

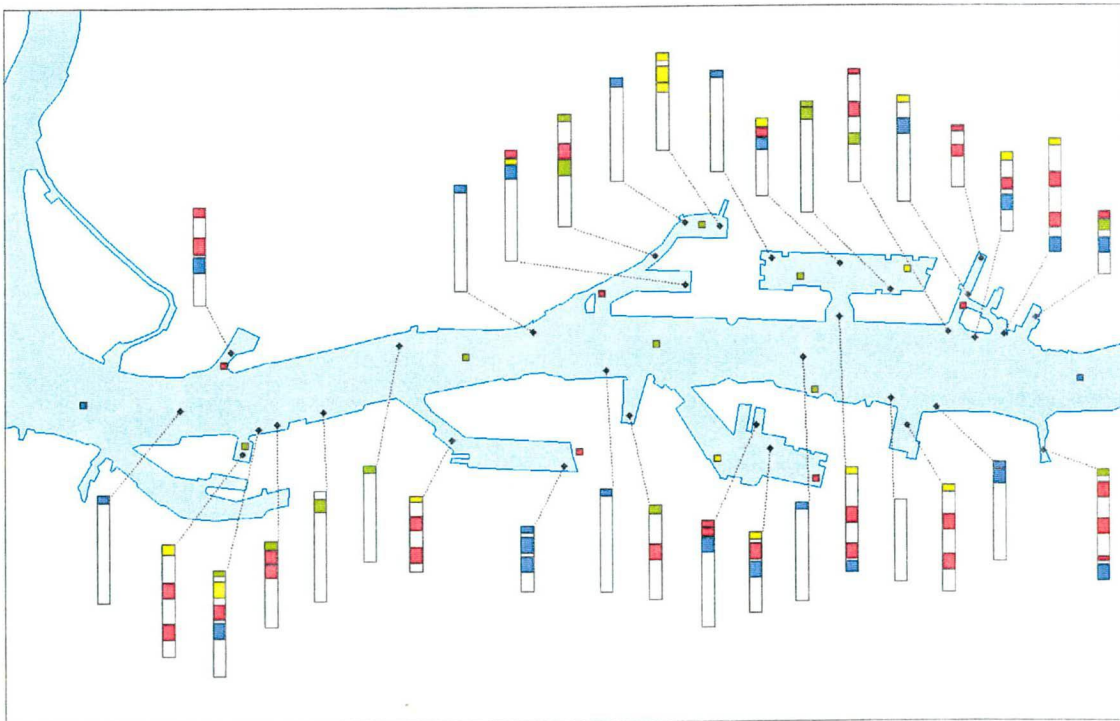


Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Zuid-Holland
Bibliotheek

WA130-118



Oriënterend onderzoek waterbodem Beneden Merwede



Oriënterend onderzoek
waterbodem Beneden Merwede

In opdracht van : Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland
Afdeling Watersysteemkennis
Contactpersoon : ing. A. Broekhuizen
RWS notanummer : AP/3596710/2001/23
Opgesteld door : De Straat Milieu-adviseurs B.V.
Delftechpark 9; 2628 XJ Delft
Datum : december 2001

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Doel van het onderzoek	1
1.2	Rapportage	1
	Algemene beschrijving	3
2.1	Ligging en afmetingen	3
2.2	Waterstaatkundige en geologische historie	4
2.3	Waterhuishouding	7
2.4	Functies van de rivier	7
2.5	Waterkwaliteit	9
3	De waterbodem	13
3.1	Algemeen	13
3.2	De normering	14
3.3	Het onderzoek	15
3.3.1	Strategie waterbodembemonstering	15
3.3.2	Beschrijving en bemonstering boringen	15
3.3.3	Selectie monsters voor chemisch laboratoriumonderzoek	15
3.3.4	Analysepakket	16
3.4	De verontreinigingssituatie	16
3.4.1	Algemene beschrijving	16
3.4.2	Interpretatie	19
4	Conclusies	21

Bijlagen

- Bijlage 1: Bemonsteringsstrategie
- Bijlage 2: Verontreinigingssituatie toplaag
- Bijlage 3: Verontreinigingssituatie
- Bijlage 4: Lutumgehalte
- Bijlage 5: Organisch stofgehalte
- Bijlage 6: Cadmiumverontreiniging
- Bijlage 7: Kwik verontreiniging
- Bijlage 8: Koper verontreiniging
- Bijlage 9: Nikkel verontreiniging
- Bijlage 10: Lood verontreiniging
- Bijlage 11: Chroom verontreiniging
- Bijlage 12: Arseen verontreiniging
- Bijlage 13: Zink verontreiniging
- Bijlage 14: PCB verontreiniging
- Bijlage 15: PAK verontreiniging
- Bijlage 16: RD-coördinaten en NAP-diepten van de boorlocaties

1 Inleiding

In voorliggende nota worden de resultaten beschreven van het oriënterend onderzoek naar de kwaliteit van de waterbodembeneden Merwede. Het riviertraject beneden Merwede bevindt zich tussen de Kop van de Oude Wiel (kmr. 961,3) bij Werkendam en Dordrecht (kmr. 976,3). De aanleiding voor het oriënterend onderzoek is een inventarisatie van de kwaliteit van de waterbodembeneden rivierengebied.

1.1 Doel van het onderzoek

Het doel van het oriënterend onderzoek naar de kwaliteit van de waterbodembeneden Merwede is driedelig:

- het vaststellen of sprake is van een ernstige verontreiniging van de waterbodembeneden;
- het bepalen van de aard van de verontreiniging;
- het vaststellen van de gedeelten van de rivier waarin zich een ernstige verontreiniging van de waterbodembeneden voordoet.

Als de waterbodembeneden sterk verontreinigd is dient een nader onderzoek te worden uitgevoerd. In het nader onderzoek wordt vastgesteld of sprake is van een saneringsnoodzaak. Indien sprake is van een saneringsnoodzaak wordt de urgentie van saneren bepaald. In een saneringsonderzoek wordt vervolgens nagegaan op welke wijze de sanering uitgevoerd kan gaan worden.

1.2 Rapportage

In hoofdstuk 2 worden de ligging van de onderzoekslocatie, de historie van de locatie, de waterhuishouding, de functies van de wateren en de waterkwaliteit beschreven. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de gegevens met betrekking tot de waterbodembeneden. Achtereenvolgens komen de normering voor de waterbodembeneden, de opzet van het onderzoek en de verontreinigingssituatie van de waterbodembeneden van de beneden Merwede aan de orde. In het afsluitende hoofdstuk 4 worden conclusies getrokken over aard en mate van verontreiniging.

2 Algemene beschrijving

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de ligging en afmetingen van de riviertak Beneden Merwede, de waterstaatkundige en geologische historie, de waterhuishouding, de functies van de riviertak en de waterkwaliteit. Het onderzoek van de waterbodembeneden Merwede heeft behalve op de hoofdstroom van de rivier ook betrekking op de havens langs de rivier.

2.1 Ligging en afmetingen

De Beneden Merwede is een riviertak in de benedenloop van de Rijn. De Rijn splitst zich oostelijk van Nijmegen in de Waal en de Nederrijn. Ter hoogte van Woudrichem vloeit de Waal samen met de Afgedamde Maas. Vanaf dit punt wordt de riviertak Boven Merwede genoemd. Ter hoogte van Werkendam, bij de Kop van de Oude Wiel, splitst de Boven Merwede zich in de Beneden Merwede en de Nieuwe Merwede. Aan de rechteroever van de Beneden Merwede worden achtereenvolgens Hardinxveld-Giessendam, Sliedrecht en Papendrecht gepasseerd. Aan de linkeroever bevindt zich de Sliedrechtse Biesbosch. Te Dordrecht verdeelt de rivierafvoer van de Beneden Merwede zich vervolgens over twee takken: de Noord en de Oude Maas (zie figuur 1).

De Beneden Merwede kent een bochtig verloop en heeft een lengte van circa 15 km. De Beneden Merwede staat in open verbinding met het Wantij en staat via een schutsluis in verbinding met de Giessen. De rivier kent een getijslag die uiteenloopt van gemiddeld 50 tot 75 centimeter. De breedte van het zomerbed varieert van circa 400 meter tot circa 600 meter. De buitendijkse terreinen bij de stedelijke gebieden (Dordrecht, Papendrecht, Sliedrecht en Hardinxveld-Giessendam) zijn grotendeels bebouwd of hoogwatervrij, waardoor deze terreinen geen rol van betekenis spelen bij de hoge afvoeren van de rivier [bron 1]. Langs de Beneden Merwede ligt een aantal kribben. Deze kribben zijn aangelegd in een tijd dat nog sprake was van grotere getijverschillen.

De Beneden Merwede staat, via het Wantij, in open verbinding met de krekens in de Sliedrechtse Biesbosch. Voor de scheepvaart bestaat er een verbinding met de Sliedrechtse Biesbosch via de Helsluis (schutsluis). Verder is er via de Peulensluis een verbinding met de Giessen.

De maximale rivierdiepte varieert van NAP -7,5 m bij de splitsing van Boven Merwede en Nieuwe Merwede tot NAP -12,5 m bij de splitsing van de Beneden Merwede in Noord en Oude Maas.

Over de Beneden Merwede liggen twee bruggen: de Baanhoekbrug (spoorbrug nabij Sliedrecht) en de Merwedeburg (verkeersbrug nabij Papendrecht) [bron 2]. In de Baanhoek nabij Sliedrecht en langs de jachthaven van Papendrecht nabij Westeind zijn dijkversterkingswerkzaamheden gepland.

In het benedenstroomse deel van de Beneden Merwede liggen rondom Dordrecht diverse havens en scheepswerven. Nabij Giessendam ligt een terrein van een voormalige gasfabriek. Aan de Beneden Merwede zijn drie buitendijkse industriegebieden gelegen: Kerkerak (Sliedrecht), het gebied rondom de Kooi- en Ketelhaven en het gebied rondom de 1^e en 2^e Merwedehaven. De 3^e Merwedehaven is in gebruik als afvalstortplaats.

In het gebied bevinden zich jachthavens nabij Dordrecht, Papendrecht, Sliedrecht en Hardinxveld-Giessendam. Delen van de zuidelijke oevers van de rivier zijn in gebruik als agrarisch gebied.

2.2 Waterstaatkundige en geologische historie

Waterstaatkundige historie

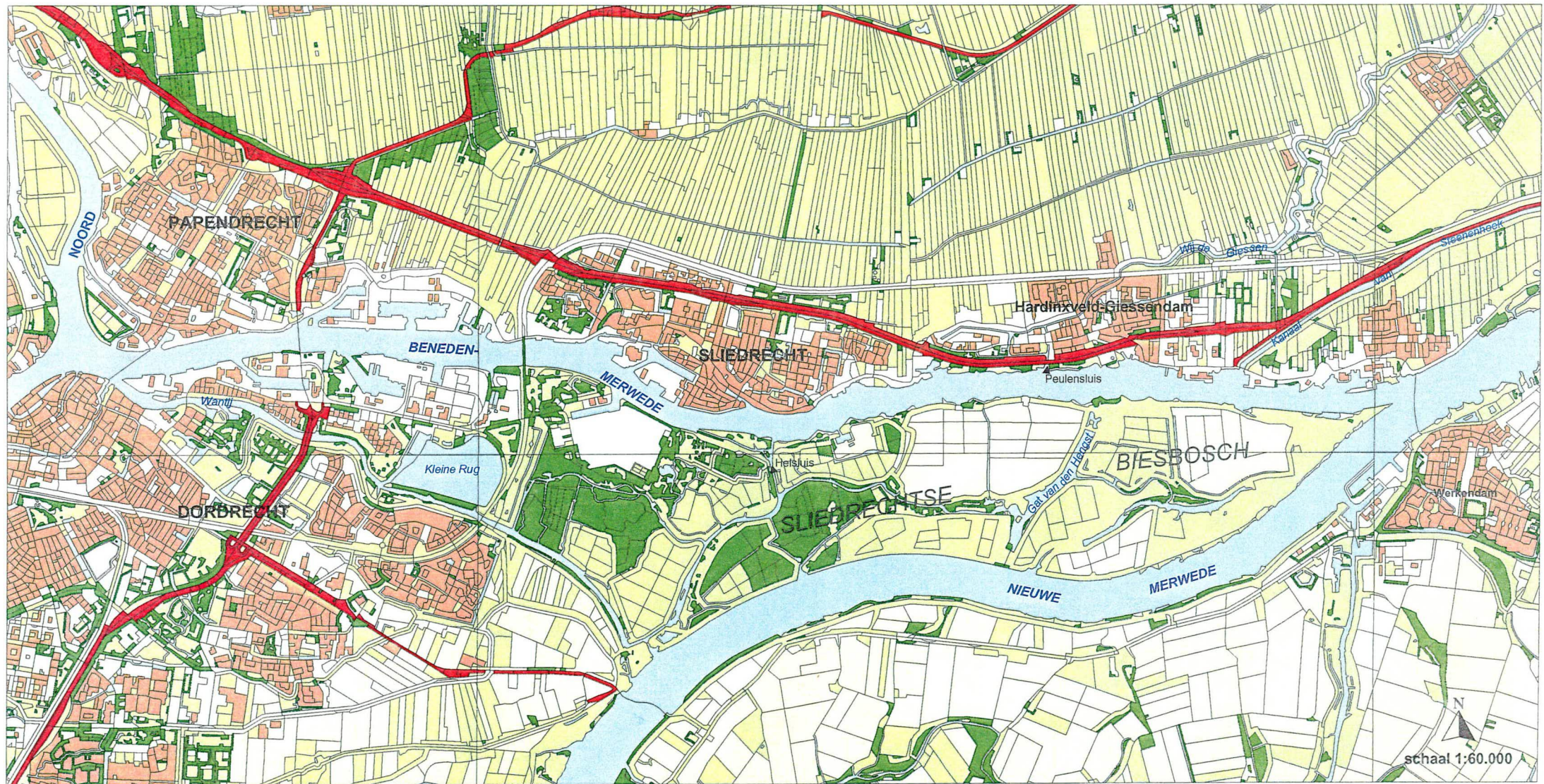
Rond 1300 bestond het noordelijke deel van het huidige Noordelijk Deltabekken uit een grotendeels natuurlijk estuarium met een groot aantal eilanden waartussen getijdengeulen en krekens stroomden. De belangrijkste rivieren die in het estuarium uitmondten waren de Maas, de Waal, de Lek en de Hollandse IJssel.

In deze tijd was de Beneden Merwede gelegen tussen de (bedijkte) gebieden van de Alblasserwaard en de Groote Waard. Het Maas- en Waalwater werd via de Beneden Merwede naar Dordrecht geleid.

Na de St. Elizabethsvloed in 1421, waardoor een groot deel van het deltagebied werd overstroomd, veranderde deze situatie. Door de overstroming van de Groote Waard, gelegen tussen Dordrecht en Geertruidenberg, veranderde het stromingspatroon van de rivieren. Dit betekende dat de afvoer van Maas en Waal voortaan merendeels via de Biesbosch naar zee plaatsvond, waardoor minder afvoer via de Beneden Merwede plaatsvond.

Van de 16^e tot en met de 19^e eeuw werd de bevaarbaarheid van de Beneden Merwede verstoord door de aanwezigheid van zand- en slibbanken. Ook was er het risico van overstromingen bij hoge waterstanden. In het midden van de 19^e eeuw werden enige grote waterstaatkundige ingrepen gedaan om deze situatie te verbeteren. Diverse killen tussen de Beneden Merwede en de Sliedrechtse Biesbosch werden afgedamd. Alleen het Wantij bleef open. Tevens werd de oude loop van de Maas afgedamd en de Bergsche Maas gegraven. Door de aanleg van de Nieuwe Merwede werd een groot deel van de waterafvoer van de Boven Merwede omgeleid.

Doordat het Maaswater nu via de Bergsche Maas en het Waalwater via de Nieuwe Merwede naar het Hollandsch Diep werd omgeleid, verminderde de afvoer van de Beneden Merwede. Dit had sedimentatie tot gevolg, zodat de rivierbodem hoger kwam te liggen. In de periode 1950 – 1970 zijn maatregelen genomen die tot doel hadden deze verhoogde ligging van de waterbodembeneden Merwede te stabiliseren [bron 3].



Figuur 1: Ligging van de Beneden Merwede (topografische ondergrond (c) Topografische Dienst Emmen 1997)

Geologie en bodemopbouw

De bodem in de regio wordt gevormd door de holocene deklaag (Westland Formatie). De onderkant van deze laag bevindt zich ter plaatse van de Beneden Merwede op een diepte variërend van 10 tot 15 meter beneden NAP. Deze holocene deklaag bestaat nabij de Beneden Merwede overheersend uit klei en zandige klei, afgewisseld door venige en fijnzandige lagen.

Onder de holocene deklaag bevinden zich de pleistocene formaties van Kreftenheye en Sterksel. Deze bestaan voornamelijk uit matig grove tot grove grindhoudende zanden. De dikte van dit pakket bedraagt circa 30 meter [bron 4].

Actuele sedimentatie

Door Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland is onderzoek gedaan naar de slib- en zandbeweging in het Noordelijk Deltabekken over de periode 1982-1992 [bron 5]. In het benedenstroomse gedeelte is de sedimentatiesnelheid in deze periode met 20% toegenomen in vergelijking tot de voorgaande periode (1970-1982). Ter plaatse van het splitsingspunt met de Noord en Oude Maas is de sedimentatiesnelheid zelfs verdubbeld. In het bovenstroomse gedeelte is de sedimentatiesnelheid ten opzichte van de voorgaande periode echter juist sterk afgenomen.

Hoewel uit de sedimentbalans voor deze periode blijkt dat netto sprake is van een sedimenterende tendens, blijkt uit het onderzoek tevens dat de bodem in het bovenstroomse gedeelte van de rivier nabij de aansluiting met de Boven Merwede in de periode 1982-1992 enigszins dieper is komen te liggen. De oorzaak hiervan is het verwijderen van sediment (baggeren) om nautische redenen. Bij de baggerwerkzaamheden wordt voornamelijk zandige specie verwijderd. In de jachthavens nabij de stedelijke bebouwingen wordt bij periodieke werkzaamheden voornamelijk slib gebaggerd. Over de gehele Beneden Merwede is in de periode 1982-1990 jaarlijks circa 110.000 m³ gebaggerd. Het benedenstroomse gedeelte laat in deze periode, ondanks de baggerwerkzaamheden, door de versterkte sedimentatie nauwelijks veranderingen in bodemligging zien.

Vanaf 1990 wordt jaarlijks minder sediment verwijderd. In de periode 1990-2000 is over de gehele Beneden Merwede jaarlijks circa 35.000 m³ gebaggerd. De baggerwerkzaamheden in de Beneden Merwede vonden in de periode 1982-2000 voornamelijk plaats tussen de Kop van de Oude Wiel (kmr 961,3), bij Werkendam en bij Sliedrecht (kmr 971,5). Tussen Sliedrecht en Papendrecht (kmr 976,3) is in de periode 1982-2000 zelden gebaggerd.

In de middenloop van de Beneden Merwede vindt op diverse locaties zandwinning plaats. In 2000 werd nabij Sliedrecht (ter hoogte van kmr 968) en in twee zandwinvakken nabij Giessendam (tussen kmr 963,5 en 965,5) circa 47.000 m³ zand gewonnen [bron 6].

Het gemiddeld zwevend stofgehalte in de Beneden Merwede neemt af van circa 50 mg/l bovenstrooms tot circa 40 mg/l nabij de Oude Maas. Gemiddeld bestaat het zwevend stof voor 70 tot 75% uit slib. Hoewel netto sedimentatie in de Beneden Merwede optreedt, kan de rivier in de huidige situatie het aangevoerde rivierwater veilig verwerken. Het profiel van zomer- en winterbed is zodanig groot en de dijken dermate hoog, dat de hoge rivierafvoeren de dijken niet overschrijden. Wel worden in het gebied enige werkzaamheden uitgevoerd om de dijken te versterken.

2.3 Waterhuishouding

De afvoer van de Rijn wordt in Nederland in drie hoofdtakken verdeeld. De Rijn voert bij Lobith gemiddeld circa 2200 m³/s af, waarvan de Waal gemiddeld circa 6/9 deel van dit Rijnwater ontvangt, de Nederrijn gemiddeld circa 2/9 deel en de IJssel gemiddeld circa 1/9 deel. De Beneden Merwede voert gemiddeld 680 m³/s af [bron 3]. Piekafoeren komen vooral in de winter en het voorjaar voor.

De Beneden Merwede is een zoetwatergetijdenrivier. Het verschil tussen hoog- en laagwater varieert van circa 30 cm bij Werkendam tot circa 80 cm bij Dordrecht [bron 1]. Door de invloed van het getij zijn stroomsnelheden en waterstanden niet alleen afhankelijk van de afvoer van de Rijn, maar ook van de getijde-omstandigheden.

Op een aantal plaatsen langs de Beneden Merwede wordt water uit aangrenzende gebieden geloosd. In totaal watert circa 1.600 ha direct af op de Beneden Merwede, waarvan het grootste gedeelte afkomstig is van de woonkernen van Papendrecht, Sliedrecht en Hardinxveld-Giessendam [bron 7].

De pleistocene formaties van Kreftenheye en Sterksel fungeren als eerste watervoerende pakket. Het stromingspatroon in dit pakket, dat een gemiddelde dikte van circa 30 meter heeft, wordt sterk bepaald door de grote infiltrerende werking van onder meer de Beneden Merwede. De infiltratie vanuit de rivier naar het eerste watervoerende pakket leidt tot een kwelstroom naar het freatisch grondwater in de laaggelegen polders langs de Beneden Merwede [bron 4].

2.4 Functies van de rivier

In het Beheersplan Nat van Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland [bron 1] is aan de Beneden Merwede een aantal functies toegekend. Deze worden hieronder kort toegelicht.

1. Afvoer van water, ijs en sediment

De rivier heeft als functie het afvoeren van water, ijs en sediment. Buitendijkse terreinen zijn deels hoogwatervrij en voor het overige bijna geheel bebouwd en vervullen dus geen rol van betekenis voor de afvoer van overtollig rivierwater.

2. Beroepsvaart en doorgaande recreatievaart

De Beneden Merwede is aangewezen als hoofdtransportas binnen de doorgaande vaarroute tussen Rotterdam en Duitsland. Op de Beneden Merwede is zesbaksduwvaart toegestaan. Door de aanwezigheid van jachthavens te Dordrecht, Papendrecht, Sliedrecht en Hardinxveld-Giessendam vindt er veel doorgaande en lokale recreatievaart plaats.

