
Sediment en stroming in de Zand- vliet- en Berendrecht sluizen

Een korte inventarisatie



**Ingenieursbureau
S.D.Kamminga BV**

Leidse Wallen 6A
Postbus 7435
2701 AK Zoetermeer
www.isdk.nl

Ir. S.D.Kamminga

**Augustus 1999
RIK-43**

In opdracht van:

**Ministerie van de
Vlaamse Gemeen-
schap**

**Afdeling Maritieme
Schelde**

Telefoon 079-3160122
Fax 079-3160359
E-mail info@isdk.nl

Inhoudsopgave

1. Inleiding1

1.1 Algemeen1

1.2 Aanpak1

2. De metingen.....2

Het meetgebied2

2.2 Uitgevoerde metingen.....3

2.3 De waterstand3

3. Gegevensverwerking5

4. Resultaten en conclusies7

4.1 Resultaten.....7

4.2 Conclusies8

4.3 Aanbevelingen8

Appendix A Concentratieprofielen A-1

Appendix B Resultaten van de ADCPB-1

1. Inleiding

1.1 Algemeen

De Zandvliet- en Berendrechtstuizen verbinden de Zeeschelde met het Kanaaldok in de Antwerpse haven. De Zeeschelde voert veel sediment aan. Dit sediment komt waarschijnlijk door de stuizen in het dok terecht. Om enig inzicht te krijgen in de heersende sedimentconcentraties en het effect van het spuien van de stuizen en binnenlopen van schepen zijn metingen verricht. De metingen zijn uitgevoerd met een turbiditeits meter en een Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP).

Het **doel** van dit rapport is om de meetresultaten te presenteren. Het resultaat zijn overzichten van de gemeten stroomsnelheden en sedimentconcentraties.

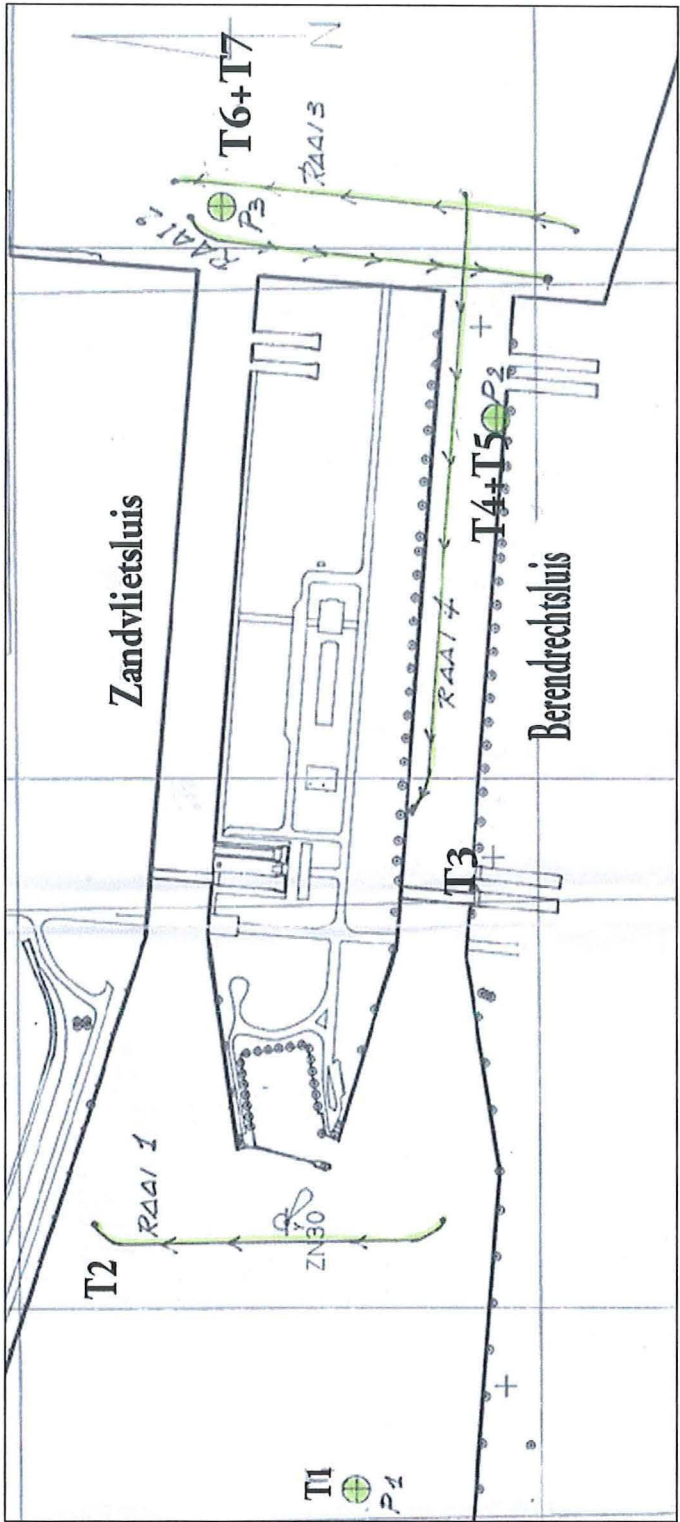
1.2 Aanpak

Hoofdstuk 2 beschrijft de meetlocatie en de uitgevoerde metingen. Hoofdstuk 3 beschrijft de verwerking van de gegevens. De meetresultaten worden gepresenteerd en bediscussieerd in Hoofdstuk 4.

Dit rapport is geschreven in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Maritieme Schelde. De opdracht is bevestigd middels een brief met kenmerk Stroom/Zandvl/99.F van 15 juli 1999.

2. De metingen

2.1 Het meetgebied



Figuur 1 Het sluizencomplex met aan de westzijde de toegangsgeul en aan de oostzijde het dok.

2.2 Uitgevoerde metingen

Er zijn afwisselend metingen uitgevoerd met een troebelheidsmeter, voor een profiel van de sedimentconcentratie, en met de ADCP, voor een stromingsprofiel en een scattersterkte-profiel, Tabel 1.

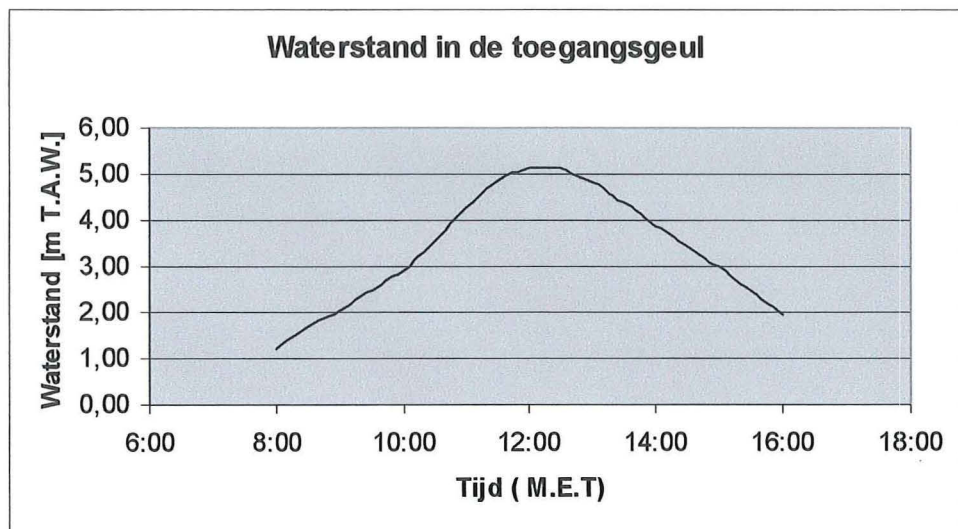
De troebelheidsmeter die voor de meting is gebruikt is van het merk Staiger-Mohilo type 7530 SSN-T

Tabel 1: De uitgevoerde metingen op 10 juni 1999 bij de Zandvlietsluis en de Berendrechtsluis.

Start-tijd (MET)	Nr	Soort	Plaats	Opmerking
10.06	P1	Verticaal - Stroming	Toegangseul Berendrecht-sluis	
10.16	T1	Verticaal - troebelheid	Toegangseul Berendrecht-sluis	
10.38	T2	Verticaal - troebelheid	Kolk Zandvlietsluis	
10.49	R1	Raai - Stroming	Toegangseulen	
11.04	T3	Verticaal - troebelheid	Kolk Berendrecht-sluis	
12.13	P2	Verticaal - stroming	Kolk Berendrechtsluis	
12.18	T4	Verticaal - troebelheid	Kolk Berendrechtsluis	Voor zeeschip
12.28	T5	Verticaal - troebelheid	Kolk Berendrechtsluis	Zeeschip
12.39	T6	Verticaal - troebelheid	Dokzijde Zandvlietsluis	
12.41	P3	Verticaal - stroming	Dokzijde Zandvlietsluis	
12.57	R2	Raai - Stroming	Dokzijde	
13.29	R3	Raai - Stroming	Dokzijde	Zeeschip
13.43	R4	Raai - Stroming	Kolk Berendrechtsluis	
13.51	T7	Verticaal - troebelheid	Dokzijde Zandvlietsluis	Bulkcarrier

2.3 De waterstand

De waterstand in het kanaaldok is continue +4.18 m T.A.W. De waterstand in de toegangseul is weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2: De waterstand in de toegangseul/

3. Gegevensverwerking

Concentratietingen

De concentratietingen zijn gepresenteerd als functie van de diepte onder het wateroppervlak.

