

riza

postbus 17, 8200 AA Lelystad,
Maerlant 16, 8224 AC Lelystad
tel. 03200-70411, fax. 03200-49218
doorkiesnummer 03200-70610

**VERKENNEND ONDERZOEK
NAAR HET VOORKOMEN
VAN BRAKWATERMACRO-
EVERTEBRATEN AAN DE
OOST- EN WESTZIJDE VAN
DE HARINGVLIETSLUIZEN**

WERKDOCUMENT 95.059X
auteur(s) E. Reinhold-Dudok van Heel
datum juni 1995

Inhoudsopgave	blz
Lijst van figuren	4
Lijst van tabellen	6
Lijst van bijlagen	7
1 Samenvatting	9
2 Inleiding	11
2.1 Algemeen	11
2.2 Sluisbeheer ten behoeve van visintrekproef	11
3 Materiaal en methode	13
3.1 Locaties	13
3.2 Bemonstering	16
3.2.1 Tijdstip	16
3.2.2 Sedimentmonsters	16
3.2.3 Macrofaunamonsters	19
3.3 Analyses	20
3.3.1 Sedimentmonsters	20
3.3.2 Macrofaunamonsters	20
3.4 Verwerking van de gegevens	21
3.4.1 Chloridegehalte in de bodem	21
3.4.2 C ₁₂ /C ₁₃ -analyses	22
3.4.3 Macro-evertebraten	22
4 Resultaten	25
4.1 Sedimentanalyse	25
4.1.1 Fysische eigenschappen per onderzoekperiode	25
4.1.2 Typering van het water	32
4.1.3 Herkomst bepaling van het organisch stof	36
4.2 Macro-evertebraten	37
4.2.1 Benthische macro-evertebraten	37
4.2.2 Pelagische macro-evertebraten	49
4.2.3 Dichtheidsveranderingen van een aantal soorten gedurende het onderzoeksjaar	55
5 Discussie	61
5.1 De uitgangssituatie in juni 1993	61
5.2 Situatie 3 maanden voor zoutinlaat	64
5.2.1 Sedimentverandering	64
5.2.2 Soortensamenstelling	64
5.2.3 Situatie van de bodems ten westen van de Haring-vlietsluizen	66
5.3 Situatie 3 maanden na zoutinlaat	66
5.3.1 Sedimentverandering	66
5.3.2 De mesohaliene/polyhaliene bodems aan de west-zijde van de sluizen	66
5.3.3 De mesohaliene bodems aan de oostzijde van de sluizen	67
5.3.4 De oligohaliene bodems aan de oostzijde van de sluizen	68
5.4 Vergelijking met andere estuariene studies	69
6 Conclusies	73
7 Aanbevelingen	75
8 Dankwoord	76
Literatuur	77
Determinatieliteratuur	80

Lijst van figuren	blz
Figuur 3.1 Dieptekaart 1992 binnenzijde Haringvlietsluizen (verticale overdrijving 50x).	14
Figuur 3.2 Overzichtskaart Haringvlietsluizen en bemonsteringslocaties van de benthische macrofauna.	17
Figuur 3.3 Overzichtskaart Haringvlietsluizen en bemonsteringslocaties van de pelagische macrofauna (↔ = trek met sleepnet = bemonsteringslocatie).	18
Figuur 3.4 De constructie van het sleepnet in de boomkor.	19
Figuur 4.1 De zandfractie (% droge stof > 63 μ m) van de verschillende locaties op raai 2 en raai 4.	28
Figuur 4.2 Het organisch stofgehalte van de verschillende locaties op raai 2 en raai 4.	29
Figuur 4.3 Het chloridegehalte in de bodem van de verschillende locaties op raai 2 en raai 4.	30
Figuur 4.4 Het chloridegehalte van het water, 10 cm boven de bodem, van de verschillende locaties op raai 2 en raai 4.	31
Figuur 4.5 Het chloridegehalte in het water, 10 cm boven de bodem, en typering volgens McLusky et al. (1993) op iedere locatie in juni 1993.	34
Figuur 4.6 Het chloridegehalte in de bodem en typering volgens McLusky et al. (1993) op iedere locatie in juni 1994.	35
Figuur 4.7 Ordinatiediagram gebaseerd op Canonical Correspondence Analysis van de soortensamenstelling en fysische karakteristieken op iedere locatie in juni 1993. De soortscoderingen staan weergegeven in bijlage 3.1.	40
Figuur 4.8 Clusterdiagram gebaseerd op Two Way Indicator Species Analysis van de soortensamenstelling op iedere locatie in juni 1993.	42
Figuur 4.9 Ordinatiediagram gebaseerd op Canonical Correspondence Analysis van de soortensamenstelling en fysische karakteristieken op iedere locatie in januari 1994. De soortscoderingen staan weergegeven in bijlage 3.1.	44
Figuur 4.10 Clusterdiagram gebaseerd op Two Way Indicator Species Analysis van de soortensamenstelling op iedere locatie in januari 1994	45
Figuur 4.11 Ordinatiediagram gebaseerd op Canonical Correspondence Analysis van de soortensamenstelling en fysische karakteristieken op iedere locatie in juni 1994. De soortscoderingen staan weergegeven in bijlage 3.1.	47
Figuur 4.12 Clusterdiagram gebaseerd op Two Way Indicator Species Analysis van de soortensamenstelling op iedere locatie in juni 1994.	48

Lijst van figuren (vervolg)	blz
Figuur 4.13 De dichtheid van <i>Corophium</i> spp. bemonsterd tussen raai 1 en 2, raai 3 en 4, raai 5 en 6 in januari en juni 1994.	50
Figuur 4.14 De dichtheid van <i>Gammarus tigrinus</i> bemonsterd tussen raai 1 en 2, 3 en 4, 5 en 6 in januari en juni 1994.	51
Figuur 4.15 De dichtheid van <i>Neomysis integer</i> bemonsterd tussen raai 1 en 2, 3 en 4, 5 en 6 in januari en juni 1994.	52
Figuur 4.16 De dichtheid van <i>Crangon crangon</i> bemonsterd tussen raai 1 en 2, 3 en 4, 5 en 6 in januari en juni 1994.	53
Figuur 4.17 De dichtheid van <i>Palaemon longirostris</i> bemonsterd tussen raai 1 en 2, 3 en 4, 5 en 6 in januari en juni 1994.	54
Figuur 4.18 De dichtheid van <i>Chironomus</i> sp. bemonsterd in juni 1993 en juni 1994 op de verschillende locaties.	56
Figuur 4.19 De dichtheid van <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> bemonsterd in juni 1993 en juni 1994 op verschillende locaties.	57
Figuur 4.20 De dichtheid van <i>Pisidium</i> spp. bemonsterd in juni 1993 en juni 1994 op de verschillende locaties.	58
Figuur 4.21 De dichtheid van <i>Tubifex newaensis</i> bemonsterd in juni 1993, januari en juni 1994 op de verschillende locaties.	59
Figuur 5.1 De chloriniteitsrange van een aantal soorten uit verschillende onderzoeken en op iedere raai in juni 1993 en 1994 met de aanwezige dominante soorten.	62
Figuur 5.2 De chloriniteit uitgezet tegen de afstand tot de estuarium-monding met de typologie van macro-evertebraten van het Upper Forth-estuarium (Schotland; McLusky et al., 1993) en het Haringvliet.	71
Figuur 5.3 De chloriniteit uitgezet tegen de afstand tot de estuarium-mondingen en de typologie van macro-evertebraten in verschillende estuaria (Weser, Duitsland; Westerschelde, België).	72

Lijst van tabellen

blz

Tabel 2.1	Bedieningsprogramma van de sluisschuiven 11 en 12 van de Haringvlietsluizen, 2 keer in een etmaal gedurende de periode van macrofaunabemonstering.	12
Tabel 3.1	Diepte ten opzichte van NAP en x,y-coördinaten van iedere locatie.	15
Tabel 3.2	Bemonsteringsschema.	16
Tabel 3.3	Indeling naar type water aan de hand van chloriniteit of saliniteit volgens Redeke (1948), McLusky (1993) en Groen & Slager (1993).	21
Tabel 3.4	De verschillende opties binnen CANOCO van de ordeningen in iedere bemonsteringsperiode.	23
Tabel 3.5	De verschillende opties binnen TWINSPAN van de clusteringen in iedere bemonsteringsperiode.	23
Tabel 4.1	Bodemtype, organisch stofgehalte en chloridegehalte gemeten in water en bodem op iedere locatie in juni 1993, januari 1994 en juni 1994.	26
Tabel 4.2	De C_{12}/C_{13} -verhoudingen van een aantal geselecteerde locaties bemonsterd in januari en juni 1994.	36
Tabel 4.3	De eigenwaarden van de eerste en tweede as van de Canonical Correspondence Analysis diagrammen van de soorten en de monsters in de verschillende bemonsteringsperioden.	37
Tabel 4.4	De eigenwaarden van de belangrijkste TWINSPAN-verdelingen van de monsters in de verschillende bemonsteringsperioden.	37

Lijst van bijlagen

1. Beschrijving van het ordinatatieprogramma CANOCO.
- 2.1 Fysische analyses locaties A1, A2, A3, A4, A5 en A6.
- 2.2 Fysische analyses locaties B1, B2, B3, B4, B5 en B6.
- 2.3 Fysische analyses locaties C1, C2, C3, C4, C5 en C6.
- 2.4 Fysische analyses locaties D1, D2, D3, D4, D5 en D6.
- 2.5 Fysische analyses locaties E1, E2, E3, E4, E5 en E6.
- 2.6 Fysische analyses locaties F1, F2, F3, F4, F5 en F6.
- 2.7 Fysische analyses locaties H1, H2, H3, H4, H5 en H6.
- 2.8 Fysische analyses locaties I1, I2, I3, I4.

- 3.1 Verklaring van de codes van de soorten.
- 3.2a Dichtheid in N/m^2 per soort bemonsterd met boxcorer (locaties A1, A2, A3 en A4).
- 3.2b Dichtheid in N/m^2 per soort bemonsterd met boxcorer (locaties A5 en A6) en sleepnet (locaties A1A2, A3A4 en A5A6).
- 3.3a Dichtheid in N/m^2 per soort bemonsterd met boxcorer (locaties B1, B2, B3 en B4).
- 3.3b Dichtheid in N/m^2 per soort bemonsterd met boxcorer (locaties B5 en B6) en sleepnet (locaties B1B2, B3B4 en B5B6).
- 3.4a Dichtheid in N/m^2 per soort bemonsterd met boxcorer (locaties C1, C2, C3 en C4).
- 3.4b Dichtheid in N/m^2 per soort bemonsterd met boxcorer (locaties C5 en C6) en sleepnet (locaties C1C2, C3C4 en C5C6).
- 3.5a Dichtheid in N/m^2 per soort bemonsterd met boxcorer (locaties D1, D2, D3 en D4).
- 3.5b Dichtheid in N/m^2 per soort bemonsterd met boxcorer (locaties D5 en D6) en sleepnet (locaties D1D2, D3D4 en D5D6).
- 3.6a Dichtheid in N/m^2 per soort bemonsterd met boxcorer (locaties E1, E2, E3 en E4).
- 3.6b Dichtheid in N/m^2 per soort bemonsterd met boxcorer (locaties E5 en E6) en sleepnet (locaties E1E2, E3E4 en E5E6).
- 3.7a Dichtheid in N/m^2 per soort bemonsterd met boxcorer (locaties F1, F2, F3 en F4).
- 3.7b Dichtheid in N/m^2 per soort bemonsterd met boxcorer (locaties F5 en F6) en sleepnet (locaties F1F2, F3F4 en F5F6).
- 3.8 Dichtheid in N/m^2 per soort bemonsterd met boxcorer (locaties H1, H2, H3, H4, H5 en H6) en sleepnet (locaties H1H2, H3H4 en H5H6).
- 3.9 Dichtheid in N/m^2 per soort bemonsterd met boxcorer (locaties I1, I2, I3 en I4) en sleepnet (locaties I1I2 en I3I4).

1 Samenvatting

Eén van de doelstellingen van het Rijn-Actie Plan betreft het herstel van populaties anadrome trekvis in het stroomgebied van de Rijn. Vanuit zee kunnen de anadrome vissen in Zuidwest-Nederland via de Nieuwe Waterweg en de Haringvlietsluizen de rivieren optrekken. Echter bij het realiseren van deze doelstelling blijken de Haringvlietsluizen een grote barrière tussen de overgang van zee naar rivier te zijn.

Om de mogelijkheden tot bevordering van anadrome visintrek via de Haringvlietsluizen te onderzoeken zijn, afhankelijk van de afvoer van de Rijn, twee schuiven van de Haringvlietsluizen (11 en 12) in de periode van 22 maart - 18 juli 1994 gedurende het eerste uur na de eb/vloedkentering opengezet. Naast de vraag of er intrek van vis optreedt (Van Beek en Waardenburg, 1994) is ook de vraag gesteld of het inlaten van zout water leidt tot een sterke toename van pelagische -en benthische zoutwatermacro-evertebraten.

In het Haringvliet is op een afstand van 250 m aan de oostzijde van de Haringvlietsluizen een onderzoeksgebied (1000 m * 1000 m) gekozen met een grid van 200 m (36 locaties). Aan de westzijde van de Haringvlietsluizen zijn een zestal locaties gekozen op één lijn evenwijdig aan de sluizen; een viertal locaties meer westwaarts gelegen punten zijn gekozen op grond van sedimenttype. In totaal zijn er dus 10 locaties aan de westzijde van de Haringvlietsluizen geselecteerd. Op iedere locatie is onderzocht de soortensamenstelling en dichtheden per soort. Tevens is op iedere locatie een fysische bepaling van het sediment uitgevoerd.

Er zijn in de tijd drie macrofaunabemonsteringen uitgevoerd. Twee keer voorafgaand aan de openstelling (juni 1993 en januari 1994). Eén keer, circa 3 maanden, na het begin van de openstelling (juni 1994).

De benthische en pelagische soortengemeenschap, aanwezig in het onderzoeksgebied aan de oostzijde van de Haringvlietsluizen voor de start van het experiment met de sluizen, behoort tot het riviertype en het zoete estuariumtype. De benthische macrofaunagemeenschap wordt gedomineerd door de wormen *Limnodrilus claparedeanus*, *L. hoffmeisteri* en het Jenkins brakwaterhoorntje *Potamopyrgus antipodarum*. De pelagische macrofaunagemeenschap wordt gekarakteriseerd door de slijkgarnalen *Corophium multisetosum* en *C. curvispinum*; de tijgervlokreeft *Gammarus tigrinus* en de zoetwater steurgarnaal *Palaemon longirostris*.

Er is niet tot nauwelijks brakwatermacrofauna, benthisch noch pelagisch, aanwezig vóór de openstelling van sluisschuif 11 en 12.

Na openstelling van sluisschuif 11 en 12 treedt er na drie maanden enige westwaartse sedimentverplaatsing op. Verhoging van het zoutgehalte is op alle 36 locaties ten oosten van de sluizen waargenomen. Dit is echter niet voldoende om een verandering in soortensamenstelling vast te stellen. Wel is er sprake van sterfte van de benthische macrofauna (de muggelarven *Chironomus* sp. en erwttemosselen *Pisidium* spp). De benthische gemeenschap kan dan gekarakteriseerd worden door zeer lage dichtheden van de meest tolerante soorten zoals *L. hoffmeisteri* en *P. antipodarum*. De pelagische macrofauna met een brede tolerantie voor zout zoals de aasgarnaal *Neomysis integer* en de garnaal *Crangon crangon* nemen toe in dichtheid. Dus kan gezegd worden, dat drie maanden na het begin van de zoutinlaat nog geen mariene of brakke bodemfauna in het gebied is aangetroffen; alleen mobiele pelagische soorten zijn in beperkte dichtheden gevonden.

Bij het beheer moet men er rekening mee houden, dat door inlaat van zout water, uitgaande van de zoete situatie, in eerste instantie afname van de zoete bodemfauna en een toename van de zoute pelagische macrofauna optreedt. Alhoewel de proef met beperkte openstelling van de sluizen en maar op 1 km² vrijwel direct na de Haringvlietsluizen werd uitgevoerd is de verwachting, dat bij een meer omvangrijke zoutindringing in 'de diepe delen van het Haringvliet de zoetwaterbodemsommen verdwijnen en de zoutwater pelagische soorten zullen toenemen.

Bij een onregelmatige openstelling van de schuiven, zoals voorgesteld in het HV2- scenario (zomers langdurig dicht, 's winters langdurig open), is de verwachting, dat geen nieuw evenwicht zich kan instellen. Er treedt dan continue sterfte op van zowel zoete als zoute macrofauna, ten gevolge van zuurstoftekorten veroorzaakt door zoutstratificatie en langdurige veranderingen in zoutconcentraties. Ter bevordering van een brakwaterlevensgemeenschap geniet het HV4-scenario (open Haringvliet) de voorkeur.

2 Inleiding

2.1 Algemeen

Eén van de grootste belemmeringen bij het realiseren van de terugkeer van anadrome trekvis, een doelstelling van het Rijn-Actie Plan, zijn de barrières tussen de overgang van zee naar rivier. Hierdoor bestaat er een vrij plotselinge overgang. De Haringvlietsluizen zijn een grote, zo niet de grootste barrière (V&W, 1989; De Haas, 1991).

Al enige tijd denkt Rijkswaterstaat/Directie Zuid-Holland aan een gedeeltelijke openstelling van de Haringvlietsluizen ten behoeve van onder andere intrek van anadrome vissen, waarbij direct tweezijdig contact tussen Haringvliet en Noordzee hersteld wordt (De Haas, 1991). Het scenario waar het meest aan gedacht wordt staat bekend onder HV2-. De gedeeltelijk openstelling is in dit scenario op gericht, dat in de zomer de sluizen dicht zijn en in de winter de sluizen open. Hierbij kan het zoute water tot ongeveer bij het Spui doordringen.

De huidige macro-evertebratenlevensgemeenschap in de waterfase en waterbodem van het Haringvliet wordt gekarakteriseerd door zoetwatersoorten (Dudok van Heel et al., 1992). Naar verwachting zullen, door intrede van zout water, de zoetwatermacro-evertebraten in dit gebied gedeeltelijk plaats maken voor een brakwatermacro-evertebraten.

Rijkswaterstaat/Directie Zuid-Holland voerde van 22 maart tot 18 juli 1994 een onderzoek naar visintrek uit. Ten behoeve van dit onderzoek zijn twee van de zeventien sluisschuiten van de Haringvlietsluizen volgens een bepaald spuibeheer opengesteld (Van Spijk, 1994). Op fysisch gebied is de mate van zoutindringing onderzocht (Bol, 1994). Op biologisch gebied is de mate van intrek van anadrome vissen onderzocht (Van Beek en Waardenburg, 1994). Hierop aansluitend is de vraag gesteld of het inlaten van zout water leidt tot een sterke toename van pelagische en bentische zoetwatermacro-evertebraten.

Op biologisch gebied is er ervaring opgedaan met de veranderingsprocessen binnen de macrofauna in een situatie waarin een zoutwatersysteem verandert in een zoetwatersysteem. De vraag is echter of de ontwikkeling van de macrofauna volgens eenzelfde patroon verloopt, indien een zoetwatersysteem gedeeltelijk verandert in een brak- en/of zoutwatersysteem.

Tevens zijn de volgende vragen in dit onderzoek gesteld:

- * Wat is de stand van zaken wat betreft de macro-evertebraten (pelagisch en bentisch) voor de openstelling aan de oost- en westzijde van de sluizen?
- * Treedt er sterfte op van zoetwatermacro-evertebraten bij openstelling? En zo ja, welke soorten sterven?
- * Treedt er kolonisatie op door brak/zoute pelagische en/of bentische macro-evertebraten?
- * Wat kan aan de hand van de resultaten worden voorspeld met betrekking tot lange termijn bij geregeld openzetten van de sluizen (HV2-)?

2.2 Sluisbeheer ten behoeve van visintrekproef

Ten behoeve van de visintrekproef werd een apart bedieningsprogramma van 2 sluisschuiten gehanteerd. Voor het starten danwel onderbreken van het bedieningsprogramma moest aan een aantal randvoorwaarden voldaan zijn (Van Spijk, 1994):

1. Ten gevolge van de situering van het drinkwaterinnamepunt van de N.V. Delta Nutsbedrijven, 3 km ten zuidoosten van de Haringvlietsluizen, mocht de chlorideconcentratie niet groter worden dan 200 mg Cl⁻/l aan de waterspiegel en de verhoging ten opzichte van het achtergrondgehalte niet meer worden dan 35 mg Cl⁻/l.
2. Als tijdens het inlaten van zeewater het waterstandsverschil over de Haringvlietsluizen groter werd dan 1,00 m moesten de sluizen direct gesloten worden, omdat anders de stroomsnelheden ter plaatse van de vangstopstellingen te groot werden.
3. Ten aanzien van de wind is aangehouden dat bij windsterkten minder dan windkracht 7 het inlaten van het zeewater altijd door kon gaan, als aan de overige voorwaarden (Van Spijk, 1994) was voldaan.

Vanaf 22 maart 1994 is het bedieningsprogramma (bijlage 2, Van Spijk, 1994) voor de visintrekproef gehanteerd.

Er zijn drie macrofaunabemonsteringen uitgevoerd. Twee keer voorafgaand aan de openstelling (juni 1993 en januari 1994). Eén keer, circa 3 maanden, na de openstelling (juni 1994).

Om de mogelijkheden tot verbetering/bevordering van visintrek via de Haringvlietsluizen te onderzoeken zijn, afhankelijk van de afvoer van de Rijn, twee schuiven van de Haringvlietsluizen (11 en 12) gedurende het eerste uur na eb/vloedkentering opengezet (= 2 keer per etmaal). Het sluisbeheer was zodanig ingesteld, dat een minder abrupte overgang van zout naar zoet water tot stand werd gebracht (Van Spijk, 1994). Een kort overzicht van duur en mate van opening gedurende de duur van de macrofaunabemonstering staat weergegeven in tabel 2.1. Voor een gedetailleerd schema wordt verwezen naar bijlage 2 in Van Spijk (1994).

Tabel 2.1 Bedieningsprogramma van de sluisschuiven 11 en 12 van de Haringvlietsluizen, 2 keer in een etmaal gedurende de periode van macrofaunabemonstering.

periode	aantal schuiven	hefhoogte per schuif [cm]	tijdsduur van openstelling [uur]
22 maart - 29 maart 1994	2	100	1
5 april - 14 april 1994	2	50	1
15 april - 19 april 1994	2	75	1
28 april - 5 mei 1994	1	75	1
6 mei - 16 mei 1994	2	75	1
21 mei - 24 juni 1994	2	100	1

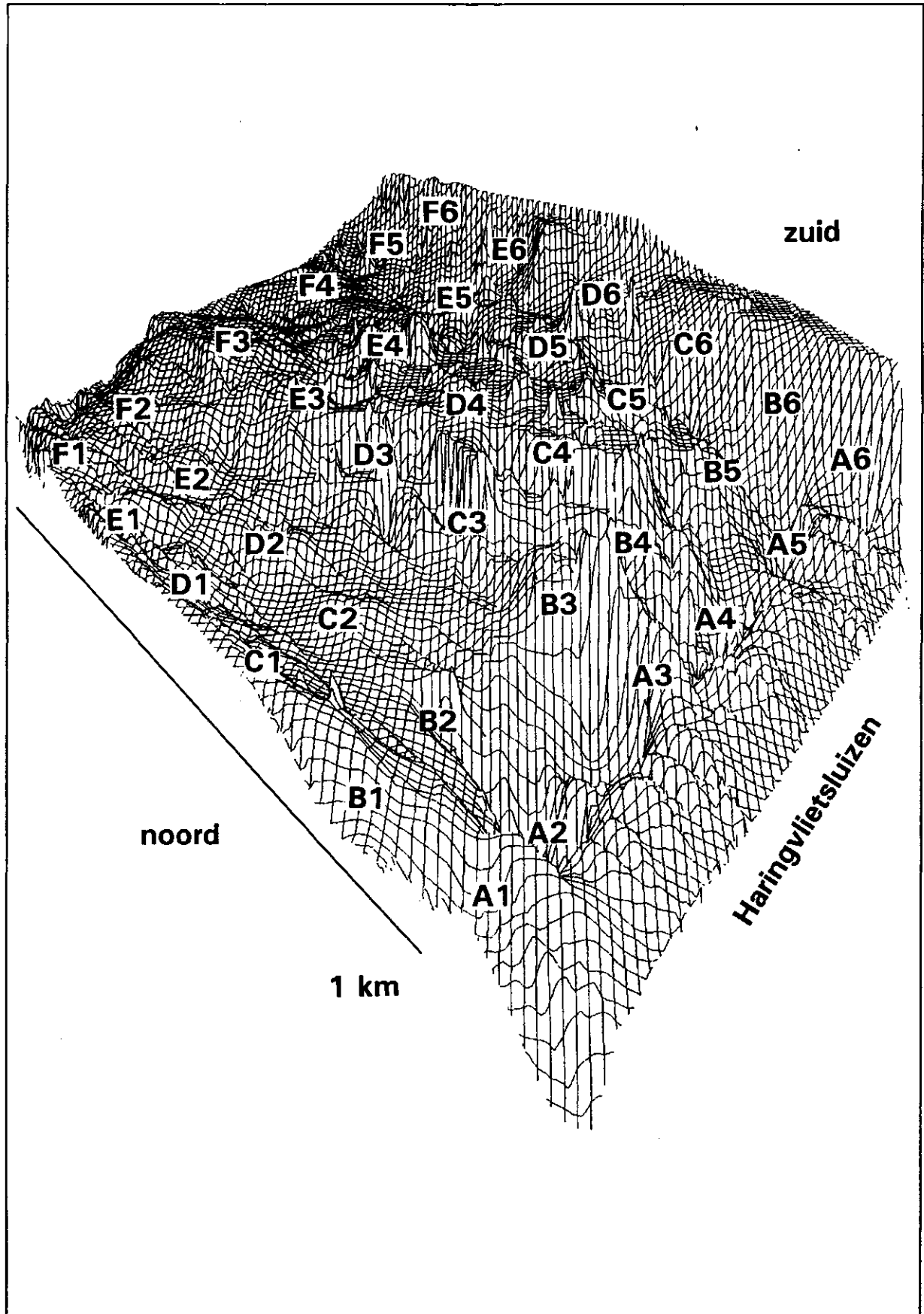
3 Materiaal en methode

3.1 Locaties

In figuur 3.1 is het diepteprofiel weergegeven aan de oostzijde van de Haringvlietsluizen tot circa 1.250 m. Aan deze van de sluizen liggen twee oude diepe geulen (figuur 3.1). Deze geulen zijn vlak achter de sluizen nog eens verdiept ten gevolge van erosie en gebruikt als zoutopvangput voor mogelijke onvoorspelde zoutindringing via de sluizen.

Omdat bij het starten van deze studie nog niet bekend was welke sluis-schuiven, hoeveel sluis-schuiven en welke mate van zoutindringing toelaatbaar was, is gekozen voor een gridbemonstering, waarbij gestreefd is naar een voldoende differentiatie in diepte, sedimenttype en mate van zoutindringing. Daarom is in het Haringvliet op een afstand van 250 m aan de oostzijde van de Haringvlietsluizen een onderzoeksgebied (1.000 m * 1.000 m) gekozen met een grid van 200 m. Onder een locatie wordt verstaan een gridkruispunt. In dit grid zijn 36 locaties (= monsterpunten) geselecteerd (figuur 3.2). In tabel 3.1 staan de diepten ten opzichte van NAP en de x,y-coördinaten per locatie weergegeven.

Aan de westzijde van de Haringvlietsluizen zijn een zestal monsterpunten gekozen op één lijn evenwijdig aan de sluizen; een viertal monsterpunten meer westwaarts gelegen punten (figuur 3.2) zijn gekozen op grond van sedimenttype. Totaal zijn er dus 10 monsterpunten aan de westzijde van de Haringvlietsluizen geselecteerd.



Figuur 3.1 Dieptekaart 1992 binnenzijde Haringvlietsluizen (verticale overdrijving 50x).

Tabel 3.1 Diepte ten opzichte van NAP en x,y-coördinaten van iedere locatie.

locatie	diepte t.o.v. NAP [m]	x-coördinaat	y-coördinaat
A1	- 10,70	63405	428164
A2	- 17,70	63269	428001
A3	- 14,70	63099	427855
A4	- 11,84	62992	427672
A5	- 13,00	62848	427536
A6	- 13,86	62705	427380
B1	- 9,22	63539	428000
B2	- 11,66	63442	427848
B3	- 10,86	63276	427678
B4	- 11,08	63137	427548
B5	- 10,12	63002	427409
B6	- 11,28	62870	427255
C1	- 10,20	63672	427879
C2	- 11,41	63555	427751
C3	- 11,17	63438	427559
C4	- 8,38	63278	427391
C5	- 8,05	63147	427342
C6	- 10,09	63028	427131
D1	- 9,93	63831	427745
D2	- 10,74	63687	427571
D3	- 9,25	63569	427441
D4	- 7,43	63451	427290
D5	- 8,21	63331	427127
D6	- 6,44	63160	427007
E1	- 8,47	63983	427630
E2	- 9,94	63831	427464
E3	- 8,04	63722	427320
E4	- 7,58	63579	427176
E5	- 8,35	63438	427027
E6	- 7,32	63327	426860
F1	- 7,79	64161	427460
F2	- 7,95	64034	427313
F3	- 6,91	63881	427177
F4	- 8,14	63768	427015
F5	- 8,06	63644	426877
F6	- 8,49	63514	426709
H1	- 7,48	62786	428672
H2	- 8,10	62264	428552
H3	- 8,17	62502	428384
H4	- 8,46	62345	428225
H5	- 8,99	62269	428056
H6	- 6,75	62116	427926
I1	- 6,96	62394	428713
I2	- 5,10	62277	429261
I3	- 4,65	62315	429615
I4	- 3,43	61678	430499

3.2 Bemonstering

3.2.1 Tijdstip

Er is in totaal 3 keer bemonsterd. In juni 1993 (2 en 3 juni 1993), in januari 1994 (24 t/m 26 januari 1994) en juni 1994 (14 t/m 16 juni 1994). Aan de oostzijde van de sluizen zijn tijdens de drie bemonsteringsperiodes 36 sedimentmonsters en 36 benthische macrofaunamonsters genomen. Tevens zijn in januari en juni 1994 18 pelagische macrofaunamonsters genomen. Aan de westzijde van de sluizen zijn in januari 1994 maar op 8 van de 10 locaties sedimentmonsters en benthische macrofaunamonsters genomen ten gevolge van het slechte weer; in juni 1994 zijn wel op alle 10 de locaties sedimentmonsters en benthische macrofaunamonsters genomen. In juni 1994 zijn ook pelagische macrofaunamonsters genomen. Het bemonsteringsschema is in tabel 3.2 weergegeven.

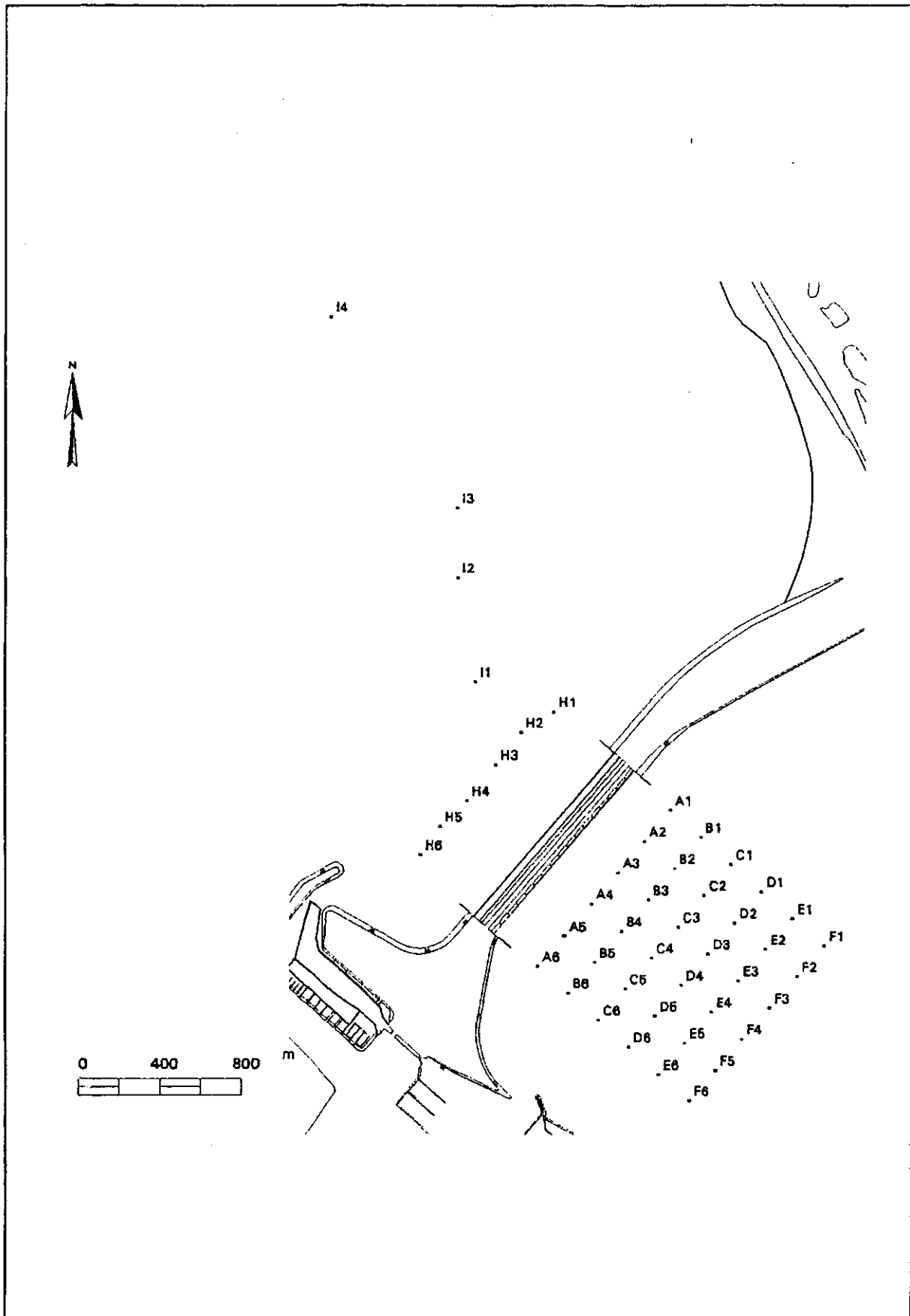
Tabel 3.2 Bemonsteringsschema.

monster	aantal monsters			
	2-3 juni 1993	24-26 januari 1994	22 maart 1994	14-16 juni 1994
benthische macrofauna oost	36	36	open- stelling schuiven 11 en 12	36
west	-	8		10
benthische macrofauna oost	-	18		18
west	-	-		5
sediment oost	36	36		36
west	-	8		10

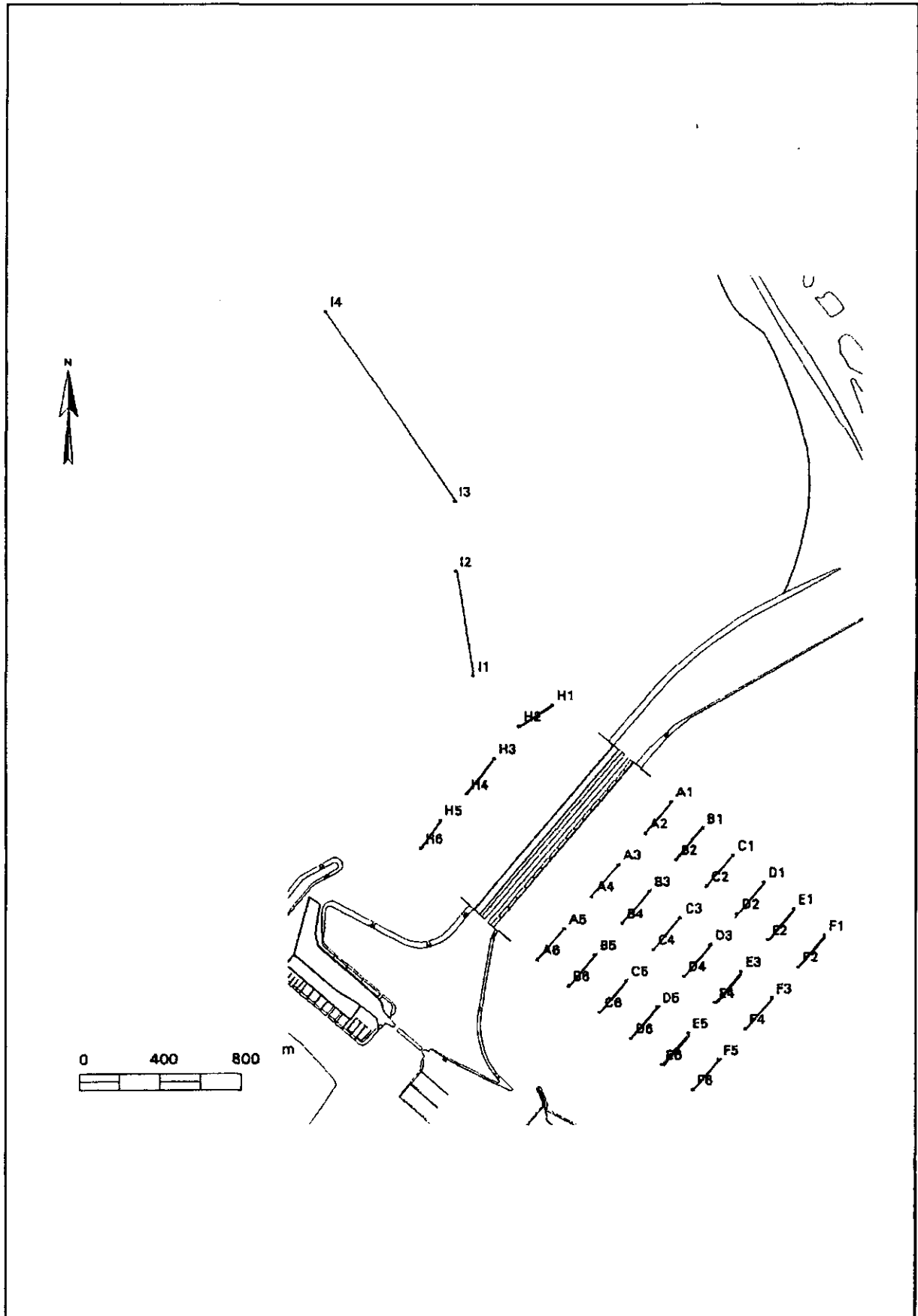
3.2.2 Sedimentmonsters

Per locatie is met een boxcorer (oppervlakte = 0,059 m²) één monster genomen. De bovenste 10 cm van het bodemoppervlak uit ieder monster is in een plastic emmer gedaan. Ieder monster is in de emmer gemengd met behulp van een plastic schepje. Van dit mengmonster is 1 l verzameld en overgebracht in een glazen pot van 1 l inhoud, bestemd voor fysische bepalingen aan het sediment. Het sediment is tevens aan boord visueel gekarakteriseerd.