3. Ecologie

De Beneden Merwede is een zoetwatergetijdenrivier die in open verbinding staat met het Wantij en via een schutsluis tevens met de Giessen. Ter hoogte van Giessendam ligt een strook rietgorzen tussen de A15 en de rivier. Langs de zuidoever ligt de Sliedrechtse Biesbosch, dat als natuurgebied onder meer van belang is voor vogels. Voor de Hel- en Zuilespolder ligt een klein maar goed ontwikkeld rietgors. Bij de Kop van de Oude Wiel ligt Nederlands meest stroomafwaarts gelegen rivierduin. De typische rivierduinflora kan hier niet geheel tot ontwikkeling komen vanwege het niet optimale beheer van het rivierduin.

4. Oeverrecreatie en sportvisserij

Recreatieve gebieden bevinden zich ten oosten van de Baanhoekbrug en rondom de Derde Merwedehaven (De Merwelanden). In de toekomst wordt bij plannen voor natuurontwikkeling in de Sliedrechtse Biesbosch meer aandacht besteed aan op natuur gerichte recreatieve ontwikkelingen.

5. Beroepsvisserij

Het visrecht voor het gebied is grotendeels in particuliere handen. De vangst van snoekbaars vormt de grootste bron van inkomsten. Andere soorten, zoals fint en spiering, komen als gevolg van het huidige beheer van de Haringvlietsluizen vrijwel niet meer voor.

6. Regionale watervoorziening

Op diverse punten wordt water ingelaten voor de regionale watervoorziening, zoals nabij het Kanaal van Steenenhoek. Op dit kanaal vindt tevens afwatering van het afwateringsgebied De Linge en de Zederikboezem plaats. Recentelijk is de inlaatcapaciteit van het gemaal bij het Kanaal van Steenenhoek vergroot in het kader van de Deltawet.

7. Overige functies

Verder zijn delen van de zuidelijke oevers in gebruik als agrarisch gebied. Rondom de stedelijke agglomeraties liggen buitendijkse industriegebieden, havens en scheepswerven. Een gedeelte van de buitendijkse gebieden vervult een woonfunctie.

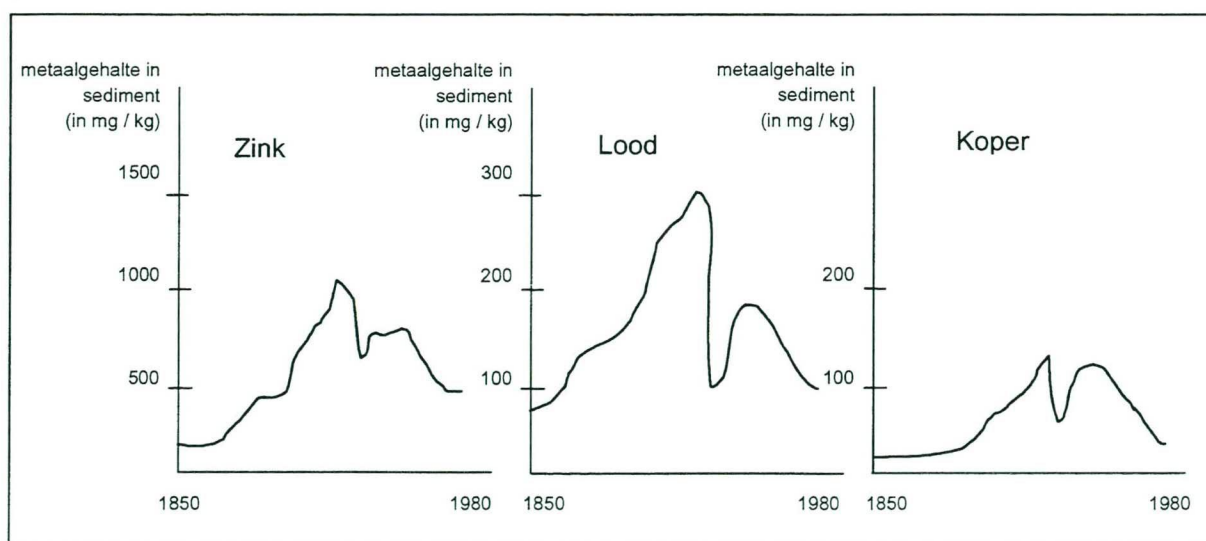
2.5 Waterkwaliteit

De kwaliteit van de waterbodem in de Beneden Merwede wordt bepaald door de kwaliteit van het water en de kwaliteit van het zwevend stof in de rivier. Hierbij dient onderscheid te worden gemaakt tussen verontreinigingen aangevoerd door de rivier, dus afkomstig van elders, en verontreinigingen als gevolg van lokale lozingsbronnen.

Aanvoer verontreinigingen door de rivier

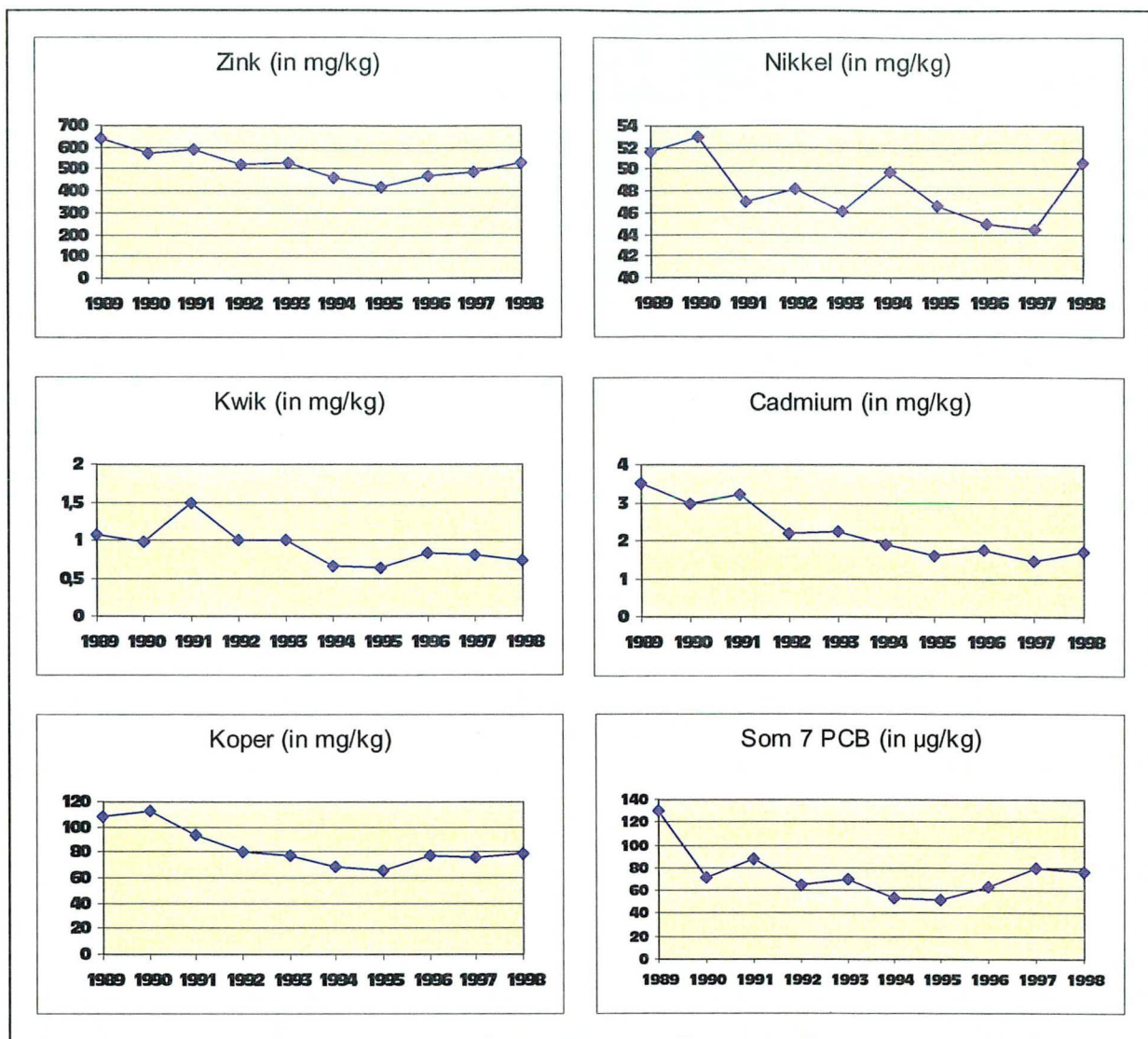
De waterkwaliteit in de Beneden Merwede wordt voor een belangrijk deel bepaald door de kwaliteit van het Rijnwater dat bij Lobith Nederland binnenstroomt. Vanaf ongeveer het midden van de negentiende eeuw zijn de gehalten aan zware metalen in het water en zwevend stof van de Rijn verhoogd (zie figuur 2) [bron 8, 9 en 10]. De gehalten aan zware metalen zijn in de twintigste eeuw verder gestegen en bereikten een maximum tussen 1950 en 1970 [bron 8]. De gehalten aan organische (micro)verontreinigingen vertoonden rond 1960 voor PAK en rond 1970 voor PCB een maximum [bron 10].

Figuur 2. Verloop van de concentraties zink, lood en koper in het sediment van de Rijn over de periode 1850 – 1980, zoals gemeten in een kolk in een uiterwaard langs de Waal, op basis van datering van sediment [bron 8].



Als gevolg van maatregelen tegen lozingen van verontreinigd water in internationaal verband is de kwaliteit van het Rijnwater sinds 1970 sterk verbeterd. Op het meetpunt Lobith zijn de huidige gehalten aan zware metalen in het water van de Rijn duidelijk lager dan in de periode rond 1970. Over het algemeen vertoonden de gehalten aan zware metalen en organische microverontreinigingen tot circa 1990 een duidelijk dalende tendens. Sindsdien nemen de concentraties aan verontreinigingen in het zwevend stof niet meer duidelijk af (zie figuur 3).

Figuur 3. Verloop van koper en som 7 PCB in het zwevend stof van de Rijn bij Lobith [bron 11].



Voor de gehele Rijn-Maasmonding zijn probleemstoffen benoemd, waarvan de huidige gemeten gehalten het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR) of Verwaarloosbaar Risiconiveau (VR) uit de Vierde Nota Waterhuishouding [bron 12] met een bepaalde factor overschrijden. Het MTR is de concentratie waarbij 5% van de soorten in het ecoysteem nadelige effecten ondervindt. Het VR is 1/100 deel van het MTR. In tabel 1 is weergegeven voor welke stoffen in het sediment van de Beneden Merwede de overschrijdingen van MTR en VR gelden.

Tabel 1. Probleemstoffen bij verschillende overschrijdingsfactoren voor MTR en VR waarden in het oppervlakte-water en sediment van de Beneden Merwede [bron 1].

Overschrijdingsfactor	Probleemstof
2 x MTR < stof < 5 x MTR	
	hexachloorbenzeen
	koper
	PCB
MTR < stof < 2 x MTR	
	antraceen
	nikkel
stof > 10 x VR	
	benzo(a)pyreen (PAK)
	benzo(a)anthraceen (PAK)
	fenantreen (PAK)
	fluorantheen (PAK)
	isoproturon
	endrin
	simazine
	boor
	olie

Lokale lozingsbronnen

Recente gegevens uit de lozingenatlas van de Dienstkring Merwede en Maas [bron 13] en een veldinventarisatie in het voorjaar van 2001 laten zien dat met name aan de noordoever nabij de stedelijke agglomeraties van Papendrecht, Sliedrecht, Hardinxveld-Giessendam diverse middelgrote bedrijven afvalwater lozen. Dit geschiedt tevens vanaf de (voormalige) scheepsreparatiewerven aan de zuidoever te Dordrecht.

Naast een viertal rioolwaterzuiveringsinstallaties lozen diverse hemelwater- en rioolwater-overstorten op de Beneden Merwede. Lozingen van polderwater vinden plaats vanuit de woonkernen van Papendrecht, Sliedrecht en Hardinxveld-Giessendam. Inmiddels zijn grote delen van de lozingsbronnen uit de bebouwing en industrie langs de Beneden Merwede gesaneerd door middel van aansluiting op de riolering.

Als gevolg van bovengenoemde lozingen kunnen lokaal verhoogde gehalten aan onder meer zware metalen (scheepswerven, afvalwaterlozingen), PAK (scheepswerven) en bestrijdingsmiddelen (polderwater) voorkomen. Door morsingen en lekkages vanaf schepen kunnen de gehalten aan minerale olie plaatselijk verhoogd zijn.

3 De waterbodem

3.1 Algemeen

Zoals vermeld in paragraaf 2.5 bevatten het water en het zwevend stof van de Rijn en daarmee ook dat van de Beneden Merwede, zware metalen en organische microverontreinigingen. De verontreiniging met zware metalen dateert al vanaf het einde van de negentiende eeuw. In de loop van de twintigste eeuw zijn water en zwevend stof in de Rijn tevens in sterke mate verontreinigd geraakt met organische microverontreinigingen. Daarnaast kunnen de lokale lozingsbronnen langs de Beneden Merwede bijdragen aan de verontreiniging van water en zwevend stof.

De waterbodemkwaliteit wordt in een gebied met een sedimenterende tendens, zoals bij de Beneden Merwede, sterk bepaald door de textuur van het afgezette sediment. Zware metalen en organische microverontreinigingen worden door het hoge lutum- en organische stofgehalte sterk gebonden aan het slib. In delen van de rivier met lage stroomsnelheden, zoals havens, wordt vooral fijn sediment (slib) afgezet. Naar verwachting doen zich dus in deze slibpakketten in de Beneden Merwede de sterkste verontreinigingen voor.

Vanwege de sedimentatie en de functie voor transport en recreatievaart vinden in de Beneden Merwede regelmatig baggerwerkzaamheden plaats. Hierbij wordt uit de rivier voornamelijk zand verwijderd, terwijl uit de havens langs de rivier regelmatig slib wordt gebaggerd. In verband met het onderhoudsbaggerwerk vinden regelmatig bemonsteringen plaats om de bestemmingsmogelijkheden van de baggerspecie te bepalen. Ook vinden periodiek bemonsteringen plaats in het kader van de monitoring van de waterbodemkwaliteit.

De uitgevoerde kwaliteitsbepalingen van de waterbodem bevestigen de hypothese dat zich in de slibpakketten de sterkste verontreinigingen voordoen. Het slib is veelal sterk verontreinigd met zware metalen en matig verontreinigd met organische microverbindingen [bron 14]. Het gewonnen zand uit de middenloop van de Beneden Merwede is schoon [bron 3].

Er moet rekening mee worden gehouden dat lokale bronnen van verontreiniging (lozingen) plaatselijk kunnen leiden tot hogere gehalten aan verontreinigingen in de slib- en zandfractie dan in hetzelfde materiaal elders in de rivier.

3.2 De normering

De kwaliteit van de waterbodem is beoordeeld middels een toetsing aan de productkwaliteitsnormen uit de Vierde Nota Waterhuishouding [bron 12]. Voor deze toetsing worden de gemeten waarden voor de individuele stoffen en stofgroepen (parameters) omgerekend naar waarden voor de standaardbodem (10% organische stof; 25% lutum).

Bij toetsing aan de normen wordt voor de individuele parameters een klassenindeling bepaald:

klasse 0	
-----	streefwaarde
klasse 1	
-----	grenswaarde
klasse 2	
-----	toetsingswaarde
klasse 3	
-----	interventiewaarde
klasse 4	

Uit de resultaten van de toetsing aan de normen voor de individuele parameters wordt het eindoordeel, volgens de Vierde Nota Waterhuishouding, voor de betreffende monsters als volgt afgeleid:

- klasse 0: Het risiconiveau van deze kwaliteitsklasse wordt verwaarloosbaar geacht. De kwaliteit van de waterbodem behoort tot deze klasse als de streefwaarden niet significant worden overschreden.
- klasse 1: Voor deze kwaliteitsklasse geldt dat de risico's op nadelige effecten toelaatbaar worden geacht. De grenswaarden worden voor maximaal twee stoffen of stofgroepen overschreden. De overschrijding is niet meer dan 50% van de normwaarde. De grenswaarde voor PAK wordt niet overschreden.
- klasse 2: De waterbodem is licht verontreinigd. De toetsingswaarden worden voor maximaal twee stoffen of stofgroepen met niet meer dan 50% van de normwaarde overschreden. De toetsingswaarde voor PAK wordt niet overschreden.
- klasse 3: De waterbodem is matig verontreinigd. Voor geen enkele stof of stofgroep wordt de interventiewaarde overschreden.
- klasse 4: De waterbodem is sterk verontreinigd. Onderzoek naar de saneringsnoodzaak is vereist. Het gehalte van tenminste één stof of stofgroep is groter dan of gelijk aan de interventiewaarde.

Voor de individuele parameters is ook getoetst aan het MTR voor sediment (zie §2.5). Voor zware metalen is ook getoetst aan de signaleringswaarden voor de waterbodem.

3.3 Het onderzoek

De bemonstering van het oriënterend waterbodemonderzoek in de Beneden Merwede heeft plaatsgevonden in het najaar van 2001. In deze paragraaf wordt ingegaan op de gevolgde boorstrategie, op de wijze van beschrijven en bemonsteren van de boringen, op de selectie van monsters voor het laboratoriumonderzoek en op het gehanteerde analysepakket.

3.3.1 Strategie waterbodembemonstering

Voor het opstellen van het boorplan zijn tijdens een veldinventarisatie de verdachte locaties vastgesteld. Als verdachte locaties zijn aangemerkt:

- zijtakken van de rivier waarin fijn sediment kan bezinken, zoals havens;
- lozingspunten van bedrijven en zuiveringsinstallaties.

Op verdachte locaties zijn één of meerdere vibrocorer boringen uitgevoerd. Daarnaast zijn verspreid over de rivier extra vibrocorer boringen gezet. In totaal zijn, met behulp van een kraanschip, 80 vibrocorer boringen uitgevoerd. Om een gebiedsdekkend beeld te krijgen van de toplaag van de waterbodem zijn aanvullend 50 bemonsteringen van de toplaag verricht volgens de valbom-methode. De boorlocaties en de locaties van valbom-bemonsteringen zijn op kaart weergegeven in bijlage 1.

3.3.2 Beschrijving en bemonstering boringen

De RD-coördinaten van de boorpunten zijn met behulp van DGPS vastgelegd. De diepteligging van de waterbodem is op de boorlocaties ten opzichte van het NAP gemeten. De coördinaten en de diepteligging zijn in bijlage 16 vermeld. Van de boorprofielen is telkens de bovenlaag bemonsterd. De diepere lagen van de boorprofielen zijn bemonsterd per te onderscheiden laag en maximaal per 0,5 m.

3.3.3 Selectie monsters voor chemisch laboratoriumonderzoek

Bij de selectie van monsters voor het chemisch laboratoriumonderzoek zijn van de bovenlaag (gelegen van 0 tot maximaal 0,5 m –mv) van de profielen van de vibrocorer boringen vrijwel alle monsters geselecteerd. Omdat verontreinigingen sterk worden gebonden aan sediment met een fijne textuur zijn monsters van de onderliggende slibhoudende lagen geanalyseerd. Middels analyses van onder het slib liggende zand- en kleilagen is getracht eventuele verontreinigingen verticaal af te bakenen. In totaal zijn op deze wijze 212 monsters van de boorprofielen en 50 valbom-monsters geanalyseerd.

3.3.4 Analysepakket

De voor het laboratoriumonderzoek geselecteerde monsters zijn geanalyseerd op het standaard parameterpakket van Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland:

Fysische parameters:

- droge stof
- CaCO_3
- organische stof, gloeiverlies
- korrelgrootteverdeling (fracties < 2 , < 16 , < 63 , < 125 , < 210 en $> 210 \mu\text{m}$)
- pH

Chemische parameters:

- arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel en zink
- EOX
- PAK (16 EPA)
- pentachloorbenzeen en hexachloorbenzeen
- PCB (7 van Balschmieder)
- organochloorbestrijdingsmiddelen: DDT + derivaten, drins, α -, β -, γ -HCH, heptachloor, heptachloorepoxide, hexachloorbutadiëen, α -endosulfan
- minerale olie (GC)

3.4 De verontreinigingssituatie

De analyseresultaten zijn getoetst aan de product- en milieukwaliteitsnormen voor sediment, zoals weergegeven in de Vierde Nota Waterhuishouding [bron 12]. In deze paragraaf worden de toetsingsresultaten allereerst in algemene termen beschreven. Vervolgens worden de resultaten geïnterpreteerd in relatie tot de herkomst van de verontreiniging.

3.4.1 Algemene beschrijving

In tabel 2 is een overzicht van het eindoordeel van de toetsing aan de Vierde Nota Waterhuishouding van alle 212 monsters. In tabel 3 zijn de toetsingsresultaten per parameter voor alle 212 monsters weergegeven.

Tabel 2: Overzicht eindoordeel van de toetsing van de analyseresultaten van 212 monsters aan de productkwaliteitsnormen van de Vierde Nota Waterhuishouding.

Klasse	aantal monsters	% monsters
klasse 0	45	21,2
klasse 1	7	3,3
klasse 2	42	19,8
klasse 3	45	21,2
klasse 4	73	34,4
Totaal	212	100

Het eindoordeel van de toetsing aan de productkwaliteitsnormen van de Vierde Nota Waterhuishouding voor de monsters van de toplaag (inclusief valbom-monsters) is op kaart weergegeven in bijlage 2. In bijlage 3 is het eindoordeel voor zowel de toplaag als de onderliggende lagen grafisch in beeld gebracht. In bijlage 3 is tevens de samenstelling van het bijbehorende bodemmateriaal gepresenteerd.

Uit de toetsingsresultaten blijkt dat zes zware metalen (cadmium, kwik, koper, zink, chroom en arseen) in vrijwel alle gevallen klasse 4 bepalend of medebepalend zijn. Ook PCB en in mindere mate PAK zijn klasse 4 (mede)bepalend. In drie gevallen is uitsluitend PCB klasse 4 bepalend en in één geval is uitsluitend PAK klasse 4 bepalend.

De indeling in klasse 1, 2, en 3 wordt, behalve door de gehalten aan zware metalen, bepaald door de gehalten aan som PAK, aan meerdere PCB en aan hexachloorbenzeen.

De klassenindeling voor de individuele zware metalen, som PAK en som PCB is in de bijlagen 6 tot en met 15 in kaart gebracht. Voor de anorganische parameters zijn in deze bijlagen tevens de overschrijdingen van de signaleringswaarden vermeld. In het geval van som PCB (bijlage 14) zijn gehalten aangetroffen die in enkele gevallen onder de detectiegrens van de analysemethode liggen. In deze gevallen is dat met grijstinten aangegeven.

