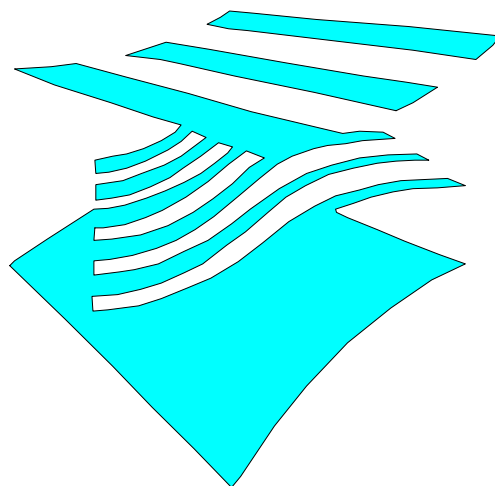


Eindrapportage

projectcode: SPD.006

**projectnaam: Demonstrator IJkmeting Spuisluizen
Afsluitdijk**



projectleider: C. Berkeveld

opstellers: drs. T. Broersma & A.J. Ponger

Eindrapportage SPD.006

SPD006- Demonstrator IJkmetingen Spuisluizen Afsluitdijk 2001

13 november 2002

RDII rapport 2002-8
ISBN nr. 9036913012

drs. T. Broersma en ing. A.J. Ponger

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
1 Inleiding	4
2 Werkwijze	6
2.1 Richtlijnen	6
2.2 Meetopstelling	8
2.2.1 IJkmetingen	8
2.2.2 Overige metingen	11
2.3 Uitvoering	12
2.3.1 Debietmetingen	12
2.3.2 Overige metingen	13
2.4 Gegevensverwerking en -opslag debietmetingen	14
2.4.1 Gegevens inwinning	15
2.4.2 Dataverwerking op de meetbrug	16
2.4.3 Aanlevering data door PAM-i	16
2.4.4 Verwerking	16
2.4.5 Data opslag	18
2.5 Realisatie	18
2.5.1 Planning en uitvoering debietmetingen	18
2.5.2 Overige ijkgegevens	19
3 Resultaten	21
3.1 Test debietmeting in 2 kokers	21
3.2 Verloop verticaal snelheidsprofiel in bovenlaag naar kokerwand toe	21
3.3 Verloop horizontaal snelheidsprofiel in bovenlaag naar kokerwand	22
3.4 Snelheidsverloop in de onderste waterlaag	22
3.5 Fitten van het snelheidsprofiel in de bovenlaag en het ADCP profiel	23
3.5.1 Hoofd- en secundaire stromingsprofielen	23
3.5.2 Verticale snelheidscomponent	24
4 Discussie	26
5 Samenvatting en conclusies	28
6 Aanbevelingen	29
7 Colofon	30
8 Referenties	31
Lijst met tabellen	32
Lijst met figuren	33
bijlage 1	35
bijlage 2	37
bijlage 3	44
bijlage 4	52

1 Inleiding

In de Afsluitdijk bevinden zich 5 groepen van elk 5 spuikokers waarmee de waterstand op het IJsselmeer gereguleerd wordt (figuur 1.1). Dit is nodig, omdat via neerslag en vooral toestroom via voornamelijk de IJssel het IJsselmeer continue gevoed wordt met water. Wanneer het waterpeil in het IJsselmeer hoger is dan het streefpeil (NAP -20 cm in de zomer, NAP -40 cm in de winter) moet er gespuid worden. Dit wordt gedaan door de kokers te openen tijdens eb op de Waddenzee, zodat er een verval ontstaat en zoet water wegstroomt. Drie van deze groepen (de Stevinsluizen) bevinden zich te Den Oever, de overige twee groepen (de Lorentzsluizen) te Kornwerderzand.

RWS-RDIJ heeft de wens om de afvoer gedurende een spuiperiode van het IJsselmeer naar Waddenzee met een onzekerheid van maximaal 5% te bepalen. De huidige debietbepalingen zijn gebaseerd op modellen waarmee in de jaren twintig van de vorige eeuw in de waterbouwkundige laboratoria in Karlsruhe en Delft proeven uitgevoerd zijn. De onzekerheid hierin is circa 25%.

Na eerdere mislukte pogingen werd het meten van stroomsnelheden in de spuikokers mogelijk geacht na de introductie van de ADCP.

Om dit te realiseren is het project "demonstrator IJkmetingen spuisluizen Afsluitdijk" in 1998 gestart. In 1998 is in dit kader begonnen met de bouw van een prototype meetbrug om stroomsnelheidmetingen met een ADCP te kunnen uitvoeren in de spuisluizen van de Afsluitdijk. Hoewel de ADCP inmiddels vele toepassingen in zowel stationaire als dynamische opstellingen kent, is het meten van stroomsnelheden in spuisluizen met snelheden tot wel 6 m/s (zie figuur 1.2) nog nergens ter wereld vertoond! Mede hierdoor vergt het veel tijd en ervaring om tot een goede strategie te kunnen komen.

Testmetingen in 1999 gaven niettemin aan dat het meten van stroomsnelheden met de ADCP vanaf de meetbrug mogelijk is en goed werkt. (zie Eindrapport SPD005). Het meten van de waterhoogte in de spuikoker met een ultrasone waterstandsmeter bleek daarentegen niet

.....
Figuur 1.1

Groep 1 van de 3 groepen spuikokers van de Stevinsluizen te Den Oever.



goed te werken. Daarnaast bleken aanvullende metingen (windrichting , – snelheid, verval en zoutgehalte ter plaatse) en het tegelijkertijd meten in meerdere kokers nodig om gemeten weerstandscoefficienten te verklaren.

De ijkmetingen van de spuisluizen van de Afsluitdijk worden uitgevoerd op basis van adviezen van het WL/Delft hydraulics, vastgelegd in werkdocumenten die vernieuwd worden wanneer behaalde meetresultaten daar aanleiding toe geven (laatste versie bij het verschijnen van dit rapport is Pothof en Lubbers, 2001).

Na diverse testmetingen en het automatiseren van de meetbrug, zijn op 31 mei 2001 de ijkmetingen begonnen met het uitgebreid doormeten van de spuiokers van Groep 3 te Den Oever.

Daarnaast zijn aanvullende metingen gedaan om het verloop van het stromingsprofielen naar wanden en bodem van de kokers en het wateroppervlak te bepalen. Hierbij zijn naast de ADCP ook andere stromingsmeters, de EMS en de Nortek Aquadopp, gebruikt. De betrouwbaarheid van deze drie apparaten is onderzocht door de geregistreerde snelheden, gemeten tijdens deze en aanvullende meetsessies, onderling te vergelijken.

In dit rapport zijn de werkwijze en opstelling van alle uitgevoerde metingen beschreven. Ook zijn in dit rapport de verwerking en opslag van de gegevens van de ijkmetingen vastgelegd. De resultaten van de metingen van de randprofielen met ADCP en EMS zijn gegeven. De volgende metingen zijn uitgebreid in zelfstandige rapporten behandeld:

-De metingen met de Nortek Aquadopp: rapport: "Proefmetingen Aquadopp" (Verburgh, 2001)

-Vergelijking EMS en ADCP : "Test EMS en ADCP" (Broersma en Gerritsen, 2001).

In dit rapport worden de resultaten van deze metingen dan ook slechts kort besproken.

De resultaten van de Ijkmetingen in groep 3 tenslotte zullen in een zelfstandig rapport gepresenteerd worden na afronding van de metingen in deze groep in 2002. In dit rapport is vastgelegd welke ijkmetingen gerealiseerd zijn in 2001.

Van alle uitgevoerde aanvullende metingen worden de belangrijkste conclusies gegeven.

.....
Figuur 1.2

Debietmeting in actie. Tijdens het spuien ontstaan meestal flinke staande golven!



2 Werkwijze

2.1 Richtlijnen

Samengevat is door het WL vastgesteld dat de volgende metingen moeten worden gedaan voor het bepalen van de spuicapaciteit van de spuikokers (Pothof en Lubbers, 2001):

1. Debietmetingen

- stroomsnelheid
- waterhoogte in de kokers

Om debieten (Q) te bepalen moeten de stroomsnelheden en waterhoogtes in de kokers bepaald worden. De waterhoogte levert met de vaste dimensies van de spuikokers het hydraulisch oppervlak.

2. Metingen variabelen die het debiet (mogelijk) bepalen

- Waterhoogtes IJsselmeer en Waddenzee (t.o.v. bodem van de kokers).
- Bedrijfsconfiguraties
- Windrichting en -kracht
- Saliniteit spuikom

Het debiet wordt voornamelijk bepaald door de waterstanden op IJsselmeer en Waddenzee. Deze geven namelijk het verval en het beschikbare doorstroom oppervlak.

Bedrijfsconfiguratie en wind zijn mogelijke factoren. Het stromingspatroon in een koker kan namelijk afhankelijk zijn van de status (open, dicht, of op een kier van 50 cm t.b.v. visintrek) van de andere kokers. Met de windinvloed wordt hier niet het indirecte effect op de waterstanden, maar het directe effect op de bovenste waterlaag bedoeld.

Tenslotte bepaalt het zoutgehalte in de spuikom in hoeverre hier een opstuwingseffect optreedt die de afvoer belemmert.

3. Relatie waterstanden nabij spuicomplex en MSW stations

- Waterhoogtes MSW stations in voor- en binnenhaven.

Bij een succesvol verloop van de ijkmetingen kan het spuidebiet van de kokers berekend worden door meting van de variabelen die hierboven onder 2) vermeld staan. Het is de bedoeling de waterstanden te meten met het bestaande Monitoring Systeem Water. Dit landelijke meetnet registreert op 160 locaties waterstanden, o.m. in de voor- en binnenhaven nabij de schutsluizen in Den Oever en Kornwerderzand. Zo mogelijk moet er dus een relatie gelegd worden tussen de waterstanden op het IJsselmeer en Waddenzee nabij de spuisluizen, en de waterstanden in de die gemeten worden door de MSW stations.

De metingen aan de hierboven genoemde variabelen wordt in dit rapport aangeduid als ijkmetingen. Deze ijkmetingen van de spuisluizen van de Afsluitdijk worden gedaan op basis van het ijkprogramma opgesteld door het WL/Delft Hydraulics (tabel 2.1). Met dit programma wordt getracht de spuicapaciteit van de kokers te bepalen bij variaties in verval, IJsselmeerpeil, windrichting en -kracht, en bedrijfsconfiguratie.

Naast dit programma moeten de volgende metingen gedaan worden:

4. Verloop snelheidsprofielen nabij wateroppervlak, kokerwanden en – bodem

Zoals aangegeven in figuur 2.1 worden nabij het wateroppervlak en de wanden en bodem van de kokers geen snelheden gemeten tijdens de debietmetingen. Voor een betrouwbare debietbepaling is het dus nodig het

..... Uitgebreide metingen in groep 3
Tabel 2.1

Geadviseerd ijkprogramma van het WL/Delft Hydraulics (links), vergeleken met de nomenclatuur die bij de metingen wordt gebruikt (rechts).

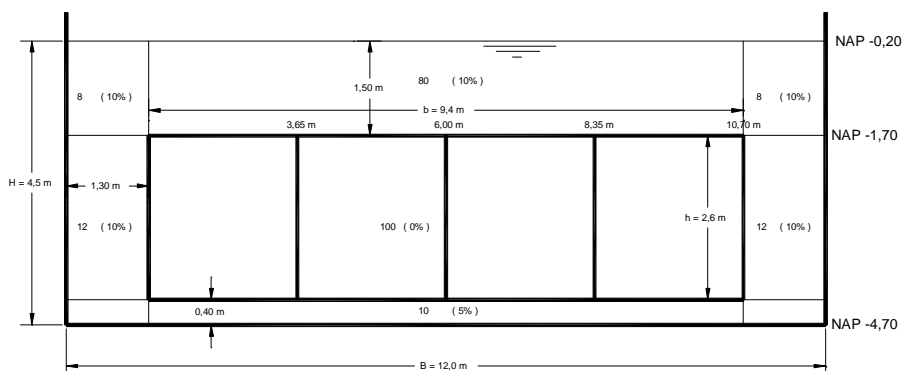
config.	waterpeil	11	12	13	14	15	wind
1	N	O	O	O	O	O	weinig
2	N	O	O	O	O	O	weinig
3	laag	O	O	O	O	O	ZO
4	laag	O	O	O	O	O	NW
5	laag	O	O	O	O	O	-
6	hoog	O	O	O	O	O	ZO
7	hoog	O	O	O	O	O	NW
8	laag	O	O	O	O	O	-
9	laag	O	O	O	O	O	ZO
10	laag	O	O	O	O	O	MW
11	hoog	O	O	O	O	O	ZO
12	hoog	O	O	O	O	O	NW
13	laag	V	O	O	O	V	vrij
14	laag	V	O	O	O	V	vrij
15	laag	O	O	G	O	O	vrij
16	laag	O	G	O	G	O	vrij
17	laag	G	O	O	O	G	vrij
18	hoog	V	O	O	O	V	vrij
19	hoog	V	O	O	O	V	vrij
20	hoog	O	O	G	O	O	vrij
21	hoog	O	G	O	G	O	vrij
22	hoog	G	O	O	O	G	vrij

	meting in koker
O	koker open
V	koker op visintrek (50 cm open)
G	koker gesloten
laag	IJsselmeer op winterpeil
hoog	IJsselmeer op zomerpeil

config.	waterpeil	11	12	13	14	15	wind
3.0	(vanwege moeilijkheden peilbeheersing komen te vervallen)						
3.1	(vanwege moeilijkheden peilbeheersing komen te vervallen)						
3.2	winter	m				m	ZO
3.3	winter	m		m		m	NW
3.4	winter	m		m		m	geen wind
3.12	zomer	m		m		m	ZO
3.13	zomer	m		m		m	NW
3.14	zomer	m		m		m	geen wind
3.7	winter		m	m	m		ZO
3.8	winter		m	m	m		NW
3.17	zomer		m	m	m		ZO
3.18	zomer		m	m	m		NW
3.11	winter		m	m	m		vrij
3.6	winter	m		m		m	vrij
3.9	winter		m		m		vrij
3.5	winter	m		m		m	vrij
3.10	winter		m	m	m		vrij
3.21	zomer		m	m	m		vrij
3.16	zomer	m		m		m	vrij
3.19	zomer		m		m		vrij
3.15	zomer	m		m		m	vrij
3.20	zomer		m	m	m		vrij

m	meting in koker
	koker open
	koker op visitrek (50 cm open)
	koker gesloten
winter	IJsselmeer op winterpeil
zomer	IJsselmeer op zomerpeil

Doorsnede van een spui-koker waarin de bijdragen aan het debiet van het bemeten oppervlak en het niet-bemeten oppervlak (bovenlaag, wanden en bodem,) zijn vermeld. Tussen haakjes is de geschatte fout in het debiet door het niet meten aangegeven.



2.2 Meetopstelling

2.2.1 IJkmetingen

De meetbrug

Over 3 kokers in een groep liggen meetbruggen van 12,5 m lang en 1 m breed met aan weerszijden een reling (figuur 2.2). Aan de onderkant van de brug is een lorrie bevestigd die langs de brug kan worden verreden. Aan de lorrie is een paal bevestigd die met de hand verticaal bewogen kan

.....
Figuur 2.2

Prototype van de drie meetbruggen die rustend op de pijlers over de spuikokers gelegd zijn. In de inzet rechts de meetpaal met bevestigde ADCP en Hydroranger (niet goed zichtbaar).



worden (figuur 2.2). Aan de onderkant van deze paal is een torpedo bevestigd, waarin zich de stroomsnelheidsmeter (ADCP) bevindt (figuur 2.3). Ook de waterstandmeter (Hydroranger) beweegt met de lorrie mee, en steekt ongeveer 1 m stroomopwaarts uit t.o.v. de torpedo (ter hoogte van de meetbrug). Net boven de reling is een plateau aan de lorrie bevestigd, waarop een meetkist met daarin de data inwin apparatuur (figuur 2.4). Aan de oostkant van de brug zit een kast met daarin een elektromotor die de lorrie aandrijft. Deze motor is voorgeprogrammeerd zodat raaien volautomatisch gevaren worden. De lorrie wordt hierbij vanaf het startpunt naar de eerste gewenste positie gereden, blijft de gewenste meettijd stilstaan, en rijdt vervolgens naar het volgende meetpunt. Na de laatste meting wordt de lorrie weer naar het startpunt gereden, en kan de volgende raai gestart worden (zie sectie 2.3.1). Noodstoppen bevinden zich zowel aan de meetkist als bij deze kast.

.....
Figuur 2.3

Torpedo die de ADCP stroomlijnt. In de inzet rechts de 4 transducers die bundels met geluidssignalen uitzenden.



Figuur 2.4
Meetkist met inwinapparaat.



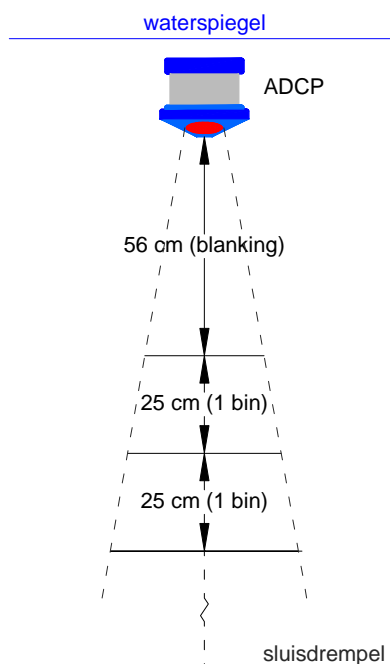
Deze meetopstelling met drie meetbruggen werd geïnstalleerd in spuicomplex 3 en geoptimaliseerd in het eerste kwartaal van 2001. De stroomvoorziening van de meetbruggen in deze periode viel regelmatig uit door verkeerde aardlekschakelaars bij de spanningsverdelers. Ook gaf de elektromotor die de lorrie verplaatst problemen, door verkeerde aarding van de elektromotor. Hierdoor werd de lorrie met verkeerde intervallen naar de verkeerde posities verplaatst. In november waren er problemen veroorzaakt door een montagefout en een kabelbreuk

stroomsnelheden

Stroomsnelheden worden gemeten met behulp van een Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP). De aanvankelijk geleverde ADCP's bleken niet goed te functioneren. In maart 2001 bleken twee ADCP's defecte bundels te hebben. In afwachting van de reparatie zijn daarom twee ADCP's van het Landelijk Instrumenten Bestand geleend. Ook werd een te lichte voeding geleverd. Er is een zwaardere gemaakt:: van 24 V naar 48V voor betere prestaties. In oktober 2001 was een ADCP tijdelijk niet functioneel vanwege een kapotte pitch/roll sensor.

Een nadeel van de ADCP voor de ijkmetingen is het onbemeten bovenste gedeelte van de waterkolom. Door de forse afmetingen van de ADCP moet

Figuur 2.5
Het dieptebereik van de ADCP bij de ijkmetingen en de afstanden waarover snelheden gemiddeld worden ('bins').



hij diep in het water worden gestoken. Omdat de ADCP ook nog een blanking (afstand tussen sensoren en eerste meetpunt) van 43,5 cm heeft ligt het eerste meetpunt ruwweg 1 m onder de waterspiegel!

waterstanden in de koker

In het begin van de ijkmetingen, tot begin augustus, waren er problemen met het meten van waterstanden in de koker d.m.v. de Hydoranger. Bij grotere vervallen (het wateroppervlak wordt dan zeer turbulent) bleek het apparaat de echo van het plateau, waarin de paal met onderaan de torpedo bewogen kan worden, op te vangen.

Het probleem werd verholpen door een filter in het echoprofiel van de Hydoranger te plaatsen. Van bestanden waarin verkeerde waterstanden voorkomen (kkjmmdd.wat) zijn bestanden gemaakt waarin deze spikes zijn verwijderd (kkjmmdds.wat) (zie sectie 2.4).

waterstanden, bedrijfsconfiguraties, windregistratie en zoutmetingen

Naast de debietmetingen op de meetbrug worden de variabelen die het debiet bepalen gemeten. Dit gebeurt in principe automatisch en continue. De MSW stations in de binnen- en voorhaven bij de schutsluizen meten waterstanden d.m.v. een DNM. Meetpalen in Waddenzee (FI-31 te Den Oever; FI-32 te Kornwerderzand) (figuur 2.5) en IJsselmeer (FI-17 te Den Oever; FI-16 te Kornwerderzand) nabij de spuicomplexen registreren waterstanden d.m.v. een Hydoranger, bevatten tevens een temperatuursensor en een zoutmeter. Op deze meetpalen is een bordes gemonteerd met daarop een afsluitbare waterdichte kast. Deze wordt voorzien van elektriciteit ingewonnen door zonnecollectoren, opgeslagen in accu's. In deze kasten zijn de afleesunits van de meetapparatuur, GSM modem, zenders en loggers geïnstalleerd. Tevens staat er op elke meetpaal een lichtopstand, die oplicht zodra het donker wordt.

