

---

# ADCP metingen MONEOS-T project Verwerking meetpunt AZTM 2

Februari 2009



Uitvoerend Secretariaat Technische Schelde Commissie

**AV\_DOC\_080418**

---

**Aqua Vision BV**  
Servaasbolwerk 11  
3512 NK Utrecht  
The Netherlands

Tel. ++ 31 30 2459872  
Fax. ++ 31 30 2459499  
[www.aquavision.nl](http://www.aquavision.nl)



Hydro- & Oceanographic  
Consultancy

---

# **ADCP metingen MONEOS-T project Verwerking meetpunt AZTM 2**

Februari 2009

Auteur : P. van Santen  
Datum : Februari 2009  
Rapportnummer : AV\_DOC\_080418  
Opdrachtgever : Uitvoerend Secretariaat Technische Schelde Commissie  
Contactpersoon : Y. Plancke / M. Schrijver

---

**Aqua Vision BV**  
Servaasbolwerk 11  
3512 NK Utrecht  
The Netherlands

Tel. ++ 31 30 2459872  
Fax. ++ 31 30 2459499  
[www.aquavision.nl](http://www.aquavision.nl)



Hydro- & Oceanographic  
Consultancy

---

## Inhoudsopgave

|           |                                          |           |
|-----------|------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>INLEIDING .....</b>                   | <b>5</b>  |
| <b>2.</b> | <b>METHODIEK.....</b>                    | <b>6</b>  |
| 2.1       | Apparatuur en meetprincipes.....         | 6         |
| 2.1.1     | Stromingsmeting .....                    | 6         |
| 2.1.2     | Sediment concentratie meting .....       | 6         |
| 2.2       | Meetlocatie, -periode en -condities..... | 8         |
| 2.3       | Meetopstelling .....                     | 8         |
| 2.4       | Dataverwerking.....                      | 9         |
| <b>3.</b> | <b>RESULTATEN .....</b>                  | <b>11</b> |
| <b>4.</b> | <b>DISCUSSIE.....</b>                    | <b>14</b> |
| <b>5.</b> | <b>CONCLUSIE .....</b>                   | <b>16</b> |

## Lijst met Figuren

|                                                                                                                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figuur 3-1: Correlaties van de concentratie verkregen uit watermonsters met de absolute backscatter. De lijnen geven de calibratieformules uit Vergelijking 3, 4 en 5 en worden ter referentie in iedere grafiek getoond. .... | 13 |
| Figuur 4-1: Verhouding van de zandconcentratie in de watermonsters ten opzichte van de totale sediment concentraties van de watermonsters als functie van die totale sediment concentratie.....                                | 14 |
| Figuur 4-2: Percentage opgetelde zand en slib concentratie van de watermonsters ten opzichte van de totale sediment concentratie bepaalt uit de watermonsters. ....                                                            | 15 |
| Figuur 4-3: Correlatie tussen de berekende absolute terugkaatsing volgens Vergelijking 6 en de watermonster sediment concentraties. ....                                                                                       | 16 |

## Lijst met Tabellen

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2-1: Hardware karakteristieken van de ADCP. ....                                                              | 7  |
| Tabel 2-2: Korrelgrootteverdeling van het suspensieve materiaal. ....                                               | 9  |
| Tabel 3-1: Overzicht van ensembles die verwijderd zijn vanwege door luchtbellen afwijkende backscatter waarden..... | 11 |
| Tabel 3-2: Watermonsterkarakteristieken .....                                                                       | 12 |
| Tabel 4-1: Gebruikte gegevens voor de theoretische berekening van de backscatter.....                               | 15 |

## Lijst met Bijlagen

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| Bijlage 1: Contour Plots..... | 17 |
| Bijlage 2: Profielen.....     | 43 |



## 1. Inleiding

Het Vlaams-Nederlandse monitoringsprogramma MONEOS-T moet toelaten de mogelijke effecten van het project “verruiming vaargeul” in de Westerschelde te evalueren. Vanuit dit programma ontstond de vraag welke meettechniek het meest geschikt was voor de meting van sediment transport. Om deze vraag te beantwoorden is op 4 juni 2008 een uitgebreide meetcampagne uitgevoerd met o.m. De Delftse fles, Aanderaa RCM-9, LISST-25, OBS, MEX monsternamen en de ADCP op het meetpunt AZTM-2 Everingen. Daarnaast is op de debietraai 7 “Everingen” continu gemeten met een ADCP. Dit rapport beschrijft de verwerking van alle ADCP metingen op meetpunt AZTM2. De ADCP metingen van debietraai 7 “Everingen” worden beschreven in het rapport AV\_DOC\_080420.

De ADCP is ontworpen voor de meting van een stromingsprofiel in de waterkolom. Het apparaat slaat echter ook de sterkte van het teruggekaatste geluidssignaal op. Door dit signaal te correleren met sediment concentraties verkregen uit ter plekke genomen watermonsters, kan dit signaal worden omgezet in sediment concentraties. Bij een regulier gebruikte ADCP geldt dit voor de middelste ca 80%-90% van de waterkolom. In dit rapport wordt de conversie gedaan met de Plume Detection Toolbox behorende bij ViSea DAS, de ADCP verwerkingssoftware ontwikkeld door Aqua Vision BV.

Hoofdstuk 2 beschrijft de theorie achter het meten van sediment concentraties met behulp van akoestische meetinstrumenten en behandelt de gevolgde methodiek tijdens de meting en de verwerking van de meetgegevens. De resultaten worden in Hoofdstuk 3 beschreven, waarna in Hoofdstuk 4 de discussie volgt. Het rapport sluit af met de conclusies in Hoofdstuk 5.

De presentaties van de meetgegevens worden getoond in deel 2 van dit rapport.

## 2. Methodiek

### 2.1 Apparatuur en meetprincipes

#### 2.1.1 Stromingsmeting

De stromingsmeting is uitgevoerd met een Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) van het merk Teledyne RDI.

Het meetprincipe van een ADCP berust op het meten van de Doppler verschuiving. Het instrument zendt twee pulsen uit met een vaste frequentie, die worden gereflecteerd door deeltjes die in het water zweven, zoals sediment of plankton. Door de beweging van de deeltjes met het water ten opzichte van de ADCP ontstaat er een relatieve fase verschuiving in de echo's van de twee pulsen. De twee pulsen samen wordt een ping genoemd. Omdat de geluidssnelheid en het tijdsverschil tussen de pulsen bekend is, is het relatieve faseverschil een maat voor de snelheid van het water. Het feit dat de ADCP direct de snelheid meet betekent dat een ADCP ook nooit gecalibreerd hoeft te worden.

De ADCP registreert zijn orientatie ten opzichte van het noorden middels een fluxgate kompas en zijn pitch en roll (schommelingen rond zijn langs- en dwarsas). Naast de korte pulsen gebruikt voor het meten van de watersnelheid en -richting gebruikt de ADCP ook lange pulsen voor het meten van de verplaatsing van het instrument ten opzichte van de bodem (*bottom-track*). Al deze parameters worden gebruikt om de gemeten watersnelheden te corrigeren voor de vaarsnelheid en -richting van de ADCP om zo de absolute stroomsnelheid en -richting van het water ten opzichte van de bodem te bepalen. Een ADCP is uitgevoerd met vier bundels maar kan op grond van de meetresultaten van drie bundels stroomsnelheid en -richting bepalen. Hierdoor levert het instrument ook betrouwbare stroomgegevens wanneer er één bundel uitvalt bijvoorbeeld als gevolg van reflectie aan constructies in de buurt van de ADCP.

De ADCP meet in één keer de gehele waterkolom door en deelt deze op in vooraf ingestelde meetcellen. De ADCP geeft voor elke meetcel de stroomsnelheid en -richting. Omdat met een transducent wordt gewerkt moet na het verzenden van het geluidssignaal korte tijd gewacht worden voordat de teruggekaatste echo kan worden geregistreerd. Hierdoor is er een kort bereik voor de ADCP waar niet gemeten kan worden, de zogenaamde *blank after transmit*. Dicht bij de bodem is eveneens een kort bereik waar niet gemeten kan worden in verband met het zogenaamde zijlob-effect. De transducenten van de ADCP bevinden zich in een JANUS configuratie onder een hoek van 30° met de verticale as. Voor een zo groot mogelijke nauwkeurigheid wordt een smalle, zo min mogelijk divergerende geluidsbundel gebruikt. Echter, er ontstaan altijd zijlobben met een veel lagere geluidsterkte. Aangezien de echo van de bodem veel sterker is dan de echo van de zwevende deeltjes, wordt de echo van de hoofdlob weerkaatst door deeltjes vlak boven de bodem verstoord door de echo van de zijlob op de bodem. Dit betekent dat de data uit de laatste 6% afstand van ADCP tot de bodem verstoord zijn en om deze reden afgekeurd worden.

#### 2.1.2 Sediment concentratie meting

Hoewel een ADCP oorspronkelijk ontworpen is voor het meten van stroomgegevens, geeft het akoestische echosignaal van de ADCP tevens informatie over de concentratie zwevend materiaal. Deze informatie wordt gemeten in de vorm van de intensiteit van de ontvangen reflecties, ook wel relatieve backscatter genoemd. Voor het meten van

concentraties gesuspendeerd materiaal met een ADCP dient de relatieve backscatter informatie te worden omgezet naar absolute backscatter (Deines, 1999).

De conversie van relatieve naar absolute backscatter bestaat uit de volgende stappen en is samengevat in Vergelijking 1:

- Conversie van interne eenheden naar dB
- Instrument normalisatie
- Afstand normalisatie

$$S_v = C + 10 \log_{10} \left( \frac{TR^2}{LP_T} \right) + 2\alpha R + K_c(E - E_r) \quad \text{Vergelijking 1}$$

Waarin  $S_v$  de absolute backscatter voorstelt in dB vanaf een deeltje op afstand  $R$  (in m),  $C$  is een fabrieksconstante en wordt gegeven door Deines (1999) (in dB),  $T$  is de watertemperatuur bij het apparaat (in °C),  $L$  is de uitgezonden pulslengte (m),  $P_T$  is het uitgezonden vermogen (in W),  $\alpha$  is de geluidsabsorptie (dB/m) bestaande uit  $\alpha_w + \alpha_s$ , zijnde de geluidsabsorptie in water en de geluidsabsorptie door het zwevende sediment,  $K_c$  is de RSSI schaalfactor om het signaal te converteren van de apparaat eenheid (*counts*) naar dB,  $E$  is de relatieve backscatter geregistreerd door de ADCP en  $E_r$  is het signaal referentie niveau.

De relatieve backscatter  $E$  is afkomstig uit de *Received Signal Strenght Indicator* (RSSI) van de ADCP transducenten. De RSSI waarden worden gemeten in *counts*. Het referentie niveau  $E_r$  is de RSSI waarde wanneer er geen signaal aanwezig is. De waarden voor de gebruikte ADCP worden gegeven in Tabel 2-1.

Met behulp van de RSSI schaalfactor kunnen de RSSI waarden worden geconverteerd naar dB eenheden. Omdat het gebruikte ADCP systeem relatief oud is, zijn de RSSI schaalfactoren niet meer te achterhalen door de fabrikant. De RSSI schaal factor ligt tussen de 0,35 en 0,55 dB/count. Voor dit project is de gemiddelde waarde van 0,45 dB/count gebruikt.

| Bundel | RSSI schaal factor ( $K_c$ )<br>(dB/cnt) | $E_r$ (cnt) |
|--------|------------------------------------------|-------------|
| 1      | 0,45                                     | 42          |
| 2      | 0,45                                     | 43          |
| 3      | 0,45                                     | 42          |
| 4      | 0,45                                     | 39          |

**Tabel 2-1: Hardware karakteristieken van de ADCP.**

De instrument normalisatie bestaat uit een karakterisering van het complete zend- en ontvangcircuit van het gebruikte ADCP systeem. Het gaat om parameters als pulslengte van het uitgezonden signaal ( $L$ ), vermogen van het uitgezonden signaal ( $P_T$ ) en instrumentconstante  $C$ . Deze parameters zijn in de fabriek gemeten, of kunnen uit de ADCP datastructuur worden afgelezen.

Voor afstandscompensatie van relatieve backscatter is het nodig om de akoestische verliestermen aan de geconverteerde backscatter toe te voegen: akoestische spreiding, geluidsabsorptie in het water en geluidsverzwakking in het sediment.

Akoestische spreiding is een geometrische verliesterm als gevolg van de conische vorm van de akoestische ADCP bundels.

De geluidsabsorptie in het water is het gevolg van de moleculaire overdracht van akoestische energie naar warmte, en is een functie van temperatuur, frequentie, saliniteit, diepte, geluidssnelheid en pH-waarde (Francois & Garisson, 1982a,b).

De watertemperatuur wordt door de ADCP gemeten. Deze gemeten waarde wordt op de gehele waterkolom toegepast. De saliniteit is op bepaalde momenten gemeten op de diepte waar de water monsters genomen werden. De waarde is op de gehele waterkolom toegepast en voor tussenliggende momenten geïnterpoleerd.

De geluidsverzwakking in het sediment is het gevolg van de spreiding en absorptie van akoestische energie door deeltjes in het water. De *Rayleigh scattering law* (Rayleigh, 1945) is geldig voor deeltjes die klein zijn ten opzichte van de akoestische golflengte ( $ka \ll 1$ ,  $k$  is het akoestische golfgetal en  $a$  is straal van het deeltje). De geluidsverzwakking is een functie van temperatuur, frequentie, geluidssnelheid, kinematische viscositeit van water, dichtheid van water, dichtheid van sediment, korrelgrootteverdeling en sediment concentratie (Urick, 1983). De dichtheid van water wordt berekend op grond van saliniteit, temperatuur en diepte volgens *The International Equation of State of Sea Water* (Unesco, 1981). De kinematische viscositeit van water is hoofdzakelijk een functie van temperatuur en wordt berekend volgens Van Rijn (1993).

De absolute backscatter wordt gecorreleerd met de watermonster concentraties. Er wordt uitgegaan van een lineair verband op logaritmische schaal:

$$\log(M) = aS_v + b$$

**Vergelijking 2**

Waarin  $M$  de sediment concentratie van de watermonsters voorstelt en  $a$  en  $b$  de door lineaire regressie verkregen regressiecoëfficiënten. Aangezien  $S_v$  door  $\alpha_s$  afhankelijk is van de sediment concentratie worden de juiste waarden middels een iteratieve procedure gevonden.

## 2.2 Meetlocatie, -periode en -condities

De meting is uitgevoerd op 51°22'35" N, 3°48'31" O op 4 juni 2008 tussen 9:16 en 20:17. GMT +2. Dit is AZTM 2 locatie "Everingen" in de Westerschelde, Nederland. Alle tijden in dit rapport zijn in GMT +2 oftewel Nederlandse zomertijd.

## 2.3 Meetopstelling

Alle metingen werden uitgevoerd vanaf het meetschip Scheldewacht II. De stroming en backscatter metingen werden uitgevoerd met een 600 kHz BroadBand ADCP die 1,40 m. onder het schip stak. De ADCP werd real-time aangestuurd middels WinRiver.

De monsters van water-sediment mengsels zijn genomen met watermonsterflessen. Hiervan is de totale sediment concentratie bepaald alsmede de concentratie zand ( $> 63 \mu\text{m}$ ) en de concentratie slib ( $< 63 \mu\text{m}$ ).

Daarnaast zijn watermonsters genomen met de Delftse fles waaruit de korrelgrootteverdeling is bepaald. Bij de berekening van de geluidsverzwakking door het sediment is een gemiddelde korrelgrootteverdeling gebruikt voor alle metingen. De ingevoerde korrelgrootteverdeling wordt gegeven in Tabel 2-2 en is gebaseerd op  $D_{10}$ : 49  $\mu\text{m}$ ,  $D_{35}$ : 103  $\mu\text{m}$ ,  $D_{50}$ : 130  $\mu\text{m}$ ,  $D_{65}$ : 161  $\mu\text{m}$ ,  $D_{90}$ : 249  $\mu\text{m}$ .

| Korrelgrootte<br>( $\mu\text{m}$ ) | Percentage<br>by weight |
|------------------------------------|-------------------------|
| 4 - 8                              | 0.99                    |
| 8 - 16                             | 1.98                    |
| 16 - 31                            | 2.97                    |
| 31 - 62                            | 17.82                   |
| 62 - 125                           | 26.73                   |
| 125 - 250                          | 39.60                   |
| 250 - 500                          | 9.9                     |

**Tabel 2-2: Korrelgrootteverdeling van het suspensieve materiaal.**

## 2.4 Dataverwerking

Alle ADCP gegevens zijn visueel gecontroleerd op fouten met behulp van ViSea DAS (versie 3.04) en ViSea DPS (versie 6.2) software van Aqua Vision. Fouten die bijvoorbeeld zijn ontstaan door in de waterkolom aanwezige luchtbelletjes kunnen worden herkend aan hoge waarden van de foutsnelheid die is gekoppeld aan iedere meetcel van een ADCP meting (ensemble). Foutieve meetgegevens zijn afgekeurd en verwijderd. Algemeen geldt dat de meetgegevens uit de laatste 6% afstand van ADCP tot de bodem verstoord zijn. Deze meetgegevens zijn afgekeurd en verwijderd.

De saliniteit is op 9 tijdstippen bepaald op het schip Scheldewacht II op één diepte. Deze waarde is op de gehele waterdiepte toegepast.

De door de ADCP gemeten watertemperatuur is toegepast op de gehele waterdiepte.

De ADCP backscatter gegevens zijn met behulp van ViSea PDT software gecalibreerd naar sediment concentraties op basis van de sediment concentraties bepaald uit de watermonsters. Deze calibratie is uitgevoerd voor de totale sediment concentratie, voor de concentratie zand ( $>63 \mu\text{m}$ ) en de concentratie slib ( $< 63 \mu\text{m}$ ).

Spikes in de sediment concentratie zijn verwijderd en geïnterpoleerd.

De gevalideerde gegevens zijn gepresenteerd in contourplots met de verwerkings- en presentatiesoftware VISEA-DPS (versie 6.2) op twee tegenover elkaar liggende pagina's in Bijlage 1. De linker pagina bevat vier grafieken:

- De bovenste grafiek laat een dwarsaanzicht zien van de gemeten snelheidsgrootte per uur.
- De middelste grafiek laat een dwarsaanzicht zien van de gemeten snelheidsrichting per uur.
- De linker van de onderste grafieken laat het waterniveau ten opzichte van NAP zien op 4 juni 2008 gemeten bij Terneuzen. De verticale lichtblauwe lijn geeft het tijdstip van de op die pagina gepresenteerde meting.
- De rechter van de onderste grafieken laat een kaart van het meetgebied zien. De kleurenschaal linksonder op de pagina geeft de kleurenverdeling voor de snelheidsgrootte grafiek. De kleurenschaal rechtsonder op de pagina geeft de kleurenindeling voor de snelheidsrichting grafiek.

De rechterpagina bevat drie grafieken:

- De bovenste grafiek laat een dwarsaanzicht zien van de gemeten totale sediment concentratie per uur.
- De middelste grafiek laat een dwarsaanzicht zien van de gemeten zand concentratie per uur.

- De onderste grafiek laat een dwarsaanzicht zien van de gemeten slib concentratie per uur.

De kleurenschaal linksonder op de pagina geeft de kleurenindeling voor de sediment concentratie grafiek.

In Bijlage 2 worden de profielen gepresenteerd. Op de linkerpagina worden in iedere grafiek de stroomsnelheid en –richting gepresenteerd en op de tegenoverliggende pagina wordt in iedere grafiek de totale sediment concentratie, zandconcentratie en slibconcentratie gepresenteerd. Iedere grafiek stelt een minuutsgemiddelde voor over de tijd volgende op het gepresenteerde tijdstip. Het tijdsverschil van opeenvolgende grafieken is 10 minuten.

### 3. Resultaten

Tijdens maximale vloedstroom worden de stromingmetingen beïnvloed door het ‘moving bottom’ effect. Dit wordt veroorzaakt door hoge zand concentraties dicht bij de bodem en geeft een onderschatting van de stroomsnelheid. Het ‘moving bottom’ effect manifesteert zich in een significante bottom track snelheid terwijl het schip stil ligt. Dit gold alleen voor de tracks 1351 en 1438. Voor deze tracks zijn de stroomsnelheden niet gerefereerd. Alle andere tracks zijn wel gerefereerd aan de bottom track omdat het schip zich vaak toch nog enkele tientallen meters verplaatst.

De ADCP backscatter wordt in meerdere tracks gekenmerkt door abnormaal hoge backscatter waarden in de bovenste meetcellen. Vaak zijn luchtbellen veroorzaakt door de scheepsschroef hier de oorzaak van. Het schip lag echter voor anker dus de schroef veroorzaakte geen luchtbellen. Verhoogde backscatter in de de bovenste cellen bleek echter voor te komen op momenten dat het schip scherp draaide rond het anker. In gevallen waarbij de meting in de onderliggende cellen ook duidelijk was beïnvloedt zijn de ensembles verwijderd (Tabel 3-1).

| Tracknaam | Verwijderde ensembles   |
|-----------|-------------------------|
| 1205      | 12-16, 135-136, 422-425 |
| 1304      | 196 – 204               |
| 1438      | 47-50                   |
| 1533      | 494-503, 662-676        |
| 1637      | 151-158, 177-191        |

**Tabel 3-1: Overzicht van ensembles die verwijderd zijn vanwege door luchtbellen afwijkende backscatter waarden.**

In de gevallen waarbij is vastgesteld dat de verhoogde backscatter geen invloed had op de onderliggende meetcellen zijn de ensembles behouden.

De uit de metingen verkregen absolute backscatter is gecorreleerd met concentraties bepaald op basis van ter plekke genomen watermonsters (Tabel 3-2). Voor de correlatie is gebruik gemaakt van de meetgegevens uit bundel 4 van de ADCP omdat het meetbereik van deze bundel het dichtst bij de watermonsterlocaties lag en de beste correlatie gaf. Vervolgens is de watermonsterconcentratie gecorreleerd met de absolute backscatter uit de cel met een diepte die overeenkomt met de diepte waarop het watermonster is genomen. Dit is gedaan voor de totale sediment concentratie, de zandconcentratie en de slibconcentratie.

Enkele watermonsters bleken niet bruikbaar omdat ze in de onderste 6% van de waterkolom genomen zijn. De ADCP metingen in dit bereik kunnen niet gebruikt worden (zie sectie 2.1.1) om met de watermonsters te correleren. Deze watermonsters zijn derhalve buiten beschouwing gelaten. Watermonster 1703 is verwijderd uit de calibratieprocedure omdat de concentratie ver buiten het bereik van concentraties valt van alle andere monsters. Mogelijk is de monsterfles niet goed leeggespoeld, wat bij dergelijke lage concentraties direct een groot verschil maakt.

| Naam<br>Transect | Fles Nr | Slib<br>(mg/l) | Zand<br>(mg/l) | Som<br>(mg/l) | Sv<br>(dB) | Bijzonderheden            |
|------------------|---------|----------------|----------------|---------------|------------|---------------------------|
| 0916             | 573     | 36.70          | 9.43           | 46.13         | -59.0      |                           |
| 0916             | 574     | 17.73          | 26.14          | 43.87         | -61.0      |                           |
| 1034             | 575     | 19.38          | 18.28          | 37.66         | -58.6      |                           |
| 1034             | 576     | 22.20          | 18.66          | 40.86         | -63.0      |                           |
| 1054             | 577     | 62.56          | 41.46          | 104.02        | -58.4      |                           |
| 1054             | 578     | 13.03          | 26.07          | 39.10         | -67.5      |                           |
| 1054             | 579     | 30.96          | 25.63          | 56.60         | -58.6      |                           |
| 1054             | 580     | 45.56          | 33.01          | 78.56         | -58.2      |                           |
| 1205             | 4001    | 38.33          | 30.61          | 68.93         | -57.8      |                           |
| 1304             | 4002    | 37.81          | 13.00          | 50.81         | -59.1      |                           |
| 1351             | 4003    | 72.83          | 103.28         | 176.12        | -50.6      |                           |
| 1351             | 4004    | 50.03          | 31.56          | 81.59         | -53.1      |                           |
| 1351             | 4005    | 103.74         | 156.09         | 259.84        |            | Buiten meetbereik ADCP    |
| 1351             | 4006    | 106.42         | 164.30         | 270.72        | -44.6      |                           |
| 1438             | 4007    | 87.47          | 169.66         | 257.13        | -47.1      |                           |
| 1438             | 4008    | 90.14          | 108.17         | 198.31        | -46.8      |                           |
| 1438             | 4009    | 118.66         | 236.19         | 354.85        | -44.8      |                           |
| 1438             | 4010    | 93.71          | 82.56          | 176.27        | -47.8      |                           |
| 1438             | 1471    | 103.09         | 256.01         | 359.10        |            | Buiten meetbereik ADCP    |
| 1438             | 1472    | 102.18         | 162.36         | 264.54        | -48.0      |                           |
| 1533             | 1473    | 70.48          | 57.60          | 128.09        | -48.5      |                           |
| 1533             | 1474    | 75.72          | 35.35          | 111.08        | -50.7      |                           |
| 1703             | 1475    | 8.84           | 4.37           | 13.21         |            | Verwijderd uit correlatie |
| 1735             | 1476    | 187.36         | 48.22          | 235.58        |            | Buiten meetbereik ADCP    |
| 1735             | 1477    | 26.25          | 11.52          | 37.77         | -62.6      |                           |
| 1755             | 1478    | 50.37          | 36.21          | 86.58         | -54.9      |                           |
| 1755             | 1479    | 48.70          | 418.01         | 466.71        |            | Buiten meetbereik ADCP    |
| 1755             | 1480    | 31.31          | 138.27         | 169.58        | -47.7      |                           |
| 1755             | 1241    | 53.48          | 151.45         | 204.93        |            | Buiten meetbereik ADCP    |
| 1909             | 1242    | 43.39          | 44.27          | 87.66         | -52.0      |                           |
| 1909             | 1243    | 46.09          | 24.13          | 70.22         | -53.2      |                           |
| 1954             | 1244    | 44.66          | 30.91          | 75.56         | -54.3      |                           |

**Tabel 3-2: Watermonsterkarakteristieken**

De correlaties resulteren in de volgende calibratieformules en worden getoond in Figuur 3-1.

Totale sediment concentratie:

$$\log(M) = 0.044 * S_v + 4.376$$

**Vergelijking 3**

Zand concentratie:

$$\log(M) = 0.053 * S_v + 4.514$$

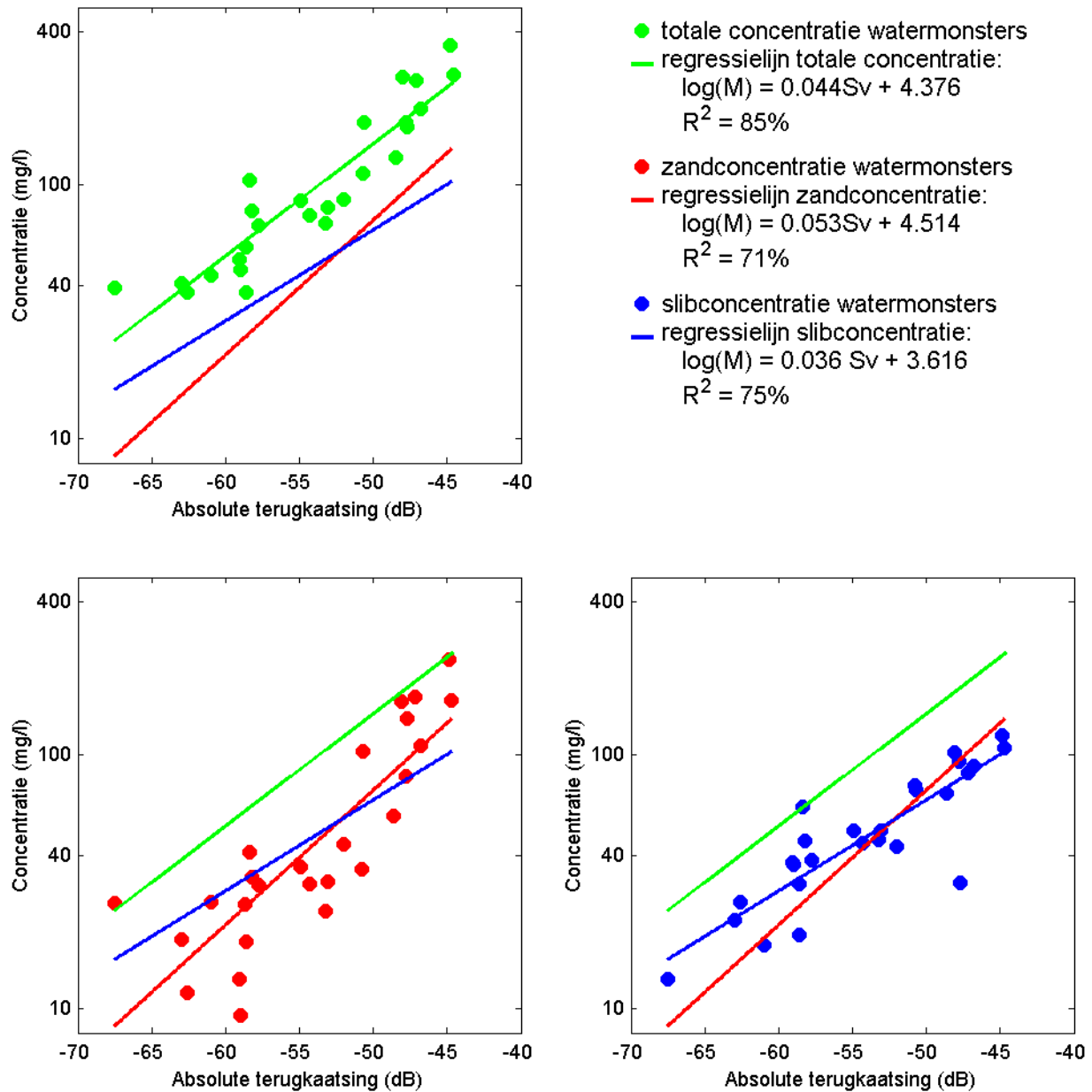
**Vergelijking 4**

Slib concentratie:

$$\log(M) = 0.036 * S_v + 3.616$$

**Vergelijking 5**



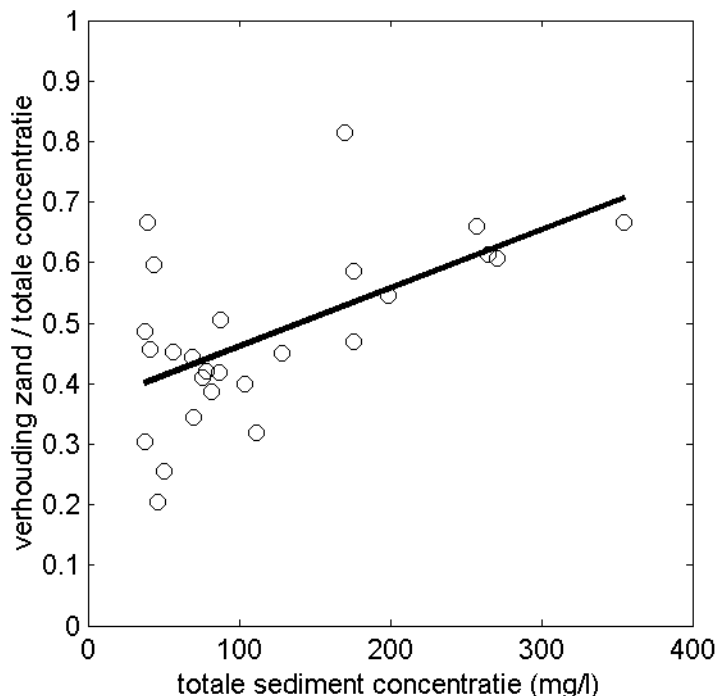


**Figuur 3-1: Correlaties van de concentratie verkregen uit watermonsters met de absolute backscatter. De lijnen geven de calibratieformules uit Vergelijking 3, 4 en 5 en worden ter referentie in iedere grafiek getoond.**

#### 4. Discussie

De ADCP metingen en de water bemonsteringen op de Scheldewacht II zijn succesvol uitgevoerd en hebben tot een calibratie geleid op basis van een goede correlatie tussen de watermonster concentraties en de absolute backscatter waarden met een verklaarde variantie ( $R^2$ ) van 85 %. De correlaties tussen de absolute backscatter waarden en de zand en slibconcentraties zijn minder goed. Dit wordt verklaard door het feit dat alleen gecorreleerd kan worden met de absolute backscatter die door het totale sedimentmengsel veroorzaakt wordt. Een correlatie van deze absolute backscatter met een deel van het sedimentmengsel zal dus logischerwijs slechter uitvallen.

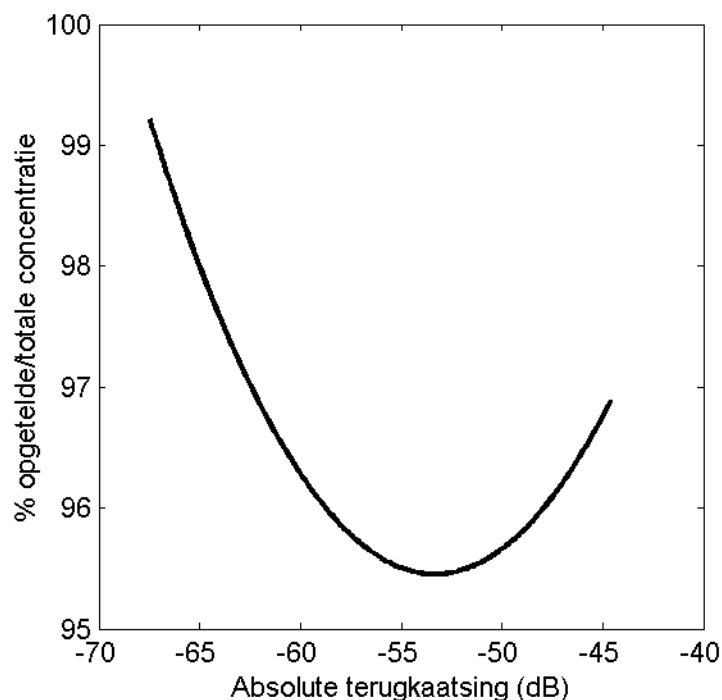
Zand en slibconcentraties zouden ook berekend kunnen worden op basis van de verhouding zand en slib als functie van de totale concentratie, bepaald uit de watermonsters. Echter, de correlatie tussen de zand-slib verhouding en de totale sediment concentratie is slecht ( $R^2 = 39\%$ ) en derhalve niet bruikbaar (Figuur 4-1).



