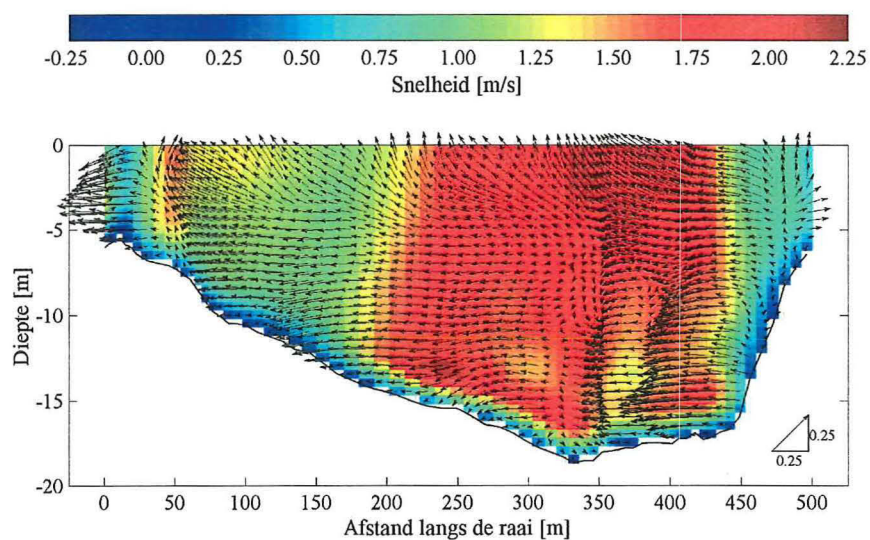


Verwerking van stromingsmetingen op de Schelde, locatie Oosterweel

Waterbouwkundig Laboratorium
Borgerhout

BIBLIOTHEEK

278119



Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Afdeling Maritieme Toegang
Antwerpen, België

AV_DOC_040108

Aqua Vision BV
Servaasbolwerk 11
3512 NK Utrecht
The Netherlands

Tel. ++ 31 30 2459872
Fax. ++ 31 30 2459499
www.aquavision.nl



Hydro- & Oceanographic
Consultancy

Verwerking van stromingsmetingen op de Schelde, locatie Oosterweel

Auteur : Drs. J.W. Mol
Datum : augustus 2004
Rapportnummer : AV_DOC_040108
Opdrachtgever : Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Afdeling Maritieme Toegang
Antwerpen, België
Contactpersoon : Ir. E. Taverniers

Aqua Vision BV
Servaasbolwerk 11
3512 NK Utrecht
The Netherlands

Tel. ++ 31 30 2459872
Fax. ++ 31 30 2459499
www.aquavision.nl



Hydro- & Oceanographic
Consultancy

Inhoudsopgave

1. INLEIDING	4
2. METINGEN.....	5
2.1 Meetlocatie en -periode	5
2.2 Meetopstelling	6
2.3 De ADCP	6
3. ADCP DATA	9
3.1 Verwerking.....	9
3.2 Resultaten	10
4. DISCUSSIE EN CONCLUSIES	13

Lijst met figuren

Figuur 2-1: Schematisch overzicht ADCP meetraai Oosterweel.....	5
Figuur 2-2: Waterstanden Oosterweel op 3 en 10 juni 2004.....	5
Figuur 3-1: Waterstand en gemiddelde stroomsnelheid, 3 en 10 juni 2004	12

Lijst met tabellen

Tabel 2-1: ADCP meetinstellingen, hardware- en calibratiegegevens	6
Tabel 2-2: Overzicht van ADCP metingen Oosterweel, 3 en 10 juni 2004.....	7
Tabel 3-1: Relatieve snelheden tussen het oppervlak en de bovenste meetcel	10
Tabel 3-2: ADCP doorstroomoppervlak, debiet en gemiddelde stroomsnelheid.....	11

Lijst met bijlagen

Bijlage 1: Presentatie ADCP-metingen 3 juni.....	15
Bijlage 2: Presentatie ADCP-metingen 10 juni.....	60

1. Inleiding

De Afdeling Maritieme Schelde van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap heeft op 3 en 10 juni 2004 13-uurs stromingsmetingen uitgevoerd op de Beneden-Zeeschelde te Antwerpen. De metingen zijn op de locatie Oosterweel uitgevoerd met een meetvaartuig dat was uitgerust met een Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP). Hiermee zijn varend over een vaste raai verticale stromingsprofielen gemeten.

In dit rapport worden de resultaten van de ADCP metingen gepresenteerd.

In dit rapport worden in hoofdstuk 2 de metingen beschreven (locatie, periode, opstelling en instellingen). In hoofdstuk 3 wordt een korte beschrijving van de gehanteerde verwerkingsmethoden gegeven, waarna de resultaten worden gepresenteerd. In hoofdstuk 4 volgen de discussie en conclusies. Bijlage 1 en Bijlage 2 bevatten kleurenplots van de snelheidsverdeling als functie van het getij.