Windrichting- en snelheid worden gemeten bij de sluistoren door een windmeter van Mirei Meteo, typenummers resp. 508 en 403 (conform KNMI richtlijnen).

De stand van de deuren (open, dicht of op visintrek) geregistreerd met een logsysteem.

.....
Figuur 2.6

Meetpaal FI-31, in de Waddenzee nabij de Stevinsluizen, die waterstanden en zoutgehaltes meet.



Figuur 2.7

Testopstelling met een EMS voor de torpedo.



2.2.2 Overige metingen

Test debietmetingen

Om de meetopstelling te testen, en een indicatie te krijgen van de stromingsprofielen in groep 3, zijn voor aanvang van de ijkmetingen op 2 dagen debietmetingen gedaan in 2 kokers. De meetopstelling is gelijk aan die van de latere ijkmetingen (zoals hierboven beschreven)

Metingen met de EMS

Tijdens een aantal meetsessies zijn snelheden gemeten met een Electro-Magnetic Sensor (EMS). Dit is een puntmeter van geringe omvang, die alleen snelheden in het horizontale vlak, ontbonden in een x en y component (v_x en v_y), meet. Data werden ingewonnen met de logger die ook de waterstanden in de koker wegschrijft.

De EMS was aanvankelijk aan de opstelling toegevoegd om het snelheidsprofiel gemeten met de ADCP aan te vullen met een meting in de bovenste waterlaag. Hiertoe werd de EMS voor de torpedo die de ADCP behuist gehangen (figuur 2.6). De EMS is echter tijdens de ijkmetingen uiteindelijk niet gebruikt.

Wel is de EMS gebruikt om het verloop van de snelheidsprofielen nabij het wateroppervlak en de kokerwanden te bepalen. Hierbij werd de EMS onder de meetpaal zonder torpedo bevestigd.

Bepaling bodemprofiel

Het stromingsprofiel nabij de bodem werd bemeten door de ADCP in de standaard meetopstelling.

Vergelijking van EMS en ADCP

Om het functioneren van EMS en ADCP te evalueren is met beide apparaten en een propellermeter (Ottmolen) als referentiemeter tegelijk in dezelfde spuiukoker gemeten. Deze meetopstelling is beschreven in Broersma en Gerritsen (2001).

Metingen met de Nortek Aquadopp

Evenals de ADCP meet de Nortek Aquadopp een snelheidsprofiel d.m.v. geluidssignalen. Het voordeel van deze stromingsmeter t.o.v. de ADCP is dat het niet bemeten bovenste gedeelte van de waterkolom beduidend kleiner is. Dit komt door de kleinere blanking van de Aquadopp (10 cm) en

de gestroomlijnde vorm, zodat de insteekdiepte kleiner is. Een nadeel van de Aquadopp is de langere meettijd.

De Aquadopp werd in een frame gehangen, die onder de meetpaal werd bevestigd (figuur 2.7). Zoals fig. 2.7 laat zien kan in dit frame een ADCP naast de Aquadopp worden gehangen.

.....
Figuur 2.8

Vergelijkende meting van ADCP (achter) en Nortek Aquadopp (voor) die naast elkaar in een frame werden gehangen.



2.3 Uitvoering

2.3.1 Debietmetingen

Meetstrategie en instellingen ADCP

Een debietmeting van een spuiperiode loopt van opening tot sluiting van de sluisdeuren. Op 5 posities (op 1 en 3 m afstand van beide wanden en in het midden) in de kokers wordt 3 minuten gemeten (de spuikokers zijn 12 m breed). Een meting op een positie wordt een verticaal genoemd. Een meetcyclus van vijf verticalen, van oost naar west gemeten, is een raai. Het getij volgend wordt de ADCP verticaal zo verplaatst dat de bemeeten waterkolom zo groot mogelijk is. Dit wordt in stappen van 25 cm (binhoogte ADCP, zie onder) gedaan.

De ADCP Workhorse Monitor (1200 kHz) is geplaatst met bundels 3 en 4 parallel aan, en bundels 1 en 2 dwars op, de hoofdstroomrichting. De snelheden gemeten met de ADCP kunnen ontbonden worden in een orthogonaal assenstelsel. In deze configuratie is de y-component van de stroming (v_y) parallel aan de kokerwanden, die met het hydraulisch oppervlak het debiet oplevert. v_y en v_x zijn afwijkingen van de hoofdstroomrichting in respectievelijk het horizontale en verticale vlak. De ADCP meet het stromingsprofiel in bins (segmenten) van 25 cm, de blanking (afstand van transducers tot eerste bin) van de ADCP is bij deze binsize 43,5 cm. Het gemeten stromingsprofiel bestaat dus uit snelheden gemiddeld over 25 cm en de bijbehorende diepte, het midden van de bin. Het gemeten profiel begint 56 cm (blanking + halve binsize) onder de transducers. Nabij de bodem en wanden van de kokers kunnen geen correcte snelheden gemeten worden door verstoringen van de echo. Voor elke bin worden 100 pings (metingen) per 10 seconden gemiddeld en

weggeschreven in ensembles. Deze gegevens zijn vastgelegd in een configuratie file (R25n).

Evenals de stroomsnelheid worden alle waterstanden (in koker, voor- en binnenhaven, op IJsselmeer en Waddenzee) per 10 seconden geregistreerd. Windgegevens worden elke 10 minuten geregistreerd. De stand van de deuren wordt geregistreerd rond de tijd dat de deuren in beweging zijn.

Aandachtspunten voor de uitvoering

Op potentiële meetdagen valt laag water tussen 10.00 en 16.00 (15.00 rond december). Ten eerste moet (zo mogelijk) worden bepaald welke meting van het ijkprogramma wordt uitgevoerd. In overleg met het sluispersoneel kan een verzoek voor een bepaalde bedrijfsconfiguratie ingediend worden. Dit is zomers normaliter geen probleem, er moet echter in deze periode wel met onderhoud aan de deuren rekening gehouden worden. In de winter is het op verzoek gesloten houden van deuren problematisch omdat vaak de volledige spuicapaciteit nodig is. Het is belangrijk om wind afhankelijke metingen zodra mogelijk uit te voeren. De aanvang van de spuiperiode is moeilijk te voorspellen vanwege de windinvloed. Het volstaat meestal echter om 3,5 uur voor astronomisch laag water aanwezig te zijn. De opstelling wordt vervolgens in ca. 20 minuten opgebouwd. Het benodigde materiaal bevindt zich in de containers bij elke brug (evenals een koffiezet apparaat en verwarming!). De deuren worden geopend bij een door drukmeters in de schutsluis geregistreerd verval van 10 cm. In de containers kunnen ook waterstanden worden afgelezen, echter deze zijn afkomstig van de FI palen en kunnen enigszins afwijken.

Na opening van de deuren kan elke 26 minuten een nieuwe raai gestart worden. De stappenmotor is voorgeprogrammeerd om op de gewenste posities te blijven staan en terug te rijden. Grootste aandachtspunt is dat de torpedo zo ondiep mogelijk in het water is gestoken, zonder dat de ADCP droogvalt of luchtbellen trekt. Vanwege laatstgenoemd effect zal de ADCP bij hogere snelheden dieper in het water moeten worden gestoken. Gedurende de meting worden de begintijden van de raai, insteekdiepte van de ADCP en eventuele bijzonderheden genoteerd op het veldformulier. Na sluiting van de deuren worden de data uitgelezen en de meetopstelling afgebroken.

Zoals eerder vermeld worden metingen aan factoren die het debiet bepalen automatisch ingewonnen, wat goed verloopt. Dit geldt vooralsnog echter niet voor de waterstands- en zoutmetingen met de FI palen vanwege de stroomvoorziening. Het voltage van de accu's van de FI palen wordt geregistreerd in de files waarin ook de waterstanden staan. Het is dus zaak deze files regelmatig te checken. Indien de accu's leeg dreigen te raken dienen deze te worden vervangen door volle accu's. Dit kan met de boot van de dienstkring. Tevens kan gecheckt worden of er nieuwe vuilniszakken moeten worden opgehangen om vogels te verjagen die de zonnecellen bevuilden.

2.3.2 Overige metingen

Test debietmetingen

De test debietmetingen zijn in principe op dezelfde wijze uitgevoerd als de ijkmetingen beschreven in sectie 2.3.1, met enkele wijzigingen in de instellingen (zie bijlage 1: meettijd en aantal verticalen).

Verloop snelheidsprofiel in bovenlaag naar kokerwand toe

Het verloop van het snelheidsprofiel naar de wand in de bovenlaag is gemeten met een EMS. De profielen zijn verticaal en horizontaal opgenomen. Bij de verticale profielen is gemeten in ruwweg de bovenste 2 m waterkolom, op verschillende afstanden tot de kokerwand (bijlage 1). Daarnaast zijn 'horizontalen' opgenomen, nabij het wateroppervlak. In tegenstelling tot de ADCP meet de EMS geen profiel, maar slechts op een punt. De geconstrueerde snelheidsprofielen zijn derhalve diachroon. Telkens werd op één diepte gemeten, waarna de EMS naar het volgende meetpunt van het profiel werd verplaatst.

Verloop snelheidsprofiel nabij de bodem

Het snelheidsverloop nabij de bodem werd gemeten door een ADCP (met een kleinere binsize, zie bijlage 1) diep in het water te steken.

Fitten van het snelheidsprofiel in de bovenlaag en het ADCP profiel

Een meet sessie met één ADCP en twee EMS'en in verschillende koker werd uitgevoerd om te bepalen hoe de snelheden in de bovenste waterlaag zich verhouden met het onderliggende profiel, dat bij een debietmeting met de ADCP wordt gemeten.

De meting met de ADCP vond plaats als een debietmeting (sectie 2.3.1), met een iets langere meet tijd (bijlage 1). Simultaan werd in de twee overige kokers met EMS'en gemeten. De verticalen gemeten met de EMS'en bestaan uit snelheden gemeten op 6 dieptes, en zijn wederom diachroon (zie boven).

Vergelijking EMS en ADCP; metingen met de Nortek Aquadopp

De condities en instellingen van een directe vergelijking tussen EMS en ADCP zijn beschreven in Broersma en Gerritsen (2001), van de metingen met ADCP en Aquadopp in Proefmetingen Aquadopp (Verburgh, 2001).

2.4 Gegevensverwerking en -opslag debietmetingen

Een schematisch overzicht van de gegevensstromen is gegeven in figuur 2.8. Symbolen voor de benaming van diverse files en mappen zijn:

kk: kokernummer

(jj)jj: jaar

mm: maand

MMM: maand (eerste 3 letters)

ww: week

dd: dag

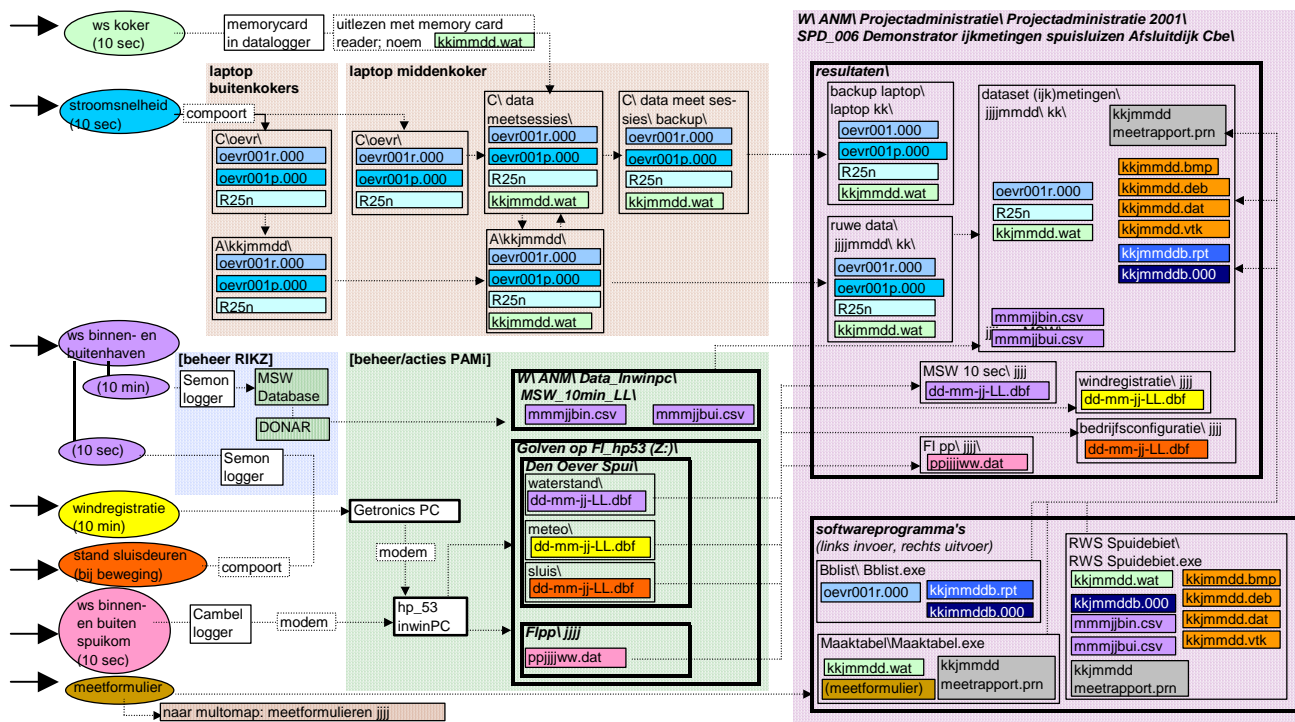
LL: locatie

pp: nummer van FI paal

g: groep

Figuur 2.9

Inwin- en verwerkingsdiagram voor de data van de ijkmetingen (ws= waterstand).



2.4.1 Gegevens inwinning

ADCP

Stroomsnelheden worden tijdens het meten direct weggeschreven naar een laptop. Er wordt een ruwe en een processed data file aangemaakt in de directory C:\Oevr, respectievelijk onder de namen oevr00nr.000 en oevr00np.000, [n is 1 als er niet al een file met deze naam is, anders 2 etc.] De configuratie file voor de ADCP, R25n, staat ook in deze directory.

Hydroranger in koker

Waterstanden, gemeten in de koker, worden via een datalogger weggeschreven naar een memorycard (MC).

FI palen, MSW stations, wind- en deurregistratie

Registratie van de stand van de kokerdeuren worden via een compoort opgeslagen op de Getronics PC in de sluisstoren. Alle overige gegevens (waterstanden, temperatuur, zoutgehaltes van FI 17 en FI 31; waterstanden MSW stations; windgegevens) worden naar een datalogger weggeschreven. De data van de logger wordt dagelijks ingewonnen.

De dataloggers van de FI palen en de MSW stations worden evenals de logger van de waterstanden in de koker en de laptop die op de ADCP is aangesloten, gesynchroniseerd met atoomtijd.

2.4.2 Dataverwerking op de meetbrug

Voor de buiten kokers worden oevr00nr.00n, oevr00np.00 n en R25n files gekopieerd en op diskette gezet. Op de diskettes wordt kkjmmdd geschreven. Deze diskettes worden op de laptop van de midden koker gekopieerd naar C\Data meetsessies\kkjmmdd\ (in de midden koker gebeurt hetzelfde, zonder dat een diskette nodig is).

De MC's met waterstandsgegevens worden in de midden koker uitgelezen met een MC reader. De file met waterstanden in de koker krijgen de naam kkjmmdd.wat, en worden toegevoegd aan C\Data meetsessies\kkjmmdd\. Deze *.wat files worden toegevoegd aan de diskettes, de data van de midden koker worden eveneens op diskette gezet. De gegevens op de laptop worden verplaatst naar C\Data meetsessies\back-up\kkjmmdd\.

De (3) diskettes met gegevens worden tenslotte samen met de (3) meetformulieren naar kantoor meegenomen.

2.4.3 Aanlevering data door PAM-i

De MSW stations meten elke 10 sec de waterstand ter plekke. Deze data worden over 10 minuten gemiddeld en door het RIKZ via de MSW database op DONAR geplaatst. De data worden dan door PAM-i als MMMjbin.csv (binnenhaven) en MMMjbui.csv (buitenhaven) op de W-schijf van PAM gezet.

De afzonderlijke 10 sec waterstanden van de MSW stations, de windregistratie en deurenregistratie worden opgeslagen op de Getronics PC in de sluistoren als dd-mm-jj-LL.dbf files. De data van deze PC worden vervolgens met een modem op de data inwin PC van PAM-i opgeslagen. De 10 seconden waterstanden van de FI palen worden via een modem direct van de logger op de data inwin pc gezet in file ppjjjww.dat. Behalve de 10 minuten gemiddelde MSW waterstanden worden alle data door PAM-i op de Z schijf onder Golven op FI_hp53 geplaatst

2.4.4 Verwerking

Alle data worden opgeslagen op het netwerk van de meet- en informatiedienst (PAM) van de directie IJsselmeergebied onder SPD006\resultaten. De diskettes met data afkomstig van de meetbrug worden onder ruwe data\ groep g\ jjjmmdd\koker kk geplaatst.

Vervolgens worden 3 software programma's gebruikt om data om te zetten/aan te maken. Dit wordt op de lokale schijf (C\ of D\) uitgevoerd (niet aangegeven in fig. 2.8). De benodigde programma's , bblist.exe, maaktabel.exe en RWS Spuidebiet.exe worden gekopieerd vanuit SPD\softwareprogramma's. De benodigde data zijn de map jjjmmdd, die wordt gekopieerd vanuit SPD\resultaten\ruwe data\ groep kk, en de 10 minuten gemiddelde waterstanden van de MSW stations, die wordt gekopieerd vanuit W\Anm\ Data_Inwinpc\ MSW-10min_LL.

Omzetten stroomsnelheden

- Inlezen in Bblist.exe: oevrnnn.00n
deze wordt omgezet met de format file 1_2_3_4.FMT.
- Uitvoer : [noem] kkjmmddb.000.
kkjmmddb.rpt

In de ASCII file *b.000 staan de snelheden in de richting van de bundels (1 en 2 loodrecht op de kokerwand, (x-richting); 3 en 4 parallel aan de

kokerwand (y-richting), de y-richting worden gebruikt voor de debieten berekening).

De *.rpt file is een header met informatie over de instellingen van de ADCP.

Aanmaken meetrapport

Aan de hand van het meetformulier dat op de brug wordt ingevuld wordt een meetrapport aangemaakt.

- Inlezen in maaktabel.exe: kkjmmdd.wat

Vervolgens worden openings- en sluitingstijden ingevoerd, waarna voor elke verticaal de tijd waarop gemeten is en de insteekdiepte van de ADCP worden ingevoerd.

- Uitvoer: kkjmmdd meetrapport.prn

Het aangemaakte rapport wordt in textpad.exe geopend, de correcties voor de ADCP en Hydroranger, en de diepte van de bodem per verticaal worden ingevuld. Tenslotte worden onder aan het meetrapport onder "opmerkingen" de bedrijfsconfiguraties van de locatie (Den Oever of Kornwerderzand) en de winddata geplaatst.

Berekening weerstandscoefficienten met RWS Spuidebiet

- Inlezen in RWS Spuidebiet.exe: kkjmmdd.wat
kkjmmddb.000
kkjmmdd meetrapport.prn
MMMjbin.csv
MMMjibui.csv

De file wordt opgeslagen als kkjmmdd.

- Uitvoer :
kkjmmdd.vtk (verticalen bestand)
kkjmmdd.deb (debieten bestand)
kkjmmdd.dat (data bestand)
kkjmmdd.bmp (bitmap)

Het verticalen bestand bevat het debiet, verval, waterstand en snelheid per bin, voor alle verticalen.

Het debietenbestand bevat per 10 minuten (gelijklopend met de 10 min waarden van de MSW stations) : debieten voor de posities van de verticalen, waterstanden van de MSW stations en in de koker, verval, totale debieten en weerstands coëfficiënten.

Het data bestand bevat alleen gemeten debieten per verticaal.

