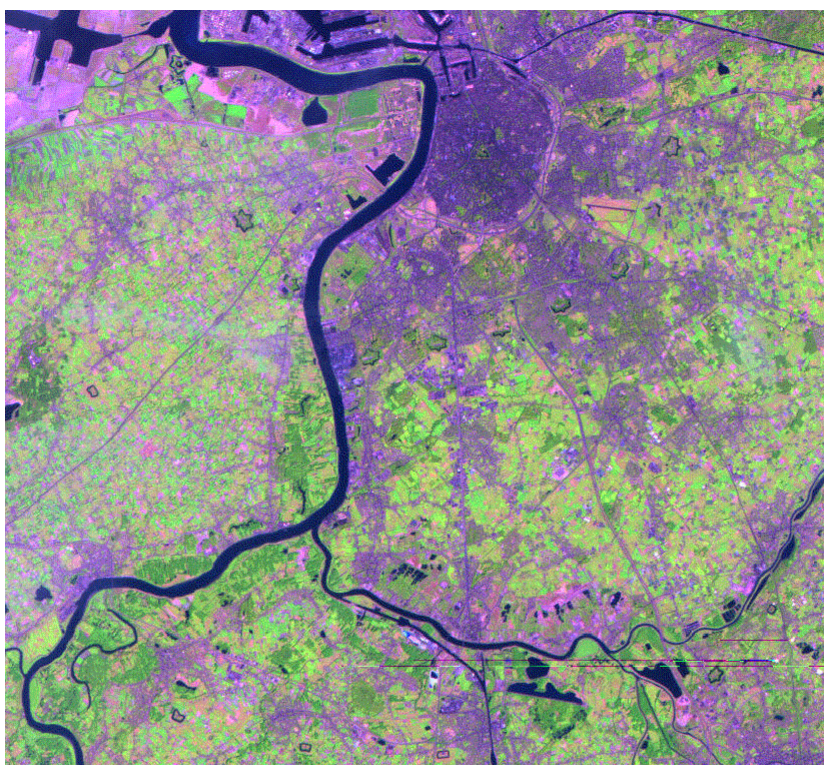




**Ingenieursbureau
S.D.Kamminga BV**

**Stromingsmetingen
op de Boven-Zeeschelde bij de zeesluis te Hingene
te Antwerpen op 17 november 1997**

**Verwerking met extrapolatie van de stroming naar het
wateroppervlak**



© NLR/ESA

**Ir. S.D.Kamminga
Oktober 1998
RIK-11a**

In opdracht van:

**Ministerie van de
Vlaamse Gemeenschap**

**Afdeling Maritieme
Schelde**

INHOUDSOPGAVE

- 1. Inleiding
 - 2. Basisgegevens
 - 2.1. Meetcondities
 - 2.2. De ADCP
 - 3. De verwerking en resultaten
 - 3.1. Verwerking
 - 3.2. Resultaten
 - 4. Discussie en conclusies
- Bijlage 1: Wijze van berekenen
- Bijlage 2: Resultaten van de ADCP
- Bijlage 3: Video kleuren presentatie

1. INLEIDING

De Afdeling Maritieme Schelde heeft op 17 november 1997 stromingsmetingen uitgevoerd op de Zeeschelde bij de nieuwe Wintam-zeesluis te Hingene. De metingen zijn uitgevoerd met een schip met een Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP).

In het eerdere rapport RIK-11 van Maart 1998 zijn de resultaten reeds gepresenteerd. In dit rapport worden de resultaten nogmaals gepresenteerd. Gebleken is dat de stroominformatie ook en met name interessant zijn voor duwschepen en duwbakken met een insteekdiepte van 3 á 4 meter. In dit bovenste gedeelte van de waterkolom wordt niet door de ADCP gemeten. Om toch stroominformatie van dit gedeelte te kunnen leveren is een extrapolatie van het gemeten stromingsprofiel naar het wateroppervlak uitgevoerd. Deze extrapolatie houdt bij vloed een afname van de stroomsterkte aan het wateroppervlak in. Bij eb neemt de stroom daarentegen enigszins af naar het wateroppervlak.