Dit rapport is geschreven in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Maritieme Schelde te België.

2. Metingen

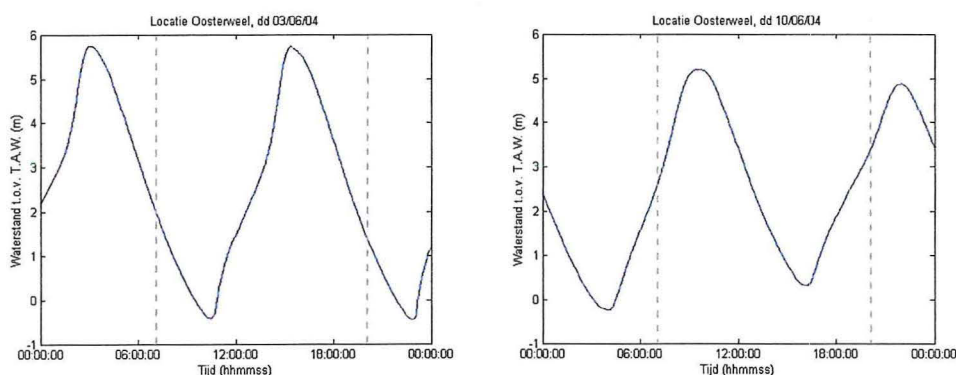
2.1 Meetlocatie en -periode

De ADCP metingen zijn op 3 en 10 juni 2004 uitgevoerd op een vaste meetraai op de locatie Oosterweel in de Beneden-Zeeschelde te Antwerpen. Op beide meetdagen is van 07.00h tot 21:00h (MET) minstens elk half uur een meting uitgevoerd. In Figuur 2-1 is de meetraai schematisch weergegeven. In de figuur zijn tevens de begin- en eindcoördinaten (UTM) weergegeven.



Figuur 2-1: Schematisch overzicht ADCP meetraai Oosterweel

In Figuur 2-2 zijn de gemeten waterstanden op de locatie Oosterweel voor de meetdagen 3 en 10 juni 2004 weergegeven.



Figuur 2-2: Waterstanden Oosterweel op 3 en 10 juni 2004

In de figuren is de begin- en eindtijd van de metingen aangegeven door middel van een verticale stippellijn. Op 3 juni is de eerste en laatste meting uitgevoerd tijdens de ebperiode. Op 10 juni is de eerste en laatste meting uitgevoerd tijdens de vloedperiode.

2.2 Meetopstelling

De metingen zijn uitgevoerd met het meetvaartuig 'M.S. Prosper' van de Afdeling Maritieme Schelde. Het meetvaartuig was tijdens de metingen uitgerust met de volgende apparatuur.

- Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) van het merk RD Instruments, type 1200 kHz WorkHorse (S/N 0350). De ADCP is eigendom van Aqua Vision BV.
- DGPS plaatsbepalingssysteem van het merk Sercel, type 103, vast geïnstalleerd op meetvaartuig 'M.S. Prosper'.
- Gyro kompas, speciaal voor de ADCP meting geïnstalleerd.

Tijdens de metingen was de ADCP aan de stuurboord achterzijde bevestigd. Bundel 1 was naar voren gericht, bundel 2 naar achteren, en bundels 3 en 4 respectievelijk naar rechts en links. Tijdens de metingen heeft de ADCP steeds bovenstreams van het meetvaartuig gemeten. Dit om eventuele invloed van het meetvaartuig uit te sluiten. Voorafgaand aan elk van de ADCP metingen zijn geluidssnelheidsmetingen verricht met een *Sound Velocity Probe* van het merk Valeport. De gemeten geluidssnelheid is gebruikt voor het herberekenen van de snelheid-, afstand- en dieptegegevens.

Voor het inwinnen en verwerken van de meetgegevens van de gebruikte meetinstrumenten is gebruik gemaakt van Aqua Visions VISEA Data Acquisition Software (versie 2.0.7).

2.3 De ADCP

De ADCP gegevens en instellingen zijn in Tabel 2-1 weergegeven. Het betreft hier de zogenaamde hardware gegevens, de meetinstellingen en de ijk gegevens. De gebruikte firmware versie is 16.21.

Tabel 2-1: ADCP meetinstellingen, hardware- en calibratiegegevens

HARDWARE	
Bundelhoek	20 graden
Frequentie	1200 kHz
Aantal bundels	4
ADCP oriëntatie	neerwaarts
Bundeloriëntatie	convex
MEETINSTELLINGEN	
Celgrootte	50 cm
Blank after transmit	44 cm
Maximale diepte	25 m
Aantal cellen	45
Aantal pings per ensemble voor watercellen	4
Aantal pings per ensemble voor bodem	4
IJK GEGEVENS	
ADCP insteekdiepte	50 cm
Geluidssnelheid	gemeten met Valeport sonde
Pitch & roll compensatie toepassen	ja

In Tabel 2-2 is van elk van de op 3 en 10 juni uitgevoerde ADCP metingen respectievelijk de bijbehorende bestandsnaam, begintijd, geluidssnelheid, en koers opgenomen. Tevens zijn de aantekeningen uit het logboek in de tabel opgenomen.