De bitmap tenslotte bevat een grafiek met debieten per positie van de verticalen en het verval gebaseerd op data van de debieten file.

In 2001 werd versie x.89 vervangen door versie x.90 van RWS Spuidebiet. In versie x.89 werden nml. waarden van de onderste bin onterecht afgekeurd. Vervolgens werd v.91 ontwikkeld die gebruikersvriendelijker is, de aangemaakte files werden direct in de juiste map gemaakt, en de naam kkjmmdd werd automatisch aangeboden. Tenslotte is x.92WT voor wintertijd aangepast, en wordt x.91ZT voor zomertijd gebruikt.

RWS Spuidebiet biedt de ruimte om het ontbreken van data van een verticaal te ondervangen. Door meerdere oorzaken kan dit nodig zijn. Het te ondiep insteken van de meetpaal doet de ADCP droogvallen, er worden dus geen snelheden gemeten. Hetzelfde gebeurt wanneer het water te veel lucht bevat. Door het per ongeluk indrukken van de noodstop, of een defect van de stappenmotor, kan een verticaal gemist worden. Ook kan de ADCP uitvallen, dit betekent meestal echter het einde van de meting. In al deze gevallen worden de tijd waarop de verticaal zou worden bemeten wel

ingevuld in het meetrapport, en alle benodigde files in RWS Spuidebiet ingelezen. De uitvoer wordt opgeslagen als kkjmmddruw.*. Vervolgens worden de niet bemeten verticalen verwijderd uit de verticaal file in textpad.exe. De gewijzigde vtk file wordt opgeslagen als kkjmmddbew.vtk (bewerkt). Tenslotte wordt deze file ingelezen in RWS Spuidebiet. De ontbrekende verticalen worden berekend (door interpolatie tussen de voorafgaande en volgende verticalen), de uitvoer wordt opgeslagen als kkjmmdddef.* (definitief).

2.4.5 Data opslag

Alle relevante data van het SPD project die door PAM gemeten en verwerkt zijn worden opgeslagen onder:

W\ANM\Projectadministratie\ Projectadministratie 2001\SPD_006
Demonstrator ijkmetingen spuisluizen Afsluitdijk Cbe\resultaten.

De map ruwe data blijft na plaatsing onaangetast. Daarnaast worden periodiek de back-up data op de laptop naar de map backup laptop verplaatst. Zo is er altijd een extra, onafhankelijke route waarlangs data worden overgeheveld.

De kopie van de ruwe data map inclusief de aangemaakte files wordt vanuit de lokale schijf naar dataset (ijk)metingen\groep g\jjjmmdd\koker kk verplaatst. Ook de 10 minuten gemiddelde MSW waterstanden worden hieronder geplaatst onder groep g\jjjmmddMSW.

De 10 seconden waterstanden van de MSW stations en FI palen, de windgegevens en de deuren registratie worden respectievelijk opgeslagen onder MSW 10 sec\jjjj, FL pp\jjjj, windregistratie\jjjj en bedrijfsconfiguratie\jjjj.

2.5 Realisatie

2.5.1 Planning en uitvoering debietmetingen

Hier wordt verder een andere nummering voor het ijkprogramma gehanteerd bij de uit te voeren/uitgevoerde metingen dan die van het WL die praktischer werkt bij de planning. Op basis van seizoen en ligging van de meetbruggen zijn vier blokken onderscheiden die in tabel 2.1 (vergelijking met nummering WL) en tabel 2.2 verschillende kleuren hebben. De nummering van de metingen bestaat uit het groepsnummer gevolgd door een nummering op basis van de vier blokken en vervolgens de bedrijfsconfiguratie.

In 2001 is begonnen met het uitgebreid doormeten van Groep 3 als eerste onderdeel van het ijkprogramma. De uitgevoerde metingen zijn gegeven in tabel 2.2 Er zijn 38 metingen uitgevoerd. Door omstandigheden (uitval apparatuur, wind, onderhoud kokers) vallen 14 metingen buiten het ijkprogramma. Deze zijn aangegeven met het groepsnummer gevolgd door een letter (gebaseerd op chronologisch voorkomen).

Een meetkalender van 2001 met de dagen waarop gemeten is en uitgevallen dagen (met reden van uitval) zijn gegeven in tabel 2.3. Door diverse omstandigheden zijn er in november en december weinig metingen verricht.

Tabel 2.2

Metingen uitgevoerd in het kader van het
ijkprogramma geadviseerd door het
WL/Delft Hydraulics, windrichting en –
kracht zijn aangegeven.

config.	waterpeil	k I	k II	k III	k IV	k V	windrichting	gemeten (windkracht en richting)		
		1,6,11,16,21	2,7,12,17,22	3,8,13,18,23	4,9,14,19,24	5,10,15,20,25				
groep 3 - (uitgebreid ijkprogramma)										
3.1	normaal	m		m		m	geen wind			
3.2	(wt)	m		m		m	ZO			
3.3	(wt)	m		m		m	NW	W 3-4	N 2-3	
3.4	(wt)	m		m		m	geen wind			
3.5	(wt)	m		m		m	vrj	ZW 6		
3.6	(wt)	m		m		m	vrj			
(3.D)	(wt)	m		m		m	N-O; Z-W	NO 2-6	ZW/W 3-4	NNO 2-3
(3.E)	(wt)	m		m				ZO 3-4		
(3.F)	(wt)			m				W 4-5		
3.7	(wt)		m	m	m		ZO			
3.8	(wt)		m	m	m		NW			
3.9	(wt)		m	m	m		vrj			
3.10	(wt)		m	m	m		vrj			
3.11	(wt)		m	m	m		vrj			
3.12	zomer	m		m		m	ZO	O 2-3	-	-
3.13	zomer	m		m		m	NW	NW 3-5	W 2-4	-
3.14	zomer	m		m		m	geen wind	NNW 1-2	VAR 1-2	-
3.15	zomer	m		m		m	vrj	WZW 3-4	ZW 6	-
3.16	zomer	m		m		m	vrj	ZO 3	O/ZO 1-3	-
(3.C)	zomer	m		m		m	N-O; Z-W	ZW 2-3	WZW 3-6	WZW 3-4
3.17	zomer		m	m	m		ZO	O 3	-	-
3.18	zomer		m	m	m		NW	WNW 2-3	NNW 5	W 2-3
3.19	zomer		m	m	m		vrj	W 3-5	N/NW 3	O/OZO 4-5
3.20	zomer		m	m	m		vrj	ZZW 2-4	VAR 0-3	-
3.21	zomer		m	m	m		vrj	NW 2-3	OZO 2-5	OZO 4-5
(3.A)	zomer		m	m	m			WNW 2-5	W 3-4	WZW 3-5
(3.B)	zomer		m	m	m			NNW 4-5	VAR 2-3	ZW 5

Tabel 2.3

Meetkalender van 2001.

datum	LW	sessie	sessie	kkr	config.	wind	opm.
31-05-01	10.06	1	1	12,14	3.A	WNW 2-5	
1-06-01	11.15	1	2	12,14	3.A	W 3-4	
5-06-01	15.49	1	3	12,14	3.A	WZW 3-5	
18-06-01	12.45	2	4	12,14	3.B	NNW 4-5	
19-06-01	13.55	2	5	12,14	3.B	VAR 2-3	
20-06-01	15.06	2	6	12,14	3.B	ZW 5	
2-07-01	13.16	3	7	12,13,14	3.21	NW 2-3	
3-07-01	14.26	3	8	12,13,14	3.21	OZO 2-5	
4-07-01	15.26	3	9	12,13,14	3.21	OZO 4-5	
16-07-01	10.45	4	10	12,13,14	3.18	WNW 2-3	
17-07-01	11.54	4	11	12,13,14	3.17	O 3	
18-07-01	13.20	4	12	12,13,14	3.20	ZZW 2-4	
19-07-01	14.35	4	13	12,13,14	3.20	VAR 0-3	
20-07-01	15.46	4	14	12,13,14	3.18	NNW 5	
30-07-01	11.26	5	15	12,13,14	3.18	W 2-3	
31-07-01	12.35	5	16	12,13,14	3.19	W 3-5	
1-08-01	14.06	5	17	12,13,14	3.19	N/NW 3	
2-08-01	15.06	5	18	12,13,14	3.19	O 4-5	
14-08-01	10.17	6	19	11,13,15	3.C	ZW 2-3	
15-08-01	11.25	6	20	11,13,15	3.16	ZO-3	
16-08-01	12.56	6	21	11,13,15	3.C	WZW 3-6	
17-08-01	14.16	6	22	11,13,15	3.15	WZW 3-4	
28-08-01	10.35	7	23	11,13,15	3.13	NW 3-5	
29-08-01	11.54	7	24	11,13,15	3.12	O 2-3	
30-08-01	13.25	7	25	11,13,15	3.16	O/ZZO 1-3	
31-08-01	14.40	7	26	11,13,15	3.14	N/NW 1-2	
12-09-01	09.46			13			testmeting Aquadopp
13-09-01	11.00	8	27	11,13,15	3.13	W 2-4	debitmetino + Aquadopp in 15

datum	LW	sessie	sessie	kkr	config.	wind
14-sep	11.36	8		15		NW 3-5
17-sep	16.16	8		15		NW 5-6
27-sep	11.26	9	28	11,13,15	3.14	VAR 1-2
28-sep	12.56	9	29	11,13,15	3.C	WZW 3-4
1-okt	15.46	9	30	11,13,15	3.15	ZW-6
12-okt	10.50	10		11,13,15	X	
15-okt	14.56	10	31	11,13,15	3.E	ZO 3-4
16-okt	15.56	10		11,13,15	X	
26-okt	10.25	11		11,13,15	X	
29-okt	13.16	11	32	11,13,15	3.F	W 4-5
30-okt	14.00	11	33	11,13,15	3.5	ZW-6
31-okt	14.46	11		11,13,15	X	
12-nov	12.27	12	34	11,13,15	3.3	W 3-4
13-nov	13.31	12		11,13,15	X	
14-nov	14.26	12	35	11,13,15	(3.D)	NO 2-6
15-nov	15.12	12	36	11,13,15	(3.D)	W/ZW 3-4
16-nov	15.56	12		11,13,15	X	
26-nov	11.20	13		11,13,15	X	
27-nov	12.26	13		11,13,15	X	
28-nov	13.16	13		11,13,15	X	
29-nov	14.06	13		11,13,15	X	
30-nov	14.51	13		11,13,15	X	
10-dec	10.46	14		11,13,15	X	
11-dec	11.56	14	37	11,13,15	3.3	N 2-3
12-dec	12.56	14	38	11,13,15	3.D	NNO 2-3
13-dec	13.59	14		11,13,15	X	
14-dec	14.46	14		11,13,15	X	

2.5.2 Overige ijkgegevens

10 minuten gemiddelde waterstanden MSW stations

Deze gegevens zijn voor geheel 2001 beschikbaar

10 sec gemiddelde waterstanden MSW palen

Deze gegevens zijn beschikbaar vanaf 3/12/01 (tabel 2.4).

1 min en 10 sec gemiddelde waterstanden FI palen

De waterstanden van de FI meetpalen werden ruwweg van eind april tot september over 1 minuut gemiddeld geregistreerd, waarna werd overgegaan op registratie van de afzonderlijke 10 seconden waarden (tabel 2.4). Van medio september tot medio oktober zijn voor de FI-31 weer 1 minuut gemiddelden geregistreerd. De datafiles bevatten echter geen continue registratie van de waterstanden. Wegens een tekort aan zonlicht waren de accu's van de palen vaak leeg. In bijlage 2 is te zien wanneer de palen operationeel zijn geweest. In november zijn van de FI-17 vrijwel geen data beschikbaar, dit geldt voor de FI-31 voor december.

Windgegevens

Windgegevens zijn van 17 april tot 3 december geregistreerd.

Deurenregistratie (bedrijfsconfiguratie)

De stand van de sluisdeuren zijn geregistreerd van 20 april tot 31 december, m.u.v. de periode van 16 juni tot 9 juli wegens een defect in de sensor. De stand van de deuren voor deze periode is achterhaald m.b.v. de administratie op de sluistoren.

.....

Tabel 2.4

Beschikbaarheid 10 seconden of 1 minuut gemiddelde waterstanden voor IJsselmeer en Waddenzee nabij de Stevinsluizen (fl 17 en fl31, resp.) en in de voor- en binnenhaven (MSW stations).

jaar	freq.	bestand			dag		datum	
		fl 17	fl 31	MSW	julian day		begin	eind
2001	10 sec	17200136			258	264	14-sep	20-sep
		17200137			264	271	20-sep	27-sep
		17200138			271	279	27-sep	5-okt
		17200139			279	286	5-okt	12-okt
		17200140			286	300	12-okt	26-okt
		17200142			300	301	26-okt	27-okt
		17200144			316	318	11-nov	13-nov
		17200149			333	356	28-nov	21-dec
			31200134		244	251	31-aug	7-sep
			310031		252	256	8-sep	12-sep
			31200140		286	300	12-okt	26-okt
			31200142		300	306	26-okt	1-nov
			31200143		307	314	2-nov	9-nov
			31200144		314	229	9-nov	16-aug
			31200145		324	328	19-nov	23-nov
			31200146		328	335	23-nov	30-nov
			31200147		335	337	30-nov	2-dec
				dd-mm-jj-n_DO	354	365	20-dec	31-dec
	1 min	17200112 t/m 17200126			84	195	24-mrt	13-jul
		17200127 t/m 17200134			199	249	17-jul	5-sep
			31200115 t/m 31200117		112	131	21-apr	10-mei
			31200119 t/m 31200126		133	195	12-mei	13-jul
			31200127 t/m 31200130		199	223	17-jul	10-aug
			31200133a		237	242	24-aug	29-aug
			31200136 t/m 31200139		258	286	14-sep	12-okt

3 Resultaten

3.1 Test debietmeting in 2 kokers

Op 5 en 6 april zijn de snelheden in kokers 12 en 14 gemeten met een ADCP. In tabel 3.1 zijn de verschillen tussen beide kokers op 5 april (voor 5 bins) en 6 april (voor 4 bins) aangegeven. De verhouding van stroomsnelheden in kokers 12 en 14 blijkt te verschillen op de twee meetdagen. Op 5 april stroomt koker 14 gemiddeld over 5 bins 1% harder dan koker 12 (incl. bin 13), op 6 april is dit 3,6 %. Op 5 april is het verschil in verhoudingen naar de diepte toe groter (2,3 %, voor de eerste 4 bins) dan op 6 april (0,71 %).

Tabel 3.1

Spreiding in snelheden in kokers 12-14 gemeten met EMS of ADCP op 3 mei.

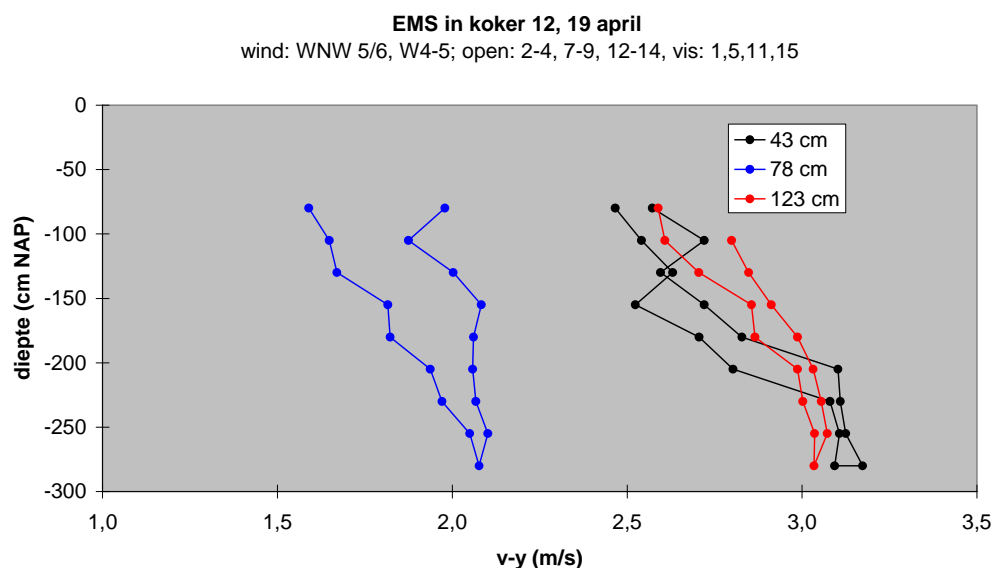
	5 april				6 april			
	V_{\max} kkr 12	v_{14}/v_{12}	R^2	$(v_{12}-v_{14})/v_{12}$	V_{\max} kkr 12	v_{14}/v_{12}	R^2	$(v_{12}-v_{14})/v_{12}$
bin 01	3,12	0,99	0,99	0,78%	3,38	0,96	0,99	3,26%
bin 04	3,11	0,99	0,99	-0,23%	3,39	0,96	0,99	3,49%
bin 07	3,11	1,00	0,98	-1,52%	3,37	0,96	0,99	3,72%
bin 10	2,97	0,99	0,96	0,60%	3,08	0,95	0,98	3,97%
bin 13	2,38	1,00	0,91	-4,58%	-	-	-	-

3.2 Verloop verticaal snelheidsprofiel in bovenlaag naar kokerwand toe

In koker 12 werden op 3 posities, 43, 78 en 123 cm van de wand, met een EMS snelheidsprofielen van ca. 2 m diep gemeten (figuur 3.1). Op deze drie posities neemt de snelheid naar het oppervlak af, voornamelijk in de bovenste 125 cm van de waterkolom. Deze afname blijkt het grootst (ca

Figuur 3.1

Snelheidsprofielen in de bovenste 2 meter waterkolom op verschillende afstanden van de wand. Koker 12, gemeten met EMS, snelheden zijn gemiddeld over 30 seconden.



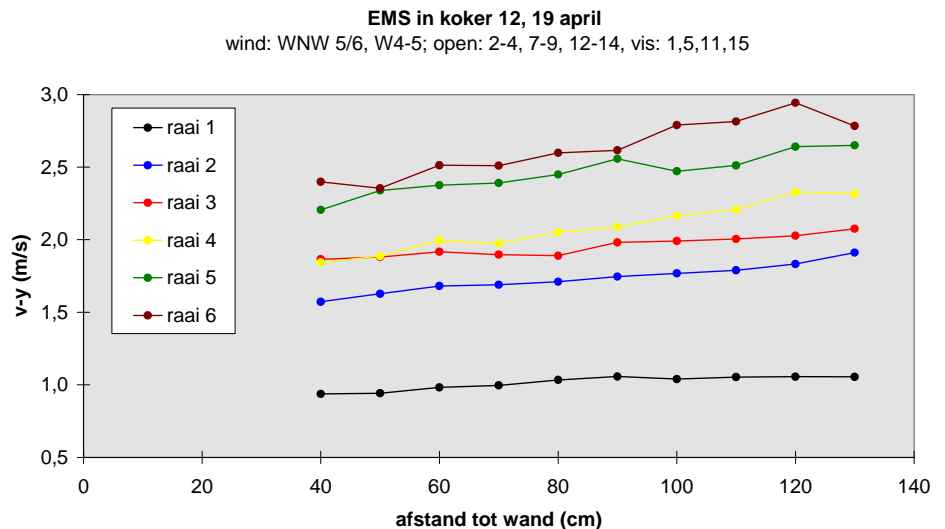
7% in de bovenste meter) op de positie het dichtst bij de wand (43 cm).

3.3 Verloop horizontaal snelheidsprofiel in bovenlaag naar kokerwand

Om het snelheidsverloop horizontaal naar de wand toe voor de bovenste waterlaag te bepalen werden 6 raaien bemeten in koker 12 van 40 tot 130 cm van de wand, met een EMS. De snelheid neemt steeds toe van de wand af (figuur 3.2), echter de raaien werden ook aan de wand begonnen, er is dus in ieder geval gedeeltelijk sprake van een schijnbare toename naar het midden toe, veroorzaakt door een toename van het verval.

Figuur 3.2

Snelheidsprofielen van 40 tot 130 cm van de wand voor 6 raaien. Koker 12, gemeten met EMS, snelheden zijn gemiddeld over 30 seconden.