In dit rapport worden in hoofdstuk twee de meetcondities en de instellingen van de ADCP beschreven. In hoofdstuk drie worden de meetresultaten van de ADCP gepresenteerd. Hoofdstuk vier geeft een discussie over de resultaten en conclusies.

Dit rapport is geschreven in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Maritieme Schelde, middels een brief van 17 augustus 1998.

2. BASISGEGEVENS

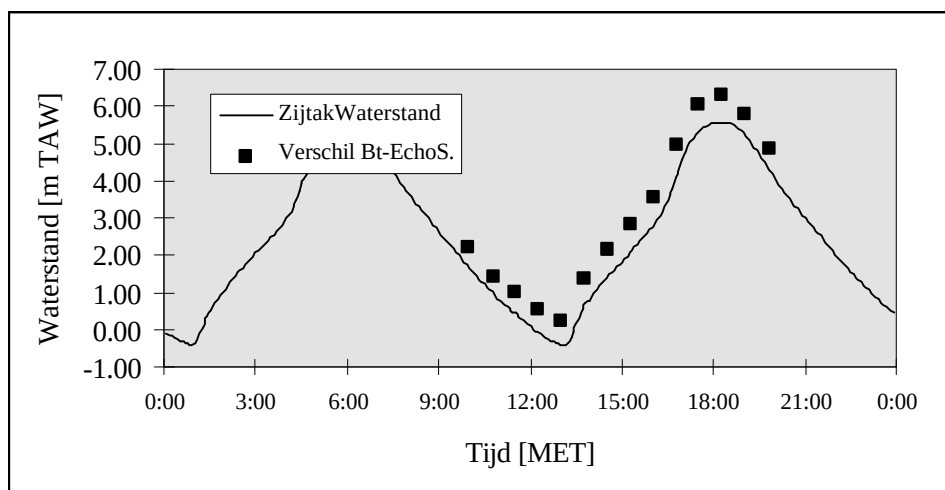
2.1. Condities tijdens de meting

De metingen zijn uitgevoerd op 17 november 1997 in de Zeeschelde bij Hingene. Er is gevaren op één meetraai, Tabel 2.1. De metingen met de ADCP zijn uitgevoerd met het "MS Veremans".

Tabel 2.1: De raaien met de begin- en eindpunten in UTM, lengte en richting.

Raai	Beginpunt (E,N)	Eindpunt (E,N)	Lengte (m)	Richting
1	591544, 5664875	591300, 5664064	846.9	196.8

De waterstand op de meetdag is weergegeven in Figuur 2.1. Het was Hoog Water om 5.55 uur, Laag Water om 13.00 uur MET en Hoog Water om 18.05 uur MET.



Figuur 2.1: De waterstand op de meetdag gemeten met een waterstand meter stroomafwaarts van de sluis (--) en bepaald uit het verschil tussen de dieptemeting van het echolood en de Bottom Track van de ADCP (■).

Met een echolood is een diepteprofiel gemeten, Figuur 2.2.

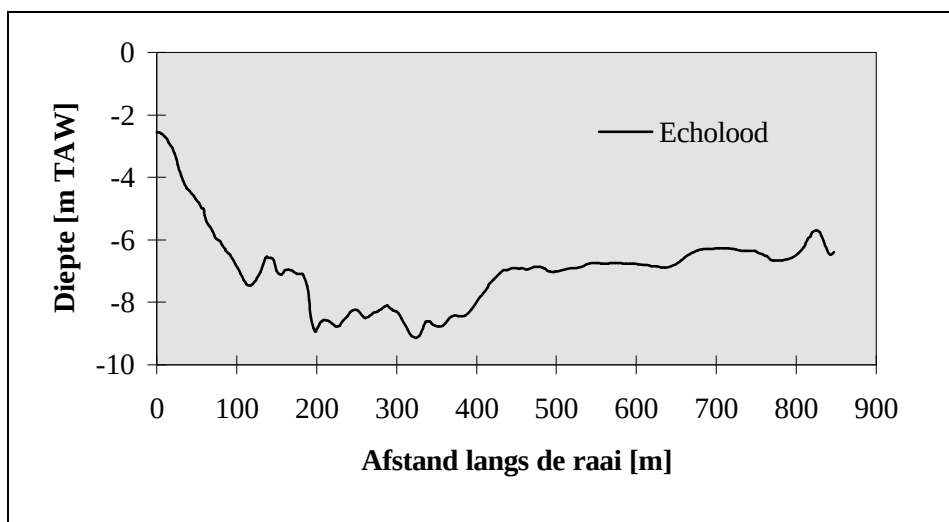
In de verwerking wordt normaliter de gemeten waterstand gebruikt om de stromingsresultaten te kunnen presenteren t.o.v. de referentie TAW. Controle vindt plaats door de dieptemeting van het echolood en de ADCP te vergelijken. De verschillen dienen klein te zijn. Gebleken is dat hier de verschillen te groot waren. Bij alle ADCP metingen gaf de ADCP een diepere bodem dan het echolood. Het verschil varieerde tussen de 0.50 m om 9.00 uur en 0.80 m om 18.00 uur.

