



## **Gedrag van zware metalen en fosfaat tijdens de proef met de Haringvlietsluizen (maart 1997)**

**RIZA werkdocument 2000.121X**

Project nr 6100.10.01

Dordrecht, september 2000

Auteurs: Gerard van den Berg en Gertjan Zwolsman  
(RIZA-WST)

---

## Inhoudsopgave

---

### Inhoudsopgave 2

#### 1 Achtergrond 3

#### 2 Monstername en analyse 4

##### 2.1 Monstername 4

##### 2.2 Analyse 5

#### 3 Resultaten en discussie 7

##### 3.1 Zwevend stofconcentraties 7

##### 3.2 Kwaliteit zwevend stof 8

##### 3.3 Opgeloste metalen 9

##### 3.4 Nutriënten 10

#### 4 Conclusies 12

#### Referenties 13

#### Bijlage 1 Karakteristieken van het zwevende stof 14

#### Bijlage 2 Karakteristieken van het oppervlaktewater 15

---

# 1 Achtergrond

---

RIZA-WST is door het RIKZ verzocht om tijdens de proef met gedeeltelijk geopende Haringvlietsluizen (maart 1997) onderzoek uit te voeren naar mobilisatie van fosfaat. Hiervoor bestaan indicaties vanuit labstudies (Wijdeveld, 1999) en veldstudies (Zwolsman, 1994). Omdat naast verhoogde concentraties aan fosfaat ook mobilisatie van zware metalen kan optreden in estuariene systemen (Zwolsman *et al.*, 1997; Wijdeveld, 1999) is, op initiatief van RIZA-WST, tevens onderzoek uitgevoerd naar het vrijkomen van zware metalen. Op dit moment is onduidelijk in hoeverre mobilisatie van zware metalen en fosfaat optreedt in zoetwatersystemen die onder invloed komen van zout water, zoals het geval is bij uitvoering van de Kierfase of het beheer volgens Getemd Getij in het Haringvliet (zie MER-rapportage, 1999). De proef biedt de mogelijkheid om de waterkwaliteitseffecten in het Haringvliet te bestuderen die plaatsvinden ten gevolge van een kortdurende openstelling van de sluizen.

In dit werkdocument worden de resultaten gepresenteerd van de chemische metingen die zijn uitgevoerd tijdens de proef met de Haringvlietsluizen. Tevens wordt een korte interpretatie gegeven van de meetresultaten.



