

DI:3768

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

ie van Verkeer en Waterstaat

Directie Zeeland

t-Generaal Rijkswaterstaat

Nummer: K1450



Zeeland

Bibliotheek, Koestr. 30, tel: 0118-686362,
postbus 5014, 4330 KA Middelburg



DI: 3768

Bemonsteringspunten Belgisch-
Nederlandse grens

Waterkwaliteitsberekeningen

VI: 3708



Bemonsteringspunten Belgisch-
Nederlandse grens

Waterkwaliteitsberekeningen

L. Dekker
Middelburg, september 1994

Rijkswaterstaat
Directie Zeeland

Rapport AX 94.071





Inhoudsopgave

1 Inleiding 3

2 Kanaal Gent-Terneuzen 4

3 Schelde 6

3.1 Scaldissimulatie 6

3.2 Berekeningsmethode 7

4 Aanbevelingen 8

Referenties 9

.....
Bijlagen

1 t/m 24 Concentratieverdeling uit Scaldis

25 Waterstand Prosperpolder, Concentratie Doel

26 Waterstand Prosperpolder, Concentratie Prosperpolder

27 Waterstand Hansweert, Concentratie Hansweert

28 Zoutconcentratie Baalhoek



1 Inleiding

Er bestaan plannen bemonsteringspunten(stations), ten behoeve van de waterkwaliteit, in te richten op de Belgisch-Nederlandse grens in het kanaal Gent-Terneuzen en in de Schelde.

Voor een bemonsteringspunt op de Belgisch-Nederlandse grens in het kanaal Gent-Terneuzen wordt in dit rapport een indicatie van de bemonsteringsfrequentie gegeven. Verder worden een aantal aanbevelingen gedaan voor operationeel meten in dit bemonsteringspunt.

Ten behoeve van een vast bemonsteringsstation op de Belgisch-Nederlandse grens in de Schelde(Lillo/Fort Liefkenshoek) wordt in dit rapport aangegeven, hoe concentraties berekend kunnen worden. Op basis hiervan worden een aantal aanbevelingen gedaan voor operationeel meten in dit bemonsteringsstation.

De berekeningen in dit rapport hebben betrekking op conservatieve opgeloste stoffen.

Dit rapport geeft tevens een inzicht in de mogelijkheden van het 2D-mathematische model Scaldis voor waterkwaliteits(calamiteiten)berekeningen.



2 Kanaal Gent-Terneuzen

Voor het bepalen van de bemonsteringsfrequentie is een momentane lozing het meest kritisch. De concentratieverdeling van een momentane lozing van een conservatieve opgeloste stof kan worden berekend met onderstaande formule.

$$c(y,t) = M * \exp(-y^{**2}/(4*K*t)) / (A^{*2} * \sqrt{\pi * K * t})$$

Hierin is:

- c = concentratie op plaats y en tijdstip t in kg/m**3
- M = massa lozingsstof in kg
- A = doorsnede kanaal = 1650 m**2
- y = plaats van concentratie in m (y=0 = plaats van maximum concentratie)
- t = tijdsduur na lozing in s
- pi = 3.141592
- K = dispersiecoëfficiënt in m**2/s = alpha*a*u* \sqrt{g} / C

Hierin is:

- alpha = coëfficiënt 100 à 600
- a = waterdiepte = 15.50 m
- u = stroomsnelheid = 0.02 m/s
- g = zwaartekrachtversnelling = 9.81 m/s**2
- C = Chezy-coëfficiënt = 40 m**0.5/s

Hieruit volgt: $K = 100 \text{ à } 600 * 15.5 * 0.02 * \sqrt{9.81} / 40 = 2.42 \text{ à } 14.56$

De formule voor de concentratieberekening is in een computerprogramma gezet, waarmee de concentratie in y = 0, 100, 500, 1000, 2000, 5000 m voor een aantal waarden van t berekend wordt. Het computerprogramma en invoer zijn gegeven op appendix 1.

Het tijdstip, waarop de concentratie op de grens maximaal is, kan bepaald worden uit: $t = x/u$, hierin is x: de afstand van het lozingspunt tot de grens. In tabel 1 is voor een aantal waarden van x, de waarde van t gegeven.



Tabel 1: t als functie van x

x (m)	t (s)
500	25000
1000	50000
5000	250000
10000	500000
15000	750000

Voor de lozingspunten en tijdstippen volgens tabel 1 is met het computerprogramma, de concentratieverdeling berekend. Hierbij is voor $M = 1$ kg en voor $K = 10 \text{ m}^2/\text{s}$ aangehouden. De resultaten hiervan zijn gegeven op appendix 2 ($y=0$ = plaats maximum concentratie = grens).

Aan de hand van de resultaten van appendix 2 is de bemonsteringsfrequentie als functie van x (afstand lozingspunt-grens) bepaald, waarbij 90% van de maximale concentratie op de grens wordt gemeten. Dit is gedaan door de afstand tussen de 90%-concentratiewaarden volgens appendix 2 te delen door de stroomsnelheid. Deze bemonsteringsfrequentie is gegeven in tabel 2.

Tabel 2: Bemonsteringsfrequentie in uren als functie van x

x (m)	Bemonsteringsfrequentie (h)
500	7.50
1000	13.88
5000	27.76
10000	41.66
15000	50.00



3 Schelde

.....

3.1 Scaldissimulatie

In eerste aanleg is een simulatie uitgevoerd met het mathematisch Simona(waqua)model Scaldis100 (lit. 1). Met dit model kan men naast waterbewegings(getij)berekeningen, concentratieberekeningen van conservatieve opgeloste stof uitvoeren. De simulatie heeft onderstaande karakteristieken:

- simulatieduur: 5 t/m 7 februari 1992
- lokatie lozing: Schelde bij Doel (M=230, N=520, zie bijlage 1)
- soort lozing: opgeloste stof gedurende 1 uur: 1 kg/s.
- tijdstip lozing: 6 februari 1992 van 1h00 tot 2h00
- bovenafvoer Schelde te Schelle: 160 m³/s

Op bijlage 1 t/m 24 is de concentratieverdeling voor 6 en 7 februari 1992 met interval 2 uur gegeven. Op bijlage 25 t/m 27 is het verloop van de concentratie samen met het waterstandsverloop in de lokaties Doel, Prosperpolder en Hansweert gegeven. De resultaten geven aanleiding tot de volgende conclusies:

1. In de Schelde gedraagt een lozing zich al vrij snel 1-dimensionaal.
2. De verspreiding van de opgeloste stof wordt voornamelijk veroorzaakt door het getij en de diffusie, de bovenafvoer speelt op een dergelijke korte termijn geen rol. Het moment van lozen in de getijfase is sterk bepalend voor het concentratieverloop.
3. Het uitzakken van de piekconcentratie verloopt met een negatieve e-macht in de tijd (zie Prosperpolder, bijlage 26).
4. Op bijlage 28 is voor de maand maart 1990 in de lokatie Baalhoek een ingespeeld berekende zoutconcentratie van het Scaldis400-model (lit. 2) en een gemeten zoutconcentratie gegeven. Zout is te beschouwen als een opgeloste stof. Uit bijlage 28 blijkt, dat de resultaten van concentratieberekeningen met Scaldis zeer nauwkeurig kunnen zijn. Het Scaldis400-model is, m.u.v. een grover bodemgrid, gelijk aan het Scaldis100-model.
5. De totale lengte van de vlek 46 uur na lozing bedraagt ca. 35 km (zie bijlage 24).

.....
3.2 Berekeningsmethode

Voor het bepalen van de concentratie is een momentane lozing het meest kritisch. De concentratieverdeling van een momentane lozing van conservatieve opgeloste stof kan, conform hoofdstuk 2, voor het 1-dimensionale geval worden berekend met onderstaande formule.

$$c(y,t) = M * \exp(-y^{**2}/(4*K*t)) / (A^{*2} * \sqrt{\pi * K * t})$$

Hierin is:

c = concentratie op plaats y en tijdstip t in kg/m**3
M = massa lozingsstof in kg
A = doorsnede rivier = 10000 m**2
y = plaats van concentratie in m (y=0 = plaats van maximum concentratie)
t = tijdsduur na lozing in s
pi = 3.141592
K = dispersiecoëfficiënt in m**2/s = alpha*a*u* \sqrt{g} / C

Hierin is:

alpha = coëfficiënt 100 à 600
a = waterdiepte = 10.00 m
u = stroomsnelheid getij + bovenafvoer voor eb = 0.52 m/s,
voor vloed = 0.48 m/s
g = zwaartekrachtversnelling = 9.81 m/s**2
C = Chezy-coëfficiënt = 40 m**0.5/s

Hieruit volgt: $K = 100 \text{ à } 600 * 10 * 1 * \sqrt{9.81} / 40 = 78.3 \text{ à } 469$

Uit de formule blijkt, dat de concentratie met een negatieve e-macht verloopt in de tijd. Dit komt overeen met de Scaldisresultaten volgens bijlage 26.



4 Aanbevelingen

Voor het bemonsteringspunt in het kanaal van Terneuzen:

1. Het bemonsteringspunt niet te dicht langs de oever situeren.
2. Een bemonsteringsfrequentie van 12 uur. Deze frequentie is bepaald aan de hand van het feit, dat de eerste (mogelijke) vervuiliingsbronnen dicht bij de grens liggen.
3. Om de lozingsbron te kunnen achterhalen lijkt het zinnig een methode op te zetten, waarbij de meting gecombineerd wordt met een concentratieberekening met de gepresenteerde formule.

Voor het bemonsteringspunt in de Schelde:

1. Het bemonsteringspunt niet te dicht langs de oever situeren.
2. Een bemonsteringsfrequentie van 1 uur (minimaal enkele malen per getijperiode). Deze frequentie is bepaald aan de hand van bijlage 26.
3. De concentratieverdeling beweegt mee met het getij. Een zelfde hoeveelheid stof die op afstand x geloosd wordt van het bemonsteringspunt, kan afhankelijk van het tijdstip van de lozing een zeer verschillende concentratie in het bemonsteringspunt opleveren. Uitgaande van een gemiddelde getijsnelheid van 0.5 m/s betekent dit een eb/vloed-getijweg van ca. 10.8 km. Op basis van de getijweg, een totale vlekengte van ca. 35 km (zie bijlage 24), 46 uur na lozing en de geringe invloed van de bovenafvoer, is in tabel 3 een indicatie gegeven van het meetbereik van het bemonsteringsstation. Onder meetbereik wordt hier verstaan de afstand tussen lozingspunt en bemonsteringsstation, waarbij na 48 uur nog enige concentratie wordt gemeten.

Tabel 3: Meetbereik bemonsteringsstation in km

Lozingsmoment	'Stroomopwaarts'	'Stroomafwaarts'
begin eb	30	15
begin vloed	15	30

5. Om de lozingsbron te kunnen achterhalen lijkt het zinnig een methode op te zetten, waarbij de meting gecombineerd wordt met een concentratieberekening met Scaldis of de gepresenteerde formule.



Referenties

- Lit. 1 Werkdocument RIKZ/AB-94.839X
Calibratie en verificatie Scaldis100
Rijkswaterstaat, RIKZ, april 1994
- Lit. 2 Rapport AX 94.072
Presentatie 2D-waterbewegingsmodel Scaldis400 van de
Westerschelde en Schelde
Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, september 1994

rogramma concen:

```

program concen
real y(6),t(5)
open(10,file='conin',status='old')
open(20,file='conuit',status='old')

read(10,*) (y(i),i=1,6)
read(10,*) (t(i),i=1,5)
do 10 i=1,5
x=t(i)*0.02
write(20,*)
write(20,*) 'x= ',x,' m'
write(20,*) ' y=                c='
do 20 j=1,6
a=(-1*y(j)*y(j))/(40*t(i))
phiyt=(0.00005407807*exp(a))/sqrt(t(i))
write(20,*) y(j),phiyt
20 continue
10 continue

end

```

nvoer:

```

0      100    500    1000    2000    5000
25000 50000 250000 500000 750000

```

itvoer:

