

Vervolgstudie Inventarisatie en historische analyse van slikken en schorren langs de Zeeschelde

Deelrapport 5
VLOTTERMETINGEN BALLOOI en NOTELAER
Juni 2009



713_21 WL Rapporten

Vervolgstudie Inventarisatie en historische analyse van slikken en schorren langs de Zeeschelde

Vlottermetingen Ballooi en Notelaer Juni 2009

Plancke, Y.; Ides, S.; Mostaert, F.

februari 2010

WL2010R713_21_5rev2_0

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Plancke, Y.; Ides, S.; Mostaert, F. (2010). Vervolgstudie Inventarisatie en historische analyse van slikken en schorren langs de Zeeschelde: Vlottermetingen Ballooi en Notelaer Juni 2009. Versie 2_0. WL Rapporten, 713_21. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België



Waterbouwkundig Laboratorium

Flanders Hydraulics Research

Berchemlei 115
B-2140 Antwerpen
Tel. +32 (0)3 224 60 35
Fax +32 (0)3 224 60 36
E-mail: waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be
www.watlab.be

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaandelijke schriftelijke toestemming van de uitgever.



Documentidentificatie

Titel:	Vervolgstudie Inventarisatie en historische analyse van slikken en schorren langs de Zeeschelde Vlottermetingen Ballooi en Notelaer Juni 2009		
Opdrachtgever:	afdeling Maritieme Toegang	Ref.:	WL2010R713_21_5rev2_0
Keywords (3-5):	Vlottermetingen, Zeeschelde, ondiepwater, slikken		
Tekst (p.):	11	Tabellen (p.):	-
Bijlagen (p.):	13	Figuren (p.):	-
Vertrouwelijk:	<input type="checkbox"/> Ja	Uitzondering:	<input type="checkbox"/> Opdrachtgever
	<input checked="" type="checkbox"/> Nee		<input type="checkbox"/> Intern
			<input type="checkbox"/> Vlaamse overheid
	Vrijgegeven vanaf		<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar

Goedkeuring

Auteur Ir. Y. Plancke	Revisor Ir. S. Ides	Projectleider Ir. S. Ides	Afdelingshoofd Dr. F. Mostaert
--------------------------	------------------------	------------------------------	-----------------------------------

Revisies

Nr.	Datum	Omschrijving	Auteur
1_0	16/10/2009	Conceptversie	Plancke, Y.
1_1	07/01/2010	Inhoudelijke revisie	Ides, S.
2_0	24/02/2010	Definitieve versie	Plancke, Y.

Abstract

Voorliggend onderzoek kadert in het project "Vervolgstudie inventarisatie en historische analyse van slikken en schorren langs de Zeeschelde." In het kader van dit onderzoek wordt bestudeerd hoe en waarom de slikken en de schorren langs de Zeeschelde de voorbije decennia zijn geëvolueerd. Hiervoor wordt onder meer beroep gedaan op numerieke modellen met als doel om te achterhalen waarom de getijvoortplanting in het Schelde estuarium de voorbije eeuw is gewijzigd enerzijds en wat het effect hiervan op de slikken en de schorren langs de Zeeschelde is anderzijds.

De beschikbaarheid van stroomgegevens op de slik- en schorgebieden langs de Schelde is momenteel beperkt. Hierdoor zijn de door het numerieke model berekende stroomsnelheden in deze zones met een onzekerheid omringd. Omwille van het ecologische belang van deze gebieden en het belang van de stroomsnelheid naar de dynamiek van deze gebieden, worden meetcampagnes uitgevoerd om het inzicht in de stromingen in deze zones te vergroten. Tevens zullen deze gegevens worden gebruikt om de voorspellende kracht van de numerieke modellen in deze gebieden te verbeteren.

Als pilotstudie werd gekozen voor de slikken en schorren tussen Rupelmonde en Temse, de Notelaer en de Ballooi. Beide gebieden vormen één van de ecologisch meest waardevolle gebieden in de Boven Zeeschelde. Daarenboven kunnen op de slikken van deze gebieden zowel hoog- als laagdynamische zones teruggevonden worden.

Dit rapport geeft de resultaten van de vlottermetingen uitgevoerd op 10 en 11 juni 2009. Deze maakten deel uit van een uitgebreide meetcampagne op deze slik en schorgebieden in de Boven Zeeschelde. Hierbij werden naast de vlottermetingen ook ADCP-metingen uitgevoerd die in een apart rapport worden beschreven.

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	I
Lijst van de tabellen	II
Lijst van de figuren	IIV
1 Inleiding.....	1
2 Beschrijving GPS-vlottermeettechniek.....	3
2.1 Vlotters.....	3
2.2 Global Positioning System (GPS) (<i>Bron: www.wikipedia.org</i>).....	4
2.3 Metingen	4
2.4 Verwerking	5
3 Resultaten	6
3.1 Getijcondities	6
3.2 Wind.....	7
3.3 Vlottermetingen.....	8
4 Bespreking	9
5 Referentielijst	11
Bijlage A: Resultaten vlottermetingen	B1
Bijlage B: Ligging meettraaien 10 en 11 juni 2009.....	B13

Lijst van afkortingen

ADCP:	Acoustic Doppler Current Profiler
GPS:	Global Positioning System
HW:	hoogwater
LW:	laagwater
Δ HLW:	amplitude van de daling van het water – verschil tussen HW en volgende LW
Δ LHW	amplitude van de stijging van het water – verschil tussen LW en volgende HW

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Overzicht getij te Schelle.....	6
Tabel 2 – Overzicht wind te Haasdonk	7
Tabel 3 – Coördinaten dwarsraai Schelde nabij Ballooi.....	B13
Tabel 4 – Coördinaten langsvraai Ballooi	B13
Tabel 5 – Coördinaten dwarsraai Schelde nabij Notelaer.....	B13
Tabel 6 – Coördinaten langsvraai Notelaer	B13

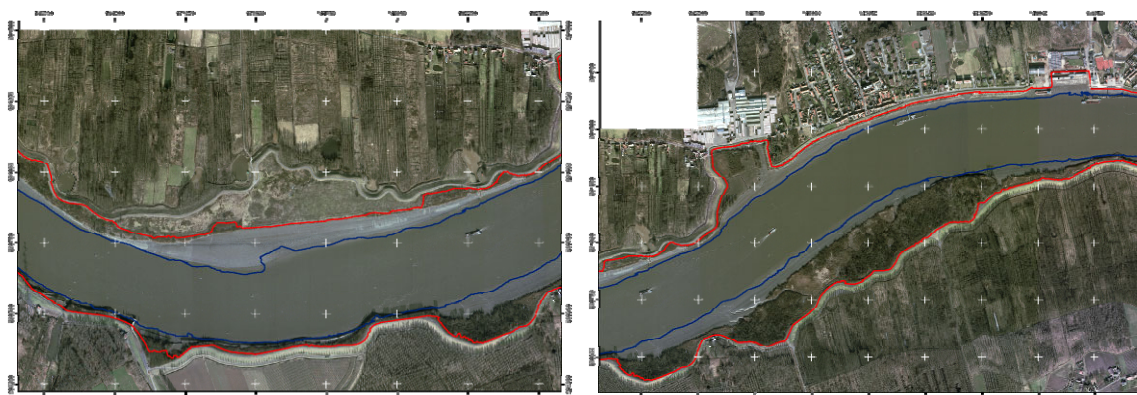
Lijst van de figuren

Figuur 1 – Luchtfoto van het studiegebied: de Ballooi (links) en de Notelaer (rechts).....	1
Figuur 2 – Onderdelen GPS vlotter: boei (links), kruisvormig paneel (midden), GPS-toestel (rechts).....	3
Figuur 3 – Getij te Schelle (blauw) en Temse (bruin) op 10 (donker) en 11 (licht) juni 2009.....	6
Figuur 4 – Wind te Haasdonk op 10 (donker) en 11 (licht) juni 2009 (<i>bron: weerstation Haasdonk</i>).....	7
Figuur 5 – Ligging ADCP-raaien nabij de Ballooi (links) en Notelaer (rechts): dwarsraai Schelde (wit) en langsraai slik (geel)	8
Figuur 6 – Vlotterbanen Ballooi bij VLOED	B1
Figuur 7 – Vlotterbanen Ballooi bij EB	B1
Figuur 8 – Vlotterbanen Notelaer bij VLOED	B2
Figuur 9 – Vlotterbanen Notelaer bij EB.....	B2
Figuur 10 – Snelheidsvectoren Ballooi HW – 4u (in cm/s).....	B3
Figuur 11 – Snelheidsvectoren Ballooi HW – 3u (in cm/s).....	B3
Figuur 12 – Snelheidsvectoren Ballooi HW – 2u (in cm/s).....	B4
Figuur 13 – Snelheidsvectoren Ballooi HW – 1u (in cm/s).....	B4
Figuur 14 – Snelheidsvectoren Ballooi HW (in cm/s).....	B5
Figuur 15 – Snelheidsvectoren Ballooi HW + 1u (in cm/s).....	B5
Figuur 16 – Snelheidsvectoren Ballooi HW + 2u (in cm/s).....	B6
Figuur 17 – Snelheidsvectoren Ballooi HW + 4u (in cm/s).....	B6
Figuur 18 – Snelheidsvectoren Ballooi HW + 5u (in cm/s).....	B7
Figuur 19 – Snelheidsvectoren Ballooi HW + 6u (in cm/s).....	B7
Figuur 20 – Snelheidsvectoren Notelaer HW – 4u (in cm/s).....	B8
Figuur 21 – Snelheidsvectoren Notelaer HW – 3u (in cm/s).....	B8
Figuur 22 – Snelheidsvectoren Notelaer HW – 2u (in cm/s).....	B9
Figuur 23 – Snelheidsvectoren Notelaer HW – 1u (in cm/s).....	B9
Figuur 24 – Snelheidsvectoren Notelaer HW (in cm/s).....	B10
Figuur 25 – Snelheidsvectoren Notelaer HW + 1u (in cm/s).....	B10
Figuur 26 – Snelheidsvectoren Notelaer HW + 3u (in cm/s).....	B11
Figuur 27 – Snelheidsvectoren Notelaer HW + 4u (in cm/s).....	B11
Figuur 28 – Snelheidsvectoren Notelaer HW + 5u (in cm/s).....	B12
Figuur 29 – Snelheidsvectoren Notelaer HW + 6u (in cm/s).....	B12

1 Inleiding

Uit de historische analyse van de slikken en de schorren in de Zeeschelde [Van Braeckel et al., 2006] is gebleken dat het areaal aan schorren, slikken en ondiepe sublitorale gebieden langs de Zeeschelde en haar getijgebonden zijrivieren in de afgelopen anderhalve eeuw sterk is afgenomen. Dit is grotendeels te wijten aan direct habitatverlies door rechttrekkingen, inpolderingen, dijk- en andere infrastructuurwerken. De laatste decennia is het relatieve belang van indirect habitatverlies (i.e. habitatverlies door erosie) echter sterk toegenomen als gevolg van de toenemende getijdenenergie in het estuarium. Verschillende natuurlijke processen en antropogene ingrepen kunnen hieraan ten grondslag liggen. Naast de eerder vermelde ingrepen zijn ook zeespiegelstijging, gewijzigde bovenstroomse debieten, verruiming en verdieping van de vaargeul, continue onderhoudsbaggerwerken, zandwinning en natuurlijke morfologische veranderingen in het Schelde-estuarium mee bepalend voor de getijvoortplanting en de waterbeweging in het estuarium. Over de relatieve bijdrage van deze factoren in de vastgestelde achteruitgang van sub- en intertidale gebieden is slechts weinig gekend.

Binnen het project “*Vervolgstudie inventarisatie en historische analyse van slikken en schorren in de Zeeschelde*” werden verschillende scenario’s doorgerekend waarbij het effect van individuele ingrepen op de getijvoortplanting in het estuarium werd bestudeerd. Bij de doorvertaling van deze ingrepen naar het effect op arealen slikken, schorren en ondiepe sublitorale gebieden werd vastgesteld dat het voorspellend vermogen van de numerieke modellen in de ecologisch meest interessante zone (slikken en schorren) nog beperkt is. Meer algemeen is de kennis over de waterbeweging in deze gebieden beperkt, ondermeer door het ontbreken van stromingsgegevens. Waar in de Beneden Zeeschelde (meer specifiek het deel rond het Antwerpse havengebied) stromingsgegevens beschikbaar zijn uit verschillende meetcampagnes, is dit opwaarts Rupelmonde niet of nauwelijks het geval.



Figuur 1 – Luchtfoto van het studiegebied: de Ballooi (links) en de Notelaer (rechts)

De blauwe lijn is de grens tussen sublitoraal en litoraal (slik) gebied, de rode lijn de grens tussen litoraal (slik) en supralitoraal (schor) gebied.