3.4 Snelheidsverloop in de onderste waterlaag

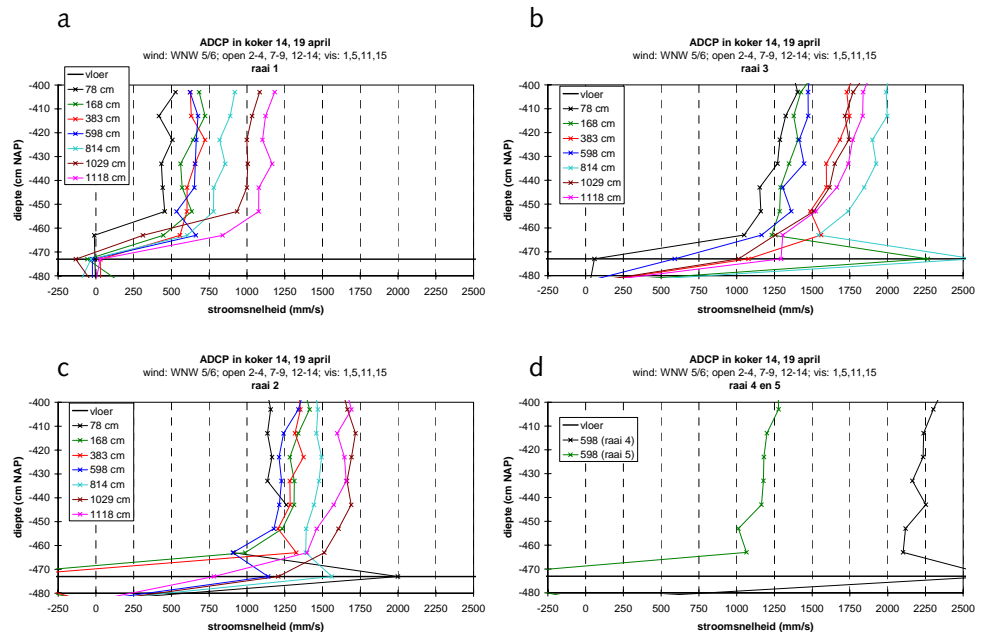
Om het snelheidsverloop naar de bodem toe te bepalen werden met een ADCP 10 cm bins bemeten in de onderste 2 meter van de waterkolom, in koker 14. De metingen werden verricht in drie raaien van 7 verticalen (afstand tot oostwanden gegeven in figuur 3.3 a-c), gevolgd door metingen gedurende langere tijd in het midden van de koker (raai 4 en 5 in figuur 3.3d).

De snelheidsprofielen nemen over het algemeen vanaf het hoogste meetpunt naar beneden toe af. De kromming wordt logischerwijs sterker naarmate de stroomsnelheid toeneemt (van raai 1 naar 3).

De kromming is het sterkst aan de westkant van de koker (punten 1029 en 1118), bij stroomsnelheden van ca. 500 tot 1750 mm/s (tot 20 cm boven de bodem) (raaien 1 en 2). De stroomsnelheid en dus de kromming neemt logischerwijs toe van oost naar west omdat van oost naar west gemeten is, en het verval toeneemt. De kromming aan de westkant van de koker in raai 1 is echter sterker dan die aan de oostkant in raai 2. In raai 3, bij stroomsnelheden van 1000 tot 2000 mm/s lopen de profielen ruwweg parallel. Alleen in de eerste raai bleek het mogelijk goede snelheden te meten in de onderste bin, bij hogere snelheden is de stroming mogelijk te turbulent.

Figuur 3.3

Snelheidsprofielen in de onderste meter waterkolom van koker 14 gemeten in bins van 10 cm met ADCP. (a-c). raai 1-3, 1 minuut op 7 posities ; (d) raai 4 en 5, resp. 31 en 44 minuten gemeten in het midden van de koker.



3.5 Fitten van het snelheidsprofiel in de bovenlaag en het ADCP profiel

Op 3 mei 2001 werden metingen verricht om de snelheden gemeten met EMS en ADCP te vergelijken, waarbij tegelijkertijd kennis over de stromingsprofielen in de spuiokers kon worden opgedaan. Omdat de twee snelheidsmeters niet tegelijk in een koker konden worden gehangen, werden EMS'en in kokers 12 en 13, en een ADCP in koker 14 gehangen. De stroomsnelheden in de kokers zijn echter niet gelijk (afhankelijk van de bedrijfsconfiguratie, wind, positie koker in de groep, etc, zie 3.1). Gemeten snelheden zullen dus niet in absolute zin uitsluitel geven over het functioneren van de EMS.

Terwijl de ADCP een verticaal in één keer meet, moest de EMS, omdat het een puntmeter is, steeds langs de verticaal worden verplaatst. Voor de ADCP konden gemiddelde snelheden worden genomen (meetijd 3:50 min), de meetijd van de EMS (30 sec per punt) was hier te kort voor. Derhalve zijn per hoogte alle drie 10 seconden waarnemingen van de EMS gegeven. Er werden 5 raaien op drie posities, 43 cm van oostwand (O), 43 cm van de westwand (W) en in het midden van de koker (M), bemeaten, gevolgd door nog vier metingen op positie M(6a-d).

3.5.1 Hoofd- en secundaire stromingsprofielen

Van de metingen uitgevoerd op 3 mei 2001 zijn in bijlage 3a de horizontale componenten van de snelheidsprofielen als volgt weergegeven:

EMS v_x en v_y :per diepte 3 waarnemingen over 10 sec

ADCP v_x en v_y :per diepte 23 waarnemingen over 10 sec

ADCP v_y :gemiddelde per diepte over deze 23 waarnemingen

(v_x = secundaire stroming, loodrecht op kokerwanden; v_y = hoofdstroming, parallel aan de kokerwanden)

Voor alle metingen geldt voor v_y : 12>13>14. Per positie kunnen de snelheidsprofielen als volgt worden samengevat :

➤ **Oost**

Het snelheidsprofiel van koker 14 laat een maximum zien rond -2,5 m NAP, ruwweg in het midden van de waterkolom, bijvoorbeeld in verticaal O4 (figuur 3.4a). Voor zover bemeten is het snelheidsverloop naar de diepte in kokers 12 en 13 hetzelfde. De x-component van de snelheid in koker 14 is over het algemeen het sterkst tussen ca 3 en 4,5 m -NAP; naar boven toe wordt ze kleiner en verandert 180° van richting .

➤ **Midden**

De snelheidsprofielen in het midden van koker 14 laten slechts een lichte afname van het midden naar boven toe zien, en vertonen minder variatie (turbulentie) dan aan de randen (figuur 3.4b). De stroomsnelheid bovenin de waterkolom in kokers 12 en 13 neemt iets af of is ongeveer constant bij afnemend tij, en neemt naar boven toe bij opkomend tij. Zoals te verwachten valt is de secundaire stroming hier relatief klein.

➤ **West**

Nabij de westwand in koker 14 bevindt het maximum in stroomsnelheid zich ondieper dan in het midden en nabij de oostwand, rond -1,5 m NAP (figuur 3.4c). De turbulentie is minder dan aan de oostwand. De EMS registreert een afname in kokers 12 en 13 vanaf -2 m NAP, en deze profielen lopen niet parallel aan die in koker 14. De secundaire stroming is ook lager dan op de oostelijke positie. Opvallend is de toename in x-snelheid naar boven toe in koker 12.

De spreiding in de gemeten snelheden is gegeven in tabel 3.2.

3.5.2 Verticale snelheidscomponent

Een EMS meet alleen de snelheid in een vlak, ontbonden in v_x en v_y , de ADCP meet ook de verticale snelheidscomponent, v_z . Voor koker 14 is de werkelijke (maximale) magnitude bepaald. Dit is gedaan voor alle bemeten verticalen in koker 14 op 3 mei, in bijlage 3b. De verticale component levert voor alle verticalen de kleinste bijdrage (zie ook fig. 3.4d).

Tabel 3.2

Spreiding in de gemeten snelheden gemeten op 3 mei 2001 voor de drie bemeten kokers.

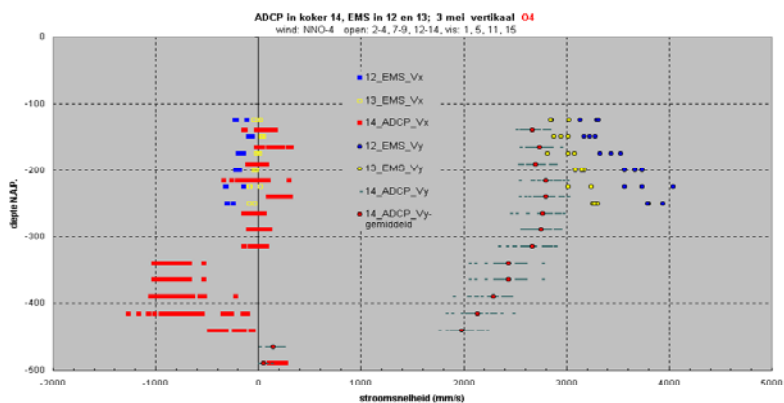
Positie	koker12 EMS	koker13 EMS	koker14 ADCP		Meetperiode	
	σ (mm/s)	σ (mm/s)	σ (mm/s)	v (mm/s)	EMS	ADCP
L1	28	22	87	1332	0:30	3:50
L2	37	118	125	2107	0:30	3:50
L3	68	116	120	2601	0:30	3:50
L4	96	104	112	2745	0:30	3:50
L5	80	70	118	2272	0:30	3:50
M1	30	45	55	1959	0:30	3:50
M2	45	35	36	2825	0:30	3:50
M3	29	15	155	3225	0:30	3:50
M4	58	10	50	3158	0:30	3:50
M5	87	31	47	2367	0:30	3:50
M6a	10	45	71	1699	0:30	3:50
M6c	23	47	84	1179	0:30	3:50
M6b	93	89	80	1472	3:50	3:50
M6d	127	70	96	1172	3:50	3:50
R1	18	100	66	2322	0:30	3:50
R2	89	81	68	3016	0:30	3:50
R3	107	36	82	3240	0:30	3:50
R4	30	77	85	2954	0:30	3:50
R5	47	35	66	2050	0:30	3:50

Figuur 3.4

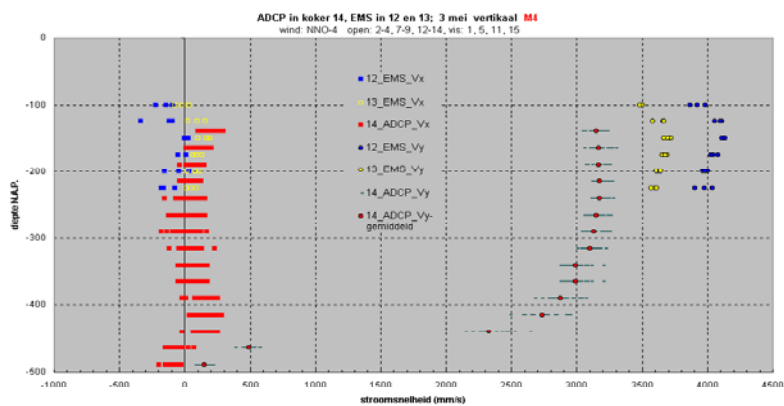
a-c: Snelheidsprofielen oostelijk, midden en westelijk in kokers 12, 13 (EMS) en 14 (ADCP) gemeten in de vierde raai op 3 mei.

d: Vmag en x, y, en z-componenten van het stromingsprofiel in koker 14 voor raai 4, west.

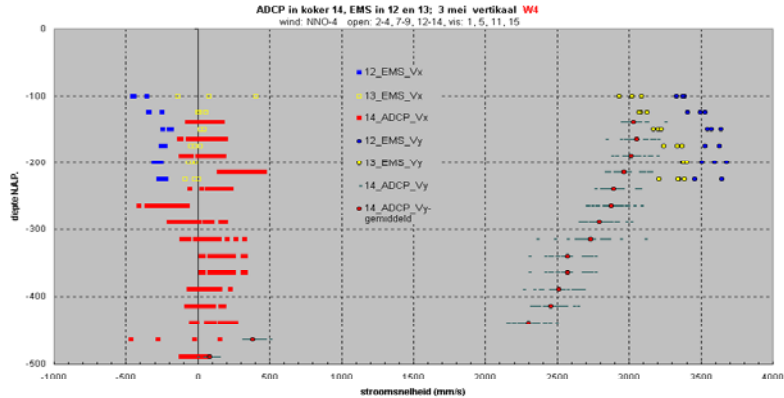
a



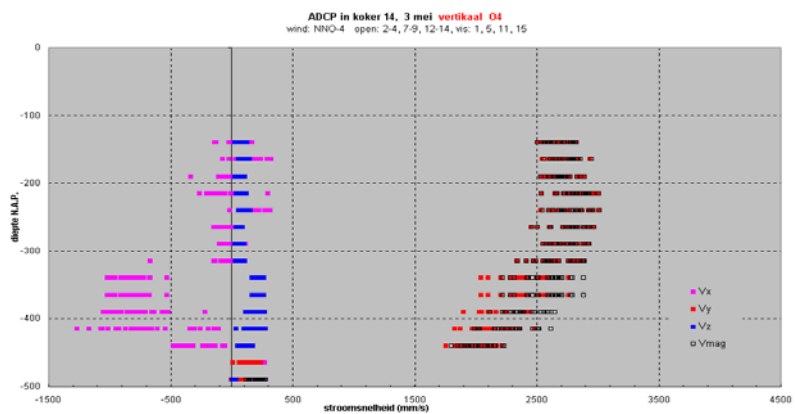
b



c



d



4 Discussie

Realisatie en evaluatie van debietmetingen

Voorafgaand aan de ijkmetingen is een lijst met variabelen opgesteld, waarvan is gesteld dat deze moeten worden gemeten om te komen tot een betrouwbare waarde van de capaciteit van de spuicomplexen (Pothof en Lubbers, 2001). Gedurende 2001 is een meetopstelling gerealiseerd die aan vrijwel al deze eisen voldoet, en zijn 38 metingen uitgevoerd. Na afronding van de metingen in groep 3 te Den Oever zal na analyse van deze ijkmetingen blijken in hoeverre aan de gestelde eis van maximaal 5% onnauwkeurigheid kan worden voldaan. In 2001 zijn echter geen zoutmetingen gedaan. Ook waren er problemen met de stroomvoorziening van de FI meetpalen. Deze onvolkomenheden zullen volgens planning in 2002 worden opgelost. Een moeilijker probleem is het meten van snelheden in de bovenste waterlaag (zie onder).

Gegevensverwerking

Data van de uitgevoerde debietmetingen zijn verwerkt in RWS Spuidebiet. Waar nodig zijn data achteraf bewerkt (met name vanwege de spikes in de waterstanden in de kokers en het missen van verticalen). Gedurende 2001 is het verwerkingsprogramma RWS Spuidebiet verder ontwikkeld. Verbeteringen betreffen de gebruiksvriendelijkheid, en het beter fitten van snelheidsprofielen van verticalen. De debietmetingen zijn in de laatste versie van RWS Spuidebiet (nogmaals) verwerkt. Door verschillende oorzaken worden tijdens debietmetingen regelmatig niet alle verticalen van een raai bemeten. RWS Spuidebiet biedt de mogelijkheid dit te ondervangen door interpolatie. In de uiteindelijke uitvoer is deze interpolatie, en dus de mindere kwaliteit van data, echter niet aangegeven.

Snelheidsmetingen in de bovenste waterlaag

Aanvankelijk was de intentie hiervoor een EMS te gebruiken. De resultaten van de metingen bedoeld om het profielen in de bovenlaag (EMS) met die van de ADCP te fitten suggereren echter al dat één van beide apparaten onjuiste informatie verschaft. Om hierover uitsluitsel te verkrijgen zijn beide apparaten met een Ottmolen vergeleken. De snelheden die de ADCP aangaf bleken maximaal 3% af te wijken van die van de Ottmolen, terwijl de snelheden gemeten met EMS en Ottmolen maximaal 28% afwijken (Broersma en Gerritsen, 2001). Vervolgens is dan ook besloten de EMS niet in te zetten bij de ijkmetingen.

Als alternatief is vervolgens de Nortek Aquadopp ingezet. Ook bij de test van de Aquadopp, die met de ADCP werd vergeleken, bleken snelheden niet overeen te komen (Verburgh, 2001). Echter, er was sprake van een constante fout, waarvoor gecorrigeerd kan worden. In 2002 is inmiddels tijdens een varende meting de Nortek Aquadopp geijkt met een GPS (LRK mode). De verkregen calibratie lijn wordt gebruikt om snelheden gemeten tijdens een tweede serie testmetingen met de Aquadopp uitgevoerd in 2002 te corrigeren. De analyse van deze metingen is tijdens het verschijnen van dit rapport nog niet gereed.

Inzichten in de stromingspatronen van de spuikokers

De gemeten snelheden in twee symmetrisch in een groep gelegen kokers (12 en 14, groep 3) zijn voor de spuiperiode van 5 april nagenoeg gelijk, en relatief hoger in koker 12 op 6 april (sectie 3.1). Windkracht en -richting waren op beide dagen gelijk. Het relatieve verschil in stroomsnelheden tussen beide kokers kan verklaard worden door de status van de naburige

groep spuikokers (groep 2). Deze was namelijk gesloten en had dus geen invloed op 5 april, maar was geopend op 6 april waardoor een aanzuigende werking optrad die groter was op koker 12, die dichterbij gelegen is. Het belang van deze meting is dat is aangetoond dat het nodig is in meerdere kokers tegelijkertijd te meten, omdat de spuicapaciteit van verschillende kokers alleen met elkaar vergeleken kunnen worden als deze onder gelijke omstandigheden zijn gemeten.

De uitgebreide analyse van de stromingspatronen in groep 3 gemeten op 3 mei met de ADCP laten zien dat er sprake is van een zeer turbulente omgeving. Doordat het water onder een hoek vanuit het IJsselmeer aanstroomt (ruwweg vanuit OZO) ontstaat waarschijnlijk een schroefbeweging (Schroevers 2001, pers. comm.). Het effect van deze aanstroming zal afnemen naarmate de kokers westelijker liggen. De optredende turbulentie heeft een negatief effect op de betrouwbaarheid van de debietmetingen.

Gevolg van de meetfouten van de EMS is dat ook de bepalingen van de van het verloop van het snelheidsprofiel in de bovenlaag naar de kokerwand toe niet als betrouwbaar kunnen worden beschouwd! De met de Aquadopp bemeaten profielen nabij wateroppervlak en kokerwand leveren ondanks een meetfout wel bruikbare inzichten (Verburgh, 2001). Het snelheidsprofiel blijkt in enkele gevallen sterk terug te knikken in de bovenste waterlaag. De Aquadopp meet daarnaast bruikbare horizontale profielen nabij de wanden. In 2002 zijn inmiddels verdere runs met de Aquadopp gedaan om snelheidsprofielen naar kokerwanden en wateroppervlak beter te bepalen.

5 Samenvatting en conclusies

- ❑ Op 31 mei 2001 zijn de ijkmetingen om de capaciteit van de spuisluizen van de Afsluitdijk te bepalen van start gegaan. In 2001 zijn 38 spuiregimes doorgemeten in groep 3 te Den Oever. Standaard wordt in 3 kokers tegelijkertijd gemeten (behalve wanneer de middelste koker, de referentiekoker, gesloten is), wat voor 30 volledige spuiperiodes gerealiseerd is.
- ❑ Snelheidsprofielen nabij het wateroppervlak en de kokerwanden (Verburgh, 2001) en de bodem zijn bepaald. Als aanvulling op de metingen in 2001 is hiertoe een uitgebreidere serie metingen uitgevoerd in 2002.
- ❑ Metingen hebben aangetoond dat het gelijktijdig doormeten van meerdere kokers in een groep noodzakelijk is.
- ❑ Door scheve aanstroming vanuit het IJsselmeer treedt aanzienlijke turbulentie op in de spuiokers. Dit verkleint de betrouwbaarheid van de metingen van de stroomsnelheden.
- ❑ Door verbeteringen in de meetopstelling in 2001 zijn tijdens de ijkmetingen de variabelen gemeten die door Pothof en Lubbers (2001) nodig zijn geacht om betrouwbare spuiacapaciteiten te bepalen, met uitzondering van:
 1. Zoutgehaltes van IJsselmeer en Waddenzee nabij de spuicomplexen
 2. Waterstanden van IJsselmeer en Waddenzee nabij de spuicomplexen (voor de meeste gemeten spuiregimes).
 3. Snelheidsmetingen in de bovenste waterlaag.
- ❑ De EMS meet geen juiste snelheden in de spuiokers, en voldoet dus niet als snelheidsmeter in de bovenste waterlaag (Broersma en Gerritsen, 2001). Derhalve zijn de met de EMS uitgevoerde metingen om het verloop van het snelheidsprofiel naar wateroppervlak en kokerwanden te bepalen niet betrouwbaar.
- ❑ De Nortek Aquadopp is mogelijk wel geschikt om snelheden in de bovenlaag te meten tijdens de debietmetingen (Verburgh, 2001). Het apparaat vertoont echter wel een lineaire fout in de metingen.
- ❑ De Aquadopp is in 2002 gekalibreerd. De analyse van de gecorrigeerde snelheden bepaald na een tweede, uitgebreidere, serie testmetingen met de Aquadopp uitgevoerd in 2002 moet uitwijzen of de Aquadopp juiste snelheden in de bovenste waterlaag meet.
- ❑ De Aquadopp is desondanks geschikt om het verloop van de snelheidsprofielen naar het wateroppervlak en de kokerwanden te meten.
- ❑ De uitgevoerde debietmetingen zijn verwerkt met RWS Spuidebiet.
- ❑ Het verwerkingsprogramma RWS Spuidebiet is gedurende 2001 verder ontwikkeld.