De waterstandmeter bevindt zich niet bij de Wintam-zeesluis zelf maar na het punt waar de Schelde en de Ripel samen komen. Het moet daarom niet onwaarschijnlijk worden geacht dat de waterstandsmeter niet correct de waterstand bij de sluis weergeeft. Andere oorzaken zoals een verkeerde geluidssnelheid bij de ADCP of het

echolood leiden niet tot dergelijke verschillen. Het is aan te bevelen dit te controleren middels een gelijktijdige meting van de waterstand op beide punten.

Er is daarom voor gekozen de uit de Bottom Track van de ADCP afgeleide waterstand te gebruiken.

De gegevens van de raaien, diepteprofielen en waterstand zijn geleverd door de Afdeling Maritieme Schelde.



Figuur 2.2: Bodemprofiel van de meetraai, gemeten met het echolood.

2.2. De ADCP

In Tabel 2.2 zijn de gegevens over de ADCP en de instellingen van de ADCP weergegeven.

Tabel 2.2: Instellingen van de ADCP.

Frequentie	600 kHz
Bundelhoek	30 graden
Firmware versie	5.52
TRANSECT versie	2.72
Water Profiling Mode	4
Bottom Track Mode	1
Bin Lengte	0.50 m
Diepte eerste bin t.o.v. wateroppervlak	2.58 m
Aantal Pings per Ensemble	4

De ADCP was gekoppeld met een dGPS-plaatsbepalingssysteem, een gyro-kompas en een pitch- en roll-sensor. Parallel aan de metingen met de ADCP zijn het

zoutgehalte en de watertemperatuur gemeten. Al deze gegevens zijn opgeslagen in de bestanden die het besturingsprogramma TRANSECT produceert.

In Tabel 2.3 zijn de varende metingen met de ADCP vermeld.

Tabel 2.3: De varende metingen met de ADCP

Nr.	Begintijd (MET)	Begintijd (t.o.v HW)	Saliniteit [ppt]	Temperatuur [°C]
1	9h58	+4h03	1.02	9.45
2	10h45	+4h50	0.67	9.40
3	11h29	+5h34	0.70	9.40
4	12h15	+6h20	0.63	9.38
5	12h59	+7h04	0.43	9.38
6	13h45	-4h15	0.49	9.40
7	14h29	-3h24	0.63	9.42
8	15h15	-2h50	0.71	9.47
9	16h00	-2h05	0.78	9.51
10	16h45	-1h20	0.95	9.52
11	17h29	-0h36	1.45	9.63
12	18h15	+0h10	1.76	9.66
13	18h59	+0h54	2.22	9.72
14	19h48	+1h43	2.04	9.68

3. MEETRESULTATEN EN VERWERKING VAN DE ADCP DATA

3.1. Verwerking

Voor de verwerking is uitgegaan van de 'Processed'-bestanden, die het programma TRANSECT maakt, en van de waterstand .

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. De verwerking wordt uitgebreid beschreven in **Bijlage 1**.

Elke ADCP-meting is op de volgende wijze verwerkt. Eerst is de **positie** van elk ensemble omgezet van geografische coördinaten (ED50) in UTM coördinaten. Daarna is van elk ensemble de afstand tot het beginpunt van de raai (Tabel 2.1) berekend. Ensembles die niet tussen het beginpunt en het eindpunt van de raai liggen zijn verwijderd.