Als pilootstudie binnen het project “*Vervolgstudie inventarisatie en historische analyse van slikken en schorren in de Zeeschelde*” werd gekozen voor de slikken tussen Rupelmonde en Temse, de Notelaer en de Ballooi (figuur 1). Beide gebieden (slik en schor) vormen één van de ecologisch meest waardevolle gebieden van de Boven Zeeschelde. Daarenboven kunnen op de slikken van deze gebieden zowel hoog- als laagdynamische zones teruggevonden worden (pers. comm. INBO).

Om een inzicht te krijgen in de stroompatronen ter hoogte van de slikken van deze gebieden, alsook ten

behoefte van de kalibratie en validatie van het in de volgende fase toe te passen numerieke model, vond op 10 en 11 juni 2009 een uitgebreide meetcampagne plaats. Na een voorbereidende meetcampagne in mei 2009 [*Plancke et al., 2009*], werden in juni zowel vlottermetingen als ADCP-metingen [*AquaVision, 2009*] uitgevoerd.

Dit rapport beschrijft de resultaten van de vlottermetingen. In hoofdstuk 2 wordt een beschrijving gegeven van de gebruikte meettechniek. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de vlottermetingen gepresenteerd. Hoofdstuk 4 geeft een beknopte bespreking van deze resultaten. De referentielijst van dit rapport is terug te vinden in hoofdstuk 5.

2 Beschrijving GPS-vlottermeettechniek

Het principe om stroompatronen op te meten is gebaseerd op het gebruik van vlotters in combinatie met GPS-toestellen. De vlotters, bestaande uit een drijvende boei en een in diepte verstelbaar paneel (de aandrijvende kracht van de vlotter), worden door de stroming meegevoerd. Een GPS-toestel met interne dataopslag maakt het mogelijk om met een bepaalde frequentie de positie van de vlotter op te slaan. Op deze manier kan een beeld verkregen worden van het Lagrangiaans stromingspatroon. Hieronder wordt verder ingegaan op de diverse onderdelen van de vlotter. Daarnaast wordt de GPS techniek beknopt beschreven.

2.1 Vlotters

De vlotters die gebruikt worden voor het opmeten van de stroompatronen bestaan uit volgende onderdelen (zie figuur 2):

- Drijvend element, “boei”
- Kruisvormig paneel
- Verbinding tussen de boei en het paneel
- GPS-toestel in waterdichte verpakking “aquapack”



Figuur 2 – Onderdelen GPS vlotter: boei (links), kruisvormig paneel (midden), GPS-toestel (rechts)

Het drijvende element bestaat uit een boei waaraan aan de bovenzijde het GPS-toestel kan bevestigd worden, terwijl aan de onderkant het paneel wordt bevestigd. De afmetingen van de boei zijn bepaald door enerzijds het drijfvermogen van de boei, anderzijds de eis dat de boei zo weinig mogelijk boven het wateroppervlak uitsteekt om de directe effecten van wind te beperken. De boeien die bij deze meting zijn gebruik hebben een diameter van ca. 35 cm.

De structuur waarop de stroming inwerkt, en zo de vlotter voortstuwt, zijn kruisvormige aluminium panelen. De afmetingen van dergelijk paneel zijn ca. 50 cm hoog en ca. 40 cm breed. Het paneel is verbonden met de boei door middel van een touw. De diepte van het paneel, en zo ook de diepte waarop de stroming inwerkt, kan eenvoudig worden aangepast door de lengte van het touw aan te

passen. Voor deze metingen werd een verbindingstouw van ca. 70 cm gebruikt. Op deze manier hangt de onderkant van het paneel ca. 1,30 m onder het wateroppervlak.

De GPS-toestellen, die toelaten met een bepaalde frequentie de positie op te slaan, worden in een waterdichte verpakking (een zgn. "aquapack") aan de boei bevestigd.

2.2 Global Positioning System (GPS) *(Bron: www.wikipedia.org)*

Een satelliet plaatsbepalingsysteem gebruikt verschillende satellieten die boven het aardoppervlak cirkelen. GPS gebruikt minimaal 24 (momenteel 30) verschillende satellieten die elk in een van de zes banen op 20.200 km hoogte cirkelen, op een zodanige manier dat er vanaf elke plaats op aarde op elk moment minstens 4 satellieten te 'zien' zijn.

Het meetprincipe van de plaatsbepaling is gebaseerd op de afstandsmeting tussen satelliet en ontvanger en het bekend zijn van de positie van de satelliet. De afstanden tussen de satelliet en de ontvanger worden uit de gemeten looptijden van radiogolven afgeleid. De satellieten zenden de informatie op twee frequenties uit. Op deze frequenties zijn dan met modulatietechnieken digitale codes aangebracht. Die codes bevatten informatie over de satelliet zelf, zijn keppelerse baanparameters, de onderlinge synchronisatie van de satellietklokken, en de benaderde baanparameters van alle satellieten. Deze codes vormen samen de informatie die van belang is voor de plaatsbepaling.

Het principe van het systeem berust erop dat iedere satelliet een zeer nauwkeurig radiosignaal uitzendt met daarin zijn identificatie plus een zeer precieze tijdmelding (iedere satelliet heeft meerdere atoomklokken aan boord). De baan van iedere satelliet is vooraf benaderend bekend, dus ook de plaats waarvan het signaal verzonden is (de precieze baan is slechts een tijdje na de meting beschikbaar en kan gebruikt worden om de nauwkeurigheid te verhogen). Door na te gaan hoeveel vertraging er tussen het uitzenden en de ontvangst van het tijdsignaal, kan de ontvanger berekenen hoever hij van die satelliet verwijderd is. Omdat de lichtsnelheid constant en in alle richtingen even groot is, wordt hiermee de ontvanger op een bol geplaatst met de satelliet in het denkbeeldige middelpunt. Ontvangst van een tweede signaal plaatst de ontvanger op een tweede denkbeeldige bol, en dus op de snijlijn van de twee 'bollen' van beide satellieten: een cirkel. Het signaal van de derde satelliet maakt maar twee punten mogelijk als oplossing van de drie satellietpeilingen. Slechts één van deze twee punten bevindt zich op een plek in de buurt van het aardoppervlak.

Doordat de klokken in de ontvanger, die een onnauwkeurige kwartsklok gebruiken, en de satelliet onmogelijk gesynchroniseerd kunnen worden is voor een nauwkeurige meting het signaal van een vierde satelliet nodig, dit probleem wordt ook wel de klokfout genoemd. Om deze extra onbekende te vinden is een vierde satelliet nodig. Het probleem komt dan neer op het bepalen van een Δt en dus ΔR van alle bollen, zodat deze precies in één punt snijden. Voor een exacte hoogteberekening op aarde zijn meer satellietpeilingen nodig. Voor het hele systeem geldt: hoe meer satellieten hoe nauwkeuriger de berekende positie. Ook de onderlinge positie van de satellieten (constellatie) heeft invloed op de nauwkeurigheid, bij een goede spreiding zal het mogelijke volume waarin de ontvanger zich kan bevinden kleiner zijn en een gunstiger vorm hebben. Dit kan gevisualiseerd worden door bovengenoemde bollen een "schil" te geven met een dikte gelijk aan twee keer de mogelijke fout. Het snijpunt van de bollen is dan geen punt maar een "doos" waarin de ontvanger zich bevindt.

2.3 Metingen

Bij het uitvoeren van vlottermetingen worden verschillende (6 voor de hier beschreven meetcampagne) vlotters gebruikt die van op meetschepen in het water worden geplaatst en nadien ook door het meetschip uit het water worden opgevist.

De GPS-toestellen die worden gebruikt zijn van het type Garmin GPSMAP 60C. Voor de nauwkeurigheid qua positiebepaling van de toestellen wordt 3 à 5 m opgegeven. De instellingen laten toe de frequentie van opslag van een positie in te stellen. Voor deze metingen werd een opslagfrequentie gekozen van één positie elke 5 seconden. Met deze instellingen is het mogelijk 830 minuten (bijna 14 uren) continu metingen uit te voeren, daar er 10.000 meetpunten kunnen opslagen worden.

Tijdens de meetcampagne werd geopteerd om de GPS-toestellen continu te laten registreren. Hierdoor bestaat de opgeslagen informatie zowel uit de stroommetingen als uit niet relevante data (vlotter aan boord van het meetschip). Aan boord van het meetschip werd dan ook telkens het begin- en eindtijdstip van een gemeten stroombaan genoteerd.

2.4 Verwerking

De opgeslagen posities dienen nadien uitgelezen en verwerkt te worden. Het uitlezen gebeurt met het programma Garmin MapSource. In de verwerking worden eerst de stroombanen uit de continue reeks van meetdata gefilterd. Dit gebeurt via een zelf ontwikkelde MATLAB-routine. Deze routine laat tevens toe figuren te maken van een aantal te selecteren stroombanen. Op deze manier worden de afzonderlijke stroombanen gecontroleerd op anomalieën. Dit gebeurt visueel, waarbij de belangrijkste fouten zich kunnen voordoen rond het begin en het einde van de stroombaan (begintijdstip te vroeg, eindtijdstip te laat). Om dit te voorkomen werden steeds de eerste 30 seconden na het inwerpen en de laatste 30 seconden voor het uithalen verwijderd.

Met de MATLAB-routine worden ook de figuren gegenereerd voor het presenteren van de resultaten. De verschillende stroombanen worden per gebied voor zowel eb als vloed weergegeven. Aangezien alle vlotters op een zelfde diepte hebben gemeten, worden alle banen in dezelfde kleur gepresenteerd.

Daarnaast kan met een tweede MATLAB-routine uit de stroombanen de snelheidsvectoren afgeleid worden. De stroomsnelheid en -richting wordt over een bepaald opeenvolgend aantal meetpunten gemiddeld (hier 180 seconden). Deze snelheidsvectoren worden opgedeeld per tijdsblok van één uur in het getij.

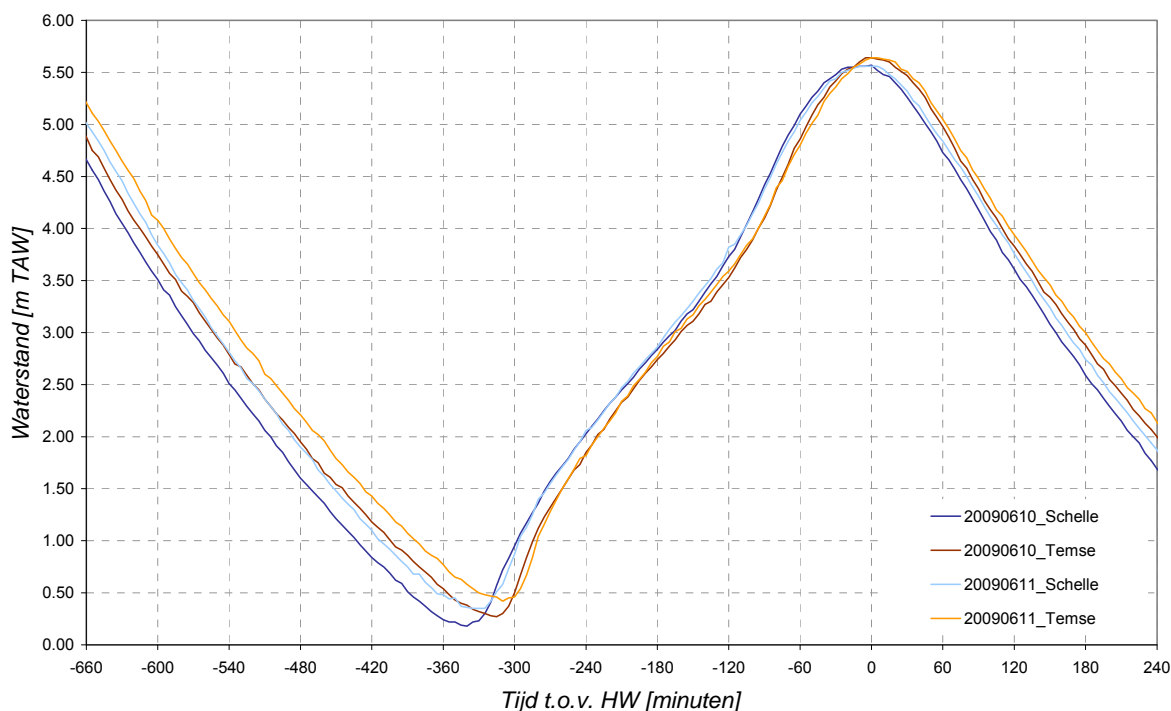
3 Resultaten

3.1 Getijcondities

De slikgebieden Notelaer en Ballooi zijn gelegen tussen de waterstandstations Schelle (afwaarts) en Temse (opwaarts). Het tijdsverschil tussen de hoogwaters van deze 2 stations bedraagt voor de uitgevoerde meetcampagne circa 10 minuten. Het verschil in waterstand is bij hoogwater grootteorde 8 cm. De waterstanden tijdens de vlottermetingen zijn opgenomen in figuur 3. Voor de presentatie van de resultaten is het gemiddelde tijdstip van hoogwater gekozen. De waterstanden die gepresenteerd worden op de figuur zijn deze van de stations Schelle en Temse. Hieronder zijn de karakteristieke waarden van het station Schelle opgenomen.