---

## 2 Monsternamen en analyse

---

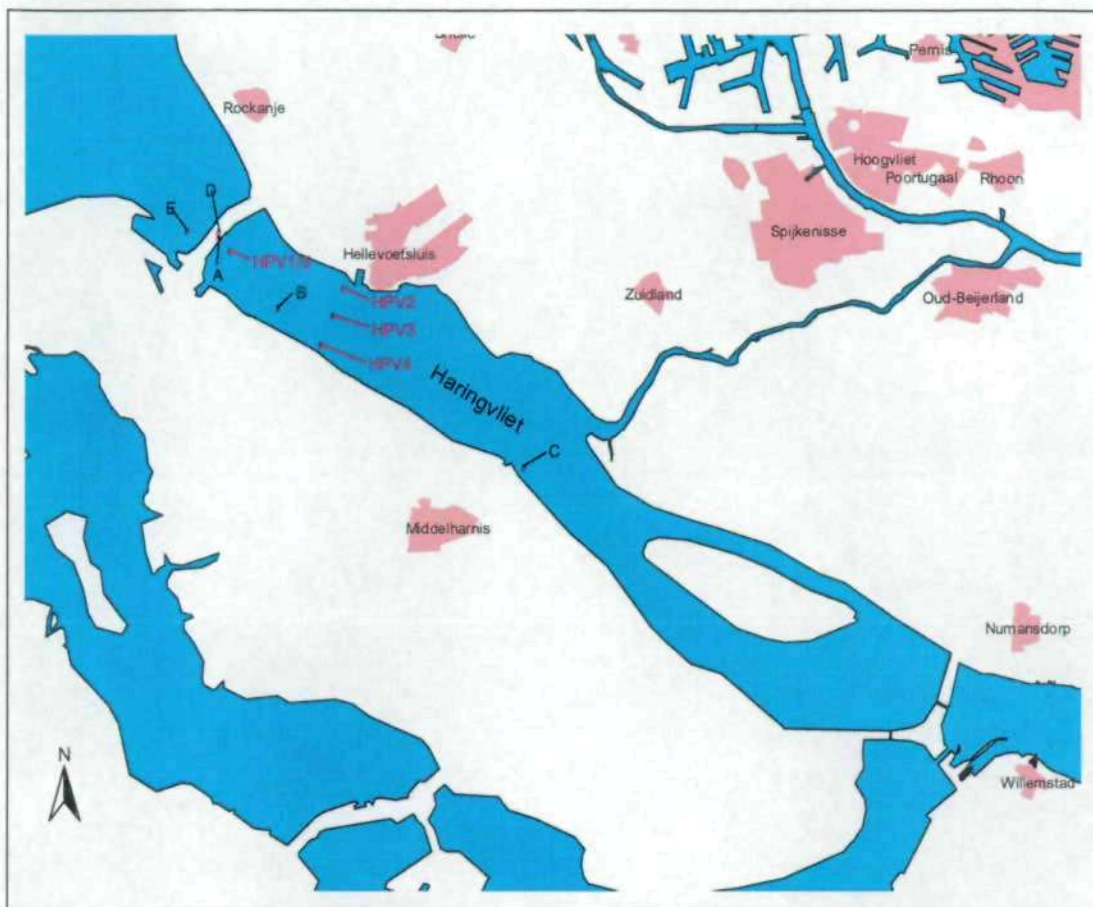
### 2.1 Monsternamen

De monsternamen heeft plaatsgevonden op 13 maart 1997 (tijdens de proef) en op 21 maart 1997 (na de proef). Tijdens beide vaartochten is oppervlaktewater verzameld met behulp van het pompsysteem van de boot en zwevend stof met behulp van de doorstroomcentrifuge.

Gedurende de eerste monsternamedag (13 maart) zijn monsters genomen op een vijftal locaties (A-E; zie figuur 2.1). Begonnen is nabij de Haringvlietsluizen (locatie A) en vervolgens is stroomopwaarts gevaren naar locatie C. Daarna is teruggekeerd naar de sluizen (locatie D) en is zeewaarts van de sluizen op locatie E een monster genomen. De monsters op de locaties A en B zijn genomen op verschillende dieptes (locatie A 1-5 m; locatie B 0,5-1,0 m), d.w.z. bij verschillende saliniteiten (vanwege de verticale gelaagdheid). In tabel 2.1 wordt een overzicht gegeven van de parameters die tijdens de monstercampagne zijn gemeten met de meetvis. De monsters kunnen worden gekarakteriseerd als zoet (nrs 8 en 9), zwak brak (nrs 1-7) en brak (nrs 10 en 11). De zwak brakke monsters bevatten minder dan 15% zeewater; de brakke monsters bevatten 20-37% zeewater.

Gedurende de tweede monsterdag (21 maart) zijn monsters genomen aan de binnenkant van de sluizen op een viertal locaties (zie figuur 2.1). De eerste en de laatste monsters zijn genomen op dezelfde locatie (HPV1 ten HPV5 hebben dezelfde coördinaten). Per locatie is zowel de bovenste als de onderste helft van de waterkolom bemonsterd (de monsters 1, 3, 5, 7 en 9 een halve meter boven de waterbodem en de monsters 2, 4, 6, 8 en 10 een halve meter onder het wateroppervlak). In tabel 2.2 wordt een overzicht gegeven van de parameters gemeten met de meetvis. Duidelijk is dat de (verticale) zoutgradiënt, die tijdens de proef werd gemeten, weer is verdwenen. Het water is weer volledig zoet.

Figuur 2.1 Overzicht van het Haringvliet en de ligging van de monsterlocaties.



## 2.2 Analyse

Na de monsternamen heeft filtratie plaatsgevonden en is het watermonster ten behoeve van analyse van nutriënten ingevroren. Het watermonster voor analyse van metalen is gefiltreerd en aangezuurd. Hierbij is gebruikgemaakt van standaard procedures, zoals een teflon filtratieblok, geplaatst in een laminaire-flowkast, zuurgespoelde filters, etc. Zwendend stofmonsters zijn tevens ingevroren. Analyse heeft plaatsgevonden bij de laboratoria van het RIKZ volgens standaard zeewatertechnieken. Metalen en zwevend stof zijn geanalyseerd bij het RIKZ-laboratorium in Haren; nutriënten bij het RIKZ-laboratorium in Middelburg. Destructie van zwevend stof heeft plaatsgevonden met  $\text{HNO}_3$  in gesloten teflonbommen met microwave heating en analyse heeft plaatsgevonden met ICP-AES. POC is bepaald na aanzuren door middel van pyrolyse en  $\text{CO}_2$ -analyse. De blanco voor opgeloste metalen (demiwater door filtratieblok en aanzuren) bevat  $0,6 \mu\text{g l}^{-1}$  Zn. De opgeloste concentraties aan andere metalen in de blanco vallen onder de detectielimiet ( $0,3 \mu\text{g l}^{-1}$  Cr;  $0,01 \mu\text{g l}^{-1}$  Cd;  $0,1 \mu\text{g l}^{-1}$  Cu;  $0,3 \mu\text{g l}^{-1}$  Ni;  $0,1 \mu\text{g l}^{-1}$  Pb).



**Tabel 2.1**      Overzicht van de  
parameters geme-  
ten met de meetvis  
op 13 maart 1997.

nr	locatie	coördinaat		tijdstip [h:min]	Cl [mg l <sup>-1</sup> ]	T [°C]	pH [-]	O <sub>2</sub> [mg l <sup>-1</sup> ]
		x	y					
1	A	63.019	428.034	11:40-12:10	2.778	8,9	7,83	9,9
2	A			12:40-13:00	2.049	9,1	7,83	9,6
3	A			13:20-13:40	1.726	9,2	7,84	9,7
4	A			13:55-14:15	1.164	9,4	7,83	9,6
5	B	65.000	425.900	15:12-15:32	819	9,5	7,80	9,3
6	B			15:55-16:15	485	9,6	7,82	9,5
7	B			16:30-16:50	393	9,8	7,80	9,5
8	B			17:00-17:20	189	9,8	7,79	9,5
9	C	73.010	421.080	19:05-19:25	71	10,1	7,72	9,6
10	D	63.030	428.200	20:45-21:05	3.821	8,9	7,93	9,9
11	E	62.002	428.254	22:10-22:30	7.179	8,2	7,95	10,0