Tabel 3: Overzicht resultaten toetsing aan de normering van de Vierde Nota Waterhuishouding voor de 212 monsters van de waterbodern van de Beneden Merwede.

Parameter	Aantal monsters per klasse							
	<detectie grens	klasse 0	Klasse 1	klasse 2	klasse 3	klasse 4	>MTR	>S
cadmium	0	75	25	45	25	42	42	4
kwik	0	69	9	44	70	20	20	5
koper	0	82	0	46	45	39	100	2
nikkel	0	107	0	58	46	1	54	1
lood	0	92	114	0	0	6	6	2
zink	0	59	50	35	0	68	82	2
chromium	0	127	68	0	0	17	17	1
arsen	0	150	28	0	0	34	34	5
EOX	67	0	100	0	45	0		
som PAK	0	72	0	59	69	12	*	
pentachloorbenzeen	135	1	76	0	0	0	1	
hexachloorbenzeen	116	0	2	52	42	0	92	
som chloorbenzenen	24	144	44	0	0	0		
PCB-28	67	1	1	38	105	0	143	
PCB-52	72	1	0	44	95	0	139	
PCB-101	57	16	0	38	101	0	139	
PCB-138	60	18	0	55	79	0	134	
PCB-153	53	18	0	27	114	0	141	
PCB-180	66	19	0	66	61	0	127	
PCB-118	65	17	0	49	81	0	130	
PCB (7)	54	16	42	0	70	30	*	
aldrin	209	0	3	0	0	0	2	
dieldrin	210	0	1	1	0	0		
aldrin + dieldrin	18	192	0	0	2	0		
endrin	210	0	1	0	1	0	2	
som drins	196	13	3	0	0	0		
DDT + derivaten	174	8	0	24	6	0	*	
α-HCH	181	31	0	0	0	0		
β-HCH	84	127	0	0	1	0		
γ-HCH	212	0	0	0	0	0		
HCH-verbindingen	175	36	1	0	0	0		
heptachloor	212	0	0	0	0	0		
heptachloor + -epoxide	18	194	0	0	0	0		
hexachloorbutadieen	155	19	20	0	18	0		
α-endosulfan	75	137	0	0	0	0		
som pesticiden	67	142	0	0	3	0		
minerale olie (GC)	49	11	80	66	4	2	72	

klasse 0:< streefwaarde: verwaarloosbaar risiconiveau, einddoelstelling voor de waterbodern op lange termijn

klasse 1:< grenswaarde: de risico's worden toelaatbaar geacht

klasse 2:> grenswaarde, < toetsingswaarde: licht verontreinigde waterbodern

klasse 3:> toetsingswaarde: matig verontreinigde waterbodern

klasse 4:> interventiewaarde: sterk verontreinigde waterbodern, onderzoek naar saneringsnoodzaak vereist

>MTR :> mogelijk ondervindt meer dan 5% van de soorten in het ecosysteem negatieve effecten

> S :> signaleringswaarde voor metalen: mogelijk hoge urgentie tot saneren.

* Voor deze stofgroepen bestaan geen MTR-waarden. Voor individuele stoffen uit deze stofgroepen zijn wel overschrijdingen van het MTR geconstateerd.

3.4.2 Interpretatie

Verontreinigingsgraad

De verontreinigingsgraad van de waterbodem vertoont in de Beneden Merwede in het algemeen een relatie met de aard van het sediment. De klasse 3 en 4 verontreiniging beperkt zich grotendeels tot de sliblagen in de riviertak. In de klei- en zandlagen (variërend van fijn tot grof zand) worden overwegend klasse 0, 1 en 2 verontreinigingen aangetroffen. Deze verschillen in klassenindeling tussen slibmonsters enerzijds en zandmonsters anderzijds kunnen worden verklaard uit het feit dat het fijnere sediment (slib) de microverontreinigingen sterker bindt dan het grovere sediment (zand). Hoewel ook klei microverontreinigingen sterk kan binden, zijn de kleilagen niet verontreinigd. De verklaring hiervoor is dat de kleilagen zijn afgezet in een periode dat de rivieren nog geen verontreinigd sediment meevoerden.

De sterkste verontreinigingen worden aangetroffen in slibpakketten die tussen circa 1950 en 1970 zijn afgezet. Na 1970 is de kwaliteit van water en sediment geleidelijk verbeterd. Op sedimenterende locaties kan de kwaliteit van de toplaag daardoor beter zijn dan de kwaliteit van de dieper gelegen lagen. Dit verschijnsel is aangetoond op de boorlocaties 63, 80, 81, 95, 98, 99, 100, 102 en 110. In de diepere lagen is ook relatief vaak sprake van overschrijdingen van signaleringswaarden, zoals aangetoond op de boorlocaties 75, 77, 80, 91, 113 en 115.

In de Beneden Merwede zijn meerdere locaties waar, in matig grof tot grof zand, klasse 3 en 4 verontreinigingen zijn aangetroffen. In enkele gevallen is de zandlaag ingesloten door twee slib en/of kleilagen. De kans is groot dat zandlagen die klasse 3 tot 4 verontreinigingen bevatten, sterk slibhoudend zijn. Zandlagen die niet of nauwelijks slibhoudend zijn worden mogelijk verontreinigd door lokale bronnen.

Verontreinigingspatroon

De klasse 4 verontreinigingen in zowel de toplaag als de diepere lagen concentreren zich in en rond de inhammen, kribvakken en havens van de Beneden Merwede. Op deze locaties wordt relatief fijn sediment (slib) met een hoge verontreinigingsgraad afgezet. Voorbeelden van havens met een matig tot sterk verontreinigde toplaag van slib zijn de haven van Boven-Hardinxveld en de Jachthaven van Sliedrecht. Ook bij Boven-Hardinxveld, Sliedrecht en Papendrecht bevinden zich duidelijke clusters van klasse 4 verontreiniging.

In het middengedeelte van de rivier is klei, zand en in een enkel geval veen (boorlocatie 94) aangetroffen. Dit betreft zowel de toplaag als de diepere lagen van de waterbodem.

De toplaag van het oostelijk deel van de stroomgeul bestaat voornamelijk uit klasse 0 materiaal. Stroomafwaarts van Sliedrecht wordt, naast klasse 0, ook klasse 1 en 2 in het middengedeelte aangetroffen.

Ter hoogte van de Sliedrechste Biesbosch, aan de linkeroever, is de algehele kwaliteit beter dan elders. De toplaag en de diepere lagen bestaan voornamelijk uit klasse 0, klasse 1 en klasse 2 materiaal. De verklaring hiervoor is dat de waterbodem ter plaatse voornamelijk bestaat uit zandlagen.

Verontreinigingsbronnen

De onderlinge verschillen in de mate van verontreiniging tussen monsters van de waterbodem kunnen grotendeels worden toegeschreven aan verschillen in aard en ouderdom van het met de rivier aangevoerde sediment.

In de volgende gevallen bestaan er aanwijzingen voor een bijdrage van lokale verontreinigingsbronnen aan de geconstateerde verontreinigingen:

- In boring 58, ter hoogte van de ingang van de 1^e Merwedehaven bij Dordrecht, is in de toplaag (0-20 cm) som PAK als enige parameter klasse 4 bepalend, als gevolg van een sterke overschrijding van de interventiewaarde. Een dergelijk sterk verhoogd gehalte aan PAK komt elders niet voor.
- In boring 91, ter hoogte van de Jachthaven van Sliedrecht overschrijden lood, zink en arseen in de toplaag (0-25 cm) de signaleringswaarde. Vooral voor lood is er sprake van een sterke overschrijding. In dezelfde laag is sprake van een sterke verontreiniging met minerale olie (klasse 4). Het gehalte aan minerale olie overschrijdt slechts in enkele gevallen de interventiewaarde. Mogelijk is de verontreiniging in dit geval het gevolg van een lozing door een schip.
- In boring 113 ter hoogte van de uitwatering van de Peulensluis bij Giessendam overschrijdt kwik in de toplaag (0-25 cm) de signaleringswaarde. Ook de sterk verhoogde gehalten (> interventiewaarde) aan PCB in deze laag zijn opvallend. Dit duidt mogelijk op invloed van lokale bronnen.
- In boring 115 ter hoogte van Giessendam-Hardinxveld overschrijden cadmium, kwik, koper, nikkel, zink, chroom en arseen de signaleringswaarde op een diepte van 250 tot 293 cm in de waterbodem. Er is tevens sprake van een sterk verhoogd gehalte som PCB. Deze sterke verontreinigingen in een diepere waterbodemplaat lijken te duiden op een lokale bron in het verleden.
- In de boringen 77, 97 en 128 is som PCB in de bovenste laag als enige parameter klasse 4 bepalend. Voor deze monsters van de toplaag geldt dat op basis van de overige parameters het eindoordeel van de toplaag klasse 0-2 geweest zou zijn. De PCB verontreiniging kan daarom zonder meer worden toegeschreven aan de aanvoer van verontreinigd sediment met de rivier. Een bijdrage van een lokale bron is waarschijnlijk.

Consequenties

Vanwege het voorkomen van overschrijdingen van de interventiewaarden (klasse 4) is op grond van de Wet bodembescherming een nader onderzoek naar de omvang en de bronnen van de verontreiniging noodzakelijk. Voor het bepalen van de omvang dient de verontreiniging horizontaal en verticaal te worden afgebakend. Omdat het voorkomen van klasse 4 grotendeels gerelateerd blijkt te zijn aan het voorkomen van sliblagen is voor deze afbakening van de verontreiniging inzicht nodig in de ligging van de slibpakketten. In het oriënterend onderzoek zijn met name langs de oevers, de inhammen, de kribvakken en de havens matig tot sterk verontreinigde sliblagen aangetroffen. In het nader onderzoek dient ook de omvang van de verontreiniging als gevolg van lokale bronnen beter in kaart te worden gebracht.

4 Conclusies

Naar aanleiding van de resultaten van het oriënterend onderzoek naar de waterbodembodemkwaliteit in de Beneden Merwede wordt het volgende geconcludeerd:

1. Bij toetsing aan de productkwaliteitsnormen van de Vierde Nota Waterhuishouding blijken metalen in het merendeel van de monsters klassenbepalend of mede-klassenbepalend te zijn. In enkele gevallen wordt de klasse (mede) bepaald door de organische parameters PAK, PCB en minerale olie.
2. Voor cadmium, kwik, koper, lood, nikkel, zink, chroom, arseen, som 10 PAK, som 7 PCB en minerale olie zijn één of meerdere overschrijdingen van interventiewaarden aangetoond. Volgens de Wet bodembescherming is bij overschrijding van één of meerdere interventiewaarden sprake van een ernstige verontreiniging van de waterbodem.
3. Behalve voor bovengenoemde stoffen en stofgroepen is ook voor EOX, hexachloorbenzeen, som aldrin en dieldrin, endrin, DDT + derivaten, β -HCH, hexachloorbutadiëen en som pesticiden één of meerdere malen een overschrijding van de toetsingswaarde voor de waterbodem geconstateerd.
4. Bij overschrijding van de interventiewaarde voor metalen is getoetst aan de signaleringswaarde voor de waterbodem. Op negen boorlocaties, namelijk 52, 58, 70, 75, 77, 80, 91, 113 en 115 is in één of meerdere lagen een overschrijding van de signaleringswaarde voor één of meerdere metalen geconstateerd. Deze overschrijdingen doen zich voor bij de oevers, inhammen, kribvakken en havens. Bij overschrijding van de signaleringswaarde is mogelijk sprake van een hoge saneringsurgentie.
5. De mate van verontreiniging van de waterbodem van de Beneden Merwede vertoont een relatie met de aard van het sediment. Binnen het eindoordeel voor de toplaag is het voorkomen van klasse 4 verontreinigingen grotendeels beperkt tot het voorkomen van slibpakketten. Het slib is afgezet in havens, inhammen, oevers en kribvakken.
6. De belangrijkste bron van de geconstateerde verontreinigingen is de afzetting van verontreinigd sediment dat met de Rijn wordt aangevoerd. Op de boorlocaties 58, 77, 91, 97, 113, 115 en 128 zijn in één of meerdere lagen, ten opzichte van de waterbodem elders in en langs de Beneden Merwede, opvallend sterk verhoogde gehalten aan zware metalen, minerale olie, PAK en/of PCB aangetroffen. Vermoedelijk hebben lokale bronnen belangrijk aan deze sterk verhoogde gehalten bijgedragen.

Conform de Wet bodembescherming is op basis van de resultaten van het oriënterend onderzoek een nader onderzoek noodzakelijk. In dit nader onderzoek dient de verontreiniging horizontaal en verticaal te worden afgebakend. Omdat het voorkomen van klasse 4 sterk gerelateerd blijkt te zijn aan het voorkomen van sliblagen, is voor de afbakening van de verontreiniging inzicht nodig in de ligging van de slibpakketten.

Slibpakketten zijn niet aangetroffen in het middengedeelte van de rivier en aan de linkeroever ter hoogte van de Sliedrechtse Biesbosch. Het nader onderzoek zal zich daarom met name dienen te richten op de randen van de rivier en op de inhammen langs de rivier, zoals de havens.

In het nader onderzoek dient tevens de saneringsurgentie te worden vastgesteld. Voor dit laatste is inzicht nodig in de actuele risico's van de verontreiniging voor mens en milieu.

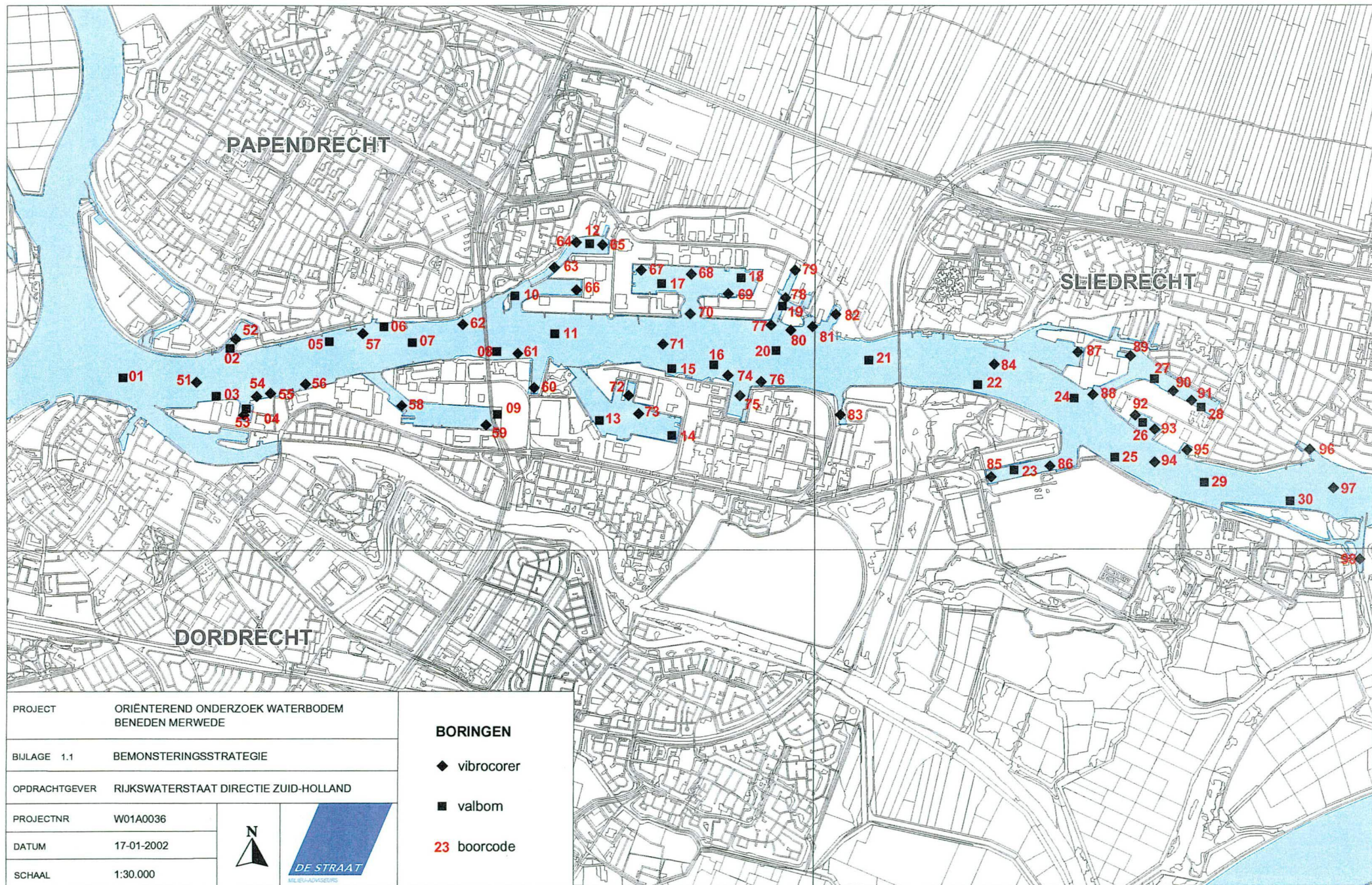
Bronvermeldingen

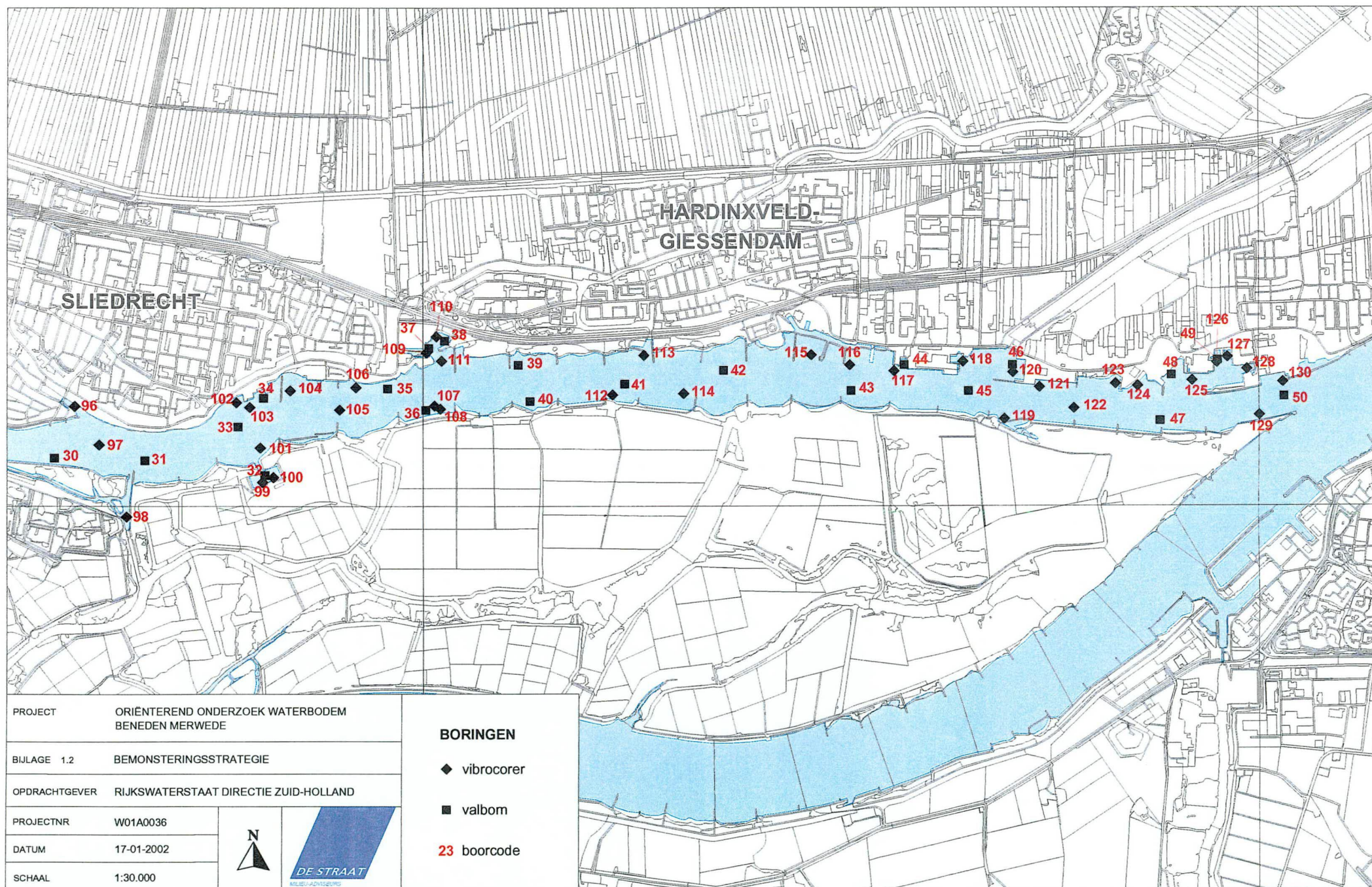
1. Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland, 2001.
Beheersplan Nat, versie januari 2001.
2. Wolters-Noordhoff, 1997.
Grote topografische atlas van Nederland, 1:50.000, deel 4.
3. Rijkswaterstaat Directie Benedenrivieren, 1982.
Beschrijving Beneden Merwede.
4. TNO, 1979.
Grondwaterkaart van Nederland, Gorinchem 38 west.
5. Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland, 1995.
Slib- en zandbeweging in het Noordelijk Deltabekken in de periode 1982 – 1992.
6. Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland, 2001.
Gegevens van Rijkswaterstaat, zandwinning.
7. Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst, 1987.
Beschrijving van de Provincie Zuid-Holland, behorende bij de 5^e editie van de waterstaatskaart.
8. Middelkoop, H., 1997.
Embanked floodplains in the Netherlands, geomorphological evolution over various time scales, KNAG/Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen, Universiteit Utrecht.
9. Salomons, W. en De Groot, A.J., 1977.
Pollution history of trace metals in sediments as affected by the Rhine river, IB-rapport nr. 184.
10. Winkels, H.J., 1997.
Contaminant variability in a sedimentation area of the river Rhine. Proefschrift
verschenen in reeks van Zee tot Land, nr. 64.
11. Rijkswaterstaat, 1998.
Jaarboek Monitoring Rijkswateren.
12. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1998.
Vierde Nota Waterhuishouding, Regeringsbeslissing.

