



Vlaanderen
is wetenschap

15_067_1
WL rapporten

Nautische optimalisatie ontwerp Halve Maandijk te Oostende

Deelrapport 1
Opmaak hydraulisch model

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Nautische optimalisatie ontwerp Halve Maandijk te Oostende

Deelrapport 1 – Opmaak hydraulisch model

Dujardin, A.; Vanlede, J.; Verwilligen, J.; Verwaest, T.; Peeters, P.; Mostaert, F.

Juridische kennisgeving

Het Waterbouwkundig Laboratorium is van mening dat de informatie en standpunten in dit rapport onderbouwd worden door de op het moment van schrijven beschikbare gegevens en kennis.

De standpunten in deze publicatie zijn deze van het Waterbouwkundig Laboratorium en geven niet noodzakelijk de mening weer van de Vlaamse overheid of één van haar instellingen.

Het Waterbouwkundig Laboratorium noch iedere persoon of bedrijf optredend namens het Waterbouwkundig Laboratorium is aansprakelijk voor het gebruik dat gemaakt wordt van de informatie uit dit rapport of voor verlies of schade die eruit voortvloeit.

Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2017
D/2017/3241/91

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Dujardin, A.; Vanlede, J.; Verwilligen, J.; Verwaest, T.; Peeters, P.; Mostaert, F. (2017). Nautische optimalisatie ontwerp Halve Maandijk te Oostende: Deelrapport 1 – Opmaak hydraulisch model. Versie 2.0. WL Rapporten, 15_067_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

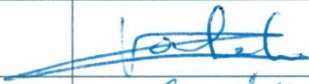
Overname uit en verwijzingen naar deze publicatie worden aangemoedigd, mits correcte bronvermelding.

Documentidentificatie

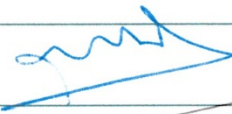
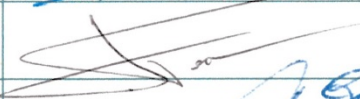
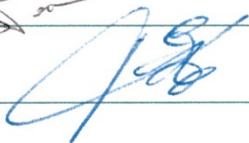
Opdrachtgever:	Waterbouwkundig Laboratorium	Ref.:	WL2017R15_067_1
Keywords (3-5):	Oostende, Halve Maandijk, hydraulisch model		
Tekst (p.):	32	Bijlagen (p.):	205
Vertrouwelijk:	☒ Nee	☒ Online beschikbaar	

Auteur(s):	Dujardin, A.
------------	--------------

Conle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Vanlede, J.	
Projectleider:	Verwilligen, J.	

Goedkeuring

Coördinator onderzoeksgroep:	Verwaest, T.	
Coördinator onderzoeksgroep:	Peeters, P.	
Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	



Abstract

De afdeling Maritieme Toegang gaf het Waterbouwkundig Laboratorium de opdracht om de nautisch vereiste breedte van de Halve Maan vaargeul te Oostende te definiëren. Hiervoor werd gebruik gemaakt van enerzijds PIANC-richtlijnen en anderzijds realtime simulatieonderzoek van verschillende scheepstypes met lengte 200 m.

Om het realtime simulatieonderzoek mogelijk te maken, werd het numerieke hydraulisch model van Oostende uitgebreid en geüpdatet naar de huidige lay-out van de haven. Daarna werden de modelresultaten gevalideerd aan de hand van de stroomatlas voor Oostende (2013).

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VII
Lijst van de figuren	VIII
1 Situering.....	1
1.1 Haven van Oostende – OW-plan	1
1.2 Halve Maandijk.....	1
1.3 Uitvoering	1
2 Opmaak hydraulisch model.....	3
2.1 Historiek beschikbaar numeriek model instrumentarium	3
2.1.1 Technum – IMDC - Alkyon (2004).....	3
2.1.2 Slibmodel (2006 – 2009).....	4
2.1.3 Scenario-analyses uitbouw strekdammen (2009 – 2010)	5
2.2 Aanpassingen voor de ontwerpstudie Halve Maandijk (2015)	6
2.2.1 Uitbreiding modeldomein	6
2.2.2 Update bathymetrie en bodemruwheidsveld	6
2.2.3 Update randvoorwaarden	6
3 Validatie hydraulisch model	15
3.1 Beschikbare metingen	15
3.2 Bepaling simulatie periode.....	15
3.3 Validatie T0	17
3.3.1 Waterstand.....	17
3.3.2 Stroomsnelheden stroomatlas	18
3.3.3 Stroomsnelheden frame meting	26
4 Scenario analyse	28
5 Samenvatting.....	30
6 Aanbevelingen	31
7 Referenties	32
Bijlage A Bijlage A Moedermodel vs. Stroomatlas: Stroombeelden	B1
Bijlage B Dochtermodel vs. Stroomatlas: Stroombeelden	B40
Binnengaats	B79

Bijlage C	Moedermodel vs. Stroomatlas: statistiek	B118
Bijlage D	Dochtermodel vs. Stroomatlas: statistiek	B121
	Buitengaats.....	B121
	Binnengaats	B124
Bijlage E	Stroomsnelheden en –richtingen op Transect B	B128
Bijlage F	Stroomsnelheden en –richtingen op Transect E	B167

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Lijst van gebruikte bathymetrie- en altimetrie-bestanden.....	7
Tabel 2 – Geteste randvoorwaarden Moedermodel.....	12
Tabel 3 – Vergelijking tussen ZUNO en Moedermodel: snelheid.....	13
Tabel 4 – Geteste randvoorwaarden Dochtermodel.....	13
Tabel 5 – Vergelijking van gemeten waterstanden met modelresultaten te Oostende.	17
Tabel 6 – Vergelijking van gemeten hoog- en laagwaters met modelresultaten te Oostende.....	17
Tabel 7 – Vergelijking van stroomsnelheden (puntmetingen) voor de havenmond van Oostende.	18
Tabel 8 – Vergelijking van stroomsnelheden (raaien).....	19

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Aansluiting van het Oostende model met de CSM – ZUNO – Kuststrook.	3
Figuur 2 – Aansluiting van het Oostende dochtermodel aan het moedermodel.	4
Figuur 3 – Viscositeitsveld in het dochtermodel.	5
Figuur 4 – Roosterschematisatie voor ontwerpstudie Halve Maandijk.	7
Figuur 5 – Huidige lay-out haven van Oostende.	8
Figuur 6 – T1 scenario.....	9
Figuur 7 – T2 scenario.....	10
Figuur 8 – Ruwheidsveld dochtermodel (Mannings-coëfficiënten), huidige lay-out van de haven.	11
Figuur 9 – Vergelijking tussen ZUNO en Moedermodel: waterstand.	12
Figuur 10 – Stroombeeld vloedfase in het Dochtermodel.	14
Figuur 11 – Situering van de beschikbare metingen.	16
Figuur 12 – Vergelijking gemeten waterstand te Oostende in 2013 en langjarige gemiddelden.....	16
Figuur 13 – Vergelijking van gemeten waterstanden met modelresultaten te Oostende.....	17
Figuur 14 – Vergelijking van gemeten stroomsnelheden met modelresultaten.	18
Figuur 15 – Stroombeeld in de toegangsgeul tot de haven bij maximale vloedstroming.	20
Figuur 16 – Stroombeeld in de toegangsgeul tot de haven bij kentering van vloed- naar ebstroming.....	21
Figuur 17 – Stroombeeld in de toegangsgeul tot de haven bij maximale ebstroming.	22
Figuur 18 – Stroombeeld in de toegangsgeul tot de haven bij kentering van eb- naar vloedstroming.....	23
Figuur 19 – Statistiek van de gemeten en gemodelleerde stroomsnelheden.	24
Figuur 20 – Stroombeeld in de haven: neerpatroon bij vloed.	25
Figuur 21 – Ensemble analyse van diepte gemiddelde snelheidsmetingen ter hoogte van de Wandelaar. ...	26
Figuur 22 – Ensemble analyse van snelheidsmetingen ter hoogte van Oostende.....	27
Figuur 23 – Scenario analyse.	29

1 Situering

Op 05 juni 2015 ontving het Waterbouwkundig Laboratorium per brief een onderzoeksoopdracht van afdeling Maritieme Toegang. Onderwerp van de opdracht betreft het uitvoeren van vaarsimulaties ter studie van de vereiste breedte van de havengeul ter hoogte van de Halve Maandijk te Oostende. Als uitgangspunt gold hierbij dat de Halve Maan vaargeul geen bijkomende beperkingen voor de toegankelijkheid van de haven mocht vormen. Waardoor de toegankelijkheid van de haven met andere woorden enkel beperkt mag worden door de passage van huidige havendammen (reeds in overeenstemming met het OW-plan). Voorliggend rapport presenteert de resultaten van de studie.

1.1 Haven van Oostende – OW-plan

De voorbije decennia werd een totaalplan voor Oostende (OW-plan) ontwikkeld ten behoeve van de kustverdediging en de maritieme toegankelijkheid. Met betrekking tot dit laatste was het objectief om de haven toegankelijk te maken voor schepen met lengte tot 200 m.

In het kader van dit plan werden reeds onderstaande aanpassingen uitgevoerd aan de haven van Oostende:

- afbraak oosterstaketsel (2008);
- realisatie nieuwe vaargeul en lichtenlijn met oriëntatie 143° (2010);
- bouw westelijke en oostelijke havendam met een breedte tussen de koppen gelijk aan 150 m (2007 – 2011).

Sluitstuk van het OW-plan betreft de verbreding van de vaargeul ter hoogte van de Halve Maandijk, waarvoor de uitvoering voorzien is in de loop van 2016.

1.2 Halve Maandijk

De huidige vaarwegbreedte ter hoogte van de Halve Maandijk bedraagt zo'n 85 m. Doel van de gevraagde studie is het begroten van de minimaal vereiste vaargeulbreedte ter hoogte van de Halve Maandijk voor de huidige door de Haven van Oostende vooropgestelde toegankelijkheid, rekening houdend met de maximale ontwerpschepen zoals meegenomen tijdens het ontwerp van het OW-plan.

In het oorspronkelijke OW-plan, welk in 1999 ontwikkeld werd door Haecon (bestek 16EH/99/40), werd voor de havengeul ter hoogte van de Halve Maandijk een vaargeulbreedte gelijk aan 145 m vooropgesteld. Deze vaargeulbreedte werd echter slechts beperkt gemotiveerd, waardoor een meer gedetailleerd ontwerp mogelijk tot optimalisatie kan leiden.

1.3 Uitvoering

De beoordeling van de vereiste vaarwegbreedte van de Halve Maandijk zal uitgevoerd worden op basis van enerzijds richtlijnen (MarCom Working Group 121, 2014) en anderzijds de uitvoering van realtime nautische simulaties op de manoeuvreersimulator SIM225 van het Waterbouwkundig Laboratorium te Antwerpen. Deze criteria worden in detail besproken in deelrapport 2 van deze studie (Verwilligen *et al.*, 2016).

Dit rapport beschrijft het numeriek hydraulisch model voor Oostende waarmee de stroomvelden voor de manoeuvreersimulator werden aangemaakt. Drie varianten werden hiervoor aangemaakt:

- T0: bestaande toestand: breedte vaargeul 80 m op een diepte gelijk aan -8 m TAW;
- T1: variant met breedte vaargeul 125 m op een diepte gelijk aan -8,9 m TAW;
- T2: variant met breedte vaargeul 145 m op een diepte gelijk aan -8,9 m TAW.

Om de kwaliteit van de opgeleverde stroomvelden te begroten, werd de T0 situatie getoetst aan de stroomatlas van Oostende (Vlaamse Hydrografie, 2013).

2 Opmaak hydraulisch model

2.1 Historiek beschikbaar numeriek model instrumentarium

2.1.1 Technum – IMDC - Alkyon (2004)

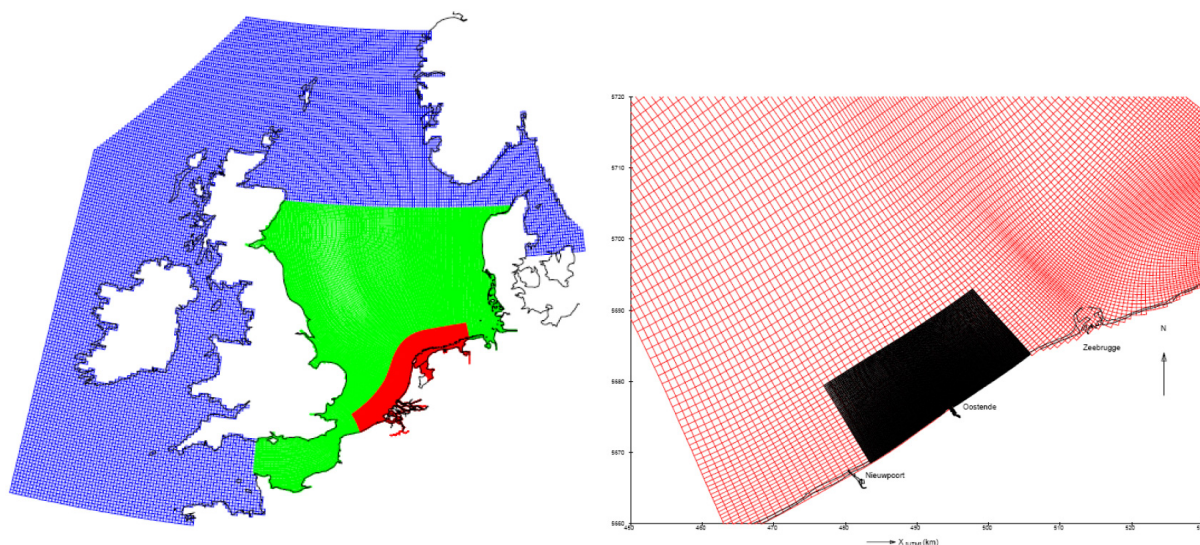
In het kader van het project “structureel herstel van de kustverdediging te Oostende en verbetering van de haventoeegang naar de haven van Oostende” werd in 2004 door het consortium Technum – IMDC – Alkyon, in opdracht van de Vlaamse Overheid, een numeriek hydraulisch model voor de haven van Oostende ontwikkeld (De Vleeschauwer, 2004).

Het Oostende model past naadloos in de CSM – ZUNO – Kuststrook modellentrein van Rijkswaterstaat en heeft een 1:3 verfijning ten opzichte van het Kuststrook model versie 3 (figuur 1), waarmee de randvoorwaarden voor het Oostende model werden gegenereerd (juli – augustus 1998 en juni – augustus 2001). Parallel met de kust reikt het rooster van Westende (3 km ten oosten van de IJzermonding) tot Wenduine (7,5 km ten westen van de westelijke havendam van Zeebrugge); zeewaarts tot aan de Oostendebank. Ter hoogte van de interessezones in de kust (strand) en de vaargeul tot de haven is een verfijning van respectievelijk 1:8 en 1:20 behaald. Hierdoor varieert de roosterresolutie van ca. 200 m langs de buitenrand van het zeegebied tot ca. 40 m in de haven van Oostende.

De bathymetrie werd opgebouwd op basis van dieptegegevens uit reeds bestaande modellen (o.a. Kuststrook versie 3 welke beschikt over een schematisatie van de bodem in 1999), originele peilplannen uit de periode 1992 – 2001 en DTM's uit 2000 en 2001.

Het model wordt aangedreven door tijdreeksen van Riemann signalen op de drie open randen. Het model werd afgeregeld aan de hand van stroommetingen d.d. 11 augustus 1998 (afdeling Maritieme Toegang, 1998) door het bodemruwheidsveld aan te passen. Vervolgens werd het model gevalideerd aan de hand van stromingsmetingen van eind mei, begin juni 2001 (TV Noordzee Kust, 2001) en waterstandsmetingen voor de tweede helft van juni 2001.

Figuur 1 – Aansluiting van het Oostende model met de CSM – ZUNO – Kuststrook.



CSM: blauw; ZUNO: rood; Kuststrook: rood; Oostende model: zwart.

2.1.2 Slibmodel (2006 – 2009)

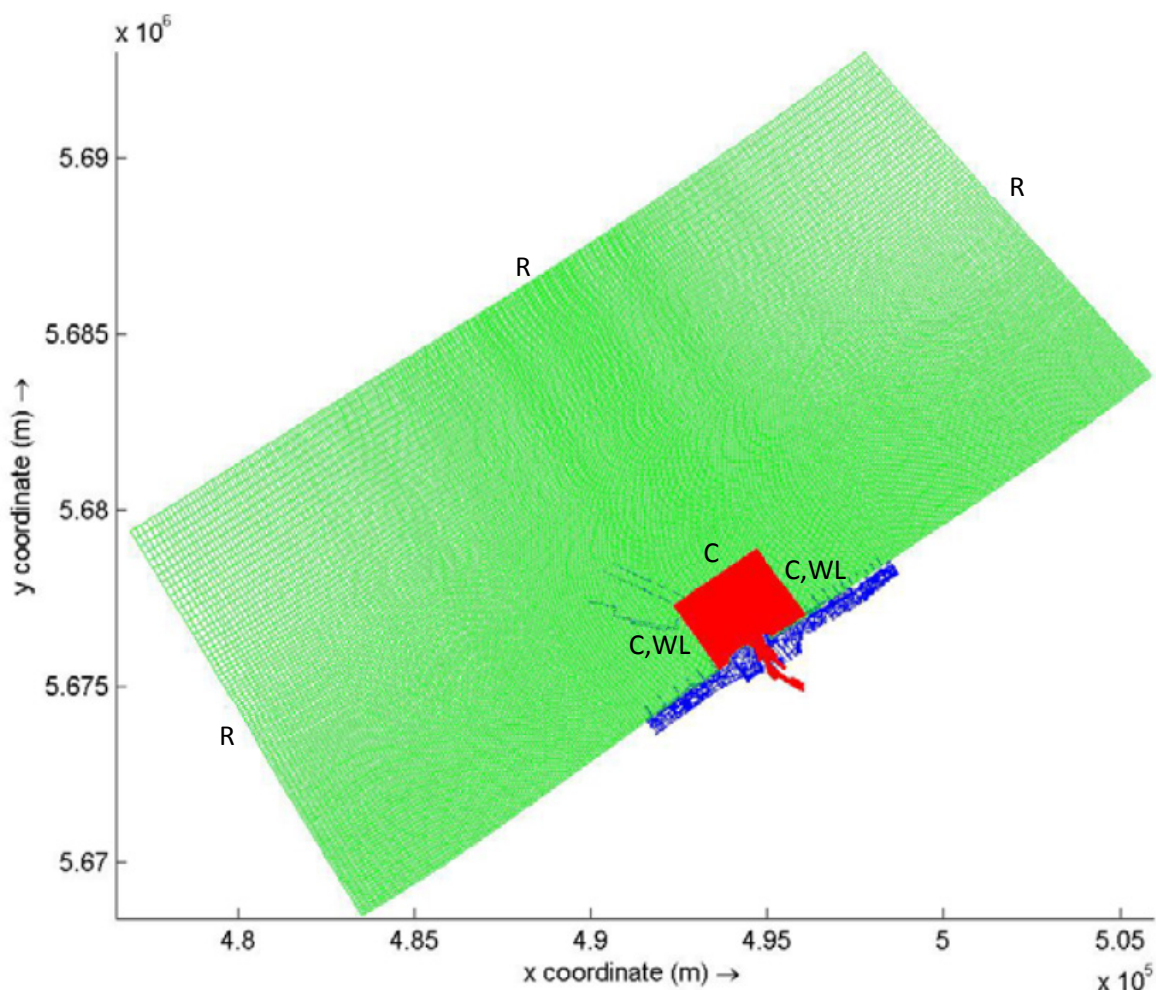
In de periode 2006 – 2009 werd aan het Waterbouwkundig Laboratorium een slibmodel ontwikkeld voor Oostende (De Nooijer *et al.*, 2009; WL project 627_09). Om de morfologisch evolutie van de vaargeul meer in detail te kunnen bestuderen werd in het model van De Vleeschauwer (2004) (zie §2.1.1) een fijner model genest. Vanaf nu zal er – in dit rapport – naar deze modellen worden verwezen als het moeder- en dochtermodel.

Het dochtermodel is een 1:3 verfijning van het moedermodel en reikt parallel aan de kust ca. 1,4 km ten oosten en ten westen van de havengeul. Zeewaarts strekt het zich ca. 2,1 km uit (figuur 2). Ter hoogte van de havenmond bedraagt de roosterresolutie ca. 20 m. Voor zowel moeder- als dochtermodel werd een update van de bathymetrie uitgevoerd in 2008.

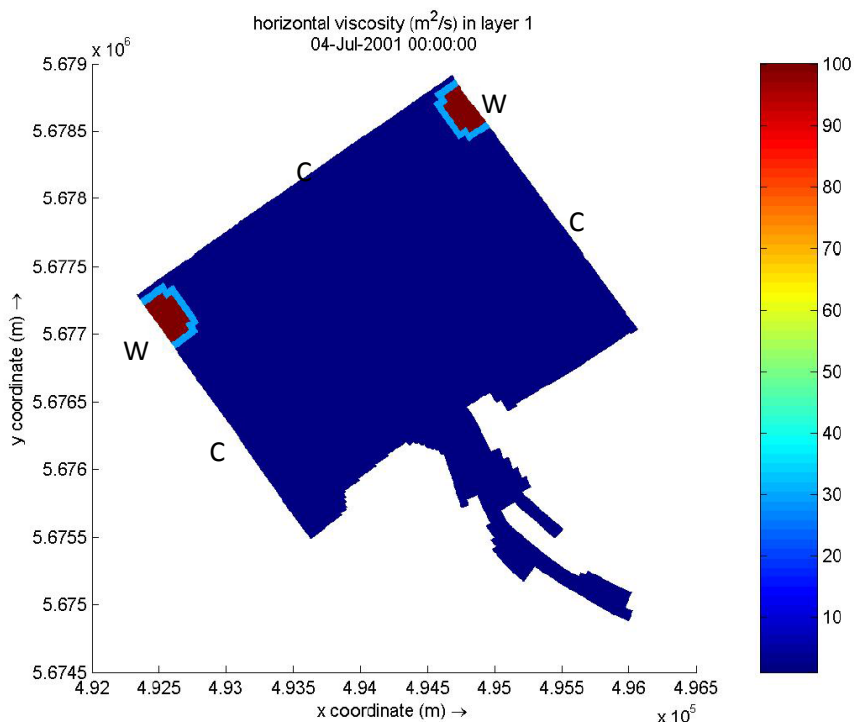
Het dochtermodel wordt aangedreven met tijdreeksen gegenereerd in het moedermodel. De noordwestelijke rand wordt volledig aangedreven door stroomsnelheden, de zuidwestelijke en noordoostelijke rand maken gebruik van een combinatie van stroomsnelheid en waterstand. Het gebruik van waterstanden was nodig om de waterstand op het gewenste niveau te houden. Ter hoogte van de waterstandsranden diende de viscositeit lokaal verhoogd te worden om numerieke instabiliteit tegen te gaan (figuur 3).

Voor de waterbeweging werd geen bijkomende kalibratie/validatie uitgevoerd; enkel het sedimenttransport werd in detail bestudeerd.

Figuur 2 – Aansluiting van het Oostende dochtermodel aan het moedermodel.



Figuur 3 – Viscositeitsveld in het dochtermodel.



Lokale verhogingen van het viscositeitsveld is aangebracht om numerieke instabiliteit ter hoogte van de waterstandsranden tegen te gaan.

2.1.3 Scenario-analyses uitbouw strekdammen (2009 – 2010)

In 2009 werd met het model van De Nooijer *et al.* (2009) (zie §2.1.2) een studie uitgevoerd (WL project 627_13) naar de impact van verschillende uitbouwfasen van de nieuwe oostelijke en westelijke strekdam op het stroomveld ter hoogte van de havenmond (Verelst *et al.*, 2009a & 2009b). Enkel de waterstanden en stromingen werden hiervoor berekend; golfwerking en sedimenttransport werden niet meegenomen.

In 2010 kreeg het Waterbouwkundig Laboratorium de vraag om de oriëntatie van de kop van de westelijke havendam te optimaliseren (WL project 627_14). Een aangepaste oriëntatie kan circulaire stromingen – verantwoordelijk voor nautische complicaties en sedimentatiepatroon – in de zone tussen de strekdammen minimaliseren. Om deze kleine aanpassingen te kunnen simuleren, werd het dochtermodel van De Nooijer *et al.* (2009) met een factor 2 verfijnd (Verelst *et al.*, 2010). Op deze manier werd een roosterresolutie van minimaal 10 m behaald. Bathymetrie, bodemruwheidsveld en viscositeitsveld afkomstig van het oorspronkelijke dochtermodel werden geïnterpoleerd op het nieuwe rooster. Verder werd de bathymetrie op volgende plaatsen geüpdatet:

- verwijdering van het oosterstaketsel en oostelijke lage dam
- aanleg nieuwe vaargeul en gedeeltelijke demping oude vaargeul
- aanleg noodstrand en verwijdering van de eerste zes strandhoofden ten westen van het westerstaketsel (door lokale aanpassing van de bodemruwheid)
- gebruik van de meest recente vooroeverlodingen onmiddellijk ten westen en ten oosten van de nieuwe havenmond.

Het type randvoorwaarden en hun onderlinge verdeling werden overgenomen van het oorspronkelijke dochtermodel. Bijkomende runs van het moedermodel werden uitgevoerd om randvoorwaarden te bekomen voor het verfijnde dochtermodel. Geen verdere kalibratie/validatie werd uitgevoerd na het verfijnen van het dochtermodel.

2.2 Aanpassingen voor de ontwerpstudie Halve Maandijk (2015)

Voor deze studie zal het model van Verelst *et al.* (2010) genomen worden als uitgangspunt. Sinds 2010 zijn de strekdammen echter volledig afgewerkt en is dus een update van de bathymetrie en het bodemruwheidsveld noodzakelijk. Ook wordt geopteerd het type randvoorwaarden en bijhorende tijdreeksen aan te passen. Enerzijds om de numerieke instabiliteit ter hoogte van de waterstandsranden op te lossen, anderzijds om een recenter stroomveld te kunnen simuleren. Omdat er voor 2013 een stroomatlas van de haven van Oostende werd opgemaakt (Vlaamse Hydrografie, 2013), is er gekozen voor die periode randvoorwaarden te genereren. De modelresultaten kunnen dan gevalideerd worden aan de hand van de stroomatlas.

2.2.1 Uitbreiding modeldomein

Figuur 4 toont de roosterschematisatie van het verfijnd dochtermodel van Verelst *et al.* (2010). Ter hoogte van de Halve Maandijk dient het rekenrooster naar het oosten uitgebreid te worden om de T2 variant te kunnen doorrekenen. De bredere vaargeul (145 m op -8,9 m TAW diepte) en het bijhorend talud (tot 7,5 m TAW hoogte) worden weergegeven aan de hand van gekleurde bollen (isohypsen op -10,4 m TAW, -8,9 m TAW, -0,5 m TAW, +5,0 m TAW en +7,5 m TAW).

Het rekenrooster van het verfijnd dochtermodel werd met 9 x 52 cellen uitgebreid (grijze cellen in figuur 4), waarbij aan de nodige kwaliteitseisen werd voldaan (orthogonaliteit, smoothness, aspect ratio).

2.2.2 Update bathymetrie en bodemruwheidsveld

Geen van de scenario's uit Verelst *et al.* (2010) geeft de havendammen weer zoals ze uiteindelijk gebouwd zijn. Bovendien kon niet meer achterhaald worden van wanneer welk stuk van de bodemschematisatie dateert. Daarom werd besloten zowel voor het moeder- als voor het dochtermodel de bodemschematisatie opnieuw te interpoleren vanaf de meest recente peilingen en DTM's. Tabel 1 geeft het overzicht van de gebruikte bathymetrie- en altimetrie-bestanden; de eerste zes cijfers van de bestandsnaam duiden jaar, maand en dag van de opname aan.

De nieuw geïnterpoleerde bathymetrie van het dochtermodel wordt weergegeven in figuur 5 (hoogte in meter TAW). Deze bathymetrie wordt binnen deze studie gebruikt als T0 (zie §1.3). De te bestuderen varianten T1 (breedte vaargeul 125 m, diepte -8,9 m TAW) en T2 (breedte vaargeul 145 m, diepte -8,9 m TAW) worden weergegeven in figuur 6 en figuur 7.

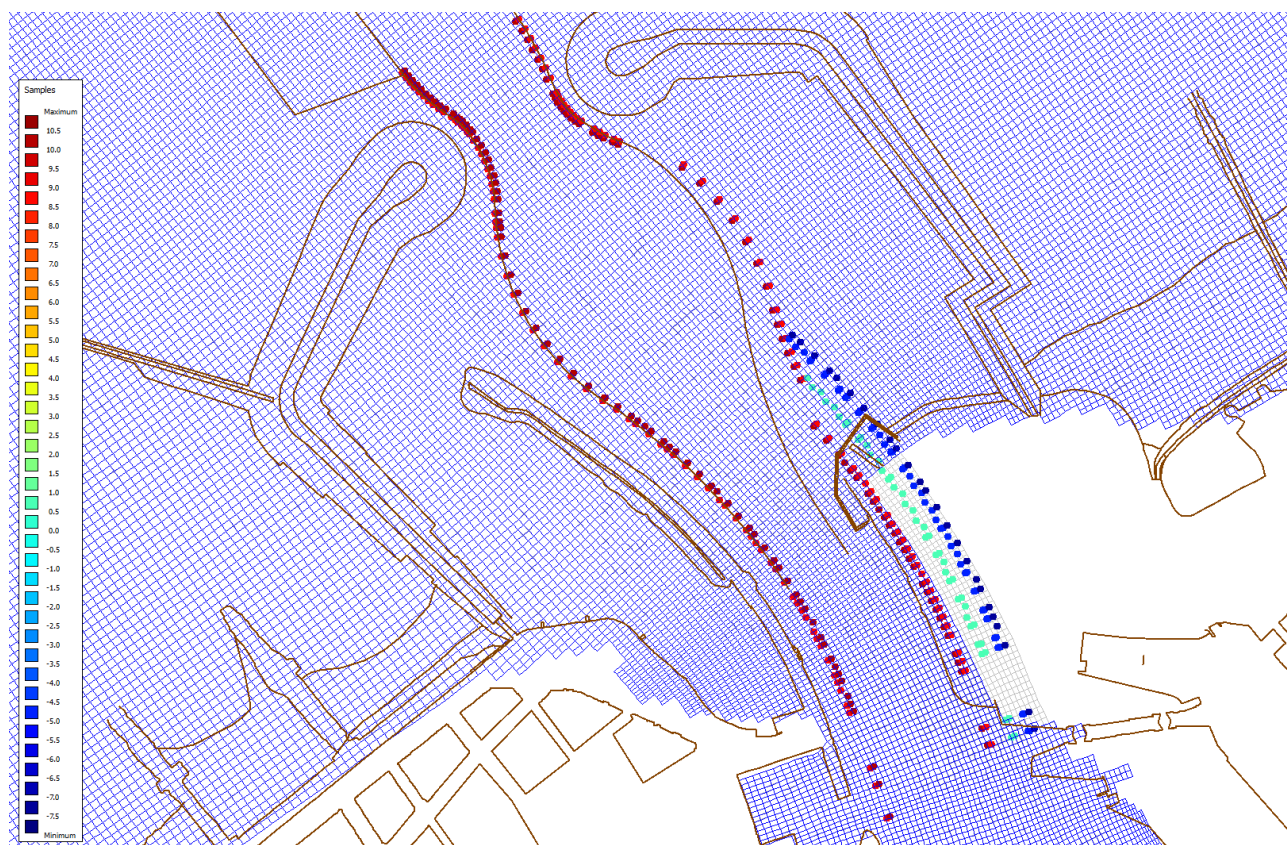
Het aan de nieuwe lay-out van de haven aangepaste ruwheidsveld van het dochtermodel wordt weergegeven in figuur 8.

2.2.3 Update randvoorwaarden

Omdat de voorgaande numerieke modellen voor Oostende telkens gebruik maakten van randvoorwaarden uit 2001 en er sinds de opmaak van het basismodel (De Vleeschauwer, 2004) geen validatie meer is gebeurd, werd ervoor gekozen volledig nieuwe randvoorwaarden te genereren. Aangezien er sinds de uitbouw van de nieuwe havendammen ook een nieuwe stroomatlas beschikbaar is (Vlaamse Hydrografie, 2013), viel de keuze op het jaar 2013.

Vier verschillende types randvoorwaarden werden uitgetest om het moedermodel te nesten in ZUNO (tabel 2). Hiervan bleek de combinatie van stroomsnelheden op de modelranden loodrecht op de kust, en een Riemann invariant (combinatie van waterstand en stroomsnelheid) op de modelrand evenwijdig met de kust, te zorgen voor de beste overeenkomst tussen het randvoorwaarden model (ZUNO) en het moedermodel (figuur 9 en tabel 3). De variante met enkel waterstandsrandvoorwaarden ($Z - Z - Z$) leidde niet tot een stabiele oplossing.

Figuur 4 – Roosterschematisatie voor ontwerpstudie Halve Maandijk.

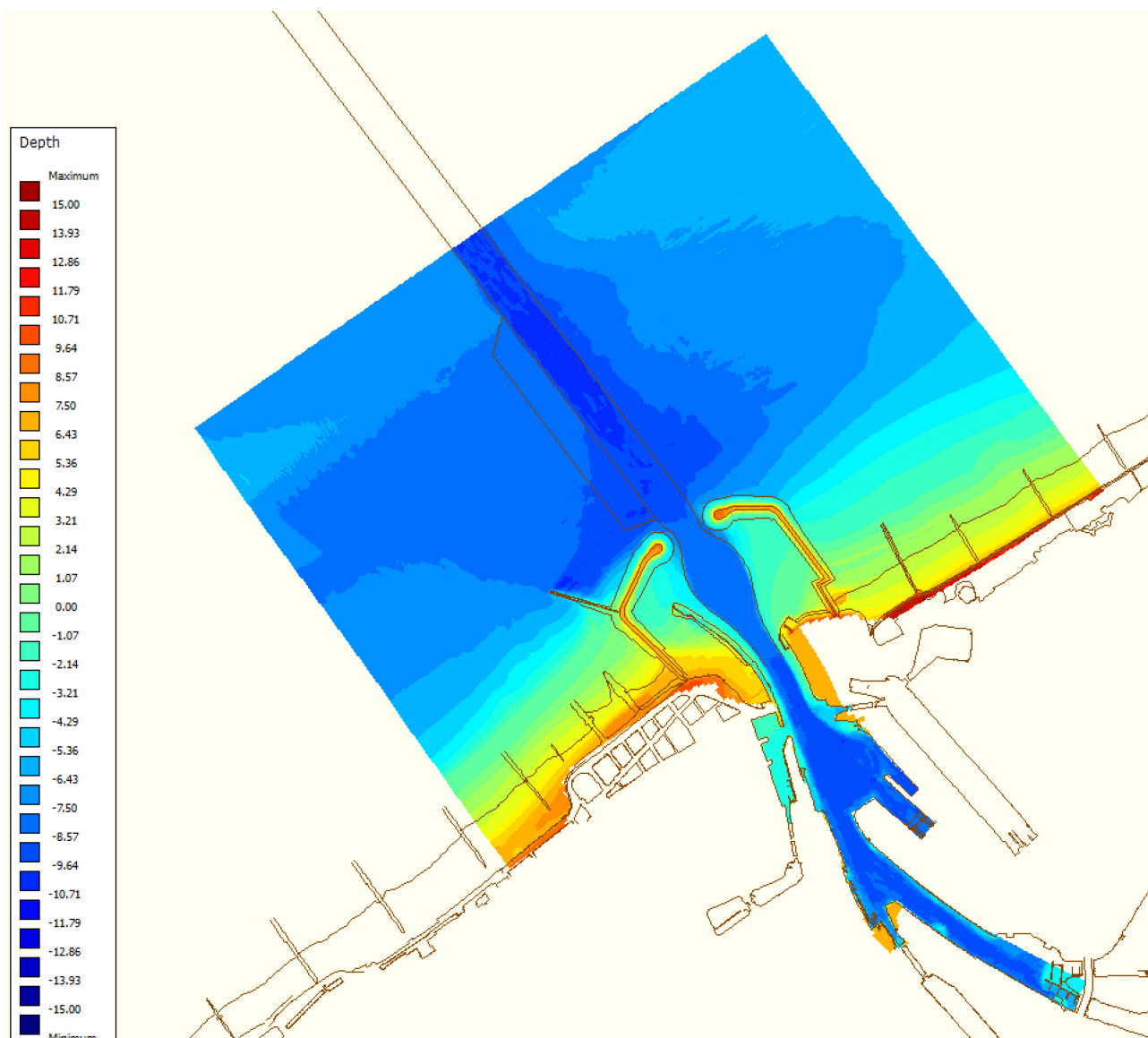


Roosterschematisatie van het verfijnd dochtermodel, met aanduiding van de huidige lay-out van de haven (bruine lijnen) en de dieptecontouren van de T2 variant (gekleurde bollen). Blauw rooster: origineel verfijnd dochtermodel (Verelst *et al.*, 2010); Licht grijs rooster: uitbreiding nodig voor het simuleren van de gevraagde varianten.

Tabel 1 – Lijst van gebruikte bathymetrie- en altimetrie-bestanden.

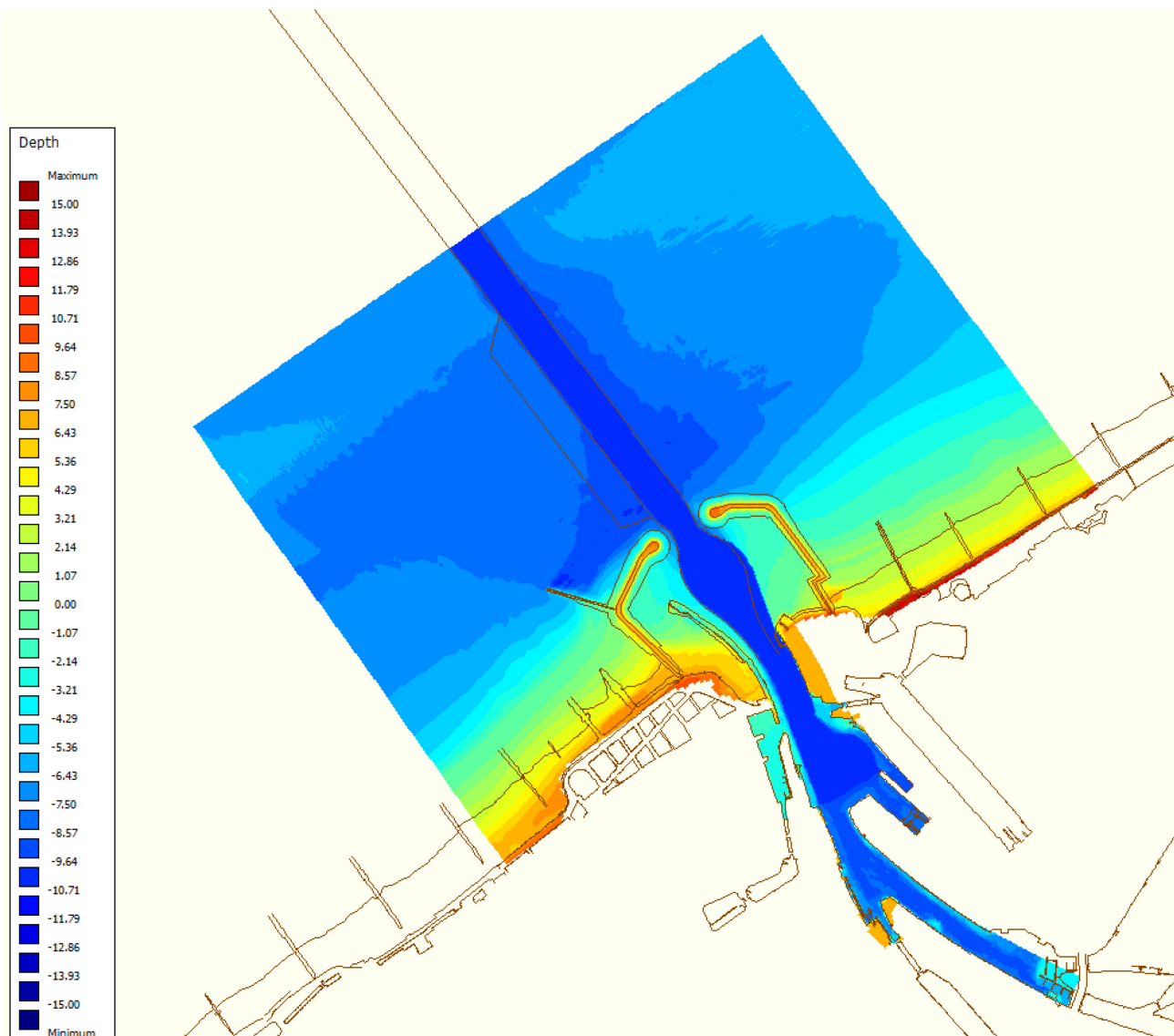
2015	2014	2013, 2012, 2011
151006_OST_HAV_MB_300_R	140919_OST_AH_MB_400_D	131210_NaStorm_coast_area_C_LAT_D
150903_OST_MGD_MB_400_R	140915_MKOST_MB_400_R	131210_NaStorm_coast_area_D_LAT_D
150731_PVS_SB_210_R	140731_OST_WSTAK_SB_210_R	131210_NaStorm_coast_area_E_LAT_D
150630_RO_MB_300_R	140731_OST_HAV_SB_33_D	131210_NaStorm_coast_area_F_LAT_D
150630_OST_STRD_MB_300_R	140716_OST_STRD_LAS_250_1m	131210_NaStorm_coast_area_G_LAT_D
150612_OST_MGD_MB_400_R	140716_OST_HAV_LAS_250_1m	131210_NaStorm_coast_area_H_LAT_D
150605_OSTBRE_SB_200_R	140122_ZUYWE_SB_33_R	130000_WEDHA_SB_33_R
150605_DHAWD_SB_200_R		120800_haven_oostende_LAT_D
150604_MKOST_SB_200_R		120124_MKOST_NOS_SB_200_R
150604_BKBZB_SB_200_R		120000_WIESCH_SB_33_R
150522_ODKMK_SB_200_R		110000_KWIMID_SB_33_R
150316_OST_COMM_SB_200_R		

Figuur 5 – Huidige lay-out haven van Oostende.



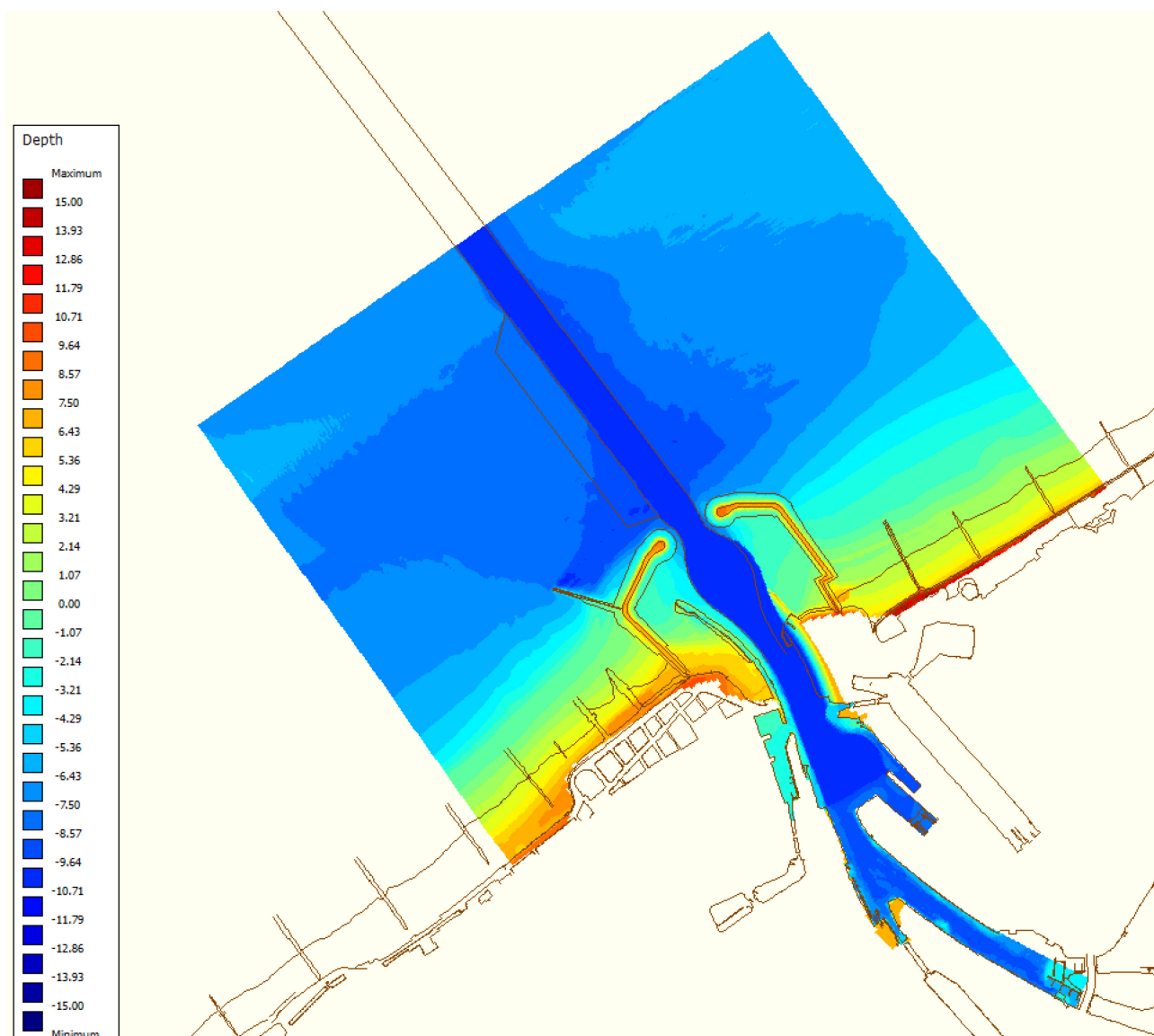
T0 situatie; bathymetrie 2015 (m TAW).

Figuur 6 – T1 scenario.



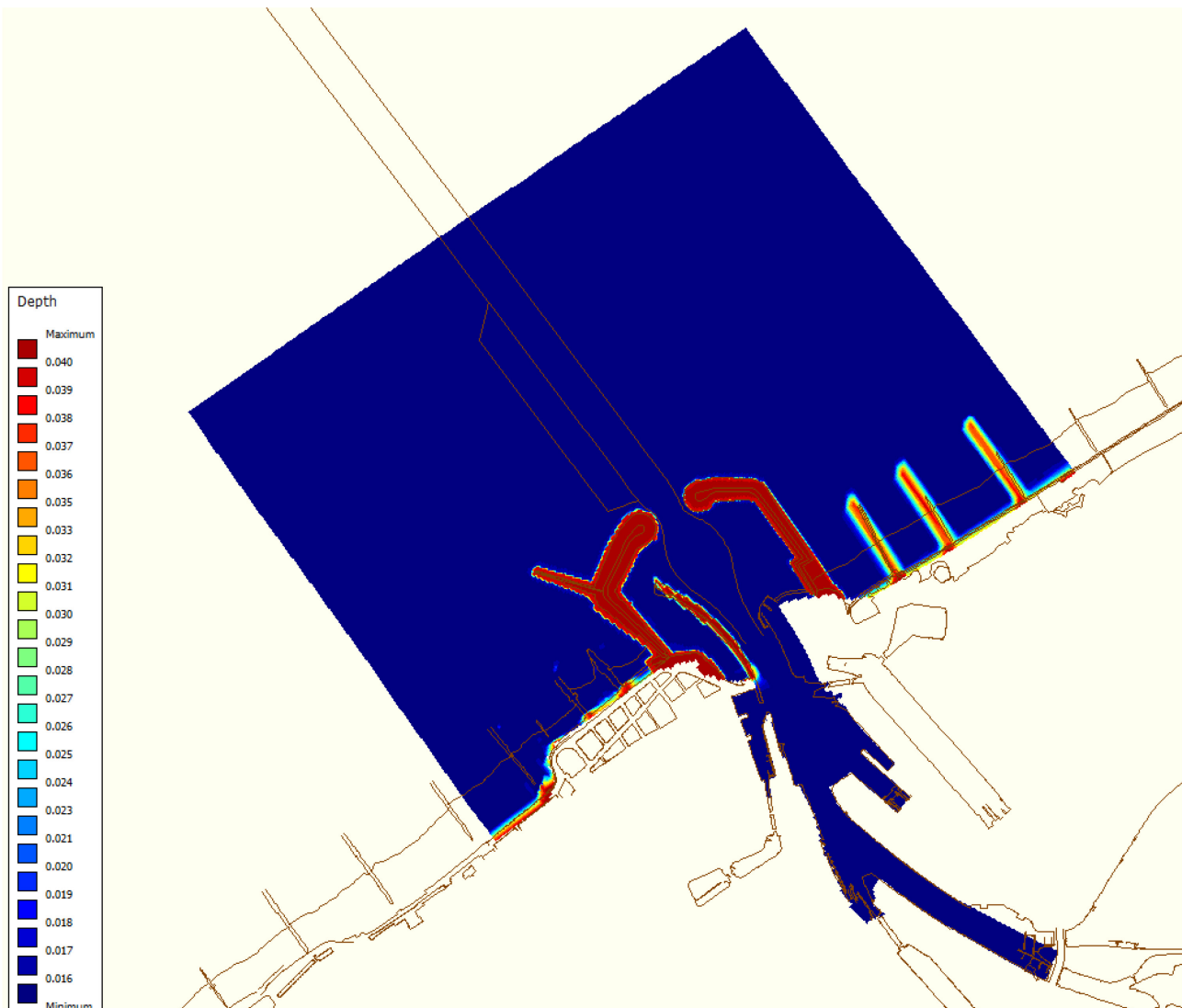
Breedte vaargeul 125 m, diepte -8,9 m TAW.

Figuur 7 – T2 scenario.



Breedte vaargeul 145 m, diepte -8,9 m TAW

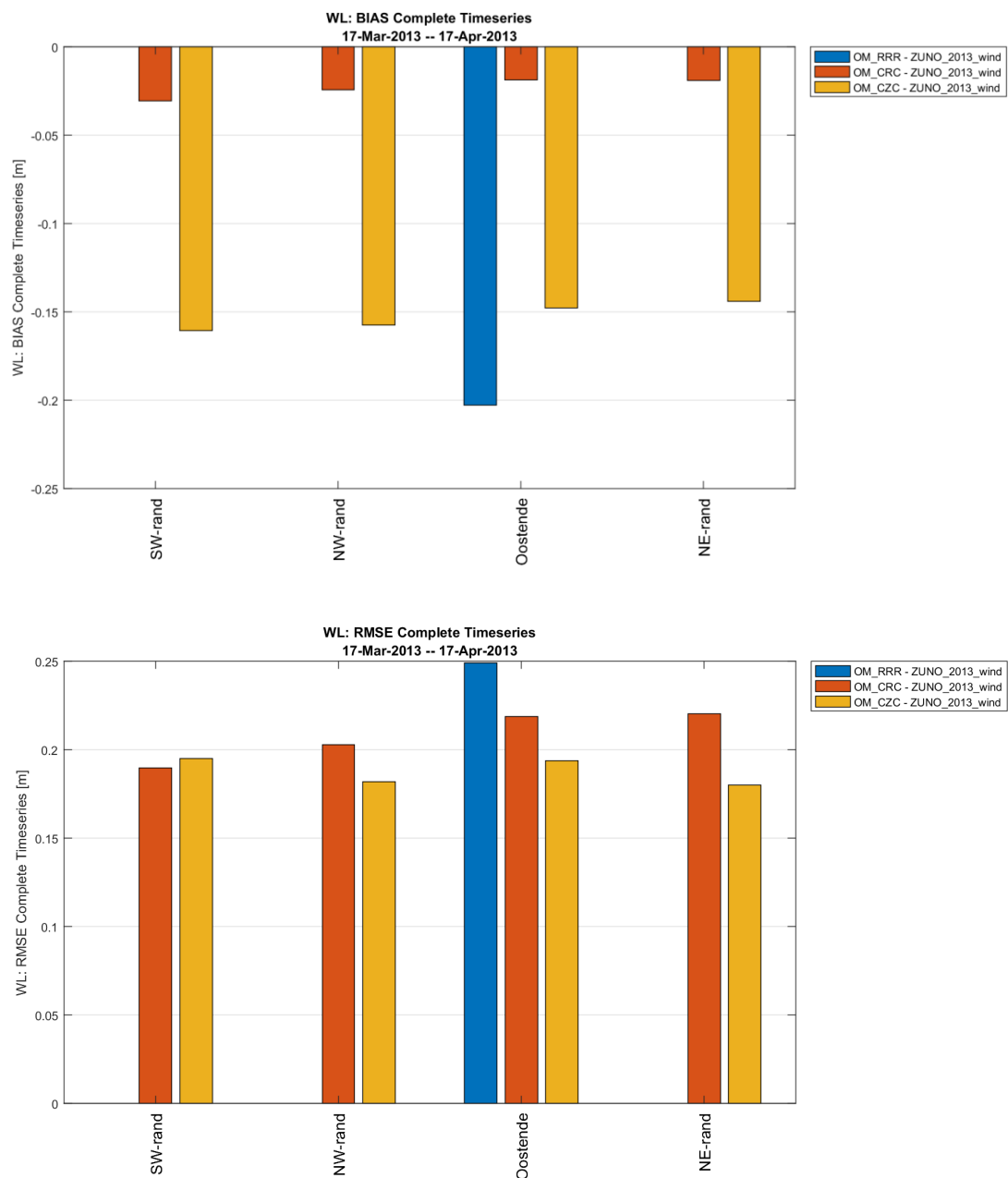
Figuur 8 – Ruwheidsveld dochtermodel (Mannings-coëfficiënten), huidige lay-out van de haven.



Tabel 2 – Geteste randvoorwaarden Moedermodel

Nesting Moedermodel in ZUNO	Westelijke rand	Zeerland	Oostelijke rand
R – R – R (De Vleeschouwer, 2004)	Riemann	Riemann	Riemann
C – R – C	Stroomsnelheid	Riemann	Stroomsnelheid
C – Z – C	Stroomsnelheid	Waterstand	Stroomsnelheid
Z – Z – Z	Waterstand	Waterstand	Waterstand

Figuur 9 – Vergelijking tussen ZUNO en Moedermodel: waterstand.



Vergelijking van verschillende types randvoorwaarden: BIAS en RMSE waterstanden.

Tabel 3 – Vergelijking tussen ZUNO en Moedermodel: snelheid.

MAE [m/s]	SW-rand	NW-rand	NW-rand Dochtermodel	Oostelijke rand	Totaal
R – R – R (De Vleeschouwer, 2004)	geen output	geen output	geen output	geen output	geen output
C – R – C	0,10	0,26	0,12	0,10	0,14
C – Z – C	0,12	0,28	0,11	0,16	0,17

Vergelijking van verschillende types randvoorwaarden: Mean Absolute Error snelheidscomponenten (magnitude en richting).

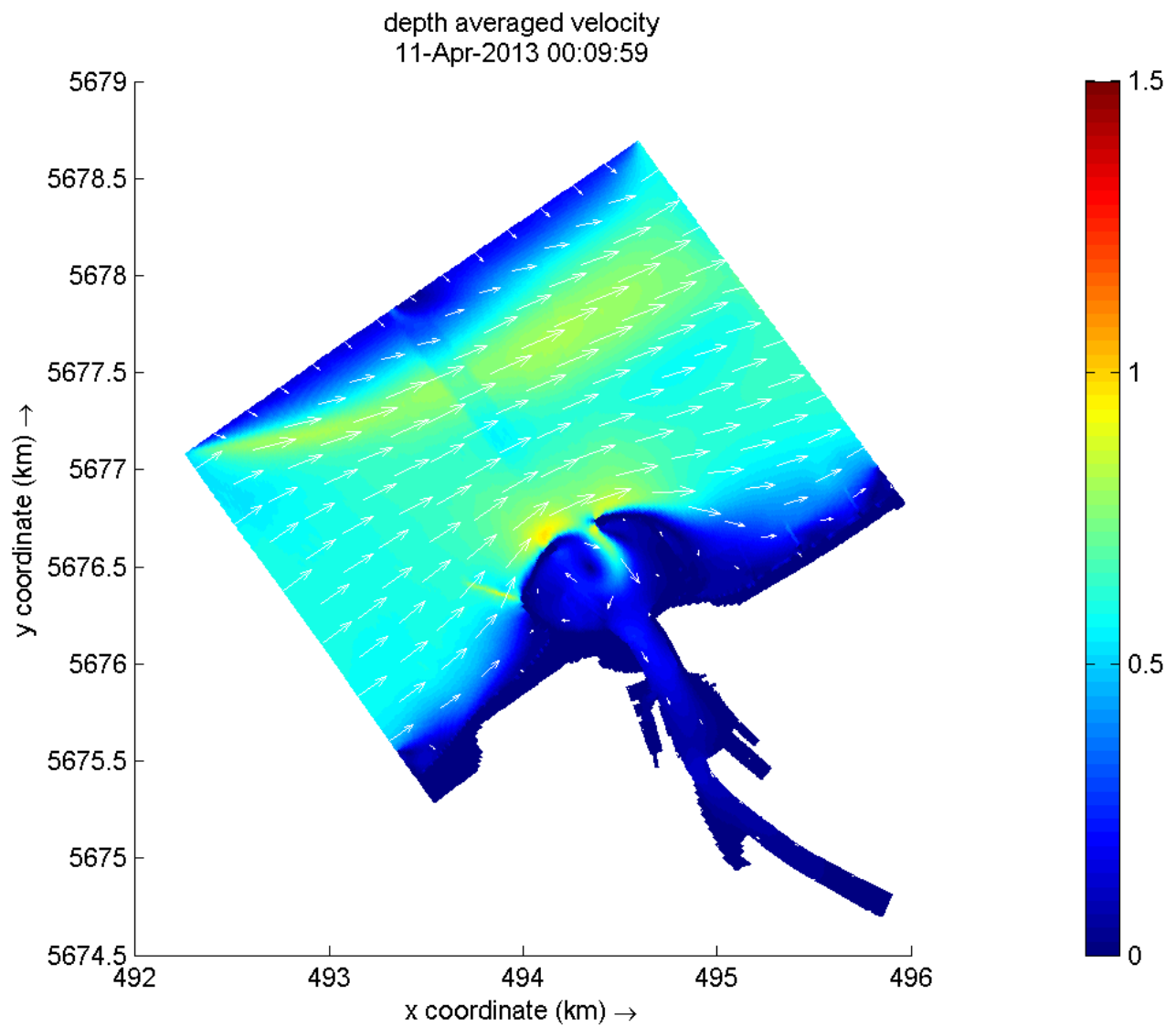
Voor de koppeling tussen het moeder- en het dochtermodel werden acht verschillende types randvoorwaarden uitgetest (tabel 4). Hierbij ging extra aandacht uit naar het vermijden van de eerder beschreven numerieke instabiliteiten in de hoeken van het dochtermodel (zie §2.1.2). Slechts twee types randvoorwaarden leveren een stabiel model op: C – R – C en Z + C – R – C + Z. Het eerste type vertoont een zwakke snelheidspluim in de noordoostelijke hoek bij eb en een sterkere in de noordwestelijke hoek bij vloed. Het tweede type vertoont twee snelheidspluimen ter hoogte van de waterstandsranden aan de kust. Deze snelheidspluimen ontstaan wanneer het model extra water binnentrekt/buiten stuwt door waterstandsranden (meer water stroomt door dezelfde sectie, dus hogere snelheden) om waterstand en snelheid in evenwicht te brengen in de omgeving rond de overgang van waterstands- naar snelheidsrand. Er wordt voor gekozen het eerste type randvoorwaarden (C – R – C) te behouden.

De C – R – C randen worden dus gebruikt voor zowel het nesten van Moedermodel in ZUNO, als voor het nesten van Dochtermodel in Moedermodel. Het voorkomen van snelheidspluimen in de zeewaartse hoeken van het domein bij dit type randvoorwaarden is inherent verbonden aan de manier waarop de (snelheids)randvoorwaarden zijn geïmplementeerd in Delft3D FLOW: enkel de snelheidscomponent loodrecht op de rand wordt opgelegd (zie figuur 10). Hierdoor wordt een deel van de kustevenwijdige stroming het model ingedrukt, en ontstaat er stroomconcentratie op een zekere afstand van de zeerland. Omdat de stromingen bij vloed sterker zijn dan bij eb, is het fenomeen bij vloed ook sterker uitgesproken.

Tabel 4 – Geteste randvoorwaarden Dochtermodel

Nesting Dochter- in Moedermodel	Westelijke rand	Zeerland	Oostelijke rand
C + Z + C – C – C + Z + C (De Nooijer <i>et al.</i> , 2009)	Stroomsnelheid + Waterstand in hoek zee	Stroomsnelheid	Stroomsnelheid + Waterstand in hoek zee
C – R – C	Stroomsnelheid	Riemann	Stroomsnelheid
C – Z – C	Stroomsnelheid	Waterstand	Stroomsnelheid
Z – Z – Z	Waterstand	Waterstand	Waterstand
C + Z – R – Z + C	Stroomsnelheid + Waterstand in hoek zee	Riemann	Stroomsnelheid + Waterstand in hoek zee
Z + C – R – C + Z	Stroomsnelheid + Waterstand aan kust	Riemann	Stroomsnelheid + Waterstand aan kust
C – Z + R + Z – C	Stroomsnelheid	Riemann + Waterstanden in hoeken	Stroomsnelheid
C – R – Z	Stroomsnelheid	Riemann	Waterstand

Figuur 10 – Stroombeeld vloedfase in het Dochtermodel.



3 Validatie hydraulisch model

3.1 Beschikbare metingen

Gezien het beperkte modeldomein (ca. 27 x 13 km voor het Moedermodel en 3 x 3 km voor het Dochtermodel), is ook het aantal beschikbare metingen (meetposten) beperkt. De enige tijpost in het modeldomein is die van Oostende. Voor 2013 is de volledige meetreeks beschikbaar.

In het kader van “Langdurige monitoring van zout/zoet verdeling in de haven van Zeebrugge en monitoring van zoutconcentratie, slibconcentratie en hooggeconcentreerde slibsuspensies in de Belgische kustzone” (IMDC, 2007) werd van 19/12/2006 tot 25/01/2007 een meetframe geplaatst ten oosten van de toegangsgeul naar de haven (zie figuur 11). Dit was echter voor de uitbouw van de havendammen; mogelijk is het stroompatroon op deze locatie nu anders.

In de periode april tot en met juni 2013 werden verscheidene stroommetingen uitgevoerd door meetvaartuigen uitgerust met ADCP-toestellen (Vlaamse Hydrografie, 2013). De metingen werden ingedeeld volgens drie getijklassen (springtij, gemiddeld tij, doottij). De absolute meettijd van elk ADCP ensemble werd omgezet naar de relatieve tijd ten opzichte van de hoogwatertijdstippen op de meetdag. Om te corrigeren voor variatie in getijduur, wordt het meettijdstip berekend als een fractie van de totale duur tussen twee omliggende hoogwatertijdstippen op de meetdag. Op deze manier kan elk meettijdstip herschaald worden naar de typische duur van een getijcyclus (gemiddeld springtij, middeltij, doottij). Vervolgens werden de metingen gemiddeld per rekencel (rasterpunt) en kaarttijdstip zoals weergegeven in de stroomatlas (Vlaamse Hydrografie, 2013). De volledige verwerkingsmethodiek wordt beschreven in het verwerkingsrapport voor de stroomatlas van Zeebrugge (Eurosense & Aqua Vision, 2011).

Enkel de verwerkte metingen van de stroomatlas werden ter beschikking gesteld voor deze studie. Omdat voor de nautische simulaties vooral de extreme condities getest worden, zal de validatie van het hydraulisch model gebeuren tegen de stroomvelden van gemiddeld springtij. Om de statistische vergelijking tussen de gemodelleerde stroomvelden en metingen mogelijk te maken, werden de stroomvelden uit de stroomatlas opgeknippt in 7 transects evenwijdig met de as van de toegangsgeul (3 buitengaats, 4 binnengaats, zie Bijlage A, 0 en 0). Tevens werden voor drie punten langs de as van de vaargeul de gemiddeld springtij tijdreeksen geëxtraheerd uit de stroomatlas (figuur 11).

3.2 Bepaling simulatie periode

Aan de hand van de waterstandsmetingen van 2013 werden de (verticale) getijden gezocht die het beste lijken op de gemiddelde waarden die horen bij het gemiddeld springtij, middeltij en doottij, zoals weergegeven in de stroomatlas. Het getijden rond de hoogwaters van 11/04/2013 1:30, 16/04/2013 4:20 en 19/03/2013 18:00 blijken het best overeen te komen met gemiddeld springtij, middeltij en doottij (figuur 12). De RMSE0 van gemeten tijdreeksen en de gemiddelde getijden bedraagt 3 à 4 cm.

Met het randvoorwaardenmodel (ZUNO) werd het volledige jaar 2013 doorgerekend. Vervolgens werd met het Oostende Moedermodel de periode 17/03/2013 – 17/04/2013 doorgerekend, zodanig er randvoorwaarden van de drie type getijden beschikbaar zijn voor het Oostende Dochtermodel.

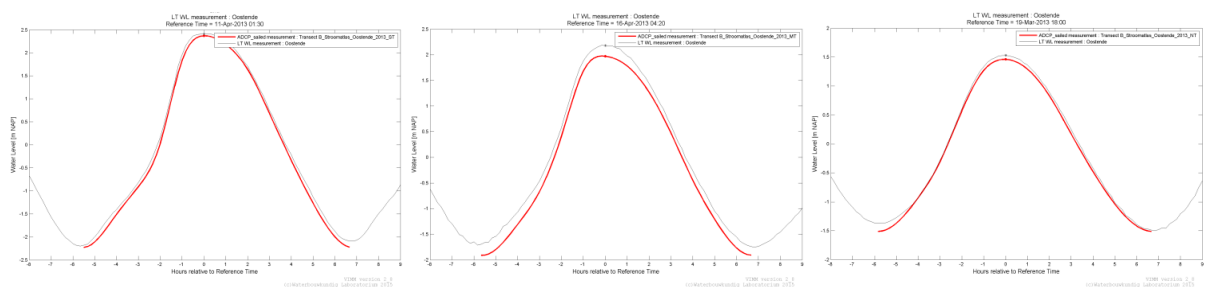
Omdat voor de scenario-analyse met de nautische manoeuvreer simulator enkel de meest extreme stroomcondities zullen gebruikt worden, wordt met het Oostende Dochtermodel enkel de periode rond het springtij van 11/04/2013 1:30 gesimuleerd.

Figuur 11 – Situering van de beschikbare metingen.



Situering van de 2006 – 2007 frame-metingen (gele marker) en de 3 meetpunten (rode markers) en 7 transects (gekleurde lijnen) geëxtraheerd uit de 2013 Stroomatlas.

Figuur 12 – Vergelijking gemeten waterstand te Oostende in 2013 en langjarige gemiddelden.



Beste overeenkomst van gemeten waterstand 2013 (rood) en langjarig gemiddelden (grijs) voor springtij (links), middeltij (midden) en doodtij (rechts).

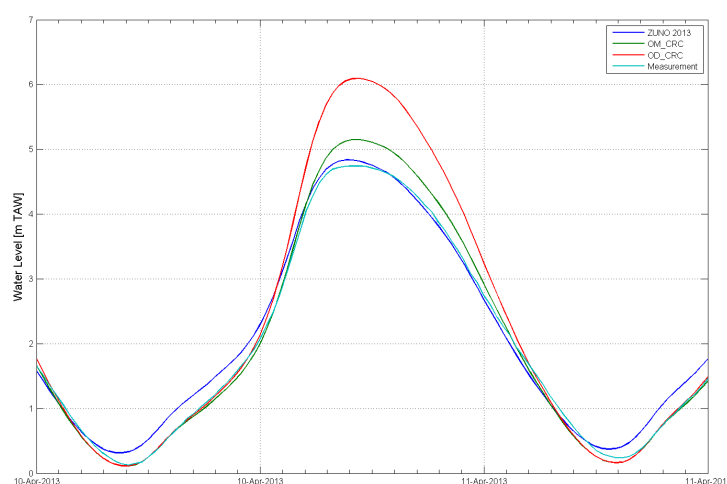
3.3 Validatie T0

3.3.1 Waterstand

Figuur 13 toont de gesimuleerde waterstanden in het randvoorwaardenmodel (ZUNO), Oostende Moeder- en Dochtermodel ten opzichte van het gemiddeld springtij zoals weergegeven in de stroomatlas. ZUNO toont de beste overeenkomst tussen model en waterstandsmeting (tabel 5). Hoogwaters worden gemiddeld 13 cm overschat, laagwater 16 cm (tabel 6). Bij elke nesting stap (ZUNO naar Moedermodel, Moedermodel naar Dochtermodel) stijgt de getij amplitude. In beide Oostende modellen zijn de laagwaters 6 à 7 cm lager dan in realiteit, maar het zijn vooral de hoogwaters die overschat worden: gemiddeld 45 cm in het Moedermodel en zelfs 143 cm in het Dochtermodel.

Deze opschaling van de tijslag is een rechtstreeks gevolg van de keuze voor het type randvoorwaarden. De waterstanden in het Oostende model worden immers slechts impliciet opgelegd via de Riemann invariant op de zeerland. Bij de opmaak van het model werden alternatieve randvoorwaarden getest waarbij de waterstand expliciet wordt opgelegd, maar deze leidden tot minder of niet stabiele oplossingen (zie §2.2.3).

Figuur 13 – Vergelijking van gemeten waterstanden met modelresultaten te Oostende.



Tabel 5 – Vergelijking van gemeten waterstanden met modelresultaten te Oostende.

Model	Tijdserie WL	
	Bias [m]	RMSE0 [m]
ZUNO	0,10	0,14
Oostende moeder (OM_CRC)	0,11	0,21
Oostende dochter (OD_CRC)	0,46	0,56

Tabel 6 – Vergelijking van gemeten hoog- en laagwaters met modelresultaten te Oostende.

Model	Hoogwater				Laagwater			
	Bias [m]	RMSE0 [m]	Bias [min]	RMSE0 [min]	Bias [m]	RMSE0 [m]	Bias [min]	RMSE0 [min]
ZUNO	0,13	0,03	-8	8	0,16	0,03	-10	10
Oostende moeder (OM_CRC)	0,45	0,03	8	13	-0,07	0,03	-2	4
Oostende dochter (OD_CRC)	1,43	0,05	10	13	-0,06	0,03	0	0

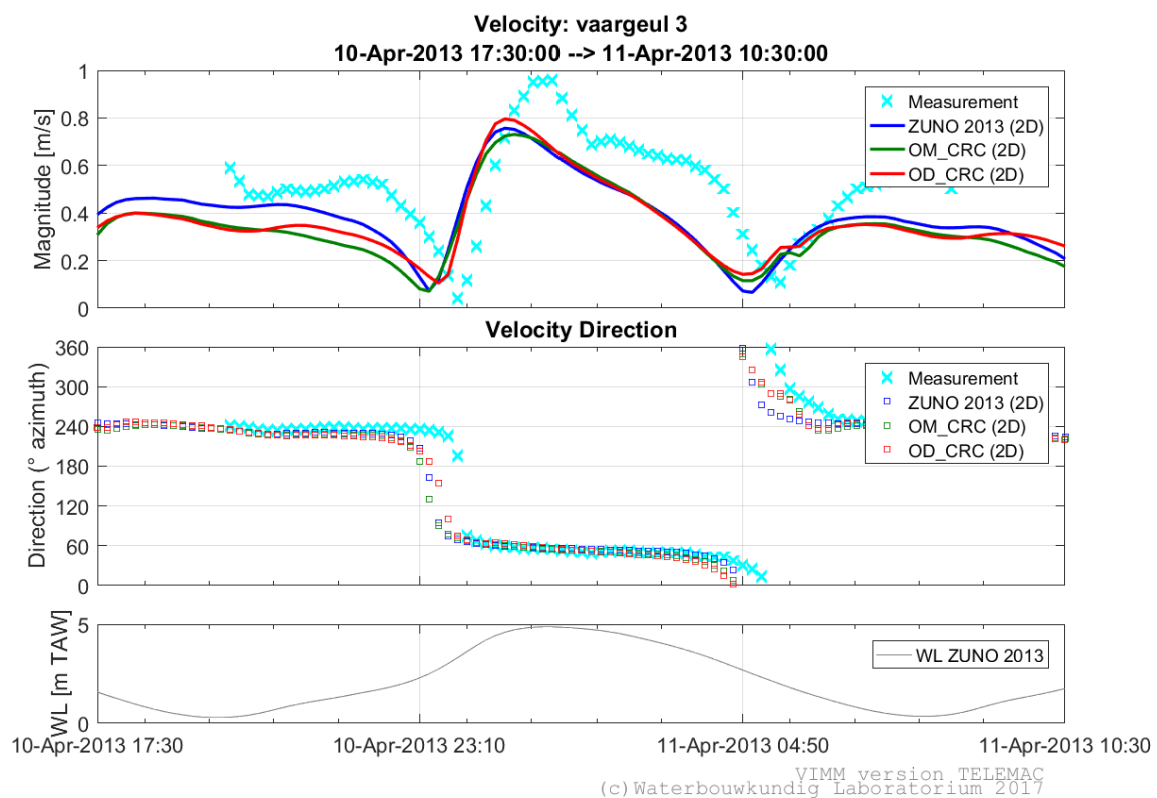
3.3.2 Stroomsnelheden stroomatlas

Figuur 14 toont de gesimuleerde stroomsnelheden en richtingen in het randvoorwaardenmodel (ZUNO), Oostende Moeder- en Dochtermodel ten opzichte van de gemiddelde springtij stroming zoals weergegeven in de stroomatlas. De gesimuleerde pieksnelheden bij vloed bedragen slechts 75 à 80% van de pieksnelheid bij gemiddeld springtij. Bij elke nesting stap neemt de maximale stroomsnelheid iets toe; dit hangt samen met de toename van de getij amplitude (zie §3.3.1). De pieksnelheden tijdens de tweede helft van de eb fase (tussen laagwater en kentering van eb- naar vloedstroming) bedragen slechts 45 à 55% van die in de stroomatlas.

In tegenstelling tot de vloedfase, presteert het randvoorwaardenmodel voor eb relatief beter.

Kentering van eb- naar vloedstroming valt in de modellen 20 à 40 minuten vroeger dan in de stroomatlas; de piek van de vloedstroom ca. 40 minuten vroeger en kentering van vloed- naar ebstroming 30 à 40 minuten vroeger.

Figuur 14 – Vergelijking van gemeten stroomsnelheden met modelresultaten.



Vergelijking van stroomsnelheden op een punt voor de havenmond van Oostende; meting: geëxtraheerd uit stroomvelden gemiddeld springtij stroomatlas; modelresultaten: ZUNO, Oostende Moeder- en Dochtermodel.

Tabel 7 – Vergelijking van stroomsnelheden (puntmetingen) voor de havenmond van Oostende.

Model	Tijdsree VEL				Vectorverschil	
	Bias [m/s]	RMSE [m/s]	Bias [°]	RMSE [°]	MAE [m/s]	RMAE [-]
ZUNO	-0,12	0,20	-16	36	0,20	0,39
Oostende moeder (OM_CRC)	-0,16	0,22	-18	35	0,23	0,44
Oostende dochter (OD_CRC)	-0,14	0,21	-16	29	0,22	0,42

Tabel 8 – Vergelijking van stroomsnelheden (raaien).

Model	Raaien VEL				Vectorverschil
	Bias [m/s]	RMSE [m/s]	Bias [°]	RMSE [°]	RMAE [-]
Oostende moeder (OM_CRC)	-0,09	0,18	0	47	0,74
Oostende dochter (OD_CRC)	-0,09	0,17	1	47	0,75

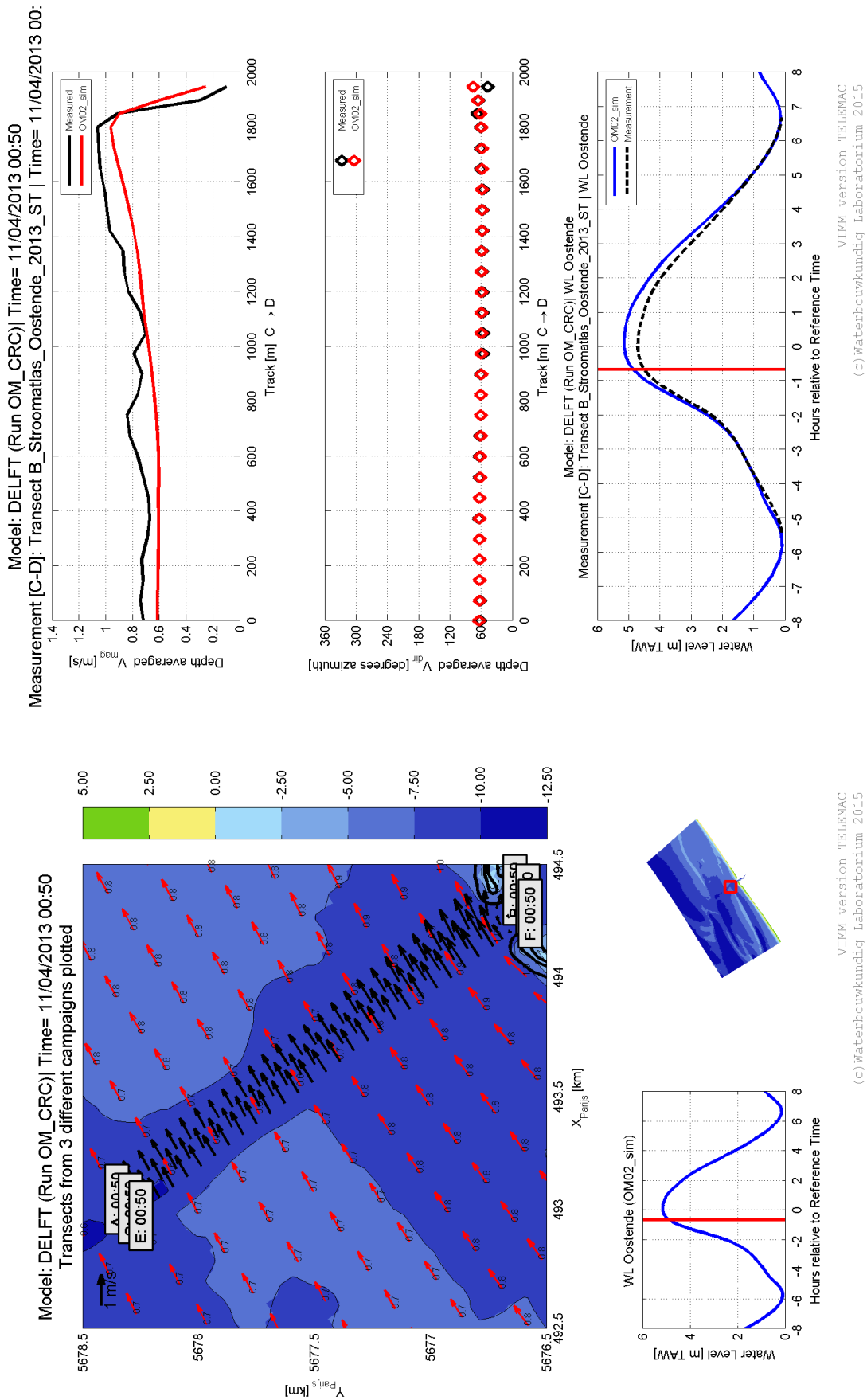
Tabel 7 lijst de foutenstatistiek horende bij de puntmeting uit figuur 14 op. Wanneer we de Oostende modellen vergelijken met de volledige meetraaien uit de stroomatlas (tabel 8), valt op dat BIAS en RMSE0 tussen model en meting afnemen, terwijl de RMAE (Relative Mean Absolute Error) toeneemt. Dit laatste komt doordat de fout op de ebsnelheden en momenten van kentering relatief zwaarder doorwegen. Alle vergeleken stroomvelden kunnen worden teruggevonden in Bijlage A en Bijlage B, samen met de bijhorende foutenstatistiek (Bijlage C en Bijlage D).