Tabel 2-2: Overzicht van ADCP metingen Oosterweel, 3 en 10 juni 2004

Bestandsnaam	Begintijd (MET)	Begintijd (t.o.v. HW)	Geluidssnelheid (m/s)	Koers (graden t.o.v. N)	Opmerkingen
Antw04-3jun014p.000	7:08	+4:08	1481	8	Enkele ensembles uitval
Antw04-3jun016p.000	7:15	+4:15	1481	354	Controle #14
Antw04-3jun017p.000	7:19	+4:19	1481	167	
Antw04-3jun018p.000	7:32	+4:32	1481	359	
Antw04-3jun019p.000	8:00	+5:00	1479	0	
Antw04-3jun020p.000	8:30	+5:30	1478	5	
Antw04-3jun021p.000	8:40	+5:40	1478	7	Raai verlengd tot bij Zuidoever
Antw04-3jun022p.000	9:02	+6:02	1478	355	LW; Moving bottom!
Antw04-3jun023p.000	9:30	-5:54	1478	357	LW; Koersafwijking
Antw04-3jun024p.000	9:38	-5:46	1478	352	Controle #23
Antw04-3jun025p.000	10:06	-5:18	1477	352	
Antw04-3jun026p.000	10:28	-4:56	1477	354	Enige golfslag
Antw04-3jun027p.000	11:05	-4:19	1476	178	Kentering stroming -> raai andersom
Antw04-3jun028p.000	11:28	-3:56	1477	171	Koersafwijking
Antw04-3jun029p.000	11:40	-3:44	1477	179	Controle #28
Antw04-3jun030p.000	12:00	-3:24	1477	179	Golfslag!
Antw04-3jun031p.000	12:10	-3:14	1477	177	Controle #30; Enige golfslag
Antw04-3jun032p.000	12:31	-2:53	1478	175	Scheepspassage; Enige golfslag
Antw04-3jun033p.000	12:41	-2:43	1478	178	Controle #32
Antw04-3jun034p.000	12:59	-2:25	1478	170	Golfslag!
Antw04-3jun035p.000	13:11	-2:13	1478	176	Controle #34
Antw04-3jun037p.000	13:37	-1:47	1479	177	Golfslag!
Antw04-3jun038p.000	13:46	-1:38	1479	180	Controle #37; Enige golfslag
Antw04-3jun039p.000	14:00	-1:24	1479	179	Enige golfslag
Antw04-3jun040p.000	14:27	-0:57	1482	184	HW; Moving bottom!
Antw04-3jun042p.000	14:42	-0:42	1482	188	HW; Moving bottom!
Antw04-3jun043p.000	14:53	-0:31	1482	186	HW; Moving bottom!
Antw04-3jun044p.000	15:05	-0:19	1483	183	HW; Moving bottom!
Antw04-3jun045p.000	15:17	-0:07	1483	186	Moving bottom!
Antw04-3jun047p.000	15:35	+0:10	1484	180	
Antw04-3jun048p.000	15:59	+0:34	1485	179	
Antw04-3jun049p.000	16:30	+1:05	1486	177	Enige golfslag
Antw04-3jun051p.000	16:57	+1:32	1486	351	Kentering stroming -> raai andersom; Scheepspassage
Antw04-3jun052p.000	17:06	+1:41	1486	351	Controle #51
Antw04-3jun053p.000	17:28	+2:03	1486	349	
Antw04-3jun054p.000	17:58	+2:33	1486	358	Koersafwijking; Moving bottom!
Antw04-3jun055p.000	18:08	+2:43	1486	356	Controle #54; Moving bottom!
Antw04-3jun056p.000	18:28	+3:03	1484	356	Enkele ensembles uitval; Moving bottom!
Antw04-3jun057p.000	18:39	+3:14	1484	358	Controle #56; Enkele ensembles uitval; Moving bottom!
Antw04-3jun058p.000	19:00	+3:35	1484	355	Enkele ensembles uitval
Antw04-3jun059p.000	19:11	+3:46	1484	357	Controle #58; Enkele ensembles uitval
Antw04-3jun060p.000	19:29	+4:04	1483	353	Enkele ensembles uitval
Antw04-3jun061p.000	19:42	+4:17	1483	357	Controle #60; Enkele ensembles uitval; Moving bottom!
Antw04-3jun062p.000	20:01	+4:36	1482	355	
Antw04-10jun007p.000	7:00	-2:24	1484	181	Scheepspassage
Antw04-10jun009p.000	7:12	-2:12	1484	176	
Antw04-10jun010p.000	7:29	-1:55	1484	177	Koersafwijking; Enkele ensembles uitval
Antw04-10jun011p.000	7:40	-1:44	1484	180	Controle #10
Antw04-10jun012p.000	8:00	-1:24	1489	179	Vaarsnelheid te groot?
Antw04-10jun013p.000	8:10	-1:14	1489	184	Controle #12; Enige golfslag
Antw04-10jun014p.000	8:29	-0:55	1489	179	Koersafwijking; Enkele ensembles uitval
Antw04-10jun015p.000	8:41	-0:43	1489	178	Controle #14
Antw04-10jun016p.000	8:59	-0:25	1489	181	Enige golfslag
Antw04-10jun017p.000	9:15	-0:09	1489	181	
Antw04-10jun018p.000	9:30	+0:05	1491	180	HW; Golfslag!; Scheepspassage
Antw04-10jun019p.000	9:40	+0:15	1491	184	HW; Controle #18; Enige golfslag; Scheepspassage
Antw04-10jun020p.000	9:59	+0:34	1492	179	HW
Antw04-10jun021p.000	10:16	+0:51	1492	172	
Antw04-10jun022p.000	10:30	+1:05	1492	353	Kentering stroming -> raai andersom; Scheepspassage
Antw04-10jun023p.000	10:45	+1:20	1491	356	
Antw04-10jun024p.000	10:59	+1:34	1491	356	Enige golfslag
Antw04-10jun025p.000	11:30	+2:04	1490	352	Vaarsnelheid te groot?
Antw04-10jun026p.000	11:38	+2:13	1490	352	Controle #25; Enige golfslag; Scheepspassage
Antw04-10jun027p.000	12:02	+2:37	1489	350	Golfslag!