Het chloride- en het zuurstofgehalte zijn op elke locatie, 10 cm boven de bodem, gemeten.



Figuur 3.2 Overzichtskaart Haringvlietssluisen en bemonsteringslocaties van de benthische macrofauna.



Figuur 3.3 Overzichtskaart Haringvlietsluizen en bemonsteringslocaties van de pelagische macrofauna (↔ = trek met sleepnet = bemonsteringslocatie).

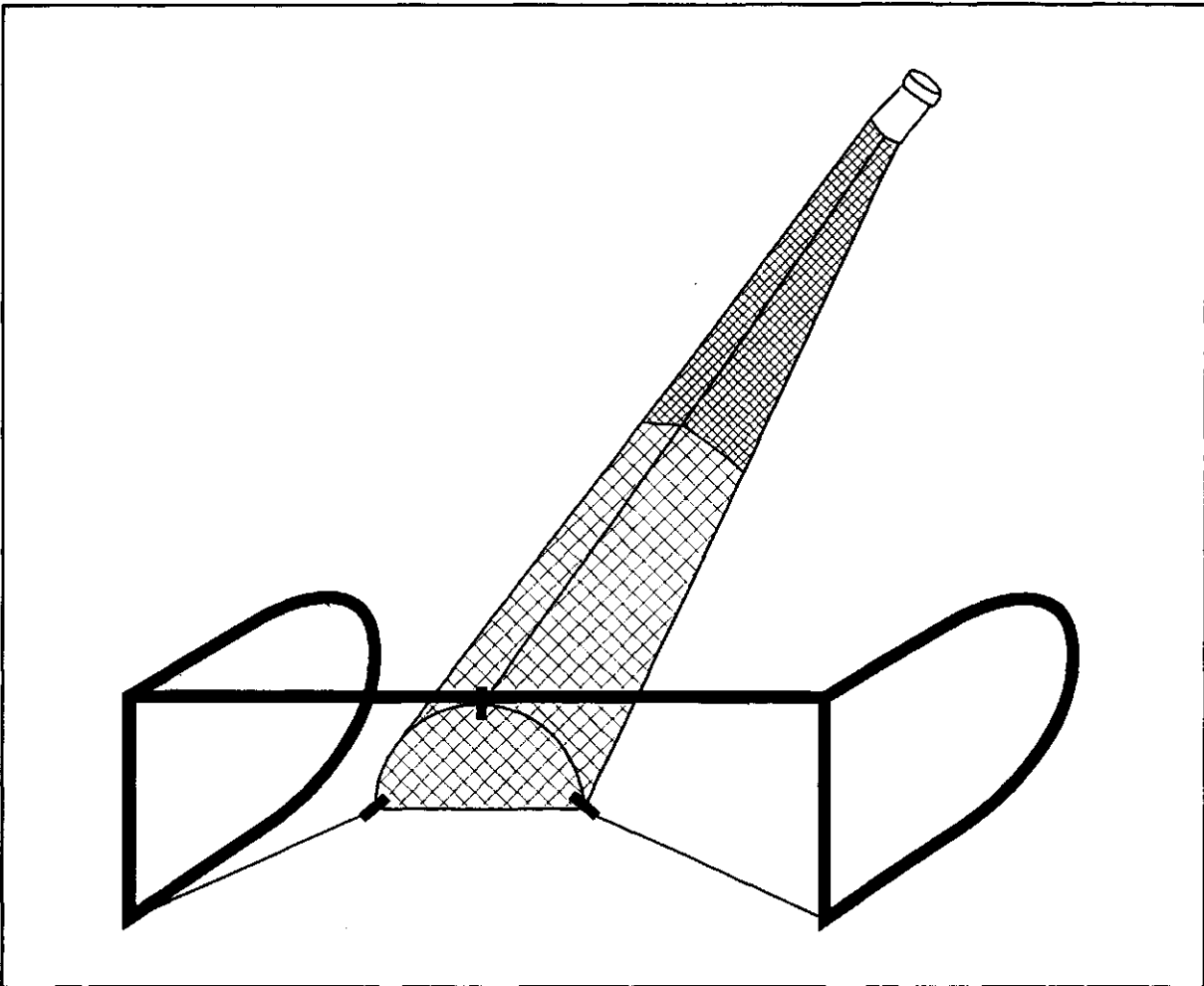
3.2.3 Macrofaunamonsters

Benthische macrofauna

Per locatie is één monster met de boxcorer genomen, bestemd voor bepaling van de benthische macrofauna. De bovenste 10 cm van ieder biologisch monster is gezeefd (500 μm) aan boord van een schip. Het residu in de zeef is geconserveerd in 6% formaldehyde. Ieder monster is apart in een plastic pot gedaan.

Pelagische macrofauna

De pelagische macrofauna is bemonsterd met behulp van een sleepnet (breedte = 0,5 m; maaswijdte = 500 μm), getrokken tussen twee gridkruispunten (figuur 3.3). Om het net voldoende gewicht te geven, zodat het over de bodem gesleept kon worden op grote diepte, is het net in het frame van een boomkor gehangen (figuur 3.4). Per monster is er 100 m² bodemoppervlak bemonsterd. Het residu in het sleepnet is geconserveerd in 6% formaldehyde. Ieder monster is apart in een plastic pot gedaan.



Figuur 3.4 De constructie van het sleepnet in de boomkor.

3.3 Analyses

3.3.1 Sedimentmonsters

Fysische bepalingen aan de sedimentmonsters van de drie bemonsteringsperioden zijn uitgevoerd door het ingenieursbureau Oranjewoud (Lelystad). Geanalyseerd zijn korrelgrootteverdeling, droge stofgehalte en organisch stofgehalte. Van twee bemonsteringsperioden (januari en juni 1994) zijn tevens calciumcarbonaat en chloride geanalyseerd. In januari en juni 1994 zijn niet geanalyseerd de monsters op de locaties D1, D3, D5, E1, F1, F3, H1, H3 en H5.

Vanaf januari 1994 is de C_{12}/C_{13} -ratio van een aantal sedimenten bepaald. Deze bepalingen werden uitgevoerd door het laboratorium van het RIKZ te Middelburg. Met behulp van de verhouding C_{12}/C_{13} is de herkomst van organisch materiaal te bepalen.

De korrelgrootteverdeling ($< 2 \mu\text{m}$, $< 16 \mu\text{m}$, $< 63 \mu\text{m}$, $< 210 \mu\text{m}$ en $> 210 \mu\text{m}$) is conform de IB-methode bepaald (Vierveijzer et al., 1979); droge stof- en organisch stofgehalte zijn geanalyseerd conform NEN 6620; calciumcarbonaat is geanalyseerd conform NEN 5757 en chloride is geanalyseerd conform de Oranjewoud-methode.

3.3.2 Macrofaunamonsters

In het laboratorium zijn de benthische en pelagische macrofaunamonsters gespoeld over een zeef met een maaswijdte van $500 \mu\text{m}$. De benthische en pelagische macrofaunamonsters zijn verder uitgezocht onder de binoculair (7,5 - 64x). In de benthische monsters zijn alle macro-evertebraten gedetermineerd tot op het laagst mogelijke taxonomische niveau. In de pelagische monsters zijn alleen de Crustacea gedetermineerd tot op het laagst mogelijke taxonomische niveau. Determinatie vond plaats met behulp van een binoculair (7,5 - 64x) en lichtmicroscoop (maximale vergroting 1.000x). Daartoe zijn de Chironomidae en de Oligochaeta opgehelderd met het middel "levulose siroop" (50% melkzuur en 50% glucose). De Chironomidae (vedermuggen) zijn gedetermineerd met behulp van de tabellen van Moller Pillot (1984), Webb & Scholl (1985) en Klink (1981); de Oligochaeta (weinig borsteldragende wormen) met de tabellen van Brinkhurst & Jamieson (1971), Brinkhurst (1971) en Sperber (1980); de Polychaeta (veel borsteldragende wormen) met de tabel van Dahl, 1971; de Mollusca (weekdieren) met de tabel van Janssen & De Vogel, 1979; de Sphaeriidae (erwtmosselen) zijn gedetermineerd door de heer T. Meyer te Alkmaar; de Hirudinea (bloedzuigers) met de tabel van Dresscher (1982); de Trichoptera (kokerjuffers) met de tabel van Higler (1981); de Crustacea (kreeftachtigen) met de tabel van Gledhill (1976); de Ephemeroptera (haften) met de tabel van Macan (1979) en de Mysidacea (aasgarnalen) met de tabel van Borghouts-Biersteker (1983). Verder zijn de gebruikelijke determinaties van de Oligochaeta tot Tubificidae zonder haren en Tubificidae met haren (duidelijk herkenbare juveniele Tubificidae) uitgevoerd.

De verwerking van de benthische en pelagische monsters geschiedde gedeeltelijk in het laboratorium van het RIZA te Dordrecht en door het bureau Makroview en het Adviesbureau Vallenduuk.

3.4 Verwerking van de gegevens

3.4.1 Chloridegehalte in de bodem

Het chloridegehalte in de bodem werd uitgedrukt in $\text{mg Cl}^-/\text{kg}$ droge stof. Hiermee is het chloridegehalte afhankelijk van het type bodem. Om dit te voorkomen en vergelijking mogelijk te maken met de chloridegehalten in het water ($\text{g Cl}^-/\text{l}$) zijn deze gehalten omgerekend naar $\text{mg Cl}^-/\text{l}$ in het interstitiële water in de bodem volgens de formule:

$$\frac{\% \text{ droge stof}}{(100\% - \% \text{ droge stof})} \cdot 10 \cdot [\text{Cl}^-]$$

Daar vrijwel alle chloridezouten goed oplosbaar in water zijn is er geen rekening gehouden met mogelijk verlies van chloride gebonden aan het sediment. Verder is bij de omrekening geen rekening gehouden met de dichtheid van zout water (1.020 kg/m^3), maar met de dichtheid van water (1.000 kg/m^3). De fout die zo geïntroduceerd wordt is dan maximaal 2%.

In deze studie is gekeken naar chloriniteit ($\text{g Cl}^-/\text{l}$). Er is getracht een indeling van de locaties naar type water te maken aan de hand van de chloridegehalten. Hierbij is gebruik gemaakt van eerder gemaakte indelingen (Redeke, 1948; Groen & Slager, 1993 en McLusky, 1993). Hieruit blijkt, dat men niet eenduidig is in de gebezigde indeling in type water in zoet, brak of zout water zoals ook McLusky (1993) concludeerde aan de hand van andere studies. De drie indelingen van Redeke (1948), Groen & Slager (1993) en McLusky (1993) zijn naast elkaar gezet (tabel 3.3). In deze studie is de indeling volgens McLusky gehanteerd (1993).

Veel referenties geven saliniteit S (totale zoutconcentratie in ‰) weer. Tussen chloridegehalte en saliniteit bestaat een constante verhouding ($S = \pm 1,8 \text{ Cl}^-$). Hiervan is gebruik gemaakt om de verschillende studies te kunnen vergelijken.

Tabel 3.3 Indeling naar type water aan de hand van chloriniteit of saliniteit volgens Redeke (1948), McLusky (1993) en Groen & Slager (1993).

Redeke (1948)		McLusky (1993)			Groen & Slager (1993)	
chloriniteit [g Cl ⁻ /l]	typering	saliniteit [‰]	chloriniteit [g Cl ⁻ /l]	typering	chloriniteit [g Cl ⁻ /l]	typering
< 0,1	zoet	< 0,5	< 0,3	zoet	< 0,3	zoet
0,1 - 1	oligohalien	0,5 - 5	0,3 - 2	oligohalien	0,3 - 0,5	enigszins
1,0 - 10	mesohalien	5 - 18	2 - 10	mesohalien	0,5 - 1,0	brak
10 - 17	polyhalien	18 - 30	10 - 17	polyhalien	1,0 - 2,0	licht brak
		> 30	> 17	euhalien	2,0 - 5,0	matig brak
					> 5,0	brak zout

3.4.2 C_{12}/C_{13} -analyses

Met behulp van de verhouding C_{12}/C_{13} is de herkomst van organisch materiaal te bepalen.

Onder invloed van een hogere temperatuur (rivierwater) wordt meer C_{12} opgenomen door organismen dan C_{13} . Dood organisch materiaal, afkomstig van de rivier, bevat dan ook meer C_{12} dan C_{13} . In zeewater (lagere temperatuur dan rivierwater) wordt meer C_{13} opgenomen door organismen, waardoor dood organisch materiaal, naar verhouding, meer C_{13} dan C_{12} bevat. Indien deze verhouding rond -23 ligt indiceert dit mariene herkomst en wanneer deze waarde rond de -28 ligt dan indiceert dit fluviatiele herkomst. Een verhouding rond de -25 geeft een mengsel weer van organisch materiaal van mariene en fluviatiele herkomst (mondelinge mededeling G. Spronk, RIKZ).

3.4.3 Macro-evertebraten

Algemeen

De dichtheid per soort is geordend met behulp van het ordinatie-computerprogramma CANOCO en geclusterd met het clusterprogramma TWINSpan. Voor een nadere uitleg van het programma CANOCO wordt verwezen naar bijlage 1.

Ordinatie

Met behulp van ordinatie-technieken binnen het programma CANOCO (bijlage 1) kunnen zowel de soorten als de bemonsteringspunten gerangschikt worden langs zogenaamde ordinatie-assen volgens een onderliggende milieugradiënt. De grafische weergave van een Canonical Correspondence Analysis diagram bestaat uit een biplot, waarbij zowel de soorten als de locaties, als punten weergegeven, geordend worden langs de belangrijkste eerste en tweede ordinatie-assen. In een biplot is de eerste ordinatie-as de X-as en de tweede ordinatie-as de Y-as. Met behulp van een aantal regels kunnen de ordinatiediagrammen geïnterpreteerd worden (Jongman et al., 1989):

- * De relatie van een soort (monster) met de ordinatie-as is te bepalen door de soort (monster) loodrecht te projecteren op de as.
- * Indien soorten (monsters) rondom de oorsprong gerangschikt zijn, bestaat er weinig correlatie met de ordinatie-assen.
- * De kwaliteit van de ordening wordt uitgedrukt in een cijfer (= eigenwaarde) tussen 0 en 1. Een ordening is goed als de eigenwaarde dichtbij 1 ligt en niet goed als de eigenwaarde dichtbij 0 ligt.

De ordinatie is totstandgekomen door binnen het programma CANOCO voor bepaalde opties te kiezen. De meeste opties zijn volgens de aangegeven standaard gekozen. De opties per bemonsteringsperiode, die afwijken van de standaard zijn vermeld in tabel 3.4.

Tabel 3.4 De verschillende opties binnen CANOCO van de ordeningen in iedere bemonsteringsperiode.

	juni 1993	januari 1994	juni 1994
analyse type transformatie	CCA ln(a+1)	CCA ln(a+1)	CCA ln(b+1)

CCA Canonical Correspondence Analysis
a dichtheid van een soort

Clustering

Met behulp van clustertechnieken met het programma TWINSpan (Hill, 1979) kunnen zowel de soorten als de bemonsteringslocaties gerangschikt worden. De rangschikking geschiedt volgens een berekeningsmethode (Reciprocal Averaging) die een gradiënt zoekt in de bemonsteringstabel, zodanig dat de soorten slechts over een beperkt deel van de gradiënt voorkomen. Wanneer men de monsters en soorten op volgorde van hun plaats langs de gradiënt in een tabel plaatst, ontstaat een diagonale structuur. De grafische weergave van een clusterdiagram bestaat uit een tabel, waarbij zoveel mogelijk naar een diagonale structuur is gestreefd. TWINSpan bepaalt voor een reeks opnamen de belangrijkste gradiënt door middel van ordinatie en splitst dan de groep in tweeën met behulp van typerende soorten. Elk van de verkregen clusters wordt weer verder opgesplitst op dezelfde manier. De kwaliteit van elke splitsing wordt uitgedrukt in de eigenwaarde, liggende tussen de cijfers 0 en 1. Een duidelijke splitsing heeft een eigenwaarde, die dichtbij 1 ligt.

De clustering is totstandgekomen door binnen het programma TWINSpan voor bepaalde opties te kiezen. De gekozen opties per bemonsteringsperiode staan vermeld in tabel 3.5.

Tabel 3.5 De verschillende opties binnen TWINSpan van de clusteringen in iedere bemonsteringsperiode.

klasse-indeling	dichtheden	gewicht aan de klasse	gewicht aan de typerende soorten
-	0	1*	1*
1	0 < D ≤ 17	1*	1*
2	17 < D ≤ 85	1*	1*
3	85 < D ≤ 170	1*	1*
4	170 < D ≤ 500	1*	1*
5	500 < D ≤ 1.000	1*	1*
6	D > 1.000	1*	1*

* bemonsteringsperioden: juni 1993, januari 1994 en juni 1994.

In juni 1993 is geen potentiële indicatorwaarde toegekend aan de volgende soorten: *Branchiura sowerbyi*, *Chironomus* sp., *Cryptochironomus* sp., *Nais simplex*, *Parachironomus* gr. *vitiosus*, *Pisidium* sp., *Polypedilum* gr. *bicrenatum*, *Procladius* sp., *Trychoptera*, *Tubifex tubifex* en *Vejdovskyella intermedia*; er is een gewicht van waarde 8 toegekend aan de soorten *Dreissena polymorpha*, *Tubifex newaensis* en *Corophium multisetosum*.

4 Resultaten

4.1 Sedimentanalyse

4.1.1 Fysische eigenschappen per onderzoeksperiode

Aan de hand van de analyse van de korrelgrootteverdeling (bijlage 2) is een onderscheid gemaakt in zandbodems (Z), slibbodems (S), slibrijke zandbodems (SZ) en zandrijke slibbodems (ZS) (tabel 4.1). Zandbodems zijn gedefinieerd als meer dan 50% droge stof $> 63 \mu\text{m}$; slibbodems zijn gedefinieerd als meer dan 50% droge stof $< 63 \mu\text{m}$; slibbige zandbodems zijn gedefinieerd als meer dan 50% droge stof $> 63 \mu\text{m}$ en/of meer dan 25% $< 63 \mu\text{m}$; zandige slibbodems zijn gedefinieerd als meer dan 50% droge stof $< 63 \mu\text{m}$ en/of meer dan 25% $> 63 \mu\text{m}$ (bijlage 2). De resultaten van de chloride- en organisch stofgehalten staan eveneens in tabel 4.1 vermeld.

Tabel 4.1 Bodemtype, organisch stofgehalte en chloridegehalte gemeten in water en bodem op iedere locatie in juni 1993, januari 1994 en juni 1994.

locatie	juni 1993			januari 1994			juni 1994		
	bodem-type	organisch stof [% ds]	chloride water [g/l]	bodem-type	organisch stof [% ds]	chloride water [g/l]	bodem-type	organisch stof [% ds]	chloride water [g/l]
A1	S	8,4	1,0	Z	2,0	0,2	SZ	2,7	1,4
A2	S	10,9	3,6	S	9,5	3,1	S	7,0	3,1
A3	S	11,8	5,8	S	9,8	2,0	S	11,4	2,7
A4	S	12,2	0,9	S	6,6	0,6	ZS	10,0	2,5
A5	S	11,2	1,4	S	8,1	1,8	S	7,8	2,7
A6	S	11,9	1,4	S	5,8	1,2	S	14,7	1,2
B1	ZS	6,5	0,3	SZ	3,2	0,2	Z	1,5	0,7
B2	ZS	6,6	1,2	S	8,8	1,6	S	10,8	1,9
B3	ZS	6,0	1,1	S	6,2	0,4	S	8,1	1,7
B4	S	8,3	1,1	S	7,4	0,2	S	7,2	1,4
B5	ZS	6,9	0,8	SZ	4,1	0,2	Z	2,6	0,8
B6	S	9,7	1,2	S	8,4	0,5	S	10,7	2,6
C1	S	7,4	0,6	Z	0,6	0,2	SZ	4,7	1,1
C2	S	7,6	1,3	S	8,2	0,4	S	10,1	1,7
C3	S	7,1	1,3	S	9,6	0,5	S	7,5	1,5
C4	SZ	2,7	1,1	S	6,6	< 0,1	Z	1,6	0,8
C5	S	5,3	0,2	S	8,3	0,3	Z	1,5	0,4
C6	Z	1,2	0,8	S	6,5	0,7	ZS	5,3	0,7
D1	Z	0,6	0,8	-	-	-	-	-	-
D2	S	5,3	1,3	SZ	2,4	0,2	Z	2,0	1,0
D3	S	7,6	0,2	-	-	-	-	-	-
D4	ZS	5,2	0,2	-	-	-	SZ	4,7	0,4
D5	ZS	5,9	0,2	-	-	-	-	-	-
D6	SZ	3,2	0,2	S	6,2	< 0,1	Z	2,7	0,6
E1	SZ	4,5	0,2	-	-	-	-	-	-
E2	Z	0,8	0,8	SZ	4,4	0,2	Z	1,5	0,7
E3	Z	0,5	0,2	Z	1,0	< 0,1	Z	1,5	0,9
E4	S	6,6	0,2	Z	1,2	< 0,1	ZS	5,6	1,6
E5	SZ	4,4	2,4	S	8,2	0,5	ZS	6,7	0,8
E6	S	10,9	0,2	S	6,1	0,1	ZS	6,2	1,6
F1	Z	3,3	0,2	-	-	-	-	-	-
F2	Z	2,2	0,5	Z	2,2	0,1	Z	2,5	0,8
F3	Z	0,8	0,2	-	-	-	-	-	-
F4	Z	1,1	0,2	SZ	4,2	0,1	Z	2,7	1,1
F5	SZ	4,1	1,0	SZ	3,7	0,1	SZ	3,7	1,1
F6	S	10,0	2,1	S	8,1	0,6	S	8,4	1,3
H1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H2	-	-	-	S	10,3	8,4	S	15,3	10,0
H3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H4	-	-	-	S	13,3	7,0	S	10,6	7,4
H5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H6	-	-	-	S	14,1	6,4	S	13,7	6,7
I1	-	-	-	-	-	-	S	13,7	10,2
I2	-	-	-	S	8,2	7,0	S	8,9	7,6
I3	-	-	-	S	10,4	5,4	S	11,1	6,2
I4	-	-	-	-	-	-	SZ	6,1	9,7

S = slib, Z = zand, SZ = slibrijk zand, ZS = zandrijk slib, - = niet gemeten.

Uit figuur 3.1 en tabel 4.1 blijkt, dat vooral raai A, B en C gesitueerd zijn op grotere diepten resp. NAP -15 m, NAP -10 m en NAP -9 m. Het sediment op deze diepten bestaat voornamelijk uit slib en organisch materiaal. Vooral de dieper gelegen locaties 2, 3 en 6 op raai A bevatten hoge percentages slib (circa 73%) en organisch materiaal (circa 11%). Vanaf raai D (op circa 850 m afstand van de sluizen) is de gemiddelde bodemdiepte NAP -7 m. De sedimenten op deze raaien bestaan voornamelijk uit zand (circa 60-70%) en enige percentages organisch materiaal (4-6%).

In de figuren 4.1 t/m 4.4 zijn het percentage zand, het organisch stofgehalte, het chloridegehalte in de waterkolom en het interstitiële water in de bodem op de locaties gelegen op raai 2 en 4 gepresenteerd. Daar er ter hoogte van raai 4 en 5 een ander spuiregime met de sluisschuiten 11 en 12 vanaf eind maart 1994 werd uitgevoerd, werden hier de meeste veranderingen verwacht. Raai 2 geeft dan mogelijk een beeld van de onveranderde situatie. De locaties in de figuren zijn volgens de geografische ligging gerangschikt.

Juni 1993

Uit tabel 4.1 en de figuren 4.1 en 4.2 blijkt, dat in juni 1993 vanaf circa 850 m afstand oostelijk van de Haringvlietsluizen (raaien D, E en F) voor het merendeel zandige sedimenten voorkwamen met een organisch stofgehalte van circa 1 tot 7% droge stof. Op de locaties D2, D3, D4, D5, E4, E6 en F6. was slib aanwezig met op locatie E6 en F6 een hoog organisch stofgehalte van circa 10%.

Op de overige locaties (250 m tot circa 650 m oostelijk van de Haringvlietsluizen) werden slibbige sedimenten aangetroffen (tabel 4.1 en figuur 4.1). Een aantal slibbige sedimenten gelegen op circa 250 m (A-raai) bleken een hoog organisch stofgehalte te bezitten.

Het chloridegehalte in het water 10 cm boven de bodem bleek in deze periode te variëren tussen 0,2 en 1,1 g/l (figuur 4.4). Hoge gehalten werden waargenomen op de locaties A2, A3, E5 en F6 (tabel 4.1).

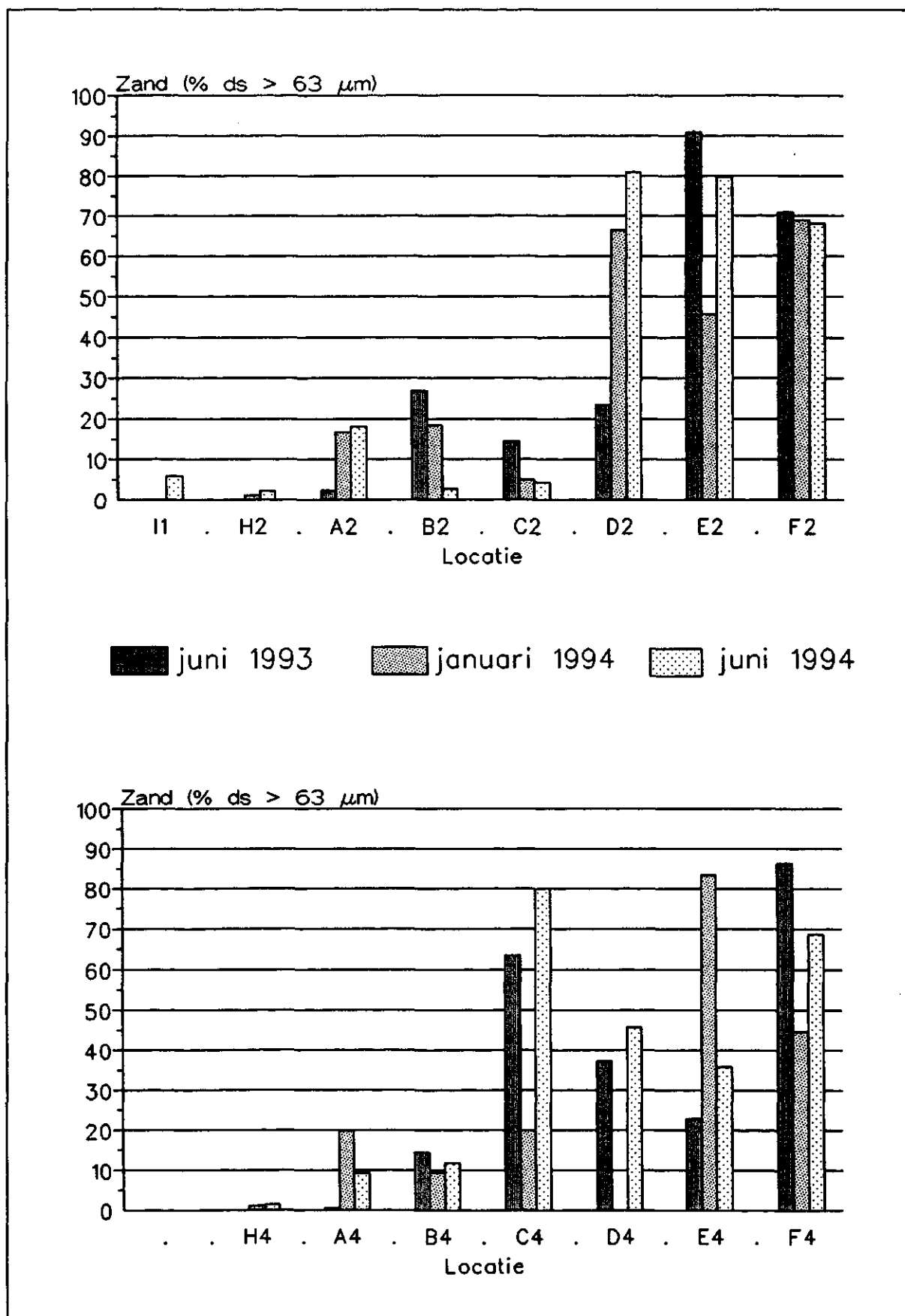
Januari 1994

Over het algemeen blijkt, dat de toplaag van de bodem in januari 1994 veranderd was ten opzichte van de toplaag op diezelfde locaties in juni 1993. De verschillen in sediment waren het grootst bij de sedimenten op de locaties die het dichtst bij de sluizen gelegen waren (raaien A, B en C; bijlage 2). Gemiddeld nam het percentage zand toe op de raaien A en B en nam het af op raai C (figuur 4.1). Het organisch stofgehalte nam vooral af op de raaien A en B en nam toe op raai C (figuur 4.2). Uit tabel 4.1 blijkt, dat het sediment op raai 1 (locaties A1, B1 en C1) veranderde van het slibtype naar het zandtype.

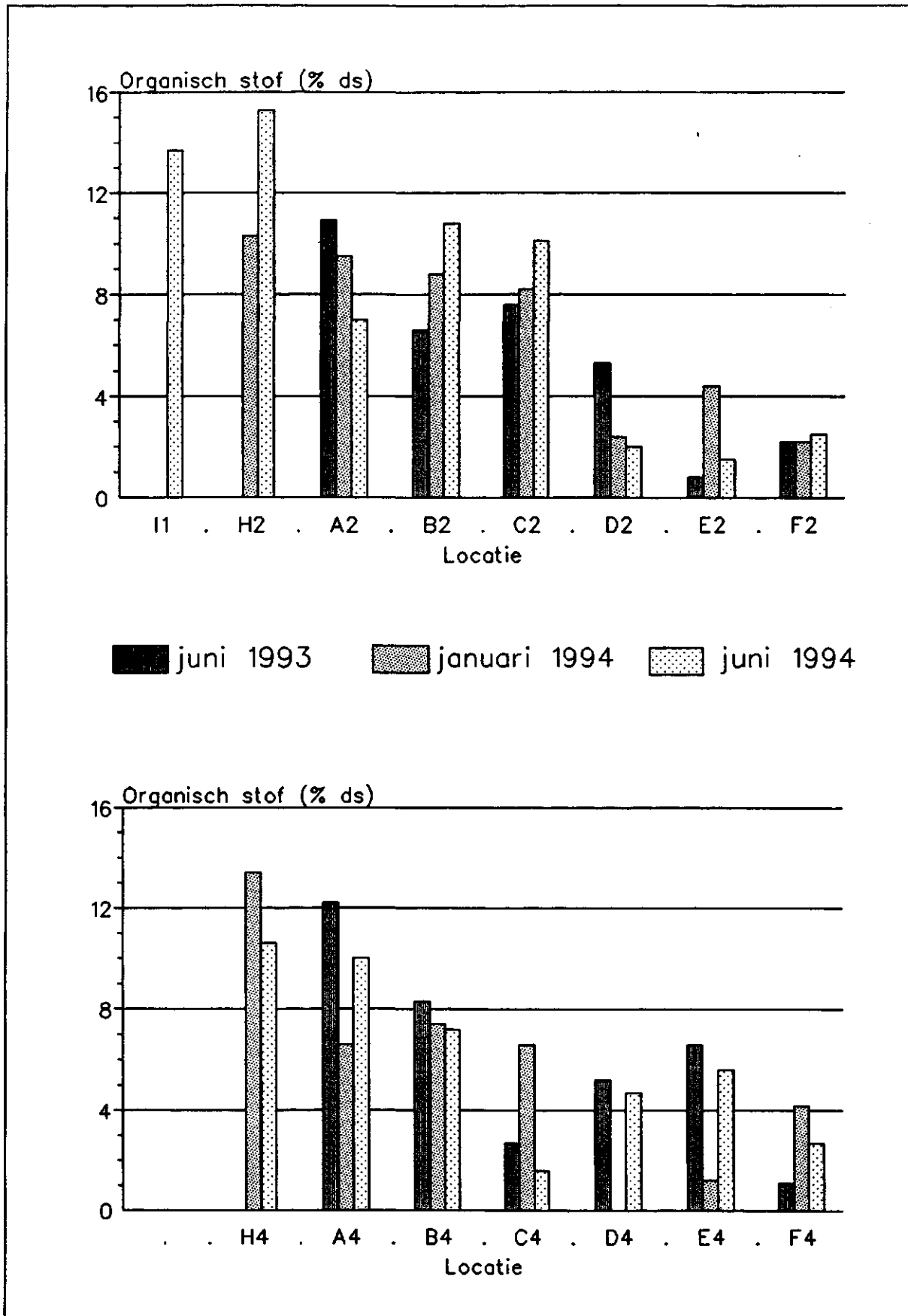
Vanaf circa 850 m (raai D) van de Haringvlietsluizen nam op de meeste locaties het zandpercentage in de slibbige sedimenten af, en bleef het sediment voornamelijk gekwalificeerd tot type slib (bijlage 2). Op een tweetal locaties (D6 en E5) nam het zandpercentage zodanig af, dat het sediment veranderde van het zandtype naar het slibtype. Het organisch stofgehalte nam toe, vooral op raai E.