De resolutie van de metingen is 5 mg / l. De meetwaarden zijn niet gekalibreerd aan watermonsters.

Stromingsmetingen

De stromingsmetingen uit de ADCP zijn op de gebruikelijke wijze verwerkt. De metingen op een raai zijn uitgezet als functie van de afstand tot het beginpunt van de meting. De metingen op een vaste positie zijn uitgezet als functie van de tijd. De diepte coördinaat is t.o.v. het wateroppervlak.

De hoofdstroomrichting x is gedefinieerd langs de sluis, de dwarsstroomrichting y is haaks op de sluis.

Tabel 2 Richting van de x- en y-coördinaten

x-richting	y-richting
6	96

Kalibratie ADCP backscattersterkte

De ADCP backscattersterkte is gekalibreerd aan de met de troebelheidsmeter gemeten sedimentconcentratie. De calibratiefactor is het quotiënt van de gemeten scattersterkte in het eerste ensemble en de concentratie. De diepteafhankelijke kalibratiefactor $\alpha(z)$ is uitgerekend volgens:

$$\alpha(z) = \frac{c_T(z)}{BS(E, z)}$$

met z de afstand tot de bodem, BS(E, z) de backscattersterkte gemeten met de ADCP voor referentie ensemble E en diepte z en $c_T(z)$ de gemeten referentieconcentratie op diepte z..

De backscattersterkte BS(i,z) van ensemble i op diepte z is dan gekalibreerd tot concentratie $c(i,z)$ volgens:

$$c(i, z) = \alpha(z) \cdot BS(i, z)$$

Voor de kalibratie zijn de concentratietingen en de ADCP gebruikt volgens Tabel 3.

Tabel 3: De voor kalibratie gebruikte combinatie van ADCP meting en concentratiemeting

ADCP meting	Concentratie-profiel	Ensemble-nummer
P1	T1	65
P2	T4 / T5	20 / 20
P3	T6	1
R1	T2	34
R2	T6	1
R3	T7	39
R4	T7	1

Opgemerkt wordt:

- De metingen R4 en T7 liggen qua tijd dicht bij elkaar maar de posities liggen ver uiteen.
- R3 is gekalibreerd met T7 bij de Zandvlietsluis. De concentratie bij de Berendrechtsluis blijkt echter zeer veel groter te zijn dan bij de Zandvlietsluis. De kalibratie is daardoor waarschijnlijk minder nauwkeurig.

Nauwkeurigheid van de kalibratie

De kalibratie van ADCP backscattersterkte aan concentratiemetingen is een geaccepteerde methode. De kalibratie wordt minder nauwkeurig door:

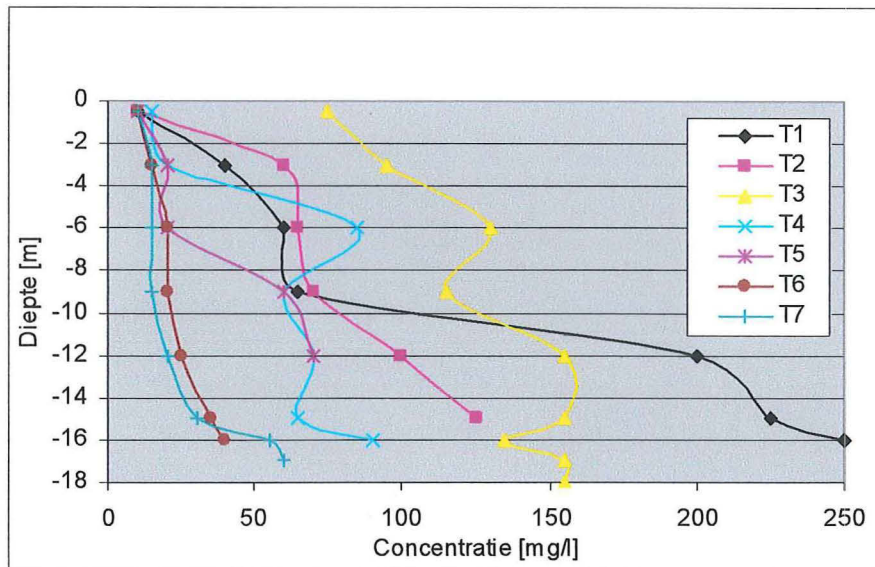
- Toenemende afstand tot de positie van de kalibratie,
- Variaties in het stromings- en sedimentregime.
- Verandering van grootte van de sedimentdeeltjes

De in het volgende hoofdstuk gepresenteerde concentratieverdelingen moeten daarom vooral worden gebruikt om een indruk te krijgen van de sedimentconcentratie.

4. Resultaten en conclusies

4.1 Resultaten

De resultaten van de **concentratiemetingen** staan in Appendix A. en zijn gezamenlijk weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3 : Concentratieprofielen gemeten met de troebelheidsmeter

De volgende opmerkingen worden gemaakt:

- De concentraties nemen af van de Zeeschelde tot in het dok
- De concentraties nemen sterk toe van het wateroppervlak naar de bodem.
- De metingen T4 en T5 zijn kort na elkaar uitgevoerd en geven een verschillend resultaat. Er valt op dat de concentratie midden in de waterkolom bij T4 veel hoger is dan bij T5.
- De resolutie van de concentratie-waarden is 5 mg / l
- De concentraties aan de dokzijde zijn laag.

De resultaten van de ADCP metingen staan in Appendix B en Tabel 4.

Tabel 4: Resultaten van de metingen met de ADCP.

Nr	Locatie	Resultaat
P1	Toegangsgeul	Gelaagde stroming, het transport is netto de sluis in.
P2	Kolk Berend-rechtsluis	Gelaagde stroming, sterke variatie in de tijd door binnenlopen van schip, concentratie varieert sterk
P3	Dok Zandvliet-sluis	Weinig stroming en lage concentratie
R1	Toegangsgeul	Gelaagde stroming, netto transport is de sluis in
R2	Dokzijde	Stroming en concentratie sterker bij Berendrecht-sluis, netto transport de sluis uit.
R3	Dokzijde	Hoge concentratie bij Berendrechtsluis (kalibratie is niet nauwkeurig)
R4	Kolk Berend-rechtsluis	Variaties in de stroming, hogere concentraties aan het wateroppervlak.

4.2 Concluesies

De uitgevoerde meetcampagne is slechts beperkt en vooral bedoeld om een indruk te krijgen van de omstandigheden in en om de sluizen. De resultaten hoeven niet representatief te zijn voor de dagelijkse condities.

Voor het berekenen van de sediment concentratie uit ADCP meetge-gevens is een kalibratie uitgevoerd. Deze kalibratie is niet volmaakt, wel ontstaat een ruimtelijk beeld van de concentratieverdeling.

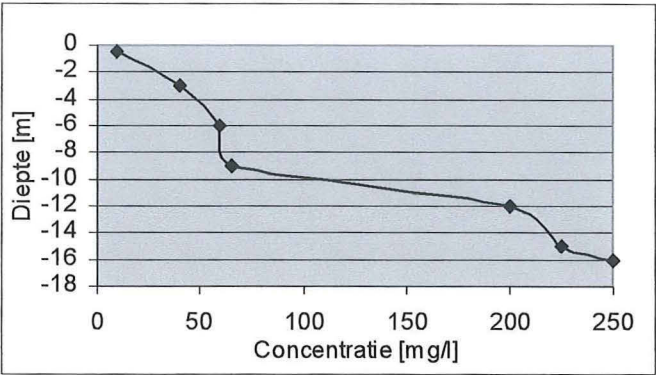
Een voorzichtige conclusies uit de resultaten is dat het netto transport in algemeen van de Zeeschelde door de sluizen richting het dok gaat. Daarnaast is de invloed van passerende grote schepen goed te zien. Of deze invloed leidt tot een groter sedimenttransport richting het dok is niet uit de resultaten af te leiden.

4.3 Aanbevelingen

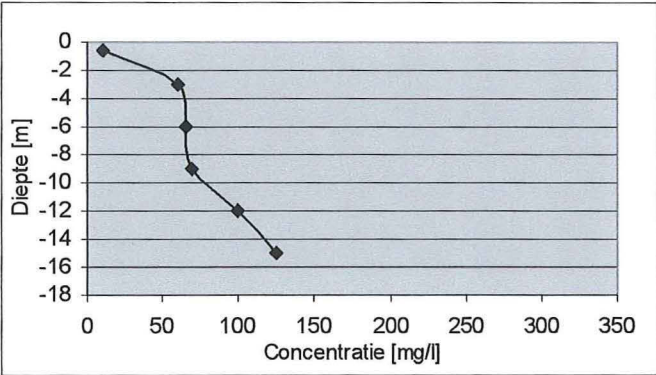
Om een goed beeld te krijgen van de sedimentconcentraties en trans-porten is een meetcampagne op basis van een accuraat meetplan noodzakelijk. Een combinatie van technieken: een troebelheidsmeter, een ADCP, en watermonsters is hiervoor onmisbaar. Een gedetail-leerd logboek over het openen en sluiten van sluisdeuren, binnenlo-pen van schepen, en weerscondities kan leiden tot scherpere conclu-sies.