Antw04-10jun028p.000	12:11	+2:46	1489	357	Controle #27; Enige golfslag
Antw04-10jun029p.000	12:29	+3:04	1489	350	Enkele ensembles uitval; Enige golfslag
Antw04-10jun030p.000	12:39	+3:14	1489	359	Controle #29; Enige golfslag
Antw04-10jun031p.000	12:59	+3:34	1489	355	Enkele ensembles uitval
Antw04-10jun032p.000	13:08	+3:43	1489	356	Controle #31
Antw04-10jun033p.000	13:29	+4:04	1489	352	
Antw04-10jun034p.000	14:00	+4:35	1488	356	
Antw04-10jun036p.000	14:29	+5:04	1487	358	Enkele ensembles uitval
Antw04-10jun037p.000	14:38	+5:13	1487	354	Controle #36
Antw04-10jun038p.000	14:59	+5:34	1486	355	Enkele ensembles uitval
Antw04-10jun039p.000	15:09	+5:44	1486	358	Controle #38; Enkele ensembles uitval; Enige golfslag
Antw04-10jun040p.000	15:29	+6:04	1485	354	Enkele ensembles uitval
Antw04-10jun041p.000	15:44	-6:15	1485	351	LW; Enige golfslag
Antw04-10jun042p.000	16:00	-5:59	1485	353	LW
Antw04-10jun043p.000	16:14	-5:45	1485	354	LW
Antw04-10jun044p.000	16:29	-5:30	1485	353	Golfslag!
Antw04-10jun045p.000	16:38	-5:21	1485	351	Controle #44
Antw04-10jun046p.000	16:59	-5:00	1484	178	Kentering stroming -> raai andersom
Antw04-10jun047p.000	17:13	-4:46	1484	185	
Antw04-10jun048p.000	17:29	-4:30	1484	182	Enkele ensembles uitval; Enige golfslag
Antw04-10jun049p.000	17:38	-4:21	1484	181	Controle #48
Antw04-10jun050p.000	17:59	-4:00	1484	176	Enige golfslag
Antw04-10jun051p.000	18:13	-3:46	1484	173	Enige golfslag
Antw04-10jun052p.000	18:30	-3:29	1486	173	Golfslag!
Antw04-10jun053p.000	18:38	-3:21	1486	180	Controle #53; Enkele ensembles uitval; Enige golfslag
Antw04-10jun054p.000	19:00	-2:59	1486	179	Golfslag!
Antw04-10jun055p.000	19:09	-2:50	1486	180	Controle #55; Golfslag!
Antw04-10jun057p.000	19:32	-2:27	1487	183	Golfslag!
Antw04-10jun058p.000	19:43	-2:16	1487	178	Controle #57; Enige golfslag
Antw04-10jun059p.000	20:00	-1:59	1489	179	Golfslag!
Antw04-10jun060p.000	20:11	-1:48	1489	179	Controle #59; Enige golfslag

3. ADCP data

3.1 Verwerking

Het doel van de verwerking is het presenteren van de stroomsnelheden in het doorstroomoppervlak in de raaien en het berekenen van debieten voor elke meting. Hier wordt de verwerking beknopt beschreven.