De nieuwe locaties gelegen op de raaien H en I bleken slibbige sedimenten te bevatten met percentages slib tussen 55 en 65% (bijlage 2) en hoge organisch stofgehalten (vanaf 10%).

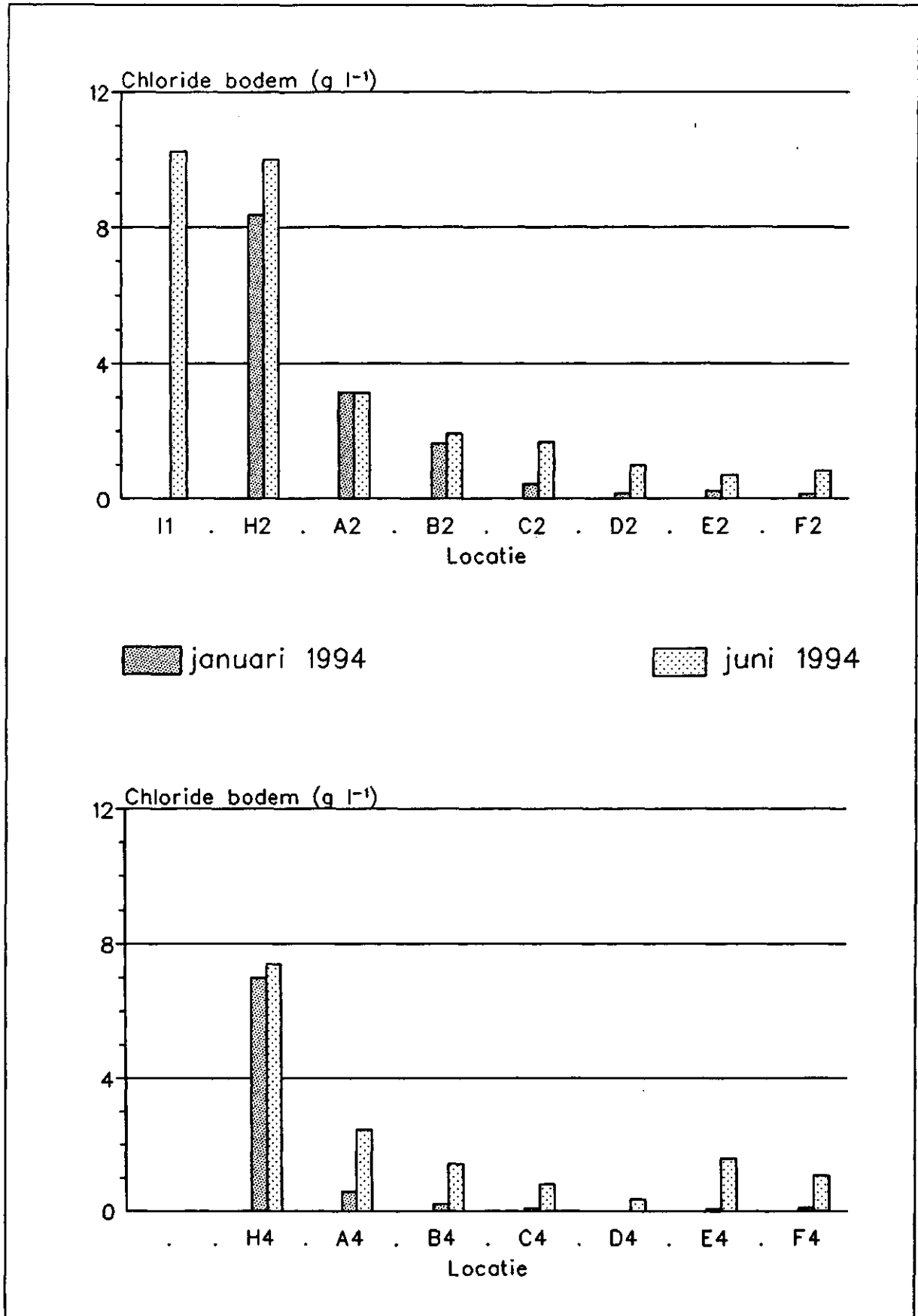
Het chloridegehalte in het interstitiële water in de bodem varieerde aan de oostzijde van de Haringvlietsluizen vooral tussen 0,1 en 2 g Cl⁻/l (figuur 4.3). Op de locaties A2 en A3 was het chloridegehalte resp. 3,1 en 2,0 g Cl⁻/l. Het chloridegehalte in de bodem varieerde aan de westzijde van de Haringvlietsluizen (raaien H en I) vooral tussen 5 en 9 g Cl⁻/l.



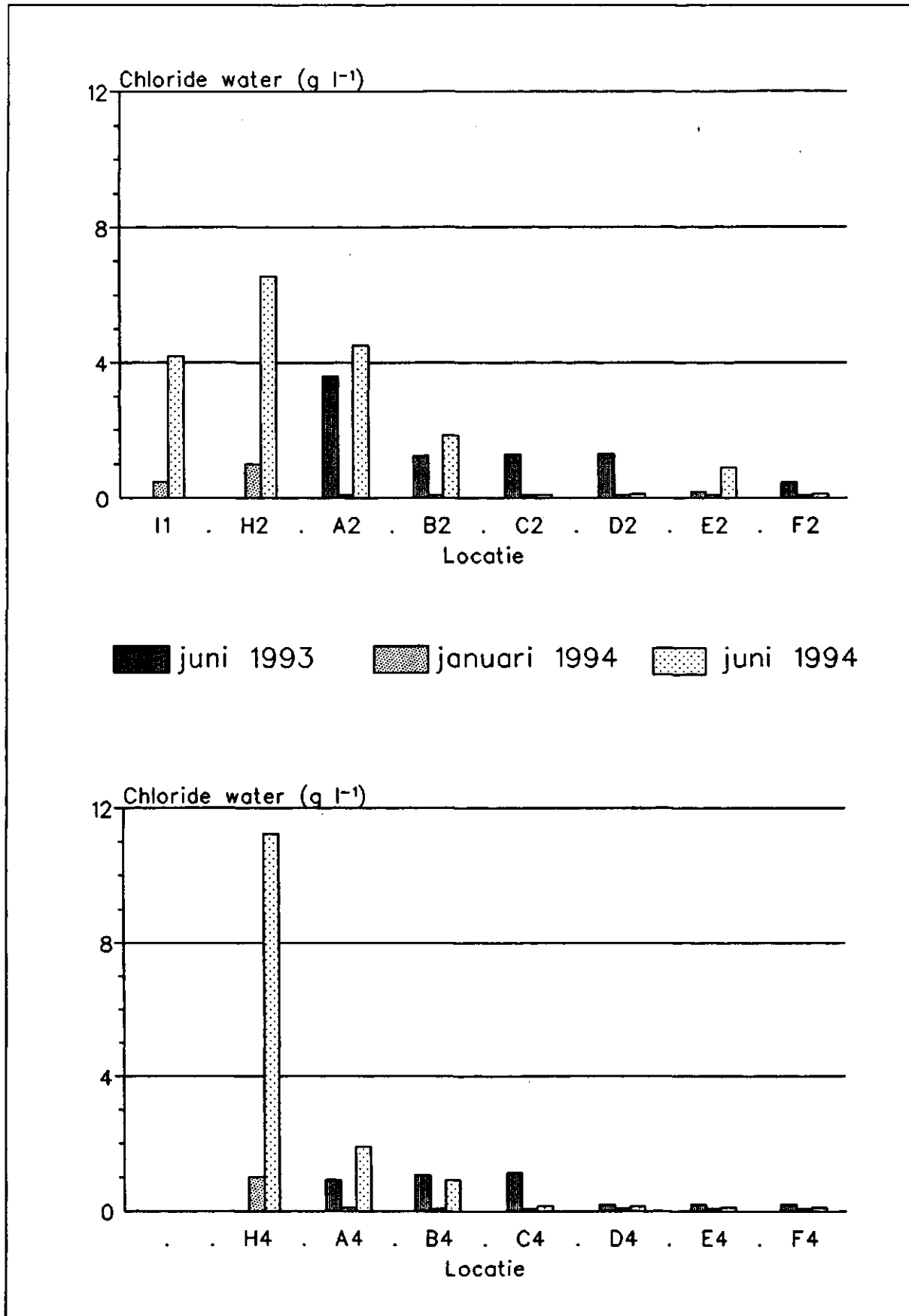
Figuur 4.1 De zandfractie (% droge stof > 63 μm) van de verschillende locaties op raai 2 en raai 4.



Figuur 4.2 Het organisch stofgehalte van de verschillende locaties op raai 2 en raai 4.



Figuur 4.3 Het chloridegehalte in de bodem van de verschillende locaties op raai 2 en raai 4.



Figuur 4.4 Het chloridegehalte van het water, 10 cm boven de bodem, van de verschillende locaties op raai 2 en raai 4.

Juni 1994

In het algemeen veranderde het percentage zand op de raaien B, F, H en I in juni 1994 niet of nauwelijks ten opzichte van januari 1994. De sedimenten op raai A bevatten minder zand dan in januari 1994. Het gevolg was dat deze sedimenten slibbiger van aard werden. Vooral op de raaien A en B nam het organisch stofgehalte toe (tabel 4.1). In het sediment op de raaien C, D en E nam het percentage zand toe met circa 20-60% (bijlage 2). Het organisch stofgehalte op deze raaien nam voornamelijk af.

Het chloridegehalte in het interstitiële water in de bodem in juni 1994 bleek op de meeste locaties te zijn toegenomen ten opzichte van de chloridegehalten in de bodem in januari 1994 (figuur 4.3). Het varieerde tussen 0,4 en 3 g Cl⁻/l aan de oostzijde van de Haringvlietsluizen en tussen 7 en 10 g Cl⁻/l.

Juni 1993 - juni 1994

In het algemeen waren de sedimenten op de raaien F, H en I in juni 1994 niet of nauwelijks veranderd ten opzichte van juni 1993. Veranderingen waren vooral opgetreden op de raaien A, B en C. Deze sedimenten waren meer zandig van aard dan in juni 1993 (bijlage 2). Behalve op de locaties B2 en B3, daar trad een toename op met circa 20% slib. Het organisch stofgehalte nam af op raai A en toe op raai B en gedeeltelijk op raai C.

4.1.2 Typering van het water

Juni 1993

Volgens de indeling van McLusky (1993) in tabel 3.3 is een typering gegeven van de in deze studie bemonsterde locaties in juni 1993 en 1994 aan de hand van chloriniteit (figuren 4.5 en 4.6).

Volgens de indeling van McLusky (1993) zou het water boven de locaties A2 en A3 mesohalien zijn. Het water boven de bodem tussen 0 en 650 m ten oosten van de sluizen wordt getypeerd als oligohalien (raaien A, B en C) en vanaf 850 m als zoet (raaien D, E en F).

Opvallend zijn de chlorideconcentraties 10 cm boven de bodemlocaties E5 en F6 in vergelijking met de omringende locaties (resp. 2,4 en 2,0 g Cl⁻/l). Dit bovenstaande water kan dan tot het mesohalientype (McLusky, 1993) gerekend worden. Mogelijk dat er via de schutsluizen van Stellendam (figuur 3.2) zout water wordt ingelaten en in de wat diepere putten van circa NAP -8 m zakt (figuur 3.1 en tabel 3.1).

Januari 1994

Wederom zijn de chlorideconcentraties in de bodemlocaties E5 en F6 in vergelijking met de omringende locaties relatief hoog.

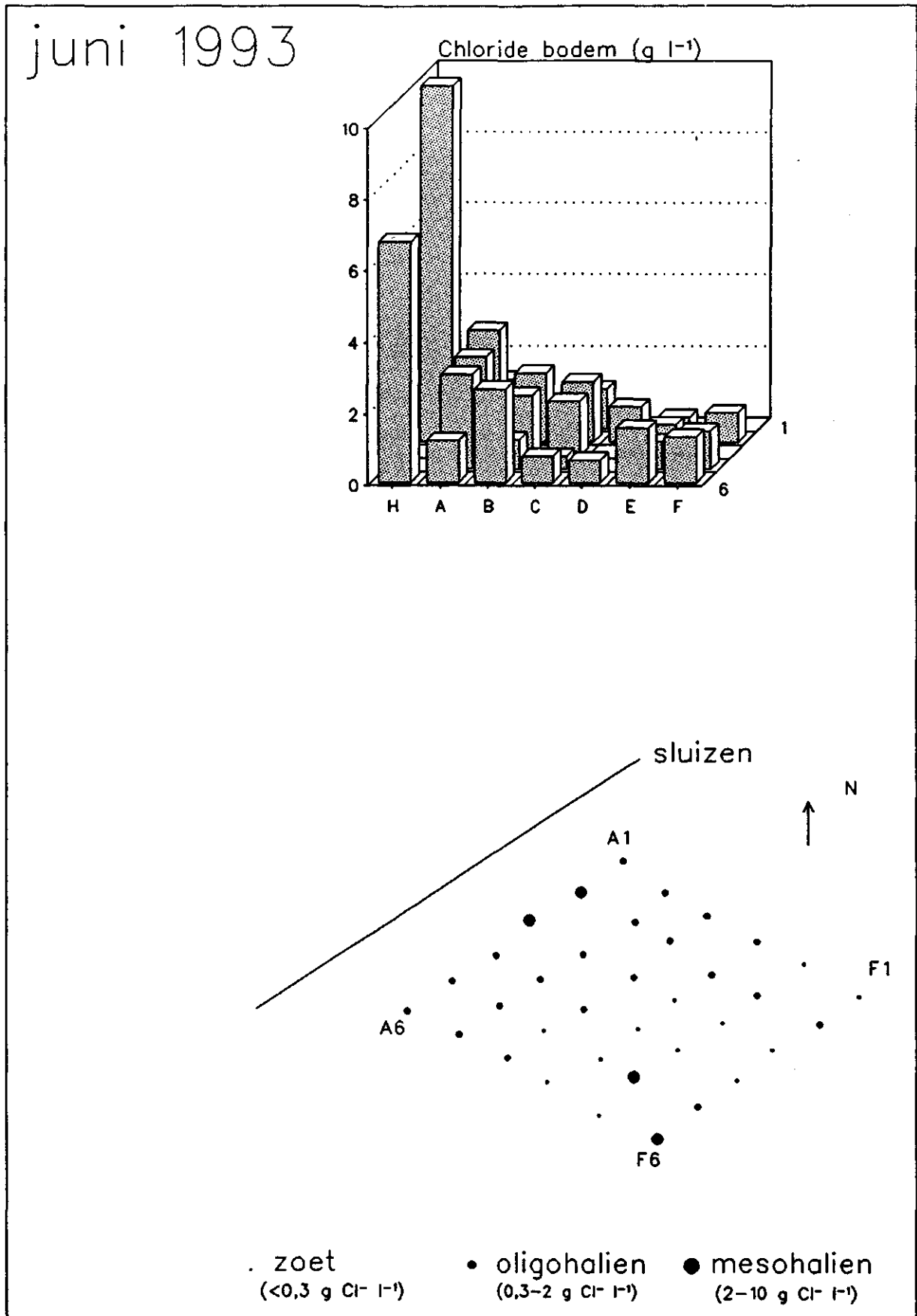
Volgens de indeling van McLusky (1993) worden de meeste bodems getypeerd als oligohaliene of zoete bodems. Uitzondering hierop zijn de locaties A2 en A3, die als mesohaliene bodems gekarakteriseerd worden. De bodems aan de westzijde van de sluizen worden als mesohaliene bodems (McLusky, 1993) gekarakteriseerd.

Juni 1994

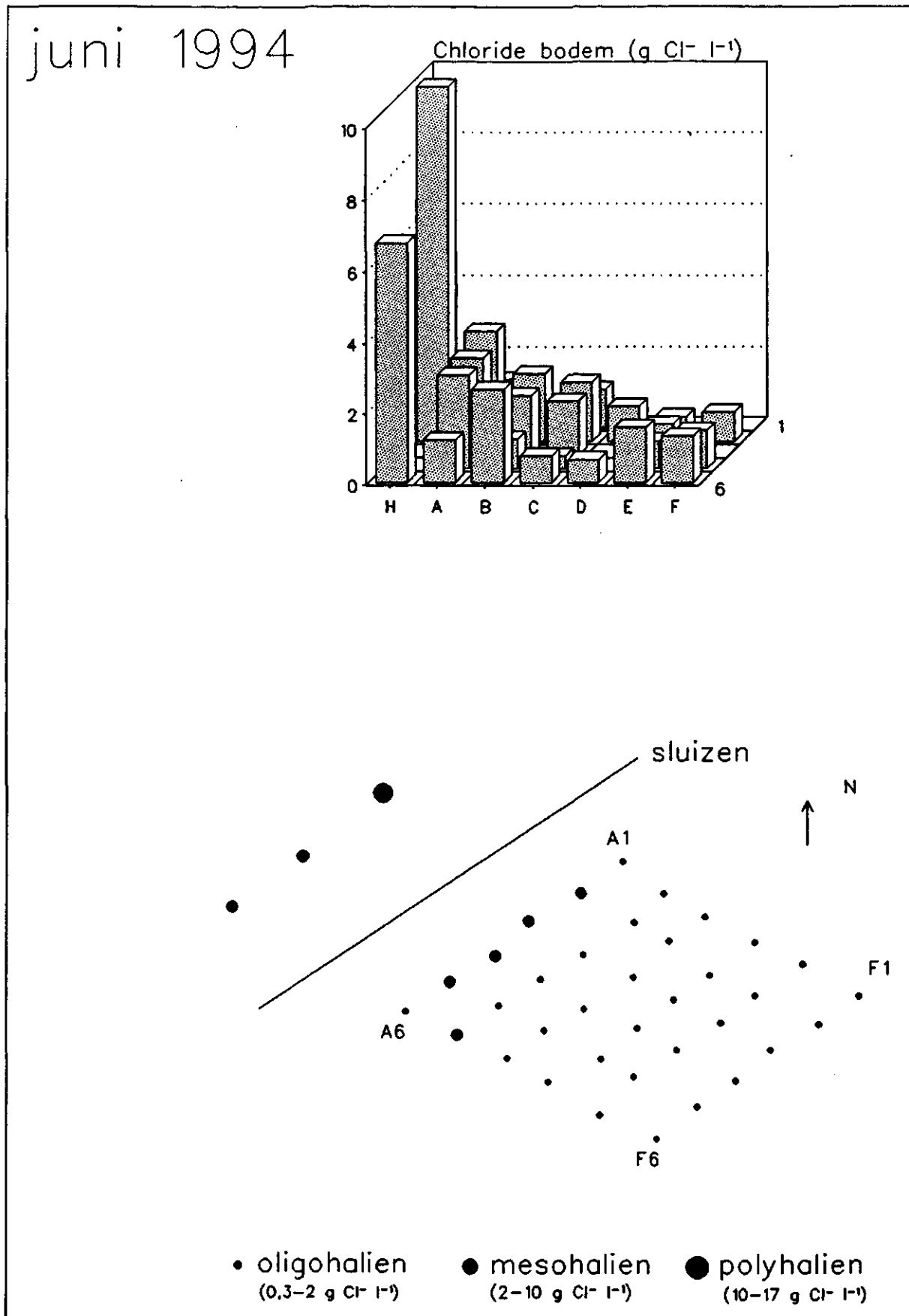
Over het algemeen blijkt, dat de chloridegehalten in het interstitiële water zijn toegenomen in juni 1994 ten opzichte van januari 1994. Over de gehele proefperiode bezien treden 9 m onder de waterspiegel maximale chlorideconcentraties op van 7 g Cl⁻/l (Van Spijk, 1994). Een oplading van de bodem met zout heeft plaatsgevonden.

Volgens de indeling van McLusky (1993) worden de meeste bodems getypeerd als oligohalien. Uitzondering hierop zijn de locaties A2, A3, A4, A5 en B6, die als mesohaliene bodems gekarakteriseerd worden. Dit stemt overeen met Van Spijk (1994), die constateerde dat niet al het zout ten gevolge van de afnemende afvoer van de Rijn gespuid kon worden en zich verzameld heeft in de diepe putten.

De bodems aan de westzijde van de sluizen worden als mesohaliene bodems (McLusky, 1993) gekarakteriseerd.



Figuur 4.5 Het chloridegehalte in het water, 10 cm boven de bodem, en typering volgens McLusky et al. (1993) op iedere locatie in juni 1993.



Figuur 4.6 Het chloridegehalte in de bodem en typering volgens McLusky et al. (1993) op iedere locatie in juni 1994.

4.1.3 Herkomst bepaling van het organisch stof

Aan de hand van C_{12}/C_{13} -analyses is de herkomst van het organisch stof te bepalen (§ 3.4.1). Ligt de waarde van deze verhouding dichtbij de -23 dan is het organisch stof afkomstig uit zee; ligt de verhouding dichtbij -28 dan is het organisch stof afkomstig uit de rivier. In tabel 4.2 staan weergegeven de verhoudingen van een aantal geselecteerde locaties in januari en juni 1994.

Tabel 4.2 De C_{12}/C_{13} -verhoudingen van een aantal geselecteerde locaties bemonsterd in januari en juni 1994.

locatie	januari 1994		juni 1994	
	C_{12}/C_{13} - verhouding	herkomst	C_{12}/C_{13} - verhouding	herkomst
A1				
A2	-27,8	rivier	-27,2	rivier
A3				
A4	-27,5	rivier	-27,7	rivier
A5				
A6	-27,3	rivier	-24,9	zee
B1				
B2	-28,0	rivier	-27,6	rivier
B3	-28,0	rivier	-27,6	rivier
B4	-27,7	rivier	-28,0	rivier
B5	-27,7	rivier	-26,7	rivier
B6	-27,7	rivier	-26,7	rivier
C1				
C2	-27,8	rivier	-27,9	rivier
C3				
C4	-25,3	zee	-27,4	rivier
C5				
C6	-27,4	rivier	-27,1	rivier
D1				
D2	-27,9	rivier	-26,9	rivier
D3				
D4	-25,8	zee/rivier	-26,2	zee/rivier
D5				
D6	-25,3	zee/rivier	-26,3	zee/rivier
E1				
E2	-27,9	rivier	-27,8	rivier
E3				
E4				
E5				
E6	-25,8	zee/rivier	-27,3	rivier
F1				
F2	-27,7	rivier	-27,8	rivier
F3				
F4				
F5				
F6	-28,4	rivier	-28,4	rivier
H1				
H2	-22,5	zee	-22,8	zee
H3				
H4	-23,0	zee	-23,0	zee
H5				
H6				
I1			-23,5	zee
I2	-22,9	zee	-23,3	zee
I3	-24,2	zee	-24,0	zee
I4			-24,3	zee

Uit tabel 4.2 blijkt, dat voornamelijk veranderingen zijn waargenomen op de locaties A6, C4, D4, D6 en E6. Op locatie A6 is in juni 1994 organisch stof afgezet afkomstig uit zee, in januari 1994 bevatte deze locatie nog organisch stof afkomstig van de rivier. Op locatie C4 is het omgekeerde gebeurd. In januari 1994 was organisch stof afkomstig van de zee aanwezig, terwijl in juni 1994 organisch stof is afgezet, afkomstig van de rivier. Op de locaties D4, D6 en E6 was organisch stof aanwezig afkomstig van zee en rivier. In juni 1994 was op deze locaties meer organisch stof afkomstig van de rivier aanwezig dan in januari 1994.

4.2 Macro-evertebraten

4.2.1 Benthische macro-evertebraten

Algemeen

In de figuren 4.7 t/m 4.12 zijn de Canonical Correspondence Analysis ordinatiediagrammen en TWINSpan-clusters per bemonsteringsperiode weergegeven, gebaseerd op dichtheden. Voor de codering van de soorten wordt verwezen naar bijlage 3.1. De punten voor of achter de soortcode en de locatiecode in de ordinatiediagrammen geven de plaats aan van de soorten en de locaties. De eigenwaarden van de eerste en tweede as van de ordinaties (CANOCO) van de verschillende bemonsteringsperioden zijn vermeld in tabel 4.3. De eigenwaarden van de belangrijkste verdelingen in clusters (TWINSpan) zijn vermeld in tabel 4.4.

Tabel 4.3 De eigenwaarden van de eerste en tweede as van de Canonical Correspondence Analysis diagrammen van de soorten en de monsters in de verschillende bemonsteringsperioden.

assen	eigenwaarde		
	juni 1993	januari 1994	juni 1994
1	0,20	0,13	0,46
2	0,08	0,11	0,15

Tabel 4.4 De eigenwaarden van de belangrijkste TWINSpan-verdelingen van de monsters in de verschillende bemonsteringsperioden.

verdeling	eigenwaarde		
	juni 1993	januari 1994	juni 1994
1	0,58	0,34	1,00
2	0,42	0,26	0,81
3	0,31	0,37	0,44
3 ²		0,28	0,61
4			0,34

Uit tabel 4.3 lijken de ordinaties en verdelingen in juni 1993 en januari 1994 niet overtuigend verschillend. Dit duidt op een éénvormige soorten-samenstelling op de verschillende locaties. Tevens lijkt het erop uit te zien, dat de soorten en locaties, na zout water ingelaten te hebben, beter geordend worden en dus een differentiatie in soortensamenstelling vertonen. Uit tabel 4.4 blijkt, dat de locaties in juni 1993 goed geclusterd konden worden volgens de eerste indeling. In januari 1994 werd de clustering van locaties minder eenduidig. In juni 1994 was een zeer duidelijke verdeling van locaties in clusters waar te nemen.

Er zijn taxa verwaarloosd in de ordinaties en clusteringen, zoals *Corophium* sp., *Gammarus* sp., Hydracarina, Tubificidae zonder haren en Tubificidae met haren. De eerste 2 taxa zijn niet gebruikt in de ordinaties en clusteringen, omdat er dan een dubbel telling van de verschillende soorten optrad. Bijvoorbeeld *Corophium* sp. kon mogelijk *Corophium multisetosum* of *Corophium curvispinum*, etc. zijn. Dit geldt evenzo voor de Tubificidae zonder en met haren. Zo kon bijvoorbeeld de Tubificidae zonder haren bestaan uit *Limnodrilus claparedeanus*, *L. hoffmeisteri* en *Potamothrix moldaviensis*; de Tubificidae met haren uit *Tubifex tubifex* en *Potamothrix hammoniensis*. De Hydracarina zijn verwaarloosd, omdat deze taxa voornamelijk parasitair op Chironomidae en Tubificidae leven. De gevonden exemplaren werden in de waterkolom waargenomen en daardoor niet indicatief geacht voor de veranderingen in de bodem.

De verschillende soorten *Pisidium* zijn samengevoegd tot *Pisidium* sp. Verschillende soorten van het taxon Polychaeta zijn samengevoegd tot één taxon. Andere taxa (*Propappus* sp., *Aulodrilus pluriseta*, *Uncinaxis uncinata*, *Endochironomus tendens*, *Bithynia tentaculata*, *Ecnomus tenellus*, Trichoptera) zijn niet gebruikt, omdat ze bijvoorbeeld voorkwamen in zeer lage aantallen op één locatie in één bemonsteringsperiode. De dichtheden [n/m^2] van alle gevonden taxa staan vermeld in bijlage 3.

Juni 1993 (figuren 4.7 en 4.8)

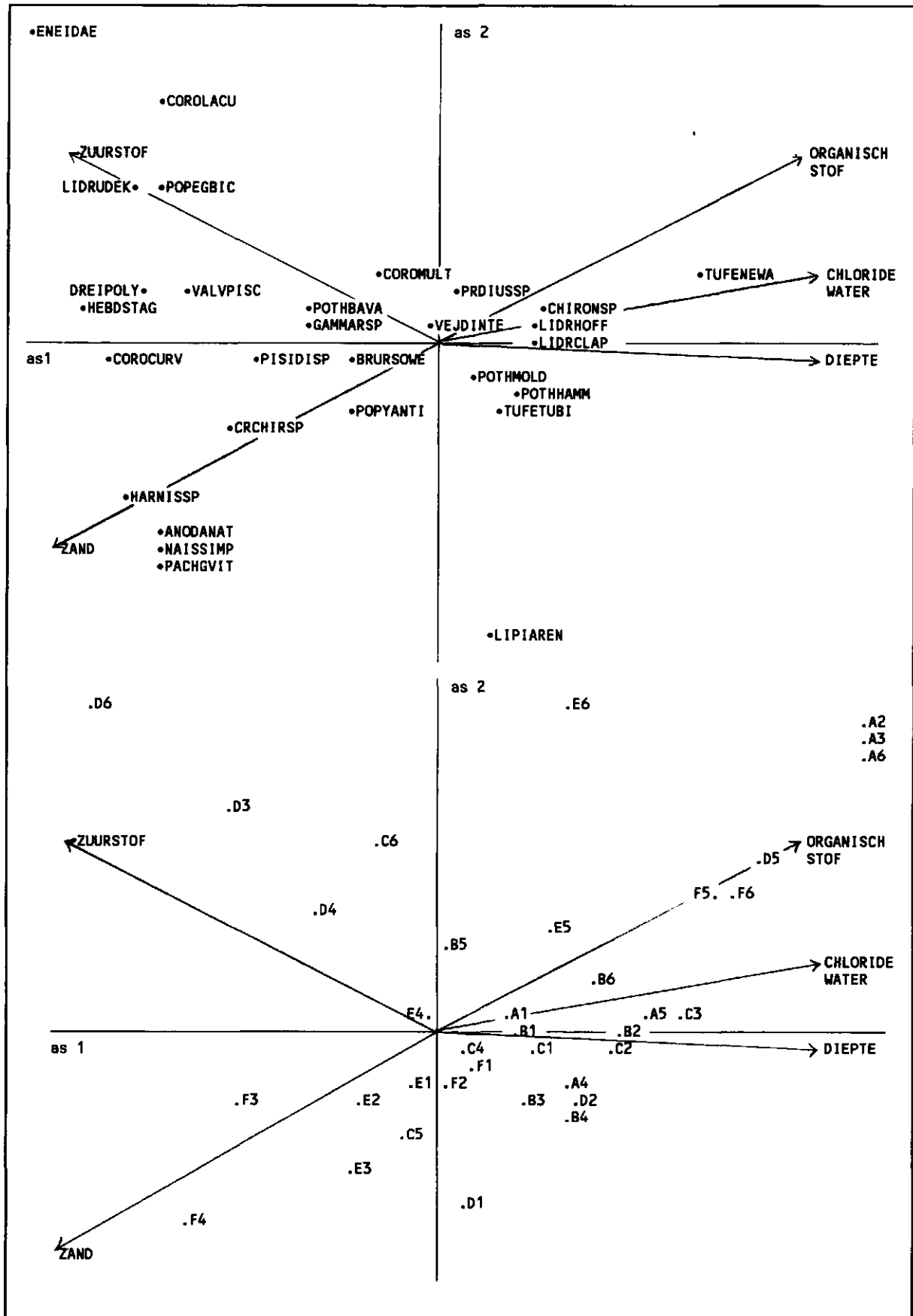
Ordinatie-diagram

Uit figuur 4.7 blijkt, dat in juni 1993 weinig verschil bestond in de soortsamenstelling tussen de verschillende locaties gelegen aan de oostzijde van de Haringvlietsluizen. Vele soorten staan gerangschikt rondom de oorsprong. Enkele soorten, die niet rondom de oorsprong liggen zijn: *Tubifex newaensis*, *Lipiniella arenicola* en de soortengemeenschap bestaande uit onder andere *Corophium lacustre*, *Corophium curvispinum* en *Harnischia* sp. gedomineerd door *Dreissena polymorpha*.

Op de eerste as zijn links de projectiepunten van de soorten in de ondiepe, zoete sedimenten met lage organisch stofgehaltes (D6 en F4) en rechts staan de projectiepunten van de soorten in de diepe, zoute en organisch stofrijke sedimenten (A2, A3 en A6).

Op de tweede as zijn onderaan de projectiepunten van de soorten in de zandige sedimenten met lage organisch stofgehaltes weergegeven en bovenaan de projectiepunten van de soorten in de slibbige sedimenten met een hoog organisch stofgehalte.

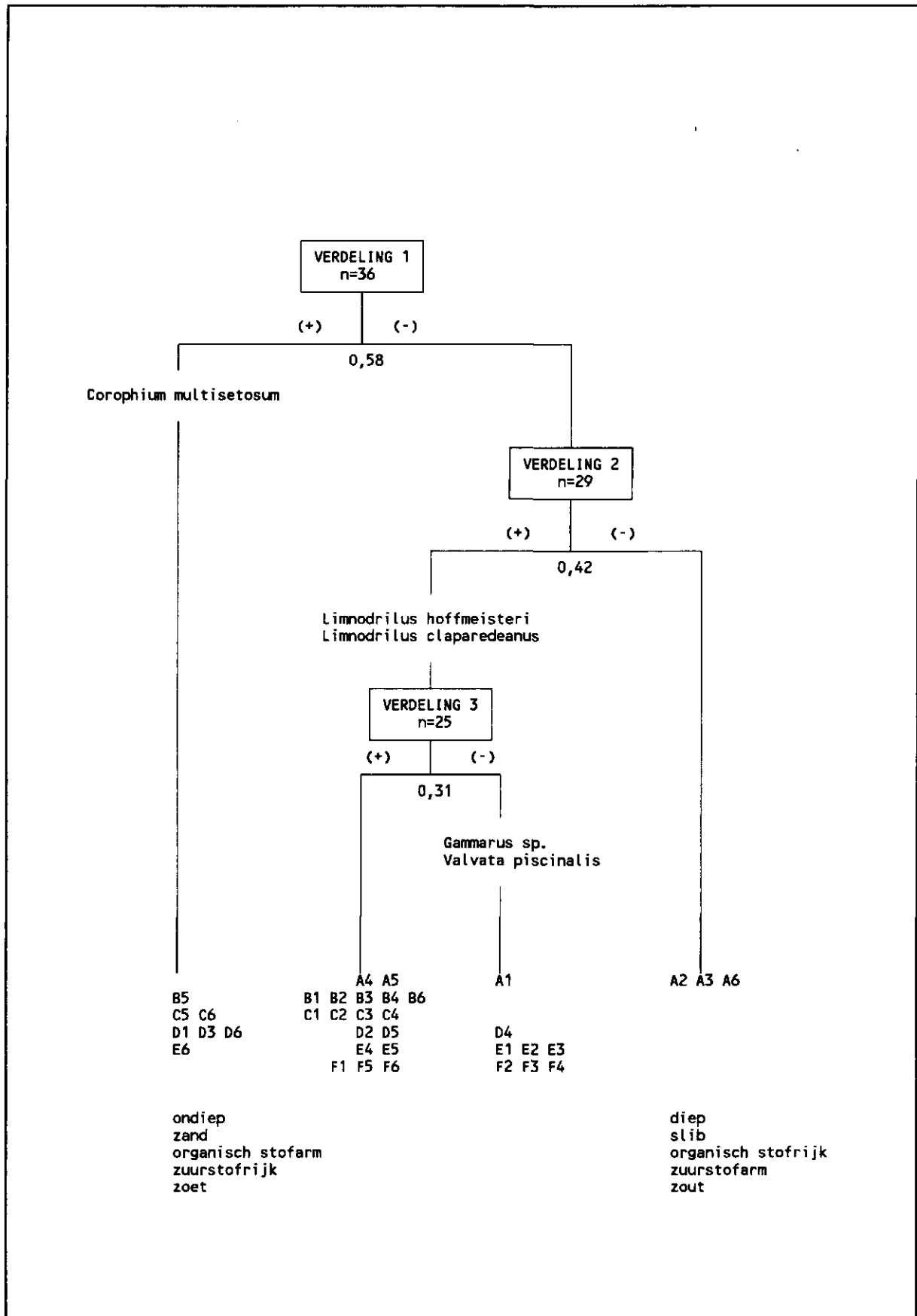
Uit het ordinatie-diagram is vooral waar te nemen, dat de hoogste chloridegehaltes werden waargenomen op de diepst gelegen locaties met een hoog organisch stofgehalte en zeer lage zuurstofconcentraties (A2, A3 en A6). Uit het ordinatie-diagram blijkt, dat op deze locaties geen tot zeer weinig soorten werden waargenomen. Uit bijlage 3 blijkt, dat het taxon Hydracarina op bovengenoemde locaties in zeer lage dichtheden aangetroffen werd in resp. 101, 51 en 51 n/m². De Tubificidae zonder haren werden in resp. 0, 17 en 34 n/m² aangetroffen (bijlage 3). De enige soort, die bij relatief hoge chloridegehaltes (1,2 en 1,3 g/l op resp. de locaties B2 en C3) werd waargenomen in slibbig sediment op circa NAP -11 m is *Tubifex newaensis*. De laagste chloridegehaltes en hoogste zuurstofgehaltes werden waargenomen boven ondiep (NAP -6 tot NAP -10 m) gelegen sedimenten op de locaties D3, C6, D6 en E6. Op deze locaties werd een dominantie waargenomen van *Corophium multisetosum* (bijlage 3). De laagste chloridegehaltes werden waargenomen boven zandige, organisch stofarme sedimenten gelegen op NAP -8 tot NAP -10 m (locaties E2, E3, F3 en F4). Hier werden vooral *Harnischia* sp. en *Potamothenix moldaviensis* aangetroffen (bijlage 3). Onder vrijwel gelijke omstandigheden, maar met minder zuurstof en hogere organisch stofgehaltes werd op locatie D1 vooral *Lipiniella arenicola* aangetroffen.