Appendix A Concentratieprofielen

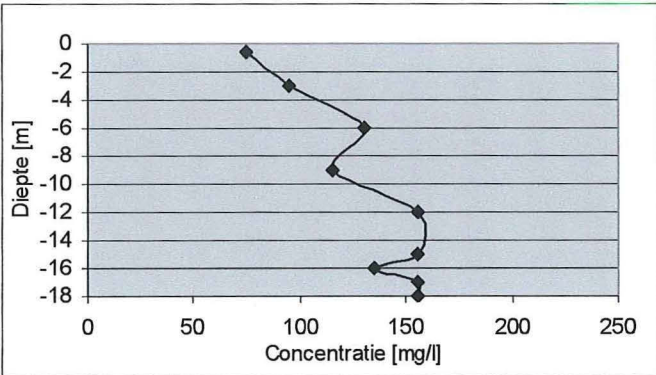
Meting T1, 10.16 uur MET



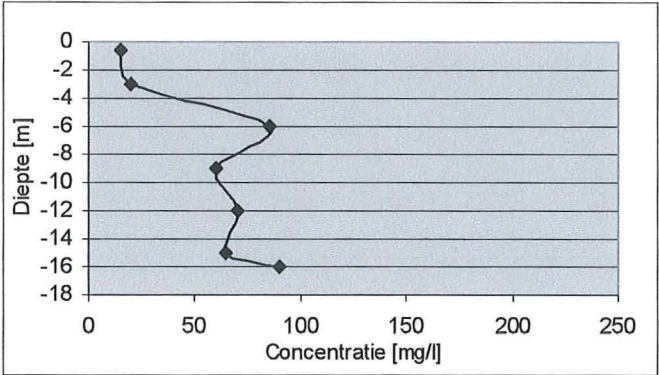
Meting T2, 10.38 uur MET



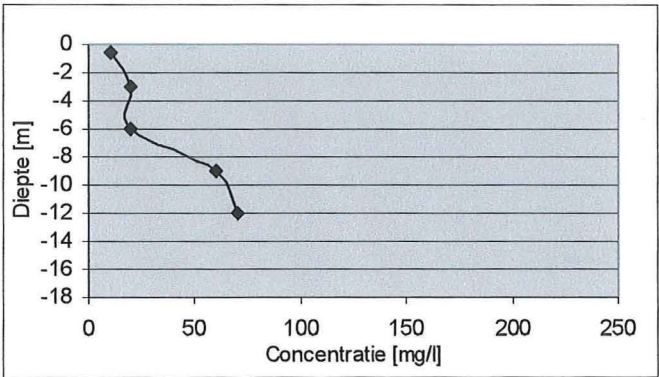
Meting T3, 11.04 uur MET



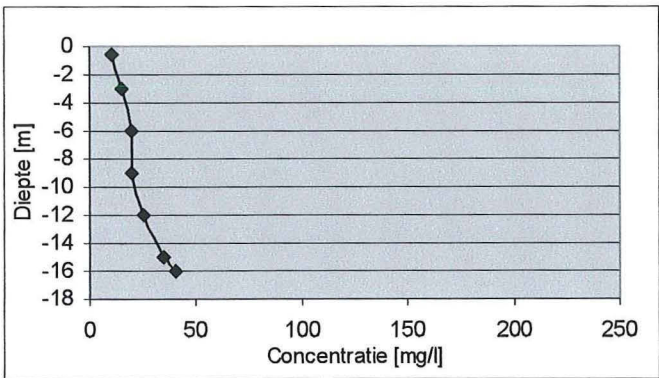
Meting T4, 12.18 uur MET



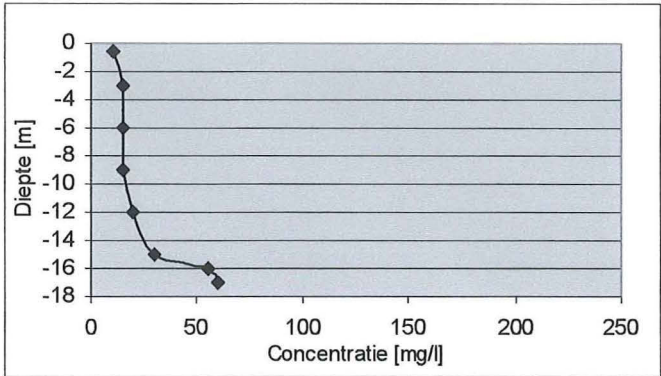
Meting T5, 12.28 uur MET



Meting T6, 13.39 uur MET



Meting T7, 13.51 uur MET



Appendix B Resultaten van de ADCP

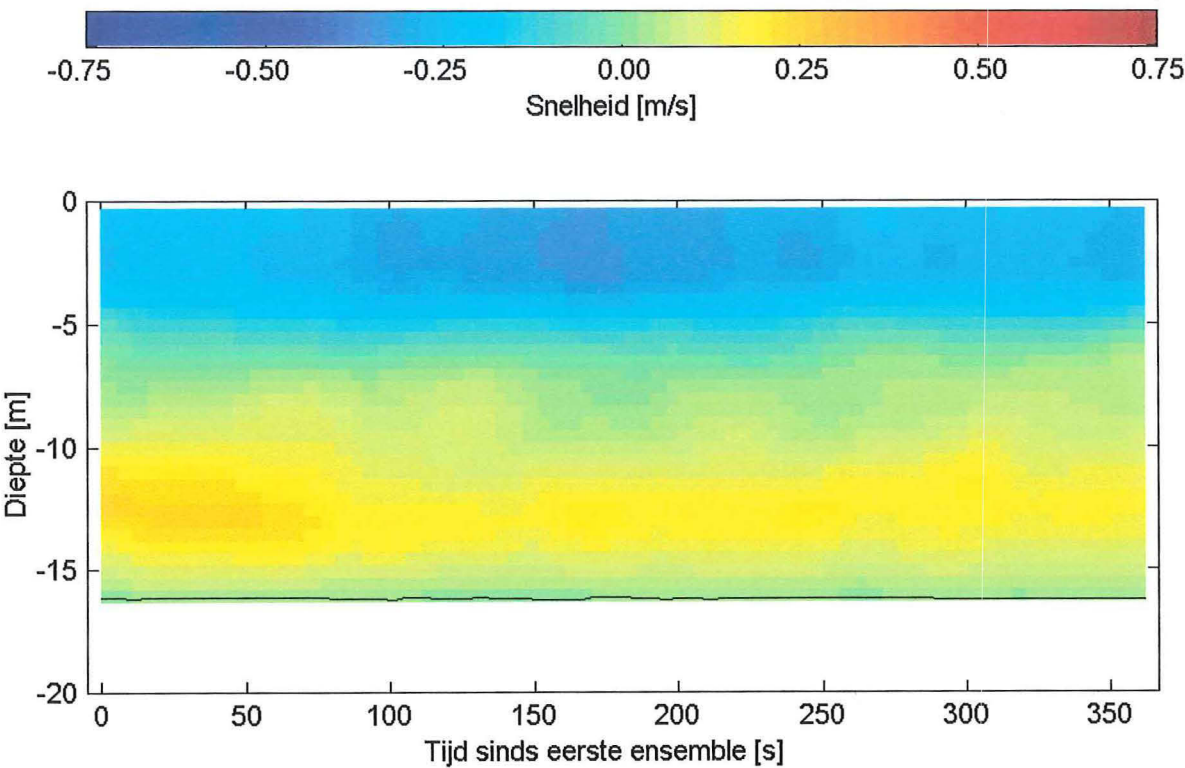
Omgeving Zandvliet- en Berendrechtluizen te Antwerpen