**Tabel 2.2**      Overzicht van de  
parameters geme-  
ten met de meetvis  
op 21 maart 1997.

nr	locatie	coördinaat		tijdstip [h:min]	Cl [mg l <sup>-1</sup> ]	T [°C]	pH [-]	O <sub>2</sub> [mg l <sup>-1</sup> ]
		x	y					
1	HPV1	63.396	427.644	10:10-11:10	165	9,7	8,13	10,4
2	HPV1			10:10-11:10	147	9,5	8,14	10,5
3	HPV2	67.121	426.510	12:50-13:25	123	9,8	8,07	10,7
4	HPV2			12:50-13:25	129	9,8	8,11	10,6
5	HPV3	66.802	425.686	14:10-14:45	107	9,8	8,13	10,6
6	HPV3			14:10-14:45	103	9,8	8,09	10,6
7	HPV4	66.383	424.798	15:50-16:25	140	9,6	8,14	10,7
8	HPV4			15:50-16:25	138	9,6	8,14	10,7
9	HPV5	63.396	427.644	17:10-17:49	115	9,7	8,18	10,7
10	HPV5			17:10-17:49	115	9,7	8,15	10,7

## 3 Resultaten en discussie

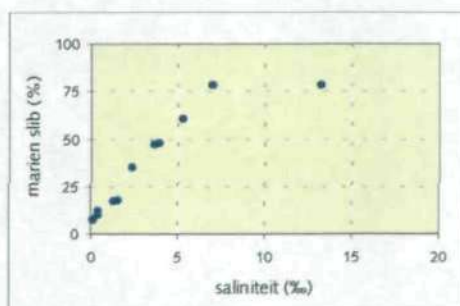
### 3.1 Zwevend stofconcentraties

De meetresultaten van beide vaartochten zijn weergegeven in bijlage 1 (zwevend stof) en bijlage 2 (waterfase). Opvallend is dat gedurende de proef de zwevend stofconcentraties in het zoete en zwak brakke gebied gemiddeld  $13 \text{ mg l}^{-1}$  waren, terwijl in het brakke gebied sterk verhoogde zwevend stofconcentraties werden gemeten (tot  $75 \text{ mg l}^{-1}$ ). Dergelijke hoge waarden worden toegeschreven aan erosie van slib in de Voordelta (zie Van Wijngaarden, 1998). Na de proef was de gemiddelde zwevende stofconcentratie  $8,0 \text{ mg l}^{-1}$ , waarbij de concentratie zwevende stof in het onderste deel van de waterkolom ( $9,1 \text{ mg l}^{-1}$ ) iets hoger was dan in het bovenste deel van de waterkolom ( $6,9 \text{ mg l}^{-1}$ ; zie bijlage 2).

Een schatting van het gehalte aan marien materiaal in het bemonsterde zwevende stof is gemaakt op basis van gehalten aan Ca in zwevend stof, waarbij wordt aangenomen dat Ca zich conservatief gedraagt. In het bemonsterde zwevende stof komt Ca voornamelijk voor in kalk (de hoeveelheid  $\text{CaCO}_3$  berekend uit het gehalte Ca komt ongeveer overeen met de hoeveelheid kalk berekend uit anorganisch C). Door Van Wijngaarden (1998) is eerder aangetoond dat zowel kalk als organisch stof tijdens de proef niet worden beïnvloed door interne productie en/of afbraak. Voor de schatting van het gehalte aan marien slib in de zwevende stof monsters is verder aangenomen dat het fluviatiele eindlid 9% kalk en het mariene eindlid 27% kalk bevat (gebaseerd op metingen van anorganisch koolstof; zie Van Wijngaarden, 1998). Gebaseerd op gemeten Ca-gehalten (zie bijlage 1) bedraagt het aandeel marien slib in het bemonsterde zwevend stof tijdens de proef tussen 7,6 en 78%.

In figuur 3.1 is het aandeel marien slib in het zwevende stof uitgezet als functie van de saliniteit. Duidelijk is dat een beperkte saliniteitsstijging (van 0 naar 7‰, ofwel een bijmenging van 0 tot 20% zeewater) reeds resulteert in een enorme toename in het aandeel marien slib in het zwevende stof (van 7,6% naar 78% marien slib). Dit is eerder aangegeven door Van Wijngaarden (1998).

**Figuur 3.1** Het aandeel marien slib in het zwevende stof als functie van de saliniteit tijdens de proef (13 maart 1997).