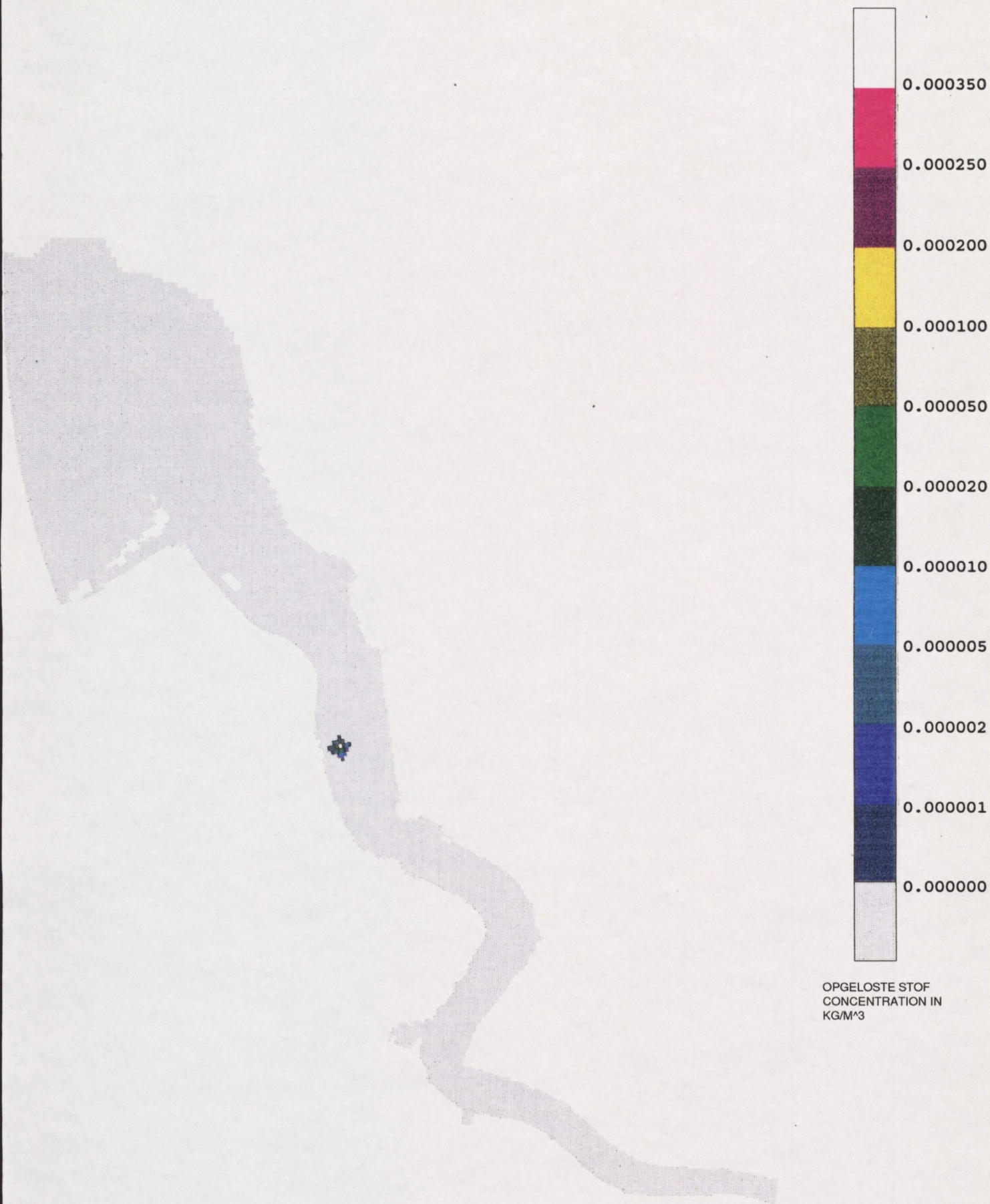
x=	500.000000	m
y=		C=
	0.000000E+00	3.420197E-07
	100.000000	3.386166E-07
	500.000000	2.663652E-07
	1000.000000	1.258220E-07
	2000.000000	6.264310E-09
	5000.000000	4.749951E-18

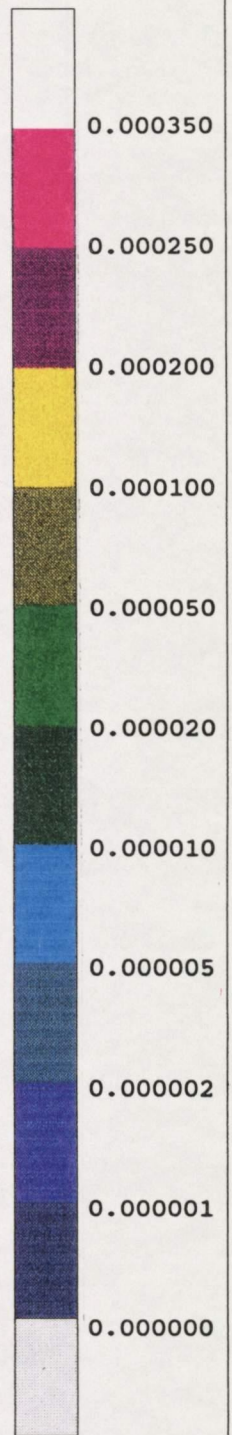
x=	1000.000000	m
y=		C=
	0.000000E+00	2.418445E-07
	100.000000	2.406383E-07
	500.000000	2.134270E-07
	1000.000000	1.466861E-07
	2000.000000	3.273009E-08
	5000.000000	9.012705E-13

x=	5000.000000	m
y=		C=
	0.000000E+00	1.081561E-07
	100.000000	1.080480E-07
	500.000000	1.054858E-07
	1000.000000	9.786373E-08
	2000.000000	7.249923E-08
	5000.000000	8.877997E-09

x=	10000.000000	m
y=		C=
	0.000000E+00	7.647794E-08
	100.000000	7.643971E-08
	500.000000	7.552791E-08
	1000.000000	7.274807E-08
	2000.000000	6.261484E-08
	5000.000000	2.191130E-08

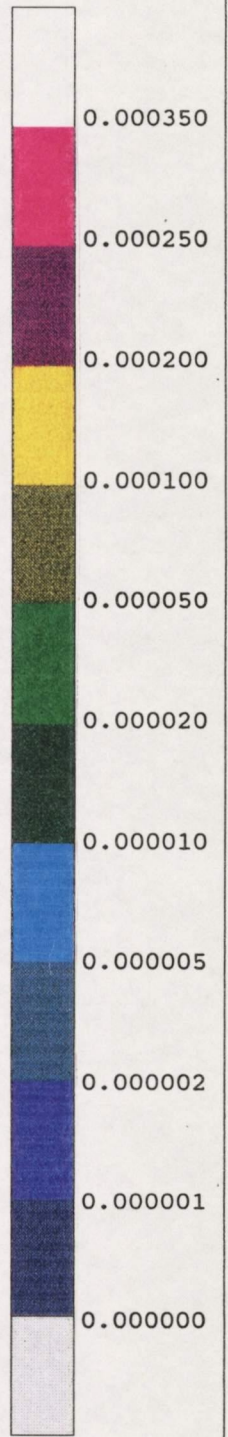
x=	15000.000000	m
y=		C=
	0.000000E+00	6.244398E-08
	100.000000	6.242317E-08
	500.000000	6.192577E-08
	1000.000000	6.039682E-08
	2000.000000	5.464930E-08
	5000.000000	2.713804E-08