A.D.C.P. - metingen 10 juni 1999

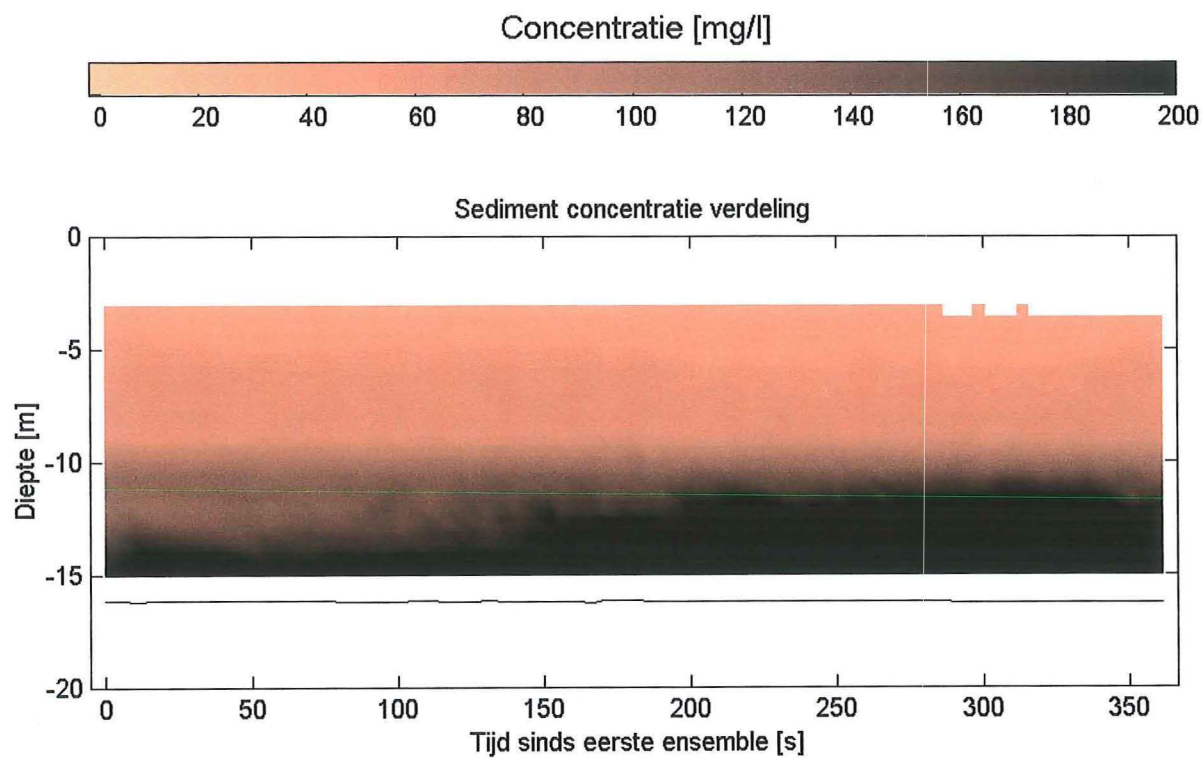
Verticaal 1

Meettijdstip: 10h06 (MET)

Globale snelheidsverdeling volgens de tijd (hoofdstroomrichting)



Verticaal 1	Meettijdstip: 10h06 (MET)
Globale sedimentconcentratieverdeling volgens de tijd	



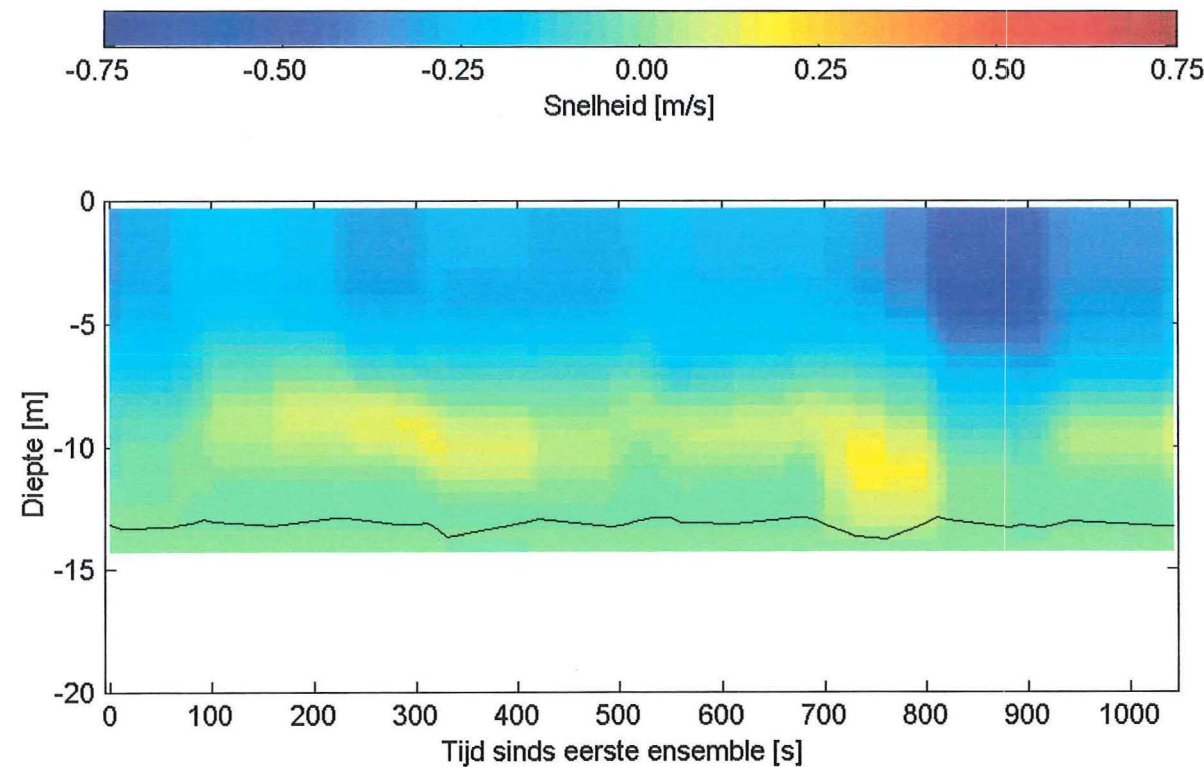
Omgeving Zandvliet- en Berendrechtstuizen te Antwerpen

A.D.C.P. - metingen 10 juni 1999

Verticaal 2

Meettijdstip: 12h13 (MET)

Globale snelheidsverdeling volgens de tijd (hoofdstroomrichting)



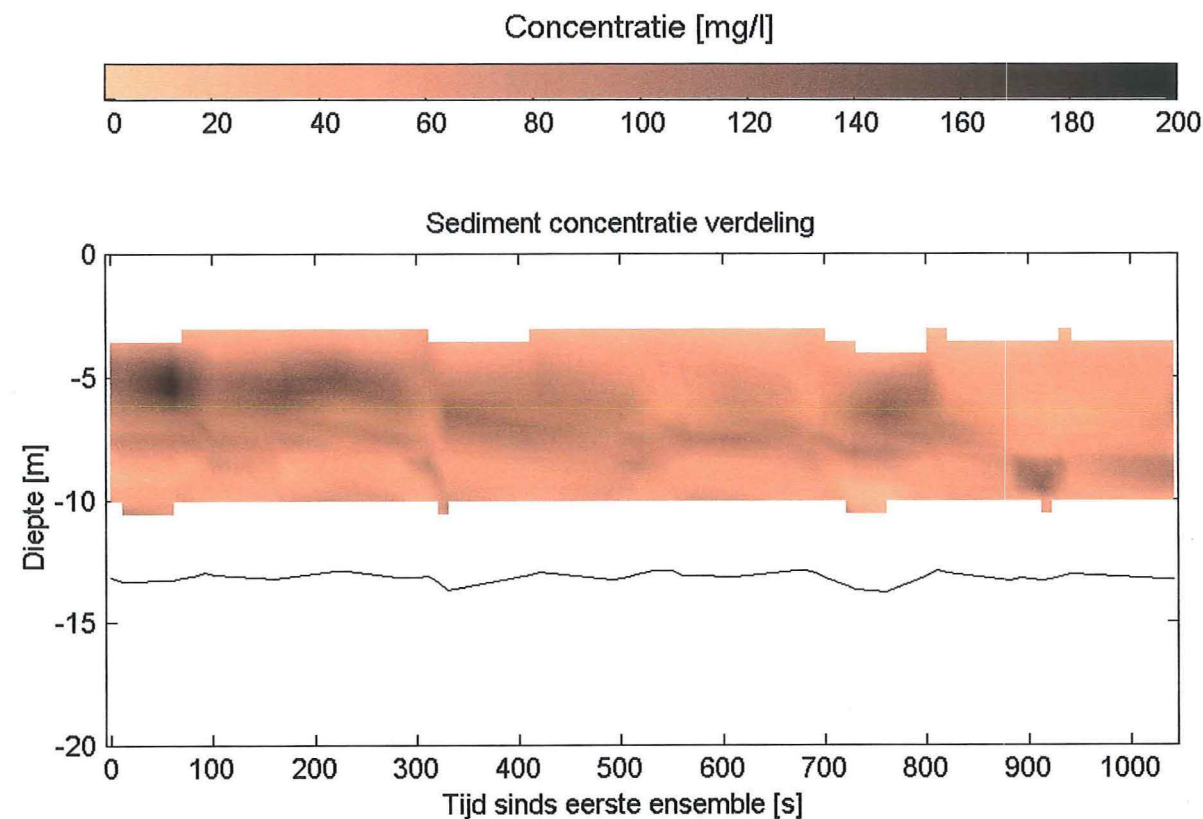
Omgeving Zandvliet- en Berendrechtstuizen te Antwerpen

A.D.C.P. - metingen 10 juni 1999

Verticaal 2

Meettijdstip: 12h13 (MET)