Wanneer de snelheden op de raaien in de lengte-as van de vaargeul meer in detail worden geanalyseerd valt op dat de voorgaande bevindingen dienen genuanceerd te worden. In tegenstelling tot bij de puntmetingen (zoals geïllustreerd in figuur 14) tonen de raaien dat de overeenkomst tussen model en meting plaats- en tijdsafhankelijk is. Zo worden dichtbij de havenmond de pieksnelheden bij vloed (figuur 15) en eb (figuur 17) relatief goed benaderd door het model, terwijl de momenten van kentering (en het aantrekken van vloed- en ebstroom) in het model vroeger vallen dan in de stroomatlas (figuur 16 en figuur 18). Meer zeewaarts worden de maximale stroomsnelheden in het model sterker onderschat ten opzichte van de stroomatlas. Het volledige tijdsverloop van stroomsnelheden en –richtingen langsheen de as van de vaargeul naar de haven (Transect B) is terug te vinden in Bijlage E.

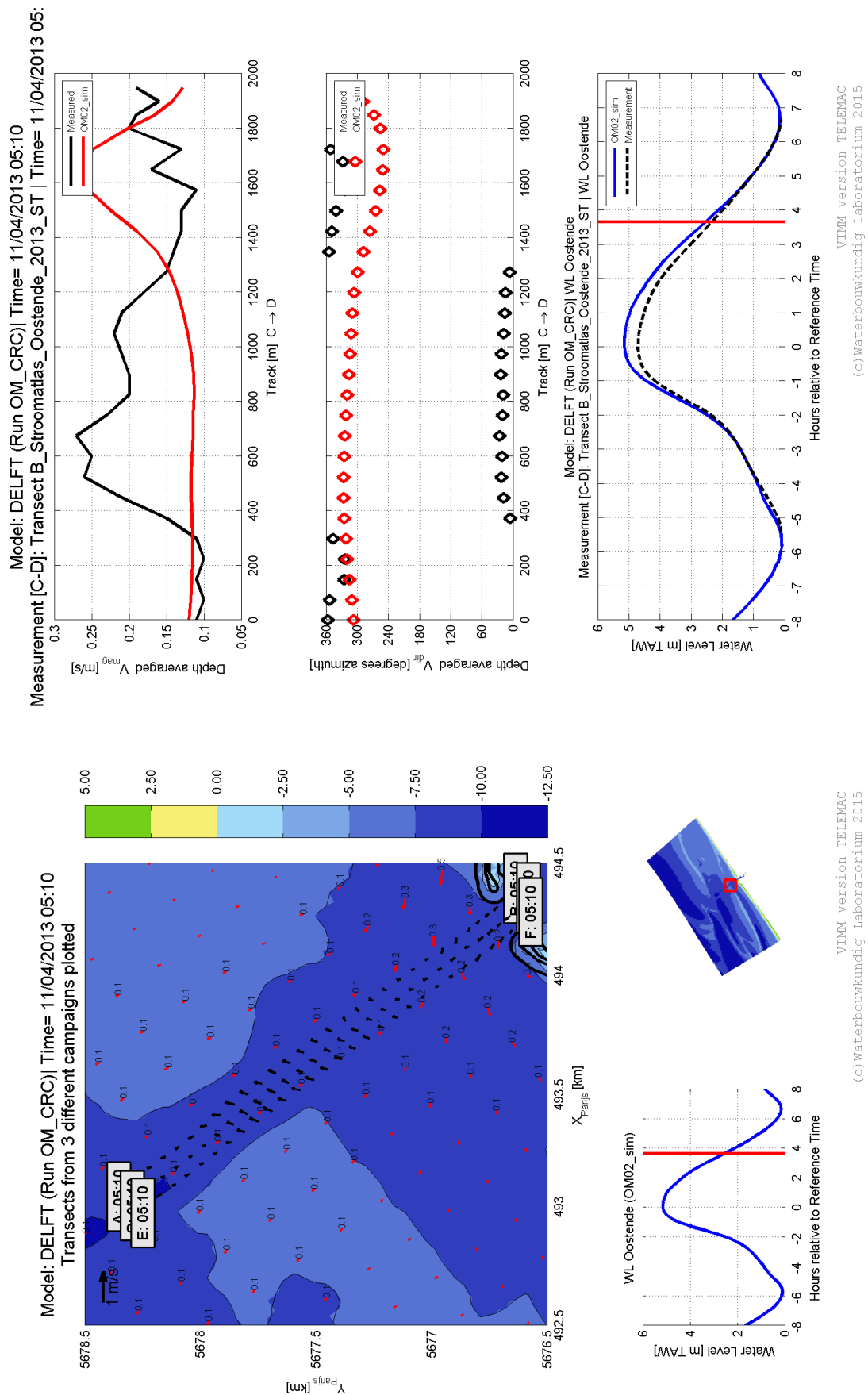
Figuur 19 vat bovenstaande bevindingen nog eens samen. Het vroeger aantrekken van zowel vloed- als ebstroming komt tevoorschijn als twee positieve pieken in de BIAS van de magnitude (figuur 19, linker deelfiguur bovenaan) en een negatieve en positieve piek in de BIAS van de stroomrichting (figuur 19, linker deelfiguur midden). Ook fluctueert de RMSE omstreeks de momenten van kentering veel sterker (figuur 19, rechter deelfiguur).

Binnen de havendammen blijft de stroomsterkte veelal beperkt tot 20 cm/s. Enkel tussen 2 uur voor hoogwater en hoogwater, bij het binnenkomen van de vloedstroming treden er hogere snelheden op. Deze stroming wekt een neerpatroon op binnen de havendammen. Dit neerpatroon wordt kwalitatief goed gereproduceerd door het model (figuur 20, linker deelfiguur), hoewel de stroomsnelheden in de voorhaven iets te sterk zijn (figuur 20, rechter deelfiguur, 0 – 600 m). Ter hoogte van de Halve Maandijk blijven de stroomsnelheden steeds lager dan 20 cm/s. Het volledige tijdsverloop van stroomsnelheden en –richtingen langsheen de raai van aan de havenmond, langsheen de Halve Maandijk tot voorbij de sluis naar het Visserijdok (Transect E) is terug te vinden in bijlage Bijlage F.

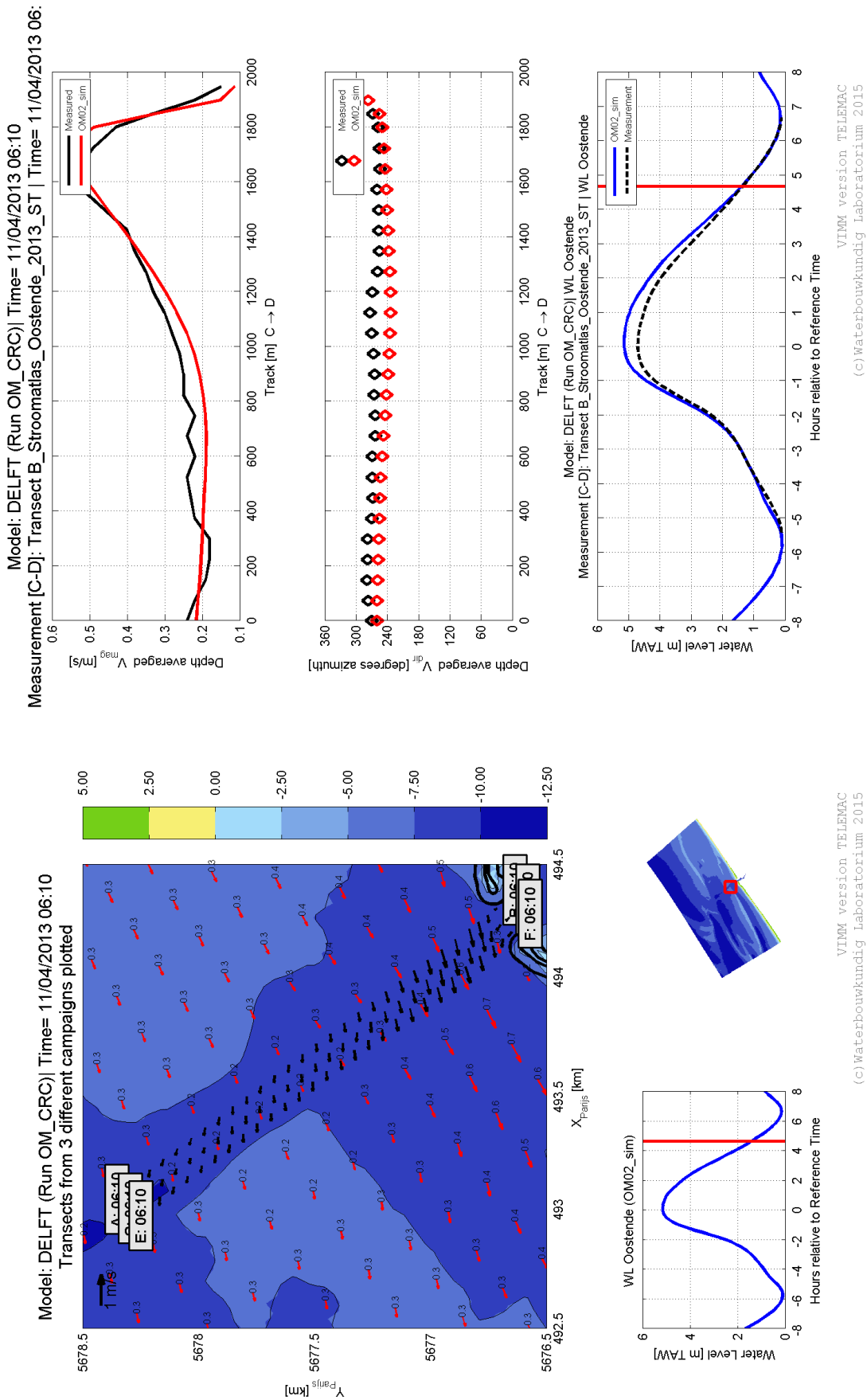
Figuur 15 – Stroombeeld in de toegangsgeul tot de haven bij maximale vloedstroming.



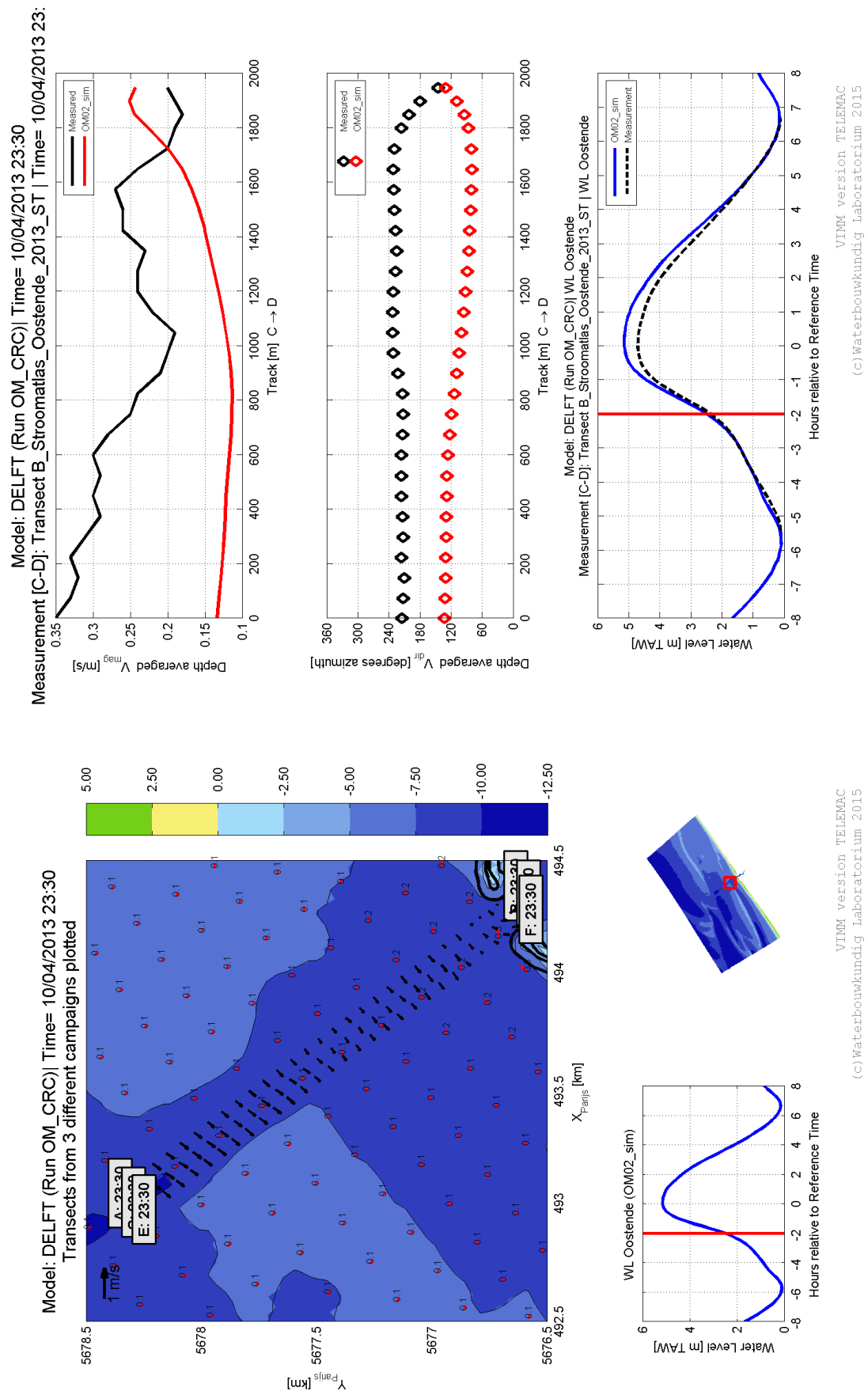
Figuur 16 – Stroombeeld in de toegangsgeul tot de haven bij kentering van vloed- naar ebstrooming.



Figuur 17 – Stroombeeld in de toegangsgemaal tot de haven bij maximale ebstroming.



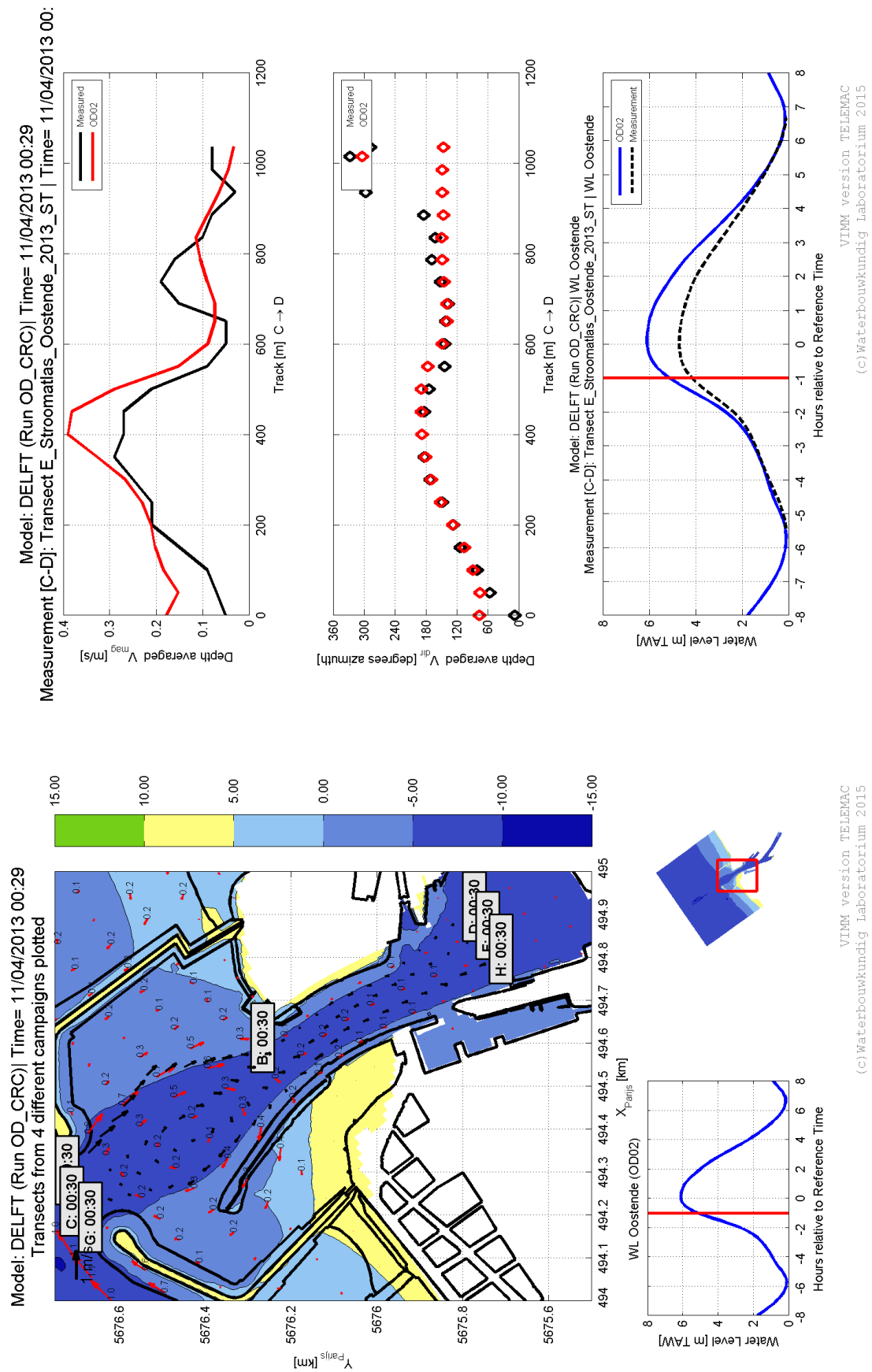
Figuur 18 – Stroombeeld in de toegangsgeul tot de haven bij kentering van eb- naar vloedstroming.



BIAS en RMSE langsheen de as van de toegangsgeul tot de haven.



Figuur 20 – Stroombeeld in de haven: neerpatroon bij vloed.



VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

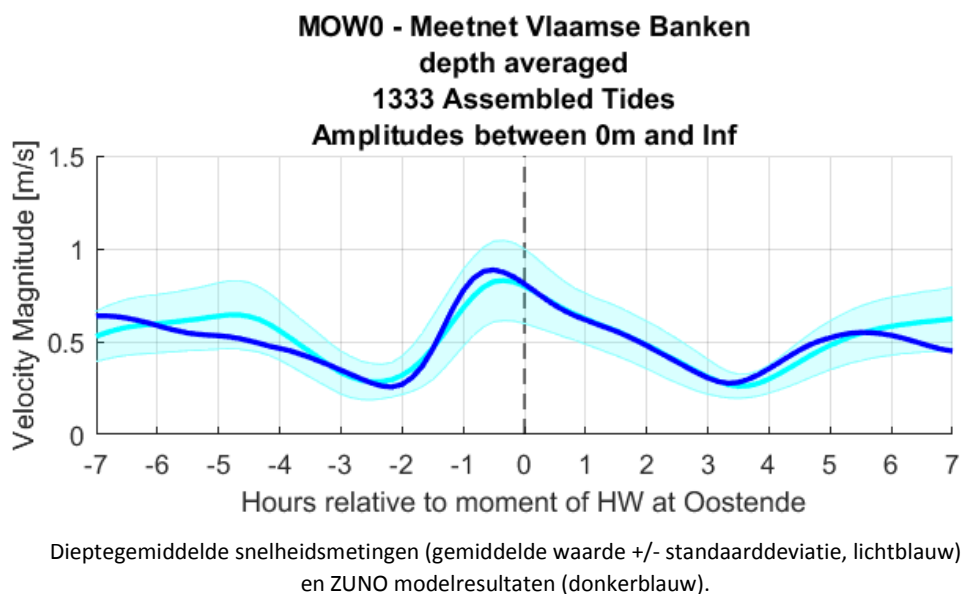
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

3.3.3 Stroomsnelheden frame meting

De slechte timing van zowel de momenten van kentering, als het moment van maximale vloedstroom, zoals aangetoond in §3.3.2, is onverwacht. Het type randvoorwaarden voor het Oostende model werd zodanig gekozen dat stroomsnelheden zo goed mogelijk worden doorgegeven van randvoorwaardenmodel (ZUNO) naar Moeder- en Dochtermodel (zie §2.2.3). Dit is dan ook duidelijk te zien in figuur 14, waar de drie gesimuleerde stroomsnelheden zo goed als samenvallen. Bovendien is het hier onderzochte modeldomein zodanig klein dat de gesimuleerde waterstanden en snelheden bijna volledig afhangen van de opgelegde randvoorwaarden. In het ZUNO validatierapport (Leyssen *et al.*, 2012) wordt echter geen melding gemaakt van een fout in de fasering van de snelheden. Al moet hier wel vermeld worden dat deze validatie van snelheden zich toespitste op de omgeving van Zeebrugge. Men kan zich dan ook afvragen of het randvoorwaarden model (ZUNO) minder goed presteert ter hoogte van Oostende.

Figuur 21 toont de gemiddelde stroomsnelheid ter hoogte van de Meetnet Vlaamse Banken meetpaal (MOW 0) op de Wandelaar, voor de periode 2006 – 2009 (exclusief 2007). De in ZUNO gemodelleerde stroomsnelheden komen redelijk overeen met de metingen, en vallen steeds binnen één standaarddeviatie van de gemiddelde meting. Wel is duidelijk dat het aantrekken van de vloedstroom korter van duur is in het model, en dat de snelheidspiek bij eb vroeger valt in het model.

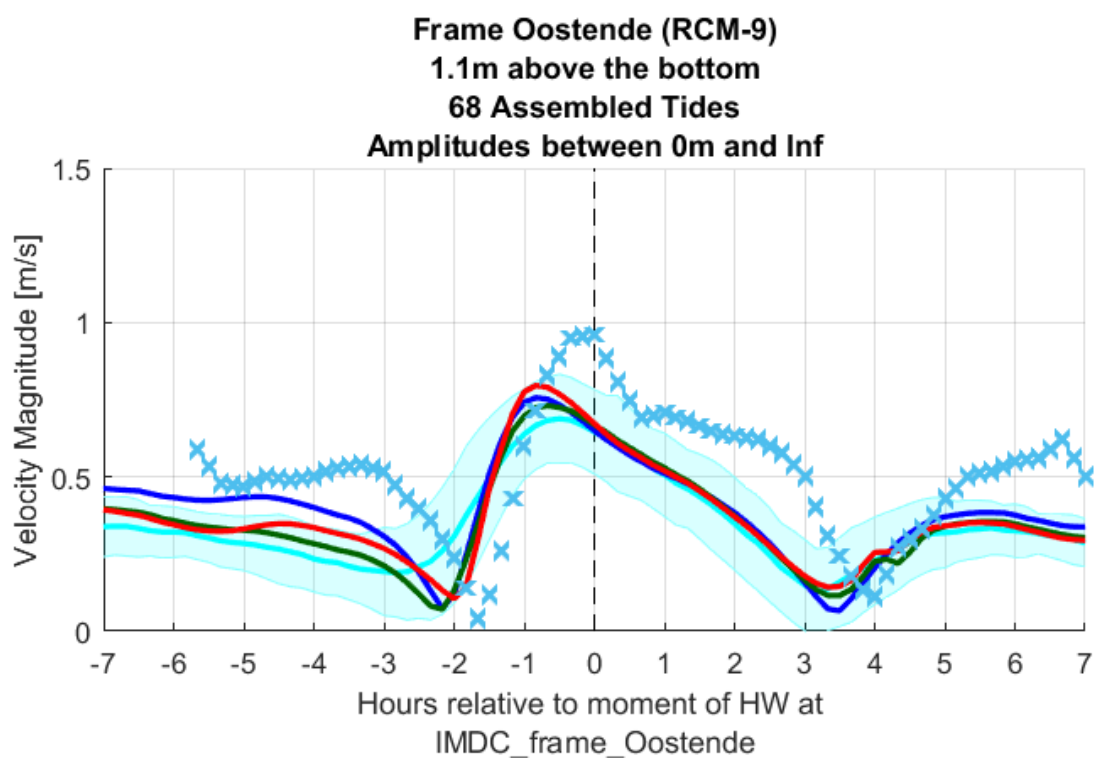
Figuur 21 – Ensemble analyse van diepte gemiddelde snelheidsmetingen ter hoogte van de Wandelaar.



Figuur 22 toont de gemiddelde stroomsnelheid (met onzekerheidsband van +/- één standaarddeviatie) op basis van het meetframe geplaatst ten oosten van de toegangsgeul naar de haven van 19/12/2006 tot 25/01/2007 (zie §3.1). Het tijdsverloop van deze ensemble analyse is zeer gelijklopend met die van MOW 0 (figuur 21). Ook hier vallen de modelresultaten steeds binnen de onzekerheidsband van één standaarddeviatie rond de gemiddelde stroomsnelheid, met – in vergelijking tot de analyse voor MOW 0 – een goede fit tijdens de ebfase van het getij. Enkel de eerste fase van de vloedstroom (van kentering van eb- naar vloedstroom tot het moment van maximale vloedstroom) is duidelijk korter in de modellen dan in de meting.

Opvallend is hoe sterk de snelheden afgeleid uit de stroomatlas afwijken van de framemetingen. De lagere snelheden opgemeten door het frame vielen te verwachten, aangezien deze metingen werden uitgevoerd op 1,1 m boven de bodem, terwijl de stroomatlas een gemiddelde weergeeft van de bovenste 10 m van de waterkolom. Het grote verschil tussen de ebsnelheden en de timing van de momenten van kentering en maximale vloedstroming vallen hiermee echter niet te verklaren.

Figuur 22 – Ensemble analyse van snelheidsmetingen ter hoogte van Oostende.



Snelheidsmetingen op 1,1 m boven de bodem (gemiddelde waarde +/- standaarddeviatie, lichtblauw) en ZUNO (donkerblauw), Oostende Moeder (groen) en Oostende Dochter (rood) modelresultaten.

De tijdserie afgeleid uit de stroomatlas wordt weergegeven met kruisjes.

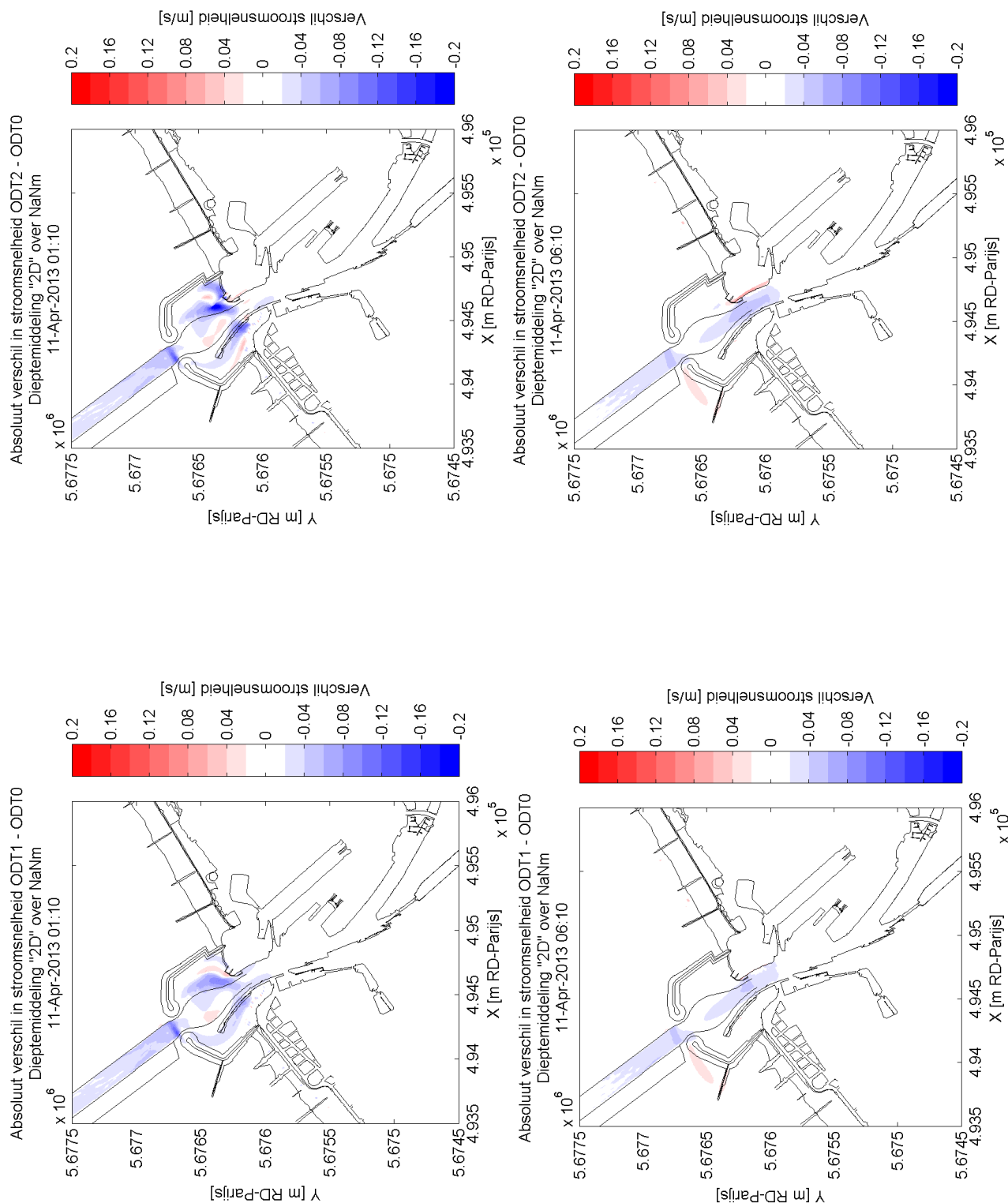
4 Scenario analyse

In deze paragraaf worden kort de verschillen besproken tussen de twee bestudeerde scenario's (T1 & T2) en het gevalideerde model (T0, zie §3.3). Figuur 23 toont de verschillen tussen de scenario's en het gevalideerde model bij maximale vloedstroming (bovenste rij) en maximale ebstroming (onderste rij).

De verdieping van de vaargeul met 90 cm resulteert in het model in een lokale verlaging van de dieptegemiddelde stroomsnelheden (figuur 23). De verbreding van de vaargeul (respectievelijk met 45 en 65 m in scenario's T1 en T2) geeft meer ruimte aan het neerpatroon tussen de havendammen. Het verandering in stroompatroon is dan ook meer uitgesproken in scenario T2 dan in T1 (figuur 23, bovenste rij).

Ter hoogte van de Halve Maandijk zijn er geen verschillen waar te nemen tijdens de vloedfase. Tijdens de ebfase is er een lichte afname van de dieptegemiddelde stroomsnelheden, welke zuiver te wijten is aan de verdieping van de vaargeul. De lichte toename van de dieptegemiddelde stroomsnelheden bij eb in scenario T2 (figuur 23, rechts onder) is zuiver te wijten aan het aanleggen van het nieuw talud. In de T0 situatie is deze zone immers niet overstroombaar. Er kan dus gesteld worden dat voor beide scenario's de stroomsnelheden ter hoogte van de Halve Maandijk steeds gelijk of lager zijn dan in de huidige situatie. In de zones waar de stroomsnelheden volgens het model zullen verhogen, is deze toename steeds beperkt tot 5 cm/s.

Figuur 23 – Scenario analyse.



Linker kolom: verschil tussen T1 en T0, rechterkolom: verschil tussen T2 en T0.
Bovenste rij: situatie bij maximale vloedstroming, onderste rij: maximale ebstroming.

5 Samenvatting

De afdeling Maritieme Toegang gaf het Waterbouwkundig Laboratorium de opdracht om de nautisch vereiste breedte van de Halve Maan vaargeul te Oostende te definiëren. Om het realtime simulatieonderzoek mogelijk te maken, werd het numerieke hydraulisch model van Oostende uitgebreid en geüpdatet naar de huidige lay-out van de haven. Daarna werden de modelresultaten gevalideerd aan de hand van de stroomatlas voor Oostende (2013).

Ter hoogte van de Halve Maandijk werd het bestaande model (zie §2.1) uitgebreid met 9 x 52 cellen, zodanig dat ook het scenario met een verbrede vaargeul (145 m op -8,9 m TAW diepte) en het bijhorend talud (tot 7,5 m TAW hoogte) kan doorgerekend worden (figuur 4). Aan de hand van de meest recente bathymetrische en topografische gegevens werd de bodemschematisatie aangepast aan de huidige lay-out van de haven (tabel 1). Ook de bodemruwheidsveld kreeg een update (figuur 8).

Om validatie aan de hand van de stroomatlas mogelijk te maken, dienden nieuwe randvoorwaarden gegenereerd te worden voor het geüpdatete model (§2.2.3). Hierbij werd er gekozen voor het type randvoorwaarden waarbij de (stroom)gegevens uit het randvoorwaardenmodel (ZUNO) het best werden doorgegeven aan het Oostende Moeder- en Dochtermodel. De keuze voor zowel de nesting van Oostende Moeder (OM) in ZUNO, als Oostende Dochter (OD) in Moeder viel op C – R – C (Current-Riemann-Current): op de randen loodrecht op de kustlijn worden stroomsnelheden opgelegd, op de modelrand evenwijdig met de kustlijn een Riemann invariant. Dit betekent dat de waterstand in het model enkel impliciet wordt opgelegd, en heeft tot resultaat dat de waterstandsamplitude wordt overschat (in het Oostende Dochtermodel sterker dan in het Moedermodel, §3.3.1).

De stroomsnelheden worden redelijk goed gesimuleerd, al is er een groot verschil afhankelijk van welke metingen beschouwd worden.

Ten opzichte van de stroomatlas hebben de modellen een BIAS van -9 tot -15 cm/s en een RMSE van 17 à 22 cm/s (tabel 7 en tabel 8). Wanneer de snelheden op de raaien in de lengte-as van de vaargeul meer in detail worden geanalyseerd valt op dat de overeenkomst tussen model en meting plaats- en tijdsafhankelijk is. Algemeen kan echter gesteld worden dat de gemodelleerde pieksnelheden bij vloed slechts 75 à 80% van de gemeten snelheden bedragen. De pieksnelheden tijdens de tweede helft van de eb fase (tussen laagwater en kentering van eb- naar vloedstroming) bedragen slechts 45 à 55% van die in de stroomatlas. Kentering van eb- naar vloedstroming valt in de modellen 20 à 40 minuten vroeger dan in de stroomatlas; de piek van de vloedstroom ca. 40 minuten vroeger en kentering van vloed- naar ebstroming 30 à 40 minuten vroeger (figuur 14). Het neerpatroon tussen de havendammen wordt kwalitatief goed gereproduceerd door het model (figuur 20).

Wanneer de modelresultaten echter vergeleken worden met de framemetingen uit 2006-2007, is er een veel betere overeenkomst tussen model en meting (figuur 22). Wel blijft de eerste fase van de vloedstroom (van kentering van eb- naar vloedstroom tot het moment van maximale vloedstroom) duidelijk korter in de modellen dan in de meting. Bij eb is er een veel betere overeenkomst tussen model en meting, aangezien het pieken van de ebstroming, zoals die voorkomt in de stroomatlas, ontbreekt in deze meting.

De lagere snelheden opgemeten door het frame (in vergelijking tot de stroomatlas) vielen te verwachten, aangezien deze metingen werden uitgevoerd op 1,1 m boven de bodem, terwijl de stroomatlas een gemiddelde weergeeft van de bovenste 10 m van de waterkolom. Het grote verschil tussen de ebsnelheden en de timing van de momenten van kentering en maximale vloedstroming vallen hiermee echter niet te verklaren.

Uit de scenario-analyse blijkt dat de verbreding en verdieping van de Halve Maan vaargeul slechts een geringe invloed heeft op de stroomsnelheden. In zones waar de stroomsnelheid stijgt, blijft deze toename beperkt tot minder dan 5 cm/s.

6 Aanbevelingen

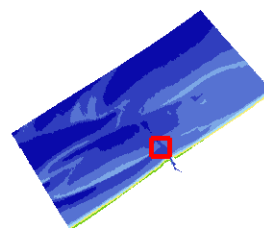
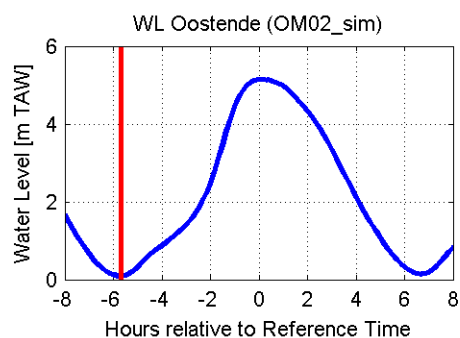
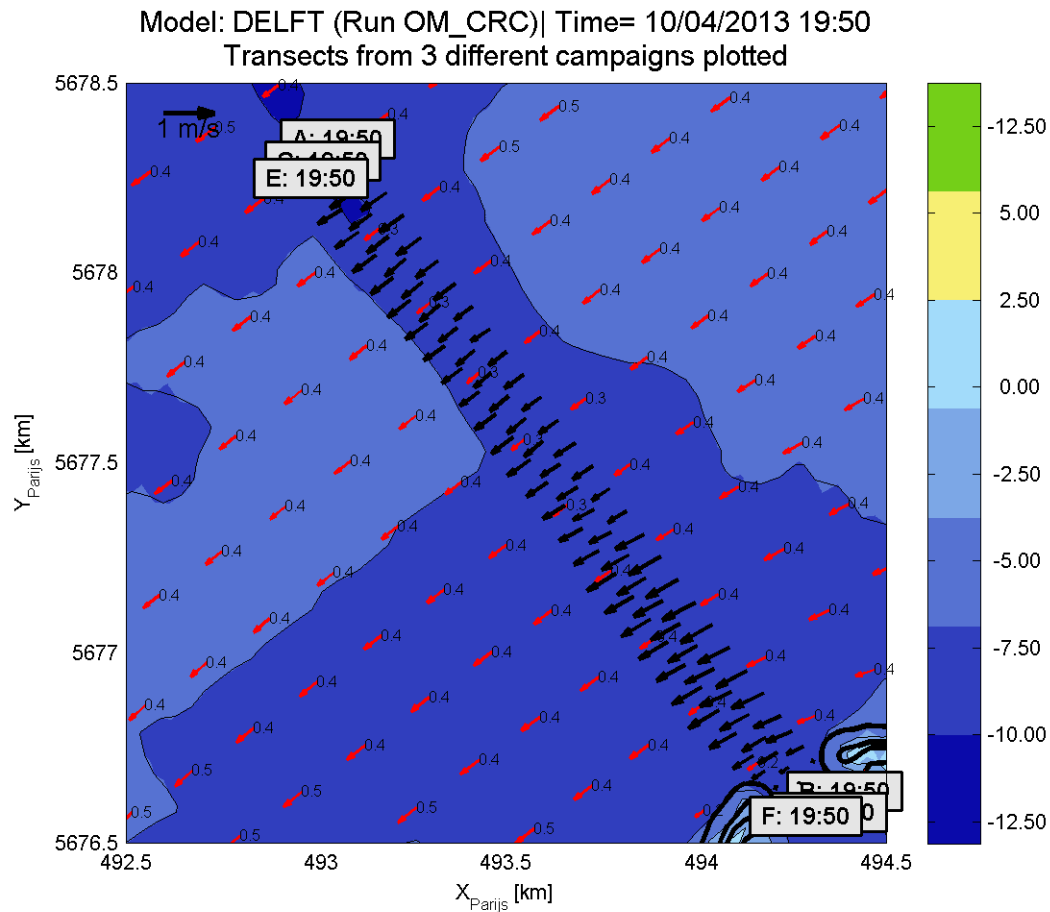
Het verschil tussen de stroommetingen uit de frame-meting ten oosten van de toegangsgeul, en de stroomgegevens uit de stroomatlas (zie figuur 22) is opvallend en verdient nader onderzoek. Opvallend is wel dat de timing van de tijcyclus veel beter overeenkomt tussen de modellen en de frame-meting, dan met de stroomatlas.

Historisch gezien is er 10 jaar door ontwikkeld op het model van Technum – IMDC – Alkyon van 2004, waarbij een genest deelmodel zorgt voor hogere resolutie in het interessegebied tussen de havendammen van Oostende. Zoals besproken in §2.2.3, gaat er bij nesting steeds een deel informatie verloren aan de rand, die redelijk dicht bij het interessegebied is gelegd. In de toekomst strekt het tot aanbeveling om de hogere resolutie in het interessegebied te bereiken door in 1 domein en met een ongestructureerd rooster te werken. Dit vraagt de opstart van een nieuw modeltraject voor Oostende.

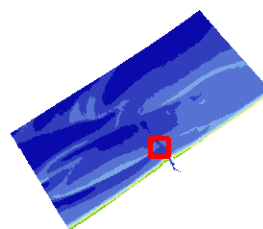
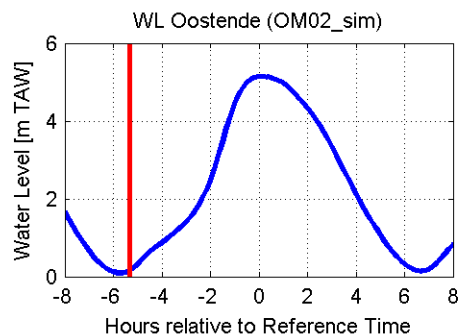
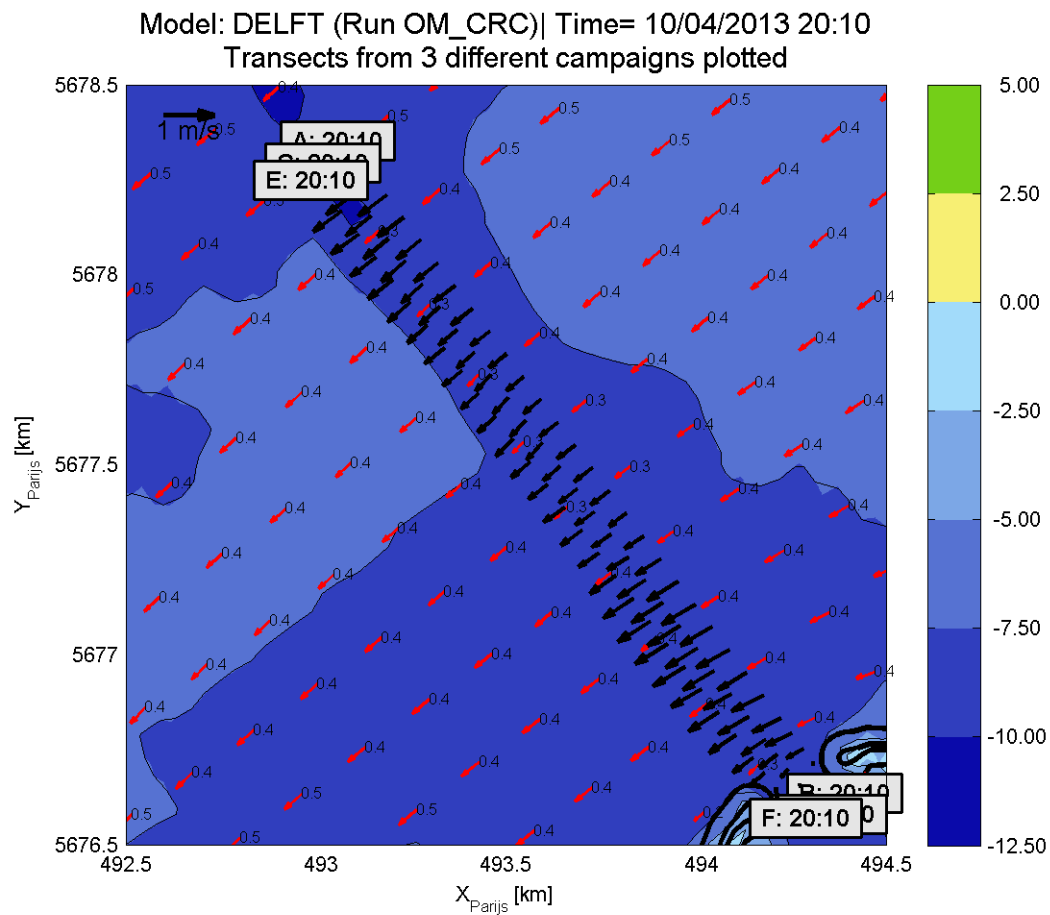
7 Referenties

- afdeling Maritieme Toegang** (1998). Stromingsmetingen aan de Belgische Kust te Oostende op 11 augustus 1998; Kamminga S.D.
- De Nooijer, J.J.; Janssens, J.; Verwaest, T.; De Mulder, T.; Mostaert, F.** (2009). Slibmodellering Oostende. Versie 2_0. WL Rapporten, 627_09. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België
- De Vleeschauwer, P.** (2004). Structureel herstel van de kustverdediging te Oostende en verbetering van de haventoeegang naar de haven van Oostende: stromingsrandvoorwaarden voor morfologische studies - numeriek detailmodel voor Oostende. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Afdeling Waterwegen Kust: Oostende. 22 + bijlagen pp.
- Eurosense & Aqua Vision** (2011). Stroomatlas Zeebrugge – Verwerkingsrapport. Agentschap Maritieme Dienstverlening en Kust – Afdeling Kust: Bestek 16EH/09/11 – Dossier 209.075. 47 pp.
- IMDC** (2007). Langdurige monitoring van zout/zoet-verdeling in de haven van Zeebrugge en monitoring zoutconcentratie slibconcentratie en hooggeconcentreerde slibsuspensies in de Belgische kustzone: deelrapport 5.1: vaste meetopstelling inzake bodemgedrag in de Belgische kustzone herfst-winter 2006. Waterbouwkundig Laboratorium: Borgerhout. III, 23 + appendices pp.
- Leyssen, G.; Vanlede, J.; Decrop, B.; Van Holland, G.; Mostaert, F.** (2012). Modellentrein CSM-ZUNO. Deelrapport 2: Validatie. WL Rapporten, 753_12. Waterbouwkundig Laboratorium & IMDC: Antwerpen, België
- MarCom Working Group 121** (2014). Harbour approach channels: design guidelines. PIANC Report, 121. PIANC: Brussels. ISBN 978-2-87223-210-9. 309 pp.
- Maximova, T.; Vanlede, J.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2015). Vervolgonderzoek bevaarbaarheid Bovenzeeschelde: Subreport 4 – Modellentrein CSM – ZUNO: validatie 2013. Version 3.0. WL Rapporten, 13_131. Flanders Hydraulics Research: Antwerp, Belgium.
- TV Noordzee Kust** (2001). Haven van Oostende, stationaire stroommetingen tijdens boringen; v15b13-2001_ndp-452.
- Verelst, N.; Delgado, R.; Verwaest, T.; De Mulder, T.; Mostaert, F.** (2009a). Hydraulische simulatie varianten tussentijdse uitbouw lengte oostelijke - en westelijke dam: Deelrapport 1. Versie 1_0. WL Rapporten, Afdeling Maritieme toegang. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België
- Verelst, N. ; Janssens, J. ; Verwaest, T.; Delgado, R.; Mostaert, F.** (2009b). Hydraulische simulatie varianten tussentijdse uitbouw lengte oostelijke dam: Deelrapport 2. Versie 1_3. WL Rapporten, 627_13. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België
- Verelst, N.; Delgado, R.; Janssen, J.; Verwaest, T.; De Mulder, T.; Mostaert, F.** (2010). Hydraulische simulaties voor verschillende varianten van de westelijke dam met een verfijnd Oostende - model: Eindrapport. Versie 2.0. WL Rapporten, 627_14. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België
- Verwilligen, J.; Eloot, K.; Peeters, P.; Mostaert, F.** (2016). Nautische optimalisatie ontwerp Halve Maandijk te Oostende: Deelrapport 2 – Realtime manoeuvreersimulaties. Versie 1.0. WL Rapporten, 15_067. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.
- Vlaamse Hydrografie** (2013). Stroomatlas Haven van Oostende 2013: stroommetingen in de vaargeul en de haven van Oostende. Agentschap voor Maritieme Dienstverlening en Kust. Vlaamse Hydrografie: Oostende. 82 pp.

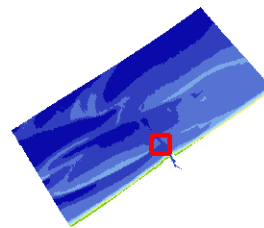
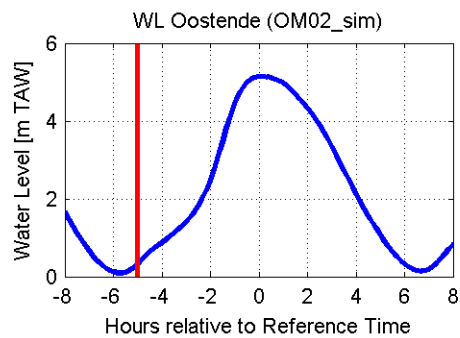
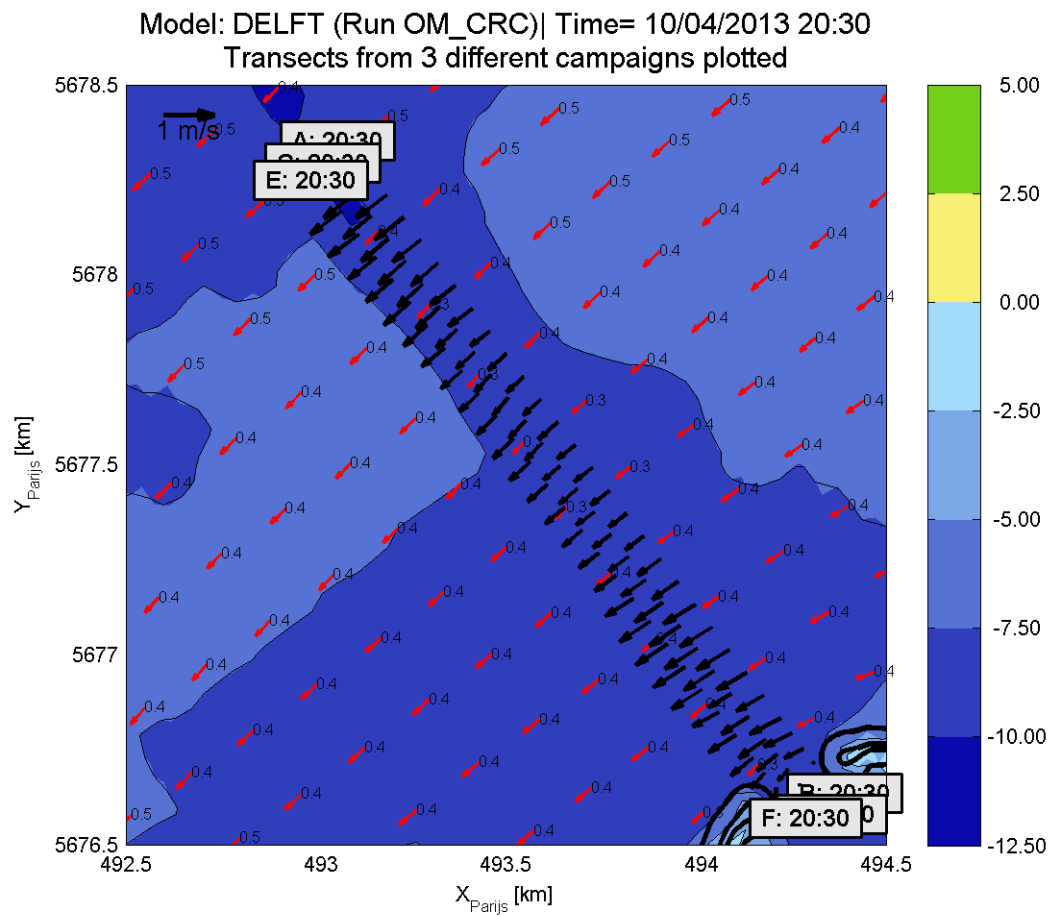
Bijlage A Bijlage A Moedermodel vs. Stroomatlas: Stroombeelden



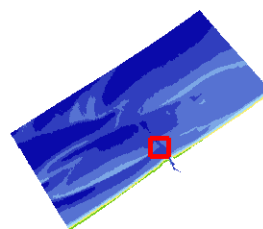
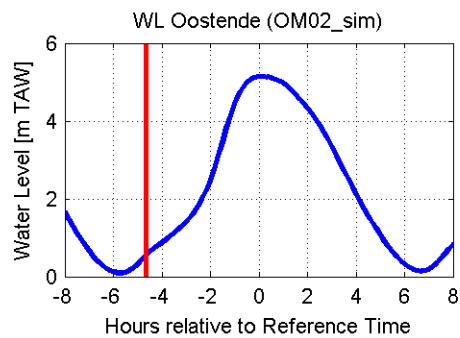
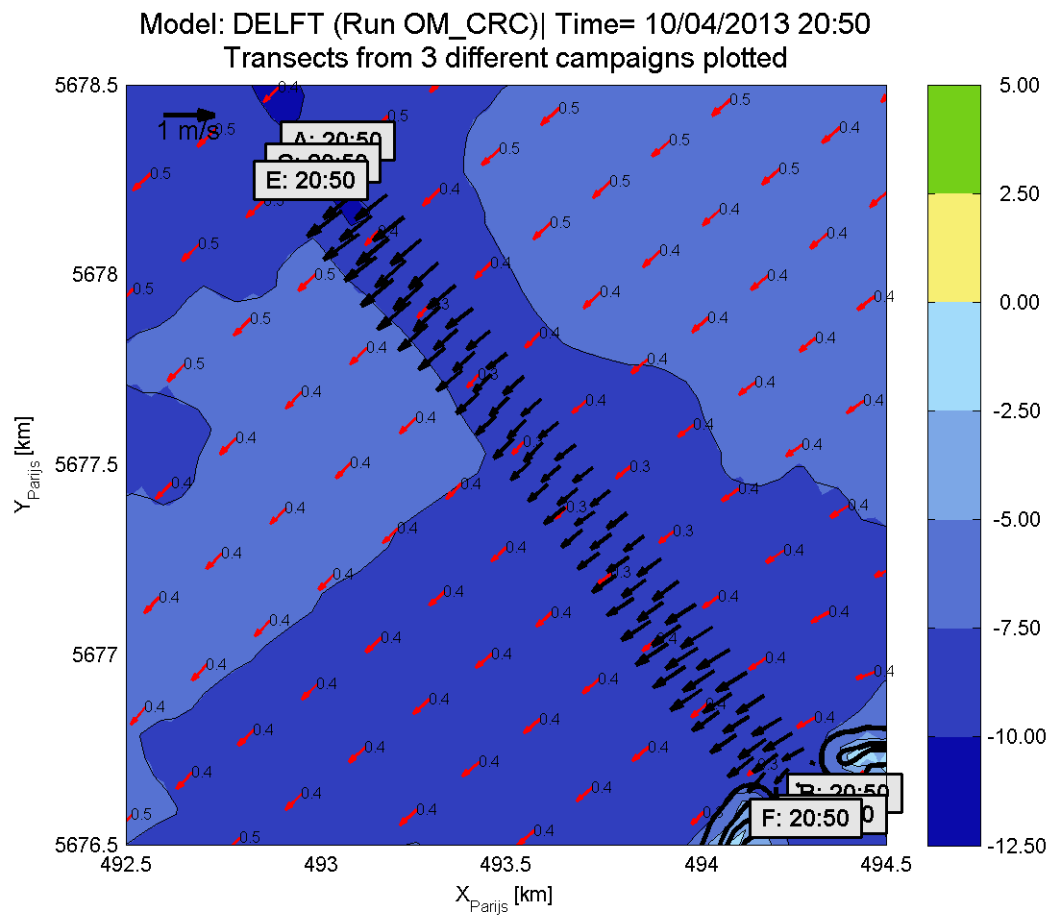
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



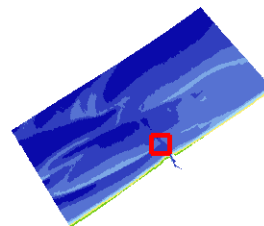
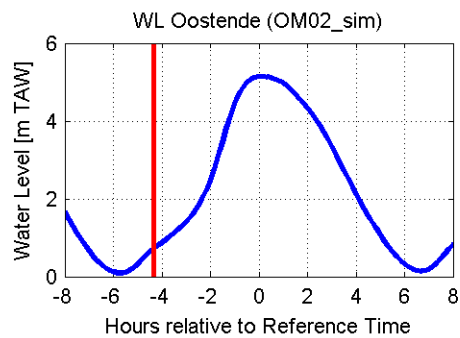
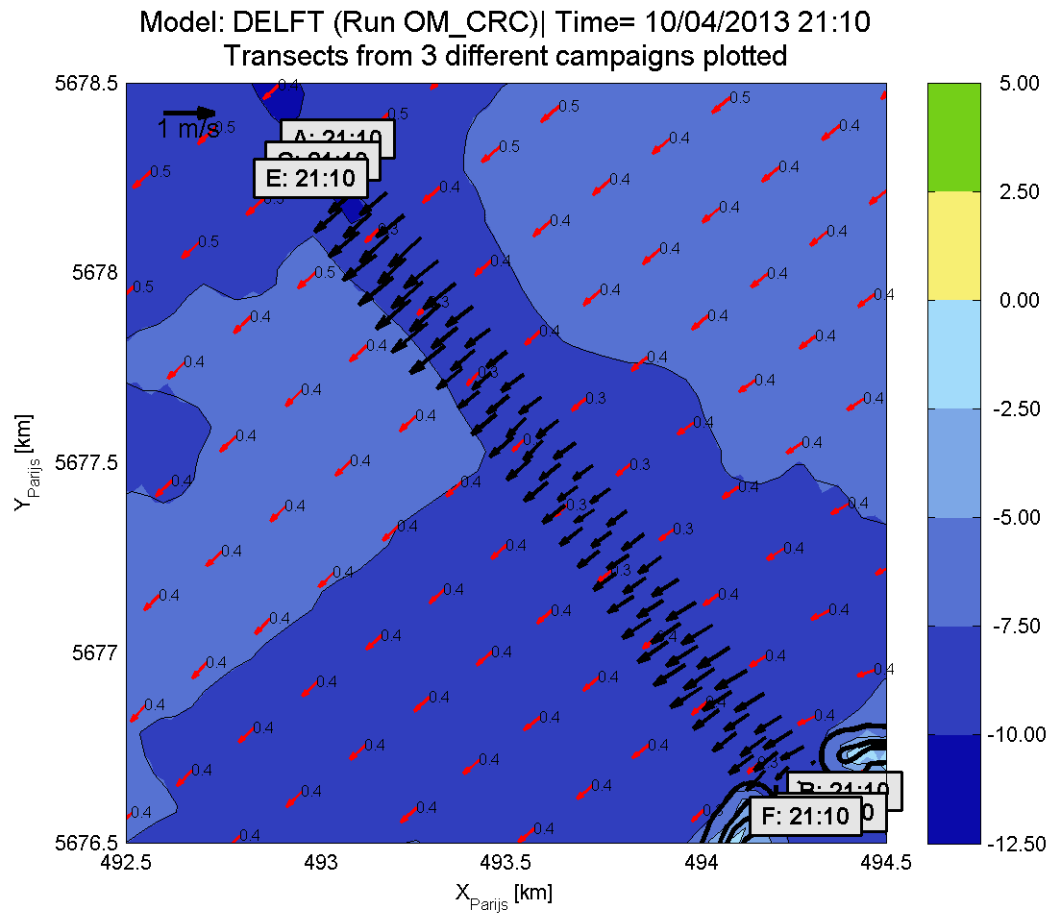
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



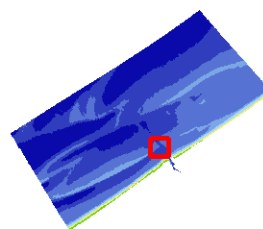
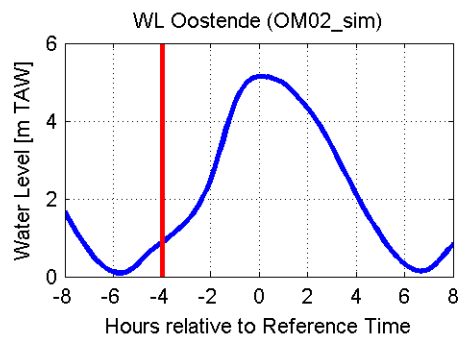
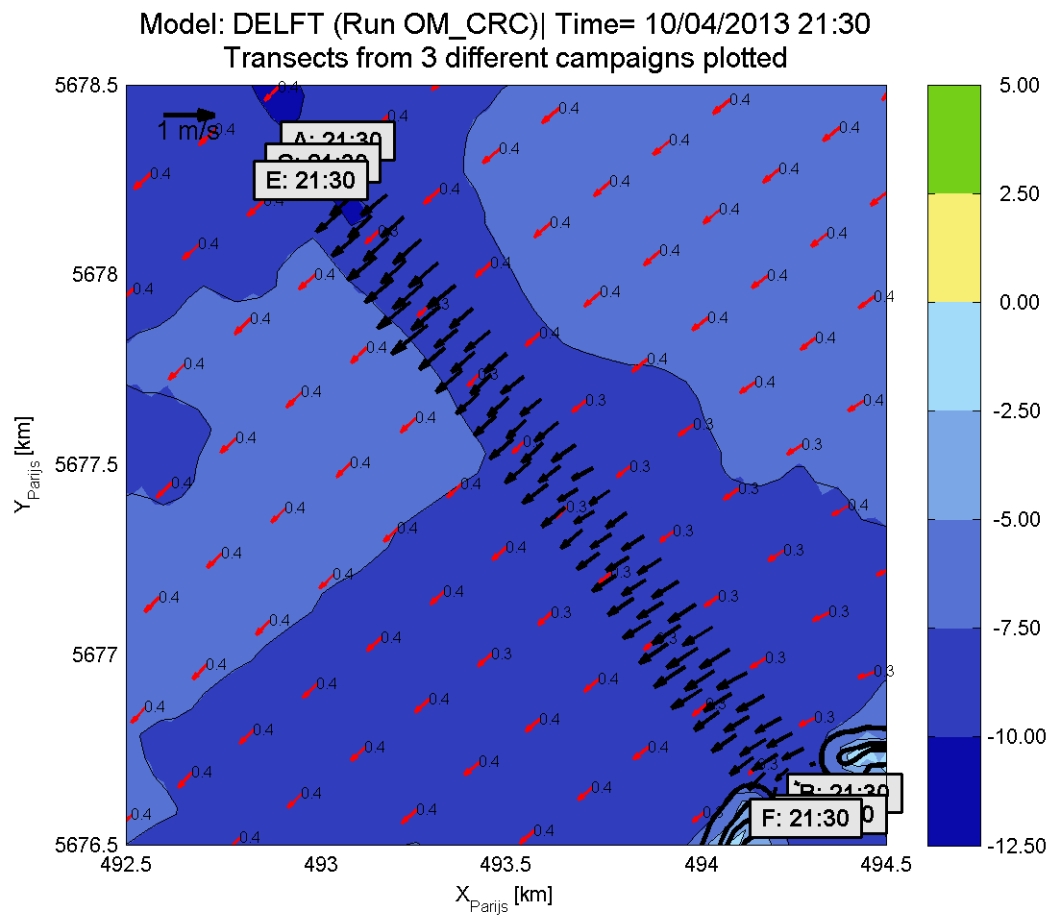
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



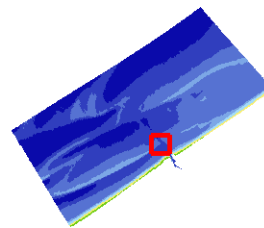
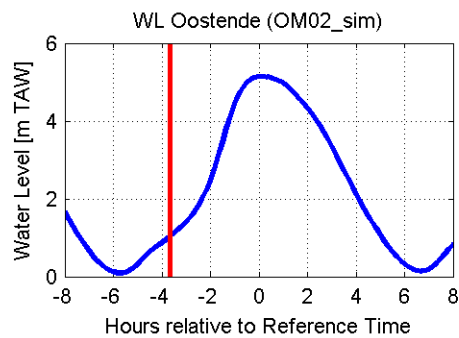
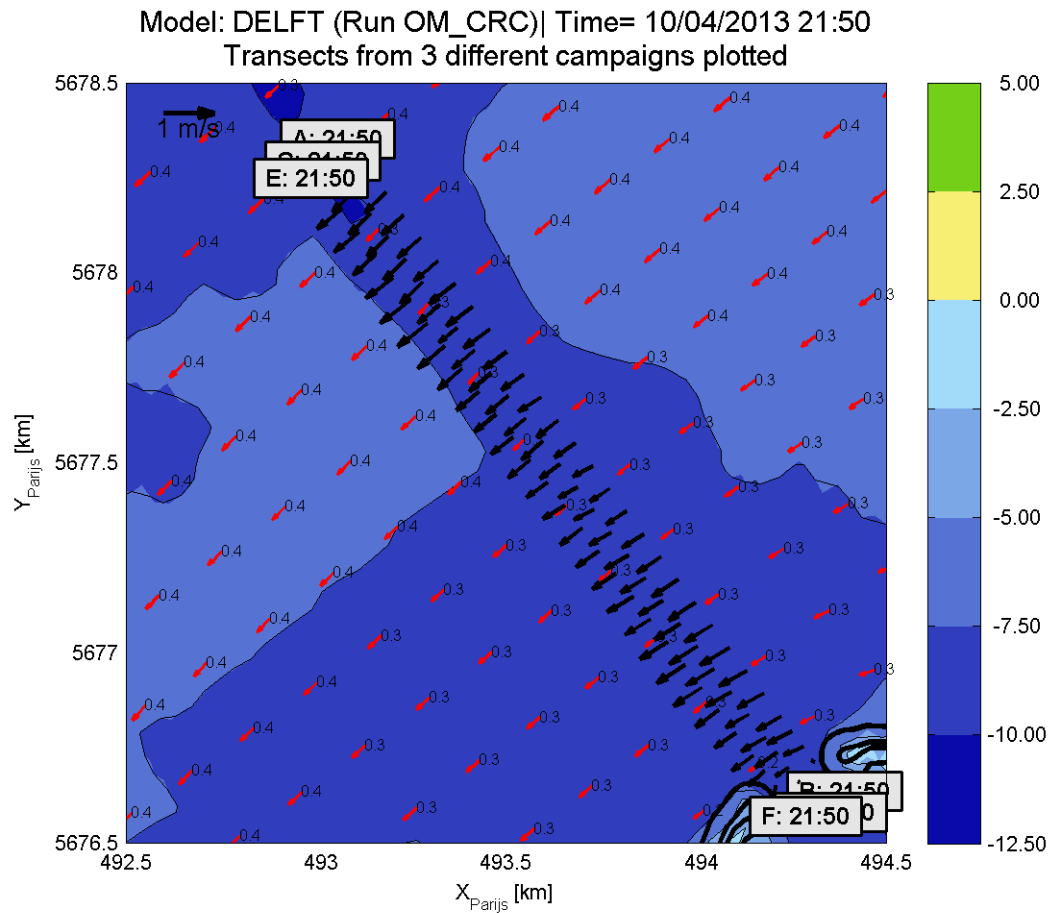
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



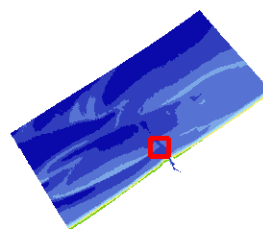
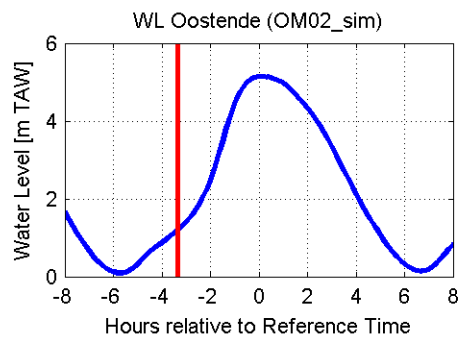
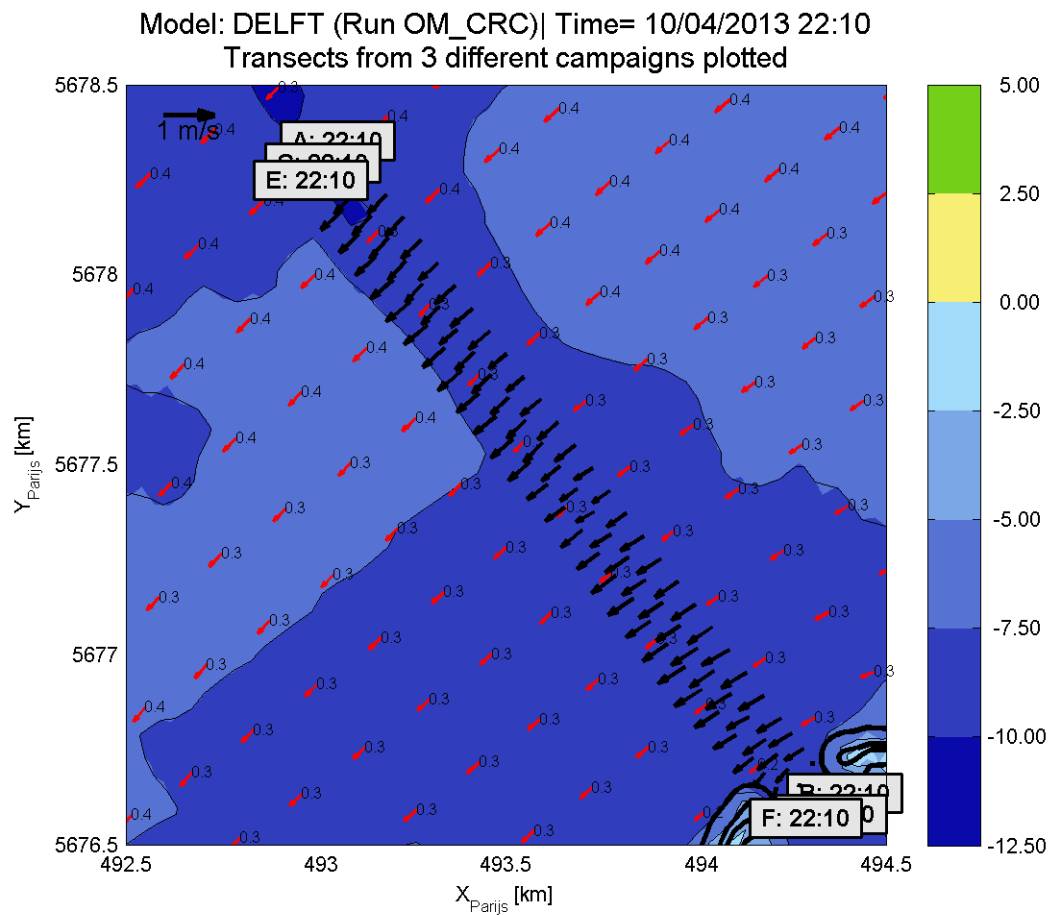
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



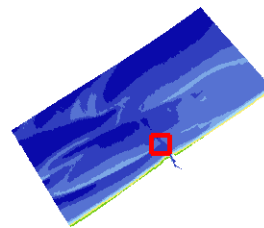
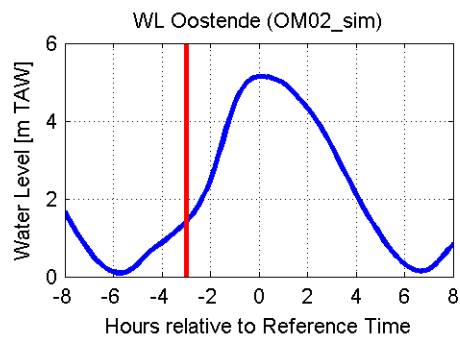
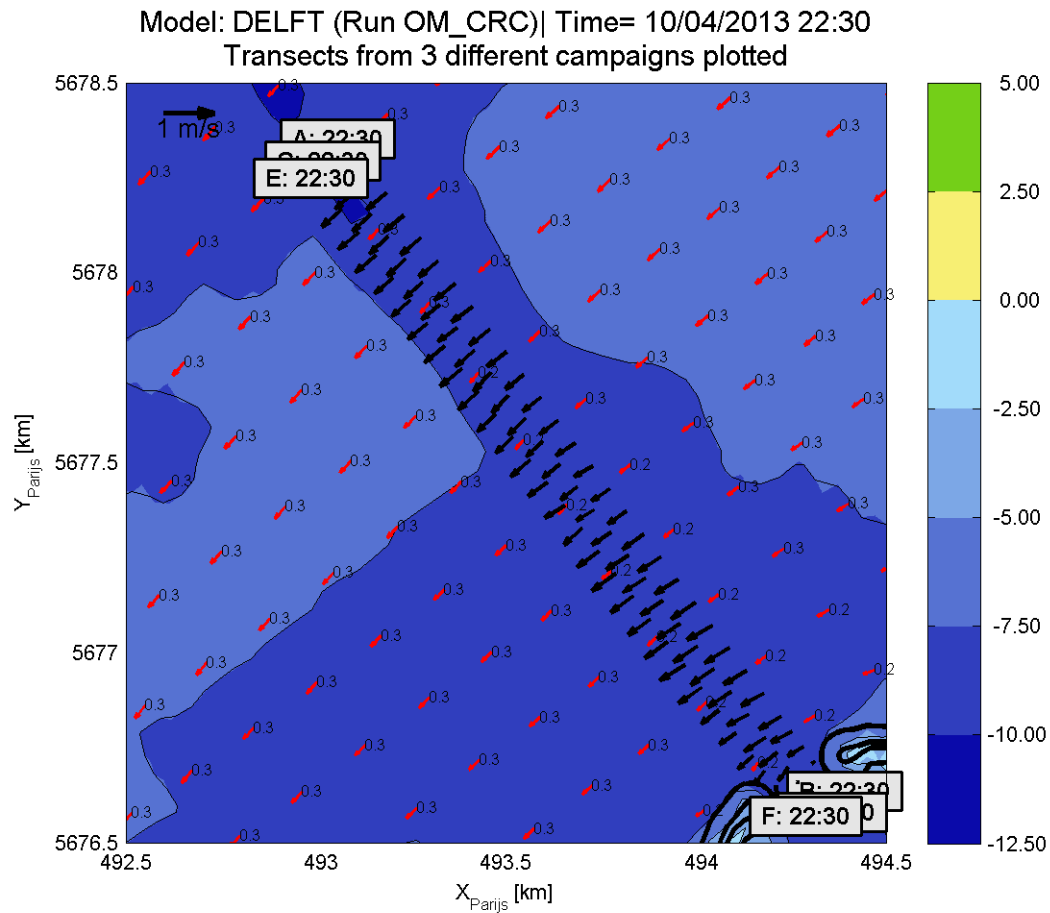
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