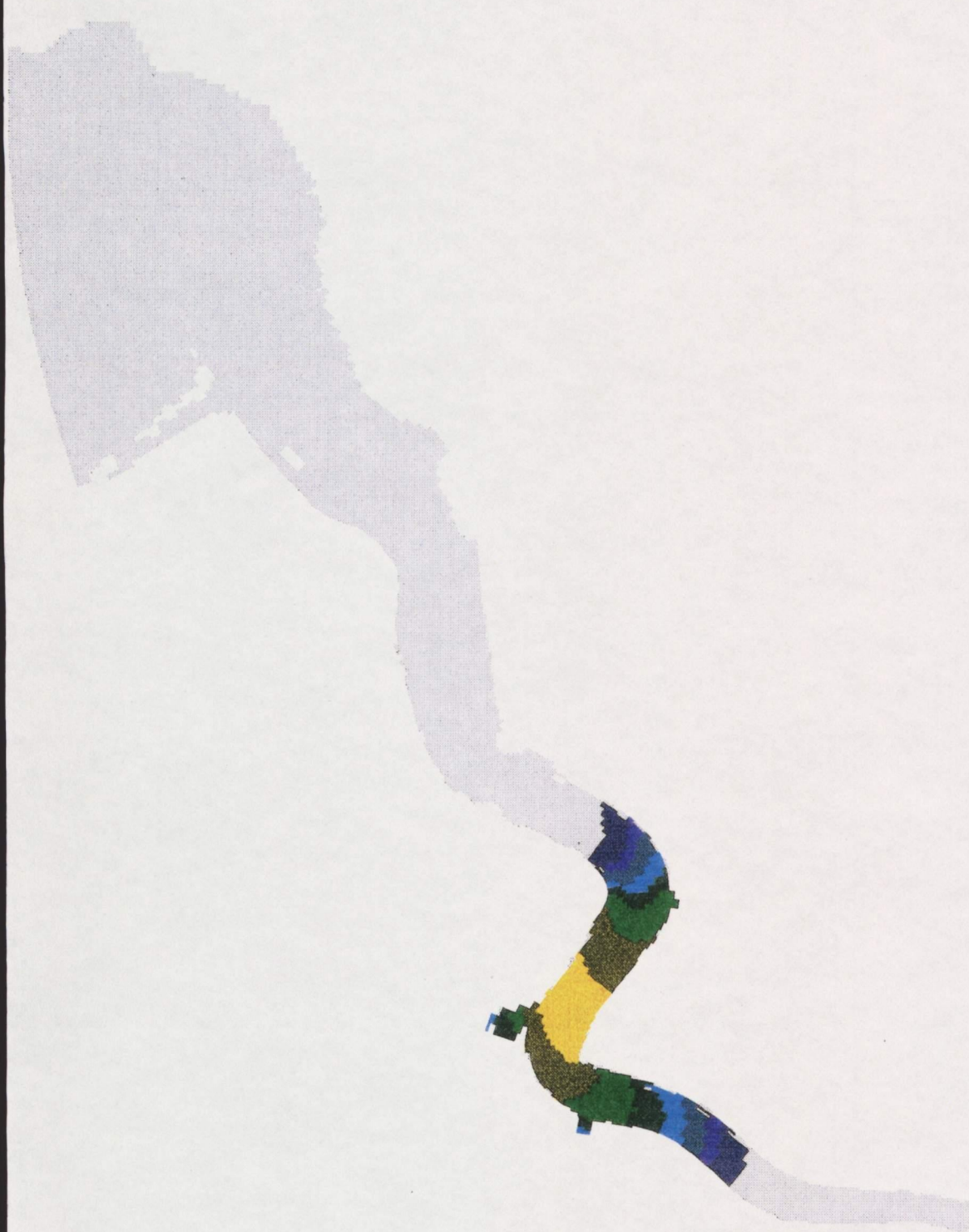


OPGELOSTE STOF
CONCENTRATION IN
KG/M³



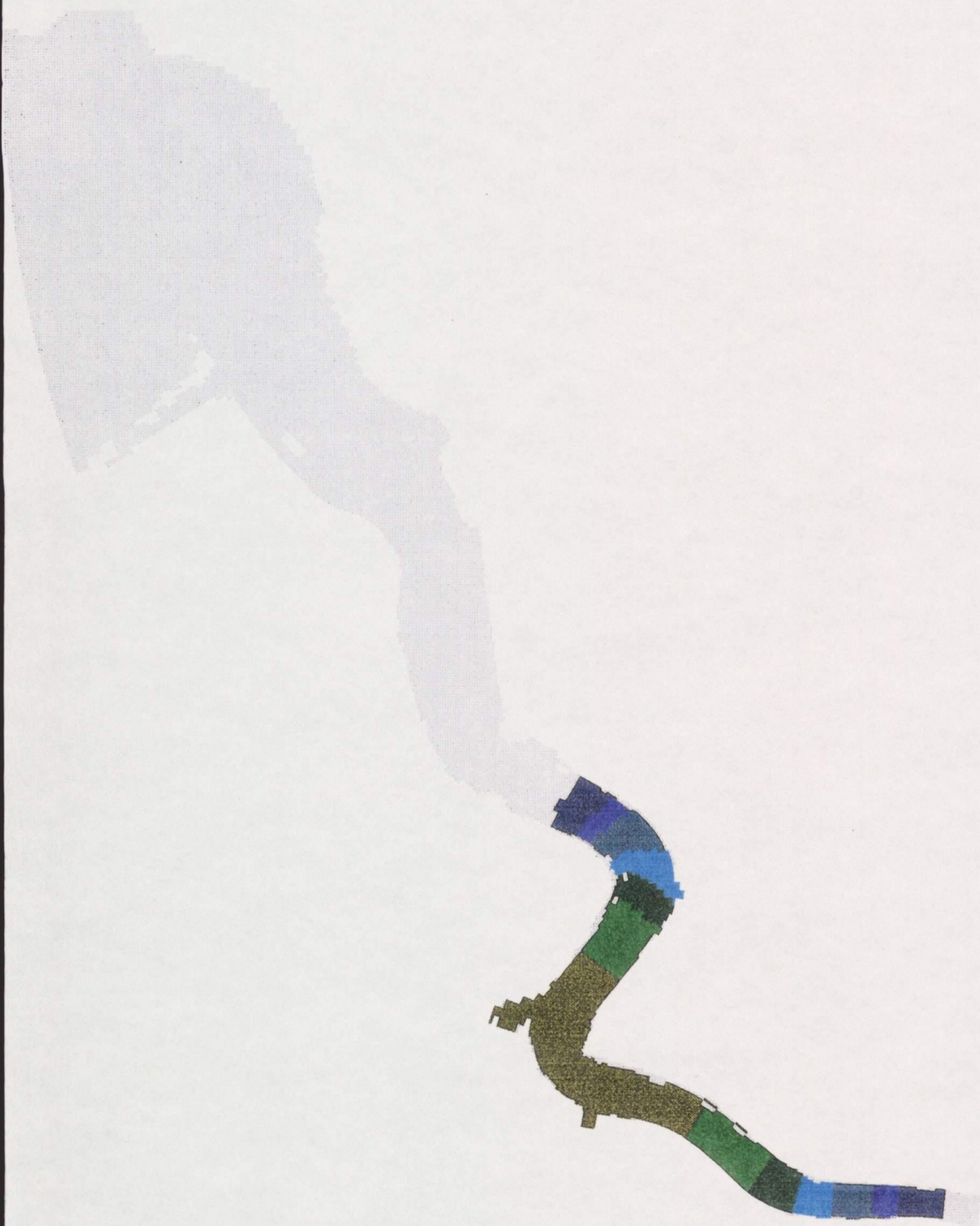


OPGELOSTE STOF
CONCENTRATION IN
KG/M³



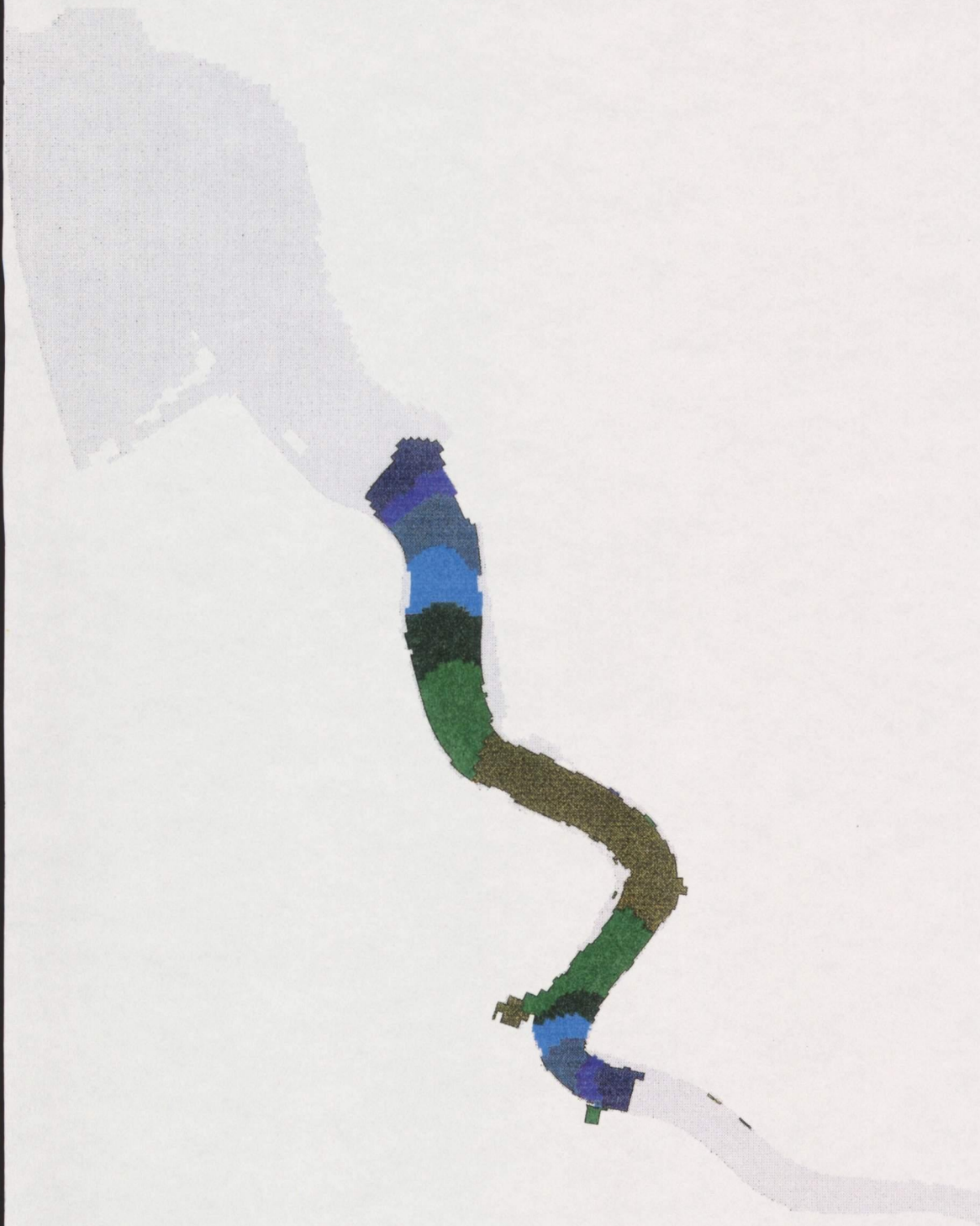


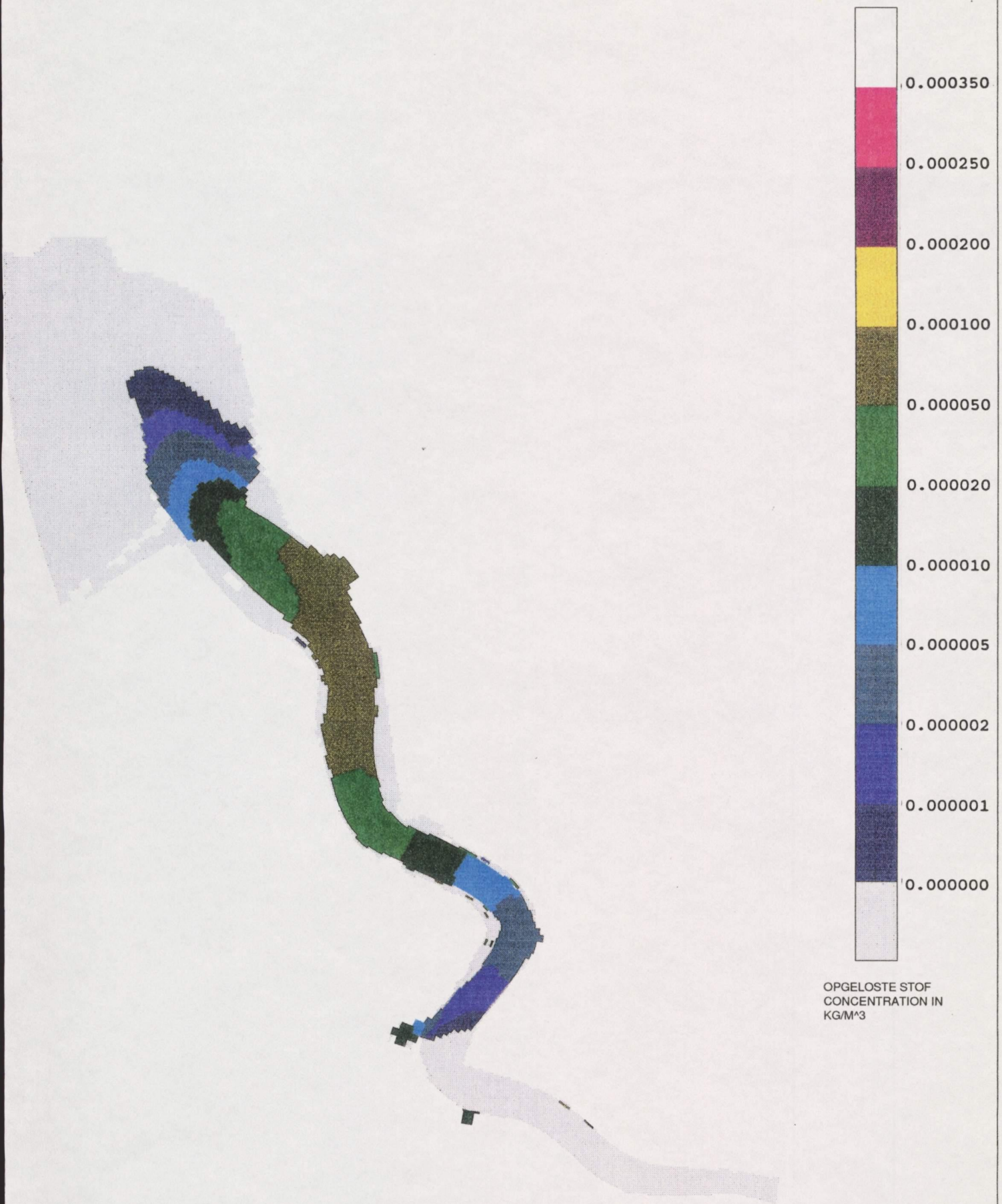
OPGELOSTE STOF
CONCENTRATION IN
KG/M³



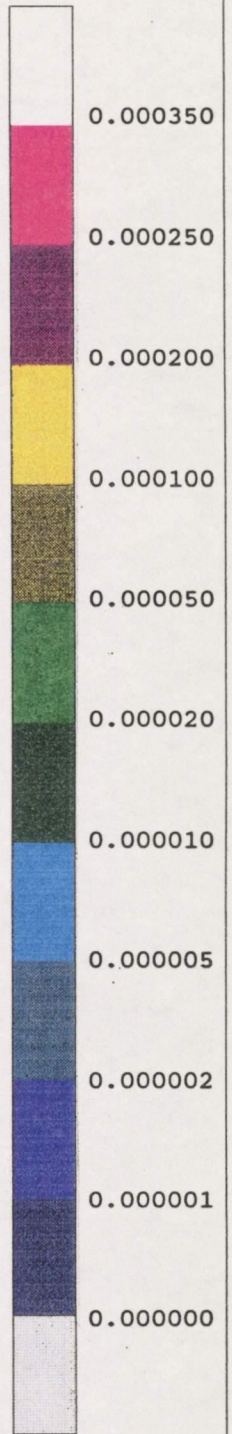


OPGELOSTE STOF
CONCENTRATION IN
KG/M³



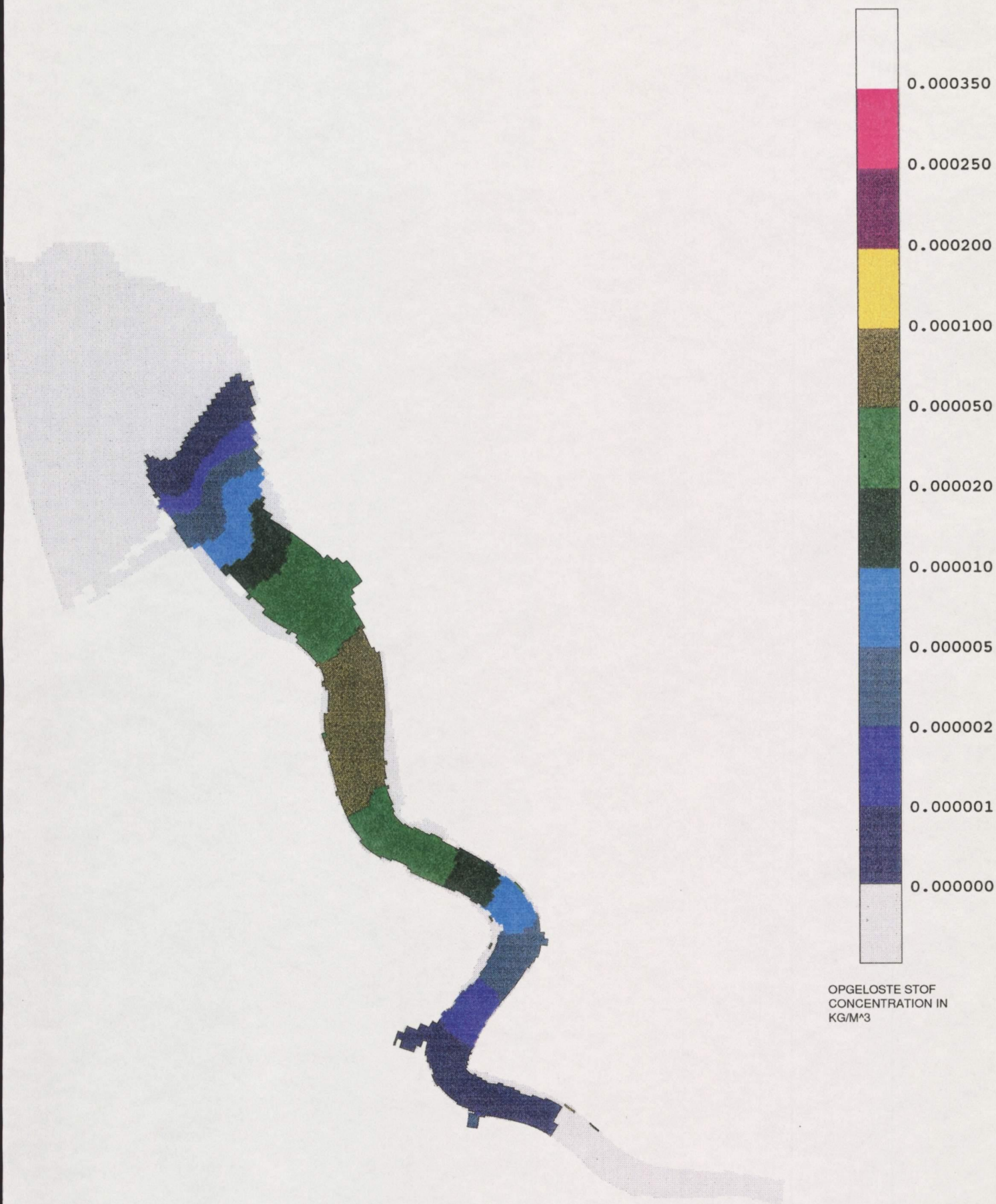


OPGELOSTE STOF
CONCENTRATION IN
KG/M³

