). Inclusief aan en afvaart worden de schepen 16 uur ingezet. De meest zuidelijke raai komt overeen met de lokatie waarop activiteit O2 plaatsvindt. Het parameterpakket bestaat uit de verplichte ParCom set met uitzondering van linaan (is erg duur en levert nauwelijks additionele informatie op) en saliniteit (te berekenen uit geleidendheid en temperatuur). In totaal worden per onderzoek 299 monsters genomen. Op basis van de analyse van de eerste dwarsraaimeting wordt nagegaan of bij de volgende onderzoeken twee-uurs monsternamen voldoet. Dan zouden er bij volgende onderzoeken slechts 161 monsters genomen en geanalyseerd hoeven te worden.

### Tracerproef

- T1. Gelijktijdig met een van de dwarsraaionderzoeken wordt ter hoogte westgeul midden in de geul vlak na het begin van de eb fase een vracht Rhodamine geloosd, waarbij Rhodamine-WT, en Sulfa-Rhodamine b/g gebruikt wordt.
- T2. Tijdens D1 worden aanvullend uurmonsters genomen worden voor HPLC analyse. Na afloop van D1 zal de monsternamen voor Rhodamine analyse nog een getijperiode voortgezet worden. In totaal worden  $2 \times 299 = 598$  monsters voor Rhodamine analyse genomen.

### Oeverbemonsteringen

- O1. Bemonstering vanaf noordoever. Deze activiteit houdt het nemen van monsters op 6 diepten bij hoogwater en bij laagwater. Deze activiteit levert per meetdag 12 monsters op die op zwevende stof [1 l], cadmium en lood (opgelost en geadsorbeerd) [2 l], nitraat en ammonium [1 l] geanalyseerd zullen worden. Daarnaast zullen twee centrifugemonsters genomen worden uit de bovenlaag die geanalyseerd gaan worden op cadmium [2 g] en lood [2 g]. Bovendien dienen waterbeweging, geleidendheid, temperatuur, turbiditeit en zuurstof op de zes diepten gemeten te worden.
- O2. Bemonstering vanaf zuidoever. Deze activiteit vereist de inzet van een monsternameschip. Inclusief de tijd voor aan- en afvaart is een inzet van 11 uur geschat. Monsternamen en metingen zullen identiek aan noordoever geschieden met uitzondering van het diepste punt. Hier zullen geen centrifugemonsters genoemd worden. Tussen monsternamen zullen diepte profielen van debiet, geleidendheid, zuurstof en temperatuur gemeten worden. Deze activiteit levert per meetdag 10 watermonsters op.



## Laboratoriumanalyse

- L1. De analyse van de uurmonsters van het eerste dwarsraaionderzoek. 299 monsters zullen geanalyseerd worden op het verplichte ParCom parameterpakket uitgezonderd linaan en saliniteit.
- L2. De analyse van de twee-uursmonsters uit de overige dwarsraaionderzoek.  $3 \times 161 = 483$  monsters zullen geanalyseerd worden op het verplichte ParCom parameterpakket uitgezonderd linaan en saliniteit.
- L3. De analyse van watermonsters van oeverlokaties. 660 monsters zullen in de periode van twee maanden ter analyse komen (  $30 \times 22$  ). Te analyseren parameters zijn zwevende stof, cadmium en lood (opgelost en geadsorbeerd), nitraat en ammonium.
- L4. De analyse van centrifugemonsters.  $2 \times 30$  monsters van de Kruitsteiger, in totaal 60 monsters zullen geanalyseerd worden op cadmium en lood.
- L5. De HPLC analyse op Rhodamine. 598 monsters zullen ter analyse aangeboden worden.
- L6. Handmatige invoer analyseresultaten in Labinfo systeem (bij uitbestede analyse). Overbrengen veldmeetgegevens in VIMET en DONAR.
- L7. Indien de noodzaak uit de analyse van de eerste dwarsraaionderzoek blijkt zullen uurmonsters in alle dwarsraaionderzoekn genoemd worden. Dit levert  $3 \times 174 = 522$  aanvullende analyses op.