Figuur 4.7 Ordinatiediagram gebaseerd op Canonical Correspondence Analysis van de soortensamenstelling en fysische karakteristieken op iedere locatie in juni 1993. De soortscoderingen staan weergegeven in bijlage 3.1.

Clusterdiagram

Uit figuur 4.8 blijkt een belangrijke tweedeling te ontstaan in de monsters, die gekarakteriseerd worden door de aanwezigheid van *Corophium multisetosum* of *Limnodrilus claparedeanus*. *Corophium multisetosum* kwam voornamelijk voor in de zandige sedimenten op raai 6 (C6, D6 en E6) en raai 5 (B5 en C5). Binnen het cluster van locaties gekarakteriseerd door *Limnodrilus claparedeanus* werd nog een onderscheid gemaakt in een cluster waar weinig tot geen andere soorten in voorkwamen (locaties A2, A3, A6 en D5), een cluster met locaties gekarakteriseerd door co-dominantie van *Limnodrilus hoffmeisteri* en een cluster met locaties gekarakteriseerd door de aanwezigheid van *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Gammarus* sp. en *Valvata piscinalis*. Hoge dichtheden van deze soorten werden voornamelijk waargenomen op de locaties gelegen op circa 1.050 tot 1.250 m van de Haringvliet-sluizen (E1, E2, E3, F2, F3 en F4).



Figuur 4.8 Clusterdiagram gebaseerd op Two Way Indicator Species Analysis van de soortensamenstelling op iedere locatie in juni 1993.

Januari 1994 (figuren 4.9 en 4.10)

Ordinatiediagram

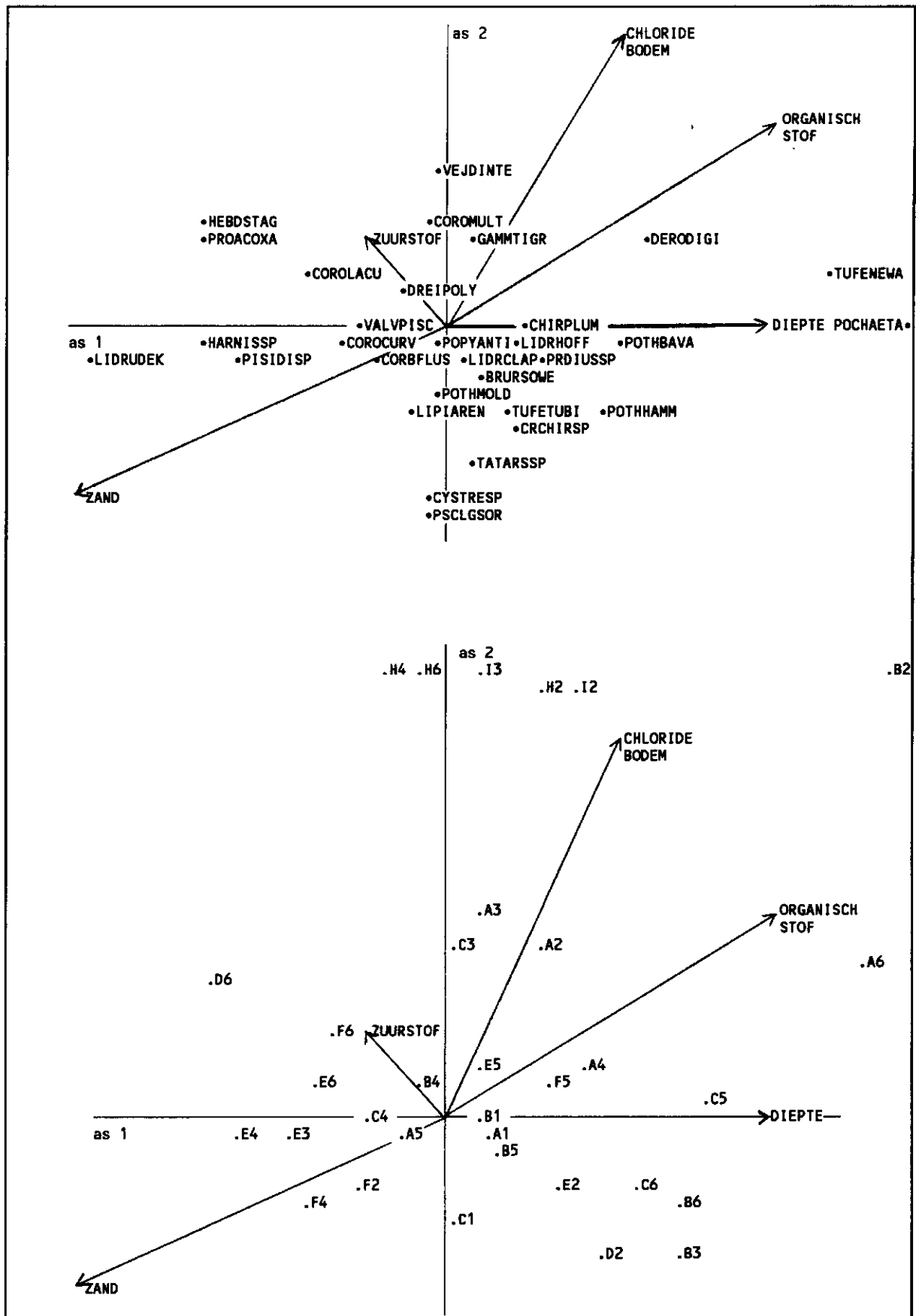
Er bestond verschil tussen de soortensamenstelling in de sedimenten gelegen aan de oostzijde en de westzijde van de Haringvlietsluizen. Op de locaties aan de westzijde van de Haringvlietsluizen (raaien H en I; in het ordinatiediagram bovenaan as 2 gerangschikt) werden over het algemeen alleen *Corophium multisetosum* en *Gammarus tigrinus* (bijlage 3) aangetroffen. Op deze locaties werden hoge chloridegehalten in slibbige, organisch stofrijke bodems waargenomen.

Evenals in juni 1993 bestond er weinig verschil in de soortensamenstelling tussen de verschillende locaties gelegen aan de oostzijde van de Haringvlietsluizen. Vele soorten, alsmede de locaties waar ze voorkwamen, staan gerangschikt rondom de oorsprong. Enkele soorten of taxa, die niet rondom de oorsprong liggen zijn: *Tubifex newaensis*, *Polychaeta*, *Potamothrix bavaricus*, *Dero digitata*, *Proasellus coxalis*, *Helobdella stagnalis*, *Harnischia* sp., *Pisidium* sp. en *Limnodrilus udekemianus*. Enkele locaties, niet gerangschikt rondom de oorsprong, zijn A6 en B2. Op locatie A6 werd de soortensamenstelling gekarakteriseerd door de aanwezigheid van *Polychaeta* en *Tubifex newaensis*. Op locatie B2 werd de soortensamenstelling gekarakteriseerd door zeer lage dichtheden van *Tubificidae* zonder haren, *Dero digitata*, *Hydracarina* en *Gammarus tigrinus*, waarmee deze locatie qua samenstelling gaat gelijken op de locaties gelegen op de raaien H en I.

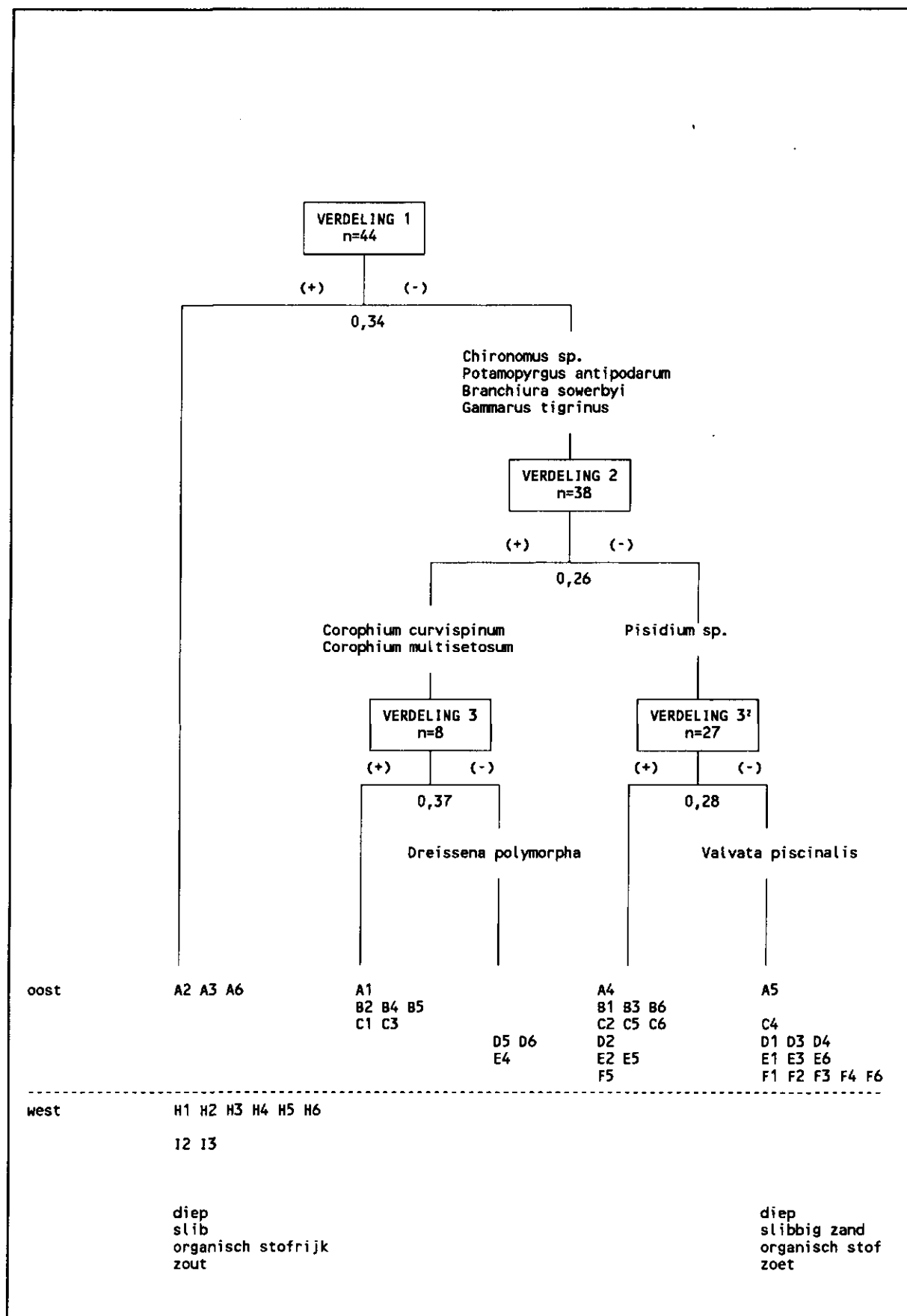
Een combinatie van de parameters "diepte" en "zand" bepaalt voornamelijk de ordinatie op de eerste as. Links staan de ondiepe zandige locaties E3 en E4 weergegeven en geheel rechts de diepe slibbige locatie A6. De combinatie van de parameters "chloride in de bodem", "organisch stofgehalte" en "percentage zand" bepalen voornamelijk de ordinatie langs de tweede as. De parameter "zuurstof" schijnt in januari 1994 ten opzichte van juni 1993 minder belangrijk te zijn geworden. Geheel onderaan de tweede as staan de locaties D2 en D3 weergegeven en geheel bovenaan de locaties op de raaien H en I aan de westzijde van de Haringvlietsluizen.

Clusterdiagram

Indien de monsters geclusterd worden aan de hand van de soorten dan lijkt een belangrijke tweedeling te ontstaan in de monsters genomen op de raaien H en I en locaties A2, A3 en A6 en de rest van de bemonsterde locaties (eigenwaarde = 0,34). Op de raaien H en I en locatie A6 kwamen alleen de soorten *Corophium multisetosum* en *Gammarus tigrinus* voor. De rest van de locaties werd gedomineerd door *Chironomus* sp., *Branchiura sowerbyi*, *Gammarus tigrinus* en *Potamopyrgus antipodarum*. Binnen deze locaties werd verder een onderscheid gemaakt in locaties met hoge dichtheden en lage dichtheden van *Corophium multisetosum* en *Corophium curvispinum*. Hoge dichtheden van deze soorten werden voornamelijk waargenomen aan de noord- en zuidzijde van de Haringvlietsluizen (A1, B2, C1, B5, D5, D6, E4 en B4). Lage dichtheden van *Corophium curvispinum* en *Corophium multisetosum*, maar hoge dichtheden aan *Pisidium* sp., werden waargenomen op de overige locaties.



Figuur 4.9 Ordinatiediagram gebaseerd op Canonical Correspondence Analysis van de soortensamenstelling en fysieke karakteristieken op iedere locatie in januari 1994. De soortscoderingen staan weer-gegeven in bijlage 3.1.



Figuur 4.10 Clusterdiagram gebaseerd op Two Way Indicator Species Analysis van de soortensamenstelling op iedere locatie in januari 1994.

Juni 1994 (figuren 4.11 en 4.12)

In de figuur 4.11 is de ordinatie van de locaties weergegeven, die oostelijk van de Haringvlietsluizen gelegen zijn, exclusief de locaties, die westelijk van de Haringvlietsluizen gelegen zijn. In figuur 4.12 is de clustering van alle locaties weergegeven.

Ordinatie-diagram

Wanneer de sedimenten aan de west- en oostzijde van de sluizen geordend worden dan blijkt, dat de zoute bodems met zeer hoge gehalten aan organisch stof (H2, H4 en I3) enerzijds en een wolk van vooral zoete bodems op de andere locaties anderzijds, geordend worden (niet weergegeven in een figuur). Om meer onderscheid te krijgen binnen de wolk van zoete bodems is wederom een ordinatie uitgevoerd, maar dan exclusief de locaties westelijk van de Haringvlietsluizen gelegen (figuur 4.11). Binnen de wolk van zoete bodems lijkt er een mogelijke ordinatie waar te nemen van sedimenten slibbig van karakter met hoge organisch stofgehalten en chloridegehalten in de bodem (locaties A3, A6, I2, I1 en C3) enerzijds en een ordening van zoete, enigszins zandige, arm aan organisch stof sedimenten anderzijds.

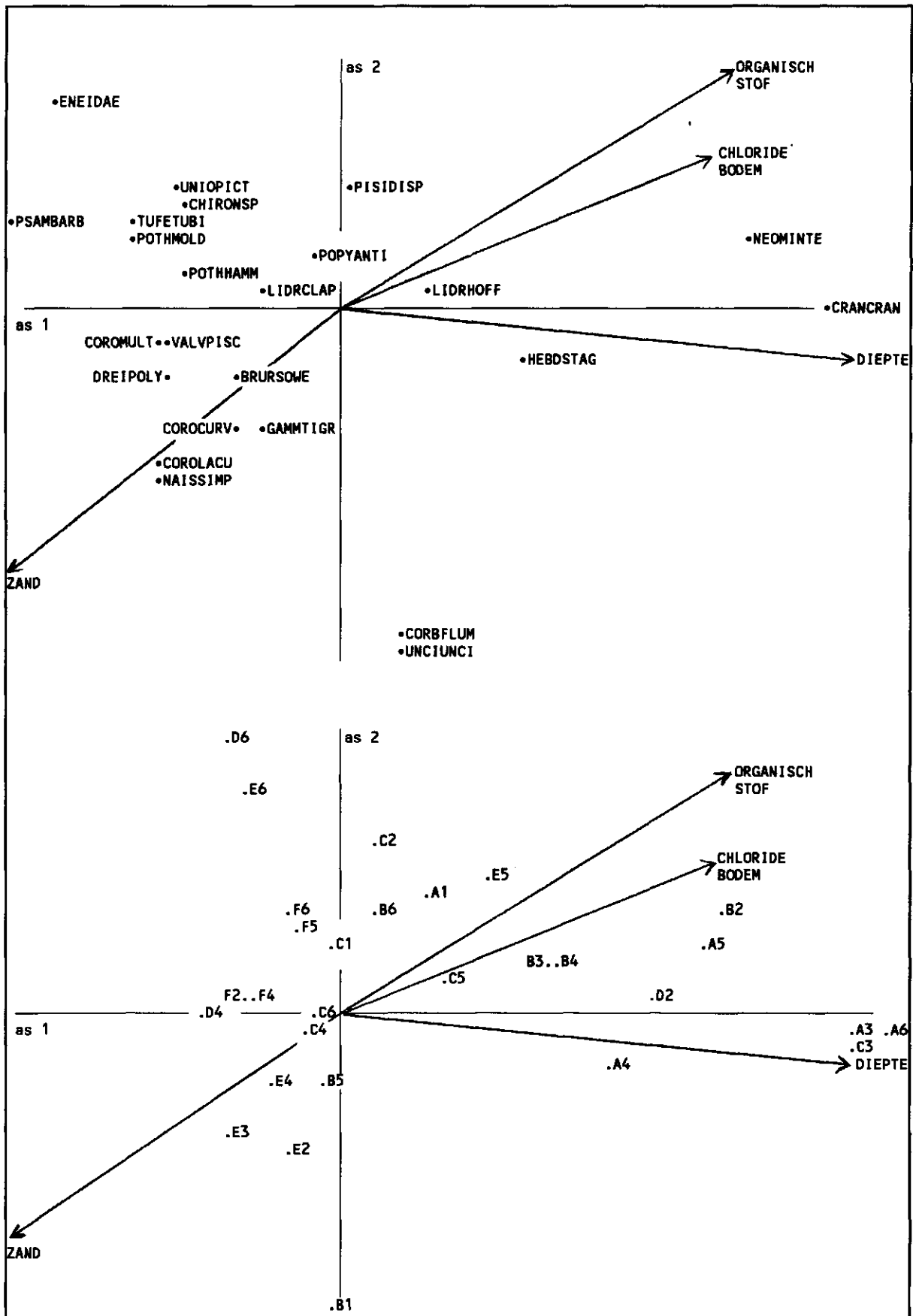
Karakteristiek aanwezig in de zoute bodems met hoge organisch stofgehalten was *Paranais frici*. In de zandige, ondiepe, zoute bodem (locatie I4) waren karakteristiek aanwezig *Spio fillicornis*, *Heteromastus filiformis* en *Nereis diversicolor* (Polychaeta) en de schelp *Angulus tenuis*. De slibsedimenten met hoge organisch stofgehalten en chloridegehalten in de bodem (locaties A3, A6, I2, I1 en C3) werden gekarakteriseerd door afwezigheid van benthische macrofauna en aanwezigheid van de pelagische macrofauna zoals de garnaal *Crangon crangon* en de aasgarnaal *Neomysis integer* (bijlage 3 en figuur 4.11). De overige sedimenten werden gekenmerkt door de dominantie van *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus claparedeanus* en *Potamopyrgus antipodarum* (figuur 4.11).

Clusterdiagram

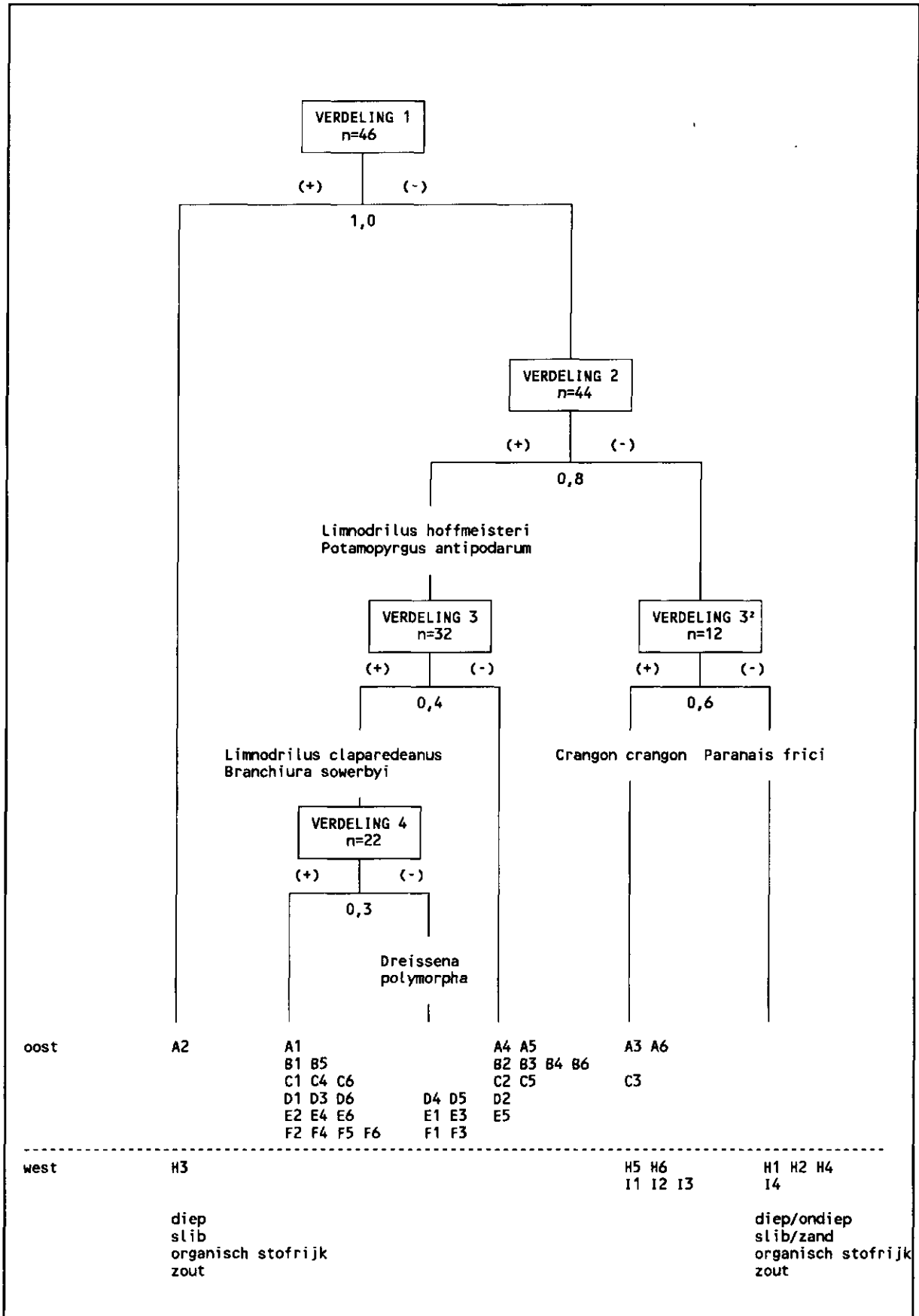
Indien de locaties nader beschouwd worden dan lijkt een belangrijke tweedeling te ontstaan in de monsters genomen op de locaties H3 en A2 en de rest van de bemonsterde locaties. Deze locaties werden gekenmerkt door een totale afwezigheid van macrofauna.

Een aantal locaties, westelijk gelegen van de Haringvlietsluizen en oostelijk dichtbij de Haringvlietsluizen, werd gekarakteriseerd door alleen de aanwezigheid van de benthisch voorkomende soort *Paranais frici* (H1, H2, H4 en I4) of de pelagisch voorkomende soort *Crangon crangon* (A3, A6, C3, H5, H6, I1, I2 en I3).

Op de meeste overige locaties domineerden de soorten *Limnodrilus hoffmeisteri* en *Potamopyrgus antipodarum*. Hierin was verder nog een onderscheid te maken waar tevens dominant aanwezig waren *Limnodrilus claparedeanus*, *Branchiura sowerbyi* en/of *Dreissena polymorpha* (figuur 4.12).



Figuur 4.11 Ordinatiediagram gebaseerd op Canonical Correspondence Analysis van de soortensamenstelling en fysische karakteristieken op iedere locatie in juni 1994. De soortscoderingen staan weergegeven in bijlage 3.1.



Figuur 4.12 Clusterdiagram gebaseerd op Two Way Indicator Species Analysis van de soortensamenstelling op iedere locatie in juni 1994.

4.2.2 Pelagische macro-evertebraten

In de figuren 4.13 t/m 4.17 zijn weergegeven de pelagische soorten, die met het sleepnet gevangen zijn.

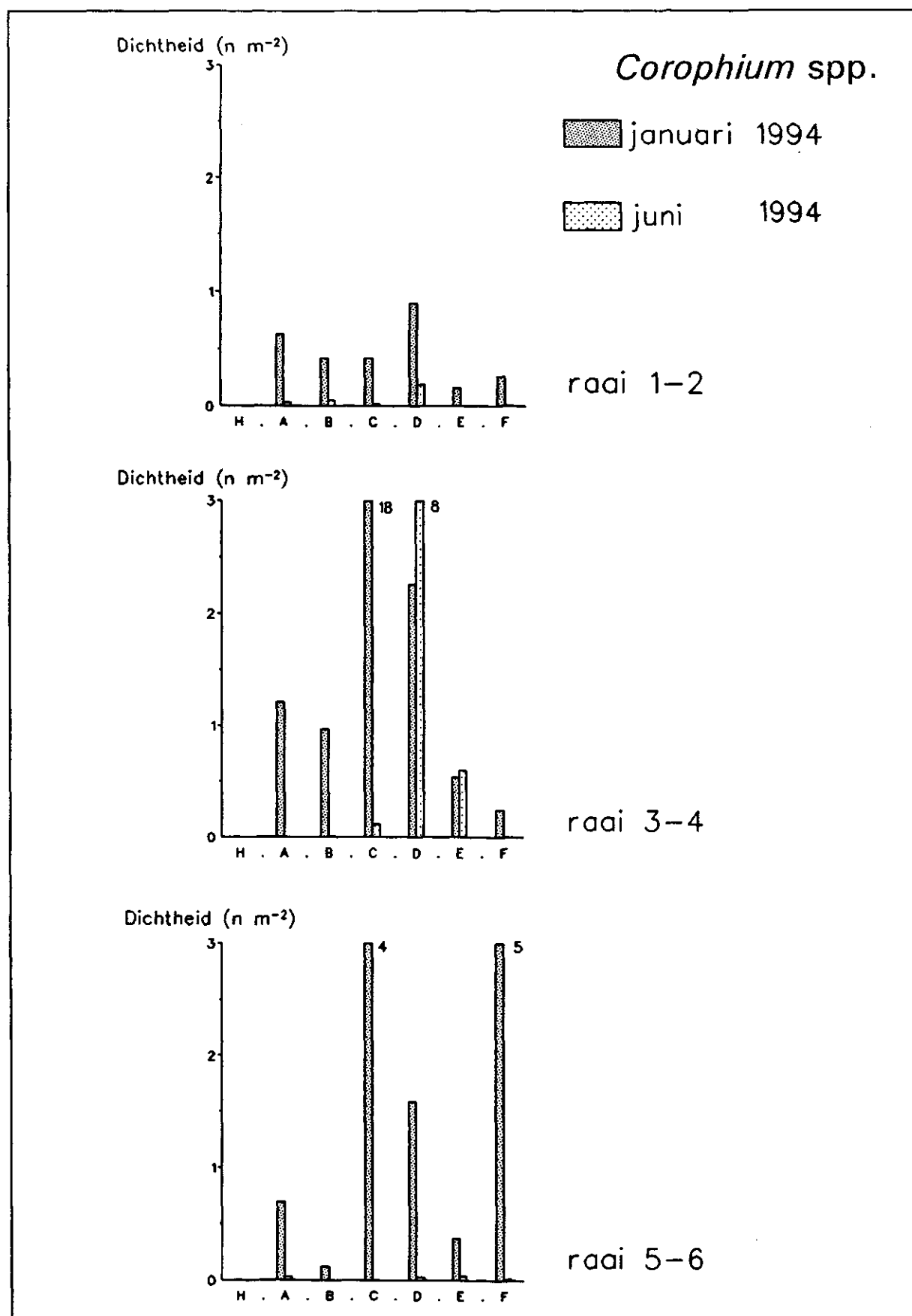
Uit figuur 4.13 blijkt, dat *Corophium* spp. in januari en juni 1994 in zeer lage dichtheden voorkwam. Tevens werd waargenomen dat de dichtheden in januari 1994 hoger waren dan in juni 1994. In januari op de C- en D-raai vertoonde *Corophium* spp. de hoogste dichtheden. In juni kwamen op D-raai hogere dichtheden voor dan op raai C. Er lijkt een oostwaartse verschuiving van *Corophium* spp. op te treden.

Gammarus tigrinus vertoonde evenals *Corophium* sp. in januari 1994 hogere dichtheden dan in juni 1994 (figuur 4.14). In januari was niet duidelijk waar te nemen op welke raaien *Gammarus tigrinus* in de hoogste dichtheden voorkwam. In juni werden de hoogste dichtheden waargenomen op raai D. Ook bij *Gammarus tigrinus* lijkt een oostwaartse verschuiving van het verspreidingsgebied op te treden.

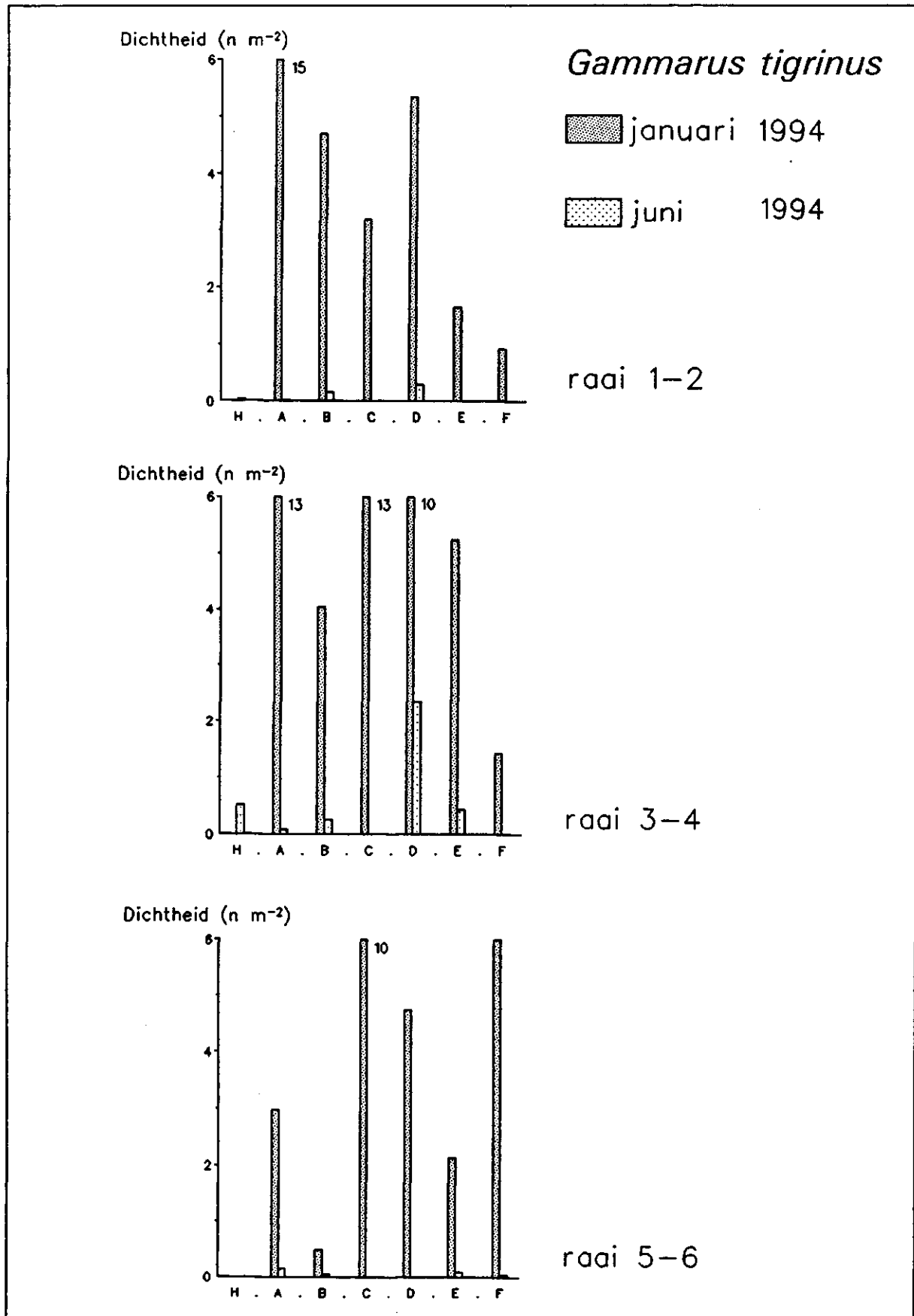
Neomysis integer vertoonde over het algemeen in juni 1994 hogere dichtheden dan in januari 1994 (figuur 4.15). Er was geen duidelijke trend waar te nemen op welke raaien *Neomysis integer* in de hoogste dichtheden voorkwam.

Uit figuur 4.16 blijkt, dat *Crangon crangon* alleen in juni 1994, na het openzetten van de sluisluizen 11 en 12, oostelijk van de Haringvlietsluizen werd waargenomen. *Crangon crangon* werd voornamelijk waargenomen op de raaien A en B. Westelijk van de Haringvlietsluizen werd *Crangon crangon* voornamelijk waargenomen op raai H. Het ziet ernaar uit dat de maximale indringing van *Crangon crangon* tot 450 m oostelijk van de sluisen heeft plaatsgevonden.