Uitgegaan is van de *processed* bestanden zoals aangemaakt door VISEA-DAS. Deze bestanden zijn tijdens de meting gemaakt en bevatten informatie over de instellingen van de ADCP en, per ensemble, de stromingsgegevens en de gegevens van de overige sensoren (dGPS en gyro-kompas). In VISEA is gecorrigeerd voor de positieafwijking van de dGPS antenne ten opzichte van de ADCP. Elk van de ADCP-metingen is op de volgende wijze verwerkt:

De geografische positie van elk ensemble is opgenomen in UTM ED50 coördinaten. De geografische positie van het eerste ensemble wordt als beginpunt van de meting genomen. De meetresultaten zijn uitgezet als functie van de horizontale afstand vanaf het beginpunt. Deze afstand wordt berekend uit de geografische positie van elk ensemble.

Daarnaast is voor elk ensemble van de ADCP-meting de bodemdiepte zoals gemeten met de Bottom Track van de ADCP berekend. Deze bodemdiepte is berekend door het gemiddelde te nemen van de diepte gemeten met de individuele akoestische bundels. De bodemdiepte is niet gecorrigeerd voor de waterstand op het moment van de meting.

In de ADCP verwerkingssoftware PROFIS van Aqua Vision zijn meetresultaten vervolgens gevalideerd op grond van (fout)snelheden, echo-intensiteiten en bottom-track fouten. De afgekeurde ADCP ensembles zijn ingevuld met geïnterpoleerde waarden van omliggende ensembles. Daar waar sprake is van *Moving Bottom* (bewegende bodem) zijn de foutieve bottom-track waarden vervangen door waarden van het navigatie-track. In deze gevallen is voor de berekening van het debiet wel gebruik gemaakt van de bottom-track diepten.

De volgende stap is de projectie van de stroomsnelheidsprofielen in de rivierrichting. De door de ADCP gemeten stroomsnelheden zijn geprojecteerd op een coördinaten stelsel xyz. De x-component wordt hier langs de rivier genomen, loodrecht op de raai-richting. De y-component staat dwars op de rivier, in de raai-richting. De z-component is verticaal. De x-, y- en z- componenten van de stroming zijn respectievelijk u_x , v_y en w_z . De vloedstroom is in de positieve x-richting en de ebstroom is in de negatieve x-richting.

De stroomprofielen zijn geëxtrapolleerd naar het wateroppervlak en de bodem. Aan het wateroppervlak zijn vanwege de ADCP insteekdiepte twee extra dieptecellen geëxtrapolleerd. De stroming in deze cellen is berekend volgens het lineaire schema dat in Tabel 3-1 is weergegeven.

Tabel 3-1: Relatieve snelheden tussen het oppervlak en de bovenste meetcel

Diepte t.o.v. wateroppervlak (m)	Bij vloed	Bij eb
0,49	0,98	1,02
0,99	0,99	1,01
1,49	1,00	1,00

De bovenste gemeten dieptecel blijft hiermee zijn waarde houden. In de cellen daarboven neemt de stroming bij vloed af tot 97% van de bovenste meetwaarde. Bij eb neemt de stroming toe tot 103%. De extrapolatie is uitgevoerd voor u_x en v_y . Genoemde percentages gelden voor de toename tot aan het wateroppervlak. Omdat het midden van de derde cel boven de bovenste meetcel net boven het wateroppervlak ligt (0,01 meter) wordt voor deze cel geen waarde geëxtrapoleerd.

De ADCP kan dicht bij de bodem niet nauwkeurig meten als gevolg van het zijlob effect. Het verlies aan de bodem is ongeveer 6% van de bodemdiepte. Van de onderste meetcel tot aan de bodem zijn de componenten u_x en v_y lineair geëxtrapoleerd tot 0 m/s aan de bodem.

Nu zijn de volledige stroomsnelheidsprofielen beschikbaar voor elk ensemble. Bij elke ADCP cel van een ensemble horen drie stromingscomponenten. Deze componenten kunnen worden gebruikt voor presentaties. Echter, de ruwe waarden bevatten veel meetruis waardoor een slecht beeld ontstaat. Er wordt daarom eerst een filter gebruikt. Het filter middelt de stromingscomponenten van dicht bij elkaar liggende bins en ensembles. Hierdoor zijn de echte stromingsvariaties beter zichtbaar.

Voor elke meting is het totale debiet berekend. Hiertoe is voor elk ensemble is de gemiddelde stromingscomponent u_x over de verticaal en de bijdrage aan het debiet berekend. Voor de berekening van de gemiddelde snelheid zijn ook de geëxtrapoleerde gegevens gebruikt.

3.2 Resultaten

Van de meetdagen 3 en 10 juni zijn de resultaten respectievelijk in figuren gepresenteerd in Bijlage 1 en Bijlage 2. Boven de figuren staat vermeld waar en wanneer de meting is verricht. De figuren geven een globaal beeld van de stroming in het doorstroomoppervlak.