Tabel 1 – Overzicht getij te Schelle

<i>Schelle</i>	LW [cm TAW]	HW [cm TAW]	LW [cm TAW]	Δ LHW [cm]	Δ HLW [cm]
10/06/2009	+18	+557	-15	539	572
11/06/2009	+35	+556	-2	521	558



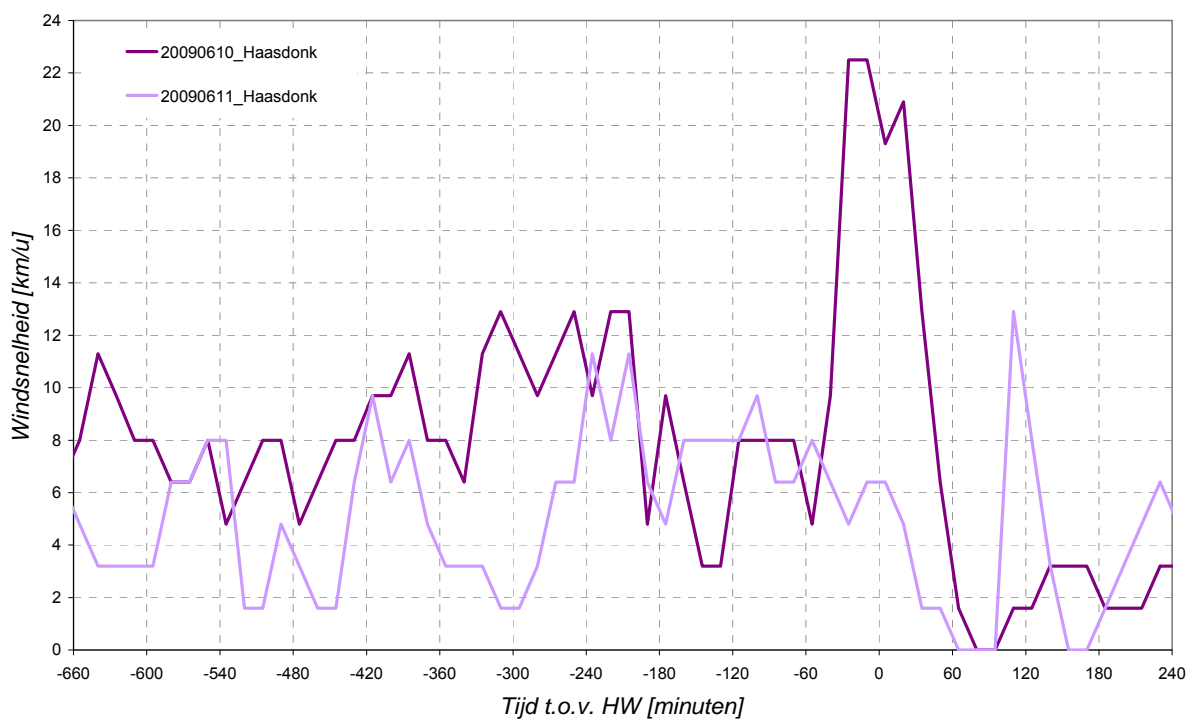
Figuur 3 – Getij te Schelle (blauw) en Temse (bruin) op 10 (donker) en 11 (licht) juni 2009

3.2 Wind

De slikgebieden Notelaer en Ballooi zijn gelegen nabij het weerstation Haasdonk (bron: <http://users.telenet.be/antoine.lenjou/weer>). De windgegevens tijdens de vlottermetingen zijn opgenomen in de figuur 4.

Tabel 2 – Overzicht wind te Haasdonk

Haasdonk	Windsnelheid	Windrichting
10/06/2009	Zwakke wind, 2 beaufort, met piek (ZZW) van 3 à 4 beaufort rond hoogwater	ZW - ZZW
11/06/2009	Zwakke wind, 1 tot 2 beaufort	N - W



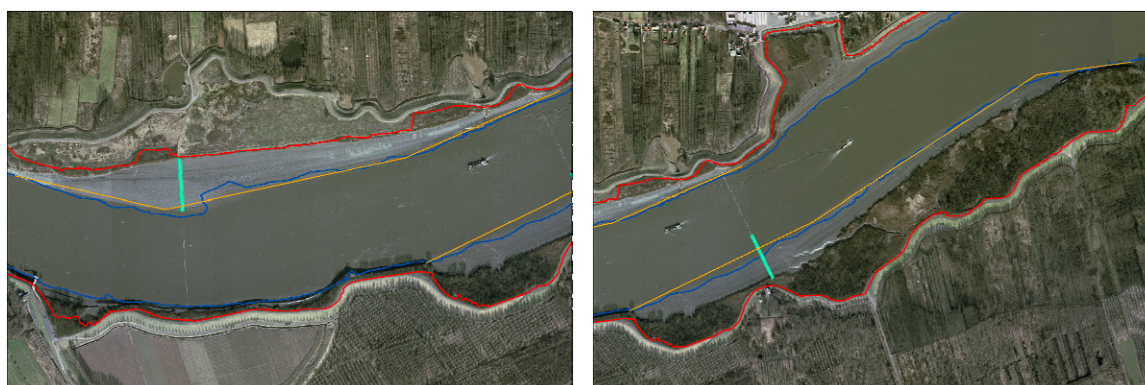
Figuur 4 – Wind te Haasdonk op 10 (donker) en 11 (licht) juni 2009 (bron: weerstation Haasdonk)

3.3 Vlottermetingen

De vlottermetingen werden uitgevoerd door het meetschip MS Veremans op 10 en 11 juni 2009, telkens over een quasi volledige getijcyclus. Hierbij werden 6 vlotters ingezet. Elke meting gebeurde op een diepte van ca. 1 m onder het wateroppervlak. Er dient opgemerkt te worden dat de vlottermetingen gelijktijdig werden uitgevoerd met een ADCP-meting (langsraai op het slik van de Notelaer en de Ballooi). De ADCP-meting, uitgevoerd met de zodiak van het meetschip, was prioritair en zorgde ervoor dat de vlottermeting niet steeds volgens een regelmatig patroon kon worden uitgevoerd.

De resultaten van de metingen zijn weergegeven in bijlage A. De eerste dag (10 juni 2009) werden de vlottermetingen uitgevoerd ter hoogte van de Notelaer, samen met de ADCP-longsraai. Dezelfde dag werd door MS Parel II een ADCP-dwarsraai bemeten ter hoogte van de Ballooi. De tweede dag (11 juni 2009) werden de ADCP-longsraai en de vlottermetingen uitgevoerd ter hoogte van de Ballooi. Dezelfde dag werd door MS Parel II een ADCP-dwarsraai bemeten ter hoogte van de Notelaer. Zie figuur 5 voor de ligging van de verschillende bemeten raaien.

Per locatie wordt een beeld gegeven van de vlotterbanen, opgesplitst in eb en vloed. Anderzijds wordt per locatie eveneens een beeld gegeven van de snelheidsvectoren, per fase van het getij. Hierbij werd het getij opgedeeld in perioden van één uur. Ter illustratie: de figuur van HW geeft de resultaten van de uit de metingen afgeleide snelheidsvectoren weer voor de periode HW – 0,5u tot HW + 0,5u.



Figuur 5 – Ligging ADCP-raaien nabij de Ballooi (links) en Notelaer (rechts): dwarsraai Schelde (wit) en langsraai slik (geel)

Aanvullend slik-schor-grens (rood), slik-ondiepwater-grens (blauw) en monsternamepunten INBO (groen)

4 Bespreking

In de volgende paragrafen worden de resultaten besproken van de uitgevoerde vlottermetingen. De ADCP-metingen worden apart gerapporteerd [Aquavision, 2009]. De resultaten worden besproken voor enerzijds het gebied ter hoogte van de Ballooi (4.1) en anderzijds het gebied ter hoogte van de Notelaer (4.2).

4.1 Ballooi

Uit de figuren (6 en 7) van de vlotterbanen is af te leiden dat de richting van de stroming zowel tijdens de vloed als tijdens de eb weinig wijzigt. In de periode rond laagwater (LW) kan vastgesteld worden dat de stroming in de geul geconcentreerd wordt, terwijl bij het stijgen van het water de stroming ook over het slik gaat. De stroming over het slik verloopt parallel met de dijklijn, zowel bij eb als bij vloed.

De analyse van de stroomvectoren (figuur 10 t.e.m. 19) toont dat in de eerste fase van de vloed (LW tot HW – 3u) de stroomsnelheden in de geul geconcentreerd zijn en variëren tussen 70 en 85 cm/s. Aangezien de vlotter een waterdiepte vereist die groter is dan 1m, was het pas mogelijk vanaf HW – 3u metingen uit te voeren op het slik. Rond HW – 2u varieert de snelheid op het slik tussen 50 cm/s langs de oever en 75 cm/s ter hoogte van de geul. Volgens de langsas van het slik (i.e. volgens de stroomrichting) is de variatie van de stroomsnelheid beperkt. De waargenomen verschillen (grootte-orde 10 cm/s) zijn vermoedelijk te verklaren door het tijdsverschil van meting tussen de afwaartse en opwaartse kant van het slik. De snelheid neemt vervolgens toe en bereikt rond HW – 1u een maximum. Langs de oever worden snelheden waargenomen van 60 tot 70 cm/s, terwijl ter hoogte van de geul de snelheid toeneemt tot 95 cm/s. Vervolgens neemt de snelheid terug af. Tussen HW en HW + 1u kentert de stroming.

Bij het begin van de eb zijn er metingen beschikbaar op het slik. Hierbij wordt vastgesteld dat de snelheid in het begin van de ebfase weinig varieert op het slik: zowel in de periode HW + 1u als HW + 2u is de snelheid op slik tussen 60 en 70 cm/s. Naar de tweede helft van de ebfase toe, bij het dalen van het water, wordt de stroming opnieuw geconcentreerd in de geul. Van HW + 4u tot HW + 6u blijft de stroomsnelheid in de geul vrij constant (ca. 110 cm/s). Op het einde kan een lichte daling waargenomen worden. De periode rond laagwater was minder belangrijk voor de meetcampagne (geen stroming op het slik) en er zijn dan ook geen vlottermetingen beschikbaar.

4.2 Notelaer

Uit figuur A8 is vast te stellen dat er kleine wijziging in de richting van de stroombanen optreedt tijdens de vloed. Dit kan verklaard worden door de invloed van het slik: tijdens de initiële fase van de vloed wordt de stroming in de geul gestuurd, terwijl in de latere fase van de vloed, wanneer het slik overstroomd wordt, de stroming over het slik gaat, parallel aan de oever. Tijdens de eb (figuur 9) blijft de richting van de stroombanen constanter, met uitzondering van het eerste uur na HW, waar de stroombanen dichter langs de oever toe lopen.

De analyse van de stroomvectoren (figuur 20 t.e.m. 29) toont dat in de eerste fase van de vloed (LW tot HW – 3u) de stroomsnelheden in de geul geconcentreerd zijn en variëren tussen 60 en 75 cm/s. Aangezien de vlotter een waterdiepte vereist die groter is dan 1m, was het pas mogelijk vanaf HW – 3u metingen uit te voeren op het slik. Rond HW – 3u bedraagt de snelheid op het slik ca. 30 cm/s. Ter hoogte van de geul is de snelheid hoger (ca. 50 cm/s). Tot HW – 1u blijft de snelheid in de geul beperkt tot ca. 65 cm/s, terwijl op het slik de snelheid varieert tussen 30 cm/s (langs de oever) en 50 cm/s (ter

hoogte van de geul). Volgens de langsas van het slik (i.e. volgens de stroomrichting) is de variatie van de stroomsnelheid beperkt. Rond HW – 1u bereikt de snelheid haar maximum: op het slik langs de oever worden snelheden waargenomen van 60 tot 70 cm/s, terwijl ter hoogte van de geul de snelheid toeneemt tot 80 cm/s. In de geul worden snelheden waargenomen tot 90 à 95 cm/s. Vervolgens neemt de snelheid geleidelijk terug af. Tussen HW en HW + 1u kentert de stroming. Specifiek voor de Notelaer werden rond HW een aantal vlotter losgelaten in een kreek langs de afwaarts kant van het slik- en schorgebied. De metingen geven hier zeer beperkte snelheden, kleiner dan 20 cm/s.