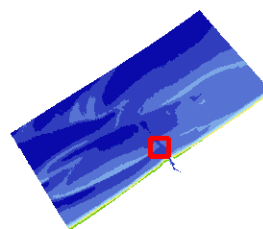
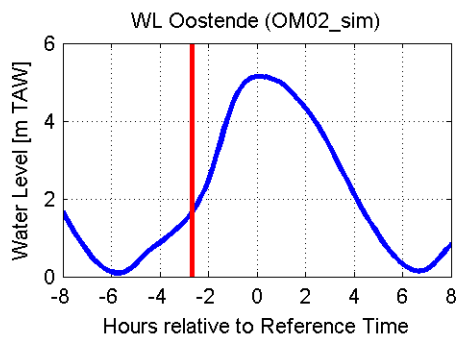
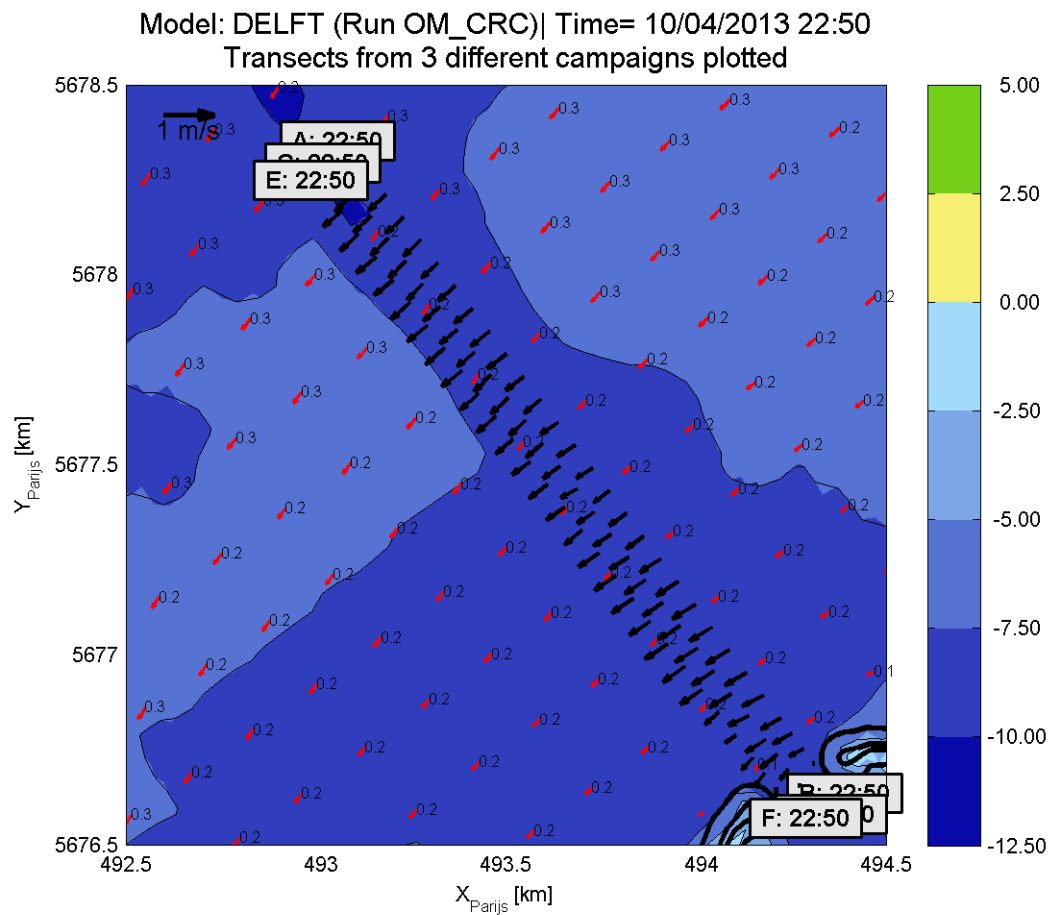
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



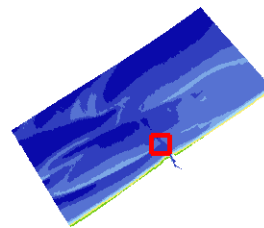
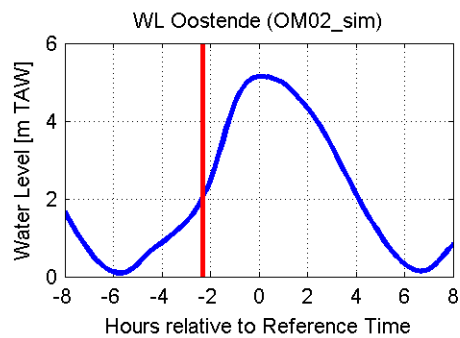
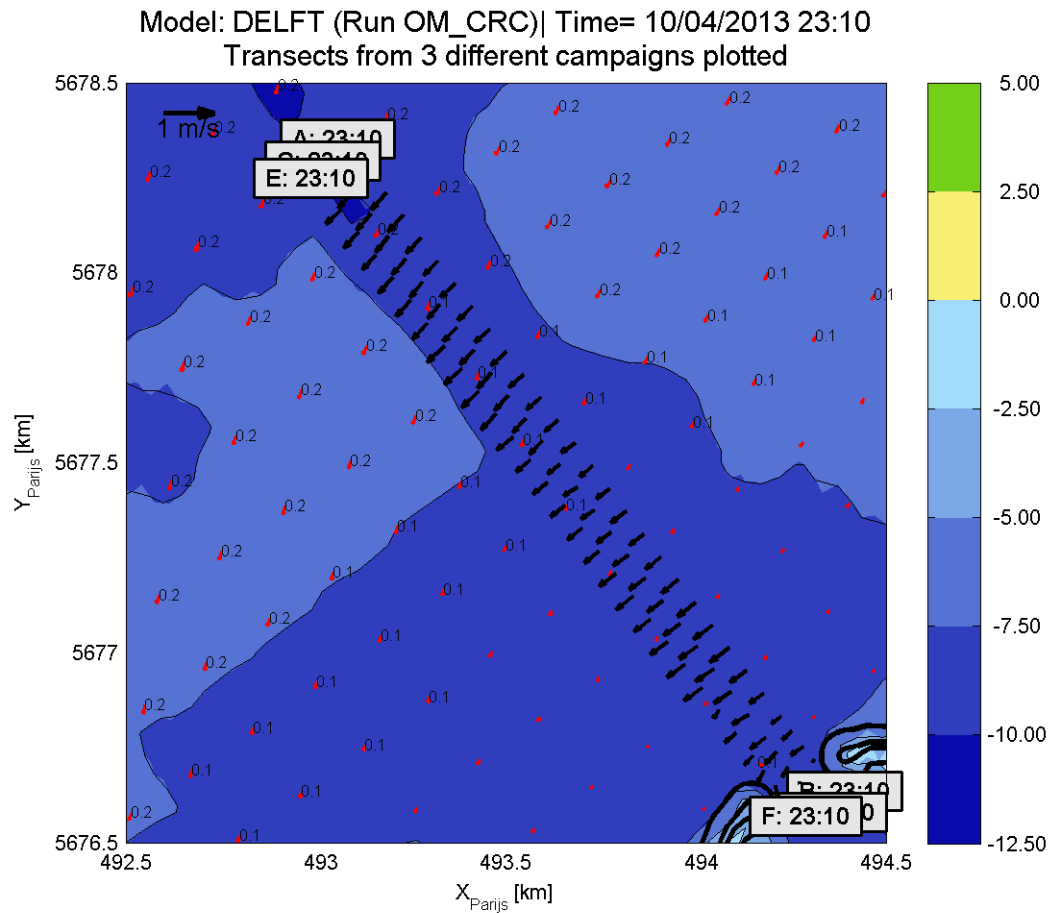
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



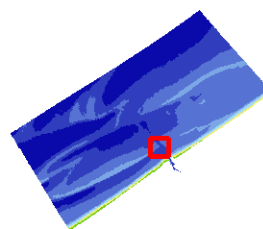
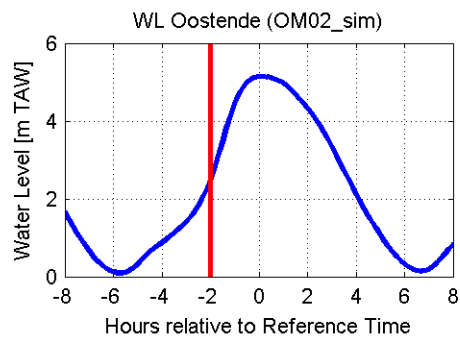
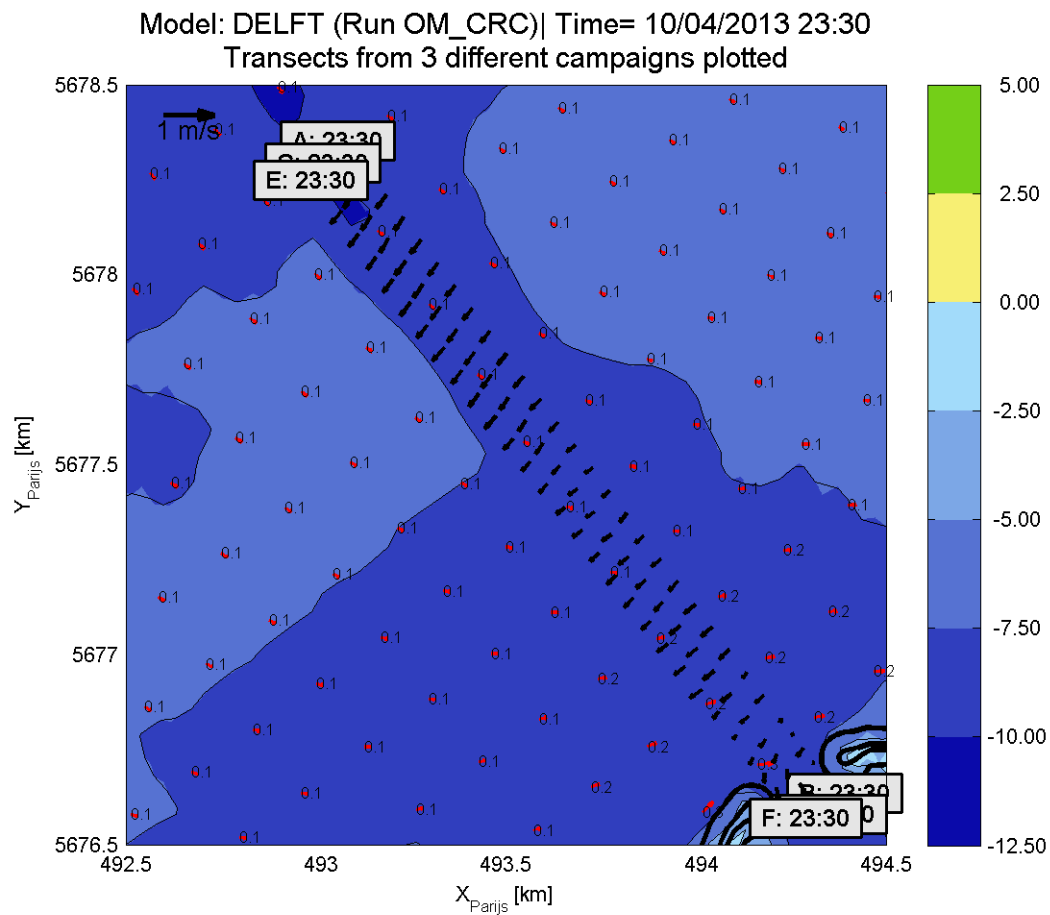
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



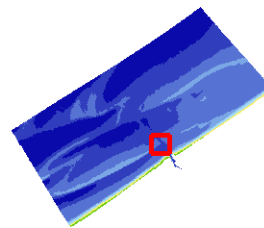
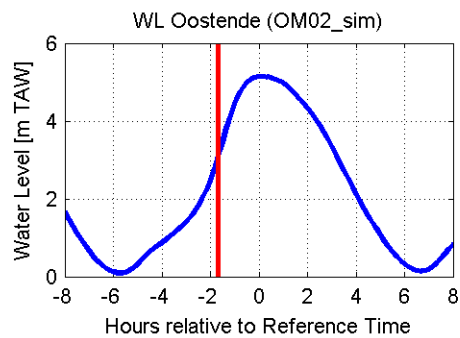
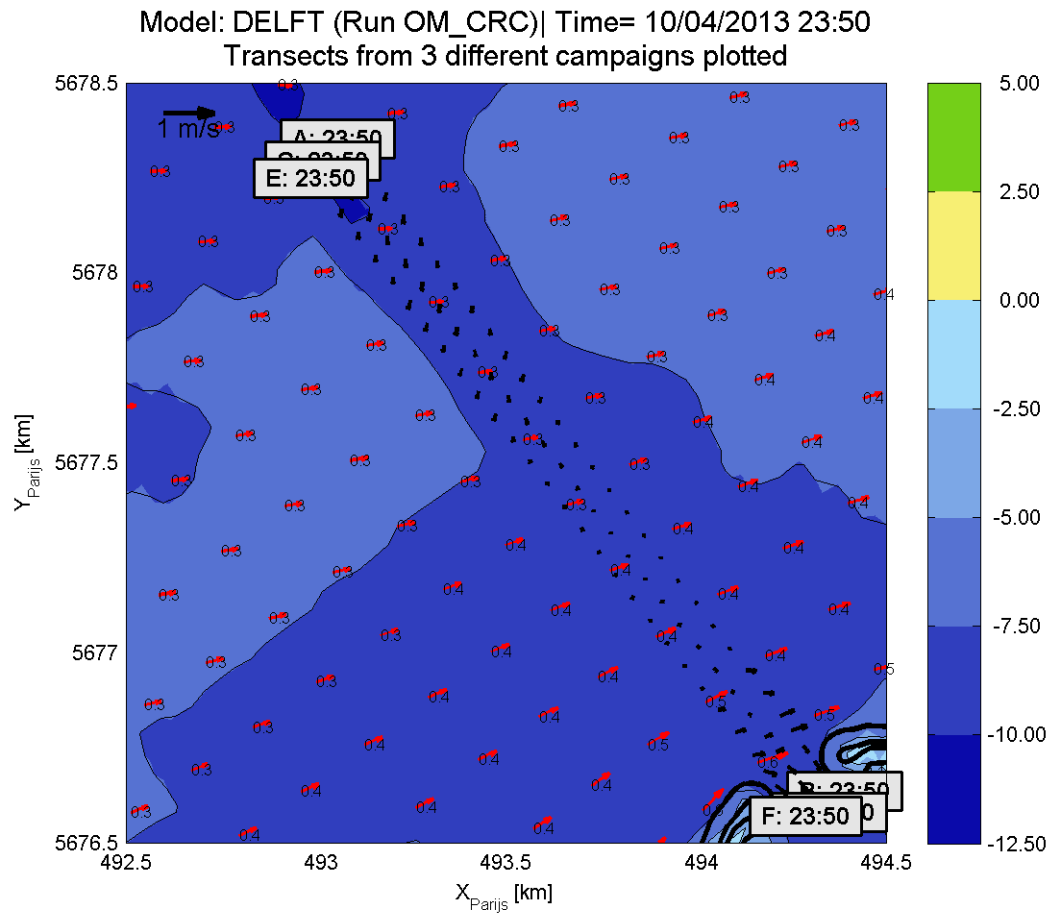
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



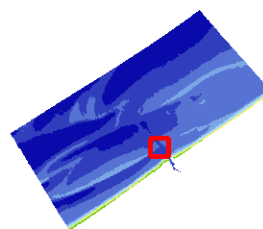
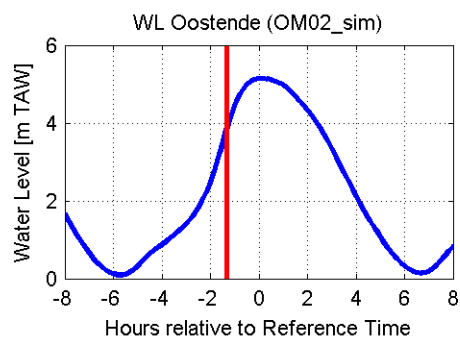
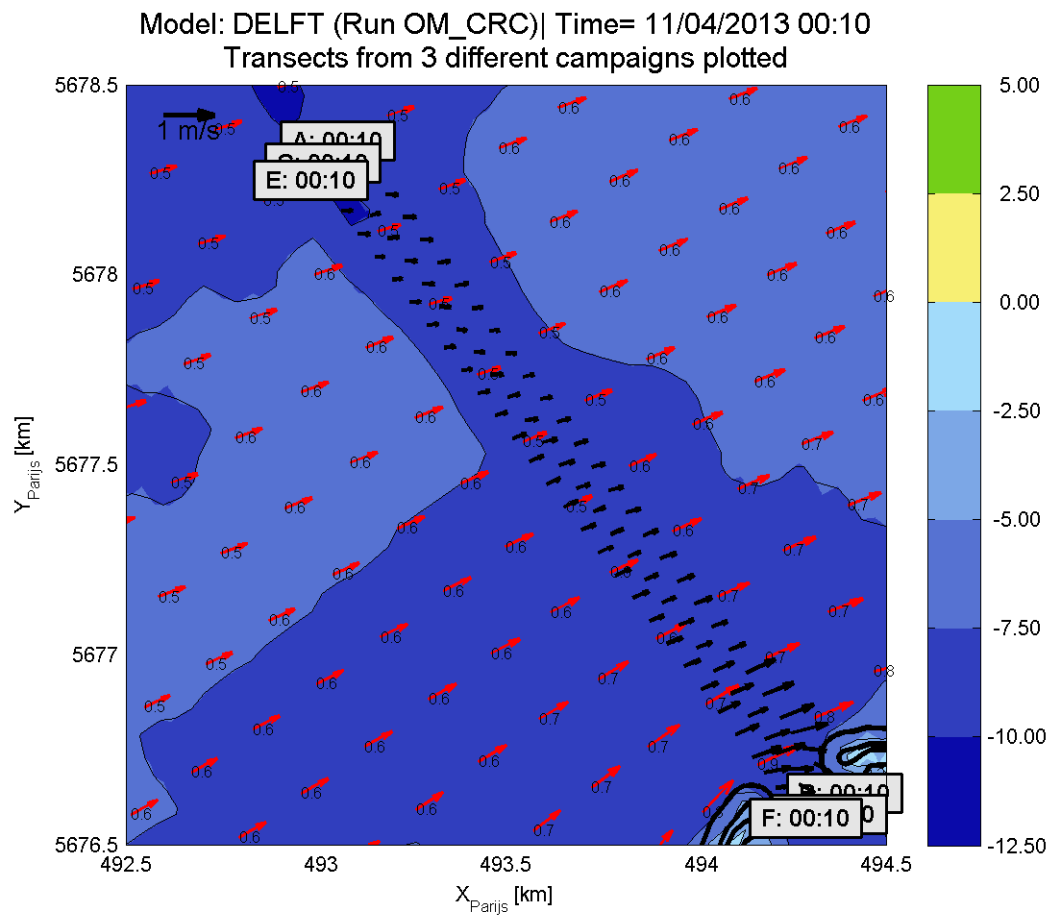
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



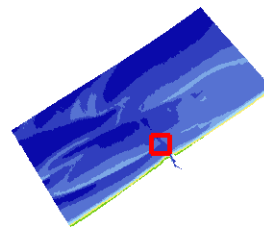
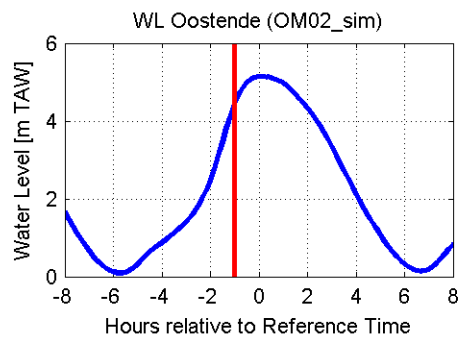
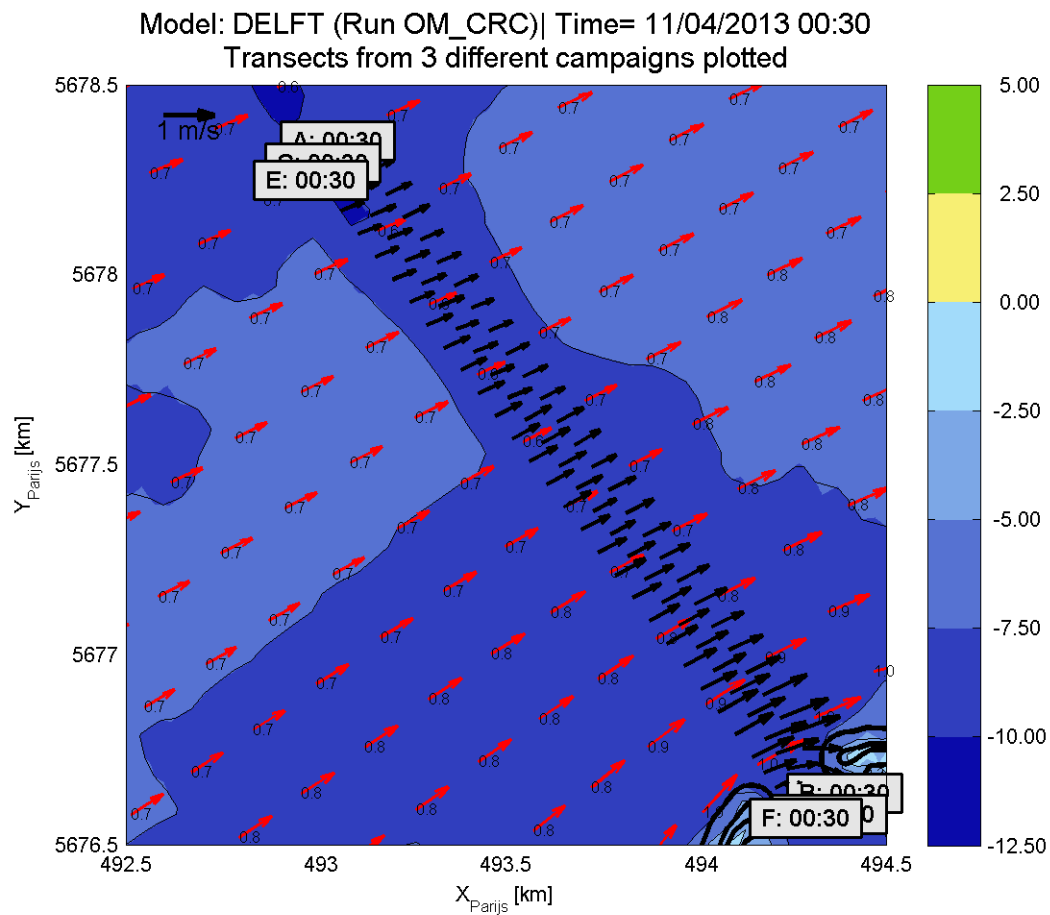
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



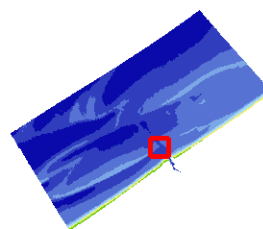
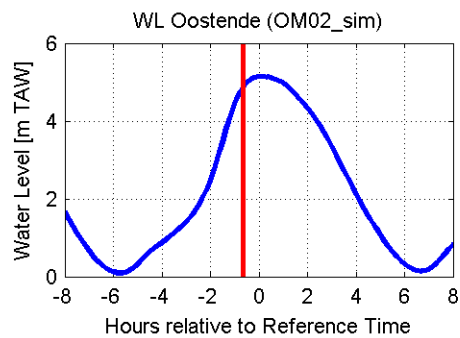
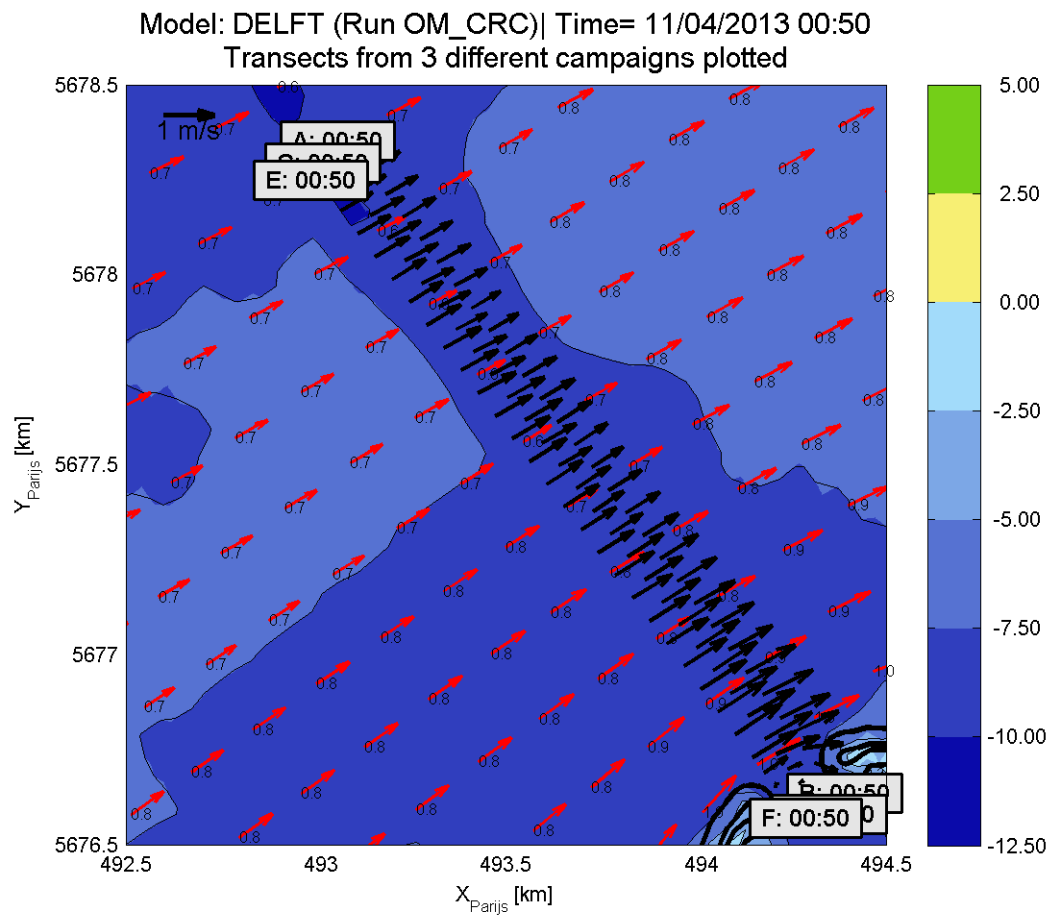
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



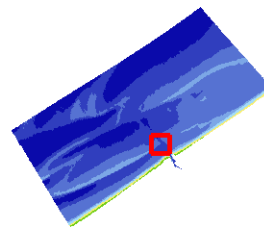
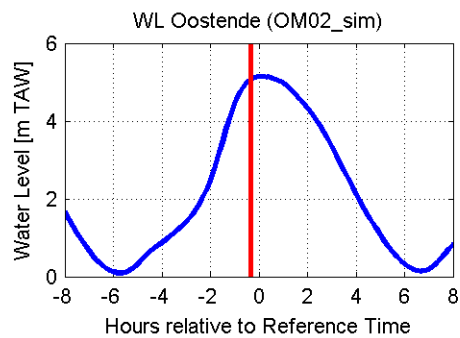
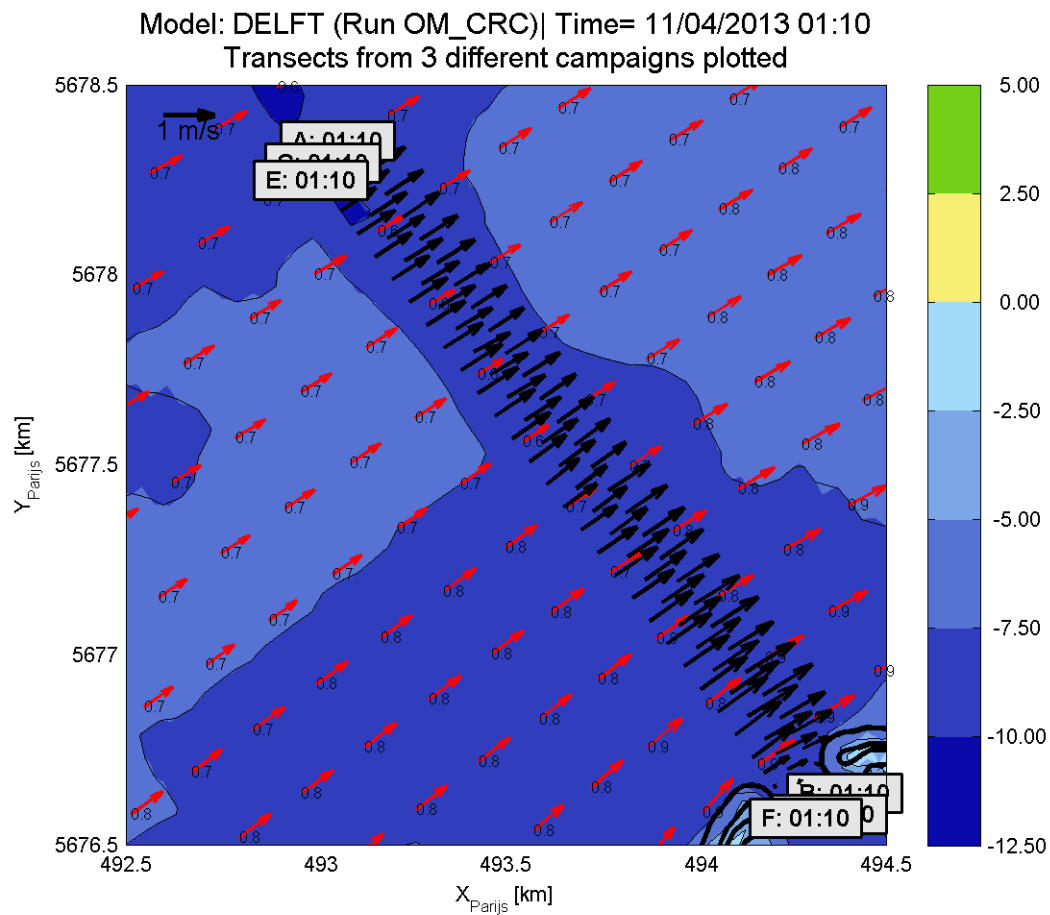
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



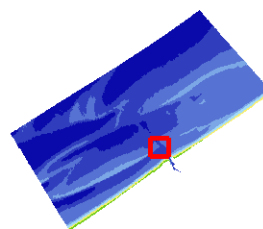
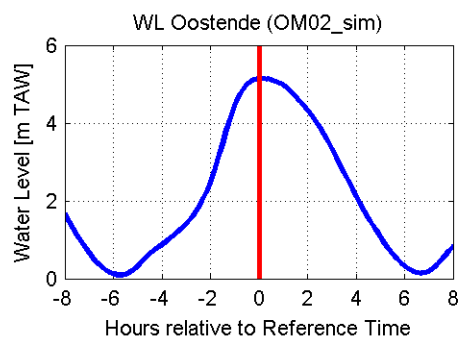
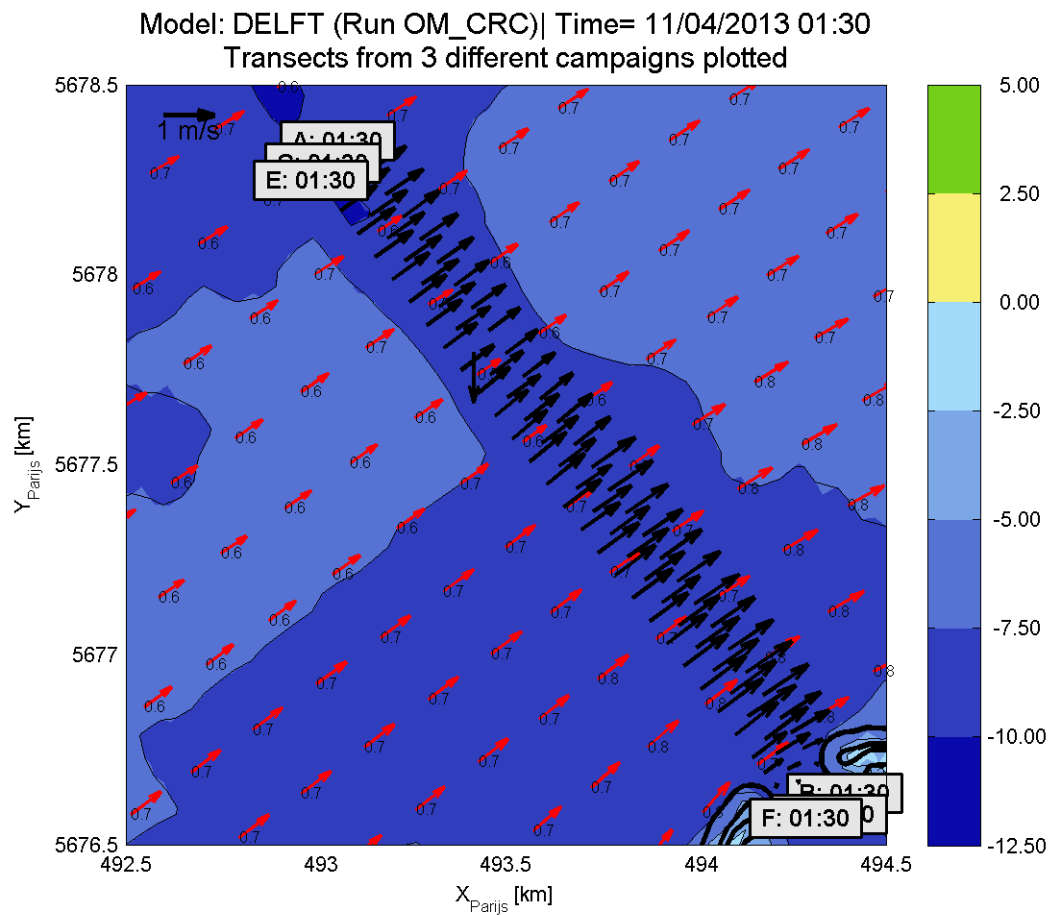
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



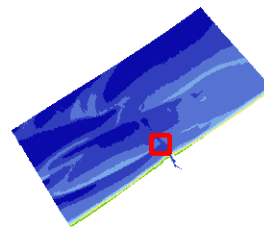
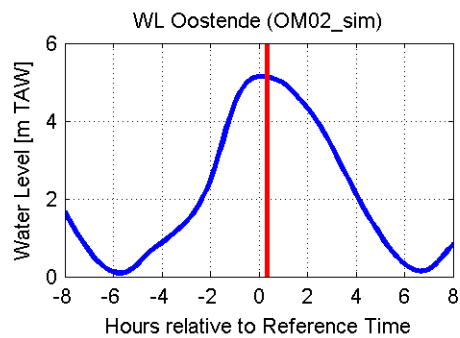
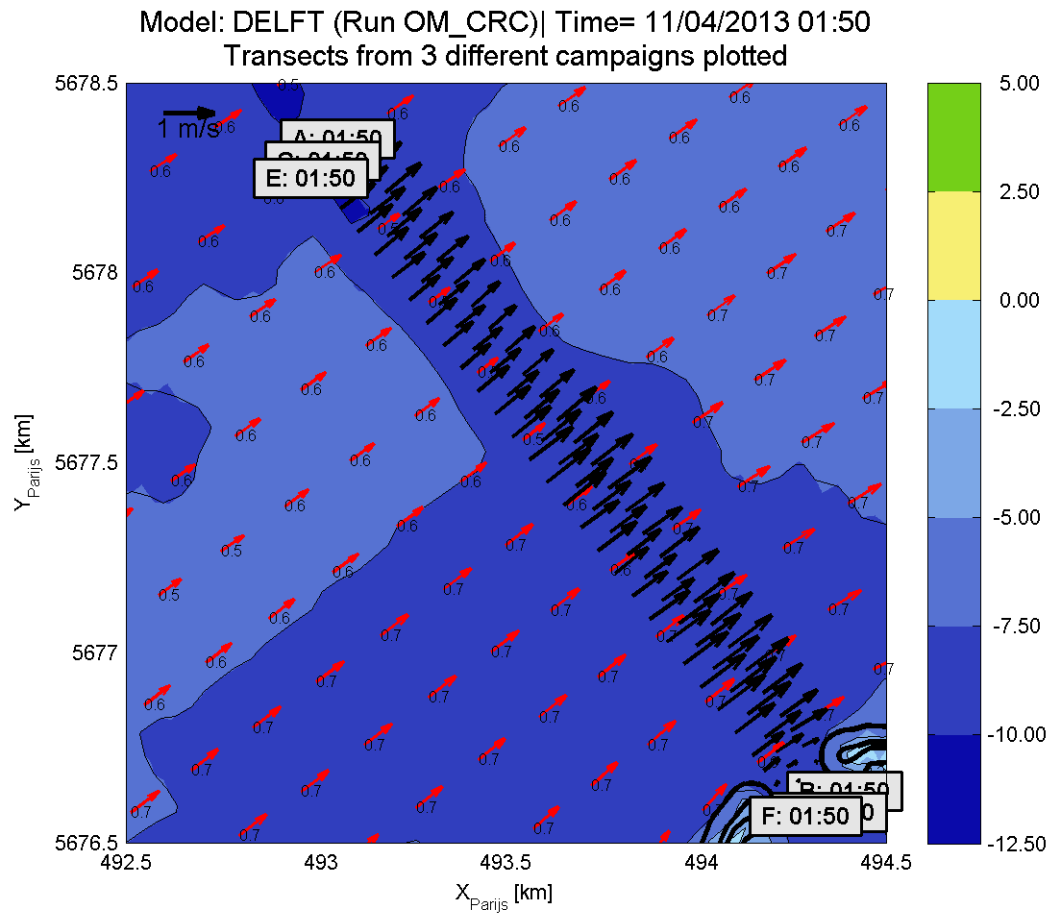
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



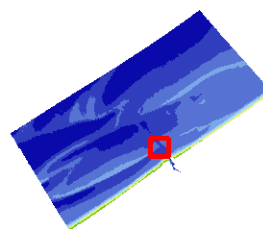
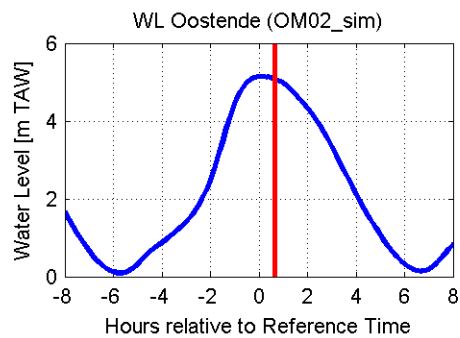
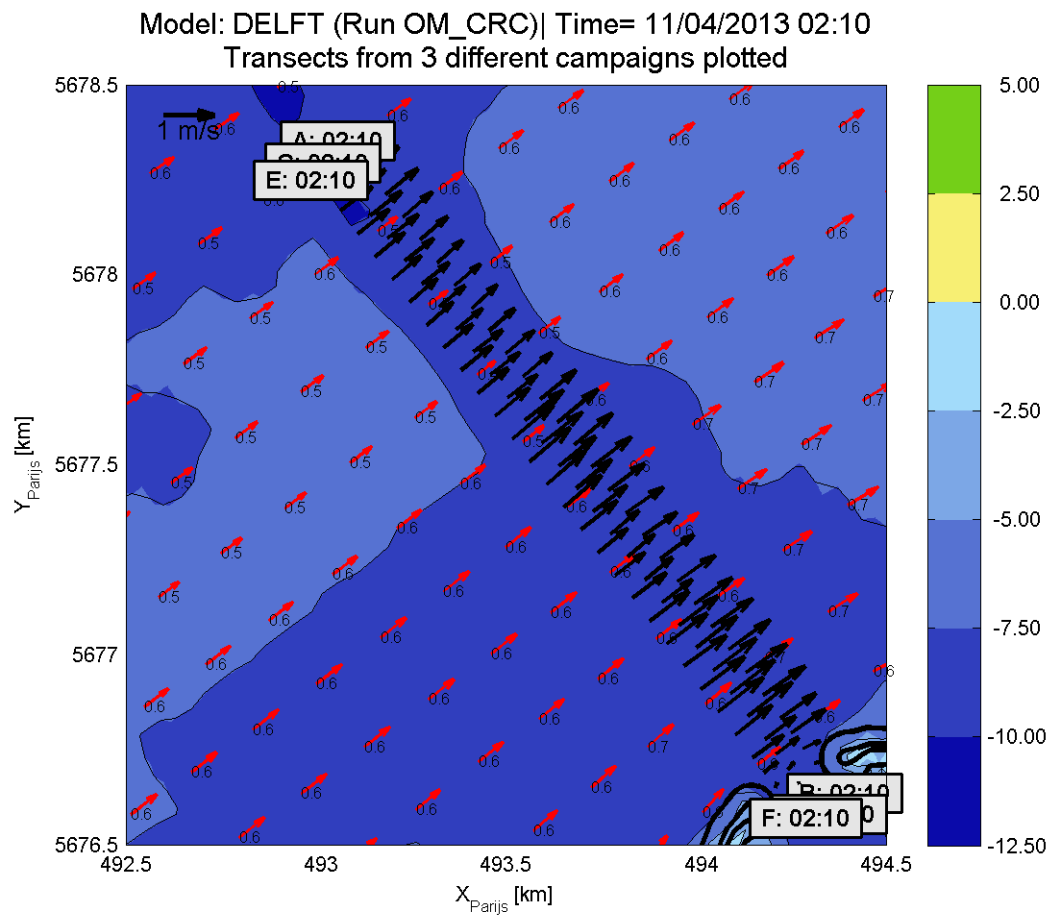
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



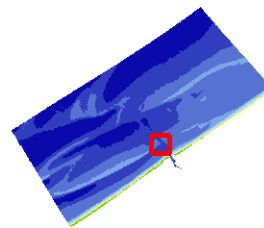
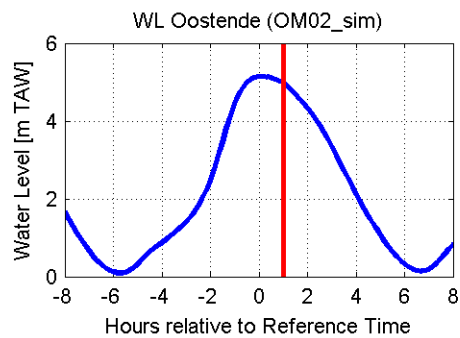
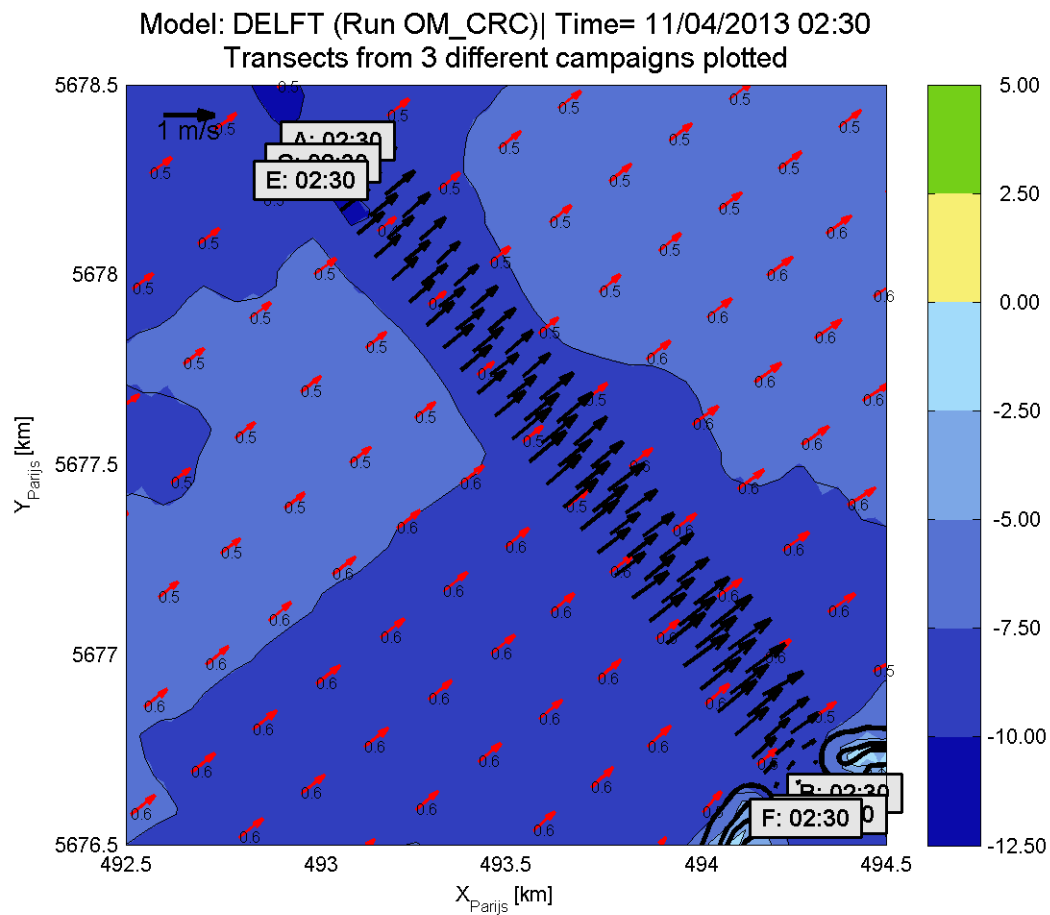
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



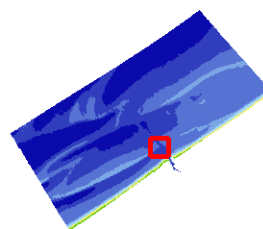
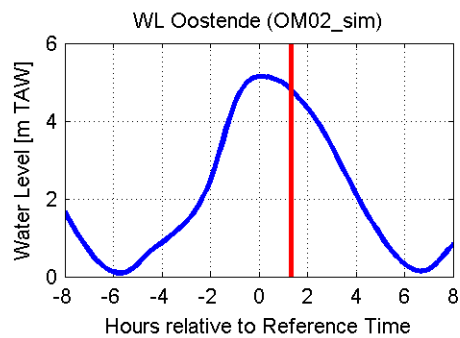
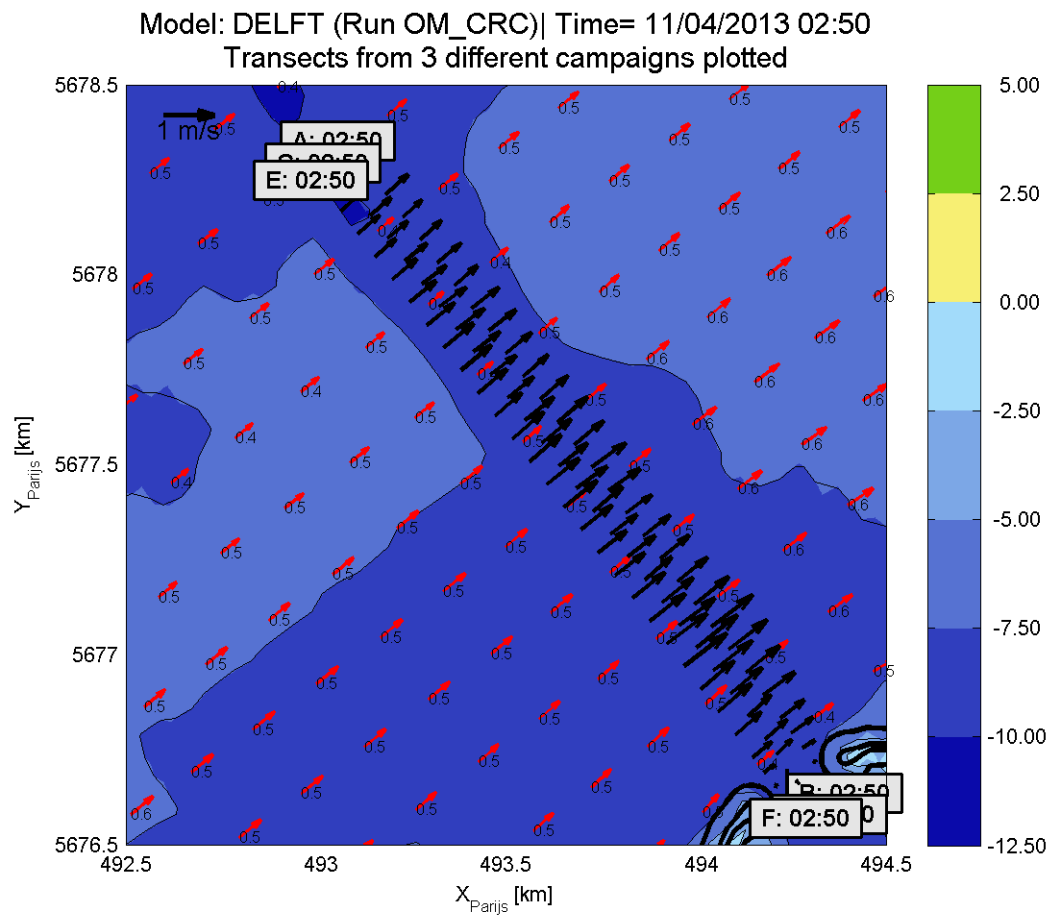
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



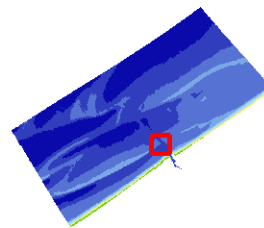
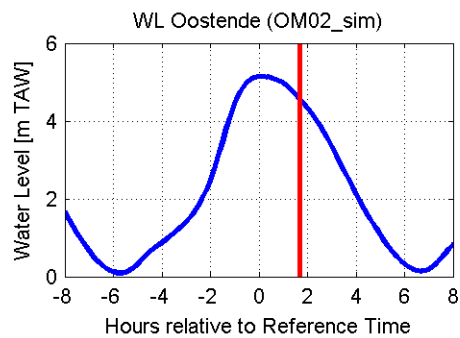
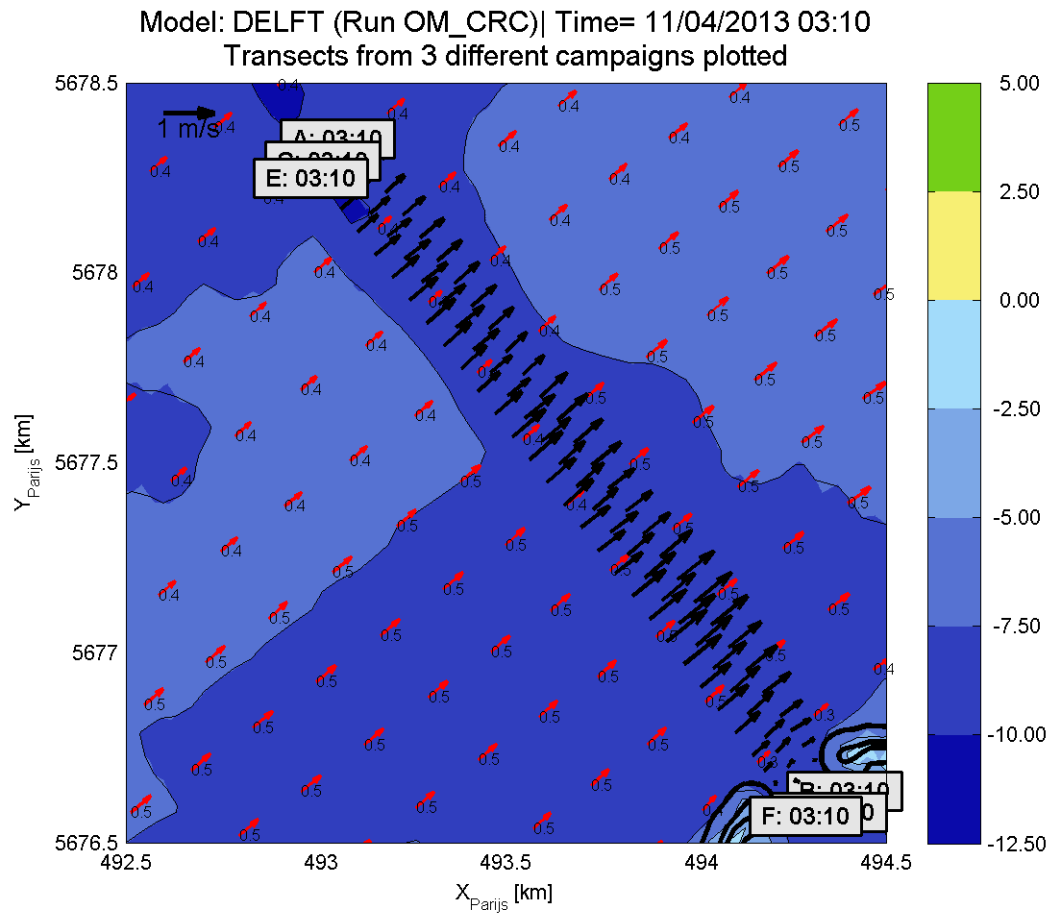
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



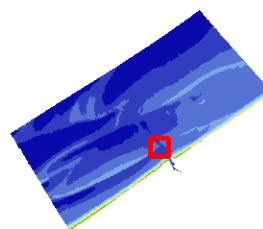
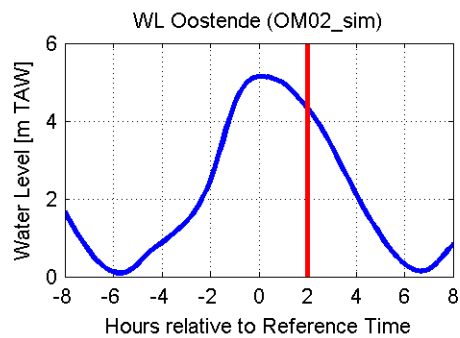
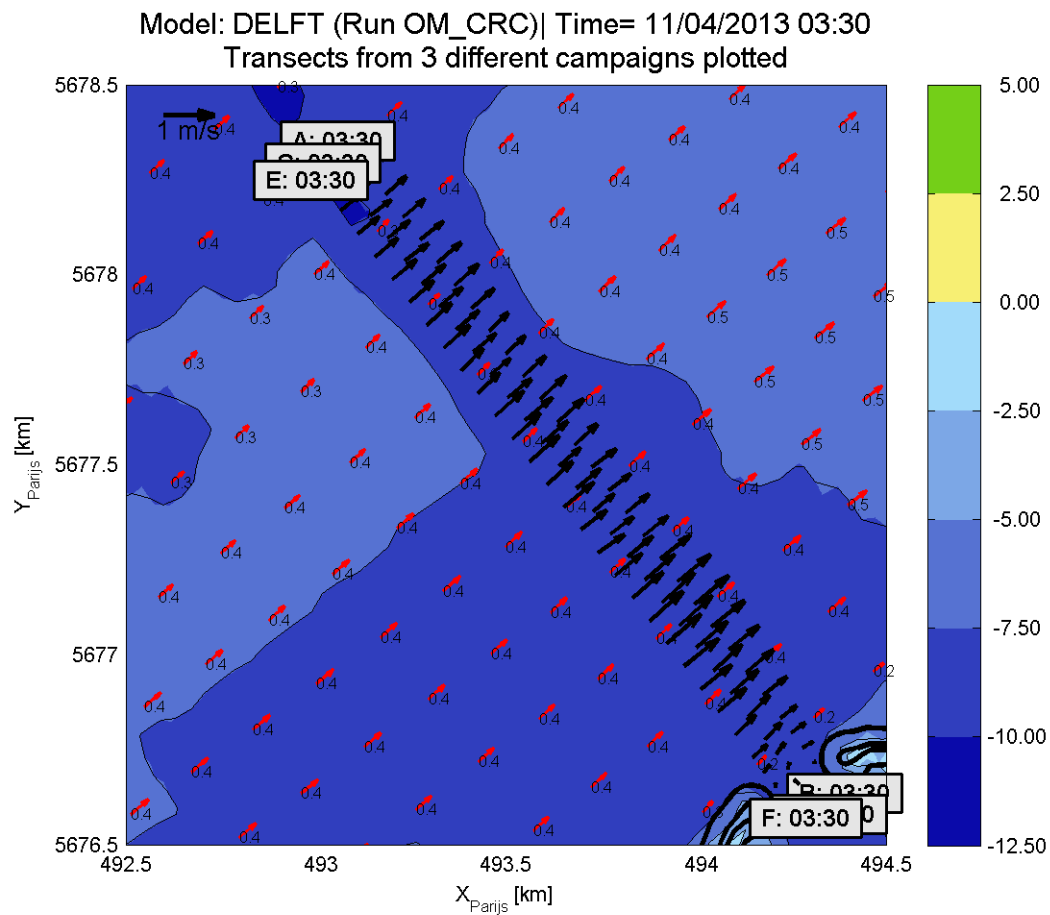
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



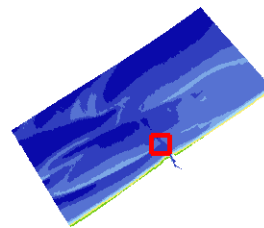
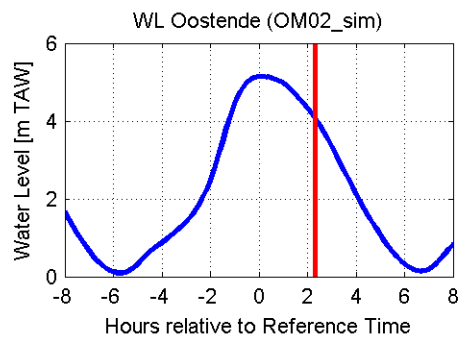
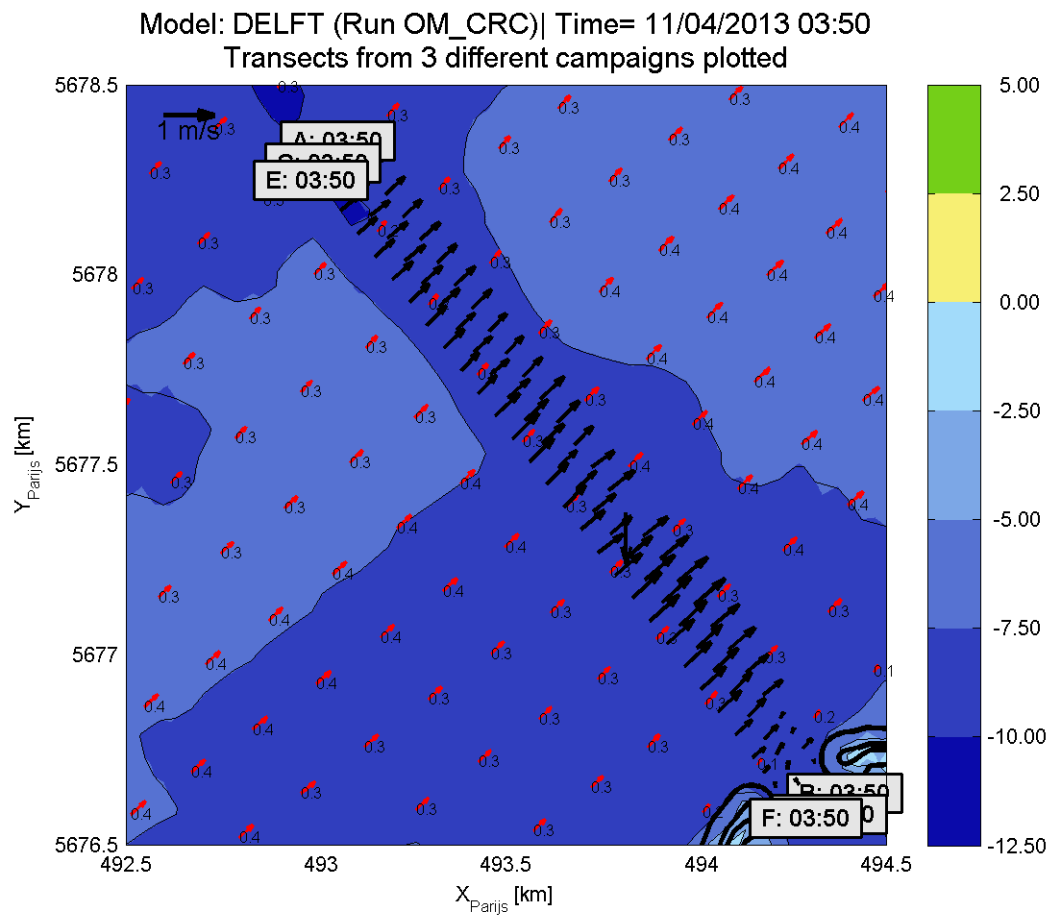
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



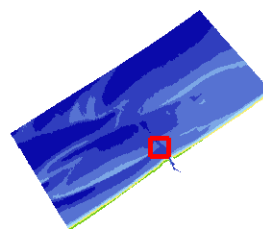
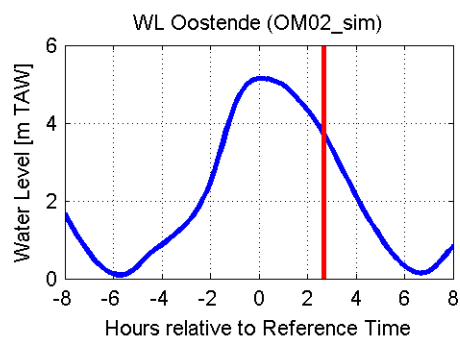
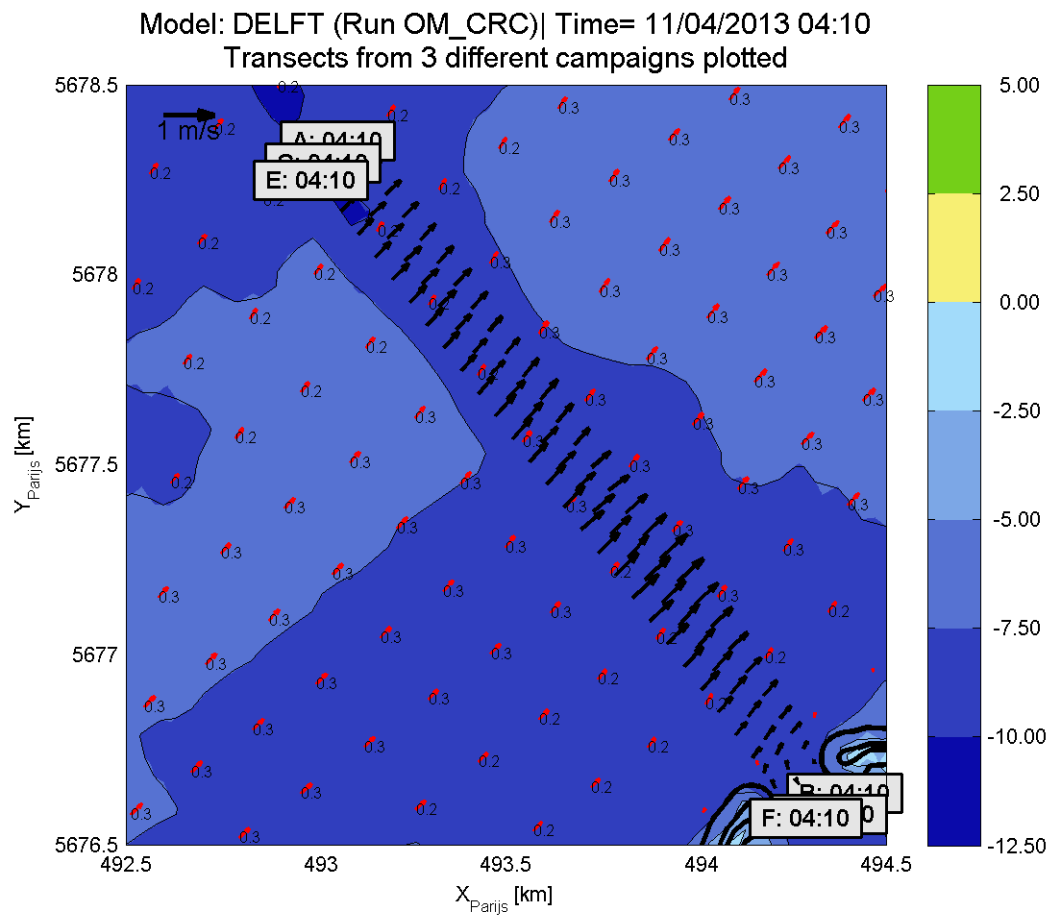
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



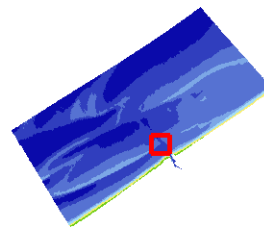
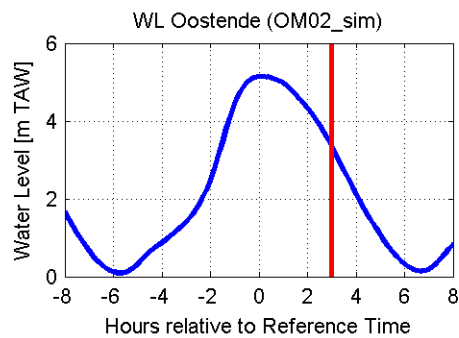
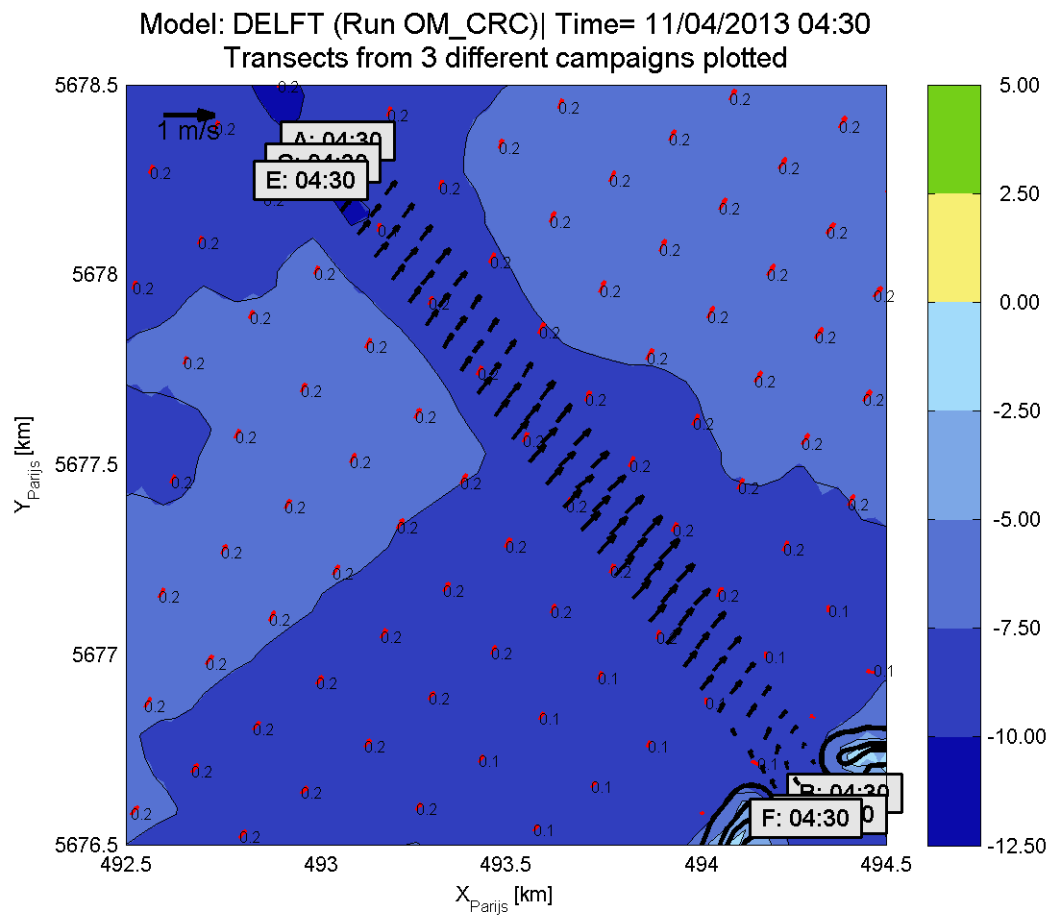
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



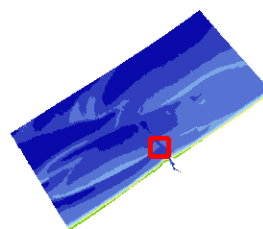
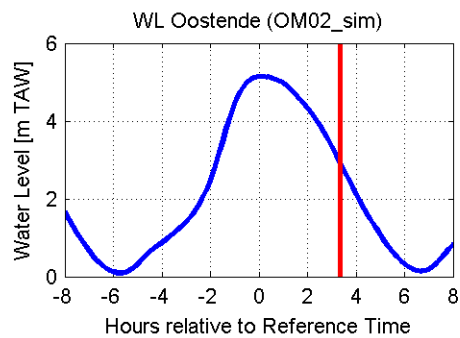
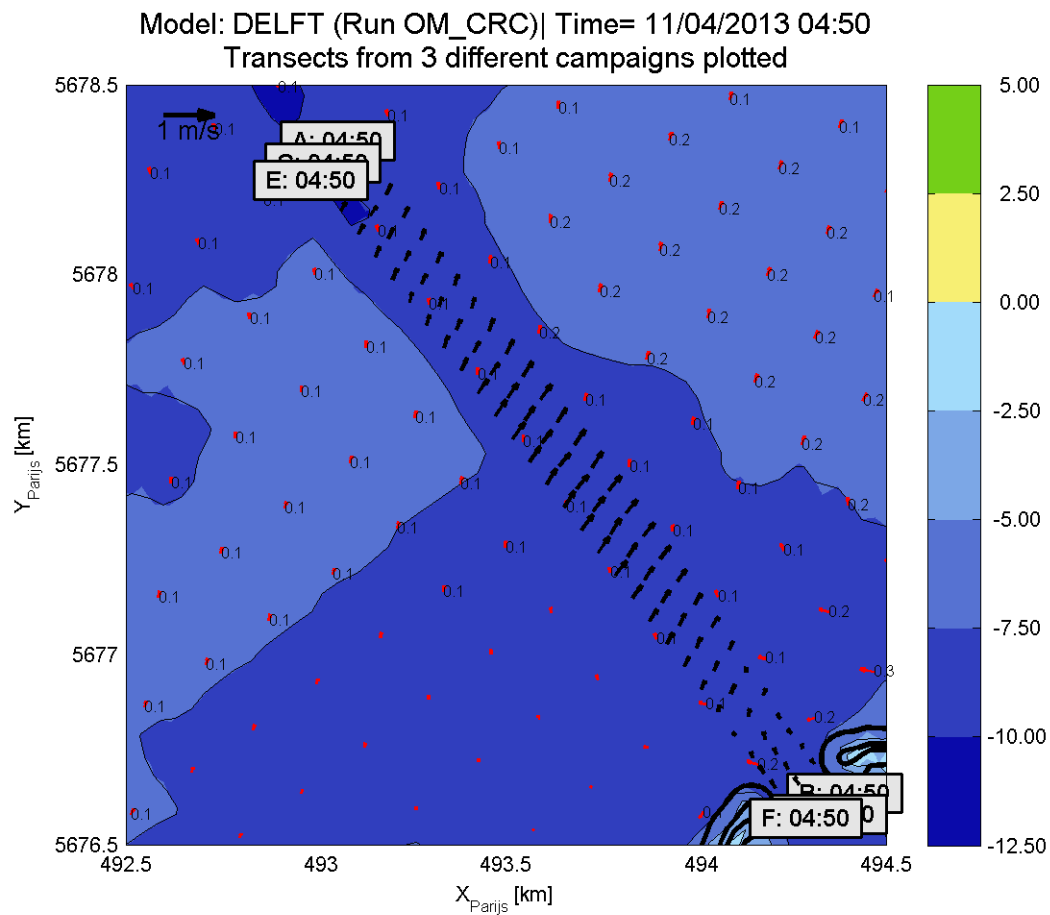
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



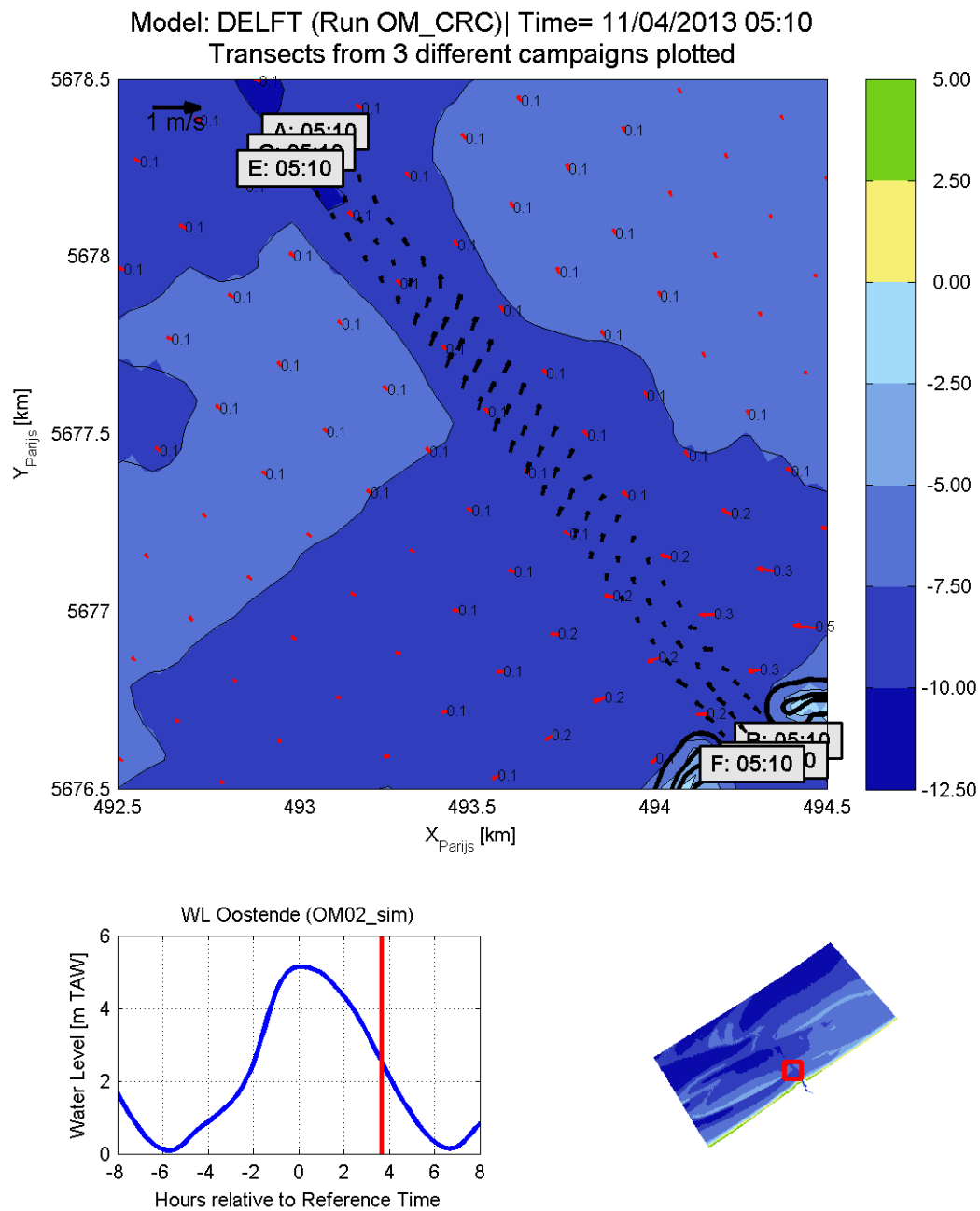
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



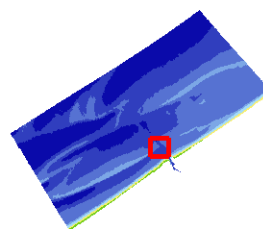
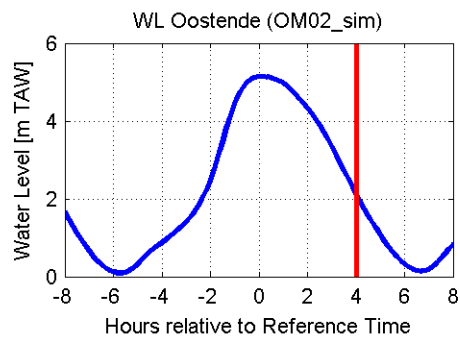
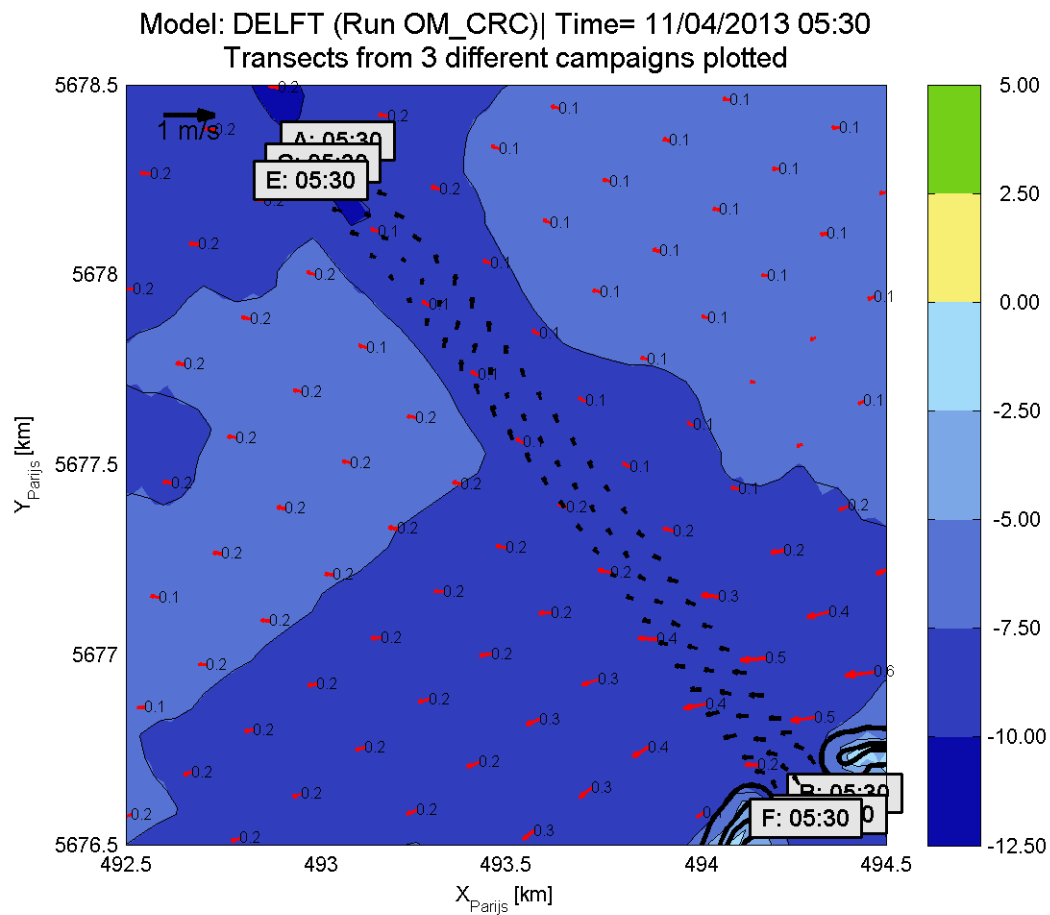
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