De bodemdiepte wordt bepaald door het echolood en niet door de Bottom Track van de ADCP. Het echolood is nauwkeuriger dan de Bottom Track, met name bij snelle veranderingen van de bodemdiepte onder het schip. Het echolood werkt bovendien zonder storing. De Bottom Track kende tijdens deze metingen in tegenstelling tot eerdere metingen weinig ensembles zonder correcte bodemdiepte. Door de meest robuuste Bottom Track mode, Tabel 2.2, te kiezen werd de meting niet negatief beïnvloed door het soms grote sedimenttransport langs de bodem.

Een aantal ensembles bevat geen goede stromingsgegevens. Deze ensembles worden niet gebruikt voor de berekeningen. De redenen waarom ensembles niet worden gebruikt zijn:

- Te snelle draaiing van het schip, b.v. bij het begin en het eind van de meting,
- Geringen waterdiepte onder het schip.

Bovendien is van alle ensembles de bovenste bin buiten beschouwing gelaten omdat deze in het algemeen geen goede resultaten levert. De stroming in deze bin wordt beïnvloedt door het schip en door akoestische eigenschappen van de ADCP en het schip, het zogenaamde 'ringing'.

De volgende stap is de berekening van **stroomsnelheidsprofielen**. De door de ADCP gemeten stroomsnelheden zijn geprojecteerd op een coördinatenstelsel xyz. De x-component wordt hier langs de geul genomen. De y-component staat dwars op de geul. De richtingen t.o.v. het noorden zijn vermeld in Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Richting van de x- en de y-coördinaten

x-richting	y-richting
286.8	196.8

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 snelheden zijn gefilterd met een laag-doorlaat filter. Tevens is de grootte van de stroomsnelheid berekend $((u_x^2 + v_y^2 + w_z^2)^{1/2})$.

De stroomprofielen zijn **geëxtrapoleerd** van de dieptecellen van de ADCP naar het **wateroppervlak** en naar de bodem. Aan het wateroppervlak zijn vanwege de insteekdiepte van het meetinstrument 5 extra dieptecellen gecreëerd. De stroming in deze cellen is berekend volgens het onderstaande schema:

Dieptecel t.o.v. wateropp.	bij vloed	bij eb
0.08 m	0.940	1.060
0.58 m	0.952	1.048
1.08 m	0.964	1.036
1.58 m	0.976	1.024
2.08 m	0.988	1.012
2.58 m (meetwaarde)	1.000	1.000

De bovenste gemeten dieptecel blijft hiermee zijn waarde houden. In de extra cellen daarboven neemt de stroming bij vloed af tot 94% van de meetwaarde van de bovenste cel en bij eb neemt de stroming toe tot 106%. Deze extrapolatie is uitgevoerd voor u_x en v_y en niet voor w_z . De stroomrichting in de extra cellen is daarmee gelijk aan de stroomrichting in de bovenste gemeten dieptecel.

De ADCP meet niet dicht bij de bodem. Het verlies aan de bodem is ongeveer 15% van de bodemdiepte. Op een eendere manier als aan het wateroppervlak wordt de stroming **geëxtrapoleerd naar de bodem**. De stroming aan de bodem zelf is gelijk aan nul. Tussen de bodem en de diepste cel van de ADCP zijn de componenten u_x en v_y lineair geëxtrapoleerd.

Bij elk ensemble is de **gemiddelde stromingscomponent u_x** over de verticaal en de bijdrage in het debiet berekend. Voor de berekening van de gemiddelde snelheid zijn de geëxtrapoleerde gegevens gebruikt, zie de vorige paragraaf. De stroomsnelheid aan de bodem is nul verondersteld. De bijdrage in het debiet, q , is de gemiddelde stroomsnelheid vermenigvuldigd met de diepte.

De ADCP meet niet van oever tot oever. De gemiddelde stroomsnelheid en de bijdrage aan het specifieke debiet q [m^2/s] worden daarom geëxtrapoleerd van de eerste en het laatste ensemble naar de oevers, zie **Bijlage 1**. Hiervoor wordt de met het echolood gemeten bodemdiepte gebruikt.

3.2. Resultaten

In **Bijlage 2** zijn de resultaten van de ADCP-metingen gepresenteerd. Hier volgt eerst een beschrijving van de figuren.