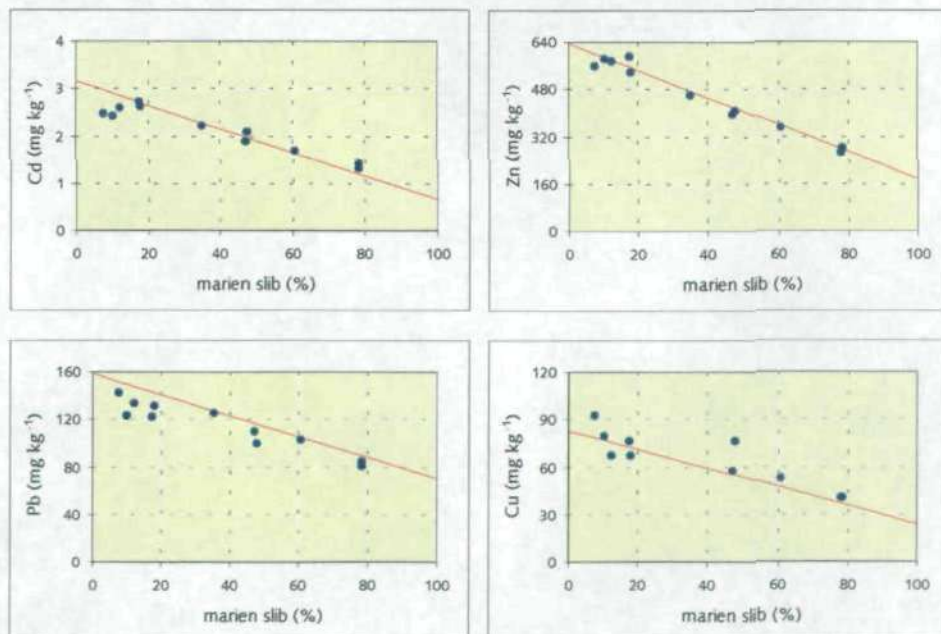


### 3.2 Kwaliteit zwevend stof

Het zwevende stof in het Haringvliet wordt gekarakteriseerd door sterk verhoogde gehalten aan zware metalen ten opzichte van het zwevende stof in de Noordzee. Door menging van marien en fluviatiel zwevend stof zal daarom variatie optreden in de gehalten aan zware metalen in het zwevende stof in het door de opening beïnvloede gebied.

De relatie tussen de gehalten aan metalen en het aandeel marien en fluviatiel materiaal in het zwevende stof geeft een eerste indruk of metalen zich conservatief gedragen, d.w.z. of de gemeten metaalgehalten verklaard kunnen worden door menging van marien en fluviatiel zwevend stof, zoals getoond in figuur 3.1. In figuur 3.2 is het gemeten gehalte aan zware metalen (Zn, Cd, Pb en Cu) uitgezet tegen het aandeel marien slib in het zwevende stof, berekend op basis van het Ca-gehalte in het zwevende stof (de uitschieter van 130 mg kg<sup>-1</sup> Cu is niet weergegeven). Daarnaast is in figuur 3.2 voor elk metaal de conservatieve menglijn weergegeven. Als zoet eindlid is gekozen voor de gemiddelde concentratie in het zwevende stof (toplaag en onderste waterlaag) in de periode na de openstelling (zie bijlage 1). Opgemerkt kan worden dat in deze monsters de gehalten aan Pb sterk variëren. Als zout eindlid is gekozen voor de gemiddelde gehalten aan metalen in (marien) zwevend stof in de kustzone, zoals gepubliceerd door Laane *et al.* (1999). Uit figuur 3.2 wordt geconcludeerd dat zware metalen in het zwevende stof zich conservatief gedragen, d.w.z. dat de waargenomen gehalten kunnen worden verklaard door menging van fluviatiel materiaal en marien materiaal. Alleen in de laagsaliene zone vallen de gehalten aan Cd iets onder de conservatieve menglijn. De meetresultaten voor Pb vallen alle onder de conservatieve menglijn. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de grote variatie in gehalten aan Pb in het zwevend stof na de proef.

**Figuur 3.2** Gehalten aan zware metalen (Cd, Zn, Pb en Cu) in zwevend stof als functie van het aandeel marien slib tijdens de proef. De rode lijn geeft conservatief gedrag aan.