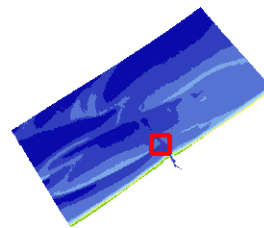
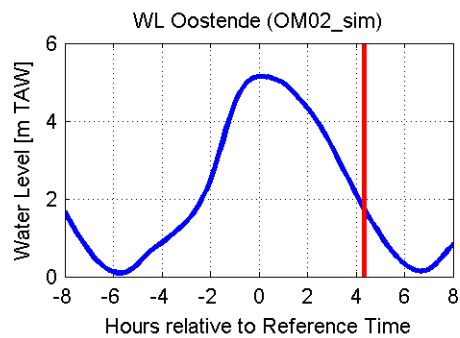
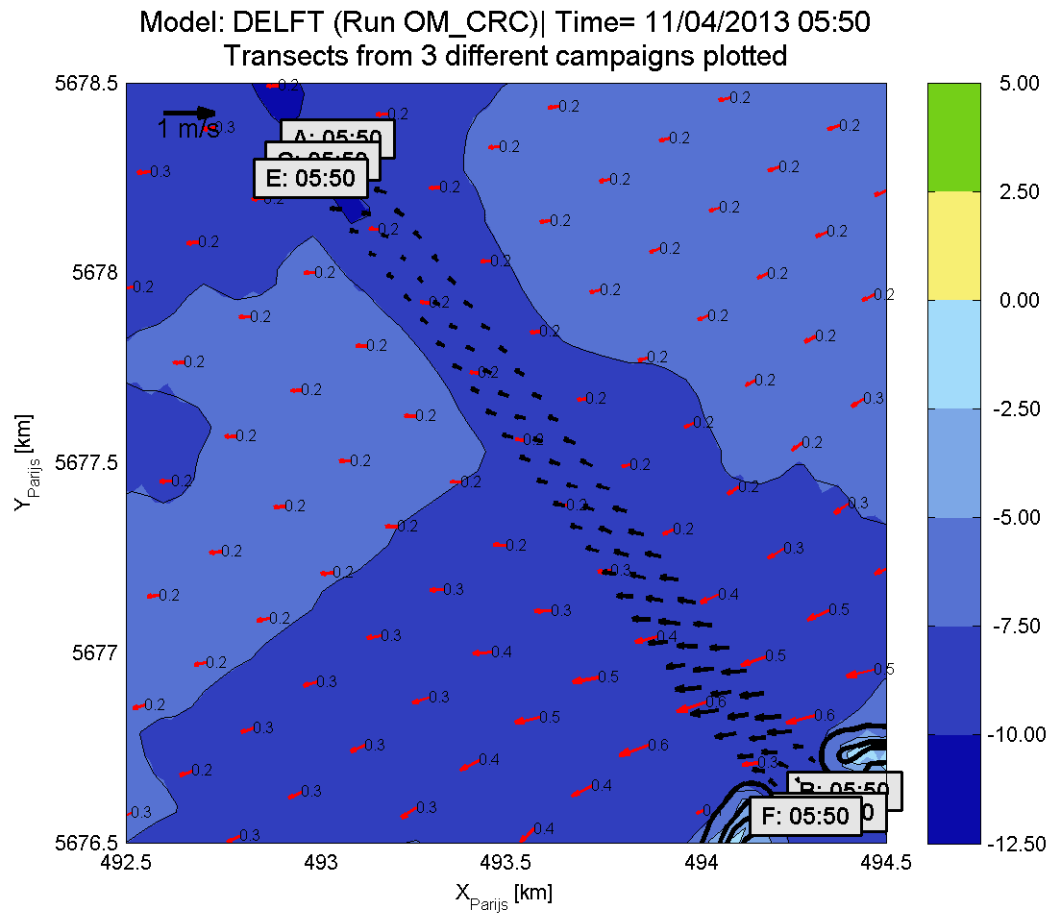
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



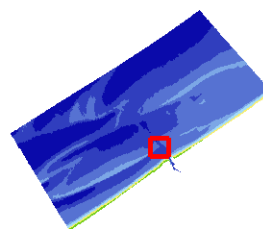
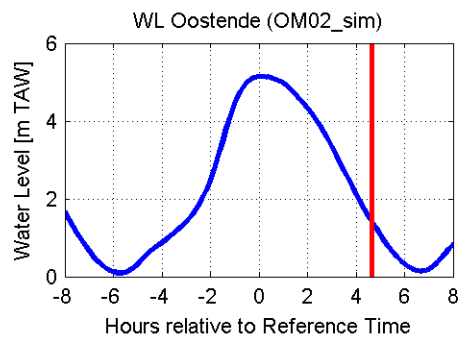
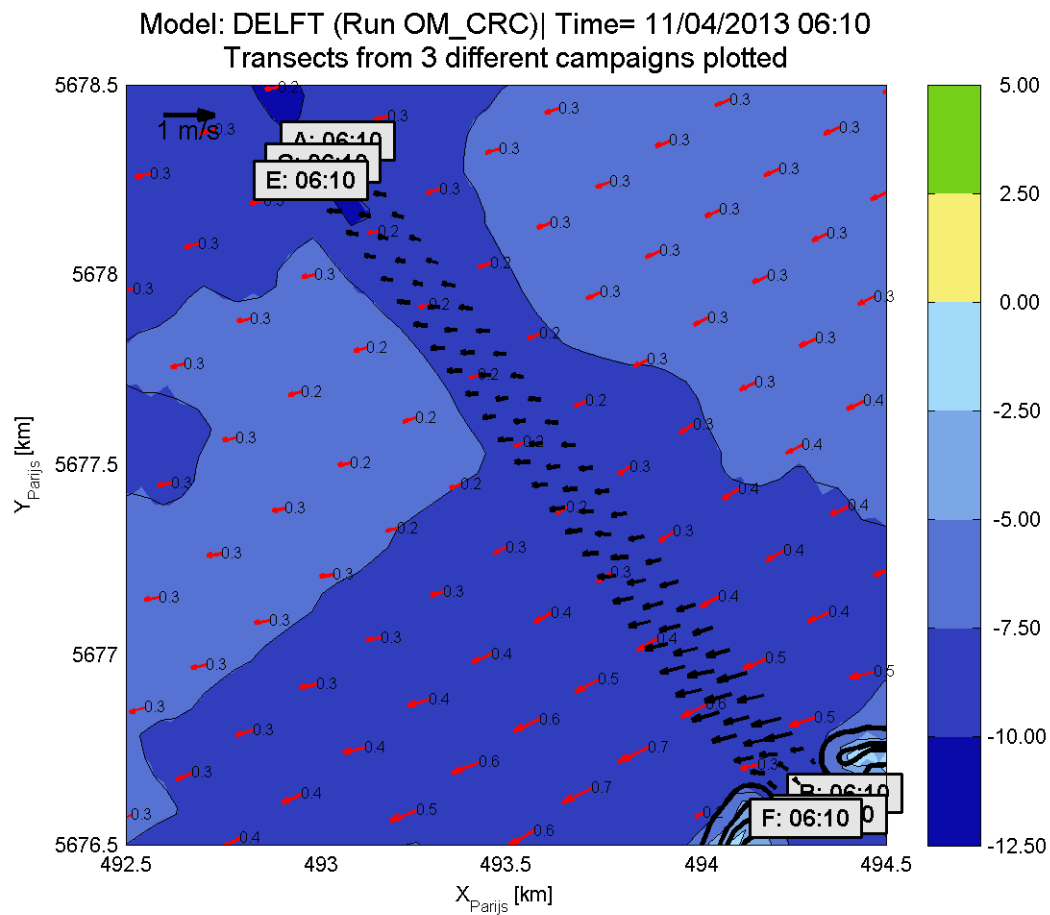
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



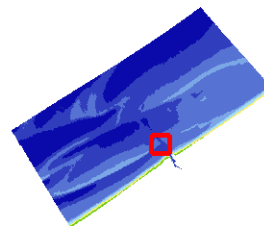
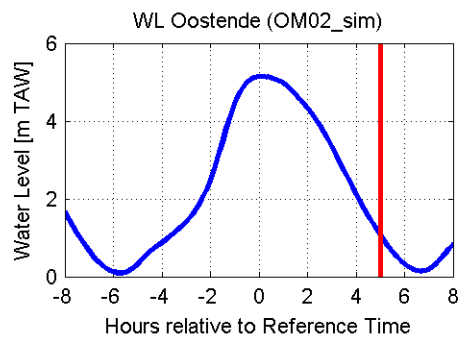
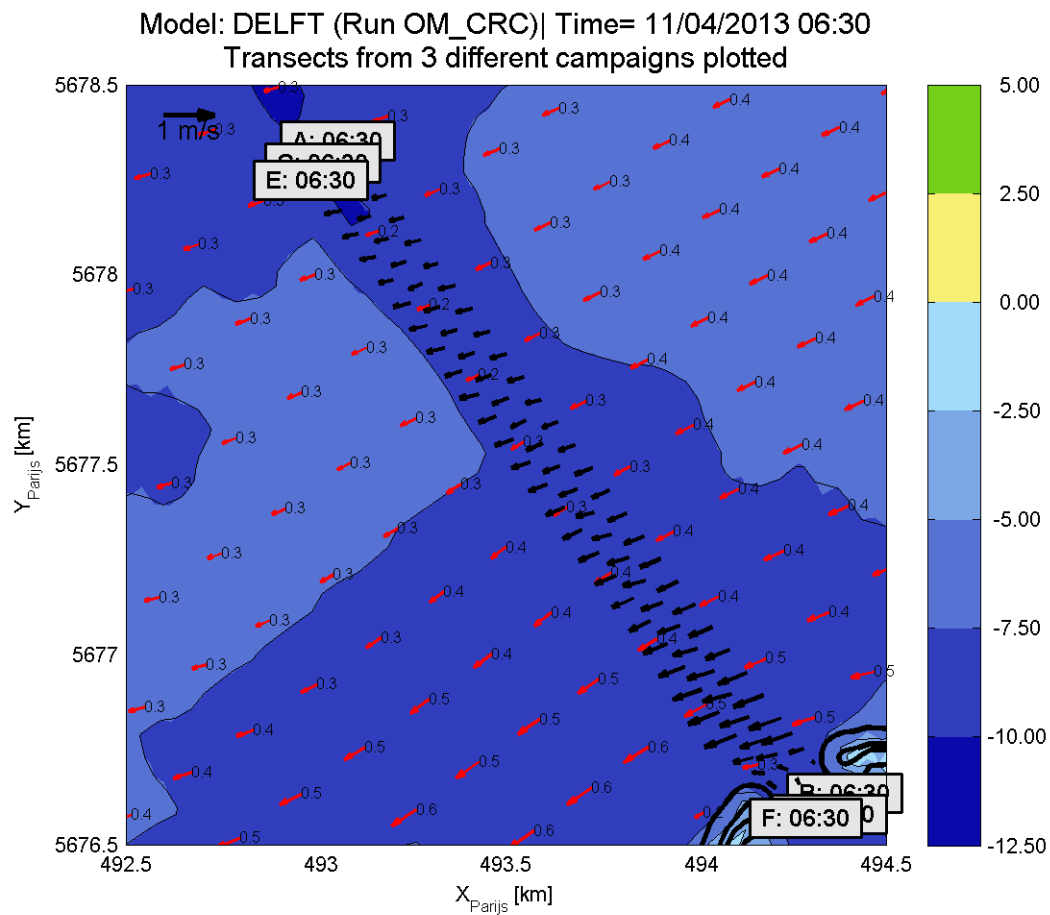
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



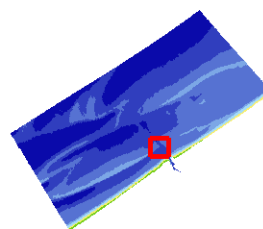
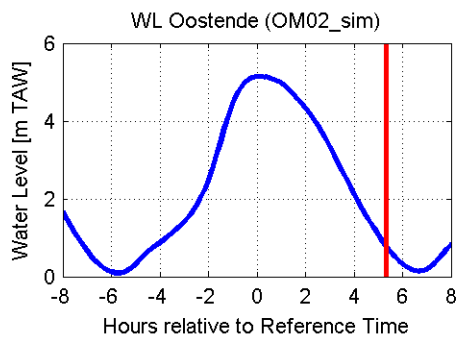
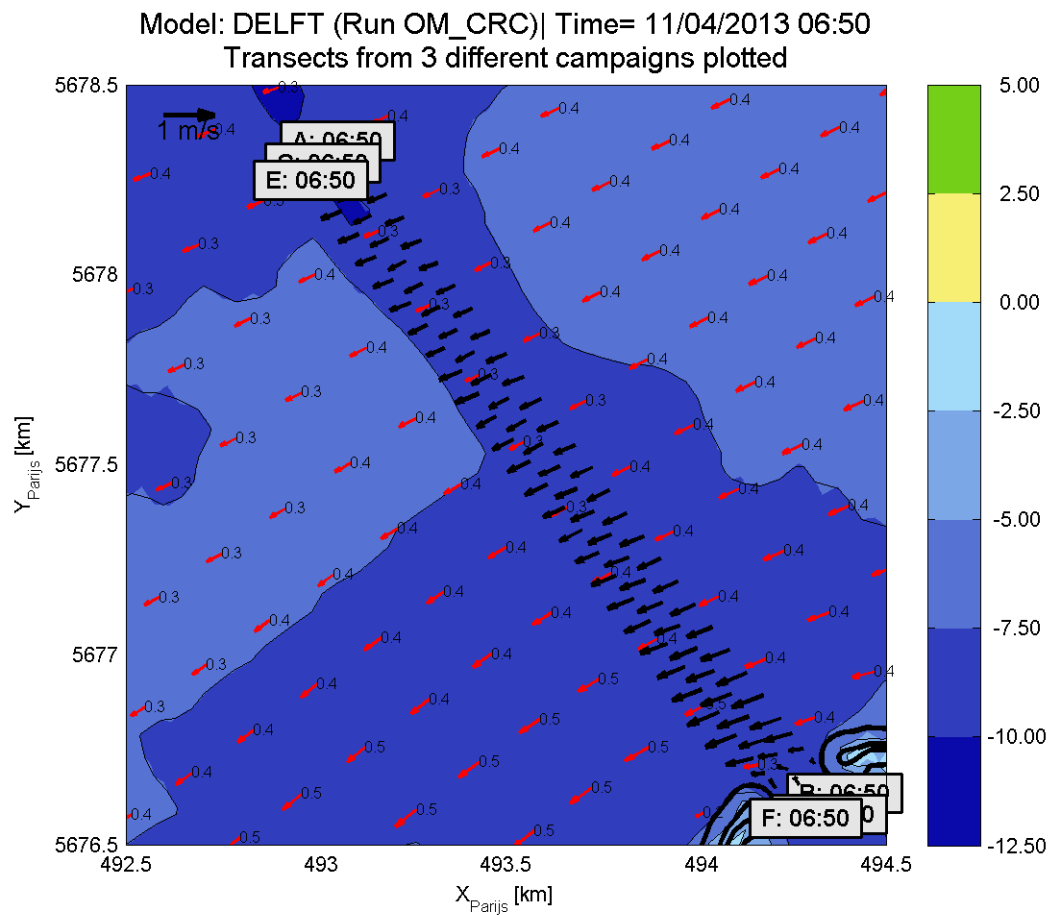
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



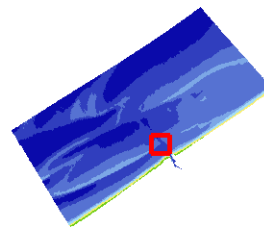
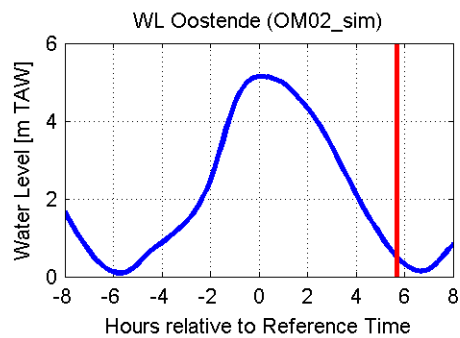
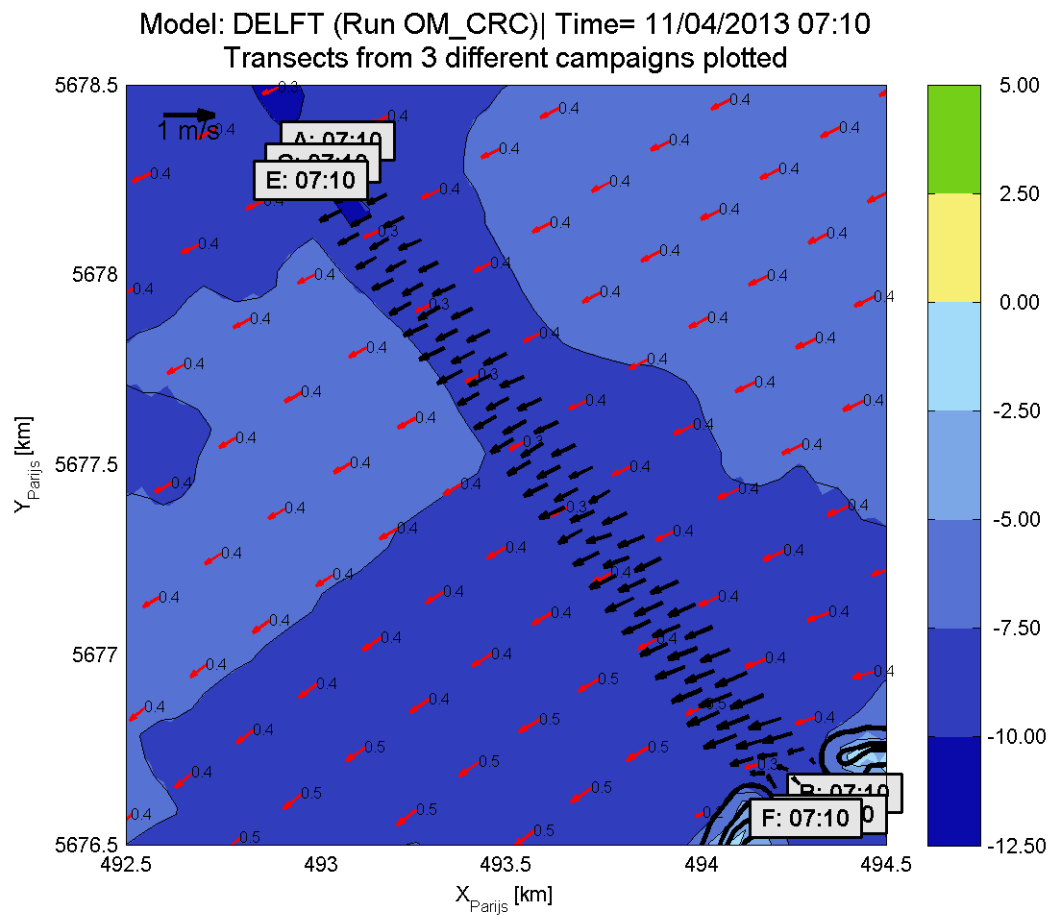
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



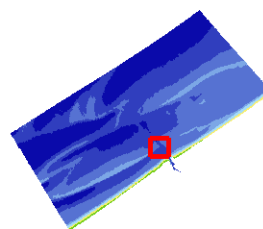
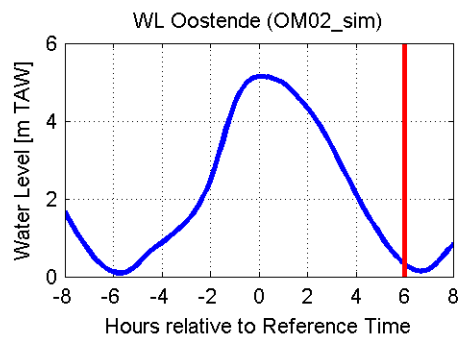
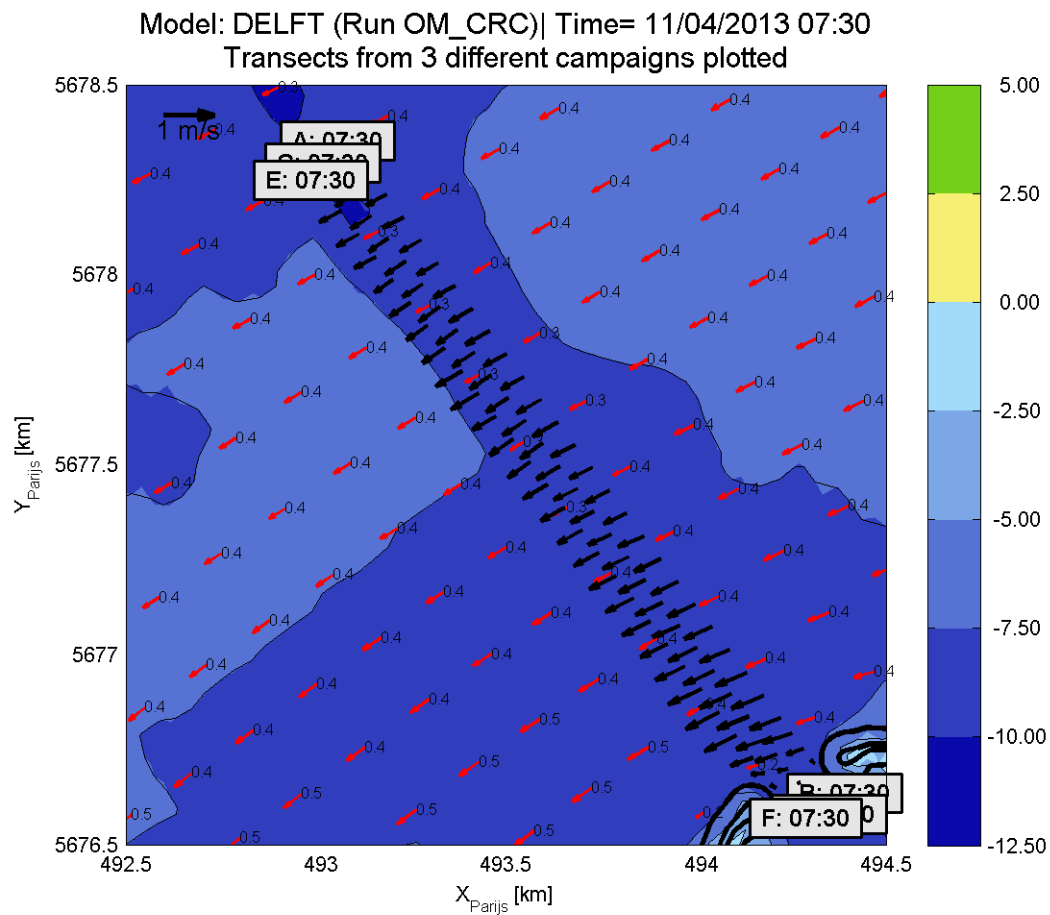
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



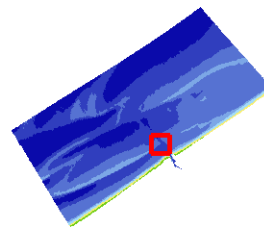
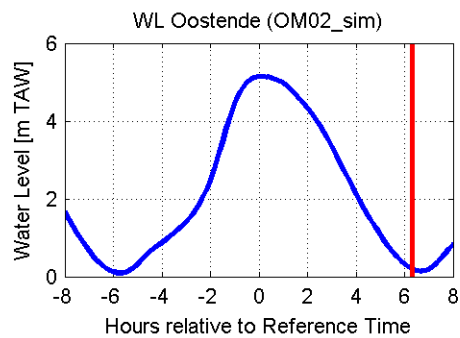
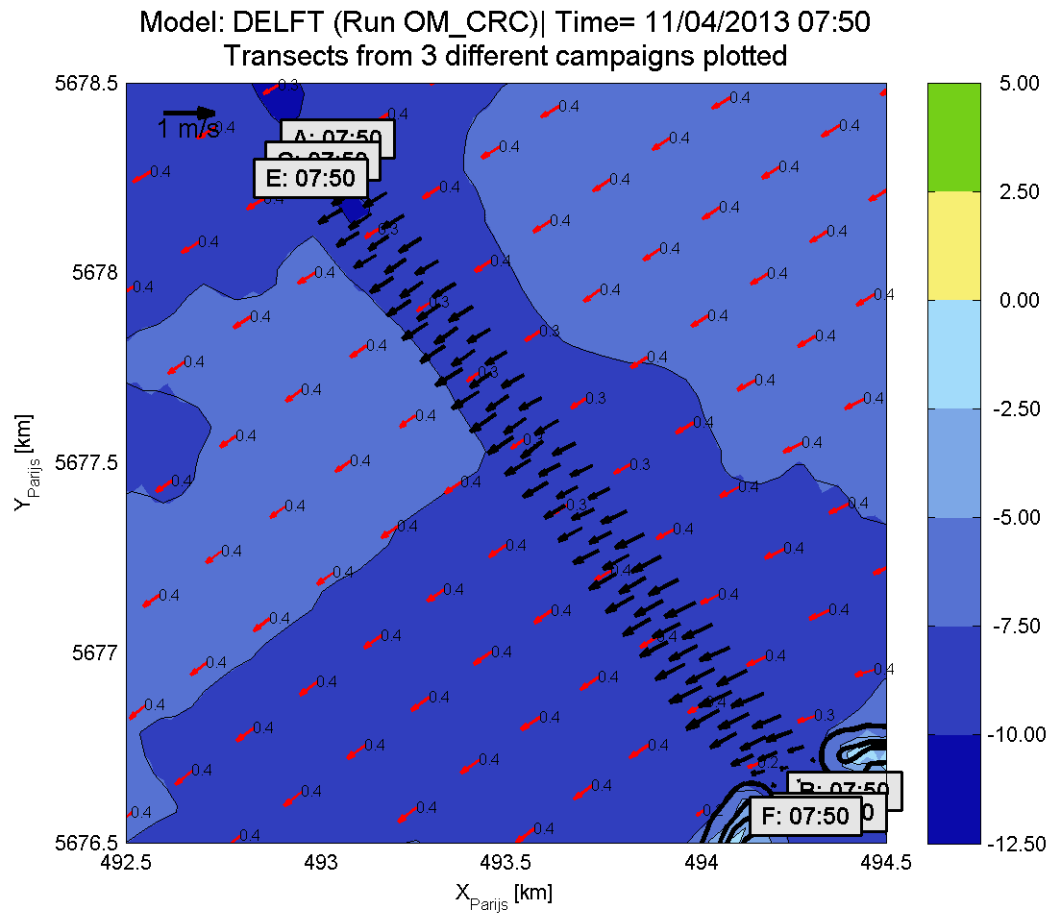
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



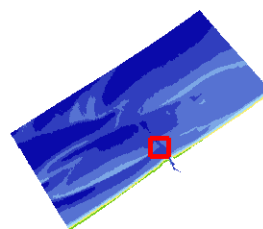
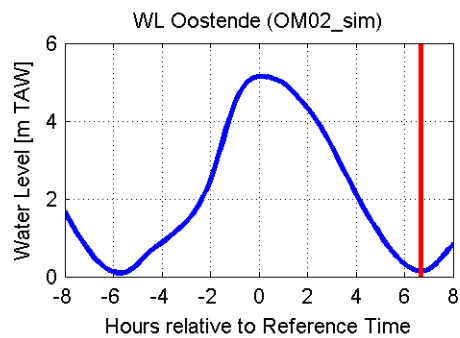
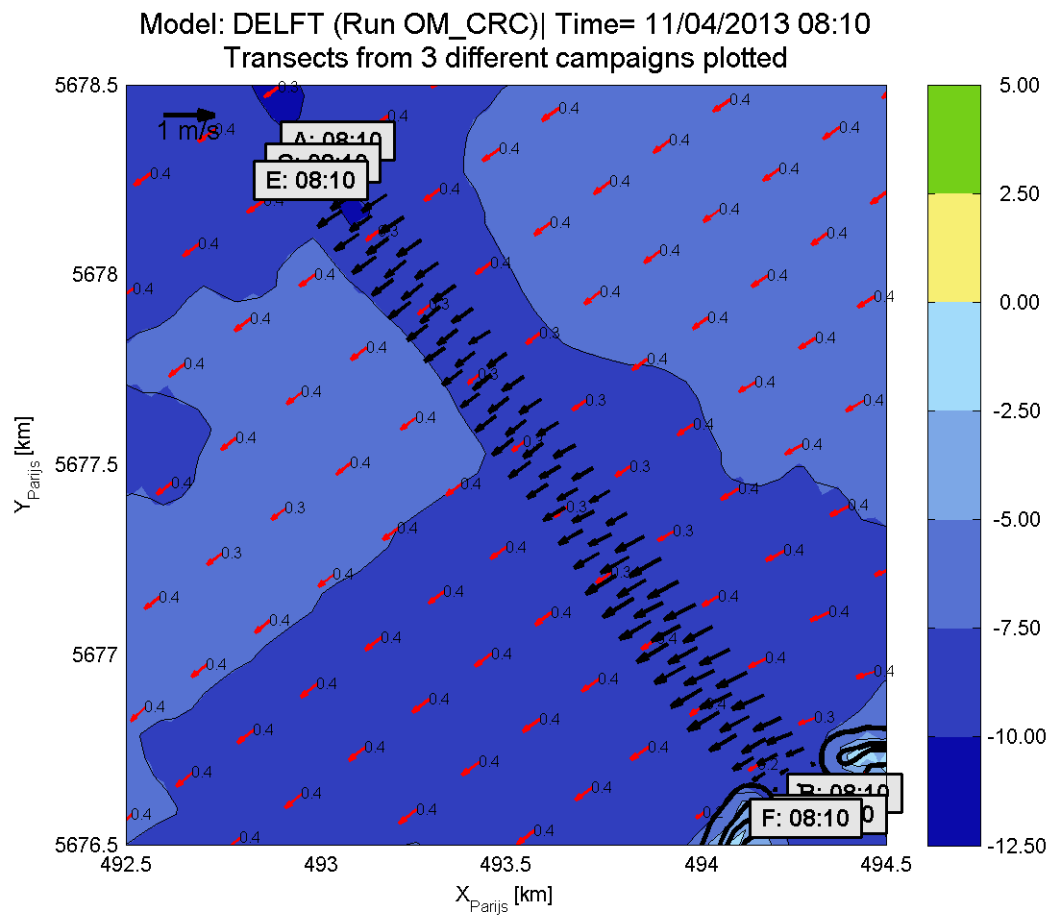
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



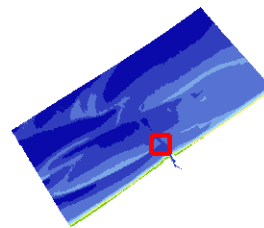
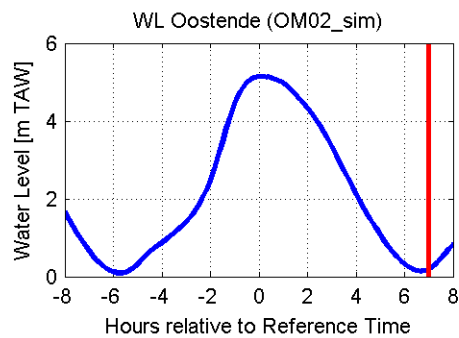
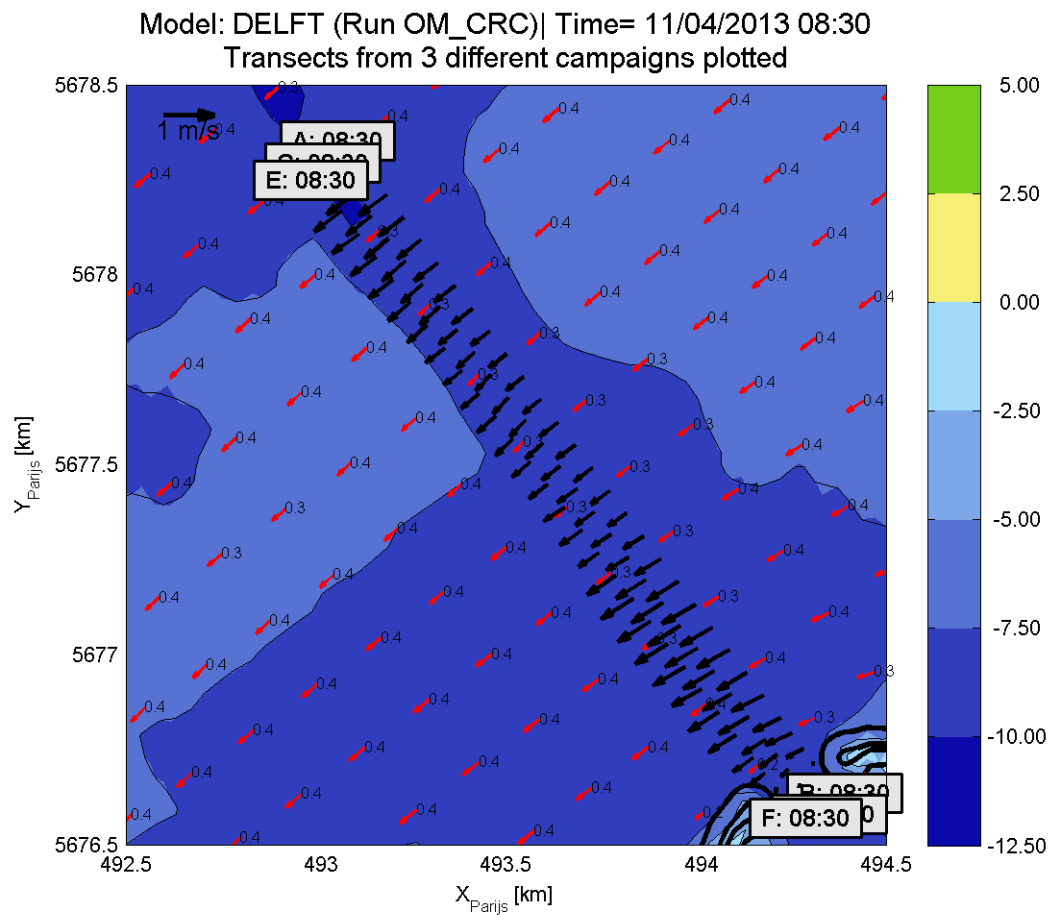
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



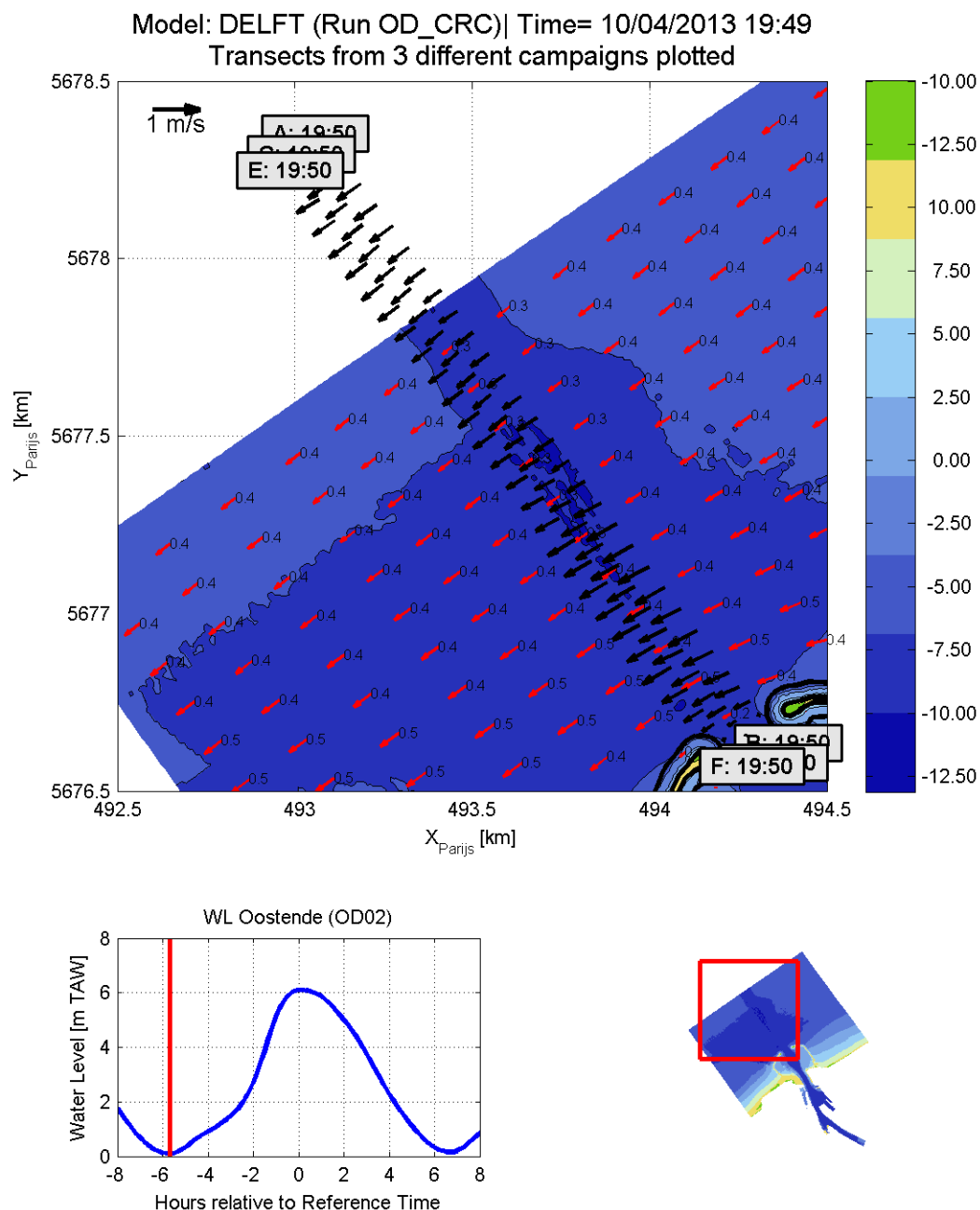
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



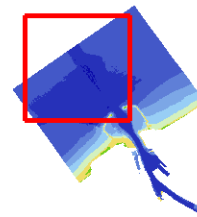
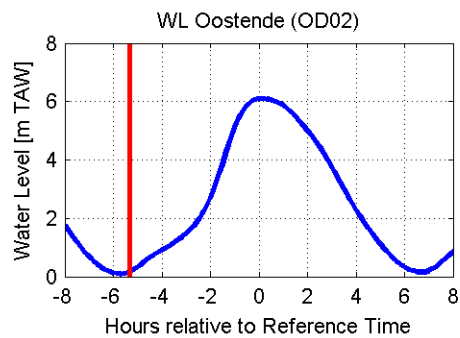
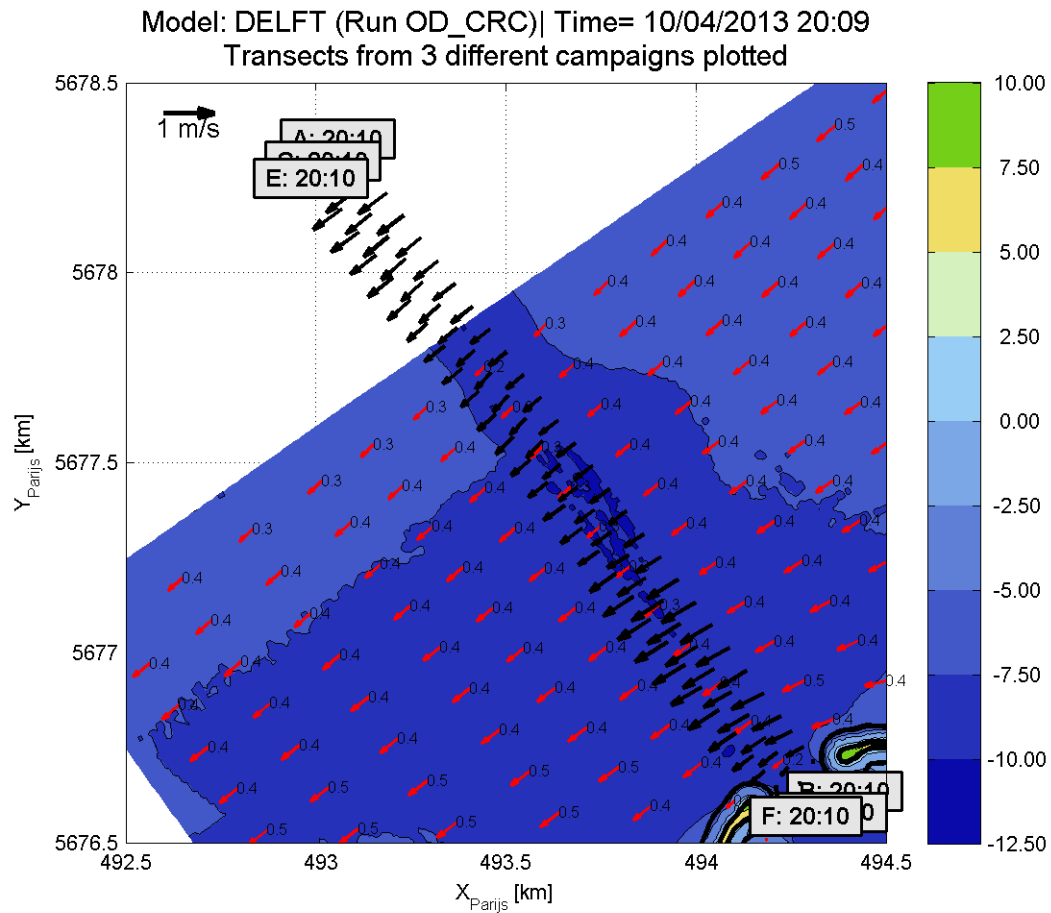
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Bijlage B Dochtermodel vs. Stroomatlas: Stroombeelden

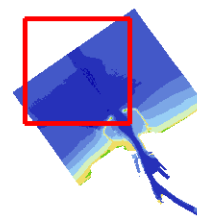
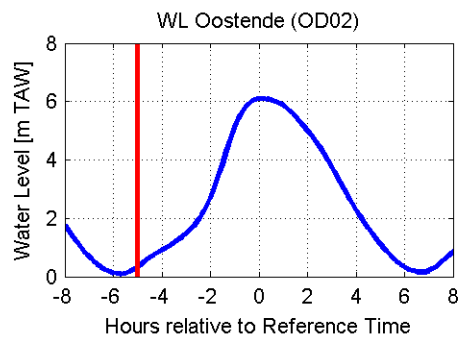
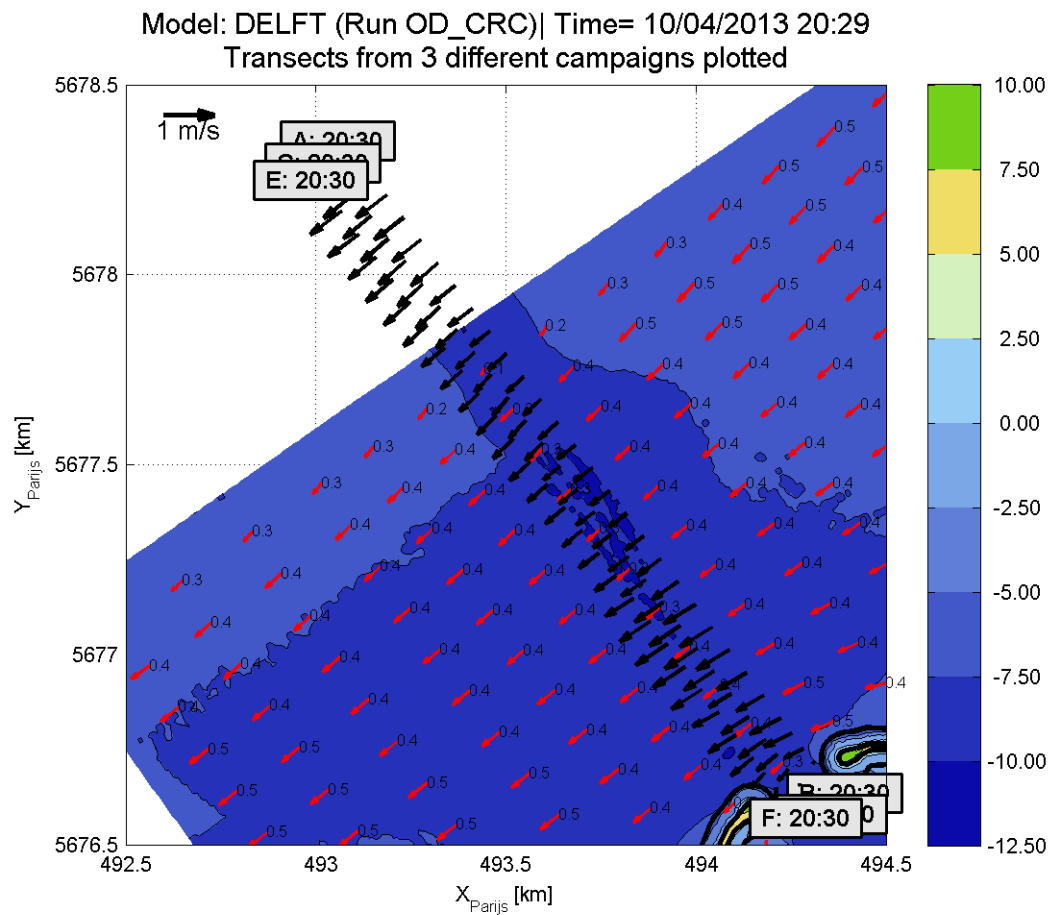
Buitengaats



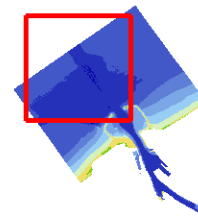
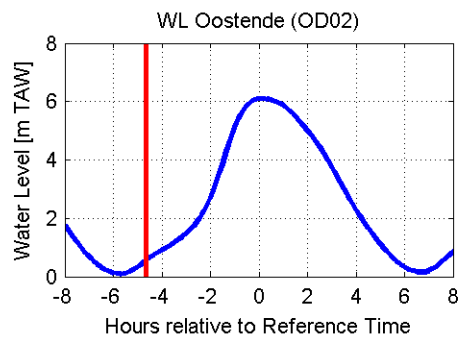
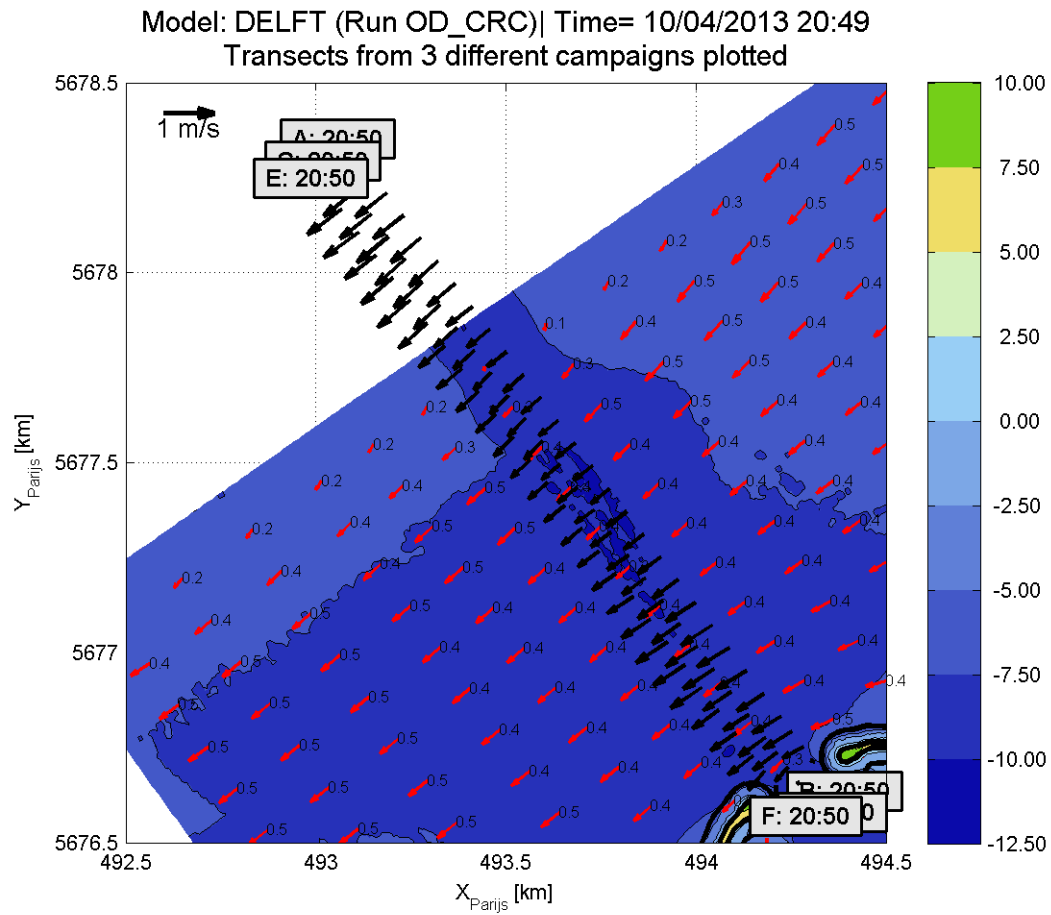
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



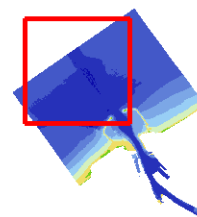
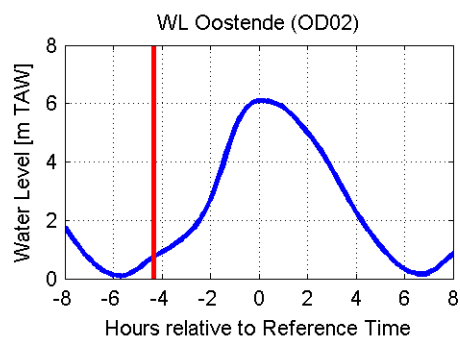
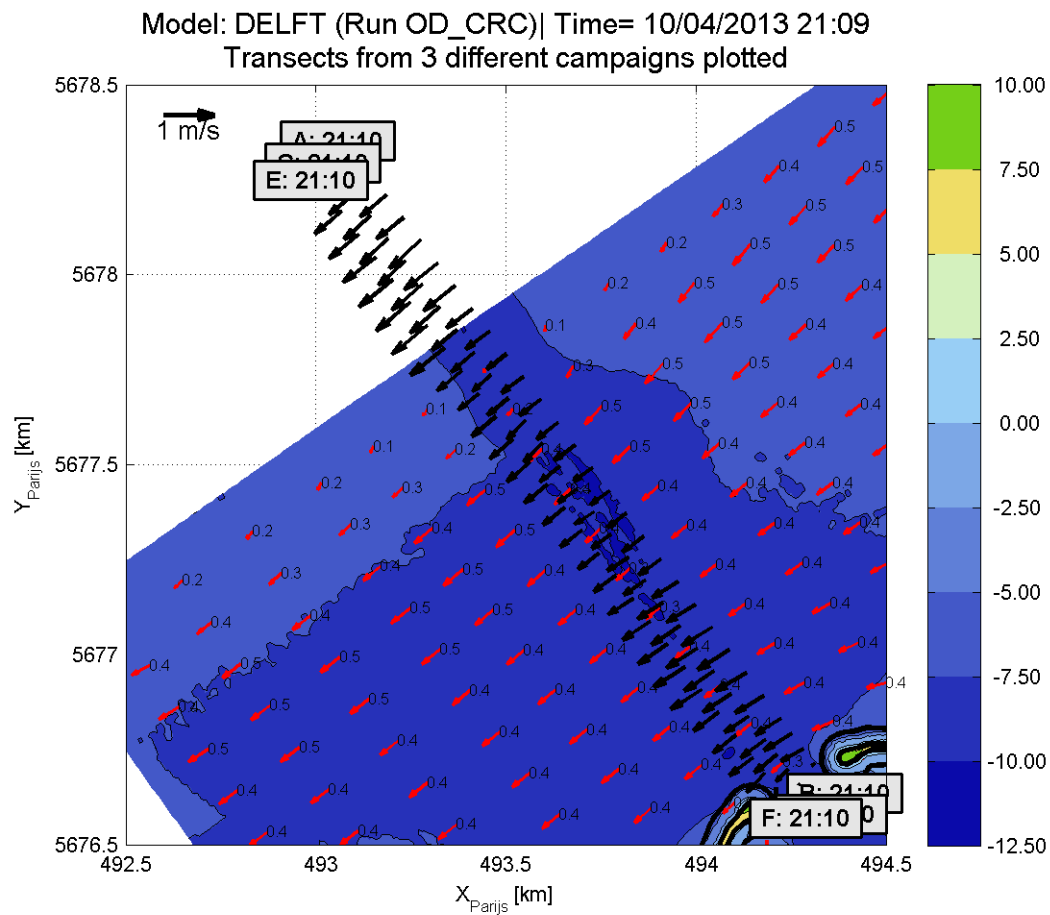
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



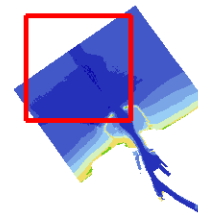
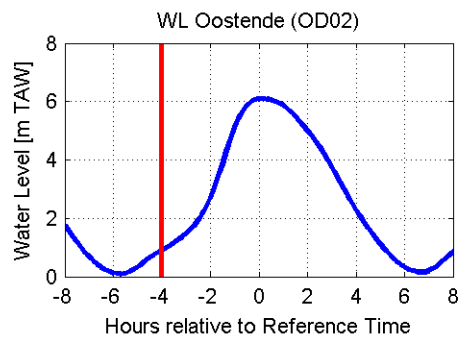
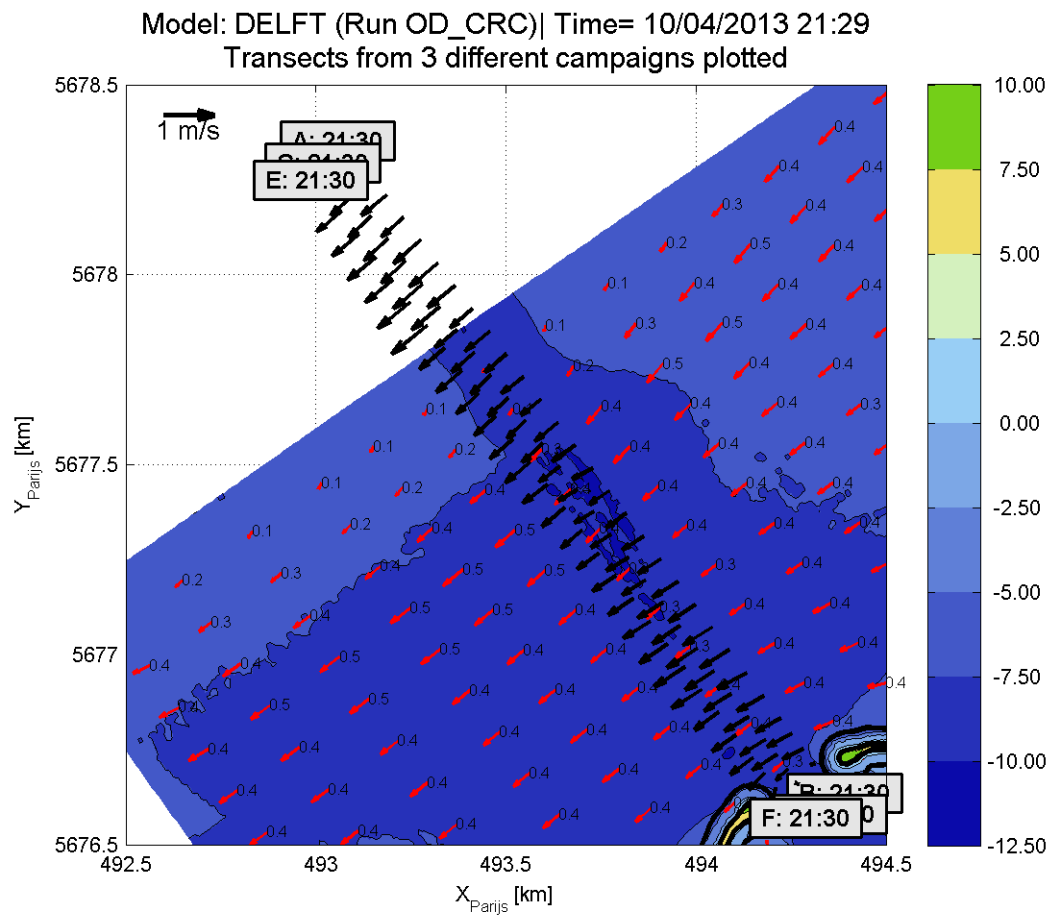
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



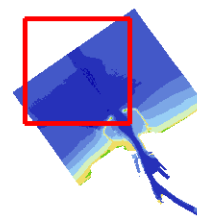
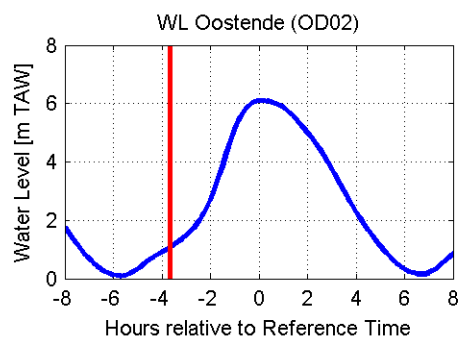
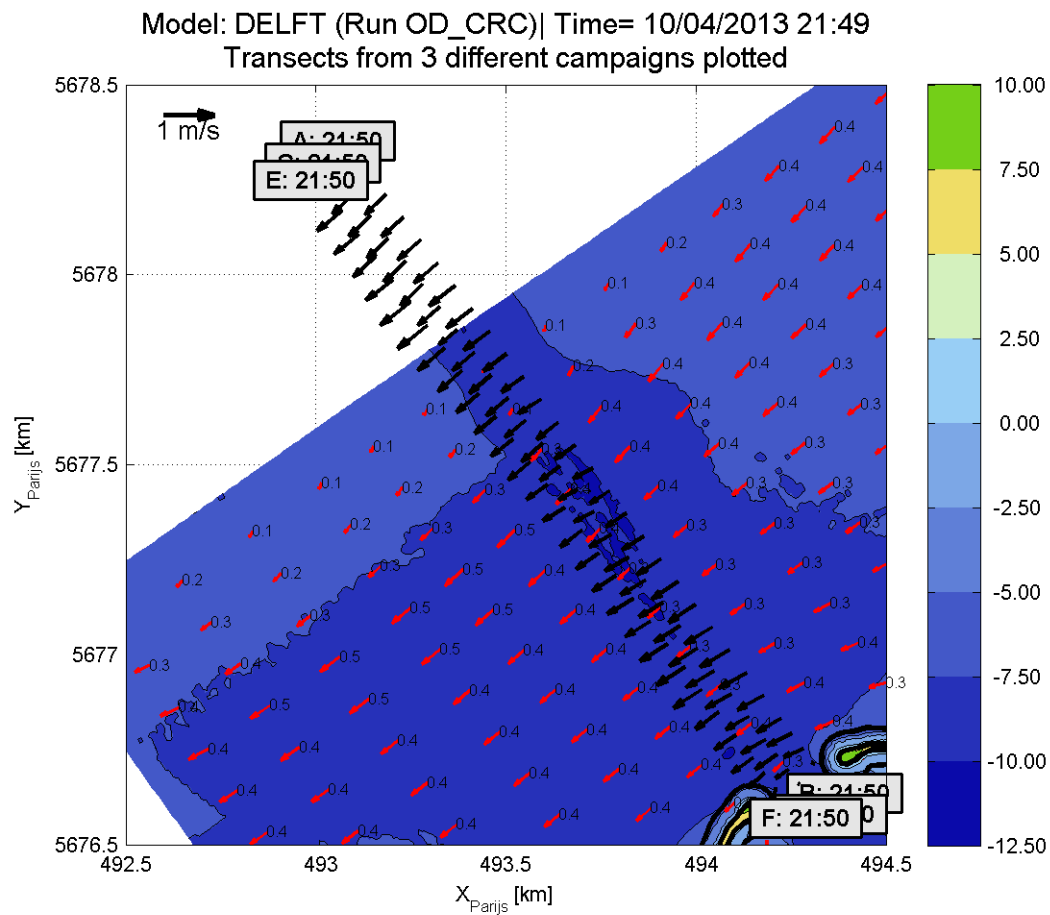
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



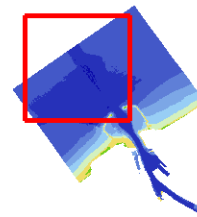
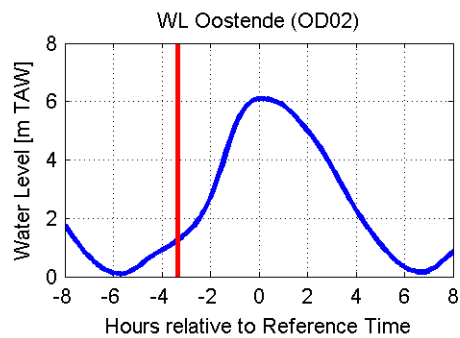
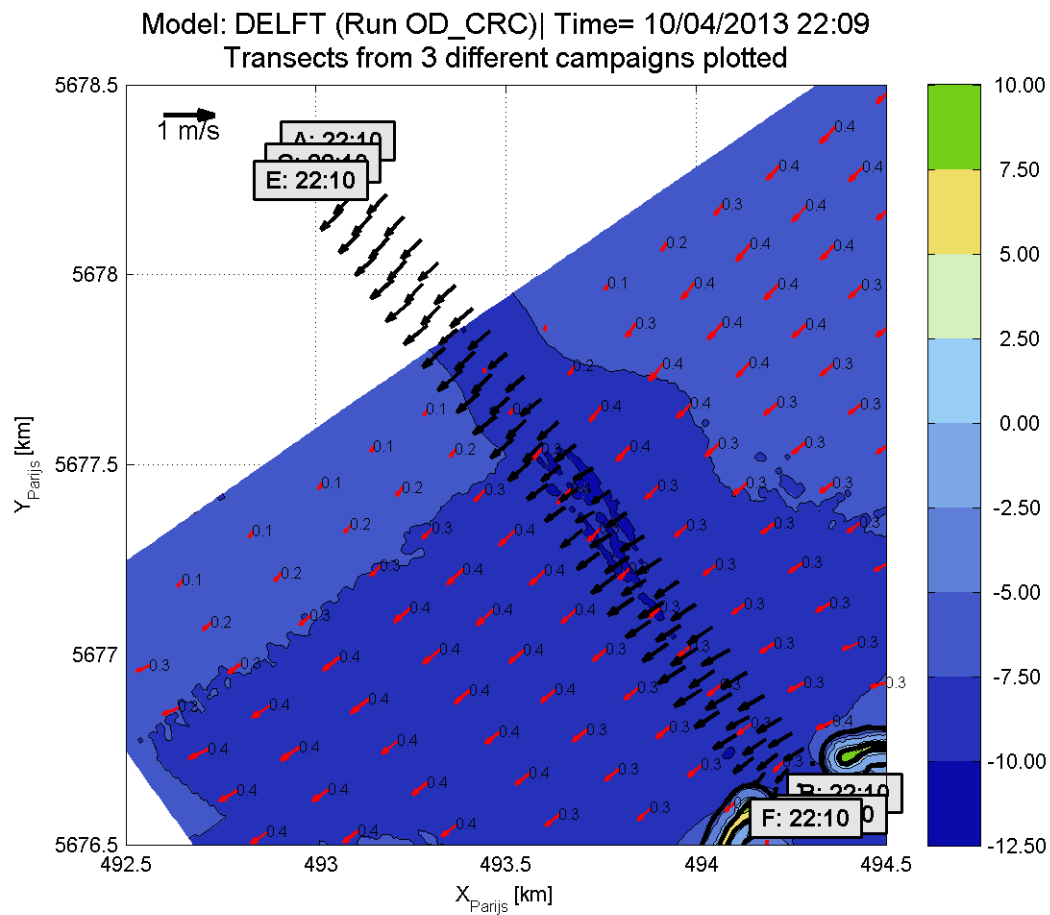
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



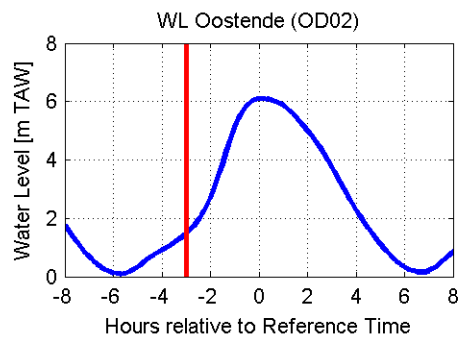
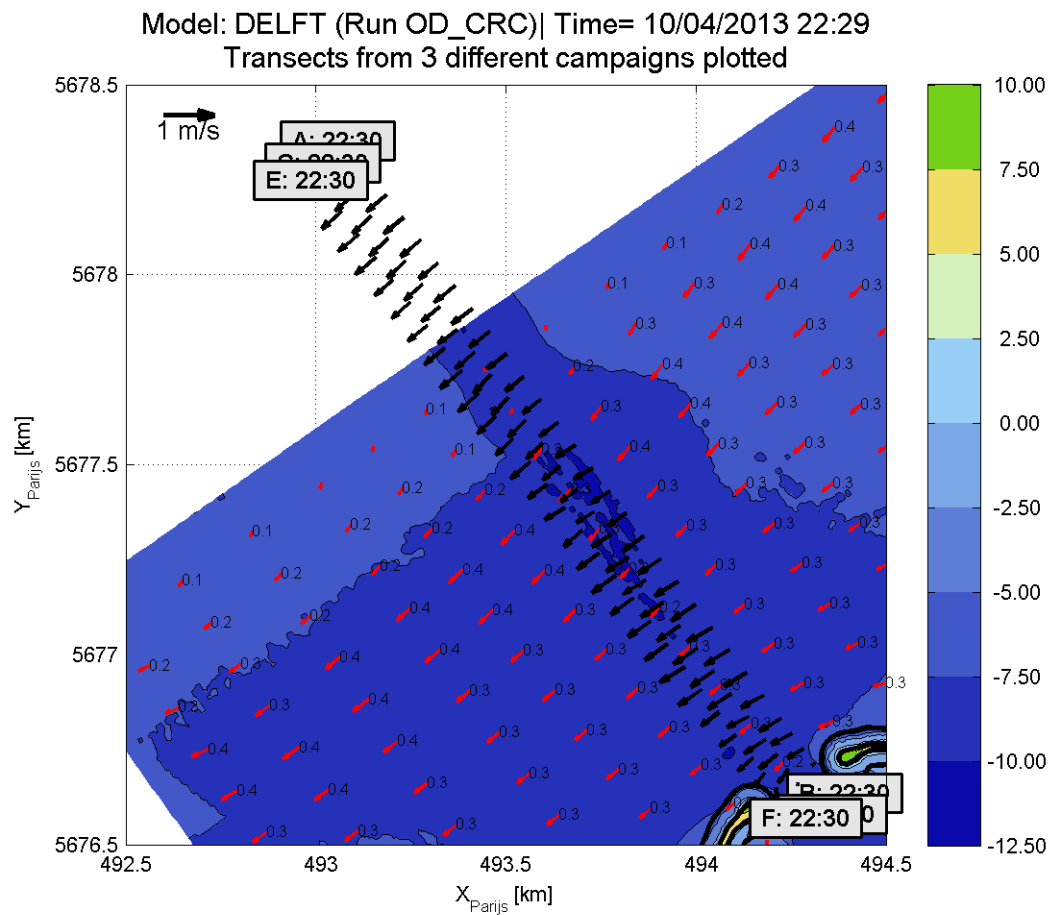
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



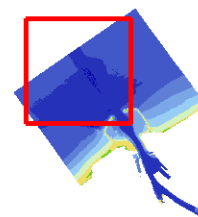
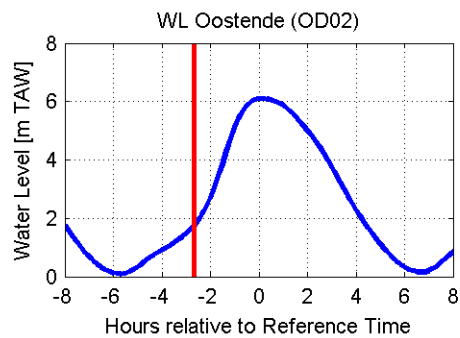
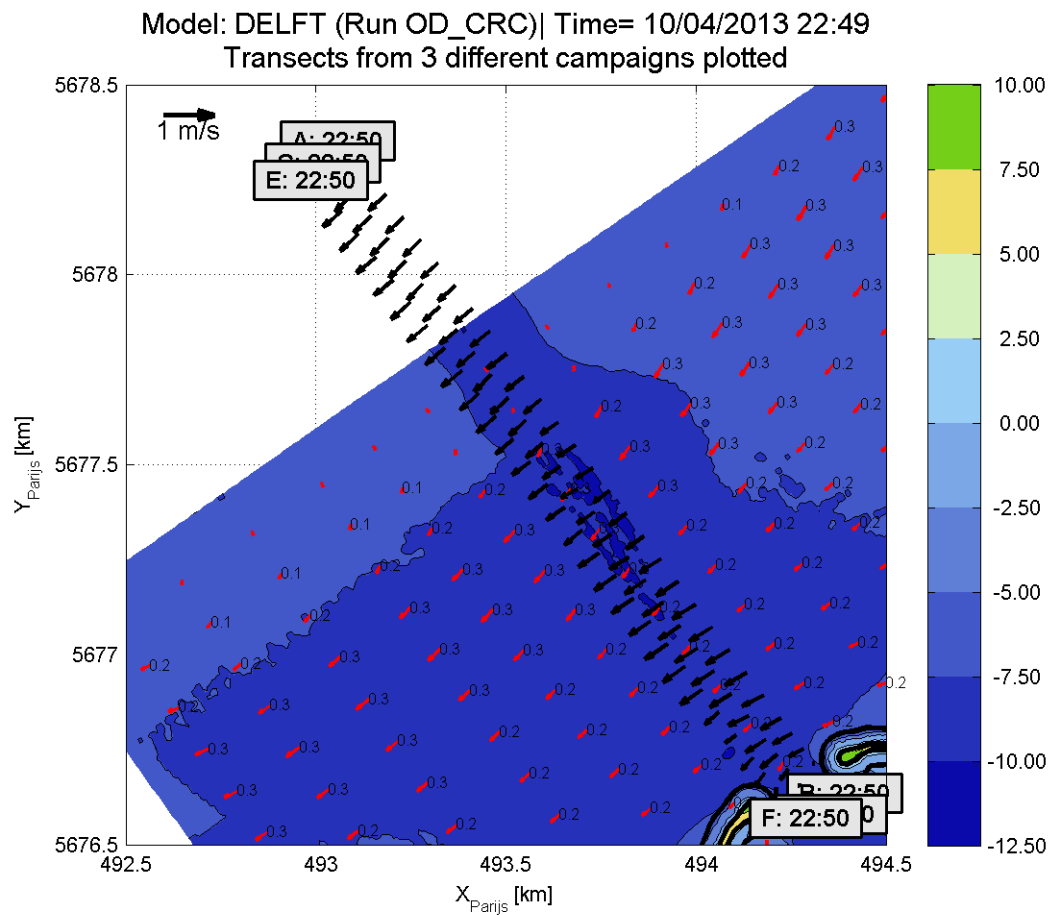
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



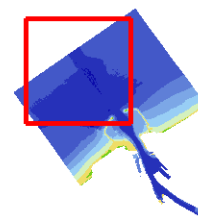
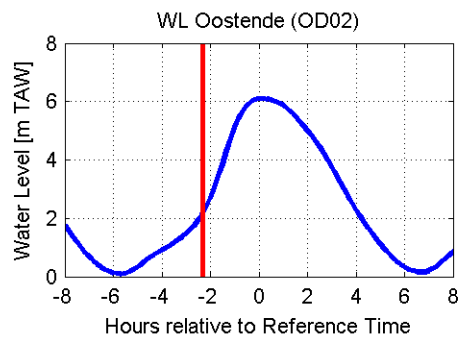
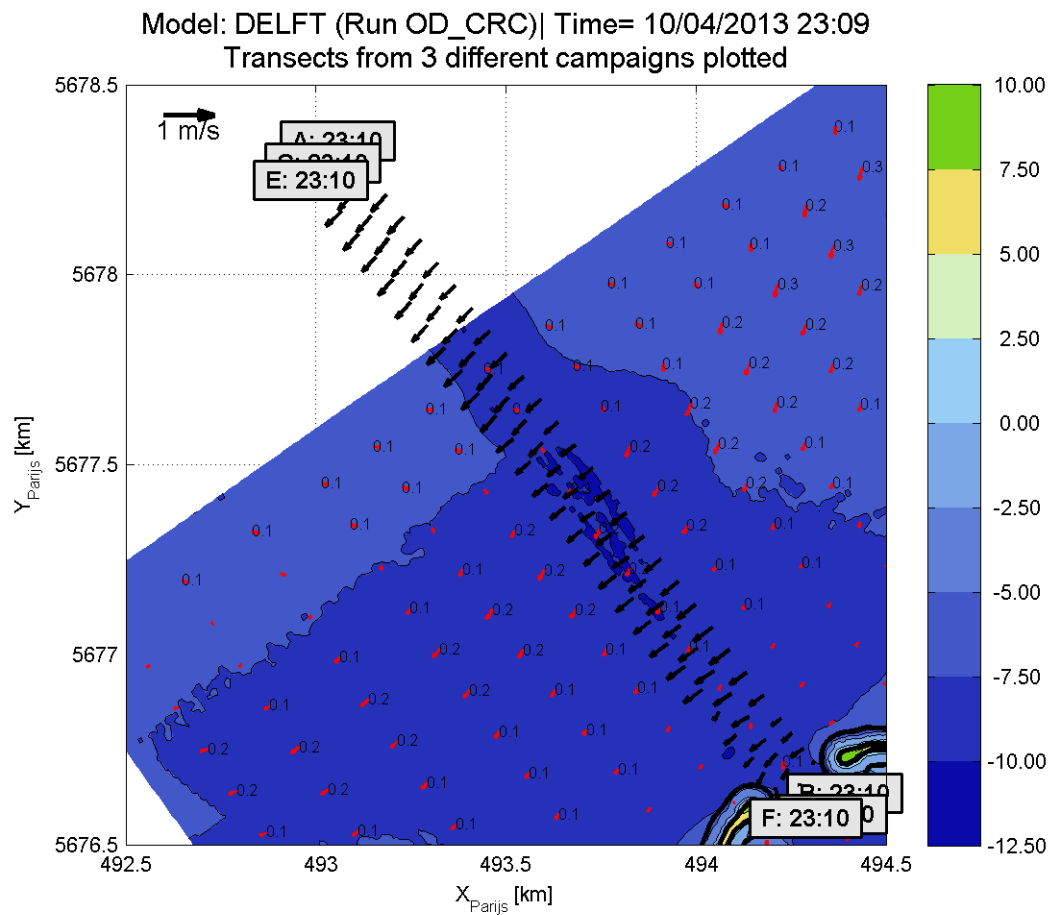
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



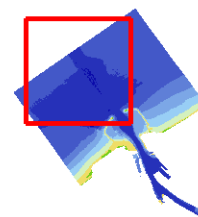
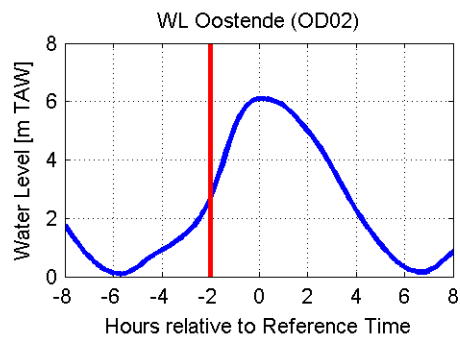
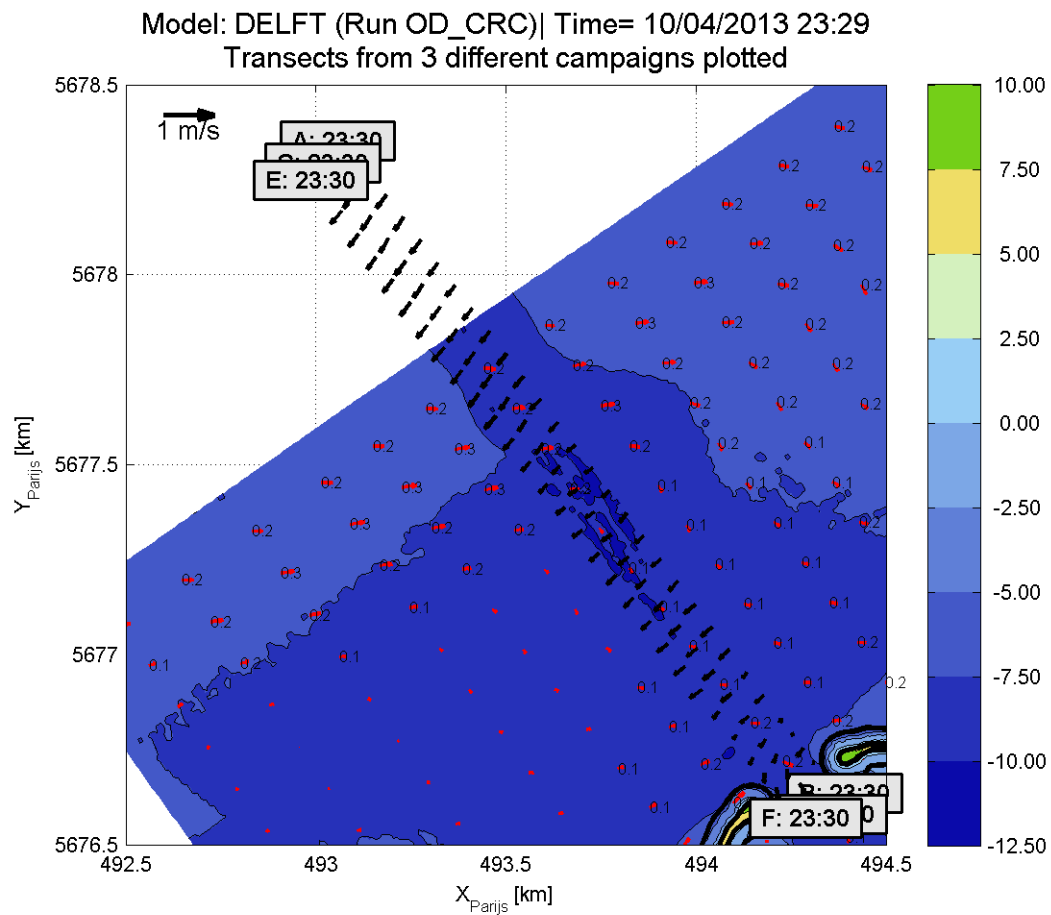
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