Van elke meting zijn drie figuren gemaakt. De eerste, getiteld 'globale snelheidsverdeling volgens de meetraai (hoofdstroomrichting)' geeft de stromingscomponent u_x als functie van de afstand langs de raai tot het beginpunt, en de diepte. De schaalverdeling van de kleur staat rechts naast de figuur. De horizontale lijn bovenaan de figuur geeft de waterstand weer. Onder het gekleurde gedeelte geeft de getrokken lijn het diepteprofiel weer. Met pijlen, of vectoren, zijn de

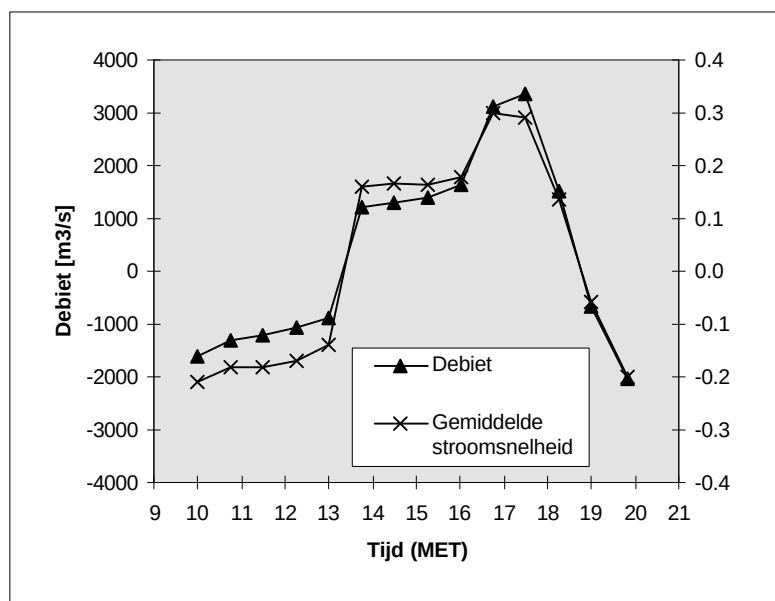
stromingscomponenten v_y en w_z weergegeven. rechts onderin de figuur is als referentie een vector weergegeven met componenten van 0.5 m/s.

De tweede figuur, getiteld 'horizontale snelheidscomponente volgens de meetraai (hoofdstroomrichting)', is eender aan de eerste figuur, slechts de vectoren ontbreken.

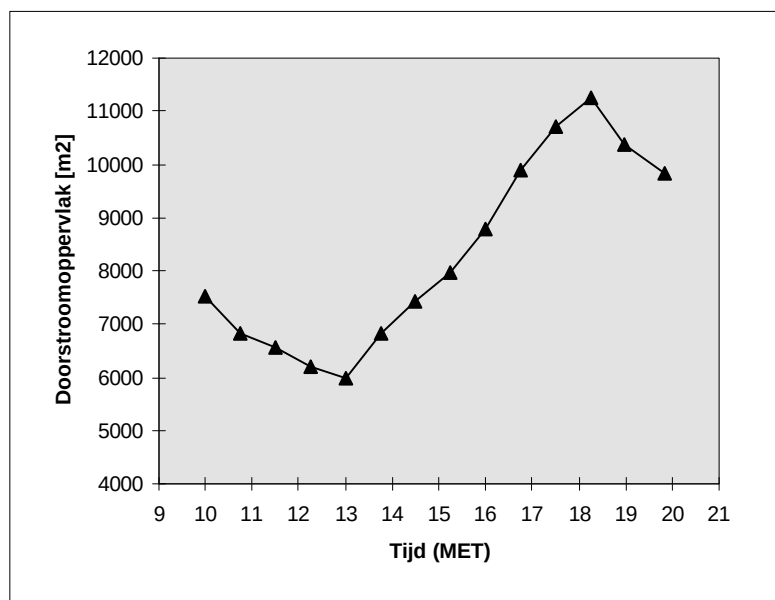
De derde figuur, getiteld 'horizontale snelheidscomponente langs de meetraai (dwarsstroomrichting)', geeft echter de dwars component v_y .