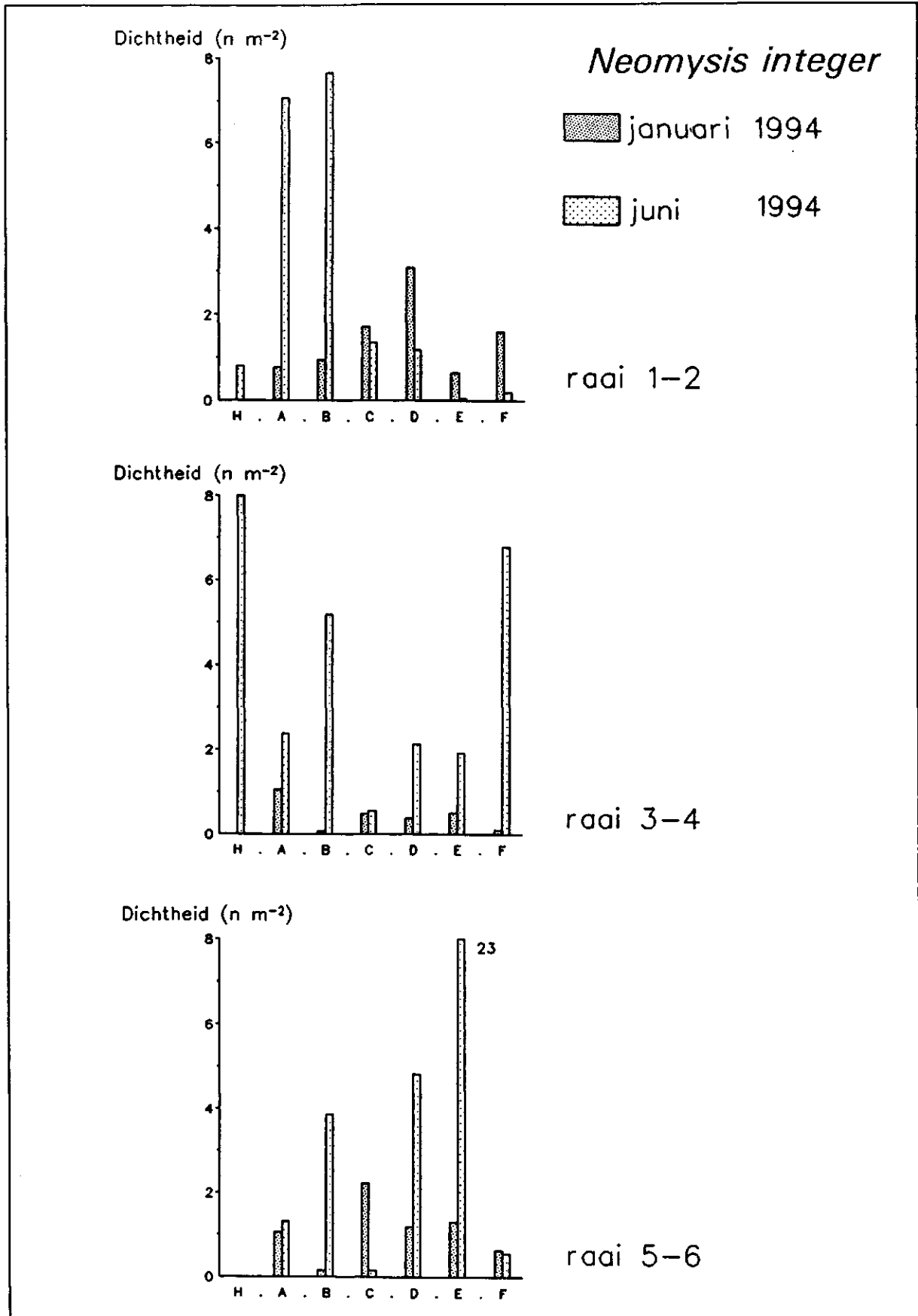
Uit figuur 4.17 blijkt, dat *Palaemon longirostris* in januari 1994 vooral voorkwam op de oostelijk gelegen raaien (C, D, E en F). De hoogste dichtheden werden waargenomen op het sleeptraject tussen de raaien 3 en 4 (figuur 4.15). In juni werden de hoogste dichtheden waargenomen op de raaien B. In tegenstelling tot de verspreiding van *Corophium* spp. en *Gammarus tigrinus* lijkt de verspreiding van *Palaemon longirostris* een westwaartse verschuiving te vertonen na inlaat van zout water.



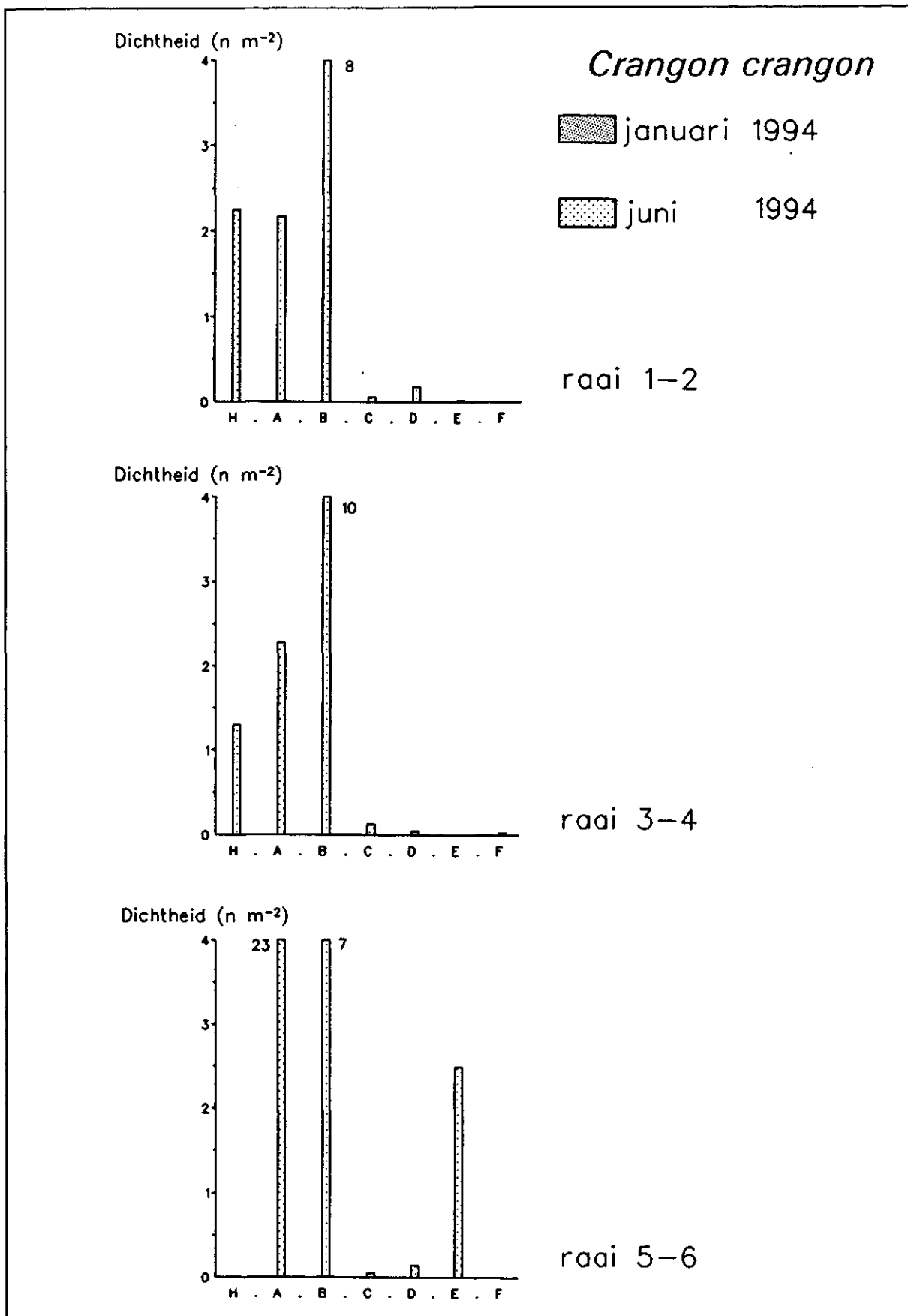
Figuur 4.13 De dichtheid van *Corophium* spp. bemonsterd tussen raai 1 en 2, raai 3 en 4, raai 5 en 6 in januari en juni 1994.



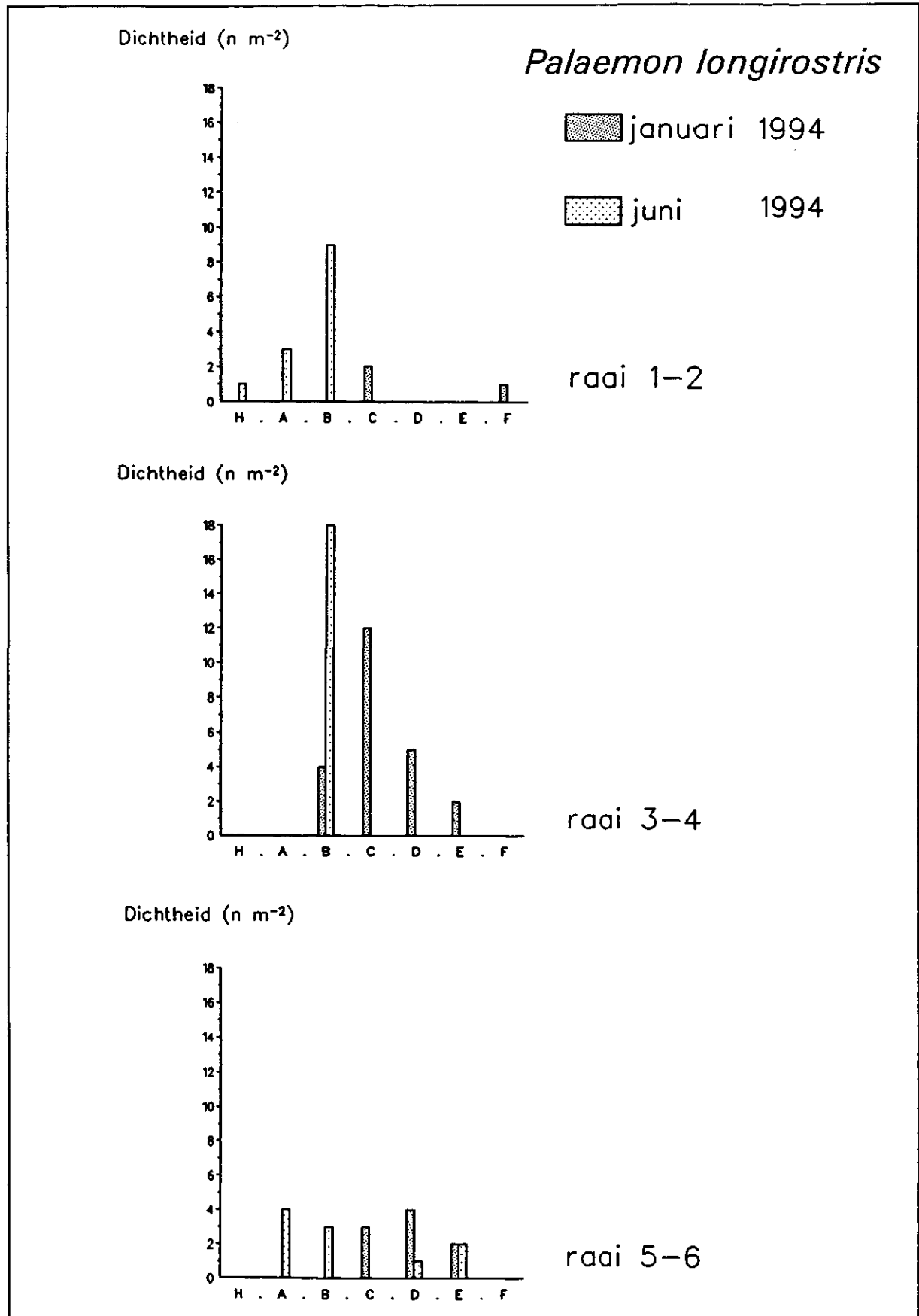
Figuur 4.14 De dichtheid van *Gammarus tigrinus* bemonsterd tussen raai 1 en 2, 3 en 4, 5 en 6 in januari en juni 1994.



Figuur 4.15 De dichtheid van *Neomysis integer* bemonsterd tussen raai 1 en 2, 3 en 4, 5 en 6 in januari en juni 1994.



Figuur 4.16 De dichtheid van *Crangon crangon* bemonsterd tussen raai 1 en 2, 3 en 4, 5 en 6 in januari en juni 1994.



Figuur 4.17 De dichtheid van *Palaemon longirostris* bemonsterd tussen raai 1 en 2, 3 en 4, 5 en 6 in januari en juni 1994.

4.2.3 Dichtheidsveranderingen van een aantal soorten gedurende het onderzoeksjaar

In de figuren 4.18 t/m 4.21 zijn de veranderingen in dichtheden van 4 taxa (*Chironomus* sp., *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Pisidium* spp. en *Tubifex newaensis*) volgens de geografische ligging gedurende het jaar van waarneming weergegeven.

Chironomus sp.

In juni 1993 werd *Chironomus* sp. op vrijwel alle bemonsterde locaties oostelijk gelegen van de Haringvlietsluizen waargenomen. Hoge dichtheden werden voornamelijk waargenomen aan de noordzijde van de sluizen op de raaien B, C en D. In juni 1994, na het openstellen van de sluisdeuren 11 en 12 was *Chironomus* sp. vrijwel totaal afwezig (figuur 4.18). Waar *Chironomus* sp. nog voorkwam (D1, E1 en F5) was deze soort in zeer lage dichtheden aanwezig.

Limnodrilus hoffmeisteri

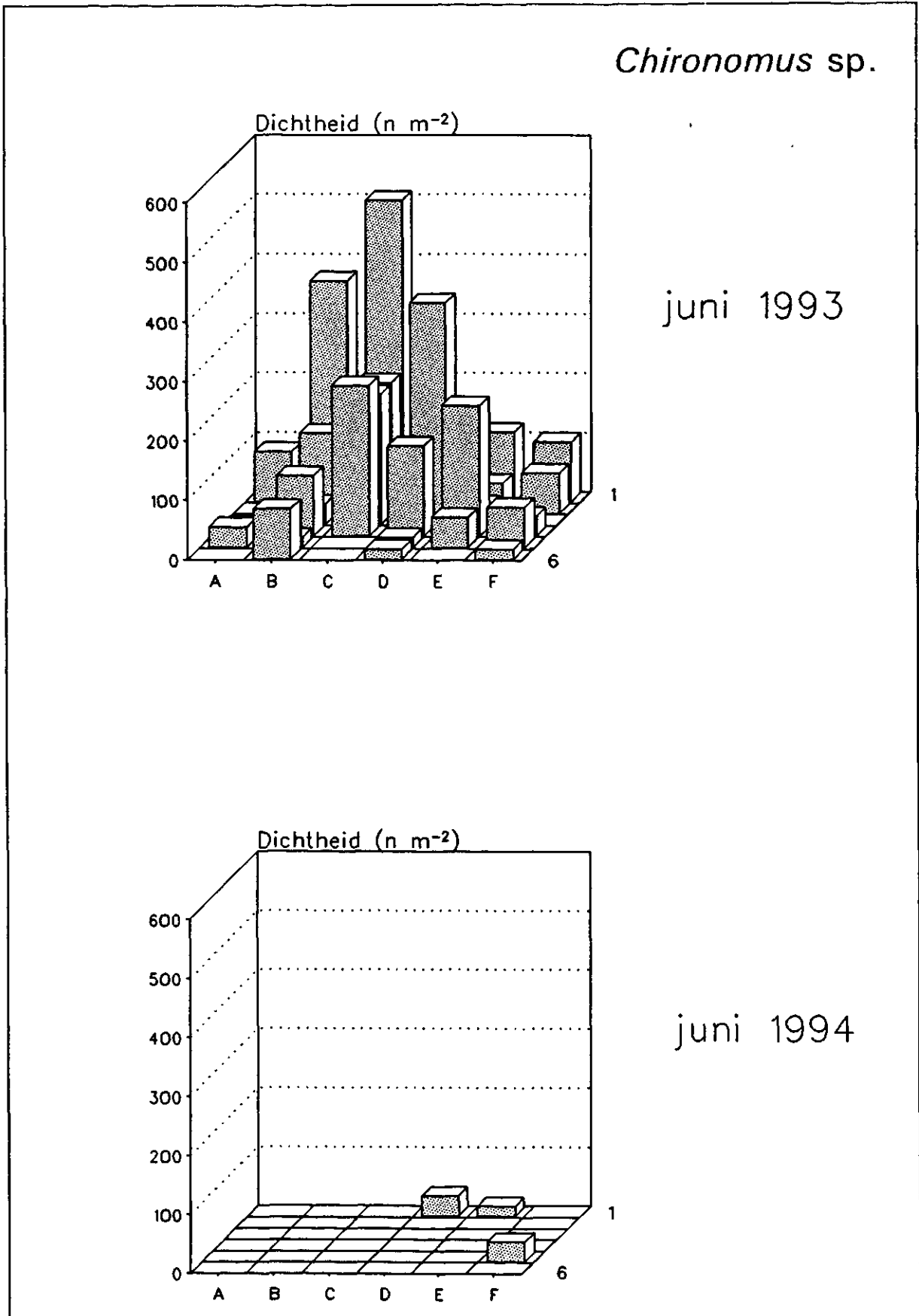
In juni 1993 kwam *Limnodrilus hoffmeisteri* op de meeste locaties voor in gemiddelde dichtheid van 300 n/m². In juni 1994 lijkt er een verandering te zijn opgetreden op de raaien A en B. Op deze raaien ziet het ernaar uit, dat een afname in dichtheid was opgetreden.

Pisidium spp.

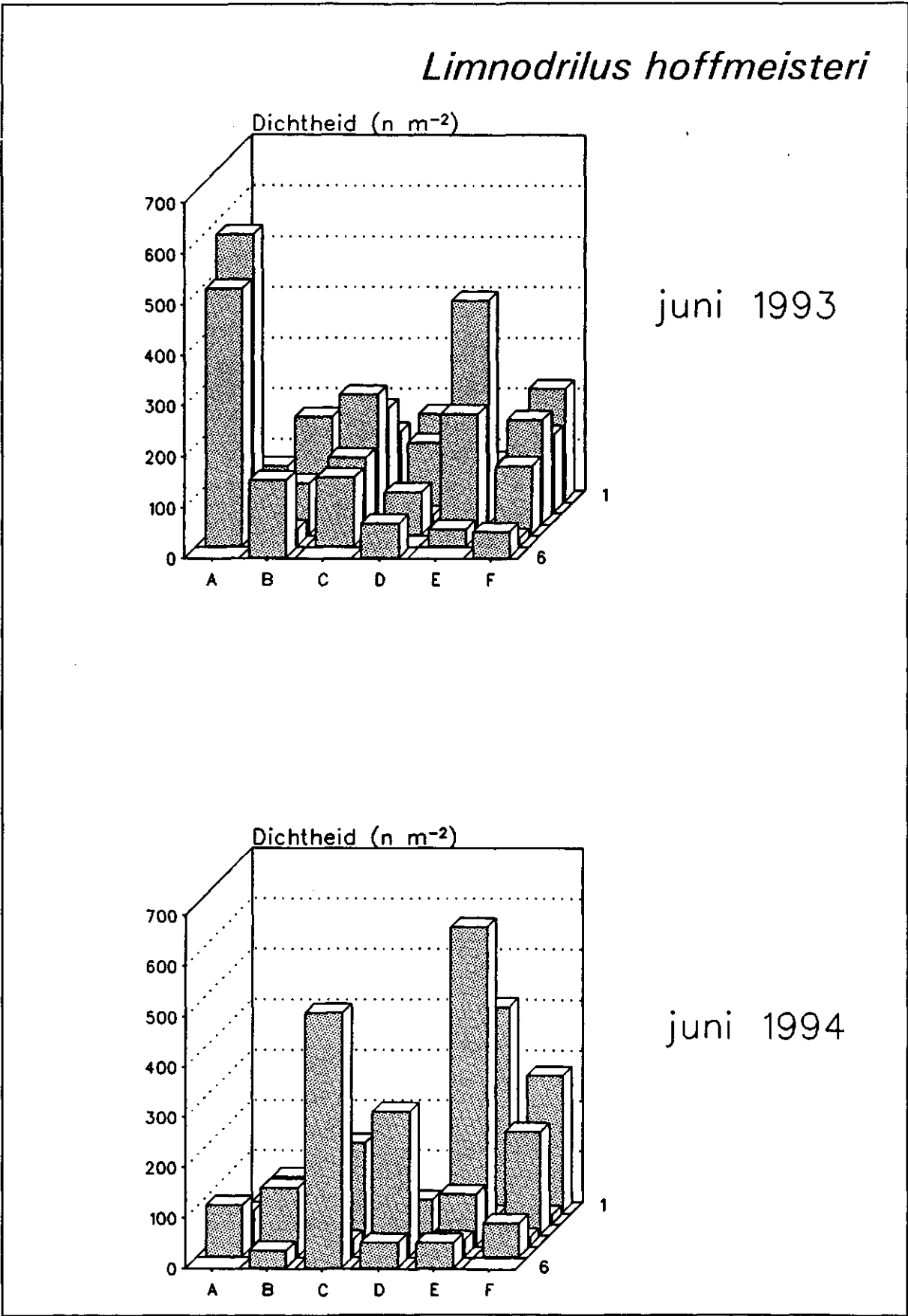
In juni 1993 kwam *Pisidium* spp. vooral voor op de locaties vanaf 650 m oostelijk gelegen van de Haringvlietsluizen met een gemiddelde dichtheid van circa 400 n/m². De hoogste dichtheden werden waargenomen aan de noordzijde van de Haringvlietsluizen. In juni 1994 waren de dichtheden drastisch gedaald tot gemiddeld 30 n/m² of totale afwezigheid.

Tubifex newaensis

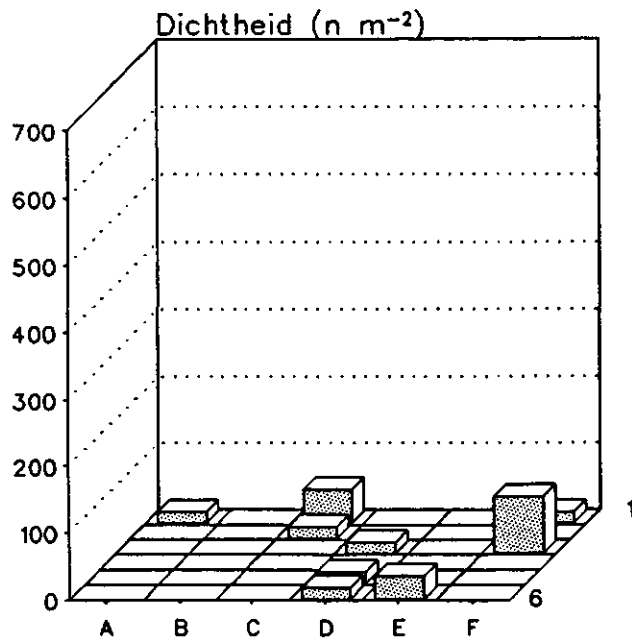
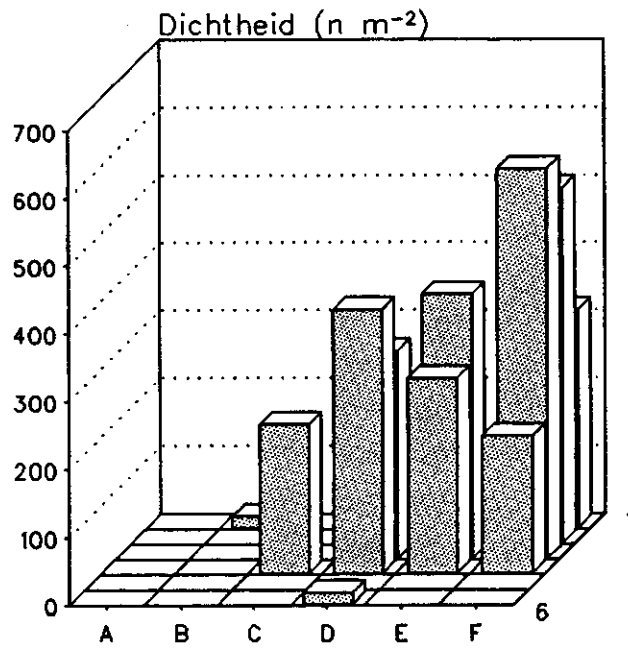
In juni 1993 kwam *Tubifex newaensis* voor op de locaties B2 en C3, 450 en 650 m oostelijk gelegen van de Haringvlietsluizen, met een gemiddelde dichtheid van circa 34 n/m² (figuur 4.21). De hoogste dichtheden werden waargenomen in januari 1994 aan de zuidzijde van de Haringvlietsluizen (A6). In juni 1994 werd *Tubifex newaensis* niet meer waargenomen.



Figuur 4.18 De dichtheid van *Chironomus* sp. bemonsterd in juni 1993 en juni 1994 op de verschillende locaties.



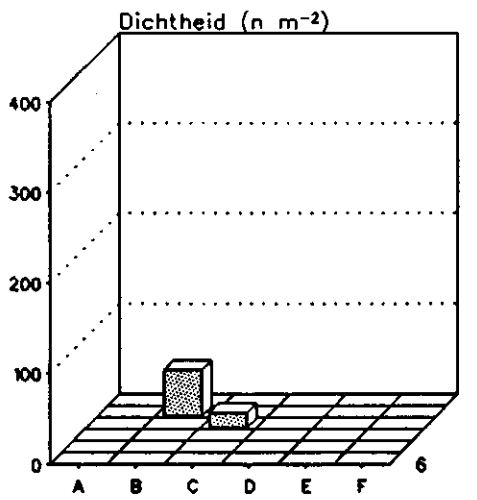
Figuur 4.19 De dichtheid van *Limnodrilus hoffmeisteri* bemonsterd in juni 1993 en juni 1994 op verschillende locaties.

Pisidium spp.

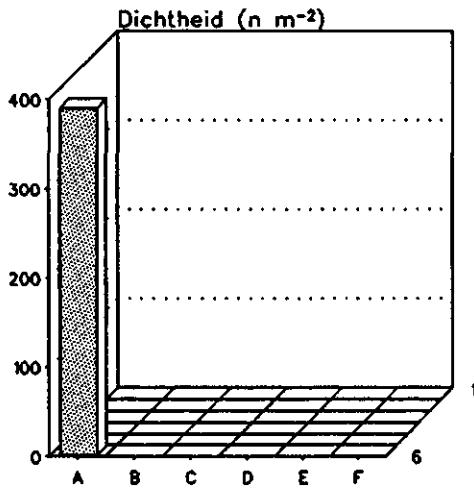
Figuur 4.20 De dichtheid van *Pisidium* spp. bemonsterd in juni 1993 en juni 1994 op de verschillende locaties.

Tubifex newaensis

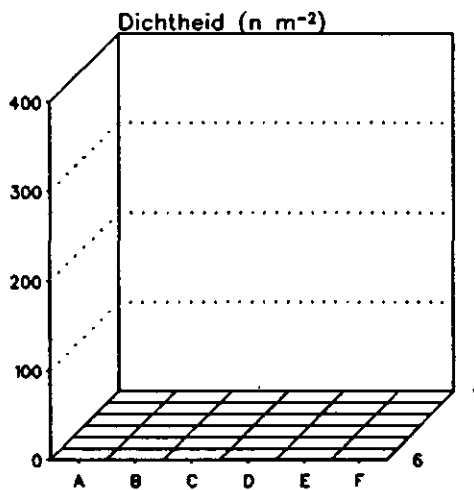
juni 1993



januari 1994



juni 1994

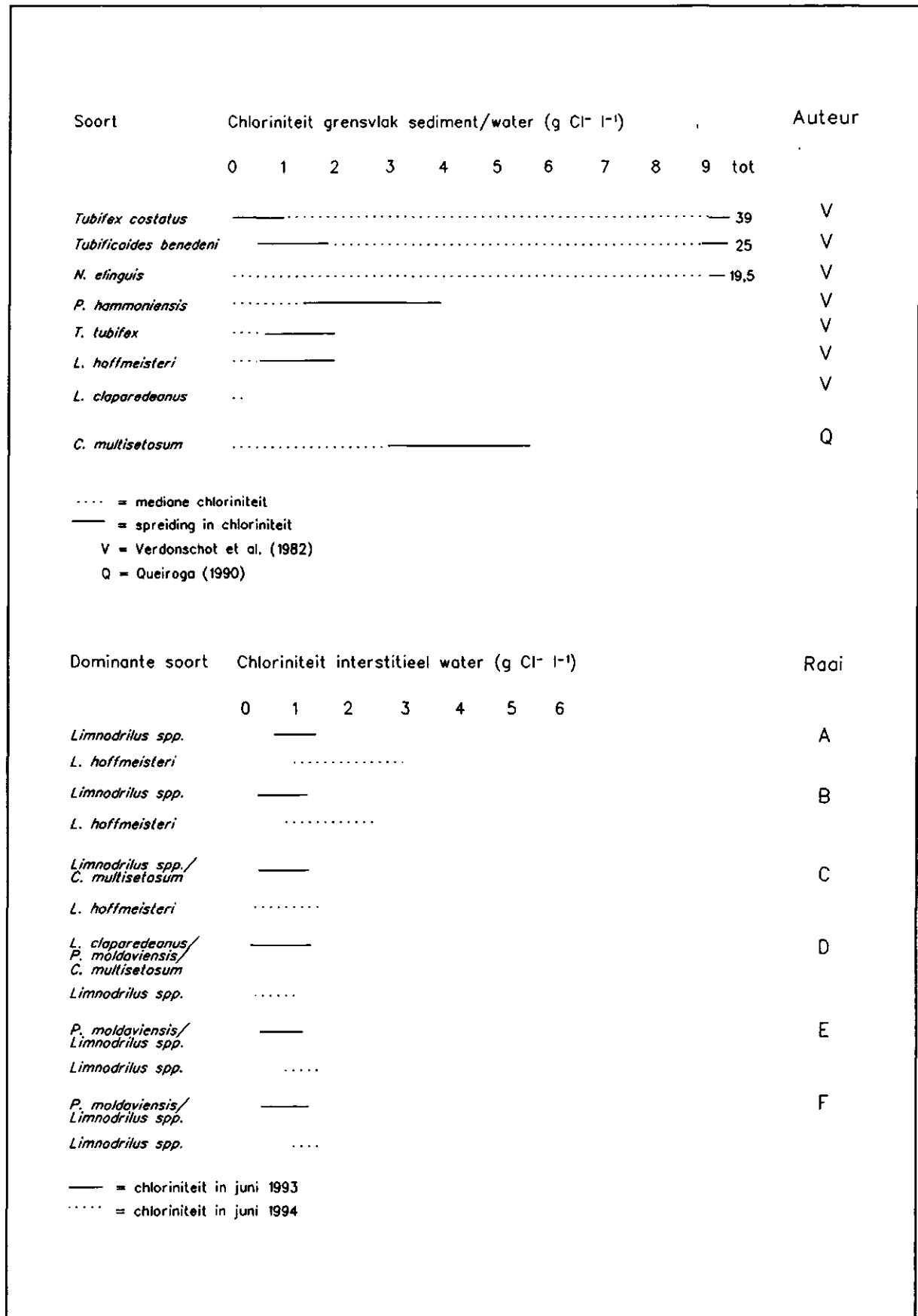


Figuur 4.21 De dichtheid van *Tubifex newaensis* bemonsterd in juni 1993, januari en juni 1994 op de verschillende locaties.

5 Discussie

5.1 De uitgangssituatie in juni 1993

In de meeste zoete of oligohaliene bodems werd de benthische macrofauna in juni 1993 gedomineerd door de wormen *Limnodrilus claparedeanus* en *L. hoffmeisteri* en verder gekarakteriseerd door de aanwezigheid van de muggelarven *Chironomus* sp., *Procladius* sp., de wormen *Potamothrix hammoniensis*, *P. moldaviensis*, *Branchiura sowerbyi*, de slijkgarnaal *Corophium multisetosum* en de erwtemosselen *Pisidium* spp. (figuren 4.7, 4.8 en 5.1).



Figuur 5.1 De chloriniteitsrange van een aantal soorten uit verschillende onderzoeken en op iedere raai in juni 1993 en 1994 met de aanwezige dominante soorten.

Verdonschot et al. (1982) constateerden in een aantal brakke en zoete binnenwateren op de Zeeuwse eilanden in Nederland (januari t/m juni 1979), dat bovengenoemde soorten vooral voorkwamen in door hen gekenmerkte zoete wateren (chloriniteit < 1‰). Voor een aantal wormen gaven zij chloriniteitsranges op (figuur 5.1). De waargenomen dominantie van *L. claparedeanus* en *L. hoffmeisteri* bij een chloriniteitsrange van 0,2 tot 1,3 g Cl⁻/l (tabel 4.1 en figuur 5.1) stemt overeen met de waarnemingen van Verdonschot et al. (1982).

Queiroga (1990) constateerde dat *Corophium multisetosum* aanwezig is in het Canal de Mira in Portugal in 1985 en 1986. Hij concludeerde dat *C. multisetosum* een zoetwatersoort is, die een saliniteit van 2,5 tot 10‰ (≈ 1,4-5,6 g Cl⁻/l) tolereert (figuur 5.1). De in deze pilotstudie geconstateerde aanwezigheid van *C. multisetosum* in de zoete sedimenten (0,2-0,8 g Cl⁻/l) is niet strijdig met de bevindingen van Queiroga (1990).

Uit figuur 4.8 en bijlage 3 blijkt, dat de locaties A2, A3 en A6 nauwelijks benthische macrofauna bevatten. In het zomerhalfjaar (juni 1993) vertoonden de locaties A2 en A3 hoge chlorideconcentraties, 10 cm boven de bodem (circa 4 g/l). Vergeleken met de gemiddelde zoutconcentraties van 0,1 g Cl⁻/l in de waterkolom is dit relatief hoog. Tevens blijkt uit figuur 4.7, dat de lage zuurstofconcentraties op A2 en A3, resp. 0,7 en 0,8 mg/l, sterk positief gecorreleerd waren met het chloridegehalte, het organisch stofgehalte, de diepte en de afwezigheid van benthische macro-evertebraten. Blijkbaar komt er toch zout via de sluizen naar binnen en zakt in de dieper gelegen putten. Ten gevolge van afwezigheid van turbulentie treedt er mogelijk

zoutstratificatie op, waardoor er zuurstoftekorten ontstaan. De zuurstofconcentraties en chloridegehalten, 10 cm boven de bodem, kunnen zeer sterk fluctueren. Men moet zich realiseren dat deze resultaten momentane opnamen zijn. Uit het feit dat er geen benthische macrofauna op deze locaties is waargenomen mag geconcludeerd worden dat deze perioden van zeer lage zuurstofconcentraties en hoge zoutgehalten regelmatig voorkomen. Dit stemt overeen met resultaten uit eerder gedane studies in estuaria, dat zuurstofconcentraties sterk kunnen fluctueren in het zomerhalfjaar afhankelijk van diepte, mate van eutrofiëring en mate van turbulentie (Busch et al. (1989) en Relexans et al. (1988) in Schuchardt et al., 1993; Zwolsman & Van Eck, 1993).

Naast de typering van soorten gebaseerd op chloridegehalten kwam verder de typering van soorten gebaseerd op verschillende typen sediment tot uitdrukking. Ondiep, zuurstofrijk zand werd getypeerd door de aanwezigheid van *C. multisetosum*. Queiroga (1990) concludeerde dat *C. multisetosum* naast een zoetwatersoort ook een soort is, die zandig substraat met korrelgrootte > 125 µm prefereert. De in deze pilotstudie geconstateerde aanwezigheid van *C. multisetosum* in de zoete zandige sedimenten (0,2-0,8 g Cl⁻/l; korrelgrootte > 63 µm) stemt overeen met de bevindingen van Queiroga (1990). Diep zand werd gekenmerkt door de aanwezigheid van *Harnischia* sp. Moller Pillot & Buskens (1990) beschreven in een autoecologische studie dat *Harnischia* sp. een soort is die vooral in grotere stilstaande en stromende wateren op minerale bodems voorkomt.