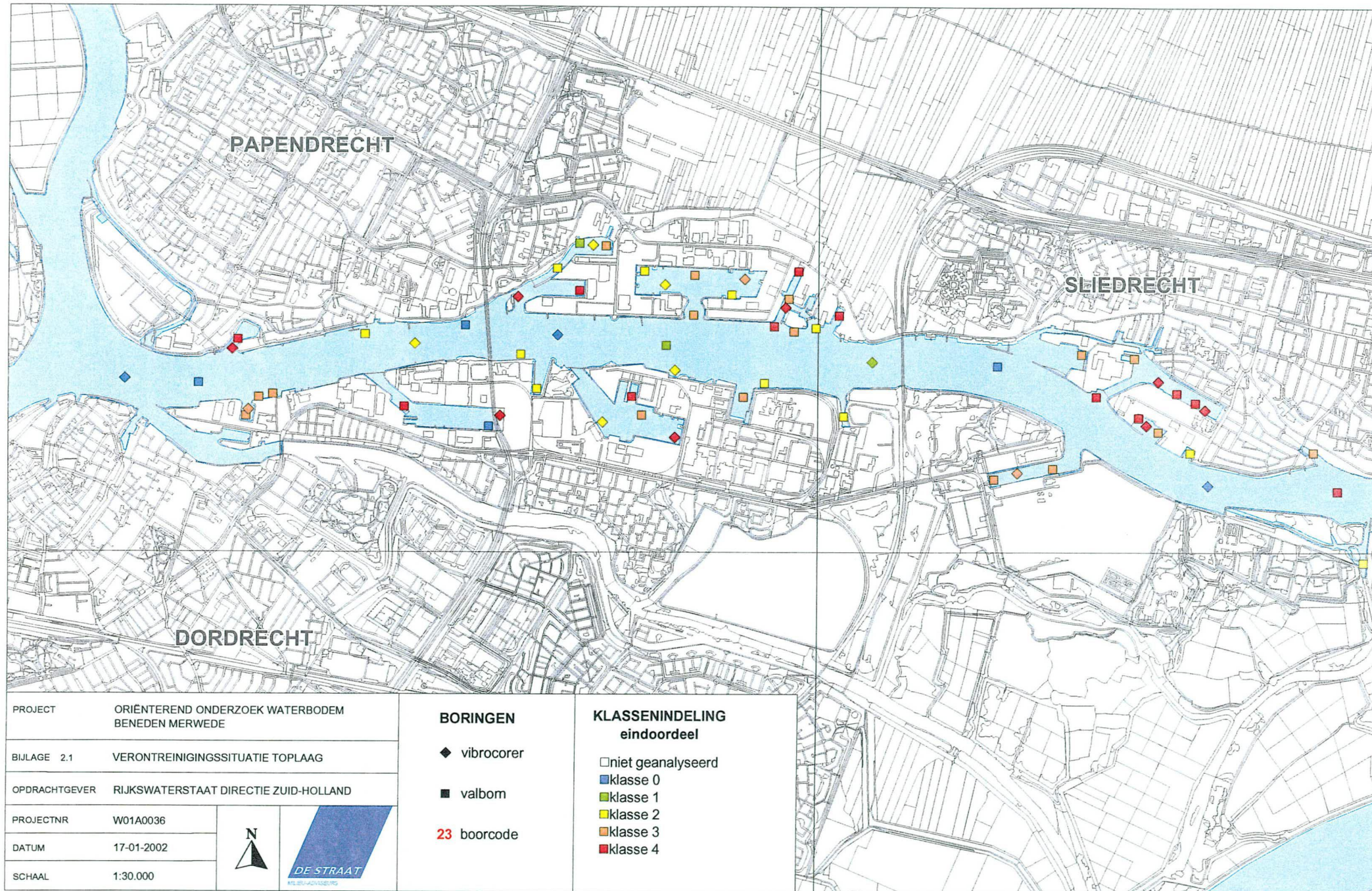
13. Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland, 2001.
Gegevens van Rijkswaterstaat, lozingenatlas.
14. Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland, 2001.
Gegevens van Rijkswaterstaat, periodieke waterbodembemonsteringen.

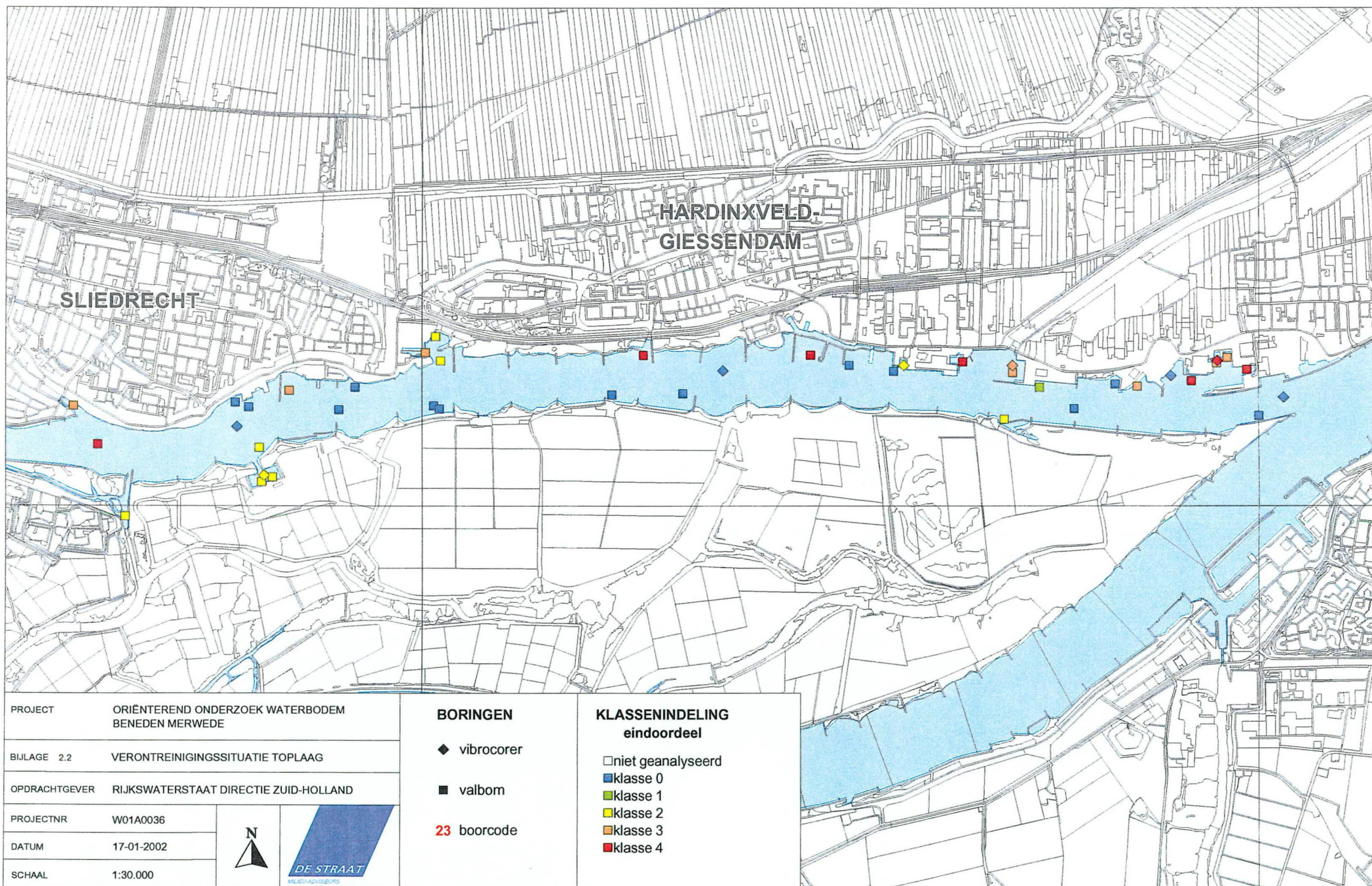
Bijlagen

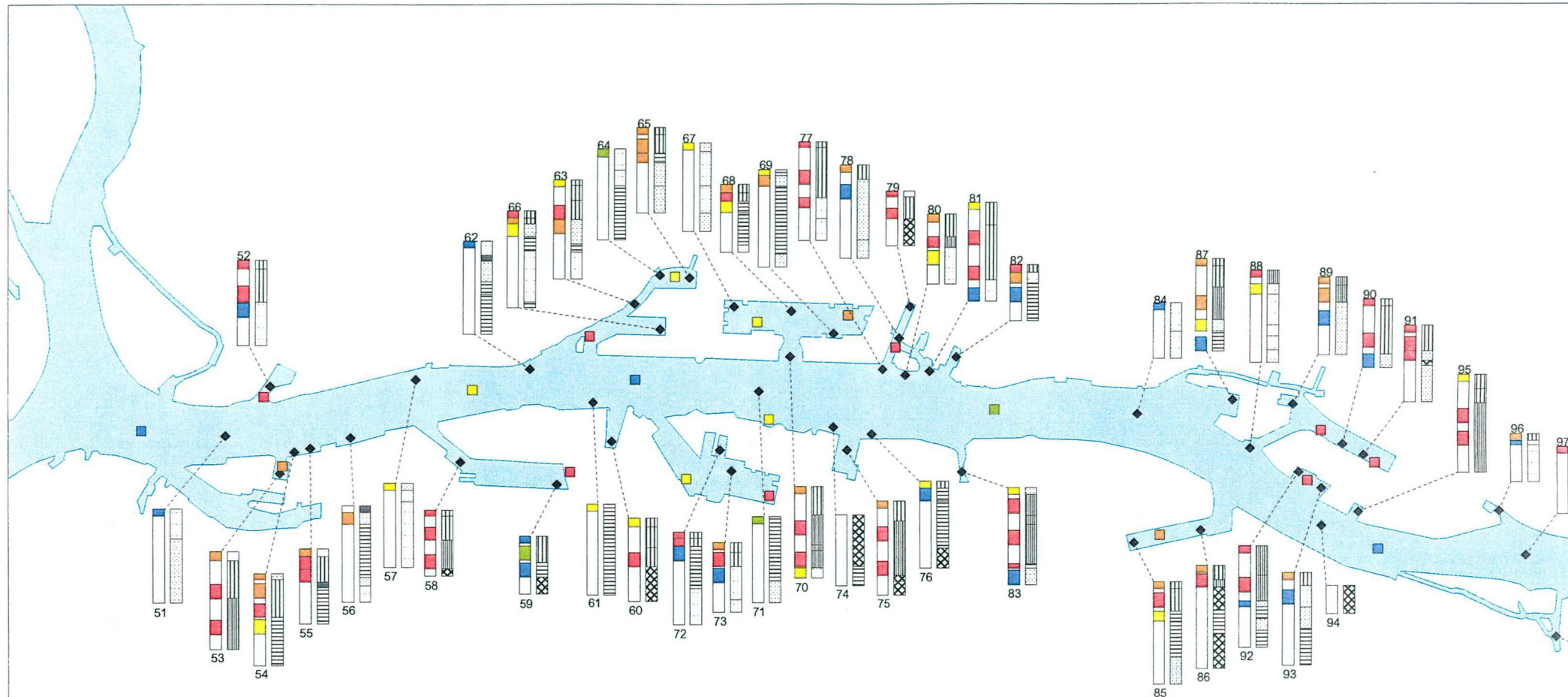
- Bijlage 1: Bemonsteringsstrategie
- Bijlage 2: Verontreinigingssituatie toplaag
- Bijlage 3: Verontreinigingssituatie
- Bijlage 4: Lutumgehalte
- Bijlage 5: Organisch stof gehalte
- Bijlage 6: Cadmiumverontreiniging
- Bijlage 7: Kwik verontreiniging
- Bijlage 8: Koper verontreiniging
- Bijlage 9: Nikkel verontreiniging
- Bijlage 10: Lood verontreiniging
- Bijlage 11: Chroom verontreiniging
- Bijlage 12: Arseen verontreiniging
- Bijlage 13: Zink verontreiniging
- Bijlage 14: PCB verontreiniging
- Bijlage 15: PAK verontreiniging
- Bijlage 16: RD-coördinaten en NAP-diepten van de boorlocaties













PROJECT		ORIËNTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE	
BIJLAGE 3.1		VERONTREINIGING EN BODEMOPBOUW	
OPDRACHTGEVER		RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND	
PROJECTNR	W01A0036		
DATUM	17-01-2002		
SCHAAL	1:30.000		

mv

2 m -mv

4 m -mv

◆

vibrocorer

■

valbom

niet geanalyseerd

klasse 0

klasse 1

klasse 2

klasse 3

klasse 4

slib

geconsolideerd slib

klei

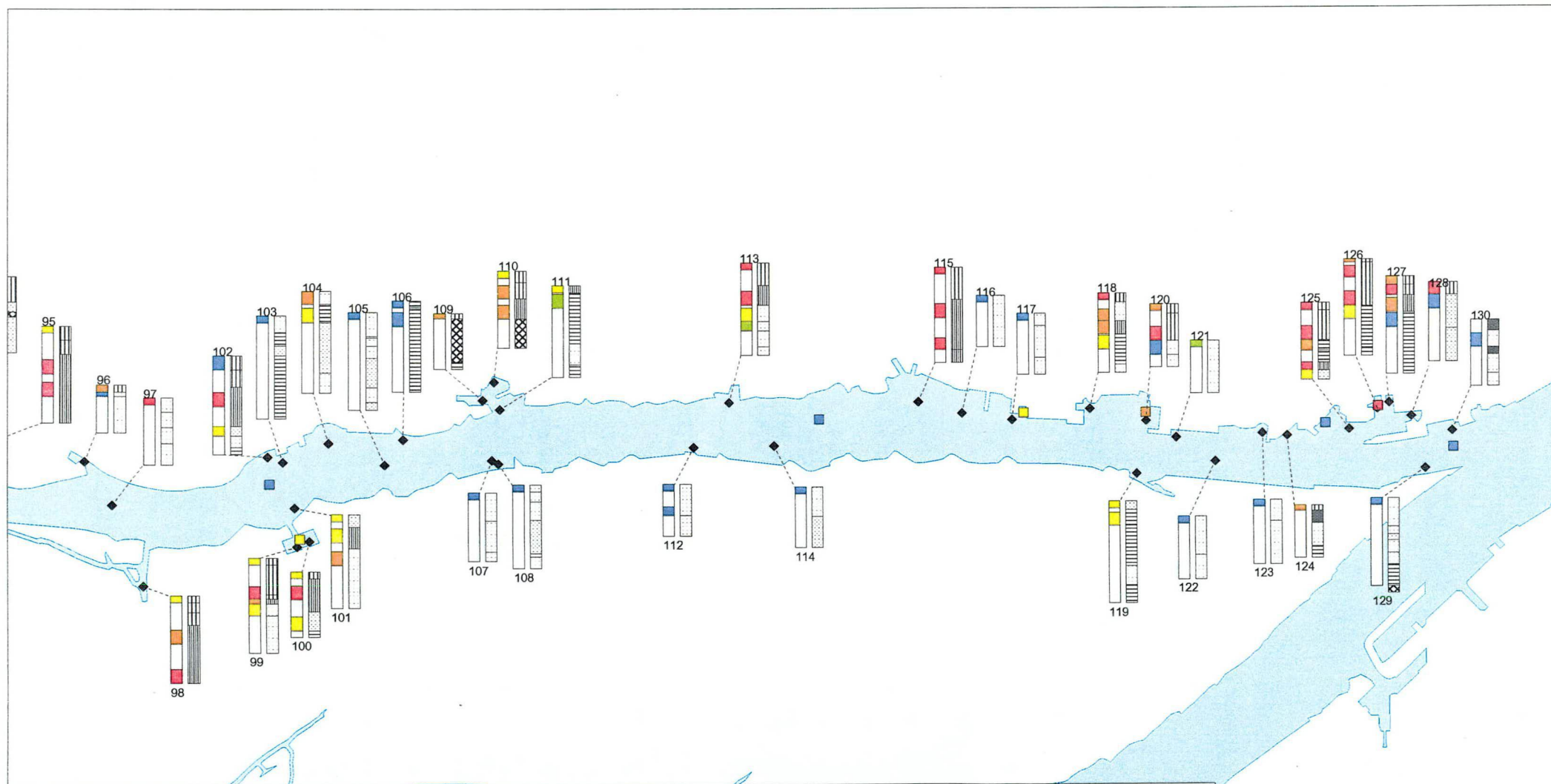
fijn zand



matig grof zand

grof zand

grind

veen



PROJECT		ORIËNTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE	
BIJLAGE 3.2		VERONTREINIGING EN BODEMOPBOUW	
OPDRACHTGEVER		RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND	
PROJECTNR	W01A0036		
DATUM	17-01-2002		
SCHAAL	1:30.000		

mv

2 m -mv

4 m -mv

◆ vibrocorer

■ valbom

KLASSENINDELING

eindoordeel

niet geanalyseerd

klasse 0

klasse 1

klasse 2

klasse 3

klasse 4

BODEMOPBOUW

slib

geconsolideerd slib

klei

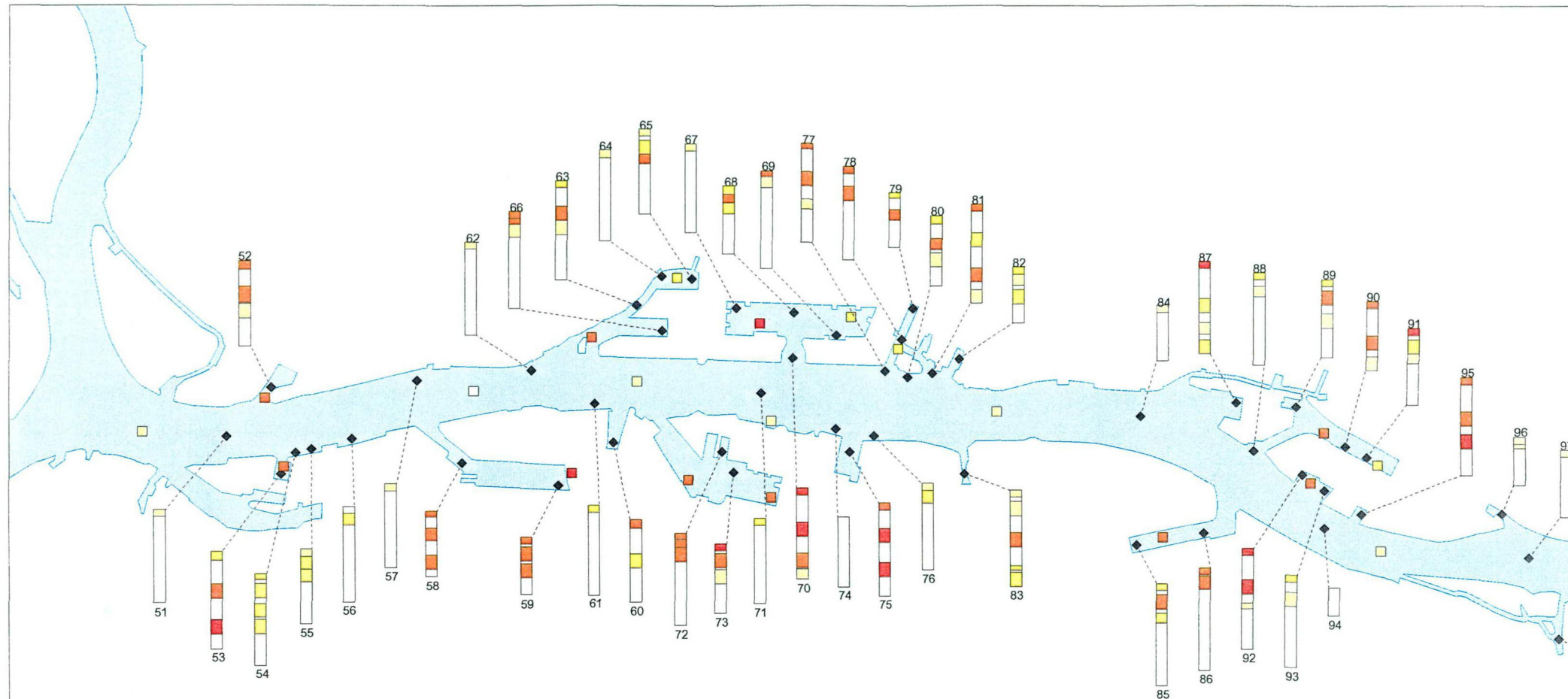
fijn zand



matig grof zand

grof zand

grind

veen



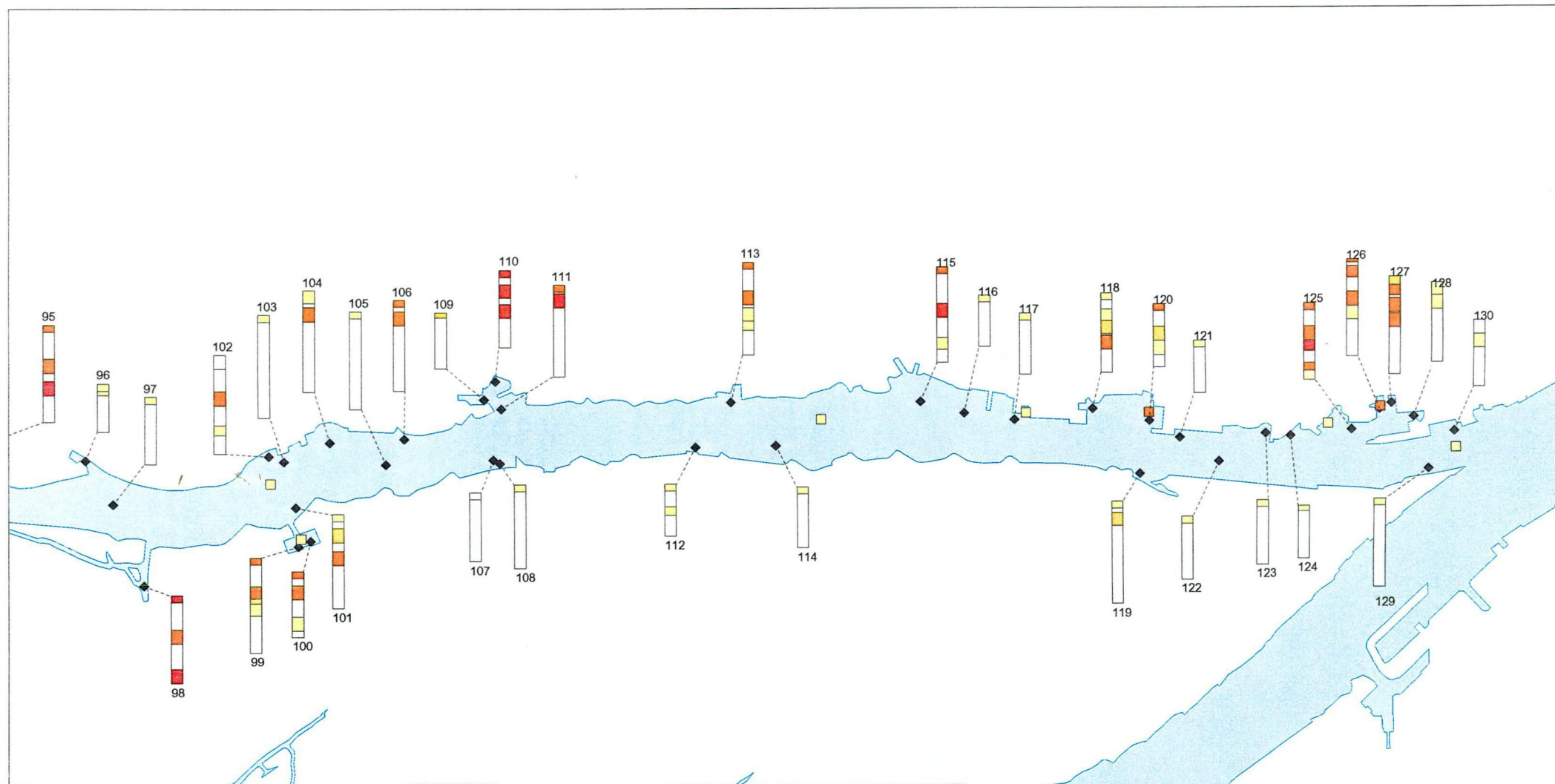
PROJECT	ORIËNTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE		
BIJLAGE 4.1	LUTUM GEHALTE		
OPDRACHTGEVER	RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND		
PROJECTNR	W01A0036	 	
DATUM	17-01-2002		
SCHAAL	1:30.000		