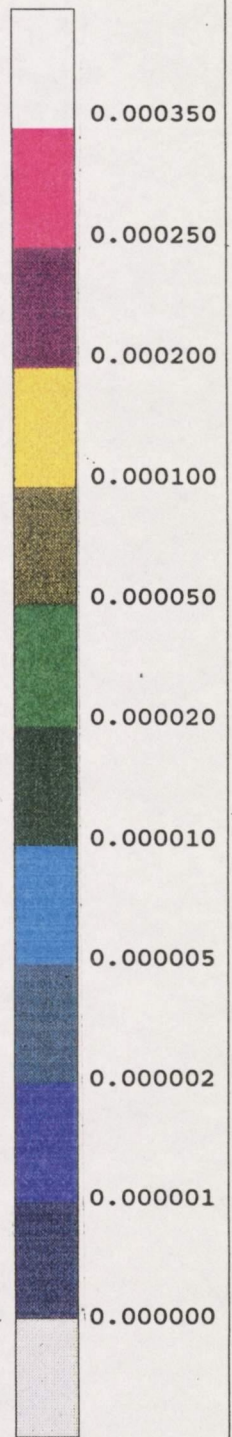


OPGELOSTE STOF
CONCENTRATION IN
KG/M³

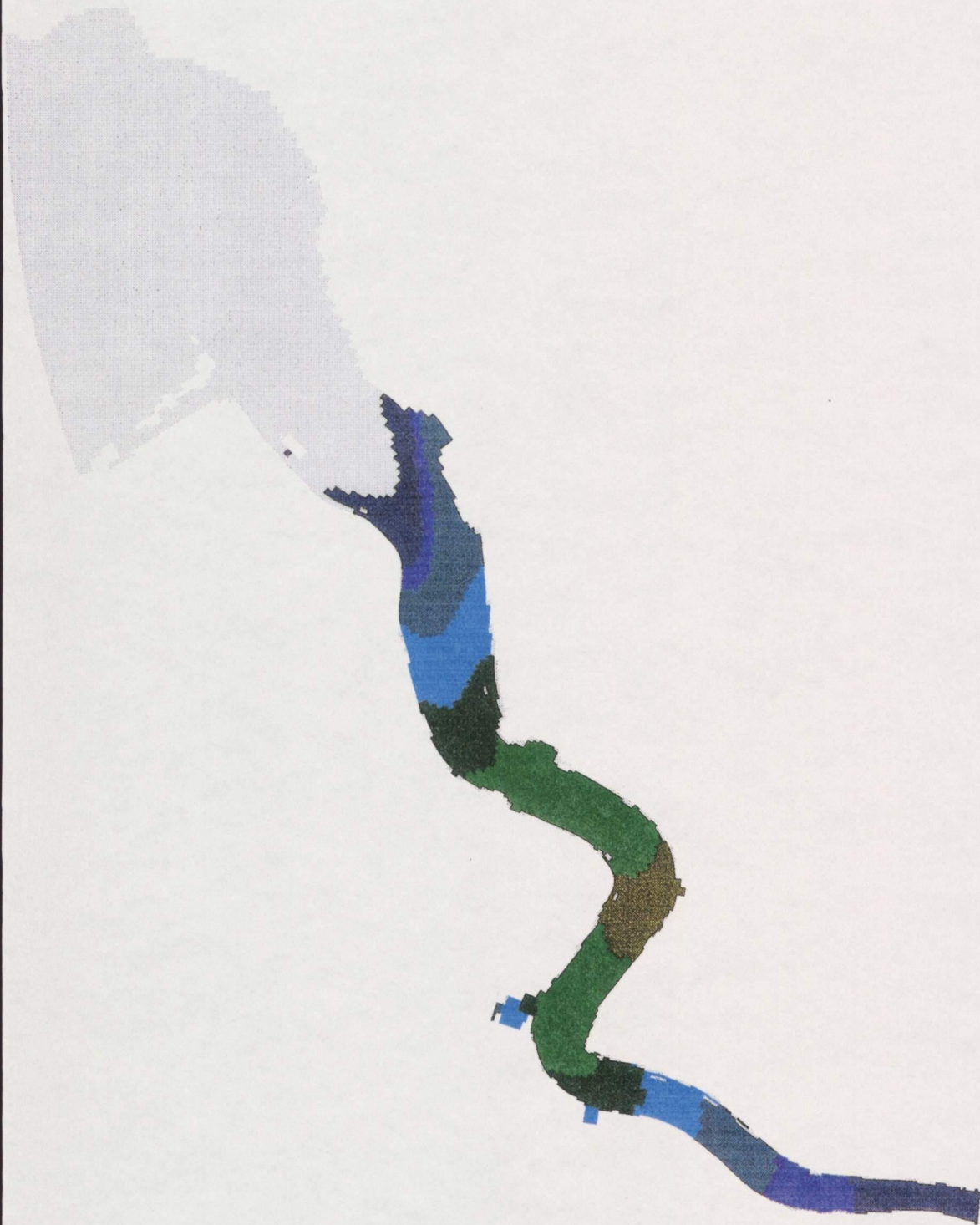


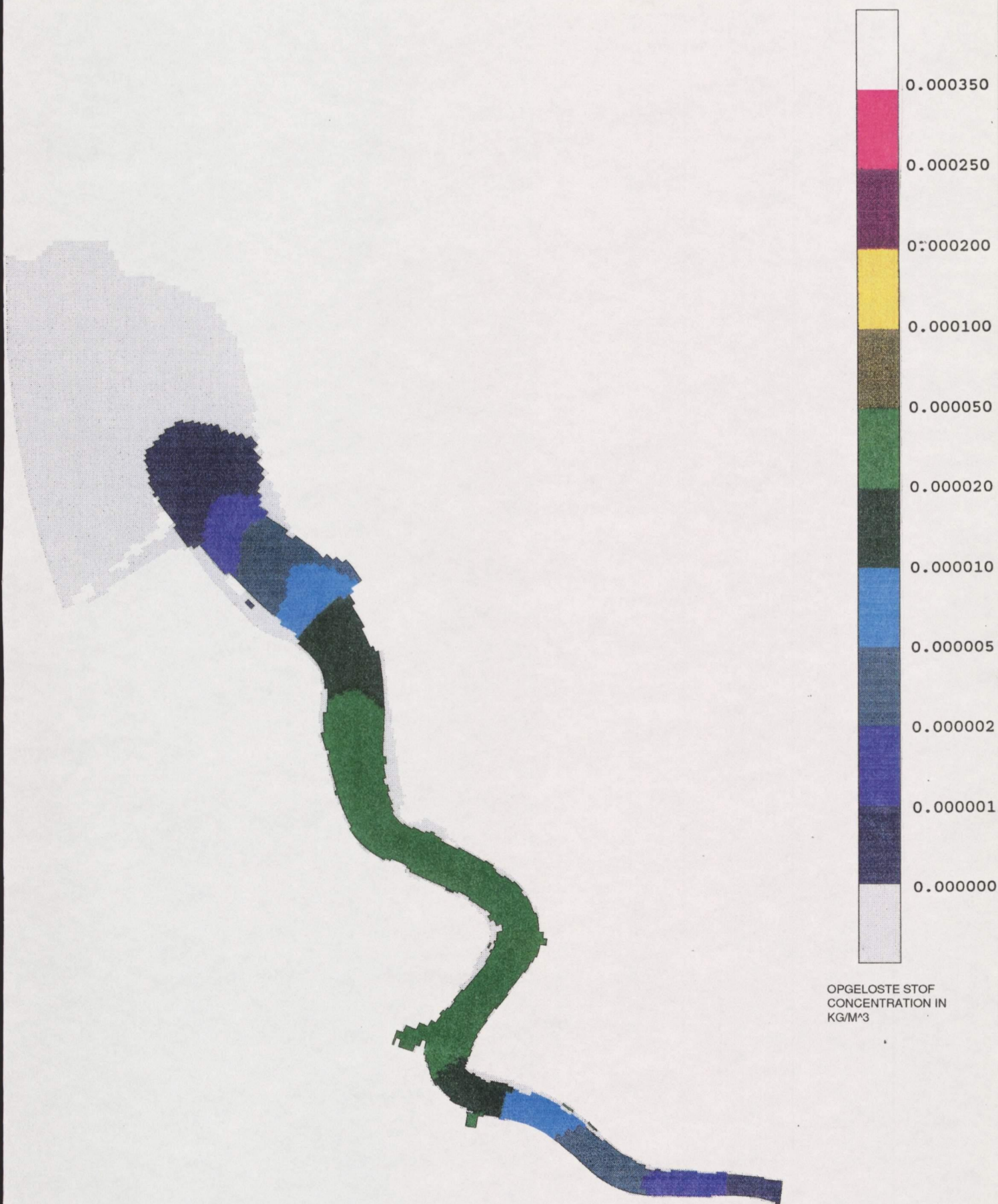


OPGELOSTE STOF
CONCENTRATION IN
KG/M³

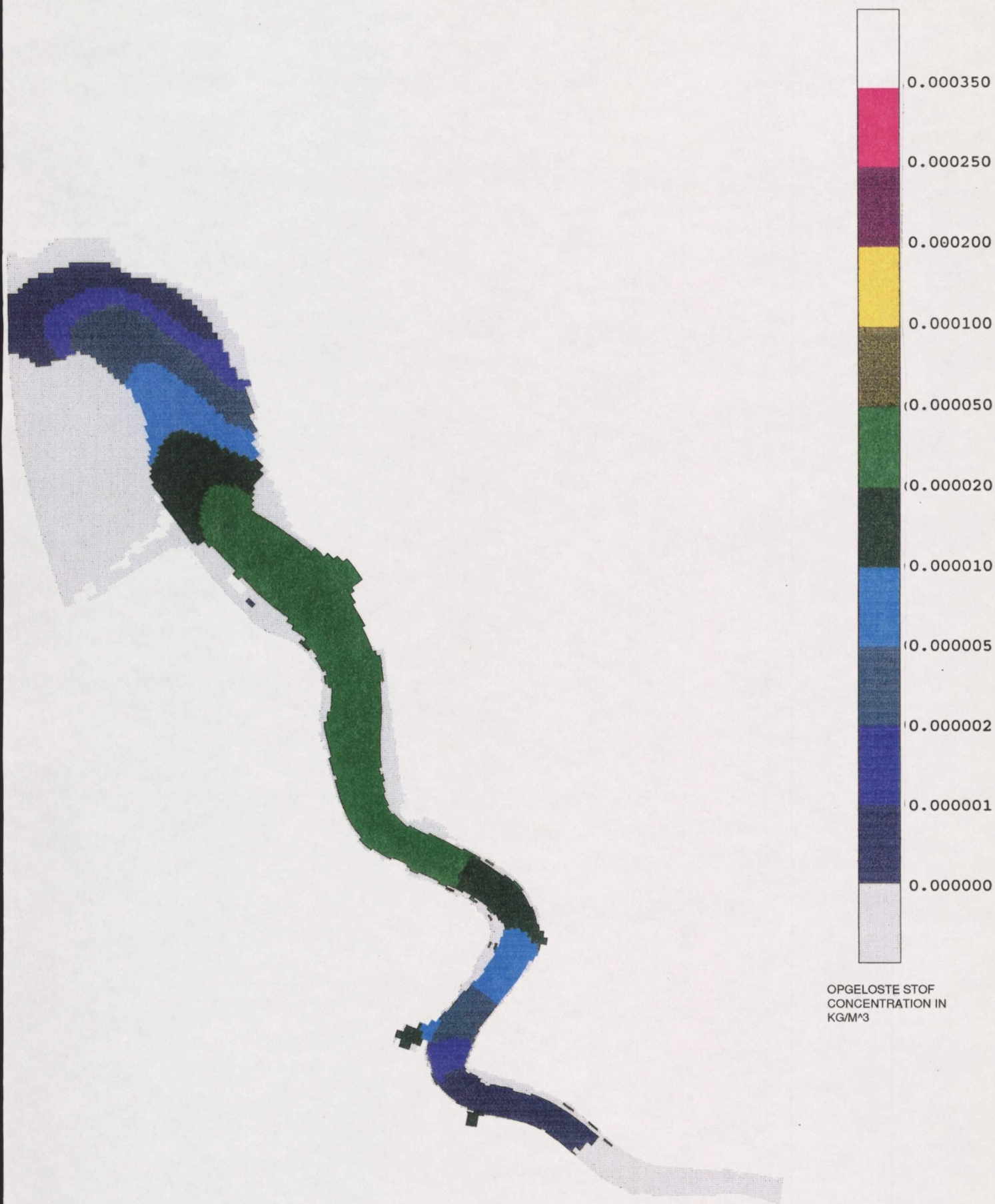


OPGELOSTE STOF
CONCENTRATION IN
KG/M³

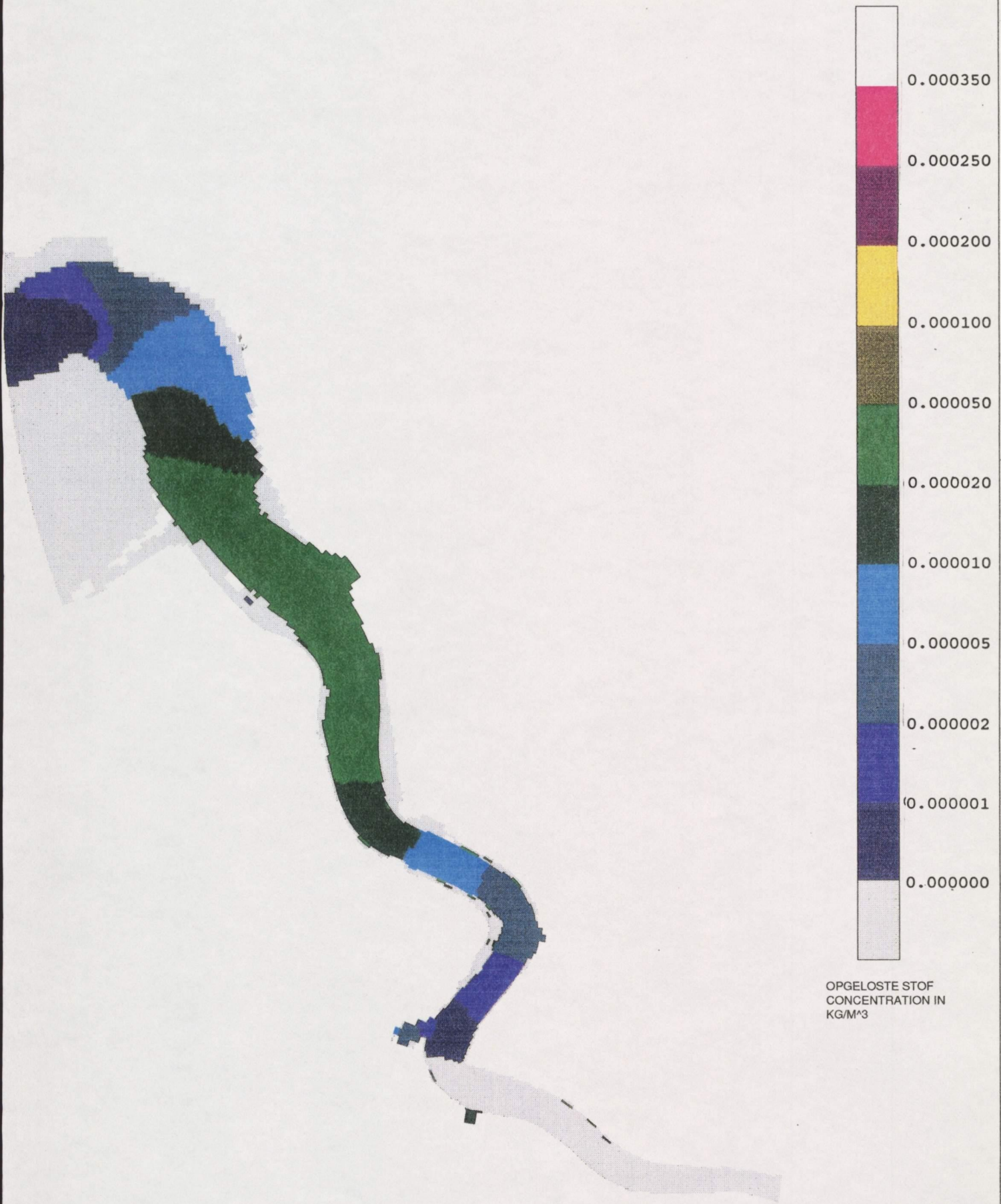


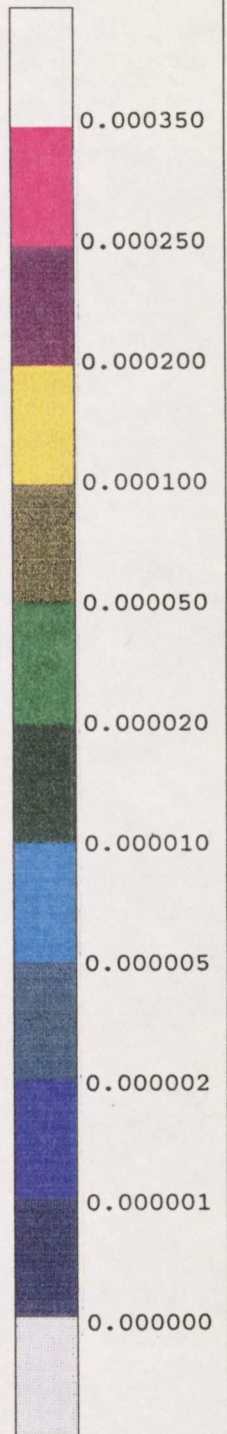


OPGELOSTE STOF
CONCENTRATION IN
KG/M³



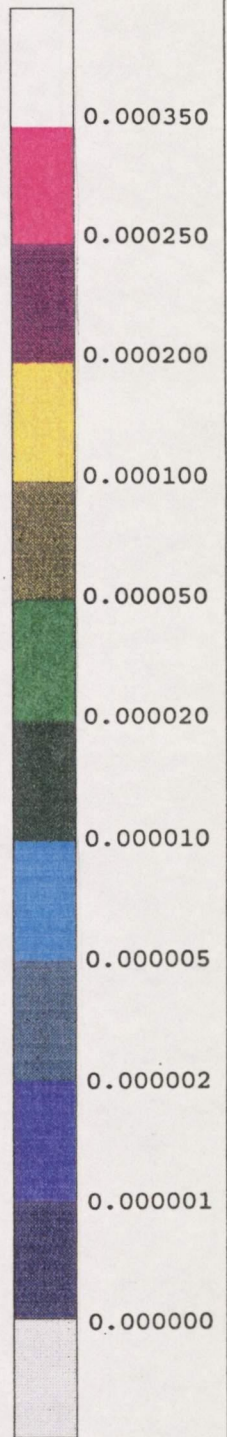
OPGELOSTE STOF