In kleur is de stromingscomponent in de richting van de rivier (x-richting) weergegeven als functie van de diepte onder het wateroppervlak en de afstand tot het beginpunt van de meting. De kleurenbalk geeft de relatie tussen de kleur en de stroomsnelheid. De kleurenbalk verschilt voor de eb- en de vloedmetingen.

De pijlen in de figuur zijn stromingsvectoren als functie van de diepte en de afstand langs de raai tot het nulpunt. De vectoren geven de stromingscomponent v_y dwars op de raai (y-component) en de verticale stromingscomponent w_z weer. Als referentie is rechts onderin de figuur een stromingsvector getekend met een v_y en een w_z component van 0.25 m/s.

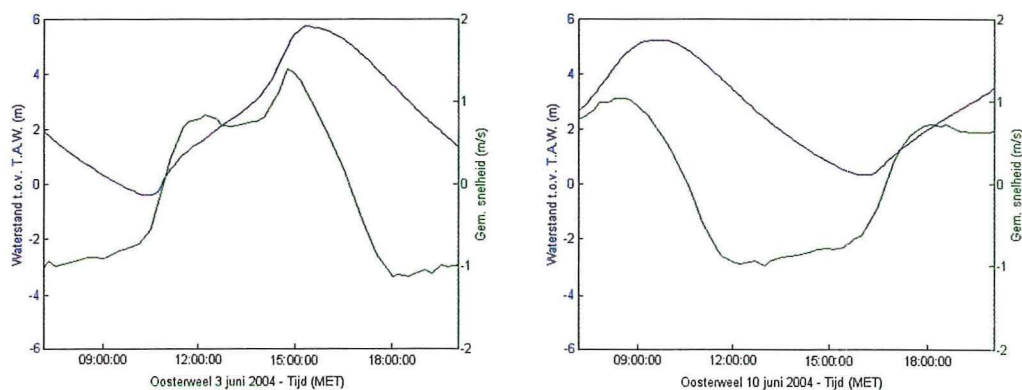
Voor elke metingen is het doorstroomoppervlak, het debiet en de gemiddelde stroomsnelheid door het doorstroomoppervlak berekend. De resultaten van deze berekeningen zijn in Tabel 3-2 weergegeven.

Tabel 3-2: ADCP doorstroomoppervlak, debiet en gemiddelde stroomsnelheid.