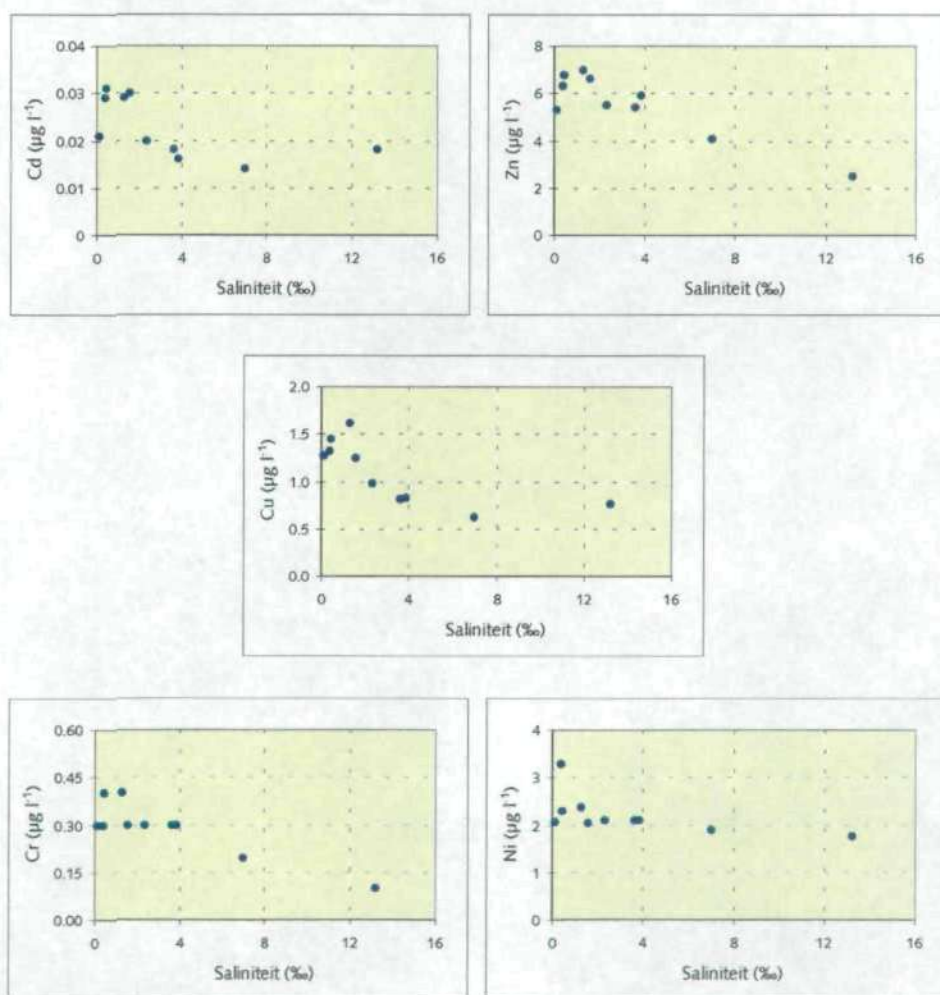




### 3.3 Opgeloste metalen

In figuur 3.3 zijn de gemeten concentraties aan zware metalen (Cd, Cr, Cu, Ni en Zn) in de waterfase tijdens de proef weergegeven (Pb is niet weergegeven, omdat de metingen allemaal onder de detectielimiet vallen). De concentraties voor het eerste monster van locatie A zijn niet weergegeven, omdat dit monster waarschijnlijk is gecontamineerd (zie bijlage 2). Uit de metingen komt naar voren dat de opgeloste metaalconcentraties in het algemeen afnemen naarmate de saliniteit toeneemt. Dit patroon kan worden toegeschreven aan het verschil in opgeloste metaalconcentraties in het Haringvliet en in de Noordzee. Menging van zoet en zout water resulteert daarom in een verlaging van de concentraties aan metalen (vergelijkbaar met metaalgehalten in zwevend stof). Opmerkelijk is echter dat geen van de opgeloste metalen een duidelijk lineair verband vertoont met de saliniteit. In de laagsaliene zone (0-2 promille saliniteit) wordt zelfs een lichte toename in opgeloste metaalconcentraties waargenomen.

**Figuur 3.3** Opgeloste concentraties aan zware metalen (Cd, Zn, Cu, Cr en Ni) als functie van saliniteit tijdens de proef.





Door de verdeling van metalen tussen de vaste fase en de opgeloste fase is de waterfase het meest gevoelig voor veranderingen in het gedrag van metalen en zal mobilisatie van metalen in eerste instantie meetbaar zijn in de waterfase. De waargenomen mobilisatie van metalen bij een lichte toename in saliniteit kan worden verklaard door nalevering van metalen uit de waterbodem. Hierbij kan complexatie met chloride een belangrijke rol spelen. Mogelijk speelt ook flocculatie tijdens menging een rol (met name voor Cu). Onduidelijk is in hoeverre de waargenomen mobilisatie van metalen wordt beïnvloed door tijdelijke zuurstofloosheid aan het sediment-water-grensvlak. Opmerkelijk is in dit kader het gedrag van Mn, dat in veel lagere gehalten wordt gemeten in het zwevende stof tijdens de proef dan na de proef (zie bijlage 1). Dit zou kunnen duiden op zuurstofloosheid tijdens de proef.

**Geconcludeerd moet worden dat de concentratie aan opgeloste zware metalen zal toenemen bij een openstelling van de Haringvlietsluizen.** Deze nalevering vindt vooral plaats in het gebied waar de zoet-zoutovergang begint. De mate van mobilisatie van metalen wordt in sterke mate bepaald door de contacttijd. De geringe contacttijd met zout water is waarschijnlijk één van de belangrijkste redenen waarom geen sterke verhoging in opgeloste concentraties aan metalen is gemeten tijdens de proef. Experimenten die door WL I Delft Hydraulics zijn uitgevoerd (Wijdeveld, 1999) wijzen uit dat de contacttijd in sterke mate de mobilisatie van zware metalen (Cd, Ni en Zn) en fosfaat beïnvloedt. Dit zal in het veld verder onderzocht moeten worden.

### 3.4 Nutriënten

In figuur 3.4 is duidelijk zichtbaar dat de concentraties aan nutriënten in het oppervlaktewater worden beïnvloed door een variatie in saliniteit:

- nitraat en nitriet nemen lineair af met een toename in saliniteit;
- ammonium neemt sterk toe bij lage saliniteit (van  $108 \mu\text{g l}^{-1}$  in het zoete water naar  $166 \mu\text{g l}^{-1}$  bij een saliniteit van 7‰), terwijl de concentratie weer afneemt bij hogere saliniteit;
- ortho-fosfaat neemt licht toe (van  $74$  naar  $86 \mu\text{g l}^{-1}$ ) in het lage saliniteitsgebied (0-2‰) en neemt bij een verhoging in saliniteit af;
- DOC vertoont een beeld dat vergelijkbaar is met ortho-fosfaat;
- opgelost silicium neemt lineair af met toenemende saliniteit.