BORINGEN



KLASSENINDELING lutum





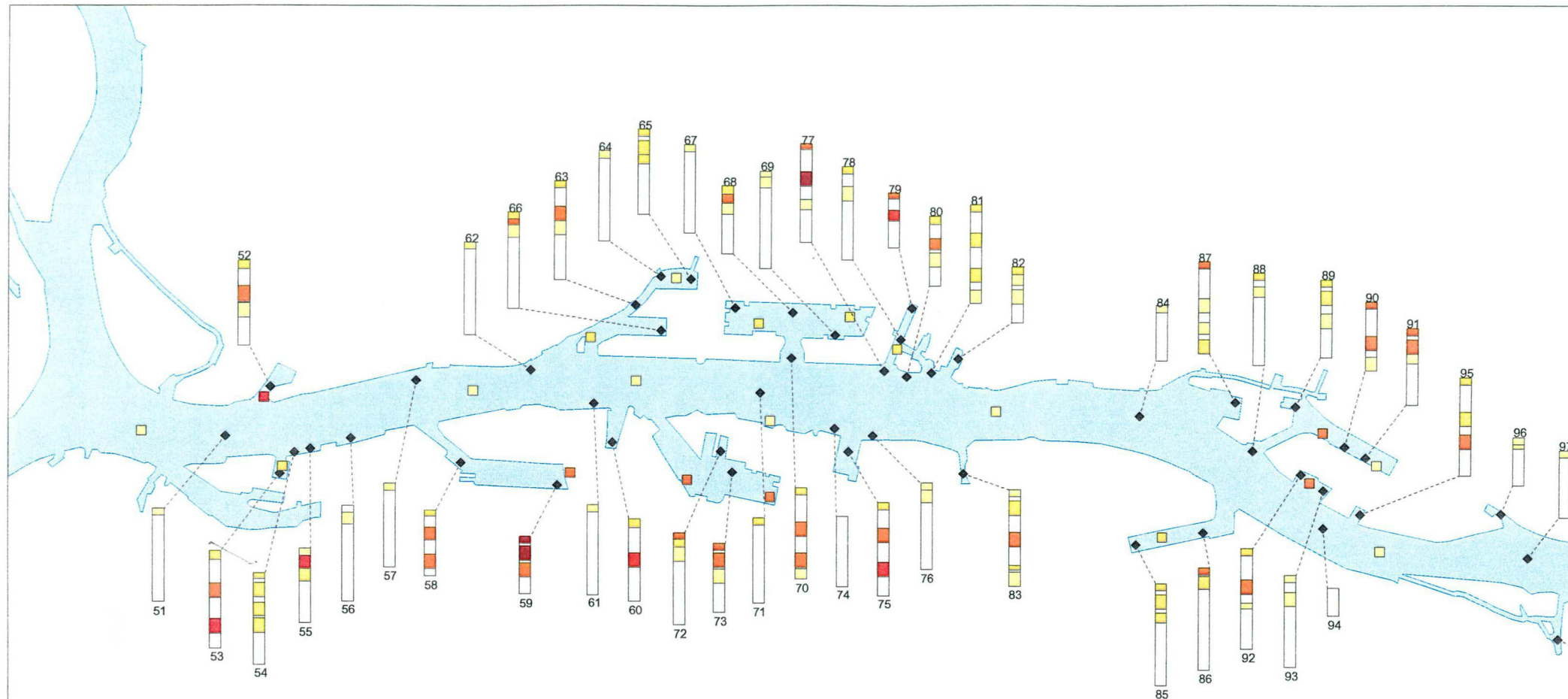
PROJECT	ORIËNTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE		
BIJLAGE 4.2	LUTUM GEHALTE		
OPDRACHTGEVER	RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND		
PROJECTNR	W01A0036	 	
DATUM	17-01-2002		
SCHAAL	1:30.000		



BORINGEN



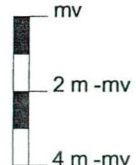
KLASSENINDELING lutum





PROJECT		ORIËNTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE	
BIJLAGE 5.1		ORGANISCH STOF GEHALTE	
OPDRACHTGEVER		RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND	
PROJECTNR	W01A0036		
DATUM	17-01-2002		
SCHAAL	1:30.000		

BORINGEN



mv

2 m -mv

4 m -mv

◆ vibrocorer

■ valbom

KLASSENINDELING
organisch stof

☐ niet geanalyseerd

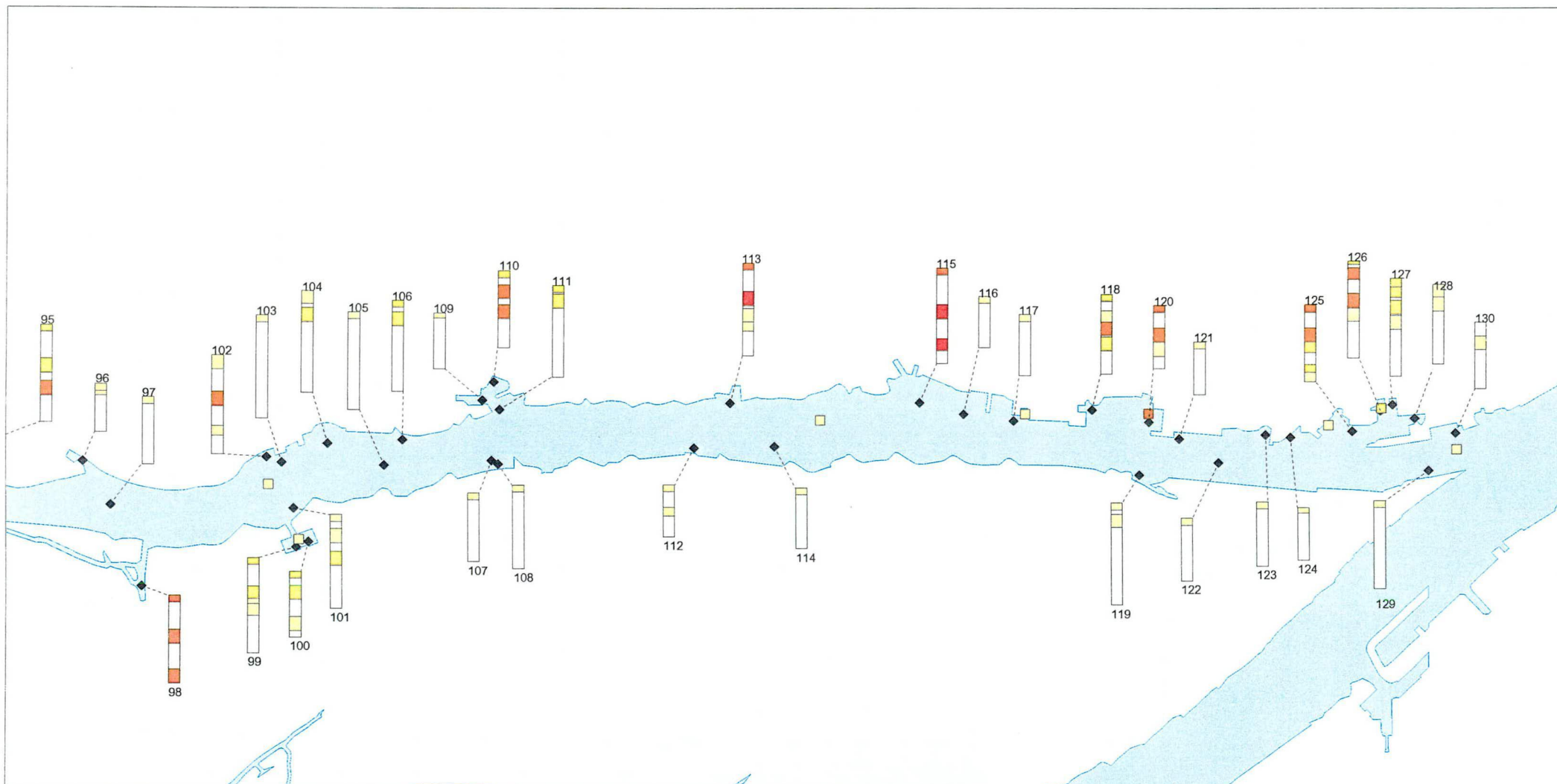
☐ 0 - 5 %

☐ 5 - 10 %



☐ 10 - 15 %




☐ 15 - 20 %







☐ > 20 %

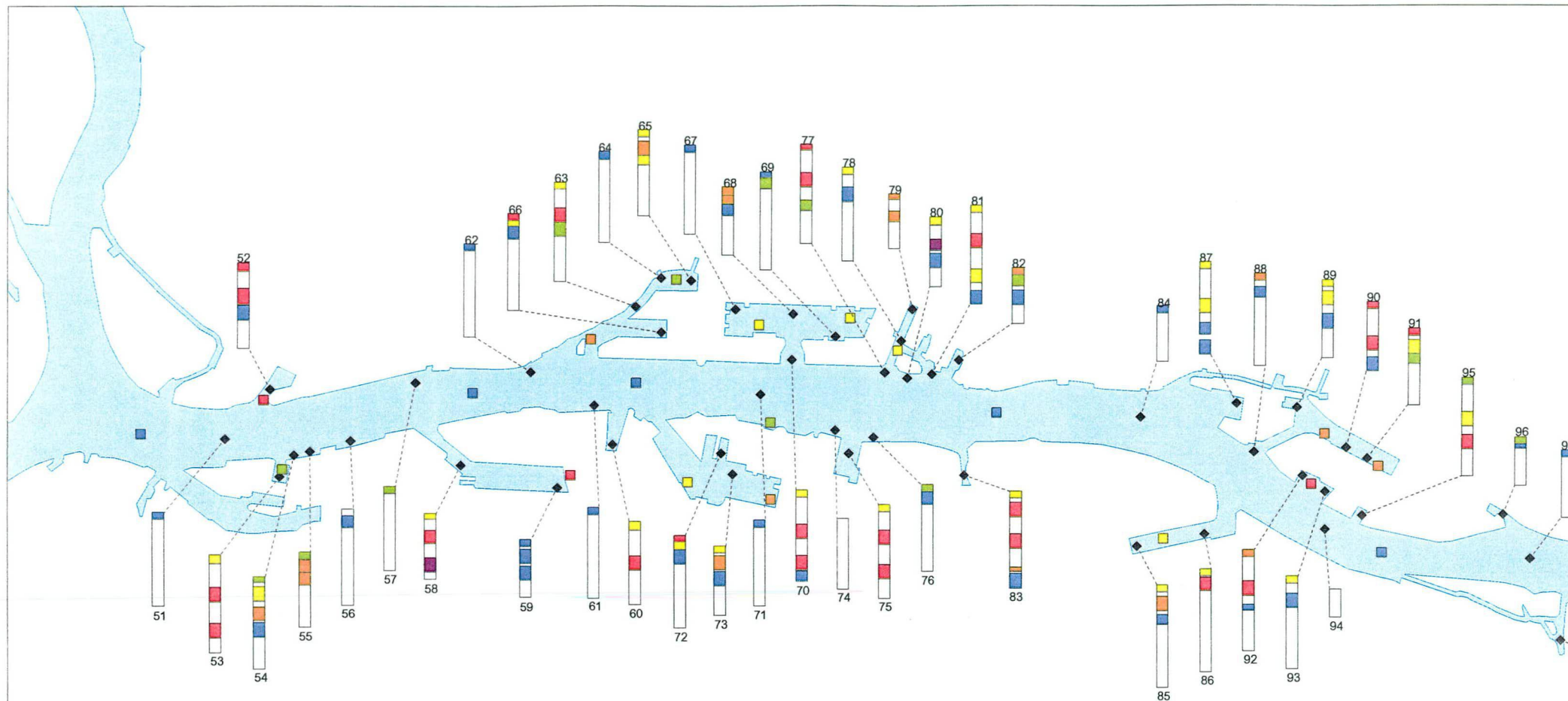




PROJECT	ORIËNTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE		
BIJLAGE 5.2	ORGANISCH STOF GEHALTE		
OPDRACHTGEVER	RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND		
PROJECTNR	W01A0036		
DATUM	17-01-2002		
SCHAAL	1:30.000		

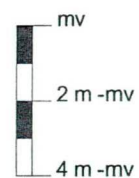
BORINGEN	
 mv	◆ vibrocorer
 2 m -mv	■ valbom
 4 m -mv	

KLASSENINDELING organisch stof	
	niet geanalyseerd
	0 - 5 %
	5 - 10 %
	10 - 15 %
	15 - 20 %
	> 20 %



PROJECT	ORIËTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE	
BIJLAGE 6.1	CADMIUM VERONTREINIGING	
OPDRACHTGEVER	RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND	
PROJECTNR	W01A0036	 
DATUM	17-01-2002	
SCHAAL	1:30.000	

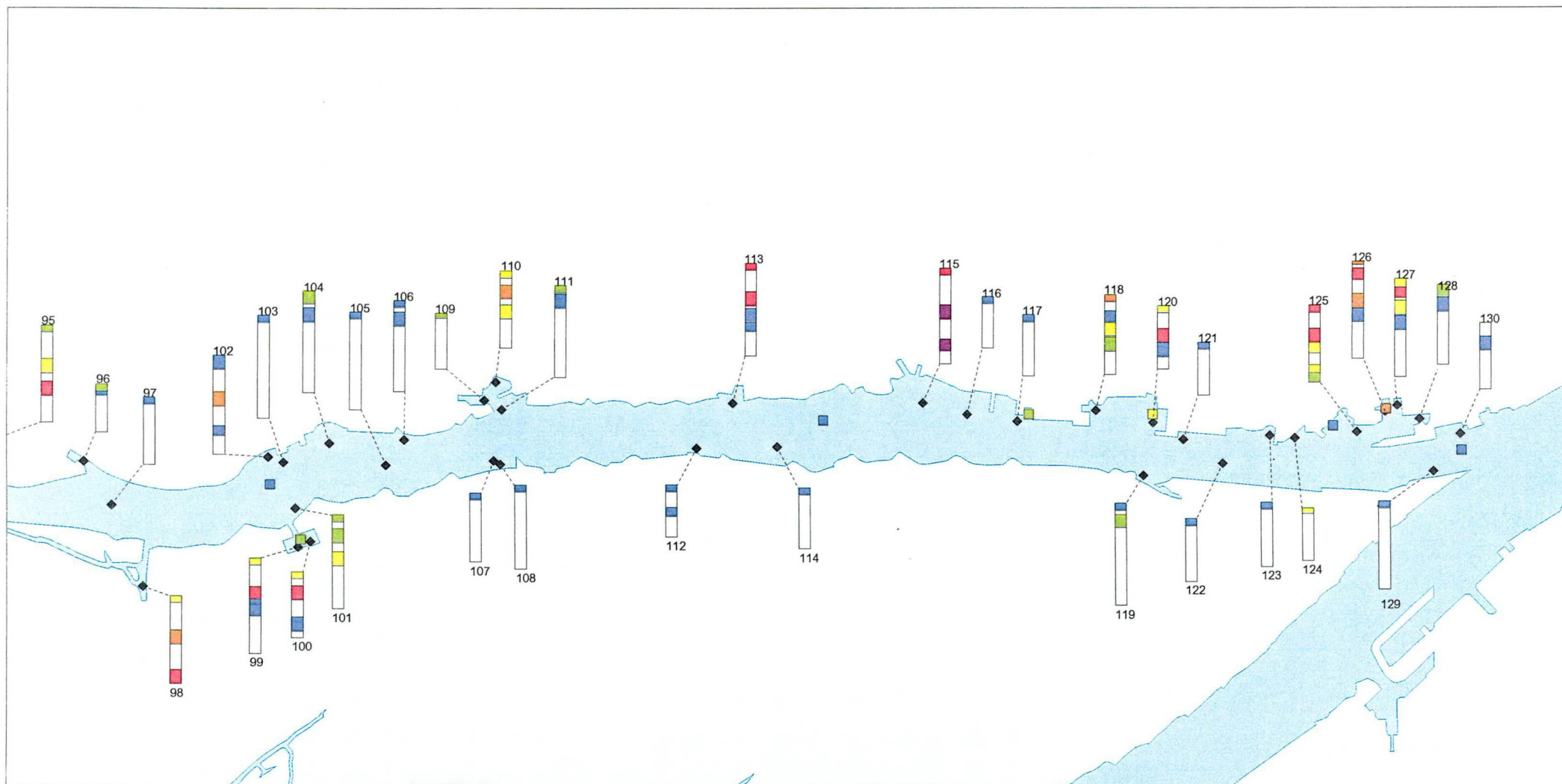
BORINGEN





- ◆ vibrocorer
- valbom

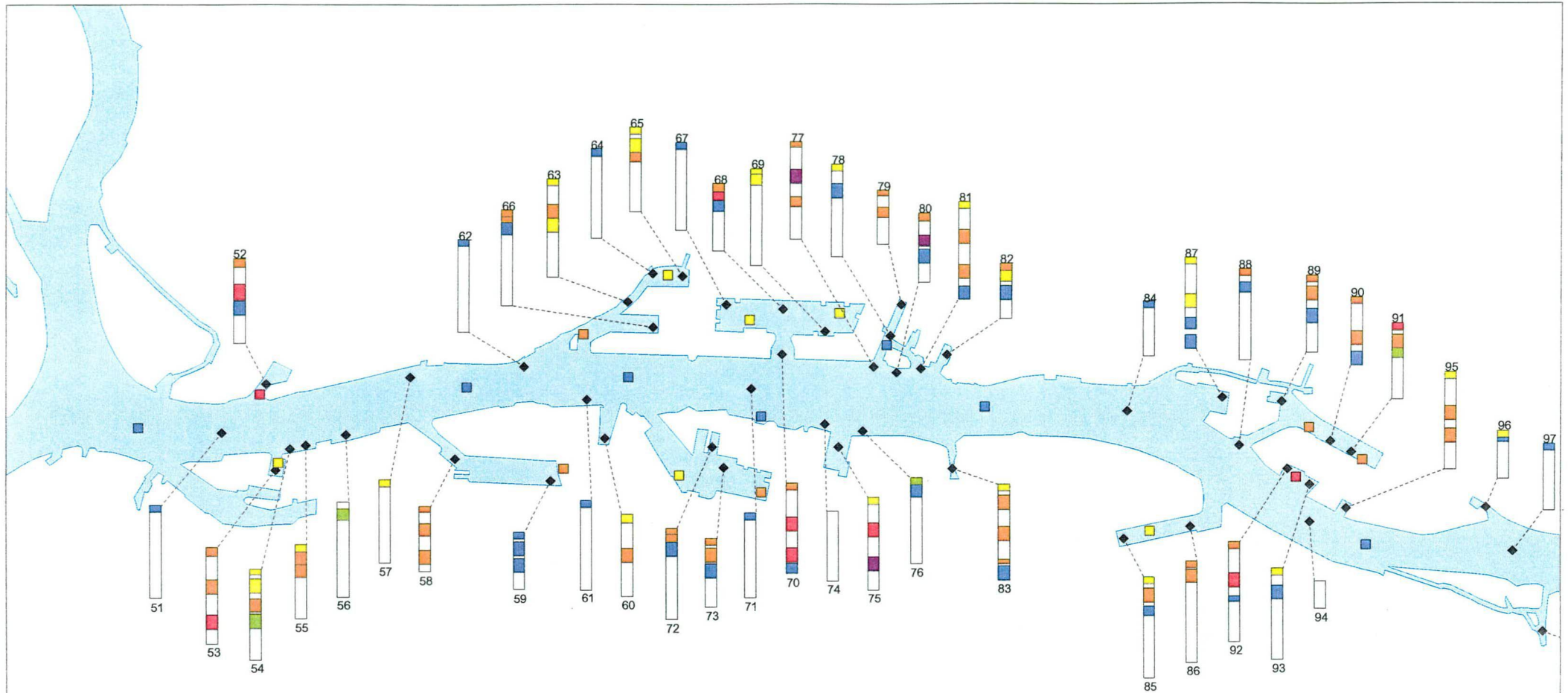
KLASSENDELING cadmium



- niet geanalyseerd
- klasse 0
- klasse 1
- klasse 2
- klasse 3
- klasse 4
- >signaleringswaarde



PROJECT		ORIËNTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE	
BIJLAGE 6.2		CADMIUM VERONTREINIGING	
OPDRACHTGEVER		RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND	
PROJECTNR	W01A0036		
DATUM	17-01-2002		
SCHAAL	1:30.000		