**Figuur 4-1: Verhouding van de zandconcentratie in de watermonsters ten opzichte van de totale sediment concentraties van de watermonsters als functie van die totale sediment concentratie.**

Inherent aan de gevolgde methode voor het bepalen van de zand en slib concentraties ontstaat een kleine fout. De berekende zand- en slibconcentraties zullen opgeteld niet exact dezelfde sediment concentratie opleveren als de berekende totale sediment concentratie (Figuur 4-2). De opgetelde sediment concentratie is tussen de 0,8 en 4,5 % lager dan de totale sediment concentratie.

De aparte correlatie van zand en slib concentraties met de backscatter wordt niet beïnvloed door verschillende backscatter karakteristieken van zand en slib. De scattering van een akoestisch signaal van 600 kHz bevindt zich in het Rayleigh regime als de korrelgrootte van de scatterers kleiner is dan 400  $\mu\text{m}$ . Binnen het meetbereik van de ADCP geldt dit bij deze metingen. In het Rayleigh regime wordt het akoestische signaal niet beïnvloed door de vorm van de deeltjes.



**Figuur 4-2: Percentage opgetelde zand en slib concentratie van de watermonsters ten opzichte van de totale sediment concentratie bepaalt uit de watermonsters.**

Aangezien ook regelmatig gedurende de getijperiode de korrelgrootteverdeling is bepaald kan ook de relatie tussen de backscatter, sediment concentratie en de korrelgrootte theoretisch worden berekend. Dit kan met de volgende versimpelde theoretische relatie tussen backscatter intensiteit, sediment concentratie en korrelgrootte:

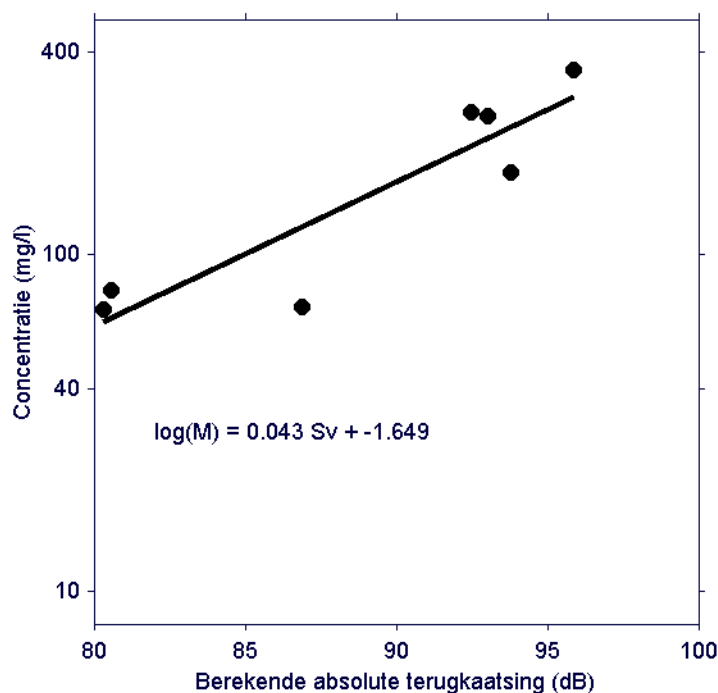
$$S_v = 10\log(Mi a_i^3)$$

**Vergelijking 6**

Waarin M= sediment concentratie van een watermonster, i is de factor van voorkomen van korrelgrootte  $a_i$ . Er is gebruik gemaakt van watermonsters die op ongeveer hetzelfde tijdstip en dezelfde diepte zijn genomen als de Delftse fles monsters. De gegevens worden gepresenteerd in Tabel 4-1 en het resultaat van de correlatie is te zien in Figuur 4-3. De relatie tussen de watermonsterconcentraties en de theoretisch berekende absolute backscatter levert vrijwel dezelfde helling van de regressiefunctie op als bij de correlatie van de watermonster concentraties en de gemeten backscatter waarden. Dit geeft nogmaals aan dat de metingen goed en consequent zijn uitgevoerd.

| M (mg/l) | Sv (dB) | log(M) | D <sub>10</sub> | D <sub>35</sub> | D <sub>50</sub> | D <sub>65</sub> | D <sub>90</sub> |
|----------|---------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 78.56    | 80.57   | 1.895  | 16.508          | 63.385          | 82.722          | 104.702         | 168.887         |
| 68.93    | 80.33   | 1.838  | 15.002          | 61.778          | 82.148          | 105.535         | 174.741         |
| 176.12   | 93.79   | 2.246  | 97.609          | 158.9           | 192.638         | 231.865         | 341.966         |
| 257.13   | 93.04   | 2.410  | 87.977          | 138.231         | 164.76          | 195.279         | 281.105         |
| 354.85   | 95.86   | 2.550  | 102.987         | 156.625         | 185.529         | 218.758         | 311.298         |
| 264.54   | 92.47   | 2.422  | 55.818          | 117.237         | 146.46          | 180.065         | 274.978         |
| 70.22    | 86.90   | 1.846  | 73.339          | 125.106         | 152.882         | 185.082         | 275.353         |

**Tabel 4-1: Gebruikte gegevens voor de theoretische berekening van de backscatter.**



**Figuur 4-3: Correlatie tussen de berekende absolute terugkaatsing volgens Vergelijking 6 en de watermonster sediment concentraties.**

## 5. Conclusie

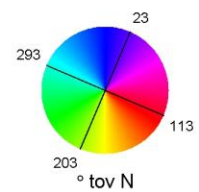
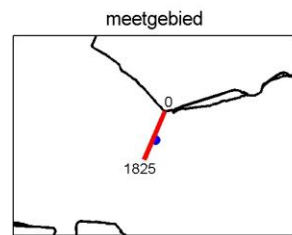
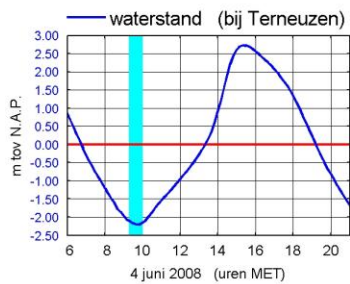
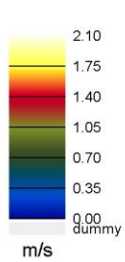
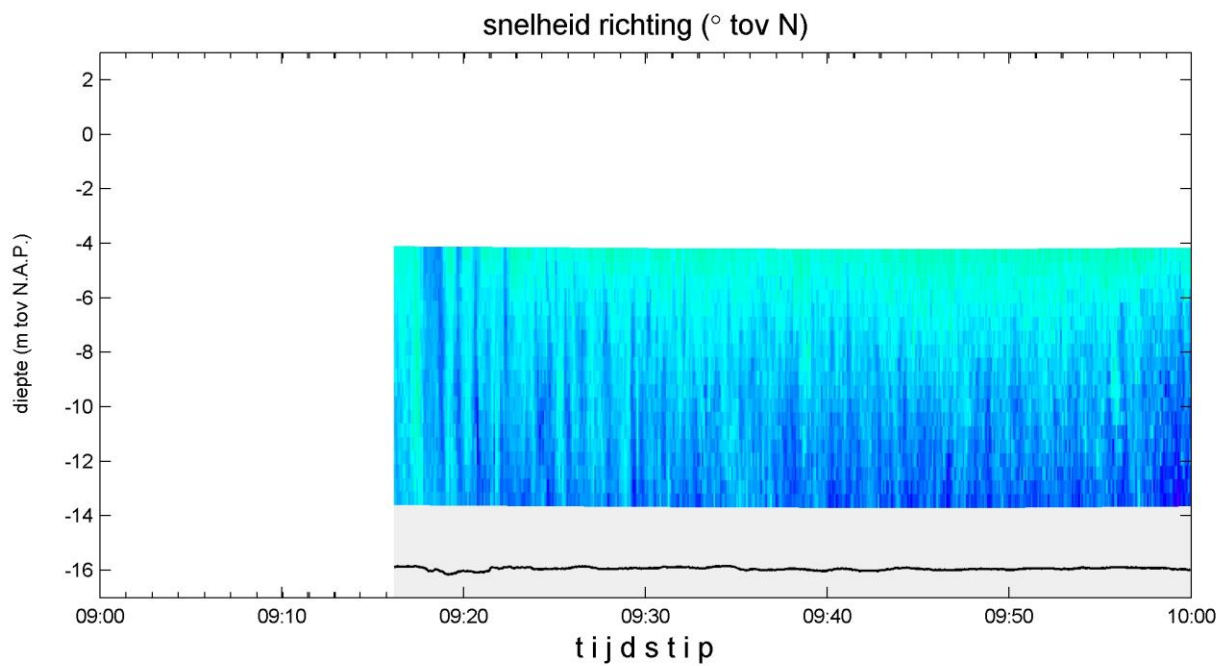
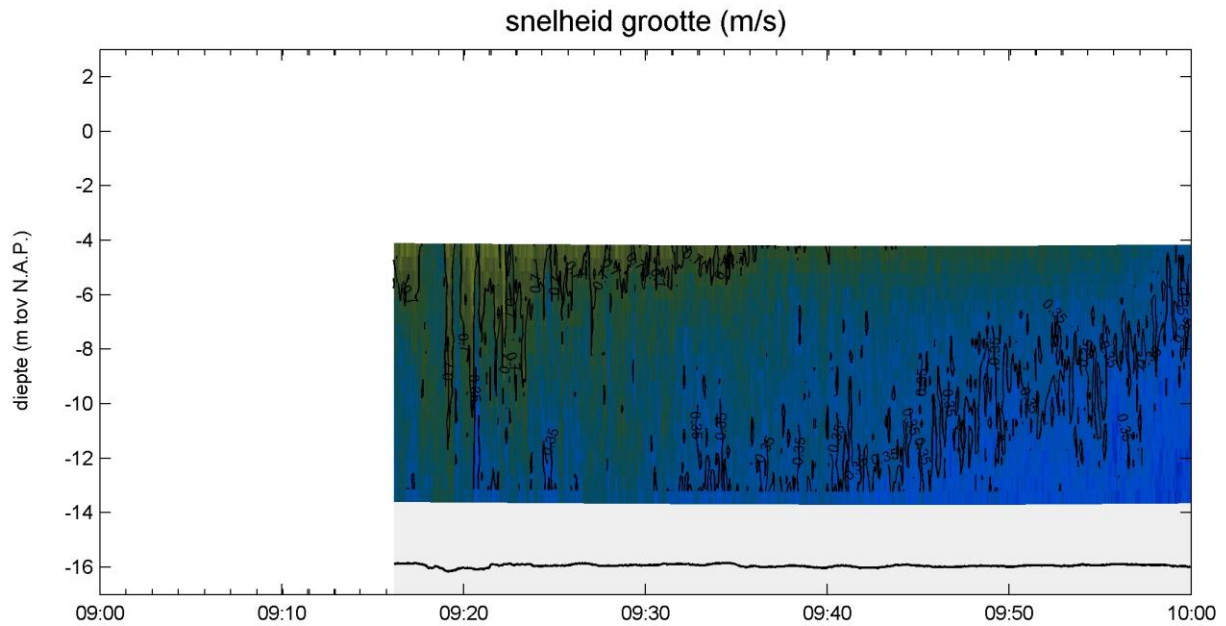
Er zijn succesvol sediment concentratie metingen uitgevoerd met een ADCP op meetpunt AZTM-2 in de Westerschelde, Nederland. Hiertoe is de absolute terugkaatsing berekend uit de ADCP echo intensiteit metingen en gecorreleerd met de totale, zand- en slib concentraties bepaald uit ter plekke genomen watermonsters. De correlaties uitgedrukt in de  $R^2$  bedragen respectievelijk 85 %, 71 % en 75 %. De calibratie van de ADCP echo intensiteit naar sediment concentraties is derhalve succesvol uitgevoerd.

## **Bijlage 1: Contour plots**

MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 09:16 - 09:59



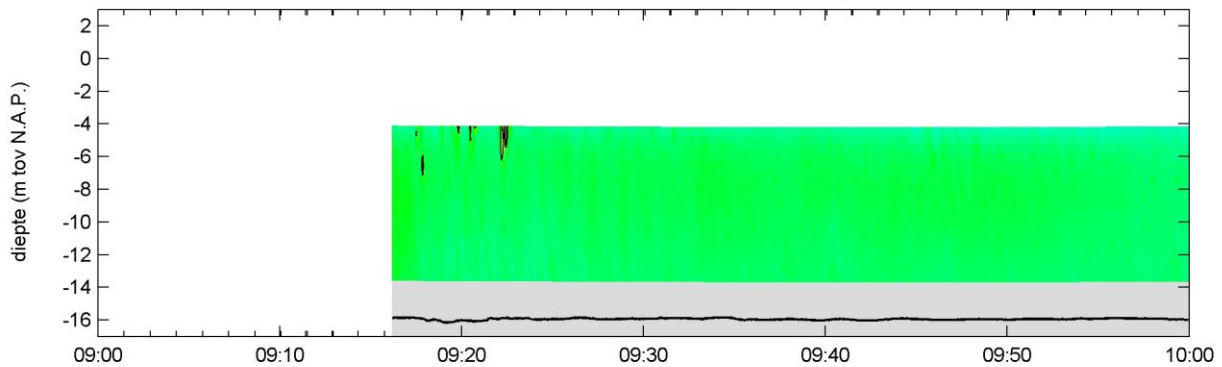
WISEA DPS © Aqua Vision BV

MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

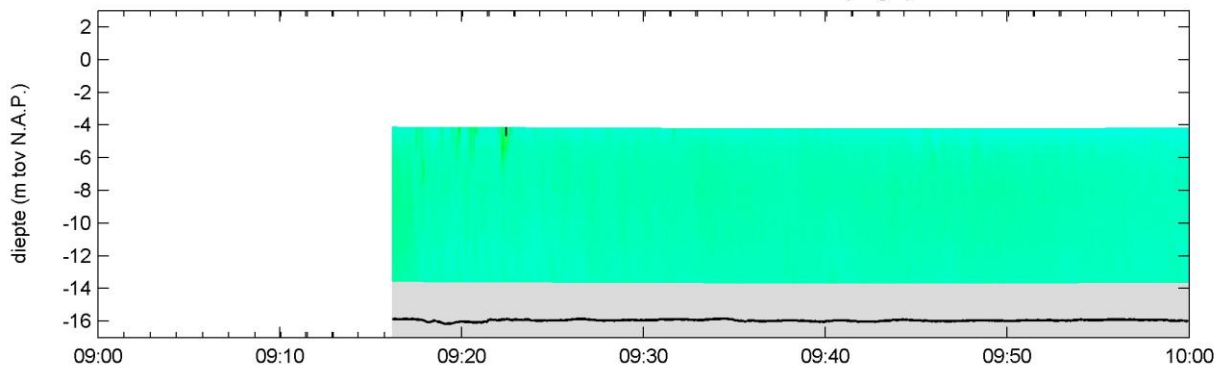
adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 09:16 - 09:59

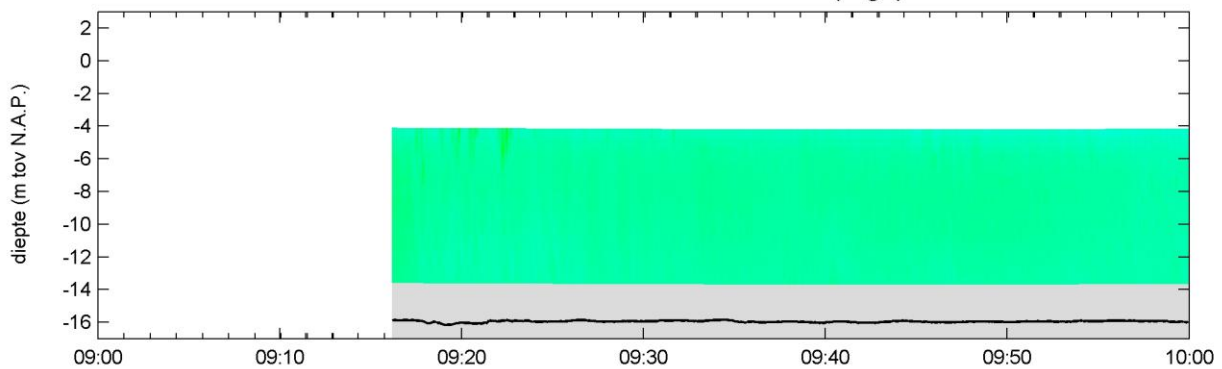
sediment concentratie - totaal (mg/l)



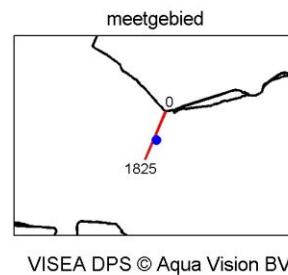
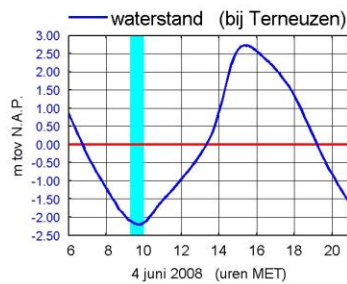
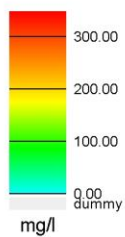
sediment concentratie - fractie zand (mg/l)



sediment concentratie - fractie slib (mg/l)



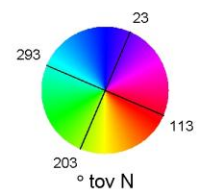
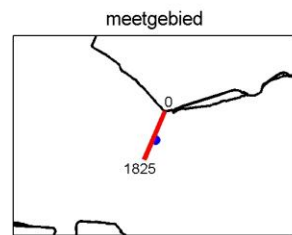
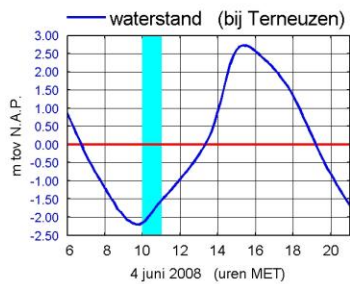
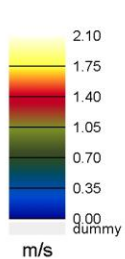
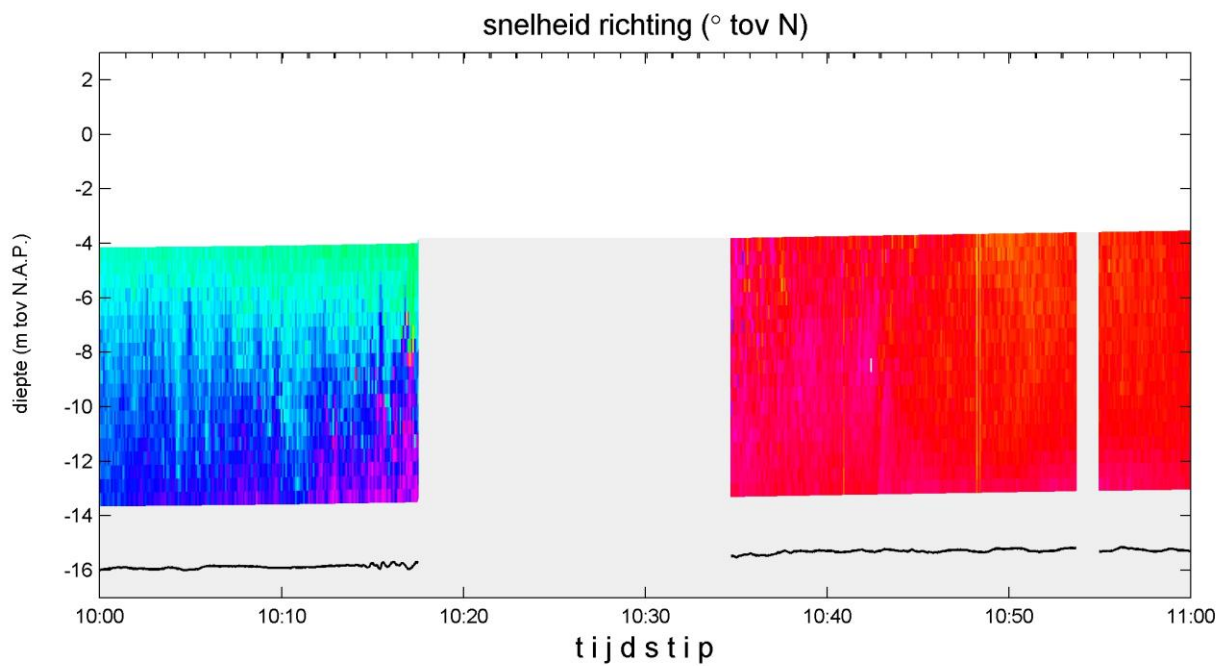
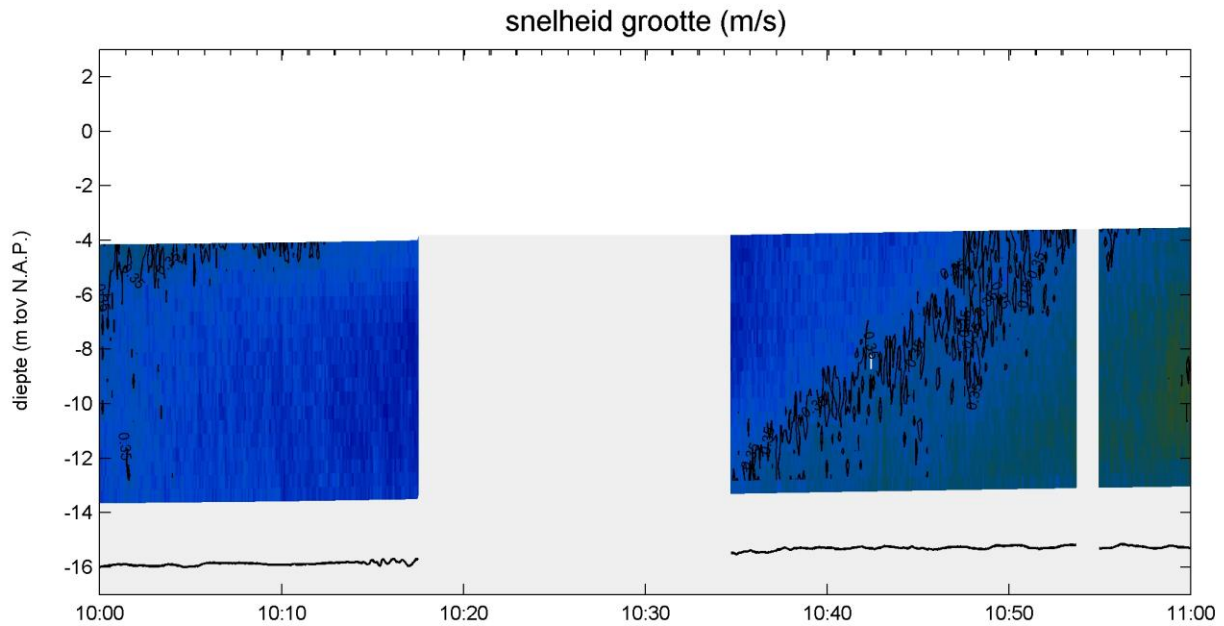
tijdstip



MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 10:00 - 10:59



WISEA DPS © Aqua Vision BV

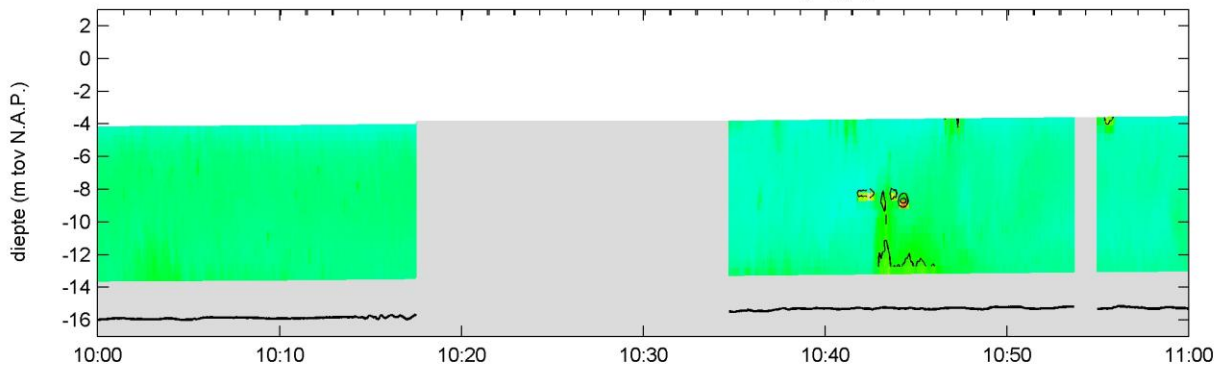


MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

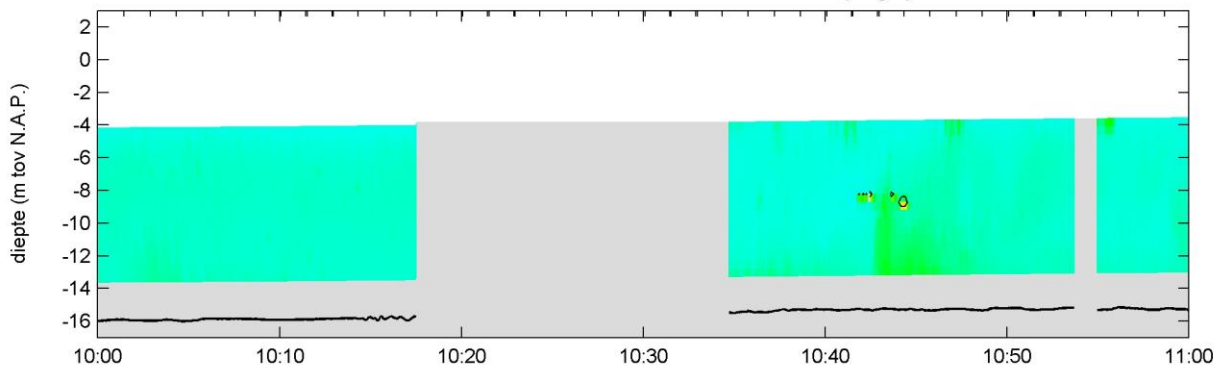
adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 10:00 - 10:59

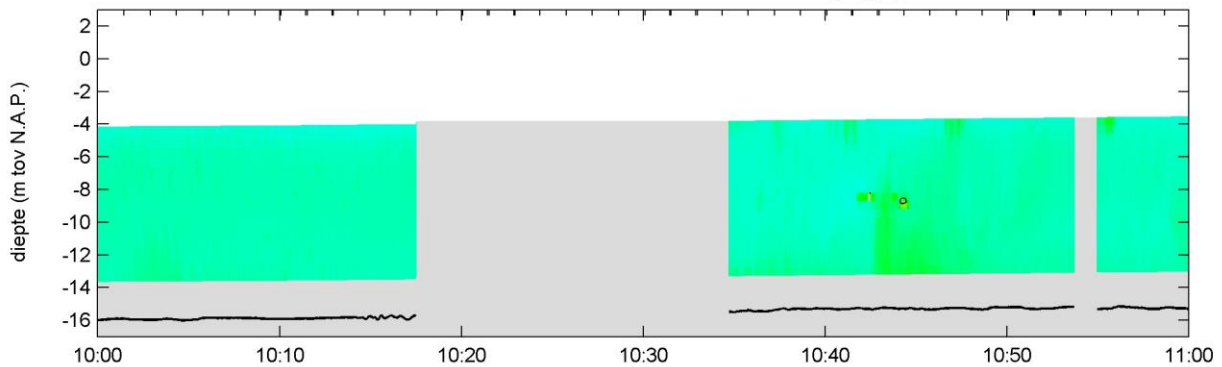
sediment concentratie - totaal (mg/l)



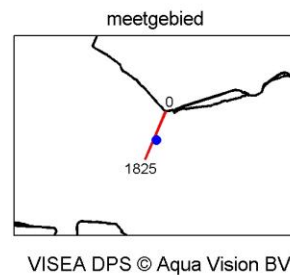
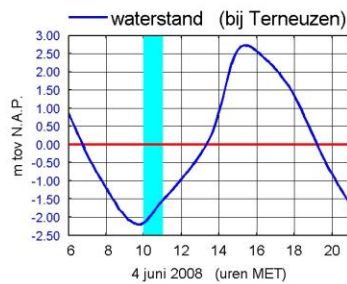
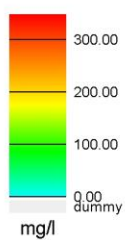
sediment concentratie - fractie zand (mg/l)



sediment concentratie - fractie slib (mg/l)



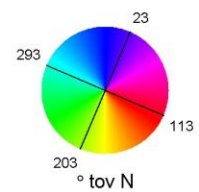
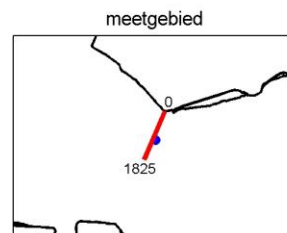
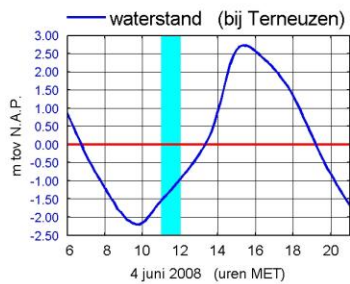
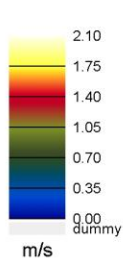
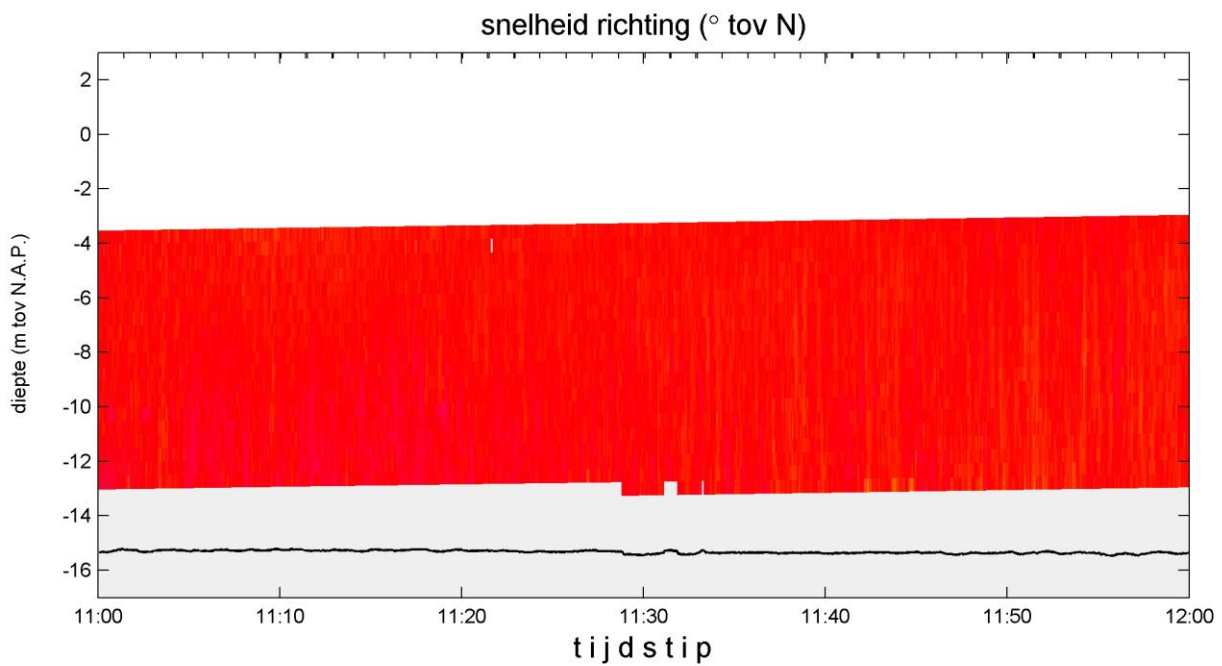
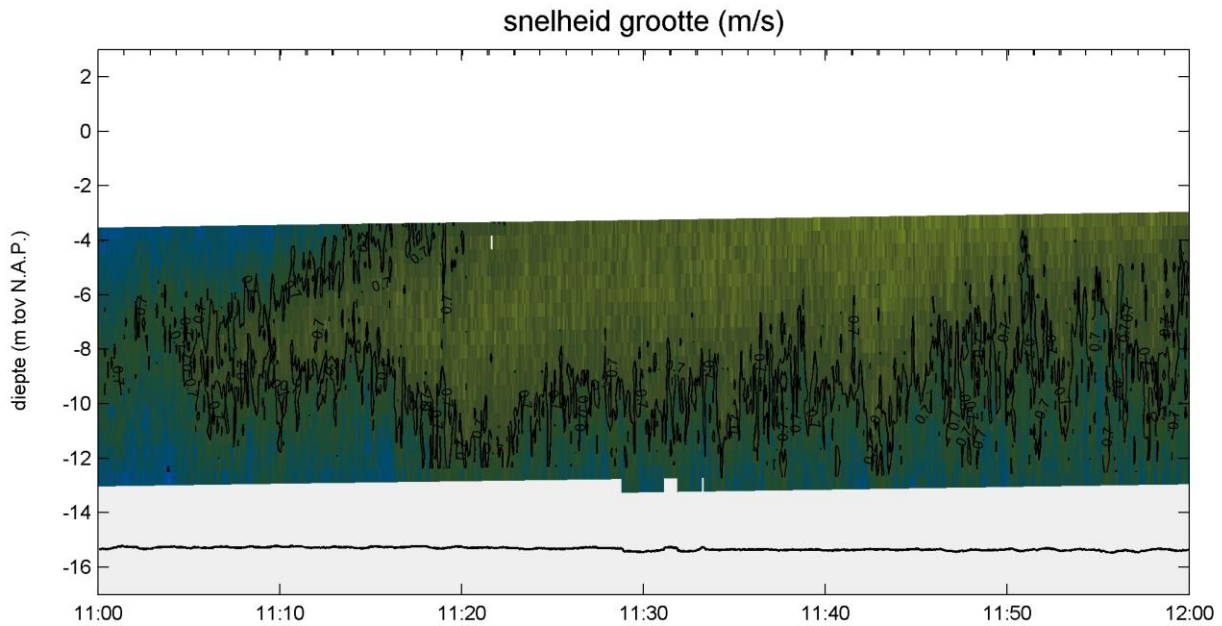
tijdstip



MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 11:00 - 12:00



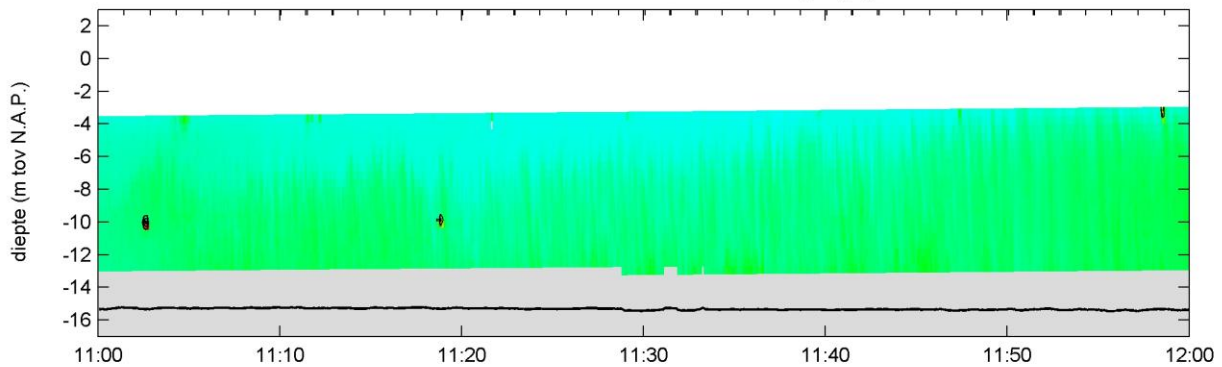
WISEA DPS © Aqua Vision BV

MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

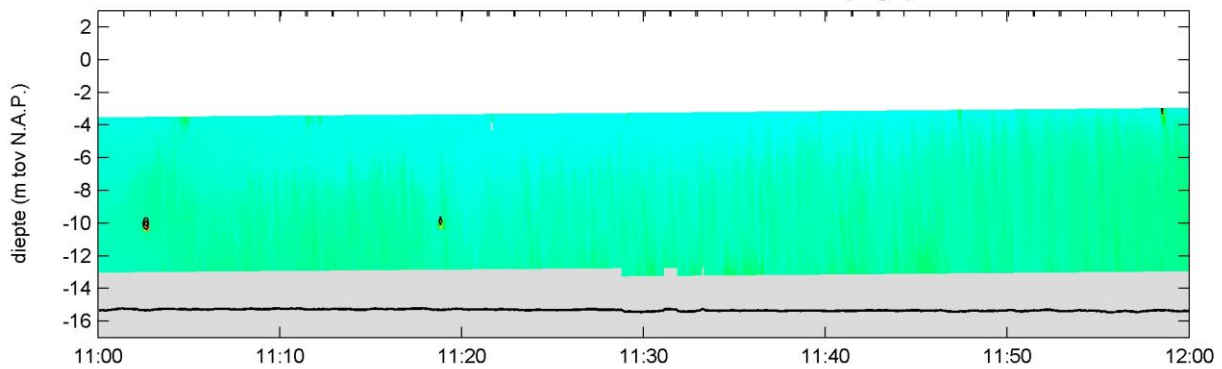
adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 11:00 - 12:00

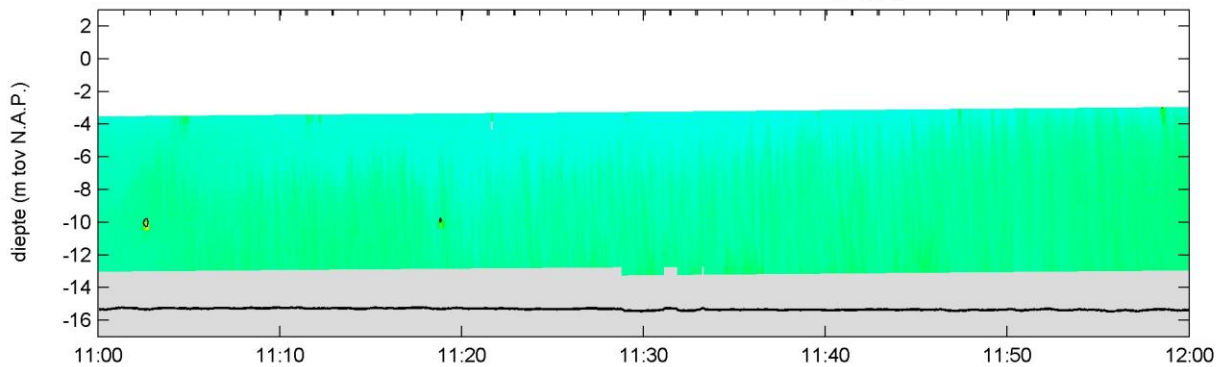
sediment concentratie - totaal (mg/l)



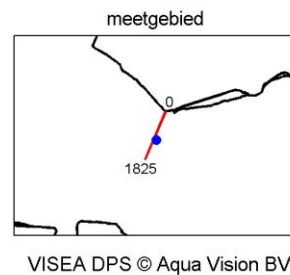
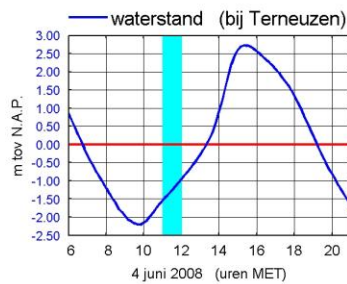
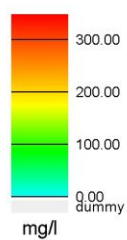
sediment concentratie - fractie zand (mg/l)



sediment concentratie - fractie slib (mg/l)



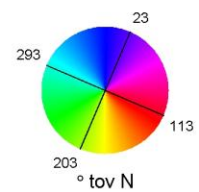
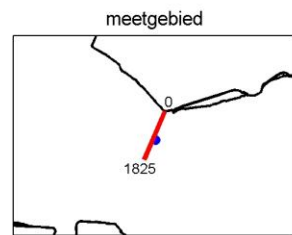
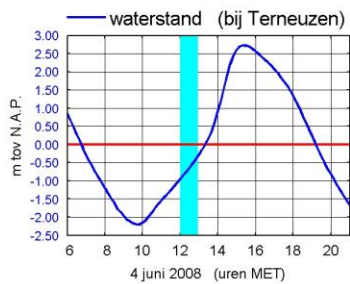
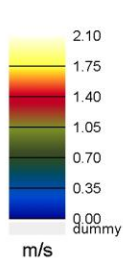
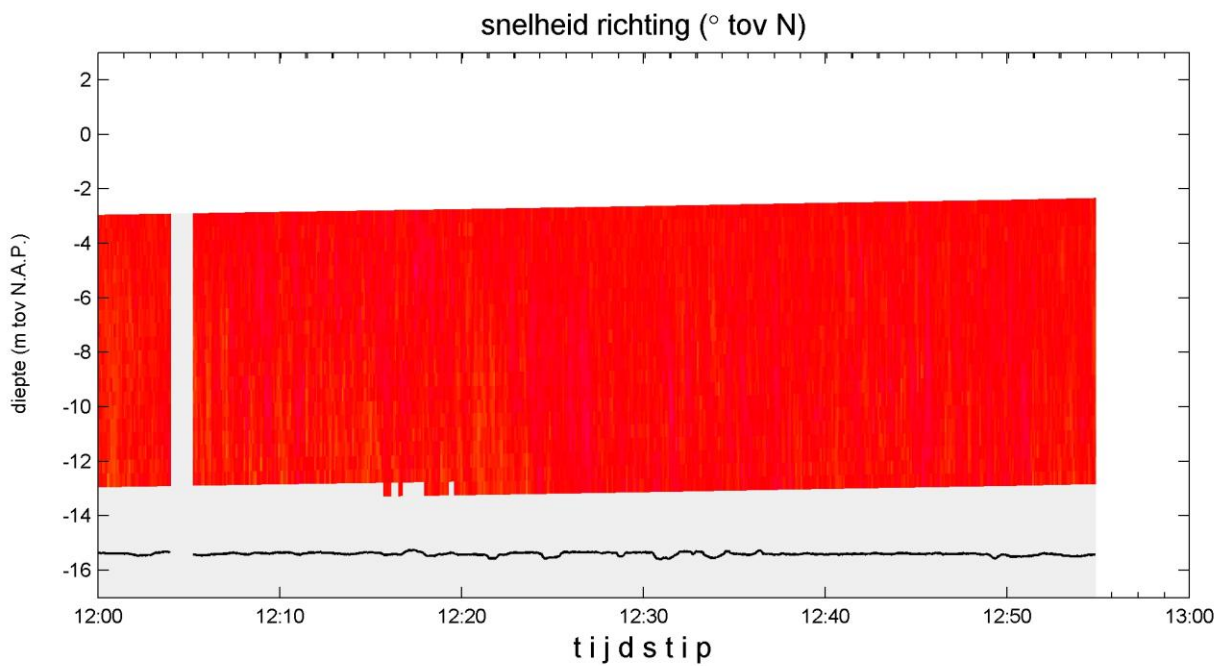
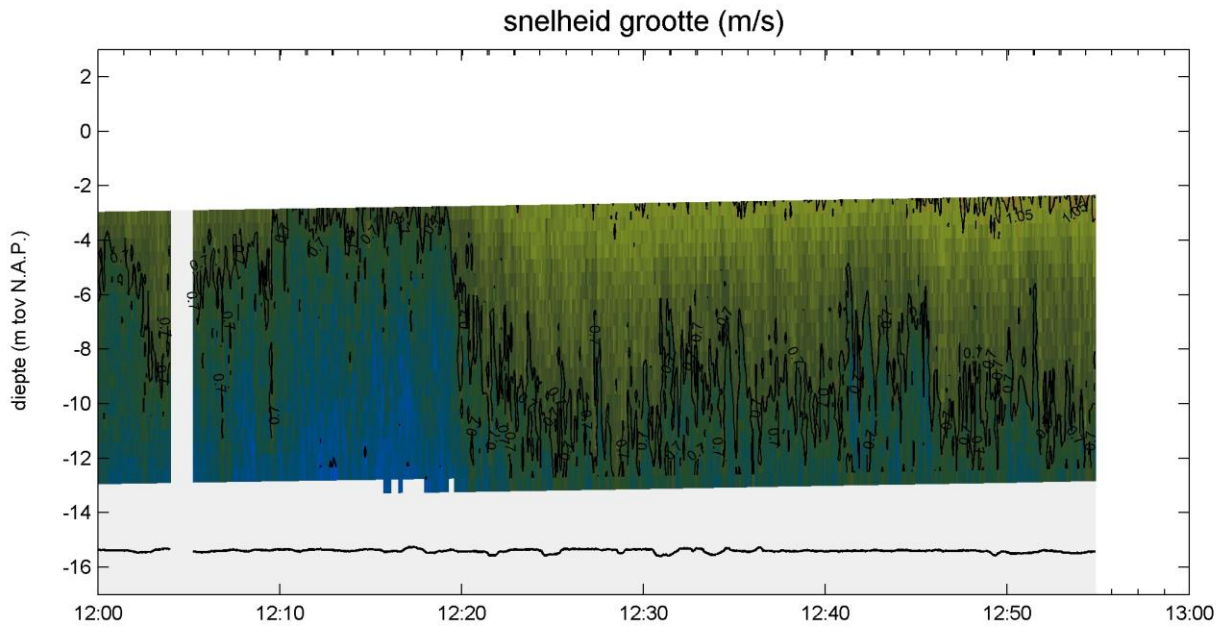
tijdstip



MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 12:00 - 12:54



WISEA DPS © Aqua Vision BV

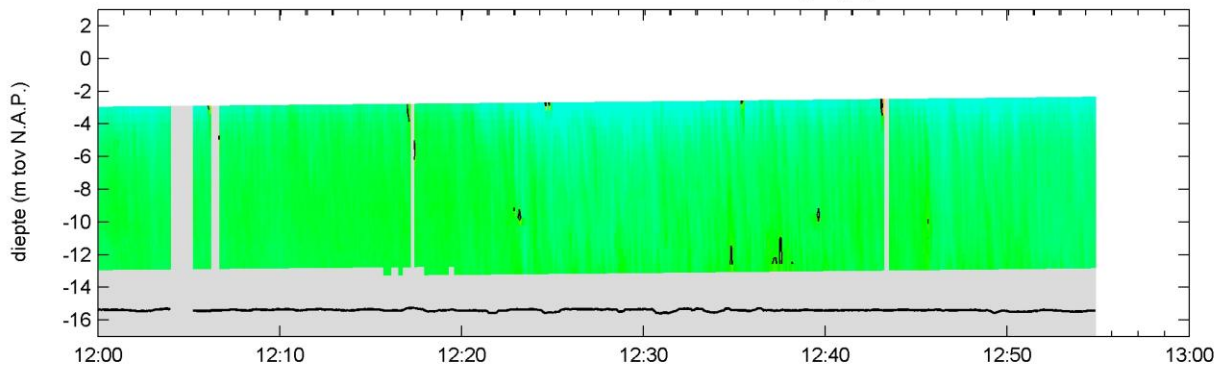


MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

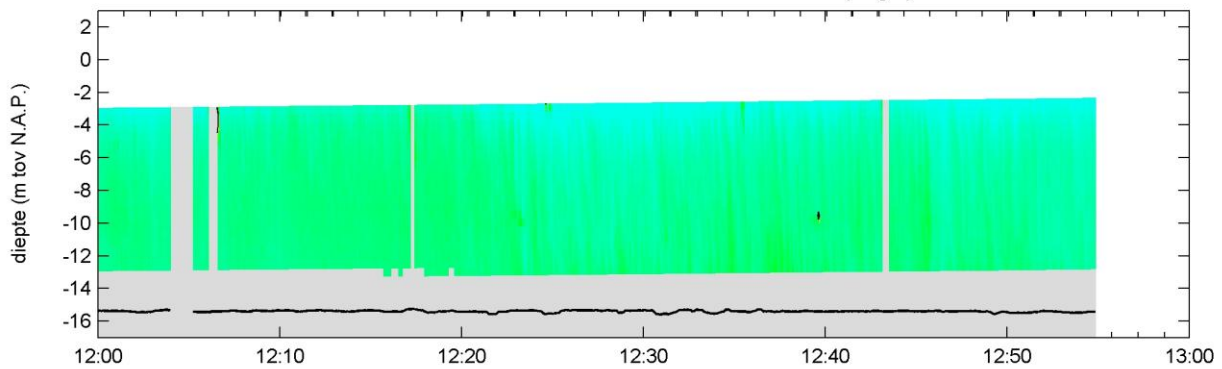
adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 12:00 - 12:54

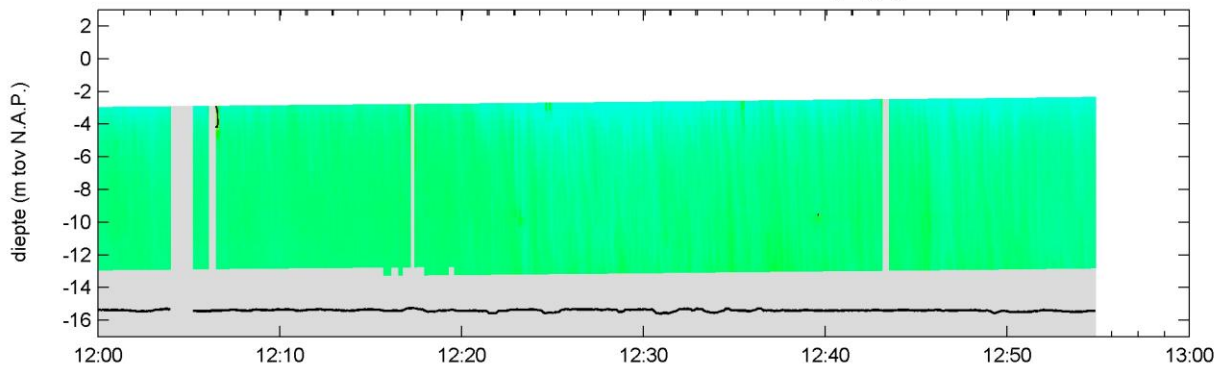
sediment concentratie - totaal (mg/l)



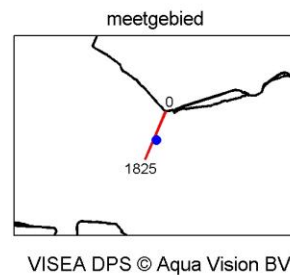
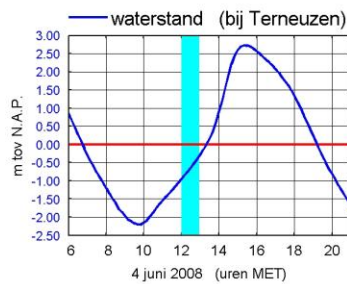
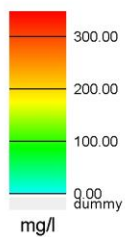
sediment concentratie - fractie zand (mg/l)



sediment concentratie - fractie slib (mg/l)



tijdstip

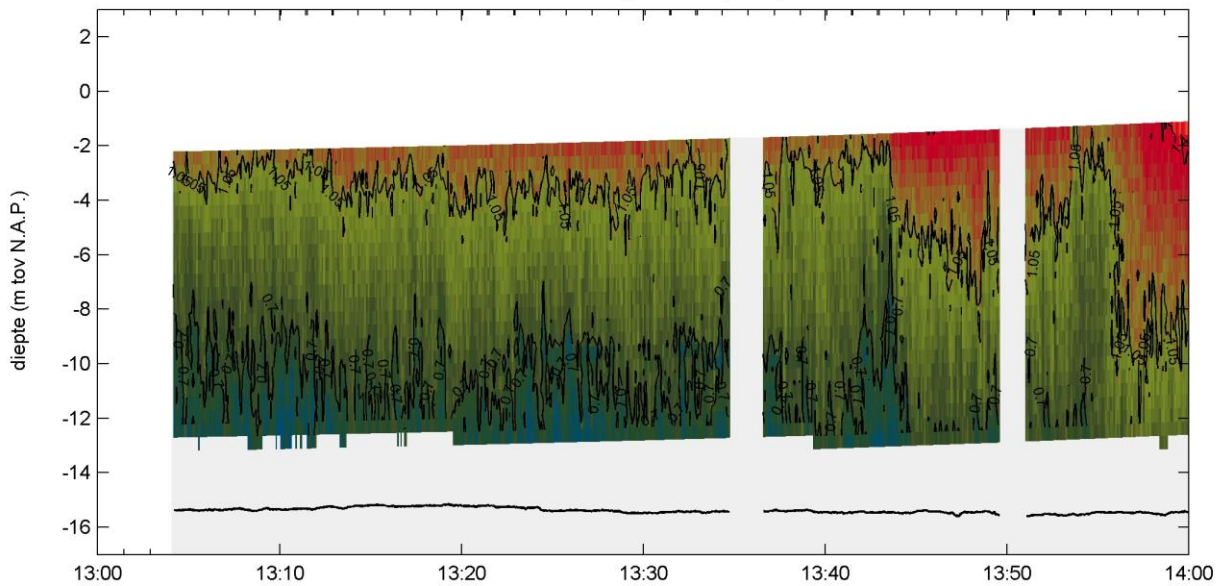


MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

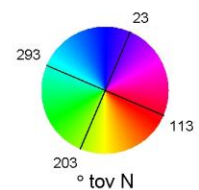
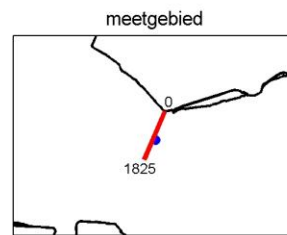
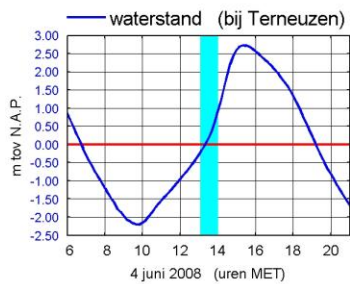
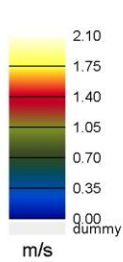
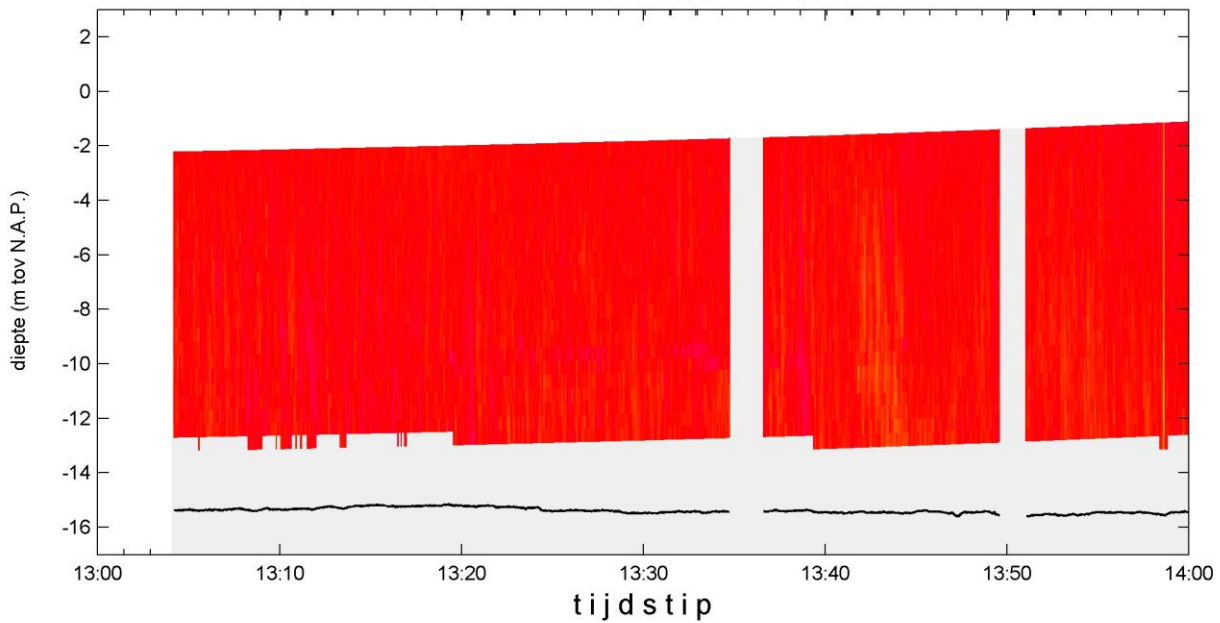
adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 13:04 - 13:59

snelheid grootte (m/s)



snelheid richting (° tov N)



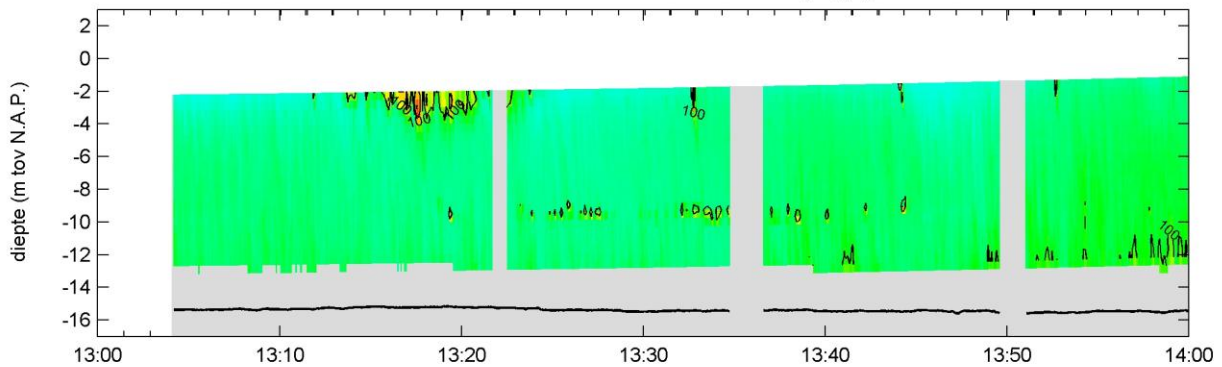
WISEA DPS © Aqua Vision BV

MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

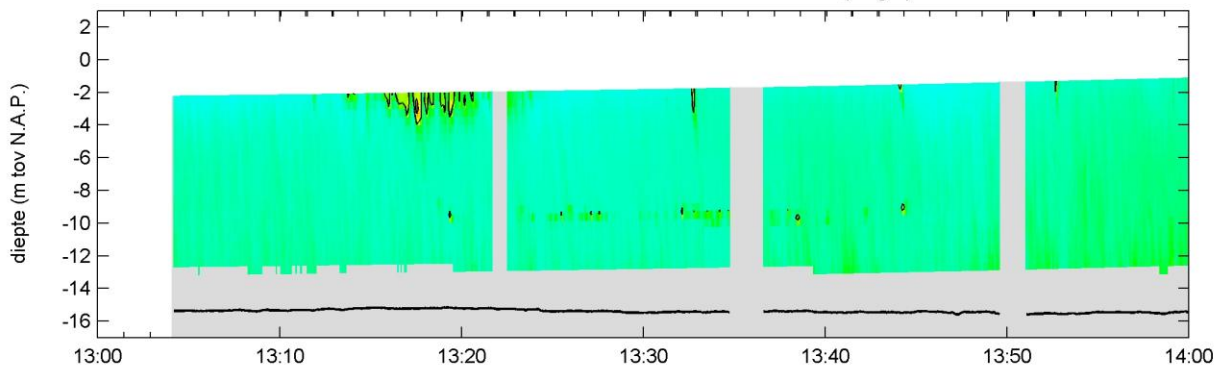
adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 13:04 - 13:59

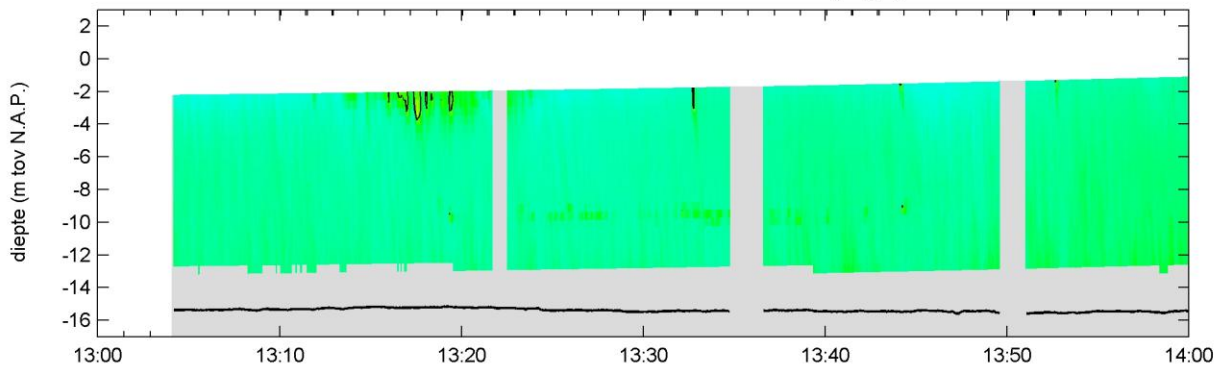
sediment concentratie - totaal (mg/l)



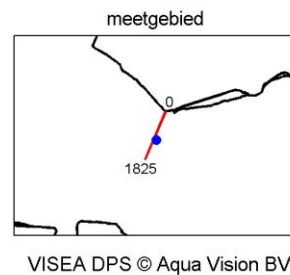
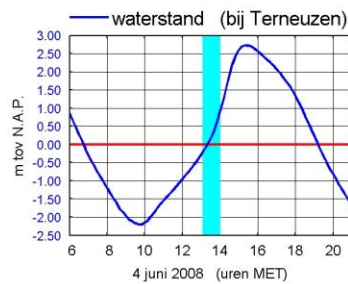
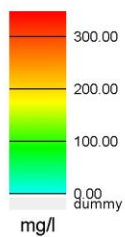
sediment concentratie - fractie zand (mg/l)



sediment concentratie - fractie slib (mg/l)



tijdstip

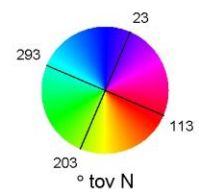
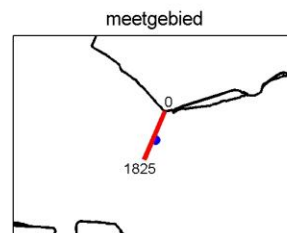
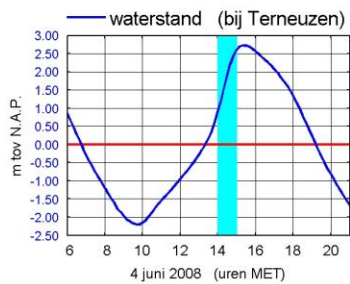
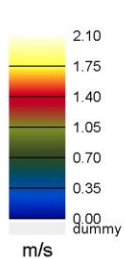
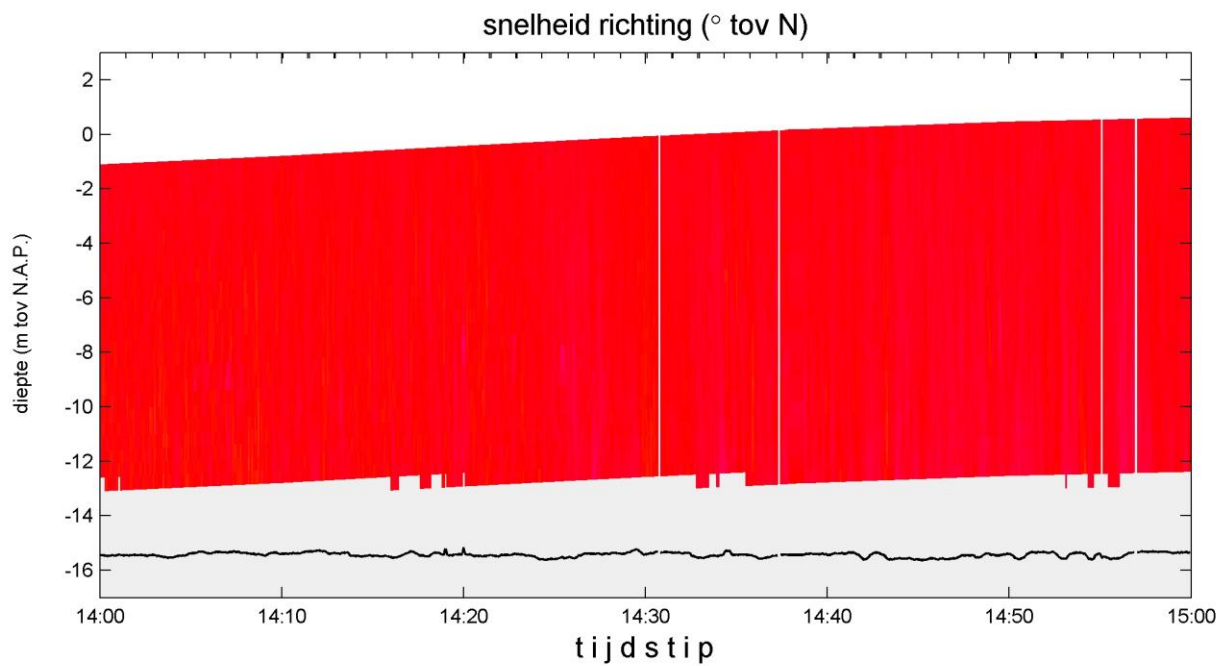
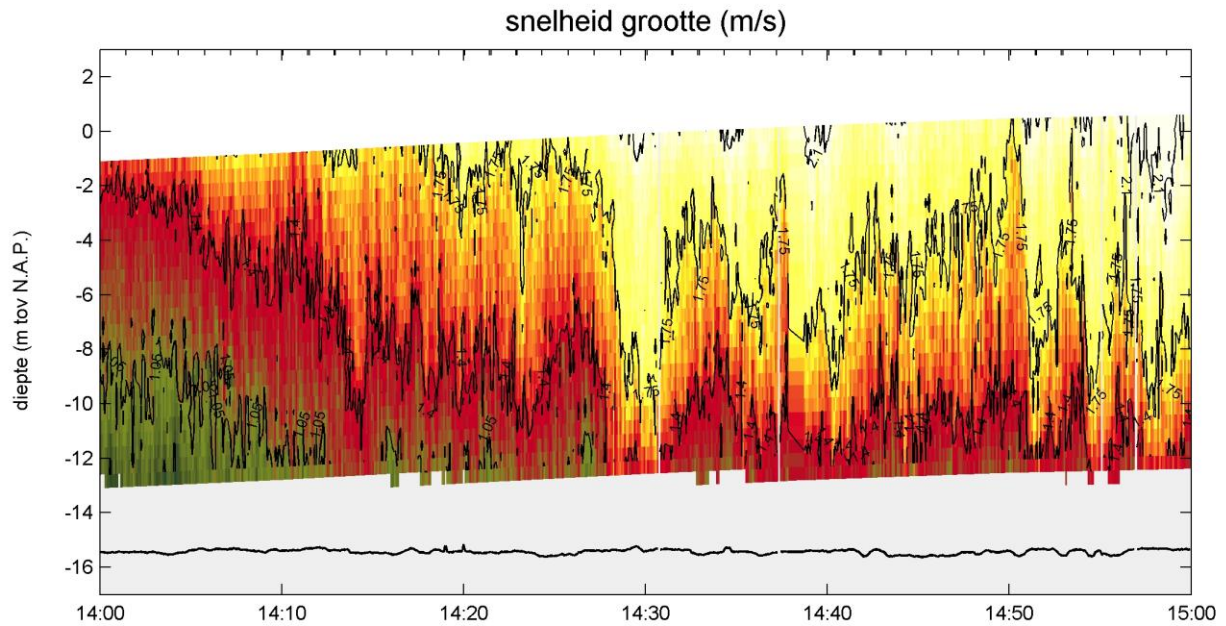




MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 14:00 - 14:59



VISEA DPS © Aqua Vision BV

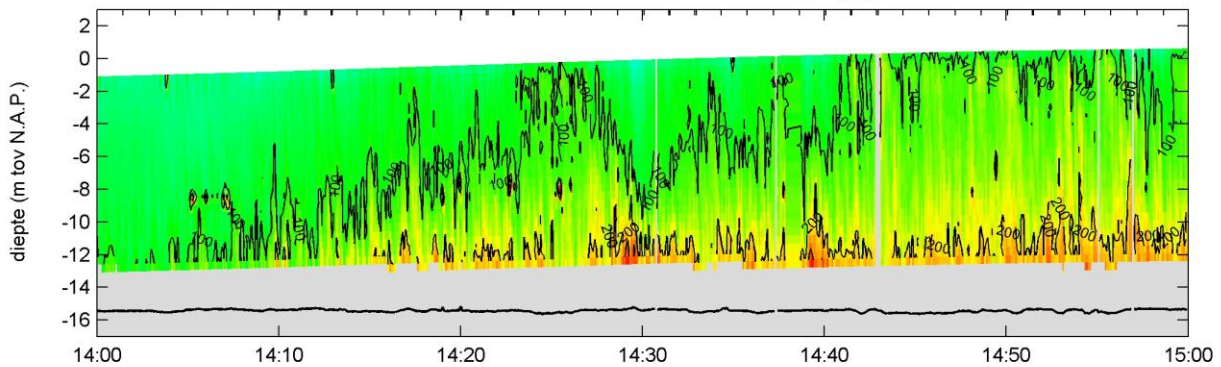


MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

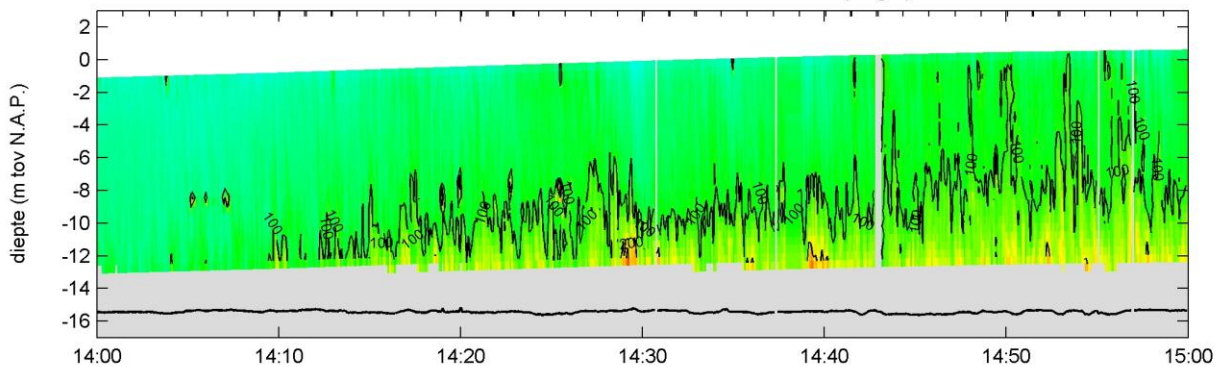
adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 14:00 - 14:59

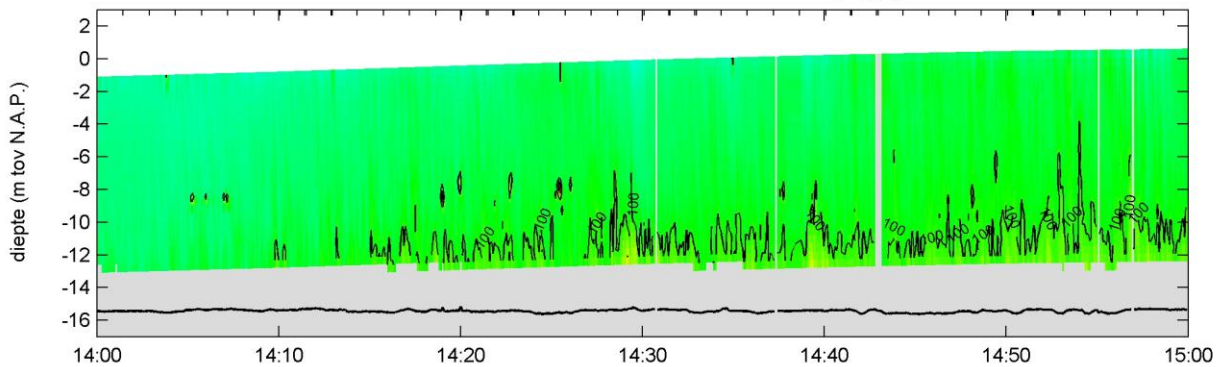
sediment concentratie - totaal (mg/l)



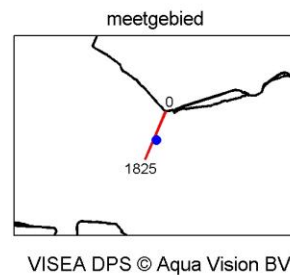
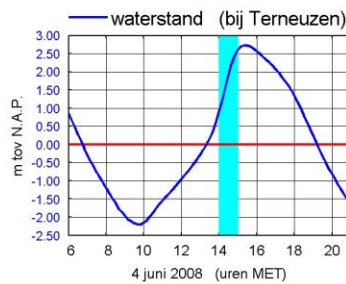
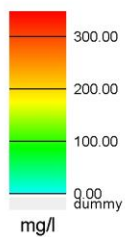
sediment concentratie - fractie zand (mg/l)



sediment concentratie - fractie slib (mg/l)



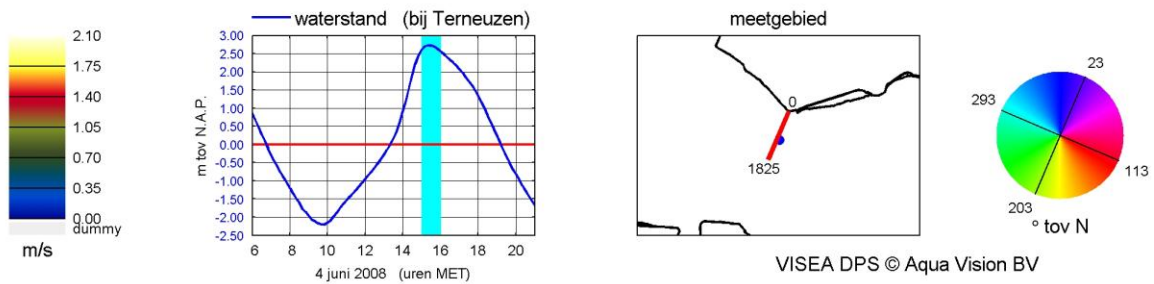
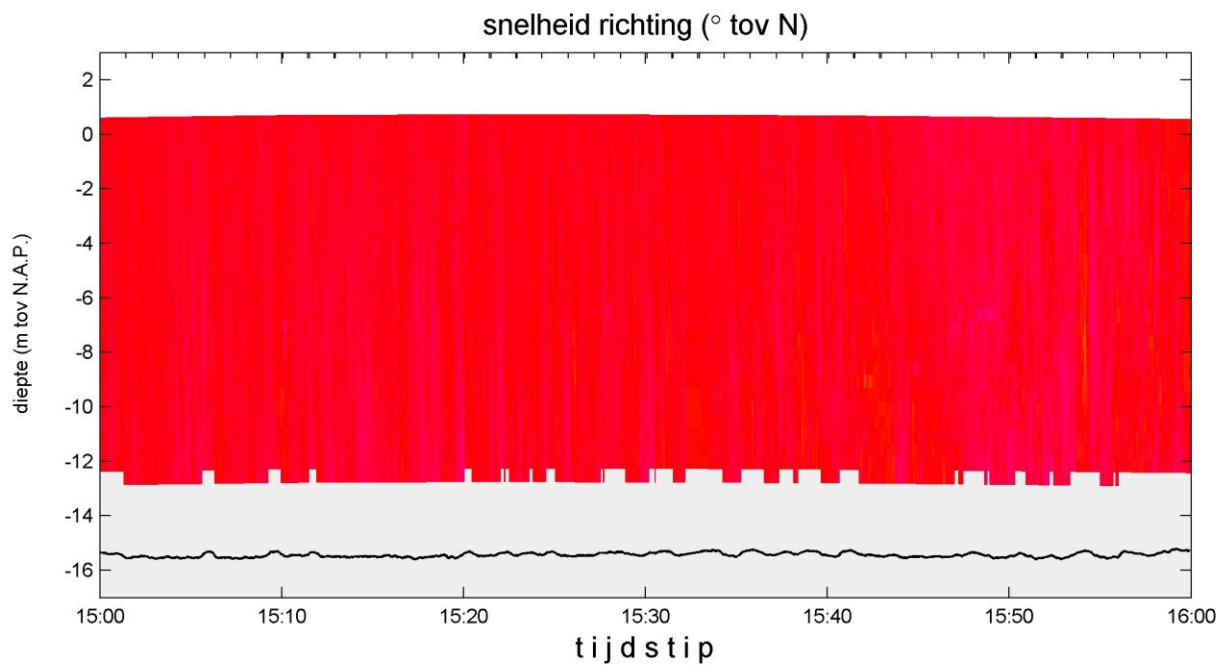
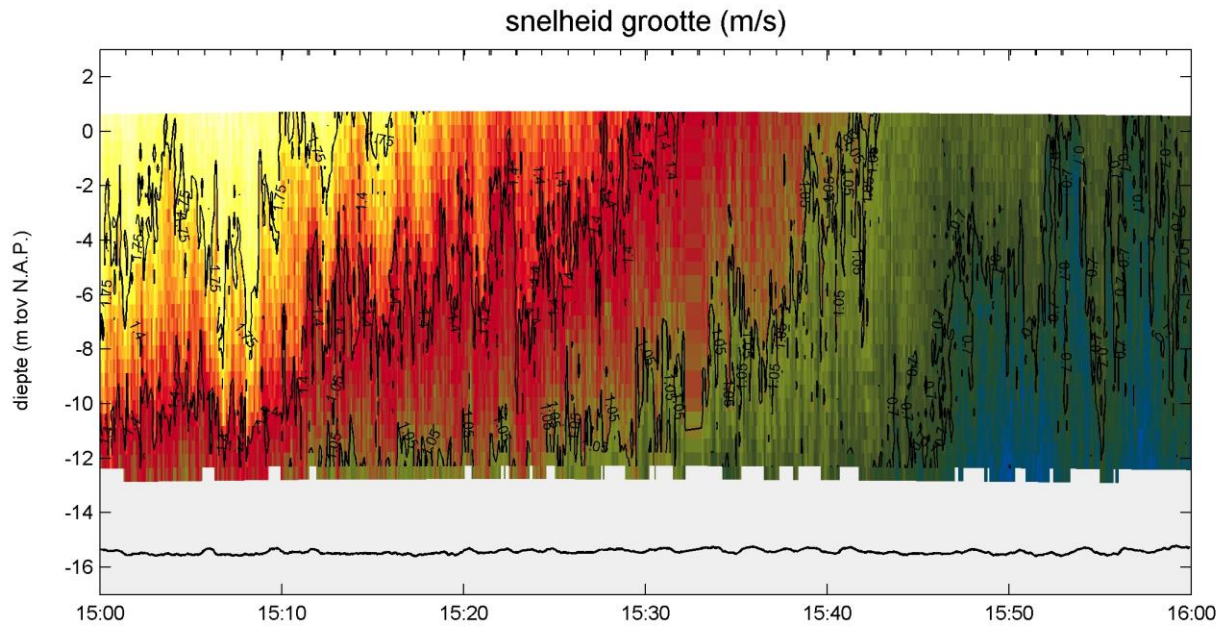
tijd stip



MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 15:00 - 15:59



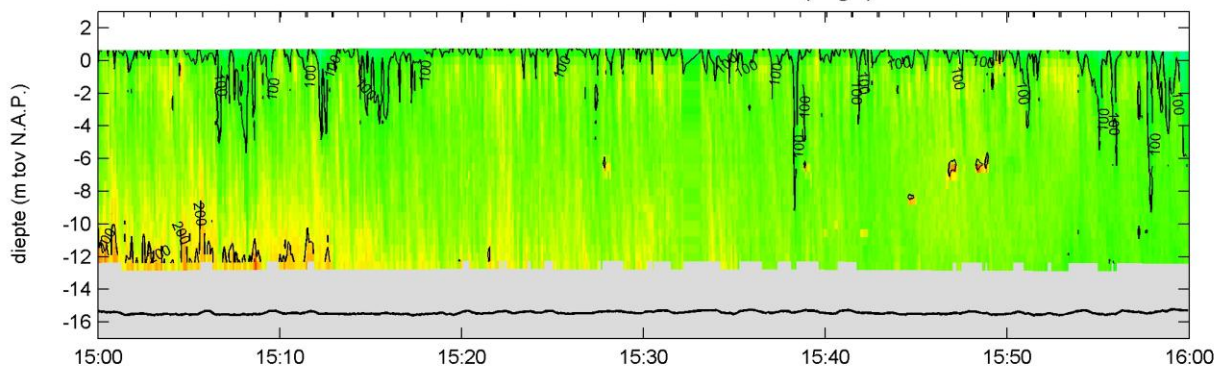


MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

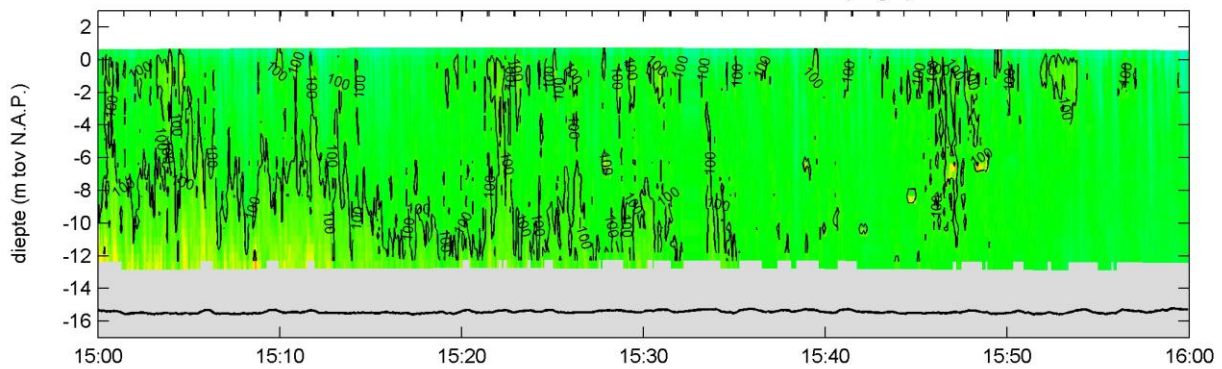
adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 15:00 - 15:59

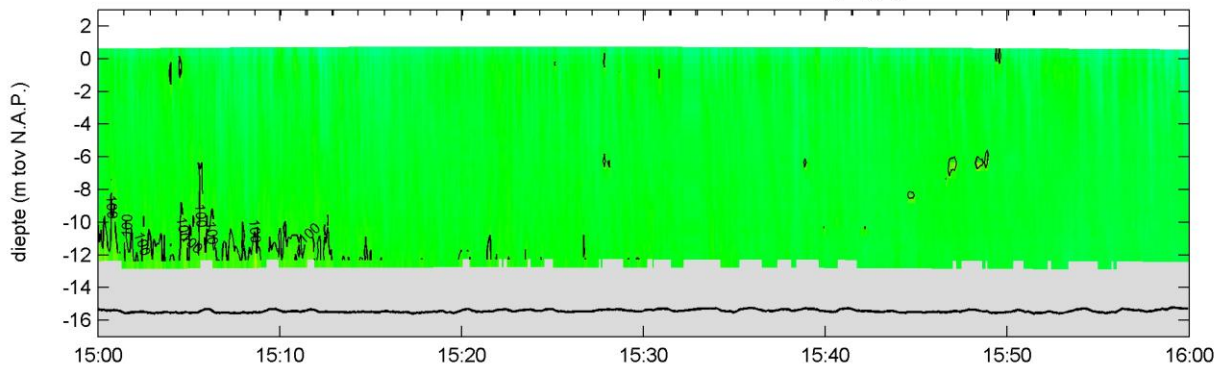
sediment concentratie - totaal (mg/l)



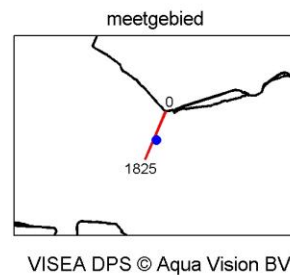
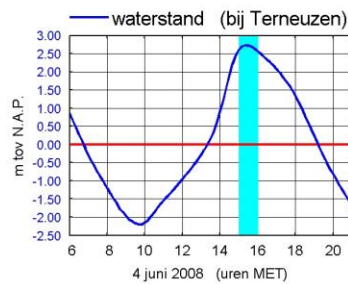
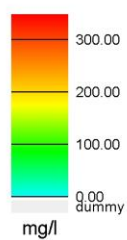
sediment concentratie - fractie zand (mg/l)



sediment concentratie - fractie slib (mg/l)



tijd stip

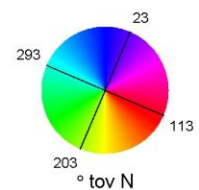
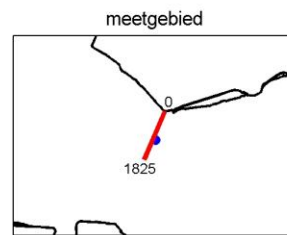
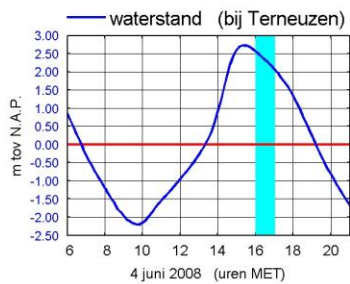
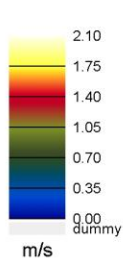
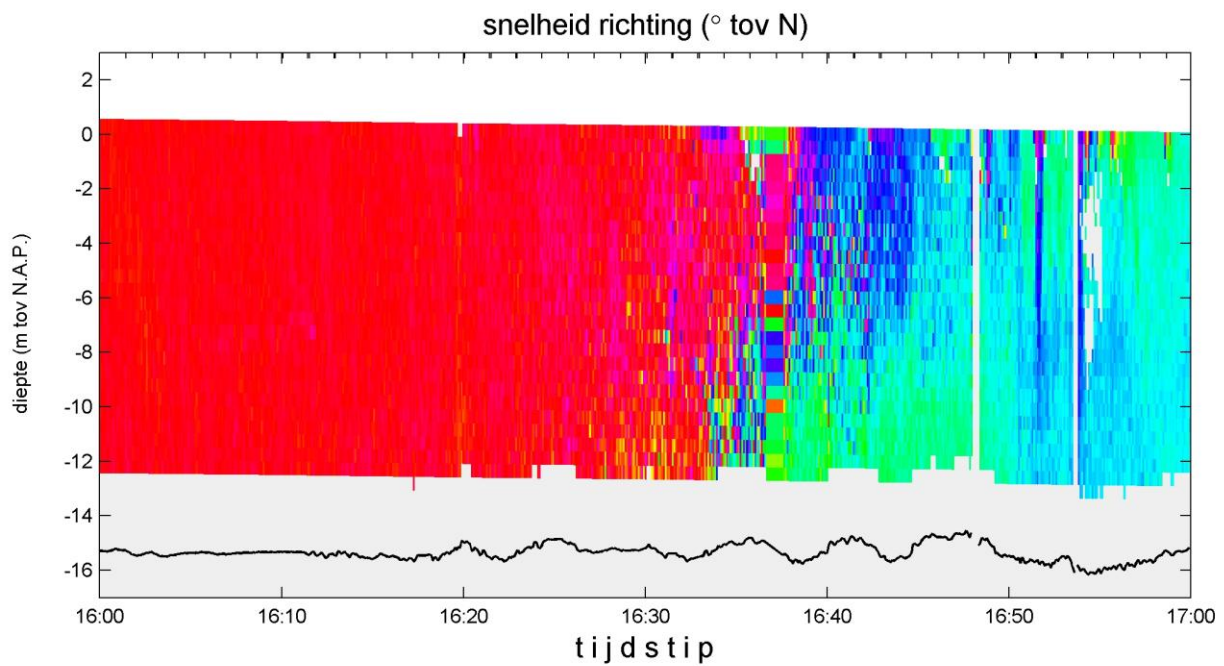
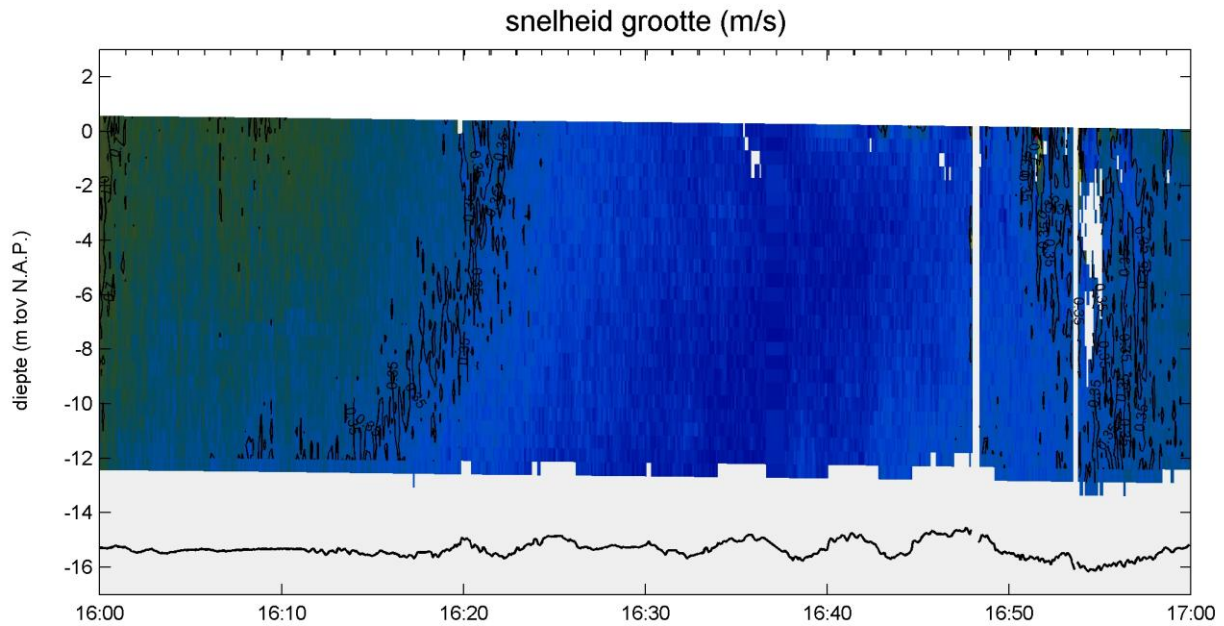


VISEA DPS © Aqua Vision BV

MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 16:00 - 16:59



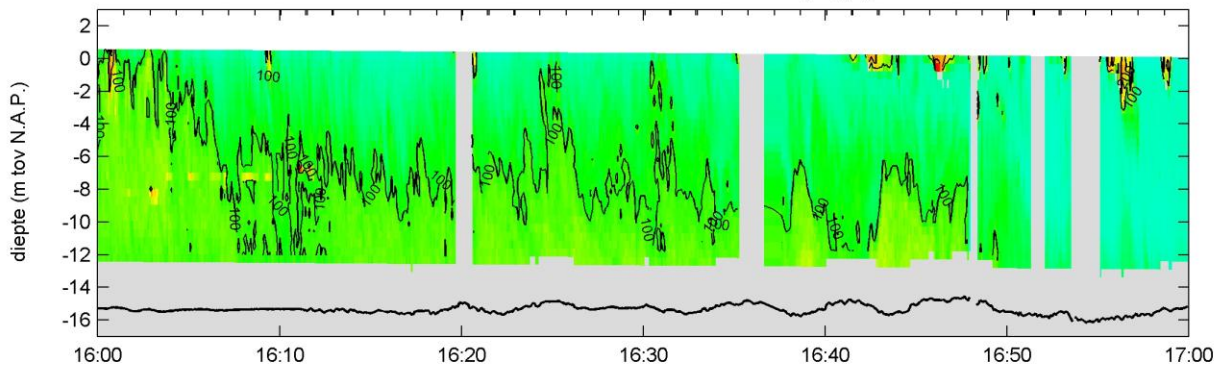
WISEA DPS © Aqua Vision BV

MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

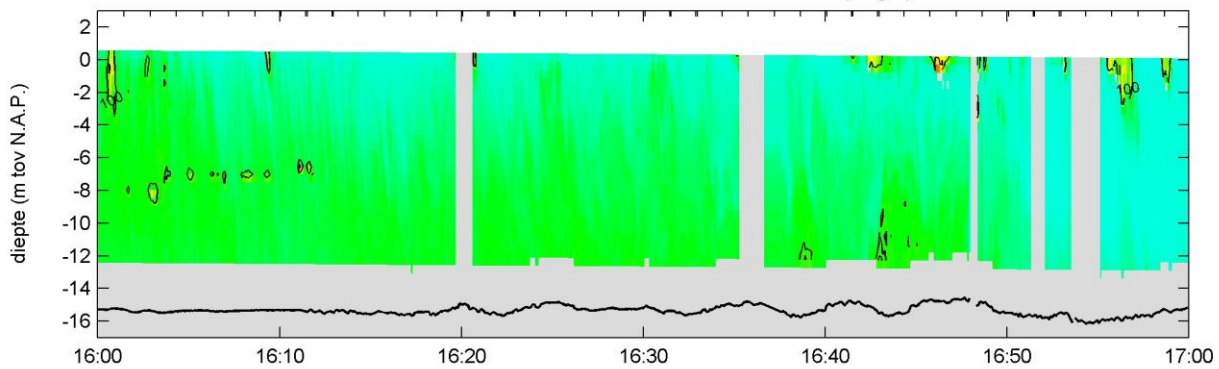
adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 16:00 - 16:59

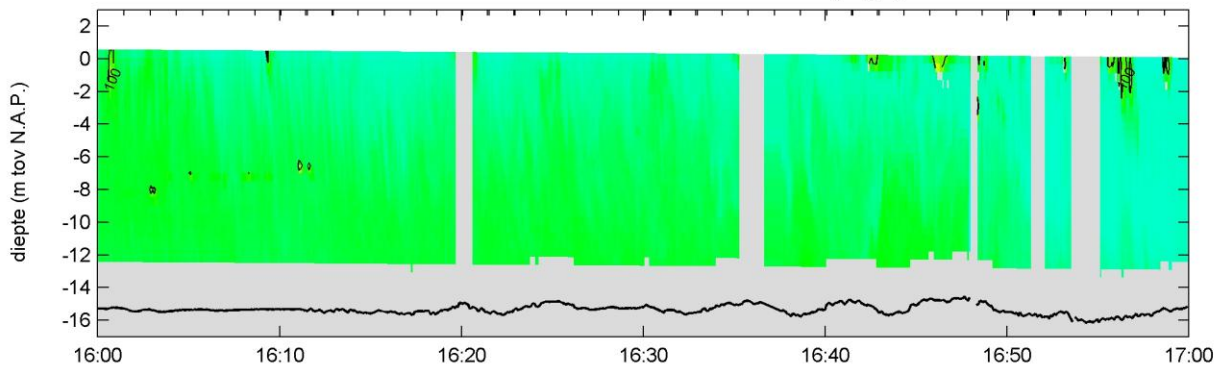
sediment concentratie - totaal (mg/l)



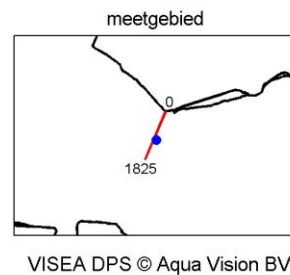
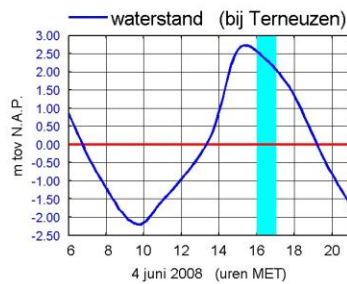
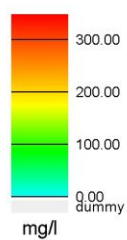
sediment concentratie - fractie zand (mg/l)



sediment concentratie - fractie slib (mg/l)



tijd stip

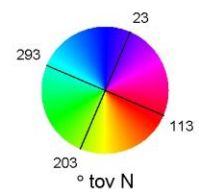
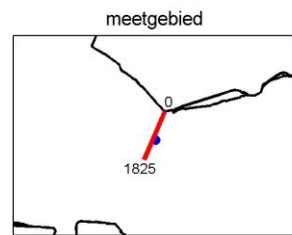
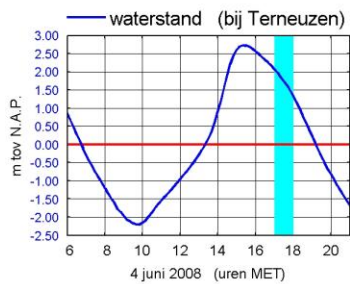
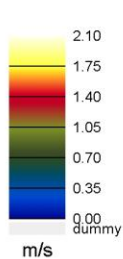
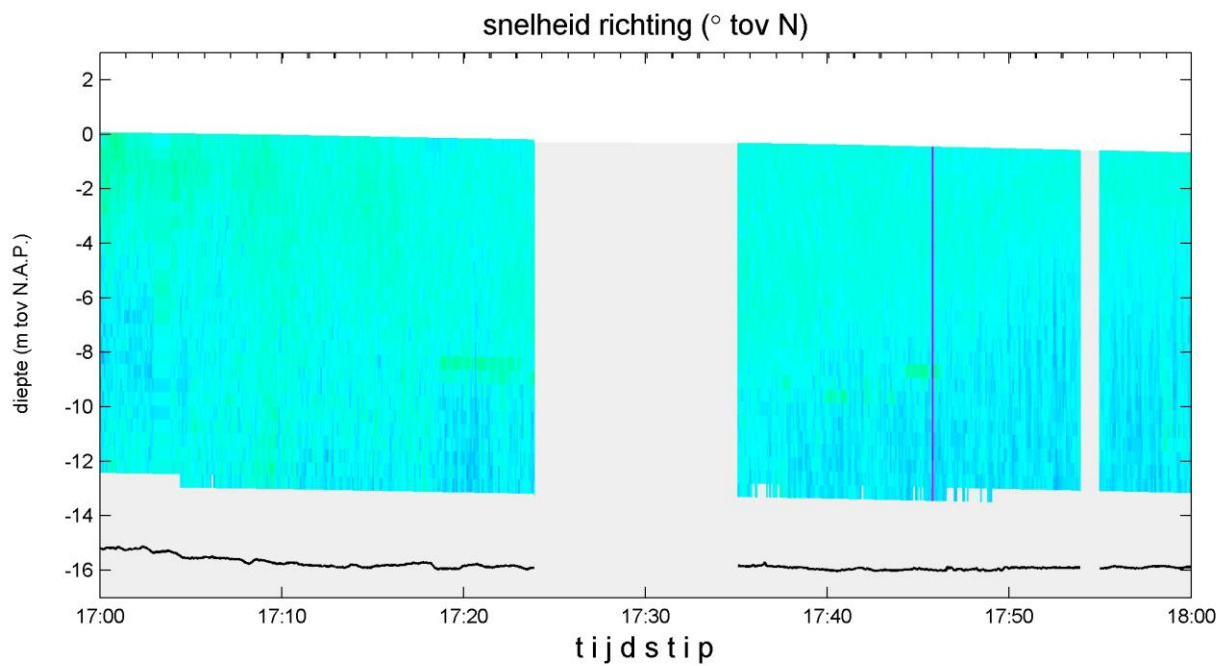
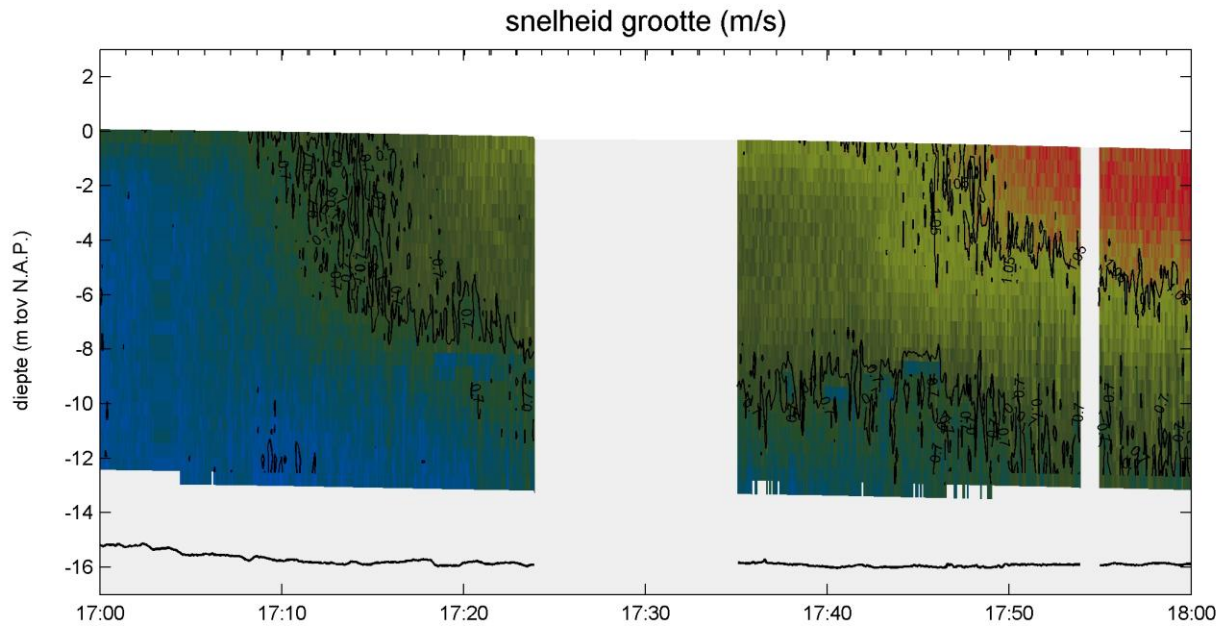




MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 16:59 - 17:59



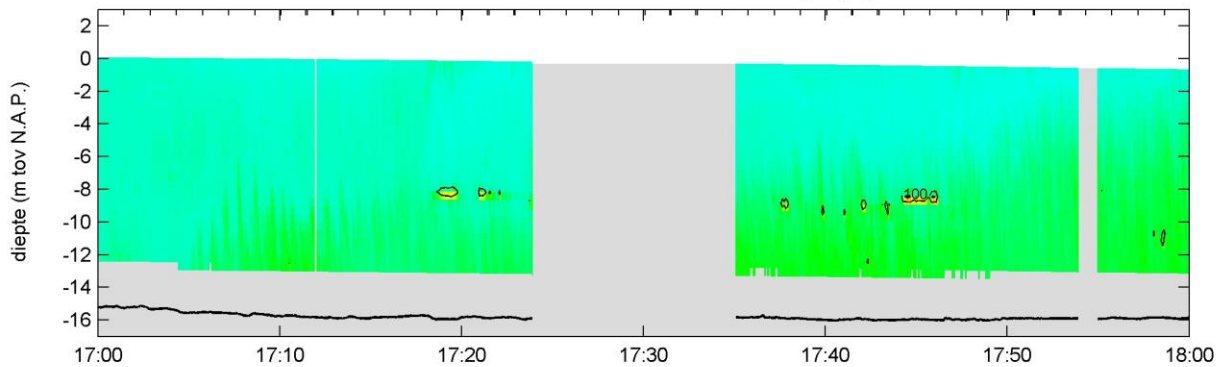
VISEA DPS © Aqua Vision BV

MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

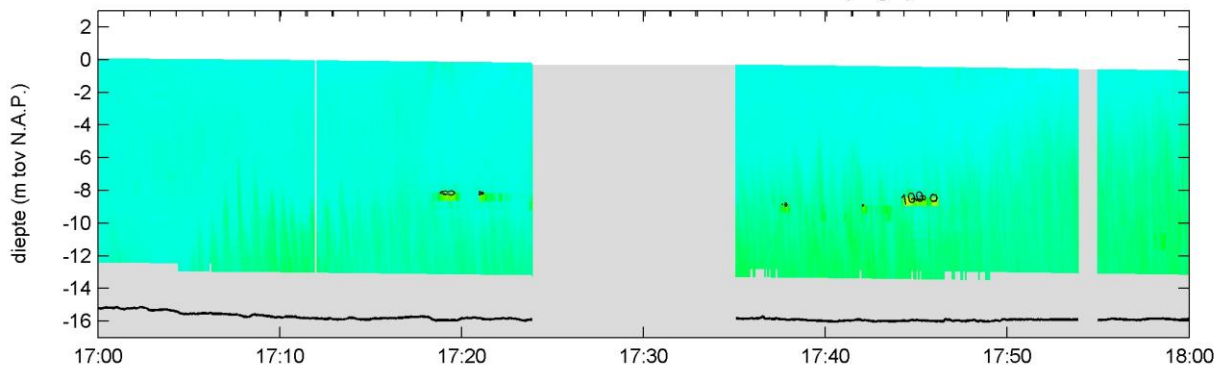
adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 16:59 - 17:59

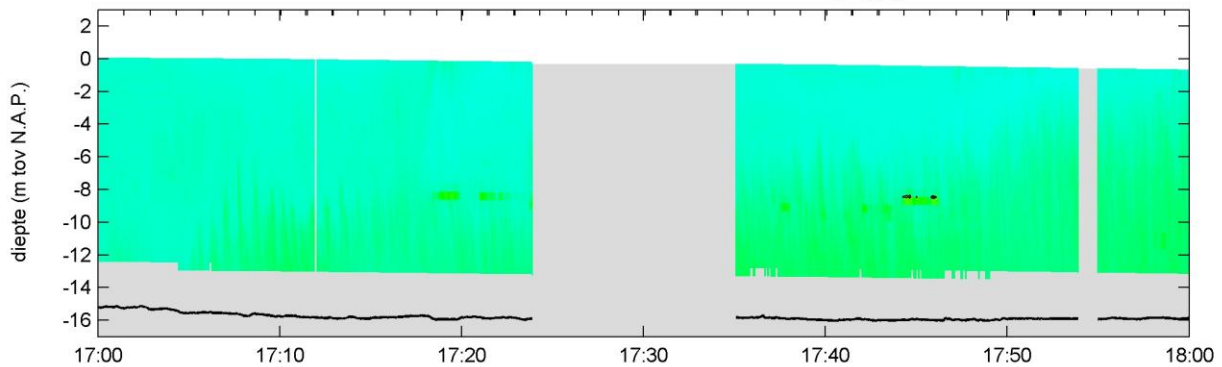
sediment concentratie - totaal (mg/l)



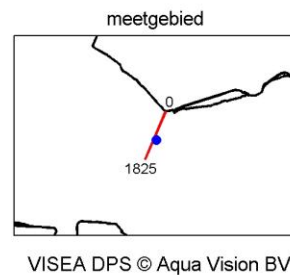
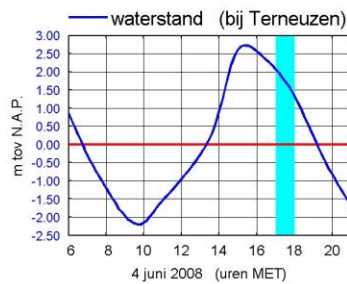
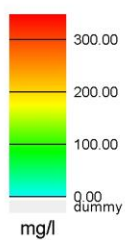
sediment concentratie - fractie zand (mg/l)



sediment concentratie - fractie slib (mg/l)



tijdstip

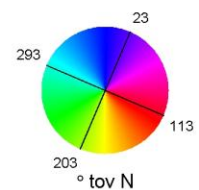
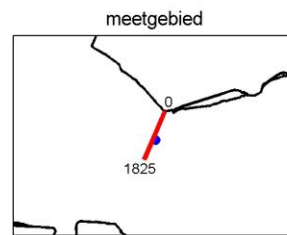
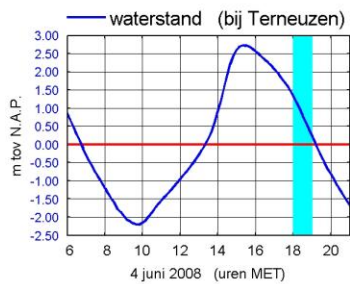
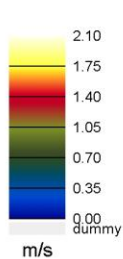
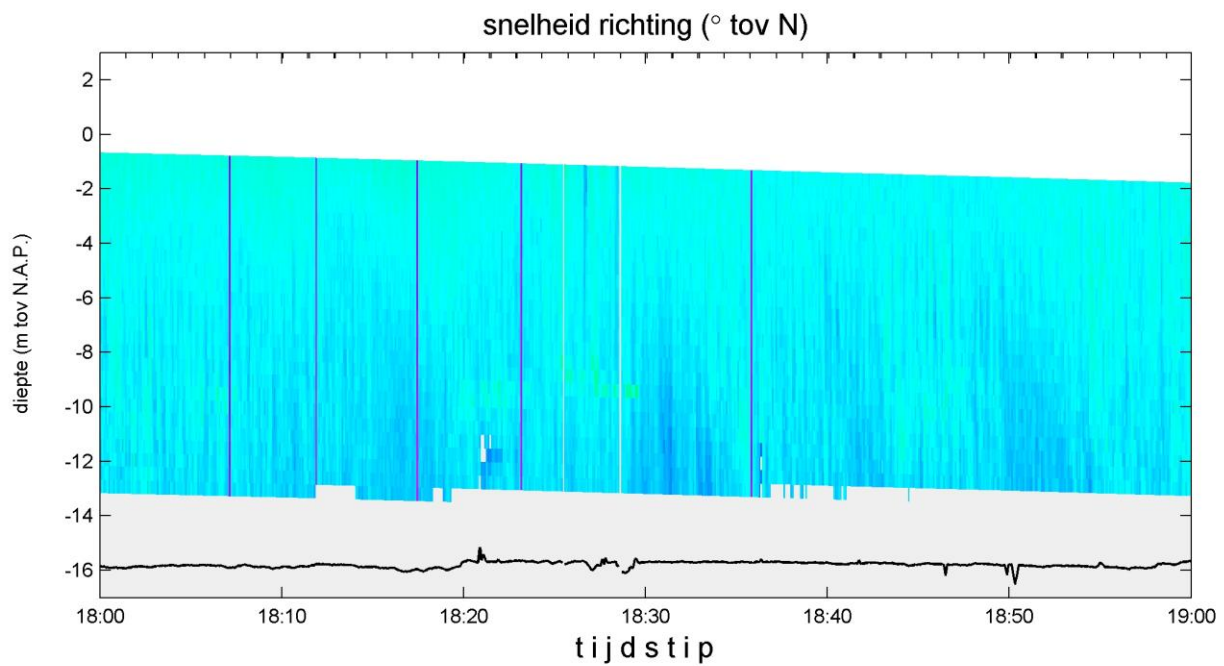
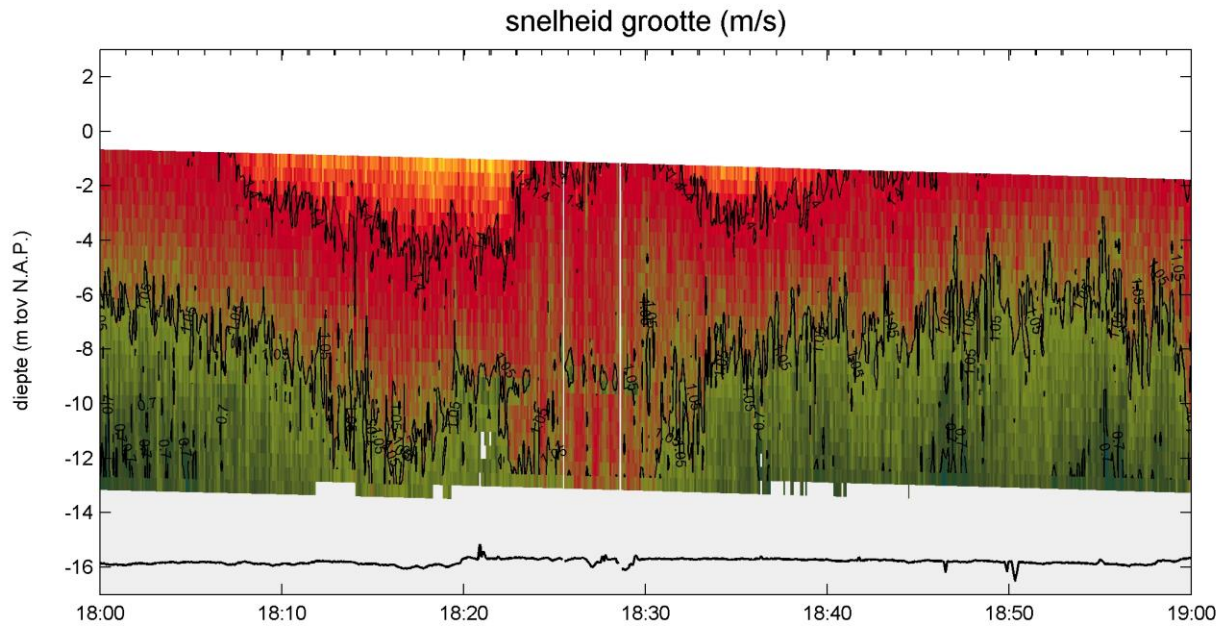




MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 18:00 - 19:00

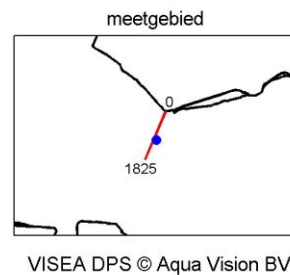
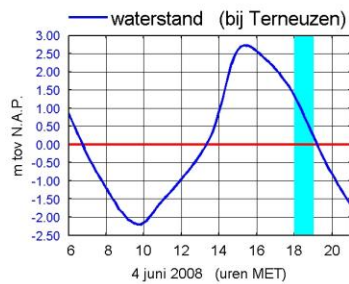
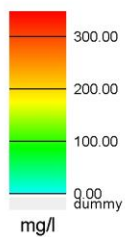
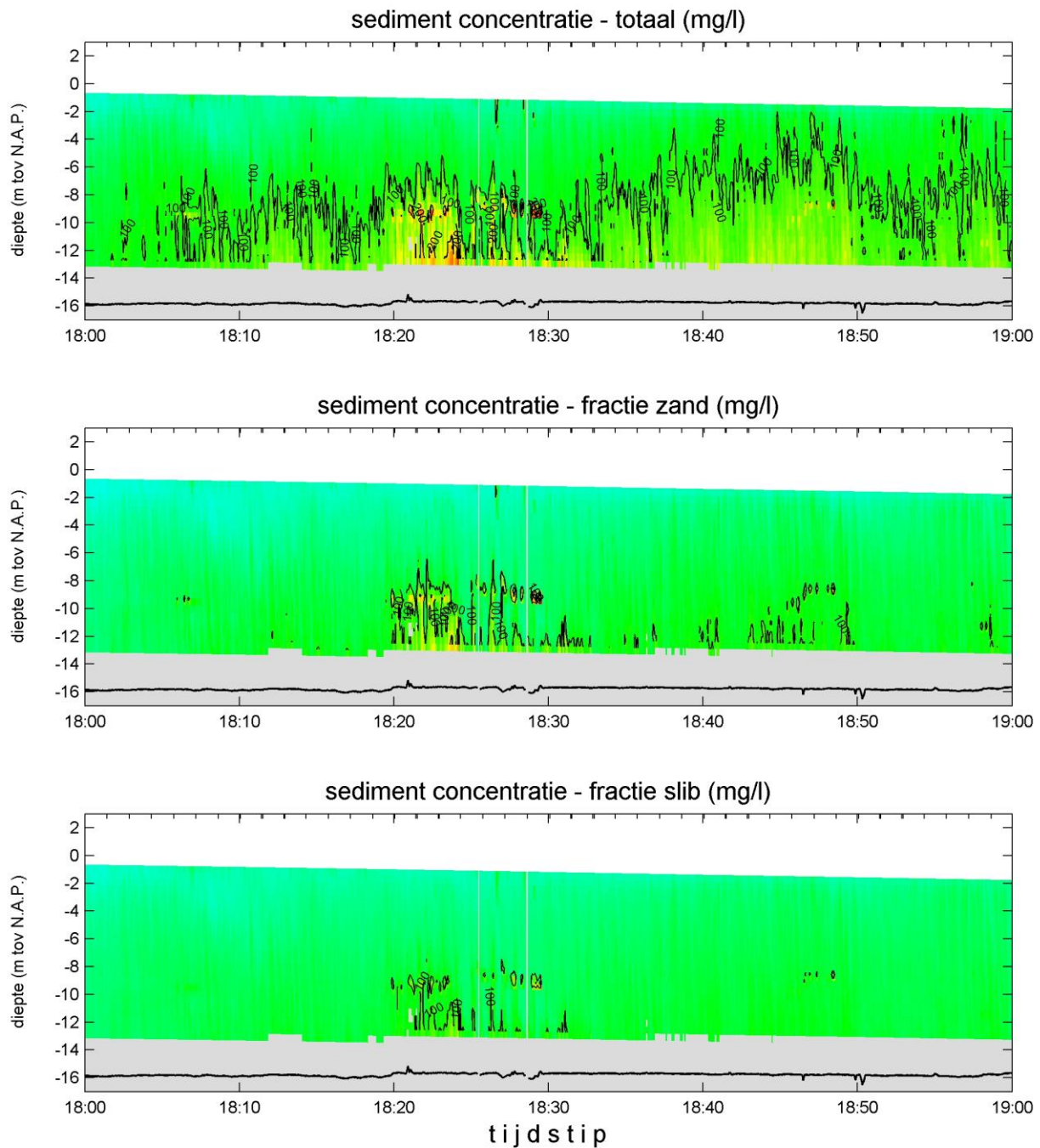


WISEA DPS © Aqua Vision BV

MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

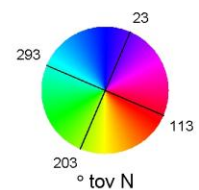
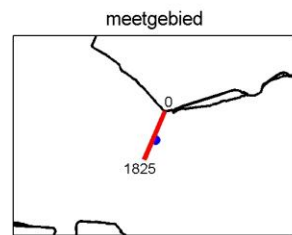
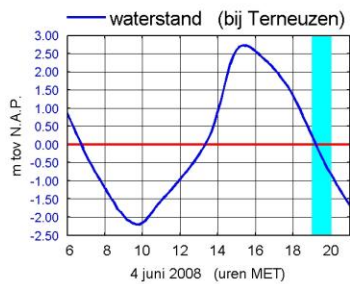
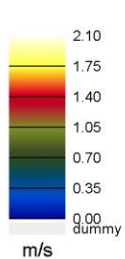
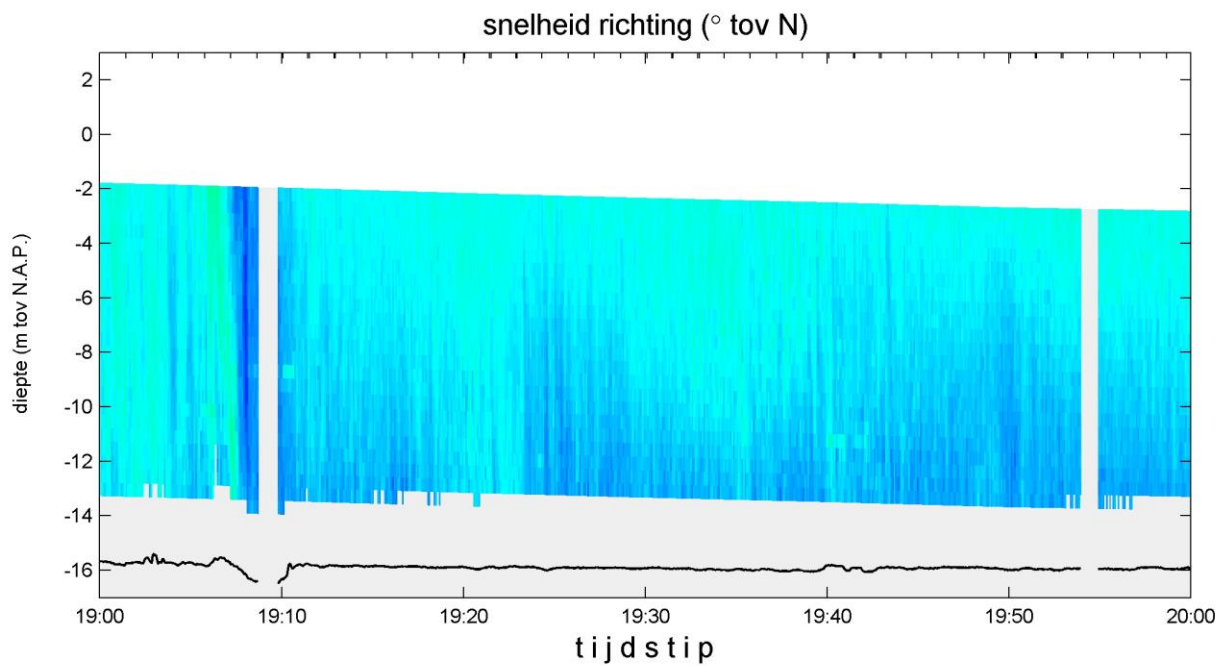
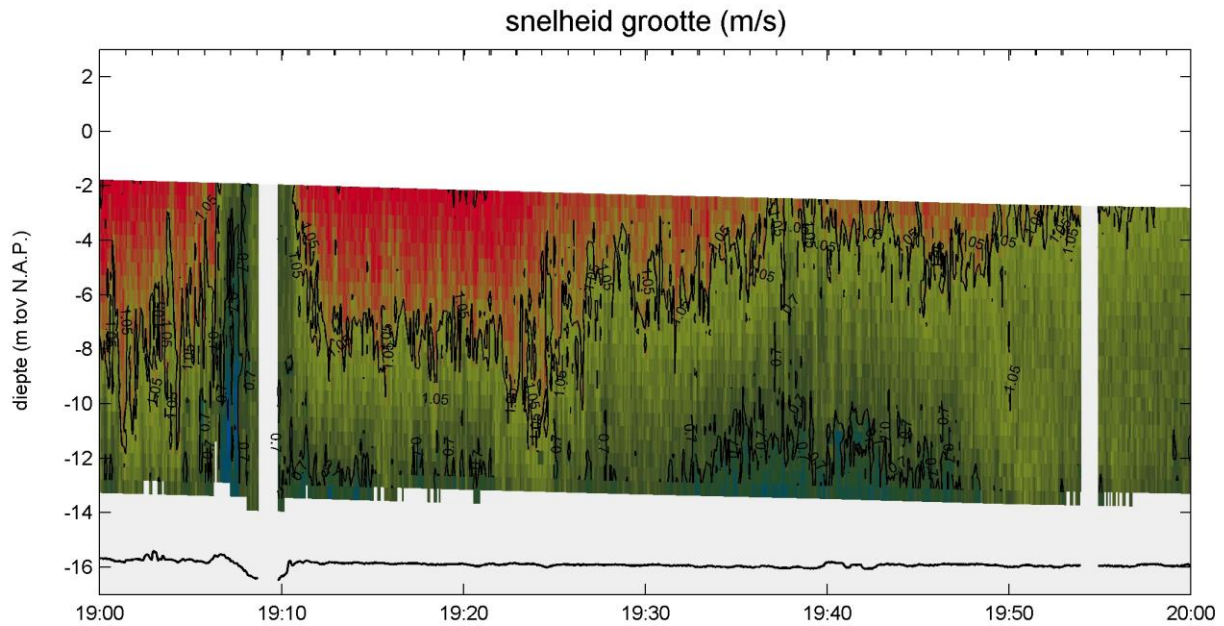
tijd : 18:00 - 19:00



MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 19:00 - 19:59



WISEA DPS © Aqua Vision BV

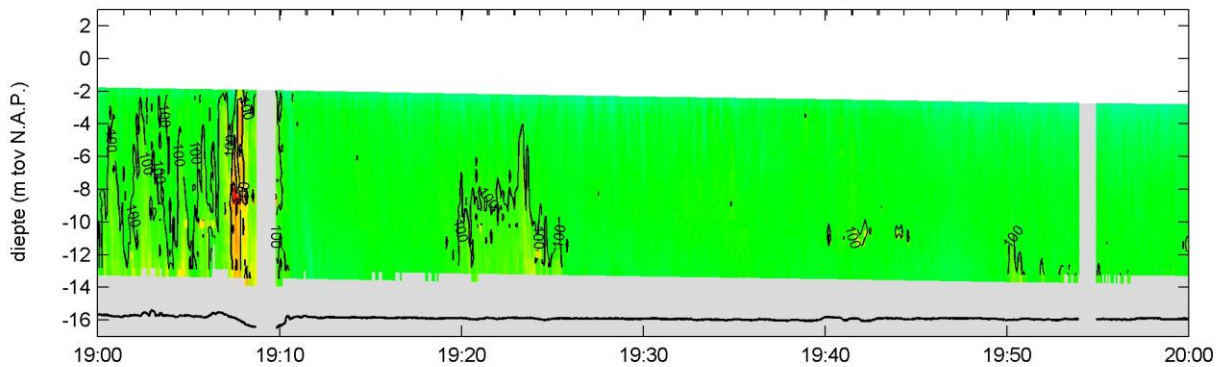


MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

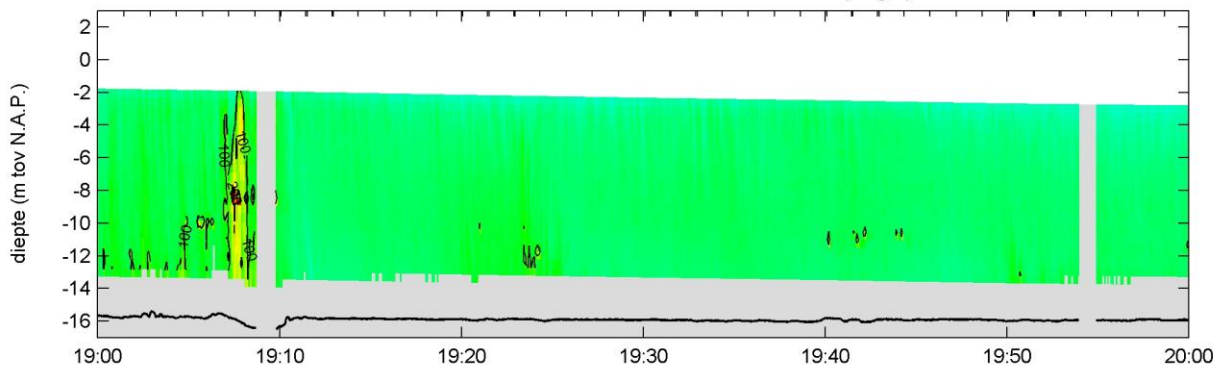
adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 19:00 - 19:59

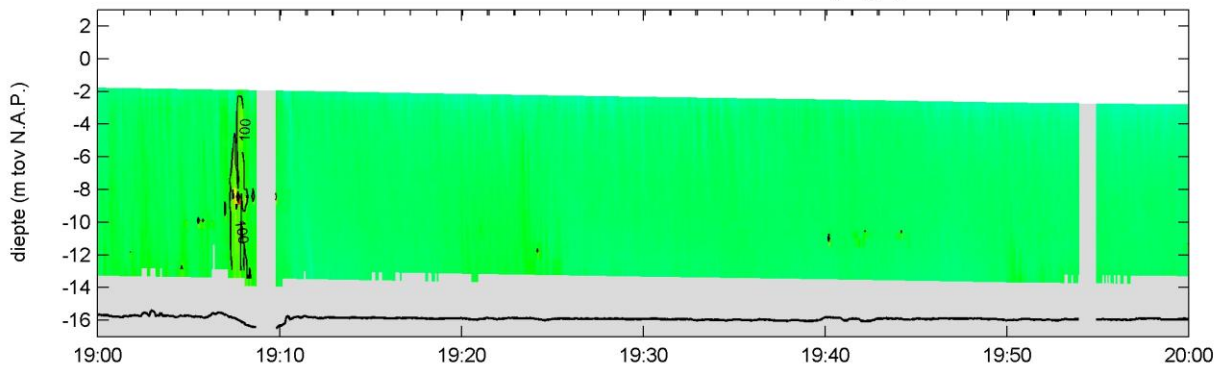
sediment concentratie - totaal (mg/l)



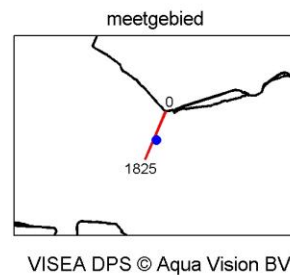
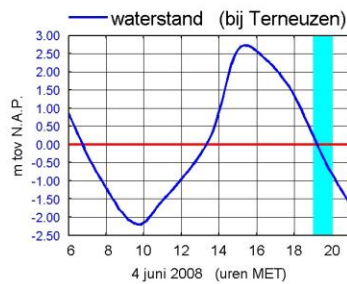
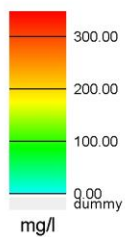
sediment concentratie - fractie zand (mg/l)



sediment concentratie - fractie slib (mg/l)



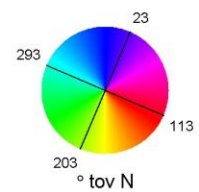
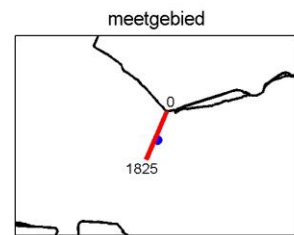
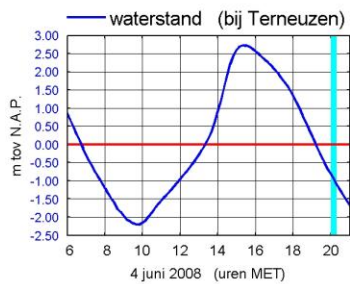
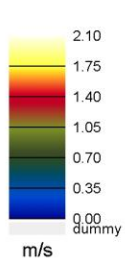
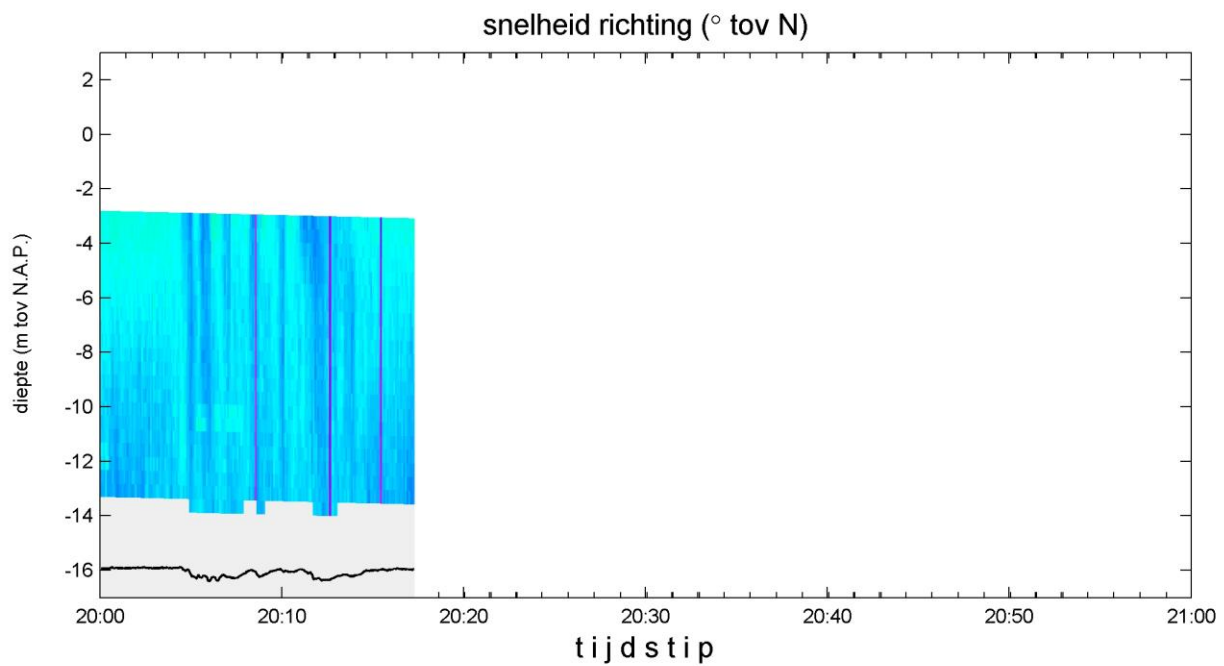
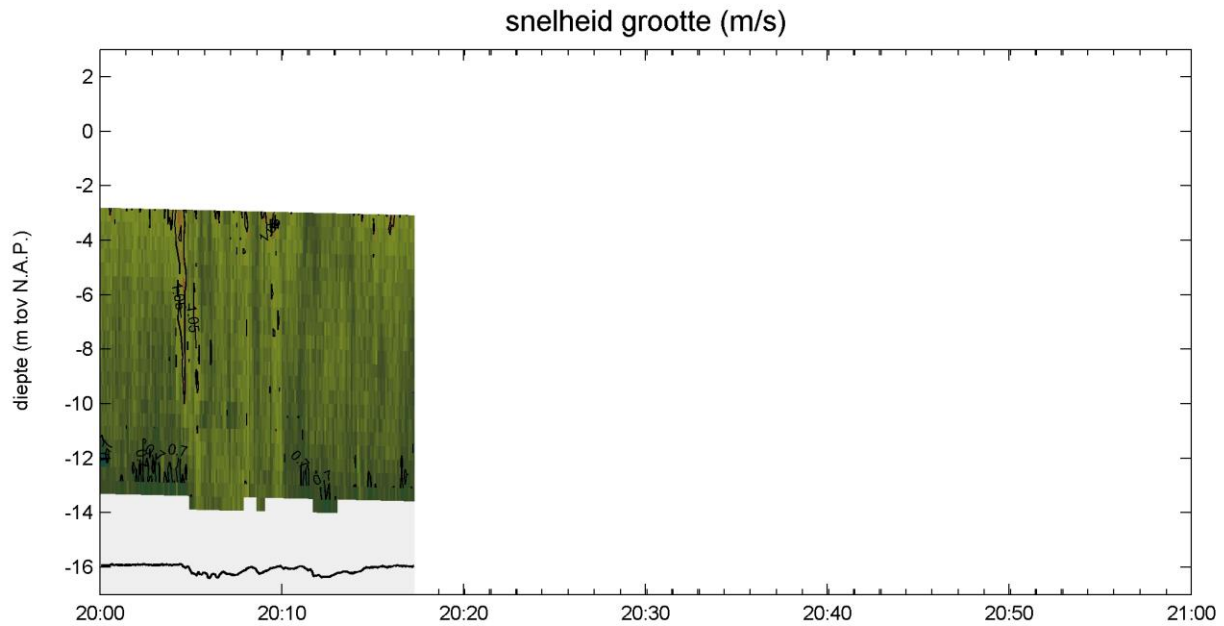
tijdstip



MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 20:00 - 20:17



WISEA DPS © Aqua Vision BV

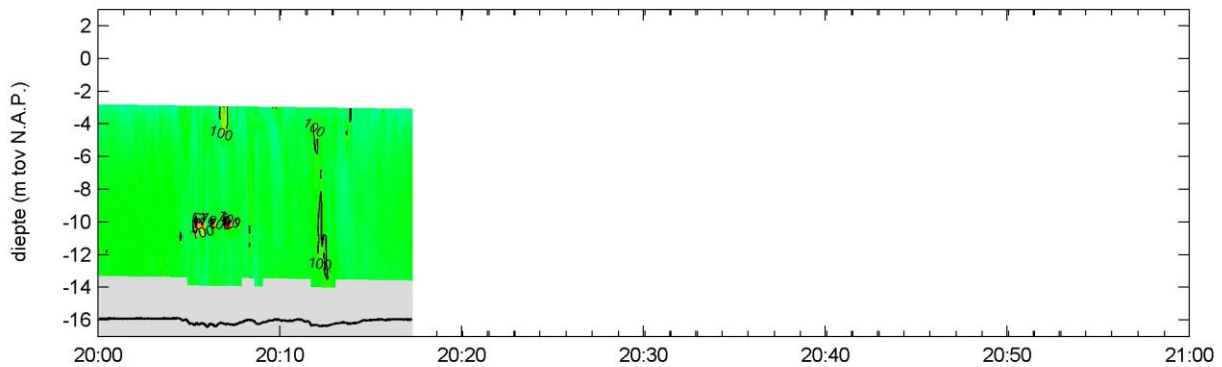


MONEOS-T d.d. 4 juni 2008

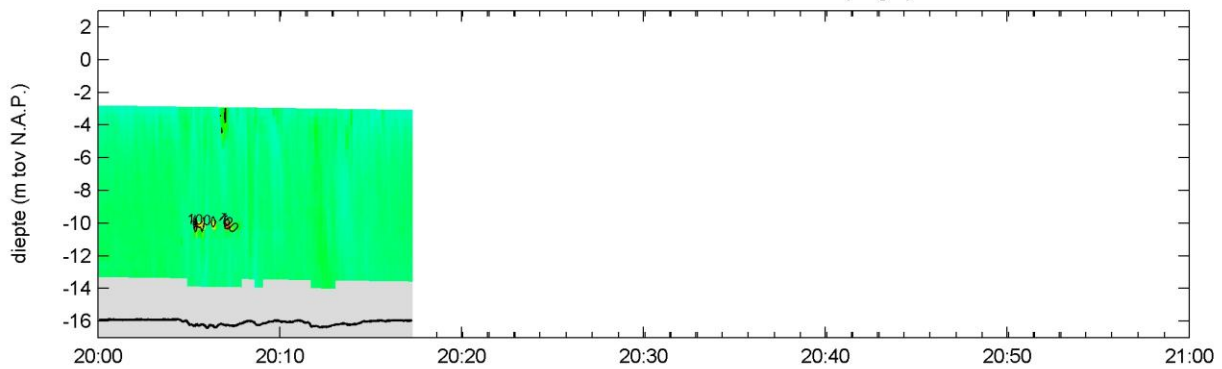
adcpbestand : MONEOS-T\_20080604\_stationary\_total.000

tijd : 20:00 - 20:17

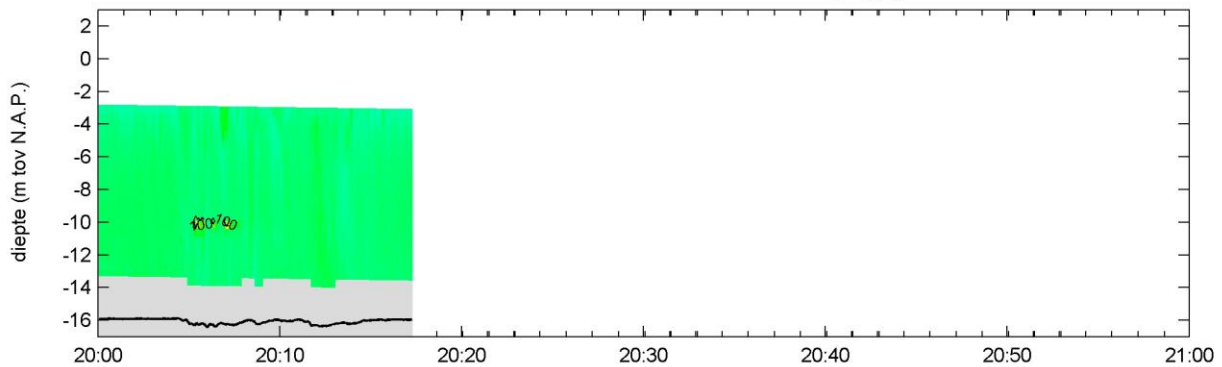
sediment concentratie - totaal (mg/l)



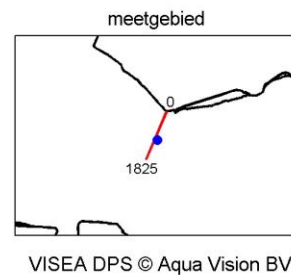
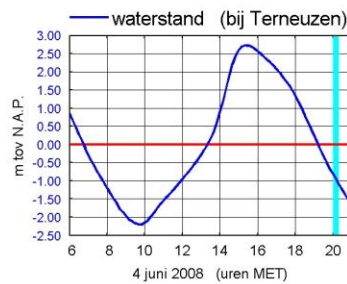
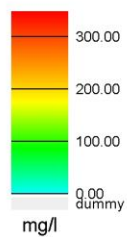
sediment concentratie - fractie zand (mg/l)



sediment concentratie - fractie slib (mg/l)



tijdstip





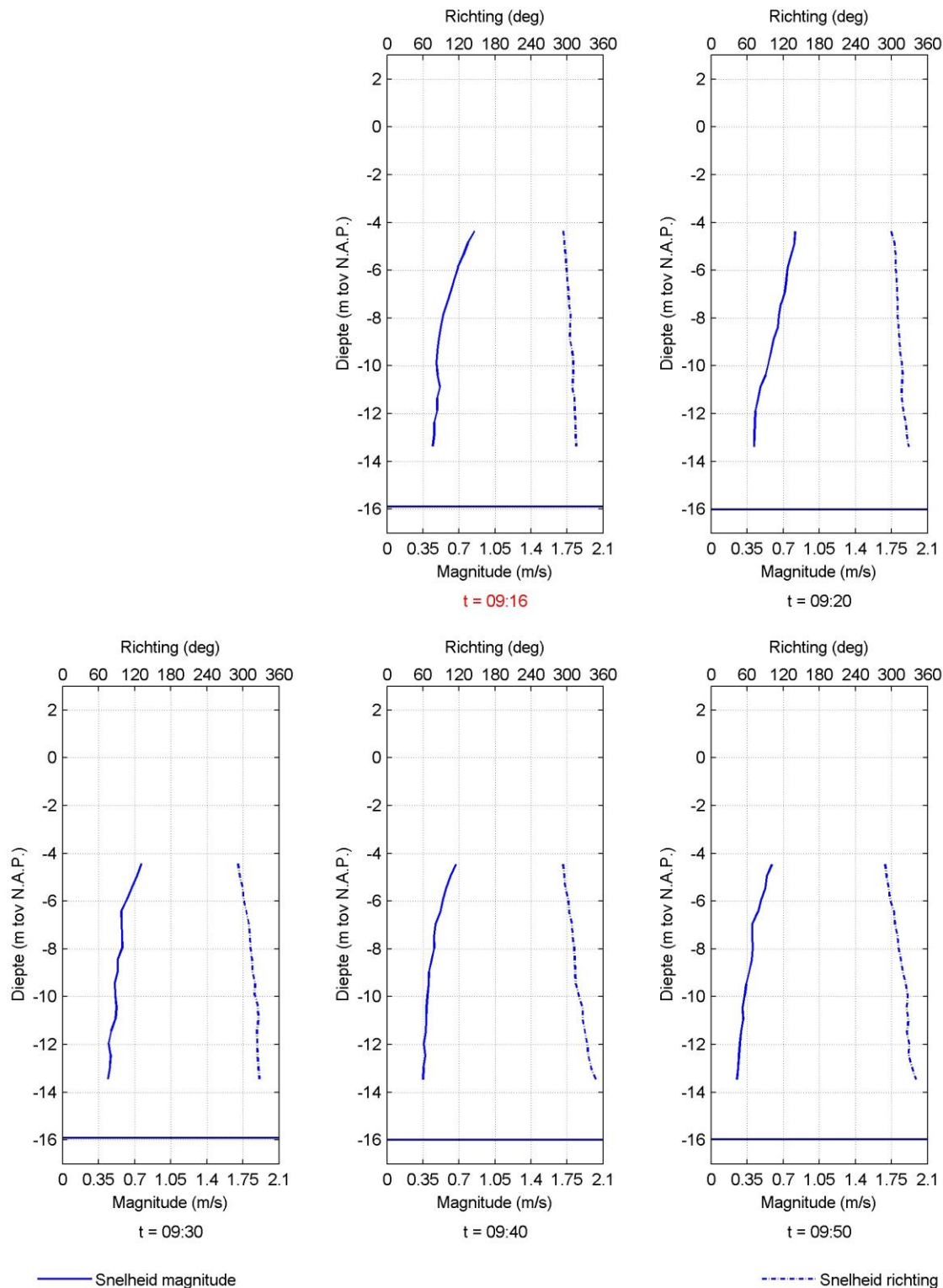
## **Bijlage 2**

## **Profielen**

**Stationaire stromingsmetingen MONEOS-T**

Begintijd: 04-Jun-2008 09:16

Eindtijd: 04-Jun-2008 09:59

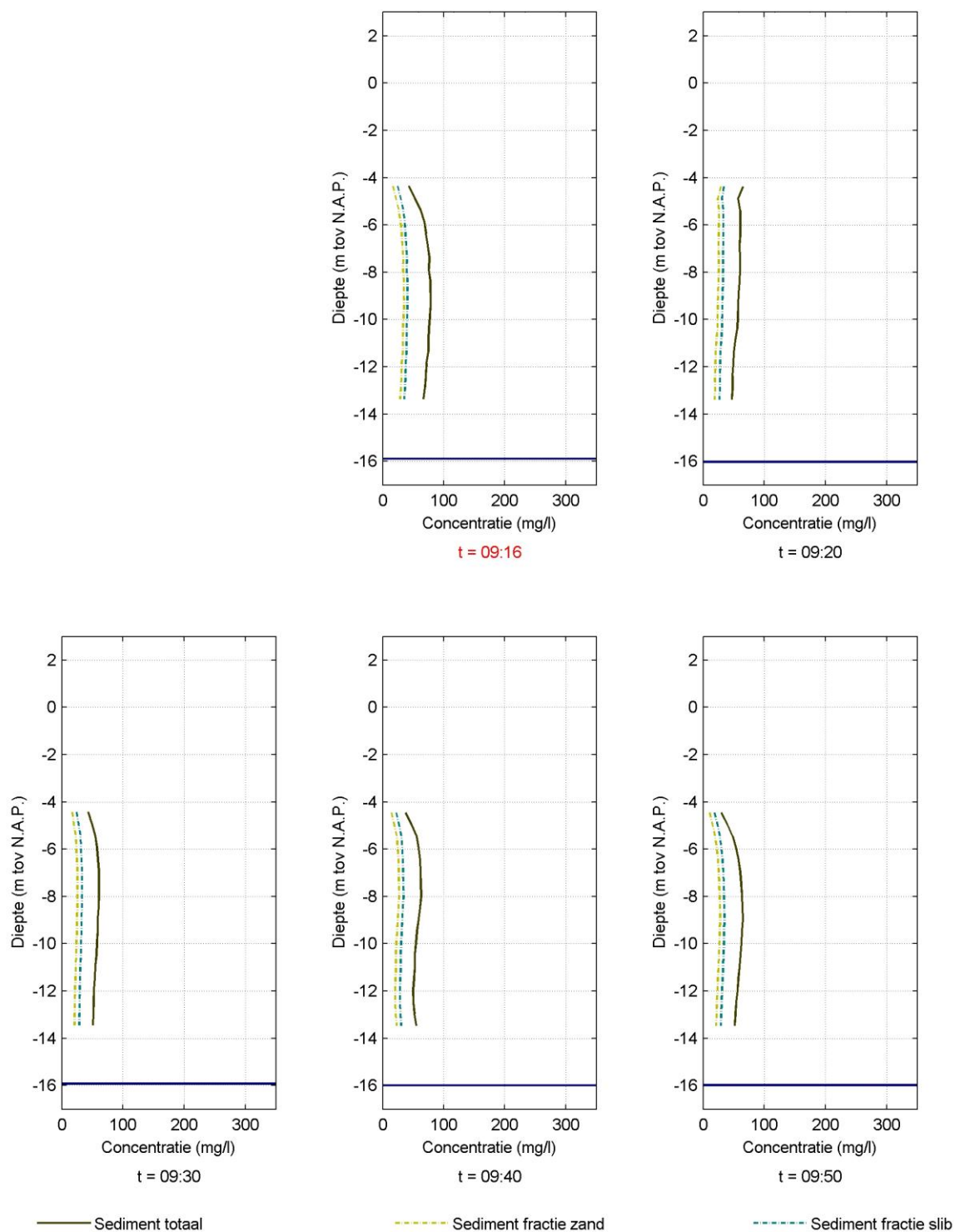
**Snelheid profielen op specifieke tijdstippen**

VISEA DPS © Aqua Vision BV

**Stationaire sedimentmetingen MONEOS-T**

Begintijd: 04-Jun-2008 09:16

Eindtijd: 04-Jun-2008 09:59

**Sedimentconcentratie profielen op specifieke tijdstippen**

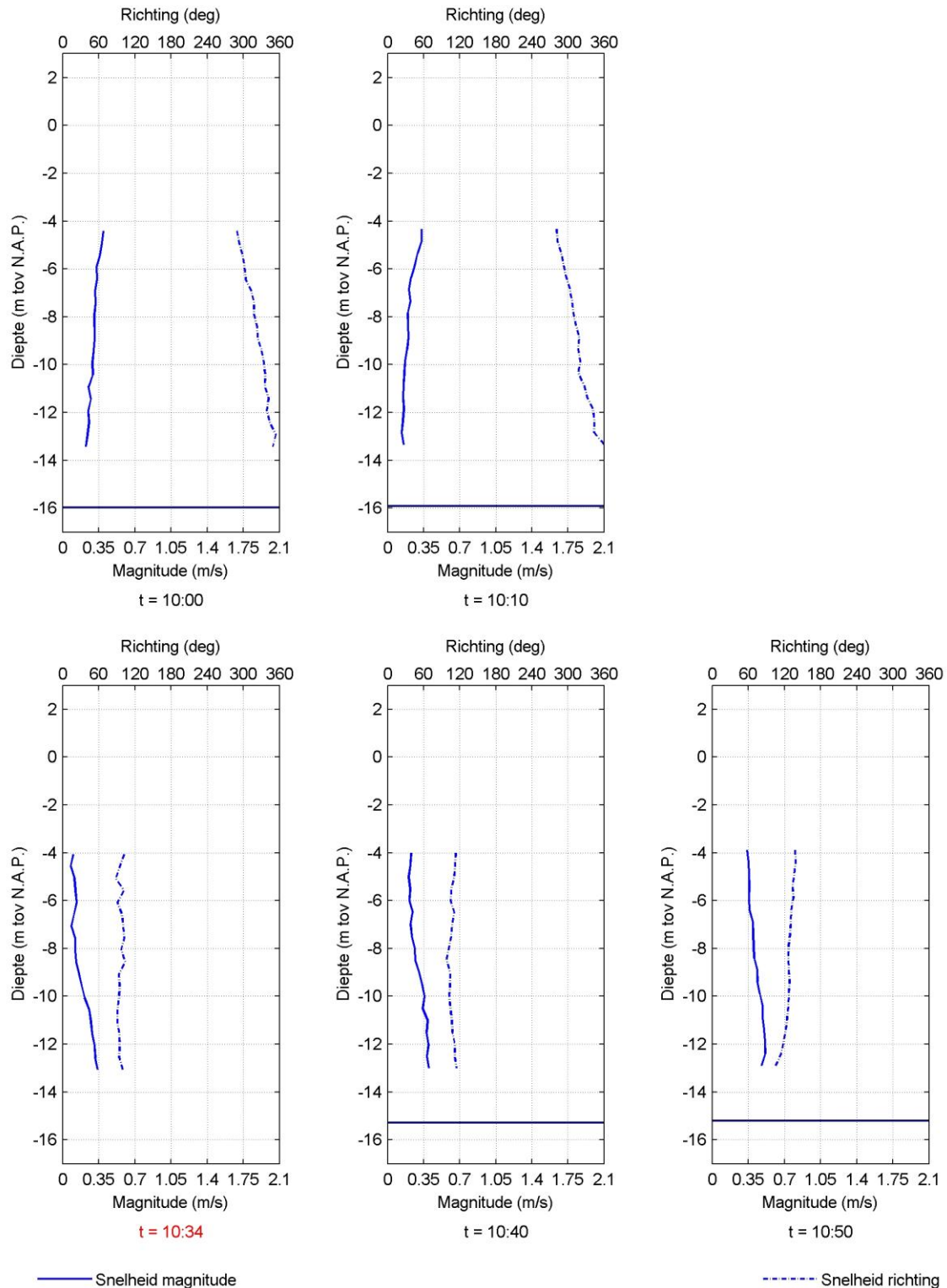
VISEA DPS © Aqua Vision BV



**Stationaire stromingsmetingen MONEOS-T**

Begin tijd: 04-Jun-2008 10:00

Eind tijd: 04-Jun-2008 10:59

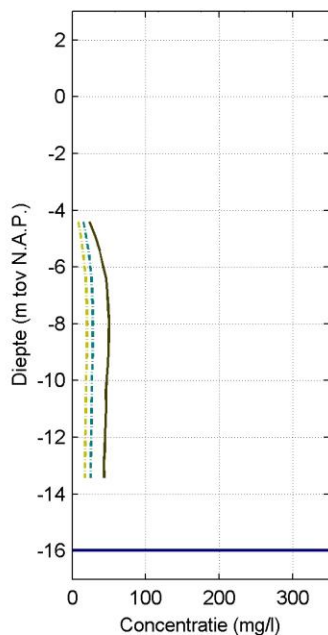
**Snelheid profielen op specifieke tijdstippen**

VISEA DPS © Aqua Vision BV

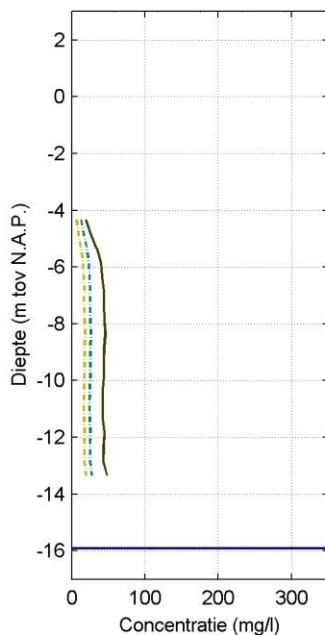
**Stationaire sedimentmetingen MONEOS-T**

Begintijd: 04-Jun-2008 10:00

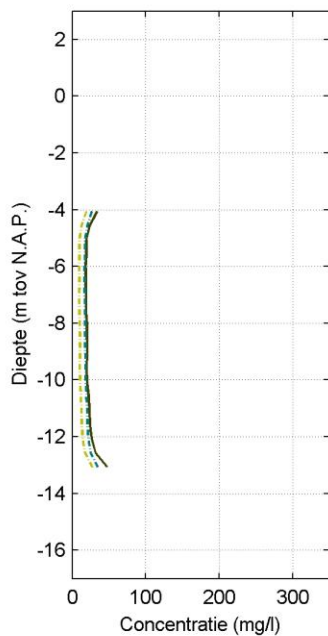
Eindtijd: 04-Jun-2008 10:59

**Sedimentconcentratie profielen op specifieke tijdstippen**

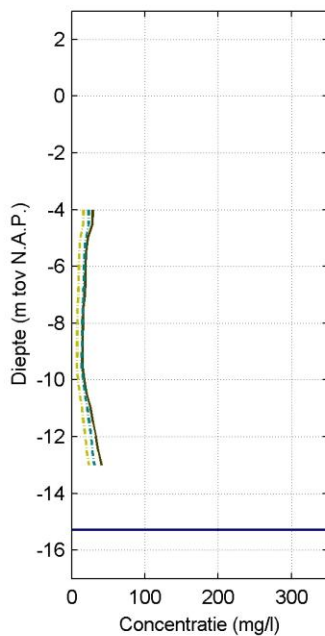
t = 10:00



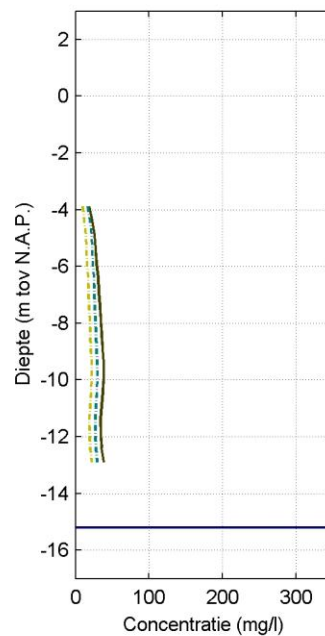
t = 10:10



t = 10:34



t = 10:40



t = 10:50

— Sediment totaal

- - - Sediment fractie zand

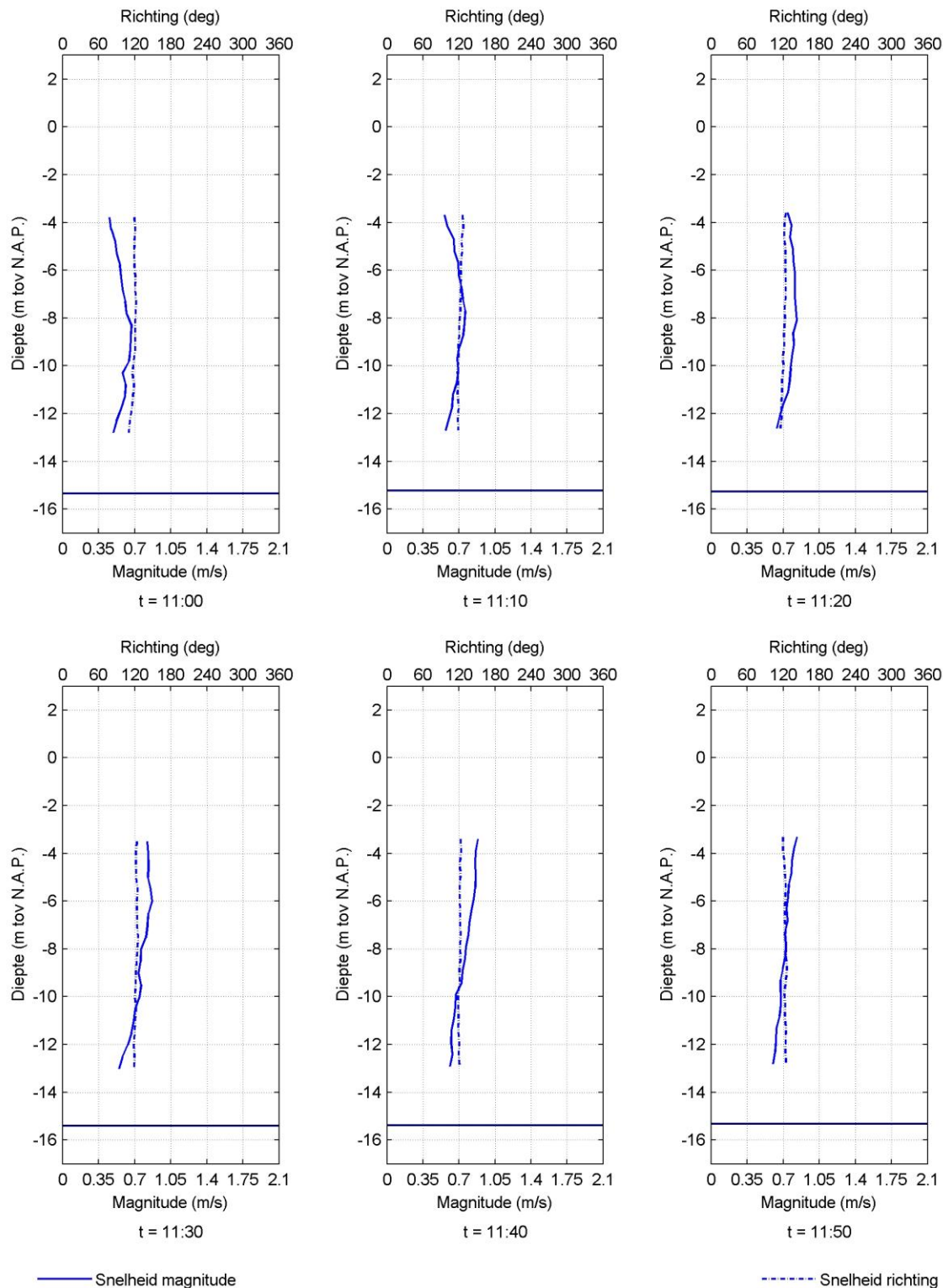
- - - Sediment fractie slib

VISEA DPS © Aqua Vision BV

**Stationaire stromingsmetingen MONEOS-T**

Begin tijd: 04-Jun-2008 11:00

Eind tijd: 04-Jun-2008 12:00

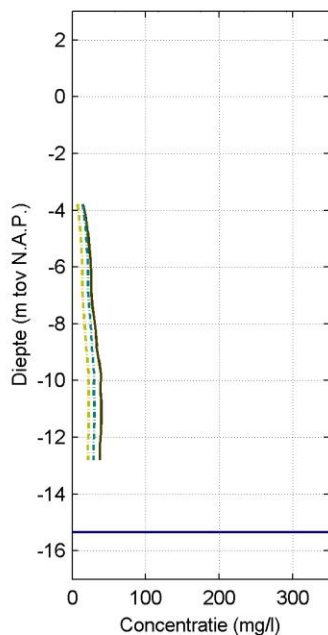
**Snelheid profielen op specifieke tijdstippen**

VISEA DPS © Aqua Vision BV

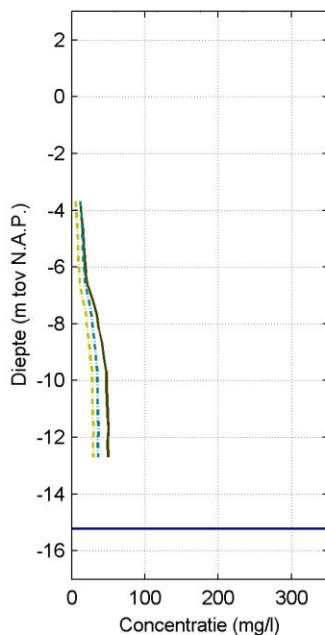
**Stationaire sedimentmetingen MONEOS-T**

Begintijd: 04-Jun-2008 11:00

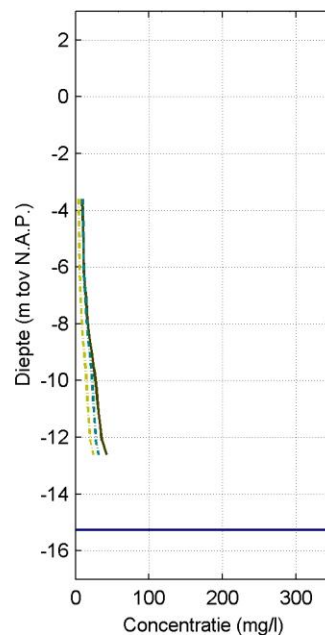
Eindtijd: 04-Jun-2008 12:00

**Sedimentconcentratie profielen op specifieke tijdstippen**

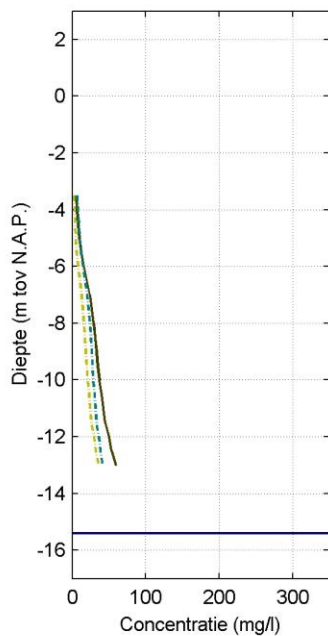
t = 11:00



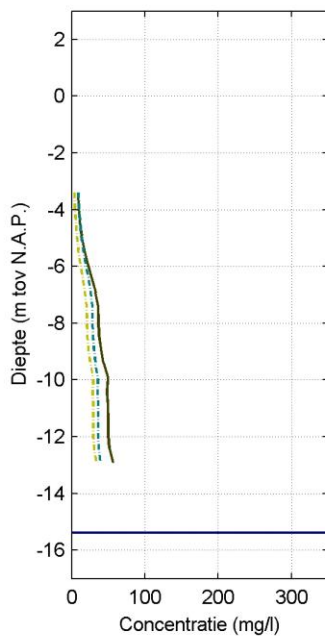
t = 11:10



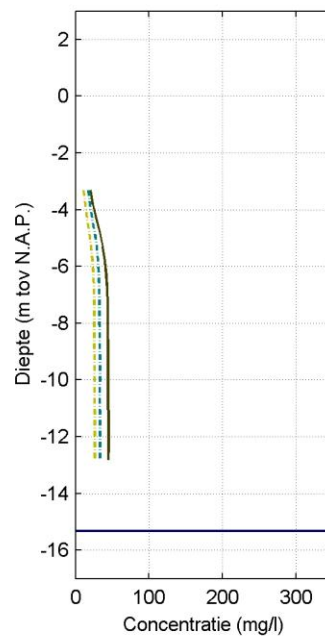
t = 11:20



t = 11:30



t = 11:40



t = 11:50

— Sediment totaal

- - - Sediment fractie zand

- - - Sediment fractie slib

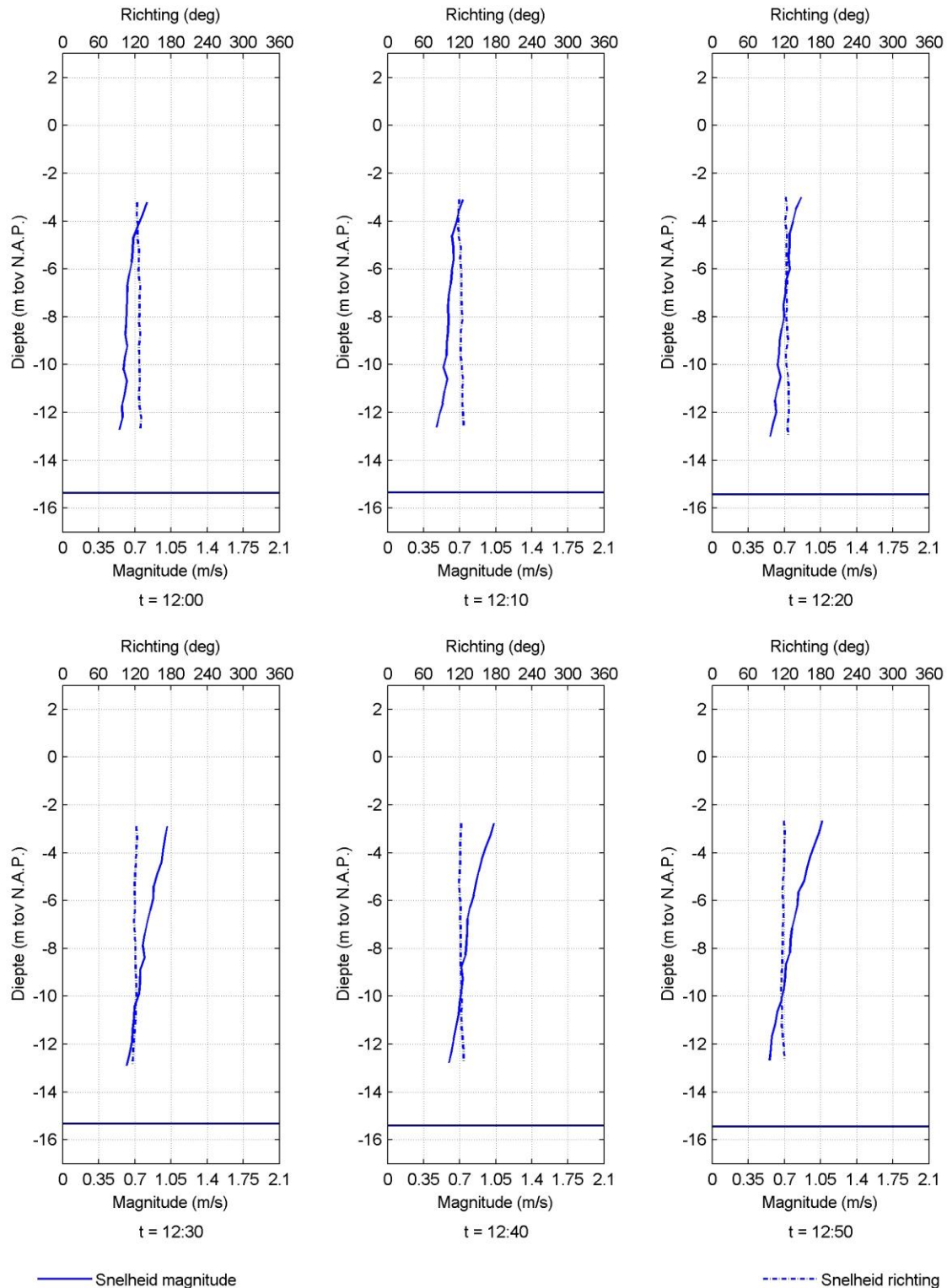
VISEA DPS © Aqua Vision BV



**Stationaire stromingsmetingen MONEOS-T**

Begin tijd: 04-Jun-2008 12:00

Eind tijd: 04-Jun-2008 12:54

**Snelheid profielen op specifieke tijdstippen**

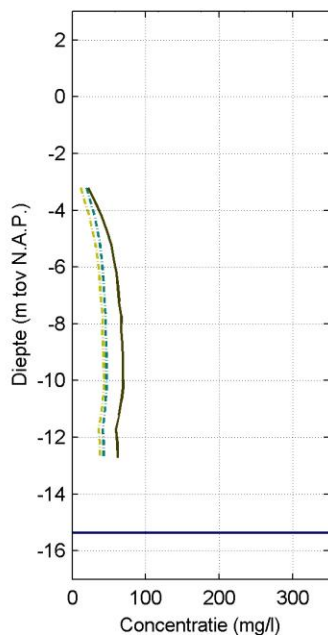
VISEA DPS © Aqua Vision BV



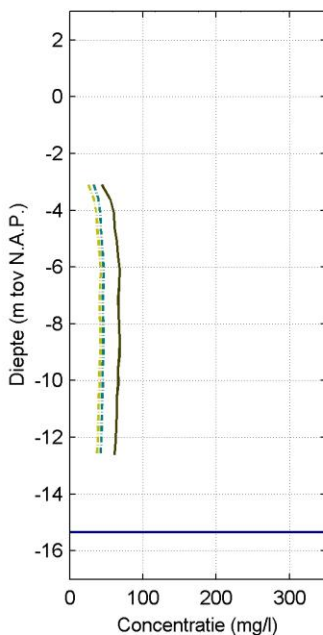
**Stationaire sedimentmetingen MONEOS-T**