6 Aanbevelingen

- Monteren van zoutmeters op de meetpalen nabij de spuicomplexen. Dit staat voor 2002 gepland.
- Monteren van windmolens voor een betere stroomvoorziening van deze meetpalen.
- Bij een positieve evaluatie van de Nortek Aquadopp debietmetingen uitvoeren met dit instrument in plaats van de ADCP.
- Het interpoleren van verticalen aangeven in de uitvoer van RWS Spuidebiet om de kwaliteit van data vast te leggen.

7 Colofon

De volgende mensen hebben het SPD006 project uitgevoerd:

Cees berkeveld

Thijs Broersma

Hans Gerritsen

Janno Homma

Erjan Kooiker

Arjen Ponger

....en alle andere PAM'ers die een dagje mee zijn geweest naar de Afsluitdijk.....

Allen bedankt!

8 Referenties

Broersma, T., en Gerritsen, J.B.M., 2001. Test EMS en ADCP, Intern rapport RDIJ.

Pothof, I., en Lubbers, C., 2001. IJkmetingen Spuisluizen Afsluitdijk. Rapport WL/delft Hydraulics.

Verburgh, P., 2001. Proefmetingen Aquadopp. Rapport Rijkinstituut voor kust en zee/RIKZ, afdeling Hydro-Instrumentatie.

Lijst met tabellen

.....

Tabel 2.1 Geadviseerd ijkprogramma van het WL/Delft Hydraulics (links), vergeleken met de nomenclatuur die bij de metingen wordt gebruikt (rechts).....	7
Tabel 2.2 Metingen uitgevoerd in het kader van het ijkprogramma geadviseerd door het WL/Delft Hydraulics, windrichting en –kracht zijn aangegeven.	19
Tabel 2.3 Meetkalender van 2001.....	19
Tabel 2.4 Beschikbaarheid 10 seconden of 1 minuut gemiddelde waterstanden voor IJsselmeer en Waddenzee nabij de Stevinsluizen (fl 17 en fl31, resp.) en in de voor- en binnenhaven (MSW stations	20
Tabel 3.1 Spreiding in snelheden in kokers 12-14 gemeten met EMS of ADCP op 3 mei.....	21
Tabel 3.2 Spreiding in de gemeten snelheden gemeten op 3 mei 2001 voor de drie bemeten kokers.	24

Lijst met figuren

Figuur 1.1 Groep 1 van de 3 groepen spuikokers van de Stevinsluizen te Den Oever.....	4
Figuur 1.2 Debietmeting in actie. Tijdens het spuien ontstaan meestal flinke staande golven!	5
Figuur 2.1 Doorsnede van een spuikoker waarin de bijdragen aan het debiet van het bemeten oppervlak en het niet-bemeten oppervlak (bovenlaag, wanden en bodem,) zijn vermeld. Tussen haakjes is de geschatte fout in het debiet door het niet meten aangegeven.....	7
Figuur 2.2 Prototype van de drie meetbruggen die rustend op de pijlers over de spuikokers gelegd zijn. In de inzet rechts de meetpaal met bevestigde ADCP en Hydoranger.	8
Figuur 2.3 Torpedo die de ADCP stroomlijnt. In de inzet rechts de 4 transducers die bundels met geluidssignalen uitzenden.....	8
Figuur 2.4 Meetkist met inwinapparatuur.	9
Figuur 2.5 Het dieptebereik van de ADCP bij de ijkmetingen en de afstanden waarover snelheden gemiddeld worden ('bins').....	10
Figuur 2.6 Meetpaal FI-31, in de Waddenzee nabij de Stevinsluizen, die waterstanden en zoutgehaltes meet.	10
Figuur 2.7 Testopstelling met een EMS voor de torpedo.....	11
Figuur 2.8 Vergelijkende meting van ADCP (achter) en Nortek Aquadopp (voor) die naast elkaar in een frame werden gehangen.....	12
Figuur 2.9 Inwin- en verwerkingsdiagram voor de data van de ijkmetingen ...	15
Figuur 3.1 Snelheidsprofielen in de bovenste 2 meter waterkolom op verschillende afstanden van de wand. Koker 12, gemeten met EMS, snelheden zijn gemiddeld over 30 seconden.	21
Figuur 3.2 Snelheidsprofielen van 40 tot 130 cm van de wand voor 6 raaien. Koker 12, gemeten met EMS, snelheden zijn gemiddeld over 30 seconden	22
Figuur 3.3 Snelheidsprofielen in de onderste meter waterkolom van koker 14 gemeten in bins van 10 cm met ADCP. (a-c). raai 1-3, 1 minuut op 7 posities ; (d) raai 4 en 5, resp. 31 en 44 minuten gemeten in het midden van de koker.	23

Figuur 3.4 a-c: Snelheidsprofielen oostelijk, midden en westelijk in kokers 12, 13 (EMS) en 14 (ADCP) gemeten in de vierde raai op 3 mei.	
d: Vmag en x, y, en z-componenten van het stromingsprofiel in koker 14 voor raai 4, west	25

bijlage 1

.....

instellingen en condities bij de testmetingen met EMS en ADCP ter bepaling van stromingsprofielen

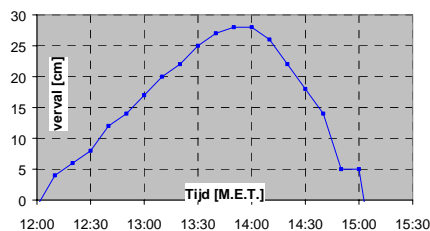
Voor de vier dagen waarop deze metingen zijn verricht zijn de vervalcurves (gemeten door de MSW stations) gegeven.

Voor 19 april en 3 mei (2001) is hierin aangegeven wanneer de diverse profielen zijn gemeten

Voor 19 april komen kleuren in de curves overeen met de kleuren in figuren 3.1 en 3.2.

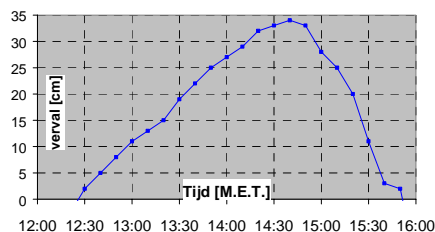
5 april 2001 (test debietmeting)

Bedrijfsconf. OOOOO XXXXX OOOOO
 Spuiperiode 12:04-14:48
 Wind: W-ZW 5 tot 6
 Meetinstr. Koker 12: ADCP
 Koker 14: ADCP
 Inst. ADCP 43,5 cm blanking; 25 cm binsize
 Verticaal meettijd 1 min.
 Raai 7 vert.: 78, 168, 383, 598, 814 1029 en 1118 cm van Oost wand



6 april 2001 (test debietmeting)

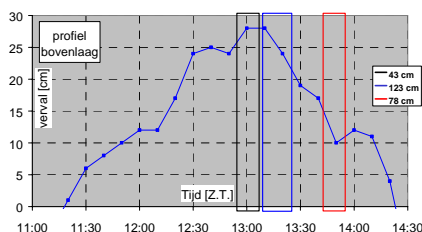
Bedrijfsconf. OOOOO XXXXX OOOOO
 Spuiperiode 12:33-15:45
 Wind: W-ZW 5 tot 6
 Meetinstr. Koker 12: ADCP
 Koker 14: ADCP
 Inst. ADCP 43,5 cm blanking; 25 cm binsize
 Verticaal meettijd 1 min.
 Raai 7 vert.: 78, 168, 383, 598, 814 1029 en 1118 cm van Oost wand



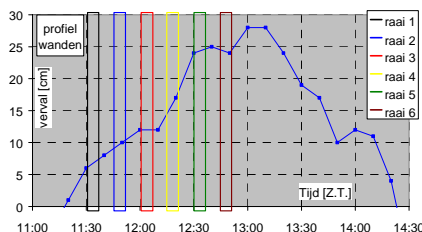
19 april 2001 (profiel wateroppervlak (t.o.v. wand) en bodem)

Bedrijfsconf. VOOOV XXXXX VOOOV
 Spuiperiode: 11:30-13:54
 Wind NW-5 tot 6 en W-4 tot 5
 Meetinstr. Koker 12: EMS
 Koker 14: ADCP
 Inst. ADCP 43,5 cm blanking; 10 cm binsize

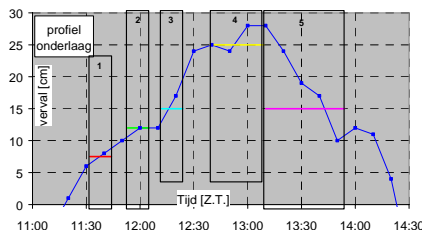
Profiel bovenlaag t.o.v. wand, verticaal:
meetijd 30 sec per positie
verticaal 25 cm interval van -0,8 tot -2,8 m NAP (heen en terug)
raai 3 verticaal: 43, 78 en 123 cm van oostwand



Profiel bovenlaag t.o.v. wand, horizontaal:
meetijd 30 s. per punt
horizontaal 10 cm interval van 0,4-1,3 m van oostwand
 diepte steeds -0,8 NAP

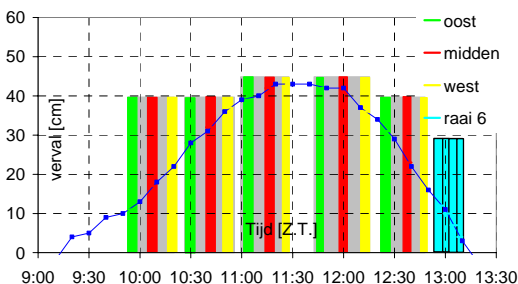


Profiel onderlaag:
raai 1-3 7 vertikaal: 78, 168, 383, 598, 814 1029 en 1118 cm van oostwand **meetijd** 1 min. per positie
raai 4-5 alleen 598 cm van O wand. **meetijd** resp. 31 en 44 minuten



3 mei 2001 (fitten profiel bovenlaag met ADCP-profiel)

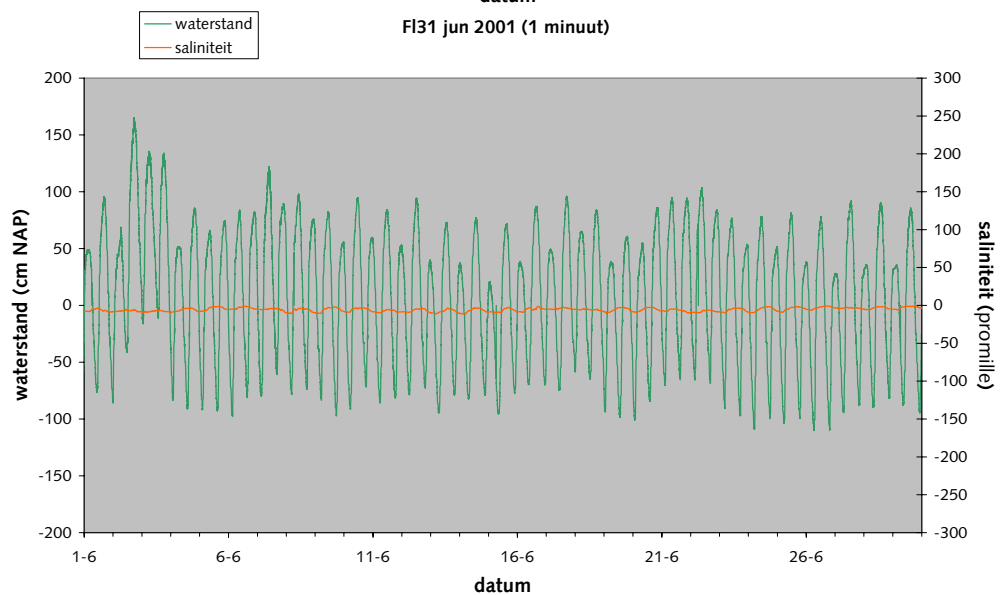
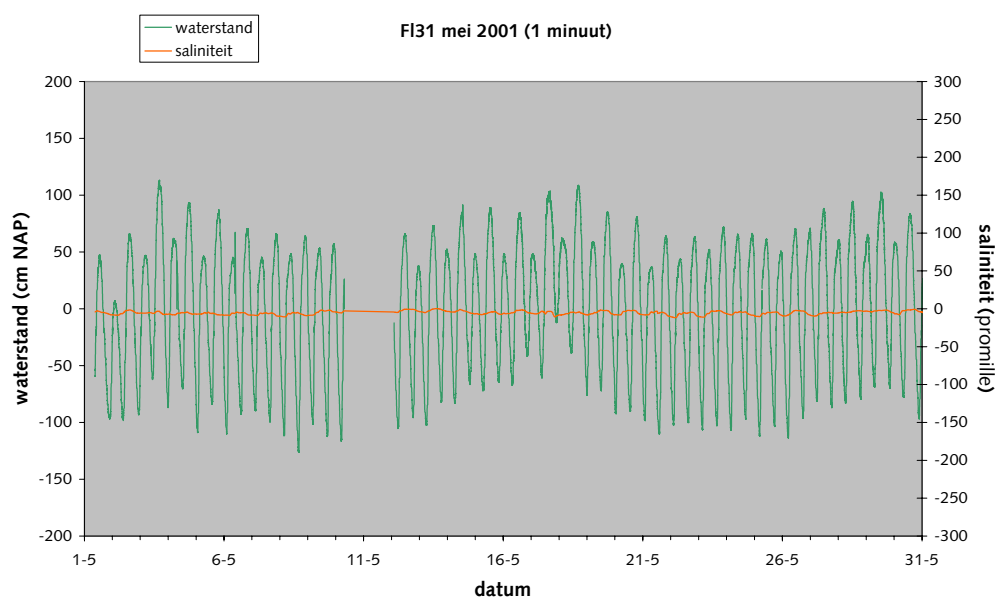
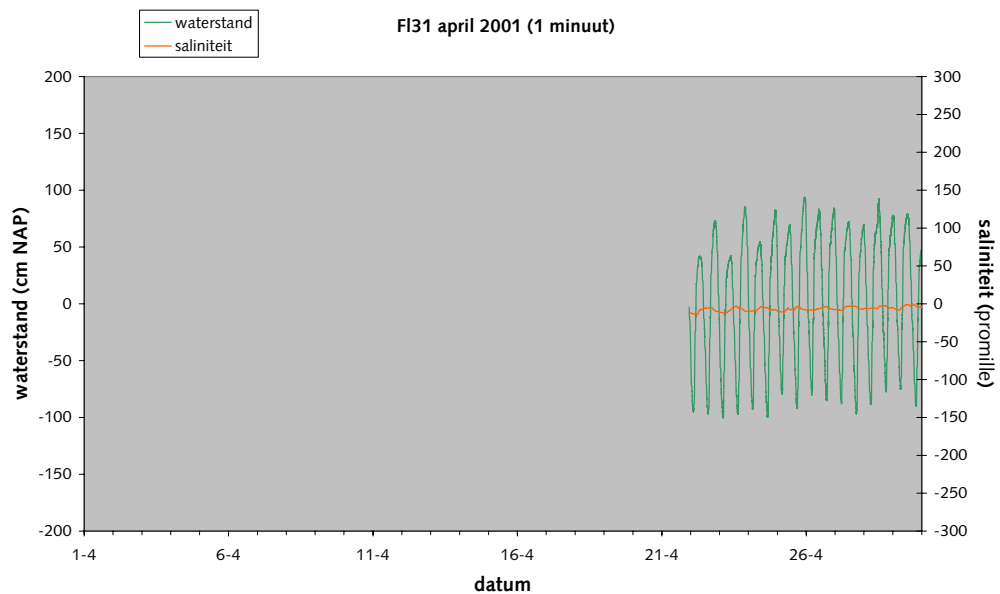
Bedrijfsconf. VOOOV XXXXX VOOOV
 Spuiperiode: 09:20-13:10
 Wind NNO-4
 Meetinstr. : Koker 12: EMS
 Koker 13: EMS
 Koker 14: ADCP
 Inst. ADCP 43,5 cm blanking; 25 cm binsize
 Meettijd EMS 30 s per punt
 ADCP: 3:50 min per vertikaal
 Verticaal profiel EMS 6 punten op 25 cm afstand (1° punt vlak onder waterspiegel)
 Raai 3 verticaal, op posities O(oost), M(midden) en W(west) op respectievelijk 43, 598 en 1153 cm van O wand.
 daarnaast 4 vert. op 598 cm

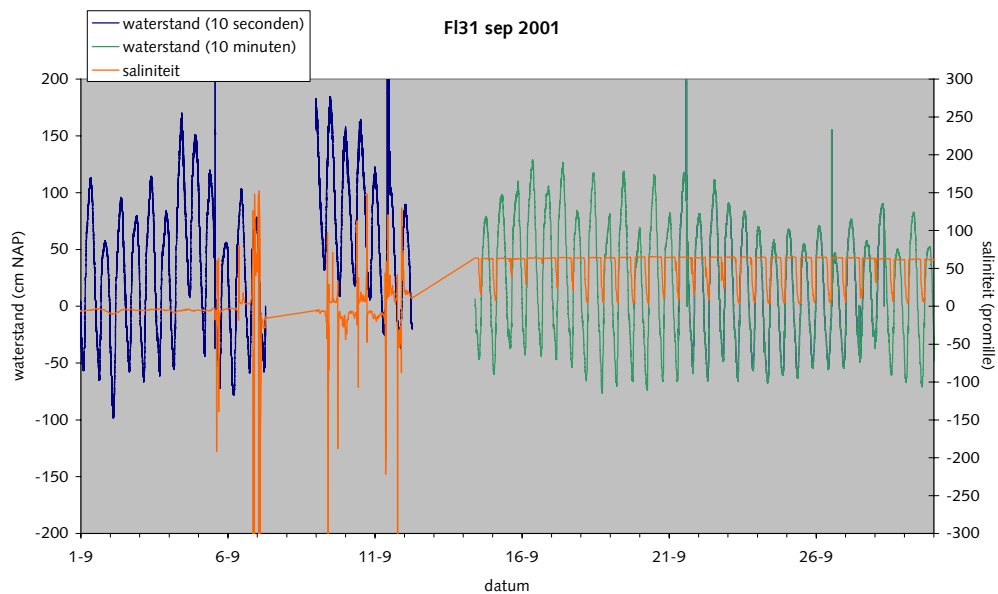
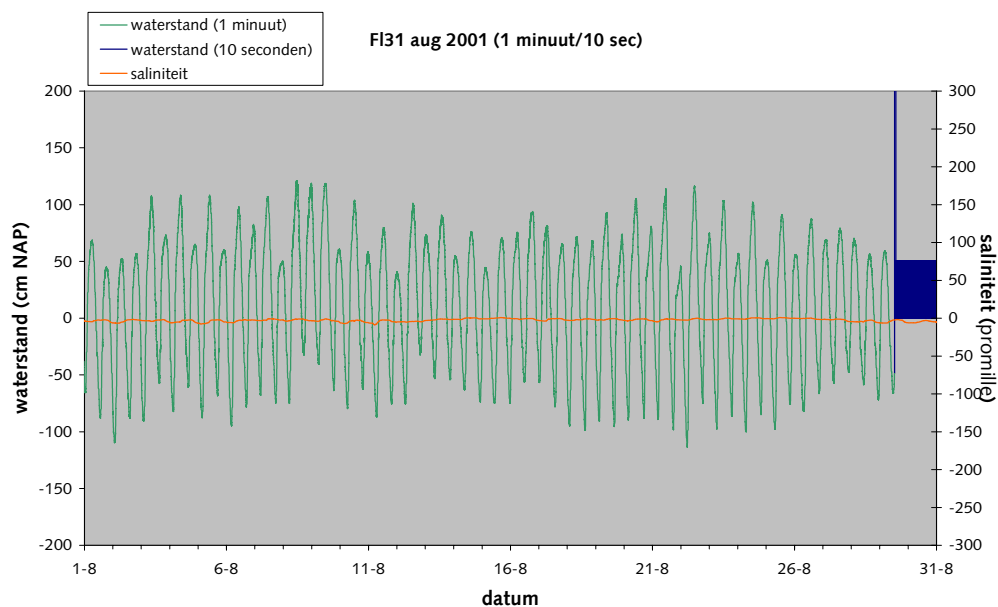
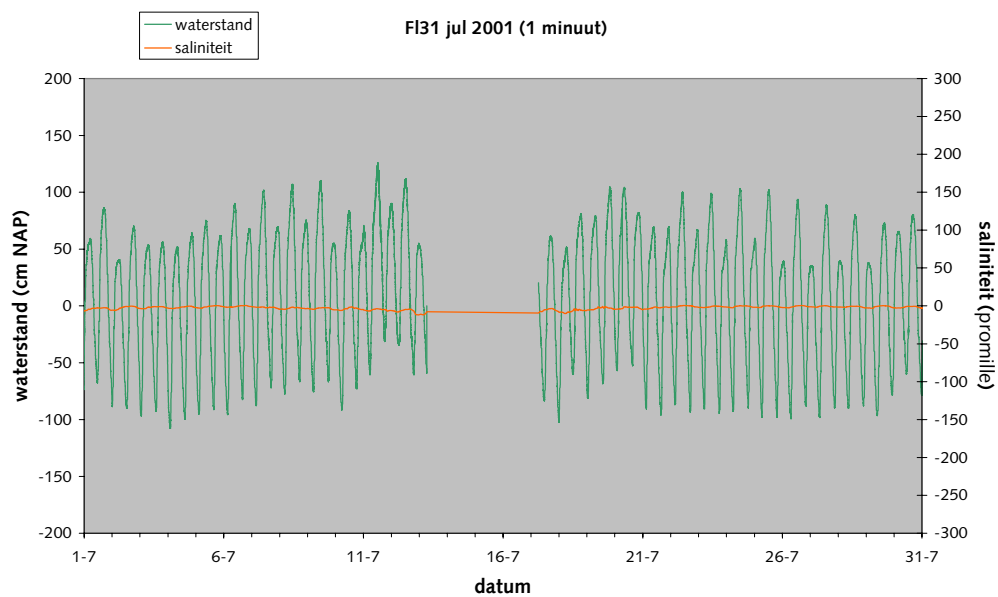