</



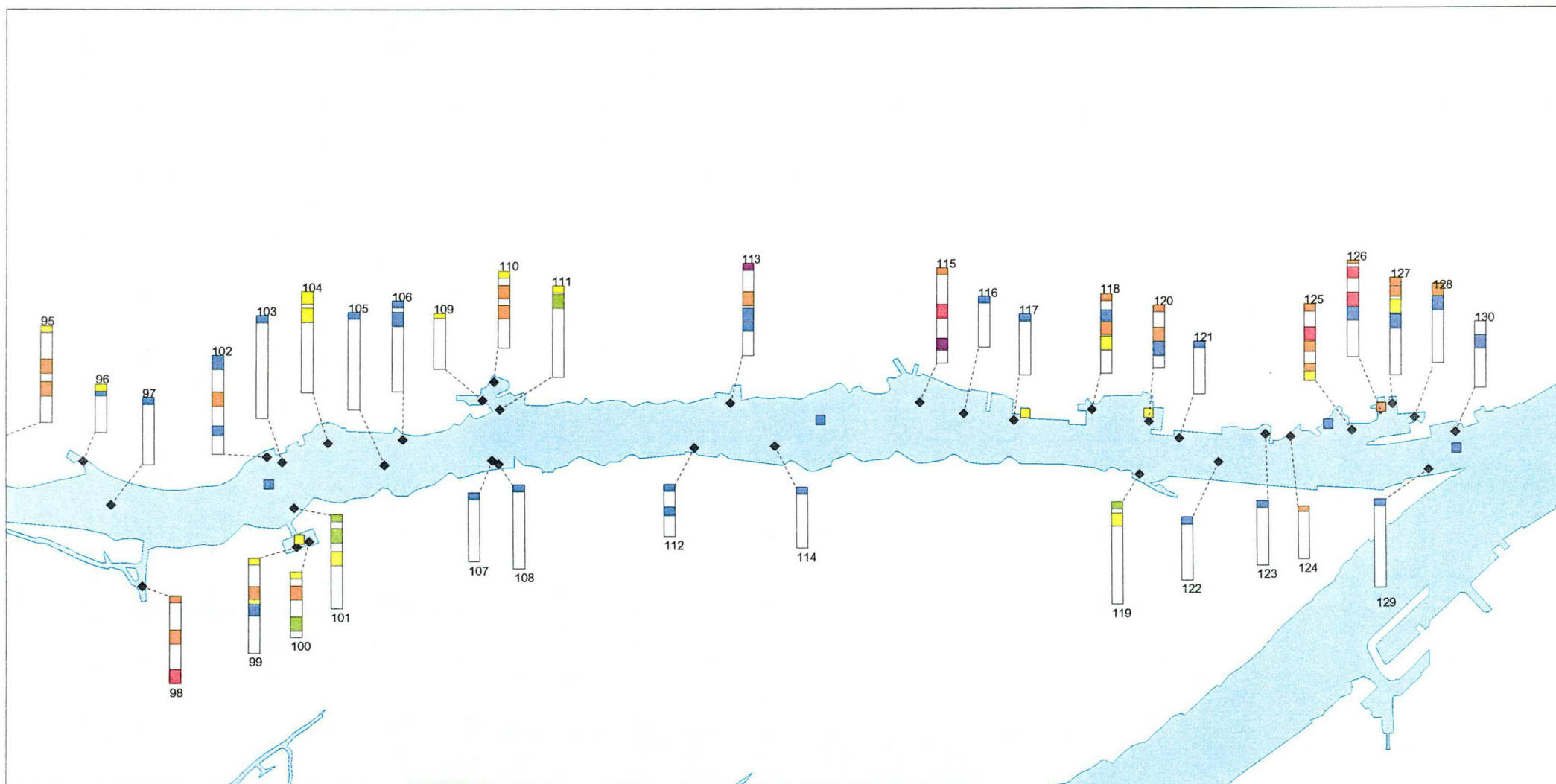
PROJECT	ORIËTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE		
BIJLAGE 7.1	KWIK VERONTREINIGING		
OPDRACHTGEVER	RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND		
PROJECTNR	W01A0036	 	
DATUM	17-01-2002		
SCHAAL	1:30.000		



BORINGEN



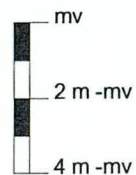
KLASSENINDELING kwik





PROJECT	ORIËNTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE	
BIJLAGE 7.2	KWIK VERONTREINIGING	
OPDRACHTGEVER	RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND	
PROJECTNR	W01A0036	 
DATUM	17-01-2002	
SCHAAL	1:30.000	

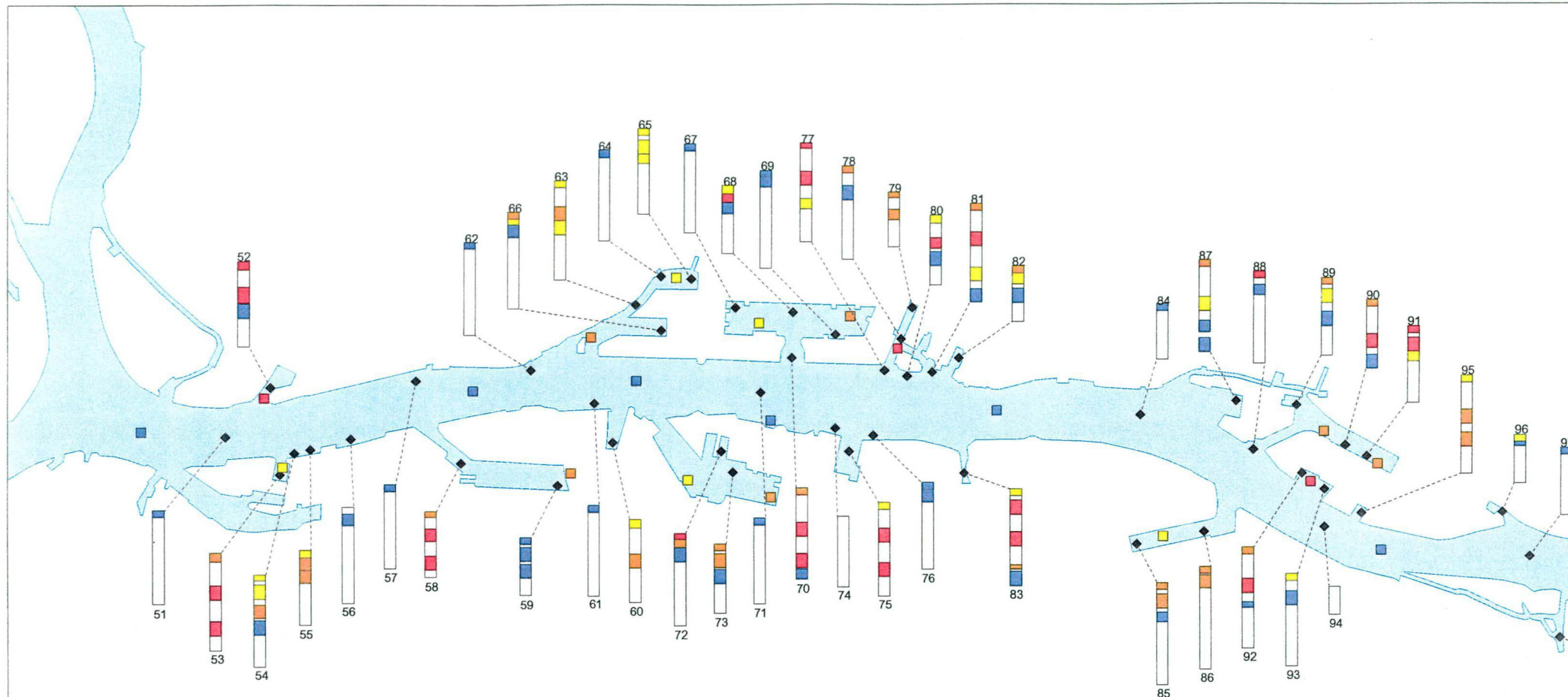
BORINGEN





- ◆ vibrocorer
- valbom

KLASSENINDELING kwik



- niet geanalyseerd
- klasse 0
- klasse 1
- klasse 2
- klasse 3
- klasse 4
- >signaleringswaarde



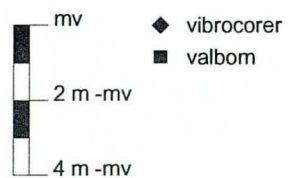
PROJECT		ORIËNTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE	
BIJLAGE 8.1		KOPER VERONTREINIGING	
OPDRACHTGEVER		RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND	
PROJECTNR	W01A0036		
DATUM	17-01-2002		
SCHAAL	1:30.000		

BORINGEN



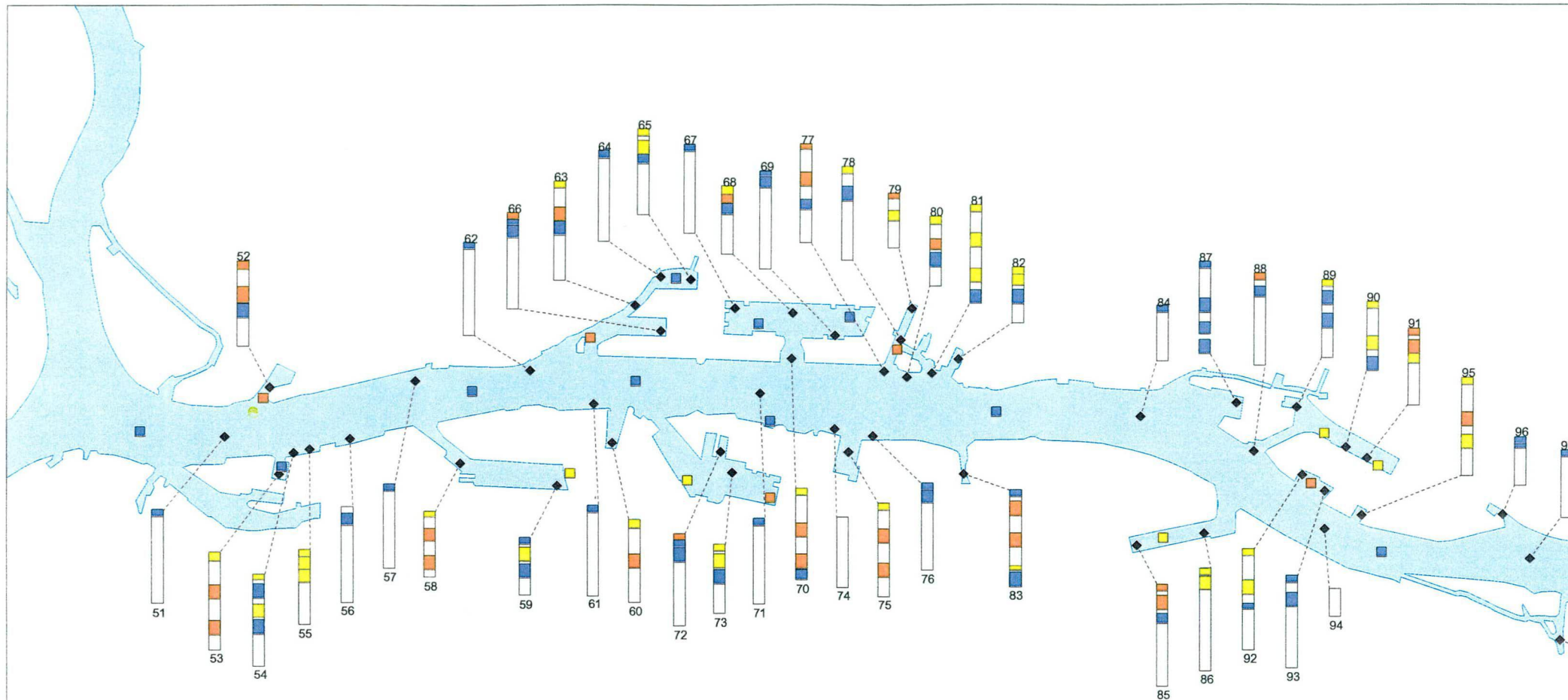
PROJECT	ORIËNTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE	
BIJLAGE 8.2	KOPER VERONTREINIGING	
OPDRACHTGEVER	RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND	
PROJECTNR	W01A0036	 
DATUM	17-01-2002	
SCHAAL	1:30.000	



BORINGEN



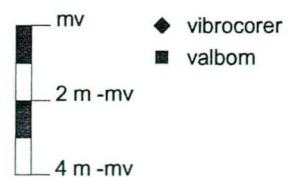
KLASSENINDELING koper

- ☐ niet geanalyseerd
- ☐ klasse 0
- ☐ klasse 1
- ☐ klasse 2
- ☐ klasse 3
- ☐ klasse 4
- ☐ >signaleringswaarde



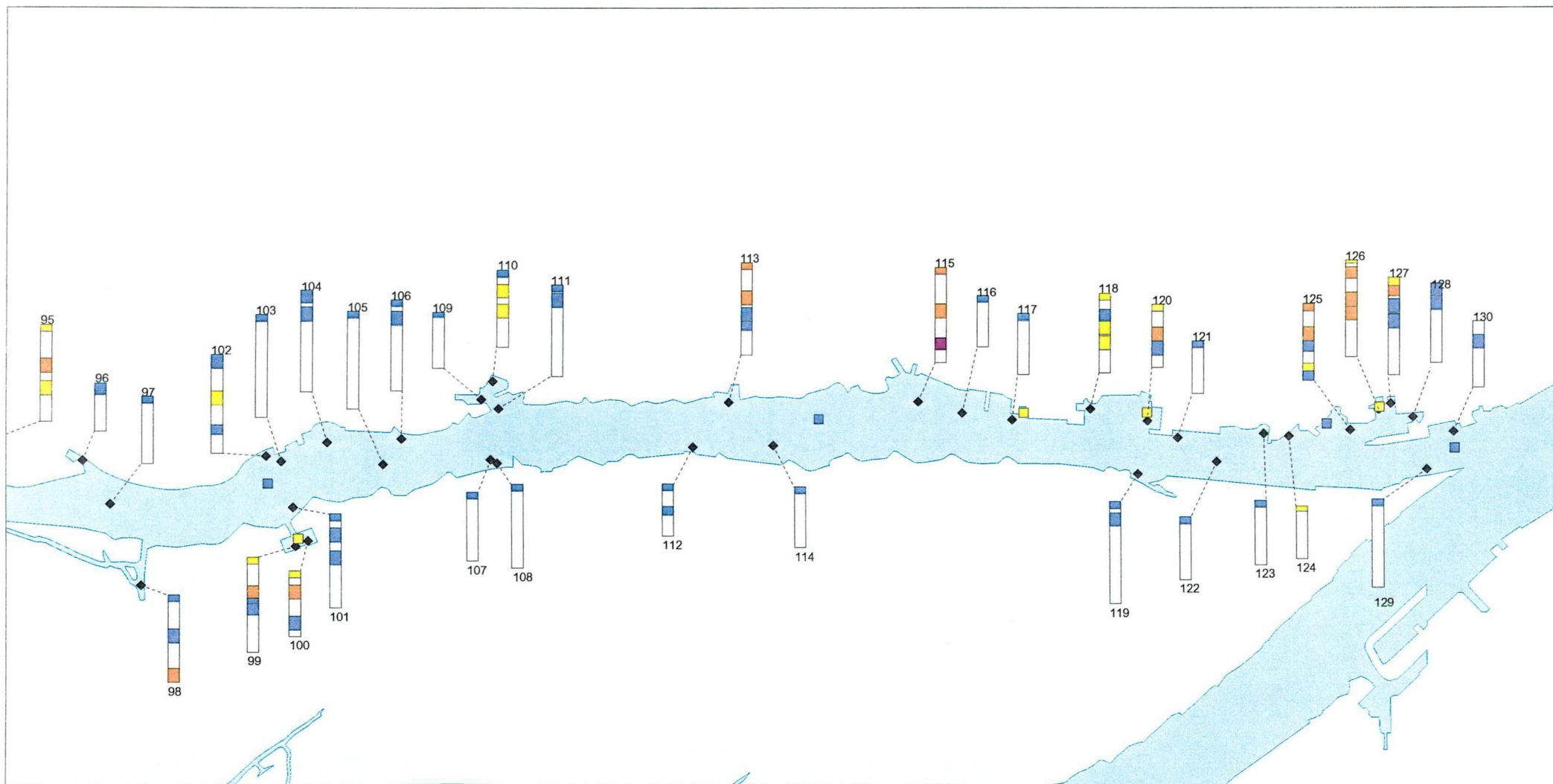
PROJECT	ORIËTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE		
BIJLAGE 9.1	NIKKEL VERONTREINIGING		
OPDRACHTGEVER	RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND		
PROJECTNR	W01A0036	 	
DATUM	17-01-2002		
SCHAAL	1:30.000		

BORINGEN





KLASSENINDELING nikkel



- niet geanalyseerd
- klasse 0
- klasse 1
- klasse 2
- klasse 3
- klasse 4
- >signaleringswaarde






PROJECT	ORIËNTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE		
BIJLAGE 9.2	NIKKEL VERONTREINIGING		
OPDRACHTGEVER	RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND		
PROJECTNR	W01A0036		
DATUM	17-01-2002		
SCHAAL	1:30.000		











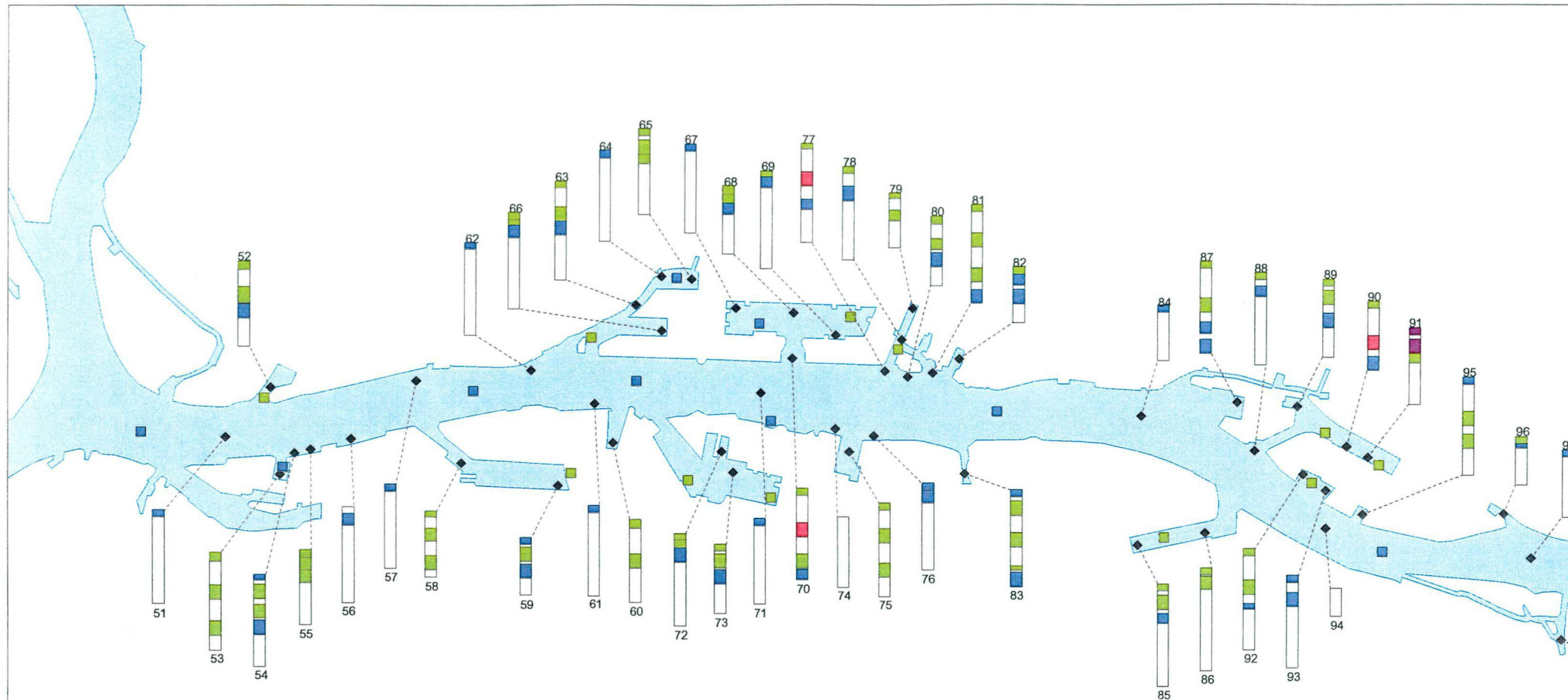
BORINGEN



 vibrocorer
 valbom

 mv
 2 m -mv
 4 m -mv

**KLASSENINDELING
nikkel**

 niet geanalyseerd
 klasse 0
 klasse 1
 klasse 2
 klasse 3
 klasse 4
 >signaleringswaarde



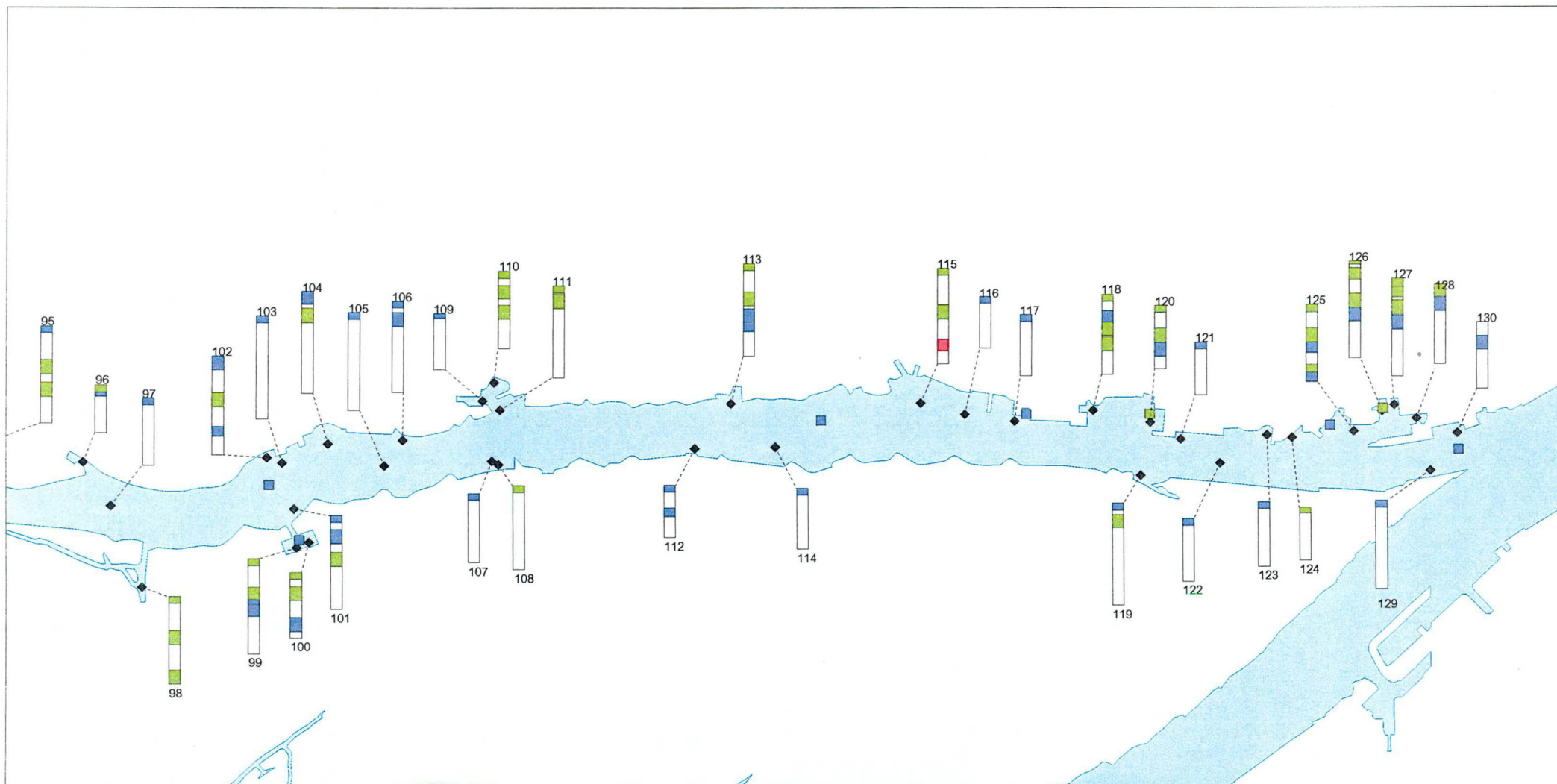
PROJECT	ORIËTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE	
BIJLAGE 10.1	LOOD VERONTREINIGING	
OPDRACHTGEVER	RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND	
PROJECTNR	W01A0036	 
DATUM	17-01-2002	
SCHAAL	1:30.000	