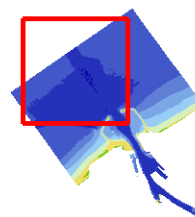
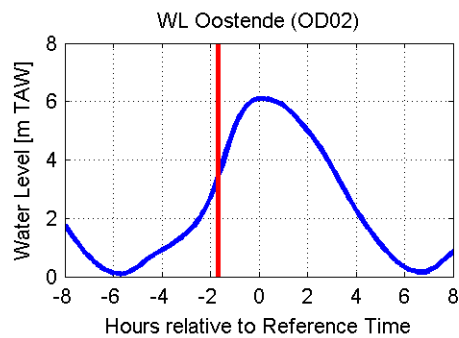
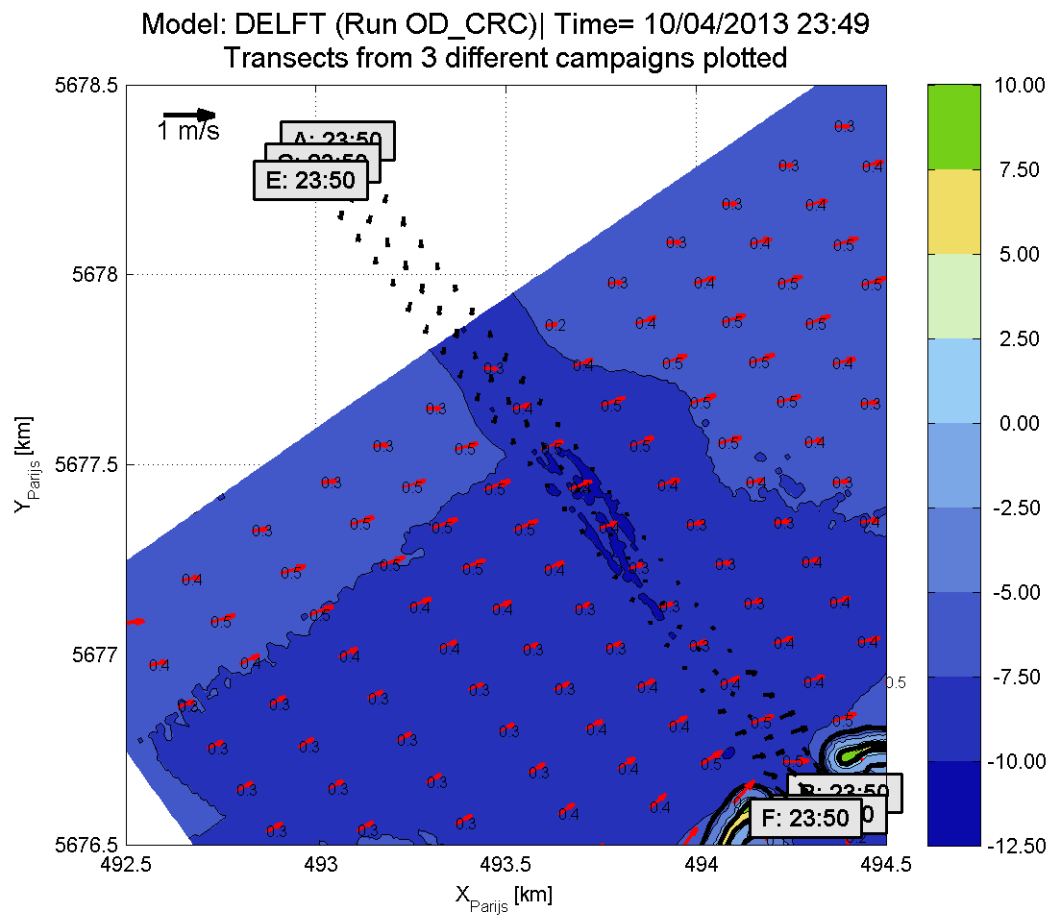
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



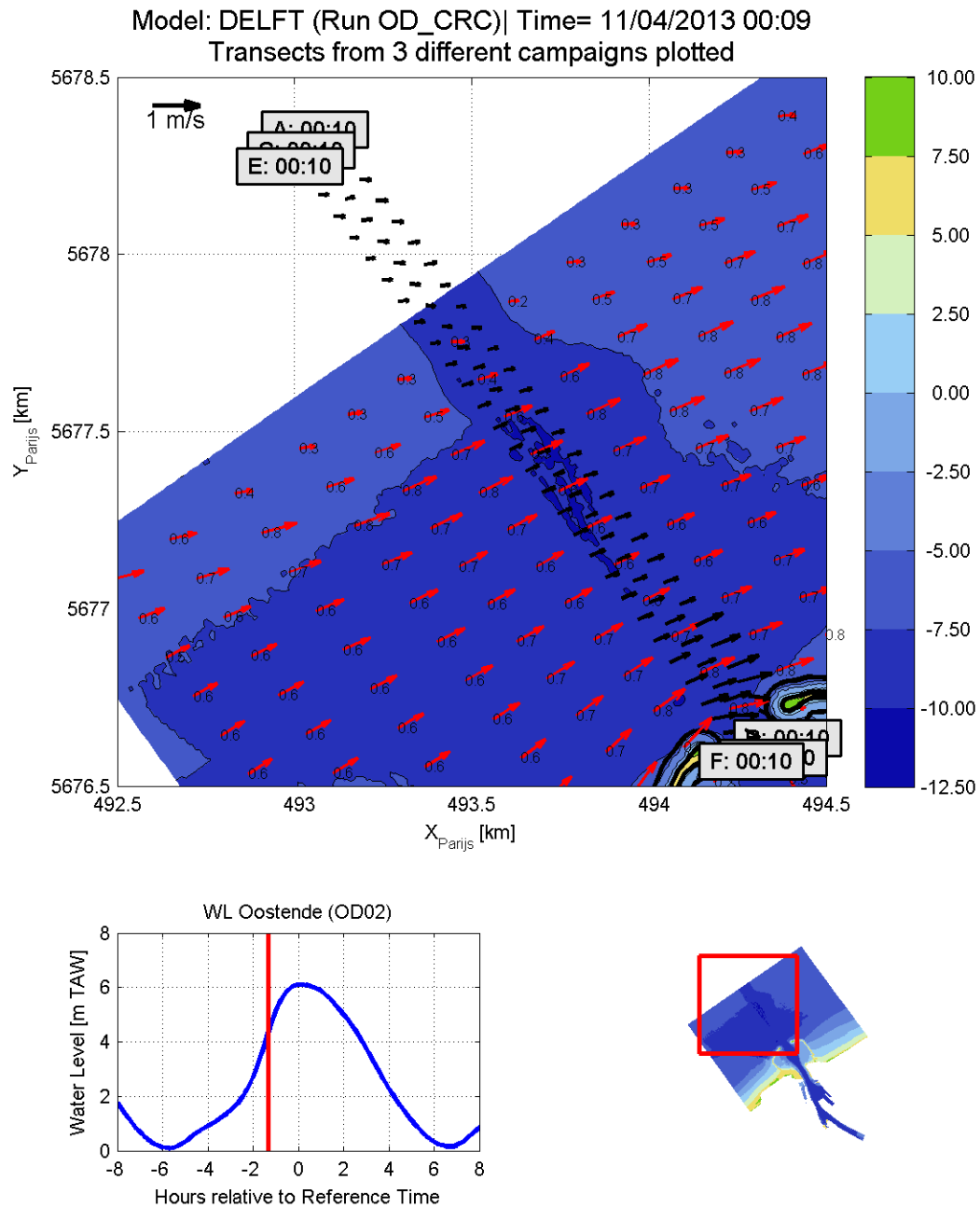
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



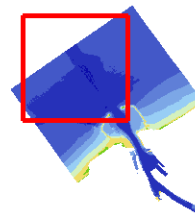
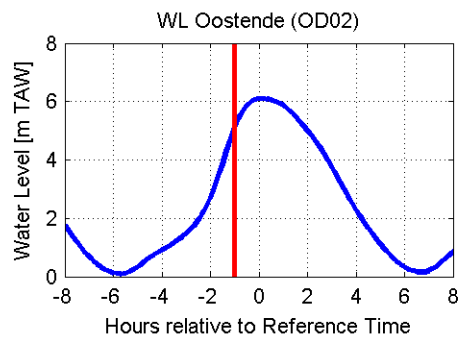
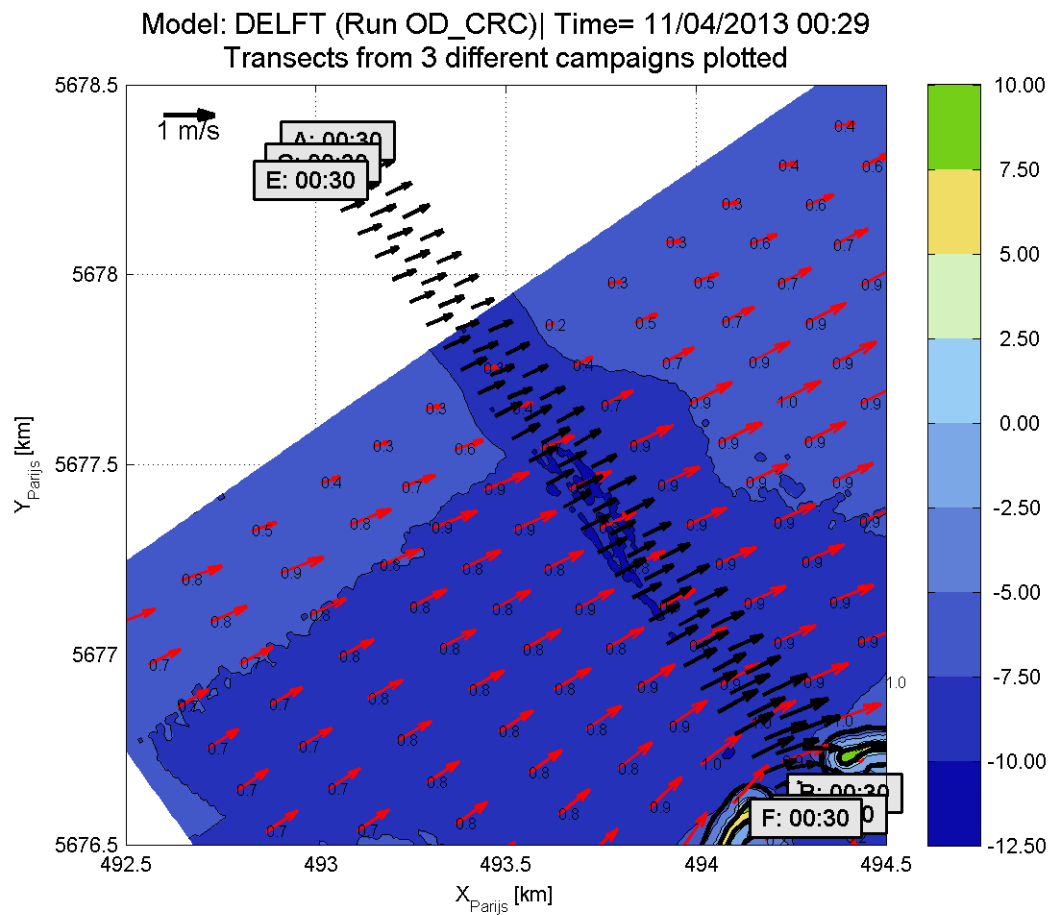
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



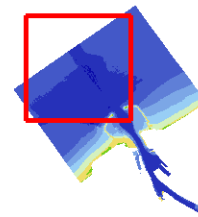
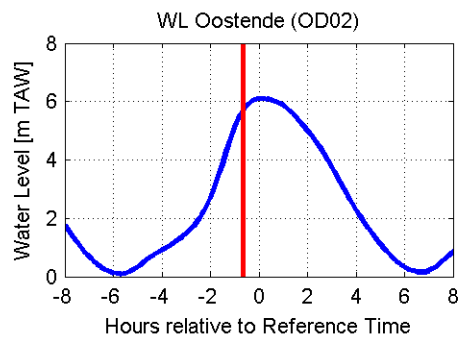
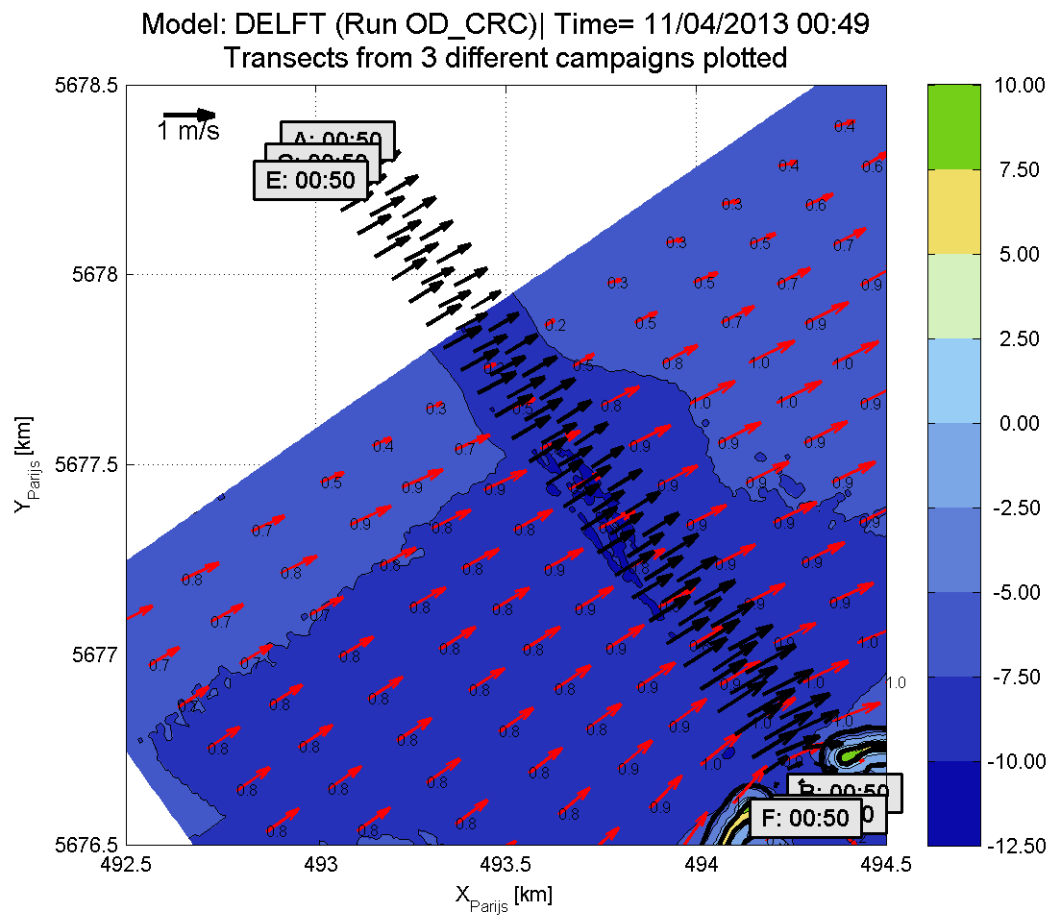
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



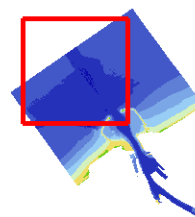
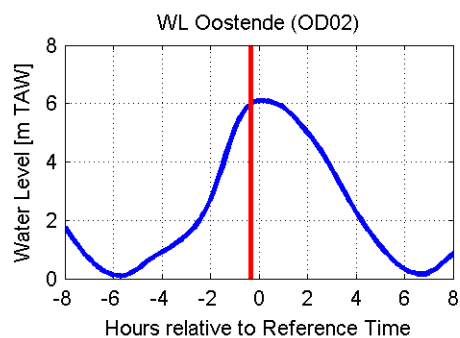
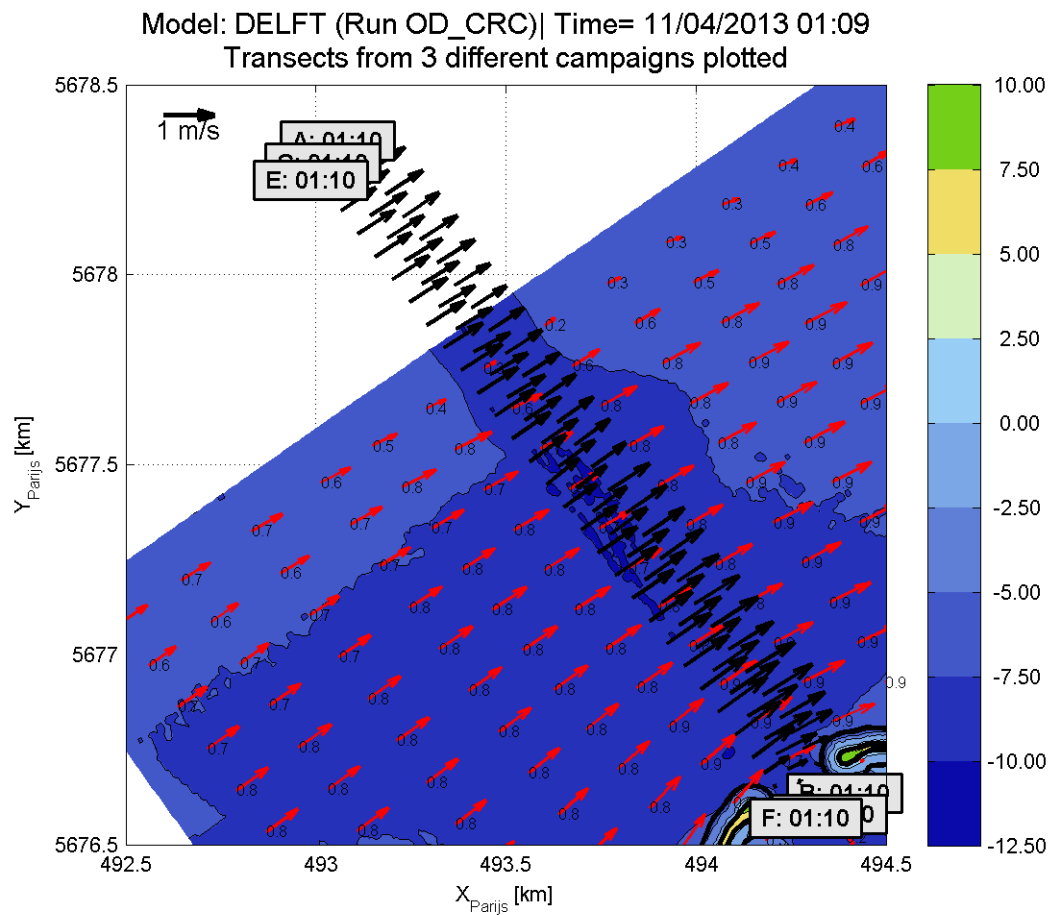
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



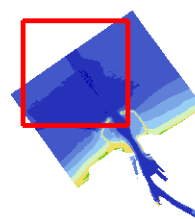
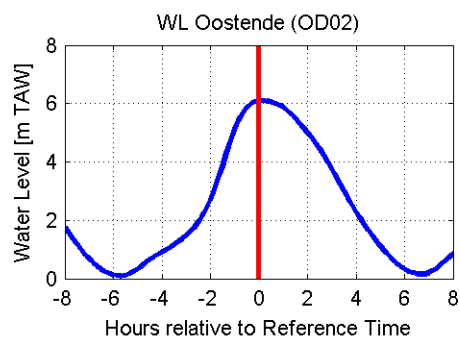
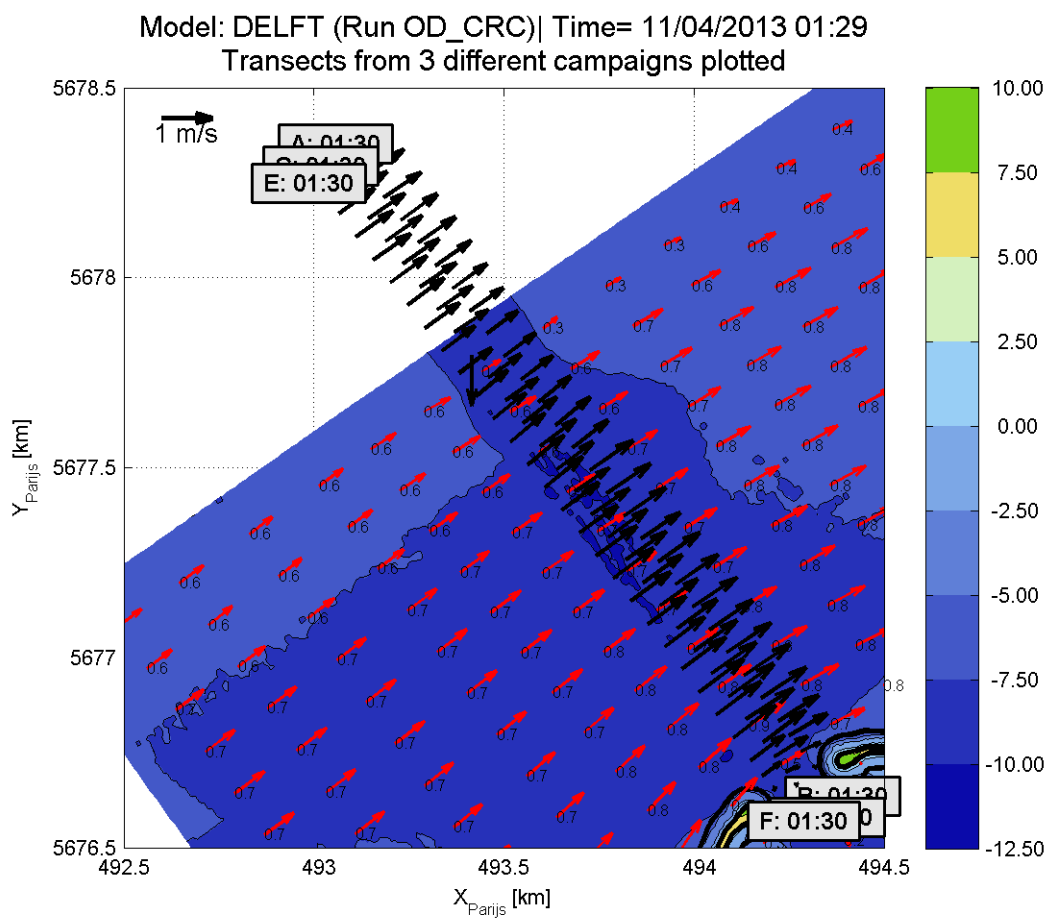
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



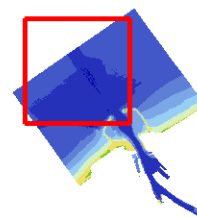
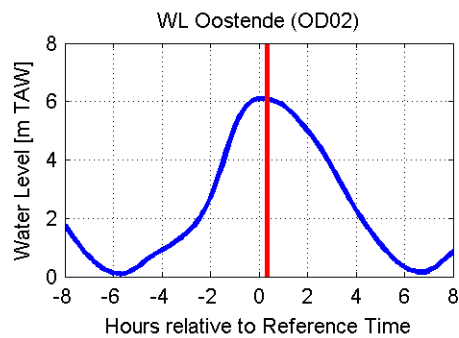
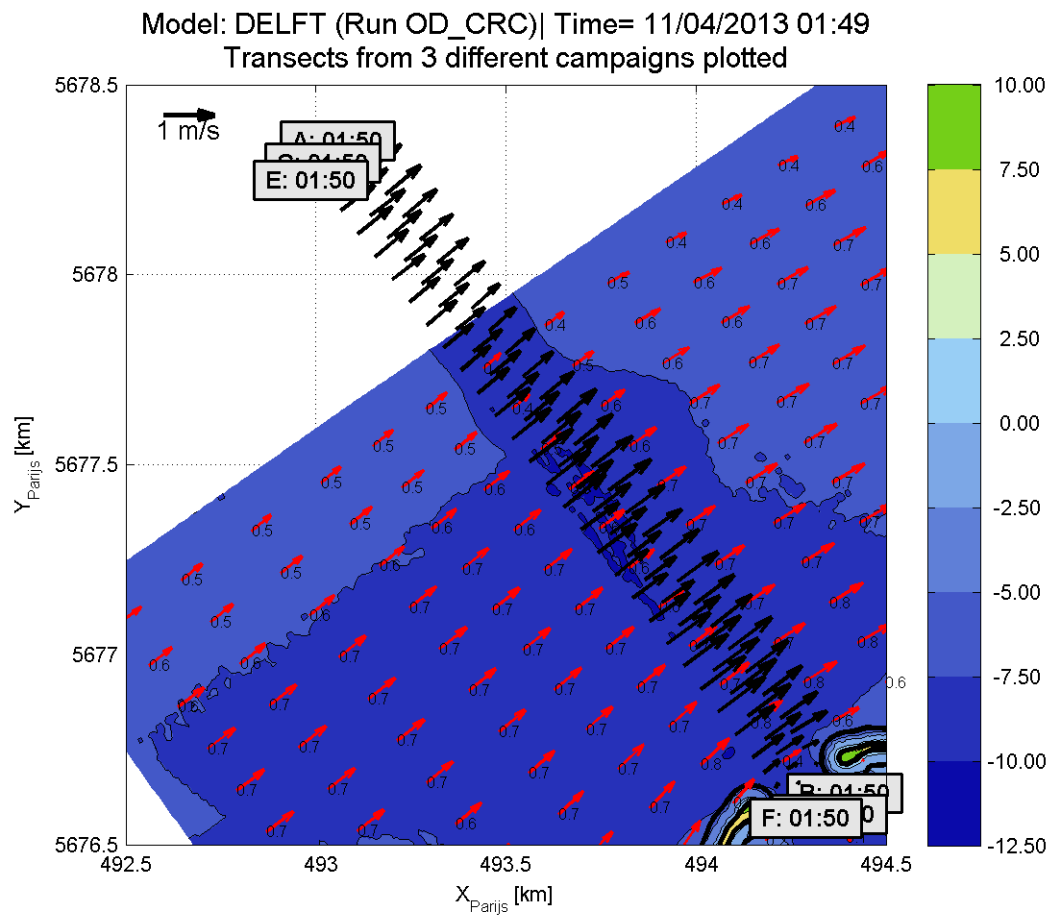
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



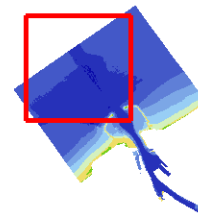
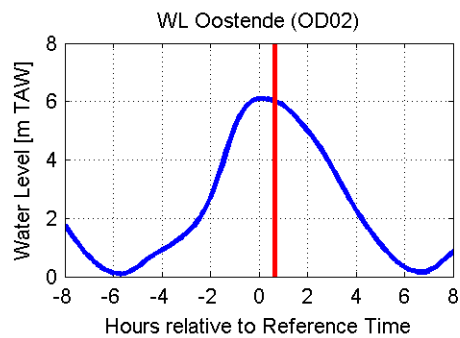
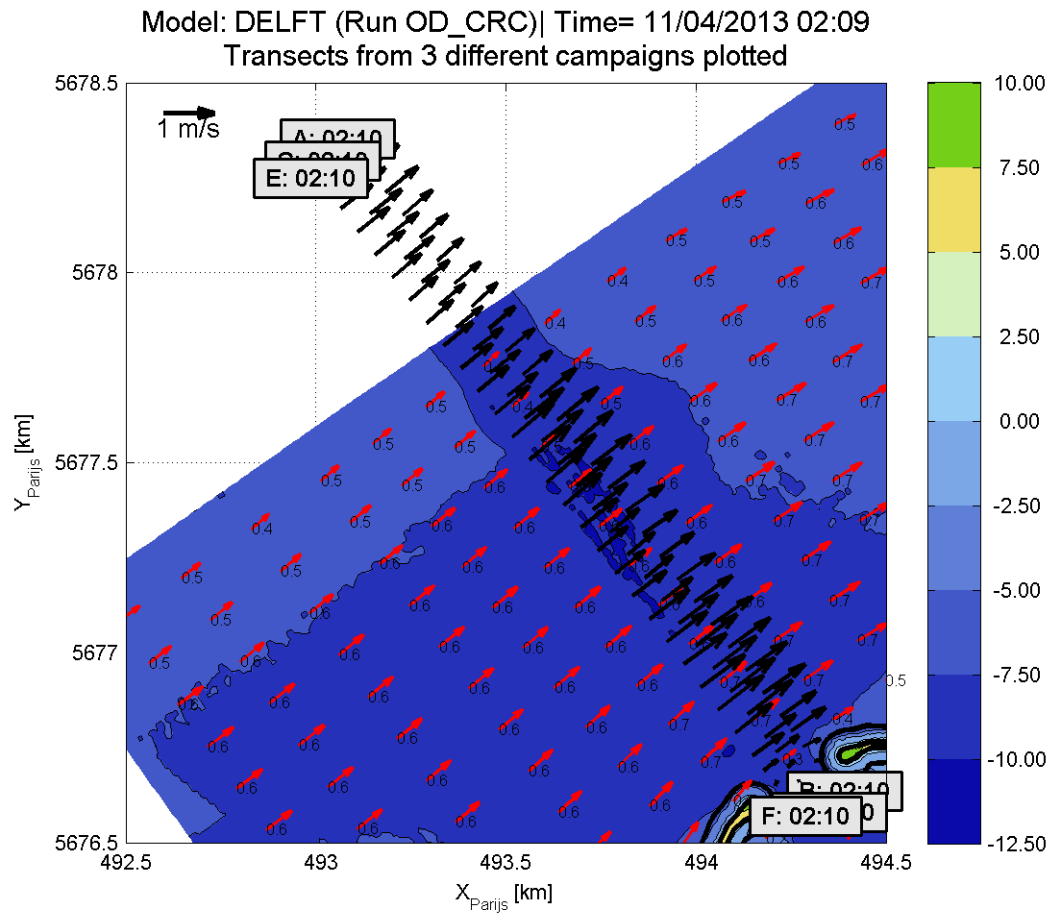
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



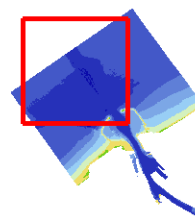
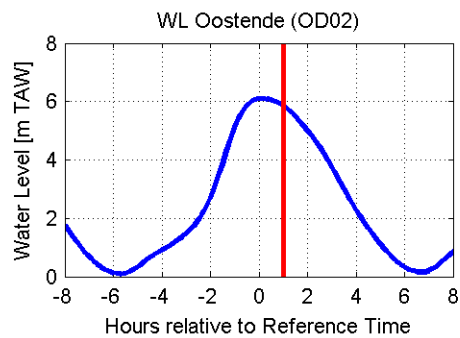
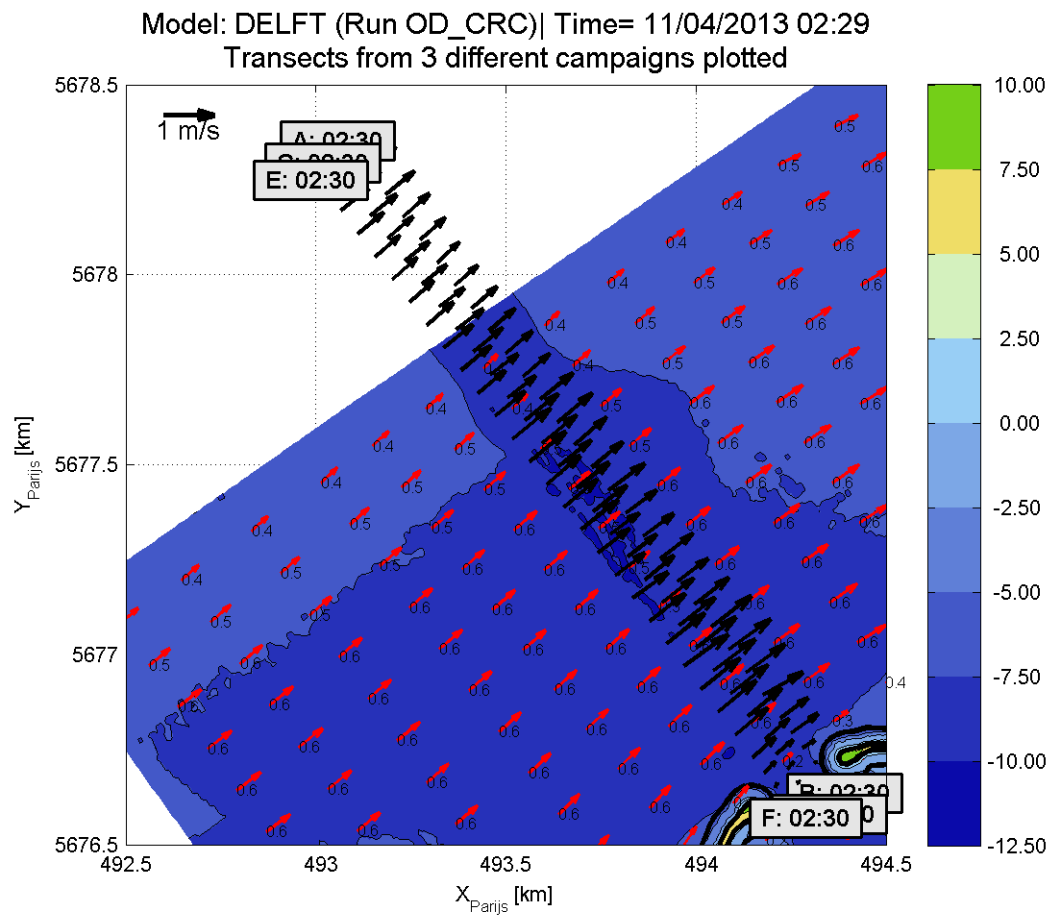
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



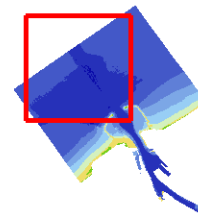
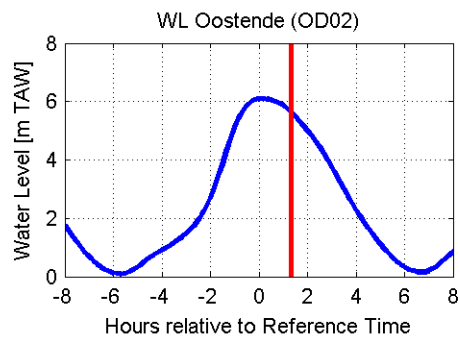
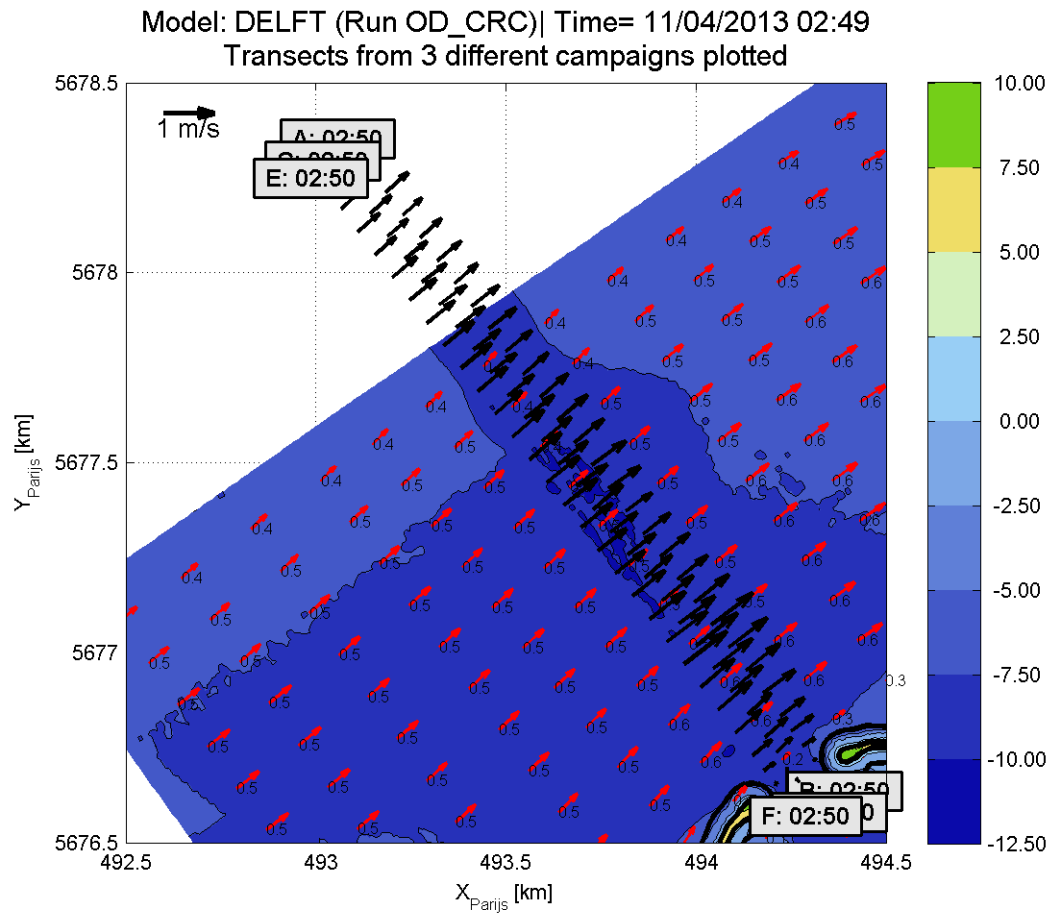
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



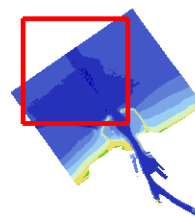
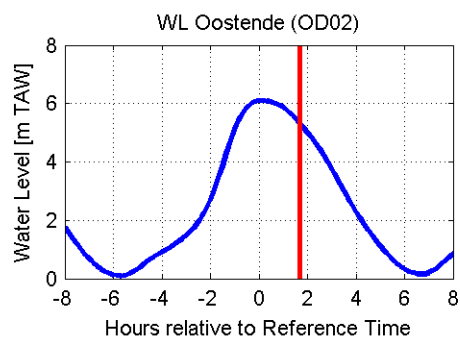
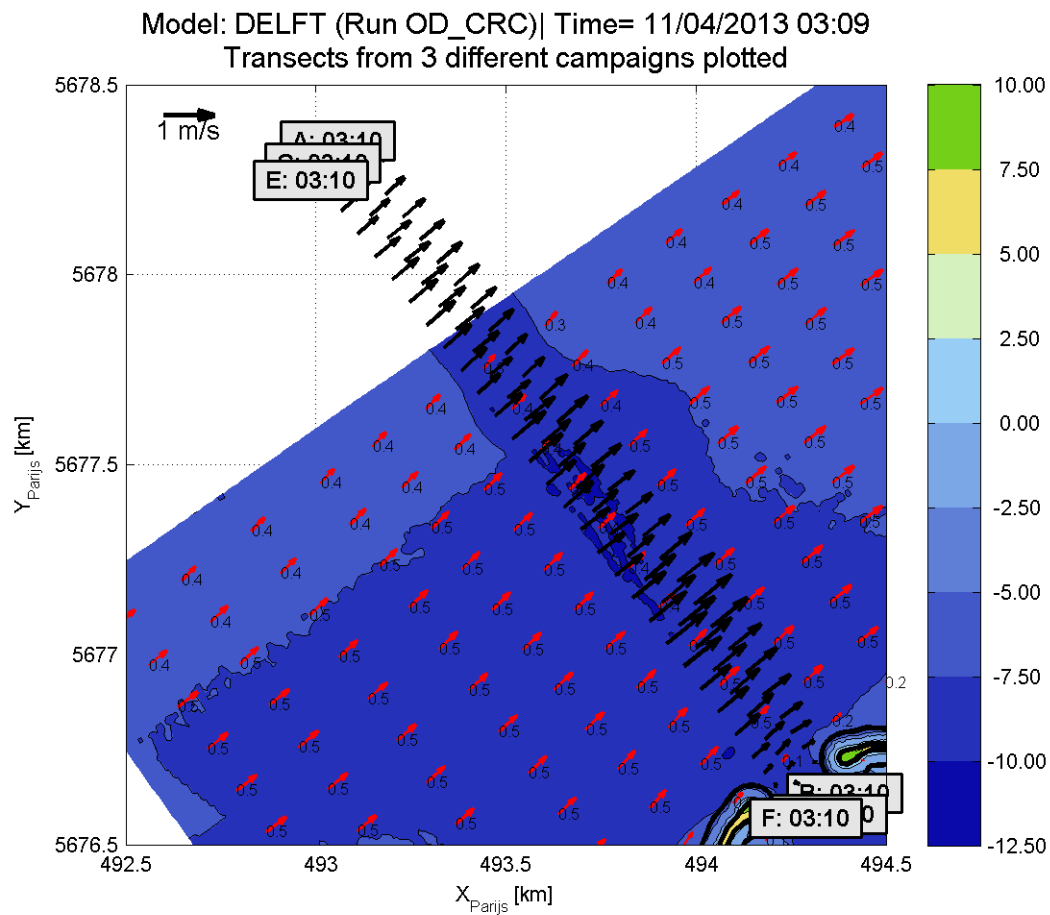
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



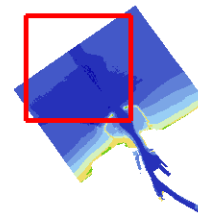
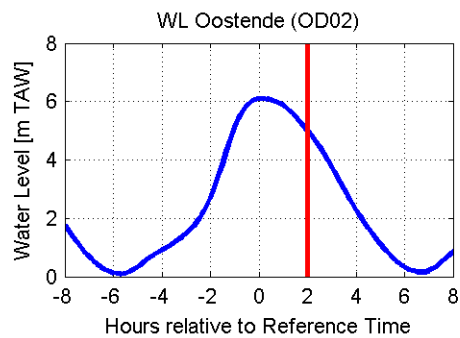
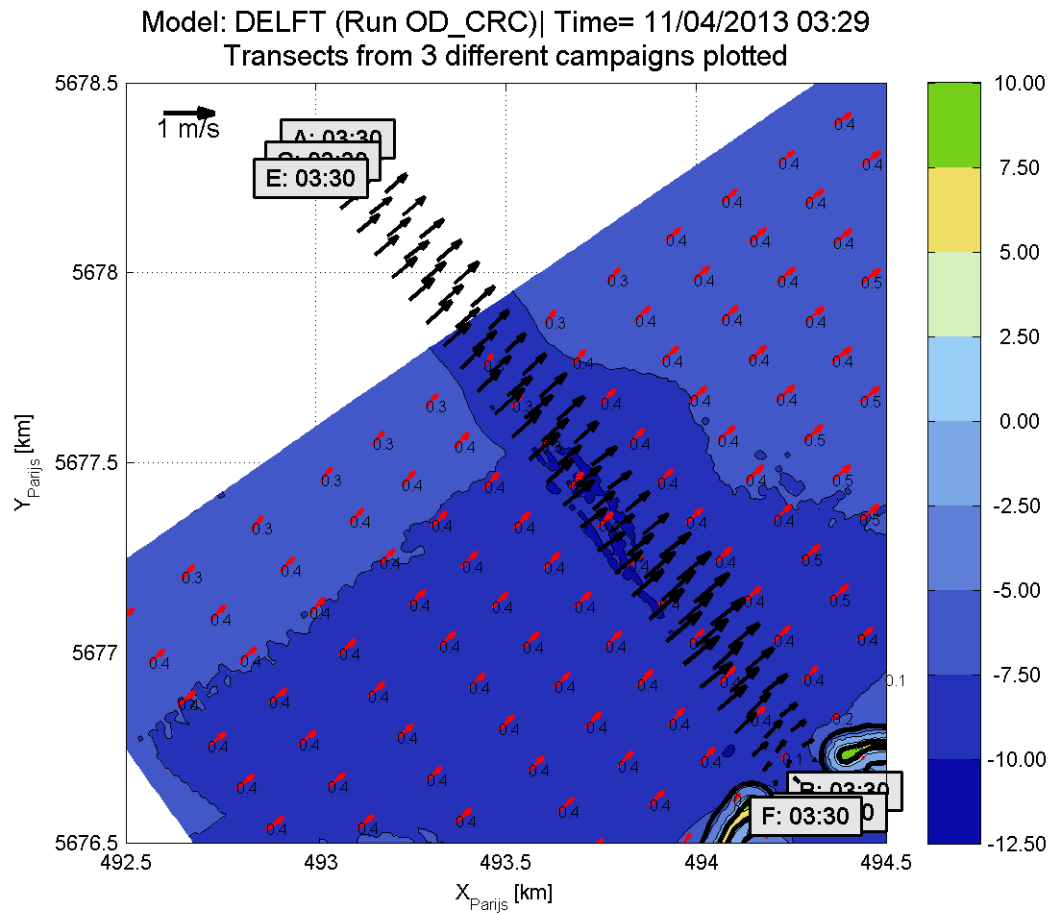
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



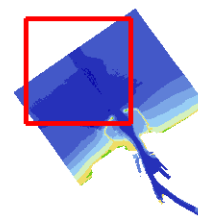
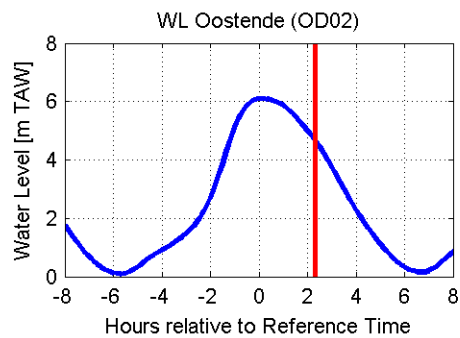
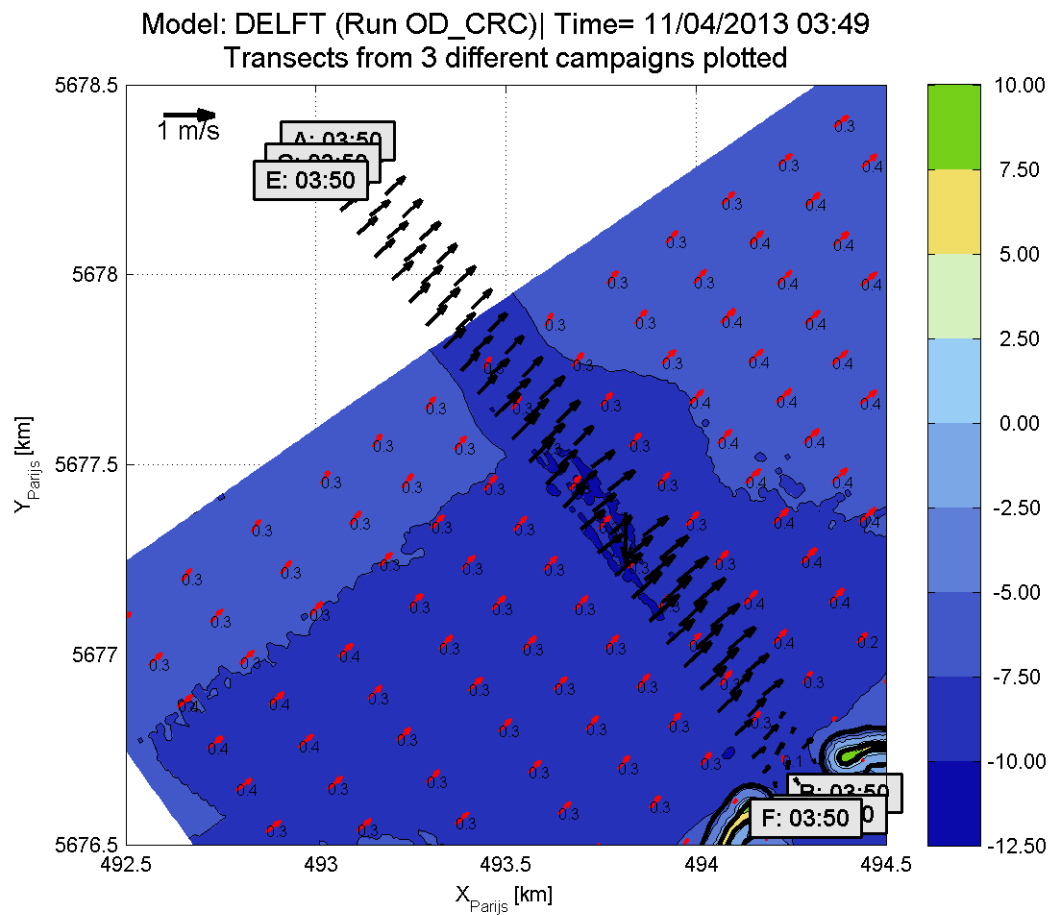
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



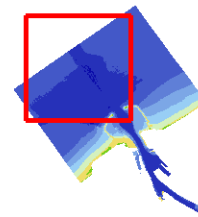
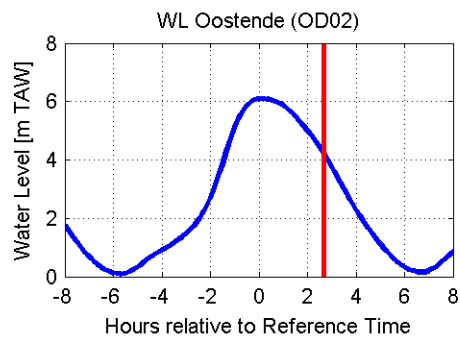
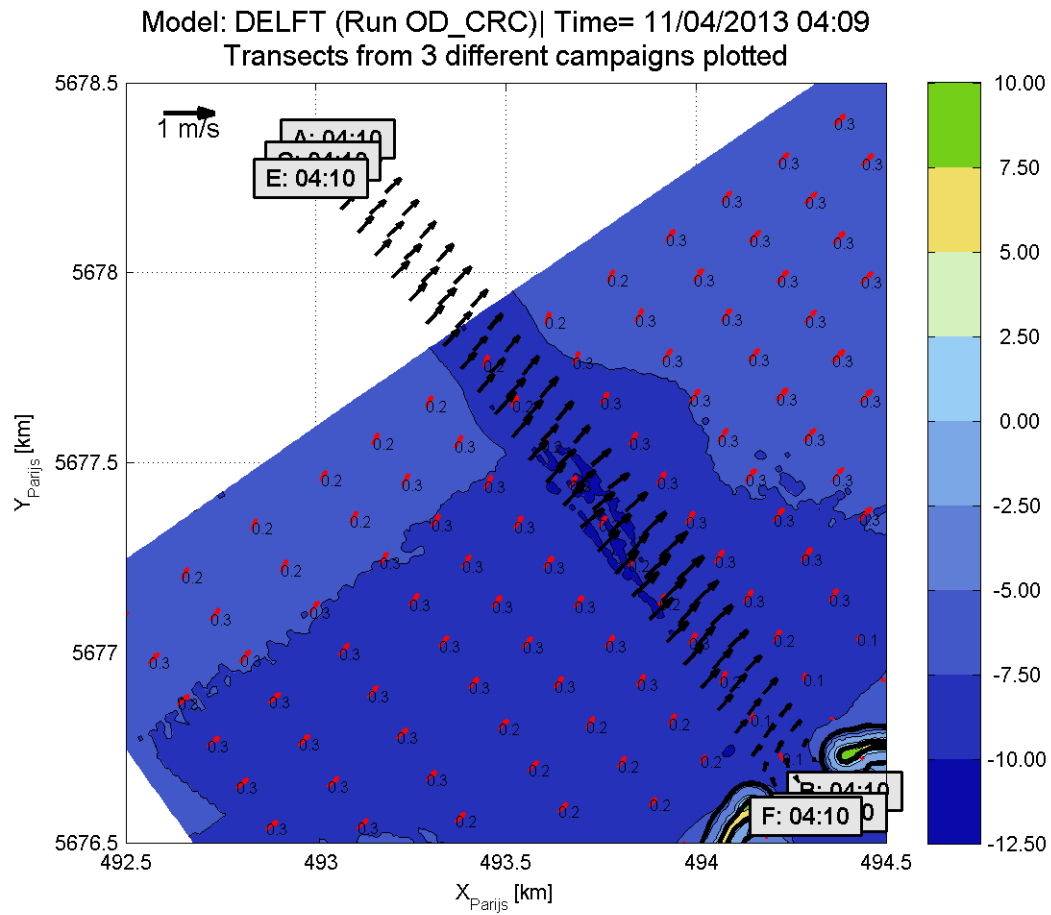
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



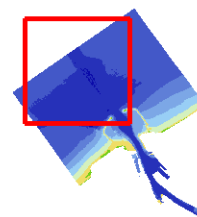
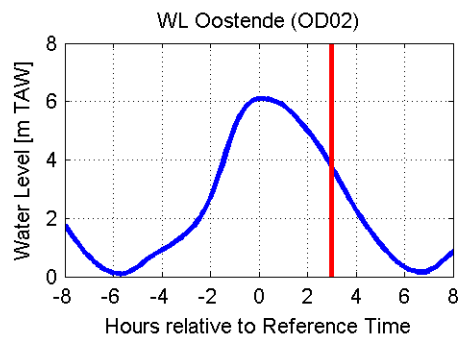
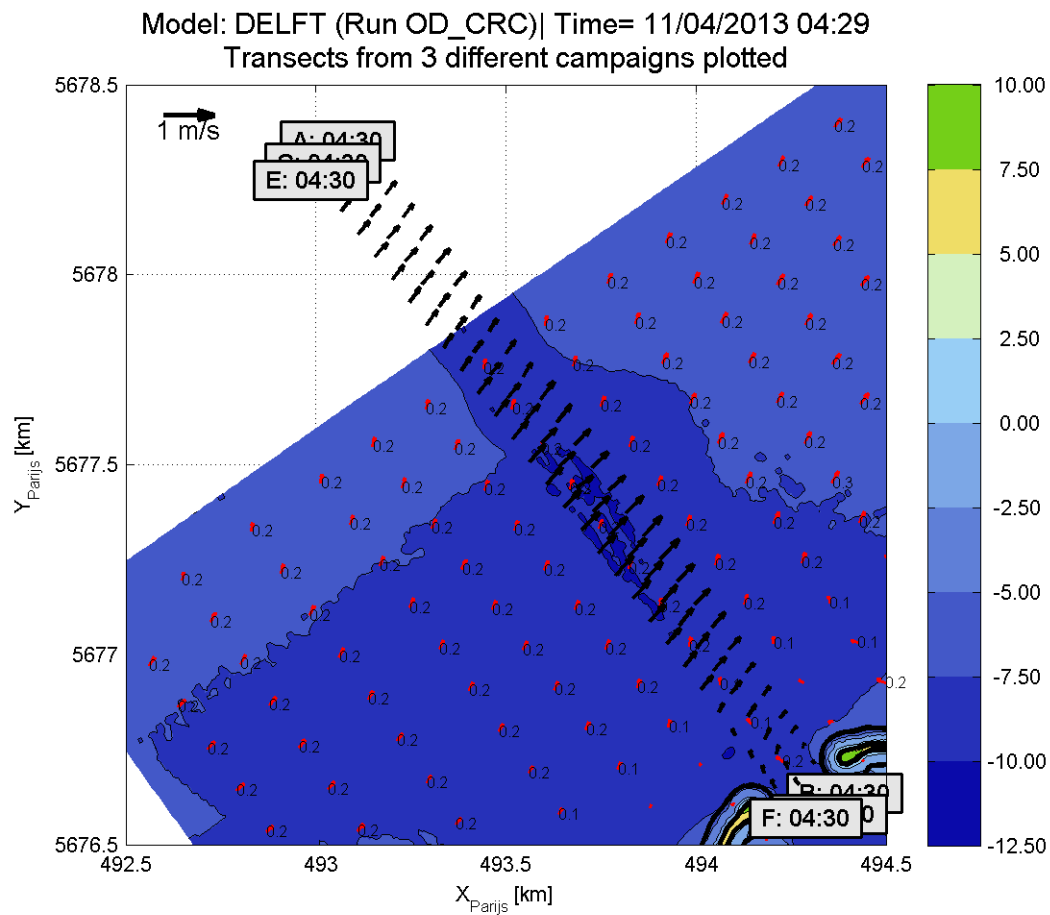
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



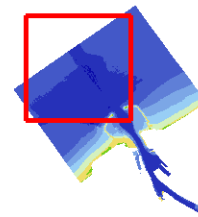
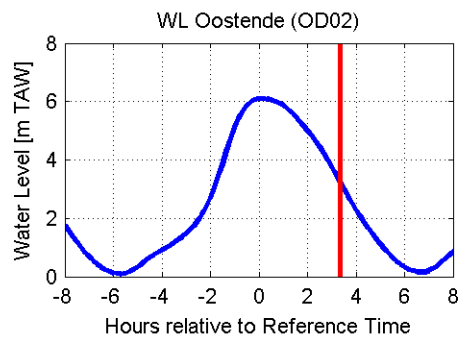
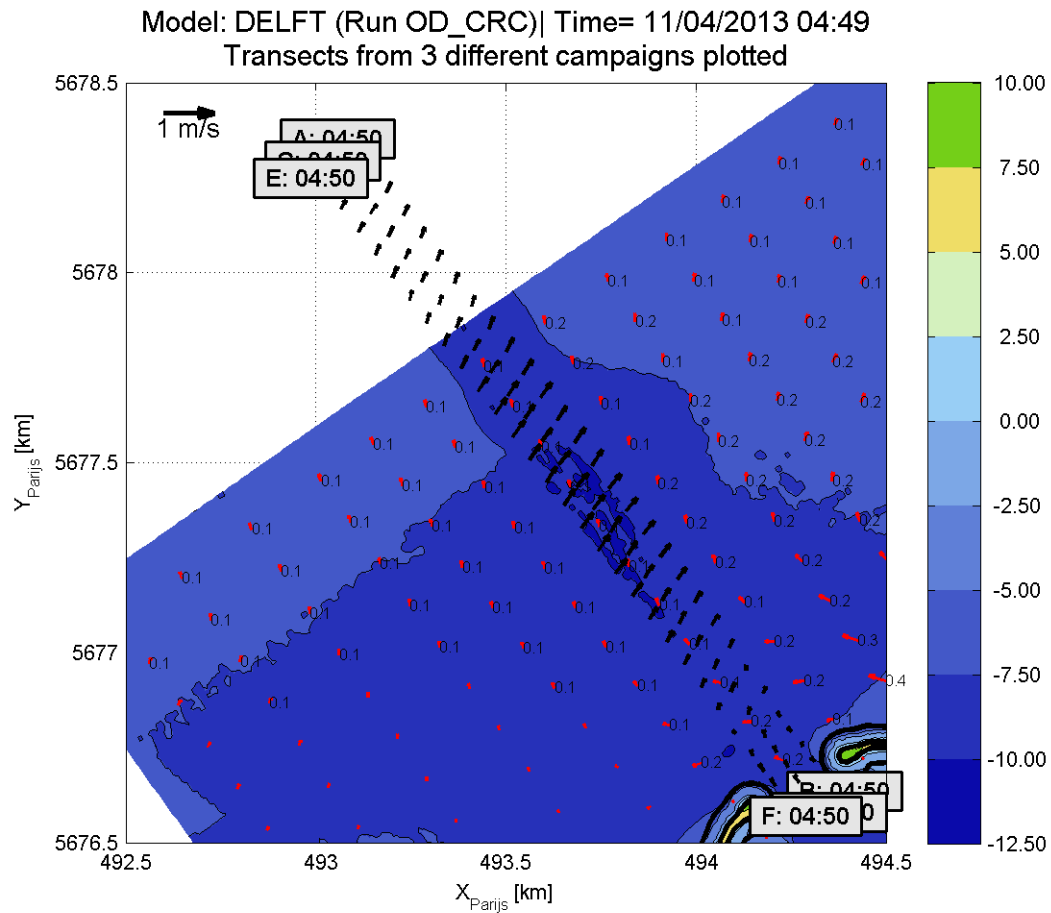
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



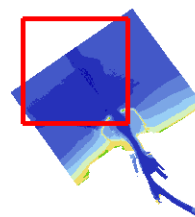
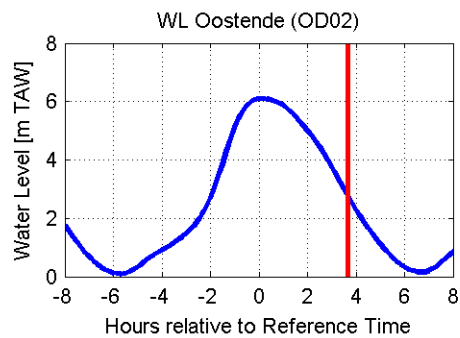
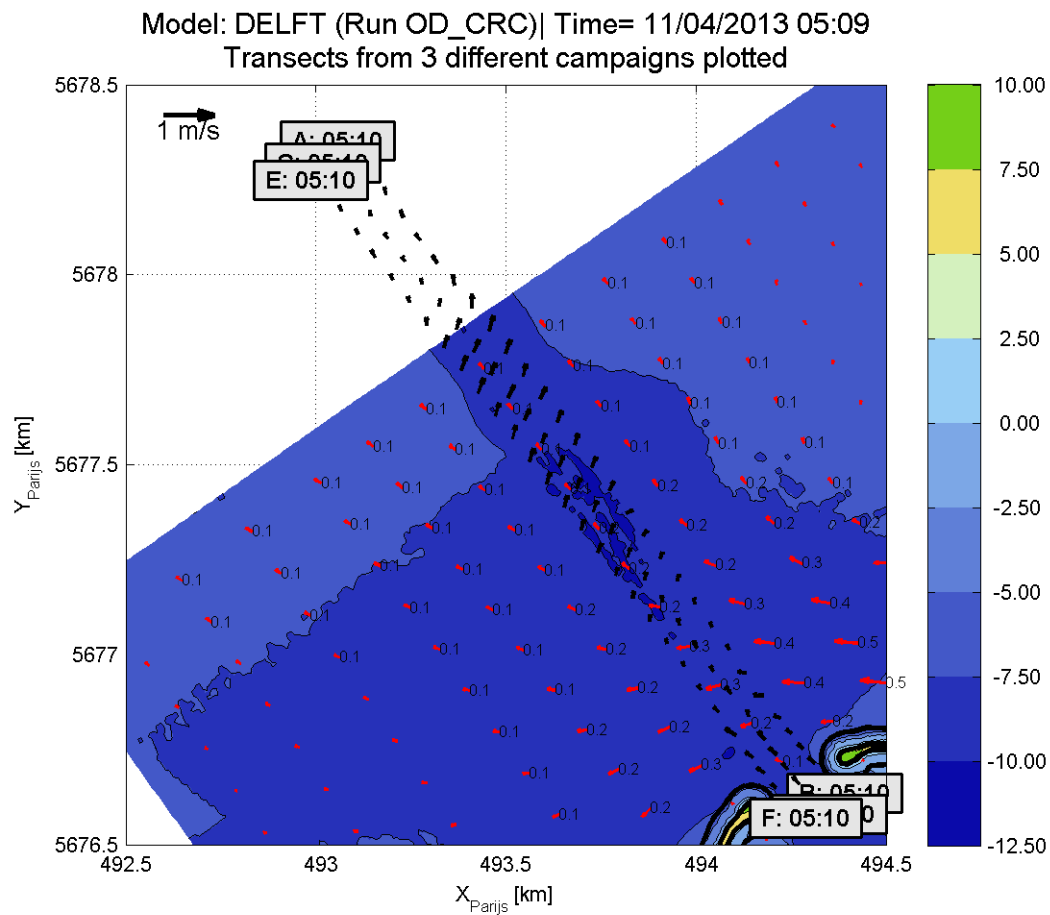
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



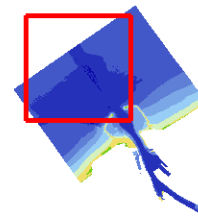
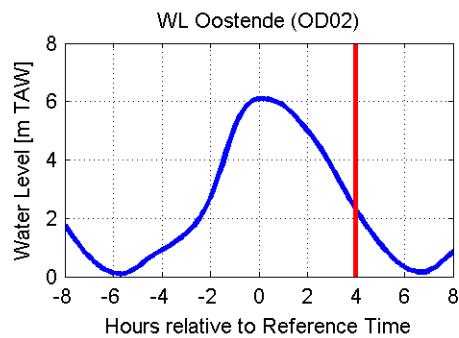
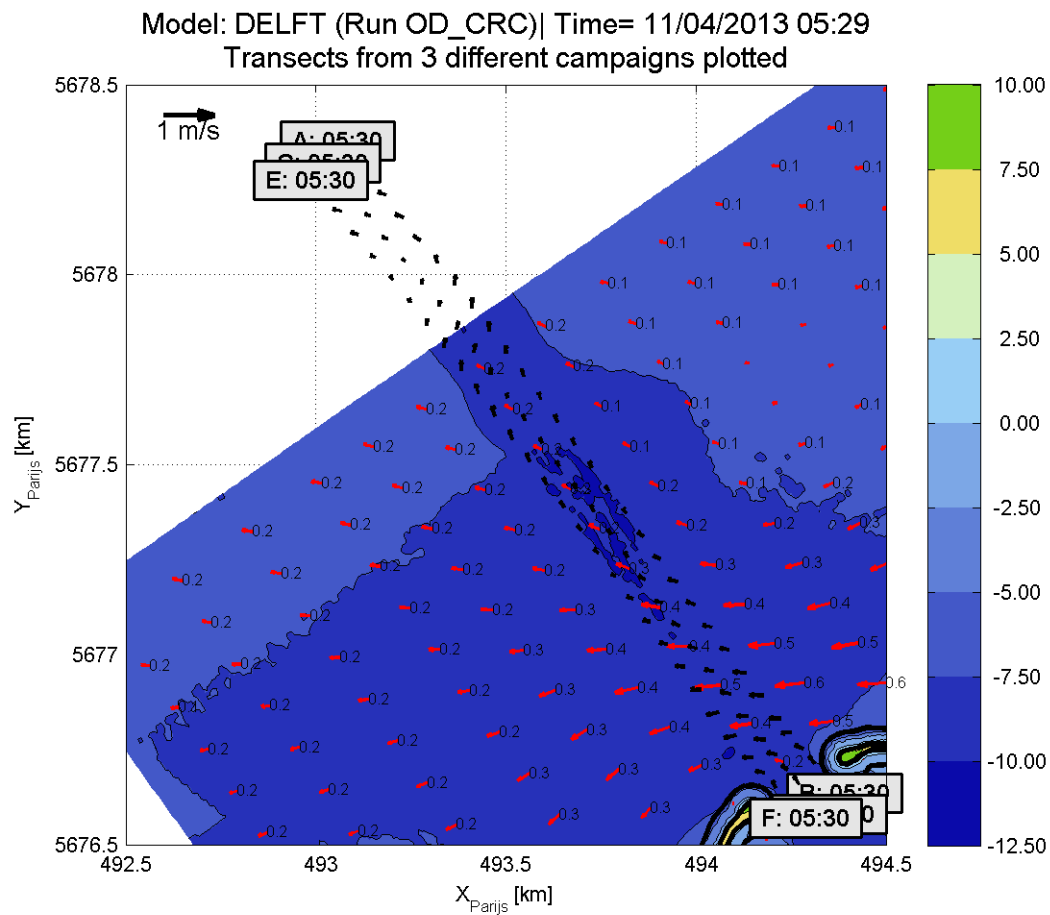
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



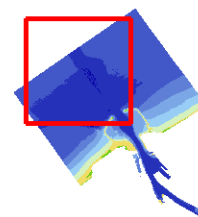
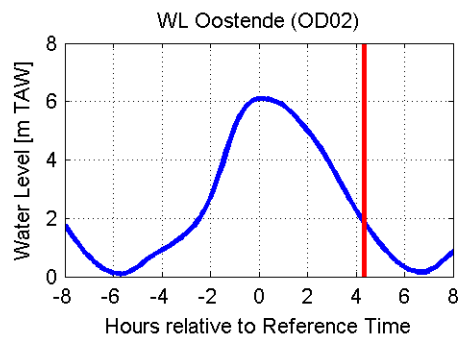
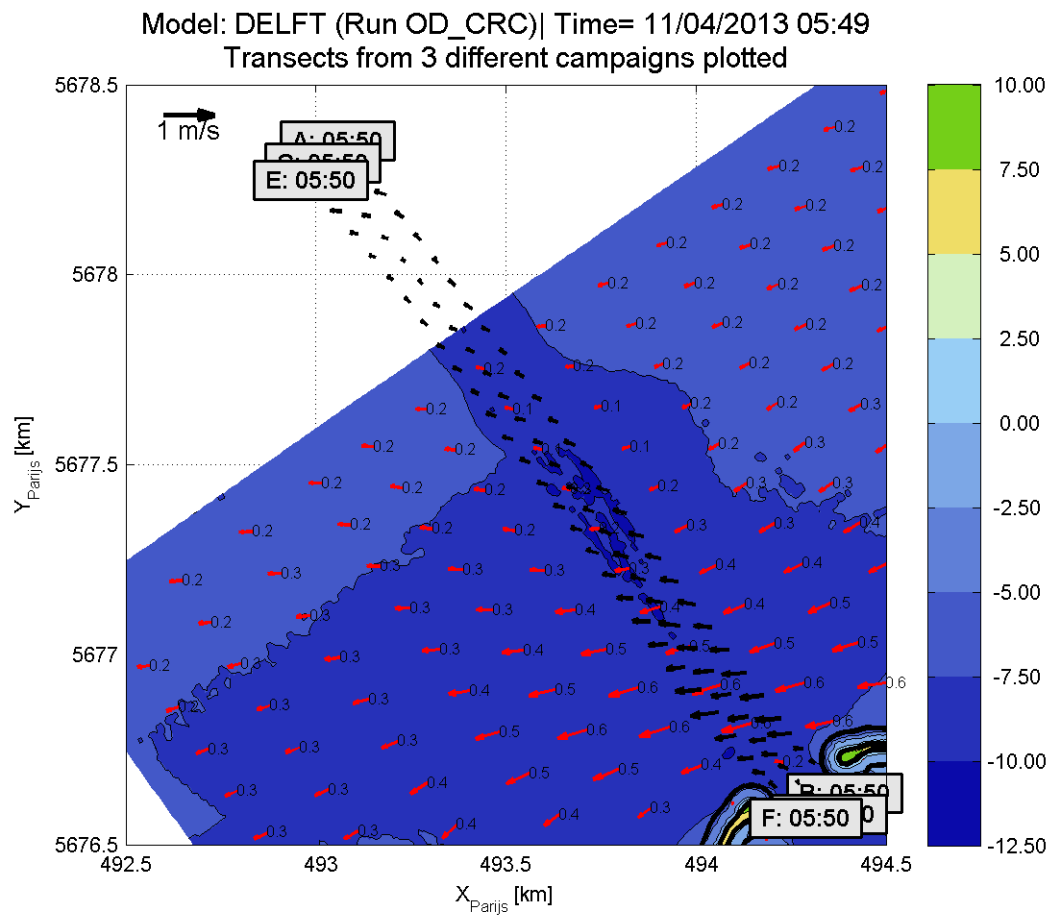
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



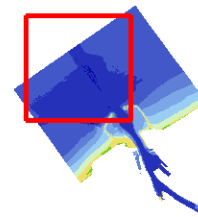
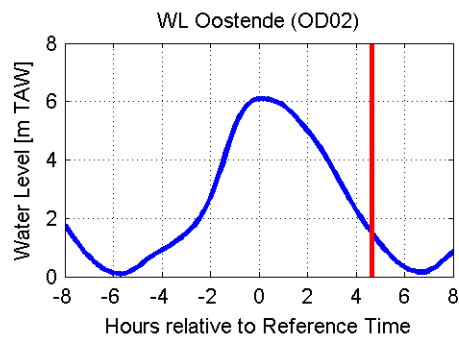
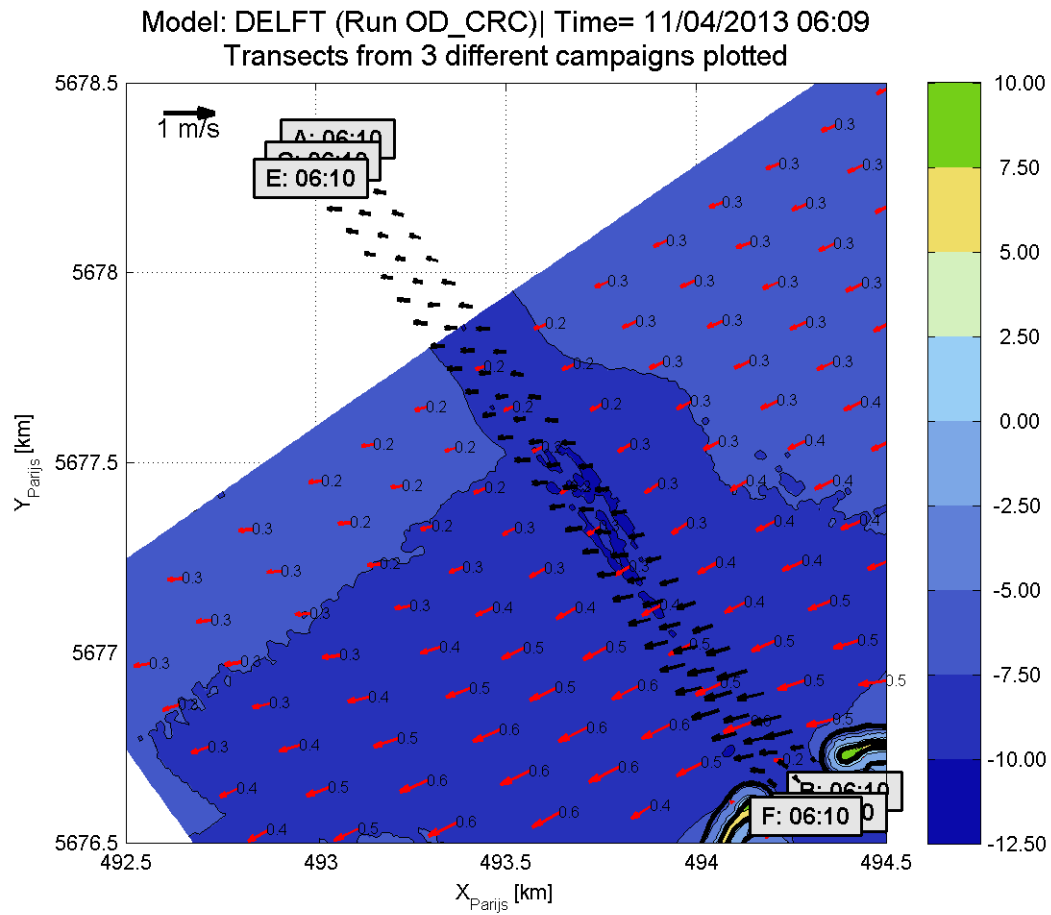
VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



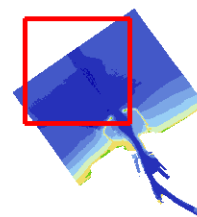
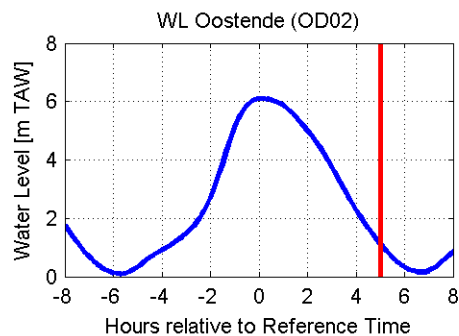
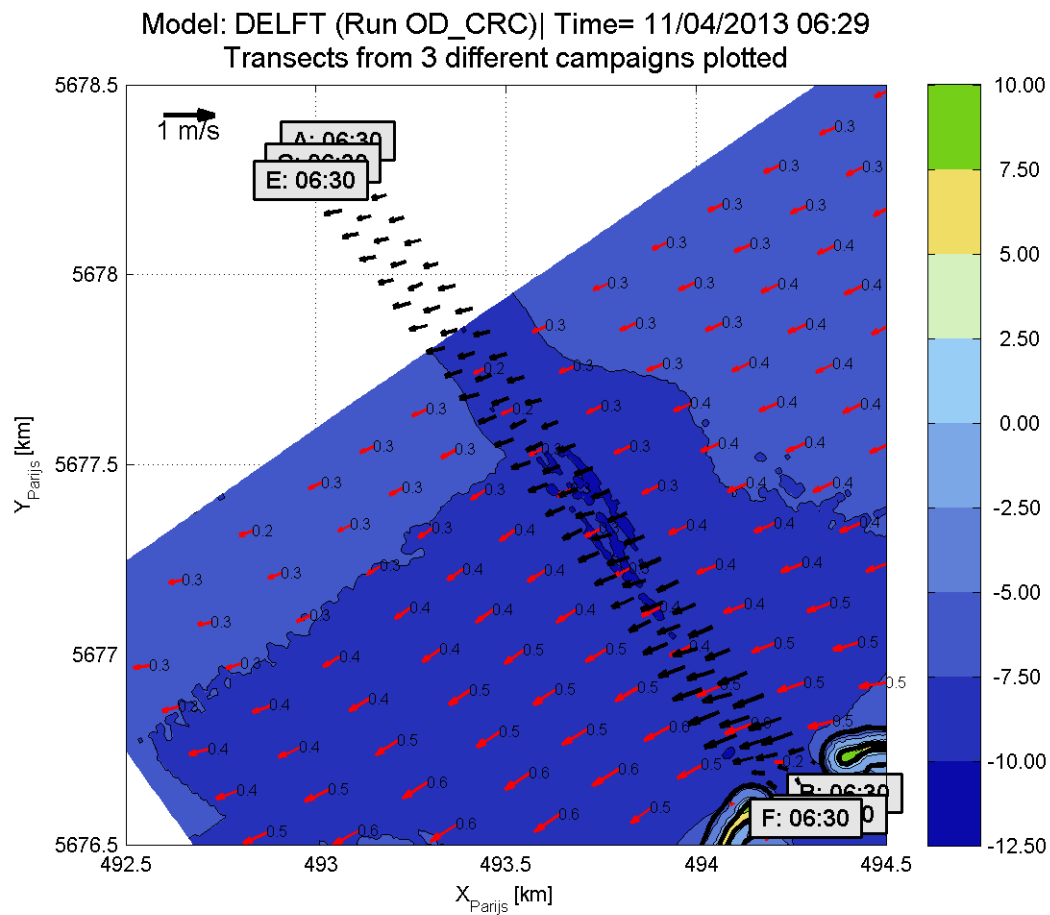
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