4. DISCUSSIE EN CONCLUSIES

Het debiet (Figuur 4.1), de over het gehele doorstroom oppervlak gemiddelde stroomsnelheid (Figuur 4.1) en het doorstroomoppervlak (Figuur 4.2) kunnen nu worden uitgezet als functie van de tijd.



Figuur 4.1: Debiet en gemiddelde stroomsnelheid als functie van de tijd.



Figuur 4.2: Het doorstroomoppervlak als functie van de tijd.

Duidelijk is dat de meting nauwkeurig is verlopen. De grafiek van het debiet vertoont weinig ruis.

De meetresultaten van de ADCP, Bijlage 2, geven een goed beeld van de variatie van de stroming met de tijd. Door het gebruik van een andere mode van de Bottom Track is er maar zeer weinig uitval van gegevens geweest. Voorheen werden via interpolatie ontbrekende gegevens aangevuld. Hoewel het resultaat bevredigend was is het resultaat nu beter. Dit uit zich met name in de verticale en dwars-componenten van de stroming.

In Hoofdstuk 2 is beschreven hoe uit de dieptemeting van de Bottom Track van de ADCP en van het echolood te samen de waterstand is berekend. Aanbevolen wordt om te controleren of de waterstand zoals gemeten stroomopwaarts van het punt waar de Schelde en de Ripel samen komen, representatief is voor de waterstand bij de Wintam-zeesluis.

Tabel 4.1: De meetresultaten met **U** de stroomsnelheid gemiddeld over het door stroomoppervlak **A**.

Nr.	Begintijd (MET)	Begintijd (t.o.v HW)	Debiet [m ³ /s]	A [m ²]	U [m/s]
1	9h58	+4h03	-1619	7518	-0.21
2	10h45	+4h50	-1296	6822	-0.18
3	11h29	+5h34	-1224	6569	-0.18
4	12h15	+6h20	-1051	6195	-0.17
5	12h59	+7h04	-874	5983	-0.14
6	13h45	-4h15	1198	6839	0.16
7	14h29	-3h24	1307	7421	0.17
8	15h15	-2h50	1392	7965	0.16
9	16h00	-2h05	1629	8786	0.18
10	16h45	-1h20	3119	9899	0.30
11	17h29	-0h36	3361	10710	0.29
12	18h15	+0h10	1511	11244	0.14
13	18h59	+0h54	-669	10363	-0.06
14	19h48	+1h43	-2021	9843	-0.20

BIJLAGE 1: BEREKENING VAN GEMIDDELTE SNELHEID UIT VARENDE ADCP METINGEN.

In deze Bijlage wordt de wijze van berekenen van de ADCP stromings-profielen beschreven.

Er wordt uitgegaan van de 'Processed'-bestanden die door het programma TRANSECT tijdens de meting worden gemaakt.

Van de ADCP bestanden worden de volgende gegevens gebruikt:

p_{gi}	= geografische positie in ED50-coördinaten van ensemble i
d_{in}	= bodemdiepte van bundel n van ensemble i (0 is wateroppervlak, -H is de bodem)
u_{xij}	= stroomsnelheid in x-richting (oost) van bin j van ensemble i
v_{yij}	= stroomsnelheid in y-richting (noord) van bin j van ensemble i
w_{zij}	= stroomsnelheid in z-richting (verticaal) van bin j van ensemble i
b_j	= diepte van bin j onder het wateroppervlak (0 is het wateroppervlak, -H is de bodem)
E	= aantal ensembles van een meting
B_i	= aantal bins van ensemble i
l	= binlengte

Daarnaast is nog de waterstand w t.o.v. TAW ten tijde van de meting bekend.

De geografische posities worden omgezet van ED50-coördinaten naar RD-coördinaten in het kaartvlak. Hiervoor wordt de methode gebruikt zoals beschreven door Kösters [1]. Eerst worden de ED50-coördinaten omgezet naar UTM-coördinaten [1, blz 22]. Daarna worden de UTM-coördinaten omgezet in RD-coördinaten in het kaartvlak [1, blz 34].