Globale sedimentconcentratieverdeling volgens de tijd



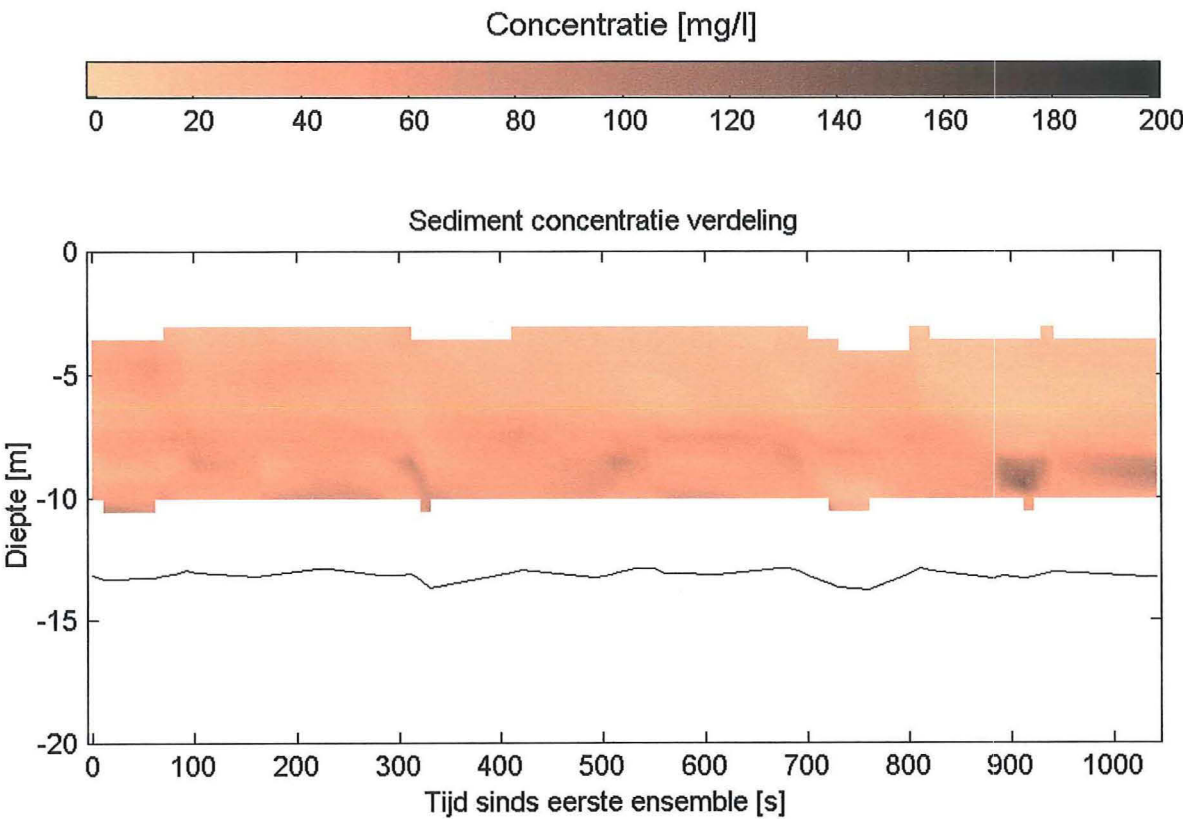
Omgeving Zandvliet- en Berendrechtstuizen te Antwerpen

A.D.C.P. - metingen 10 juni 1999

Verticaal 2

Meettijdstip: 12h13 (MET)

Globale sedimentconcentratieverdeling volgens de tijd



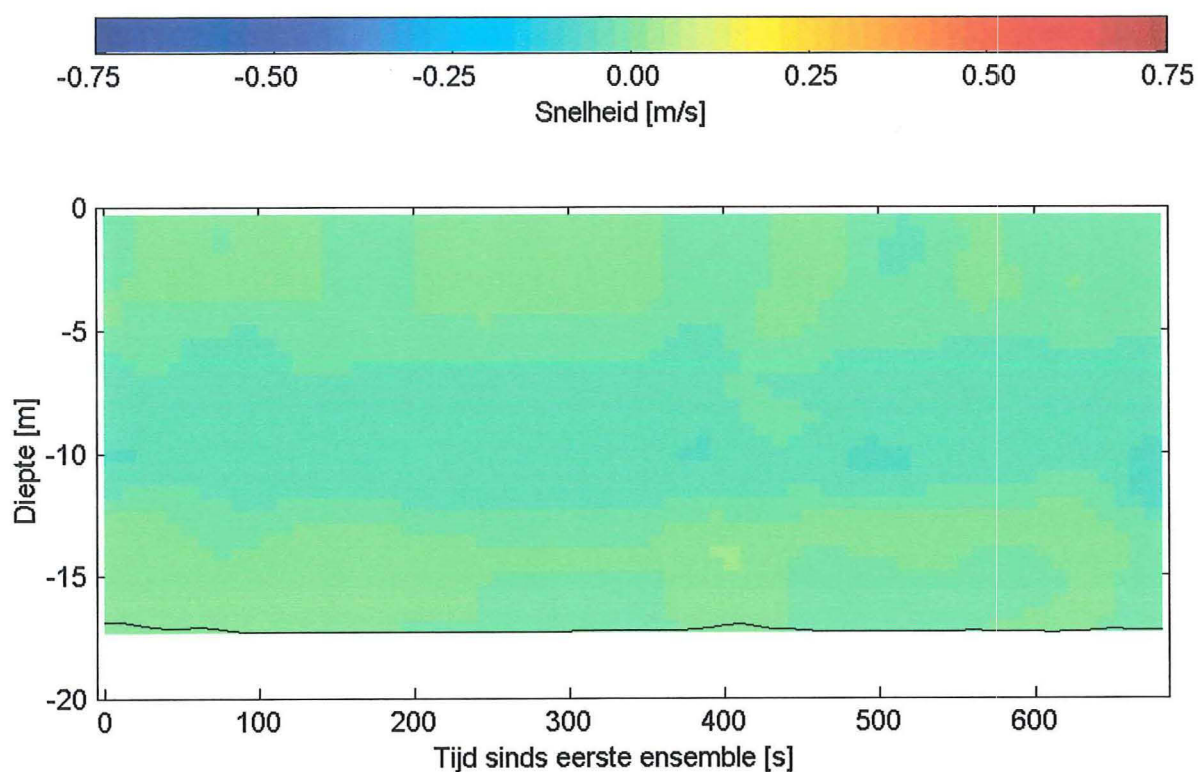
Omgeving Zandvliet- en Berendrechtstuizen te Antwerpen

A.D.C.P. - metingen 10 juni 1999

Verticaal 3

Meettijdstip: 12h41 (MET)

Globale snelheidsverdeling volgens de tijd (hoofdstroomrichting)



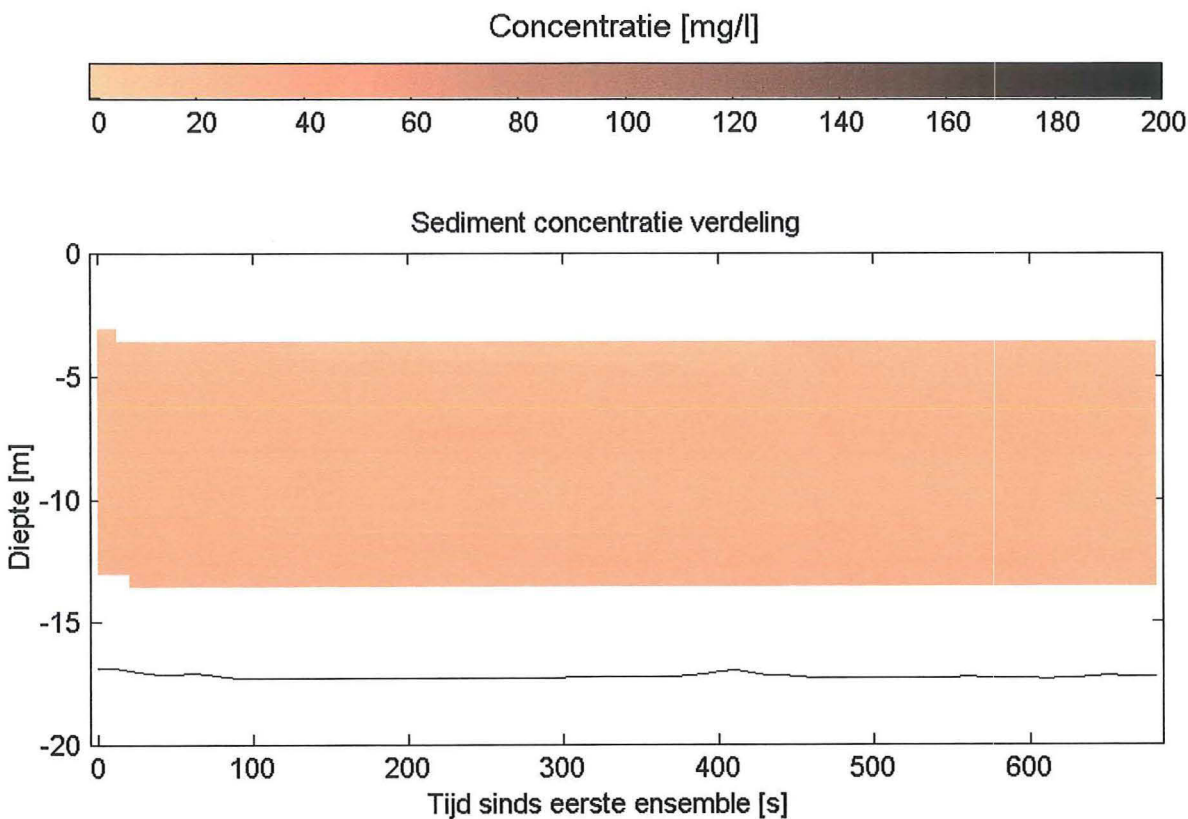
Omgeving Zandvliet- en Berendrechtstuizen te Antwerpen