Diep slib werd getypeerd door de aanwezigheid van *Chironomus* sp., *Procladius* sp., de wormen *Limnodrilus claparedeanus*, *L. hoffmeisteri*, *Potamothrix hammoniensis*, *P. moldaviensis*, *Branchiura sowerbyi* en de erwtemosselen *Pisidium* spp. Dit stemt overeen met de typering van diepe slibbodem in het Haringvliet gegeven door Smit et al. (1995).

Resumerend kan gezegd worden dat, de typering van het water, gebaseerd op de chlorideconcentraties, op 0 tot 650 m afstand van de sluizen van licht tot matig brak of oligohalien en vanaf 850 m voornamelijk als zoet, ook ondersteund kon worden door de aanwezige benthische macrofauna. Van 0 tot 650 m kwamen zouttolerante zoetwatersoorten en vanaf 850 m kwamen voornamelijk zoetwatersoorten voor. In het zomerhalfjaar treedt in de diepe putten, ten gevolge van enige zoutindringing via de sluizen, zoutstratificatie op, waarbij dan zuurstof limiterend kan worden en er geen benthische macrofauna meer voorkomt.

5.2 Situatie 3 maanden voor zoutinlaat

5.2.1 Sedimentverandering

Een afname in het organisch stofgehalte en de slibfractie werd waargenomen in sedimenten gelegen op gemiddeld NAP -13 m tot op circa 450 m afstand van de Haringvlietsluizen (raaien A en B). Een toename in het organisch stofgehalte en de slibfractie werd voornamelijk waargenomen in de sedimenten gelegen tussen 650 en 1.250 m (raaien C, D, E en F; gemiddeld NAP -8 m). Mogelijk is door de hoge afvoer van de Rijn in december 1993 (gemiddeld $11.000 \text{ m}^3/\text{s}$) en januari 1994 (gemiddeld $8.000 \text{ m}^3/\text{s}$) netto erosie opgetreden dichtbij de sluizen en netto sedimentatie van bovenstrooms meegevoerd slib en organisch materiaal tot circa 650 m ten oosten van de sluizen. Via alle openingen in de Haringvlietsluizen is gedurende een maand vrijwel continue gespuid. Uit visuele waarneming bleek, dat op het strand van Oostvoorne zeer veel slib en organisch materiaal was afgezet. De sedimenten aan de westzijde van de Haringvlietsluizen (gemiddeld NAP -7 m) vertoonden zeer hoge gehalten aan organisch stof (circa 16%). Mogelijk was dit recent afgezet ten gevolge van continu spuien van de Haringvlietsluizen (januari 1994). Echter uit de C_{12}/C_{13} -analyses (tabel 4.2) blijkt, dat de C_{12}/C_{13} -verhouding van het organisch materiaal dichtbij -23 ligt, dus een mariene herkomst vertoont. Mogelijk wordt bij het huidige spuibeheer het meegevoerde organisch materiaal van de rivier verder in zee afgezet en het met de vloedstromen meegevoerde mariene organisch materiaal vlak voor de sluizen (westzijde) afgezet. Verder blijkt uit de C_{12}/C_{13} -analyses, dat het organisch materiaal aan de oostzijde van de sluizen in januari 1994 voornamelijk een fluviatiele herkomst heeft.

5.2.2 Soortensamenstelling

De soortensamenstelling van de macrofauna in januari 1994 aan de oostzijde van de sluizen was weinig veranderd ten opzichte van de soortensamenstelling in juni 1993. De soortensamenstelling op de meeste oligohaliene/zoete locaties bleef getypeerd door de aanwezigheid van de benthische zoete en/of zouttolerante macrofauna, zoals de muggelarf *Chironomus* sp., de wormen *Limnodrilus hoffmeisteri*, *L. claparedae* en *Branchiura sowerbyi* en de slak *Potamopyrgus antipodarum* en de zowel benthisch als pelagisch voorkomende slijkgarnalen *Corophium multisetosum* en *C. curvispinum*, de tijgervloekreeft *Gammarus tigrinus* en de zoetwater steurgarnaal *Palaemon longirostris* (figuur 4.13, 4.14 en 4.17). De slak *Potamopyrgus antipodarum* is een zoetwaterorganisme, met een hoge zouttolerantie (Blandford & Little, 1983; Den Hartog et al., 1992).

De mesohaliene bodems (typering volgens McLusky (1993)) op de locaties A2 en A3 herbergden geen typerende benthische brakwatersoorten. In zeer lage dichtheden kwamen de zoetwatersoorten *Chironomus* sp., Tubificidae zonder haren en *Dreissena polymorpha* en de zouttolerante zoetwatersoorten *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Potamopyrgus antipodarum*, *Corophium multisetosum* en *Gammarus* sp. voor (bijlage 3). Mogelijk zijn ten gevolge van de hoge afvoeren in december 1993 en januari 1994 zoetwaterbodemmacrofaunasoorten van bovenstrooms meegevoerd en in de diepe putten afgezet. Daarentegen kwam op locatie A6 (1,2 g Cl⁻/l, 68% slib en 5,8% organisch stof) de zoutwater benthische soort *Nereis diversicolor* (Polychaeta) voor. Totaal kwamen in januari 1994 op deze locatie 109 n/m² Polychaeta voor. Tevens kwam *Tubifex newaensis* (Oligochaeta) in 389 n/m² voor. Deze soort was in juni 1993 niet op deze locatie aanwezig. Het vermoeden bestaat dat deze soort tot één van de typische brakwatersoorten behoort. Omdat in juni 1993 deze soort ook werd waargenomen op locatie B2 (1,2 g Cl⁻/l, 56% slib, 6,6% organisch stof) en C3 (1,3 g Cl⁻/l, 59% slib, 7,1% organisch stof) in resp. 51 en 17 n/m² onder vergelijkbare sedimentcondities als op locatie A6. Waarschijnlijk komt er in het zomerhalfjaar zout water en daarmee ook enkele zoutwatersoorten via de sluizen naar binnen. Indien de zoutcondities voor deze organismen goed blijven kunnen zij zich mogelijk enkele maanden handhaven. Het zoute water bezinkt in de diepe putten (voornamelijk raai A) en blijft gedurende de rest van het zomerhalfjaar (juni 1993) aanwezig. Bij toename van de afvoer komt er meer turbulentie, waardoor het meeste zout weer verdwijnt. Deze hypothese wordt ondersteund doordat in januari 1994 de chloridegehalten lager waren dan in juni 1993. Tevens wordt deze hypothese ondersteund doordat vooral zoetwatersoorten met een hoge zouttolerantie in oligohaliene (volgens McLusky, 1993) bodems voorkwamen.

Evenals in juni 1993 kwam het verschil in sedimenttype eerder tot uitdrukking in de soortensamenstelling dan in het verschil in chlorideconcentraties. Zo was de waargenomen verandering in sedimenttype ook waar te nemen in de soortensamenstelling. De waargenomen verzanding op de locaties A1, B1, C1, B5 en E4 resulteerde in een toename in dichtheid van onder meer *Corophium multisetosum* (locaties A1, B1, C1 en B5), *Potamopyrgus antipodarum* (locaties A1 en E4), *Tubifex tubifex* (locaties A1 en B5), *Branchiura sowerbyi* (locatie B5), *Lipiniella arenicola* (locaties C1 en B5), *Harnischia* sp. (locatie E4) en/of *Pisidium* spp. (locatie B1). De waargenomen verslibbing op de locaties B2, C2, C3, C4, C6 en D6 resulteerde vooral in een afname in dichtheid van Oligochaeta (locaties B2, C3 en C4), *C. multisetosum* (locatie C6) of *D. polymorpha* (locatie D6) (bijlage 3). De verslibbing op locatie C6 (19% zand, 60% slib, 7% organisch materiaal) werkte voor *C. multisetosum* in het nadeel, maar voor *T. tubifex* in het voordeel (135 n/m²). Uit de studie van McLusky et al., (1993) en Schuchardt et al. (1993) blijkt, dat *Tubifex tubifex* (maximale dichtheid van 5.000 n/m², McLusky et al., 1993) een dominante soort is daar waar de benedenloop van de rivier eindigt en het estuarium begint in respectievelijk het Upper Forth-estuarium (Schotland) en het Weser-estuarium (Duitsland). Uit een onderzoek in Georgian Bay in de Verenigde Staten (Johnson et al., 1987) blijkt, dat het voorkomen van *Tubifex tubifex* gecorreleerd is met de diepte en het type substraat. Johnson et al. (1987) constateerden, dat *Tubifex tubifex* abundant voorkomt in bodems van circa 6-12 m diepte, met circa 10-25% zand, 55-85% slib en 5-11% organisch stof. Het zandige slib op locatie C6 bevatte in 19% zand, 60% slib en 7% organisch stof. Mogelijk komt *Tubifex tubifex* voor in de zandige slibbodem met een hoog organisch stofgehalte. Dudok van Heel et al. (1993) constateerden in een veldexperiment in het Haringvliet, dat deze soort (1.000 n/m²) goed gedijt op zandige slibbodem in weinig stromend water in december 1990 t/m maart 1991. De toename van *T. tubifex* in dit seizoen op de zandige slibbodem in deze studie stemt hiermee overeen.

5.2.3 Situatie van de bodems ten westen van de Haringvlietsluizen

Op de mesohaliene locaties aan de westzijde van de sluizen (raaien H en I) werden over het algemeen *Corophium* spp. en *Gammarus tigrinus* pelagisch aangetroffen (figuren 4.13 en 4.14). Benthisch werden geen organismen aangetroffen. *Corophium* spp. en *G. tigrinus* zijn zoetwaterorganismen, met een hoge zouttolerantie (Queiroga, 1990; Den Hartog et al., 1992). Door de enorme afvoer van Rijn en Maas is veel water via de Haringvlietsluizen continu gedurende de maand januari gespuid. Veel pelagische zoetwaterorganismen zijn meegevoerd en hebben een tijd kunnen overleven, doordat er voortdurend zoet water is aangevoerd.

In de mesohaliene bodems aan de westzijde van de sluizen zijn benthische soorten in deze zeer organisch stof- en slibrijke bodems niet tot nauwelijks aangetroffen. Het zoutgehalte in de bodem was niet extreem laag. Mogelijk dat het type sediment (zeer waterig organisch stofrijke bodem) er debet aan is, dat benthische macrofauna niet kan overleven.

5.3 Situatie 3 maanden na zoutinlaat

5.3.1 Sedimentverandering

In tegenstelling tot januari 1994 trad er in juni 1994 sedimentatie op tussen de sluizen en 450 m ten oosten van de sluizen en na 650 m ten oosten van de sluizen trad er erosie op. Een toename werd waargenomen in het organisch stofgehalte en de slibfractie in sedimenten gelegen op gemiddeld NAP -13 m tot op circa 450 m afstand van de Haringvlietsluizen (raaien A en B). Een afname in het organisch stofgehalte en de slibfractie werd voornamelijk waargenomen in de sedimenten gelegen tussen 650 en 1.250 m (raaien C, D, E en F; gemiddeld NAP -8 m). Mogelijk is door de opening van de sluisdeuren 11 en 12 slib en/of organisch materiaal uit zee afgezet. Uit de C_{12}/C_{13} -analyses (tabel 4.2) blijkt, dat alleen op locatie A6 organisch materiaal uit zee is afgezet. Er heeft dus wel transport van organisch materiaal vanuit zee plaatsgevonden, maar niet in erge mate. Een andere mogelijkheid is dat er westwaarts transport heeft plaatsgevonden van sediment van de raaien C, D, E en F richting raaien A en B.

5.3.2 De mesohaliene/polyhaliene bodems aan de westzijde van de sluizen

Op de mesohaliene/polyhaliene locaties aan de westzijde van de sluizen (raaien H en I) werd over het algemeen de zouttolerante benthische soort *Paranais frici* waargenomen. Verder waren deze organisch stofrijke bodems evenals in januari 1994 biologisch dood. Het ondiepe zand op locatie I4 vertoonde daarentegen een soortenrijke zoutwaterbodemfauna zoals de *Polychaeta Heteromastus filiformis*, *Spio filicornis* en *Nereis diversicolor*.

5.3.3 De mesohaliene bodems aan de oostzijde van de sluizen

Uit de figuren 4.5 en 4.6 blijkt, dat vooral op de locaties op 250 m afstand van de sluizen de bodems zouter zijn geworden. Echter evenals in juni 1993 en januari 1994 herbergden de mesohaliene bodems aan de oostzijde van de sluizen op de locaties A2, A3, A4, A5 en B6 geen typerende benthi-sche brakwatersoorten. In zeer lage dichtheden kwamen de zouttolerante zoetwatersoorten *Limnodrilus hoffmeisteri*, Tubificidae zonder haren, *Potamopyrgus antipodarum* en *Gammarus* sp. voor op de locaties A4, A5 en A6 (bijlage 3). McLusky et al. (1993) constateerden in het Upper Forth-estua-rium in Schotland, dat in de diepe getijdengebieden de totale dichtheid van Oligochaeta daalde van het riviergedeelte (50.000 n/m^2), via het begin van het estuarium (5.000 n/m^2) naar het middengedeelte van het estuarium (100 n/m^2). In het Haringvliet blijkt, dat na drie maanden zout water te hebben ingelaten het gemiddelde chloridegehalte op de raaien A en B (exclusief de locaties A2 en A3) $1,9 \text{ g Cl}^-/\text{l}$ bedraagt en het aantal Oligochaeta varieerde van 100-500 n/m^2 . Wat betreft het chloridegehalte vertoonden hiermee de raaien A en B gelijkenis met het zoete gedeelte van het begin van het Upper Forth-estuarium. Wat betreft het aantal soorten en de dichtheden van Oligochaeta vertoonden de raaien A en B gelijkenis met het zoute gedeelte van het begin van het estuarium. Volgens Ibañez et al. (1995) zijn overgangen in chloriniteit en zuurstofconcentraties natuurlijke stressfactoren bij overgang van de zoete benedenloop van een rivier naar het zoute gedeelte van een estuarium. Deze stressfactoren worden nog eens bevorderd/vermeerderd door menselijk ingrijpen, waardoor de ontwikkeling van óf een echt estuarium óf een echte benedenloop van een rivier wordt voorkómen. Voor zouttolerante zoetwatersoorten betekent een groot verschil in zoutgehalte tussen binnen en buiten de Haringvlietssluzen een zeer plot-selinge verhoging bij inlaat van zout water. Ook als hun range niet over-schreden wordt (figuur 5.1) treedt waarschijnlijk sterfte op, vanwege het gebrek aan tijd voor fysiologische aanpassingen.

Ondanks dat er een toename in het zuurstofgehalte was opgetreden werden er geen organismen in de mesohaliene bodems op de locaties A2 en A3 aangetrof-fen, zoals de benthische zoutwatersoort *Nereis diversicolor* (Polychaeta) en mogelijk de brakwatersoort *Tubifex newaensis* (Oligochaeta). Vooral op deze locaties en locatie A6 werd een sterke toename waargenomen van het orga-nisch materiaal (tabel 4.1). Afbraak van organisch materiaal door bacteriën vraagt veel zuurstof. Mogelijk dat er toch zuurstoftekorten zijn opgetre-den, ondanks dat deze niet zijn waargenomen (bijlage 2). Een andere verkla-ring kan zijn dat dit type sediment niet geschikt is voor vestiging van benthische macro-evertebraten. Ook is er waarschijnlijk te weinig zout water ingelaten om *T. newaensis* en *N. diversicolor* in het Haringvliet aan te treffen. Mogelijk heeft *Tubifex newaensis* een zeer smalle tolerantie voor chloride, slib en organisch stof, zodat deze soort het toelaten van zout water en daarmee ook organisch materiaal (locatie A6) in het Haring-vliet niet heeft kunnen overleven. Ten gevolge van afwezigheid van voorraad typische benthische zoutwatersoorten in nabije sedimenten ten westen van de sluizen hebben deze soorten de sedimenten ten oosten van de sluizen niet kunnen koloniseren. Meer westwaarts gelegen sedimenten (locatie I4) bevat-ten wel voorraad aan typisch benthisch voorkomende zoutwatersoorten (§ 5.3.2). Mogelijk dat er niet genoeg waterverplaatsing is opgetreden om marien sediment en organismen ten oosten van de sluizen te laten sedimen-teren.

De pelagische macrofaunasamenstelling veranderde wel. Ten gevolge van de inlaat van zout water werden in tegenstelling tot januari 1994 niet de zouttolerante soorten als *Corophium* spp. en *Gammarus tigrinus* (figuren 4.11 en 4.12) pelagisch aangetroffen, maar de zoutwatersoorten *Crangon crangon* en *Neomysis integer* (figuren 4.13 en 4.14). Op de raaien A5-A6 werden zelfs de mesohaliene/polyhaliene aasgarnalen *Gastrosaccus spinifer* en *Praunus flexuosus* waargenomen (bijlage 3). Mees et al. (1993) constateerden in het estuarium van de Westerschelde, dat er verschillende pelagische macrofauna-levensgemeenschappen aanwezig zijn onafhankelijk van het seizoen, maar afhankelijk van de saliniteit. Zo komen *Neomysis integer*, *Mesopodopsis slabberi*, *Gastrosaccus spinifer* en *Praunus flexuosus* optimaal voor bij chloridegehalten tussen 9 en 15 g Cl⁻/l. *N. integer* en *M. slabberi* zijn dominant vooral in het begin van het estuarium. In deze pilotstudie werden in juni 1994 geen hoge chlorideconcentraties, 10 cm boven de bodem gemeten (bijlage 2). Echter Van Spijk (1994) beschreef dat de chlorideconcentratie op 9 m onder de waterspiegel over de gehele zoutinlaatperiode maximaal 7 g Cl⁻/l bedroeg. Tevens werden ten westen van de sluizen op de raaien H en I *C. crangon*, *N. integer*, *M. slabberi* en *G. spinifer* waargenomen. Er is dus voldoende voorraad aan pelagische fauna aanwezig. De toename van *C. crangon* (figuur 4.16) en *N. integer* (figuur 4.15) aan de oostzijde van de sluizen is hiermee te verklaren. Uit figuur 5.1 blijkt, dat het maximale chloridegehalte waarbij *C. multisetosum* voorkomt 5,6 g Cl⁻/l bedraagt. In de bodem bedroegen de chloridegehalten niet meer dan 3 g Cl⁻/l. Echter op 9 m diepte in het water bedroeg het chloridegehalte maximaal 7 g Cl⁻/l (Van Spijk, 1994). Dit is te veel geweest voor *C. multisetosum*.

5.3.4 De oligohaliene bodems aan de oostzijde van de sluizen

De verandering van zoete naar voornamelijk oligohaliene bodems aan de oostzijde van de sluizen resulteerde niet in een drastische verandering van de benthische soortensamenstelling. De soortensamenstelling bleef getypeerd door de aanwezigheid van de benthische, zoete en/of zouttolerante macrofauna, zoals de wormen *Limnodrilus hoffmeisteri*, *L. claparedeanus* en *Branchiura sowerbyi* en de slak *Potamopyrgus antipodarum*. Voor de meeste soorten geldt wel dat de dichtheid was afgenomen. Een aantal zoetwatersoorten zoals *Chironomus* sp. en *Pisidium* spp. (figuren 4.18, 4.20 en 4.21) zijn niet tot nauwelijks meer waargenomen. Soorten met een smalle chloriniteits-range zoals *Chironomus* sp., *Pisidium* spp. en *Tubifex newaensis* sterven uit. Het overbruggen van een barrière met slechte condities (zuurstof- en sedimentproblemen) en gebrek aan benthische soorten aan de westzijde van de Haringvlietsluizen (§ 5.3.2 en § 5.3.3) belemmert de kolonisatie van benthische zoutwatersoorten aan de oostzijde van de sluizen. Bij incidentele inlaat treedt dus waarschijnlijk slechts verarming van het aantal benthische soorten op. Daarnaast treedt onder invloed van inlaat van zout water uitwisseling van sediment (organisch stof) op, wat ook nadelig kan zijn voor de benthische macro-evertibraten. Bij gedeeltelijk openstellen van de sluizen (scenario HV2-; 's winters open, 's zomers dicht) bestaat de kans, dat bij gebrek aan turbulentie in het zomerhalfjaar ten gevolge van zoutstratificatie zuurstoftekorten optreden. De bovengenoemde verarming aan soorten zal dan nog sterker optreden.

5.4 Vergelijking met andere estuariene studies

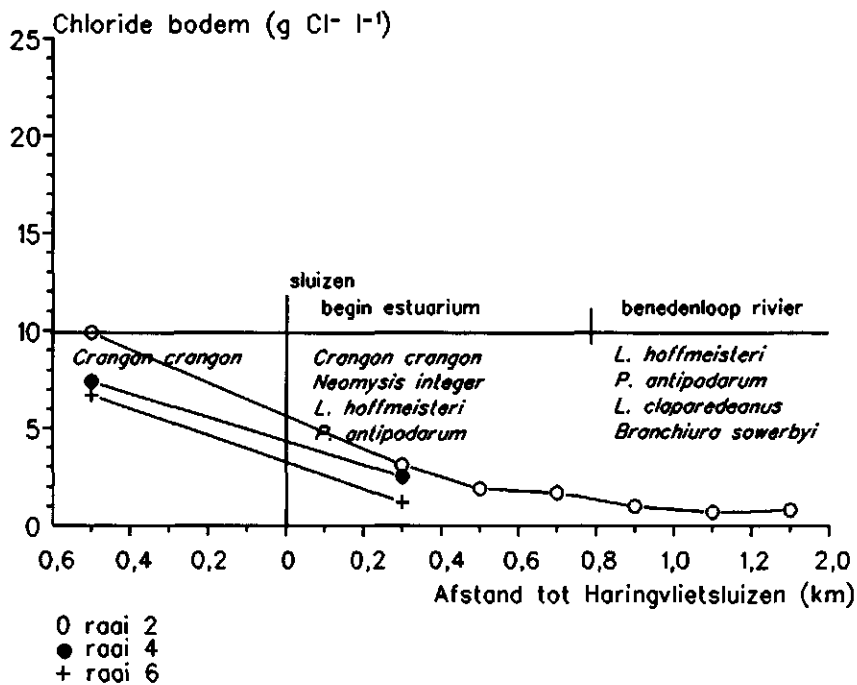
In de figuren 5.2 en 5.3 zijn de chlorideconcentraties uitgezet tegen de afstand ten opzichte van de estuariummonding en de daarbij horende typerende soortensamenstelling van de macrofauna (McLusky et al., 1993; Schuchardt et al., 1993; Ysebaert et al., 1993; Mees et al., 1993; Marchand, 1993). In figuur 5.2 zijn tevens de chlorideconcentraties in het Haringvliet weergegeven na drie maanden zout water te hebben ingelaten.

In minder door de mens aangetaste estuaria wordt de soortensamenstelling van benthische en pelagische macro-evertebraten verklaard door de aanwezige saliniteitsgradiënt (McLusky et al., 1993; Schuchardt et al., 1993; Ysebaert et al., 1993; Mees et al., 1993; Marchand, 1993) (figuren 5.2 en 5.3). Uit de figuren 5.2 en 5.3 blijkt, dat de soortensamenstellingen in het begin van de verschillende estuaria en benedenlopen van de rivieren veel overeenkomsten vertonen. Tevens blijkt, dat de diepe bodems in de verschillende estuaria met chlorideconcentraties tussen 4 en 10 g Cl⁻/l zeer arm aan benthische soorten zijn. *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Tubifex tubifex* en *Potamopyrgus antipodarum* zijn nog wel aanwezig, maar in zeer lage dichtheden (100 - 500 n/m²). Na drie maanden zout water in het Haringvliet te hebben ingelaten blijkt, dat de soortensamenstelling tussen de sluizen en 650 m ten oosten van de sluizen begint te lijken op de soortensamenstelling typerend voor het zoete gedeelte van het begin van een estuarium (figuur 5.2). Echter de dichtheden van de betreffende soorten komen overeen met dichtheden die typerend zijn voor het zoute gedeelte van het begin van het estuarium. De zoutwatersoorten *Tubifex costatus*, *Tubificoides benedini* en *Nereis diversicolor*, typerend voor het middengedeelte van een estuarium werden niet aan de oostzijde van de Haringvlietssluizen in juni 1994 waargenomen. Volgens McLusky et al., (1993) en Schuchardt et al. (1993) komen *T. costatus*, *T. benedini* en *N. diversicolor* vooral voor bij chlorideconcentraties hoger dan 10 g Cl⁻/l. Volgens Van Spijk (1994) bedroeg de chlorideconcentratie op 9 m onder de waterspiegel over de gehele zoutinlaatperiode maximaal 7 g Cl⁻/l. Dit is onvoldoende zout om *T. costatus*, *T. benedini*, *N. diversicolor* in het Haringvliet aan te treffen. Andere mogelijkheden voor het ontbreken van deze soorten kunnen zijn de korte tijdsduur van kolonisatie (3 maanden) en het gemis van een ecologische verbindingzone.

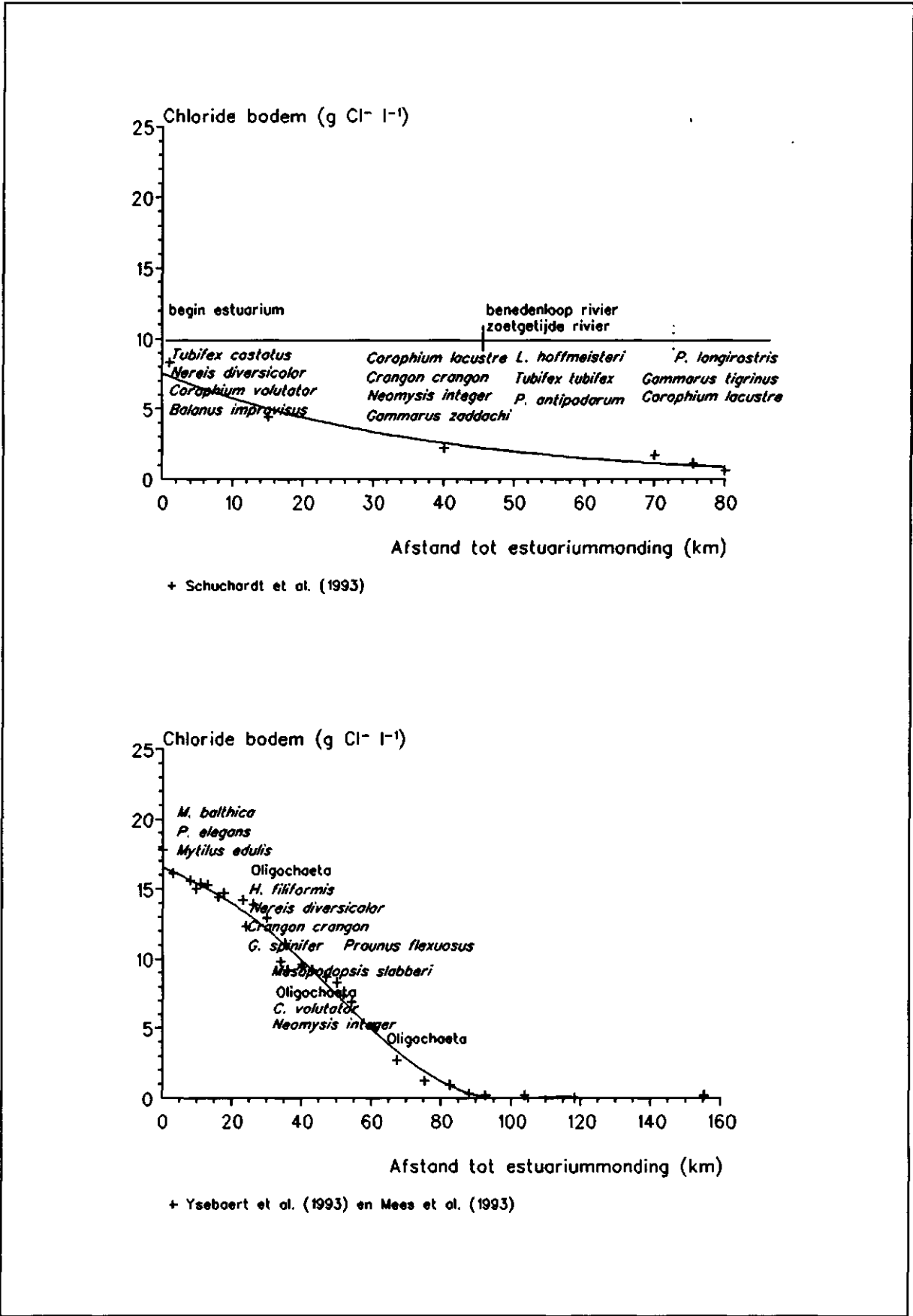
De soorten die chlorideconcentraties tussen 4 en 10 g Cl⁻/l prefereren zijn de pelagisch voorkomende soorten zoals *Crangon crangon*, *Praunus flexuosus*, *Gastrosaccus spinifer*, *Neomysis integer* en *Mesopodopsis slabberi* (Mees et al., 1993). Deze soorten zijn ook waargenomen op de raaien H en A.

Uit de figuren 5.2 en 5.3 blijkt, dat de saliniteitsgradiënt in de verschillende estuariene studies geleidelijk verloopt over grote afstanden (30 tot 100 km). Een gevolg is dat soorten in een veel groter gebied aanwezig kunnen zijn. De brakwaterzone is ook breder, waardoor soorten met een smalle chloriniteitsrange (de typische brakwatersoorten in mesohalien water) aanwezig kunnen zijn. De soortengradiënt verloopt ook geleidelijk over grote afstanden. De gemeenschap wordt in dit geval wel gevoeliger voor veranderingen. In het Haringvliet daarentegen verloopt de saliniteitsgradiënt zeer steil over nauwelijks 1 km afstand. De benthische soorten met een brede chloriniteitsrange en minder gevoelig voor veranderingen, indicatief voor het begin van het estuarium, zijn wel aanwezig (figuur 5.1). Echter de benthische soorten indicatief voor het middengedeelte van het estuarium (mesohalien) ontbreken geheel. De mogelijk geconstateerde zuurstof- en sedimentproblemen (§ 5.3.3), die debet zijn aan het ontbreken van benthische brakwatersoorten aan de westzijde van de sluizen, werken ten nadele van de kolonisationsnelheid. De mobiele pelagische brakke macro-evertebraten kunnen migreren met de gradiënt mee.

Tevens is er een voorraad aan de westzijde van de sluizen aanwezig, zodat na drie maanden zout water ingelaten te hebben wel pelagische brakwatersoorten aan de oostzijde van de sluizen zijn waargenomen. Door de grote zoutsprong (figuur 5.2) bij de sluizen en de zuurstofproblemen in de bodems ontbreekt in de monding van het Haringvliet de macro-evertibratengemeenschap die hoort bij een natuurlijke gradiënt.



Figuur 5.2 De chloriniteit uitgezet tegen de afstand tot de estuariummonding met de typologie van macro-evertebraten van het Upper Forth-estuarium (Schotland; McLusky et al., 1993) en het Haringvliet.



Figuur 5.3 De chloriniteit uitgezet tegen de afstand tot de estuariummondingen en de typologie van macro-evertebraten in verschillende estuaria (Weser, Duitsland; Westerschelde, België).

6 Conclusies

1. De benthische en pelagische soortengemeenschap, aanwezig in het onderzoeksgebied (1 km²) aan de oostzijde van de Haringvlietsluizen voor de start van het experiment met de sluizen (juni 1993 en januari 1994), behoort tot riviertype en zoete estuariumtype. De benthische macrofaunagemeenschap wordt gedomineerd door de wormen *Limnodrilus claparedeanus*, *L. hoffmeisteri* en het Jenkins brakwaterhoortje *Potamopyrgus antipodarum*. De pelagische macrofaunagemeenschap wordt gekarakteriseerd door de slijkgarnalen *Corophium multisetosum*, *C. curvispinum*, de tijgervlokreeft *Gammarus tigrinus* en de zoetwater steurgarnaal *Palaemon longirostris*.
2. Aan de westzijde van de Haringvlietsluizen is geen benthische macrofauna aanwezig in de zeer slappe organisch stofrijke bodems. In het winterhalfjaar, wanneer door de hoge rivieraafvoeren zoet water gespuid wordt, wordt de pelagische macrofaunagemeenschap gekarakteriseerd door de slijkgarnalen *Corophium multisetosum* en *C. curvispinum*; de tijgervlokreeft *Gammarus tigrinus* en de zoetwater steurgarnaal *Palaemon longirostris*. In het zomerhalfjaar, wanneer de zoutconcentratie dichtbij de sluizen hoog is, omdat er nauwelijks gespuid wordt ten gevolge van de lage rivieraafvoer, wordt de pelagische macrofaunagemeenschap gekarakteriseerd door de garnaal *Crangon crangon* en de aasgarnaal *Neomysis integer*.
3. Aan de oostzijde van de Haringvlietsluizen is geen brakwaterlevensgemeenschap, benthisch noch pelagisch, aanwezig vóór de openstelling van sluisschuif 11 en 12. De worm *Tubifex newaensis*, een soort met een klein tolerantiegebied voor zoutgehalten, en de vlokreeft *Gammarus tigrinus*, een soort met een breed tolerantiegebied voor zoutgehalten, kunnen mogelijk tot een brakwaterlevensgemeenschap gerekend worden. De overige soorten zijn zoetwaterorganismen met een brede tolerantie voor zoutgehalten of zoutwaterorganismen.
4. Na openstelling van sluisschuif 11 en 12 treedt er aan de oostzijde van de Haringvlietsluizen hoogstwaarschijnlijk sterfte op van de benthische macrofauna met name bij de muggelarve *Chironomus* sp. en de erwtemosselen *Pisidium* spp. De benthische gemeenschap kan vervolgens gekarakteriseerd worden door zeer lage dichtheden van de meest zouttolerante soorten zoals de worm *L. hoffmeisteri* en het Jenkins brakwaterhoortje *P. antipodarum*. De pelagische macrofauna met een brede zouttolerantie zoals de aasgarnaal *Neomysis integer* en de garnaal *Crangon crangon* nemen toe in dichtheid.
5. De randvoorwaarden (3 km ten oosten van de sluizen maximaal 200 mg Cl⁻/l toelaatbaar) en de hoge Rijnaafvoer zorgden ervoor dat de chlorideconcentratie op 9 m onder de waterspiegel maximaal 7 g Cl⁻/l bedroeg. Samen met de korte kolonisatieduur (3 maanden) en het gemis aan een ecologische verbindingszone is dit niet voldoende geweest om zoutwatersoorten als de wormen *Tubifex costatus*, *Tubificoides benedeni* (*Oligochaeta*), *Nereis diversicolor* en andere *Polychaeta*, de vlokreeft *Gammarus zaddachi*, de slijkgarnaal *Corophium volutator* typerend voor het middengebied van een estuarium (polyhalien) te laten koloniseren.

6. In studies van estuaria, waarin minder menselijk ingrijpen heeft plaatsgevonden in Schotland (Upper Forth), Duitsland (Weser) en België (Westerschelde) blijkt, dat het begin van de estuaria tot aan de monding zich uitstrekt over minstens 50 km afstand. Er is dan een chloridegradiënt in ruimte aanwezig. In het Haringvliet is na openstelling van sluisschuif 11 en 12 ook een chloridegradiënt aanwezig, maar deze verloopt echter zeer abrupt.
7. Alhoewel de proef met beperkte openstelling van de sluizen en maar op 1 km² direct bij de Haringvlietssluzen werd uitgevoerd is de verwachting, dat bij een meer omvangrijke zoutindringing in de diepe delen van het Haringvliet de zoetwaterbodemsorten verdwijnen en de zoutwater pelagische soorten zullen toenemen. Bij een onregelmatige openstelling van de schuiven, zoals voorgesteld in het HV2- scenario (zomers langdurig dicht, 's winters langdurig open), is de verwachting, dat geen nieuw evenwicht zich kan instellen. Er treedt dan continue sterfte op van zowel zoete als zoute macrofauna, ten gevolge van zuurstoftekorten veroorzaakt door zoutstratificatie en langdurige veranderingen in zoutconcentraties. Ter bevordering van brakwaterlevensgemeenschap geniet het HV4 scenario (open Haringvliet) de voorkeur.