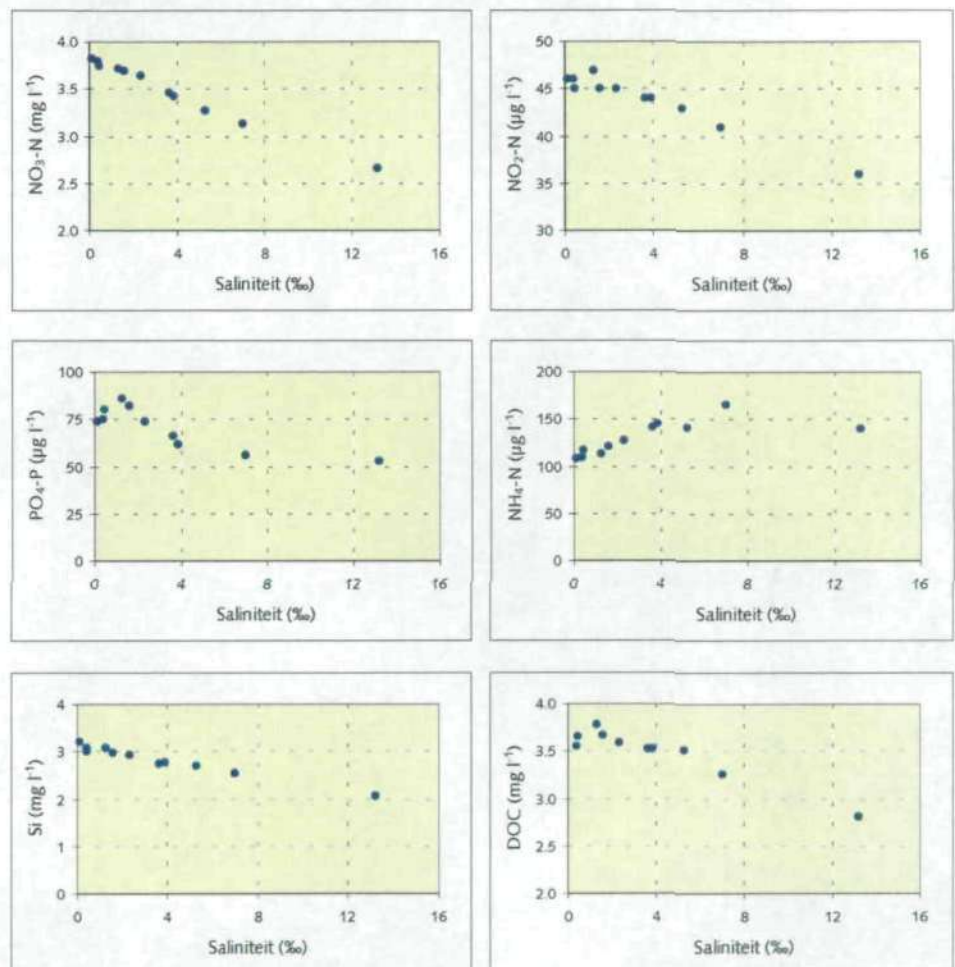
Opgemerkt kan worden dat de zoete eindleden, zoals gemeten tijdens de proef overeenkomen met de concentraties gemeten na de proef (zie bijlage 2).

Zoet water wordt gekarakteriseerd door hogere concentraties aan nutriënten dan zout water. De lineaire afname in concentraties aan nitraat, nitriet en silicium die wordt gemeten met een toename in saliniteit tijdens de proef kan dan ook worden verklaard door conservatieve menging van zoet en zout water. Dit wordt ondersteund door extrapolatie van de meetgegevens naar puur zeewater (saliniteit 35‰). Bij een dergelijke saliniteit zou de nitraatconcentratie  $0,7 \text{ mg l}^{-1}$ , de nitrietconcentratie  $18 \mu\text{g l}^{-1}$  en de opgelost siliciumconcentratie  $0,3 \text{ mg l}^{-1}$  zijn. Dergelijke concentraties worden inderdaad gemeten in de kustzone (bijv. de Walcheren-raai). De meest voor de hand liggende verklaring voor de toename in ammonium is nalevering uit de waterbodem. Het poriewater in de waterbodem wordt in het algemeen gekarakteriseerd door sterk verhoogde ammoniumconcentraties (ten gevolge van anaërobe afbraak van organisch stof en beperkte nitrificatie).



Een lichte toename in ammonium is ook waargenomen tijdens de experimenten met de slijbcarroussel bij WL I Delft Hydraulics, waarmee het effect van verzouting op de waterkwaliteit in het Haringvliet is onderzocht (zie Wijdeveld, 1999). Hoewel slechts meetbaar in een beperkt saliniteitsbereik wordt ook een toename in ortho-fosfaat gemeten bij een toename in saliniteit. Dit kan worden verklaard door oplossing van ijzerhydroxiden in de waterbodem in combinatie met desorptie van fosfaat. Nalevering vanuit de waterbodem wordt verder ondersteund door de toename in DOC bij een lage saliniteitsverhoging (ook DOC komt in sterk verhoogde concentraties voor in poriewater). Evenals voor ammonium speelt voor het vrijkomen van ortho-fosfaat en DOC een eventuele zuurstofloosheid van de onderste waterlaag een belangrijke rol. Zuurstofmetingen aan het sediment-water grensvlak zijn helaas niet uitgevoerd tijdens de proef zodat onduidelijk is in hoeverre dit een rol heeft gespeeld.