Bij het begin van de eb zijn er metingen beschikbaar op het slik. Hierbij wordt vastgesteld dat na de kentering, de snelheid op het slik toeneemt tot 50 à 60 cm/s. Voor de periode rond HW + 2u zijn er geen metingen beschikbaar (prioriteit ADCP-meting volgens langsraai). Voor de periode HW + 3u en HW + 4u worden op het slik stroomsnelheden gemeten variërend tussen 30 cm/s (langs de oever) en 60 cm/s (ter hoogte van de geul). In de geul ligt de stroomsnelheid aanzienlijk hoger (ca. 100 cm/s). In de laatste fase van de eb wordt de stroming opnieuw in de geul geconcentreerd. De stroomsnelheden variëren in de geul rond 100 cm/s, terwijl naar de laagwaterlijn de stroomsnelheid afneemt (tot ca. 50 cm/s).

4.3 Conclusies

De in dit rapport beschreven metingen werden uitgevoerd gebruik makend van GPS-vlotters. Parallel werden bijkomende metingen (resp. langs- en dwarsraai) uitgevoerd gebruik makend van ADCP. De resultaten van deze bijkomende metingen zullen tevens moeten worden geïnterpreteerd om een uitgebreider beeld te geven van het stroombeeld ter hoogte van de bestudeerde gebieden Ballooi en Notelaer.

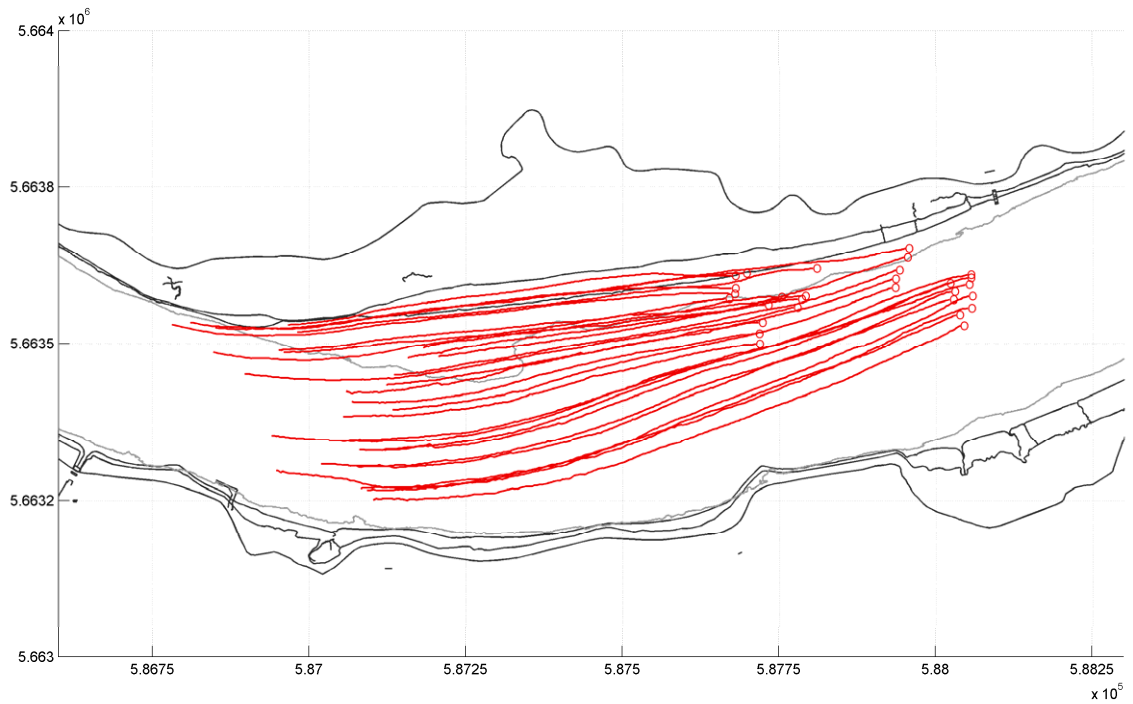
Op basis van de vlottermetingen uitgevoerd op 10 en 11 juni 2009, kan worden geconcludeerd dat het verloop van de stroming over de getijcyclus ter hoogte van de slik- en schorgebieden Ballooi en Notelaer sterk vergelijkbaar is. In de periode rond laagwater wordt de stroming geconcentreerd in de geul. Hierbij ligt de stroomsnelheid bij het begin van de vloed (ca. 80 cm/s) lager dan op het einde van de eb (ca. 100 cm/s). Tijdens de stijging van het waterpeil overstromen de slikken in beide gebieden geleidelijk. Ongeveer één uur voor hoogwater worden de maximale stroomsnelheden op het slik bereikt. Langs de oever (ca. 65 cm/s) liggen deze lager dan ter hoogte van de geul (ca. 80 cm/s). De maximale stroomsnelheden gemeten op de Ballooi liggen ongeveer 5 cm/s hoger dan op de Notelaer. Tijdens de initiële fase van de eb worden op het slik snelheden waargenomen tot maximaal 65 cm/s.

5 Referentielijst

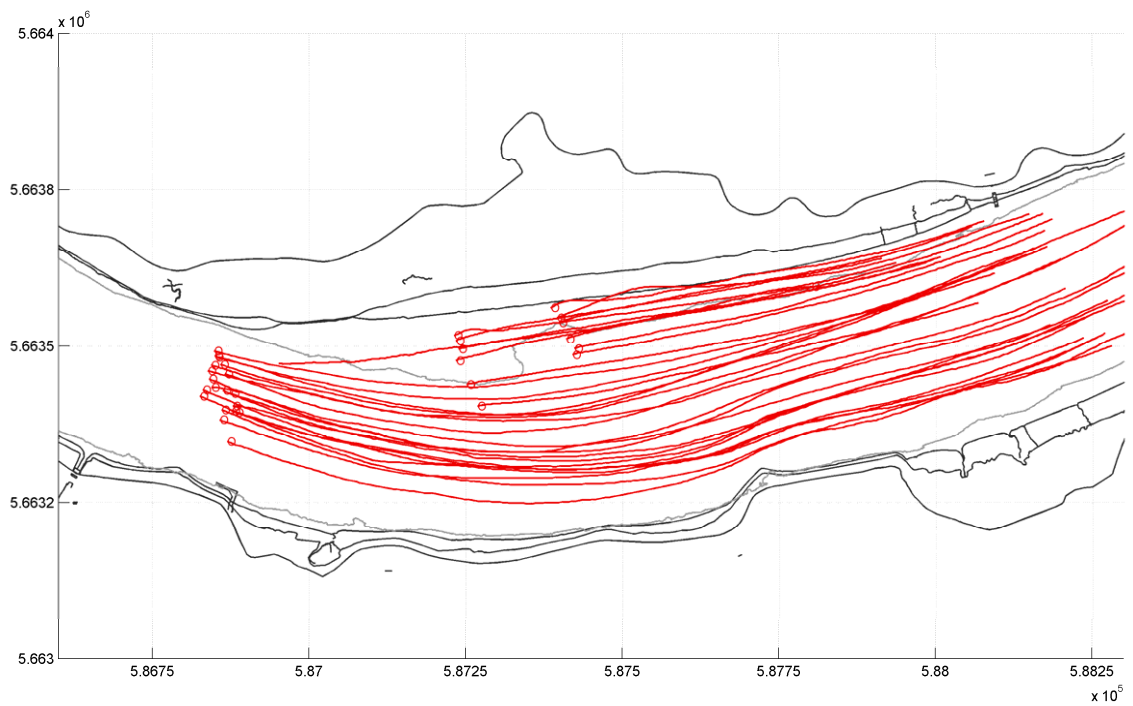
Van Braeckel A., Piesschaert F. & Van den Bergh E. (2006). Historische analyse van de Zeeschelde en haar getijgebonden zijrivieren – 19^e eeuw tot heden. INBO.R.2006.29. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, België.

Plancke Y., Ides S. & Mostaert F. (2010). Historische analyse Zeeschelde: verkennende vlottermetingen Ballooi en Notelaer. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België

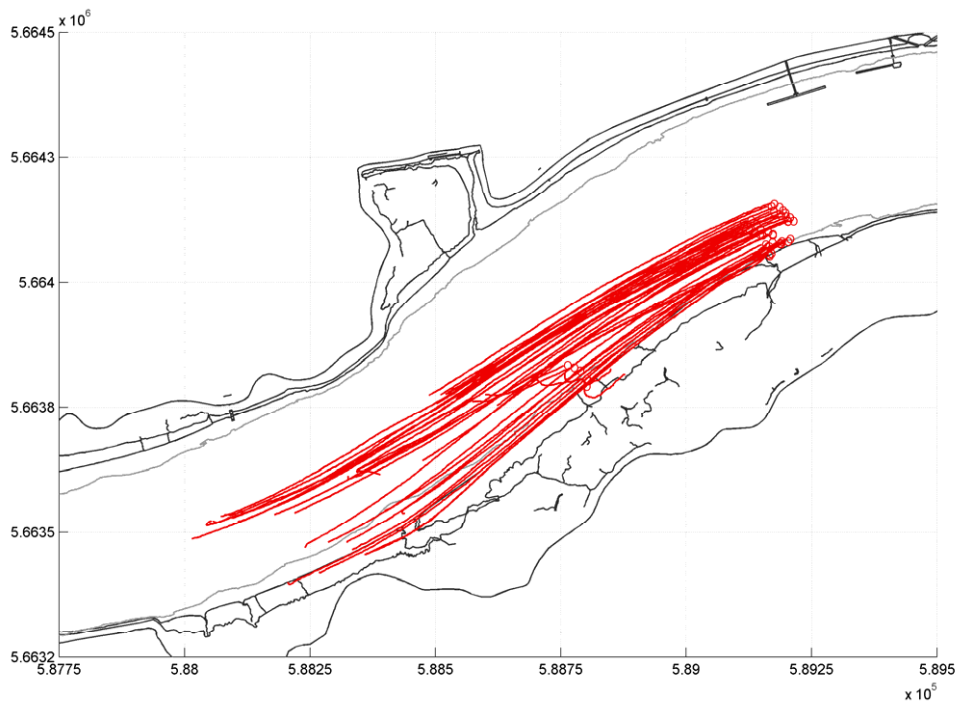
Bijlage A: Resultaten vlottermetingen



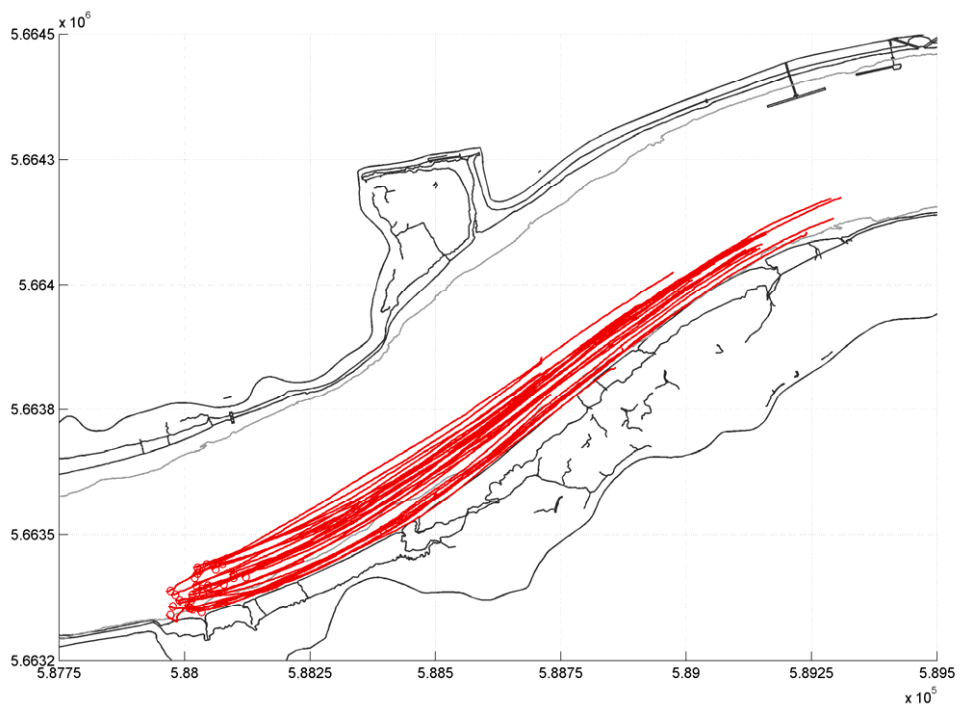
Figuur 6 – Vlotterbanen Ballooi bij VLOED