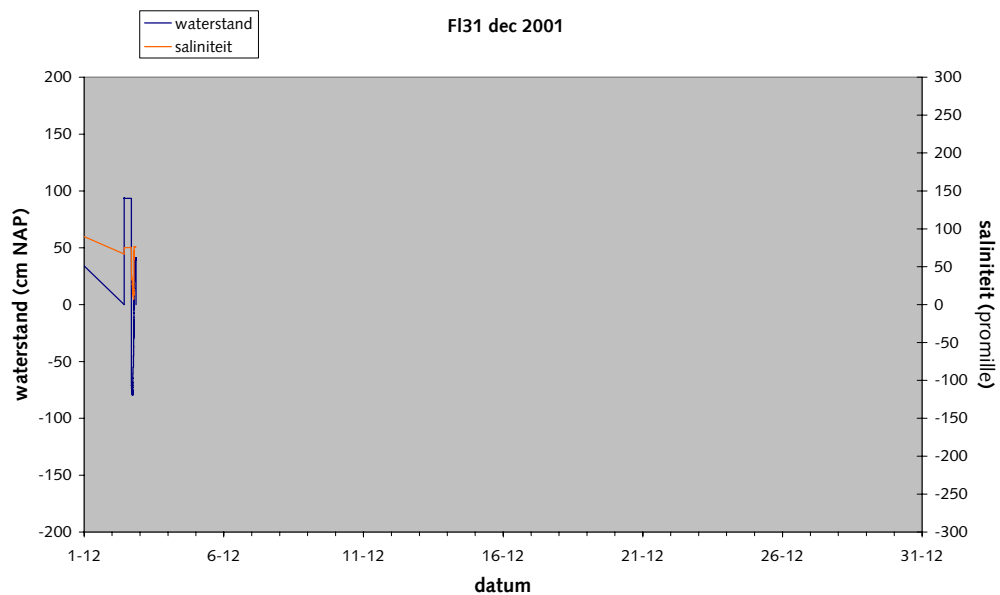
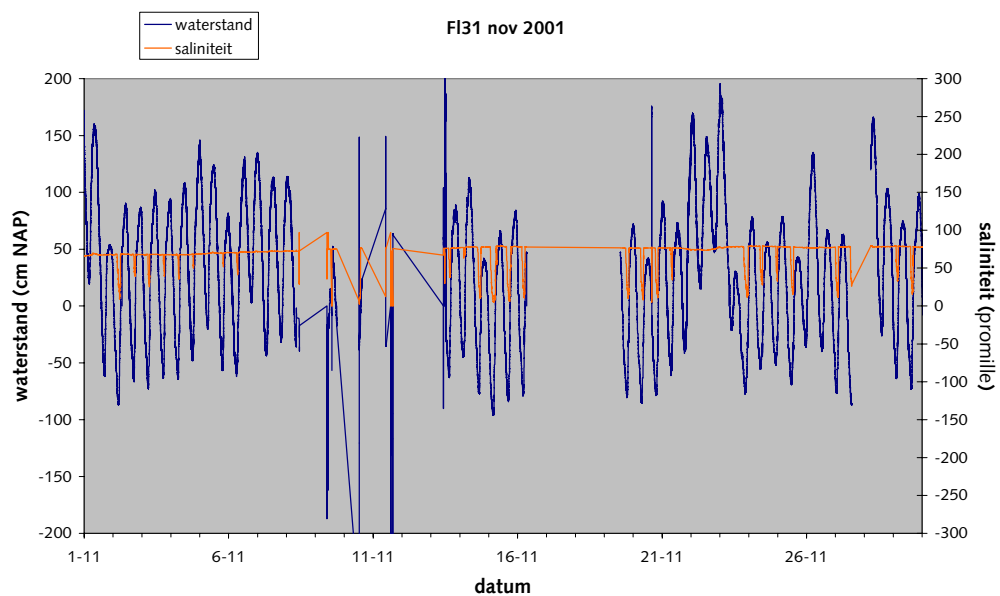
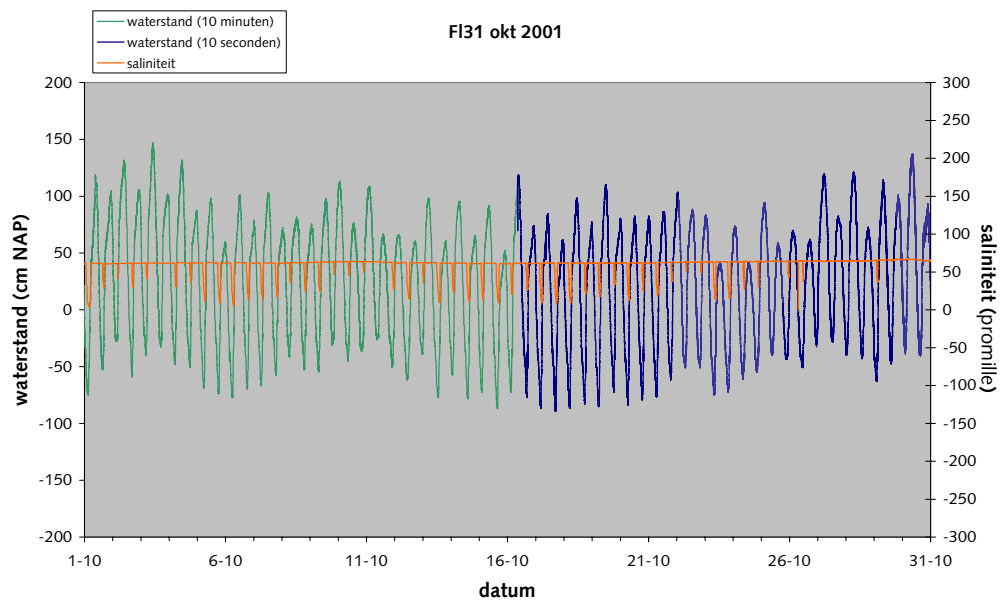
bijlage 2

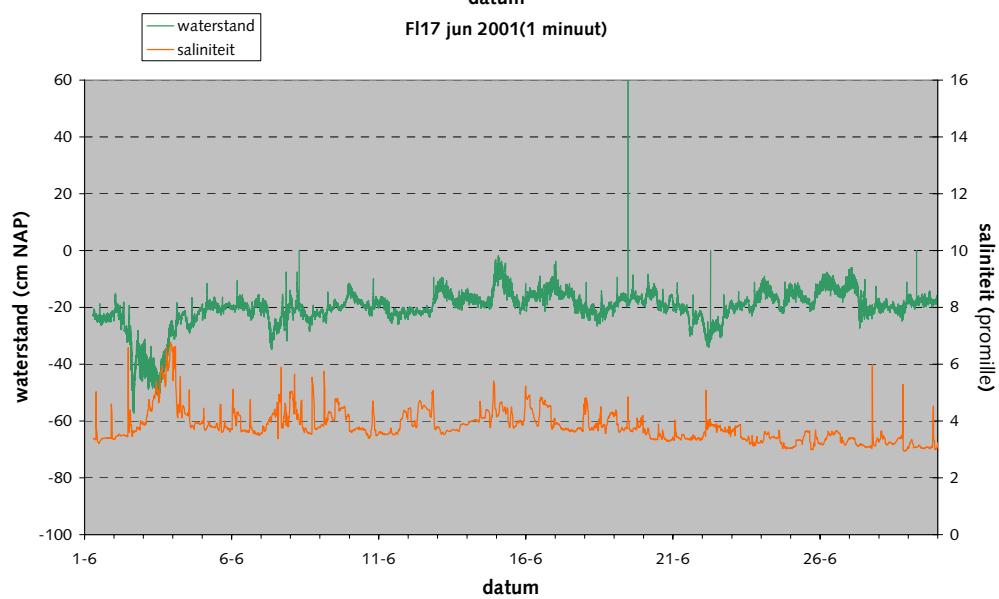
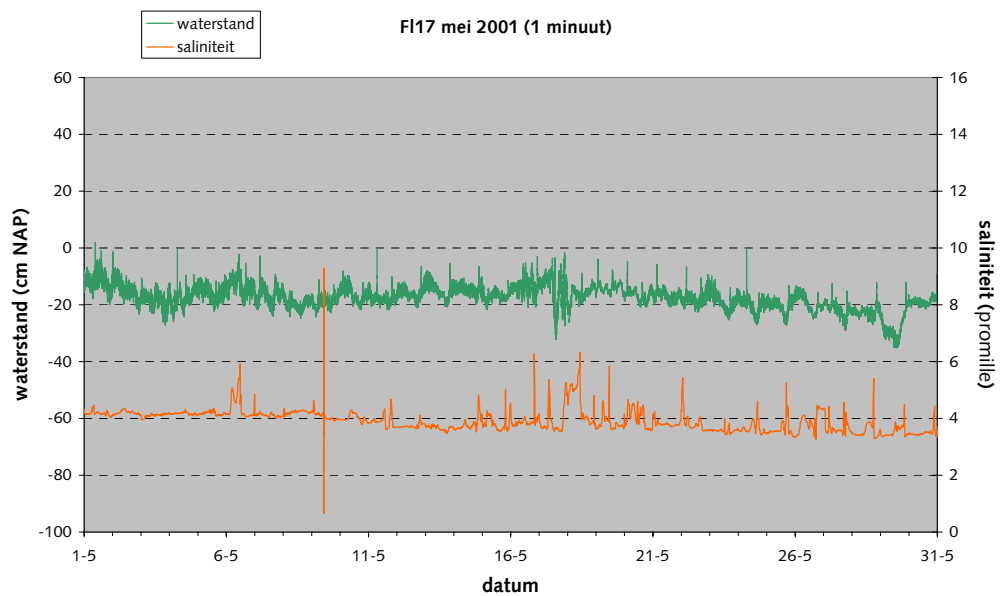
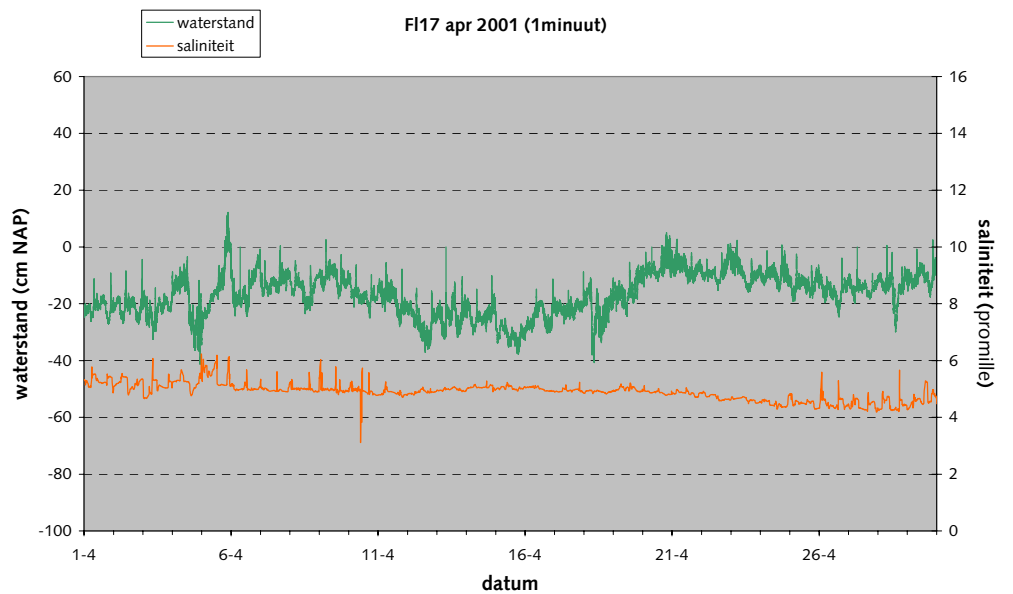
Beschikbaarheid waterstanden in Waddenzee (fl-31) en IJsselmeer (Fl-17)
nabij de Spuisluizen

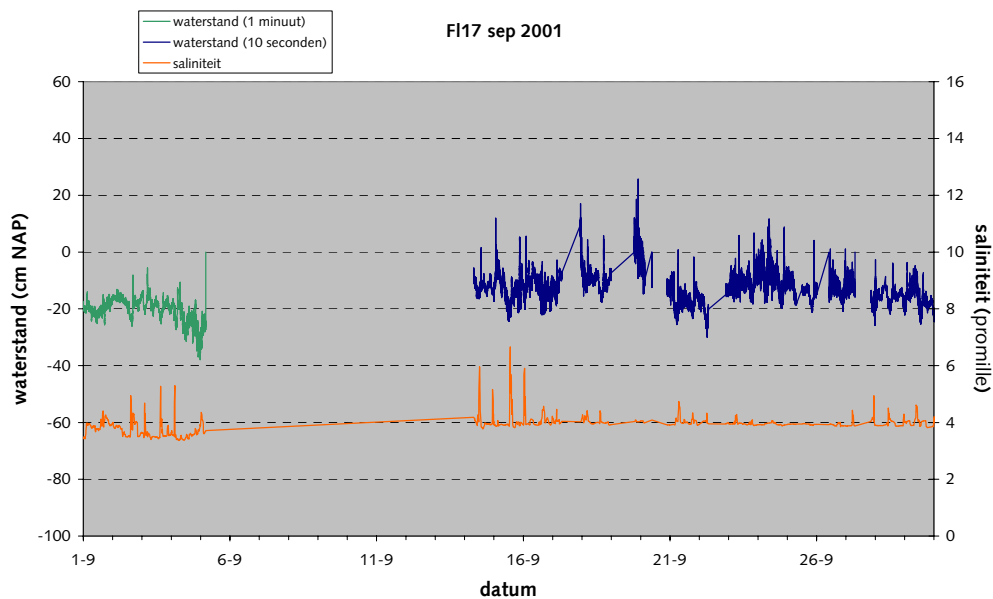
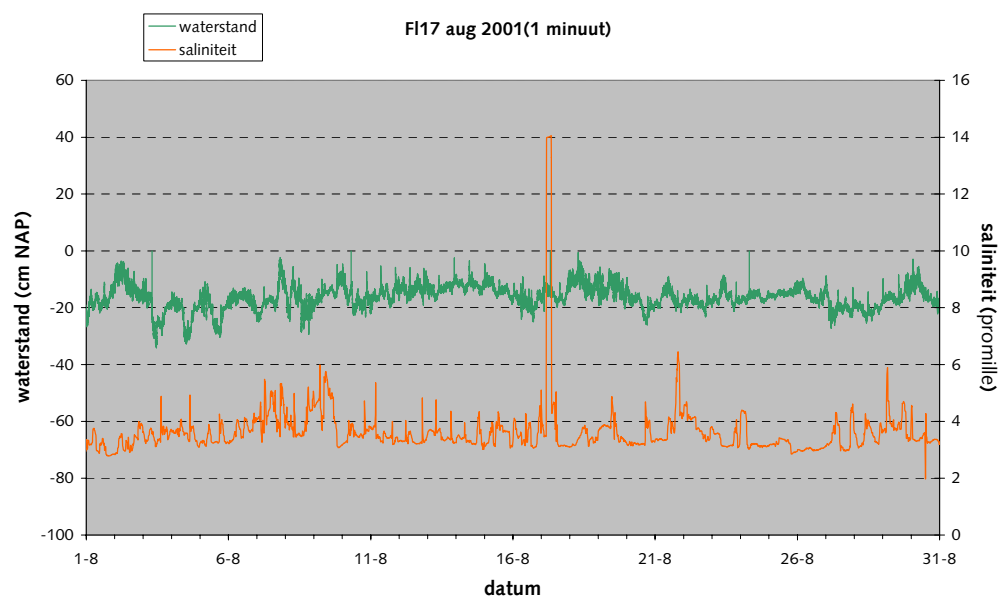
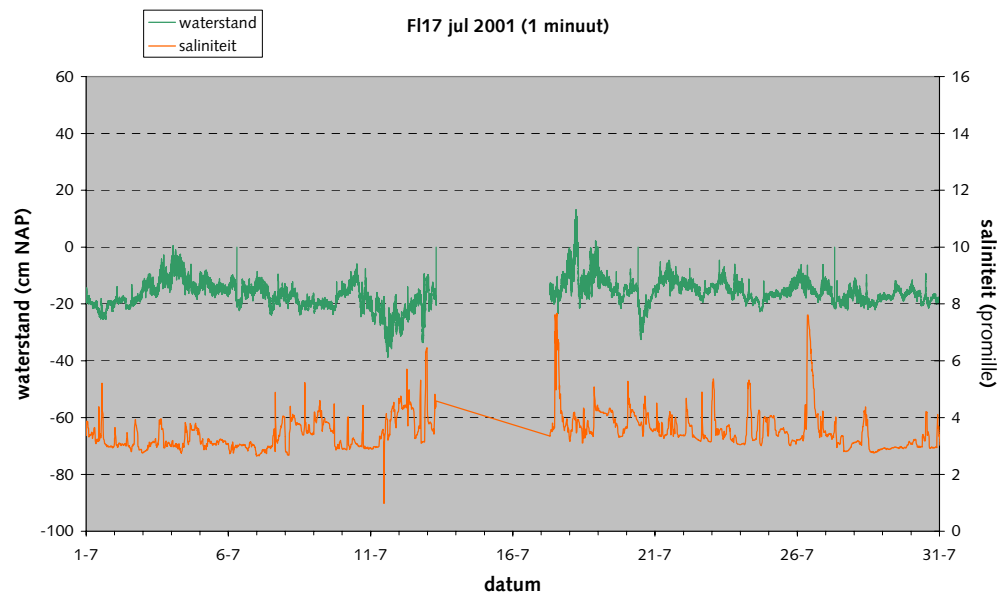
N.B. saliniteiten Fl-31 zijn niet correct