CONCENTRATION IN
KG/M³



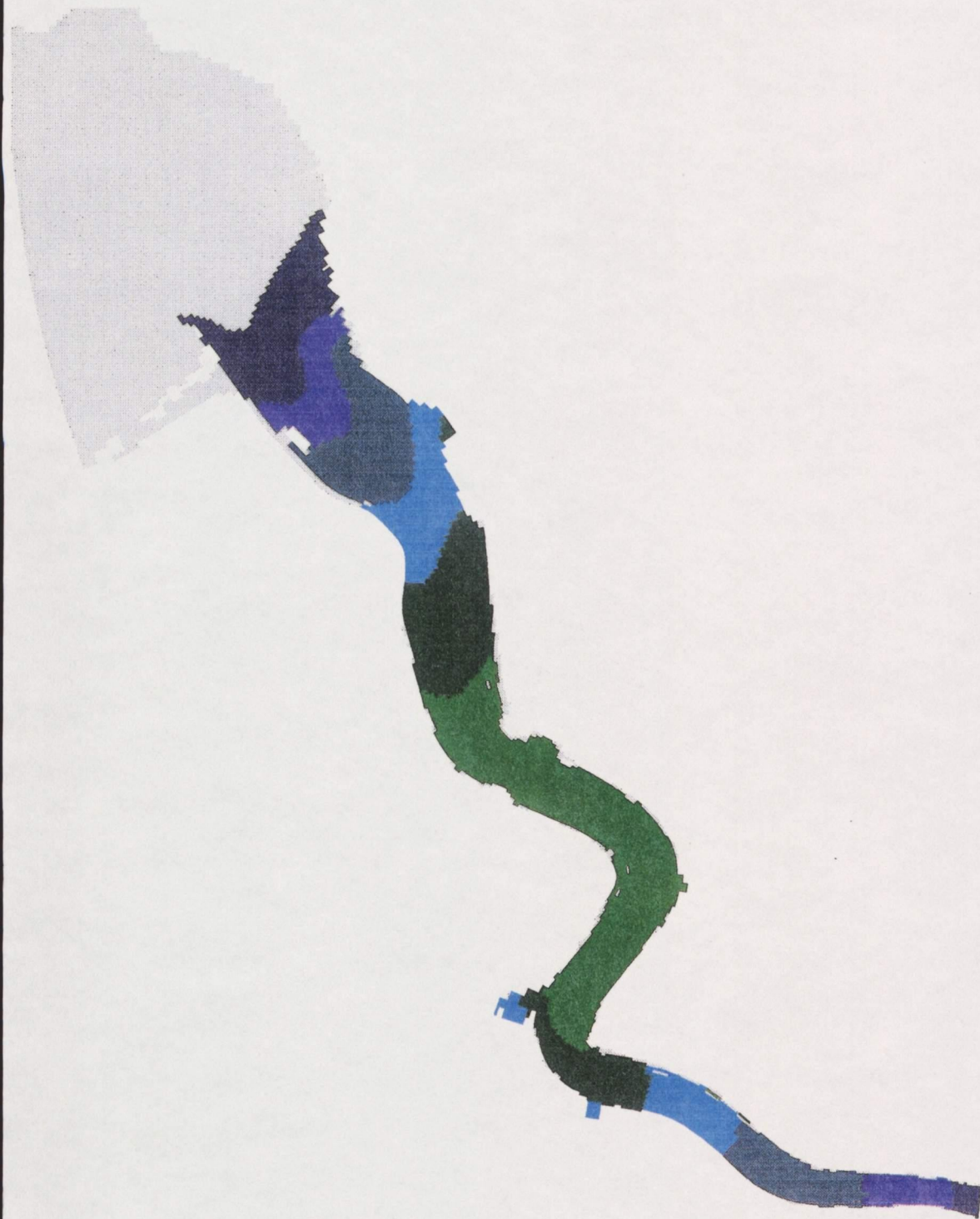


OPGELOSTE STOF
CONCENTRATION IN
KG/M³





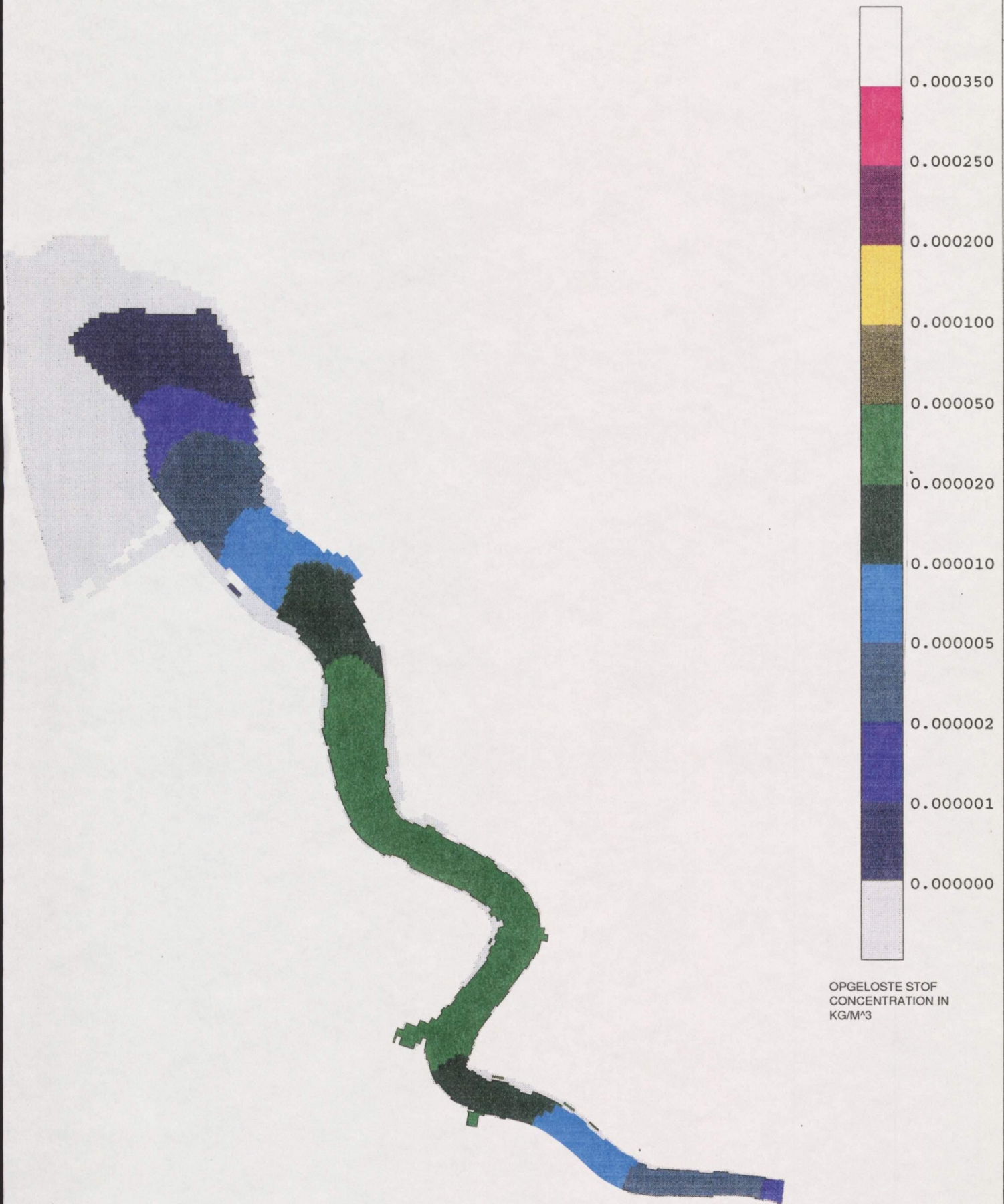
OPGELOSTE STOF
CONCENTRATION IN
KG/M³



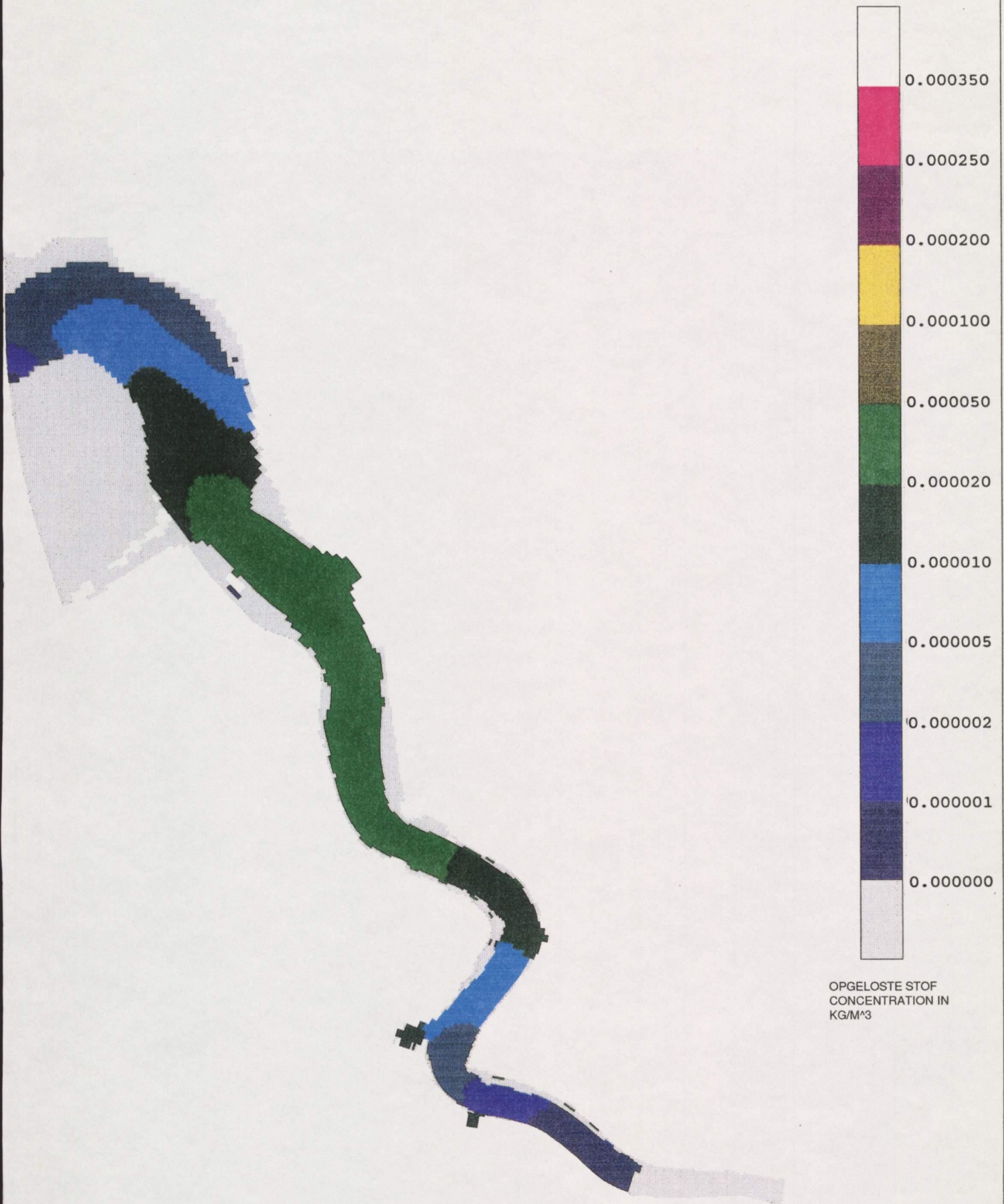


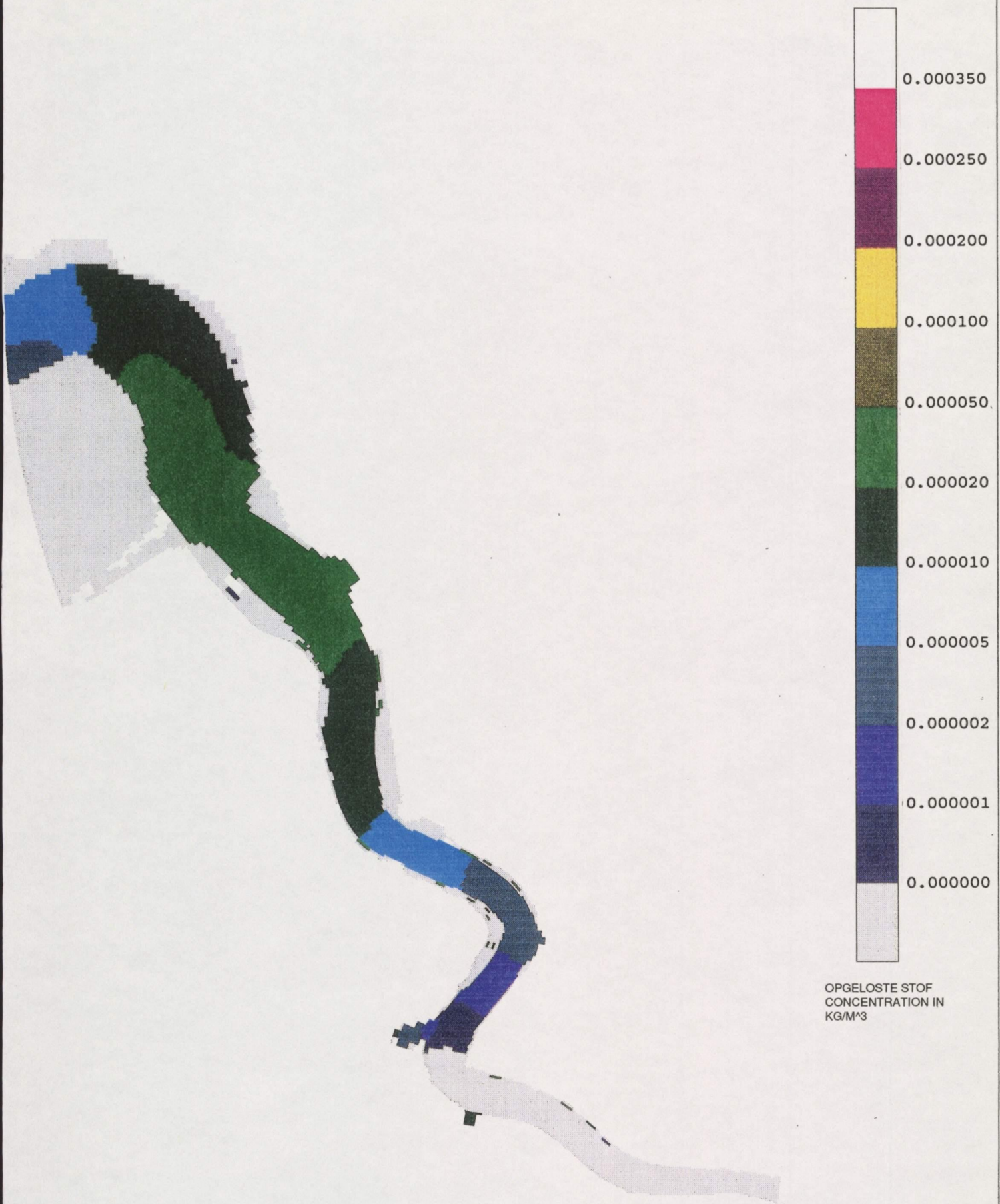
OPGELOSTE STOF
CONCENTRATION IN
KG/M³



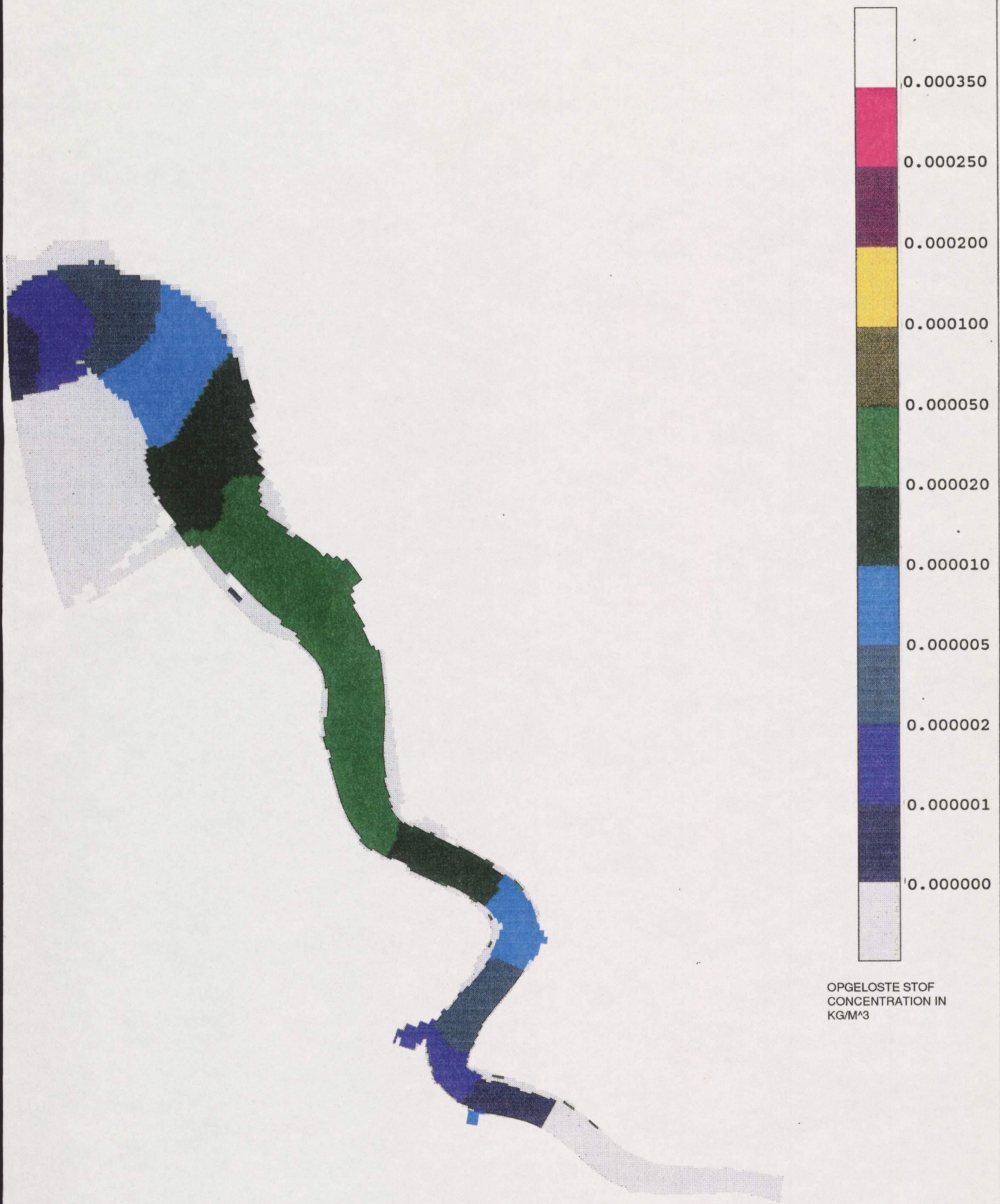


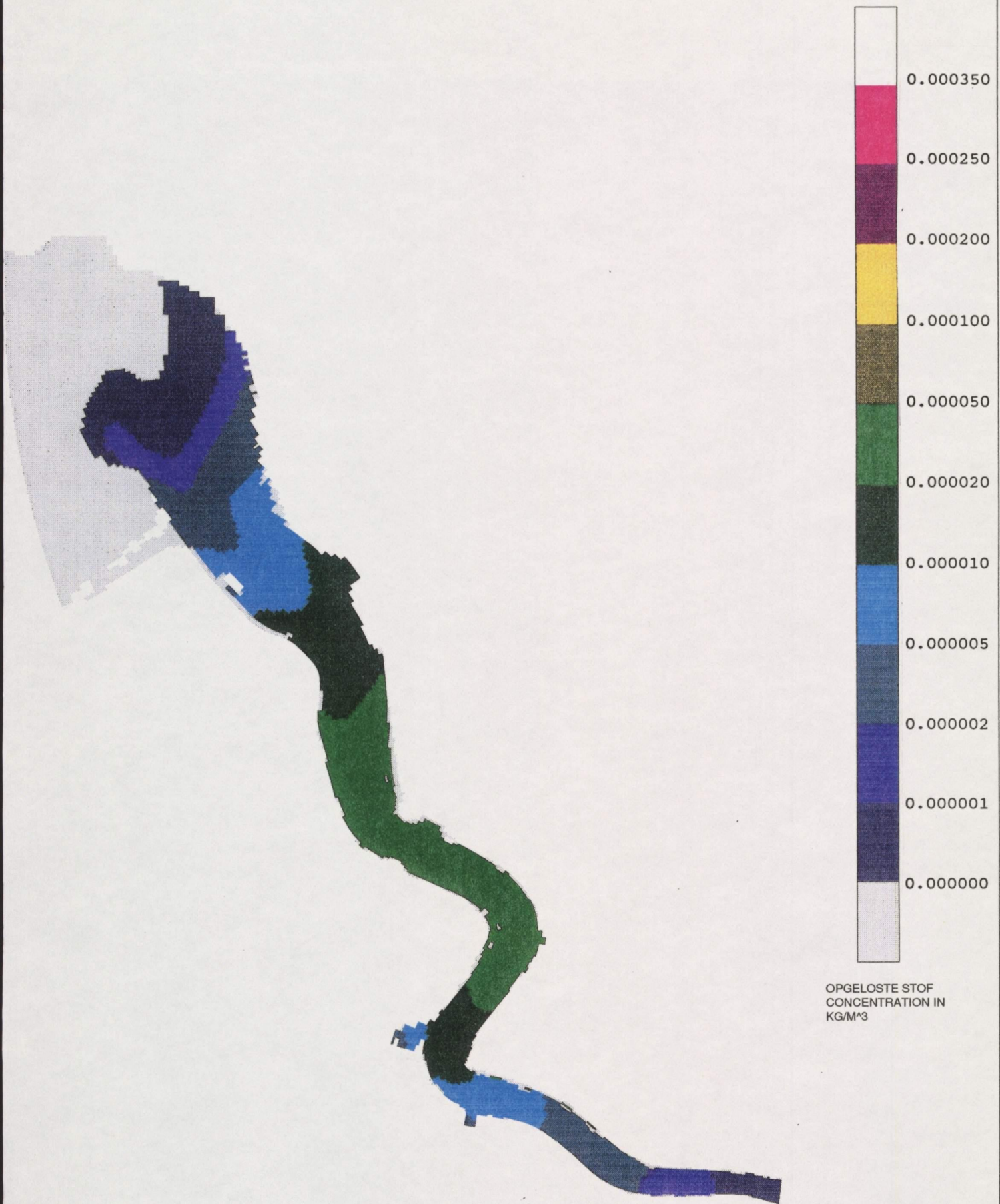
OPGELOSTE STOF
CONCENTRATION IN
KG/M^3



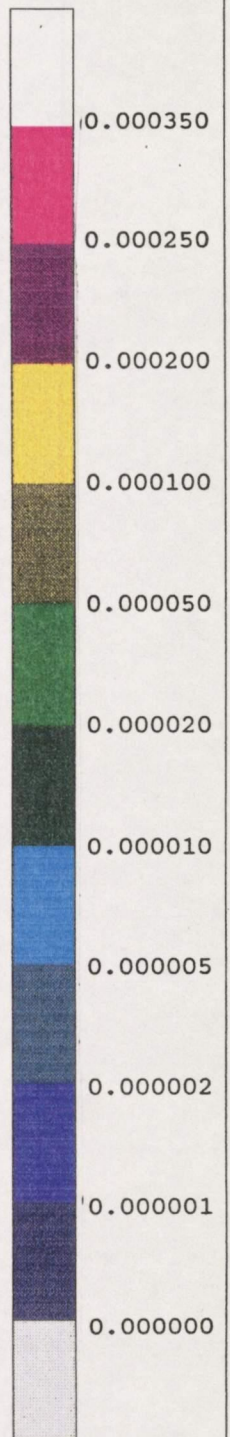