BORINGEN



KLASSENINDELING lood





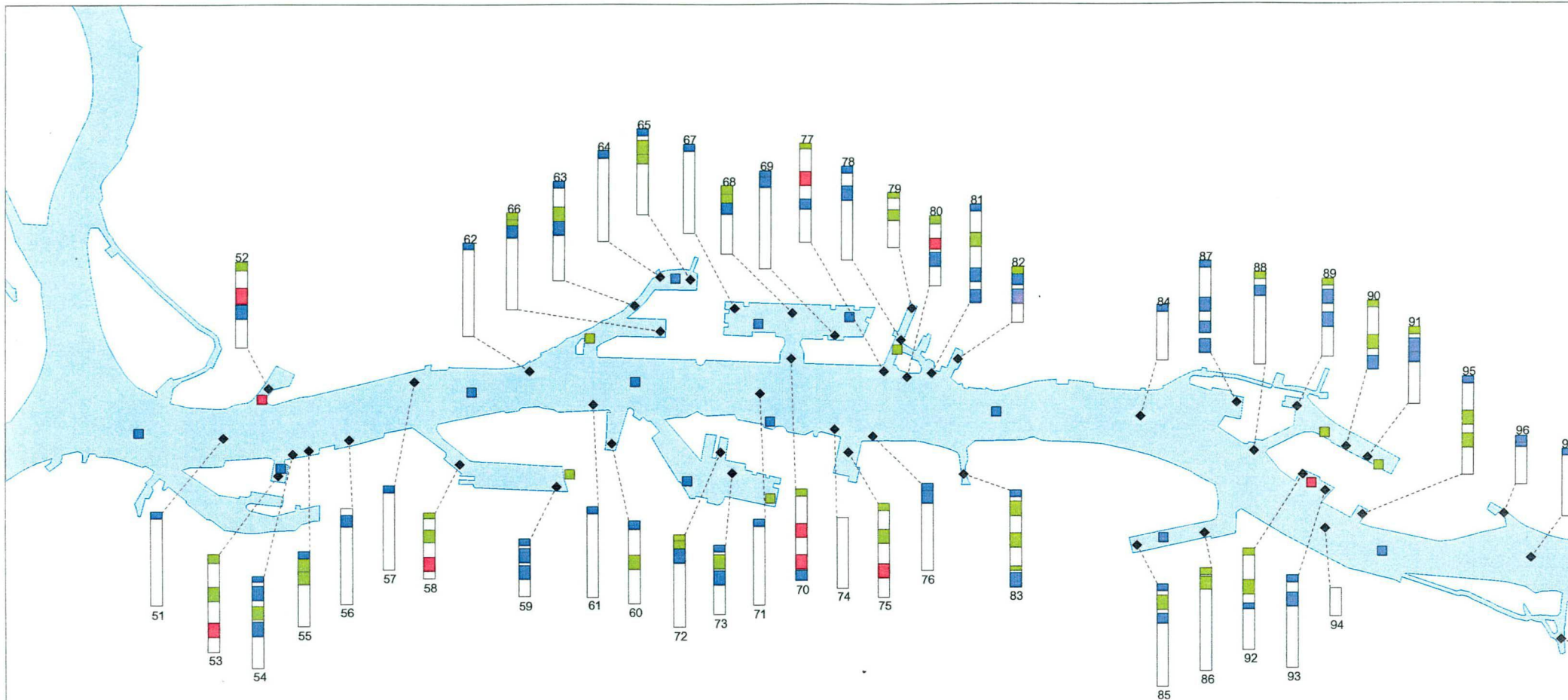
PROJECT	ORIËNTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE	
BIJLAGE 10.2	LOOD VERONTREINIGING	
OPDRACHTGEVER	RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND	
PROJECTNR	W01A0036	 
DATUM	17-01-2002	
SCHAAL	1:30.000	

BORINGEN



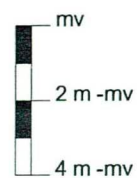
KLASSENINDELING lood

- ☐ niet geanalyseerd
- ☒ klasse 0
- ☒ klasse 1
- ☒ klasse 2
- ☒ klasse 3
- ☒ klasse 4
- ☒ >signaleringswaarde



PROJECT	ORIËTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE		
BIJLAGE 11.1	CHROOM VERONTREINIGING		
OPDRACHTGEVER	RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND		
PROJECTNR	W01A0036	 	
DATUM	17-01-2002		
SCHAAL	1:30.000		

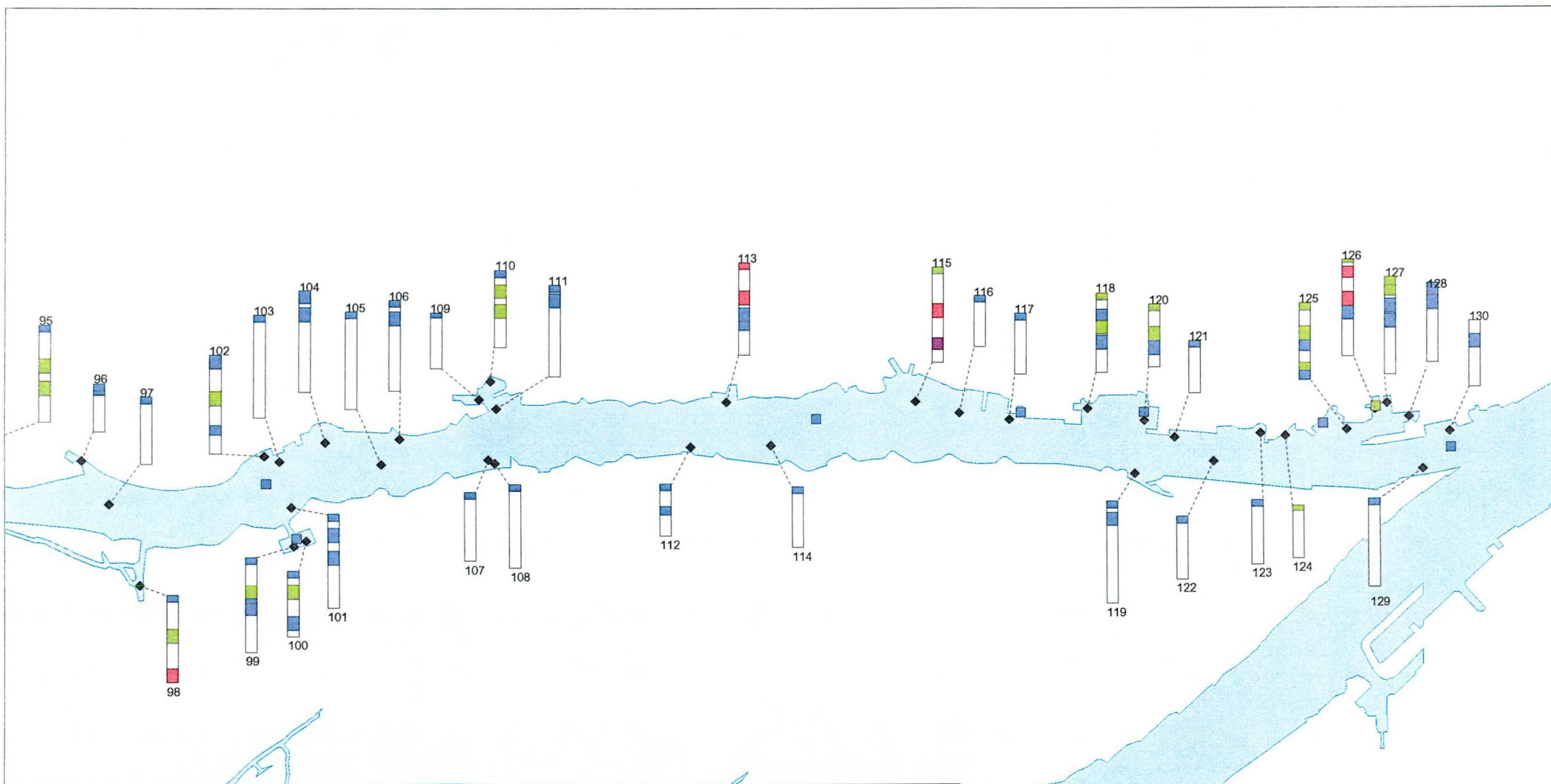
BORINGEN





- ◆ vibrocorer
- valbom


KLASSENDELING chroom

- niet geanalyseerd
- klasse 0
- klasse 1
- klasse 2
- klasse 3
- klasse 4
- >signaleringswaarde



PROJECT		ORIËTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE	
BIJLAGE 11.2		CHROOM VERONTREINIGING	
OPDRACHTGEVER		RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND	
PROJECTNR	W01A0036		
DATUM	17-01-2002		
SCHAAL	1:30.000		



BORINGEN










mv

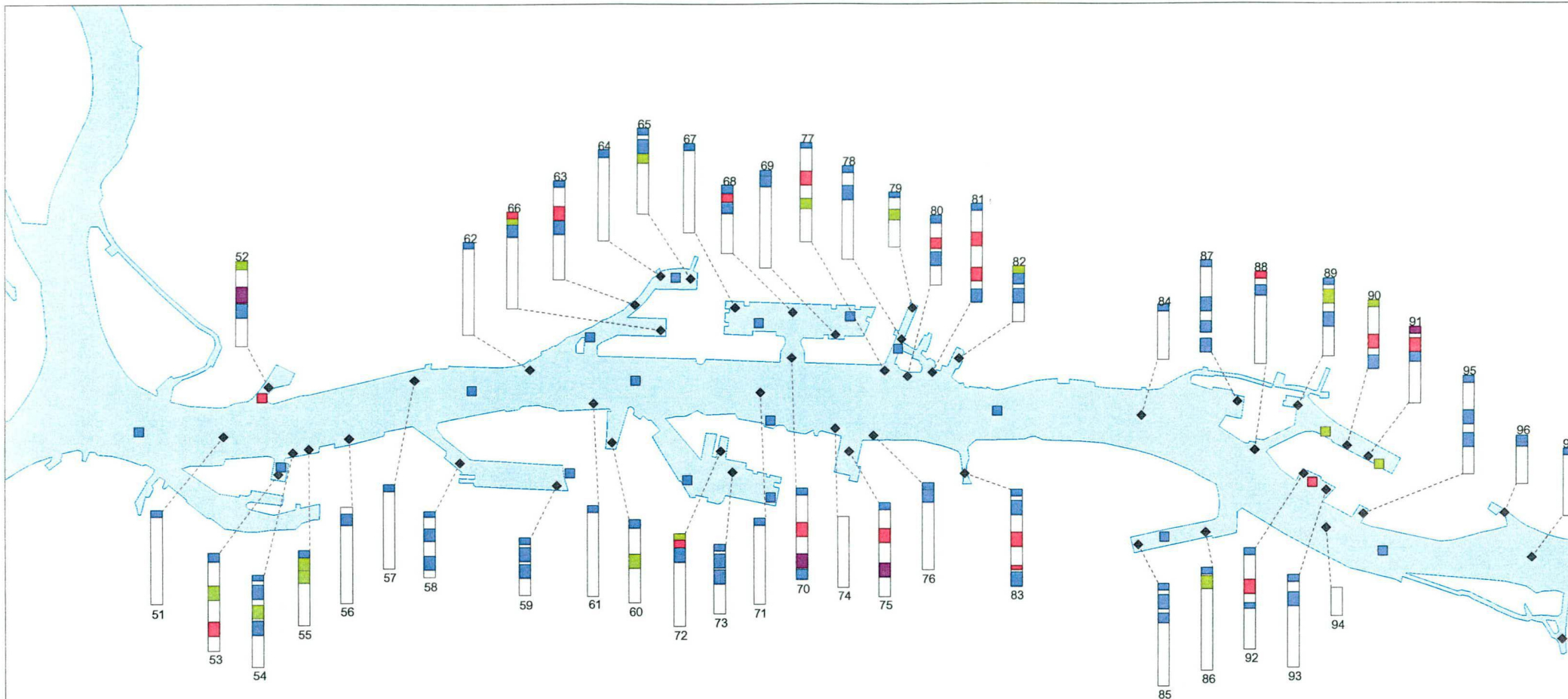
2 m -mv



4 m -mv

-  vibrocorer
-  valbom

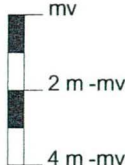
KLASSENINDELING chroom

-  niet geanalyseerd
-  klasse 0
-  klasse 1
-  klasse 2
-  klasse 3
-  klasse 4
-  >signaleringswaarde



PROJECT		ORIËNTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE	
BIJLAGE 12.1		ARSEEN VERONTREINIGING	
OPDRACHTGEVER		RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND	
PROJECTNR	W01A0036		
DATUM	17-01-2002		
SCHAAL	1:30.000		

BORINGEN



mv

2 m -mv

4 m -mv

◆ vibrocorer

■ valbom

KLASSENINDELING
arsen

□ niet geanalyseerd

■ klasse 0

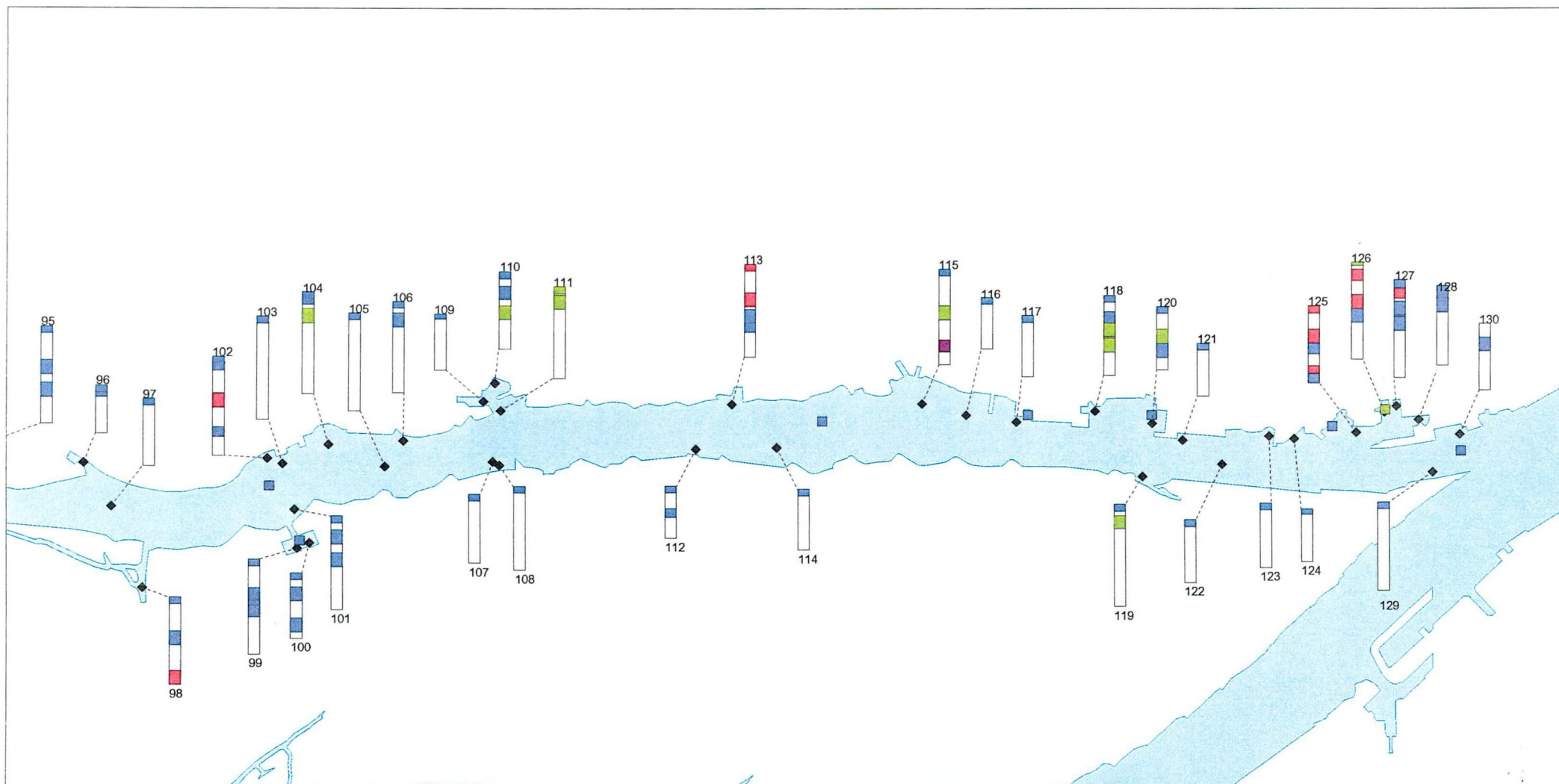
■ klasse 1



■ klasse 2

■ klasse 3

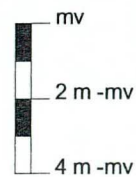
■ klasse 4

■ >signaleringswaarde



PROJECT	ORIËNTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE	
BIJLAGE 12.2	ARSEEN VERONTREINIGING	
OPDRACHTGEVER	RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND	
PROJECTNR	W01A0036	 
DATUM	17-01-2002	
SCHAAL	1:30.000	

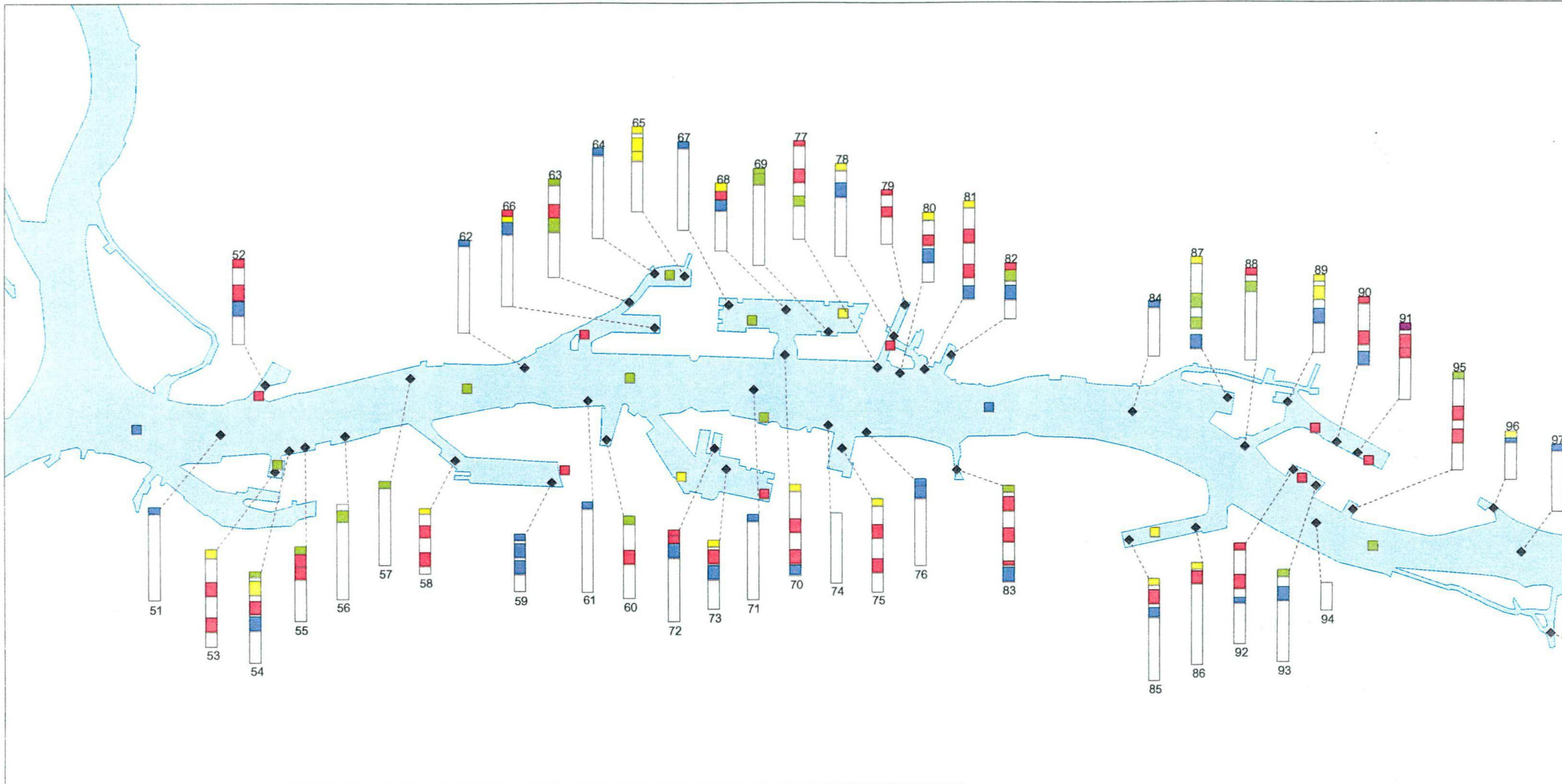
BORINGEN










◆ vibrocorer
■ valborn

KLASSENINDELING arseen

□ niet geanalyseerd
■ klasse 0
■ klasse 1
■ klasse 2
■ klasse 3
■ klasse 4
■ >signaleringswaarde