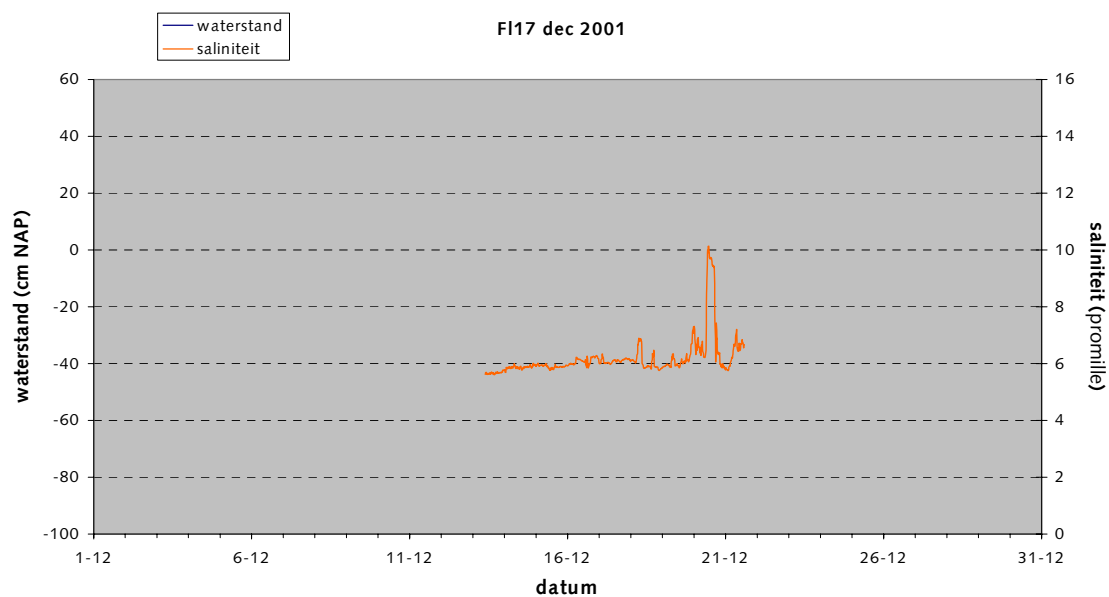
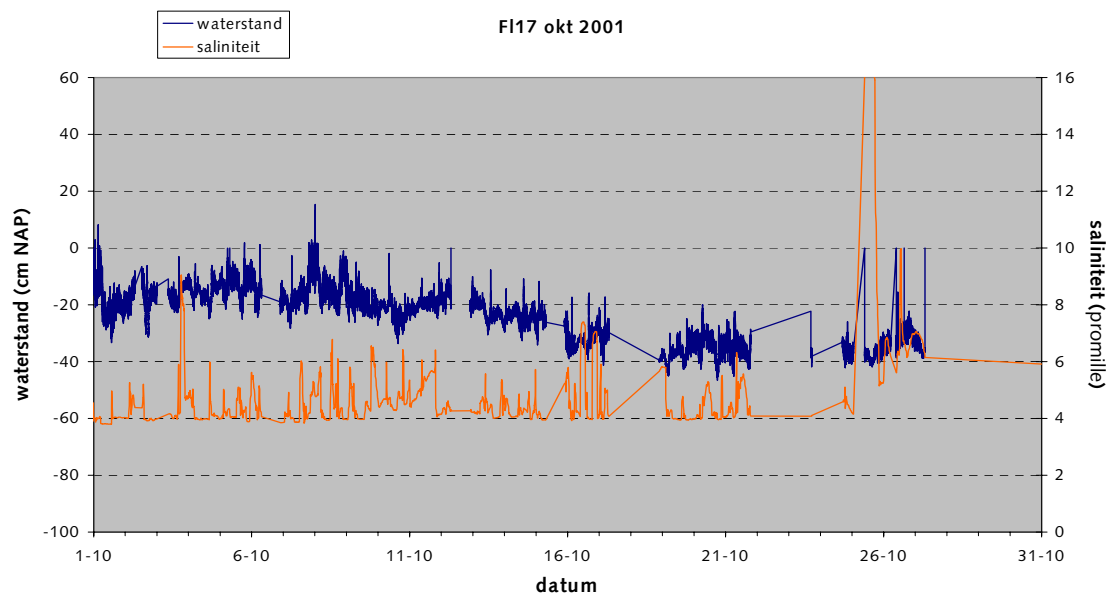
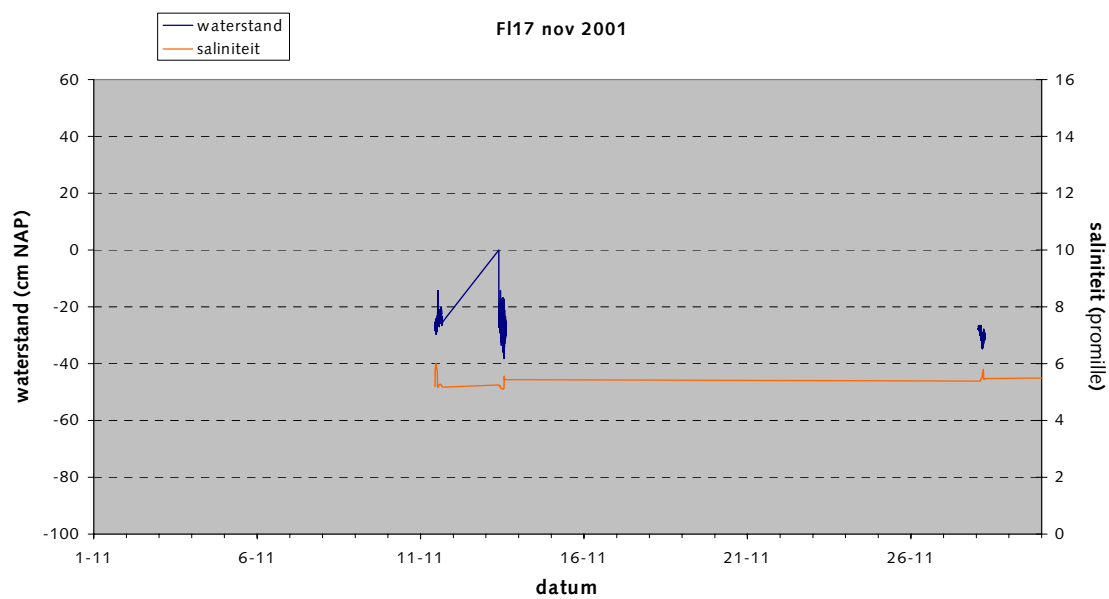










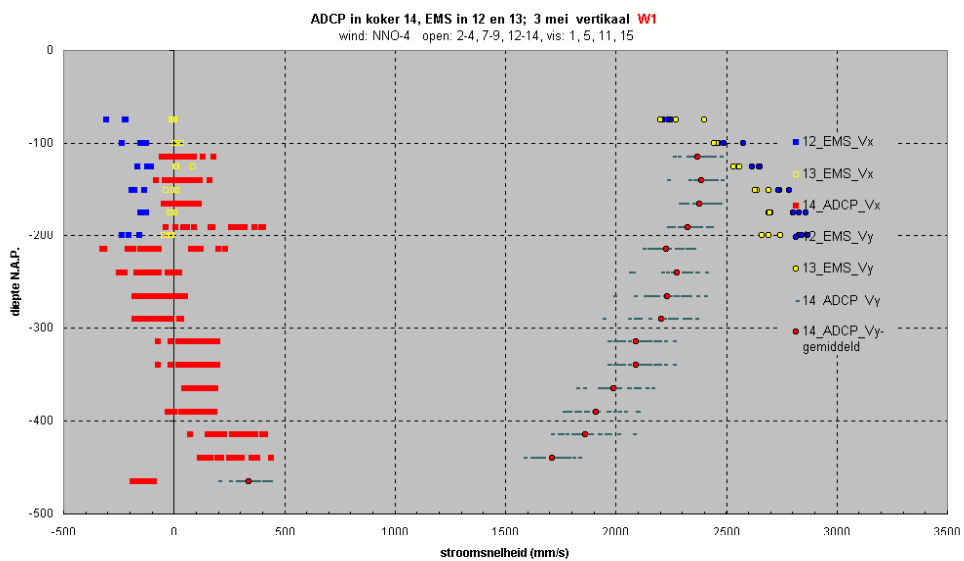
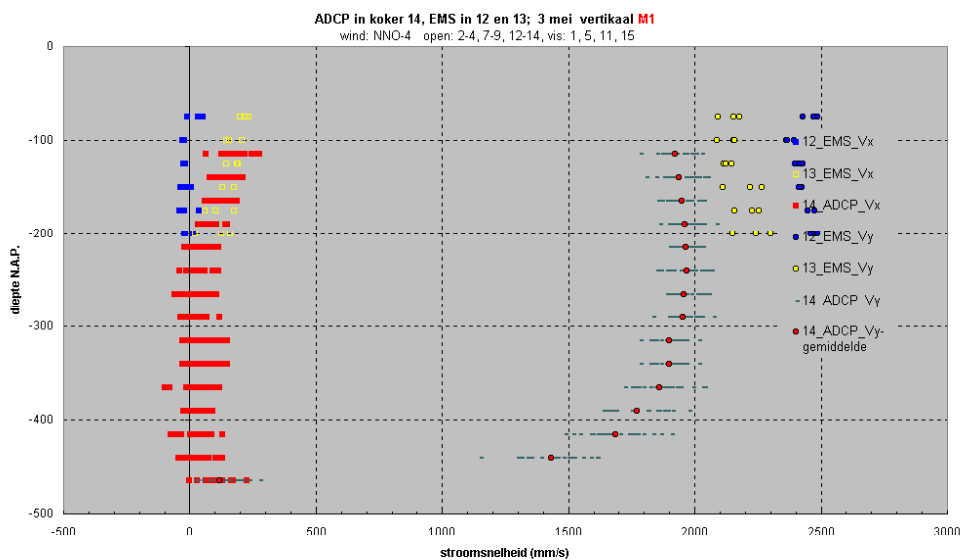
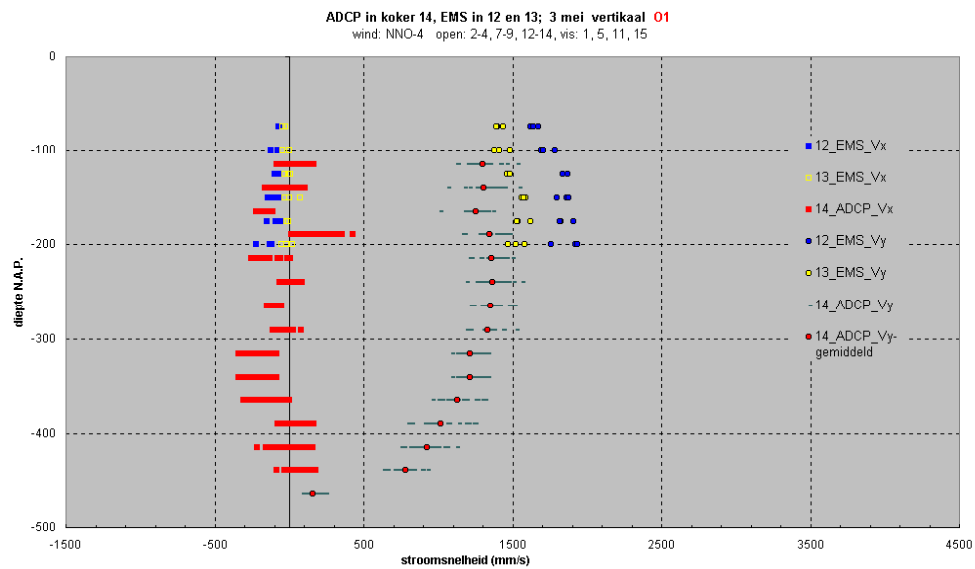


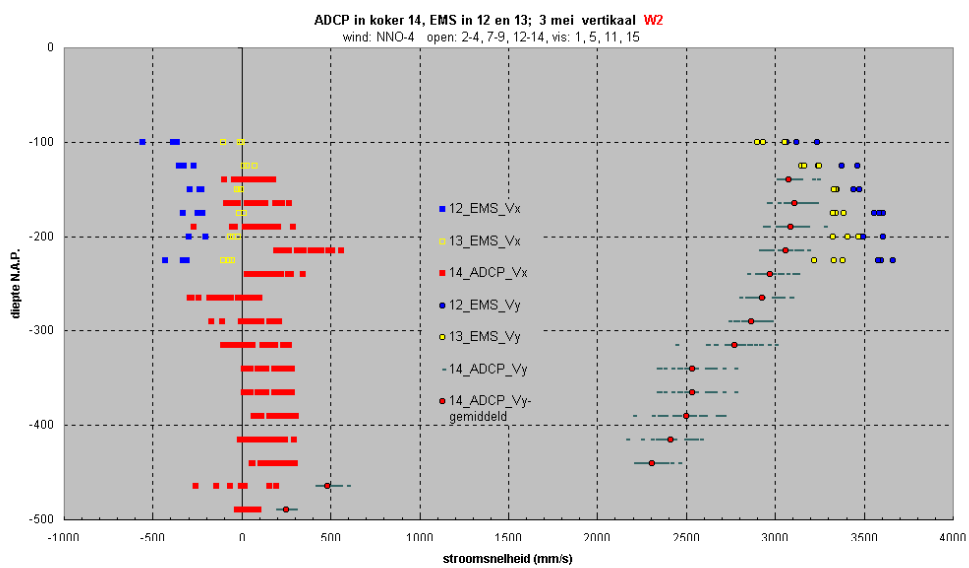
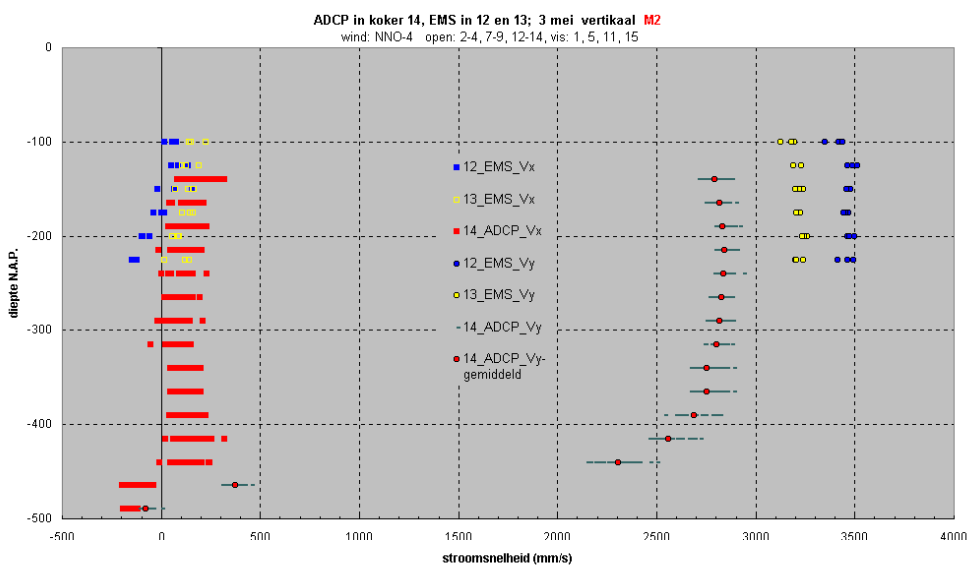
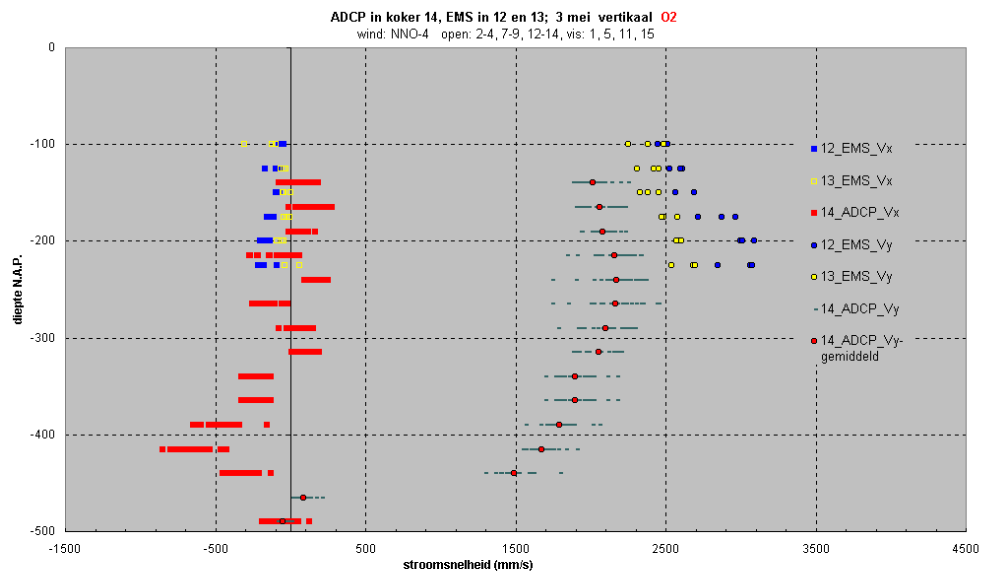
bijlage 3

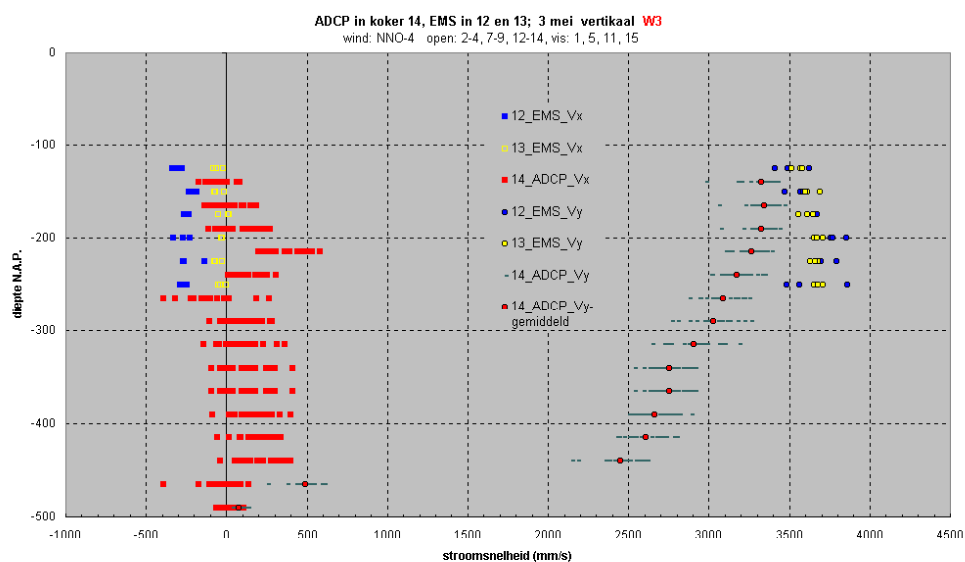
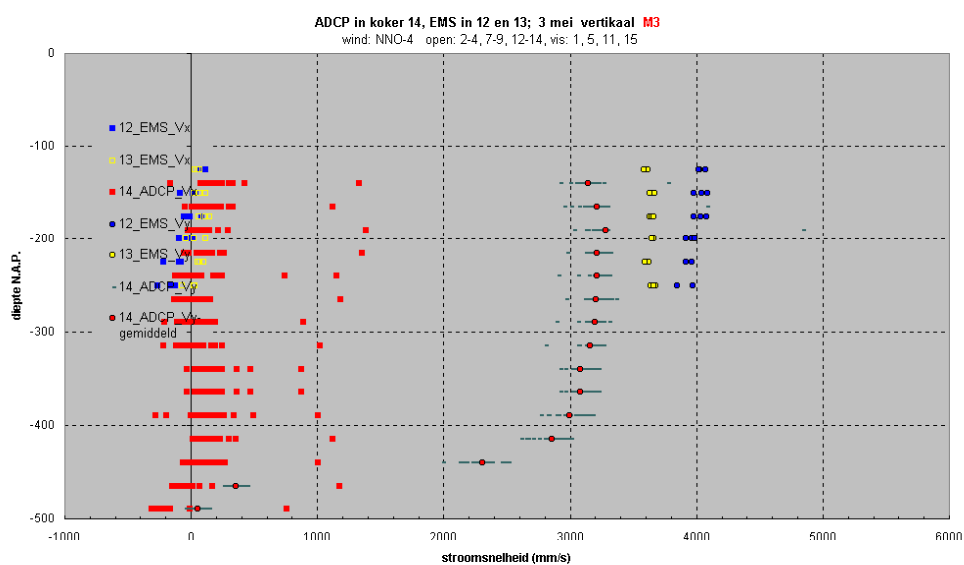
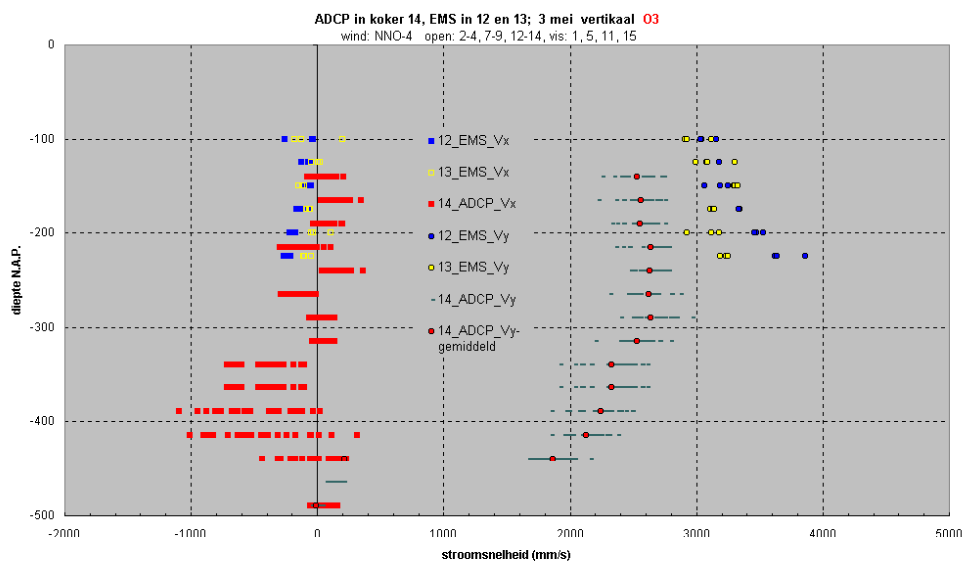
Horizontale componenten (hoofd stromingsrichting, v_y en secund. stroming, v_x) van de snelheidsprofielen gemeten op 3 punten (Oost, Midden, West) in de middelste 3 kokers van groep 3 van de Stevinsluizen.