De posities p_{gi} van de ensembles worden hierdoor omgezet in posities p_{rdi} in RD-coördinaten. Van elke raai is het beginpunt $P_{RD b}$ en het eindpunt $P_{RD e}$ bekend in RD-coördinaten. Nu wordt van elk ensemble de afstand tot het beginpunt a_i en de afstand tot het eindpunt a_i' berekend volgens:

$$a_i = \sqrt{p_{rdi} - P_{RD b}}$$

$$a_i' = \sqrt{p_{rdi} - P_{RD e}}$$

Als a_i of a_i' groter is dan de lengte van de raai dan wordt ensemble i verwijderd. Verder wordt gerekend met a_i .

De stromingscomponenten u_x , v_y , en w_z t.o.v. het Oosten, Noorden en de verticaal dienen te worden geroteerd naar een coördinatenstelsel met de x-coördinaat ϕ_U graden t.o.v. het noorden en y-coördinaat loodrecht op x en ϕ_V graden t.o.v. het noorden:

$$u_{xij} = \sin(\phi_U) \cdot v_{yij} + \cos(\phi_U) \cdot u_{xij}$$

$$v_{yij} = \sin(\phi_V) \cdot v_{yij} + \cos(\phi_V) \cdot u_{xij}$$

$$w_{zij} = w_{zij}$$

De stroomprofielen zijn **geëxtrapoleerd** van de dieptecellen van de ADCP naar het **wateroppervlak** en naar de bodem. Aan het wateroppervlak zijn vanwege de insteekdiepte van het meetinstrument 5 extra dieptecellen gecreëerd. De stroming in deze cellen is berekend volgens het onderstaande schema:

Dieptecel t.o.v. wateropp.	bij vloed	bij eb
0.08 m	0.940	1.060
0.58 m	0.952	1.048
1.08 m	0.964	1.036
1.58 m	0.976	1.024
2.08 m	0.988	1.012
2.58 m (meetwaarde)	1.000	1.000

De bovenste gemeten dieptecel blijft hiermee zijn waarde houden. In de extra cellen daarboven neemt de stroming bij vloed af tot 94% van de meetwaarde van de bovenste cel en bij eb neemt de stroming toe tot 106%. Deze extrapolatie is uitgevoerd voor u_x en v_y en niet voor w_z . De stroomrichting in de extra cellen is daarmee gelijk aan de stroomrichting in de bovenste bemeeten dieptecel.

De ADCP meet niet dicht bij de bodem. Het verlies aan de bodem is ongeveer 15% van de bodemdiepte. Op een eendere manier als aan het wateroppervlak wordt de stroming **geëxtrapoleerd naar de bodem**. De stroming aan de bodem zelf is gelijk aan nul. Tussen de bodem en de diepste cel van de ADCP zijn de componenten u_x en v_y lineair geëxtrapoleerd.

In principe kan nu een grafiek gemaakt worden van de drie stromingscomponenten u_x , v_y en w_z als functie van de afstand tot het beginpunt a_i en de diepte van de bin b_j . Per ensemble zijn echter maar een beperkt aantal pings gebruikt om de stroming te meten. De drie stromingscomponenten zijn hierdoor niet erg nauwkeurig bepaald. Een grafiek met de stromingscomponenten zal daarom geen duidelijk beeld geven. Daarom worden de stromingscomponenten eerst gefilterd. Met een laag-doorlaat filter worden de korte variaties van de stroming verwijderd. Hierdoor blijven de variaties van de stroming met een grote lengteschaal behouden en ontstaat een vloeiend beeld van de stroming als functie van de diepte en de afstand tot het beginpunt van de raai.

Het toegepaste filter is een IIR filter. Dit filter wordt toegepast voor alle ensembles met filtering over de bins:

$$u'_{xij} = \sum_{k=0}^K b_k \cdot u_{xi(j-k)} - \sum_{k=1}^K a_k \cdot u'_{xi(j-k)} \quad , \text{ voor } i = 1 \dots E,$$

idem voor v_y en w_z .

Het filter wordt ook voor alle bins toegepast met filtering over de ensembles:

$$u''_{xij} = \sum_{k=0}^K b_k \cdot u'_{x(i-k)j} - \sum_{k=1}^K a_k \cdot u''_{x(i-k)j} \quad , \text{ voor } j = 1 \dots B_i,$$

idem voor v_y en w_z .