Begintijd: 04-Jun-2008 12:00

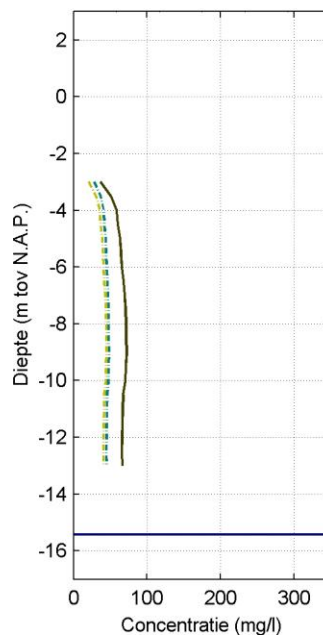
Eindtijd: 04-Jun-2008 12:54

**Sedimentconcentratie profielen op specifieke tijdstippen**

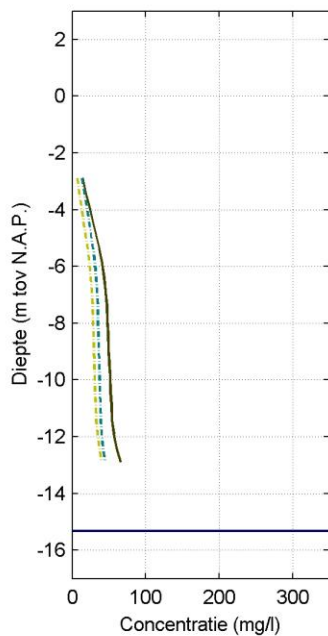
t = 12:00



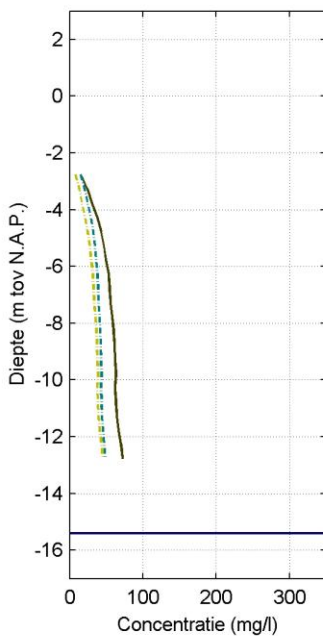
t = 12:10



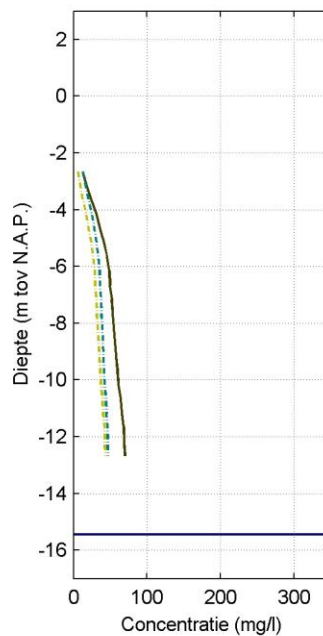
t = 12:20



t = 12:30



t = 12:40



t = 12:50

— Sediment totaal

- - - Sediment fractie zand

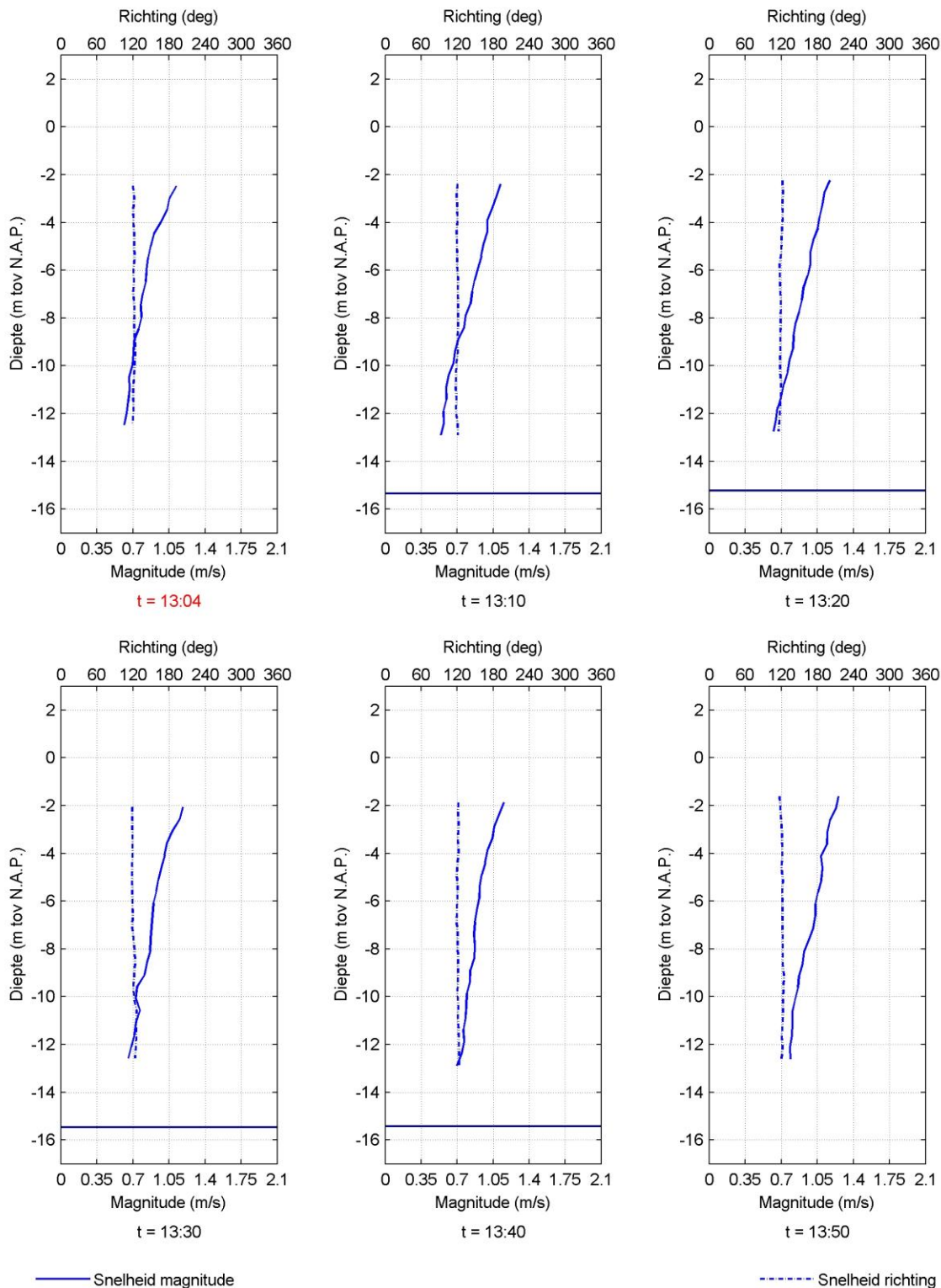
- - - Sediment fractie slib

VISEA DPS © Aqua Vision BV

**Stationaire stromingsmetingen MONEOS-T**

Begin tijd: 04-Jun-2008 13:04

Eind tijd: 04-Jun-2008 13:59

**Snelheid profielen op specifieke tijdstippen**

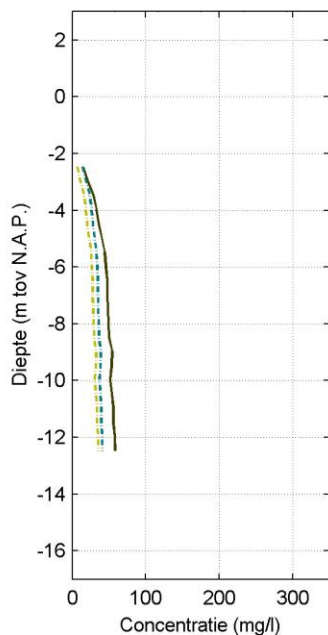
VISEA DPS © Aqua Vision BV

## Stationaire sedimentmetingen MONEOS-T

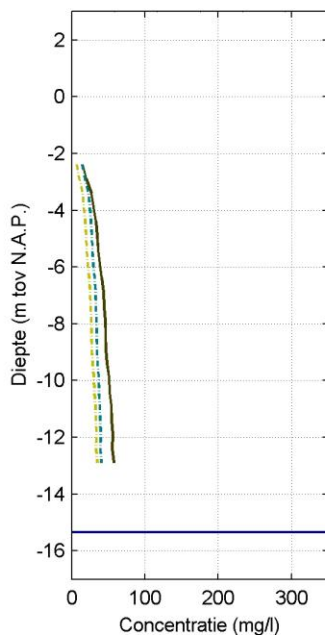
Begintijd: 04-Jun-2008 13:04

Eindtijd: 04-Jun-2008 13:59

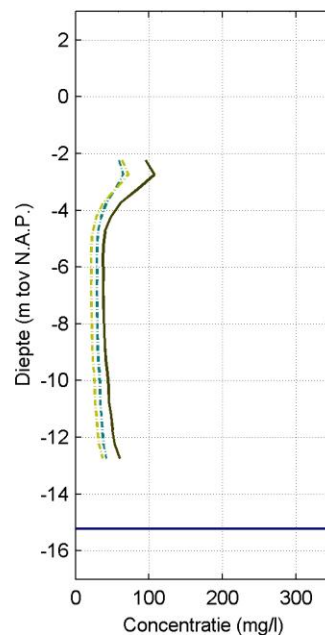
## Sedimentconcentratie profielen op specifieke tijdstippen



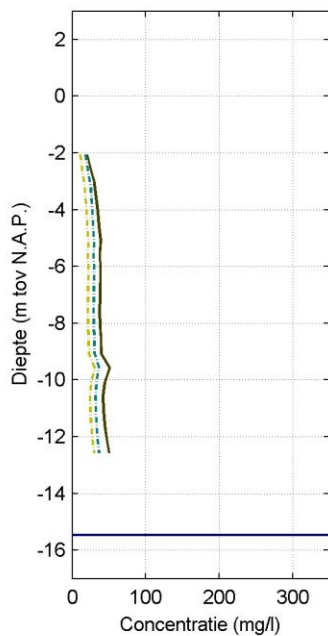
t = 13:04



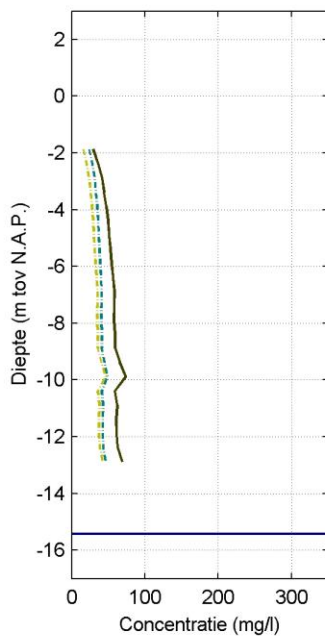
t = 13:10



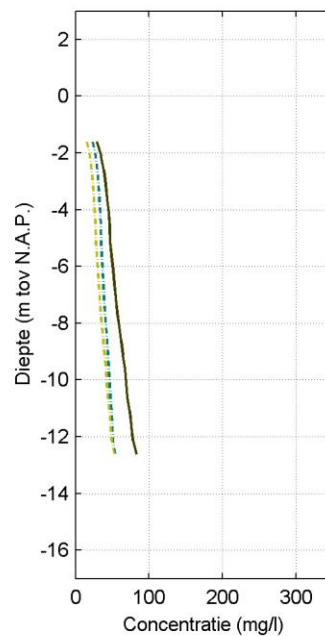
t = 13:20



t = 13:30



t = 13:40



t = 13:50

— Sediment totaal

- - - Sediment fractie zand

... Sediment fractie slib

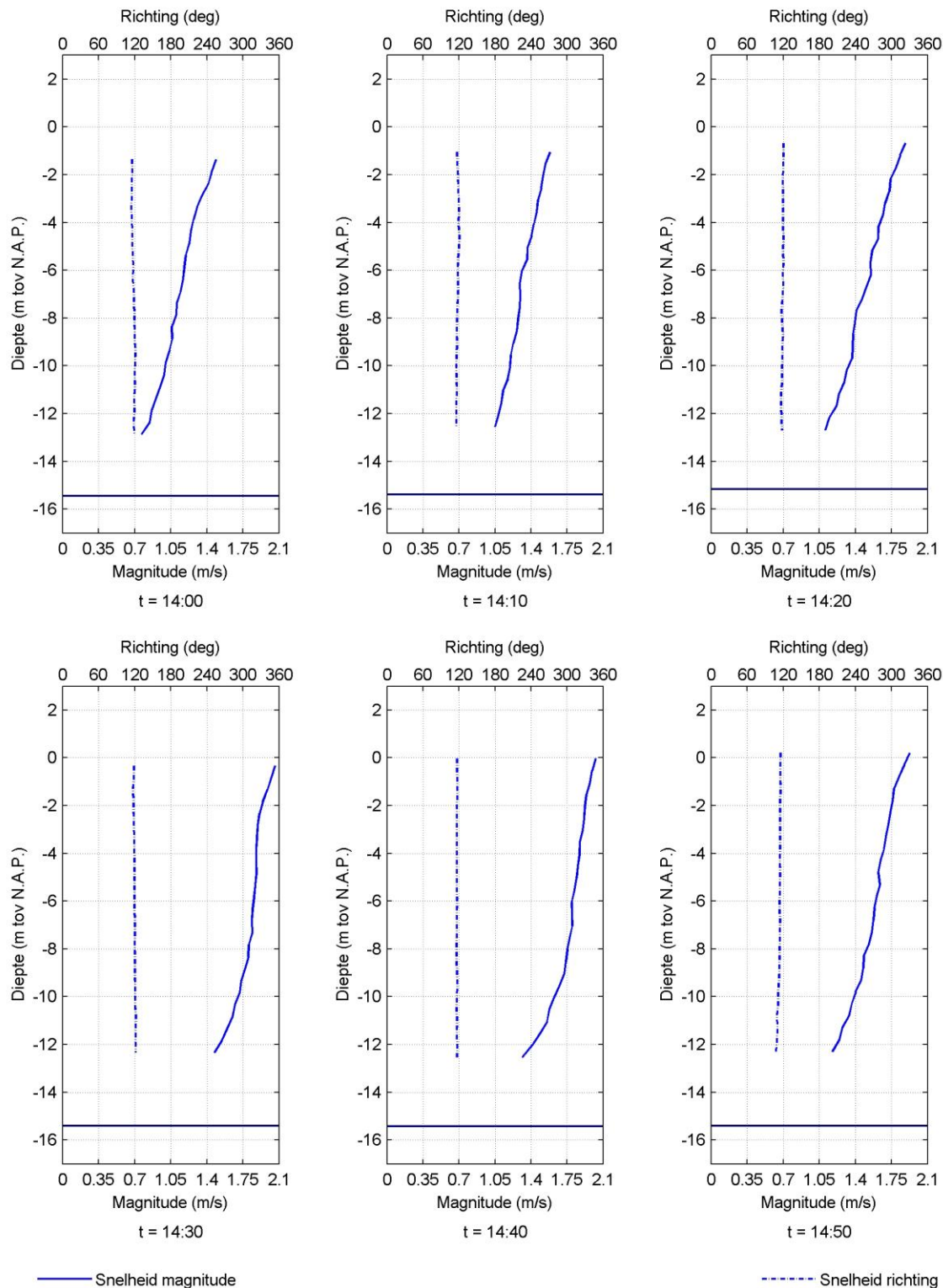
VISEA DPS © Aqua Vision BV

## Stationaire stromingsmetingen MONEOS-T

Begin tijd: 04-Jun-2008 14:00

Eind tijd: 04-Jun-2008 14:59

## Snelheid profielen op specifieke tijdstippen



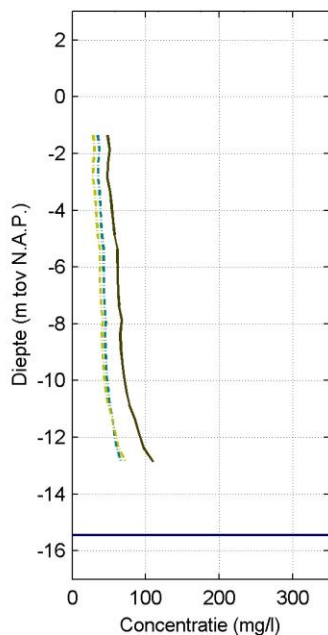
VISEA DPS © Aqua Vision BV



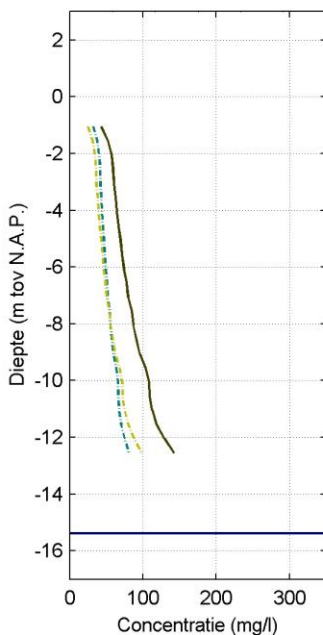
**Stationaire sedimentmetingen MONEOS-T**

Begin tijd: 04-Jun-2008 14:00

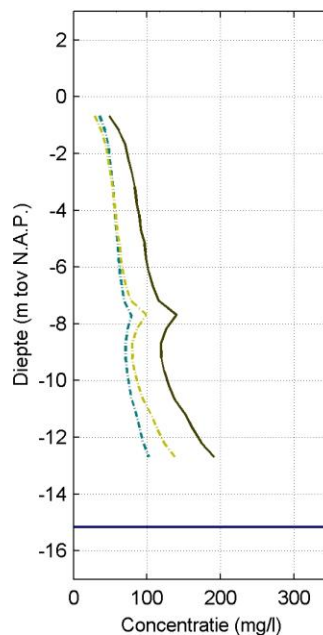
Eind tijd: 04-Jun-2008 14:59

**Sedimentconcentratie profielen op specifieke tijdstippen**

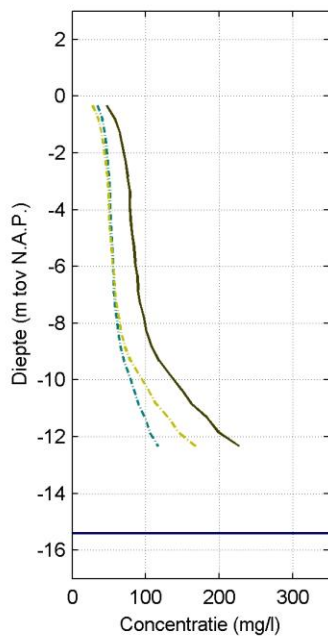
t = 14:00



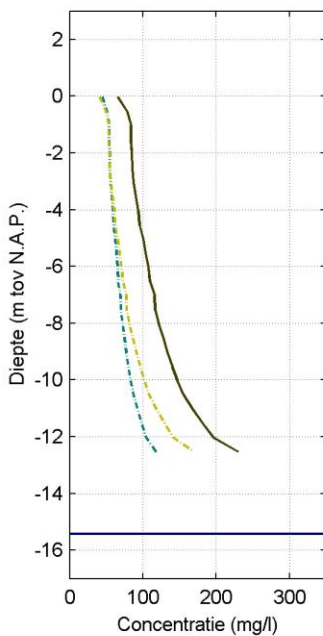
t = 14:10



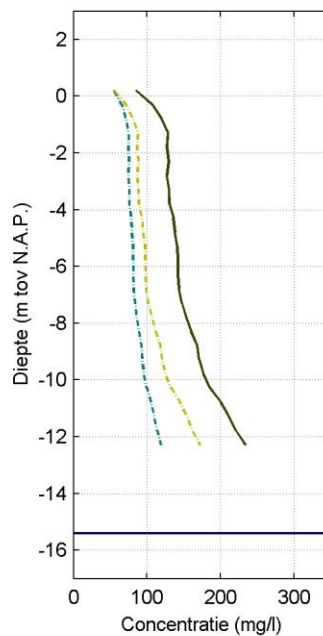
t = 14:20



t = 14:30



t = 14:40



t = 14:50

— Sediment totaal

- - - Sediment fractie zand

- - - Sediment fractie slib

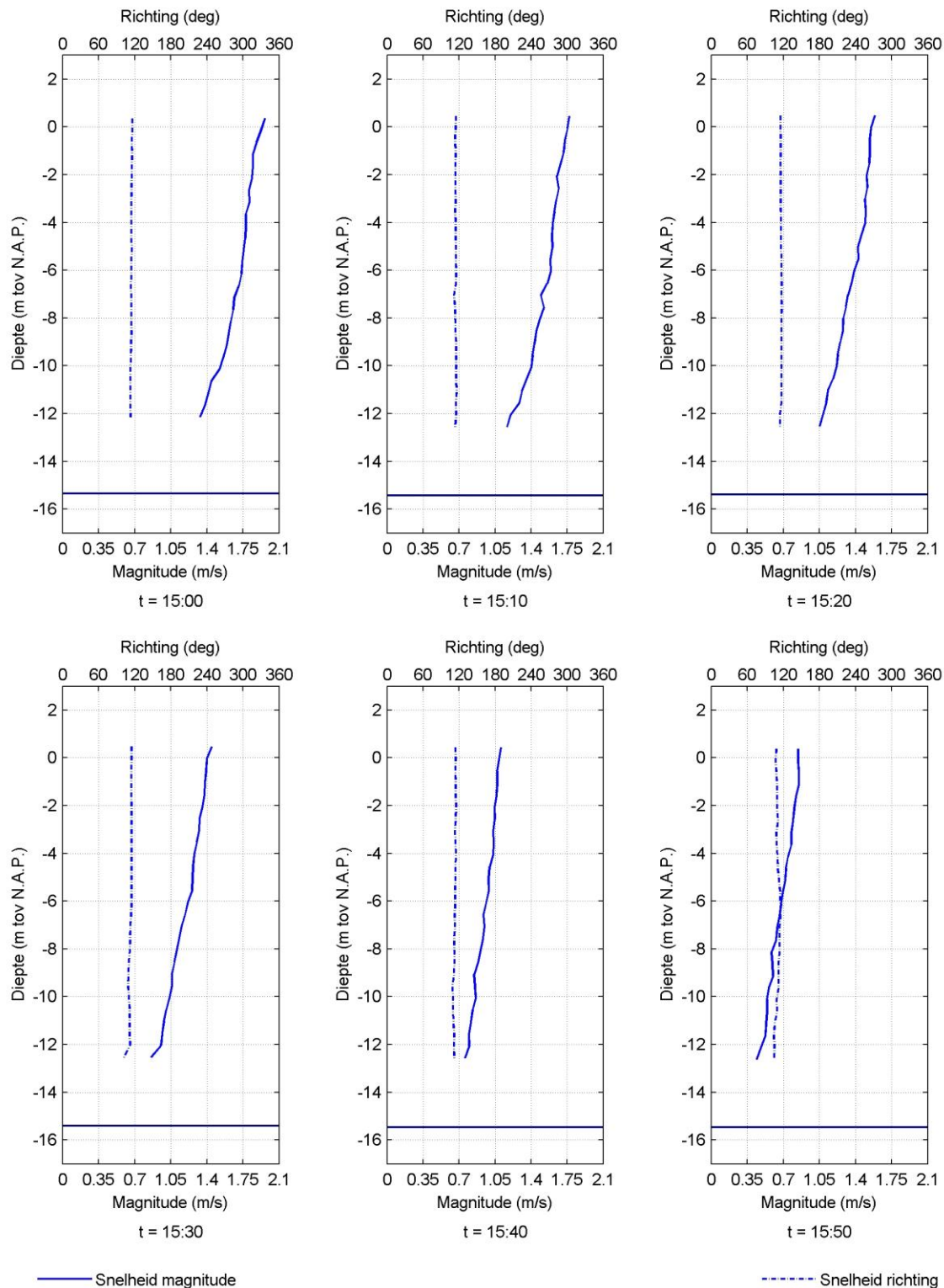
VISEA DPS © Aqua Vision BV



**Stationaire stromingsmetingen MONEOS-T**

Begin tijd: 04-Jun-2008 15:00

Eind tijd: 04-Jun-2008 15:59

**Snelheid profielen op specifieke tijdstippen**

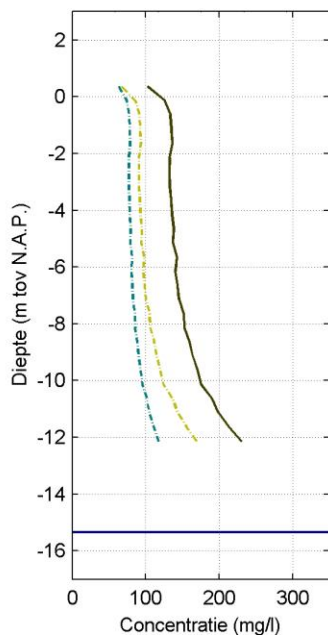
VISEA DPS © Aqua Vision BV

### Stationaire sedimentmetingen MONEOS-T

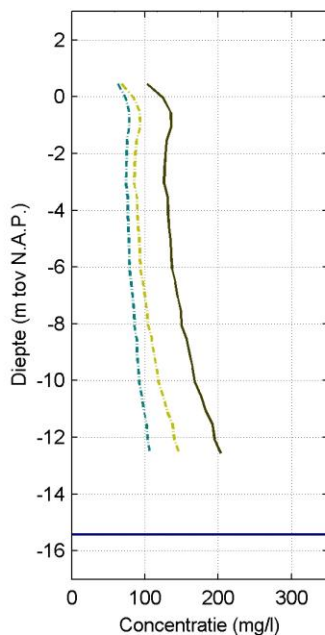
Begin tijd: 04-Jun-2008 15:00

Eind tijd: 04-Jun-2008 15:59

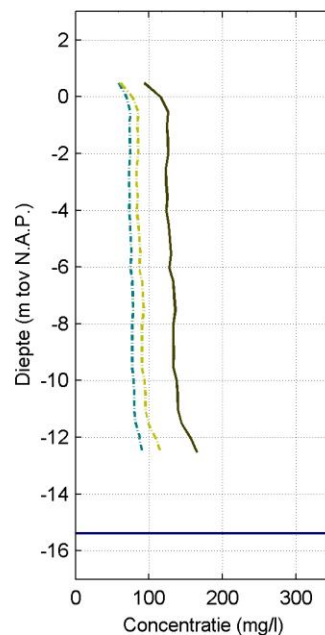
#### Sedimentconcentratie profielen op specifieke tijdstippen



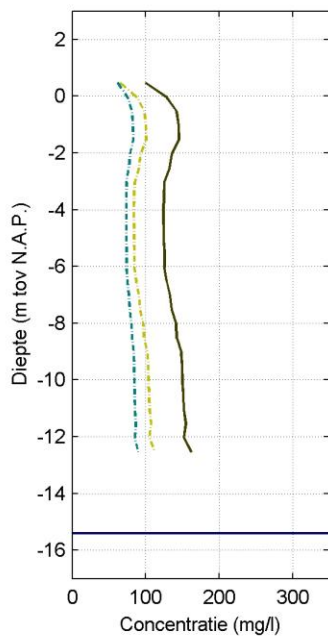
t = 15:00



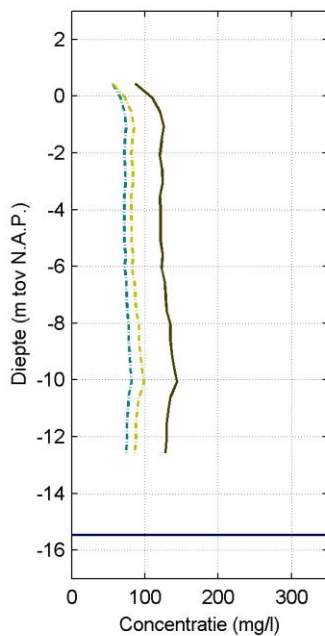
t = 15:10



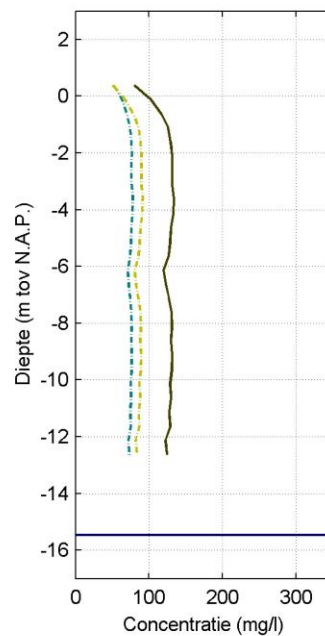
t = 15:20



t = 15:30



t = 15:40



t = 15:50

— Sediment totaal

- - - Sediment fractie zand

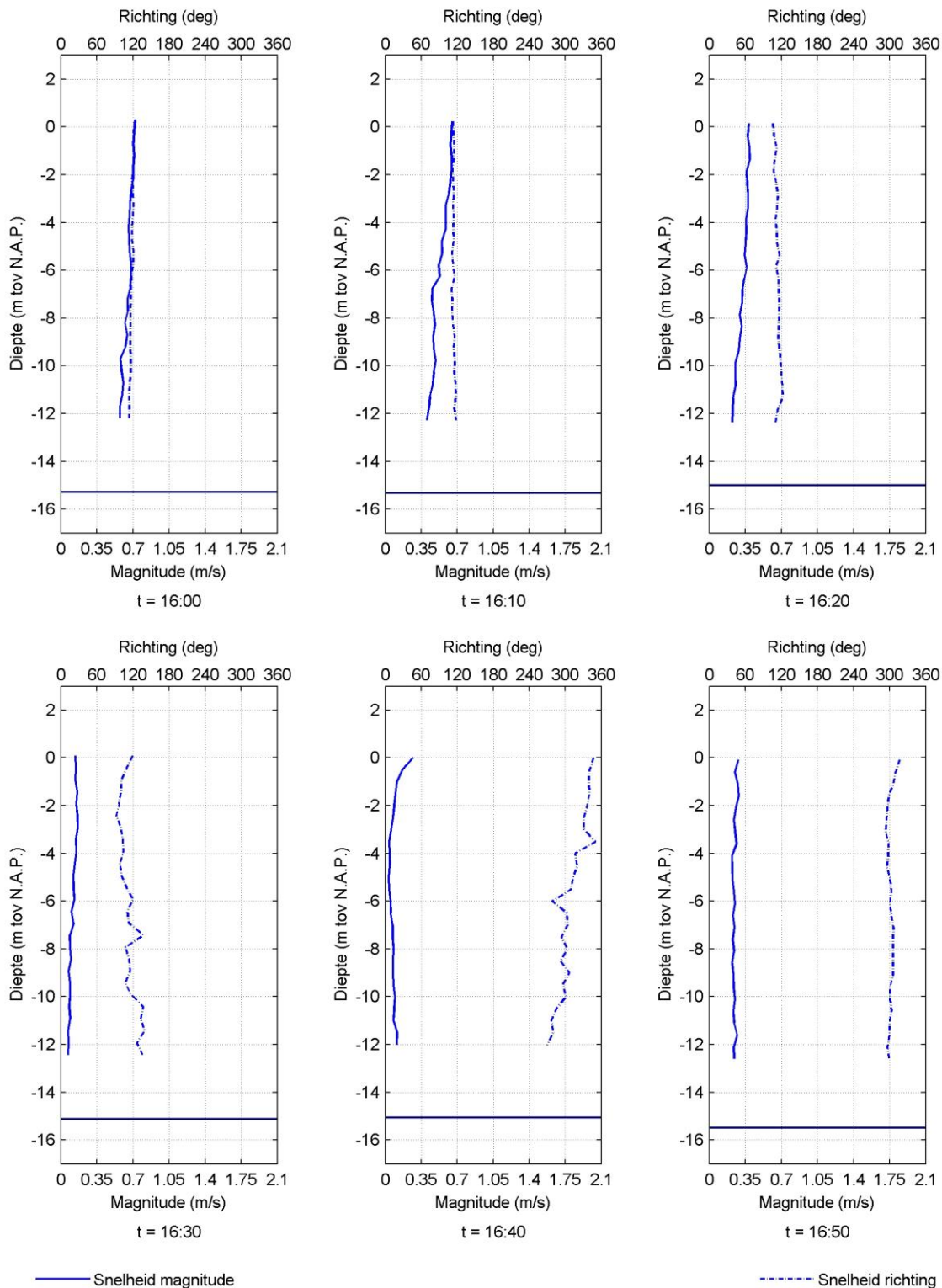
- - - Sediment fractie slib

WISEA DPS © Aqua Vision BV

**Stationaire stromingsmetingen MONEOS-T**

Begin tijd: 04-Jun-2008 16:00

Eind tijd: 04-Jun-2008 16:59

**Snelheid profielen op specifieke tijdstippen**

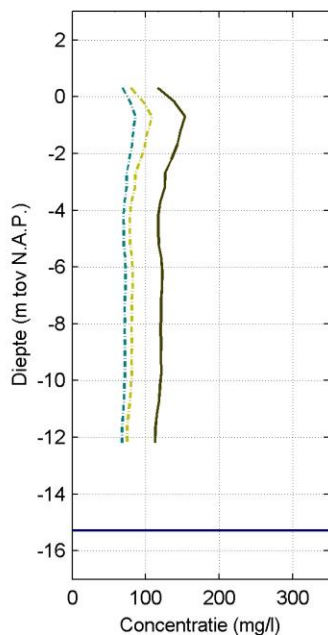
VISEA DPS © Aqua Vision BV

# Stationaire sedimentmetingen MONEOS-T

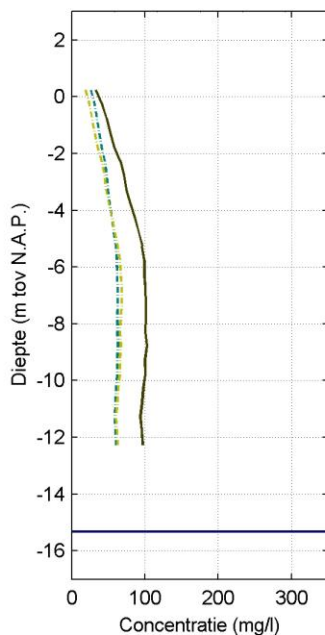
Begin tijd: 04-Jun-2008 16:00

Eind tijd: 04-Jun-2008 16:59

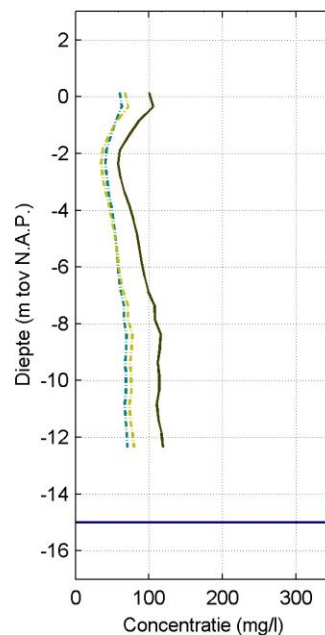
## Sedimentconcentratie profielen op specifieke tijdstippen