A.D.C.P. - metingen 10 juni 1999

Verticaal 3

Meettijdstip: 12h41 (MET)

Globale sedimentconcentratieverdeling volgens de tijd



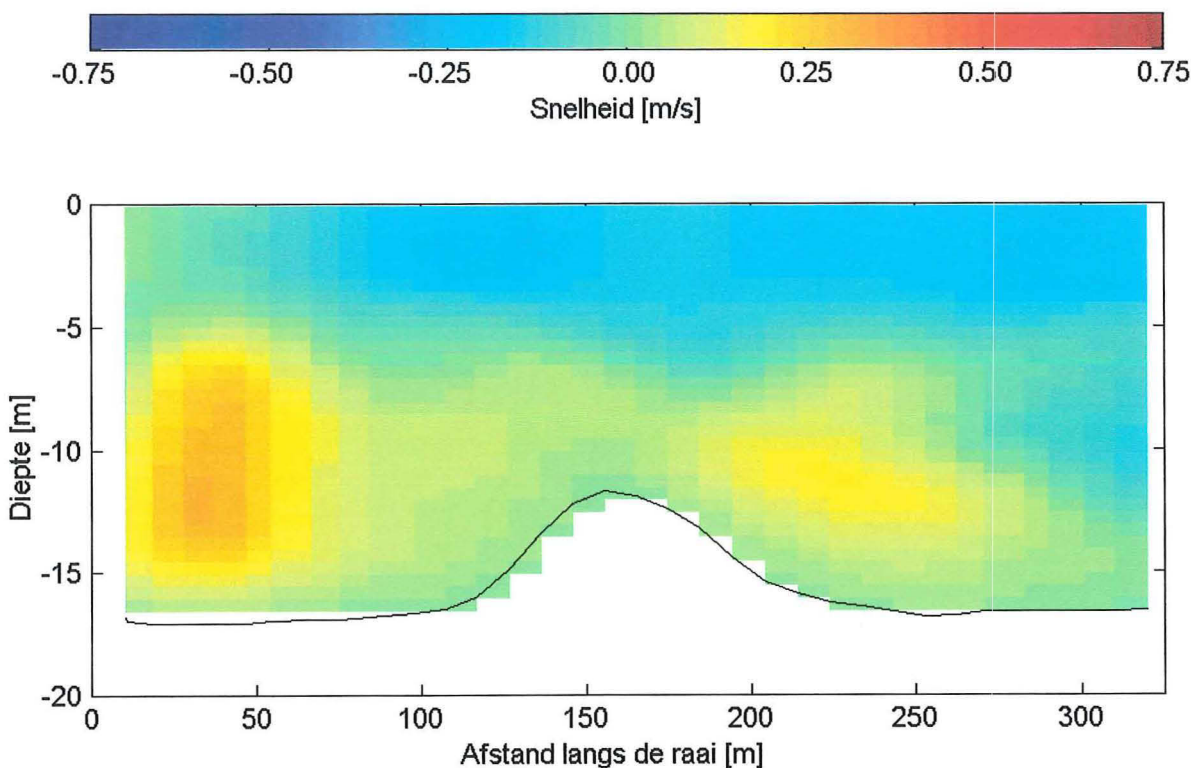
Omgeving Zandvliet- en Berendrechtstuizen te Antwerpen

A.D.C.P. - metingen 10 juni 1999

Raai 1

Meettijdstip: 10h49 (MET)

Horizontale snelheidscomponente volgens de meetraai (hoofdstroomrichting)



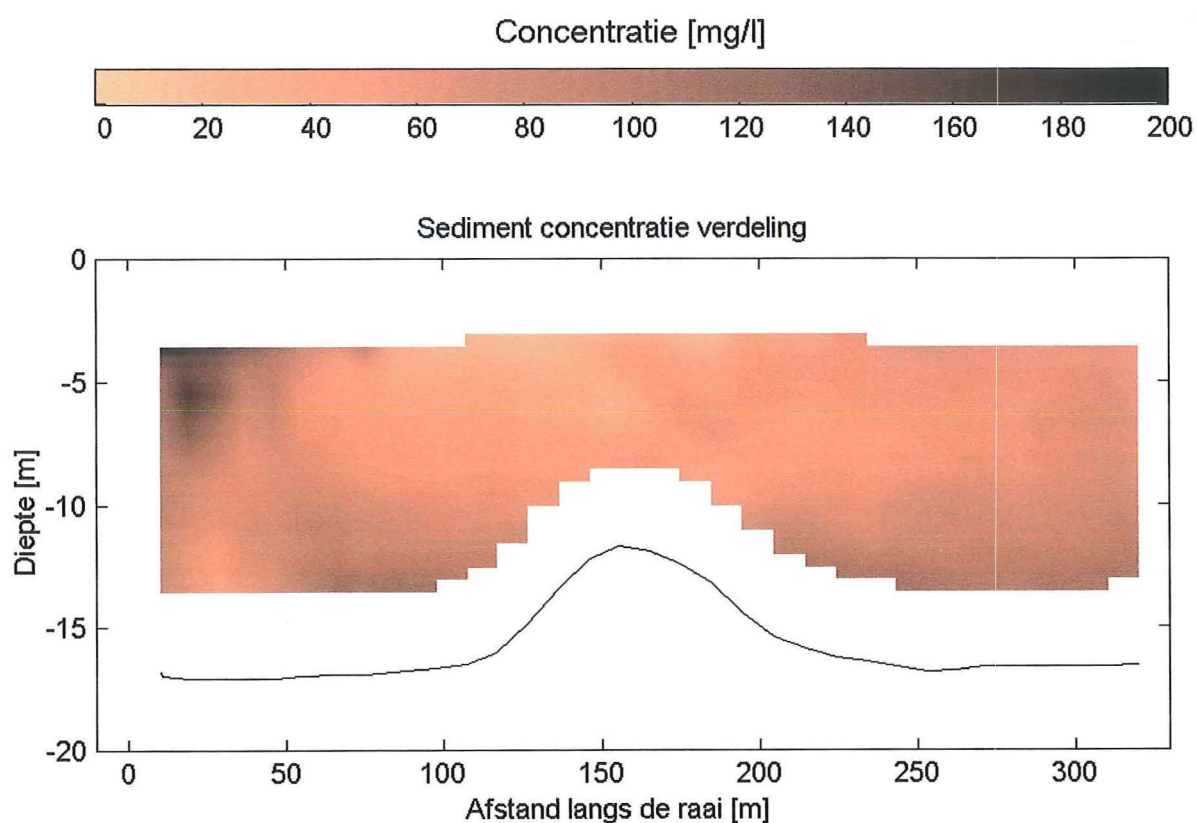
Omgeving Zandvliet- en Berendrechtstuizen te Antwerpen

A.D.C.P. - metingen 10 juni 1999

Raai 1

Meettijdstip: 10h49 (MET)

Globale sedimentconcentratieverdeling volgens de meetraai



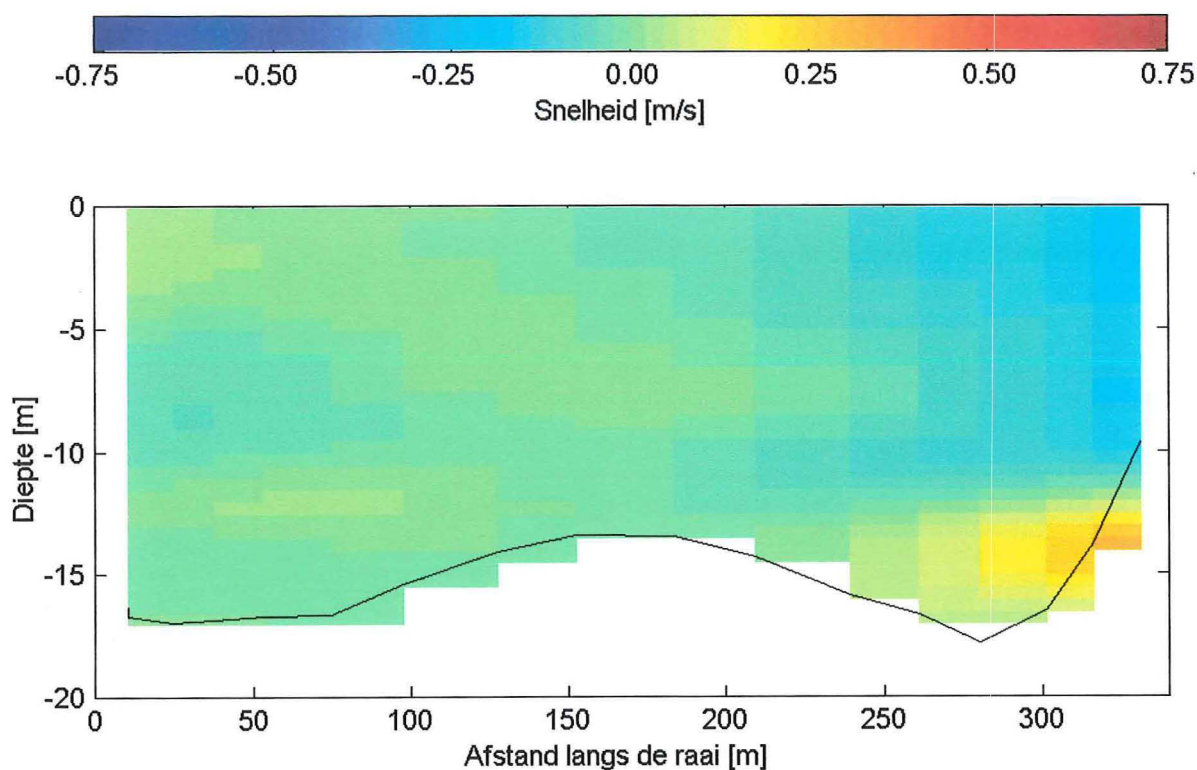
Omgeving Zandvliet- en Berendrechtluizen te Antwerpen