## Beslispunten

- B1. Beslissing tot het nemen van uurmonsters of twee-uursmonsters op basis van het de resultaten van het eerste dwarsraaionderzoek.
- B2. Beslissing tot het volgen van een van de twee vrachtbepalingsmethoden, gebaseerd op de mogelijkheden voortkomend uit het dwarsraaionderzoek. Uit de beslissing volgt of aanvullend oeveronderzoek noodzakelijk is.
- B3. Besluit tot een definitieve meetopstelling en bemonsteringsaanpak.

## Gegevensanalyse en rapportage

- G1. Analyse Rhodamineproef. De analyseresultaten van de rhodamineproef zullen worden geanalyseerd samen met de waterbewegingsmetingen die gelijktijdig gemeten zijn. De gewogen vrachtbepaling op basis van de complete dataset wordt vergeleken met de daadwerkelijk geloosde vracht. Daarnaast wordt nagegaan wat opeenvolgende reducties in raaien in de dwarsdoorsnede tot gevolg hebben met betrekking tot de nauwkeurigheid van vrachtbepaling. Bij de vrachtberekening wordt gebruik gemaakt van het pakket VIMET. Ook wordt nagegaan wat de reductie in meetraaien heeft op de signaleringsfunctie van het station.
- G2. Analyse dwarsraaionderzoek. De gegevens van de vier dwarsraaionderzoeken worden geanalyseerd op correlaties tussen de concentraties en waarnemingen in de dwarsdoorsneden en aan de oeverlokaties. Bij de analyse wordt gebruik gemaakt van VIMET en statistische pakketten zoals SPSS. De analyse is in twee stappen: een eerste analyse op de wenselijkheid van uurmonsters na het eerste dwarsraaionderzoek en volledige analyse na afloop van de vier onderzoeken.

- G3. Analyse variabiliteit in de tijd. De gegevensset aan de oeverlokaties gemeten worden geanalyseerd op zijn variabiliteit.
- G4. Rapportage. De resultaten van het onderzoek, de analyses en de conclusies worden gerapporteerd. Een kwantitatief onderbouwd voorstel voor het uiteindelijke monsterstation maakt deel uit van dit rapport.
- G5. Projectorganisatie. De uitvoering van dit meetprogramma vereist naast de directe bemonsterings, meet, en analyse activiteiten ook een hoeveelheid organiserende activiteiten. Deze activiteiten omvatten:
- een projectleider die de voortgang van het project coördineert.
  - regelmatig voortgangsoverleg tussen de verschillende deelnemende diensten.
  - voorbereidende, coördinerende en overleg activiteiten bij de meetdienst.
  - voorbereidende, coördinerende en overleg activiteiten bij RIZA
  - overleg tijdens gegevens analyse en rapportage door het Waterloopkundig Laboratorium.

## 4.2 Tijdplan en kostenraming

Wanneer de geplande activiteiten precies plaats zullen vinden is afhankelijk van de procedures die gevolgd dienen te worden om voldoende financiële middelen vrij te maken voor de uitvoering van het meetplan en om vergunning te verkrijgen voor het uitvoeren van de tracerproef. In het hierna volgende tijdsplan wordt een voorstel uitgewerkt hoe zo'n plan eruit kan zien. De genoemde kostenraming is gebaseerd op kostenramingen van individuele activiteiten, waarbij ervan uitgegaan is dat de gehele gegevensanalysefase en rapportage door het Waterloopkundig Laboratorium uitgevoerd zal worden (overigens zonder dat deze raming de status van offerte heeft). Waar een activiteit inspanning vereist wordt van Rijkswaterstaat zonder dat deze in de kosten verdisconteerd is, wordt deze aangegeven met het aantal dagen.