Bestandsnaam	Begintijd (MET)	Begintijd (t.o.v. HW)	Doorstroomoppervlak (m ²)	Debiet (m ³ /s)	Gemiddelde stroomsnelheid (m/s)
Antw04-3jun014p.000	7:08	+4:08	3601	-3763	-1,04
Antw04-3jun016p.000	7:15	+4:15	3447	-3299	-0,96
Antw04-3jun017p.000	7:19	+4:19	2940	-2754	-0,94
Antw04-3jun018p.000	7:32	+4:32	3571	-3581	-1,00
Antw04-3jun019p.000	8:00	+5:00	3398	-3241	-0,95
Antw04-3jun020p.000	8:30	+5:30	3845	-3449	-0,90
Antw04-3jun021p.000	8:40	+5:40	4043	-3653	-0,90
Antw04-3jun022p.000	9:02	+6:02	3922	-3564	-0,91
Antw04-3jun023p.000	9:30	-5:54	3745	-3028	-0,81
Antw04-3jun024p.000	9:38	-5:46	3706	-2974	-0,80
Antw04-3jun025p.000	10:06	-5:18	3642	-2645	-0,73
Antw04-3jun026p.000	10:28	-4:56	3642	-2025	-0,56
Antw04-3jun027p.000	11:05	-4:19	4053	1298	0,32
Antw04-3jun028p.000	11:28	-3:56	4270	2935	0,69
Antw04-3jun029p.000	11:40	-3:44	4376	3333	0,76
Antw04-3jun030p.000	12:00	-3:24	4443	3501	0,79
Antw04-3jun031p.000	12:10	-3:14	4238	3552	0,84
Antw04-3jun032p.000	12:31	-2:53	4538	3587	0,79
Antw04-3jun033p.000	12:41	-2:43	4737	3381	0,71
Antw04-3jun034p.000	12:59	-2:25	4833	3361	0,70
Antw04-3jun035p.000	13:11	-2:13	4705	3334	0,71
Antw04-3jun037p.000	13:37	-1:47	5061	3827	0,76
Antw04-3jun038p.000	13:46	-1:38	5172	3935	0,76
Antw04-3jun039p.000	14:00	-1:24	5343	4341	0,81
Antw04-3jun040p.000	14:27	-0:57	5835	6613	1,13
Antw04-3jun042p.000	14:42	-0:42	5890	8186	1,39
Antw04-3jun043p.000	14:53	-0:31	6471	8722	1,35
Antw04-3jun044p.000	15:05	-0:19	6580	8292	1,26
Antw04-3jun045p.000	15:17	-0:07	6731	7390	1,10
Antw04-3jun047p.000	15:35	+0:10	6465	5738	0,89
Antw04-3jun048p.000	15:59	+0:34	6664	3885	0,58
Antw04-3jun049p.000	16:30	+1:05	6324	889	0,14
Antw04-3jun051p.000	16:57	+1:32	6034	-2115	-0,35
Antw04-3jun052p.000	17:06	+1:41	6090	-3249	-0,53
Antw04-3jun053p.000	17:28	+2:03	5639	-4836	-0,86
Antw04-3jun054p.000	17:58	+2:33	5288	-5960	-1,13
Antw04-3jun055p.000	18:08	+2:43	5343	-5873	-1,10
Antw04-3jun056p.000	18:28	+3:03	4969	-5619	-1,13
Antw04-3jun057p.000	18:39	+3:14	4965	-5412	-1,09
Antw04-3jun058p.000	19:00	+3:35	4674	-4889	-1,05
Antw04-3jun059p.000	19:11	+3:46	4319	-4706	-1,09
Antw04-3jun060p.000	19:29	+4:04	4598	-4572	-0,99
Antw04-3jun061p.000	19:42	+4:17	4326	-4359	-1,01
Antw04-3jun062p.000	20:01	+4:36	4361	-4307	-0,99
Antw04-10jun007p.000	7:00	-2:24	5078	3983	0,78
Antw04-10jun009p.000	7:12	-2:12	5146	4170	0,81
Antw04-10jun010p.000	7:29	-1:55	5381	4785	0,89
Antw04-10jun011p.000	7:40	-1:44	5182	5154	0,99
Antw04-10jun012p.000	8:00	-1:24	5809	5748	0,99
Antw04-10jun013p.000	8:10	-1:14	5941	6186	1,04
Antw04-10jun014p.000	8:29	-0:55	6005	6174	1,03
Antw04-10jun015p.000	8:41	-0:43	6083	6141	1,01
Antw04-10jun016p.000	8:59	-0:25	6309	5725	0,91
Antw04-10jun017p.000	9:15	-0:09	6350	5193	0,82
Antw04-10jun018p.000	9:30	+0:05	6488	4480	0,69
Antw04-10jun019p.000	9:40	+0:15	6513	3808	0,58
Antw04-10jun020p.000	9:59	+0:34	6441	2531	0,39
Antw04-10jun021p.000	10:16	+0:51	6396	1119	0,17
Antw04-10jun022p.000	10:30	+1:05	6256	2	0,00
Antw04-10jun023p.000	10:45	+1:20	6134	-1484	-0,24
Antw04-10jun024p.000	10:59	+1:34	5976	-2801	-0,47
Antw04-10jun025p.000	11:30	+2:04	5784	-4768	-0,82
Antw04-10jun026p.000	11:38	+2:13	5675	-5035	-0,89
Antw04-10jun027p.000	12:02	+2:37	5114	-4950	-0,97
Antw04-10jun028p.000	12:11	+2:46	5194	-5115	-0,98
Antw04-10jun029p.000	12:29	+3:04	5001	-4764	-0,95
Antw04-10jun030p.000	12:39	+3:14	4913	-4632	-0,94
Antw04-10jun031p.000	12:59	+3:34	4419	-4414	-1,00
Antw04-10jun032p.000	13:08	+3:43	4553	-4298	-0,94
Antw04-10jun033p.000	13:29	+4:04	4672	-4165	-0,89

Antw04-10jun034p.000	14:00	+4:35	4499	-3920	-0,87
Antw04-10jun036p.000	14:29	+5:04	4159	-3461	-0,83
Antw04-10jun037p.000	14:38	+5:13	4252	-3384	-0,80
Antw04-10jun038p.000	14:59	+5:34	3987	-3160	-0,79
Antw04-10jun039p.000	15:09	+5:44	3874	-3083	-0,80
Antw04-10jun040p.000	15:29	+6:04	3773	-2926	-0,78
Antw04-10jun041p.000	15:44	-6:15	3910	-2643	-0,68
Antw04-10jun042p.000	16:00	-5:59	3771	-2320	-0,62
Antw04-10jun043p.000	16:14	-5:45	3944	-1951	-0,49
Antw04-10jun044p.000	16:29	-5:30	3990	-1197	-0,30
Antw04-10jun045p.000	16:38	-5:21	4017	-506	-0,13
Antw04-10jun046p.000	16:59	-5:00	4314	1040	0,24
Antw04-10jun047p.000	17:13	-4:46	4500	1933	0,43
Antw04-10jun048p.000	17:29	-4:30	4454	2570	0,58
Antw04-10jun049p.000	17:38	-4:21	4583	2857	0,62
Antw04-10jun050p.000	17:59	-4:00	4773	3397	0,71
Antw04-10jun051p.000	18:13	-3:46	4985	3564	0,72
Antw04-10jun052p.000	18:30	-3:29	4881	3433	0,70
Antw04-10jun053p.000	18:38	-3:21	4808	3482	0,72
Antw04-10jun054p.000	19:00	-2:59	5029	3291	0,65
Antw04-10jun055p.000	19:09	-2:50	5092	3275	0,64
Antw04-10jun057p.000	19:32	-2:27	5314	3319	0,62
Antw04-10jun058p.000	19:43	-2:16	5331	3346	0,63
Antw04-10jun059p.000	20:00	-1:59	5535	3417	0,62
Antw04-10jun060p.000	20:11	-1:48	5553	3541	0,64