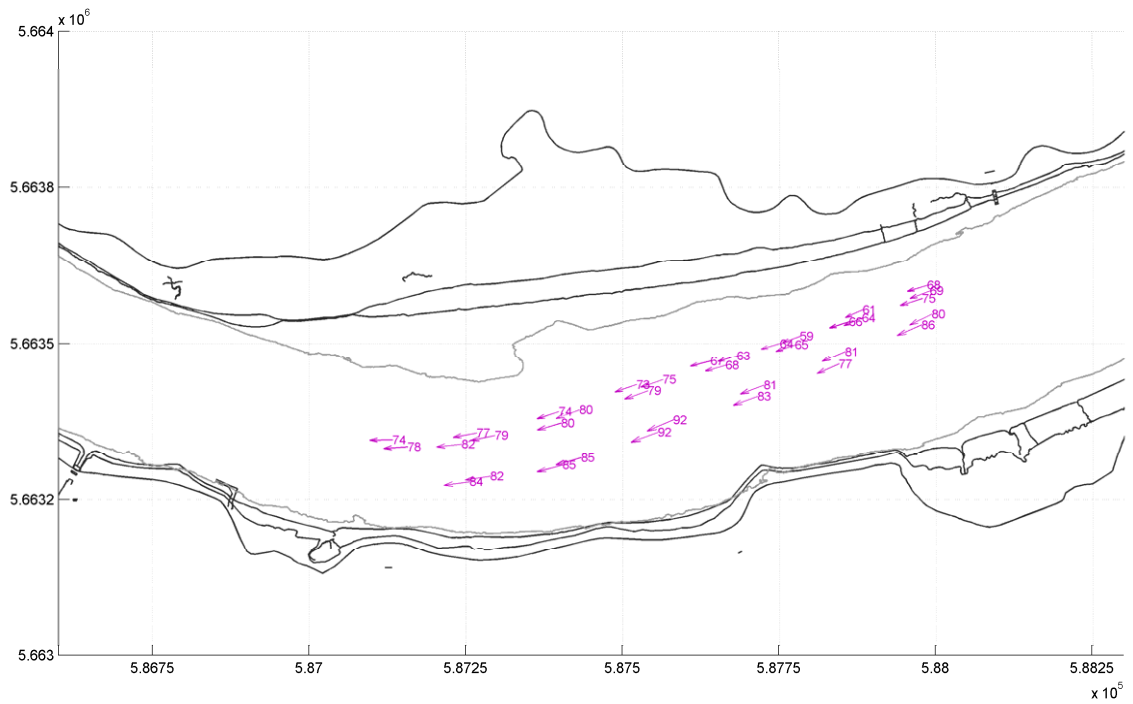
Figuur 7 – Vlotterbanen Ballooi bij EB



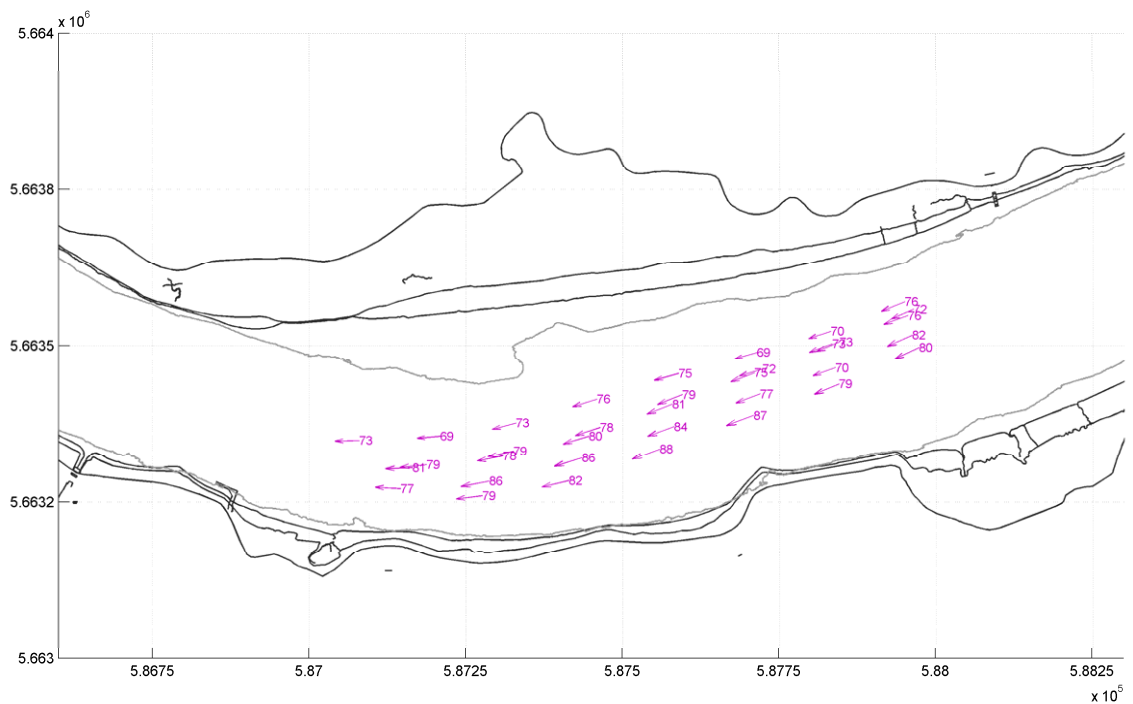
Figuur 8 – Vlotterbanen Notelaer bij VLOED



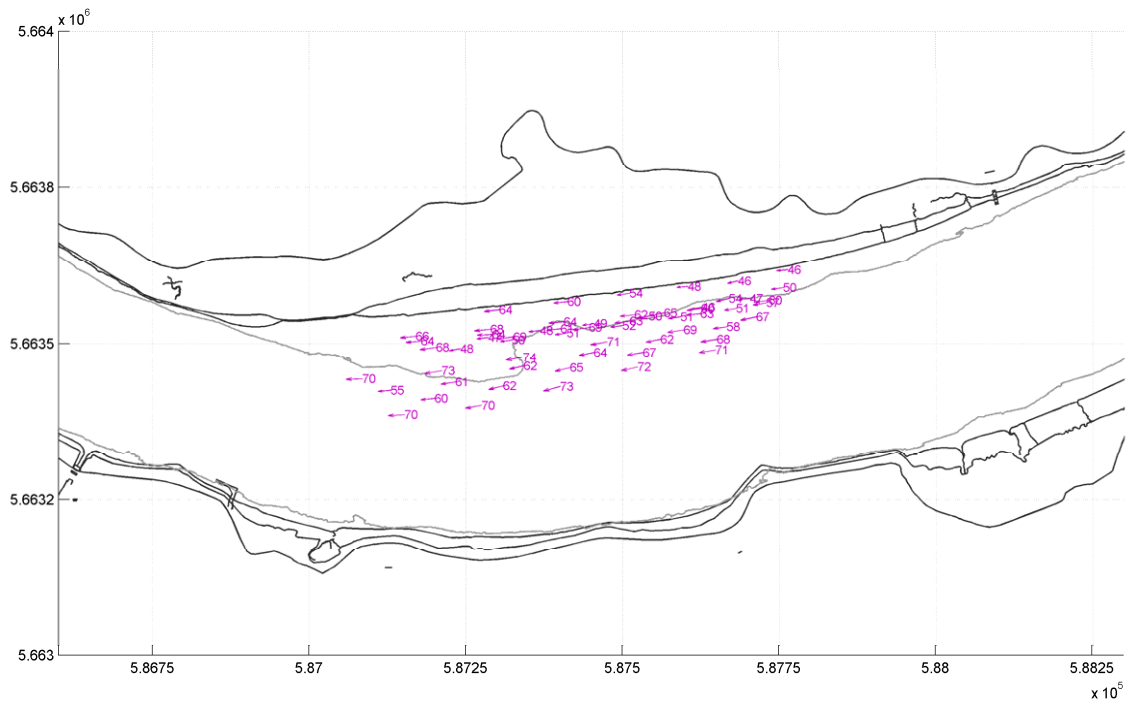
Figuur 9 – Vlotterbanen Notelaer bij EB



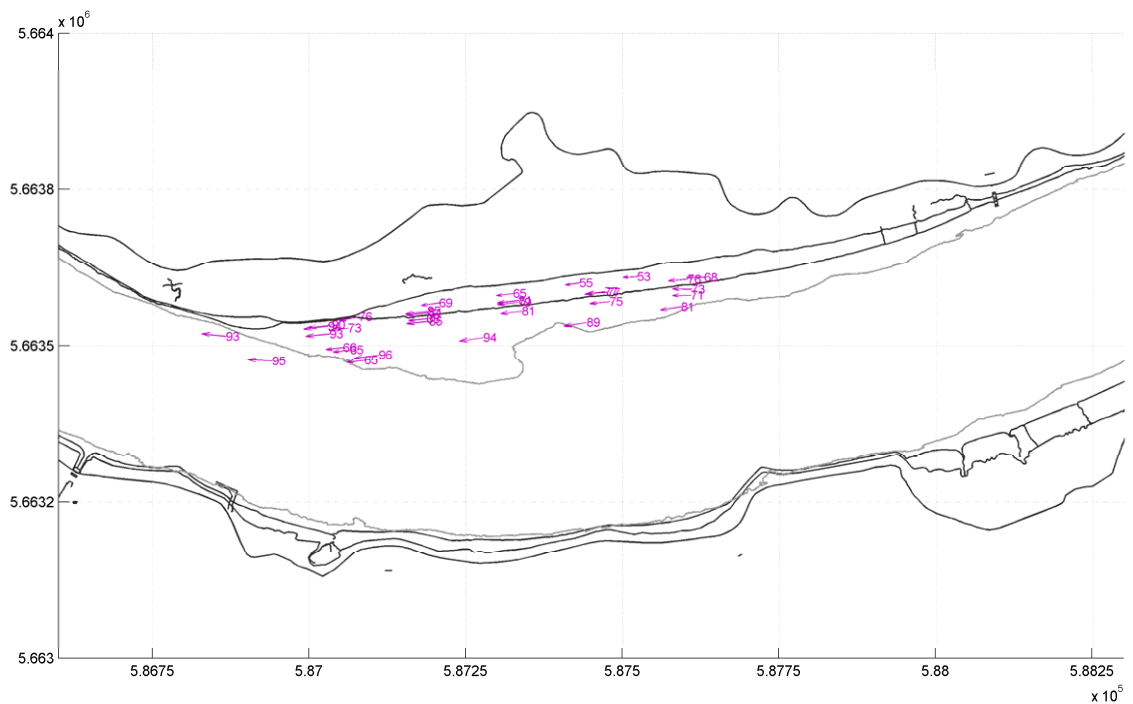
Figuur 10 – Snelheidsvectoren Ballooi HW – 4u (in cm/s)



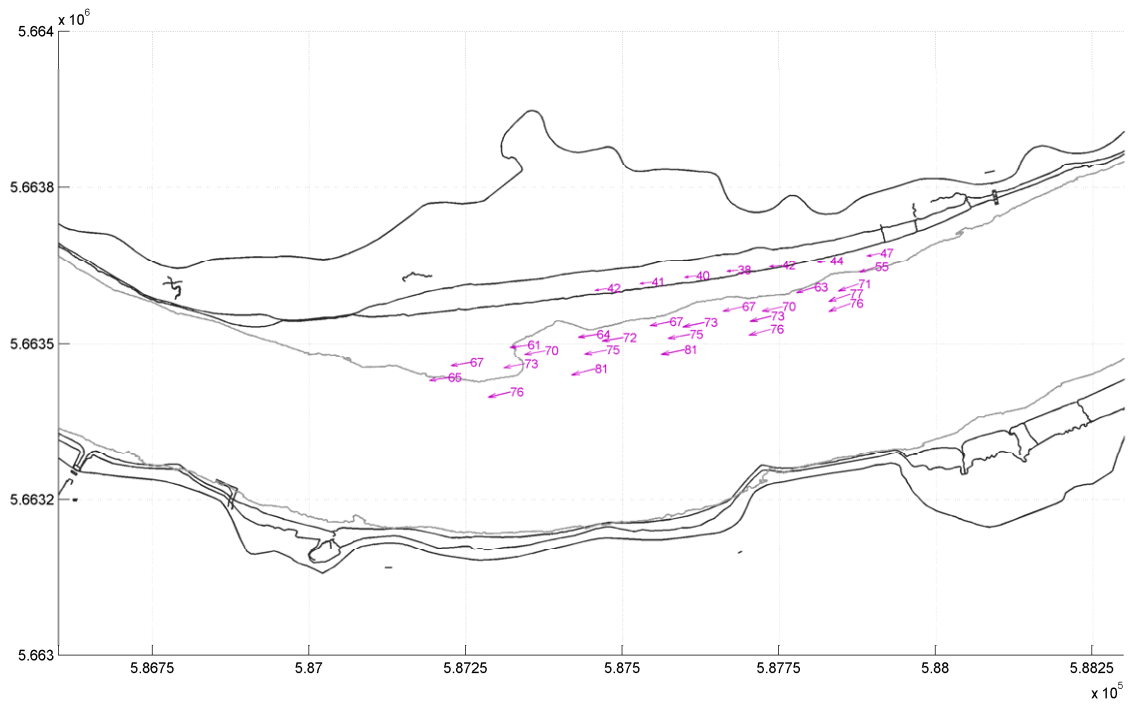
Figuur 11 – Snelheidsvectoren Ballooi HW – 3u (in cm/s)