dag	activiteit	kostenomschrijving	kosten integratie optie	kosten balans optie
1	V1 V2 V5 V6 V7 G5	indienen aanvraag (2 dagen) daghuur schip gem.Rotterdam aanpassing meetvissen gegevensanalyse aanwezige dwarsraaigegevens (2 weken) voorbereiden + sluiten overeenkomst (2 weken) Projectorganisatie	3.600 30.000	30.000
100	D1	4x13 uur exploitatie meetschip	19.840	19.840
129	B1	Beslismoment één		
130	D1	4x13 uur exploitatie meetschip	19.840	19.840
160	D1	4x13 uur exploitatie meetschip	19.840	19.840
180	D1 T1,T2	4x26 uur exploitatie meetschip	39.680	39.680
181	L1 L2 L5 L6	analysekosten (uitbesteed) verpl.ParCom lijst excl.Sal, $\gamma$ -HCH (a 637) analysekosten (uitbesteed) verpl.ParCom lijst excl.Sal, $\gamma$ -HCH (a 637) analysekosten Rhodamine (uitbesteed) invoeren gegevens ( 0.5 week )	190.463 307.671 55.000	190.463 307.671 55.000
210	G1 G2	2 weken WL inzet 3 weken WL inzet	20.000 30.000	20.000 30.000
pm.	L7	analysekosten (uitbesteed) verpl.ParCom lijst excl.Sal, $\gamma$ -HCH (a 637)	332.514	332.514
270	B2	Beslismoment twee		
281	V3  V4	aanschaf + constructie innamepunten huur/optimalisatie inwinnings app. 3 maanden exploitatie container aanschaf 2 containers aanschaf centrifuge	200.000 10.000 50.000 200.000 100.000	
340- 400	O1, O2	30x bediening container (1 dag), 30x 11 uur exploitatie meetschip (a3.410)	102.300	
400	L3 L4 L6	analysekosten (uitbesteed) NO3, NH4, ZS, Cd, Pb (a 411) analysekosten (uitbesteed) Pb , Cd (a 164) invoeren gegevens ( 0.5 week )	235.092 9.840	
430	G3 G4	1 week WL inzet 3 weken WL inzet	10.000 30.000	30.000
pm.	extra	reservering 20% van activiteiten (met uitzondering van V en L7)	233.900	162.450
490	B3	Beslismoment drie		
<b>Totaal</b>			<b>f. 2.249.580</b>	<b>1.257.298</b>

## 5 Samenvatting

Ten behoeve van een nieuw in te richten bemonsteringsstation in de Nieuwe Waterweg is een meetplan opgesteld dat beoogd gegevens te verzamelen om tot een kwantitatieve onderbouwing te komen van een bemonsteringsprogramma ter plaatse. Het onderzoek moet informatie opleveren omtrent - variabiliteit in de dwarsdoorsnede (diepte en breedte) en in de tijd. Bovendien zal een kwantitatieve inschatting van de nauwkeurigheid van vrachtbepaling en signalering mogelijk worden.

Ongeacht of besloten wordt de vrachtbepaling met de balansbenadering uit te voeren of met de integratiebenadering omvatten de activiteiten in het meetplan:

- vier dwarsraaionderzoeken met metingen in vier profielen op zes diepten gedurende een hele getijperiode, met monsternamen op elk uur. Na het eerste onderzoek wordt nagegaan of men kan overgaan op twee uurs monsternamen.;
- een duplo Rhodamine proef vanaf het splitsingspunt Westgeul. Twee type Rhodamine worden in het midden van de geul geloosd en gedurende twee getijperiodes bemonsterd. Eventueel kan met een derde type Rhodamine een oeverlozing op verspreidingsgedrag geanalyseerd worden;
- laboratoriumanalyse van de verschillende monsters;
- gegevensanalyse van de verschillende monsters + rapportage.

Na deze eerste fase volgt een beslismoment waarop, op basis van de verkregen informatie over de haalbaarheid van de verschillende aanpakken, een keuze gemaakt wordt voor een vrachtbepalingsmethode.

Voor de integratiebenadering zal aanvullende bemonstering en metingen moeten plaatsvinden:

- Continue meting van stroomsnelheid, geleidendheid, temperatuur, en troebelheid aan de noordoever en tijdens de monsternamen aan de zuidoever. 30 monsternamen bij hoogwater aan beide oevers op zes diepten, aangevuld met een dieptegemiddeld centrifuge monster uit de bovenlaag. De monsters worden op een beperkt representatief parameterpakket geanalyseerd;
- 30 monsternamen bij laagwater aan beide oevers op zes diepten, aangevuld met een dieptegemiddeld centrifuge monster uit de bovenlaag. De monsters worden op een beperkt representatief parameterpakket geanalyseerd;

De kosten van het onderzoek worden geschat op ongeveer 1,3 miljoen gulden bij de balansbenadering en 2,3 miljoen gulden bij de integratiebenadering, wanneer de inzet van Rijkswaterstaat personeel niet in rekening wordt gebracht. Opgemerkt dient te worden dat bij de duurdere integratiebenadering reeds kosten voor uitrusting van een oeverstation zijn opgenomen die mogelijk voor de balansbenadering nog (beperkt) uitgevoerd dienen te worden.