**Figuur 3.4** Concentraties aan nutriënten en DOC als functie van de saliniteit tijdens de proef.



---

## 4 Conclusies

---

1. Tijdens de proef met de Haringvlietsluizen heeft enige mate van mobilisatie van zware metalen, fosfaat en ammonium plaatsgevonden.
2. De mate waarin mobilisatie van metalen en fosfaat zal plaatsvinden bij een ander beheer van de sluisen is vooralsnog onduidelijk. Uit de resultaten met de slibcarrousel is wel gebleken dat de mobilisatie in sterke mate wordt beïnvloed door de contacttijd.
3. Op basis van deze metingen wordt aanbevolen om in het monitoringsplan voor een ander beheer van de Haringvlietsluizen voldoende aandacht te schenken aan reguliere meting van relevante chemische parameters in het door zout beïnvloede gebied.



---

## Referenties

---

- Laane, R.W.P.M., H.L.A. Sonneveldt, A.J. van der Weijden, J.P.G. Loch & G. Groeneveld, 1999. Trends in the spatial and temporal distribution of metals (Cd, Cu, Zn and Pb) and organic compounds (PCBs and PAHs) in Dutch coastal zone sediments from 1981 to 1996: a model case study for Cd and PCB's. *Journal of Sea Research* 41, 1-17.
- Wijdeveld, A.J., 1999. Invloed verzouting Haringvliet op mobilisatie zware metalen en fosfaat. WL | Delft Hydraulics rapport T2387.
- Wijngaarden, M. van, 1998. Sedimenttransport tijdens de proef met open Haringvlietsluizen op 11 en 14 maart 1997. RIZA werkdocument 98.020X.
- Zwolsman, J.J.G., 1994. Seasonal variability and biogeochemistry of phosphorus in the Scheldt estuary, South-west Netherlands. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 39, 227-248.
- Zwolsman, J.J.G., G.T.M. van Eck & C.H. van der Weijden, 1997. Geochemistry of dissolved trace metals (Cd, Cu, Zn) in the Scheldt estuary. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 61, 1635-1652.

## Bijlage 1 Karakteristieken van het zwevende stof

monster	locatie	POC	TotC	Al	Ca	Mg	P	Mn	Fe	K	Na
		%		g kg <sup>-1</sup>							
1	A	3,1	5,5	60	80	12,7	2,1	1,07	38	15	5,5
2	A	3,3	5,4	60	70	12,7	2,3	0,96	38	16	4,8
3	A	3,2	5,2	62	70	12,8	2,1	1,07	40	20	4,1
4	A	3,5	5,4	64	61	12,7	2,3	1,10	41	21	3,7
5	B	3,5	4,9	70	49	13,5	2,5	1,13	43	22	2,6
6	B	3,6	5,7	73	42	13,8	2,7	1,16	45	23	1,9
7	B	3,5	4,8	70	45	13,5	2,7	1,17	44	22	1,4
8	B	3,5	4,7	75	43	13,8	2,5	1,18	44	24	1,5
9	C	3,6	5,1	70	49	13,9	2,4	1,24	45	24	1,0
10	D	3,2	5,8	53	92	12,5	1,7	1,06	35	14	10,4
11	E	3,2	5,8	50	92	11,8	1,7	1,03	34	13	6,2
1	HPV1	3,6	5,2	72	51	13,3	2,5	1,84	42	18	1,4
2	HPV1	3,8	5,3	73	52	13,1	2,7	1,96	43	18	1,4
3	HPV2	4,0	5,4	70	48	13,2	2,8	1,87	43	23	1,2
4	HPV2	3,8	5,1	69	49	12,9	2,7	1,75	42	22	1,3
5	HPV3	3,8	5,3	68	49	13,6	2,7	1,80	43	22	1,2
6	HPV3	4,1	5,4	69	46	13,0	2,7	1,71	42	23	1,2
7	HPV4	3,4	4,8	60	51	11,4	2,4	1,32	38	19	1,2
8	HPV4	4,3	5,2	66	51	11,9	2,6	1,82	39	21	1,2
9	HPV5	4,1	5,4	67	48	12,1	2,7	1,76	42	22	1,1
10	HPV5	4,2	5,6	66	48	13,1	2,7	1,69	42	21	1,1