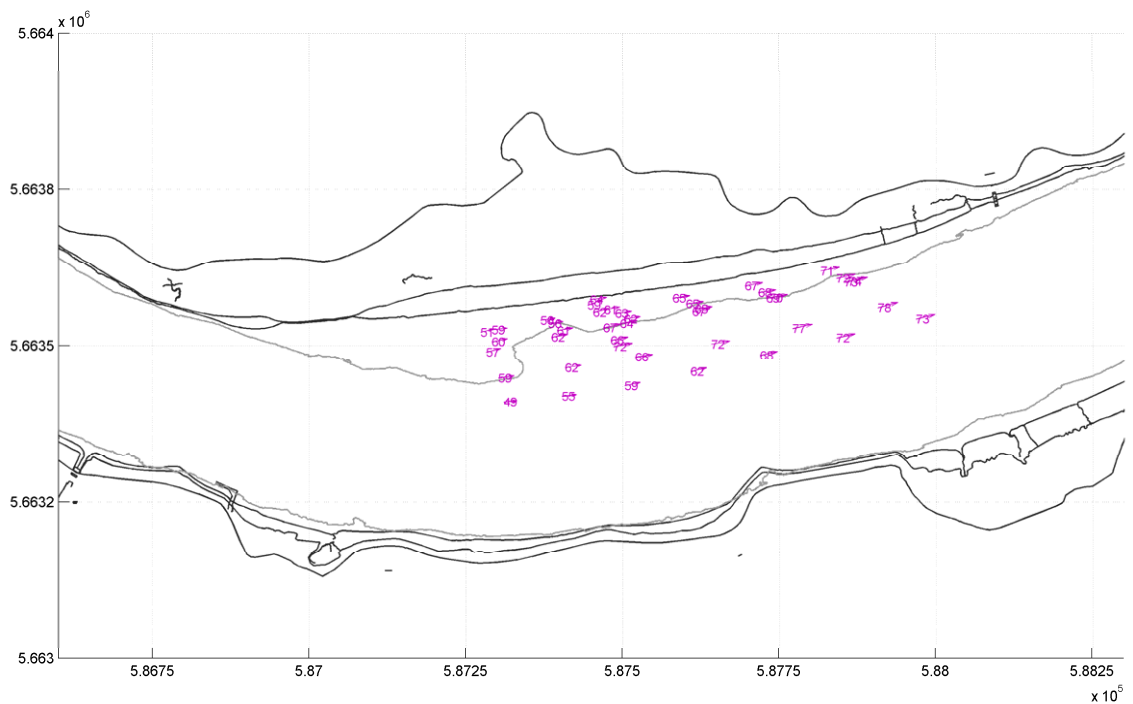
Figuur 12 – Snelheidsvectoren Ballooi HW – 2u (in cm/s)



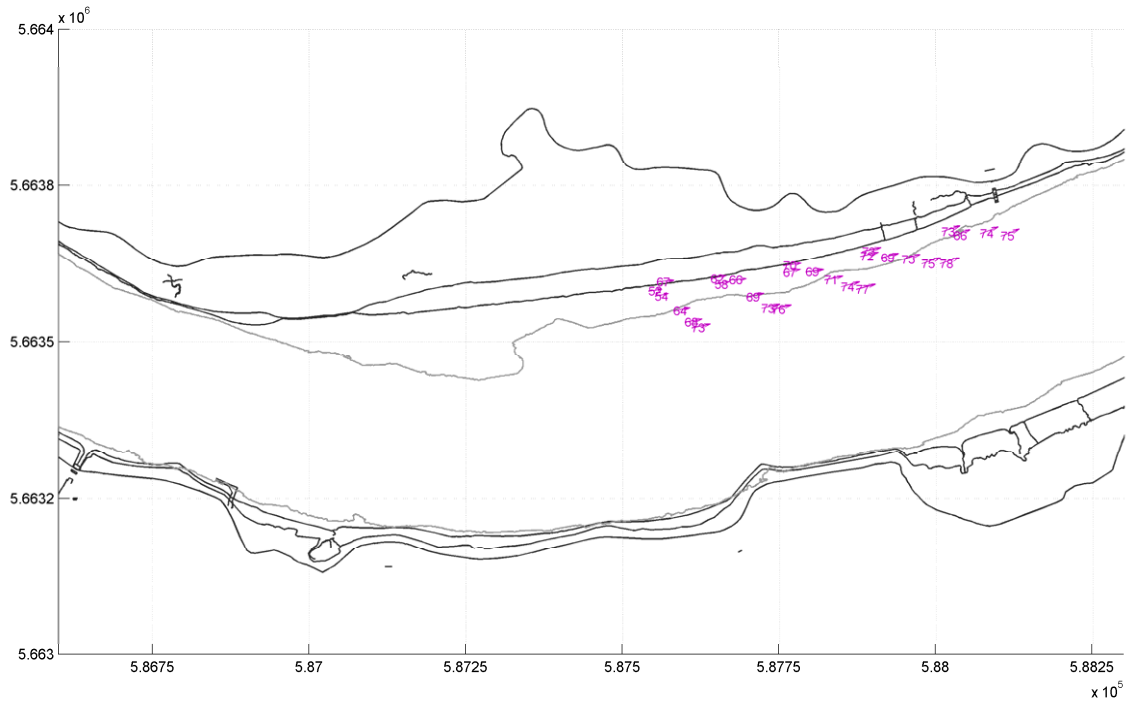
Figuur 13 – Snelheidsvectoren Ballooi HW – 1u (in cm/s)



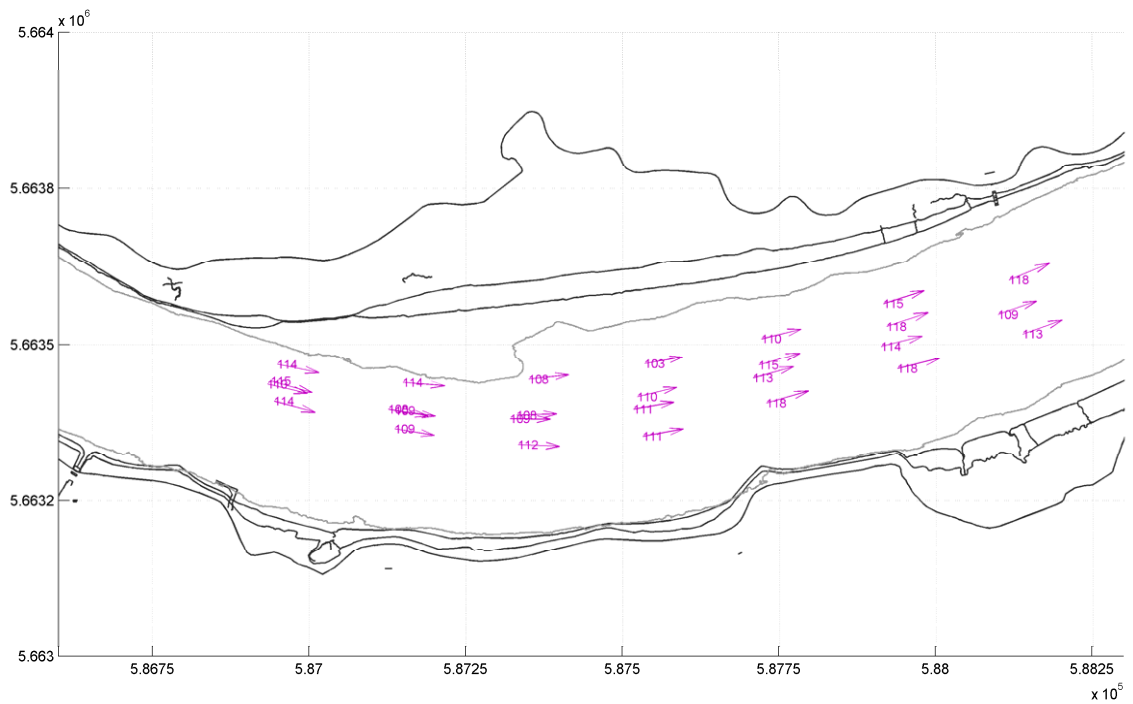
Figuur 14 – Snelheidsvectoren Ballooi HW (in cm/s)



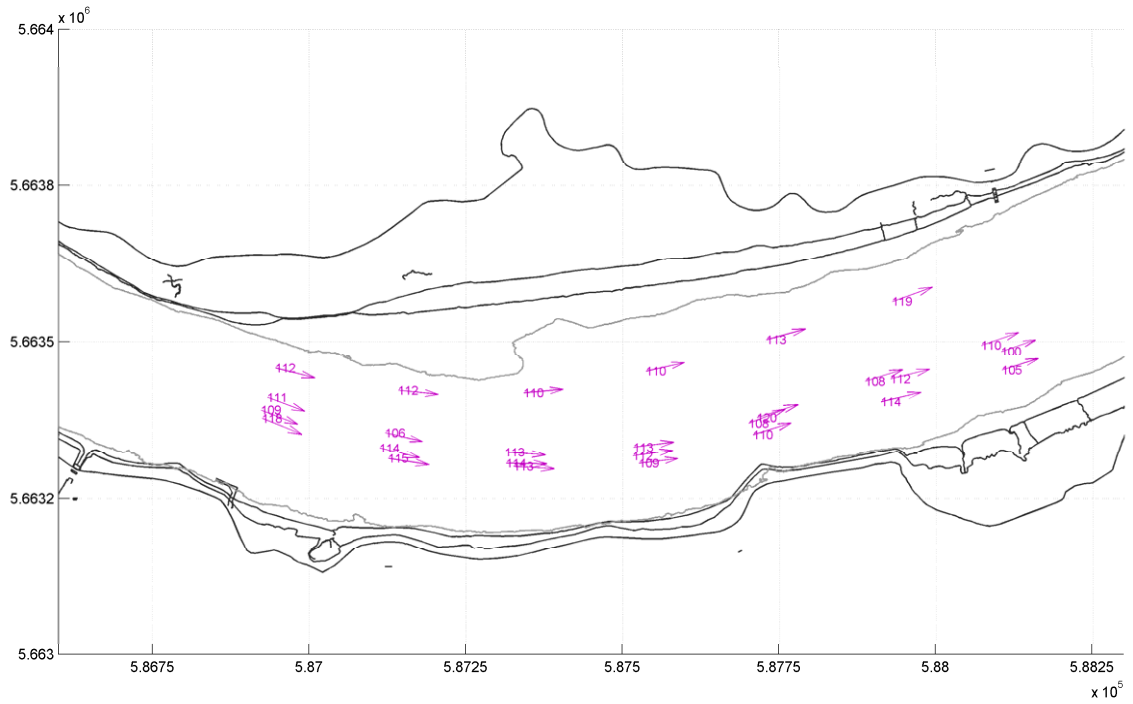
Figuur 15 – Snelheidsvectoren Ballooi HW + 1u (in cm/s)



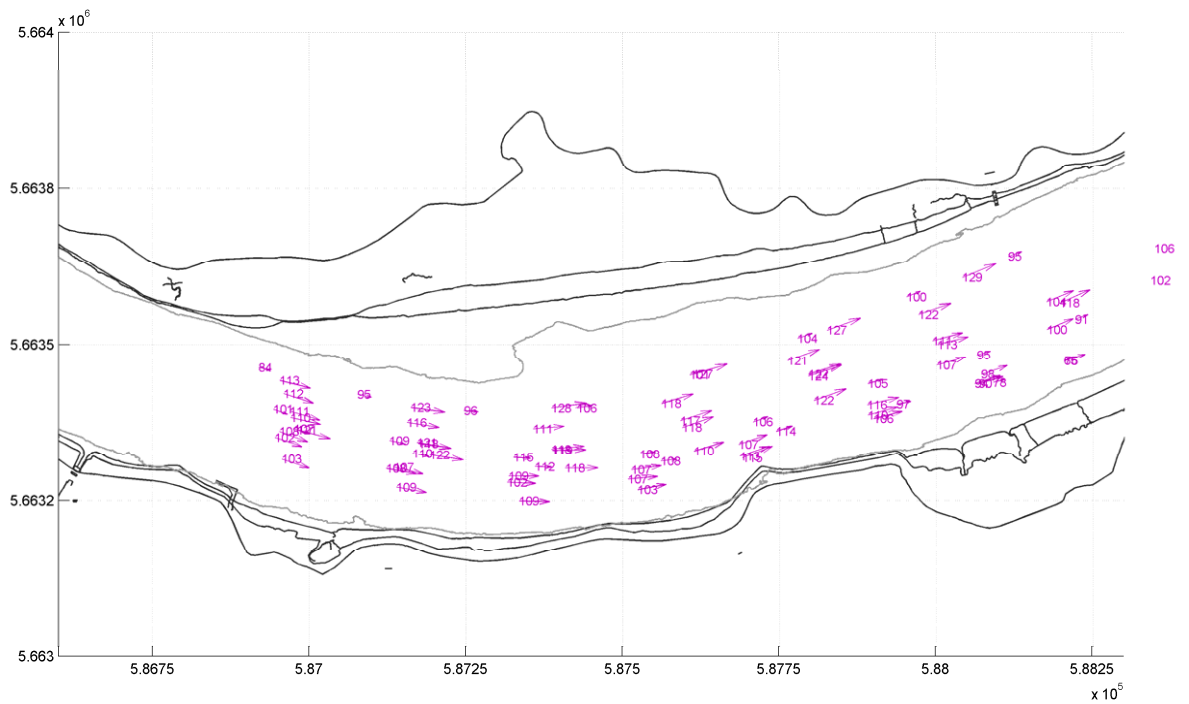
Figuur 16 – Snelheidsvectoren Ballooi HW + 2u (in cm/s)