De uitvoering van het plan heeft inclusief de voorbereidende activiteiten, afhankelijk van de keuze een doorlooptijd van driekwartjaar tot bijna anderhalf jaar.

## 6 Referenties

- ARGE Elbe, 1990. Gewässergütebericht Elbe 1985-1990.
- ARGE Elbe, 1992. Salzgehalts- und Trübstoffverhältnisse in dem oberen Brackwassergebiet der Elbe.
- Blokland, P. 1992. Representatieve monsternamen. (Concept) notitie RIZA.
- Breukel, R.M.A., A.J. Schäfer, 1991. Optimalisatie routinematig onderzoek kwaliteit Rijksbinnenwateren deel 2: informatie behoefte waterkwaliteit. RIZA nota nr. 91.012
- DHV, 1985. Gradiëntenonderzoek Oude Maas/Nieuwe Maas. Dossier 1-2315-19-01, Oktober 1985
- Fioole, A. 1990. Zoutrandvoorwaarden Distro. DBW/RIZA werkdocument 90.023X
- Gemeentewerken Rotterdam, 1988. Informatiebulletin nr. 6. Hydraulische en meteorologische gegevens voor het Rotterdamse havengebied.
- GESAMP, 1987. Land/Sea Boundary Flux of Contaminants from Rivers. Rep.Stud.GESAMP, 32. 172 pp.
- IWACO, 1985a. Verwerking gegevens dwarsraaionderzoek Maassluis.(concept) Svasek BV project 658, Iwaco BV project 1007, januari 1985.
- IWACO, 1985b. Verwerking en interpretatie meetgegevens dwarsraaionderzoek Nieuwe Waterweg NW37 Maassluis. (concept) Iwaco BV project 1007, maart 1985.
- IWACO, 1985c. Verwerking en interpretatie meetgegevens dwarsraaionderzoek Nieuwe Waterweg NW37Maassluis (concept). Svasek BV project 658, Iwaco BV project 1007, mei 1985.
- Jonkers, D.A., Everts, J.W., 1992. Zeewaardig, Afleiding van risiconiveaus voor microverontreinigingen in Noordzee en Waddenzee. VROM-DGM en RWS-DWG Rapport 1992/2 (VROM 92085/a/7-92 1207/145)
- Kjerfve, B., L.H. Stevenson, J.A. Proehl, T.H. Chrzanowski, W.M. Kitchens 1981. Estimation of material fluxes in an estuarine cross section: A critical analysis of spatial measurement density and errors. *Limnol.-Oceanogr.*, 26(2), 325-335.
- Klavers, H.C. 1992. Optimalisatie routinematig onderzoek kwaliteit Rijksbinnenwateren deel 3: Statistisch onderzoek. RIZA rapport nr. 92.053
- Klavers, H.C. en A.de Vries, 1992. Vrachtberekenningsmethoden voor Maas en Rijn (Concept) nota RIZA/-DGW.
- Knauth, H.-D. and Schroeder, F. 1993. MERMAID: A remote-controlled measuring system for the determination of contaminants in estuaries and coastal waters. Proc. Mast Days and EUROMAR Market 15-17 March 1993, Brussels.
- Kok, J.M. de, J.M. Lourens, J.H.M. de Ruig, 1992. Baggerspecie, van Waterweg tot Waddenzee. DGW-92.030
- Kouer, R.M. 1988. Getijgemiddelde berekening van de waterbeweging in het Noordelijk Deltabekken ten behoeve van het Rijn-calamiteitenmodel. Rijkswaterstaat, dienst binnenwateren/RIZA, WSD-notitie 88-023.
- Maaskant, J, F. Keuper, R. van Veen, 1992. Optimalisatie routinematig onderzoek kwaliteit Rijksbinnenwateren deel 4: Kwaliteitsaspecten. (Concept) RIZA nota nr. 92.054.
- Michaelis, W. 1989. The BILEX concept - research supporting public water quality surveillance. In: Michaelis W. (Ed.). *Estuarine Water Quality Management, Coastal and Estuarine Studies 36*. Springer Verlag. pp. 79-88.
- Rodijnen van, H.A.J. 1992. Stand van zaken onderzoek Maassluis als IRC-meetpunt. Memo stuurgroep monitoring RIZA 8 sept.1992.