In Figuur 3-1 is voor de meetdagen 3 en 10 juni de gemiddelde stroomsnelheid door het doorstroomoppervlak gepresenteerd als functie van tijd. In de figuur zijn tevens de waterstanden opgenomen.



Figuur 3-1: Waterstand en gemiddelde stroomsnelheid, 3 en 10 juni 2004

In Figuur 3-1 is te zien dat voor de beide meetdagen geldt dat de kentering van eb- naar vloedstroom ongeveer een half uur na laagwater plaatsvindt. De vloedstroom neemt na de kentering relatief snel toe in grootte om daarna weer iets af te nemen. Vervolgens blijft de vloedstroom gedurende een relatief lange periode vrijwel constant om daarna weer toe te nemen tot de maximale vloedstroom. De maximale vloedstroom is ongeveer een uur voor hoogwater gemeten. De maximale ebstroom wordt ongeveer twee uur na hoogwater bereikt.

4. Discussie en conclusies

Uit de resultaten (bijvoorbeeld Tabel 2-2 en Tabel 3-2) is af te leiden dat er meer metingen zijn uitgevoerd dan eens in het half uur. Er zijn extra controle metingen uitgevoerd wanneer de voorgaande meting mogelijk verstoord is door onder andere golfslag van passerende scheepvaart. Bovendien was er tijd genoeg om de extra metingen uit te voeren.

De ADCP meet de stroming van het water ten opzichte van het meetvaartuig. Om de stroming ten opzichte van de aarde te berekenen wordt algemeen gebruik gemaakt van de ADCP bottom-track. Deze ADCP bottom-track meet de snelheid van het meetvaartuig ten opzichte van de bodem, met een optimale ruimtelijke en temporele correlatie en synchronisatie.

Bij uitval van de bottom-track, of in geval van een foute bottom-track (bijvoorbeeld bij *moving bottom*) is het navigatie-track gebruikt als referentie voor de snelheid van het meetvaartuig ten opzichte van de aarde. In dit geval wordt voor de hele meting de vaarsnelheid berekend uit de opeenvolgende geografische posities zoals gemeten door het plaatsbepalingsstelsel.

Bij het combineren en synchroniseren van de ADCP data met de navigatie data kunnen fouten zijn geïntroduceerd. Zo kan bijvoorbeeld een verkeerd ingevoerde *delay* relatief grote fouten in de berekende stroomgegevens veroorzaken. Door het gebruik van VISEA-DAS zijn mogelijke fouten tot een minimum gereduceerd. De meetgegevens van de externe sensoren (gyro-kompas en dPGS) zijn met behulp van VISEA-DAS getest op juistheid. Tijdens de testvaart zijn de instellingen geoptimaliseerd teneinde de mogelijke fouten te minimaliseren.

Voor de volgende metingen geldt dat er *moving bottom* is geconstateerd en het navigatie-track is gebruikt in plaats van het bottom-track: Antw04-3jun022, Antw04-3jun040, Antw04-3jun042, Antw04-3jun043, Antw04-3jun044, Antw04-3jun045, Antw04-3jun054, Antw04-3jun055, Antw04-3jun056, Antw04-3jun057 en Antw04-3jun061. Deze metingen wijken niet af van de overige metingen waar bottom-track is gebruikt voor de georeferentie van de stroomgegevens. Om deze reden mag worden verondersteld dat het gebruik van het navigatie-track geen fouten geïntroduceerd heeft.

Voor de metingen waarbij tijdens de meting golfslag geconstateerd is, geldt dat voor de zekerheid een extra meting uitgevoerd is. Tijdens de verwerking van de metingen is echter gebleken dat er slechts enkele ensembles zijn uitgevallen als gevolg van golfslag. In deze gevallen is de meting dus toch goed gebleken en zijn de data voor uitgevallen ensembles geïnterpoleerd op grond van de omliggende ensembles.

Geconcludeerd kan worden dat de gevalideerde ADCP metingen een betrouwbaar beeld geven van de stroomsnelheden en debieten als functie van het getij op de locatie Oosterweel.

Bijlagen

Bijlage 1: Presentatie ADCP-metingen 3 juni