De a_k en de b_k zijn de coëfficiënten van het filter. Bij deze metingen was de ensemble lengte ongeveer 15 meter. In principe kunnen daarom stromingsvariaties met een lengte van 30 meter worden gemeten. De coëfficiënten van het filter zijn zo gekozen dat het filter frequenties groter dan 0.3π afkapt. Voor het begrip is dit vertaalt naar meters in het horizontale vlak (langs de raai). Stromingsvariaties met lengteschalen kleiner dan 60 meter worden vrijwel geheel weg gefilterd. Stromingsvariaties met een lengteschaal van 90 meter worden verzwakt met een factor 2. Stromingsvariaties met een lengteschaal groter dan 120 meter worden vrijwel niet verzwakt.

Voor de stromingsvariaties in het verticale vlak (de diepte) worden variaties met een lengteschaal groter dan 3 meter verzwakt met een factor 2. Variaties met een grotere lengteschaal worden niet verzwakt. Variaties met een kleinere lengteschaal worden vrijwel geheel weg gefilterd.

De stromingscomponenten u''_x , v''_y en w''_z kunnen nu worden uitgezet tegen de afstand langs de raai tot het beginpunt en de diepte t.o.v TAW. De diepte t.o.v. TAW van een bin is de diepte van de bin t.o.v. het wateroppervlak $b_j + w$, met w de waterstand t.o.v. TAW.

De ADCP meet voor elk ensemble i de diepte van de bodem t.o.v. het wateroppervlak voor 4 bundels d_{i1} . De bodemdiepte H_i t.o.v TAW wordt dan:

$$H_i = (d_{i1} + d_{i2} + d_{i3} + d_{i4}) / 4 + w.$$

De dieptegemiddelde-stroming in de x-richting van ensemble i wordt berekend volgens:

$$U_i = l \sum_{j=1}^J u''_{xij};$$

De stroming in de bovenlaag en aan de bodem wordt geëxtrapoleerd uit de bemeeten bins volgens het bovenvermelde schema.

De gemiddelde x-component van de stroming is dan:

$$U_i = ((-b_1 - l / 2)U_i^{Top} + lU_i^{Mid} + (H_i - w + b_j - l / 2)U_i^{Bot}) / (H_i - w).$$

De stroming wordt geëxtrapoleerd naar die gedeelten van de raai waar het schip met de ADCP niet heeft gemeten. Dit gebeurt met gebruikmaking van het diepteprofiel van het echolood. Bij de linkeroever gebeurt dit volgens:

$$U(l) = \sqrt{\frac{d(l)}{l} \frac{l}{L} d(L)} \left(\frac{l}{L}\right) U_1(L),$$

met l de afstand tot de linker oever, L de afstand van het eerste ensemble tot de linkeroever, $U_1(L)$ de gemiddelde x-component van de stroming in het eerste ensemble. Voor de rechteroever geldt een eendere formule.

Het doorstroomoppervlak A is berekend volgens:

$$A = \sum_{i=1}^E H_i \cdot (a_i - a_{i-1}) \quad , \text{ met } a_0 = 0.$$

De bijdrage van een ensemble aan het debiet Q_i is berekend volgens:

$$Q_i^{Top} = (-b_1 - l / 2) U_i^{Top}$$

$$Q_i^{Mid} = J l U_i^{Mid}$$

$$Q_i^{Bot} = (H_i - w + b_1 - l / 2) U_i^{Bot}$$

Het totale debiet Q_{Tot} is berekend volgens:

$$Q_{Top} = \sum_{i=1}^E Q_i^{Top}$$

$$Q_{Mid} = \sum_{i=1}^E Q_i^{Mid}$$

$$Q_{Bot} = \sum_{i=1}^E Q_i^{Bot}$$

$$Q_{Tot} = Q_{Top} + Q_{Mid} + Q_{Bot}$$

De over het hele doorstroomoppervlak gemiddelde snelheid V_{Tot} is berekend volgens:

$$V_{Tot} = Q_{Tot} / A.$$

LITERATUUR

- [1] A.J.M. Kösters, 'Cöordinatentransformaties en kaartprojecties',
Rijkswaterstaat, Meetkundige Dienst, Delft, Augustus 1993