- Rijkswaterstaat, 1979. Correlatieonderzoek zoutgehalten Poortershaven, Spijkenissebrug en Van Brienoordbrug. Directie Waterhuishouding en waterbeweging District Zuidwest, Notanummer 11.00-7.04.
- Rijkswaterstaat, 1986. Remote sensing in het benedenrivierengebied havens Rotterdam en omgeving Dordrecht. Projectgroep "RS-BER-Project"
- Rijkswaterstaat, 1990. Jaarboek monitoring rijkswateren 1988. Dienst Getijdewateren (DGW), Dienst Binnenwateren /RIZA.
- Rijkswaterstaat, 1992a. Resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek in de Rijn in Nederland. 1972 - 1991. RIZA nota 92.047.
- Rijkswaterstaat, 1992b. Jaarboek monitoring rijkswateren 1991. Dienst Getijdewateren (DGW), Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA).
- Van Gils, J.A.G., M.R.L. Ouboter, N.M. de Rooij, (1993) Modelling of water and sediment quality in the Scheldt Estuary. (in press).
- Visser, A.Z., 1990. Het bepalen van de gemiddelde zoutverticalen ten opzichte van hoogwater ten behoeve van de randvoorwaarde nabij Hoek van Holland. DBW/RIZA werkdocument 90.122X
- Waterloopkundig Laboratorium, 1979. Het optimaliseren en structureren van het meetnet van de kwaliteit der Rijkswateren (OSTWAT). Een literatuurstudie naar optimalisatietechnieken voor de bemonsteringsfrequentie. WL rapport R1391-1
- Waterloopkundig Laboratorium, 1981a. Het optimaliseren en structureren van het meetnet van de kwaliteit der Rijkswateren (OSTWAT). Beschouwing en toepassing van de methode Lettenmaier. WL rapport R1391-2
- Waterloopkundig Laboratorium, 1981b. Het optimaliseren en structureren van het meetnet van de kwaliteit der Rijkswateren (OSTWAT). Voorbewerking gegevens ten behoeve van de methode Lettenmaier. WL rapport R1391-3
- Waterloopkundig Laboratorium, 1986. Zware metalen balans Rijn, fase 1: inventariserende studie. Verslag onderzoek. WL-rapport R-2266 T-138.
- Waterloopkundig Laboratorium, 1987a. Invloed lozing T.D.F. Tiofine op water- en bodemkwaliteit van de Nieuwe Waterweg. WL rapport T260-1
- Waterloopkundig Laboratorium, 1987b. Vrachtbepaling en verspreidingspatronen van zware metalen lozingen in het Rotterdamse havengebied. Experimenten in het getijmodel Rijnmond. WL rapport T315-00
- Waterloopkundig Laboratorium, 1988. Invloed lozingen DSM en Windmill op water- en bodemkwaliteit van de Nieuwe Waterweg. WL rapport T260-2
- Waterloopkundig Laboratorium, 1989a. Project onderzoek Rijn fase 2, analyse dwarsraai-onderzoek Maas-sluis. WL rapport T138
- Waterloopkundig Laboratorium, 1989b. Lozingen in havens; modellen voor de verspreiding van water- en bodemverontreinigende stoffen in havens als instrument bij vergunningverlening. WL-rapport T262, 2 delen.
- Waterloopkundig Laboratorium, 1989c. Stofstromen in het Rijnmond Estuarium. WL rapport T0640.
- Waterloopkundig Laboratorium, 1989d. Waterloopkundig systeemonderzoek Noordelijk Deltabekken. Verspreidingspatronen. WL rapport Z74.
- Waterloopkundig Laboratorium, 1990a. Synthese waterloopkundig systeem-onderzoek Noordelijk Deltabekken. WL-rapport Z-244. Eindverslag.