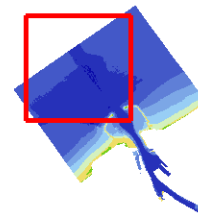
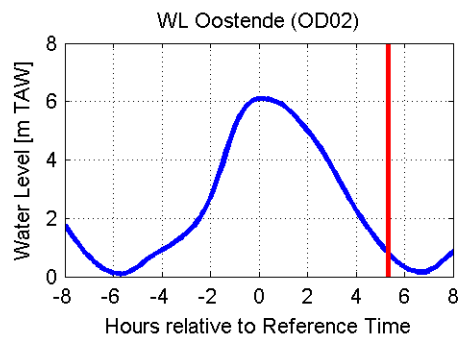
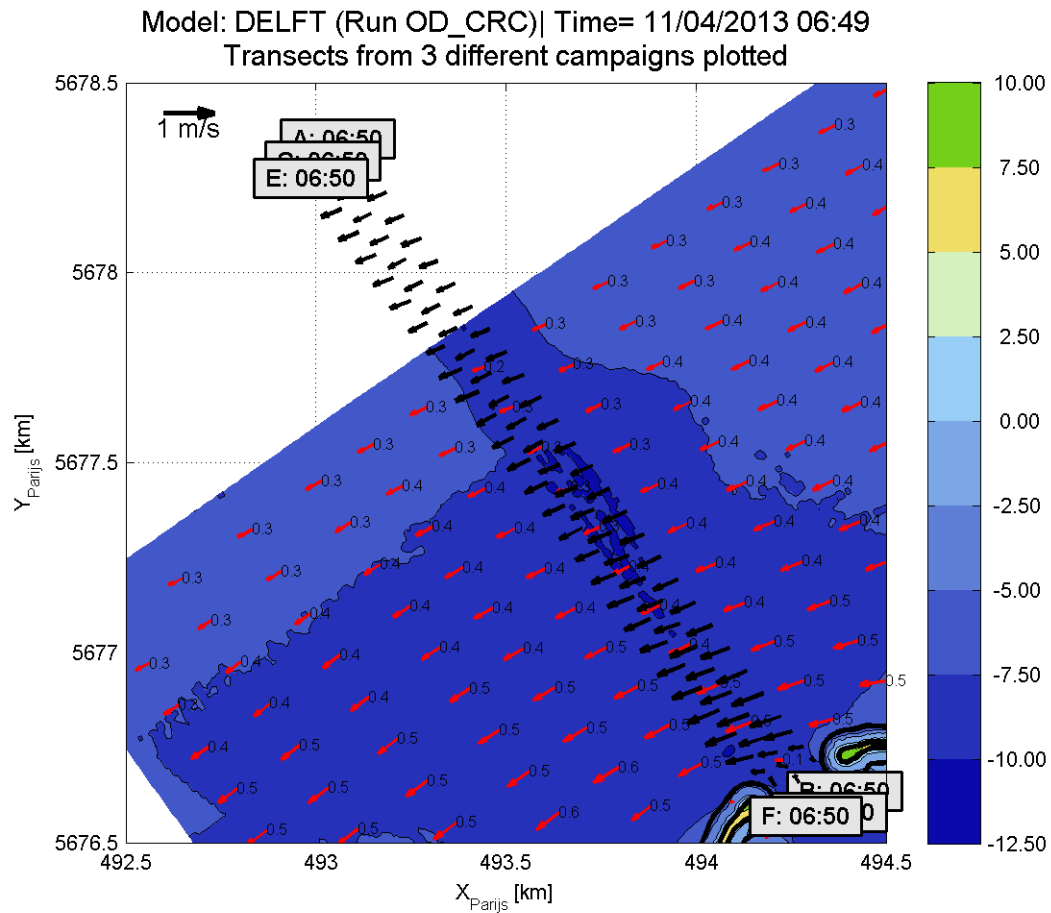
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



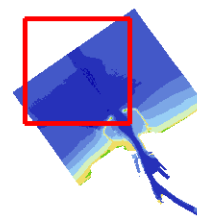
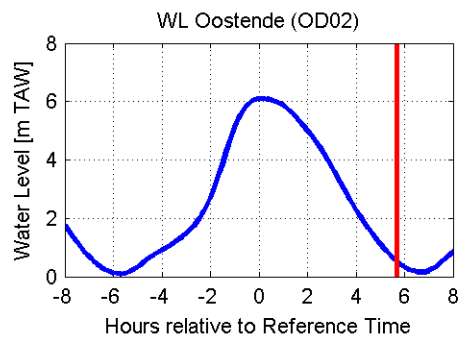
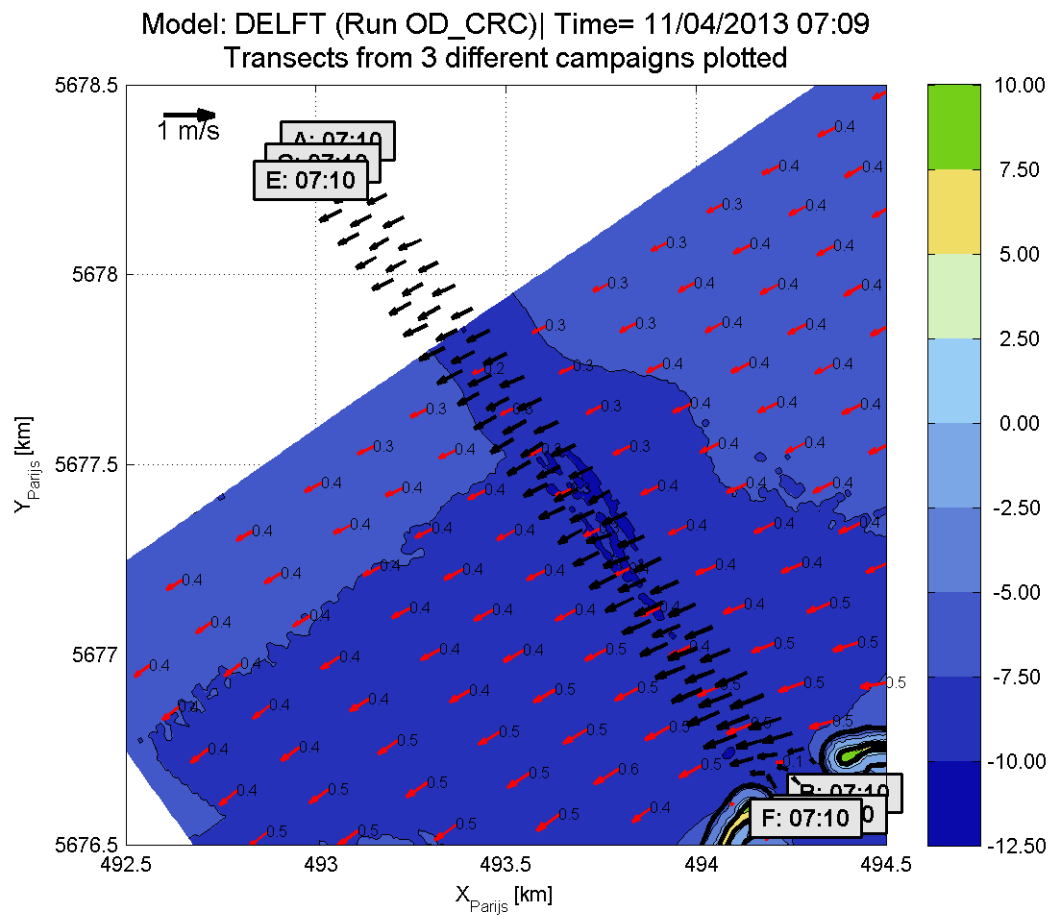
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



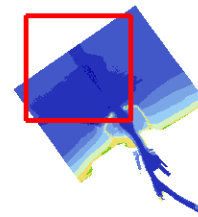
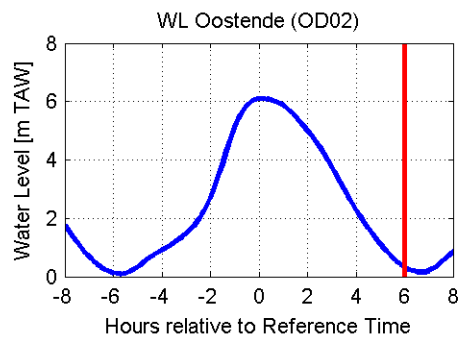
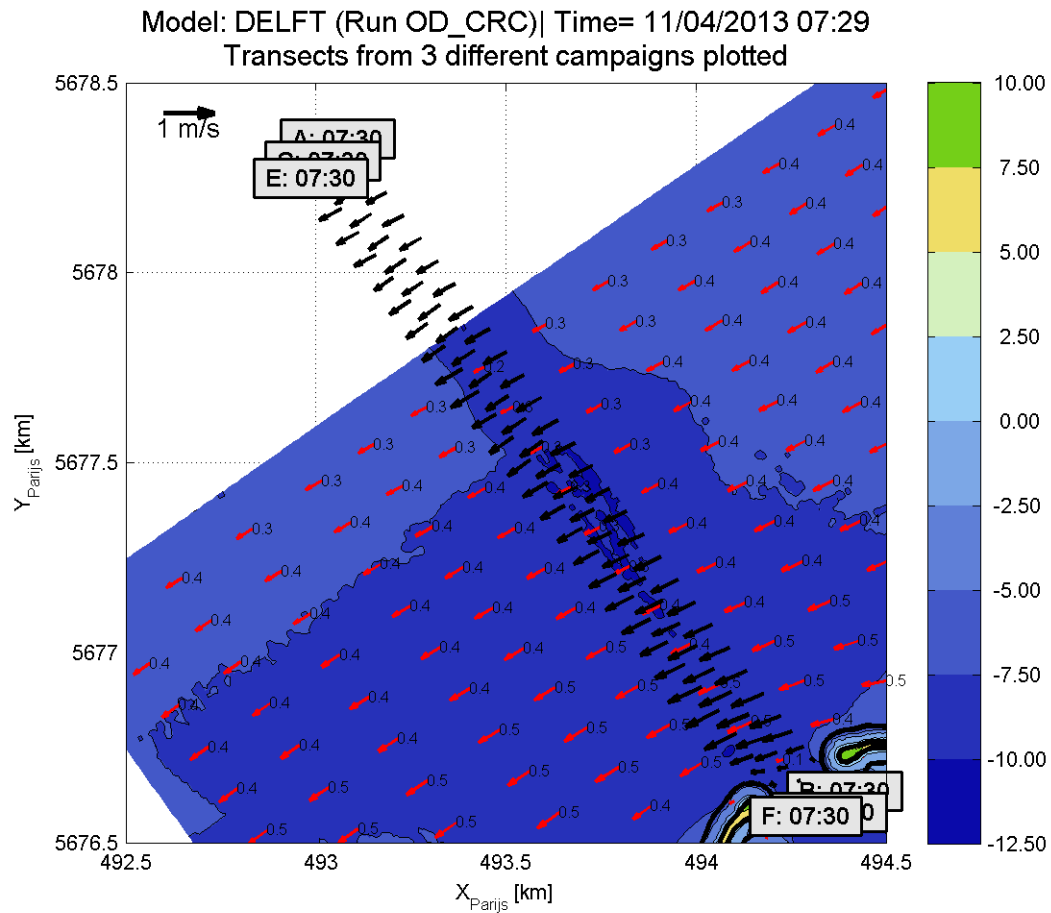
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



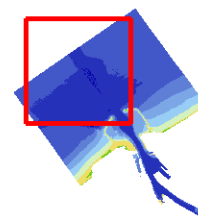
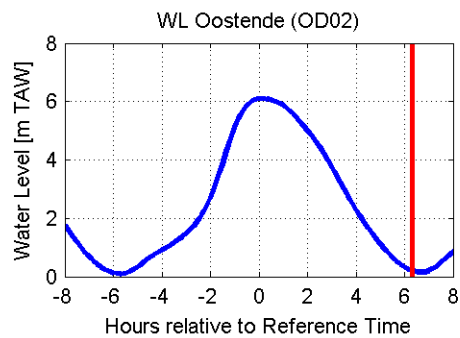
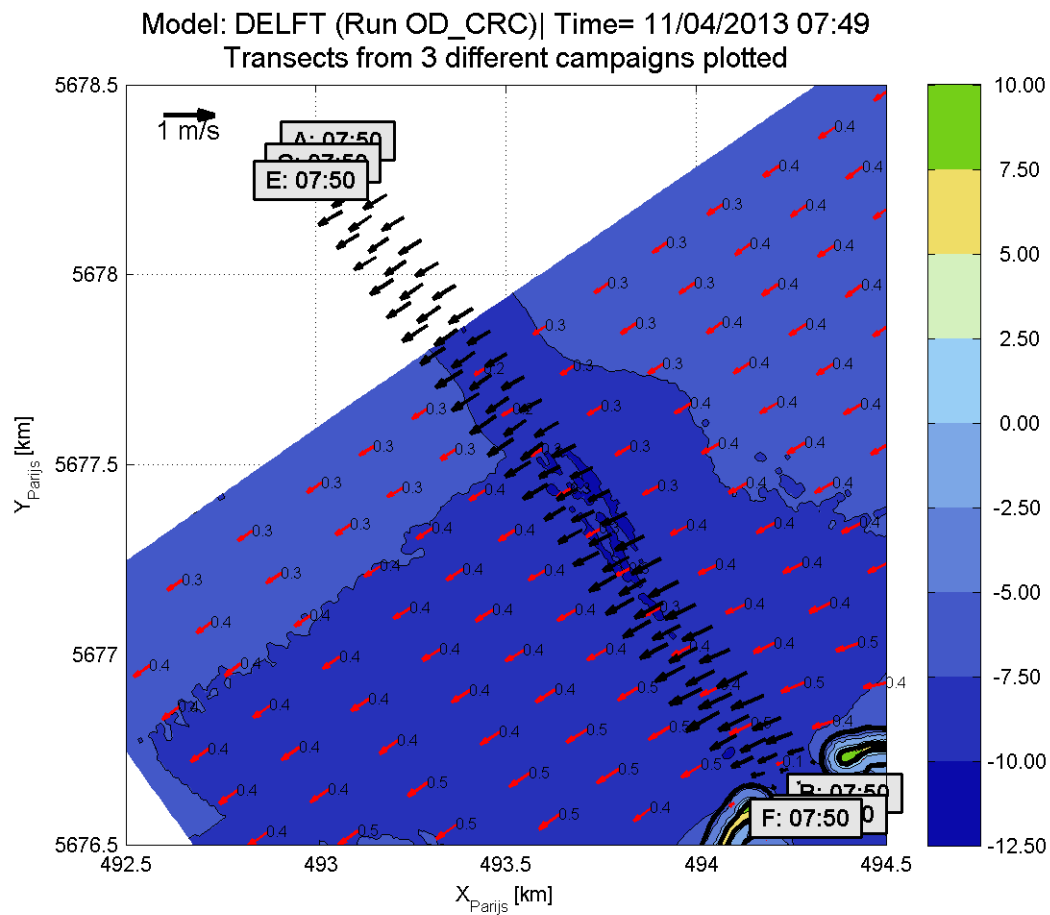
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



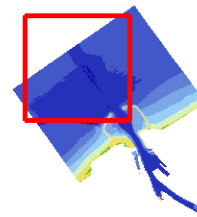
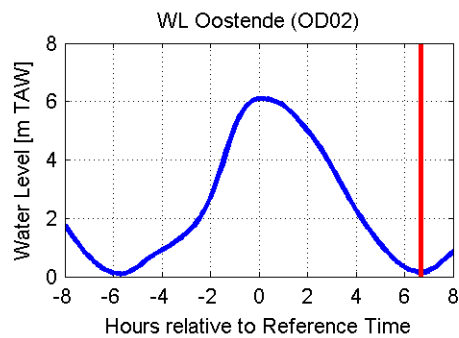
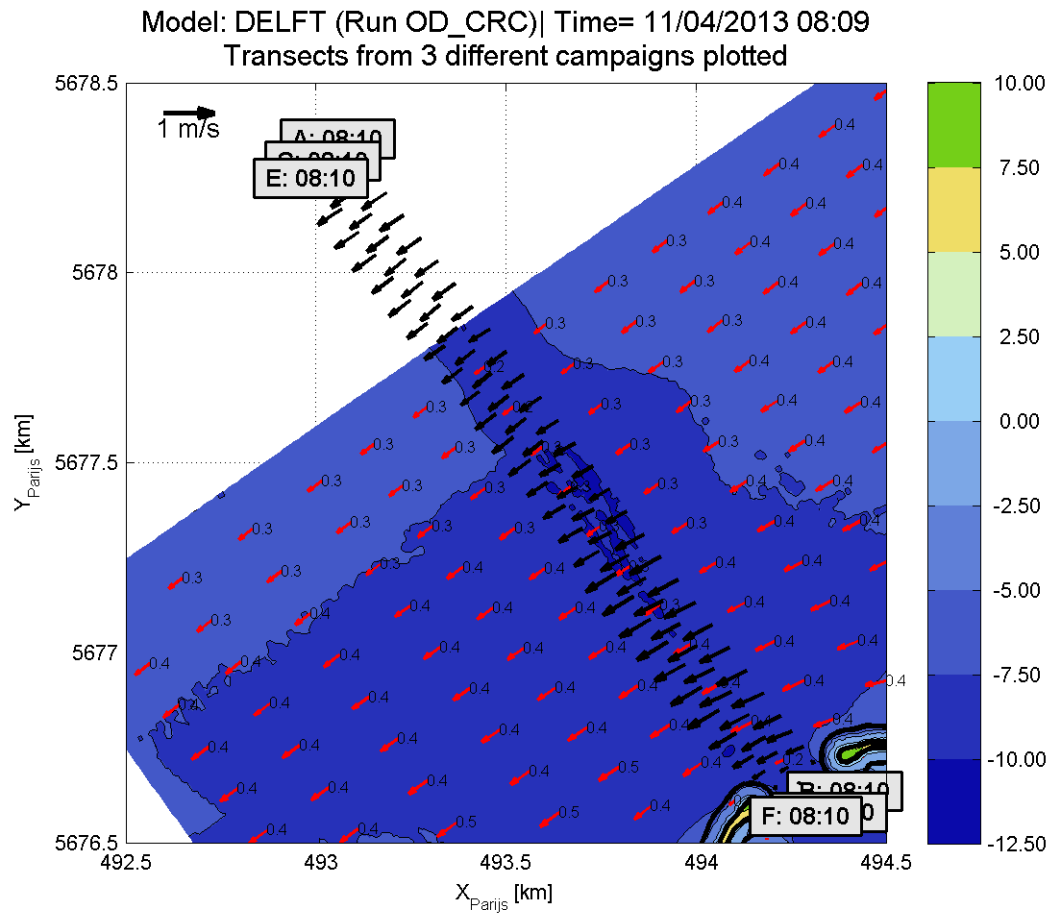
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



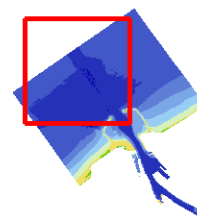
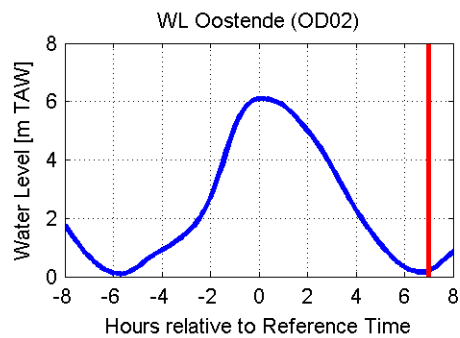
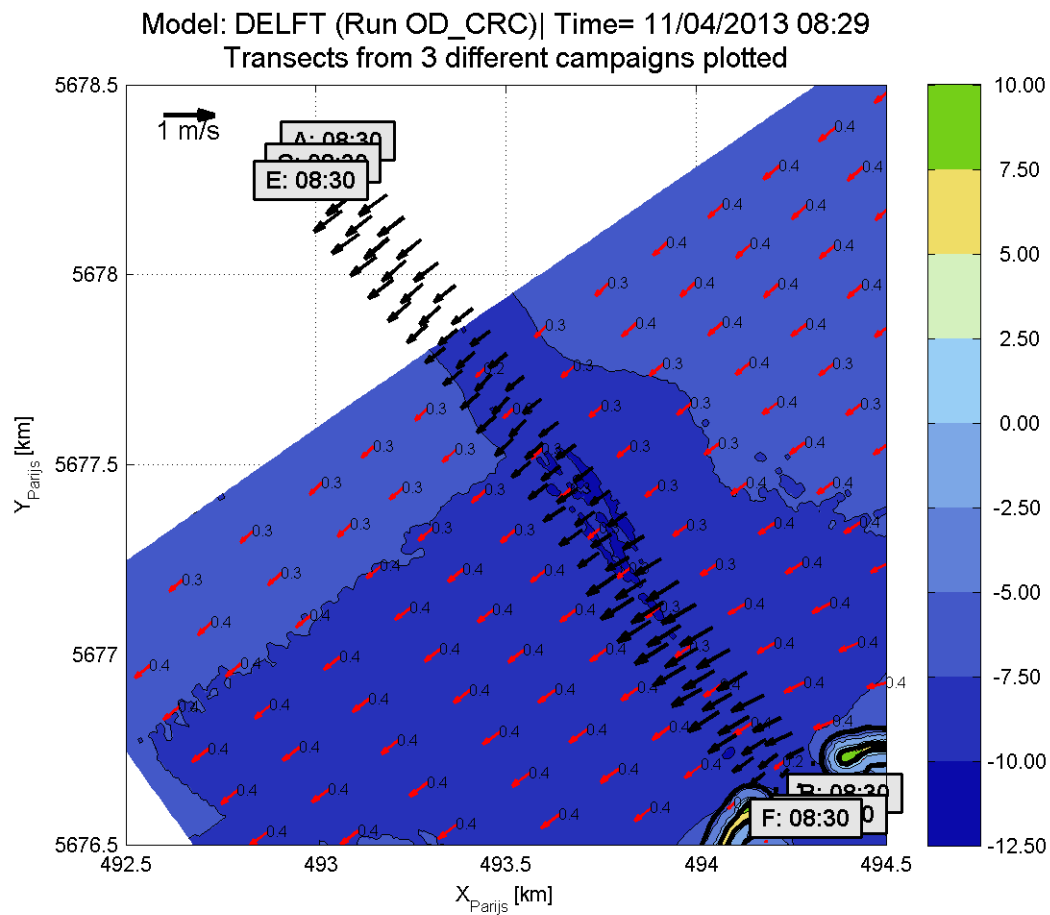
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



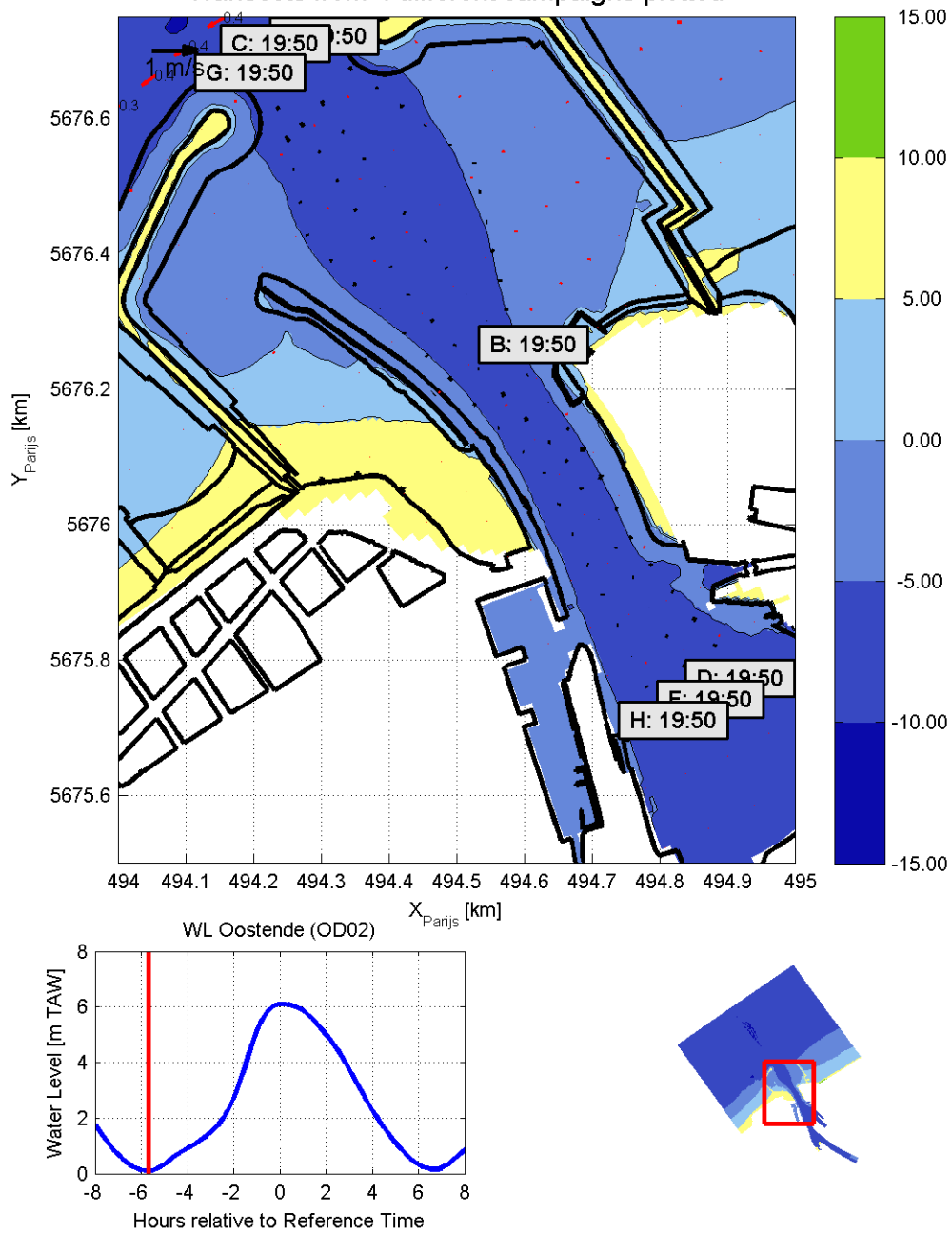
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

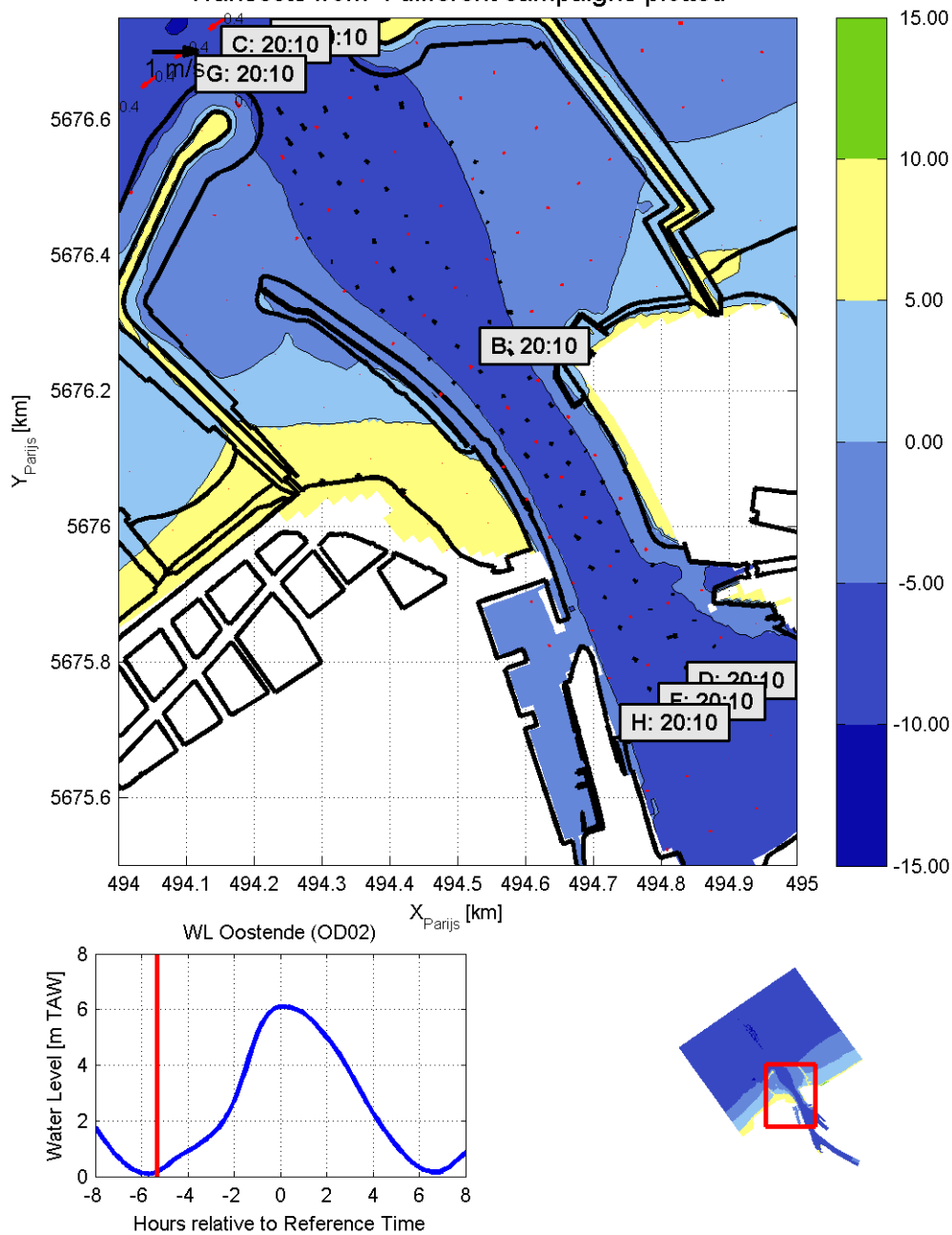
Binnengaats

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 19:49
Transects from 4 different campaigns plotted



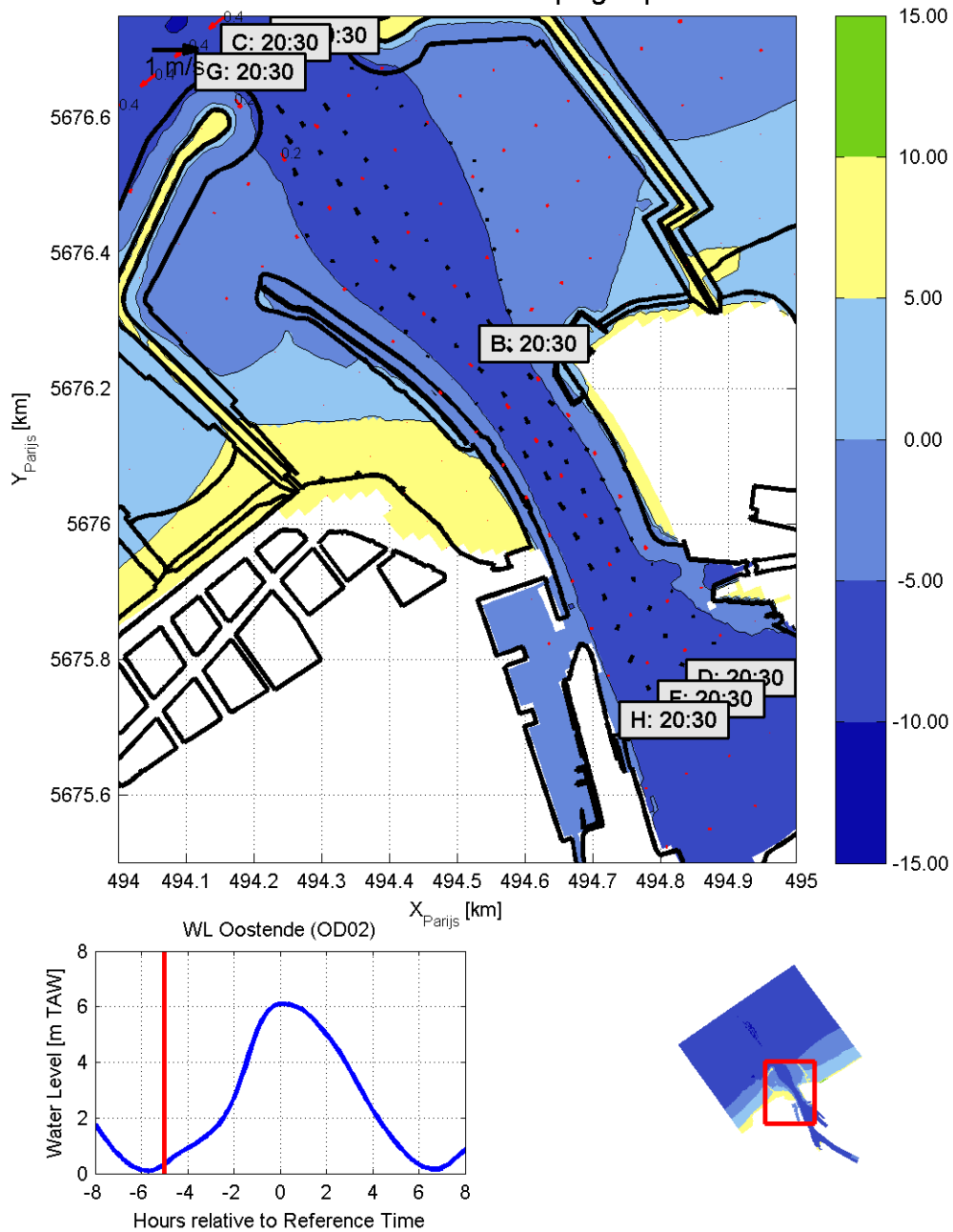
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 20:09
Transects from 4 different campaigns plotted



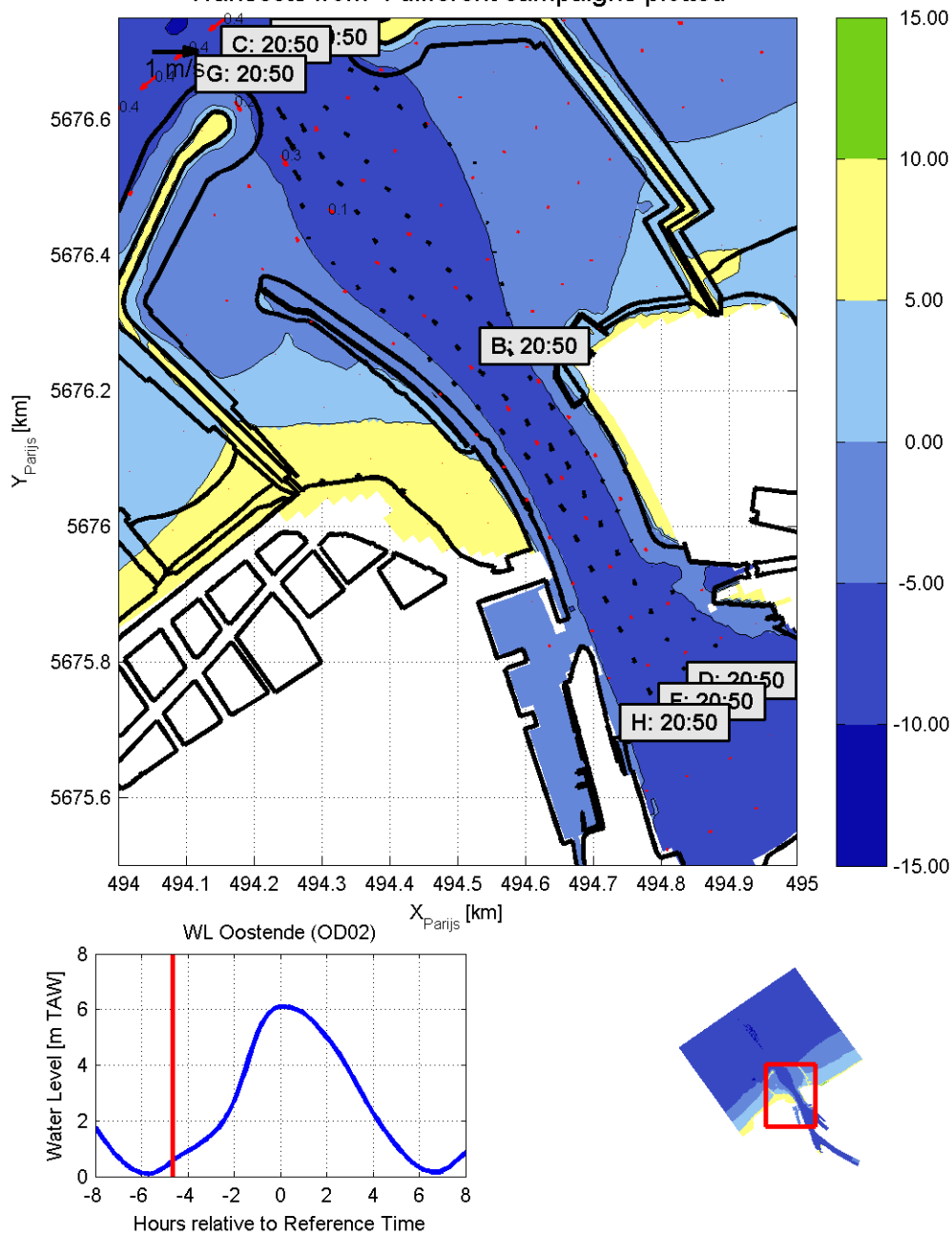
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 20:29
Transects from 4 different campaigns plotted



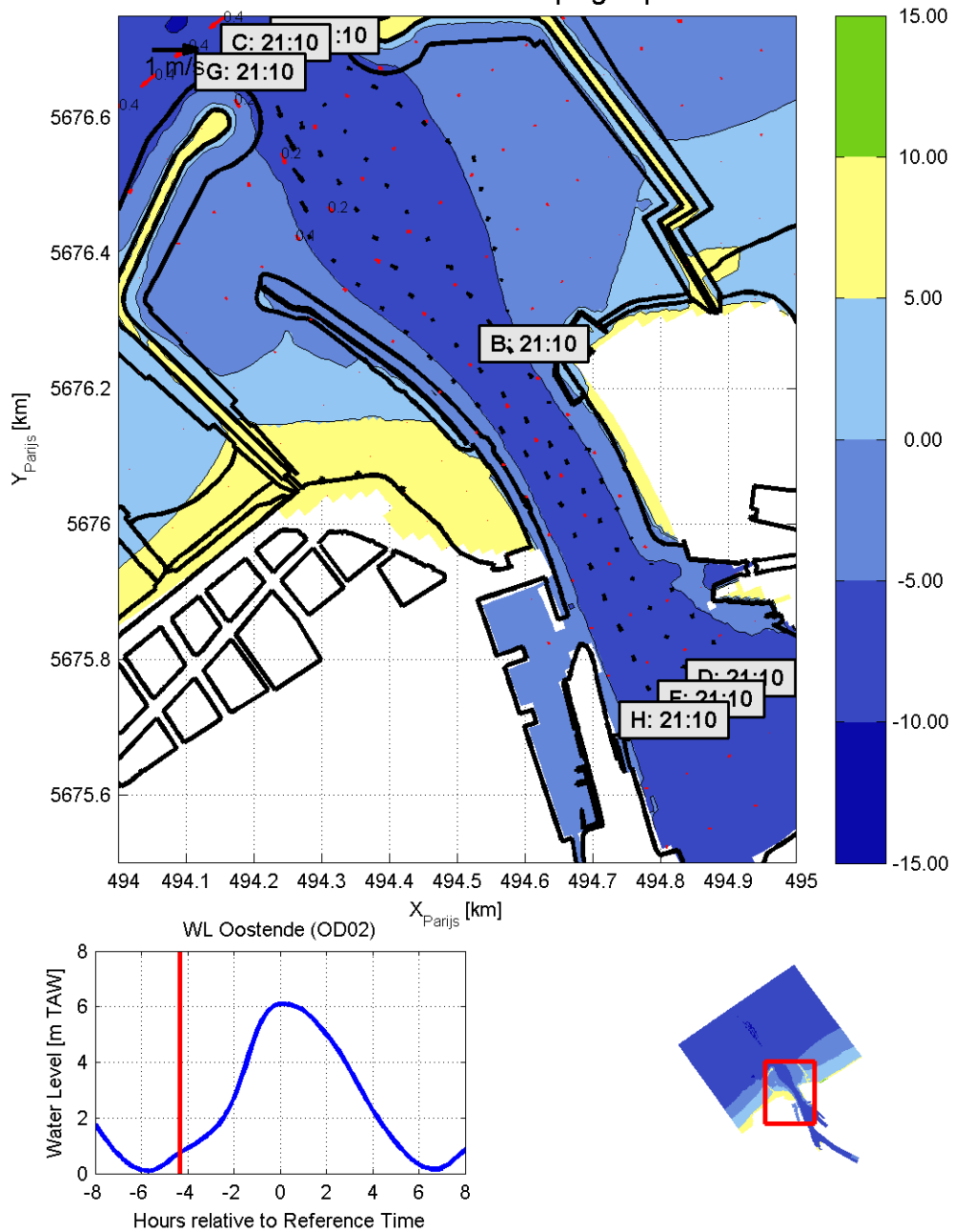
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 20:49
Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

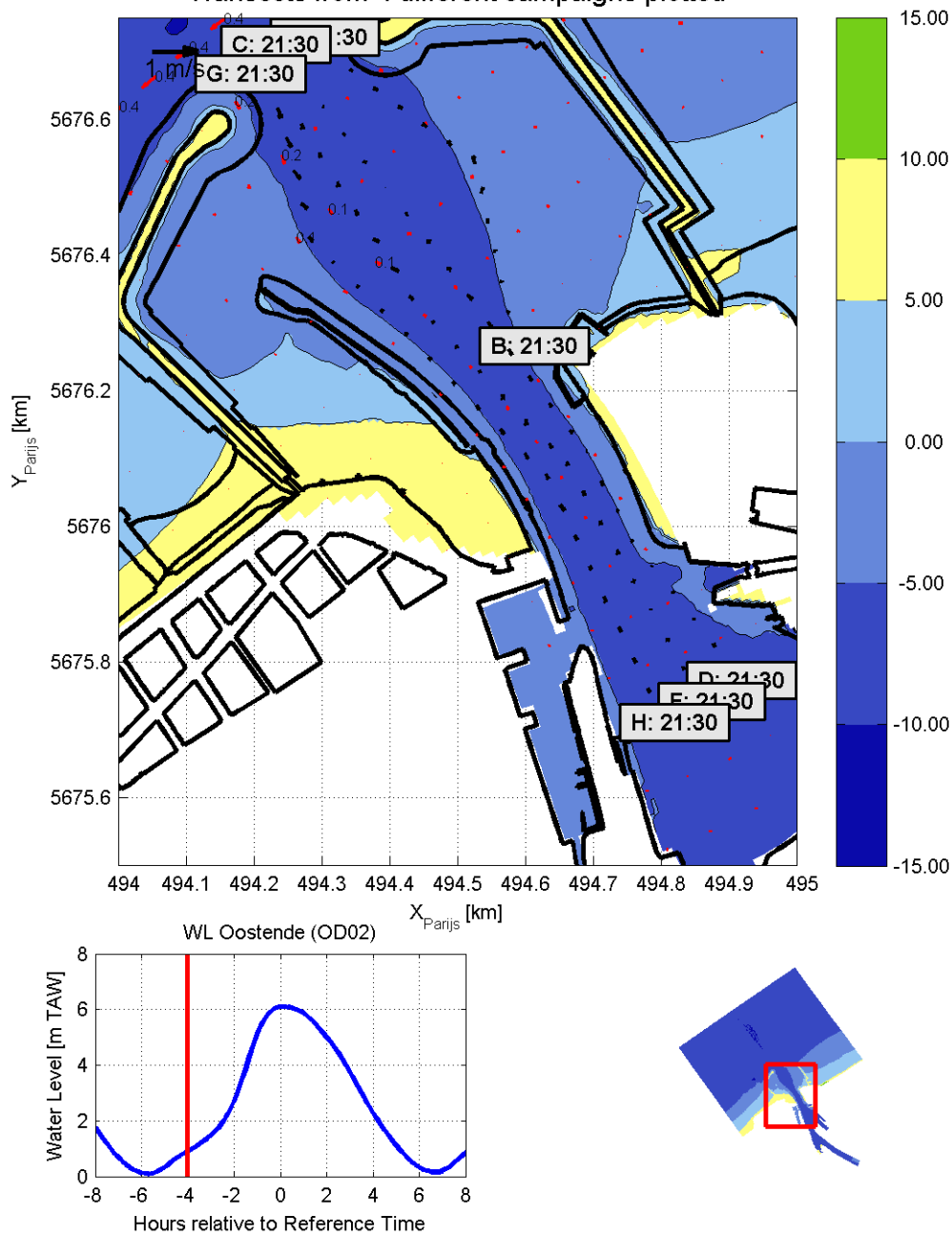
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 21:09
Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

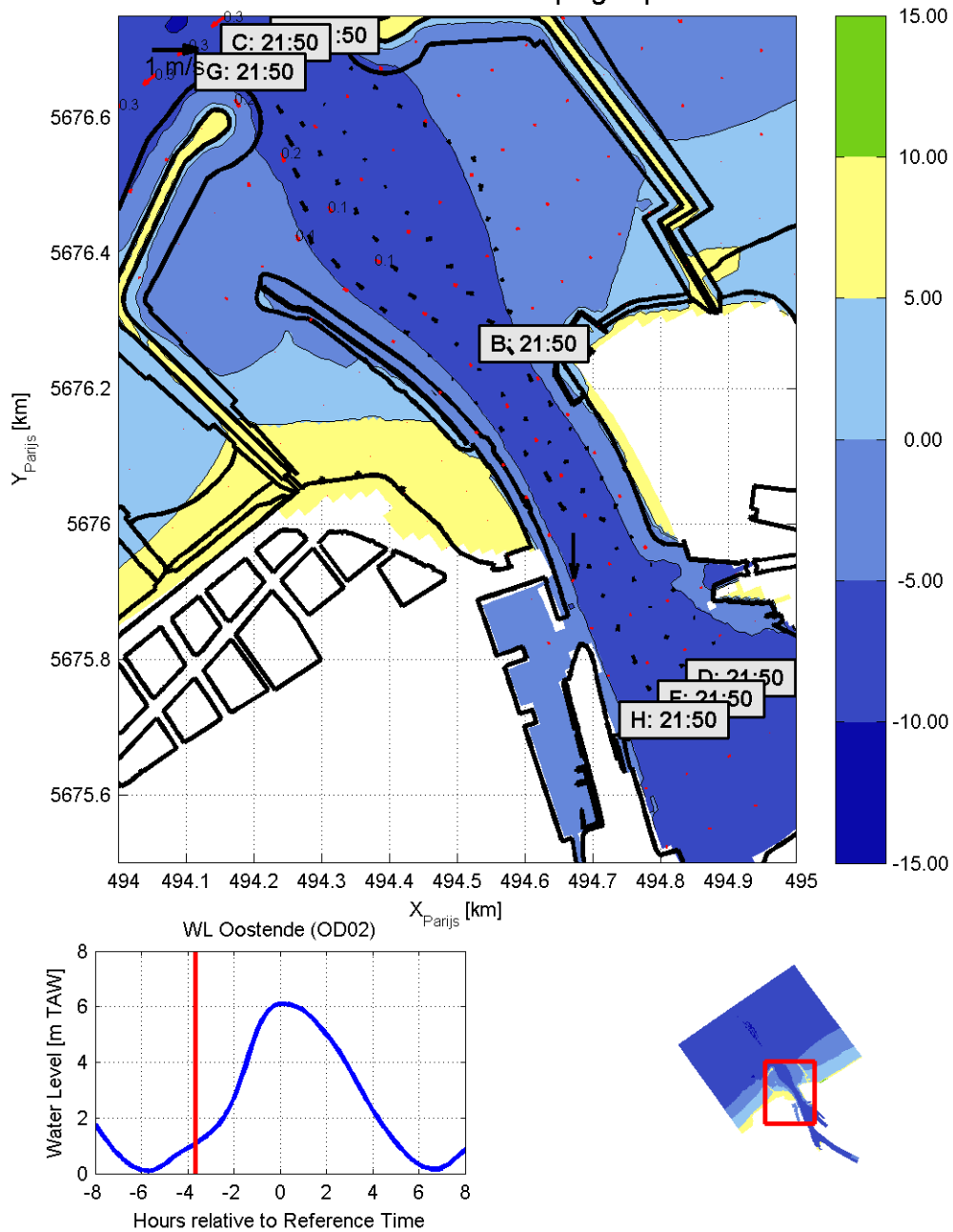
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 21:29

Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

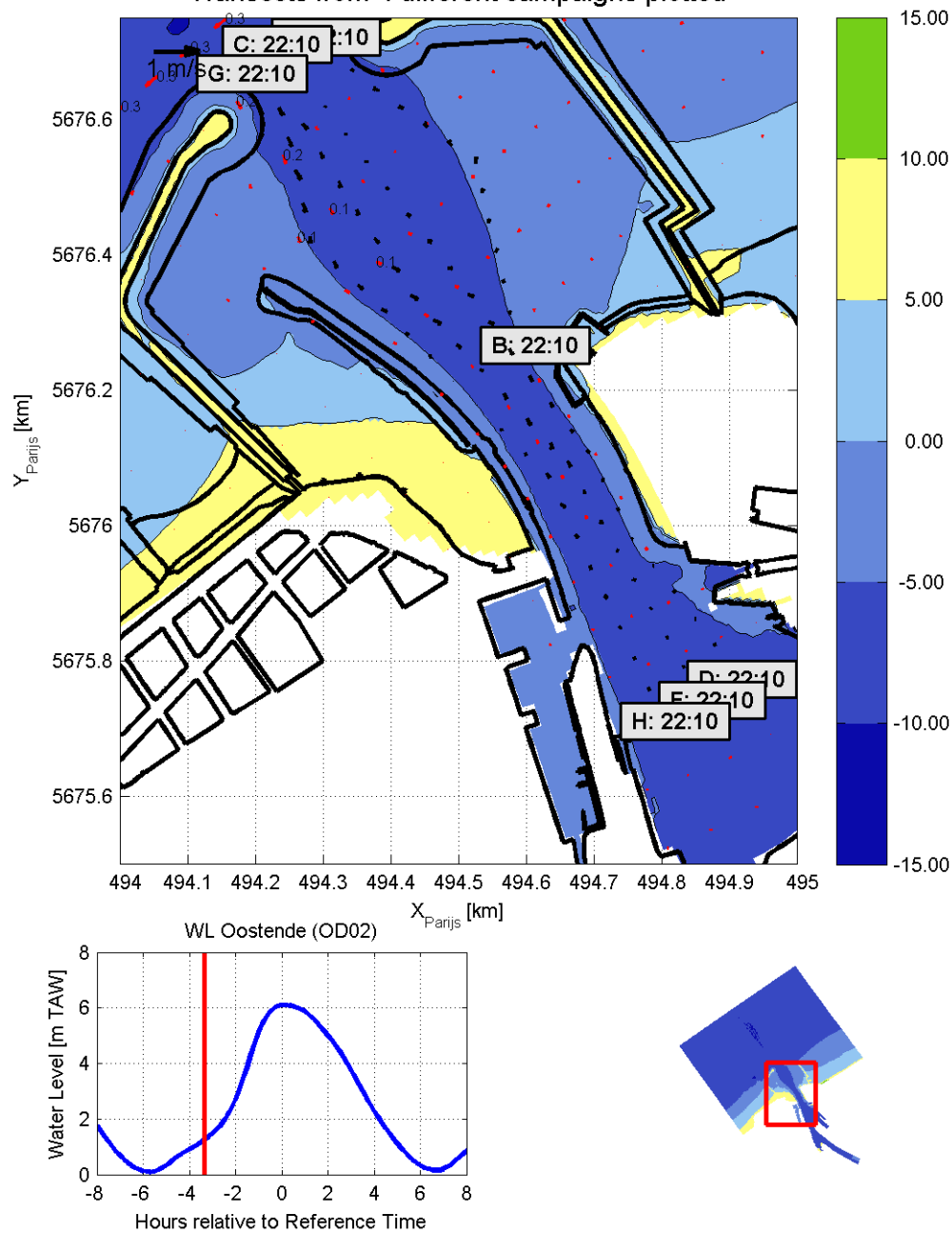
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 21:49
Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

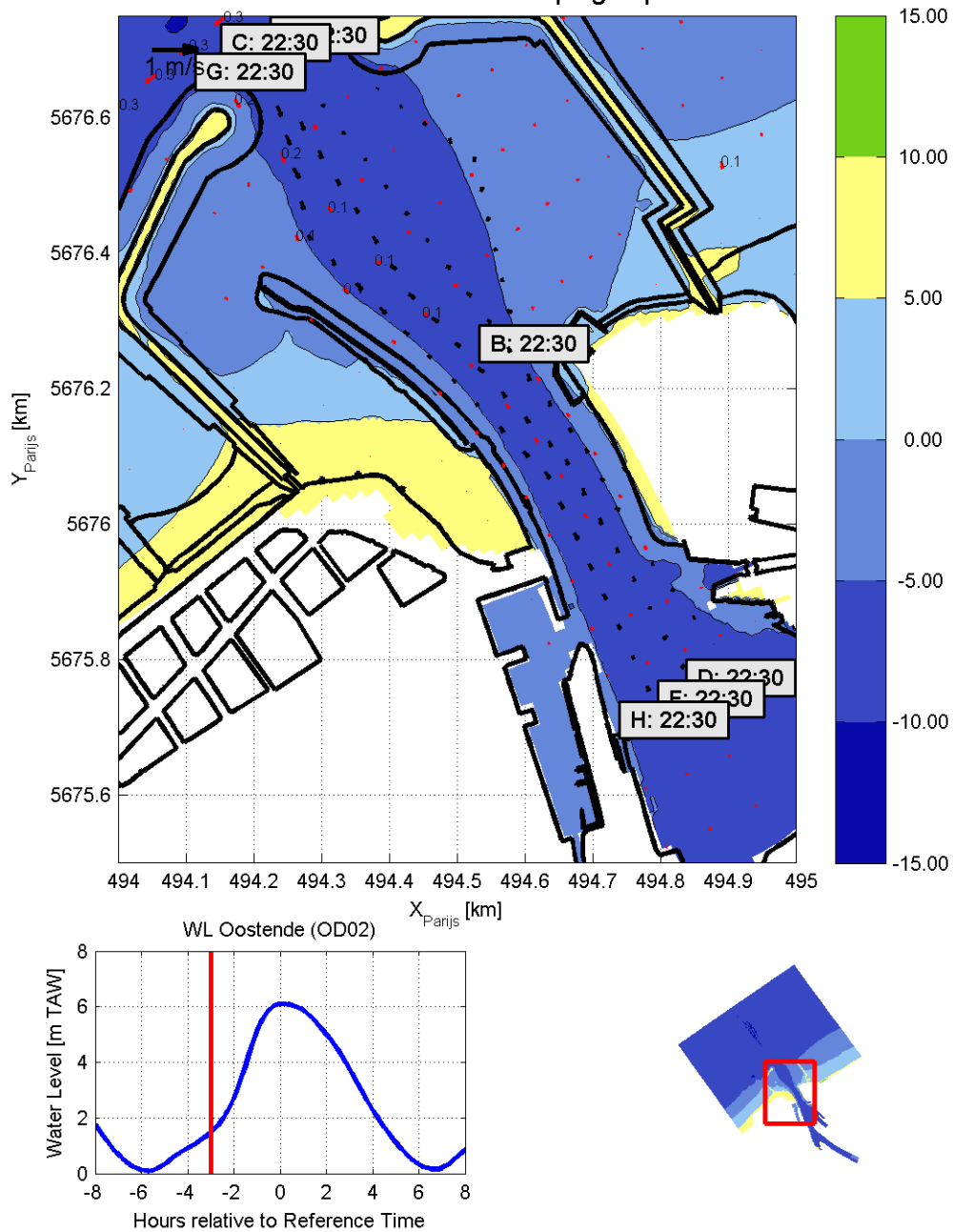
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 22:09

Transects from 4 different campaigns plotted



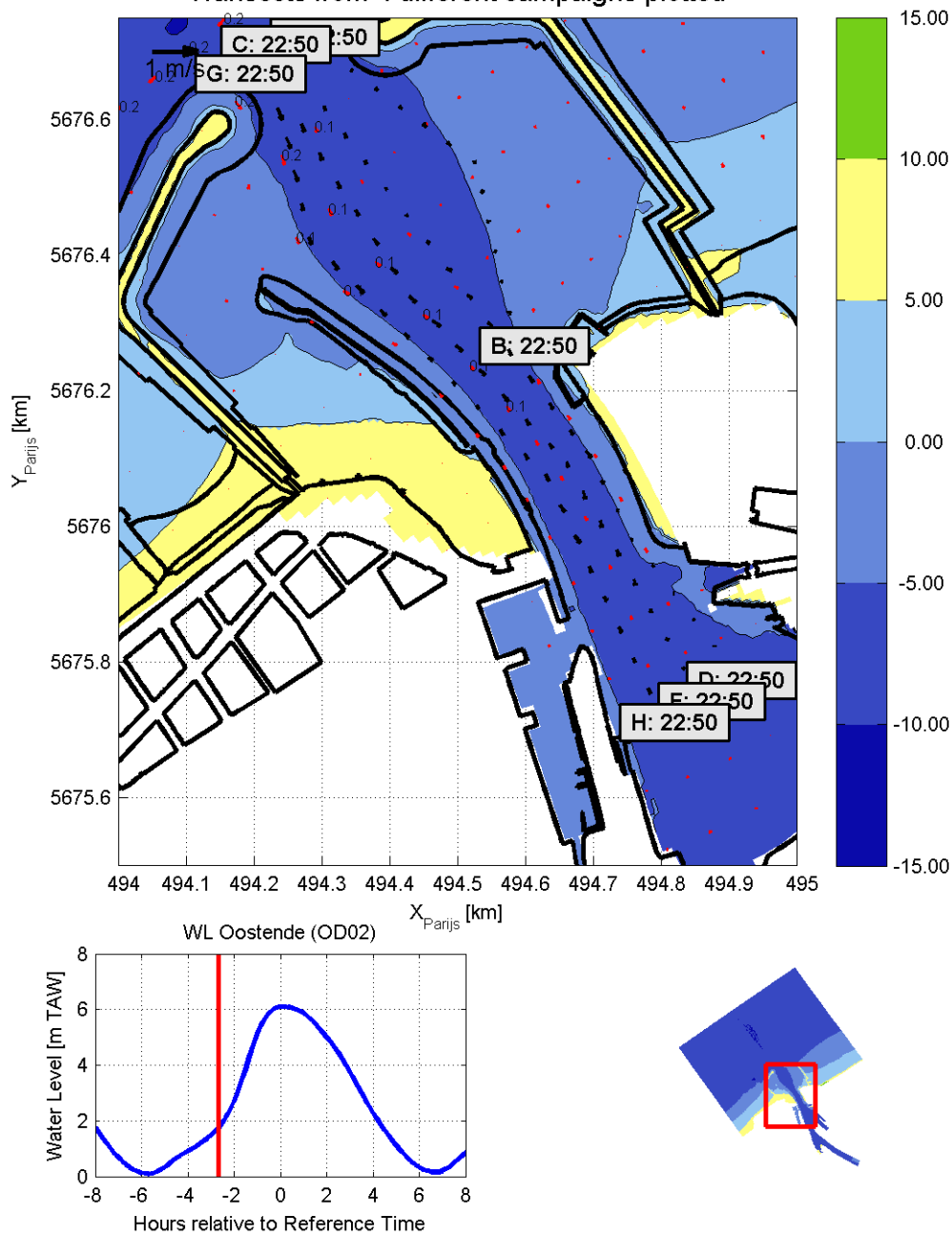
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 22:29
Transects from 4 different campaigns plotted



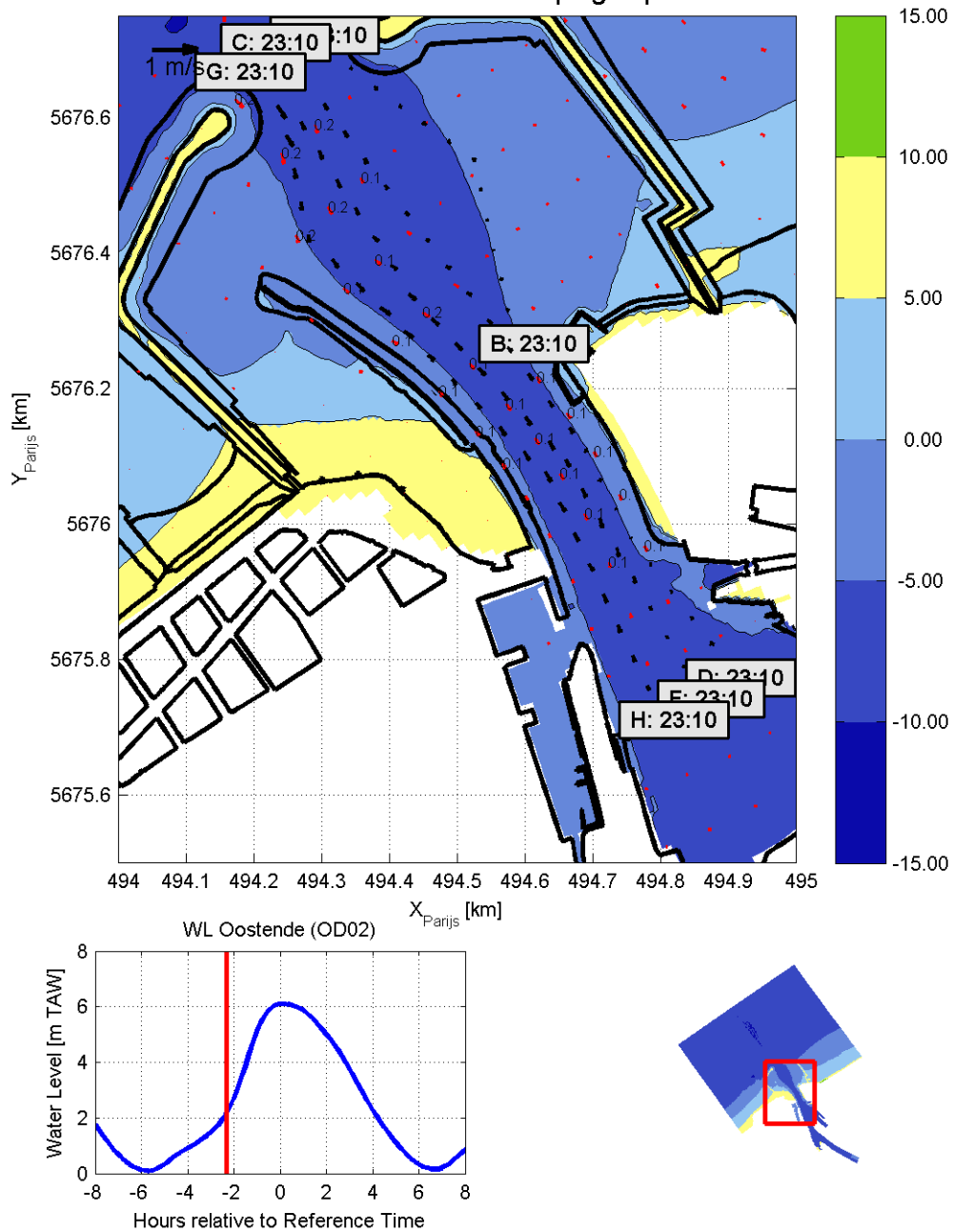
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 22:49
Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

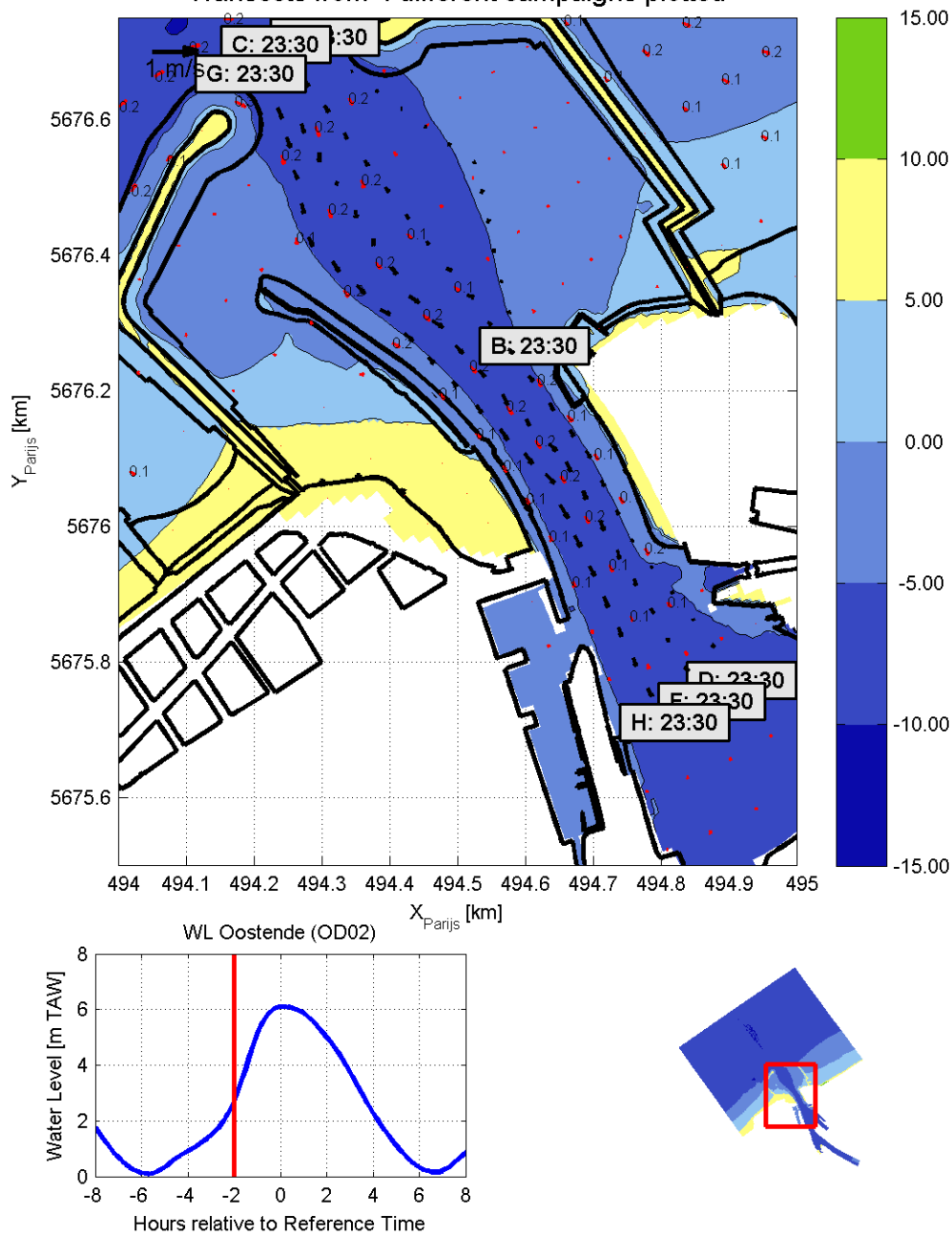
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 23:09
Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

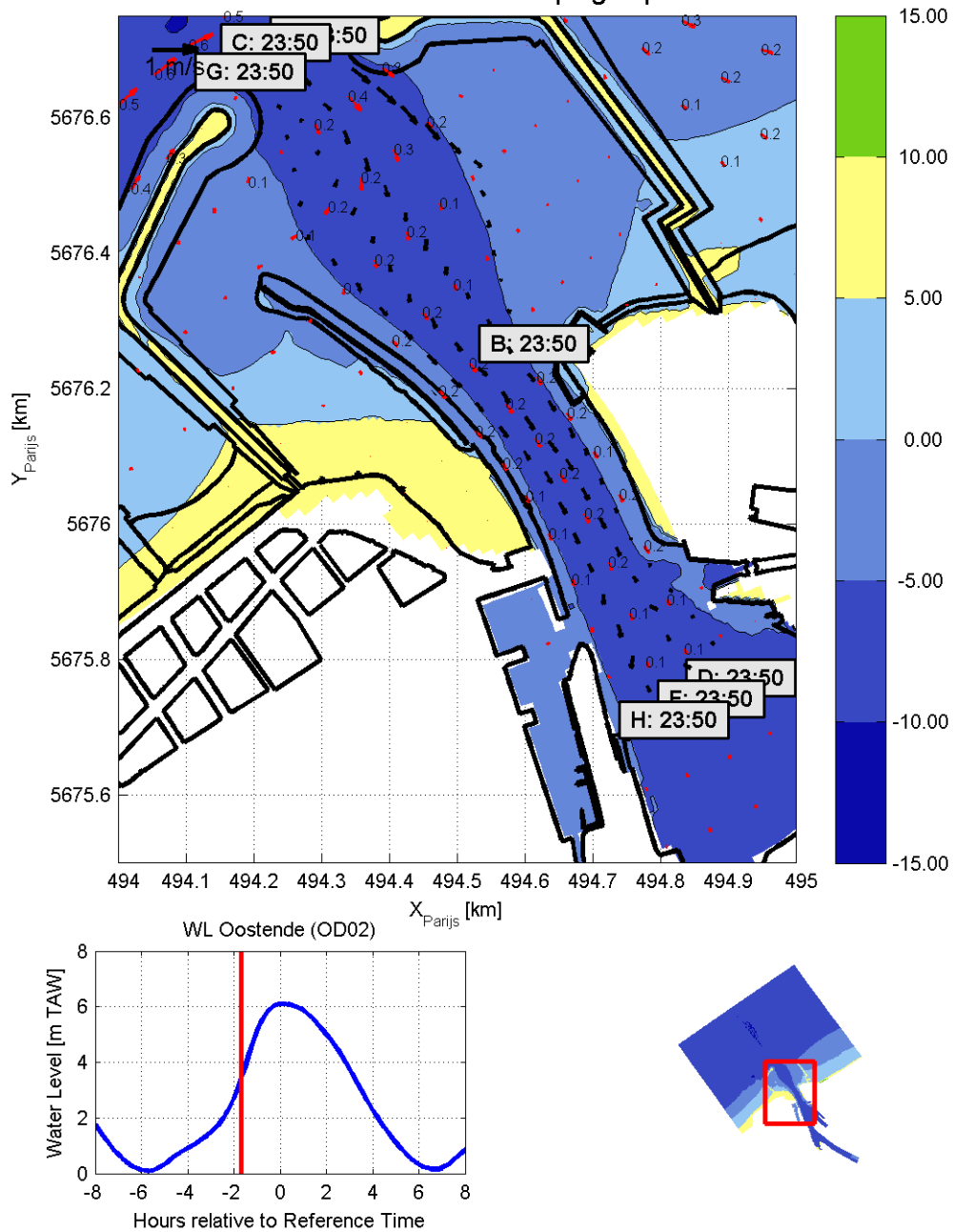
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 23:29

Transects from 4 different campaigns plotted



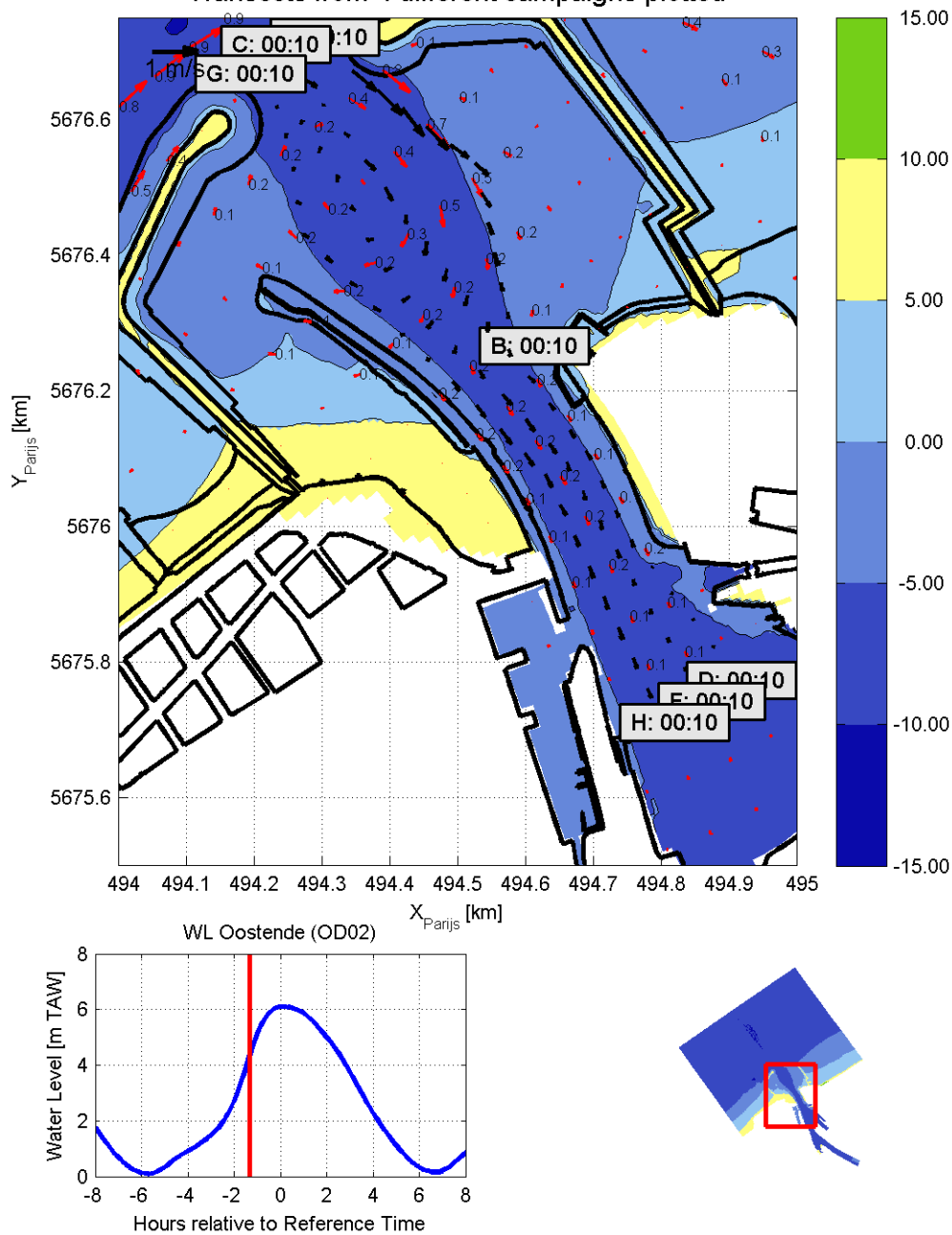
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 23:49
Transects from 4 different campaigns plotted



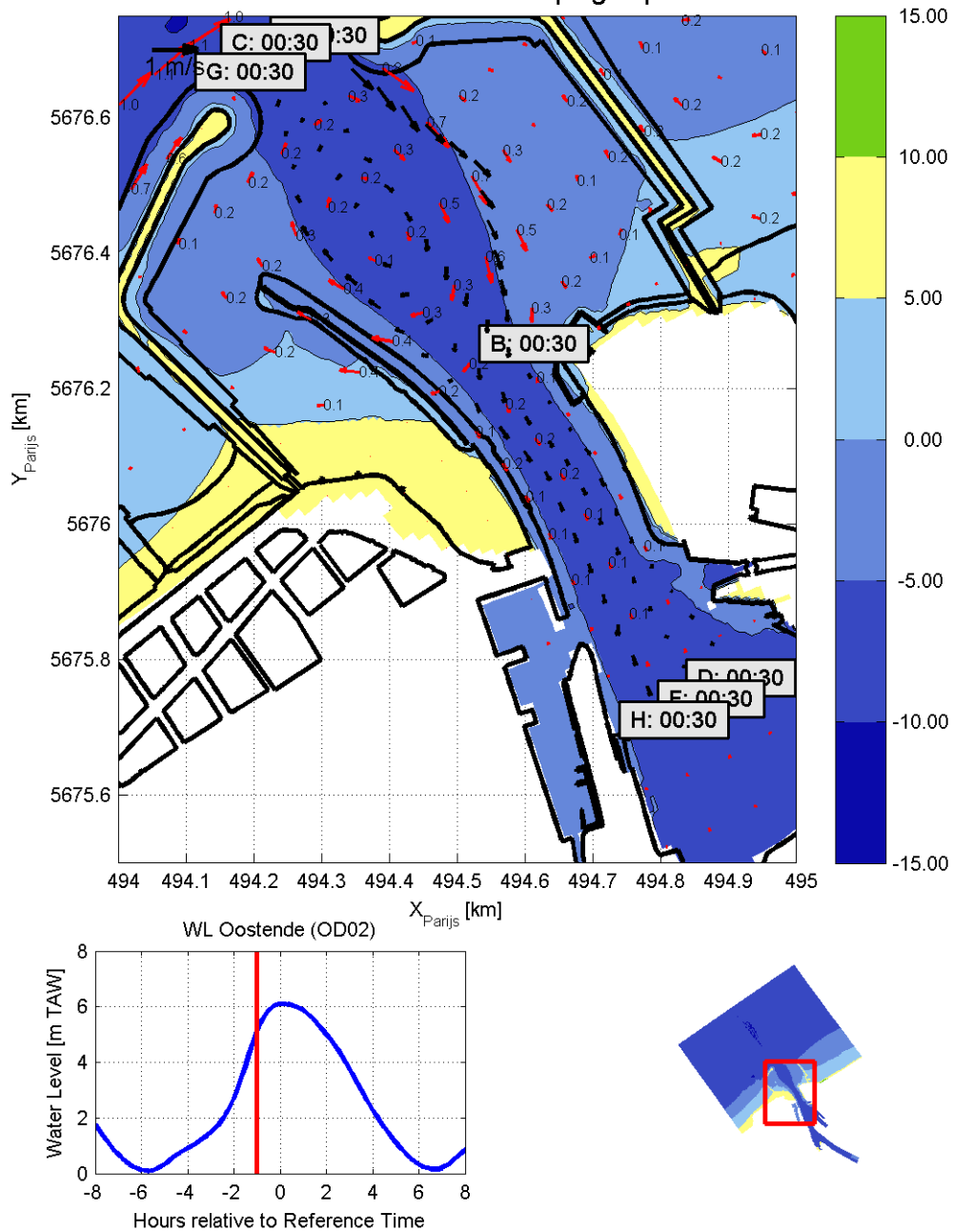
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 00:09
Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