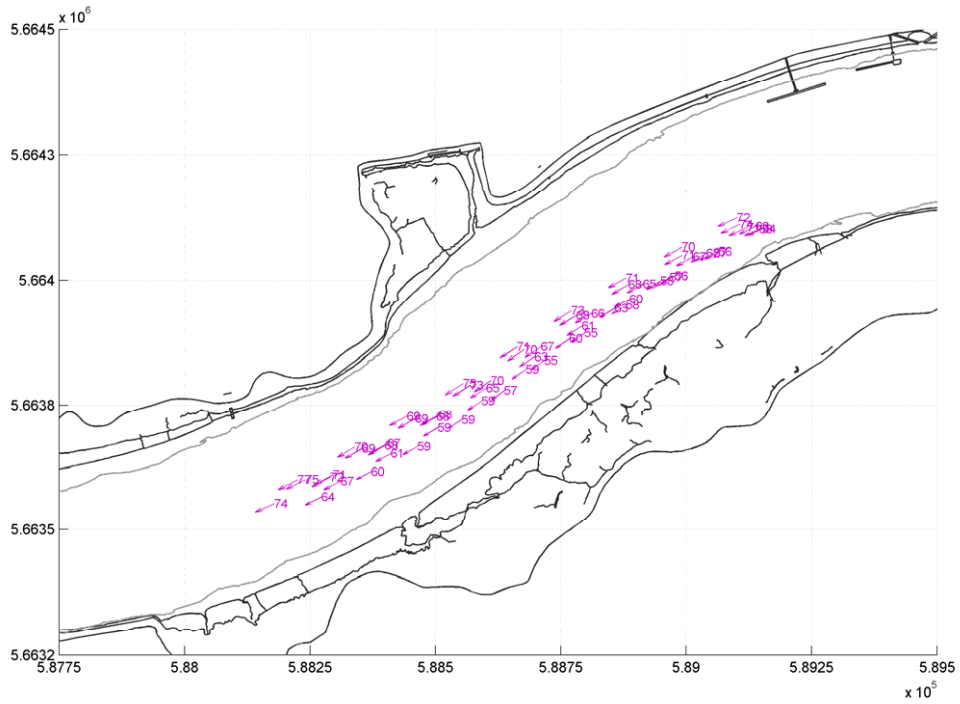
Figuur 17 – Snelheidsvectoren Ballooi HW + 4u (in cm/s)



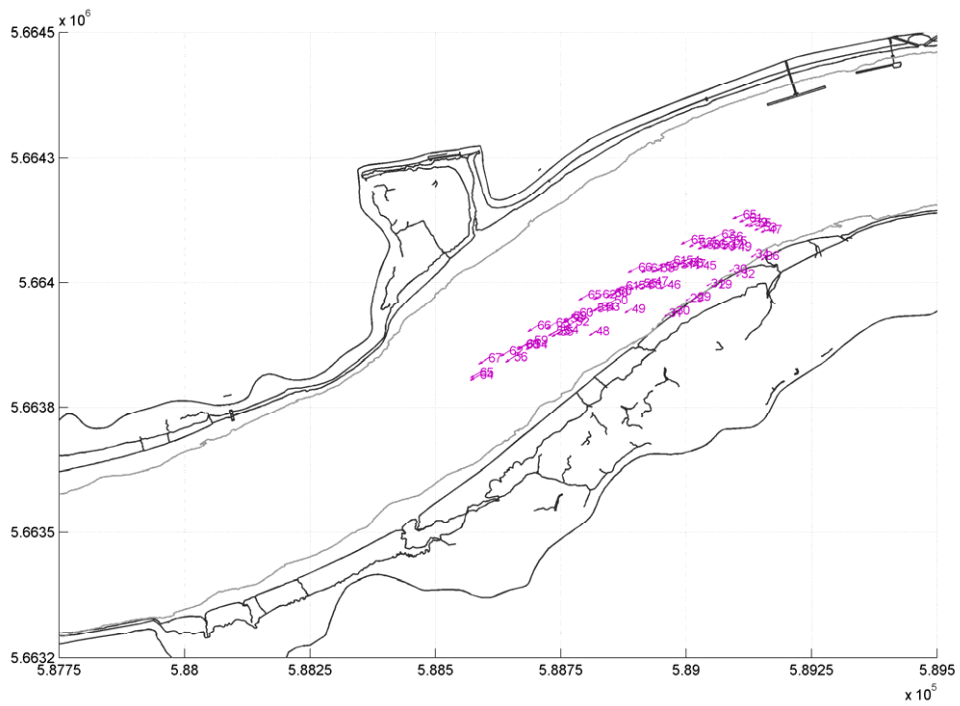
Figuur 18 – Snelheidsvectoren Ballooi HW + 5u (in cm/s)



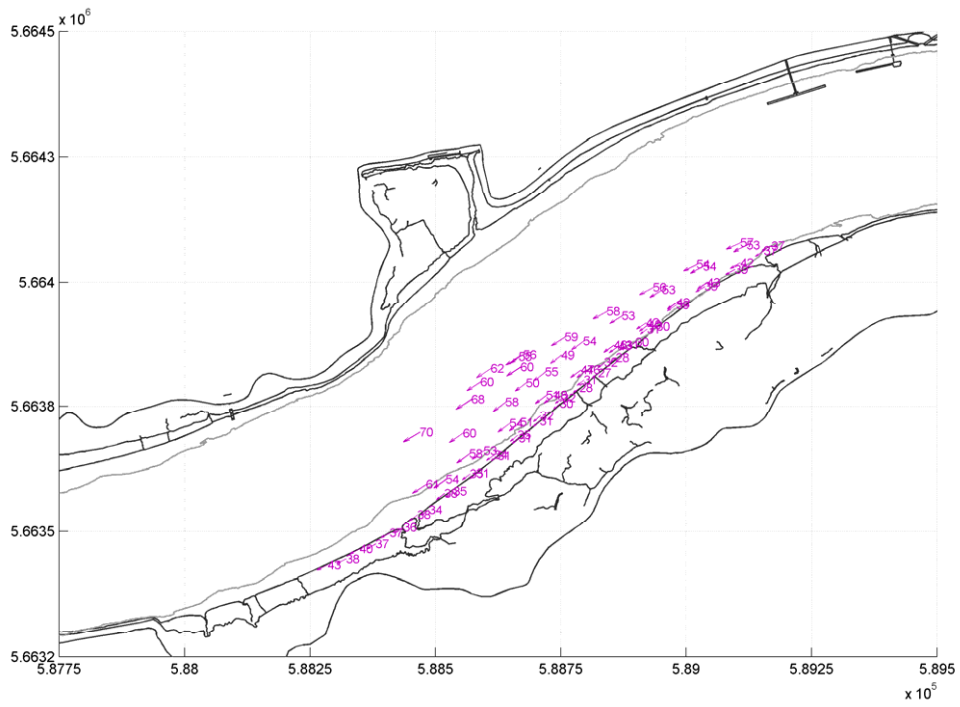
Figuur 19 – Snelheidsvectoren Ballooi HW + 6u (in cm/s)



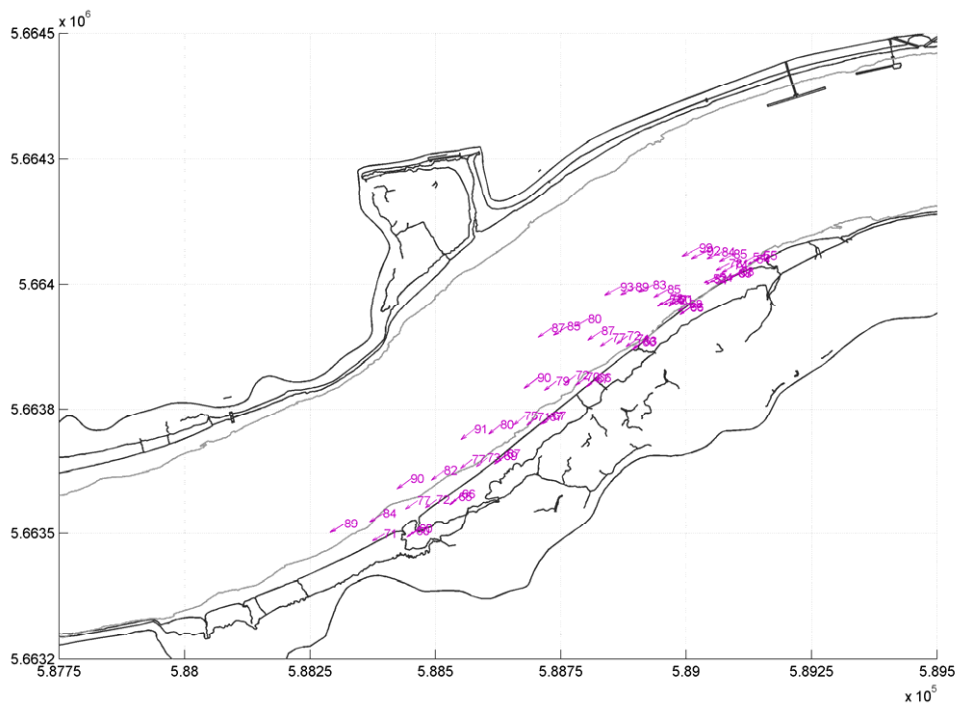
Figuur 20 – Snelheidsvectoren Notelaer HW – 4u (in cm/s)



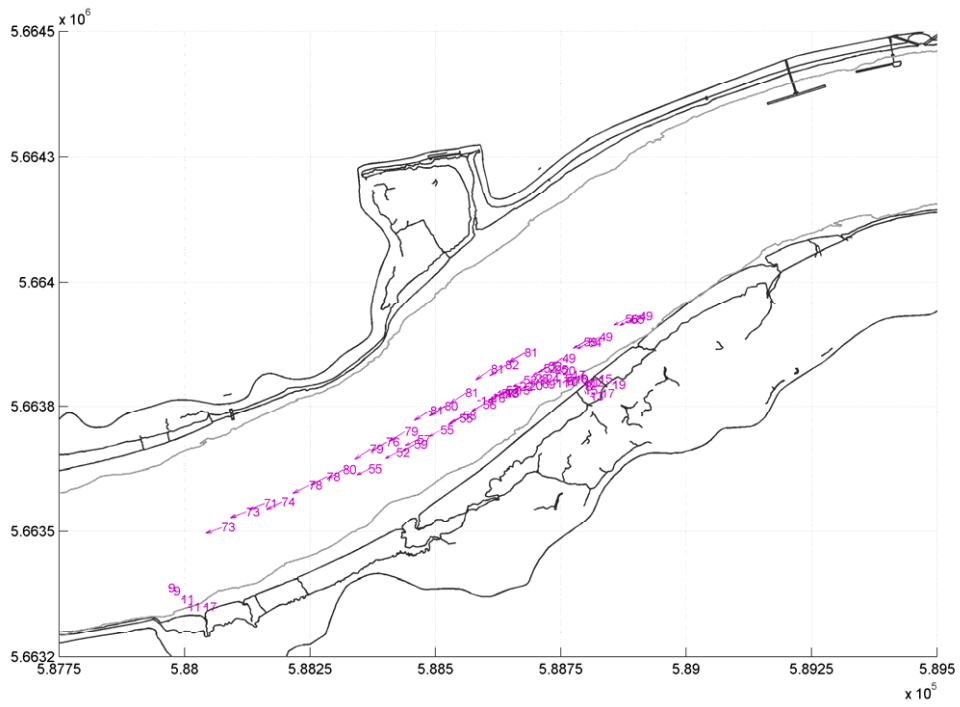
Figuur 21 – Snelheidsvectoren Notelaer HW – 3u (in cm/s)