Waterloopkundig Laboratorium, 1990b. Waterkwaliteitsonderzoek Noordelijk Deltabekken, regionaal waterkwaliteitsmodel WL rapport T262 (concept).

Waterloopkundig Laboratorium, 1991. Tracénota Europoortkering. Tweedimensionale, breedtegemiddelde modelberekening van water- en zoutbeweging. WL rapport Z434

Waterloopkundig Laboratorium, 1992. Lokatiekeuze monsternamestation in de Nieuwe Waterweg. Probleemanalyse en projectplan. November 1992. WL-rapport T1074.

Waterloopkundig Laboratorium, 1993a. Lokatiekeuze monsternamestation in de Nieuwe Waterweg. Analyse van het gedrag van waterkwaliteitsparameters in ruimte en tijd. Januari 1993. WL-rapport T1074.

Waterloopkundig Laboratorium, 1993b. Lokatiekeuze monsternamestation in de Nieuwe Waterweg. Optimalisatiestudie meetlokatie(s) en methodiek. April 1993. WL-rapport T1074.

Waterloopkundig Laboratorium, 1993c. Lokatiekeuze monsternamestation in de Nieuwe Waterweg. Synthese. April 1993. WL-rapport T1074.

Waterloopkundig Laboratorium, 1993d. Water quality monitoring in the Rhine-Meuse estuary. Research tot select location(s) and sampling methods for the Rotterdam Waterway. May 1993. WL-rapport T1074.





# Bijlage A Kostenoverzicht

## Analysekosten

### Water:

parameter	analysekosten (uitbesteed) per analyse f.	analyse(mens)tijd RIZA minuten
filtratie per monster	30	8
- nitraat	35	
- ammonium	40	15
- ortho-fosfaat	34	
chloride	25	15
zwevend stof	38	15
Kjeldahl-N	40	
totaal P	50	22
metalen particulier		
- filtratie/destructie per monster	100	60
- per element (Cd,Cu,Zn,Pb,.)	17	15
metalen opgelost		
- extractie per monster	100	60
- per element (Cd,Cu,Zn,Pb,.)	17	15
OCB's/PCB's (incl $\gamma$ -HCH)	250	230
PAK's	170	230

### zwevende stof:

parameter	analysekosten (uitbesteed) per analyse f.	analyse(mens)tijd RIZA minuten
metalen particulier		
- ontsluiting per monster	130	30
- per element (Cd,Cu,Zn,Pb,.)	17	15
OCB's/PCB's (incl $\gamma$ -HCH)	345	500
PAK's	170	500

## Exploitatiekosten

Meetschip RIZA	310 / uur
Meetschip Gem Rotterdam	450 / uur

## Bijlage B ParCom stoffenlijst

Bron: Paris convention for the prevention of marine pollution sixth meeting of the ad hoc working group on input data, London 1-3 March 1994.

### Verplichte parameters:

Kwik (Hg)  
Cadmium (Cd)  
Koper (Cu)  
Zink (Zn)  
Lood (Pb)  
Gamma-HCH (Lindaan)  
Ammonium-N (NH<sub>4</sub>-N)  
Nitraat-N (NO<sub>3</sub>-N)  
Ortho-Fosfaat-P (PO<sub>4</sub>-P)  
Totaal N  
Totaal P  
Zwevende Stof  
Saliniteit (in zout water)

### Geadviseerde parameters:

PCB's (28,52,101,118,153,138,180)  
Koolwaterstoffen  
Andere stabiele halogeen koolwaterstoffen.

## Bijlage C      Uitwerking Tracerproef

Om een goede inschatting van de benodigde hoeveelheden tracer te maken en om de optredende concentraties en de daaraan verbonden risico's in te kunnen schatten zijn enige berekeningen gedaan.