A.D.C.P. - metingen 10 juni 1999

Raai 2

Meettijdstip: 12h57 (MET)

Horizontale snelheidscomponente volgens de meetraai (hoofdstroomrichting)



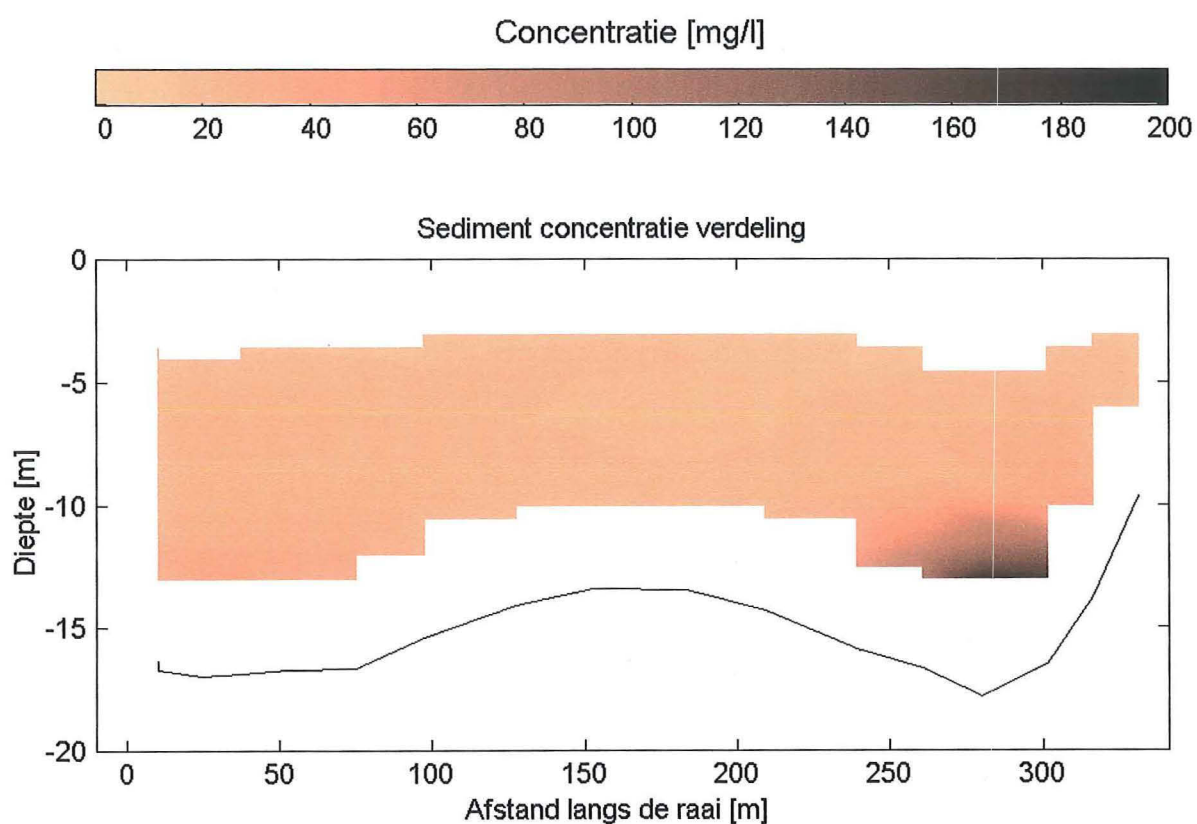
Omgeving Zandvliet- en Berendrechtstuizen te Antwerpen

A.D.C.P. - metingen 10 juni 1999

Raai 2

Meettijdstip: 12h57 (MET)

Globale sedimentconcentratieverdeling volgens de meetraai



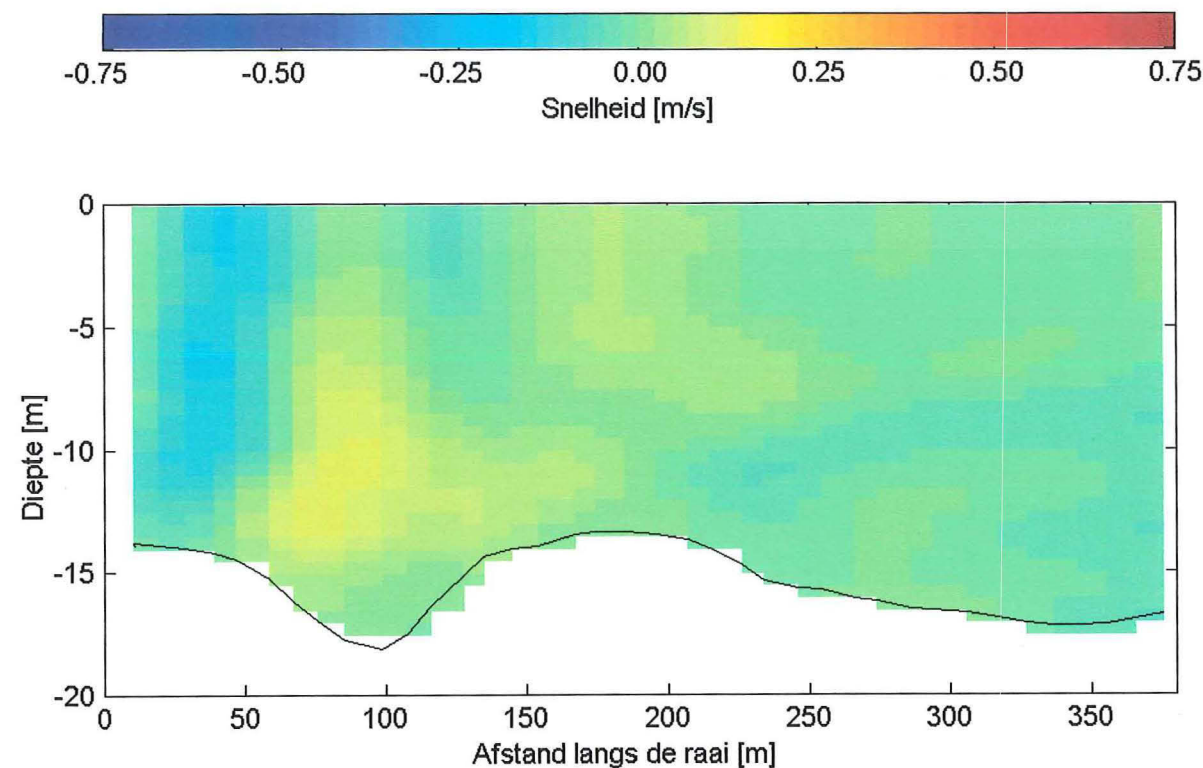
Omgeving Zandvliet- en Berendrechtstuizen te Antwerpen

A.D.C.P. - metingen 10 juni 1999

Raai 3

Meettijdstip: 13h29 (MET)

Horizontale snelheidscomponente volgens de meetraai (hoofdstroomrichting)