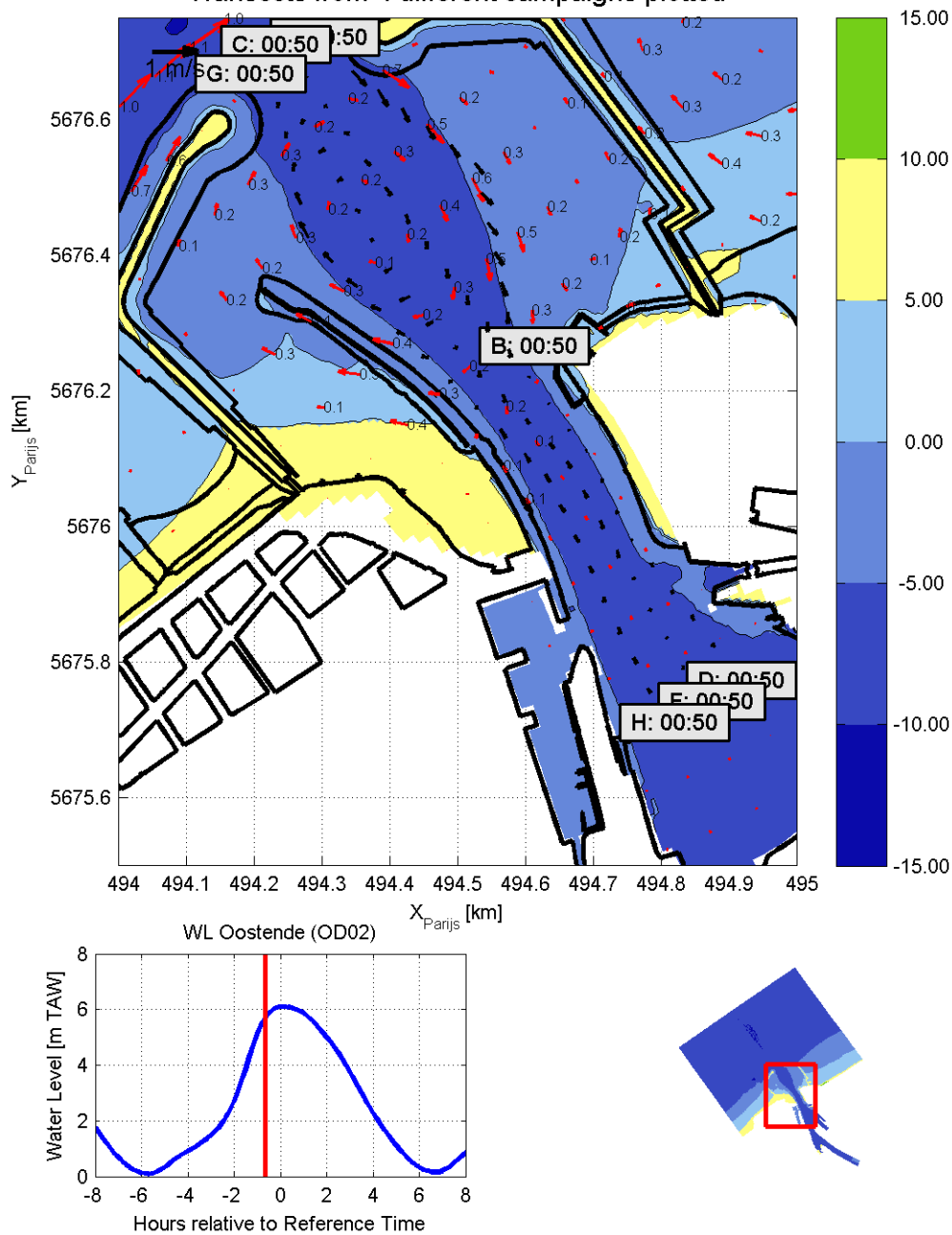
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 00:29
Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

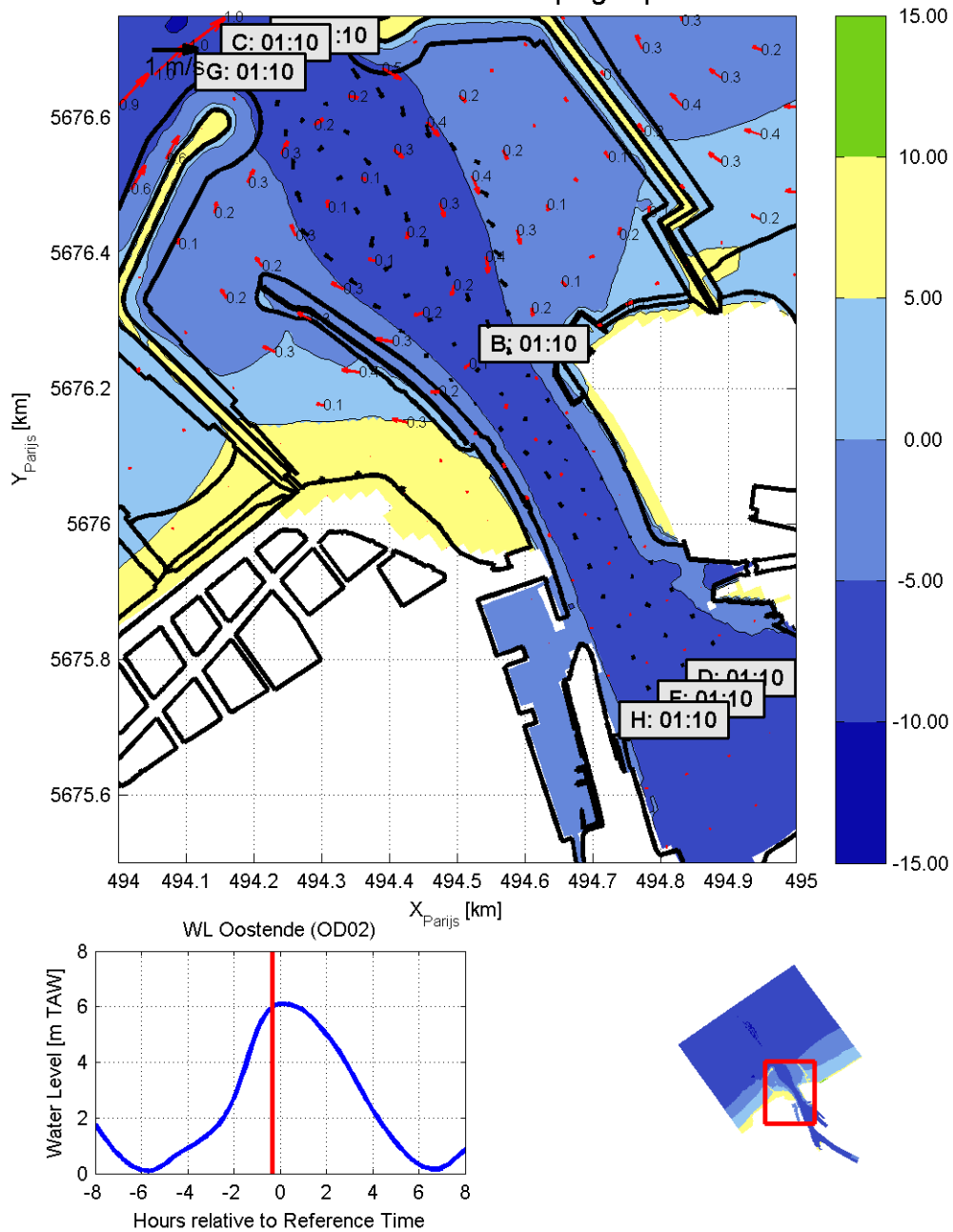
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 00:49

Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

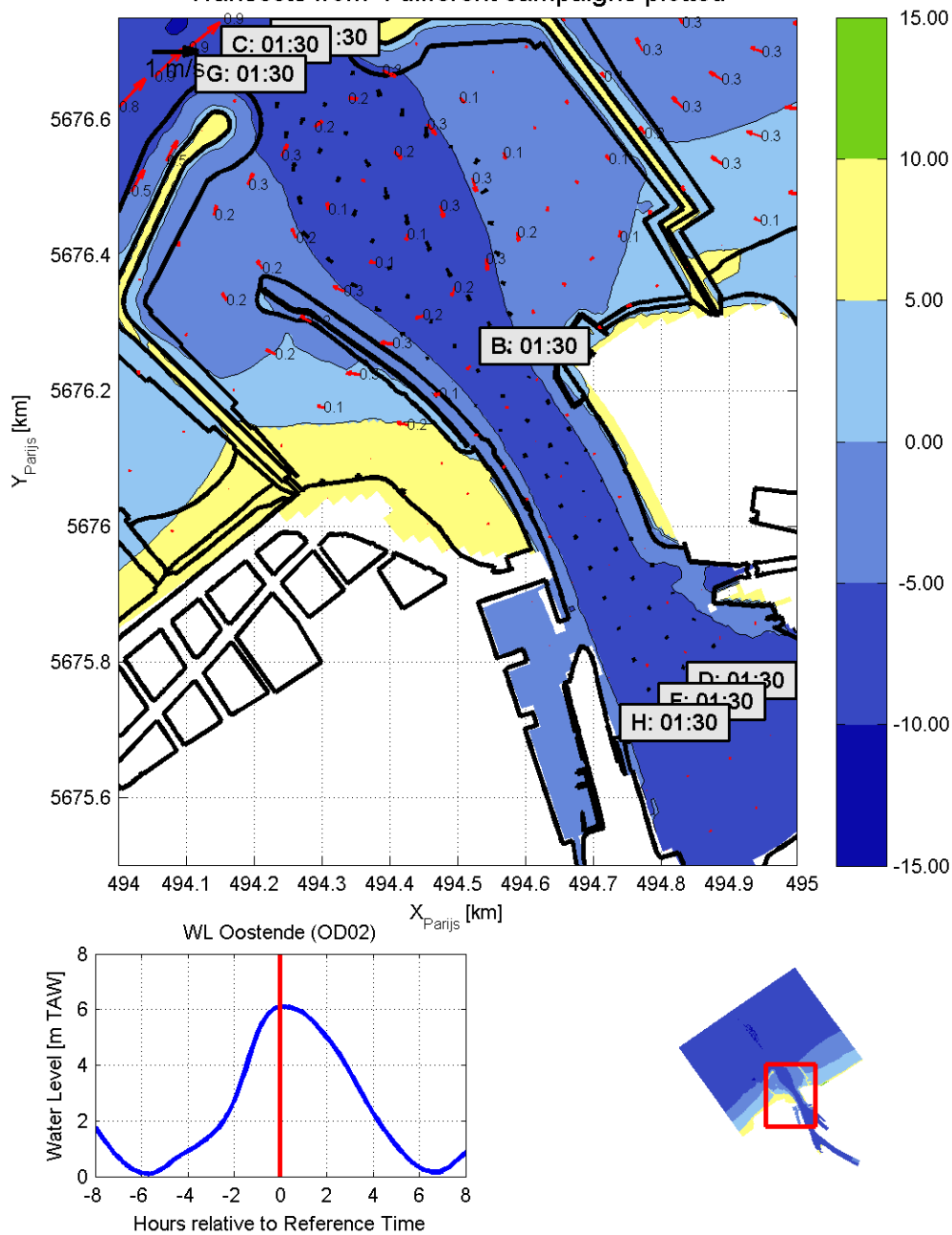
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 01:09
Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

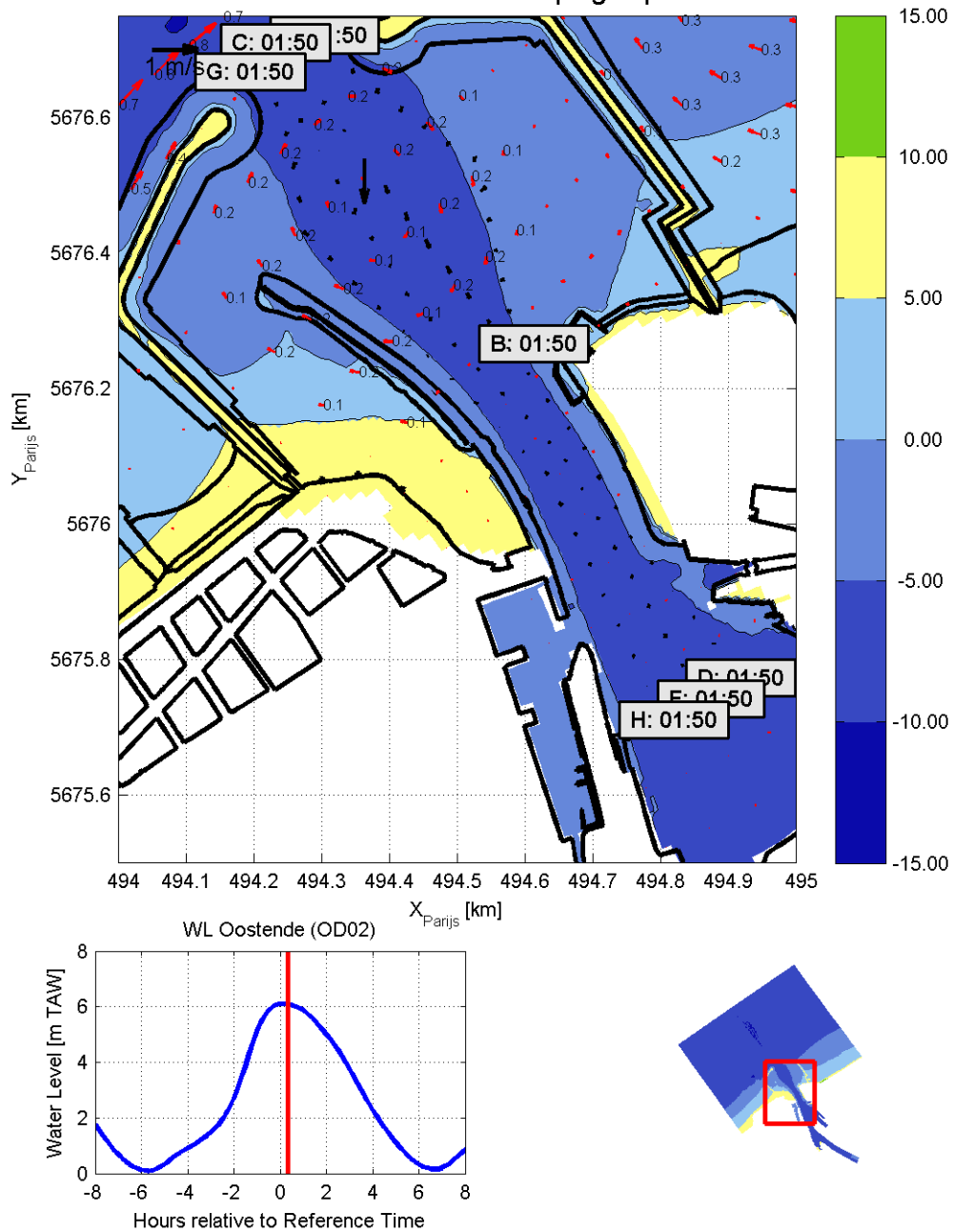
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 01:29

Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

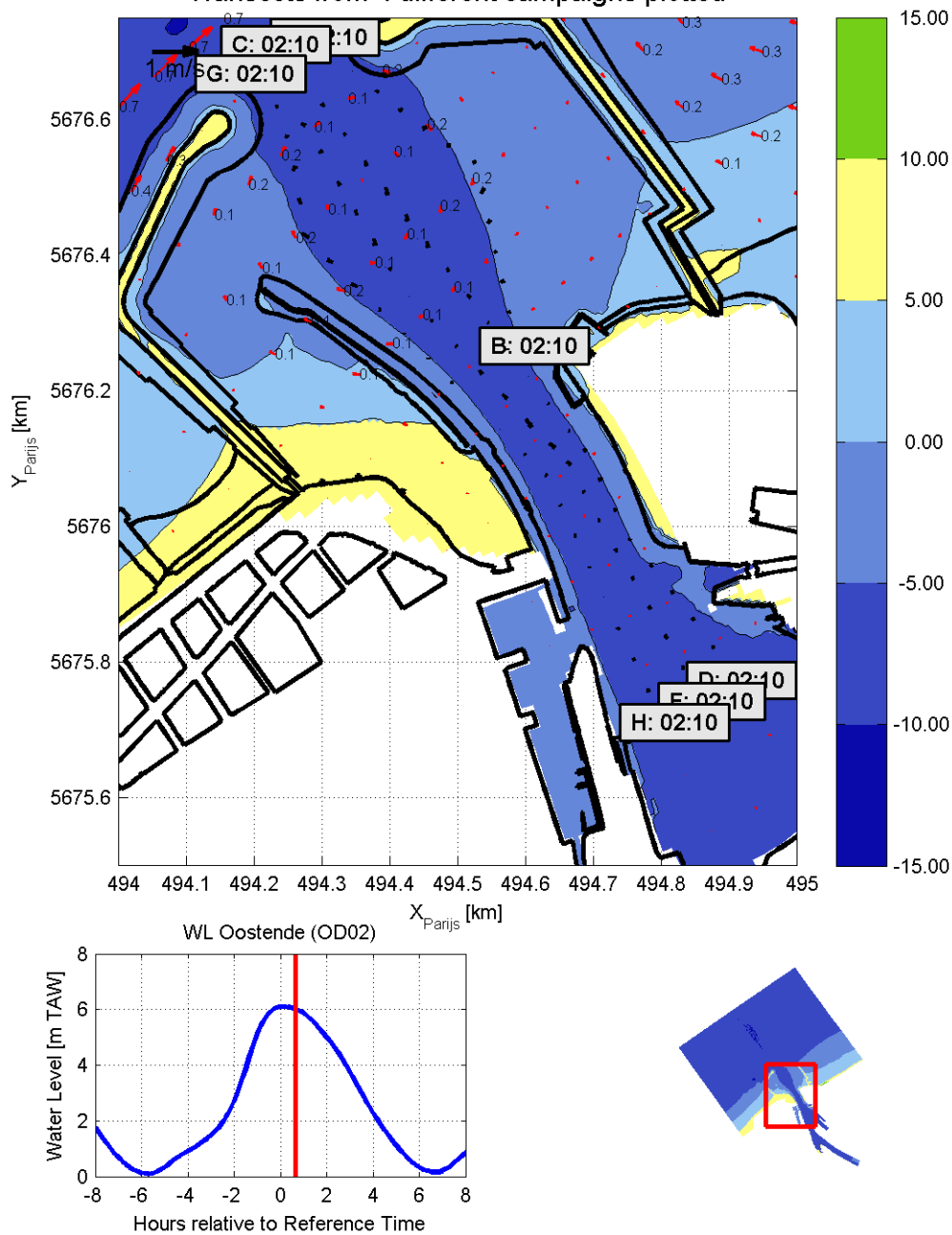
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 01:49
Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

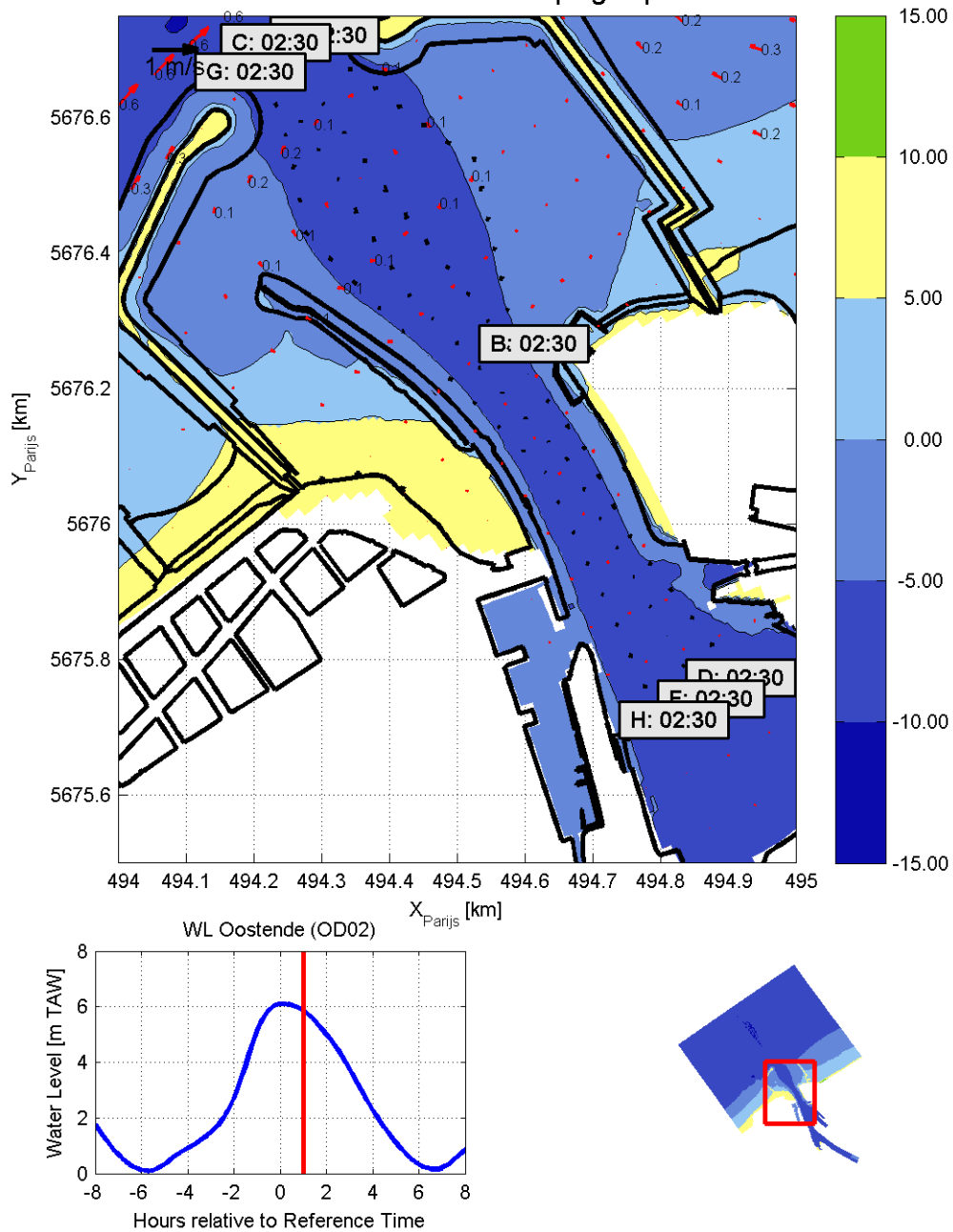
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 02:09

Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

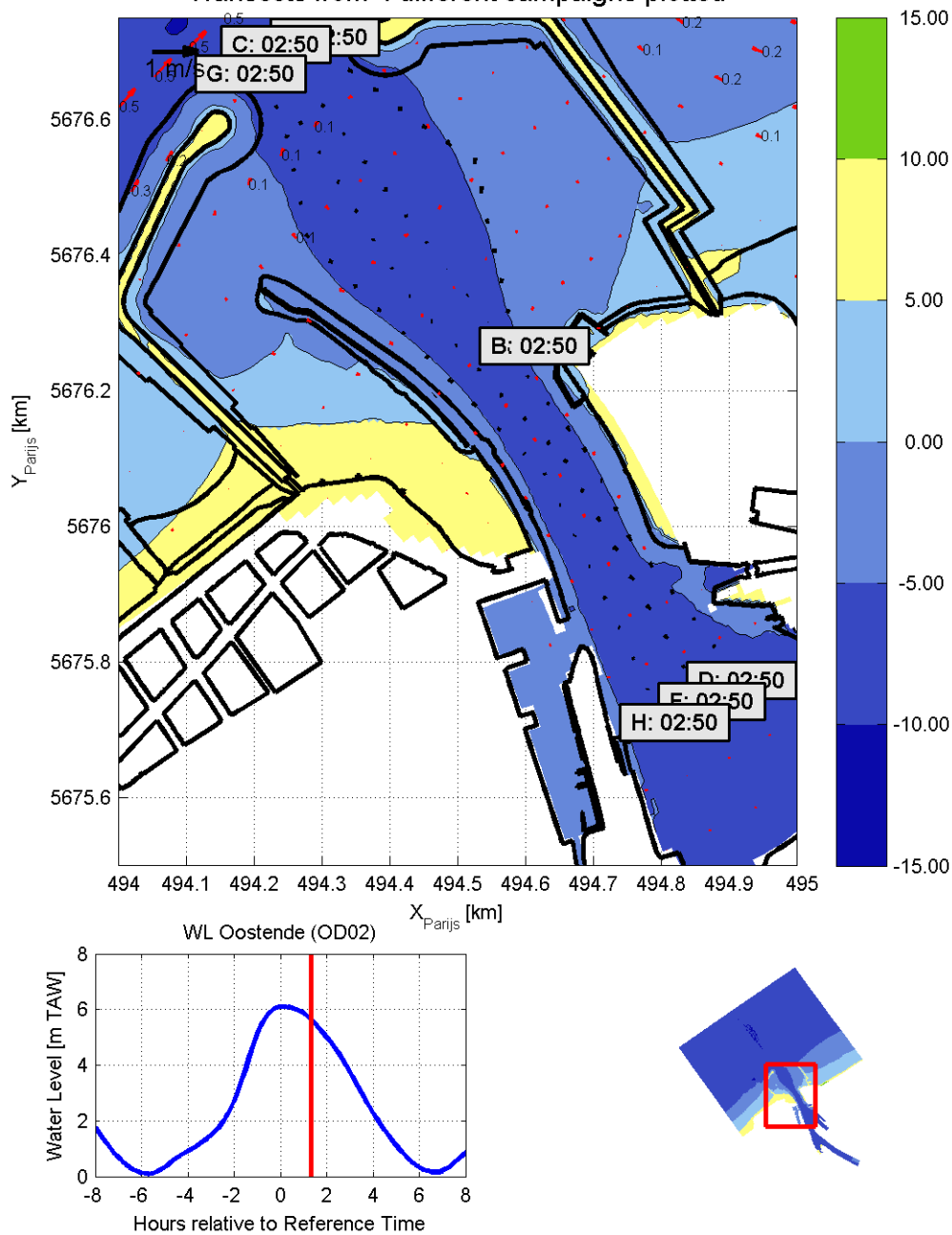
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 02:29
Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

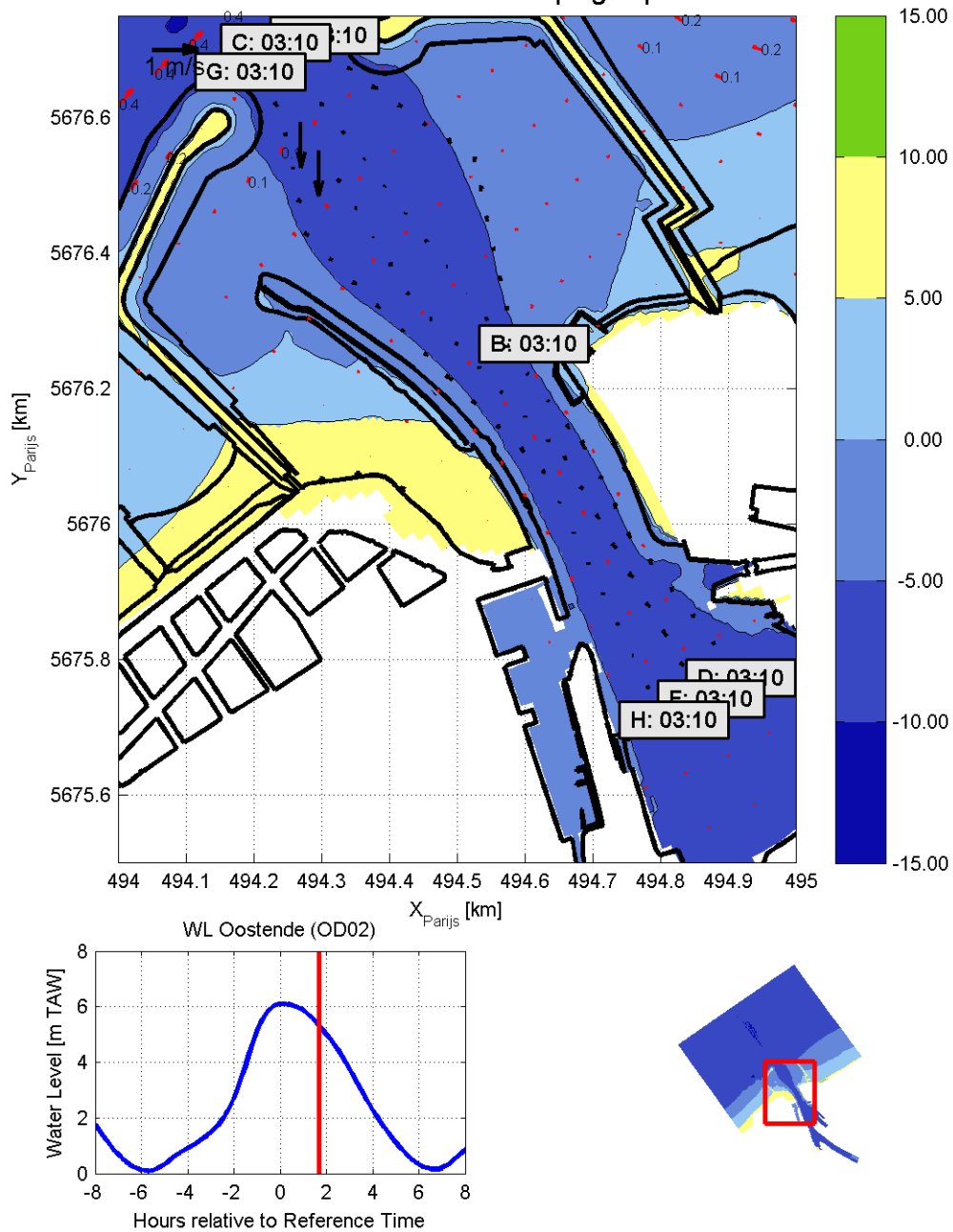
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 02:49

Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

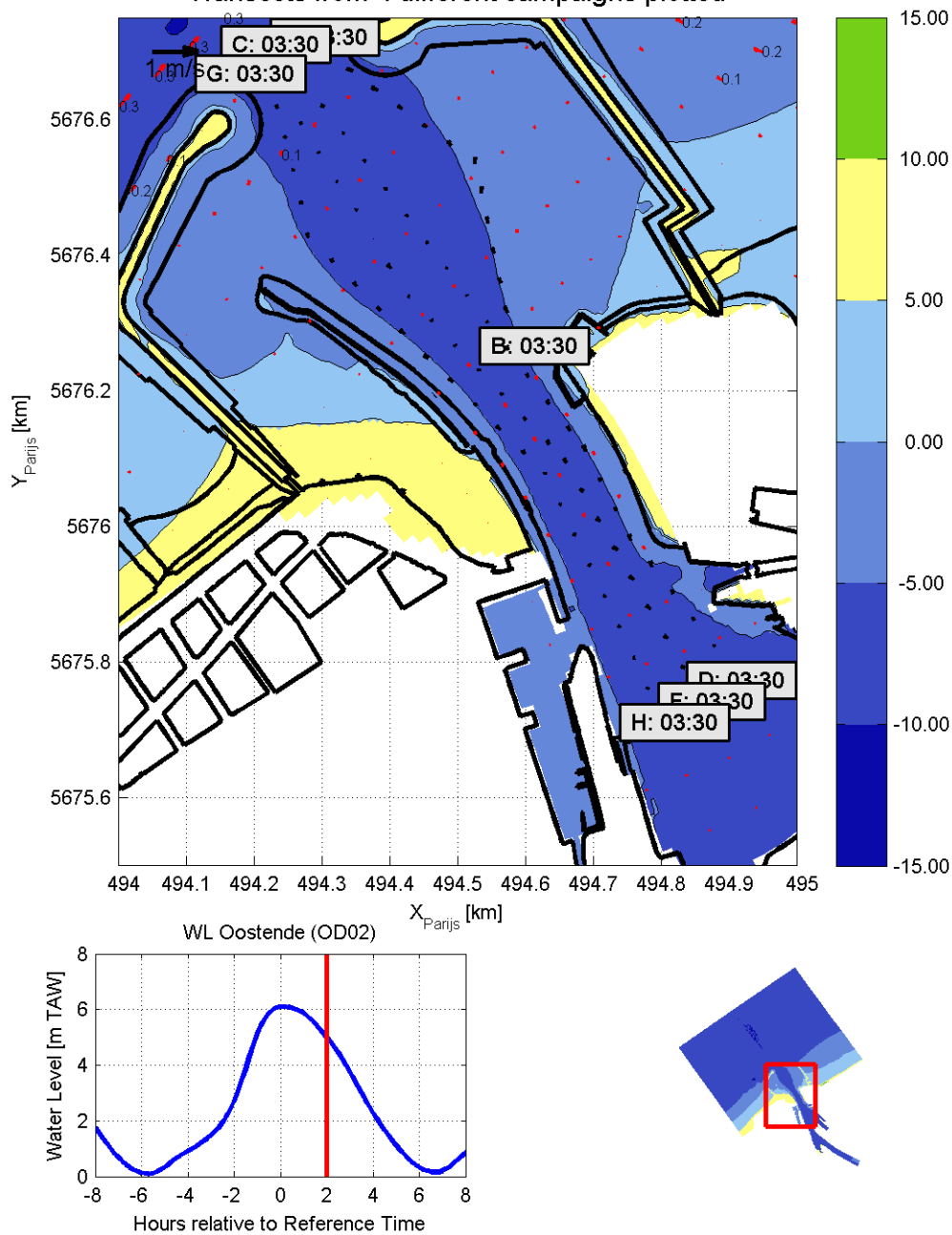
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 03:09
Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

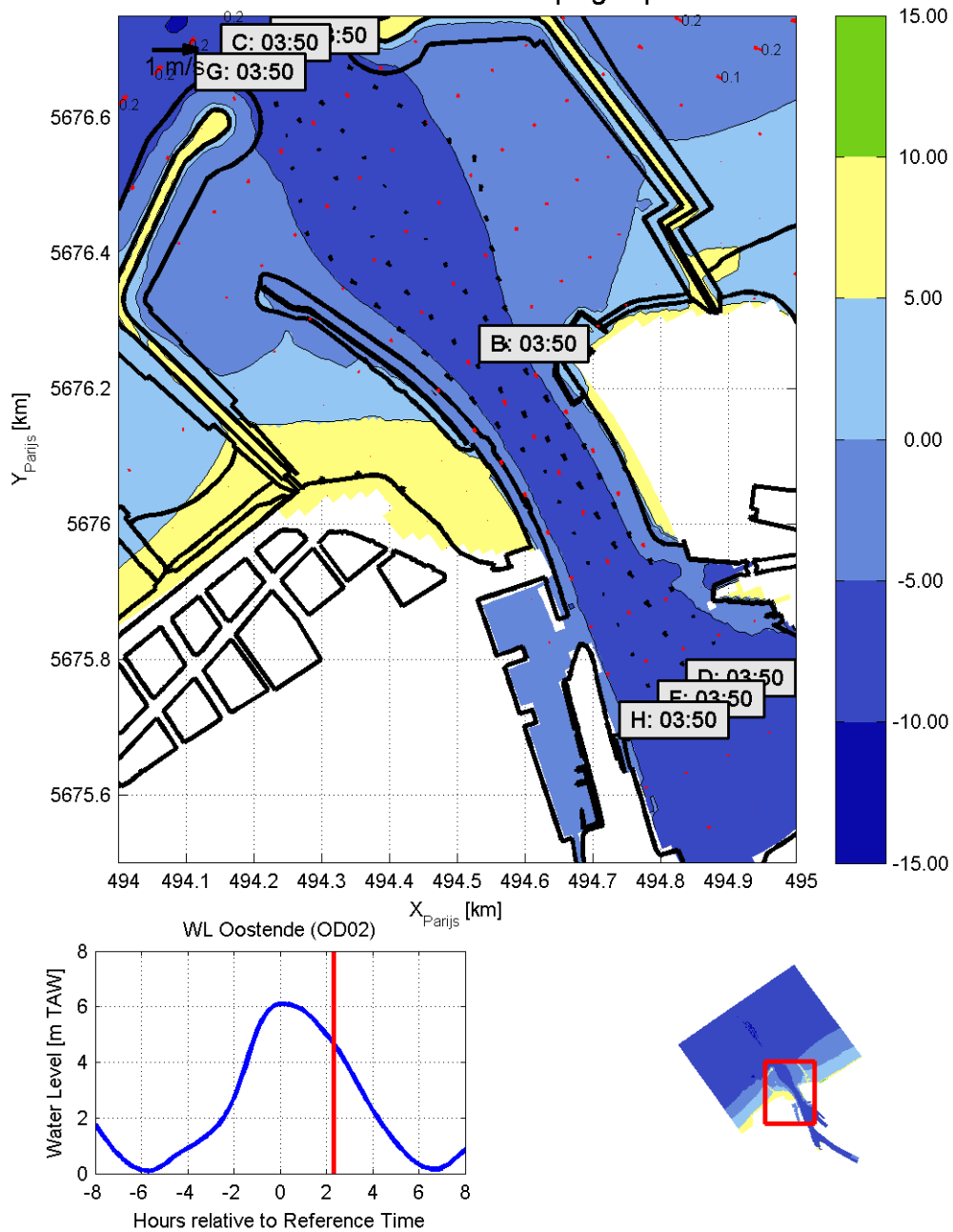
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 03:29

Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

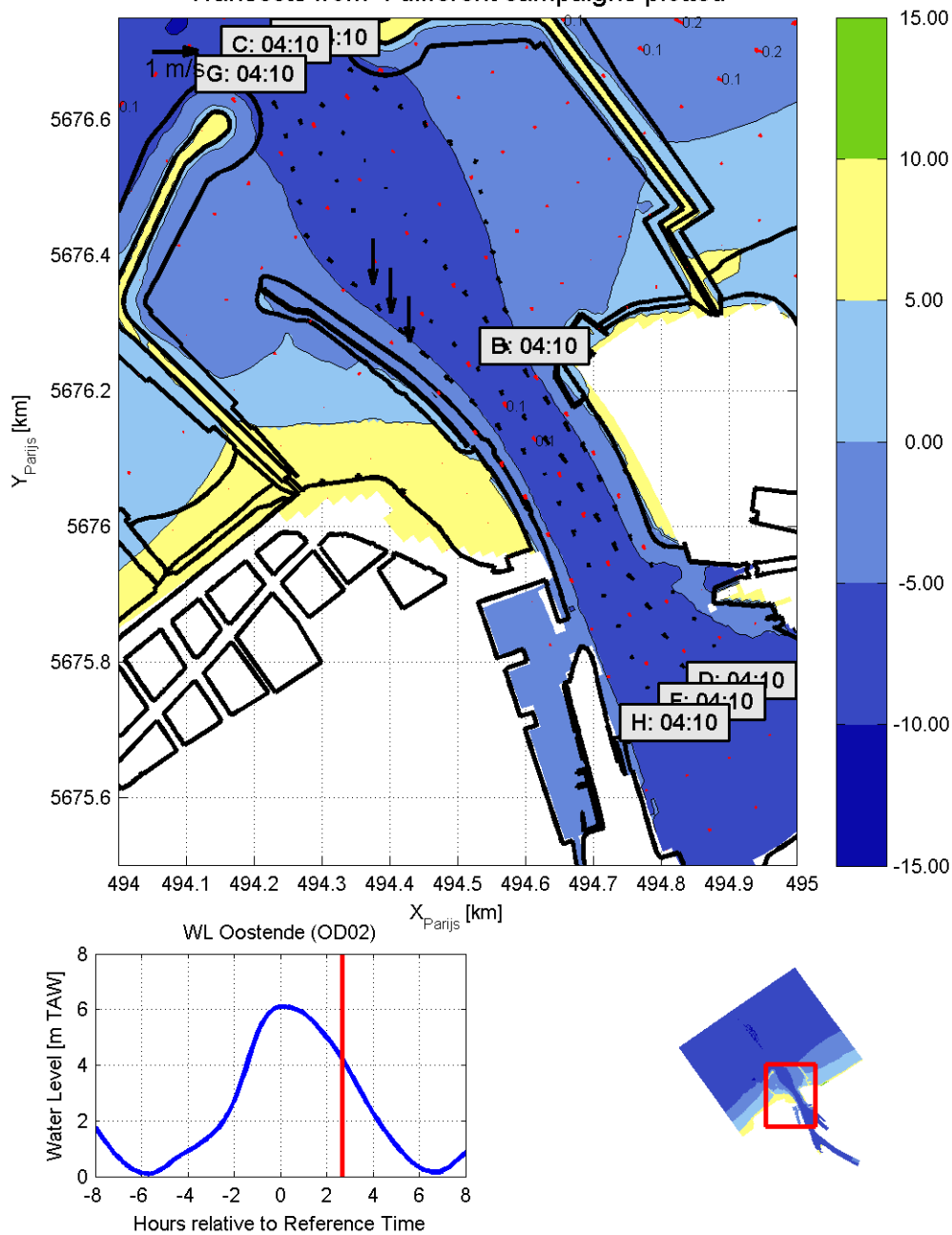
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 03:49
Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

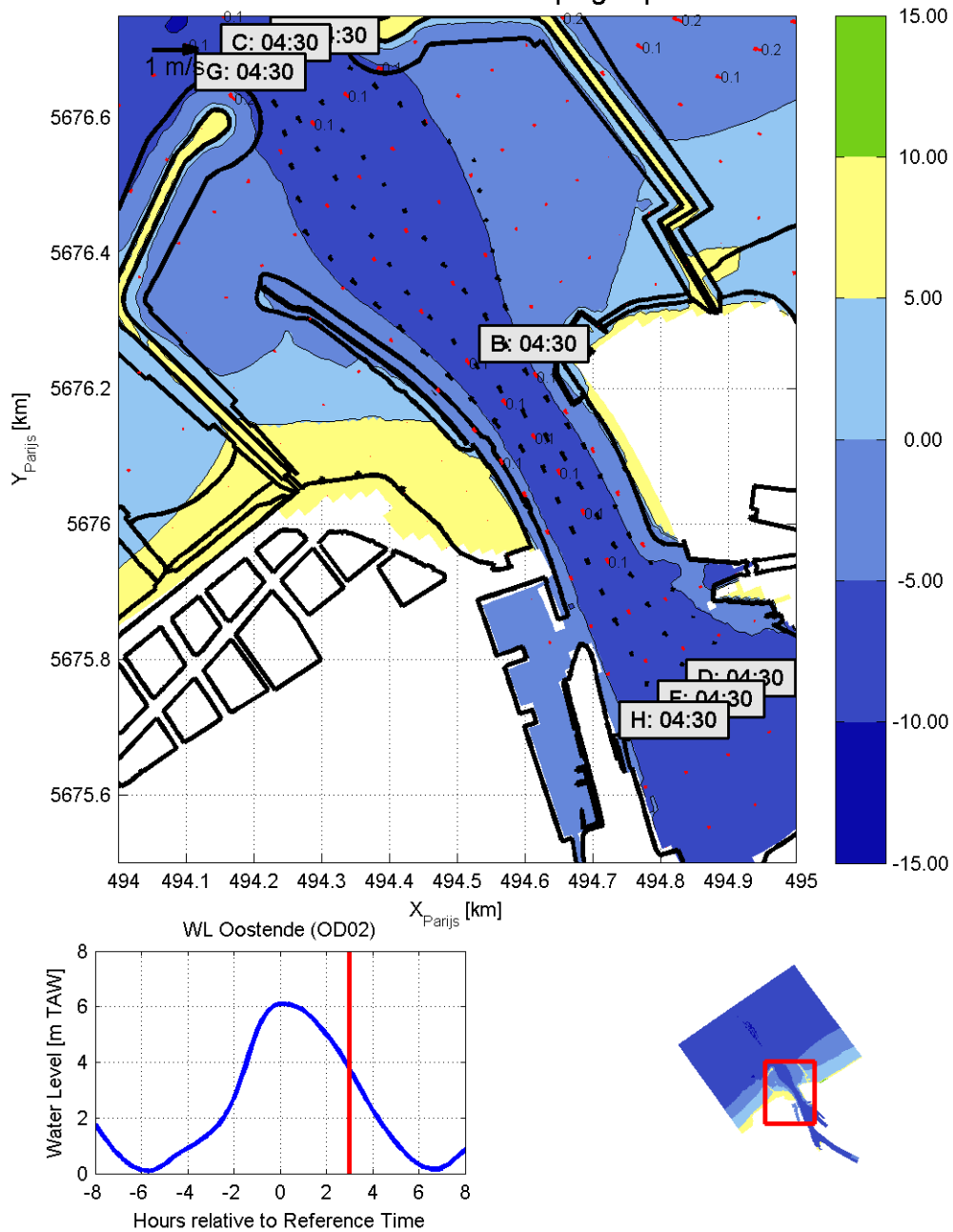
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 04:09

Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

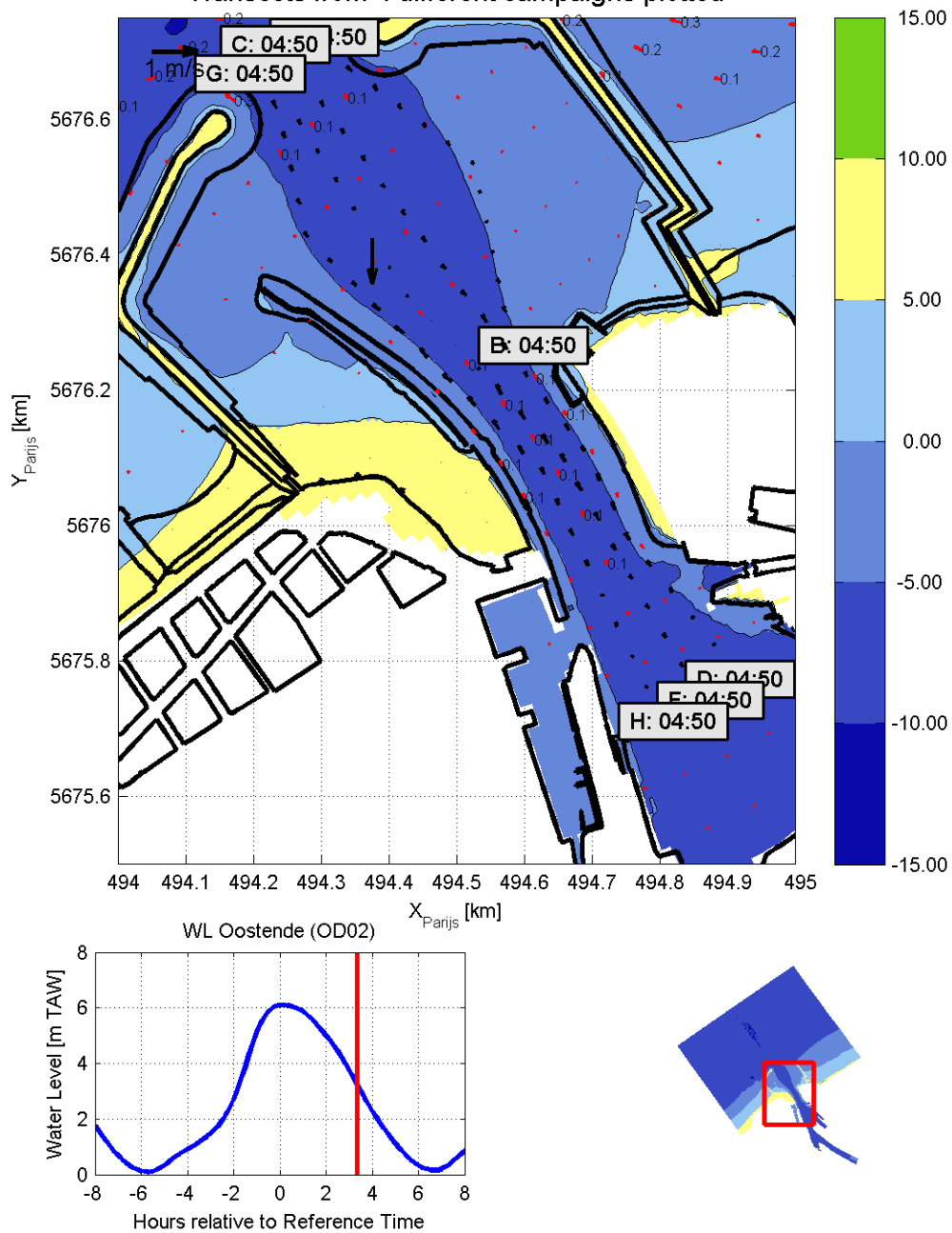
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 04:29
Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

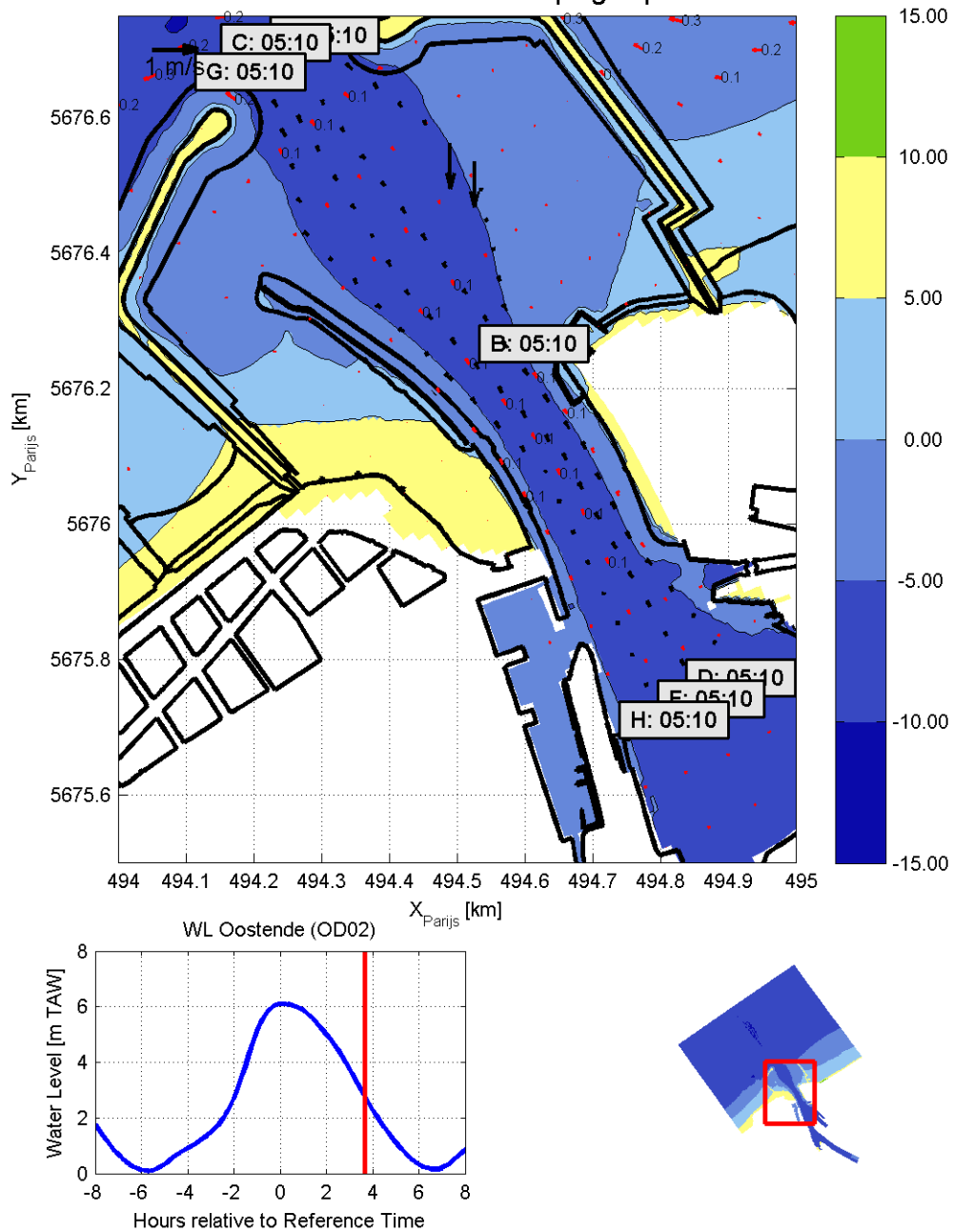
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 04:49

Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

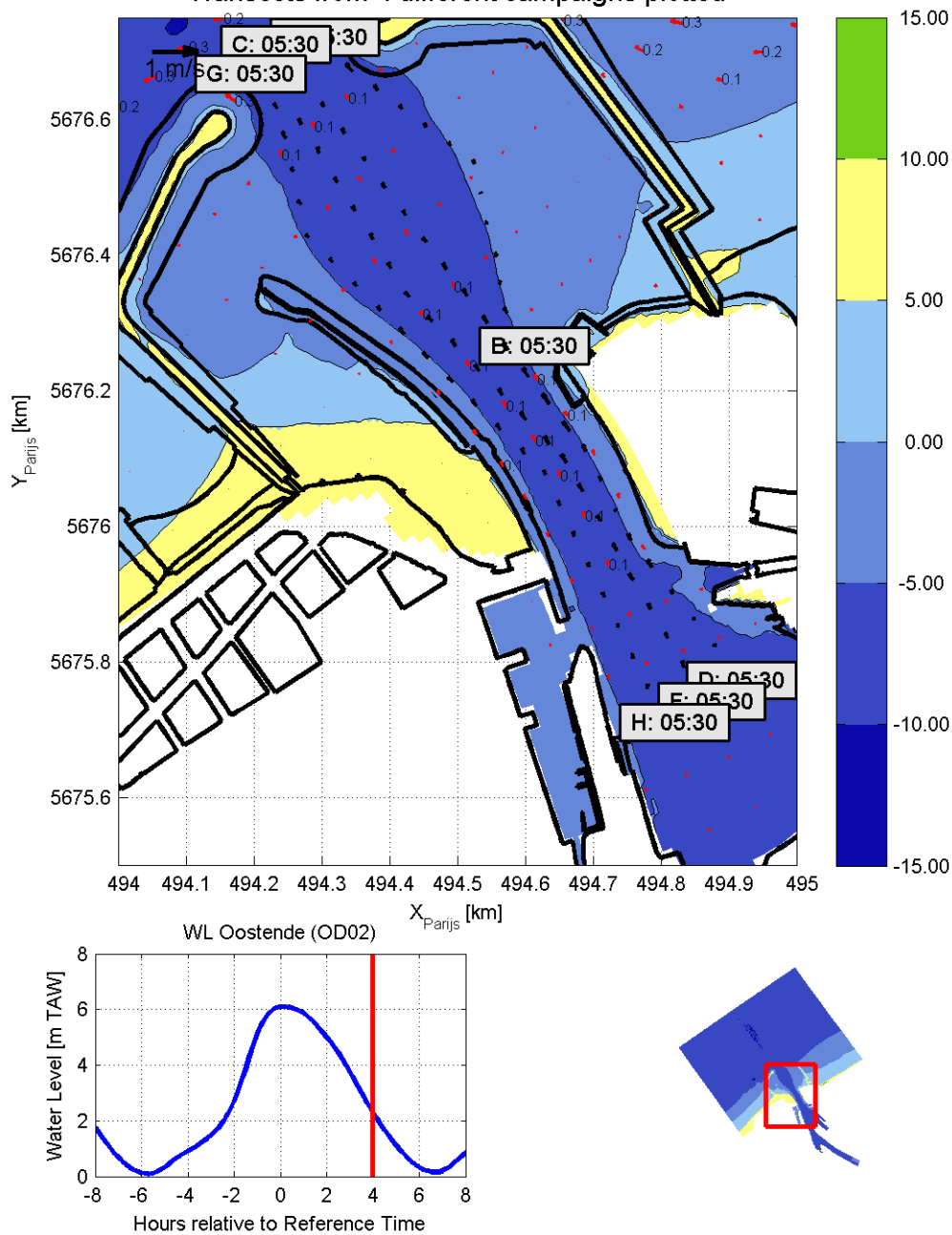
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 05:09
Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

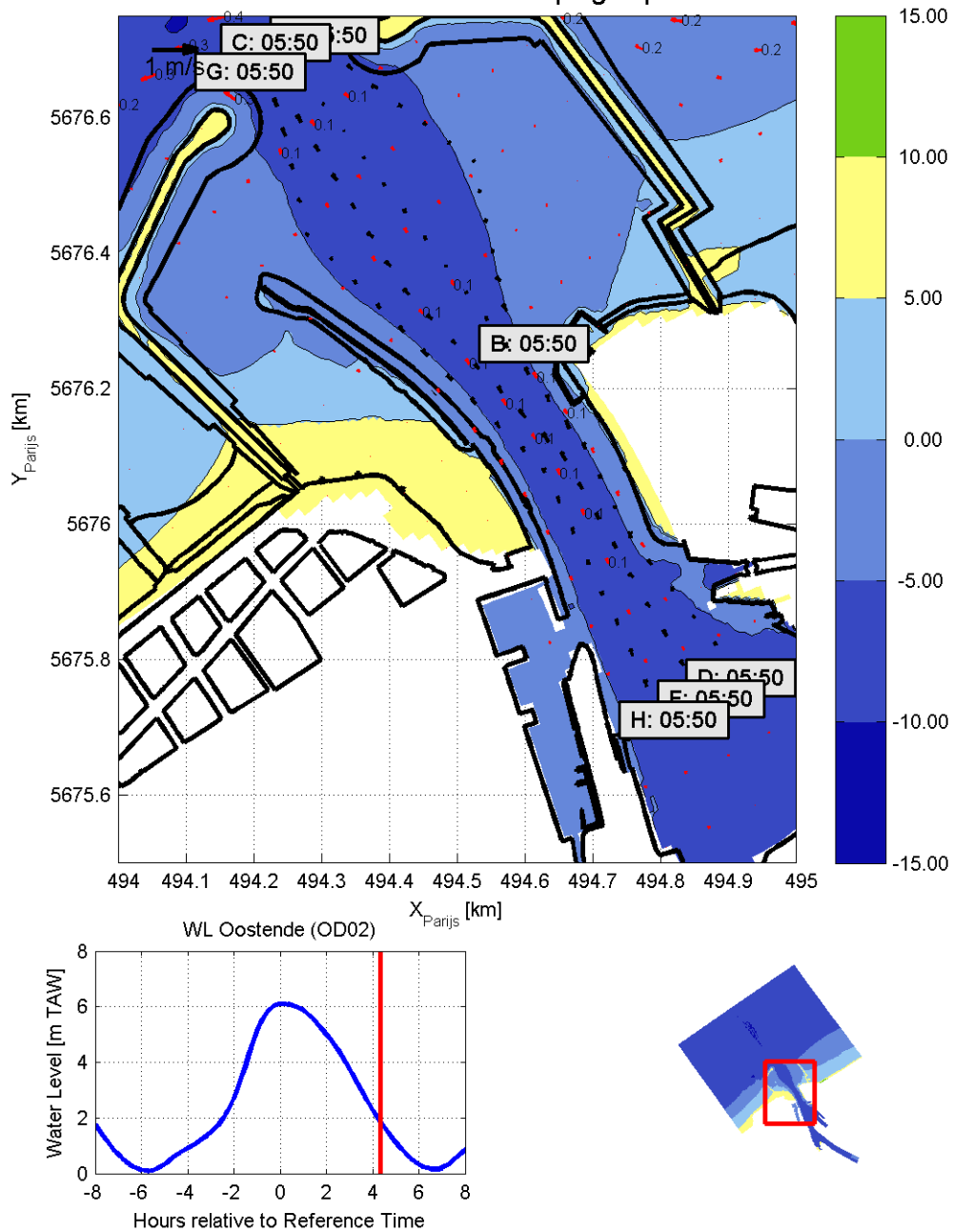
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 05:29

Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

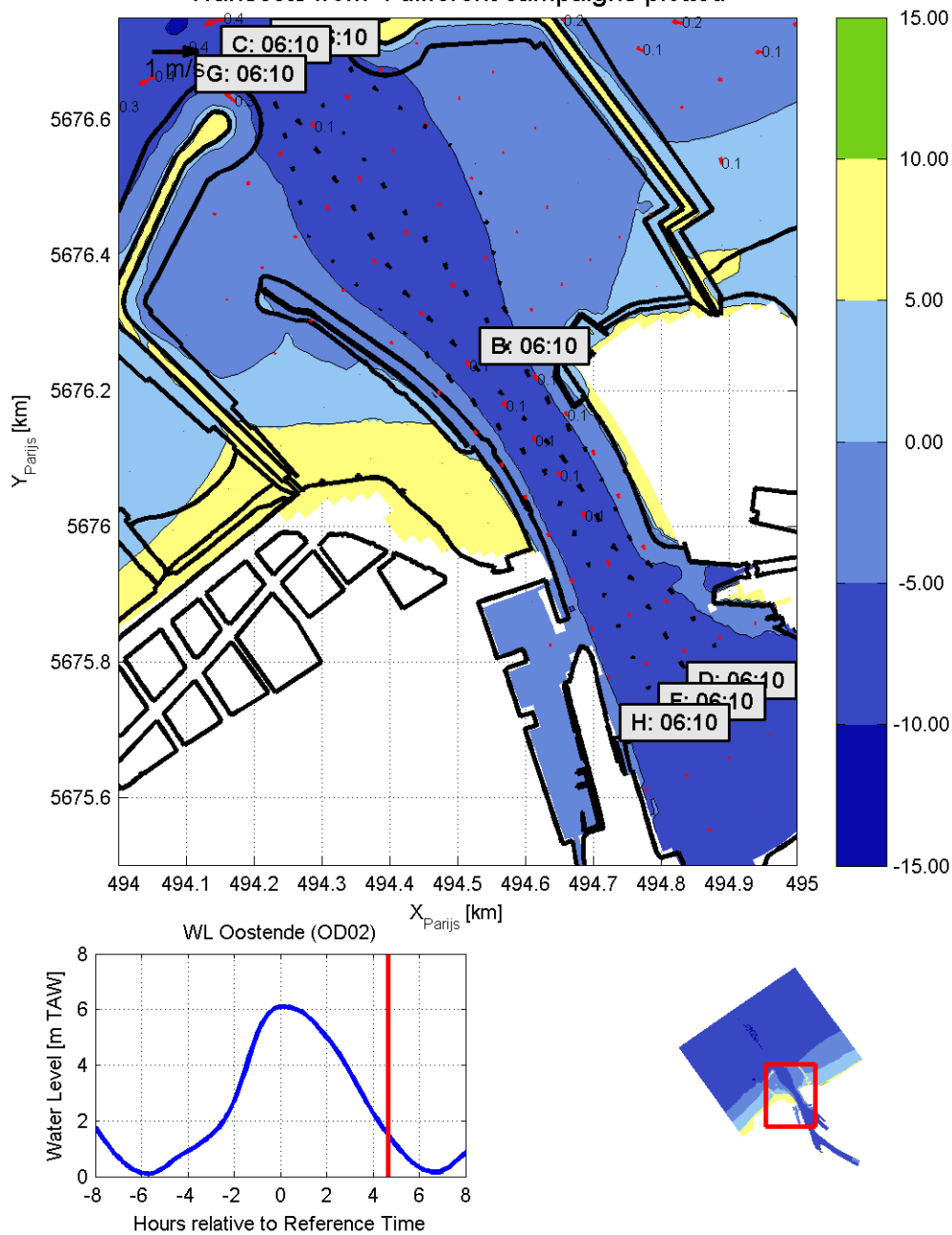
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 05:49
Transects from 4 different campaigns plotted



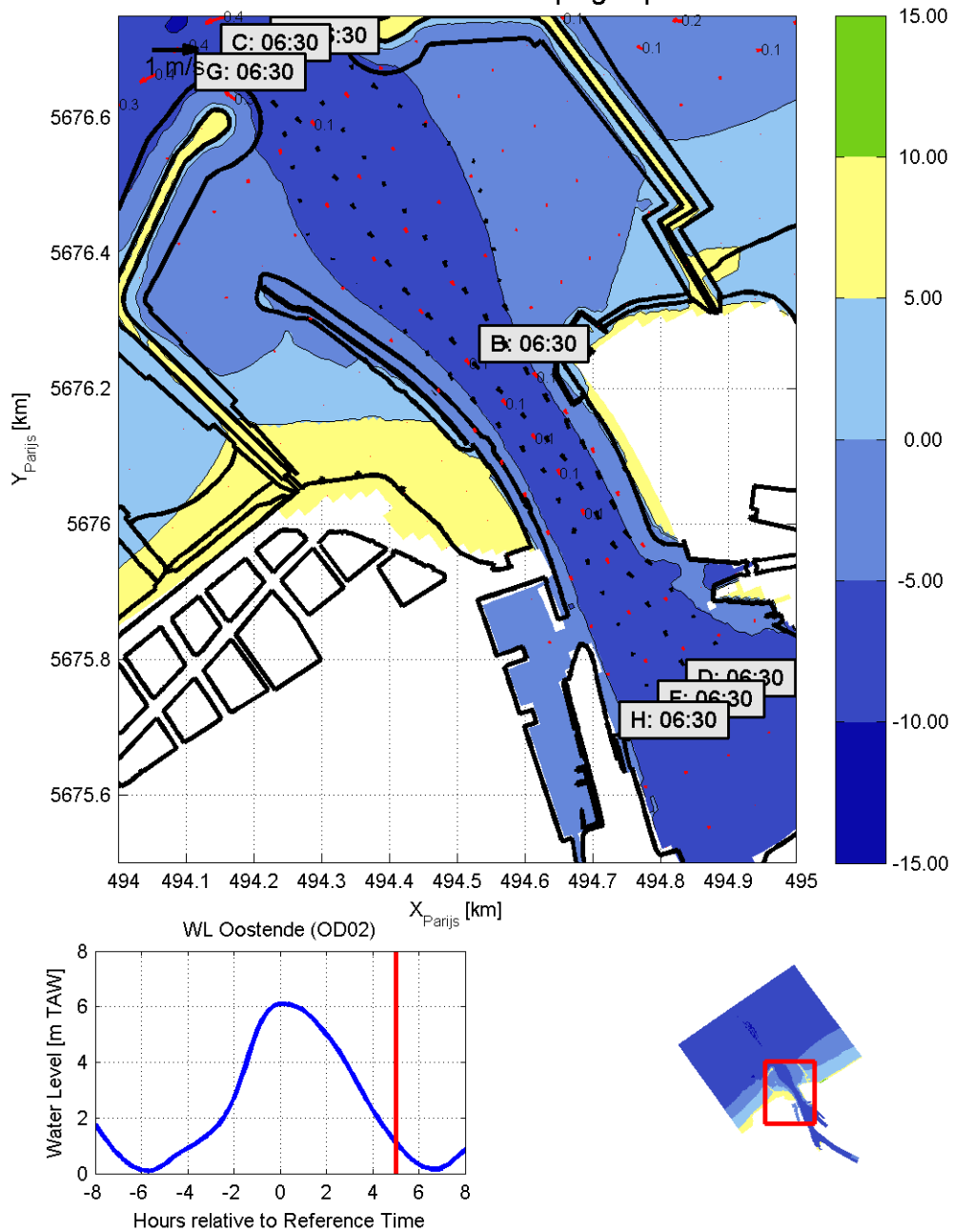
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 06:09

Transects from 4 different campaigns plotted

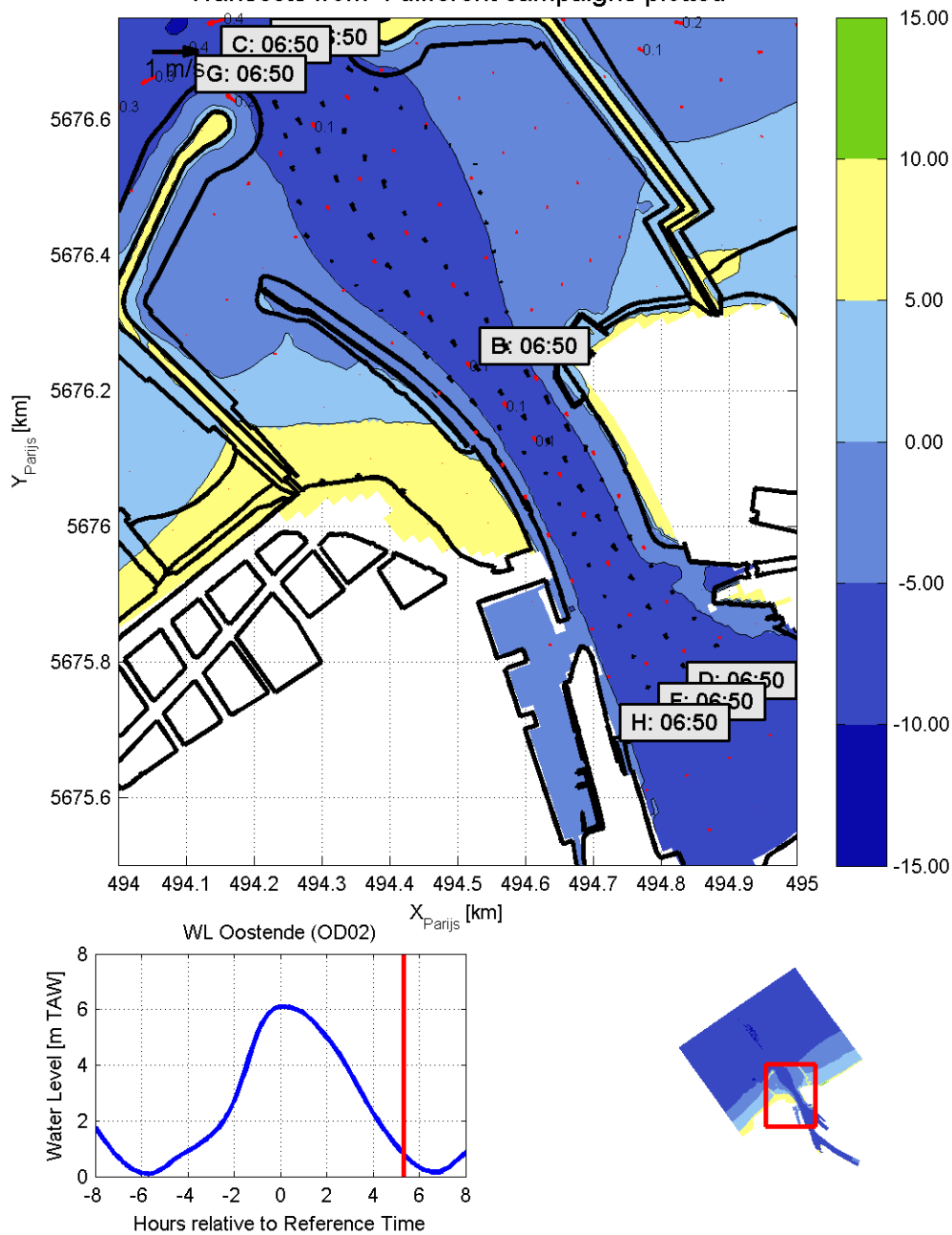


Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 06:29
Transects from 4 different campaigns plotted

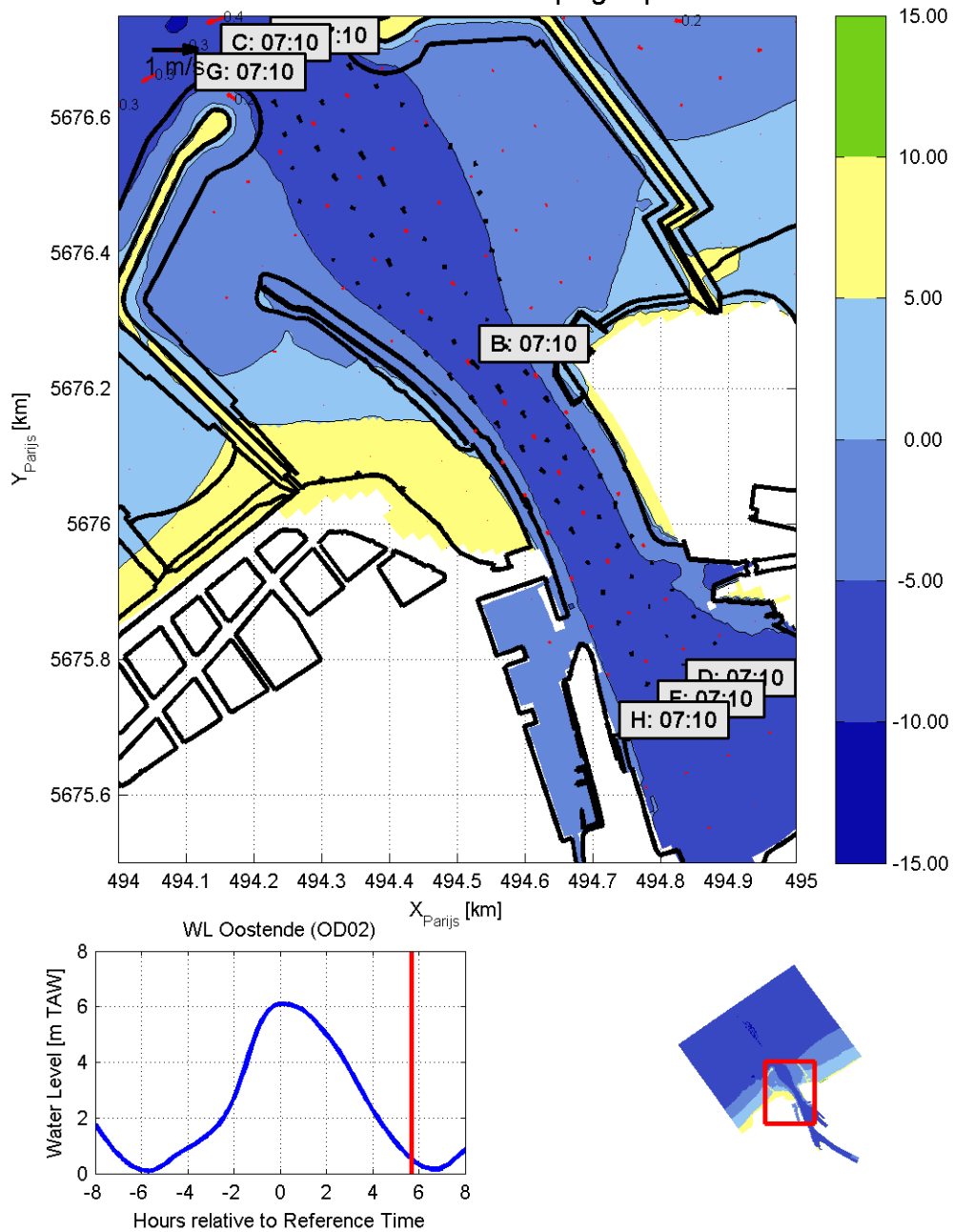


VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 06:49
Transects from 4 different campaigns plotted



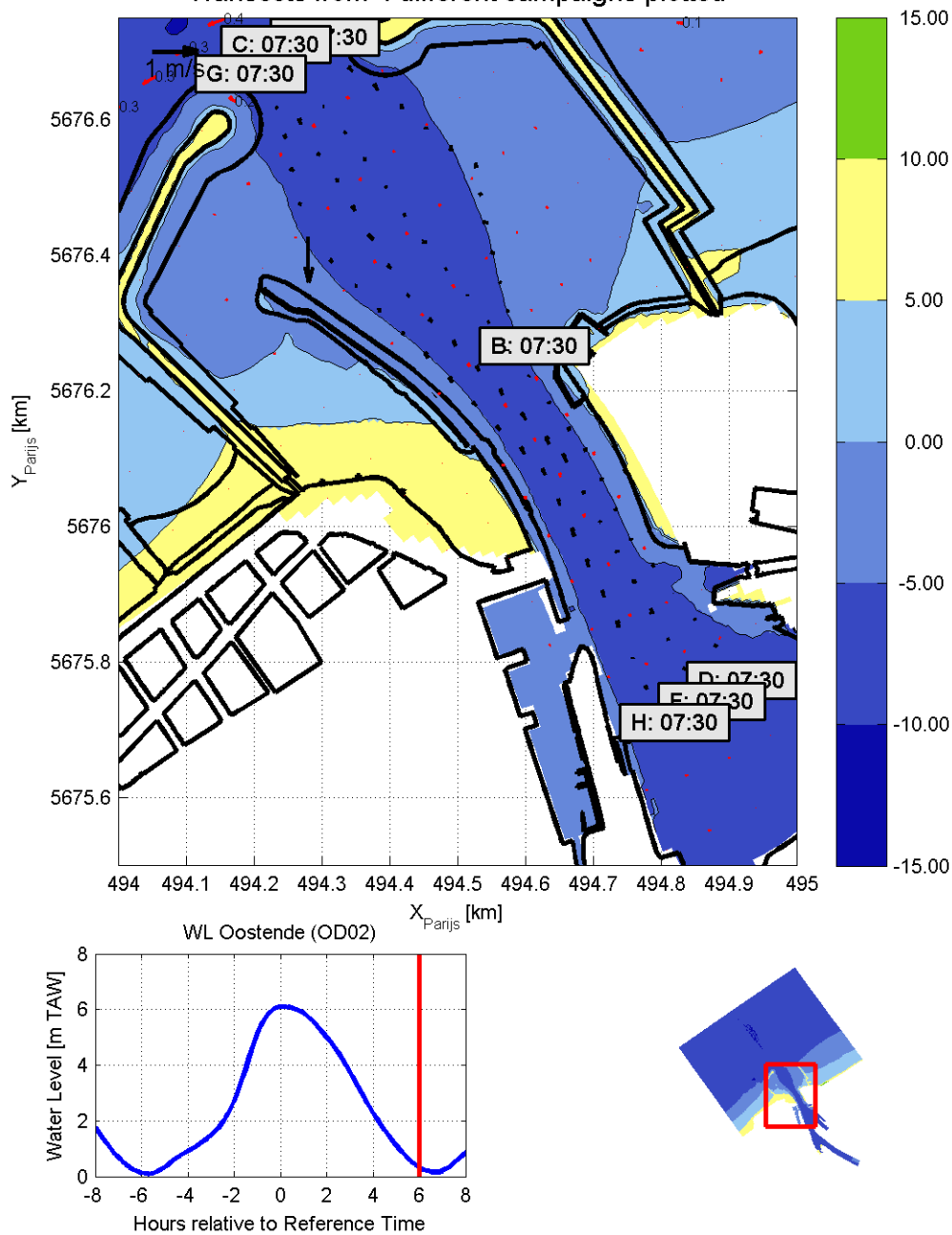
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 07:09
Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