De concentratie tracer in het hart van een vlek is te berekenen uit (pers comm. J.M. Suijlen):

$$C_{\max}(t) = \left(\frac{M}{h}\right) a t^{-b}$$

- t        = tijd na lozing in seconden  
 M        = geloosde massa in kilogrammen  
 h        = laag waarover tracer gemengd is in meters  
 a en b   = diffusieparameters

De afstand vanaf het lozingspunt bij de Botlek (km 1014,5) tot de Kruitsteiger (km 1023) is 8,5 kilometer, bij een gemiddelde stroomsnelheid van 1 m/s betekent dit een looptijd van 8500 seconden of 2 uur en twintig minuten. Voor nederlandse estuaria (Eems en Schelde zijn als diffusieparameters voor  $t \leq 36000$  gevonden:  $a=30000$  en  $b=2.5$ . Bij een diepte van de zoete laag van ongeveer 10 m betekent dit dat, als de vlek voorbij de Kruitsteiger komt,  $C_{\max} = 4.5 \cdot 10^{-7} M$  in  $\text{kg/m}^3$

De detectiegrens voor Rhodamine ligt op ca. 40 picogram/ $\ell$  terwijl de achtergrondconcentraties in het Rijnwater zijn voor:

Rhodamine WT	200 picogram/ $\ell$
Sulfa-rhodamine-g	200 picogram/ $\ell$
Sulfa-rhodamine-b	10 nanogram/ $\ell$

Wanneer een concentratiepiek van tenminste tien maal de achtergrondconcentratie gewenst is, is dus als geloosde massa minstens vereist (bij geen verlies):

Rhodamine WT	4.5 gram
Sulfa-rhodamine-g	4.5 gram
Sulfa-rhodamine-b	222 gram

Om de concentraties direct na lozing te schatten kan nu berekend worden wat de concentratie is vijf minuten na lozing bij menging over 1 meter voor Rhodamine WT en Sulfa-rhodamine-g:

$$C_{\max}(t) = \left(\frac{0,0045}{1}\right) 30000 300^{-2,5} = 0.000087 \text{kg/m}^3 = 0.087 \text{ mg/l}$$

en voor Sulfa-rhodamine-b:

$$C_{\max}(t) = \left(\frac{0,222}{1}\right) 30000 300^{-2,5} = 0,0043 \text{ kg/m}^3 = 4,3 \text{ mg/l}$$

Het risico van Rhodamine WT en Sulfa-rhodamine voor levende organismen kan worden ingeschat aan de hand van toxiciteitsgegevens voor de meest gevoelige organismen (volgens DGW notitie GWAO-90.10107):

#### **Rhodamine WT**

De No Observed Effect Concentration (NOEC) (groeiremming, 96 u.) voor de algensoort *Stephanodiscus hantzschii* is: 2,7 mg/l

De NOEC voor de mossel *Mytilus edulis* (48 u.) is: 3,2 mg/l

De NOEC voor *Daphnia magna* (watervlo, 21 d. reproductie) en *Jordanella floridae* (vis, 34 d. groei) zijn: > 8,5 mg/l

#### **Sulfa-rhodamine**

LC<sub>50</sub> 24 u. Guppy: > 58 mg/l

LC<sub>50</sub> 72 u. *Daphnia magna*: > 58 mg/l

(chronische toxiciteitsgegevens ontbreken)

Er bestaan geen aanwijzingen voor carcinogeniteit of teratogeniteit van de stoffen. Door de goede oplosbaarheid in water is er geen sprake van bioconcentratie.

Om een goede waarneming van de voorbijkomende pluim te garanderen in het wenselijk de lozing en de bemonsteringsinspanning aan de werkelijk optredende situatie aan te passen. De bemonsteringsfrequentie zal aangepast dienen te worden aan de rivierafvoer. Het zal tevens wenselijk zijn de lozing over enige tijd te verlengen (constante lozing over een periode tot een uur) om de invloed van de steile concentratiegradiënten op de vrachtbepaling te verminderen. Dit zal tot hogere lozingsmassa's leiden zonder dat de maximale concentratie in het water overigens verandert.



**hoofdkantoor**  
Rotterdamseweg 185  
postbus 177  
2600 MH Delft  
telefoon (015) 56 93 53  
telefax (015) 61 96 74  
telex 38176 hydel-nl

**locatie 'De Voorst'**  
Voorsterweg 28, Marknesse  
postbus 152  
8300 AD Emmeloord  
telefoon (05274) 29 22  
telefax (05274) 35 73  
telex 42290 hylvo-nl