7 Aanbevelingen

Binnen deze pilotstudie zijn de ondiepe waterbodems tussen NAP en NAP -2 m (oevers en banken) buiten beschouwing gebleven. McLusky et al. (1993) constateerden, in het Upper Forth-estuarium in Schotland, dat in de ondiepe getijdengebieden de totale dichtheid van Oligochaeta weliswaar daalde van het riviergedeelte (100.000 n/m^2), naar het begin van het estuarium (50.000 n/m^2), maar weer steeg in het middengedeelte van het estuarium (100.000 n/m^2). Evenals de produktie van de Oligochaeta lag de produktie aan Polychaeta en Mollusca in de ondiepe delen van de waterbodem vele malen hoger dan in de diepe delen (§ 5.3.3) bij een weinig wisselende verticale saliniteit (McLusky et al., 1993). In de ondiepe delen bestaan er dus betere mogelijkheden voor het ontstaan van een brakke gemeenschap dan in de diepe delen.

Bij het toelaten van meer zout en getij in het Haringvliet zouden juist de ondiepe delen interessant voor macro-evertebraten kunnen worden, indien er minder grote wisselingen in saliniteit zouden bestaan tussen de diepe en de ondiepe delen. De vraag is nu hoe steil bij gedeeltelijk openstellen van de sluizen (scenario HV2-; 's winters open, 's zomers dicht) de verticale saliniteitsgradiënt verloopt en daarmee verband houdend hoe de samenstelling van macro-evertebraten zich ontwikkelt en in welke dichtheden soorten voorkomen in de ondiepe delen van de waterbodem. Verder is het van belang om te weten hoe groot de wisselingen in saliniteit kunnen zijn, voordat grote afnamen in dichtheden van macro-evertebraten worden waargenomen. Het verdient aanbeveling deze aspecten te onderzoeken.

8 Dankwoord

Graag wil ik alle mensen die hebben meegewerkt aan dit project bedanken. De mannen van "De Nes", Ad Schipperen en Jaap Louwerens voor planning en uitvoeren van het "botenwerk".

Piet Verdonshot en Ed Stikvoort voor de hulp bij en controle van de determinaties van Oligochaeta en Polychaeta.

Ruurd Noordhuis, Joan van der Velden, Dik Ludikhuizen, Bram bij de Vaate en Eric Martijn. Zij voorzagen eerdere versies van dit werkdokument van commentaar.

Literatuur

- Beek, G.C.W. van en H.W. Waardenburg, 1994.
Visintrek via Haringvlietspui sluizen bij vloedinlaat. Onderdeel bij
totale rapportage Haringvlietsluizen-experiment. Rapport 94.19.
Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Blandford, P. en C. Little, 1983.
Salinity detection by *Hydrobia ulvae* (Pennant) and *Potamopyrgus*
jenkinsi Smith (Gastropoda: Prosobranchia).
J. Exp. Mar. Biol. Ecol. **68**, 25-38.
- Bol, R., 1994.
Een snuffje zout...! Verslag van de metingen naar zoutindringing via
de Haringvlietsluizen in het kader van de praktijkproef visintrek.
Rijkswaterstaat, RIZA nota 94.051.
- Braak, C.J.F. ter, 1987.
Unimodal models to relate species to environment. Groep Landbouw-
wiskunde, Wageningen, 152 pp.
- Braak, C.J.F. ter, 1991.
CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination
(partial) (detrended) (canonical) Correspondence Analysis, Principal
Components Analysis and Redundancy Analysis (version 3.1).
TNO Institute of applied computer science, Wageningen.
- Dudok van Heel, H.C., H. Smit en S.M. Wiersma, 1992.
Macrofauna in de diepe waterbodem van het Noordelijk Deltabekken.
Publications and reports of the project 'Ecological rehabilitation of
the Rivers Rhine and Meuse' no 39; RIZA rapport 91.051.
- Dudok van Heel, H.C., J.A. van der Velden en S.M. Wiersma, 1993.
Ontwikkeling van macrofauna in aangebrachte sedimenten in het Noorde-
lijk Deltabekken. Rijkswaterstaat, RIZA nota 93.022.
- Gauch, H.G., 1982.
Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University
Press, 298 pp.
- Groen, K.P. en H. Slager, 1993.
De ontzilting van de Krammerse slikken. Rijkswaterstaat, directie
Flevoland. Intern rapport, 1993-18 Lio.
- Haas, A.W. de, 1991.
Inventarisatie van en verbeteringsplanning voor de fysieke belemme-
ringen voor de migratie van vis op de grote Nederlandse rivieren.
Publications and reports of the project 'Ecological rehabilitation of
the Rivers Rhine and Meuse' no 31.
- Hartog, C. den, F.W.B. van den Brink en G. van der Velde, 1992.
Why was the invasion of the river Rhine by *Corophium curvispinum* and
Corbicula species so succesful? *Journal of Natural History* **26**,
1121-1129.

Literatuur (vervolg)

- Hill, M.O., 1979.
 TWINSPAN - A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes. Cornell University Ithaca, New York.
- Ibañez, C., A.R. Rodrigues-Capitulo en N. Prat, 1995.
 The combined impacts of river regulation and eutrophication on the dynamics of the salt wedge and the ecology of the Lower Ebro River (North-East Spain). In D.M. Harper and A.J.D. Ferguson (eds), The ecological basis for river management. John Wiley & Sons Ltd, Chichester.
- Johnson, M.G., O.C. McNeil en S.E. George, 1987.
 Benthic macroinvertebrate associations in relation to environmental factors in Georgian Bay. *J. Great. Lakes Res.* **13**(3), 310-327.
- Jongman, R.H., C.F.J. ter Braak en O.F.R. van Tongeren, 1987.
 Data analysis in landscape ecology. Pudoc, Wageningen.
- Marchand, J., 1993.
 The influence of seasonal salinity and turbidity maximum variations on the nursery function of the Loire estuary (France). *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* **27** (2-4), 427-436.
- Mees, J., A. Dewickr en O. Hamerlynck, 1993.
 Seasonal composition and spatial distribution of hyperbenthic communities along estuarine gradients in the Westerschelde. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* **27** (2-4), 359-376.
- McLusky, D.S., 1993.
 Marine and estuarine gradients - an overview. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* **27** (2-4), 489-493.
- McLusky, D.S., S.C. Hull en M. Elliott, 1993.
 Variations in the intertidal and subtidal macrofauna and sediments along a salinity gradient in the Upper Forth estuary. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* **27** (2-4), 101-109.
- Moller Pillot, H.K.M. en R.F.M. Buskens, 1990.
 De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera), Deel C: Autoecologie en verspreiding. Nederlandse Faunistische Mededelingen. Stichting European Invertebrate Survey-Nederland, Natuur Historisch Museum, Leiden.
- Queiroga, H., 1990.
Corophium multisetosum (Amphipoda: Corophiidae) in Canal de Mira, Portugal: some factors that affect its distribution. *Marine Biology* **104**, 397-402.
- Redeke, H.C., 1948.
 Hydrobiologie van Nederland: de zoete wateren. C.V. Uitgeverij v/h C. de Boer jr, Amsterdam.

Literatuur (vervolg)

- Schuchardt, B., U. Haesloop en M. Schirmer, 1993.
The tidal freshwater reach of the Weser estuary: riverine or estuarine? *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 27 (2-4), 215-226.
- Smit, H., H.C. Dudok van Heel en S.M. Wiersma, 1995.
Sublittoral macrozoobenthic assemblages in the enclosed sediment polluted Rhine-Meuse Delta; their relationship to environmental conditions. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* (accepted).
- Spijk, A. van, 1994.
Visintrek Haringvlietsluizen. Rapportage van de verziltingssituatie in het Haringvliet in de periode 5 april t/m 31 augustus 1994. Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland APS/94-139.
- Verdonschot, P.F.M., M. Smies en A.B.J. Sepers, 1982.
The distribution of aquatic oligochaetes in brackish inland waters in the SW Netherlands. *Hydrobiologia* 89, 29-38.
- Vierveijzer, H.C., A. Lepelaar en J. Dijkstra, 1979.
Analyse-methoden voor grond, rioolslib, gewas en vloeistof. Rep. Inst. voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen.
- V&W, 1989.
Derde Nota Waterhuishouding. Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 21 250, nrs 1-2.
- Ysebaert, T., P. Meire, D. Maes en J. Buijs, 1993.
The benthic macrofauna along the estuarine gradient of the Schelde estuary. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 27 (2-4), 327-341.
- Zwolsman, J.J.G. en G.T.M. van Eck, 1993.
Dissolved and particulate trace metal geochemistry in the Scheldt estuary, S.W. Netherlands (water column and sediments). *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 27 (2-4), 287-300.

Determinatieliteratuur

- Barrett, J. en C.M. Yonge, 1984.
Collins pocket guide to the sea shore. Collins, London.
- Borghouts-Biersteker, C.H., 1983.
Aasgarnalen (Mysidacea). Tabellenserie van de strandwerkgroep, nummer 25. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud.
- Brinkhurst, R.O., 1971.
A guide for identification of British Aquatic Oligochaeta, number 22. Freshwater Biological Association.
- Brinkhurst, R.O. en B.G.M. Jamieson, 1971.
Aquatic Oligochaeta of the world. Oliver & Boyd, Edinburgh.
- Campbell, A.C., 1976.
Elseviers gids van strand en kust. Elsevier, Amsterdam.
- Dahl, F., 1971.
Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise.
Teil 58: Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta.
Verlag Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Dresscher, Th.G.N. en L.W.G. Higler, 1982.
De Nederlandse bloedzuigers Hirudinea, nummer 154.
Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud.
- Gledhill, T., D.W. Sutcliffe en W.D. Williams, 1976.
Key to British freshwater Crustacea: Malacostraca, number 32. Freshwater Biological Association.
- Higler, L.W.G., 1981.
Determinatie-tabel voor het bepalen van familie, geslacht en soms zelfs de soort der Europese in het water levende Trichoptera-larven.
Landbouw Universiteit, Vakgroep Natuurbeheer, Wageningen.
- Klink, A., 1981.
Determinatietabel voor de poppen en de larven der Nederlandse Tanytarsini. Deel 1: Tabellen tot geslacht, Landbouwhogeschool Wageningen, Vakgroep Natuurbeheer.
- Lincoln, R.J., 1979.
British Marine Amphipoda. British Museum, London.
- Macan, T.T., 1979.
A key to the nymphs of the British species of Ephemeroptera with notes on their ecology, number 20. Freshwater Biological Association.
- Moller Pillot, H.K.M., 1984.
De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera). Deel 1A: Inleiding, Tanypodinae & Chironomini en deel 1B: Orthocladiinae sensu lato. Nederlandse Faunistische Mededelingen, Nationaal Natuurhistorisch Museum, Leiden.
- Sperber, C., 1980.
A guide for the determination of European Naididae.
Zool. Bidrag Från Uppsala 29, 45-81.
- Webb, C.J. en A. Scholl, 1985.
Identification of larvae of European species of *Chironomus* Meigen (Diptera: Chironomidae) by morphological characters.
Systematic Entomology 10, 353-385.

B I J L A G E N

CANOCO (Ter Braak, 1987) is een computerprogramma dat ordeningen kan maken. Daarbij worden, met behulp van een wiskundige methode, verschillende ordeningen in de gevonden soorten en de monsters aangebracht. Soorten, die een overeenkomstige verspreiding hebben, worden bij elkaar gezet en monsters waarin veel dezelfde soorten voorkomen staan dicht bij elkaar. Omdat niet alle soorten op dezelfde wijze reageren zijn verschillende ordeningen mogelijk. Die ordeningen worden ordinatie-assen genoemd. Het doel van deze ordeningen is aanwijzingen te krijgen welke factoren de verspreiding van de soorten bepalen. Uiteraard is geen uitspraak te doen of het causale relaties betreft. Binnen CANOCO is het mogelijk om de ordinatie-assen te relateren aan milieuparameters. Dit kan op twee manieren:

- 1. **Indirect:** Eerst worden de "beste" ordeningen gemaakt. Dit wil zeggen in de richting van de meeste variantie in de soortensamenstelling. Na afloop worden de ordinatie-assen gerelateerd aan de milieuv variabelen.
- 2. **Direct:** Tijdens de berekening van de ordinatie-assen wordt rekening gehouden met de waarden van de milieuv variabelen. Alleen die ordeningen, die lineair afhankelijk zijn van alle milieuv variabelen, worden aanvaard. Het is bij deze methode belangrijk dat alleen milieuv variabelen worden gekozen waarop de soorten reageren. Bovendien mogen de variabelen onderling niet sterk gecorreleerd zijn.

Een voordeel van de indirecte methode is, dat de ordening onafhankelijk is van de keuze van de milieuv variabelen. De directe methode maakt het mogelijk de effecten van milieuv variabelen te meten. Er zijn binnen CANOCO verschillende technieken beschikbaar om de ordening uit te rekenen. Deze technieken zijn onder te verdelen in lineaire en niet-lineaire (unimodale of bimodale) methoden:

- 1. **Lineaire methoden:** Principal Components Analysis (PCA, indirect) en Redundancy Analysis (RCA, direct). Deze technieken zijn geschikt wanneer de milieuv variabelen weinig variëren. De relatie tussen de abundantie van de soorten en de milieuv variabelen is dan bij benadering lineair.
- 2. **Niet-lineaire methoden:** Correspondence Analysis (CA) of Detrended Correspondence Analysis (DCA) (indirect) en Canonical Correspondence Analysis (CCA) of Detrended Canonical Correspondence Analysis (DCCA) (direct). Deze unimodale technieken zijn in het algemeen geschikter voor ecologische gegevens, omdat soorten meestal bij benadering volgens een Gauss-kromme reageren op milieuv variabelen. De methoden zijn ingedeeld in detrended (D) en niet-detrended. Bij "detrending" worden de tweede en hogere ordinatie-assen niet alleen lineair ongecorrleerd gemaakt met de eerste maar ook kwadratisch, ter voorkoming van het "arch"- of "horseshoe"-effect (Gauch, 1982).

In dit onderzoek is CCA toegepast. Hierbij is de eerste as onafhankelijk gemaakt met de hogere assen volgens derde polynomen (Ter Braak, 1991). Om de invloed van dominante soorten te verminderen zijn de gegevens van de soorten getransformeerd volgens de natuurlijke logaritme.

parameter	eenheid	juni 1993					
		A1	A2	A3	A4	A5	A6
organisch stof	gew. %	8,4	10,9	11,8	12,2	11,2	11,9
calciumcarbonaat	gew. %	-	-	-	-	-	-
droge stof	gew. %	29,7	22,5	25,5	25,0	25,9	29,2
deeltjes < 2 µm	gew. %	37,1	43,1	41,4	42,3	40,3	37,7
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	20,7	23,1	24,3	24,5	25,0	22,3
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	12,1	7,5	7,3	7,1	8,3	11,8
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	7,9	2,0	1,3	0,5	1,2	1,8
deeltjes > 210 µm	gew. %	1,4	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1
chloride waterfase ²	mg/l	980,0	3.606,0	5.760,0	926,0	1.373,0	1.415,0
chloride bodem	mg/kg	-	-	-	-	-	-
zuurstof waterfase ²	mg/l	9,8	0,7	0,8	8,7	8,9	9,4

parameter	eenheid	januari 1994					
		A1	A2	A3	A4	A5	A6
organisch stof	gew. %	2,0	9,5	9,8	6,6	8,1	5,8
calciumcarbonaat	gew. %	7,3	13,2	13,3	13,0	12,9	16,3
droge stof	gew. %	54,8	26,8	23,8	31,1	26,9	40,9
deeltjes < 2 µm	gew. %	8,9	36,8	43,2	31,7	37,1	21,0
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	5,1	19,4	22,8	18,9	20,7	11,4
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	4,1	4,7	4,2	10,3	4,5	35,5
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	42,2	16,6	5,8	13,9	14,8	10,2
deeltjes > 210 µm	gew. %	30,4	0,1	1,2	6,0	2,2	0,1
chloride waterfase ²	mg/l	81,0	82,0	82,0	90,0	110,0	120,0
chloride bodem	mg/kg	185,0	8.600,0	6.500,0	1.300,0	4.900,0	1.700,0
chloride bodem ³	mg/l	224,1	3.148,6	2.030,2	586,8	1.803,2	1.176,5
zuurstof waterfase ²	mg/l	13,4	14,9	13,8	14,4	15,6	15,6

parameter	eenheid	juni 1994					
		A1	A2	A3	A4	A5	A6
organisch stof	gew. %	2,7	7,0	11,4	10,0	7,8	14,7
calciumcarbonaat	gew. %	8,4	13,6	14,3	13,7	12,8	16,8
droge stof	gew. %	49,4	30,3	19,7	25,2	33,8	17,6
deeltjes < 2 µm	gew. %	16,0	33,9	41,5	39,3	28,5	38,8
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	7,6	19,1	21,7	19,2	16,4	20,0
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	5,7	8,5	2,6	8,9	9,4	8,5
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	36,9	18,0	7,7	8,1	24,0	1,6
deeltjes > 210 µm	gew. %	22,7	0,1	1,2	1,2	1,4	0,0
chloride waterfase ²	mg/l	1.333,0	4.522,0	2.009,0	1.901,0	1.822,0	1.881,0
chloride bodem	mg/kg	1.400,0	7.200,0	1.120,0	7.200,0	5.200,0	5.600,0
chloride bodem ³	mg/l	1.366,8	3.130,0	2.747,7	2.454,5	2.655,0	1.196,1
zuurstof waterfase ²	mg/l	17,5	19,7	17,1	18,1	13,9	15,9

² 10 cm boven het bodemoppervlak gemeten

³ berekend

- niet gemeten

fysische analyses
locaties A1, A2, A3, A4, A5 en A6

rijkswaterstaat
riza

hoofdafdeling watersystemen

RIZA werkdokument 95.059X

bijlage 2.1

parameter	eenheid	juni 1993					
		B1	B2	B3	B4	B5	B6
organisch stof	gew. %	6,5	6,6	6,0	8,3	6,9	9,7
calciumcarbonaat	gew. %	-	-	-	-	-	-
droge stof	gew. %	34,5	33,3	35,7	25,9	45,6	27,2
deeltjes < 2 µm	gew. %	29,5	29,9	26,0	37,1	22,3	37,8
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	16,0	16,1	14,1	20,7	12,1	24,7
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	11,4	9,8	8,1	7,5	18,7	11,7
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	18,0	23,7	31,6	12,9	21,6	2,1
deeltjes > 210 µm	gew. %	7,8	3,2	3,5	1,5	3,7	0,2
chloride waterfase ²	mg/l	272,0	1.244,0	1.105,0	1.067,0	757,0	1.165,0
chloride bodem	mg/kg	-	-	-	-	-	-
zuurstof waterfase ²	mg/l	10,2	10,2	8,9	8,7	9,6	8,9

parameter	eenheid	januari 1994					
		B1	B2	B3	B4	B5	B6
organisch stof	gew. %	3,2	8,8	6,2	7,4	4,1	8,4
calciumcarbonaat	gew. %	7,9	13,4	13,2	14,1	9,4	14,3
droge stof	gew. %	40,0	20,6	27,1	26,8	49,1	25,5
deeltjes < 2 µm	gew. %	15,6	45,6	39,1	38,3	17,6	35,0
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	9,1	24,0	22,0	21,4	9,9	21,8
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	4,9	5,9	12,6	9,7	6,9	13,5
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	26,2	2,4	6,3	8,4	42,9	7,1
deeltjes > 210 µm	gew. %	33,2	0,3	1,0	1,0	9,3	0,3
chloride waterfase ²	mg/l	81,0	81,0	82,0	82,0	81,0	81,0
chloride bodem	mg/kg	275,0	6.300,0	1.100,0	530,0	245,0	1.500,0
chloride bodem ³	mg/l	183,3	1.634,5	408,9	194,0	236,3	513,4
zuurstof waterfase ²	mg/l	13,1	13,2	13,1	13,2	12,8	13,3

parameter	eenheid	juni 1994					
		B1	B2	B3	B4	B5	B6
organisch stof	gew. %	1,5	10,8	8,1	7,2	2,6	10,7
calciumcarbonaat	gew. %	4,8	14,1	13,7	13,5	7,5	15,1
droge stof	gew. %	68,6	20,2	26,8	25,6	54,0	28,5
deeltjes < 2 µm	gew. %	6,1	43,2	36,5	38,5	9,7	33,6
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	2,2	22,9	21,0	22,2	5,4	20,1
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	0,6	6,9	8,7	7,7	2,3	10,8
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	27,7	2,5	11,5	9,6	35,7	9,9
deeltjes > 210 µm	gew. %	57,1	0,1	0,9	2,2	36,9	0,2
chloride waterfase ²	mg/l	319,0	1.846,0	840,0	926,0	100,0	288,0
chloride bodem	mg/kg	315,0	7.600,0	4.600,0	4.100,0	710,0	6.600,0
chloride bodem ³	mg/l	688,2	1.923,8	1.684,2	1.410,8	833,5	2.630,8
zuurstof waterfase ²	mg/l	14,1	18,9	16,7	18,9	14,7	15,0

² 10 cm boven het bodemoppervlak gemeten

³ berekend

- niet gemeten

fysische analyses
locaties B1, B2, B3, B4, B5 en B6

rijkswaterstaat
riza

hoofdafdeling watersystemen

RIZA werkdokument 95.059X

bijlage 2.2

parameter	eenheid	juni 1993					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
organisch stof	gew. %	7,4	7,6	7,1	2,7	5,3	1,2
calciumcarbonaat	gew. %	-	-	-	-	-	-
droge stof	gew. %	30,6	29,3	28,4	45,5	48,3	68,3
deeltjes < 2 µm	gew. %	38,1	35,9	32,8	13,7	18,8	4,8
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	21,8	20,3	18,0	6,8	10,2	1,5
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	11,3	10,7	7,8	5,8	12,4	4,3
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	9,6	12,7	18,3	30,4	9,5	71,7
deeltjes > 210 µm	gew. %	0,2	1,7	5,0	33,1	14,8	8,9
chloride waterfase ²	mg/l	562,0	1.286,0	1.255,0	1.141,0	225,0	763,0
chloride bodem	mg/kg	-	-	-	-	-	-
zuurstof waterfase ²	mg/l	9,4	9,2	8,2	7,8	9,2	11,9

parameter	eenheid	januari 1994					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
organisch stof	gew. %	0,6	8,2	9,6	6,6	8,3	6,5
calciumcarbonaat	gew. %	9,1	12,5	13,1	17,2	13,1	14,9
droge stof	gew. %	76,8	26,6	22,9	51,8	23,2	41,3
deeltjes < 2 µm	gew. %	3,5	43,2	46,4	25,3	45,2	21,2
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	1,3	23,4	26,5	14,3	23,2	10,2
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	0,0	7,8	3,4	16,7	5,2	28,2
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	17,5	4,8	1,1	19,6	4,4	18,6
deeltjes > 210 µm	gew. %	68,0	0,2	0,2	0,4	0,8	0,5
chloride waterfase ²	mg/l	84,0	83,0	83,0	82,0	82,0	81,0
chloride bodem	mg/kg	48,0	1.200,0	1.800,0	72,0	1.100,0	1.000,0
chloride bodem ³	mg/l	158,9	434,9	534,6	77,4	332,3	703,6
zuurstof waterfase ²	mg/l	12,9	13,1	12,9	12,8	12,5	12,8

parameter	eenheid	juni 1994					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
organisch stof	gew. %	4,7	10,1	7,5	1,6	1,5	5,3
calciumcarbonaat	gew. %	10,3	12,9	12,3	5,0	5,2	11,8
droge stof	gew. %	40,7	23,7	29,8	59,3	41,4	33,3
deeltjes < 2 µm	gew. %	19,4	40,7	35,1	8,2	8,8	21,9
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	10,0	23,9	18,0	3,6	3,0	10,9
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	9,8	8,3	8,0	1,6	2,0	10,7
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	34,8	4,0	13,1	29,4	29,4	38,3
deeltjes > 210 µm	gew. %	11,0	0,3	6,1	50,6	50,1	1,2
chloride waterfase ²	mg/l	167,0	102,0	242,0	162,0	860,0	184,0
chloride bodem	mg/kg	1.600,0	5.400,0	3.600,0	540,0	520,0	1.500,0
chloride bodem ³	mg/l	1.098,1	1.677,3	1.528,2	786,8	367,4	748,9
zuurstof waterfase ²	mg/l	16,6	15,9	12,3	17,8	22,3	23,7

² 10 cm boven het bodemoppervlak gemeten

³ berekend

- niet gemeten

fysische analyses
locaties C1, C2, C3, C4, C5 en C6

rijkswaterstaat
riza

hoofdafdeling watersystemen

RIZA werkdocument 95.059X

bijlage 2.3

parameter	eenheid	juni 1993					
		D1	D2	D3	D4	D5	D6
organisch stof	gew. %	0,6	5,3	7,6	5,2	5,9	3,2
calciumcarbonaat	gew. %	-	-	-	-	-	-
droge stof	gew. %	72,5	31,8	51,1	42,8	33,0	59,9
deeltjes < 2 µm	gew. %	4,0	32,3	24,6	21,1	29,1	11,0
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	0,9	17,4	14,4	11,1	14,9	5,2
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	2,0	11,1	18,3	12,8	8,8	15,8
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	10,3	13,2	18,9	31,5	14,8	47,2
deeltjes > 210 µm	gew. %	78,2	10,3	0,3	5,8	13,3	4,4
chloride waterfase ²	mg/l	833,0	1.304,0	196,0	200,0	200,0	207,0
chloride bodem	mg/kg	-	-	-	-	-	-
zuurstof waterfase ²	mg/l	6,4	6,8	11,5	12,3	10,4	11,2

parameter	eenheid	januari 1994					
		D1	D2	D3	D4	D5	D6
organisch stof	gew. %	-	2,4	-	-	-	6,2
calciumcarbonaat	gew. %	-	5,7	-	-	-	16,9
droge stof	gew. %	-	46,6	-	-	-	53,4
deeltjes < 2 µm	gew. %	-	15,4	-	-	-	23,4
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	-	6,8	-	-	-	11,0
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	-	3,3	-	-	-	20,3
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	-	17,5	-	-	-	21,4
deeltjes > 210 µm	gew. %	-	48,9	-	-	-	1,0
chloride waterfase ²	mg/l	85,0	83,0	83,0	83,0	82,0	81,0
chloride bodem	mg/kg	-	175,0	-	-	-	36,0
chloride bodem ³	mg/l	-	152,7	-	-	-	41,3
zuurstof waterfase ²	mg/l	12,9	13,1	13,0	12,7	12,4	12,4

parameter	eenheid	juni 1994					
		D1	D2	D3	D4	D5	D6
organisch stof	gew. %	-	2,0	-	4,7	-	2,7
calciumcarbonaat	gew. %	-	4,8	-	15,3	-	9,1
droge stof	gew. %	-	58,5	-	54,8	-	63,2
deeltjes < 2 µm	gew. %	-	8,0	-	16,2	-	10,8
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	-	3,4	-	7,9	-	5,1
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	-	0,9	-	10,3	-	8,1
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	-	20,8	-	36,3	-	37,6
deeltjes > 210 µm	gew. %	-	60,1	-	9,4	-	26,7
chloride waterfase ²	mg/l	102,0	107,0	129,0	138,0	99,0	167,0
chloride bodem	mg/kg	-	700,0	-	300,0	-	375,0
chloride bodem ³	mg/l	-	986,8	-	363,7	-	644,0
zuurstof waterfase ²	mg/l	18,9	13,8	12,6	13,1	14,1	12,6

² 10 cm boven het bodemoppervlak gemeten

³ berekend

- niet gemeten

fysische analyses
locaties D1, D2, D3, D4, D5 en D6

rijkswaterstaat
riza

hoofdafdeling watersystemen

RIZA werkdokument 95.059X

bijlage 2.4

parameter	eenheid	juni 1993					
		E1	E2	E3	E4	E5	E6
organisch stof	gew. %	4,5	0,8	0,5	6,6	4,4	10,9
calciumcarbonaat	gew. %	-	-	-	-	-	-
droge stof	gew. %	49,1	73,4	72,5	47,6	42,1	26,1
deeltjes < 2 µm	gew. %	14,6	3,2	2,9	22,0	18,6	38,5
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	8,2	0,9	1,5	13,1	10,0	23,1
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	4,8	0,8	1,8	19,9	5,6	7,2
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	21,1	13,0	10,5	20,5	32,9	6,7
deeltjes > 210 µm	gew. %	35,8	78,0	80,8	2,4	18,1	0,8
chloride waterfase ²	mg/l	203,0	813,0	211,0	201,0	2.408,0	204,0
chloride bodem	mg/kg	-	-	-	-	-	-
zuurstof waterfase ²	mg/l	10,2	7,8	9,4	9,9	7,9	9,8

parameter	eenheid	januari 1994					
		E1	E2	E3	E4	E5	E6
organisch stof	gew. %	-	4,4	1,0	1,2	8,2	6,1
calciumcarbonaat	gew. %	-	8,4	2,9	4,7	12,9	15,9
droge stof	gew. %	-	41,1	69,8	67,1	25,4	45,1
deeltjes < 2 µm	gew. %	-	22,5	5,9	6,6	40,8	24,6
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	-	11,5	2,4	2,7	22,4	13,3
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	-	7,6	1,6	1,4	9,2	18,1
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	-	22,1	8,3	19,9	6,3	14,6
deeltjes > 210 µm	gew. %	-	23,6	77,9	63,5	0,5	7,6
chloride waterfase ²	mg/l	81,0	81,0	81,0	82,0	82,0	85,0
chloride bodem	mg/kg	-	330,0	< 25,0	33,0	1.400,0	165,0
chloride bodem ³	mg/l	-	230,3	< 57,8	67,3	476,7	135,6
zuurstof waterfase ²	mg/l	12,5	12,9	12,6	12,7	12,7	13,0

parameter	eenheid	juni 1994					
		E1	E2	E3	E4	E5	E6
organisch stof	gew. %	-	1,5	1,5	5,6	6,7	6,2
calciumcarbonaat	gew. %	-	5,6	6,9	9,5	12,1	12,0
droge stof	gew. %	-	64,5	68,3	37,0	27,2	47,7
deeltjes < 2 µm	gew. %	-	8,0	6,0	26,2	22,1	22,0
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	-	3,2	1,8	14,2	11,9	11,2
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	-	1,9	1,6	8,8	12,7	13,5
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	-	14,7	13,5	19,6	30,2	30,7
deeltjes > 210 µm	gew. %	-	65,1	68,7	16,2	4,4	4,6
chloride waterfase ²	mg/l	222,0	903,0	100,0	115,0	230,0	109,0
chloride bodem	mg/kg	-	385,0	405,0	2.700,0	2.100,0	1.700,0
chloride bodem ³	mg/l	-	699,5	872,6	1.585,7	784,6	1.550,5
zuurstof waterfase ²	mg/l	14,8	19,8	11,3	11,0	16,8	14,7

² 10 cm boven het bodemoppervlak gemeten

³ berekend

- niet gemeten

fysische analyses
locaties E1, E2, E3, E4, E5 en E6

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling watersystemen

RIZA werkdokument 95.059X

bijlage 2.5

parameter	eenheid	juni 1993					
		F1	F2	F3	F4	F5	F6
organisch stof	gew. %	3,3	2,2	0,8	1,1	4,1	10,0
calciumcarbonaat	gew. %	-	-	-	-	-	-
droge stof	gew. %	44,7	55,2	66,1	70,3	44,0	23,7
deeltjes < 2 µm	gew. %	12,5	10,5	12,9	4,8	17,6	43,2
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	6,9	5,2	6,5	1,5	8,6	24,8
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	3,2	4,1	4,2	1,9	6,5	7,7
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	37,3	48,1	47,4	21,8	48,3	1,4
deeltjes > 210 µm	gew. %	29,5	22,8	23,0	64,5	5,9	0,3
chloride waterfase ²	mg/l	200,0	459,0	201,0	205,0	982,0	2.063,0
chloride bodem	mg/kg	-	-	-	-	-	-
zuurstof waterfase ²	mg/l	9,2	7,7	9,5	9,4	6,9	3,5

parameter	eenheid	januari 1994					
		F1	F2	F3	F4	F5	F6
organisch stof	gew. %	-	2,2	-	4,2	3,7	8,1
calciumcarbonaat	gew. %	-	7,5	-	8,7	9,7	12,7
droge stof	gew. %	-	60,1	-	39,6	45,6	25,4
deeltjes < 2 µm	gew. %	-	11,5	-	22,5	18,4	38,4
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	-	4,9	-	11,4	8,4	20,1
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	-	5,1	-	8,7	6,6	8,7
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	-	38,7	-	20,9	46,5	11,9
deeltjes > 210 µm	gew. %	-	30,2	-	23,7	6,8	0,3
chloride waterfase ²	mg/l	81,0	81,0	82,0	81,0	82,0	86,0
chloride bodem	mg/kg	-	80,0	-	155,0	125,0	1.900,0
chloride bodem ³	mg/l	-	120,5	-	101,6	104,8	646,9
zuurstof waterfase ²	mg/l	12,6	12,7	12,5	12,7	12,7	12,7

parameter	eenheid	juni 1994					
		F1	F2	F3	F4	F5	F6
organisch stof	gew. %	-	2,5	-	2,7	3,7	8,4
calciumcarbonaat	gew. %	-	7,3	-	5,9	9,1	13,0
droge stof	gew. %	-	57,6	-	51,8	43,5	22,1
deeltjes < 2 µm	gew. %	-	11,9	-	13,2	17,8	41,5
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	-	5,3	-	5,6	8,1	23,3
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	-	5,0	-	3,9	6,3	9,5
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	-	39,1	-	26,0	47,8	4,3
deeltjes > 210 µm	gew. %	-	29,0	-	42,7	7,3	0,2
chloride waterfase ²	mg/l	102,0	109,0	109,0	119,0	125,0	205,0
chloride bodem	mg/kg	-	610,0	-	990,0	1.400,0	4.600,0
chloride bodem ³	mg/l	-	828,7	-	1.063,9	1.077,9	1.305,0
zuurstof waterfase ²	mg/l	11,0	10,4	17,3	15,0	13,2	13,0