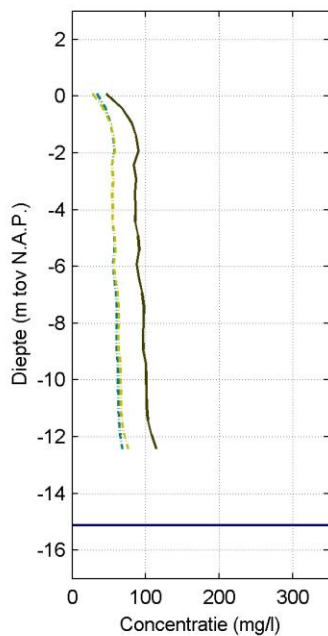
t = 16:00



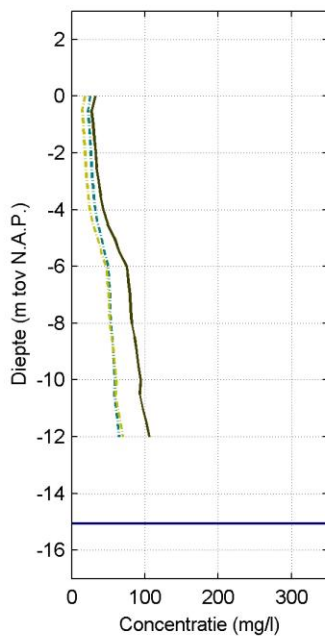
t = 16:10



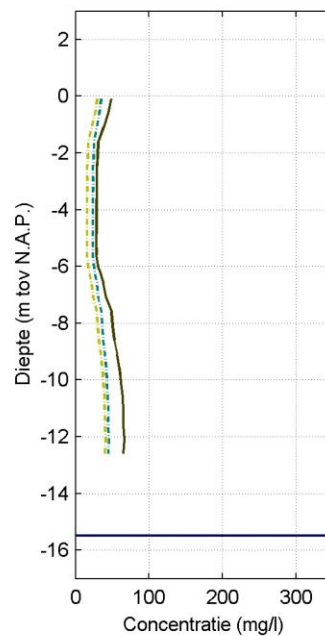
t = 16:20



t = 16:30



t = 16:40



t = 16:50

— Sediment totaal

- - - Sediment fractie zand

- . - Sediment fractie slib

WISEA DPS © Aqua Vision BV

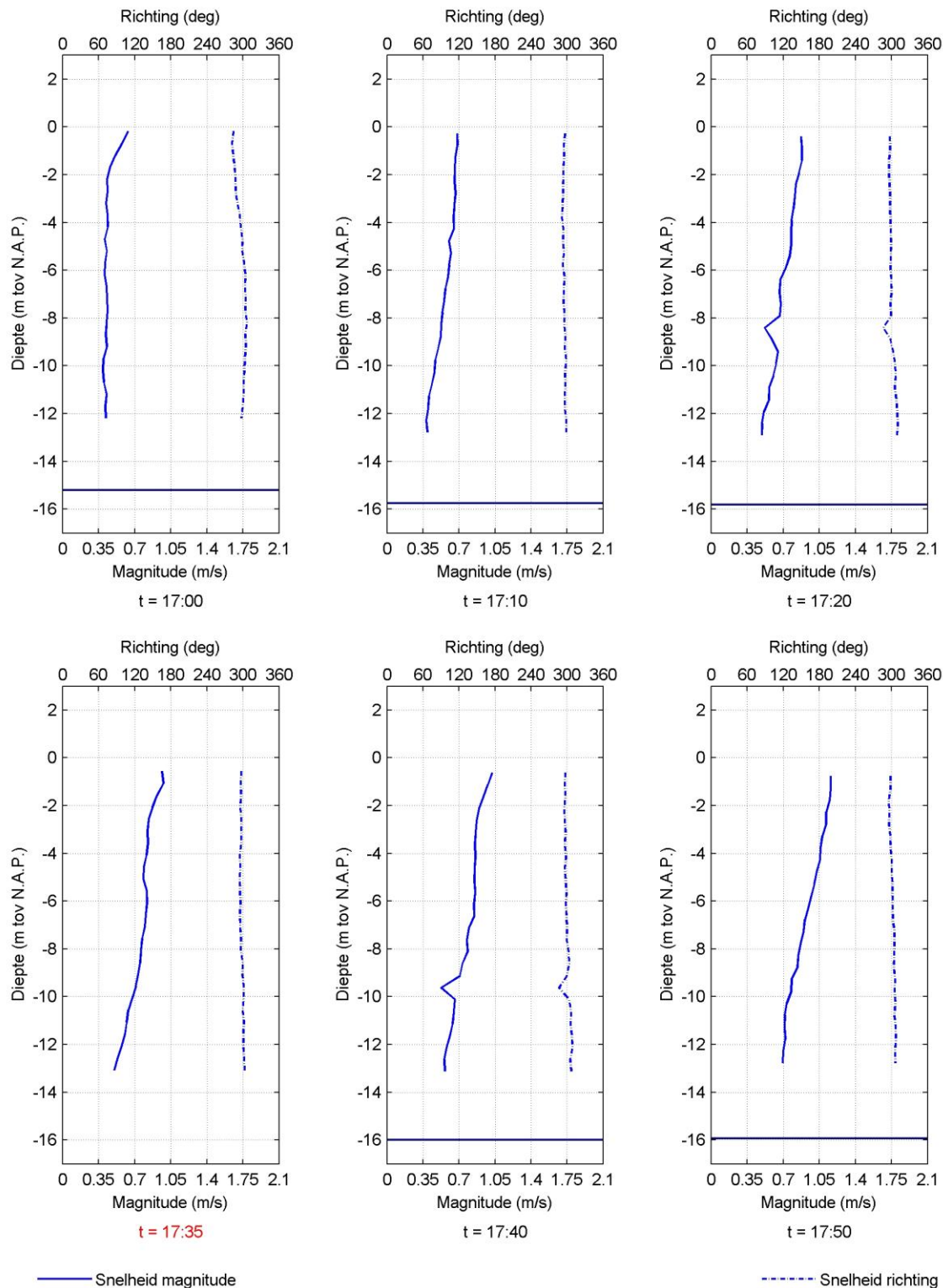


## Stationaire stromingsmetingen MONEOS-T

Begin tijd: 04-Jun-2008 17:00

Eind tijd: 04-Jun-2008 17:59

## Snelheid profielen op specifieke tijdstippen



VISEA DPS © Aqua Vision BV

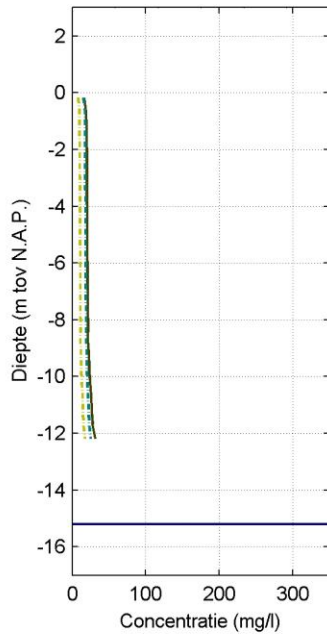


# Stationaire sedimentmetingen MONEOS-T

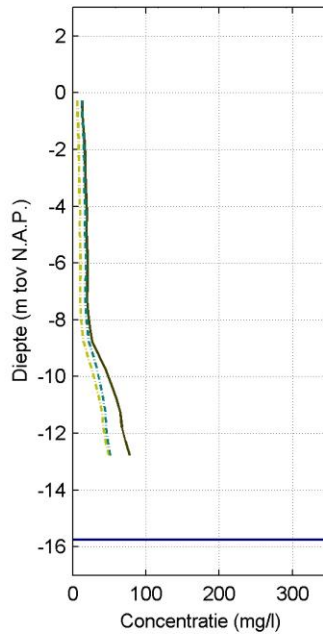
Begin tijd: 04-Jun-2008 17:00

Eind tijd: 04-Jun-2008 17:59

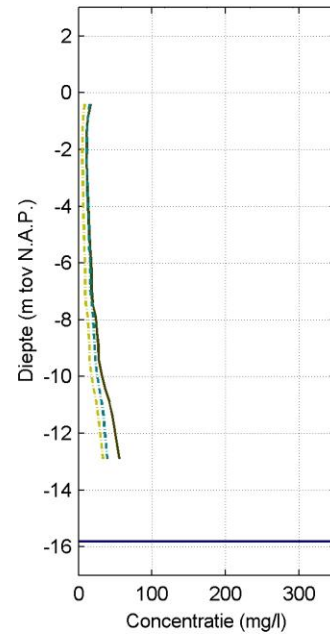
## Sedimentconcentratie profielen op specifieke tijdstippen



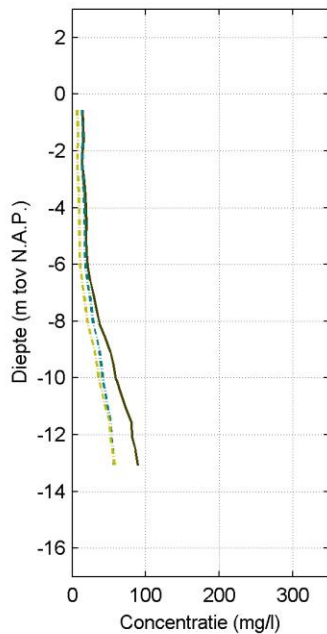
t = 17:00



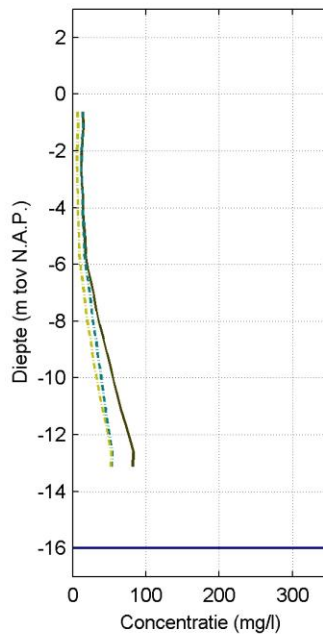
t = 17:10



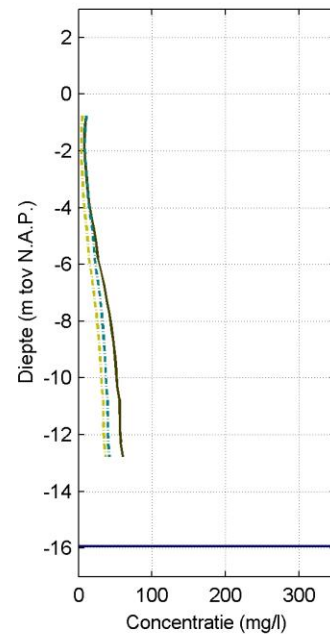
t = 17:20



t = 17:35



t = 17:40



t = 17:50

— Sediment totaal

- - - Sediment fractie zand

- . - Sediment fractie slib

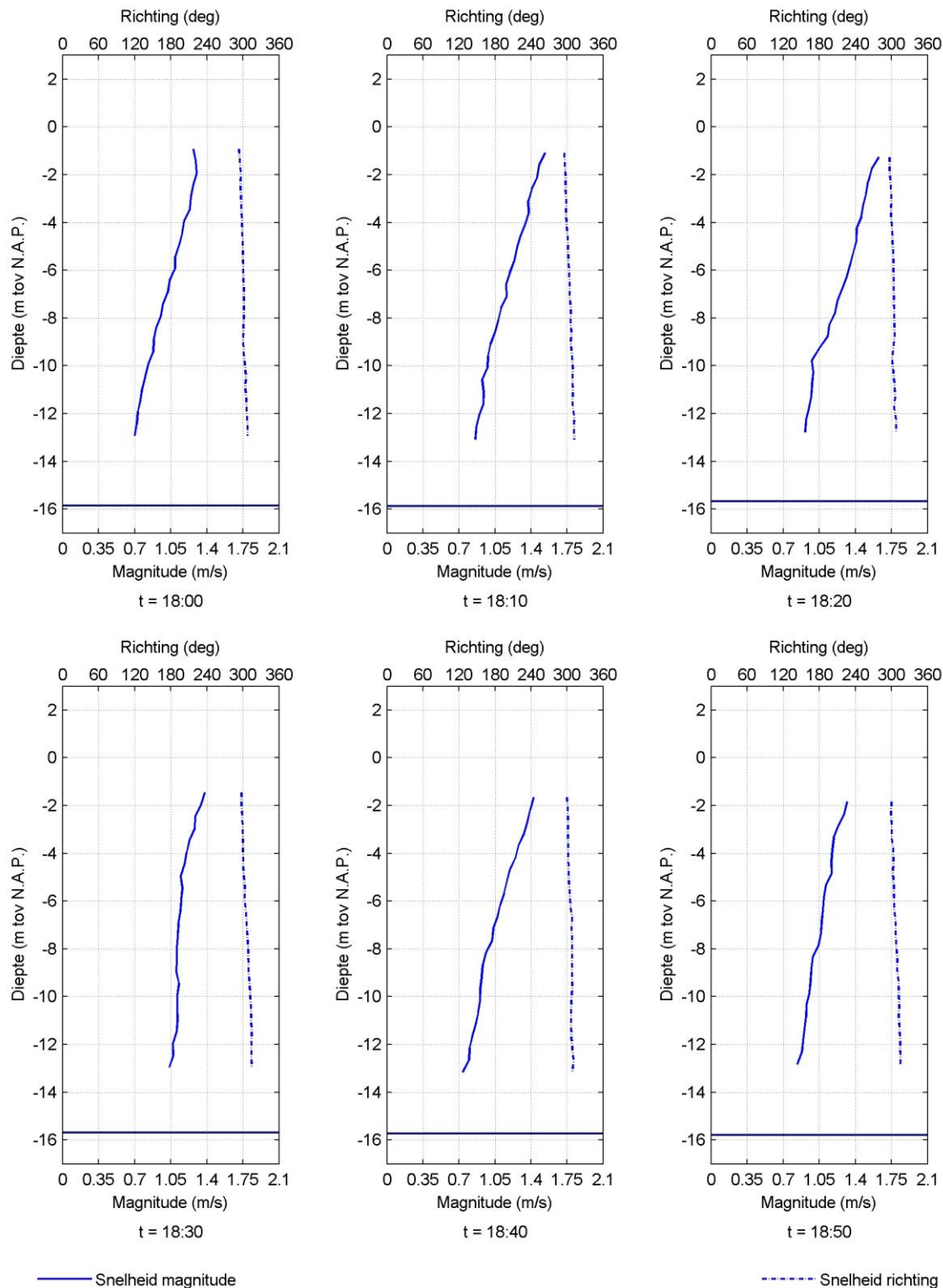
WISEA DPS © Aqua Vision BV

# Stationaire stromingsmetingen MONEOS-T

Begin tijd: 04-Jun-2008 18:00

Eind tijd: 04-Jun-2008 19:00

## Snelheid profielen op specifieke tijdstippen



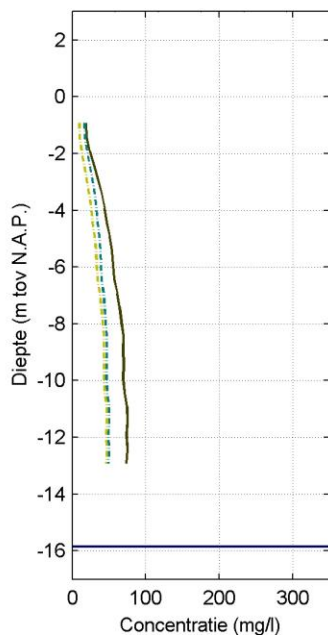
WISEA DPS © Aqua Vision BV

### Stationaire sedimentmetingen MONEOS-T

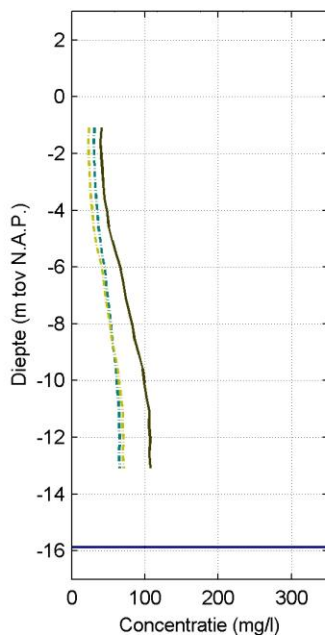
Begin tijd: 04-Jun-2008 18:00

Eind tijd: 04-Jun-2008 19:00

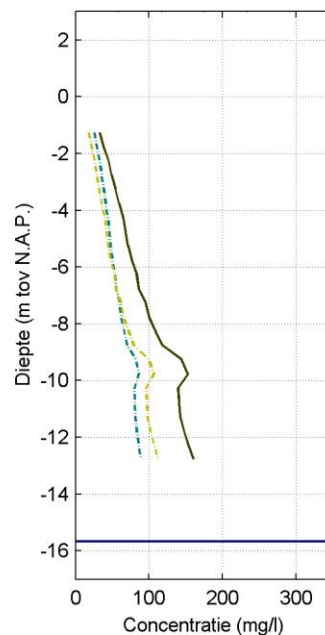
#### Sedimentconcentratie profielen op specifieke tijdstippen



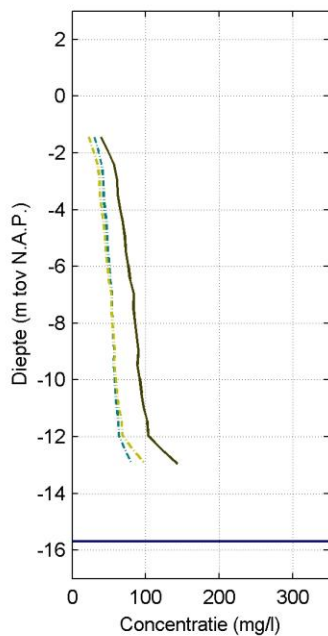
t = 18:00



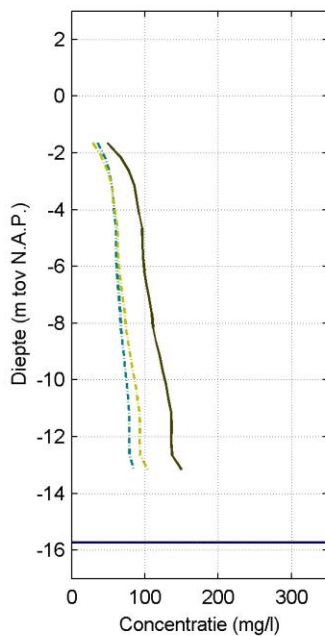
t = 18:10



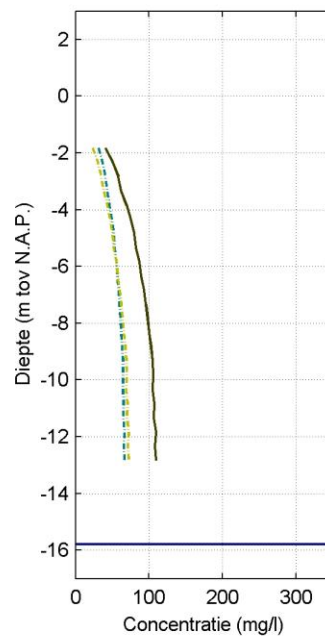
t = 18:20



t = 18:30



t = 18:40



t = 18:50

— Sediment totaal

- - - Sediment fractie zand

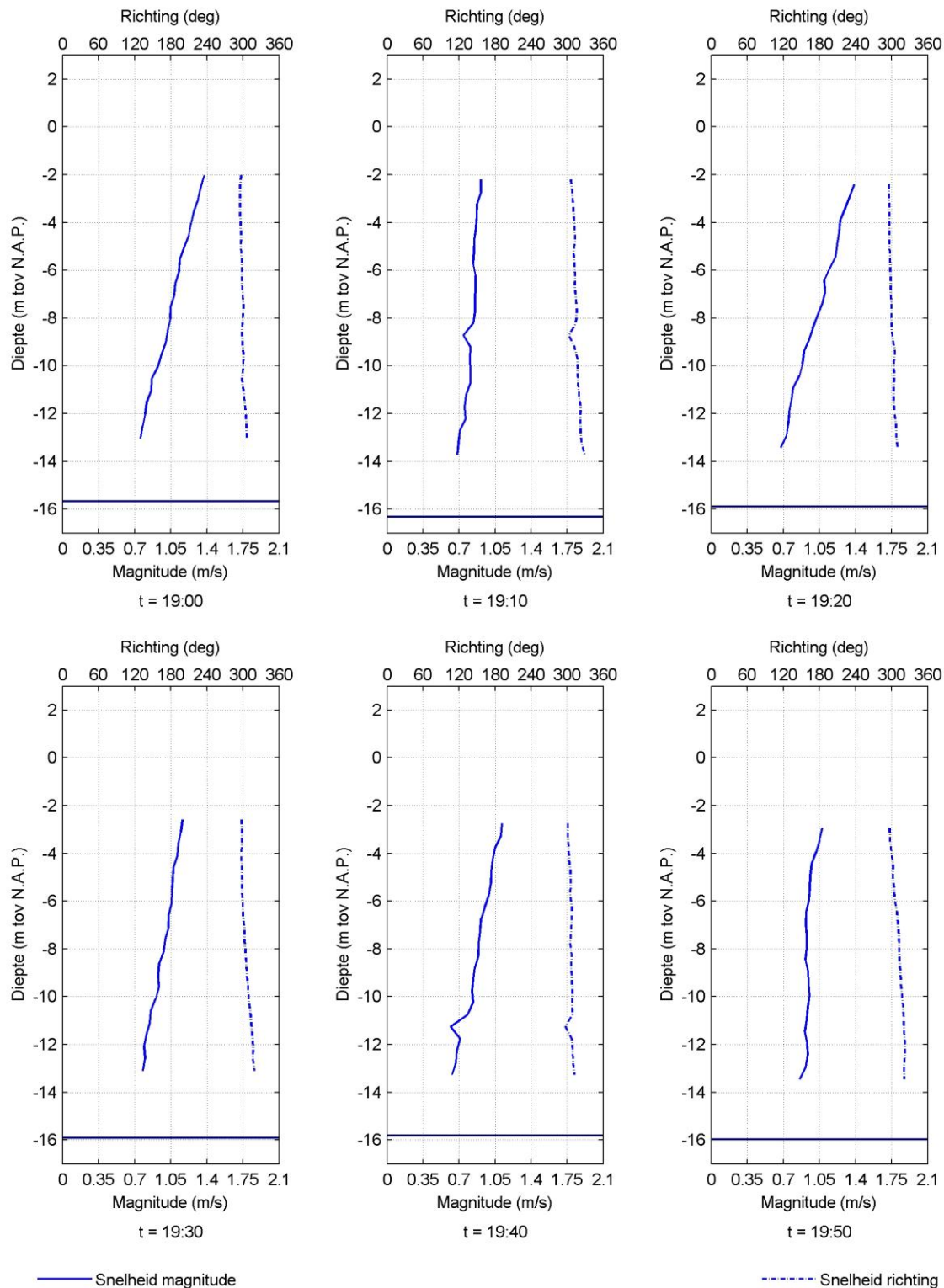
- - - Sediment fractie slib

WISEA DPS © Aqua Vision BV

**Stationaire stromingsmetingen MONEOS-T**

Begin tijd: 04-Jun-2008 19:00

Eind tijd: 04-Jun-2008 19:59

**Snelheid profielen op specifieke tijdstippen**

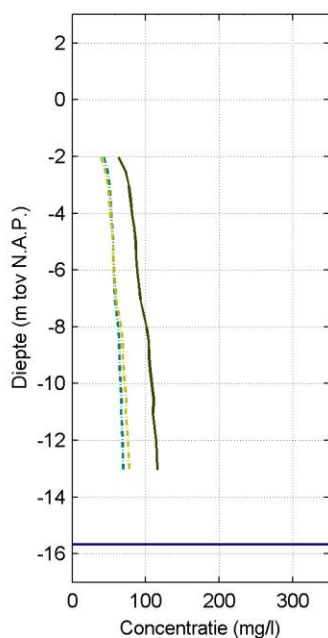
VISEA DPS © Aqua Vision BV



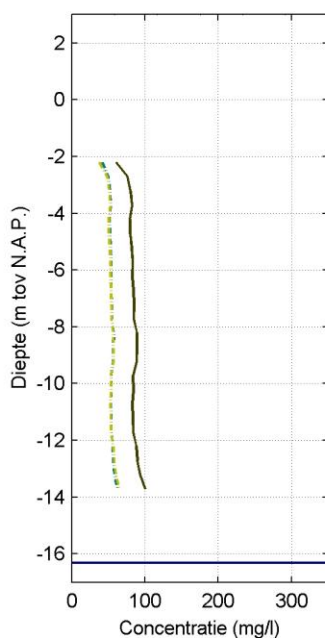
**Stationaire sedimentmetingen MONEOS-T**

Begin tijd: 04-Jun-2008 19:00

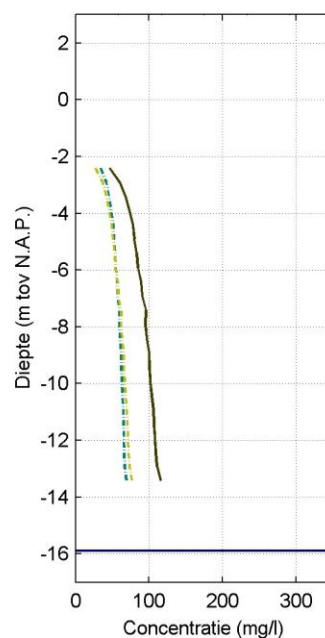
Eind tijd: 04-Jun-2008 19:59

**Sedimentconcentratie profielen op specifieke tijdstippen**

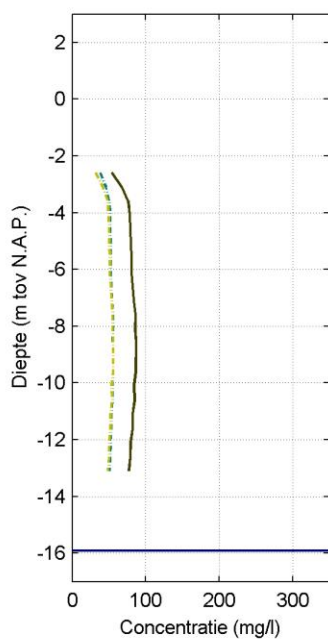
t = 19:00



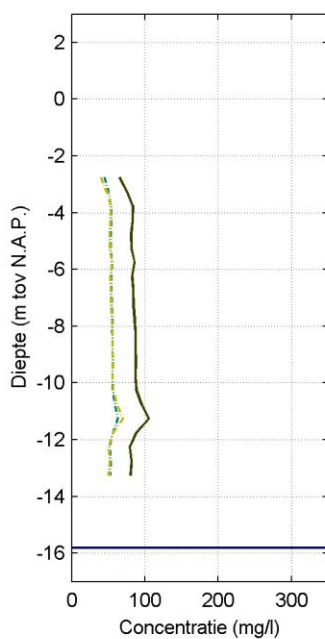
t = 19:10



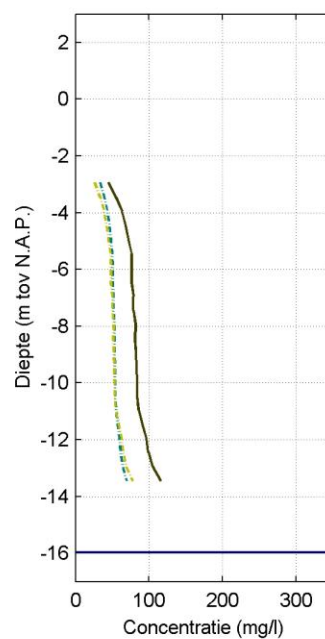
t = 19:20



t = 19:30



t = 19:40



t = 19:50

— Sediment totaal

- - - Sediment fractie zand

- - - Sediment fractie slib

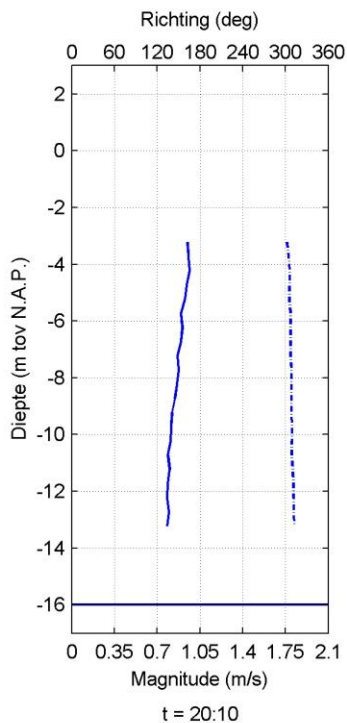
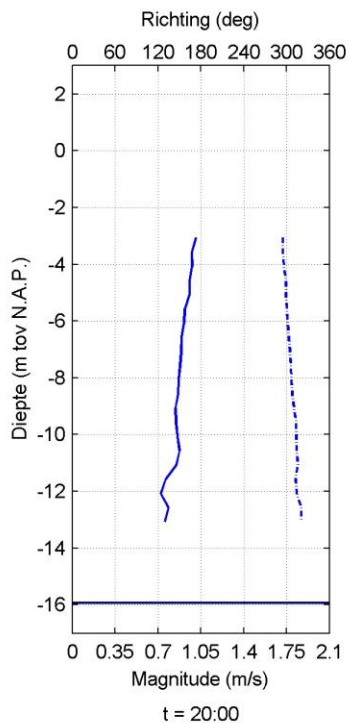
VISEA DPS © Aqua Vision BV



**Stationaire stromingsmetingen MONEOS-T**

Begintijd: 04-Jun-2008 20:00

Eindtijd: 04-Jun-2008 20:17

**Snelheid profielen op specifieke tijdstippen**

— Snelheid magnitude

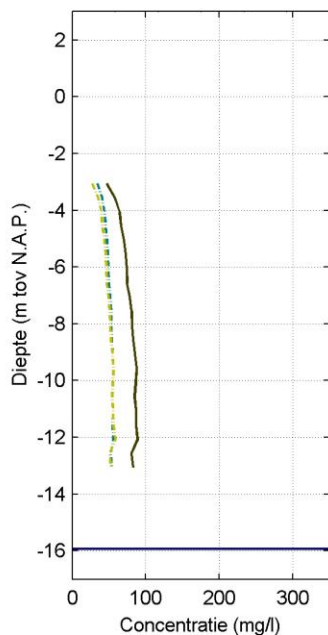
- - - Snelheid richting

VISEA DPS © Aqua Vision BV

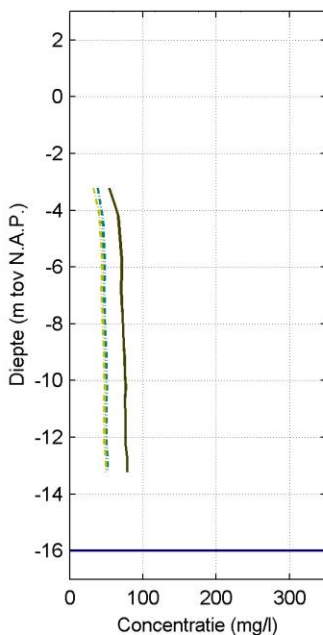
**Stationaire sedimentmetingen MONEOS-T**

Begintijd: 04-Jun-2008 20:00

Eindtijd: 04-Jun-2008 20:17

**Sedimentconcentratie profielen op specifieke tijdstippen**

t = 20:00



t = 20:10

— Sediment totaal

- - - Sediment fractie zand

... Sediment fractie slib

VISEA DPS © Aqua Vision BV