monster	locatie	As	Cd	Ce	Co	Cr	Cu	Hg	La	Li	Nd	Ni	Pb	Zn
		mg kg <sup>-1</sup>												
1	A	21	1,7	54	13	113	53	0,7	29	62	28	46	103	350
2	A	21	2,1	52	14	125	77	0,8	33	68	27	50	100	407
3	A	21	1,9	53	14	125	58	0,7	32	75	27	46	110	394
4	A	21	2,2	62	15	131	130	0,8	31	89	27	55	126	463
5	B	21	2,6	62	17	142	67	0,9	34	83	30	60	132	539
6	B	21	2,5	63	18	141	93	0,8	36	90	29	61	142	560
7	B	20	2,6	61	16	129	67	0,8	36	84	29	62	133	575
8	B	22	2,4	64	17	144	80	0,9	36	105	32	62	123	584
9	C	21	2,7	60	18	148	77	0,9	37	91	31	57	122	591
10	D	21	1,3	47	11	109	41	0,6	26	50	24	35	85	263
11	E	21	1,4	46	11	108	40	0,6	26	56	24	33	80	282
1	HPV1	21	3,5	59	18	149	118	1,1	33	88	30	60	146	628
2	HPV1	21	3,3	59	18	155	84	1,0	35	78	29	62	148	628
3	HPV2	21	2,8	59	18	148	99	1,0	36	93	31	66	151	640
4	HPV2	20	2,8	63	17	146	70	1,0	34	84	29	60	143	618
5	HPV3	20	3,2	56	20	150	91	1,0	36	92	30	67	181	661
6	HPV3	21	3,0	55	17	148	69	1,0	35	91	31	61	157	646
7	HPV4	20	3,5	58	17	141	76	1,0	33	74	28	60	159	614
8	HPV4	21	3,2	53	17	141	72	1,0	35	76	29	64	170	626
9	HPV5	20	3,1	60	19	143	81	1,0	34	92	29	64	167	647
10	HPV5	20	3,3	58	19	144	70	1,0	35	85	31	69	169	656

N.B. uitbijters zijn gearceerd.



## Bijlage 2 Karakteristieken van het oppervlaktewater

monster	locatie	zw stof mg l <sup>-1</sup>	Cl mg l <sup>-1</sup>	sal ‰	Cd	Cr	Cu μg l <sup>-1</sup>	Ni	Zn	Pb
1	A	19,1	2.910	5,3	0,026	0,5	1,61	2,09	7,9	< 0,1
2	A	12,0	2.143	3,9	0,016	0,3	0,83	2,10	5,9	< 0,1
3	A	14,1	2.004	3,6	0,018	0,3	0,82	2,09	5,4	< 0,1
4	A	13,6	1.293	2,3	0,020	0,3	0,98	2,08	5,5	< 0,1
5	B	9,9	879	1,6	0,030	0,3	1,25	2,03	6,6	< 0,1
6	B	6,7	713	1,3	0,029	0,4	1,62	2,37	7,0	< 0,1
7	B	9,1	246	0,4	0,031	0,4	1,45	2,29	6,8	< 0,1
8	B	9,5	219	0,4	0,029	0,3	1,32	3,29	6,3	< 0,1
9	C	12,2	66	0,1	0,021	0,3	1,27	2,06	5,3	< 0,1
10	D	73,3	3.882	7,0	0,014	0,2	0,62	1,88	4,1	< 0,1
11	E	75,0	7.303	13,2	0,018	0,1	0,76	1,77	2,5	< 0,1
1	HPV1	7,6			0,023	0,4	1,80	2,16	5,0	< 0,1
2	HPV1	6,2	153	0,3	0,019	0,4	1,56	2,09	5,2	< 0,1
3	HPV2	6,9			0,030	0,4	1,67	2,24	5,5	< 0,1
4	HPV2	6,6	137	0,2	0,028	0,4	1,64	2,15	5,5	< 0,1
5	HPV3	8,2			0,032	0,4	1,95	2,16	5,8	< 0,1
6	HPV3	7,3	104	0,2	0,031	0,4	1,86	2,16	6,0	< 0,1
7	HPV4	15,1			0,026	0,3	1,70	2,28	5,5	< 0,1
8	HPV4	7,0	148	0,3	0,027	0,3	1,69	2,31	5,3	< 0,1
9	HPV5	7,9			0,032	0,3	1,73	2,25	6,0	< 0,1
10	HPV5	7,3	121	0,2	0,030	0,3	1,54	2,21	5,7	< 0,1

monster	locatie	PO <sub>4</sub> -P μg l <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub> -N mg l <sup>-1</sup>	NO <sub>2</sub> μg l <sup>-1</sup>	NH <sub>4</sub> -N μg l <sup>-1</sup>	DOC mg l <sup>-1</sup>	Si mg l <sup>-1</sup>
1	A	66	3,27	43	142	3,51	2,70
2	A	62	3,43	44	145	3,53	2,77
3	A	66	3,46	44	141	3,53	2,76
4	A	74	3,64	45	128	3,59	2,93
5	B	82	3,70	45	121	3,67	2,98
6	B	86	3,72	47	113	3,78	3,09
7	B	80	3,74	45	117	3,66	3,00
8	B	75	3,79	46	109	3,56	3,09
9	C	74	3,82	46	108	3,78	3,20
10	D	56	3,13	41	166	3,66	2,56
11	E	53	2,66	36	140	3,56	2,06
1	HPV1						
2	HPV1	84	4,08	49	107	3,44	3,24
3	HPV2						
4	HPV2	76	4,14	49	108	3,32	3,31
5	HPV3						
6	HPV3	70	4,16	51	100	3,64	3,56
7	HPV4						
8	HPV4	84	4,20	51	106	3,52	3,42
9	HPV5						
10	HPV5	79	4,18	51	102	3,71	3,60

N.B. uitbijters zijn gearceerd.