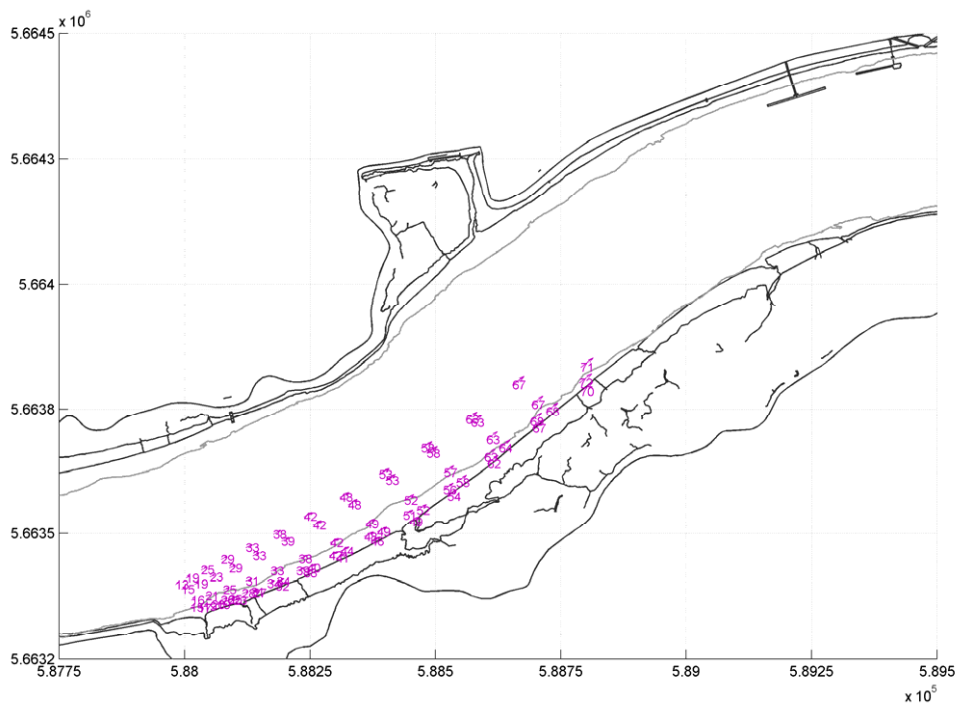
Figuur 22 – Snelheidsvectoren Notelaer HW – 2u (in cm/s)



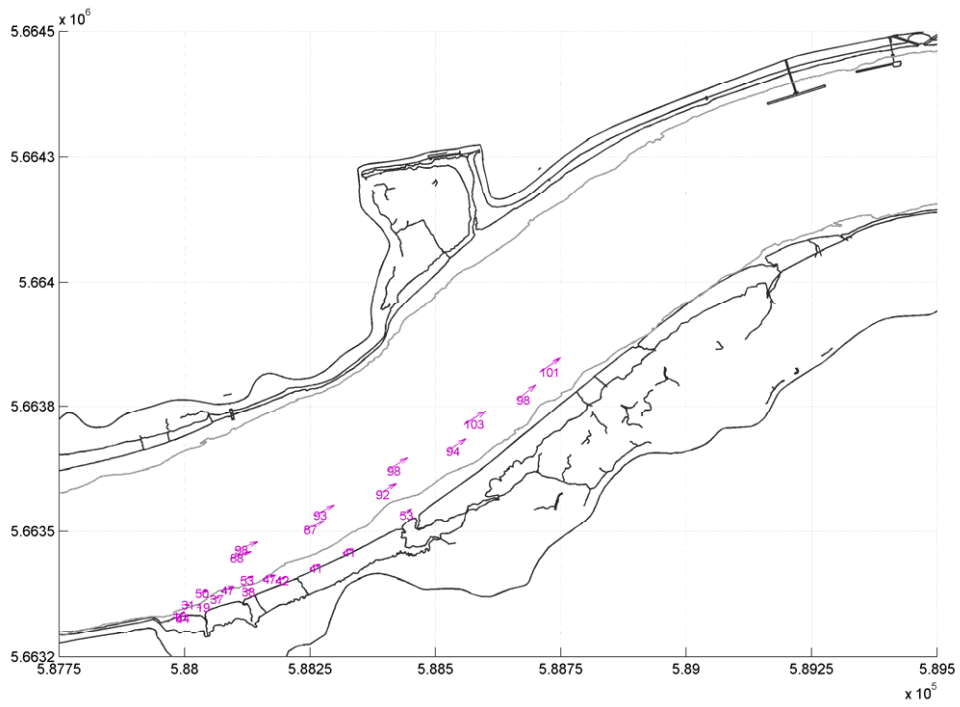
Figuur 23 – Snelheidsvectoren Notelaer HW – 1u (in cm/s)



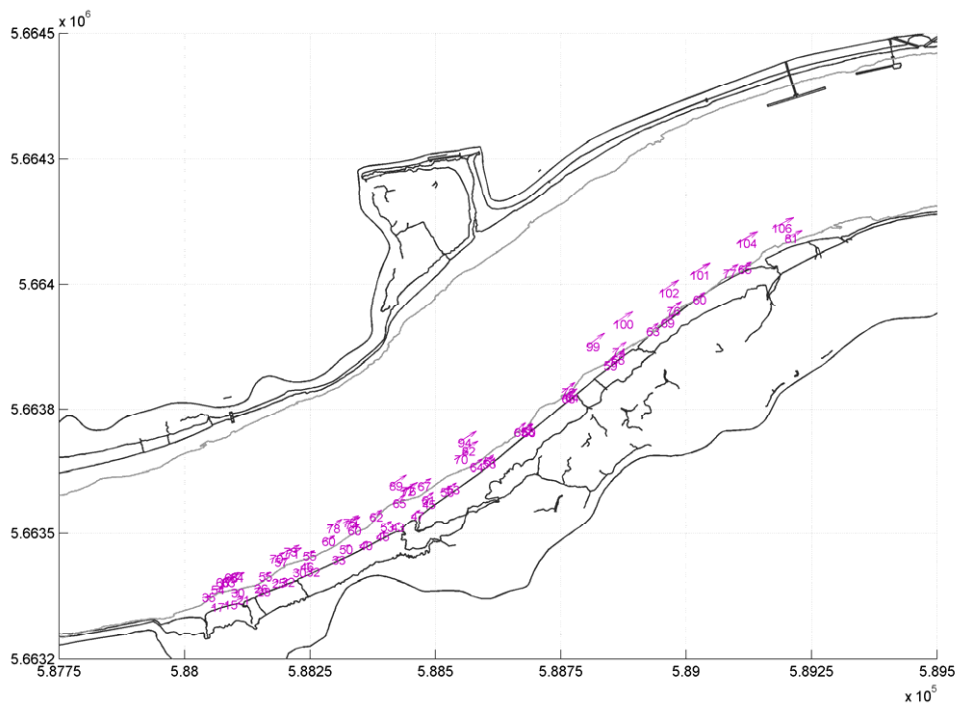
Figuur 24 – Snelheidsvectoren Notelaer HW (in cm/s)



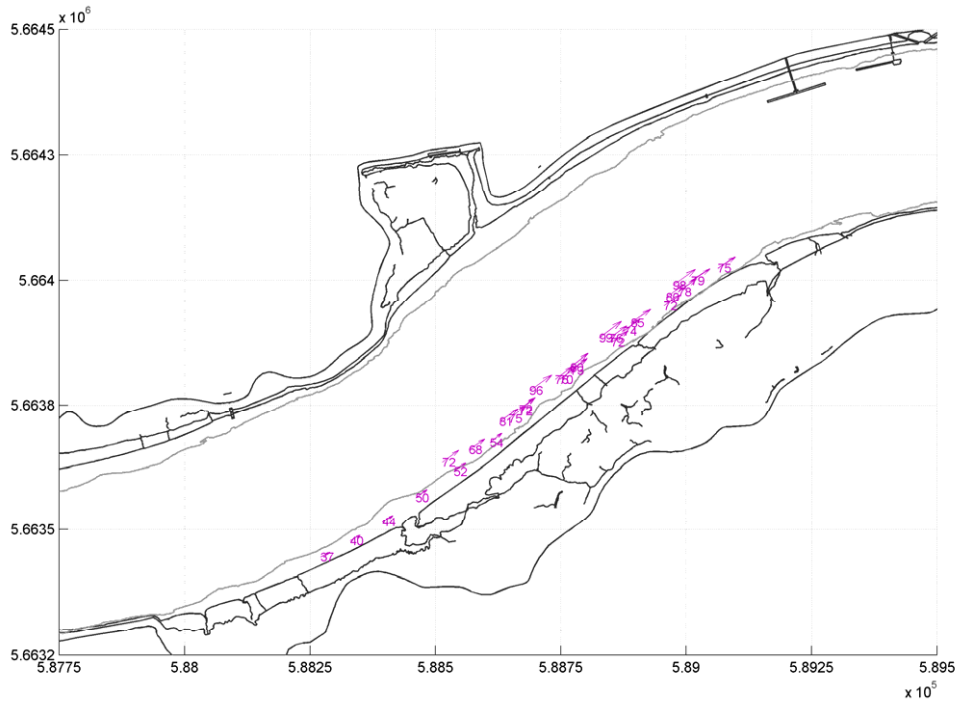
Figuur 25 – Snelheidsvectoren Notelaer HW + 1u (in cm/s)



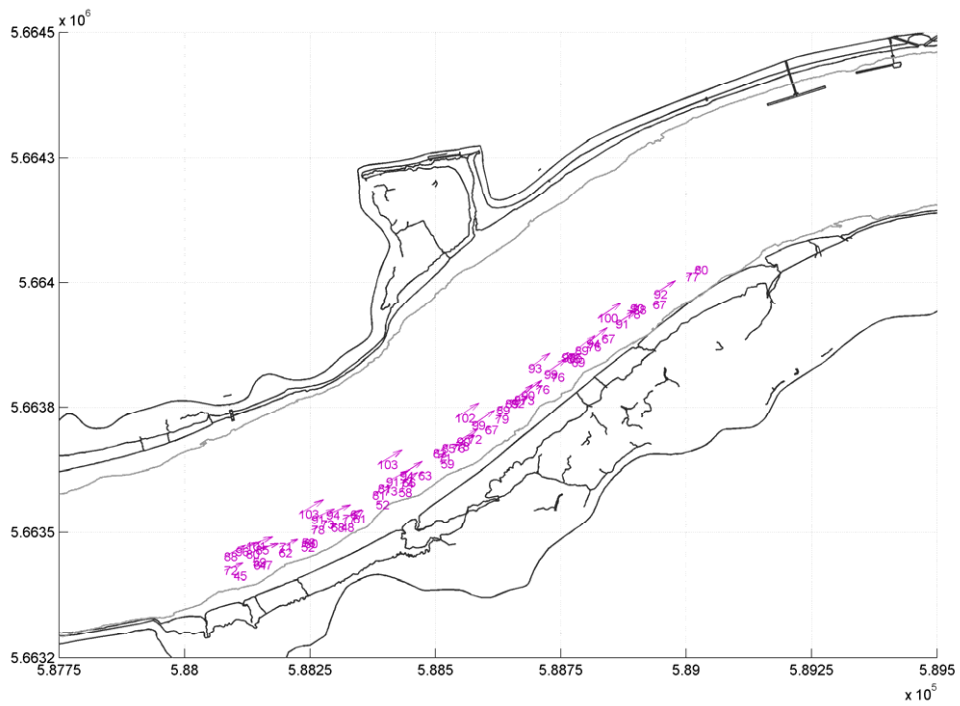
Figuur 26 – Snelheidsvectoren Notelaer HW + 3u (in cm/s)



Figuur 27 – Snelheidsvectoren Notelaer HW + 4u (in cm/s)



Figuur 28 – Snelheidsvectoren Notelaer HW + 5u (in cm/s)



Figuur 29 – Snelheidsvectoren Notelaer HW + 6u (in cm/s)

Bijlage B: Ligging meetraaien 10 en 11 juni 2009

Tabel 3 – Coördinaten dwarsraai Schelde nabij Ballooi

X - Ballooi	Easting (UTM31 WGS84)	Northing (UTM31 WGS84)
Begin	587.264,55	5.663.596,44
Eind	587.293,66	5.663.188,09

Tabel 4 – Coördinaten langsraai Ballooi

X - Notelaer	Easting (UTM31 WGS84)	Northing (UTM31 WGS84)
Begin	588.397,48	5.663.438,08
Eind	588.224,11	5.663.781,01

Tabel 5 – Coördinaten dwarsraai Schelde nabij Notelaer

// - Ballooi	Easting (UTM31 WGS84)	Northing (UTM31 WGS84)
Begin	586.820,21	5.663.541,91
	587.228,69	5.663.458,45
	587.876,07	5.663.610,43
Eind	588.290,97	5.663.799,96

Tabel 6 – Coördinaten langsraai Notelaer

// - Notelaer	Easting (UTM31 WGS84)	Northing (UTM31 WGS84)
Begin	587.937,92	5.663.326,75
	588.522,23	5.663.624,90
	589.240,25	5.664.112,71
Eind	589.543,63	5.664.159,54



Waterbouwkundig Laboratorium

Flanders Hydraulics Research

Berchemlei 115

B-2140 Antwerpen

Tel. +32 (0)3 224 60 35

Fax +32 (0)3 224 60 36

E-mail: waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.watlab.be