OPGELOSTE STOF
CONCENTRATION IN
KG/M³

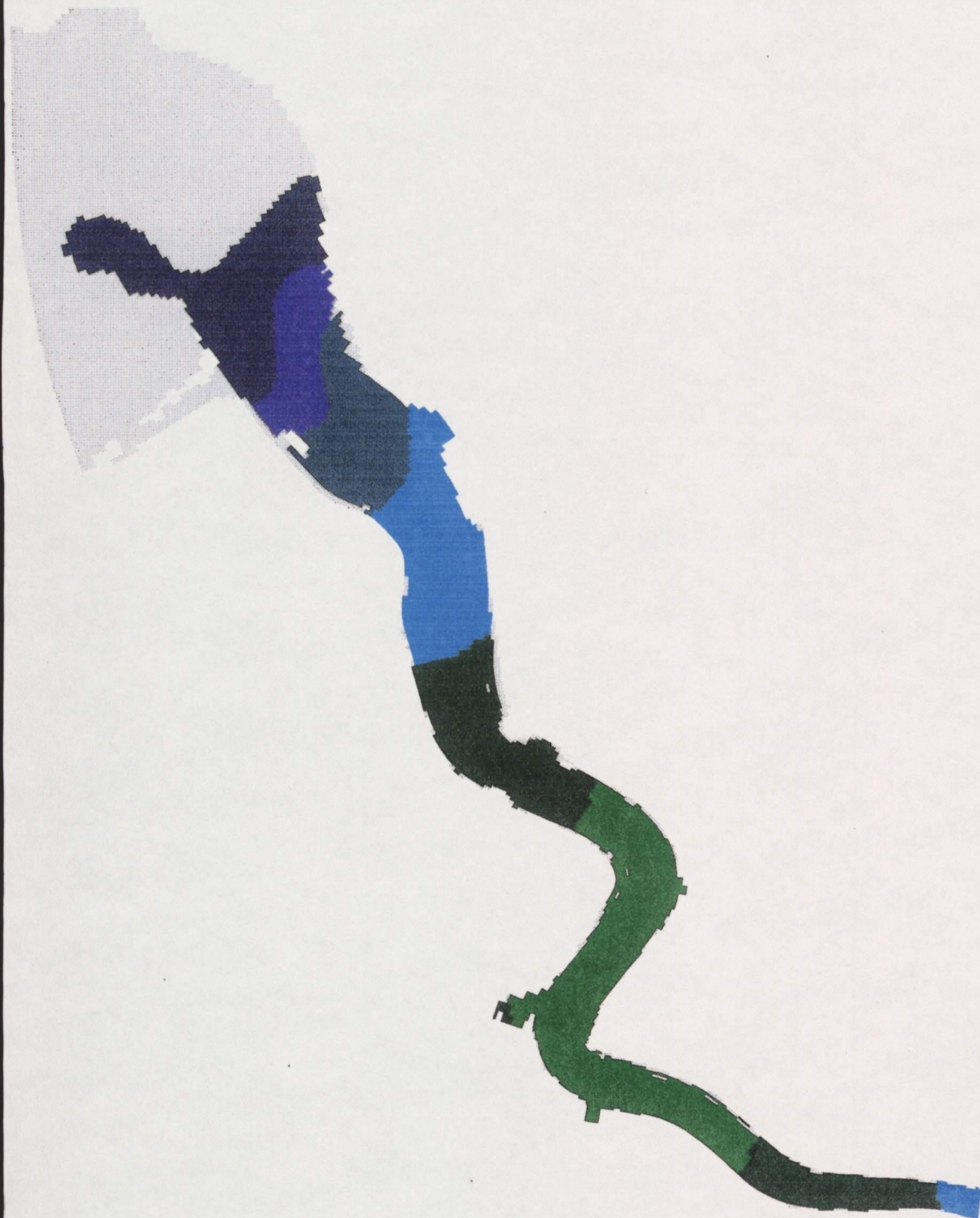


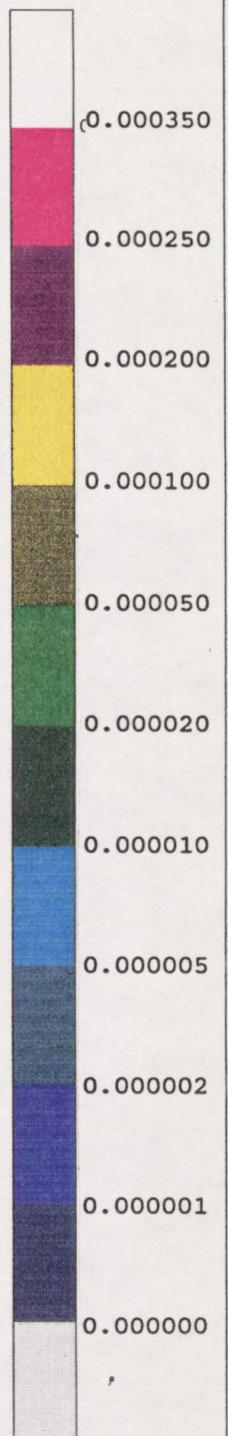


OPGELOSTE STOF
CONCENTRATION IN
KG/M³

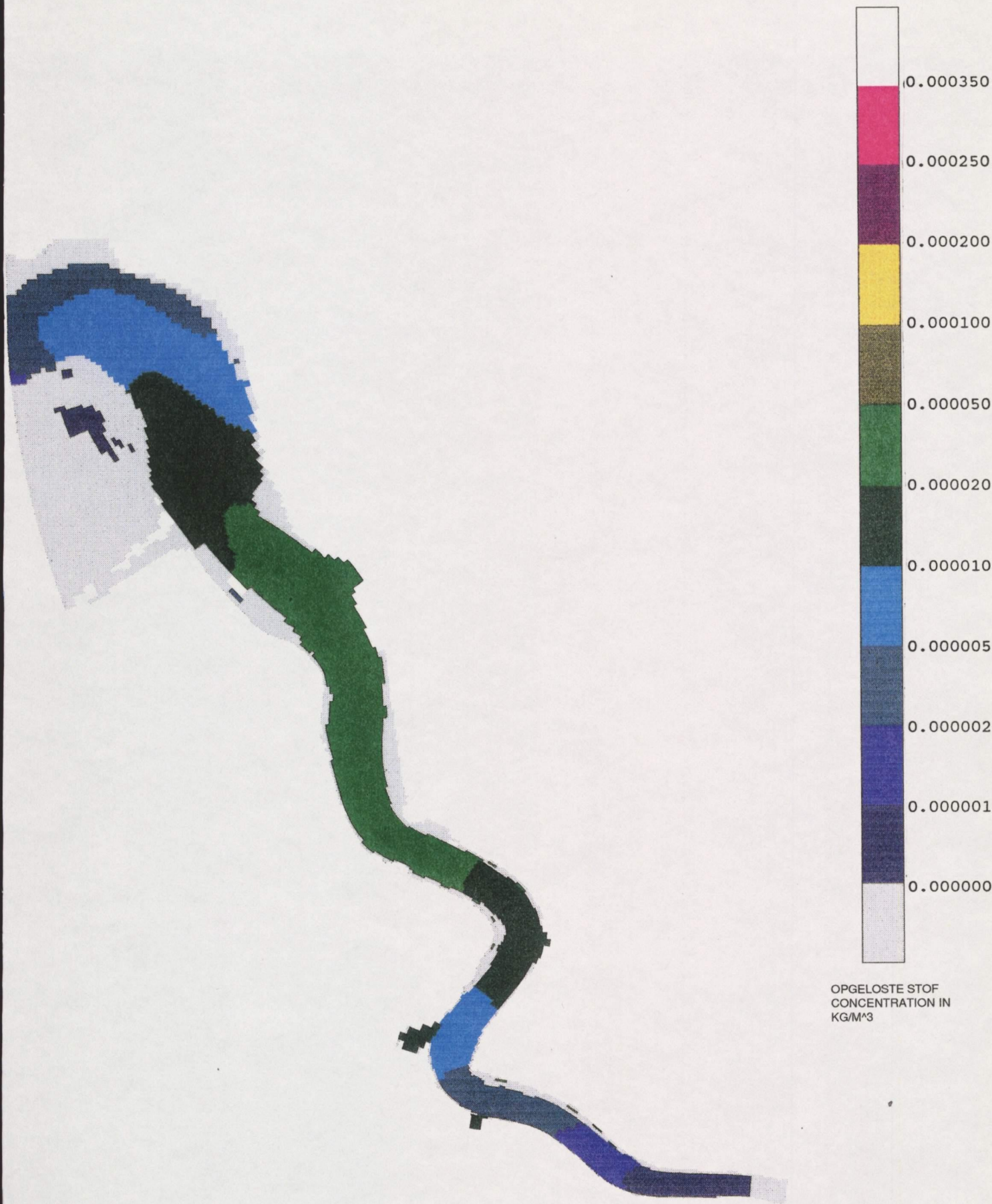


OPGELOSTE STOF
CONCENTRATION IN
KG/M³





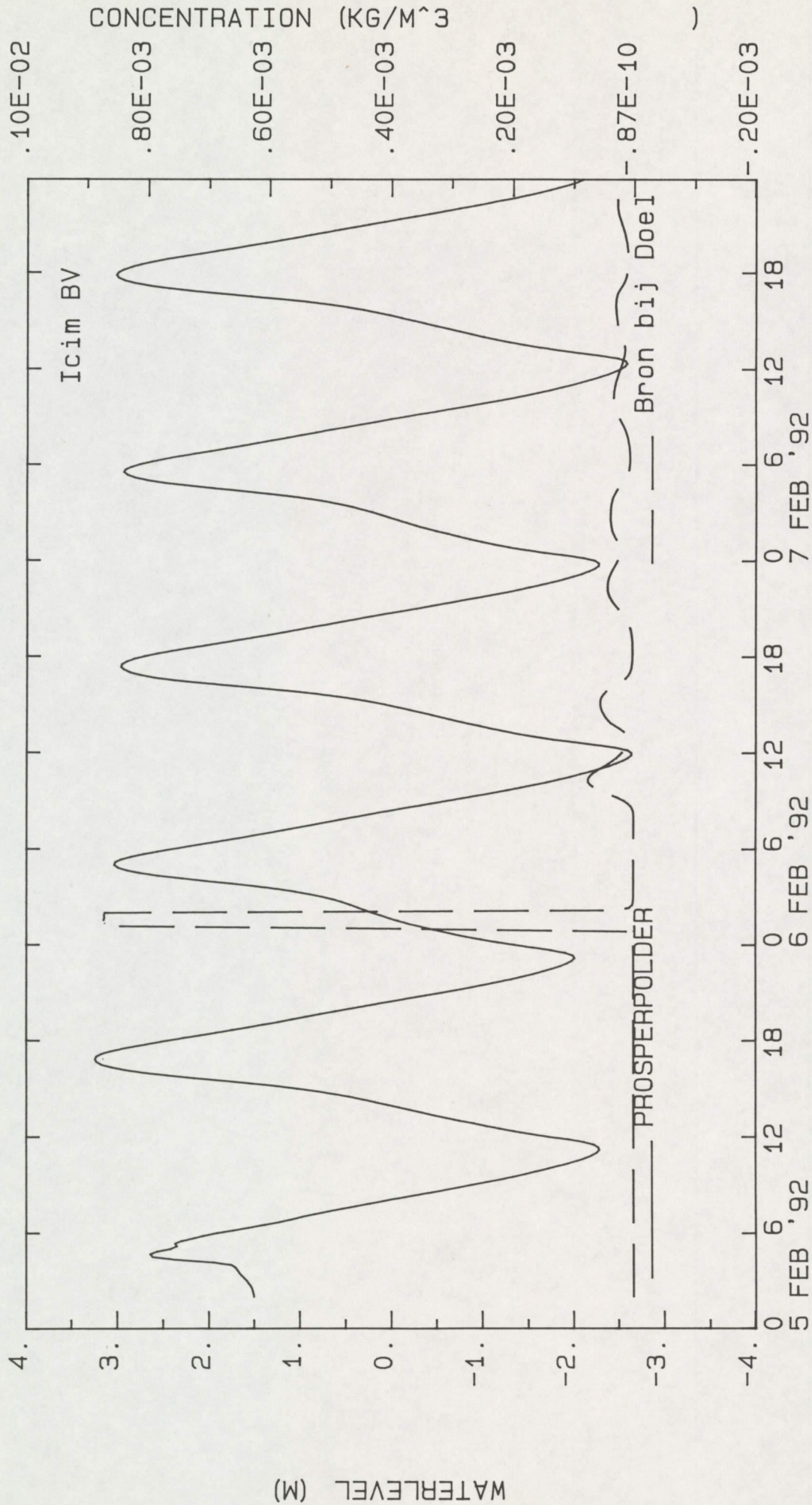
OPGELOSTE STOF
CONCENTRATION IN
KG/M³



OPGELOSTE STOF
CONCENTRATION IN
KG/M³

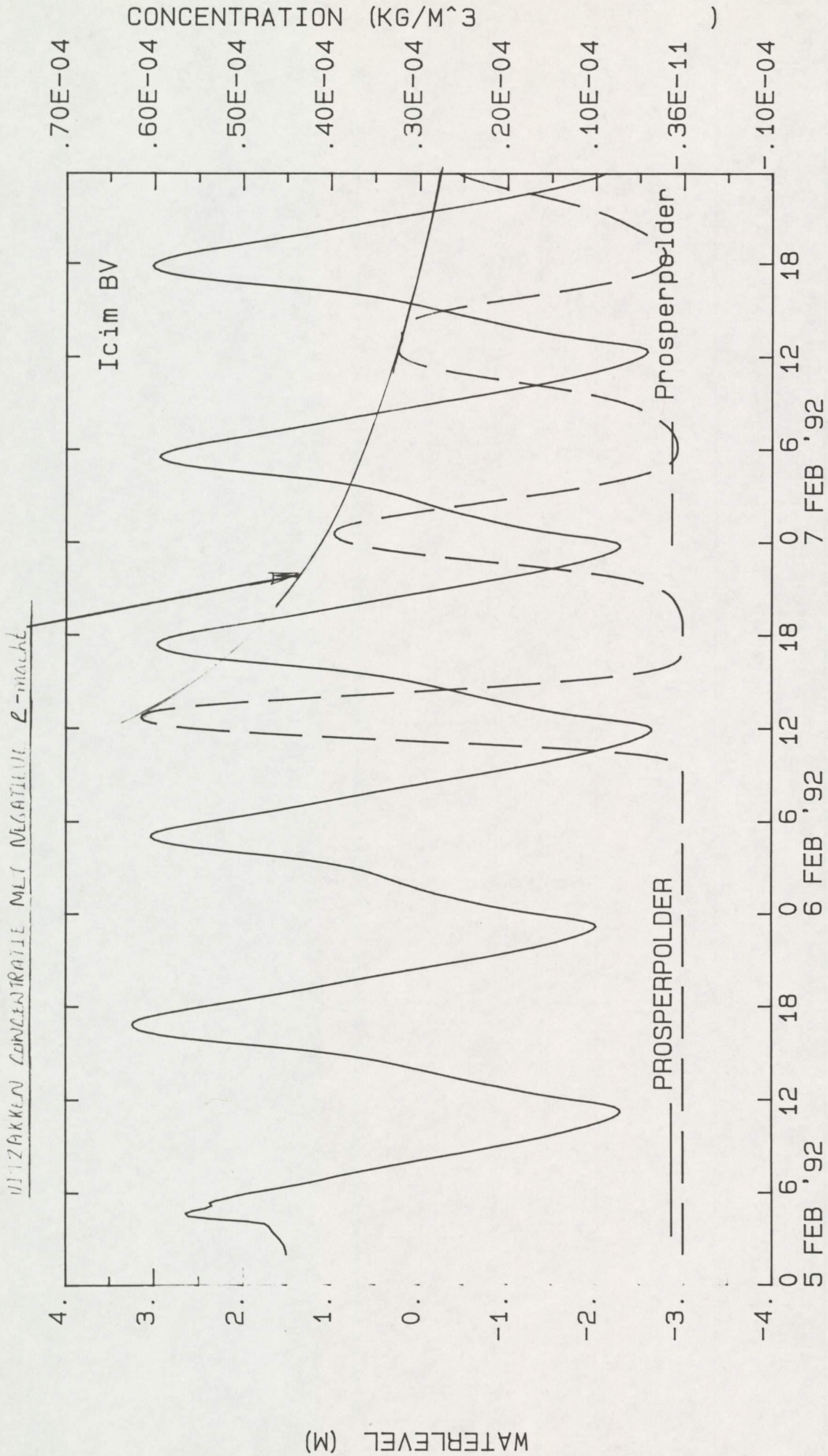
Scaldis model . 3
Scaldis model . 3