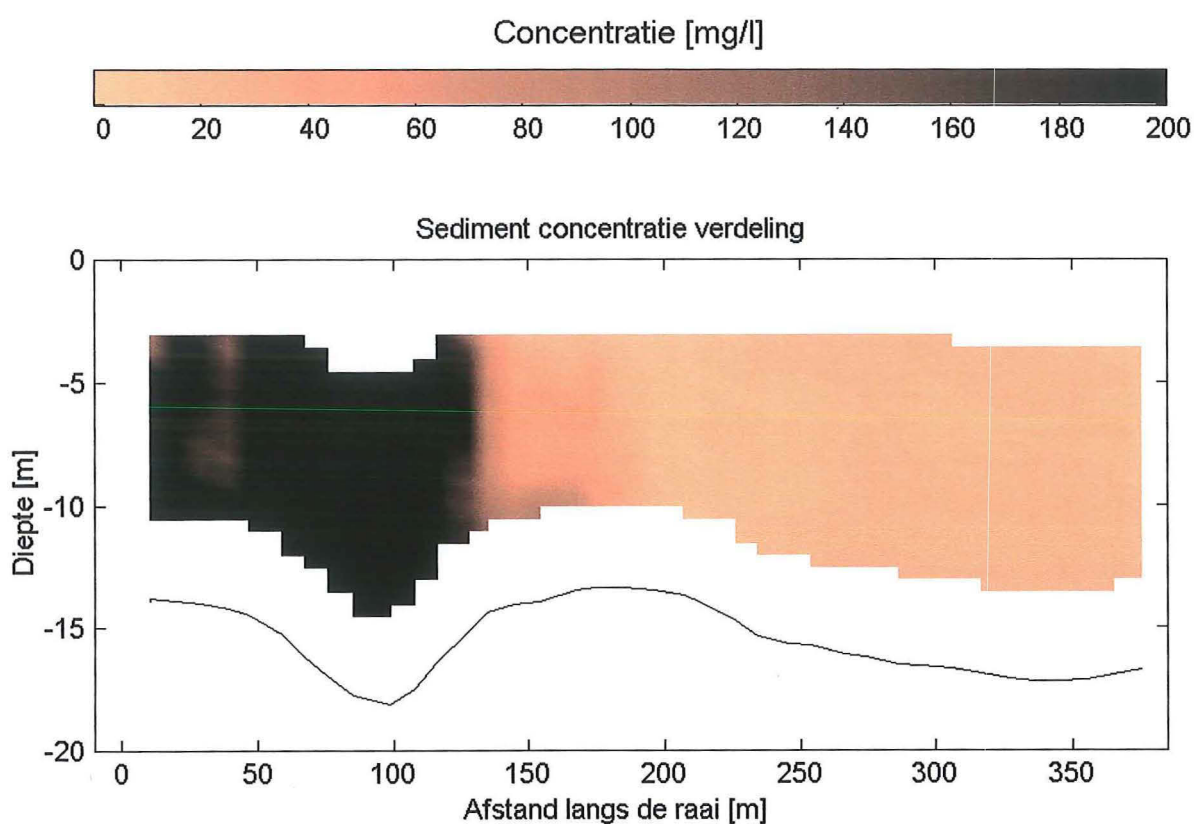
Omgeving Zandvliet- en Berendrechtstuizen te Antwerpen

A.D.C.P. - metingen 10 juni 1999

Raai 3

Meettijdstip: 13h29 (MET)

Globale sedimentconcentratieverdeling volgens de meetraai



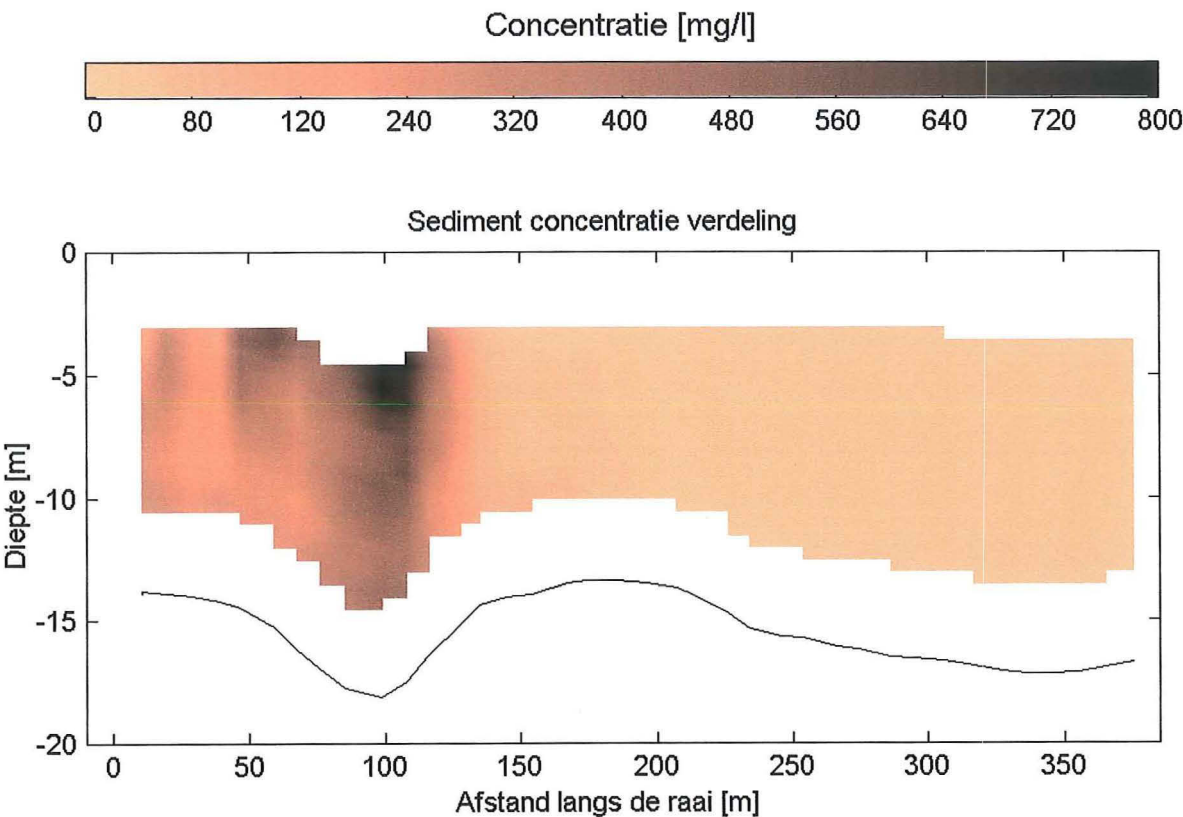
Omgeving Zandvliet- en Berendrechtluizen te Antwerpen

A.D.C.P. - metingen 10 juni 1999

Raai 3

Meettijdstip: 13h29 (MET)

Globale sedimentconcentratieverdeling volgens de meetraai



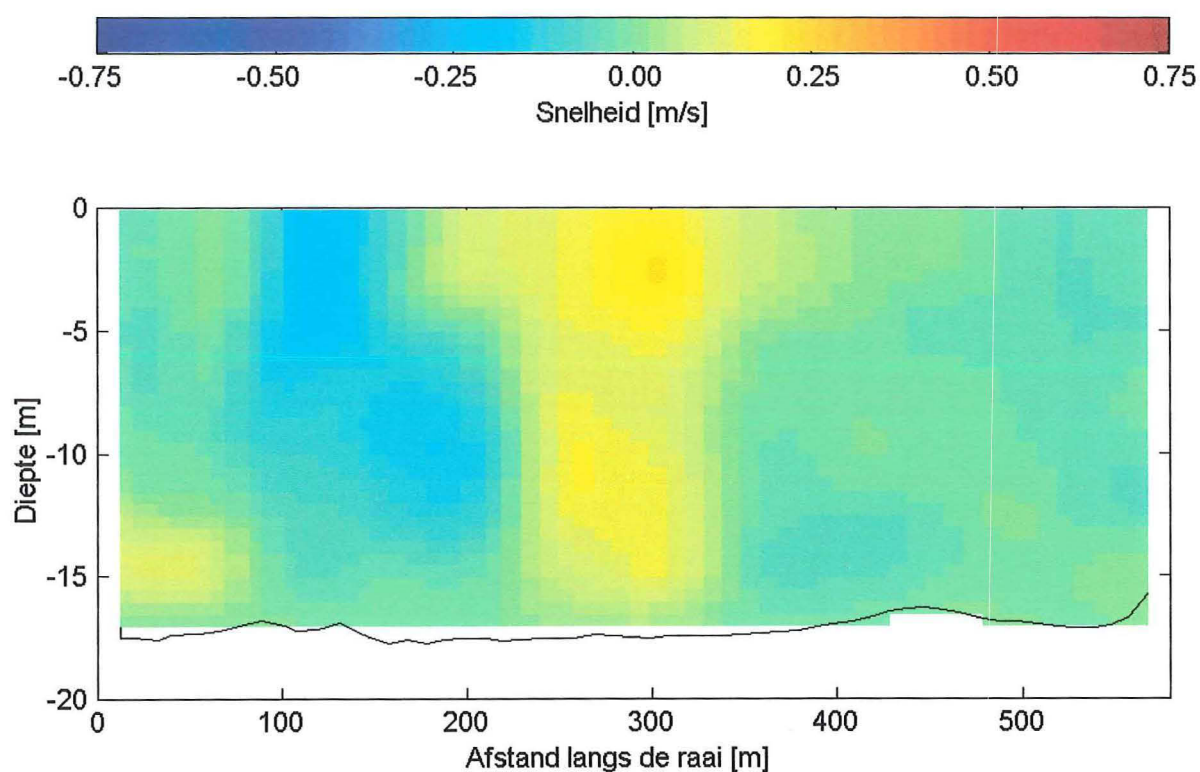
Omgeving Zandvliet- en Berendrechtluizen te Antwerpen

A.D.C.P. - metingen 10 juni 1999

Raai 4

Meettijdstip: 13h43 (MET)

Horizontale snelheidscomponente langs de meetraai (hoofdstroomrichting)



Omgeving Zandvliet- en Berendrechtstuizen te Antwerpen

A.D.C.P. - metingen 10 juni 1999

Raai 4

Meettijdstip: 13h43 (MET)

Globale sedimentconcentratieverdeling volgens de meetraai