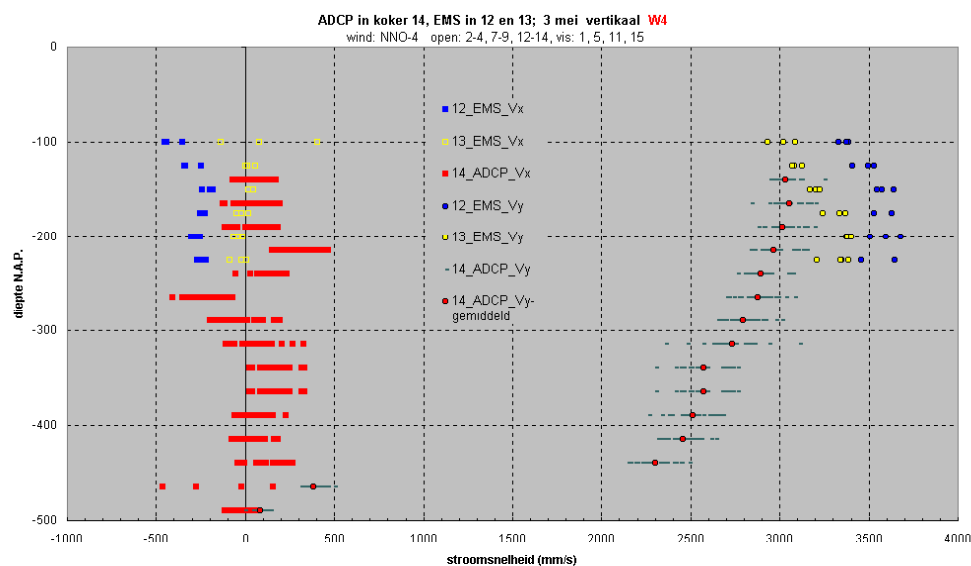
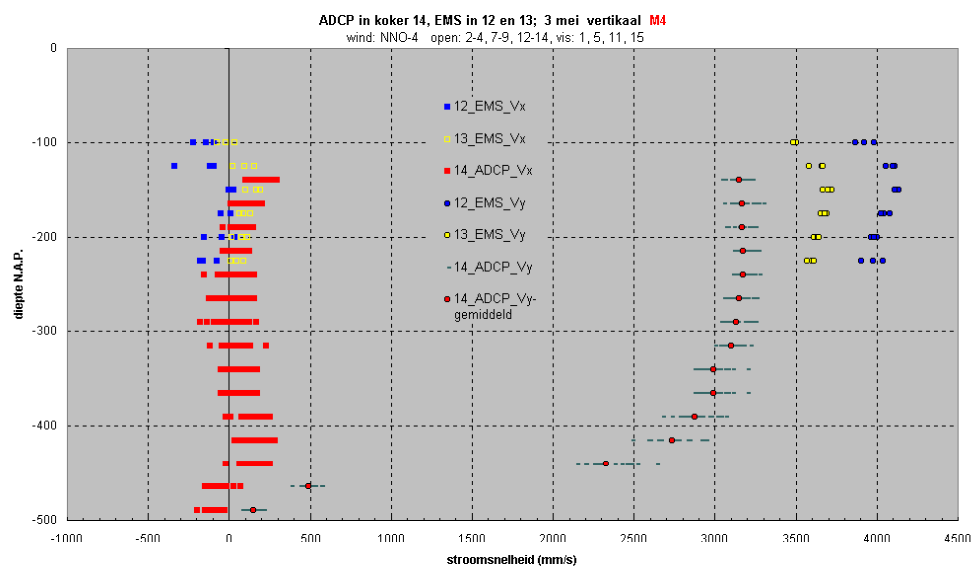
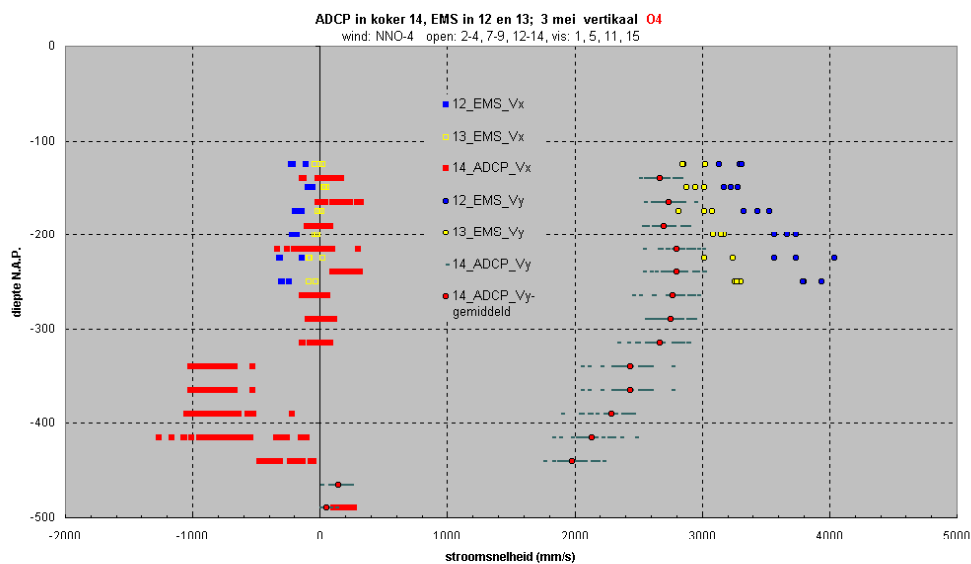
kokers 12 en 13: metingen met EMS (puntmeter: profielen zijn eigenlijk na elkaar gemeten punten)

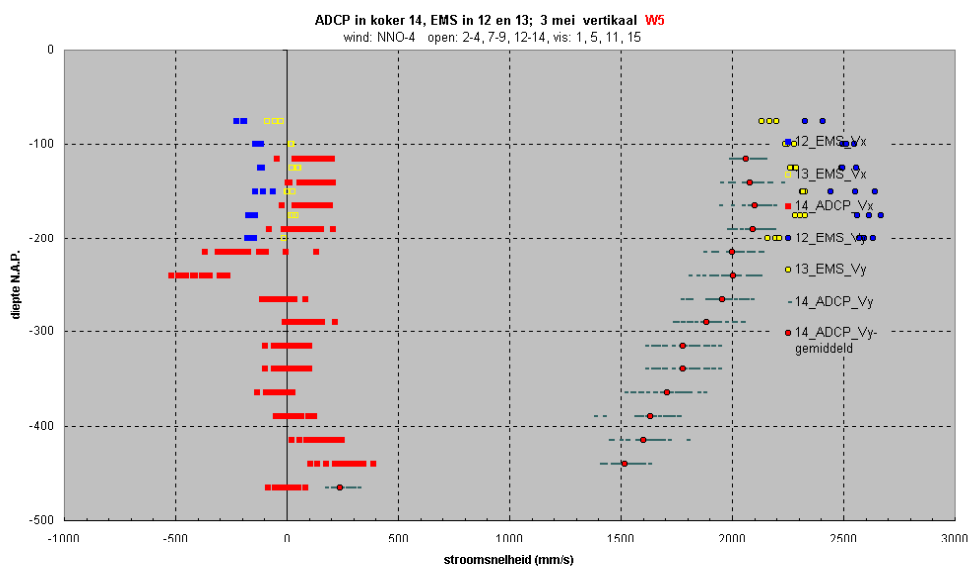
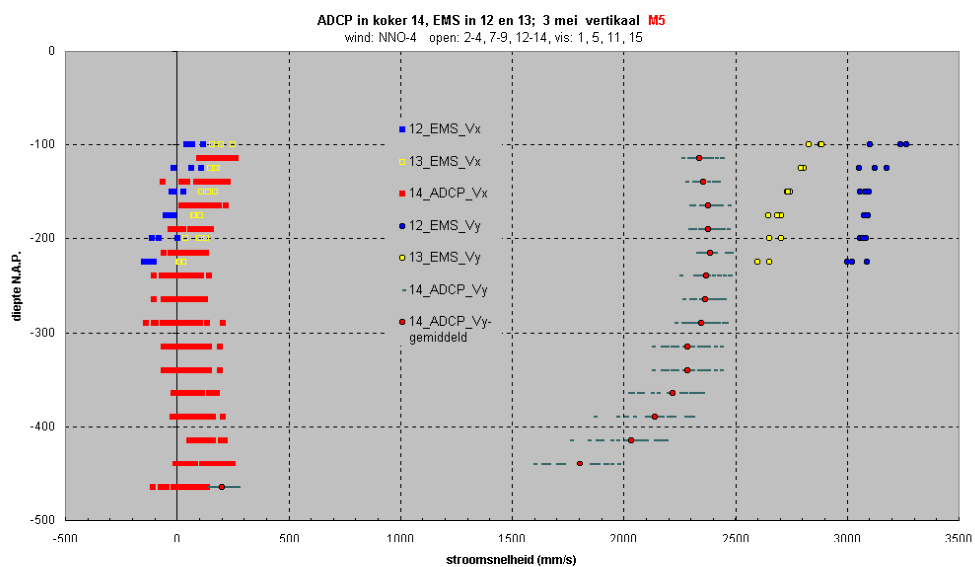
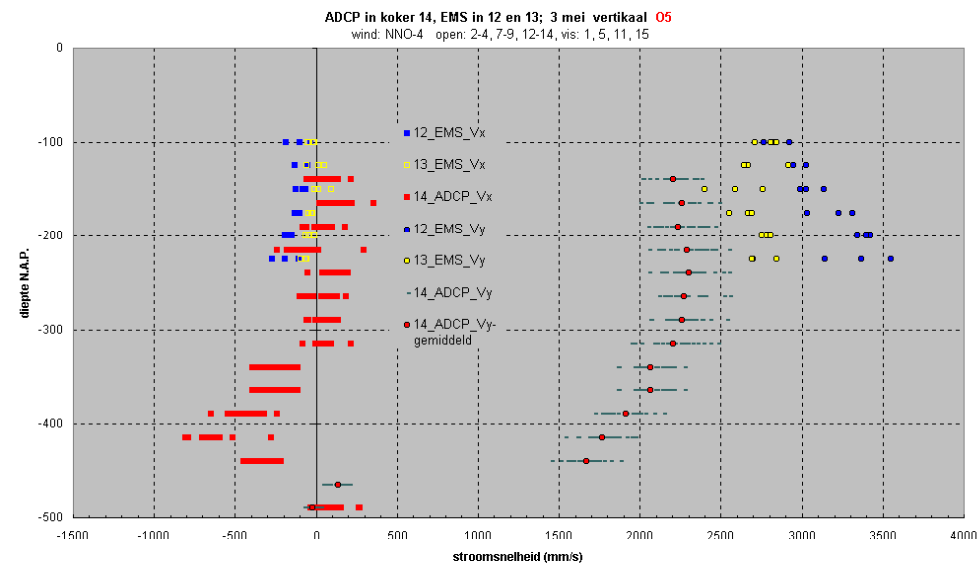
koker 14: metingen met ADCP (profiel).

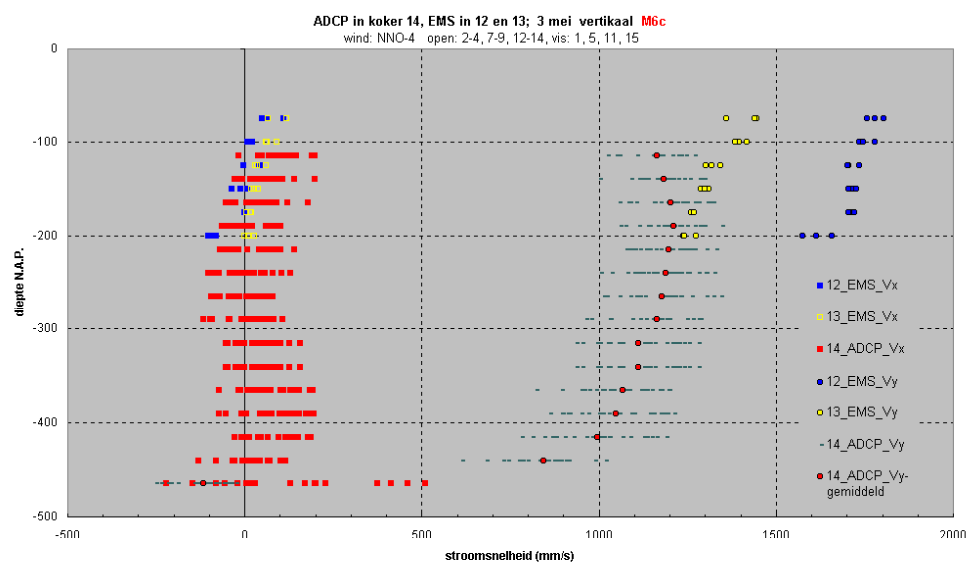
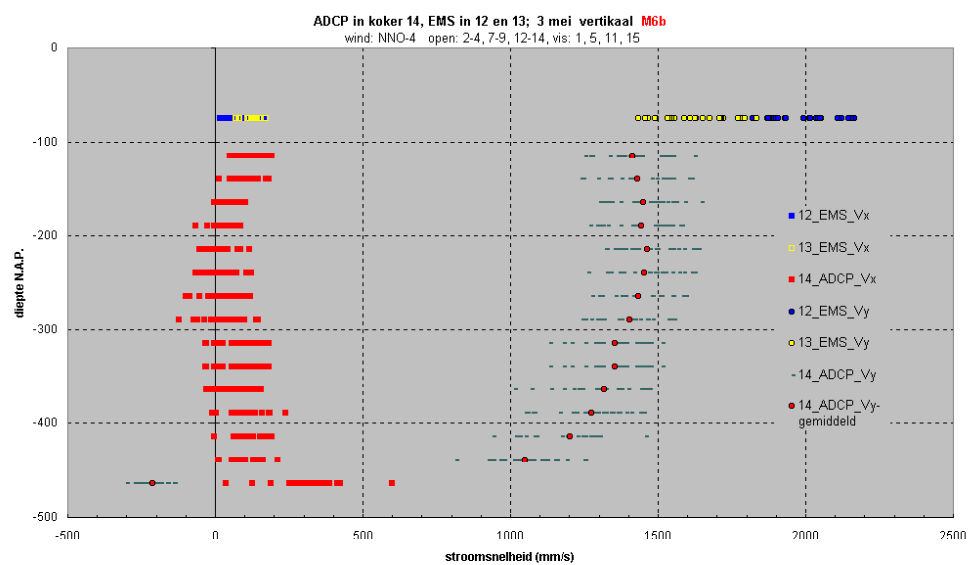
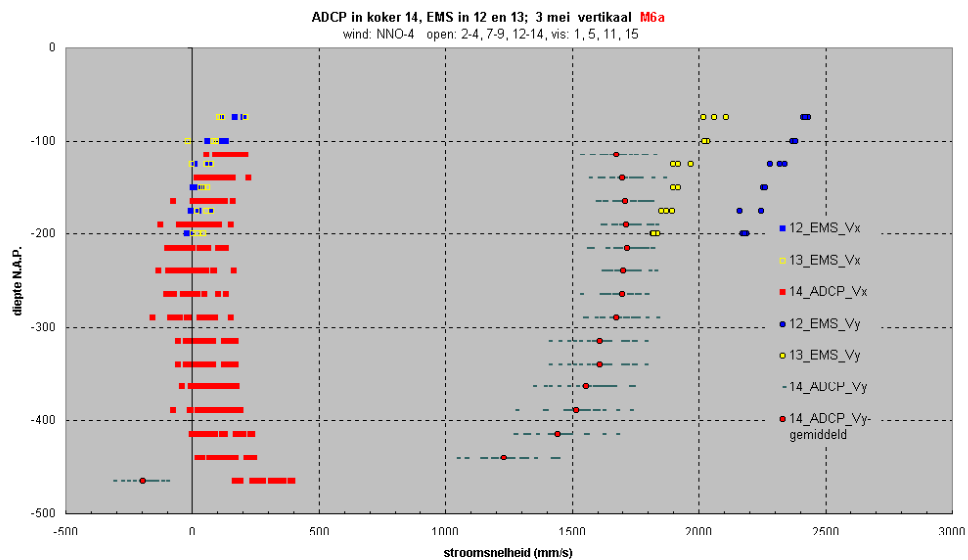


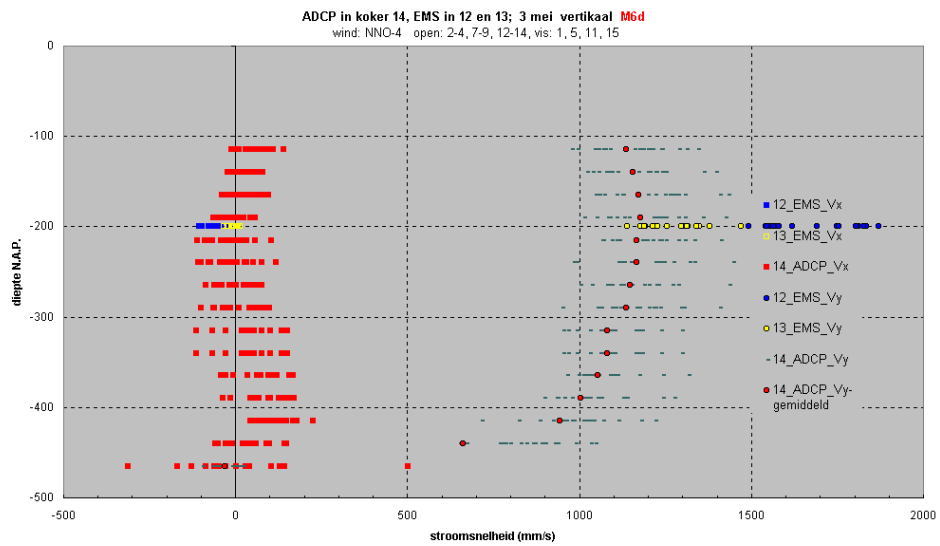












bijlage 4

De drie orthogonale snelheidscomponenten (hoofd stromingsrichting, v_y , secund. stroming, v_x en vert. stroming v_z) en som van deze componenten ($v_{\text{magnitude}}$) van de snelheidsprofielen gemeten op 3 punten (Oost, Midden, West) in koker 14 van groep 3 van de Stevinsluizen.

(metingen met ADCP)