IDP: 94/06/30 13: 14: 22 SIM: 94/06/30 13: 14
IDP: 94/06/30 13: 14: 22 SIM: 94/06/30 13: 14



Scaldis model . 3
Scaldis model . 3

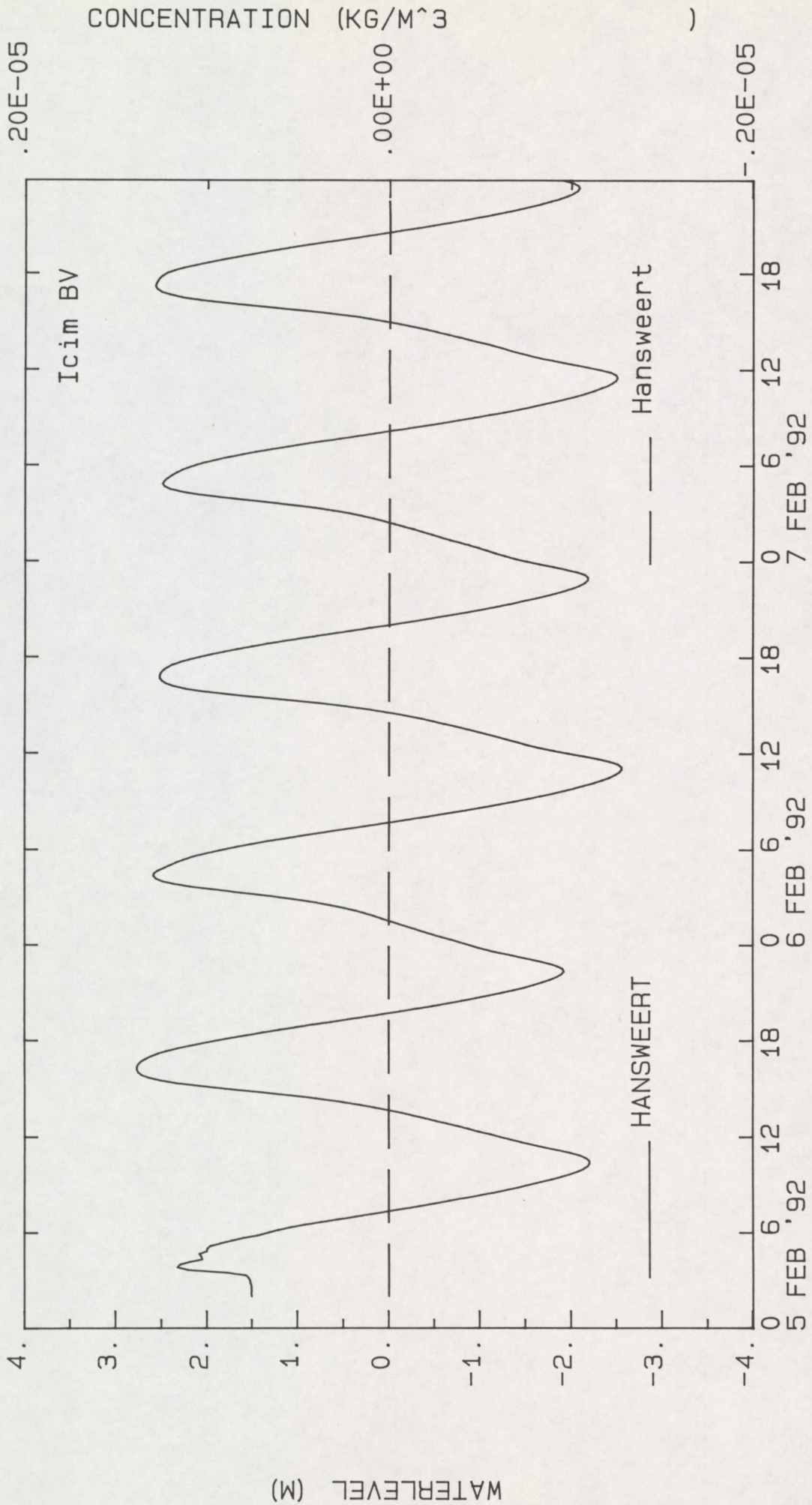
IDP: 94/06/30 13: 14: 22 SIM: 94/06/30 13: 14
IDP: 94/06/30 13: 14: 22 SIM: 94/06/30 13: 14



COMPUTED WATERLEVEL AT STATION
COMPUTED CONCENTRATION OF OPGELOSTE STOF AT STATION

Scaldis model . 3
Scaldis model , 3

IDP: 94/06/30 13:14:22 SIM: 94/06/30 13:14
IDP: 94/06/30 13:14:22 SIM: 94/06/30 13:14