PROJECT		ORIËTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE	
BIJLAGE 13.1		ZINK VERONTREINIGING	
OPDRACHTGEVER		RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND	
PROJECTNR	W01A0036	 	BORINGEN  mv  2 m -mv  4 m -mv  vibrocorer  valbom
DATUM	17-01-2002		
SCHAAL	1:30.000		

KLASSENINDELING zink

niet geanalyseerd

klasse 0

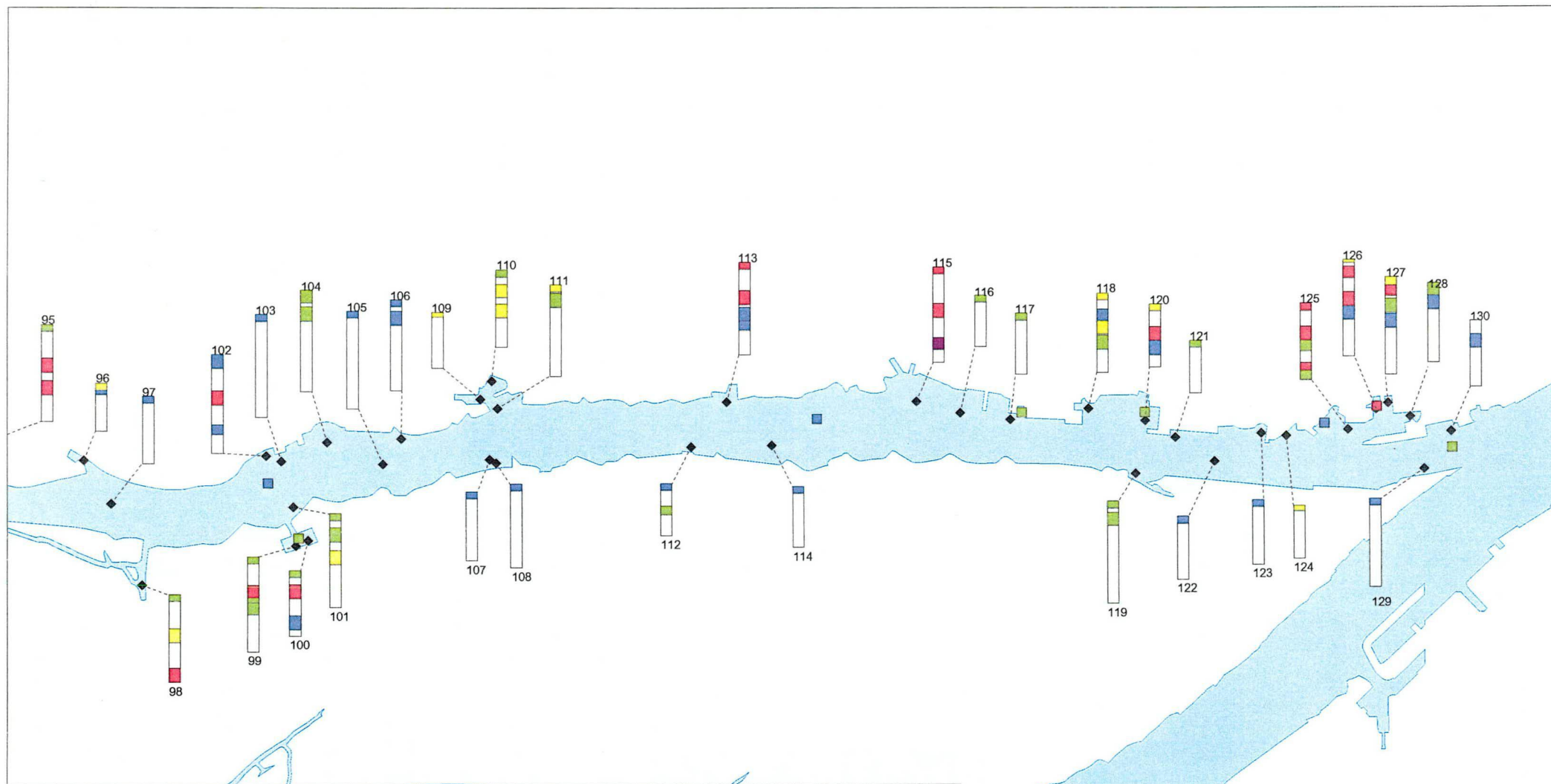
klasse 1



klasse 2

klasse 3

klasse 4

>signaleringswaarde



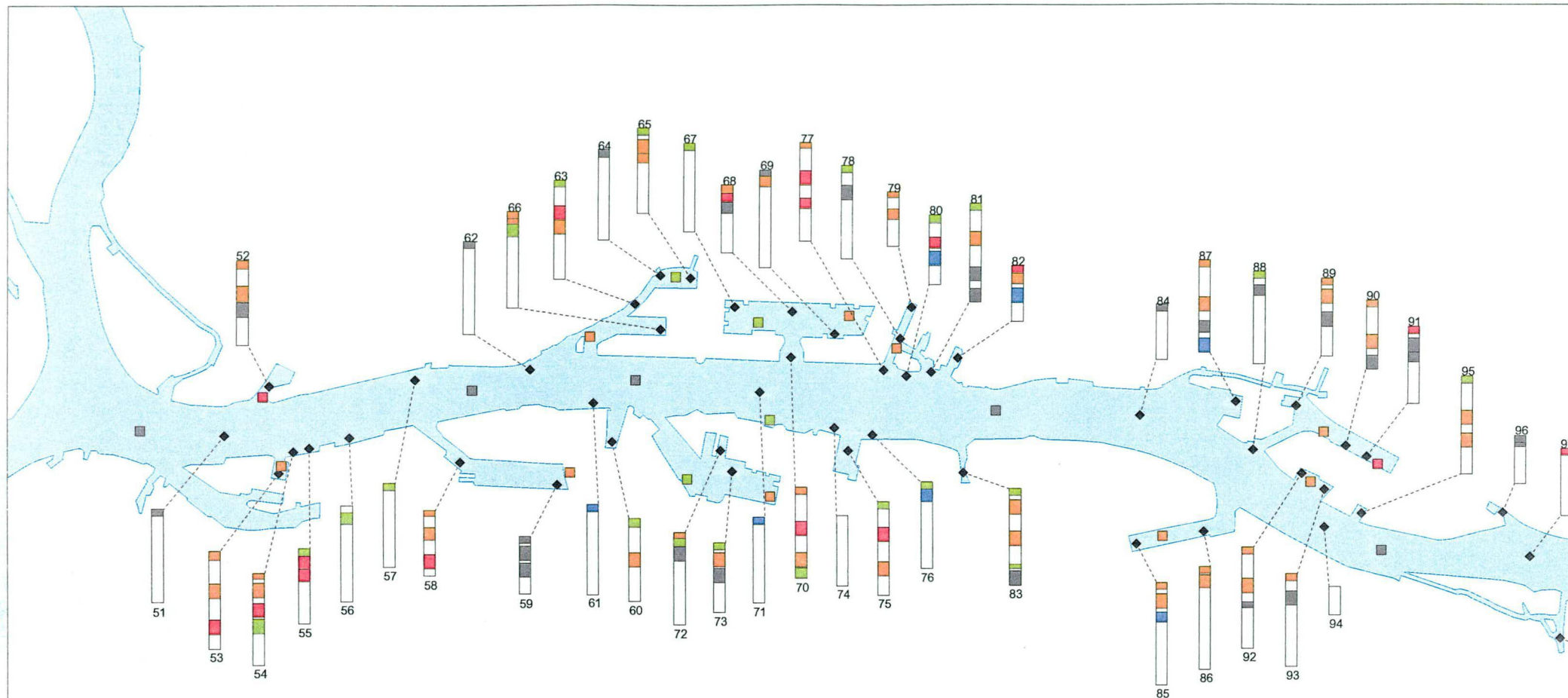
PROJECT	ORIËNTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE	
BIJLAGE 13.2	ZINK VERONTREINIGING	
OPDRACHTGEVER	RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND	
PROJECTNR	W01A0036	 
DATUM	17-01-2002	
SCHAAL	1:30.000	



BORINGEN



KLASSENINDELING zink



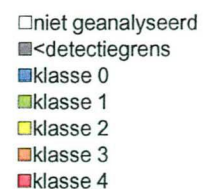


PROJECT	ORIËTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE	
BIJLAGE 14.1	SOM 7 PCB VERONTREINIGING	
OPDRACHTGEVER	RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND	
PROJECTNR	W01A0036	 
DATUM	17-01-2002	
SCHAAL	1:30.000	

BORINGEN



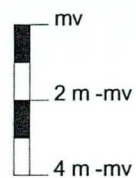
KLASSENINDELING som 7 pcb





PROJECT	ORIËTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE	
BIJLAGE 14.2	SOM 7 PCB VERONTREINIGING	
OPDRACHTGEVER	RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND	
PROJECTNR	W01A0036	 
DATUM	17-01-2002	
SCHAAL	1:30.000	

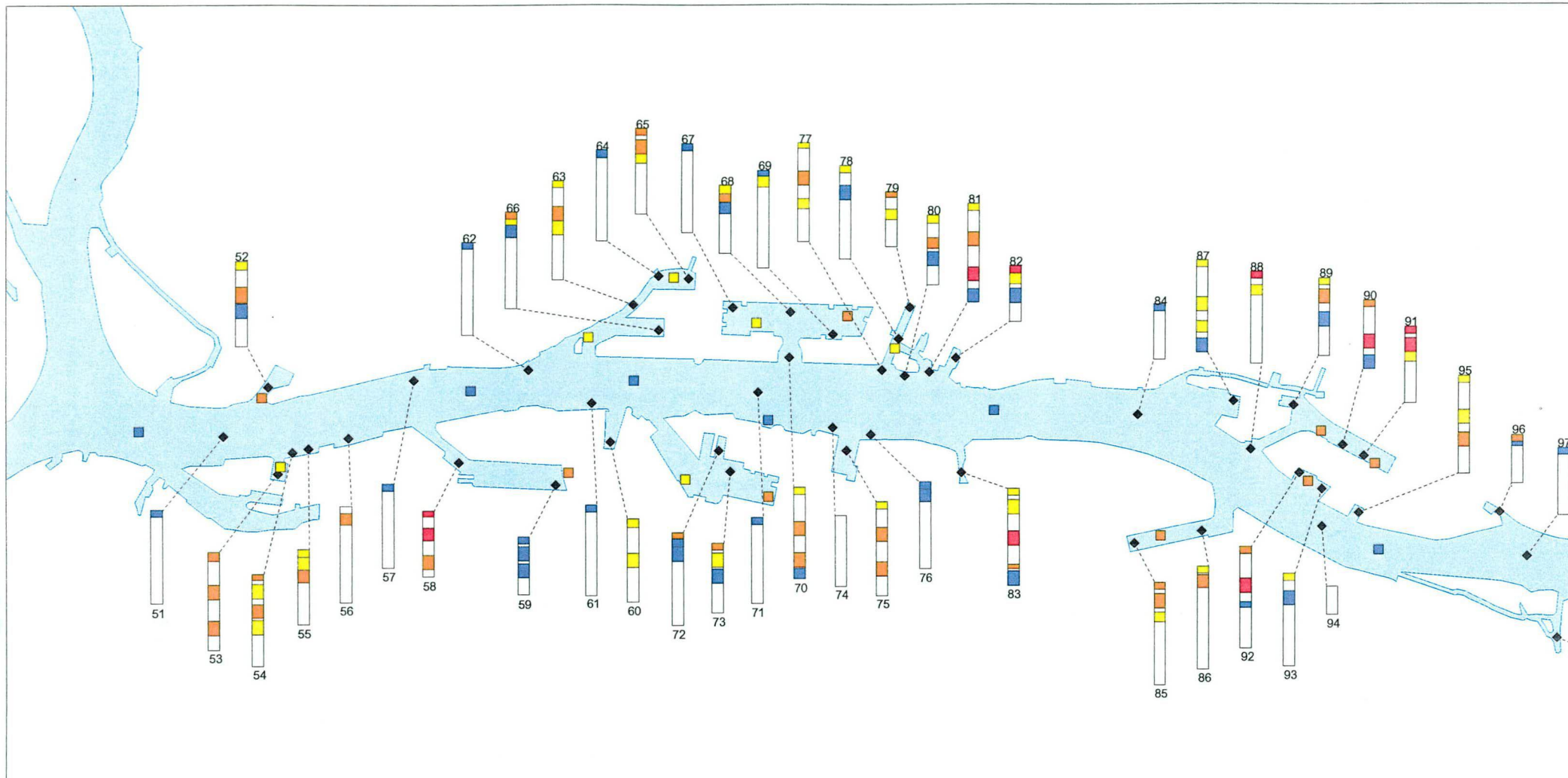
BORINGEN





- ◆ vibrocorer
- valbom

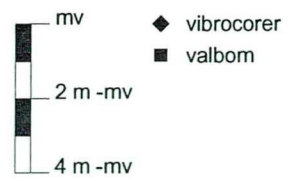
KLASSENINDELING som 7 pcb

- niet geanalyseerd
- <detectiegrens
- klasse 0
- klasse 1
- klasse 2
- klasse 3
- klasse 4



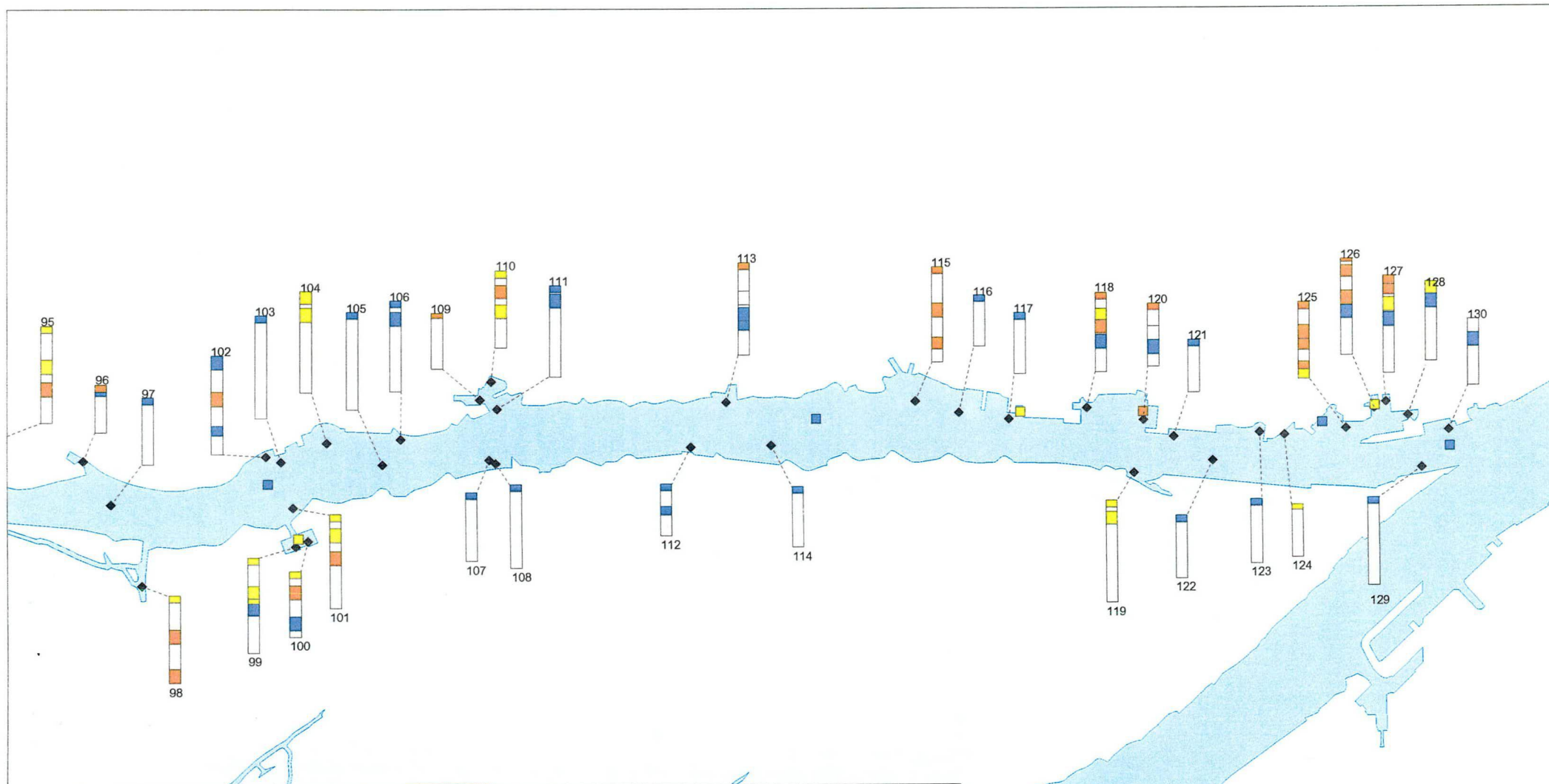
PROJECT	ORIËTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE		
BIJLAGE 15.1	SOM 10 PAK VERONTREINIGING		
OPDRACHTGEVER	RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND		
PROJECTNR	W01A0036	 	
DATUM	17-01-2002		
SCHAAL	1:30.000		

BORINGEN



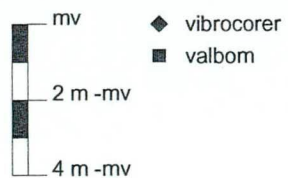
KLASSENINDELING som 10 pak

- niet geanalyseerd
- klasse 0
- klasse 1
- klasse 2
- klasse 3
- klasse 4



PROJECT	ORIËNTEREND ONDERZOEK WATERBODEM BENEDEN MERWEDE	
BIJLAGE 15.2	SOM 10 PAK VERONTREINIGING	
OPDRACHTGEVER	RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZUID-HOLLAND	
PROJECTNR	W01A0036	 
DATUM	17-01-2002	
SCHAAL	1:30.000	

BORINGEN



KLASSENINDELING som 10 pak

- niet geanalyseerd
- klasse 0
- klasse 1
- klasse 2
- klasse 3
- klasse 4

Bijlage 16: RD-coördinaten en NAP-diepten van de boorlocaties

Boorlocatie	X-coör- dinaat	Y-coör- dinaat	NAP- diepte
1	105884	426040	-6,33
2	106510	426217	-2,09
3	106431	425929	-6,85
4	106605	425853	-2,39
5	107097	426256	-8,36
6	107418	426345	-4,28
7	107588	426251	-9,18
8	108088	426198	-7,50
9	108094	425818	-2,85
10	108197	426534	-1,91
11	108436	426304	-8,02
12	108644	426847	-5,21
13	108707	425780	-5,12
14	109143	425688	-4,03
15	109141	426092	-2,53
16	109393	426116	-5,96
17	109078	426607	-9,16
18	109556	426640	-4,22
19	109805	426470	-2,73
20	109767	426200	-5,98
21	110325	426142	-6,58
22	110979	425994	-5,39
23	111201	425477	-4,21
24	111559	425911	-4,39
25	111804	425554	-5,40
26	111971	425764	-4,02
27	112039	426027	-4,11
28	112320	425857	-3,76
29	112338	425401	-5,20
30	112851	425289	-7,20
31	113374	425272	-6,40
32	114074	425185	-1,81
33	113918	425477	-5,69

Boorlocatie	X-coör- dinaat	Y-coör- dinaat	NAP- diepte
34	114067	425649	-1,69
35	114792	425707	-6,89
36	115016	425577	-3,38
37	115034	425951	-0,72
38	115126	425994	-0,69
39	115565	425850	-4,08
40	115636	425631	-3,72
41	116198	425735	-6,12
42	116795	425818	-6,44
43	117560	425694	-5,44
44	117880	425849	-2,36
45	118265	425692	-5,96
46	118532	425849	-4,89
47	119412	425512	-6,69
48	119478	425789	-2,99
49	119753	425879	-2,21
50	120148	425660	-5,81
51	106315	426013	-6,79
52	106543	426274	-3,19
53	106592	425814	-3,09
54	106666	425926	-4,59
55	106748	425946	-5,06
56	106953	426002	-5,62
57	107293	426305	-6,73
58	107526	425871	-3,42
59	108027	425753	-3,58
60	108315	425980	-4,43
61	108215	426185	-7,01
62	107887	426361	-9,71
63	108433	426706	-4,10
64	108565	426856	-3,61
65	108723	426840	-5,23
66	108566	426570	-6,50

Boorlocatie	X-coör- dinaat	Y-coör- dinaat	NAP- diepte
67	108954	426689	-6,10
68	109257	426664	-7,36
69	109480	426546	-5,04
70	109252	426423	-5,18
71	109088	426241	-5,94
72	108881	425933	-4,58
73	108942	425823	-4,58
74	109479	426053	-4,01
75	109551	425931	-4,26
76	109680	426014	-2,22
77	109737	426356	-2,88
78	109825	426521	-2,77
79	109882	426687	-1,47
80	109856	426325	-2,59
81	109986	426345	-2,21
82	110124	426419	-2,14
83	110156	425814	-0,56
84	111078	426117	-6,55
85	111062	425437	-3,60
86	111416	425502	-5,14
87	111581	426190	-5,16
88	111673	425935	-4,51
89	111894	426166	-4,06
90	112152	425956	-3,49
91	112263	425899	-5,25
92	111926	425808	-2,66
93	112044	425723	-3,31
94	112044	425526	-5,19
95	112236	425598	-2,64
96	112968	425601	-3,16
97	113109	425368	-5,25
98	113268	424937	-1,67
99	114061	425145	-1,88

Boorlocatie	X-coör- dinaat	Y-coör- dinaat	NAP- diepte
100	114123	425174	-2,08
101	114047	425351	-2,72
102	113909	425623	-1,72
103	113987	425594	-4,19
104	114222	425695	-0,56
105	114512	425580	-6,07
106	114607	425715	-6,37
107	115068	425604	-4,14
108	115103	425585	-1,25
109	115020	425924	-2,33
110	115079	426021	-2,12
111	115109	425874	-1,66
112	116126	425671	-5,25
113	116315	425908	-1,70
114	116555	425678	-4,87
115	117319	425911	-1,21
116	117552	425850	-2,20
117	117818	425813	-3,54
118	118233	425871	-2,94
119	118483	425524	-1,26
120	118533	425806	-4,95
121	118693	425716	-7,29
122	118899	425588	-5,50
123	119147	425738	-1,51
124	119278	425724	-3,23
125	119601	425756	-3,83
126	119750	425865	-1,95
127	119812	425898	-2,87
128	119929	425824	-3,00
129	120001	425547	-6,05
130	120142	425746	-3,00