² 10 cm boven het bodemoppervlak gemeten
³ berekend
- niet gemeten

fysische analyses
locaties F1, F2, F3, F4, F5 en F6

rijkswaterstaat
riza

hoofdafdeling watersystemen

RIZA werkdokument 95.059X

bijlage 2.6

parameter	eenheid	juni 1993					
		H1	H2	H3	H4	H5	H6
organisch stof	gew. %	-	-	-	-	-	-
calciumcarbonaat	gew. %	-	-	-	-	-	-
droge stof	gew. %	-	-	-	-	-	-
deeltjes < 2 µm	gew. %	-	-	-	-	-	-
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	-	-	-	-	-	-
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	-	-	-	-	-	-
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	-	-	-	-	-	-
deeltjes > 210 µm	gew. %	-	-	-	-	-	-
chloride waterfase ²	mg/l	-	-	-	-	-	-
chloride bodem	mg/kg	-	-	-	-	-	-
zuurstof waterfase ²	mg/l	-	-	-	-	-	-

parameter	eenheid	januari 1994					
		H1	H2	H3	H4	H5	H6
organisch stof	gew. %	-	10,3	-	13,3	-	14,1
calciumcarbonaat	gew. %	-	24,8	-	24,1	-	24,2
droge stof	gew. %	-	29,9	-	28,4	-	26,7
deeltjes < 2 µm	gew. %	-	35,0	-	38,5	-	37,4
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	-	25,2	-	17,0	-	18,7
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	-	3,9	-	6,3	-	4,8
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	-	0,8	-	0,8	-	0,9
deeltjes > 210 µm	gew. %	-	0,3	-	0,3	-	0,2
chloride waterfase ²	mg/l	1.256,0	1.009,0	1.062,0	1.012,0	291,0	535,0
chloride bodem	mg/kg	-	19.600,0	-	17.600,0	-	17.500,0
chloride bodem ³	mg/l	-	8.360,1	-	6.981,0	-	6.374,5
zuurstof waterfase ²	mg/l	12,9	12,9	13,1	13,0	12,7	12,8

parameter	eenheid	juni 1994					
		H1	H2	H3	H4	H5	H6
organisch stof	gew. %	-	15,3	-	10,6	-	13,7
calciumcarbonaat	gew. %	-	20,9	-	25,8	-	23,4
droge stof	gew. %	-	21,9	-	24,3	-	26,3
deeltjes < 2 µm	gew. %	-	37,5	-	36,7	-	40,5
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	-	17,1	-	16,4	-	17,7
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	-	7,6	-	9,5	-	3,6
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	-	1,8	-	1,2	-	1,2
deeltjes > 210 µm	gew. %	-	0,3	-	0,2	-	0,2
chloride waterfase ²	mg/l	9.880,0	6.556,0	8.479,0	11.231,0	11.250,0	6.535,0
chloride bodem	mg/kg	-	35.600,0	-	23.000,0	-	18.900,0
chloride bodem ³	mg/l	-	9.982,6	-	7.383,1	-	6.744,5
zuurstof waterfase ²	mg/l	13,4	14,6	19,7	15,6	22,0	27,4

² 10 cm boven het bodemoppervlak gemeten

³ berekend

- niet gemeten

fysische analyses
locaties H1, H2, H3, H4, H5 en H6

rijkswaterstaat
riza

hoofdafdeling watersystemen

RIZA werkdocument 95.059X

bijlage 2.7

parameter	eenheid	juni 1993					
		I1	I2	I3	I4		
organisch stof	gew. %	-	-	-	-		
calciumcarbonaat	gew. %	-	-	-	-		
droge stof	gew. %	-	-	-	-		
deeltjes < 2 µm	gew. %	-	-	-	-		
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	-	-	-	-		
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	-	-	-	-		
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	-	-	-	-		
deeltjes > 210 µm	gew. %	-	-	-	-		
chloride waterfase ²	mg/l	-	-	-	-		
chloride bodem	mg/kg	-	-	-	-		
zuurstof waterfase ²	mg/l	-	-	-	-		

parameter	eenheid	januari 1994					
		I1	I2	I3	I4		
organisch stof	gew. %	-	8,2	10,4	-		
calciumcarbonaat	gew. %	-	8,1	24,5	-		
droge stof	gew. %	-	43,7	37,7	-		
deeltjes < 2 µm	gew. %	-	22,5	34,8	-		
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	-	13,1	14,4	-		
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	-	26,7	6,3	-		
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	-	21,3	9,6	-		
deeltjes > 210 µm	gew. %	-	0,2	0,2	-		
chloride waterfase ²	mg/l	1.306,0	484,0	327,0	7.133,0		
chloride bodem	mg/kg	-	9.000,0	8.900,0	-		
chloride bodem ³	mg/l	-	6.985,8	5.385,7	-		
zuurstof waterfase ²	mg/l	12,6	12,6	12,4	12,0		

parameter	eenheid	juni 1994					
		I1	I2	I3	I4		
organisch stof	gew. %	13,7	8,9	11,1	6,1		
calciumcarbonaat	gew. %	24,2	21,7	23,4	18,3		
droge stof	gew. %	30,8	40,0	37,2	51,0		
deeltjes < 2 µm	gew. %	32,2	24,3	31,5	13,5		
deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	14,1	12,3	12,5	5,8		
deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	10,3	18,5	11,2	18,1		
deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	5,0	14,4	10,3	38,3		
deeltjes > 210 µm	gew. %	0,8	0,1	0,3	0,1		
chloride waterfase ²	mg/l	7.687,0	4.194,0	3.231,0	12.052,0		
chloride bodem	mg/kg	23.000,0	11.400,0	10.500,0	9.300,0		
chloride bodem ³	mg/l	10.237,0	7.600,0	6.219,7	9.679,6		
zuurstof waterfase ²	mg/l	12,8	15,3	14,4	15,7		

² 10 cm boven het bodemoppervlak gemeten

³ berekend

- niet gemeten

fysische analyses
locaties I1, I2, I3 en I4

rijkswaterstaat
riza

hoofdafdeling watersystemen

RIZA werkdokument 95.059X

bijlage 2.8

code	soort	code	soort
CHIRNUVE	<i>Chironomus nudiventris</i>	ANGUTENU	<i>Angulus tenuis</i>
CHIRONSP	<i>Chironomus</i> sp.	ANODANAT	<i>Anodonta anatina</i>
CRCHIRSP	<i>Cryptochironomus</i> sp.	BINITENT	<i>Bithynia tentaculata</i>
DITENERV	<i>Dicrotendipes nervosus</i>	CORBFLUM	<i>Corbicula fluminea</i>
ENDOTEND	<i>Endochironomus tendens</i>	CORBFLUS	<i>Corbicula fluminalis</i>
HARNISSP	<i>Harnischia</i> sp.	DREIPOLY	<i>Dreissena polymorpha</i>
LIPIAREN	<i>Lipiniella arenicola</i>	PISICASE	<i>Pisidium casertanum</i>
PACHGVIT	<i>Parachironomus</i> gr. <i>vitiosus</i>	PISIDISP	<i>Pisidium</i> sp.
POPEGBIC	<i>Polypedilum</i> gr. <i>bicrenatum</i>	PISIHENS	<i>Pisidium henslowanum</i>
POPENUBE	<i>Polypedilum nubeculosum</i> agg.	PISIMOIT	<i>Pisidium moitessierianum</i>
PRDIUSSP	<i>Procladius</i> sp.	PISINITI	<i>Pisidium nitidum</i>
PSCLGSOR	<i>Psectrocladius</i> gr. <i>sordidellus/limbatellus</i>	PISISUBT	<i>Pisidium subtruncatum</i>
TATARSSP	<i>Tanytarsus</i> sp.	PISISUPI	<i>Pisidium supinum</i>
		POPYANTI	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>
		UNIOPICT	<i>Unio pictorum</i>
		UNIOSPEC	<i>Unio</i> sp.
		VALVPISC	<i>Valvata piscinalis</i>
AUDRPLUR	<i>Aulodrilus pluriseta</i>	ASELAQUA	<i>Asellus aquaticus</i>
BRURSOWE	<i>Branchiura sowerbyi</i>	CRANCRAN	<i>Crangon crangon</i>
DERODIGI	<i>Dero digitata</i>	COROCURV	<i>Corophium curvispinum</i>
DEROSPEC	<i>Dero</i> sp.	COROLACU	<i>Corophium lacustre</i>
ENEIDAE	Enchytraeidae	COROMULT	<i>Corophium multisetosum</i>
LIDRCLAP	<i>Limnodrilus claparedeanus</i>	COROPHSP	<i>Corophium</i> sp.
LIDRHOFF	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	GAMMARSP	<i>Gammarus</i> sp.
LIDRUDEK	<i>Limnodrilus udekemianus</i>	GAMMTIGR	<i>Gammarus tigrinus</i>
NAISELIN	<i>Nais elinguis</i>	GASTSPIN	<i>Gastrosaccus spinifer</i>
NAISSIMP	<i>Nais simplex</i>	MESOSLAB	<i>Mesopodopsis slabberi</i>
PANAFRIC	<i>Paranais frici</i>	NEOMINTE	<i>Neomysis integer</i>
POTHBAVA	<i>Pothamothrix bavaricus</i>	PAMOLONG	<i>Palaemon longirostris</i>
POTHHAMM	<i>Potamothrix hammoniensis</i>	PRAUFLEX	<i>Praunus flexuosus</i>
POTHMOLD	<i>Potamothrix moldaviensis</i>	PROACOX	<i>Proasellus coxalis</i>
PRPAPPSP	<i>Propappus</i> sp.	PROAMERI	<i>Proasellus meridianus</i>
PSAMBARB	<i>Psammoryctes barbatus</i>		
STLALACU	<i>Stylaria lacustris</i>		
TUFENEWA	<i>Tubifex newaensis</i>		
TUFETUBI	<i>Tubifex tubifex</i>		
TUFICIMH	Tubificidae met haren		
TUFICIZH	Tubificidae zonder haren		
UNCIUNCI	<i>Uncinaiis uncinata</i>		
VEJDINTE	<i>Vejdovskyella intermedia</i>		
HETEFILI	<i>Heteromastus filiformis</i>	CYSTRESP	<i>Cystobranchus respirans</i>
POCHAETA	Polychaeta	ERPOBDSP	<i>Erpobdella</i> sp.
NEREDIVE	<i>Nereis diversicolor</i>	ERPOOCTO	<i>Erpobdella octoculata</i>
NEREISSP	<i>Nereis</i> sp.	GLSICOMP	<i>Glossiphonia complanata</i>
SPIOFILL	<i>Spio fillicornis</i>	GLSIHETE	<i>Glossiphonia heteroclita</i>
		HEBDSTAG	<i>Helobdella stagnalis</i>
		HECLMARG	<i>Hemiclepsis marginata</i>
		PISCGEOM	<i>Piscicola geometra</i>
		THERTESS	<i>Theromyzon tessulatum</i>
CAENHORA	<i>Caenis horaria</i>		
CAENLUCT	<i>Caenis luctuosa</i>		
CHAOBOSP	<i>Chaoborus</i> sp.		
CLOEDIPT	<i>Cloeon dipterum</i>		
DUGESISP	<i>Dugesia</i> sp.		
ECNOTENE	<i>Ecnomus tenellus</i>		
HYCARINA	<i>Hydracarina</i>		
OECEOCHR	<i>Oecetis ochracea</i>		
TRPTERA	Trichoptera		

verklaring van de codes
van de soorten

rijkswaterstaat
riza

hoofdafdeling watersystemen

RIZA werkdokument 95.059X

bijlage 3.1

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie A1			locatie A2		
	juni 1993	januari 1994	juni 1994	juni 1993	januari 1994	juni 1994
CHIRONSP PRDIUSSP	85 68	17 34			34 .	
BRURSOWE LIDRCLAP LIDRHOFF POTHHAMM POTHMOLD TUFETUBI TUFICIMH TUFICIZH	17 220 68 118 34 997	34 68 980 68 169 85 575 2.789	17 17 85		51	
DREIPOLY PISIDISP POPYANTI VALVPISC	68	17 34 693 17	17 406		17	
CRANCRAN COROCURV COROMULT COROPHSP GAMMARSP GAMMTIGR HYCARINA	17 34 17	169 2.332 372 169 118	17 68	101	17 51	68

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie A3			locatie A4		
	juni 1993	januari 1994	juni 1994	juni 1993	januari 1994	juni 1994
CHIRONSP PRDIUSSP				17 17	34	
LIDRCLAP LIDRHOFF POTHHAMM POTHMOLD TUFETUBI TUFICIMH TUFICIZH	17	17 51		659 592 203 34 17 34 1.048	423 406	68 135
DREIPOLY PISIHENS POPYANTI		17 17			17 34	
CRANCRAN COROMULT GAMMARSP GAMMTIGR HEBDSTAG HYCARINA	51	17 34 34 17	51 17		17 51 118 17	17

dichtheid in N/m² per soort bemonsterd met boxcorer
(locaties A1, A2, A3 en A4)

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie A5			locatie A6		
	juni 1993	januari 1994	juni 1994	juni 1993	januari 1994	juni 1994
CHIRONSP	34	17				
BRURSOE		17				
LIDRCLAP	34					
LIDRHOFF	507	51	101		17	
POTHHAMM	17				389	
TUFENEWA		34				
TUFICIMH		220	456	34	1.217	
TUFICIZH	1.825					
POCHAETA					34	
NEREDIVE					51	
NEREISSP					34	
DREIPOLY						
PISIDISP		101				
PISIHENS		101				
PISIMOIT		68				
PISISUBT		17				
POPYANTI		101				
VALVPISC		17				
CRANCRAN			85			34
COROMULT					17	
COROPHSP						17
HYCARINA		34	17	51		
NEOMINTE			17			

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie A1A2		locatie A3A4		locatie A5A6	
	januari 1994	juni 1994	januari 1994	juni 1994	januari 1994	juni 1994
CRANCRAN		2,17		2,28		22,48
COROCURV	0,59	0,01	0,67		0,42	
COROLACU			0,06		0,07	
COROMULT	0,04	0,02	0,09		0,11	0,03
COROPHSP			0,39		0,09	
GAMMTIGR	14,53	0,02	12,61	0,09	2,99	0,15
GASTSPIN						0,01
NEOMINTE	0,78	7,06	1,05	2,38	1,04	1,31
PAMOLONG		0,03				0,04
PRAUFLEX						0,01
CLOEDIPT			0,01			

dichtheid in N/m² per soort bemonsterd met boxcorer
(locaties A5 en A6) en sleepnet (locaties A1A2, A3A4 en A5A6)

rijkswaterstaat
riza
hoofdafdeling watersystemen

RIZA werkdokument 95.059X

bijlage 3.2b

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie B1			locatie B2		
	juni 1993	januari 1994	juni 1994	juni 1993	januari 1994	juni 1994
CHIRONSP PRDIUSSP	372 85	17		135		
BRURSOWE DERODIGI LIDRCLAP LIDRHOFF POTHHAMM POTHMOLD TUFENEWA TUFETUBI TUFICIMH TUFICIZH UNCIUNCI VEJDINTE	34 473 101 101 237 896 17	34 135 406 17 287 34 68 1.791	85 17 85 270 34	 541 186 17 304 51 17 68 1.284	17 389	 17
CORBFLUM PISIHENS PISIMOIT POPYANTI VALVPISC	 17	17 34 34 68	34 439	 34	 17	
CRANCRAN COROCURV COROMULT COROPHSP GAMMARSP GAMMTIGR NEOMINTE HYCARINA	 186 101 17 17	17 135 17	17	17	17	

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie B3			locatie B4		
	juni 1993	januari 1994	juni 1994	juni 1993	januari 1994	juni 1994
CHIRONSP CRCHIRSP	34	237		101	17	
BRURSOWE LIDRCLAP LIDRHOFF POTHBAVA POTHHAMM POTHMOLD TUFETUBI TUFICIMH TUFICIZH	17 304 68 34 879 135 608	118 237 51 17 135 68 152 1.859	51	68 744 101 338 575 135 1.301	34 17 34 287	135 203
POPYANTI		17	17		101	51
CRANCRAN COROCURV COROMULT COROPHSP GAMMARSP GAMMTIGR HYCARINA	 17 34 34 68	17			101 372 51 101	68 17 17

dichtheid in N/m² per soort bemonsterd met boxcorer
(locaties B1, B2, B3 en B4)

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie B5			locatie B6		
	juni 1993	januari 1994	juni 1994	juni 1993	januari 1994	juni 1994
CHIRONSP	17			85	68	
LIPIAREN		17				
PRDIUSSP	68			51	17	
TATARSSP		17				
BRURSOWE		220	68		17	
LIDRCLAP	169	17	34	676	237	
LIDRHOFF	34	507	135	152	118	34
POTHBAVA					17	
POTHHAMM				51	17	
POTHMOLD	304	17		34	51	
TUFETUBI		85		17		
TUFICIMH	85	304		68	101	
TUFICIZH	676	2.805	135	2.062	1.791	
POPYANT1	17					34
COROCURV		85				
COROMULT	744	4.428		68		
GAMMARSP	85	169				
GAMMTIGR		51			17	
HYCARINA		135		17	51	

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie B1B2		locatie B3B4		locatie B5B6	
	januari 1994	juni 1994	januari 1994	juni 1994	januari 1994	juni 1994
CRANCRAN		7,83		9,69		6,72
COROCURV	0,33	0,02	1,53		0,08	
COROLACU	0,02		0,22		0,03	
COROMULT	0,07	0,03	0,22	0,01	0,01	
GAMMTIGR	4,70	0,16	4,04	0,25	0,49	0,05
NEOMINTE	0,95	7,66	0,07	5,18	0,16	3,87
PAMOLONG			0,04	0,18		0,03

dichtheid in N/m² per soort bemonsterd met boxcorer
(locaties B5 en B6) en sleepnet (locaties B1B2, B3B4 en B5B6)

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie C1			locatie C2		
	juni 1993	januari 1994	juni 1994	juni 1993	januari 1994	juni 1994
CHIRONSP	507	17		220	237	
CRCHIRSP		51			.	
LPIPIAREN		51				
PRDIUSSP	34			17		
PSCLGSOR		17				
TATARSSP		17				
BRURSOWE	51	34	17		17	
LIDRCLAP	558	17	51	676	118	
LIDRHOF	135		51	203	152	101
POTHBAVA					51	
POTHHAMM	85			304		
POTHMOLD	946	237		135		
TUFICIMH	118	85		85	51	
TUFICIZH	1.115	1.572	68	1.268	1.470	34
PISIDISP			51			17
POPYANTI		51				34
COROCURV		372				
COROMULT		3.853				
COROPHSP	17					
GAMMARSP	17	794	34		17	
GAMMTIGR		237			17	
CYSTRESP		17				
HYCARINA		372			34	

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie C3			locatie C4		
	juni 1993	januari 1994	juni 1994	juni 1993	januari 1994	juni 1994
CHIRONSP	220	34		254	203	
ENDOTEND			17			
PRDIUSSP	17			51		
BRURSOWE		17		17	17	220
LIDRCLAP	946			744		389
LIDRHOF	254			152		203
POTHHAMM	169			101		
POTHMOLD	338			693	17	
TUFENEWA	17					
TUFICIMH	237			85		51
TUFICIZH	1.521	34	17	1.115	85	321
PISICASE				51		
PISIDISP					17	
PISIHENS						
PISIMOIT				17	254	
PISINITI				17	68	
PISISUBT				135	68	
POPYANTI				34		51
VALVPISC					17	
CRANCRAN			34			
COROLACU		34				
COROMULT		17				
GAMMARSP		34		17		
GAMMTIGR					34	
HYCARINA		34	17		17	

dichtheid in N/m² per soort bemonsterd met boxcorer
(locaties C1, C2, C3 en C4)

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling watersystemen

RIZA werkdokument 95.059X

bijlage 3.4a

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie C5			locatie C6		
	juni 1993	januari 1994	juni 1994	juni 1993	januari 1994	juni 1994
CHIRONS CRCHIRSP LIPIAREN PRDIUSSP	17 17	169 34			68 169	
BRURSOWE LIDRCLAP LIDRHOFF POTHBAVA POTHHAMM POTHMOLD TUFETUBI TUFICIMH TUFICIZH	85 135 118 85 558	169 321 17 34 2113	34		17 68 321 135 85 2.265	34 507 17 34 372
POCHAETA					17	
PISIDISP POPYANTI		17		34	152	17
COROMULT GAMMARSP GAMMTIGR HYCARINA	4.343 34	51		10.833 321 85	17 17 68	17

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie C1C2		locatie C3C4		locatie C5C6	
	januari 1994	juni 1994	januari 1994	juni 1994	januari 1994	juni 1994
POCHAETA					0,03	
CRANCRAN COROCURV COROLACU COROMULT GAMMPULE GAMMTIGR NEOMINTE PAMOLONG	0,37 0,05 3,19 1,72 0,02	0,05 0,02 1,36	16,00 0,64 1,32 13,04 0,48 0,12	0,12 0,11 0,01 0,55	3,28 0,20 0,26 0,01 10,40 2,22 0,03	0,05 0,01 0,16
CAENHORA CAENLUCT CYSTRESP HECLMARG			0,01 0,01		0,01 0,01 0,03	

dichtheid in N/m² per soort bemonsterd met boxcorer
(locaties C5 en C6) en sleepnet (locaties C1C2, C3C4 en C5C6)

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie D1			locatie D2		
	juni 1993	januari 1994	juni 1994	juni 1993	januari 1994	juni 1994
CHIRONSP CRCHIRSP LIPIAREN	17 17 51	135	34	355	118	
BRURSOWE LIDRCLAP LIDRHOFF POTHBAVA POTHAMM POTHMOLD PRPAPPSP TUFETUBI TUFICIMH TUFICIZH	34 135 169 51 676 51 676	152 51 17 118 51 118 1.639	51 169 17 34 203	439 135 17 152 34 51 1.115	17 85 186 203 1.166	 34 17
PISICASE PISIHENS PISIMOIT PISINITI PISISUBT POPYANTI VALVPISC		86 34 17 17 68 186 17				
CRANCRAN COROMULT GAMMARSP HYCARINA			17			17

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie D3			locatie D4		
	juni 1993	januari 1994	juni 1994	juni 1993	januari 1994	juni 1994
CHIRONSP POPEGBIC PRDIUSSP		152		152 17 118	51	
BRURSOWE LIDRCLAP LIDRHOFF POTHMOLD PSAMBARB TUFICIMH TUFICIZH	135 17 17 34	17 17 17 490	17 85 68 51 51 51 270	51 169 85 17 68 592	17 118 169	 17 642
BINITENT DREIPOLY PISICASE PISIDISP PISIHENS PISIMOIT PISINITI PISISUBT POPYANTI UNIOPICT UNIOSPEC VALVPISC	68 51 68 152 17 17 17 34	34 34 68 17 118 85 17 152 811	17 17 34	 17 270 68 34 51	68 34 118 541 51 473 17 17	68 304 17 118
COROCURV COROLACU COROMULT COROPHSP GAMMARSP GAMMTIGR ECNOTENE HYCARINA	34 338 34	 17 17 34		51	34 17 68 68 85 85	 68 85 17 17

dichtheid in N/m² per soort bemonsterd met boxcorer
(locaties D1, D2, D3 en D4)

rijkswaterstaat
riza

hoofdafdeling watersystemen

RIZA werkdokument 95.059X

bijlage 3.5a

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie D5			locatie D6		
	juni 1993	januari 1994	juni 1994	juni 1993	januari 1994	juni 1994
CHIRONSP CRCHIRSP DITENERV HARNISSP LIPIAREN POPENUBE PRDIUSSP	17	34 17 17 34	17 34	17 17 17	17	
AUDRPLUR BRURSOWE ENEIDAE LIDRCLAP LIDRHOF LIDRUDEK NAISELIN POTHHAMM POTHMOLD PSAMBARB STLALACU TUFETUBI TUFICIMH TUFICIZH UNCIUNCI VEJDINTE	17 254	169 473 2.197 135 34 2.231 710 237 2.400 8.636	17 169 1.622 1.690 17 17 473 828 1.014 68 6.574 14.973 51 17	51 68 68 17 101 17 118	17 169	34 51 17 17 118
BINITENT DREIPOLY PISICASE PISIDISP PISIHENS PISIMOIT PISINITI POPYANTI VALVPISC		186 11.328 186 101 169 237 186 203 1.690	51 11.374 17 473 34	1.403 17 17 270	439 17 68 101 17 473 169	17 507
COROCURV COROLACU COROMULT COROPHSP GAMMARSP GAMMTIGR PROACOX PROAMERI DUGESISP ERPOOCTO GLSICOMP GLSIHETE HEBDSTAG HYCARINA	17	3.921 101 135 676 2.096 17 68 68 101 34 34 169	710 287 10.461 2.011 473 68 68 101 34	17 85 2062 85 186 17 17 34 17	1.758 270 3.211 507 2.062 17	1.284 17

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie D1D2		locatie D3D4		locatie D5D6	
	januari 1994	juni 1994	januari 1994	juni 1994	januari 1994	juni 1994
ASELAQUA CRANCRAN COROCURV COROLACU COROMULT GAMMTIGR NEOMINTE PAMOLONG PROAMERI	0,85 0,01 0,04 5,34 3,09	0,18 0,10 0,09 0,29 1,18	2,14 0,06 0,06 10,38 0,38 0,05	0,04 0,26 1,94 2,34 2,12 0,12	0,01 1,21 0,18 0,20 4,74 1,18 0,04	0,13 0,03 0,01 4,83 0,01
CHAOBOSP ECNOTENE POCHAETA	0,01		0,01		0,01	

dichtheid in N/m² per soort bemonsterd met boxcorer
(locaties D5 en D6) en sleepnet (locaties D1D2, D3D4 en D5D6)

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling watersystemen

RIZA werkdokument 95.059X

bijlage 3.5b

code	dichtheid per bemonsteringsperiode [N/m ²]					
	locatie E01			locatie E02		
	juni 1993	januari 1994	juni 1994	juni 1993	januari 1994	juni 1994
CHIRONSP PACHGVIT PRDIUSSP	118	203 17	17 17	51 85	254	
BRURSOWE LIDRCLAP LIDRHOFF LIDRUDEK POTHBAVA POTHHAMM POTHMOLD STLALACU TUFETUBI TUFICIMH TUFICIZH	169 744 135 17 575 896 34 287 1.504	118 34 101 186 51 17 1.031	203 406 406 288 1031 17 321 2.501	85 304 101 642 1622 17 101 963	101 34 17 17 304 68 85 2.045	17 17 17 17
DREIPOLY PISICASE PISIDISP PISIHENS PISIMOIT PISINITI PISISUBT POPYANTI VALVPISC	51 17 68	51 118 85 68 456 169 34 270 17	372 3.363 51	101 17 17 85 17	 17 118 17	 101
COROCURV COROMULT COROPHSP GAMMARSP GAMMTIGR NEOMINTE ERPOBDS HYCARINA	 68 17	 34 118	1.048 34 3.684 1.318 1.639 17 51 17	 51 17	 34 34 17	17 34 17

code	dichtheid per bemonsteringsperiode [N/m ²]					
	locatie E03			locatie E04		
	juni 1993	januari 1994	juni 1994	juni 1993	januari 1994	juni 1994
CHIRONSP CRCHIRSP HARNISSP PRDIUSSP POPEGBIC	34 17 51 17	118 68		220 68 17	51 34	
BRURSOWE LIDRCLAP LIDRHOFF LIDRUDEK NAISSIMP POTHBAVA POTHHAMM POTHMOLD TUFETUBI TUFICIMH TUFICIZH	101 355 439 507 1.082 17 101 1.437	34 85 338 17 101 135 1.960	169 152 608 17 186 980 17 1.555 8.213	186 862 237 34 85 761 51 101 1.335	51 169 676 68 1.994 34 169 11.695	51 51 101 17 34 68
DREIPOLY PISICASE PISIDISP PISIHENS PISIMOIT PISINITI PISISUBT PISISUPI POPYANTI VALVPISC	17 17 68 152 51 101 68	135 135 34 287 422 68 51 406 490	6.777 2.653 456	68 51 17 101 17 659 659	2.129 101 85 34 17 659	
COROCURV COROLACU COROMULT COROPHSP GAMMARSP GAMMTIGR HEBDSTAG HYCARINA	 17 51 17	118 51 17 68 169	2.890 34 710 1.741 1.352 541 51	17	1.284 51 17 152 372	17

dichtheid in N/m² per soort bemonsterd met boxcorer
(locaties E1, E2, E3 en E4)

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling watersystemen

RIZA werkdocument 95.059X

bijlage 3.6a

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie E5			locatie E6		
	juni 1993	januari 1994	juni 1994	juni 1993	januari 1994	juni 1994
CHIRONSP LIPIAREN PRDIUSSP	51	169		34	68 17	
BRURSOWE ENEIDAE LIDRCLAP LIDRHOFF POTHAMM POTHMOLD TUFETUBI TUFICIMH TUFICIZH	34 34	220 203	34		34 51 51 17	.17 34 51 101 17 118 355
PISICASE PISIDISP PISIHENS PISIMOIT PISINITI PISISUBT POPYANTI VALVPISC		17 17 17 17	118		85 101 270 51 118 68 85	34
COROCURV COROLACU COROMULT GAMMARSP GAMMTIGR NEOMINTE HYCARINA	17	17 17	34	17	456 17 423 34 68 203	17

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie E1E2		locatie E3E4		locatie E5E6	
	januari 1994	juni 1994	januari 1994	juni 1994	januari 1994	juni 1994
CRANCRAN COROCURV COROLACU COROMULT GAMMTIGR NEOMINTE PAMOLONG	0,12 0,04 1,65 0,65	0,02	0,53 0,01 5,24 0,50 0,02	0,60	0,33 0,03 0,01 2,13 1,30 0,02	2,49 0,02 0,02 0,09 22,61 0,02
THERTESS					0,01	

dichtheid in N/m² per soort bemonsterd met boxcorer
(locaties E5 en E6) en sleepnet (locaties E1E2, E3E4 en E5E6)

code	dichtheid per bemonsteringsperiode [N/m ²]					
	locatie F01			locatie F02		
	juni 1993	januari 1994	juni 1994	juni 1993	januari 1994	juni 1994
CHIRONSP PRDIUSSP	85 17	169 17		68 17	17 17	
BRURSOWE DEROSPEC LIDRCLAP LIDRHOFF POTHBAVA POTHHAMM POTHMOLD TUFETUBI TUFICINH TUFICIZH UNCIUNCI	152 558 220 17 186 710 101 1.115	85 85 68 186 51 101 930	135 17 237 270 68 220 794 2.113 6.388 17	51 203 152 34 828 17 34 744	34 101 68 490 68 1.403	118 152 17 17 68 34 287
CORBFLUM DREIPOLY PISICASE PISIDISP PISIHENS PISIMOIT PISINITI PISISUBT PISISUPI POPYANTI VALVPISC	85 118 68 51 34	101 17 68 237 17 51 169 17	51 2.856 17 3.194 152	135 203 51 34 101 118 17	51 34 68 101 17 51 34	 389
COROCURV COROMULT COROPHSP GAMMARSP HYCARINA	 17	 17 101	1.521 85 2.772 2.670	 17	 34 51	34 34

code	dichtheid per bemonsteringsperiode [N/m ²]					
	locatie F03			locatie F04		
	juni 1993	januari 1994	juni 1994	juni 1993	januari 1994	juni 1994
CHIRONSP CRCHIRSP HARNISSP PACHGVIT PRDIUSSP POPEGBIC	 34 17 34	68 17 34 17	17	34 34 17 85	203 17 34	
BRURSOWE LIDRCLAP LIDRHOFF NAISSIMP POTHBAVA POTHHAMM POTHMOLD TUFETUBI TUFICINH TUFICIZH	51 575 203 270 541 118 1.724	135 101 85 17 101 17 118 3.667	118 186 203 68 152 355 85 2.991	220 355 135 17 51 710 17 51 1.504	135 68 34 85 51 1.470	34 17 34 17 287
ANODANAT CORBFLUS DREIPOLY PISICASE PISIDISP PISIHENS PISIMOIT PISINITI PISISUBT PISISUPI POPYANTI UNIOPICT VALVPISC	 152 220 101 101 186 17	169 118 186 68 389 51 68 997 524	34 85 135 17 304	17 507 17 17 51 17 203 68	17 2.129 101 34 51 118 17 220 68	 338 34
COROCURV COROMULT COROPHSP GAMMARSP GAMMTIGR HEBDSTAG HYCARINA TRPTERA	 101 17 68	152 34 85 152	17 1.741 1.352 541 51	203 101 34 34 34	 101	17

dichtheid in N/m² per soort bemonsterd met boxcorer
(locaties F1, F2, F3 en F4)

rijkswaterstaat
riza

hoofdafdeling watersystemen

RIZA werkdokument 95.059X

bijlage 3.7a

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie F5			locatie F6		
	juni 1993	januari 1994	juni 1994	juni 1993	januari 1994	juni 1994
CHIRONSP	68	270	34	17	101	
BRURSOWE		68	17			
LIDRCLAP	101	118	17	51		34
LIDRHOFF	17	34	68	51		
POTHBAVA		17				
TUFICIMH		17	17		17	
TUFICIZH	186	896	169	220	34	34
VEJOINTE					17	
DREIPOLY					34	
PISIDISP					85	
PISIHENS		34			34	
PISIMOIT		17			34	
PISISUBT					17	
POPYANTI		203	220		34	186
VALVPISC						
COROCURV					17	
GAMMARSP		51				
HYCARINA	17	34		34	118	

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie F1F2		locatie F3F4		locatie F5F6	
	januari 1994	juni 1994	januari 1994	juni 1994	januari 1994	juni 1994
CRANCRAN		0,01		0,02		
COROCURV	0,26	0,01	0,23		4,50	0,01
COROLACU			0,01		0,05	
COROMULT					0,05	
GAMMTIGR	0,92		1,43	0,01	6,31	0,04
NEOMINTE	1,62	0,20	0,10	6,80	0,63	0,55
PAMOLONG	0,01					
OECEOCHR			0,01			
PISCGEOM					0,01	

dichtheid in N/m² per soort bemonsterd met boxcorer
 (locaties F5 en F6) en sleepnet (locaties F1F2, F3F4 en F5F6)

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie H1			locatie H2		
	juni 1993*	januari 1994	juni 1994	juni 1993*	januari 1994	juni 1994
PANAFRIC TUFICIZH			254 17			1.014
CRANCRAN COROCURV GAMMTIGR HYCARINA			85 17 68		118	17

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie H3			locatie H4		
	juni 1993*	januari 1994	juni 1994	juni 1993*	januari 1994	juni 1994
CHIRNUVE PACHGVIT			17			17
PANAFRIC						186
CRANCRAN COROMULT COROPHSP GAMMARSP HYCARINA					68	34 17 17 34

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie H5			locatie H6		
	juni 1993*	januari 1994	juni 1994	juni 1993*	januari 1994	juni 1994
CRANCRAN COROMULT COROPHSP GAMMTIGR		51 17	17 17		34	101 17

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie H1H2		locatie H3H4		locatie H5H6	
	januari 1994*	juni 1994	januari 1994*	juni 1994	januari 1994*	juni 1994
CRANCRAN COROCURV COROMULT GAMMTIGR GASTSPIN MESOSLAB NEOMINTE PAMOLONG		2,25 0,04 0,05 0,81 0,01		1,30 0,03 0,01 0,52 0,02 0,01 8,55		- - - - - - -

* = niet bemonsterd
- = bemonsterd, niet gedetermineerd

dichtheid in N/m² per soort bemonsterd met boxcorer
(locaties H1, H2, H3, H4, H5 en H6) en sleepnet (locaties H1H2, H3H4 en H5H6)

rijkswaterstaat
riza
hoofdafdeling watersystemen

RIZA werkdokument 95.059X
bijlage 3.8

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie I1			locatie I2		
	juni 1993*	januari 1994*	juni 1994	juni 1993*	januari 1994	juni 1994
CRANCRAN COROPHSP GAMMTIGR NEOMINTE			34		17 51	85 17

code	dichtheid [N/m ²]					
	locatie I3			locatie I4		
	juni 1993*	januari 1994	juni 1994	juni 1993*	januari 1994*	juni 1994
HETEFILL NEREDIVE SPIOFILL						1.335 17 152
PANAFRIC TUFICIZH			17			304 101
ANGUTENU						913
CRANCRAN COROMULT GAMMTIGR		17 152	17			34

code	dichtheid [N/m ²]			
	locatie I1I2		locatie I3I4	
	januari 1994*	juni 1994	januari 1994*	juni 1994
CRANCRAN MESOSLAB		0,11		0,03 0,39

* = niet bemonsterd

dichtheid in N/m² per soort bemonsterd met boxcorer
(locaties I1, I2, I3 en I4) en sleepnet (locaties I1I2 en I3I4)

rijkswaterstaat riza hoofdafdeling watersystemen	RIZA werkdocument 95.059X	
	bijlage	3.9