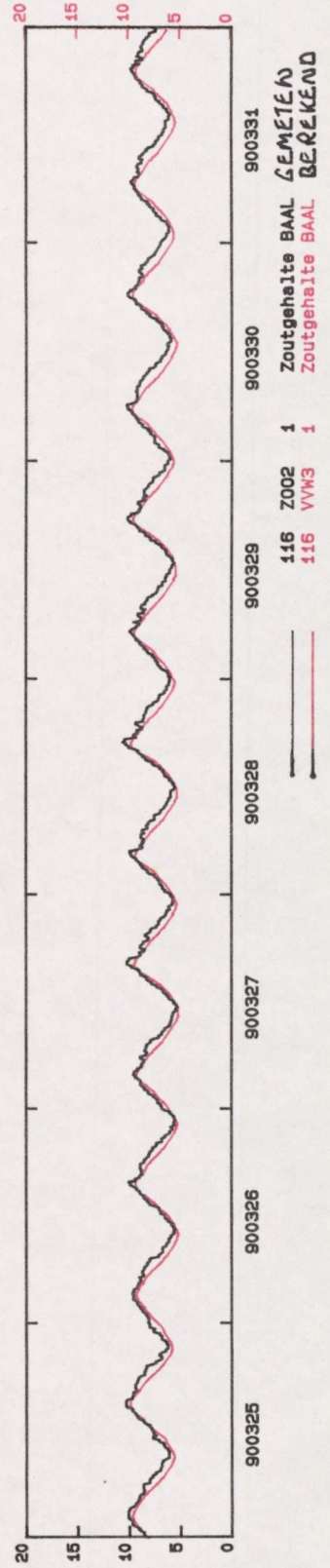
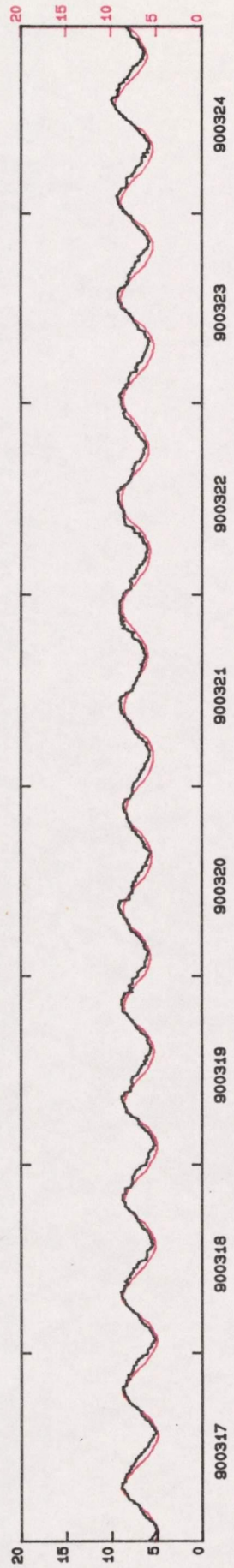
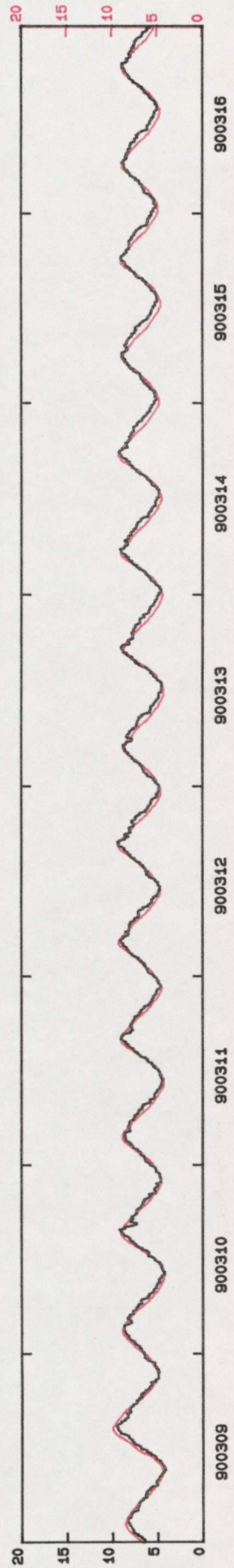
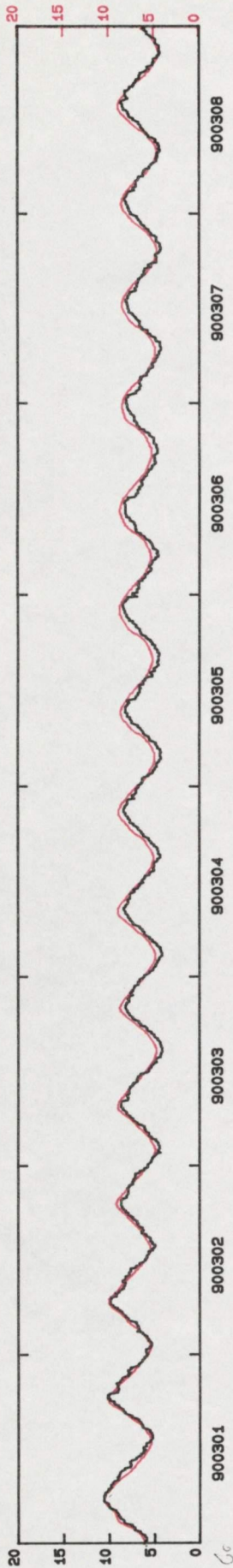


COMPUTED WATERLEVEL AT STATION
COMPUTED CONCENTRATION OF OPGELOSTE STOF AT STATION

OPL = 2005

Q = DEKADE + 2007

D = 50



Zoutgehalte BAAL
Zoutgehalte BAAL

116 Z002 1
116 VN3 1

116 Z002 1
116 VN3 1

116 Z002 1
116 VN3 1

116 Z002 1
116 VN3 1

116 Z002 1
116 VN3 1

116 Z002 1
116 VN3 1