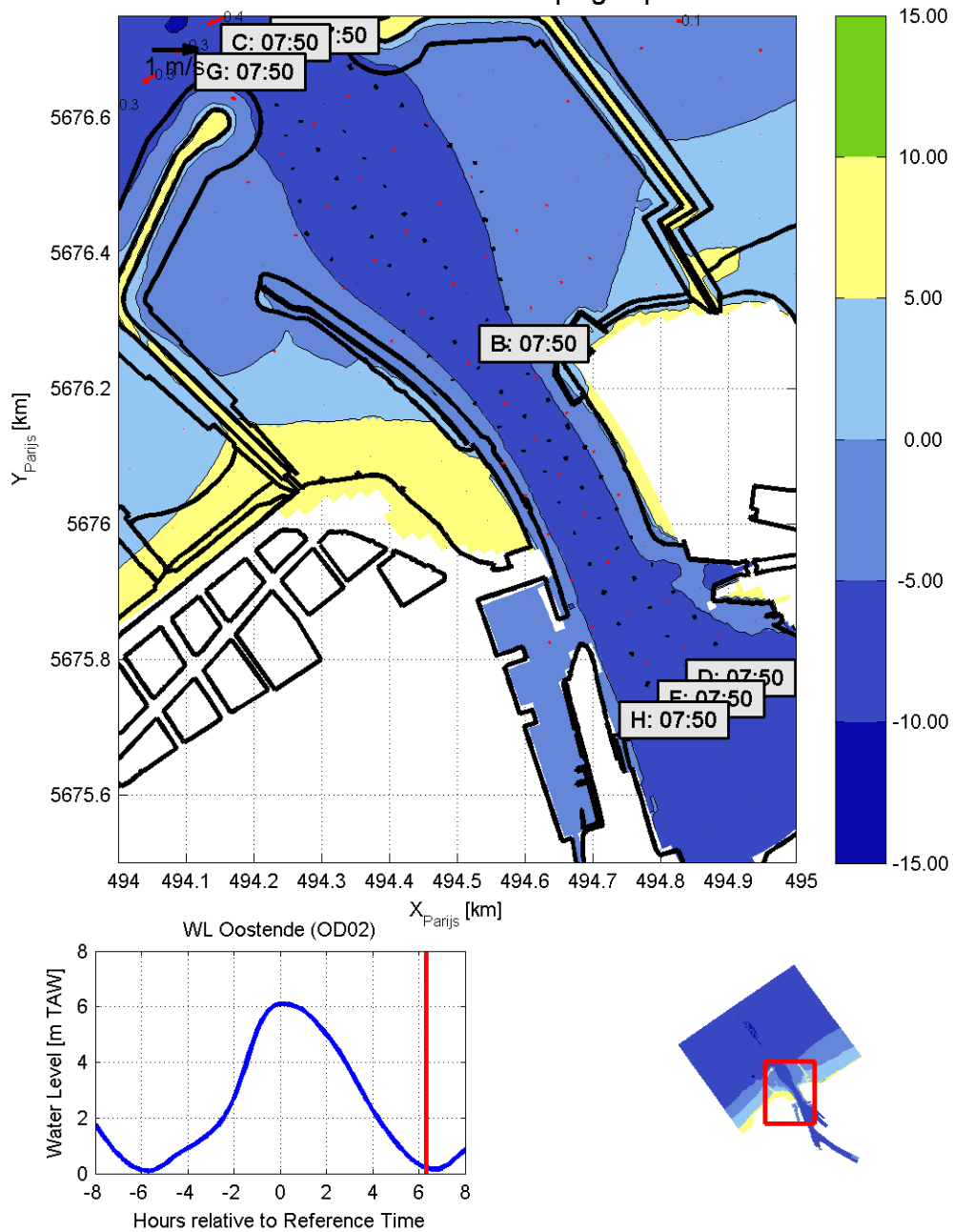
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 07:29

Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

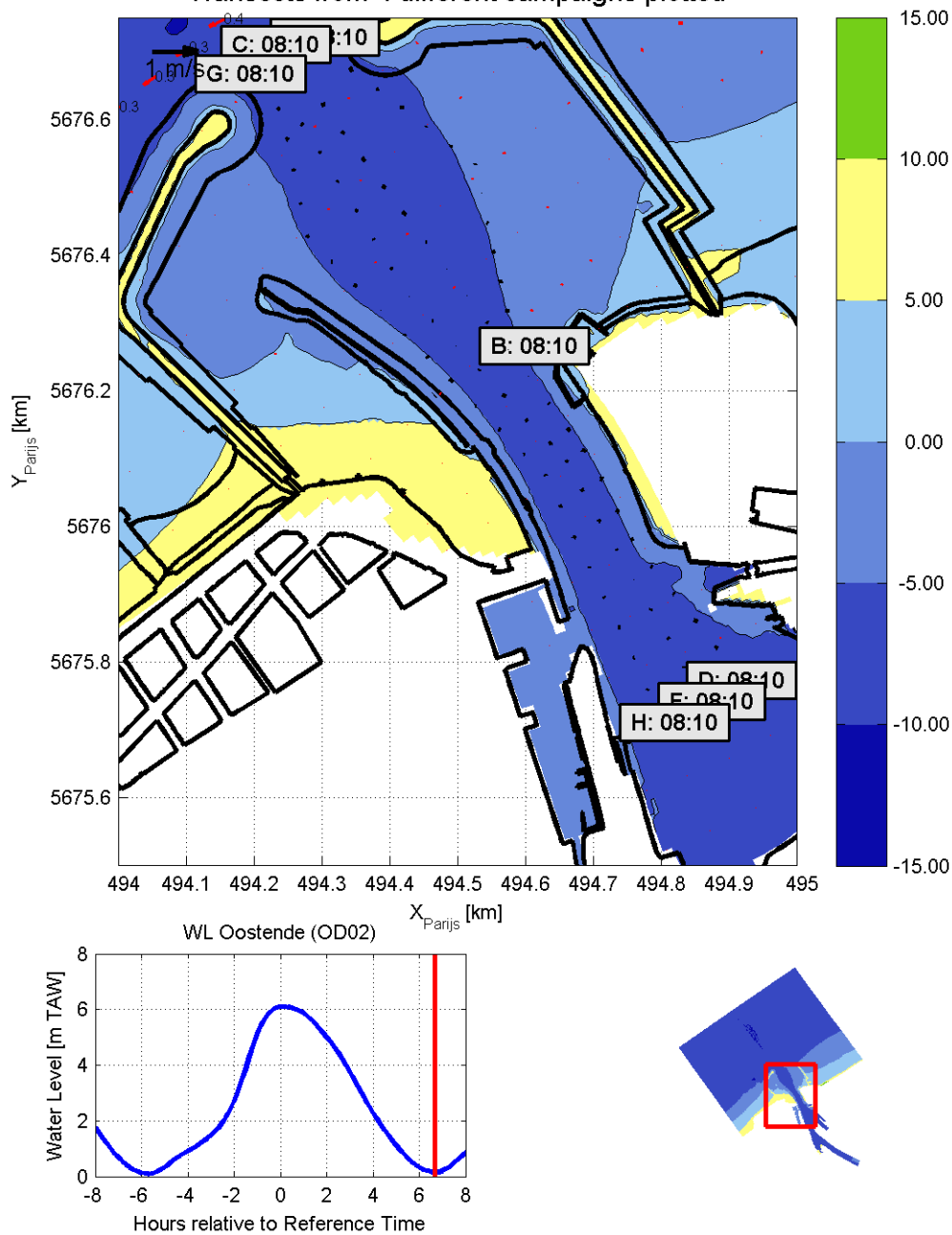
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 07:49
Transects from 4 different campaigns plotted



VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

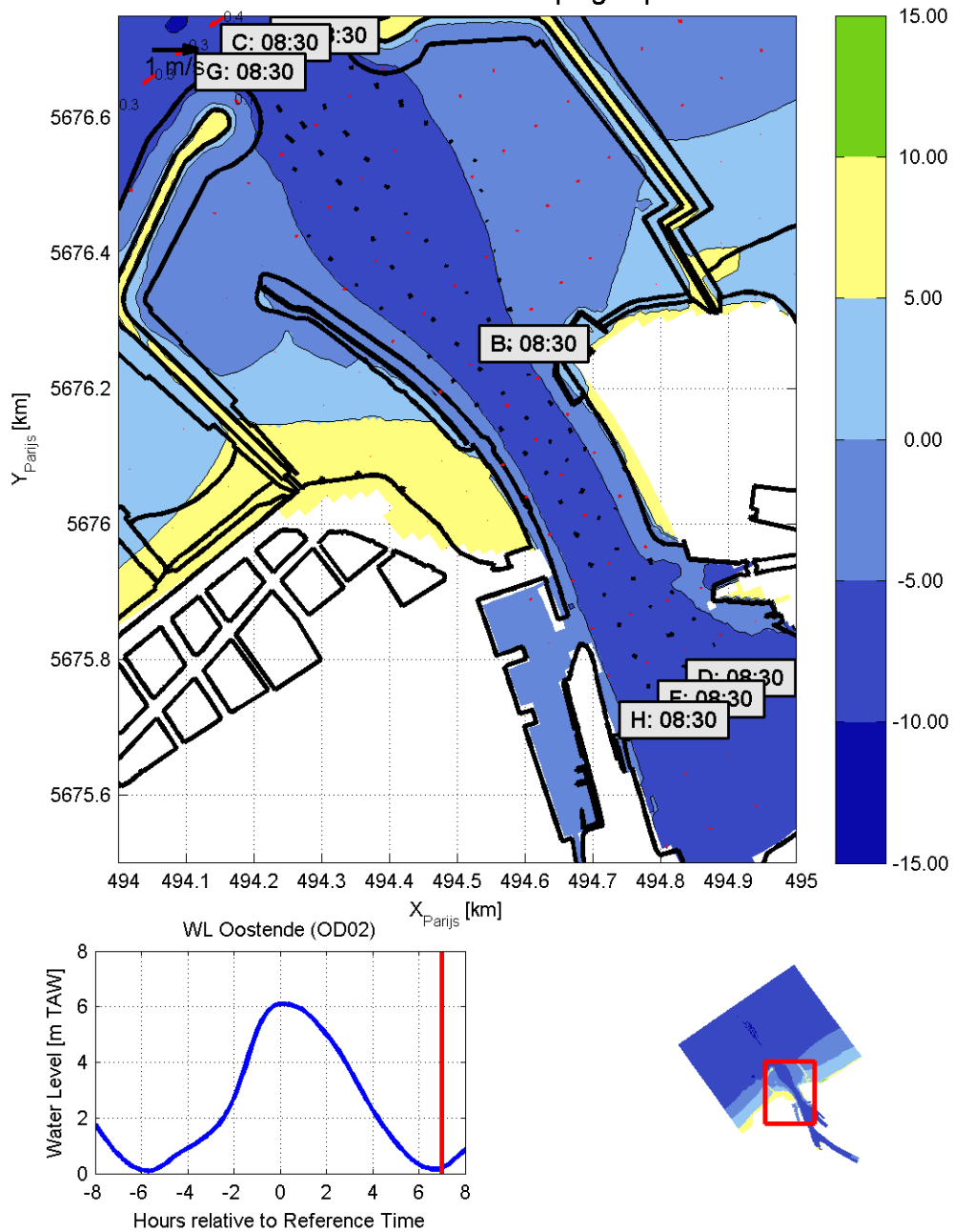
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 08:09

Transects from 4 different campaigns plotted



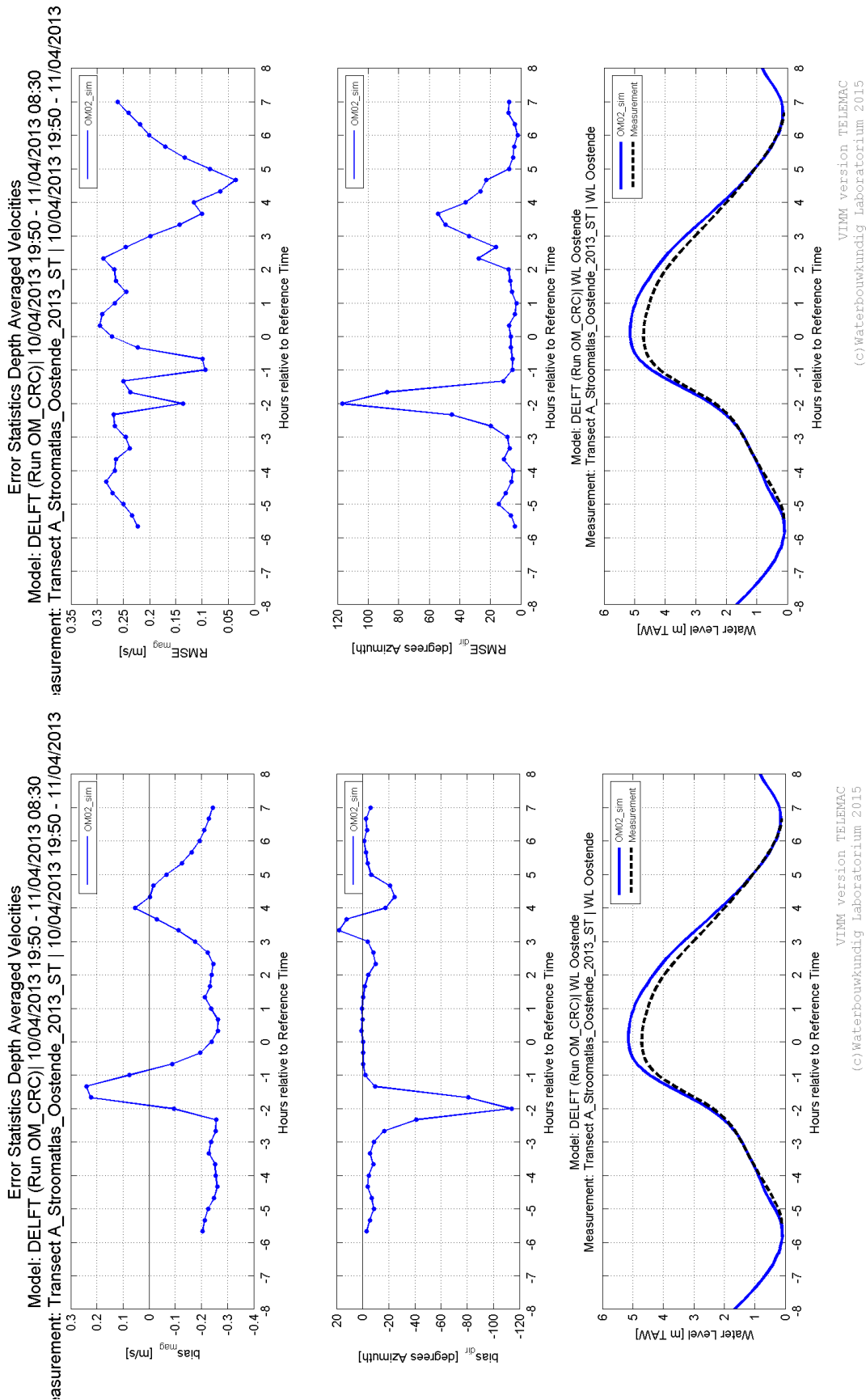
VIMM version TELEMATAC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

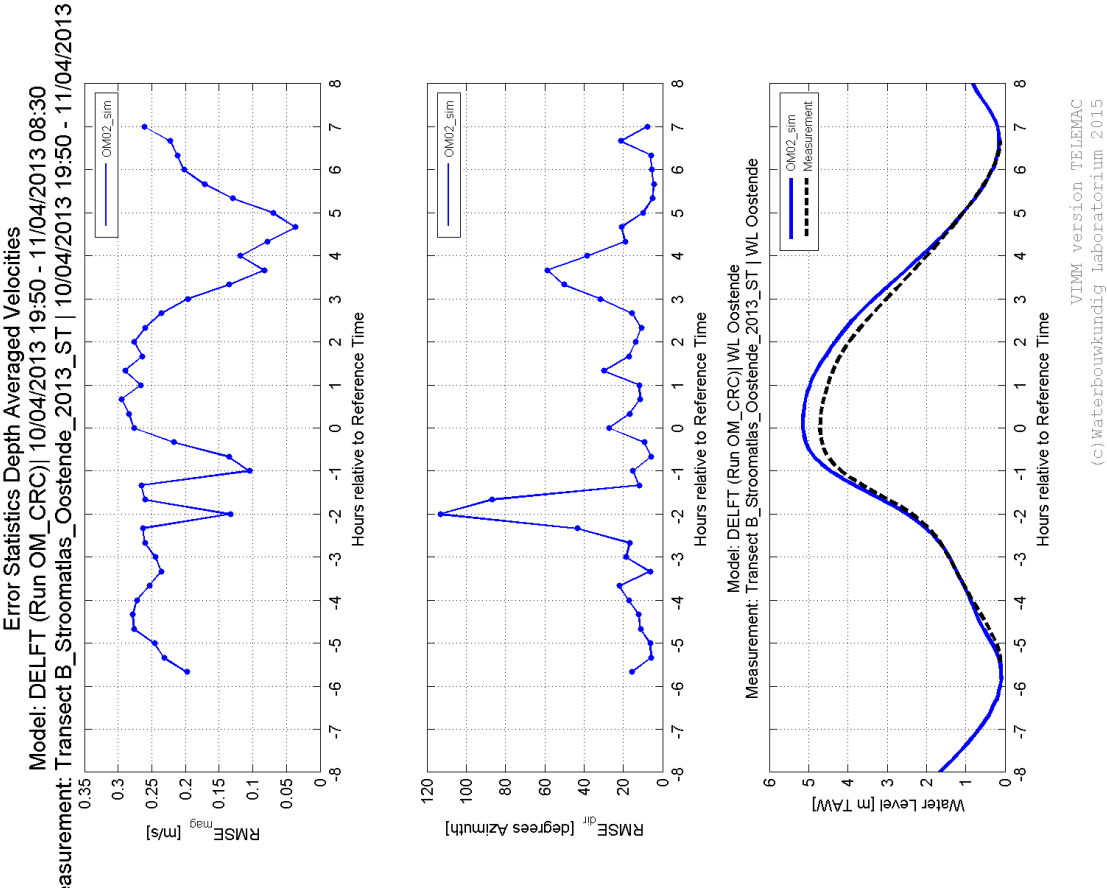
Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 08:29
Transects from 4 different campaigns plotted



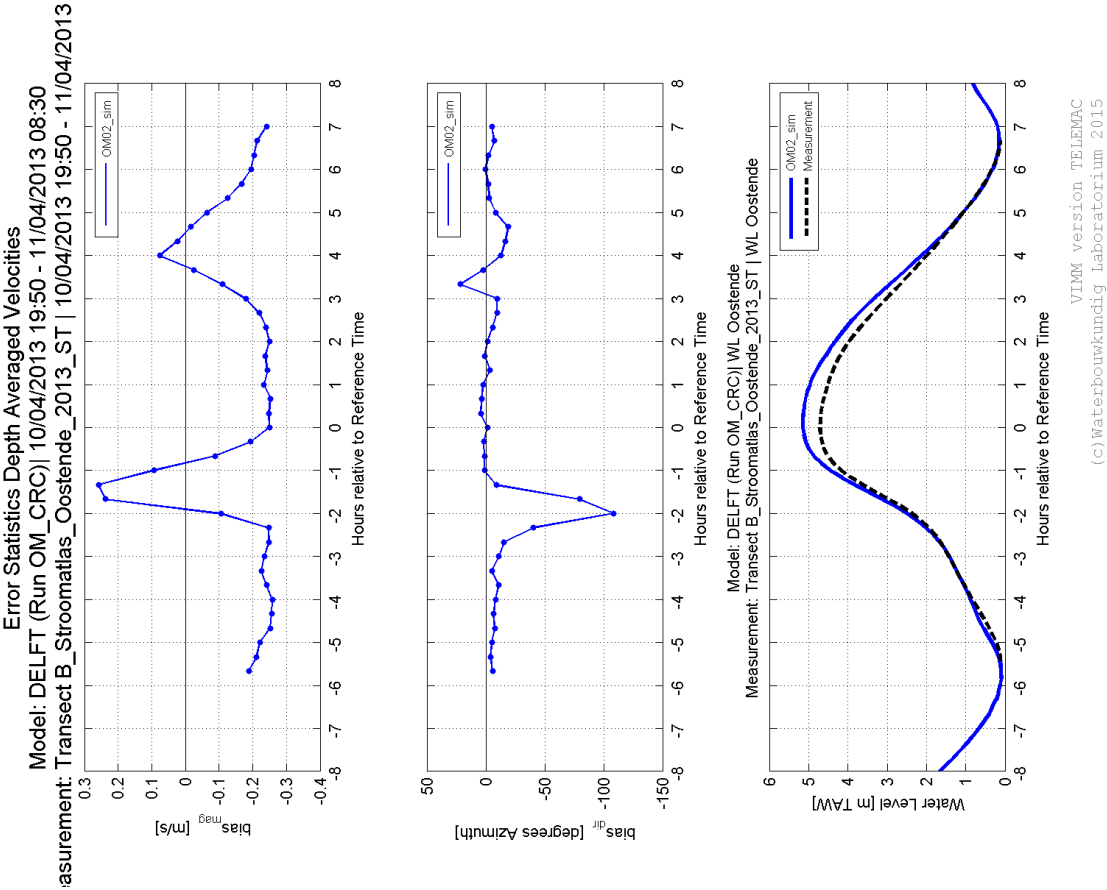
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Bijlage C Moedermodel vs. Stroomatlas: statistiek

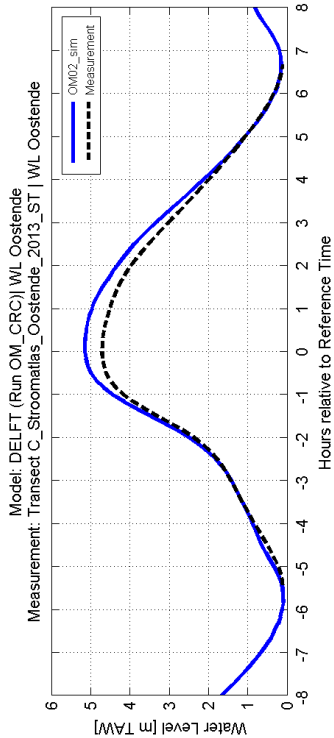
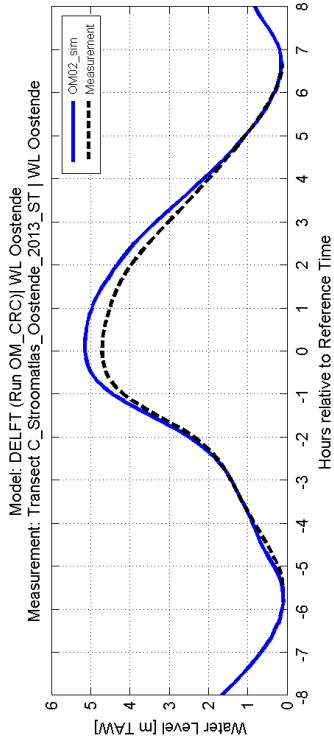
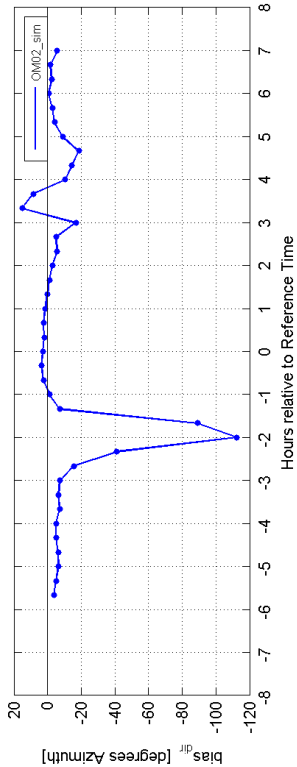
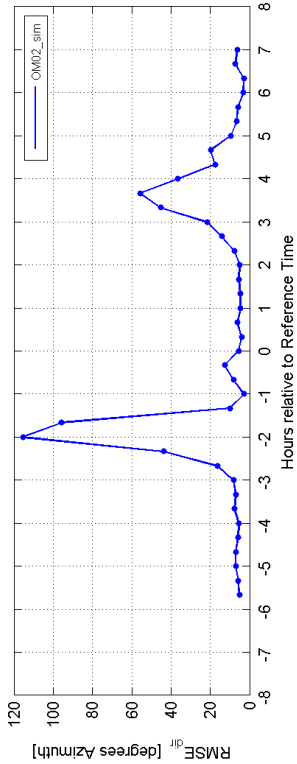
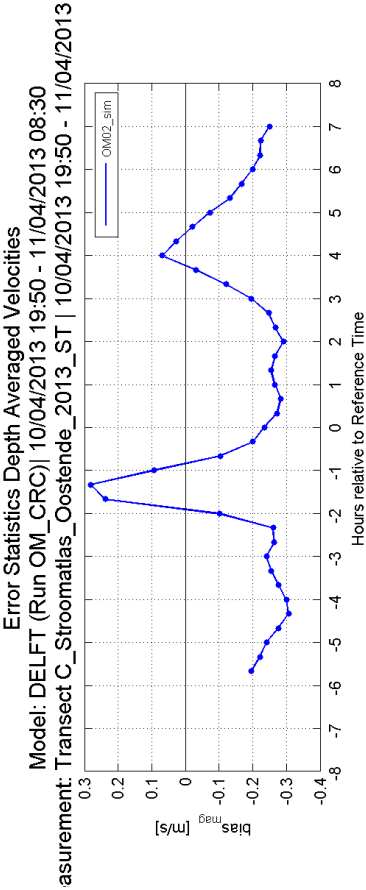
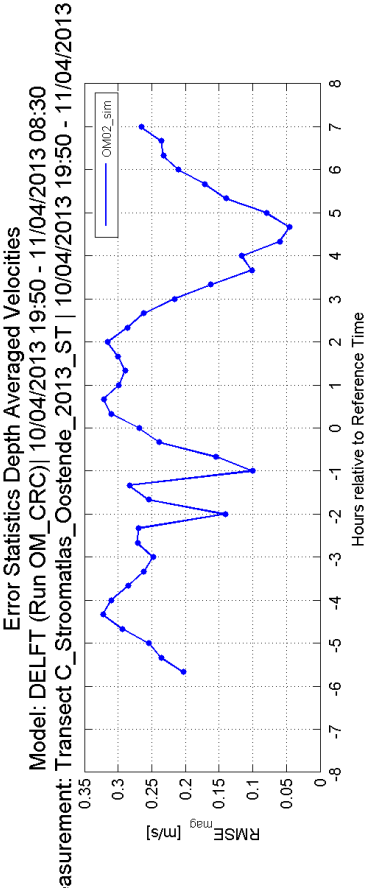




VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

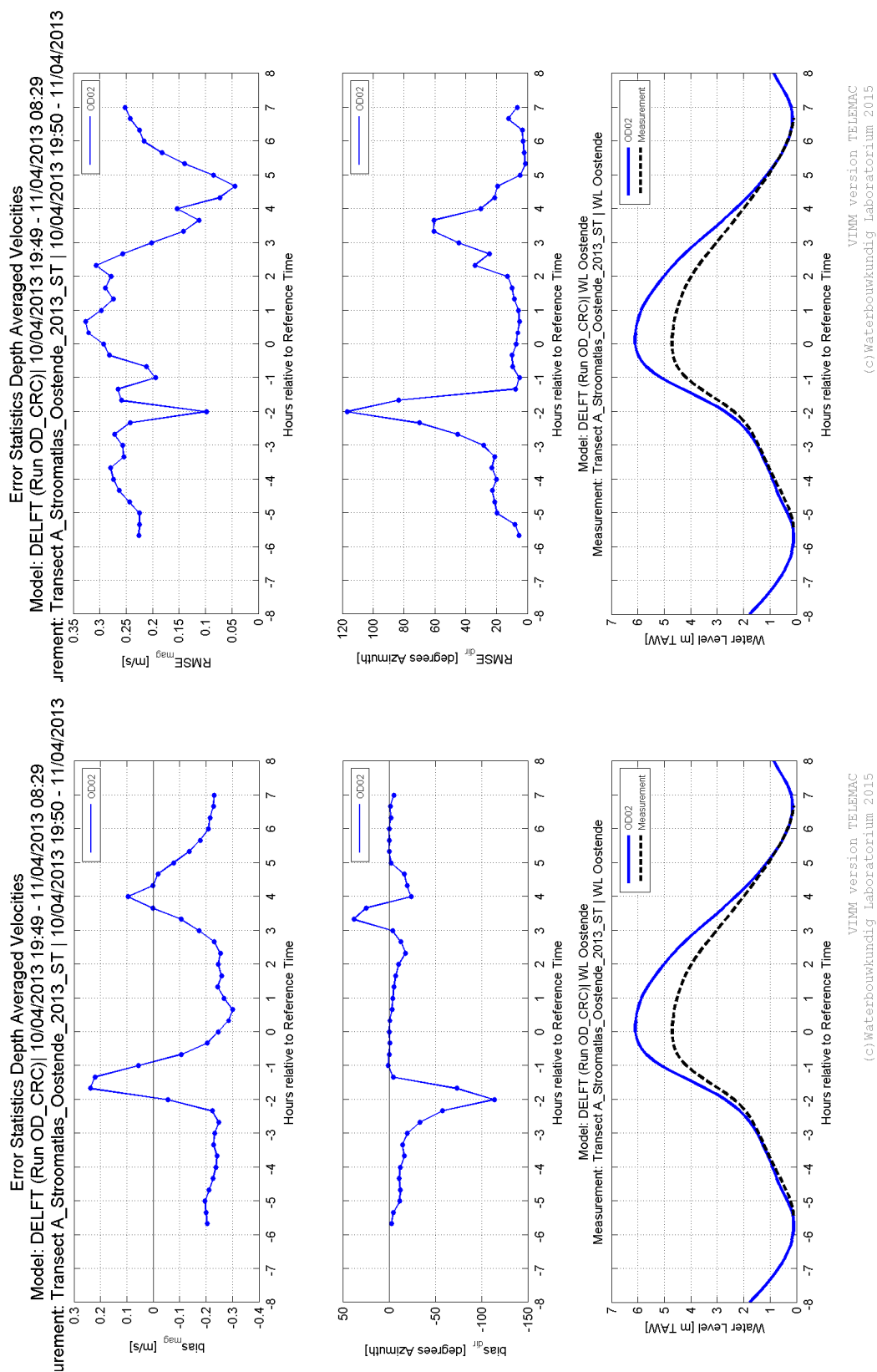


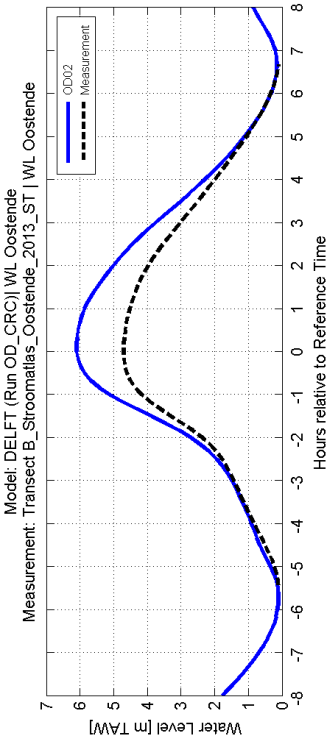
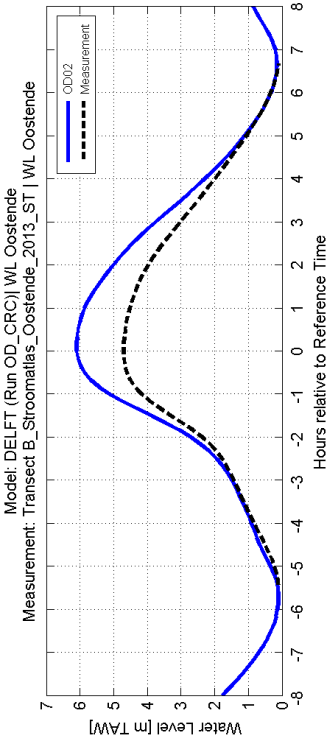
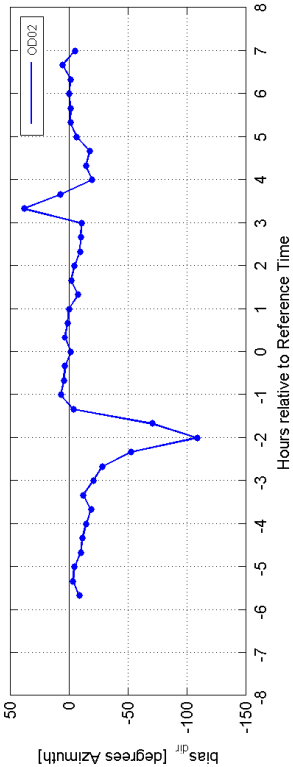
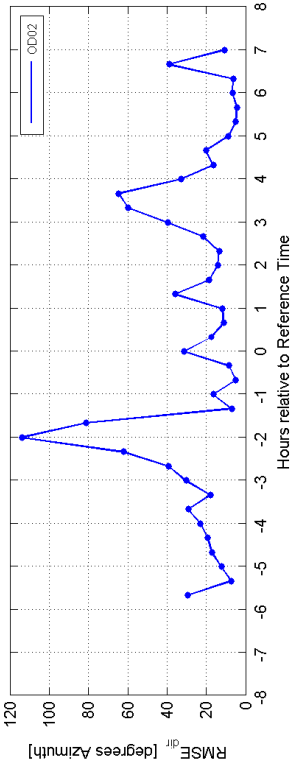
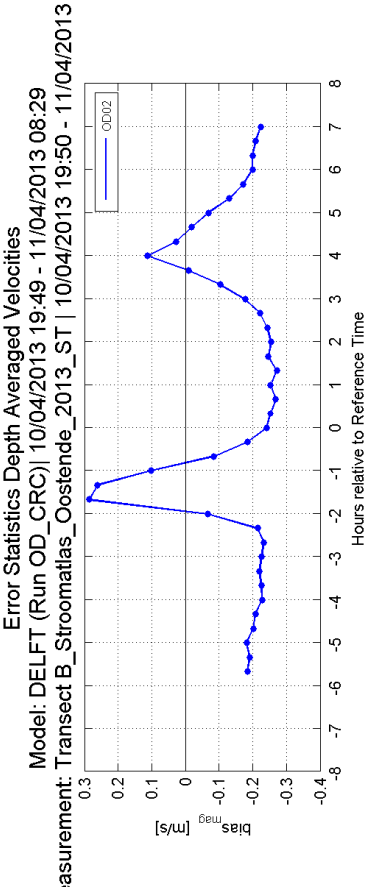
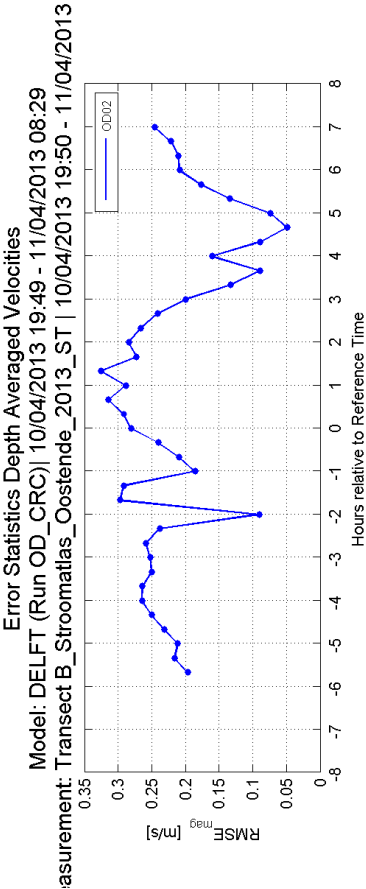
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Bijlage D Dochtermodel vs. Stroomatlas: statistiek

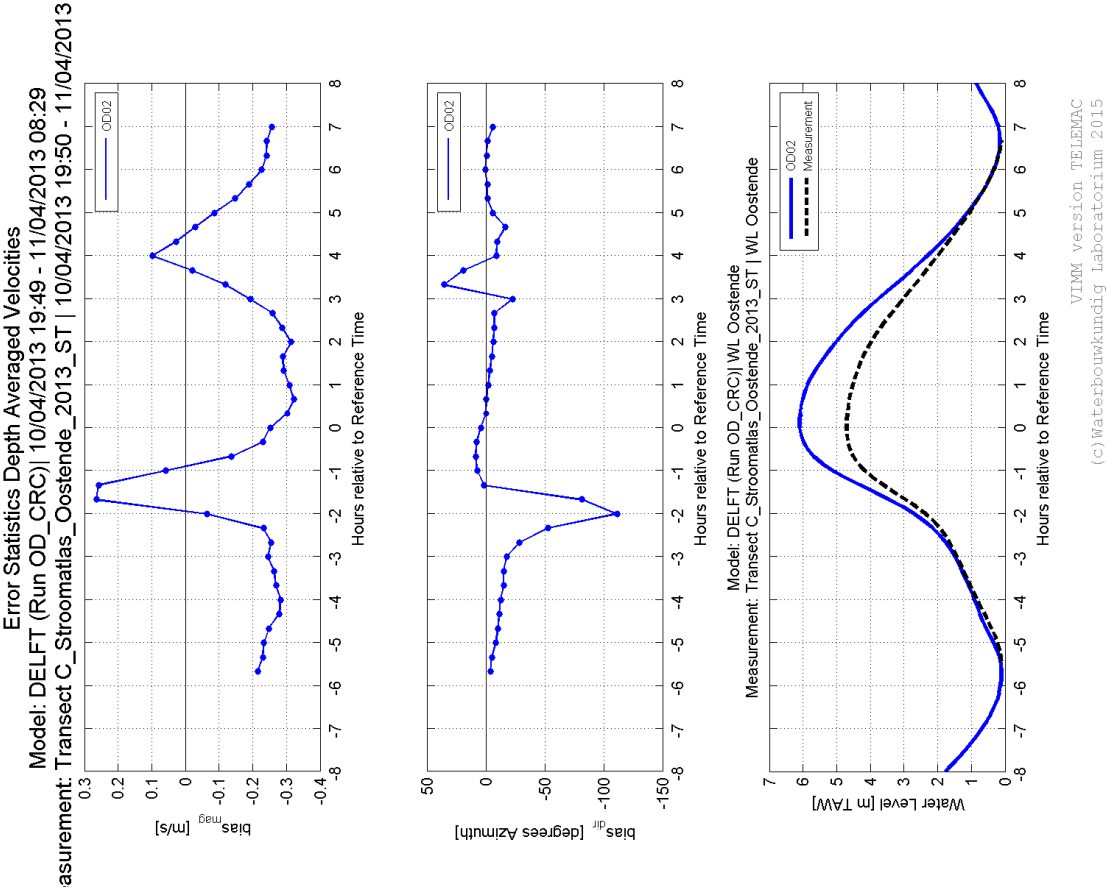
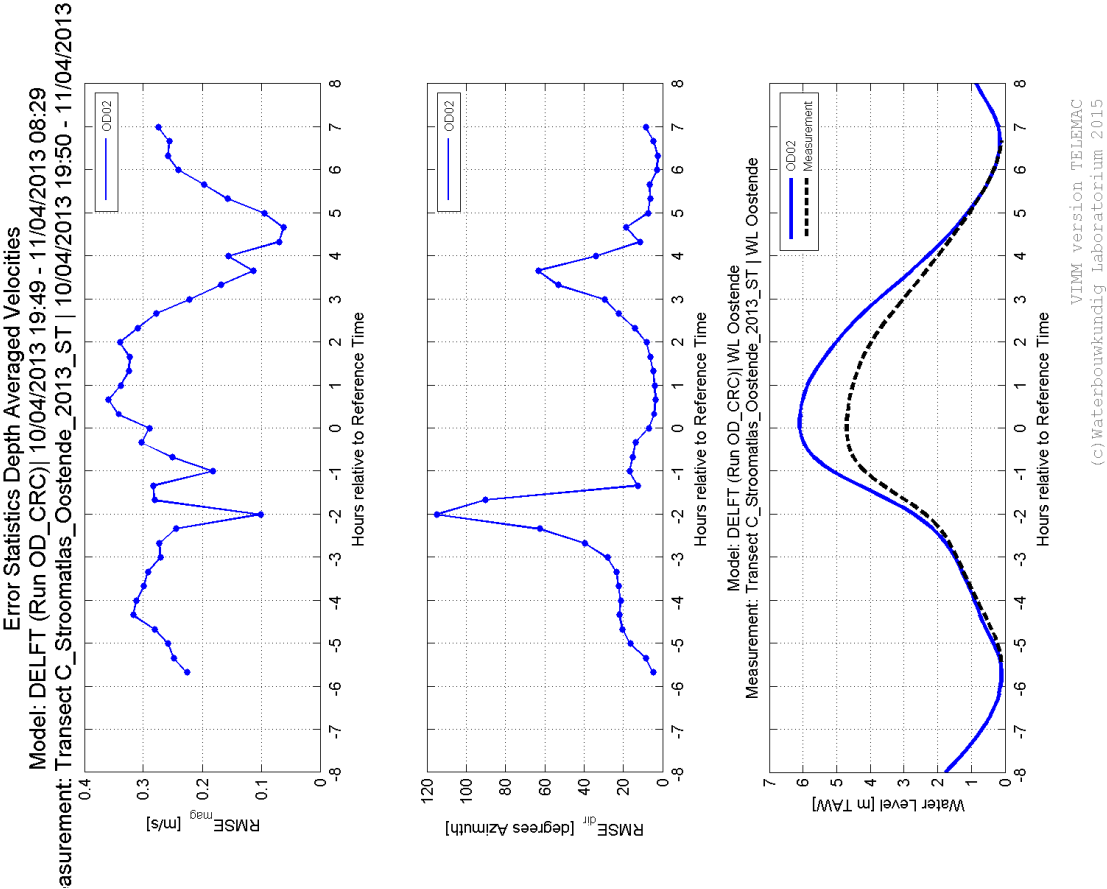
Buitengaats



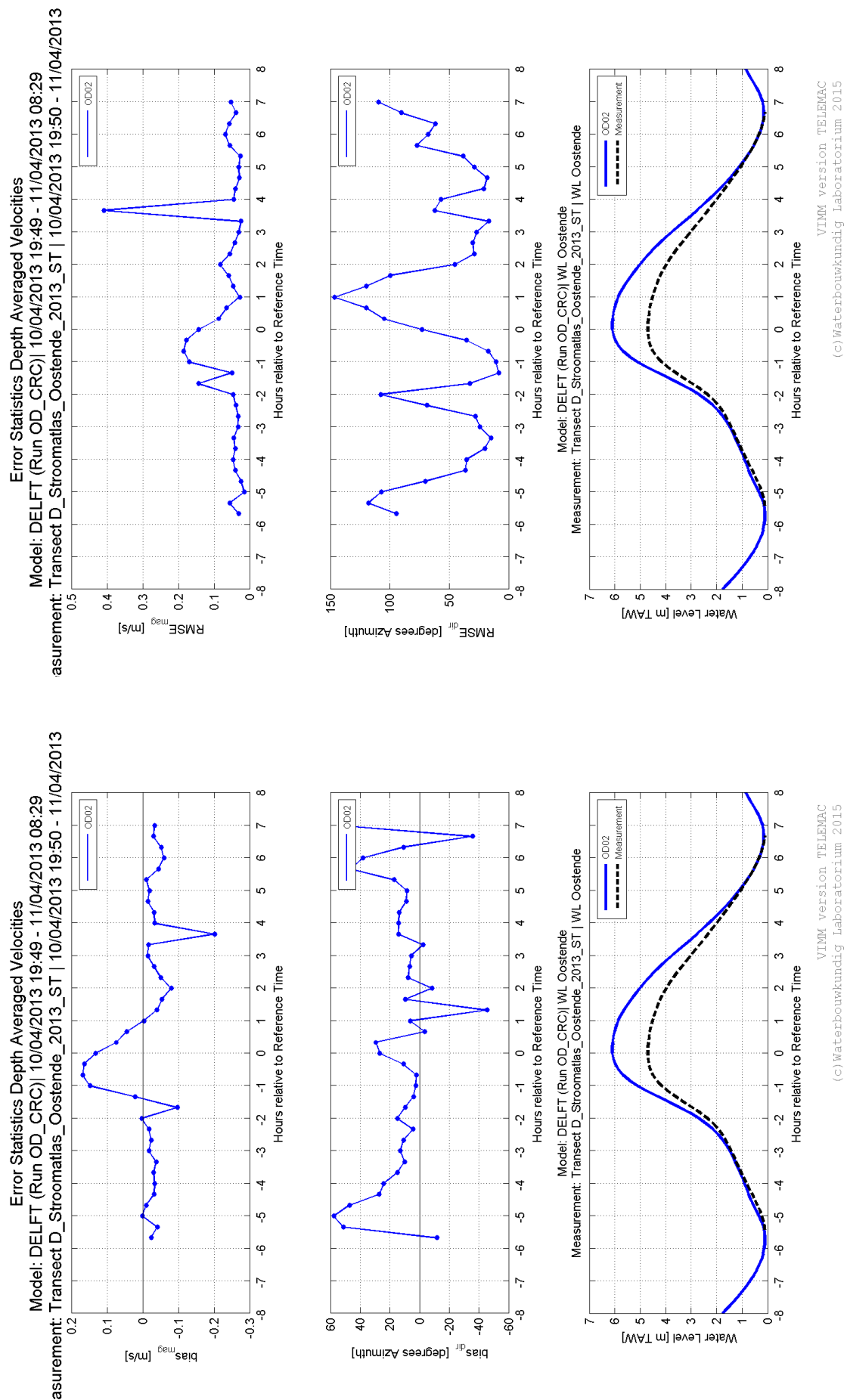


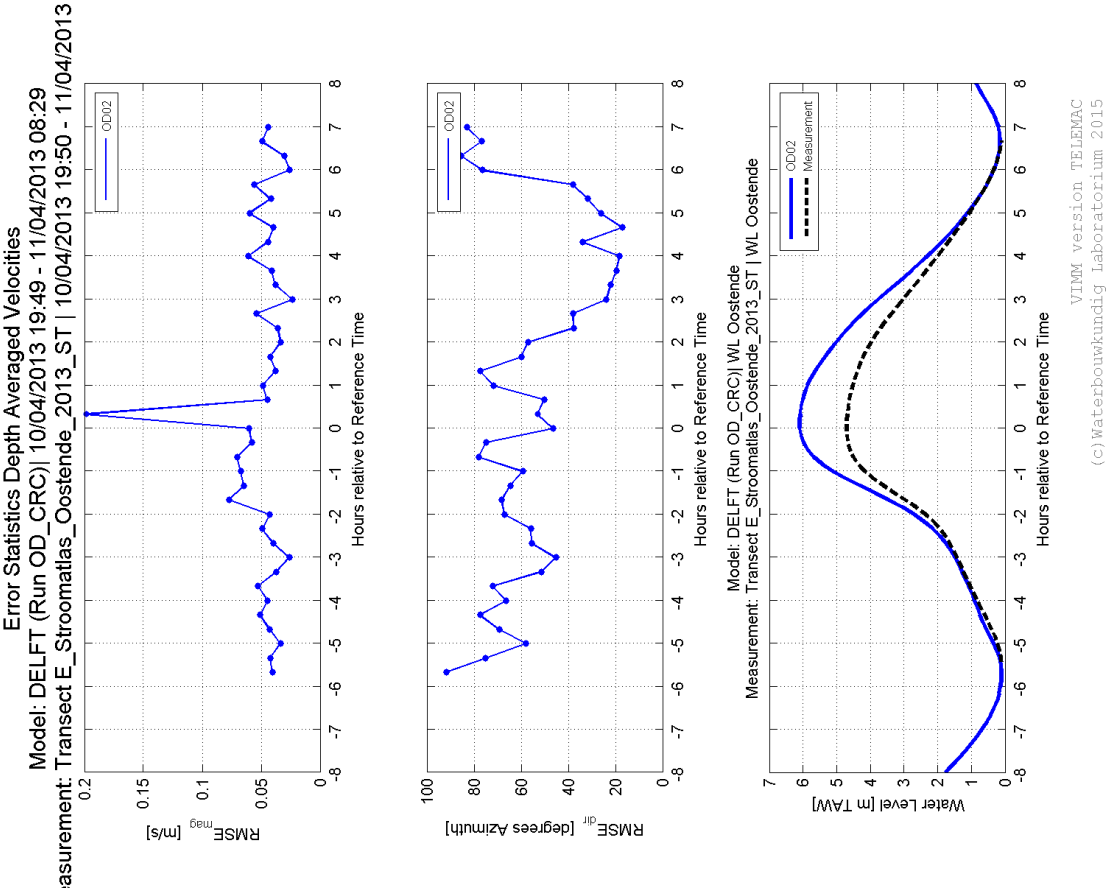
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

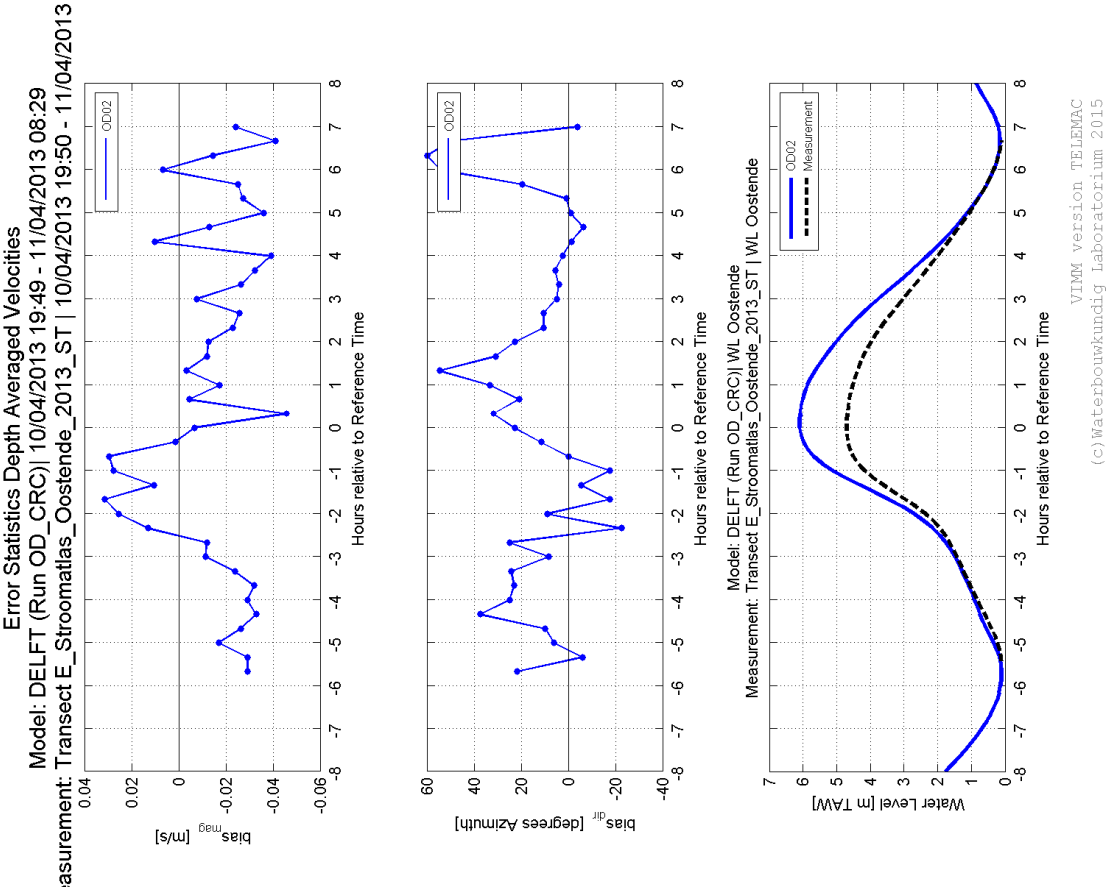


WL2017R15_067_1

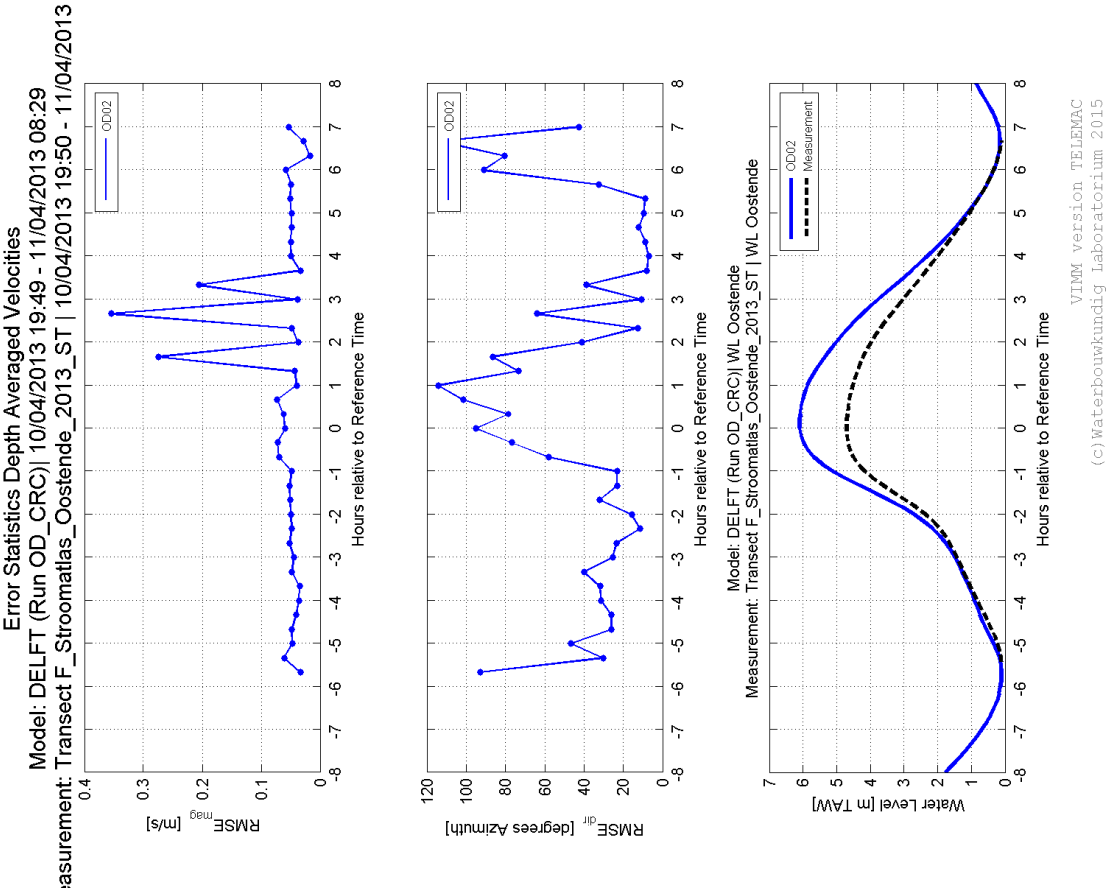




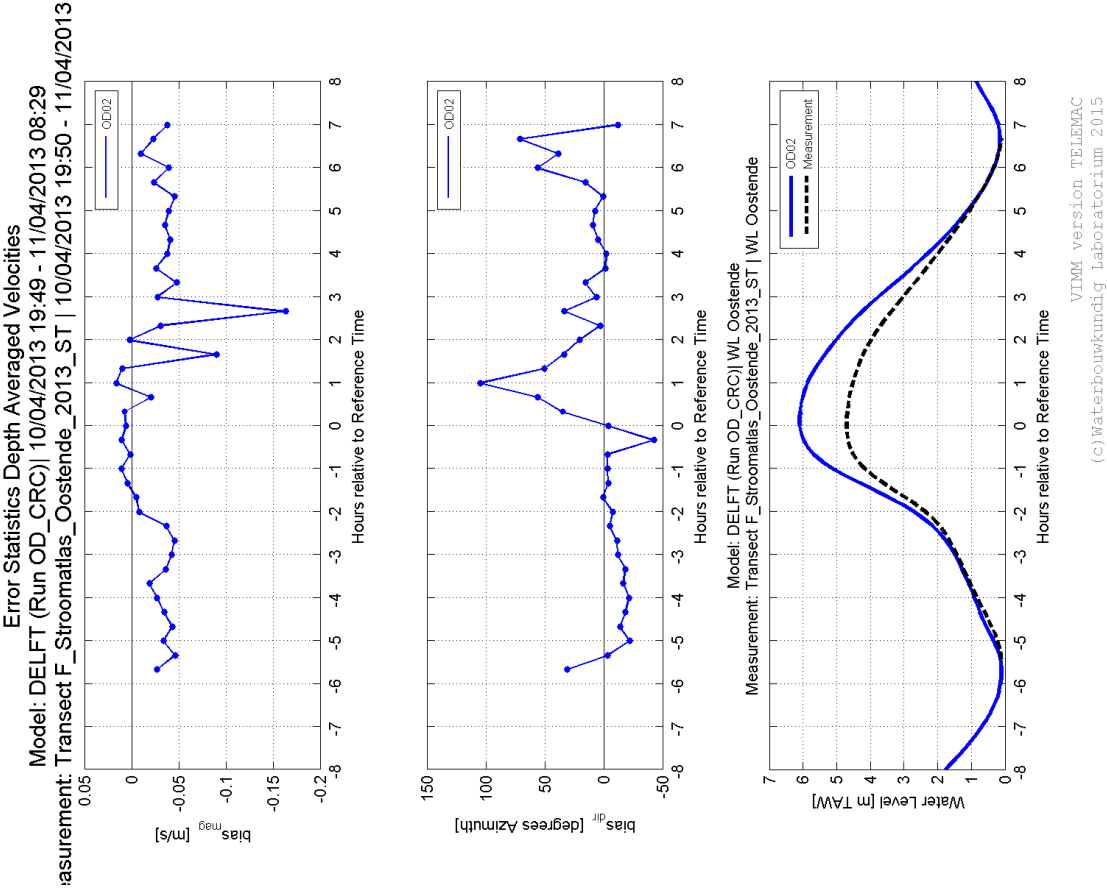
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



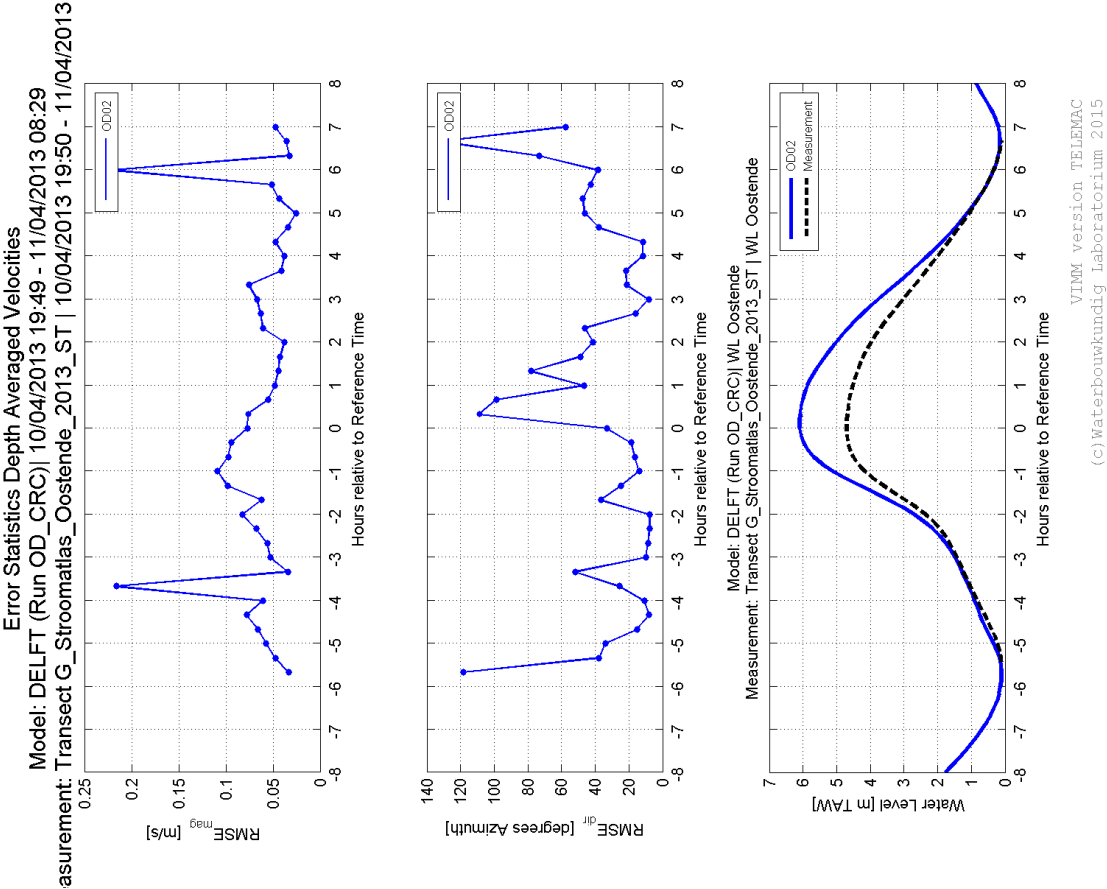
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



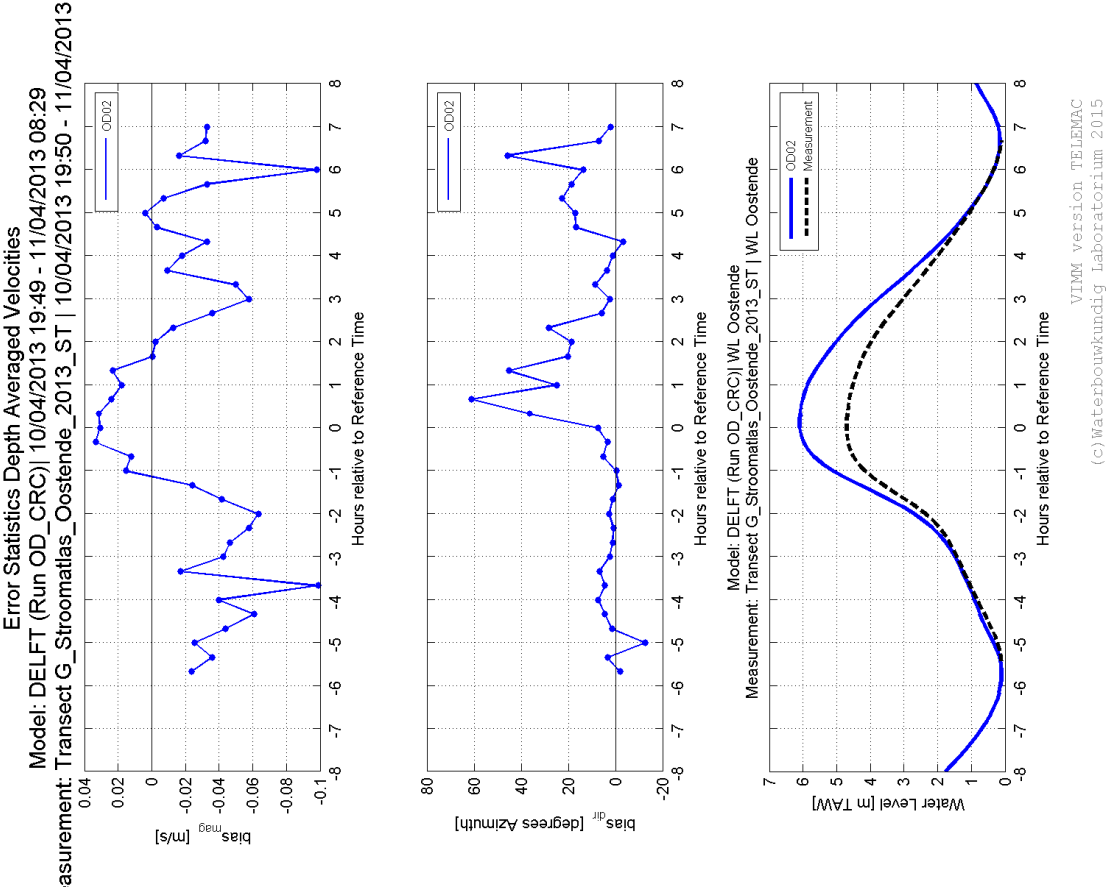
VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015



VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

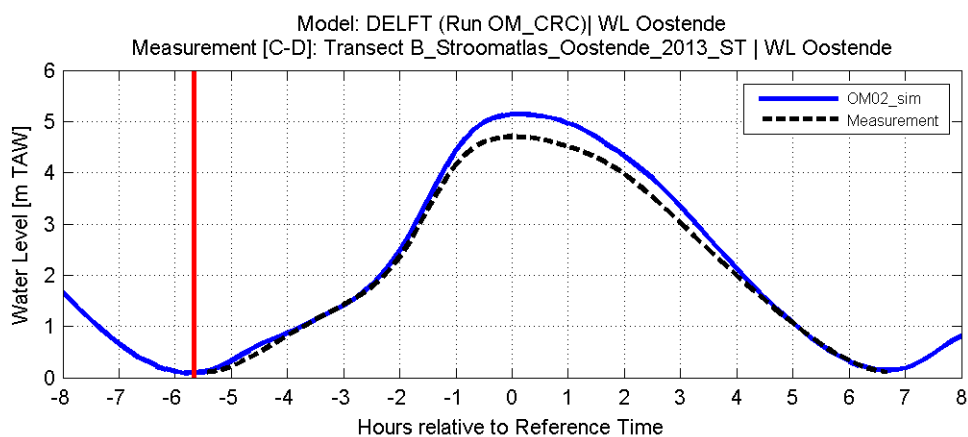
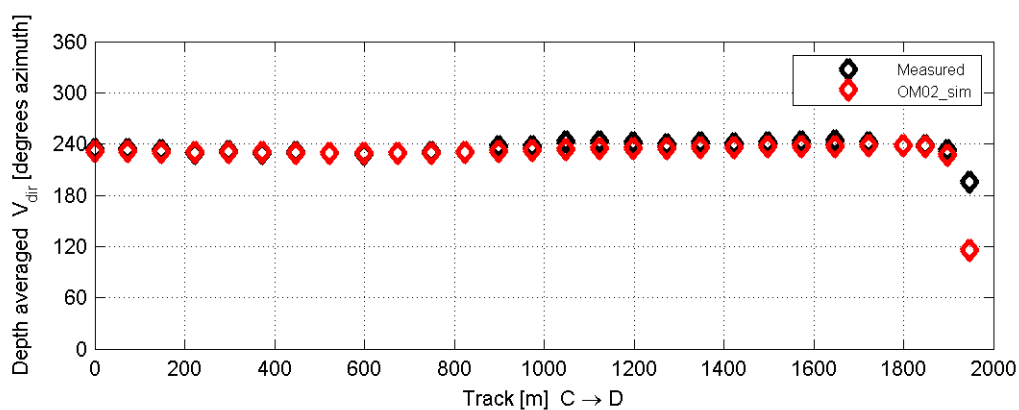
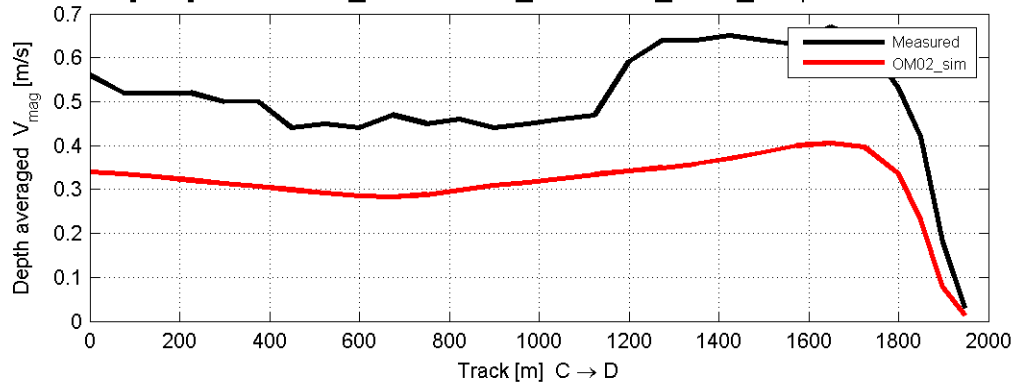


VIMM version TELEMAT
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Bijlage E Stroomsnelheden en –richtingen op Transect B

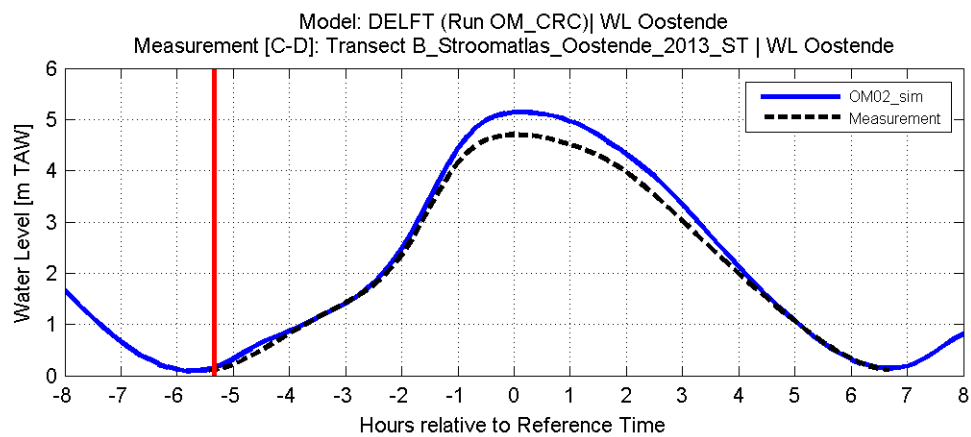
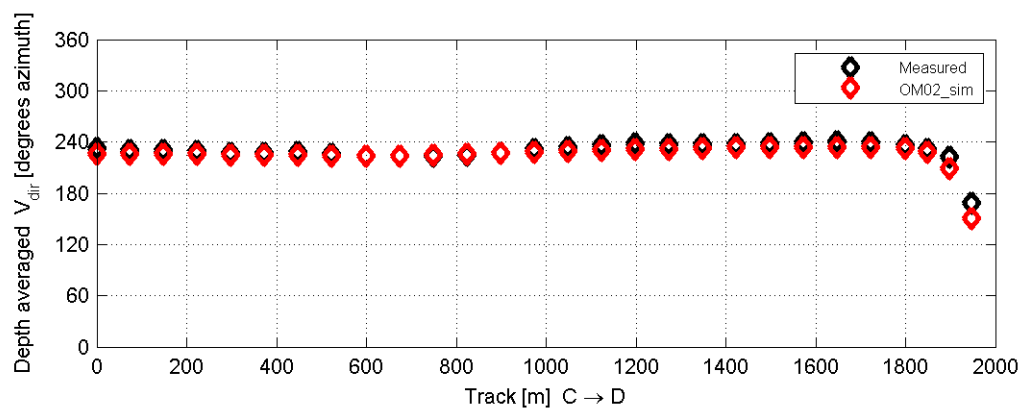
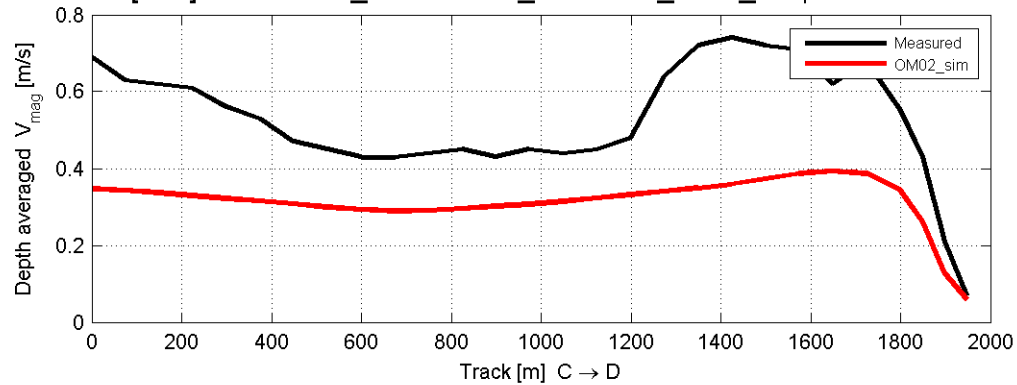
Transect B ligt centraal volgens de as van de vaargeul naar de haven van Oostende, van ca. 2000 m buitengaats (punt C, 0 m) tot aan de havenmond (punt D, 2000 m).

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 10/04/2013 19:50
Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 19:



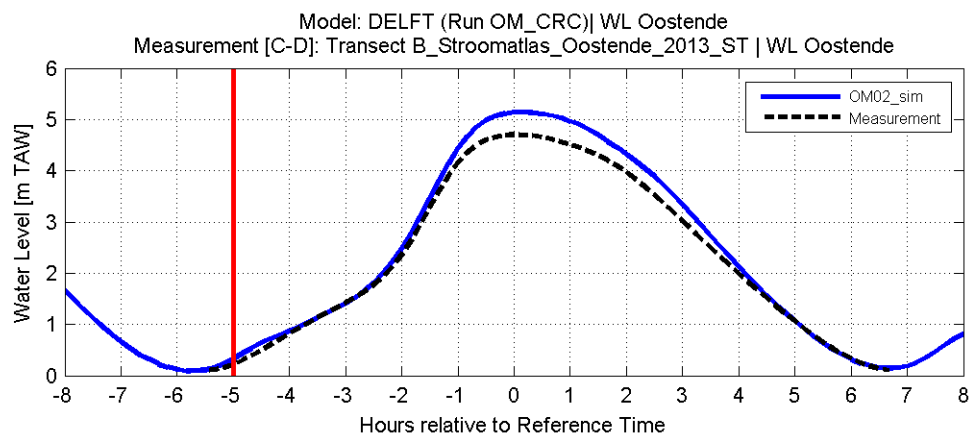
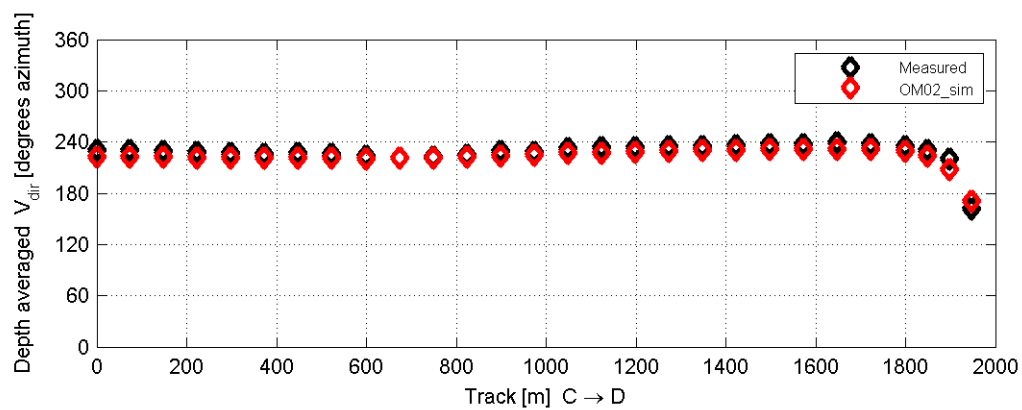
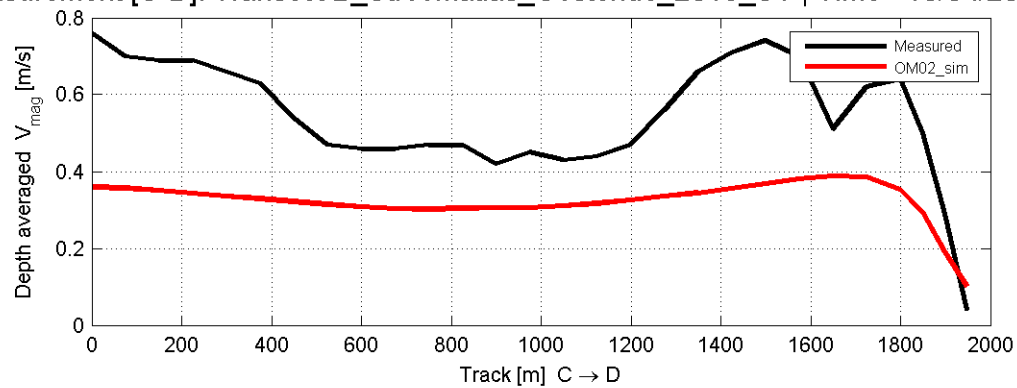
VIMM version TELEMATC
(c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 10/04/2013 20:10
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 20:



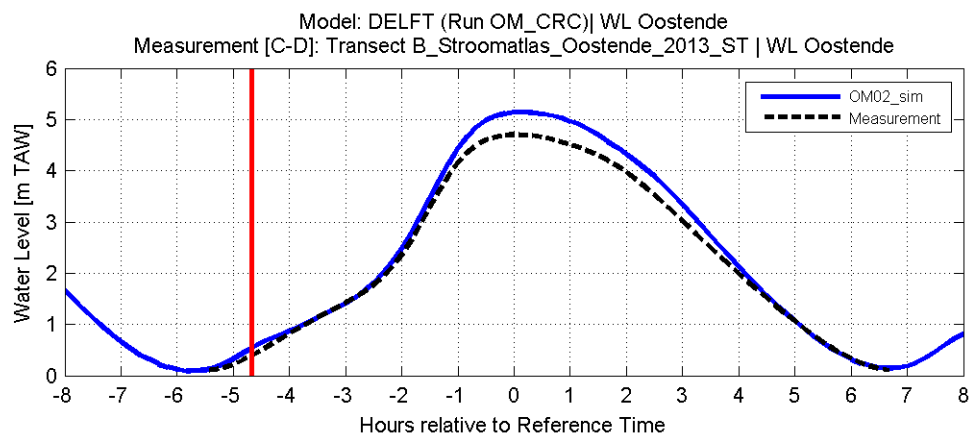
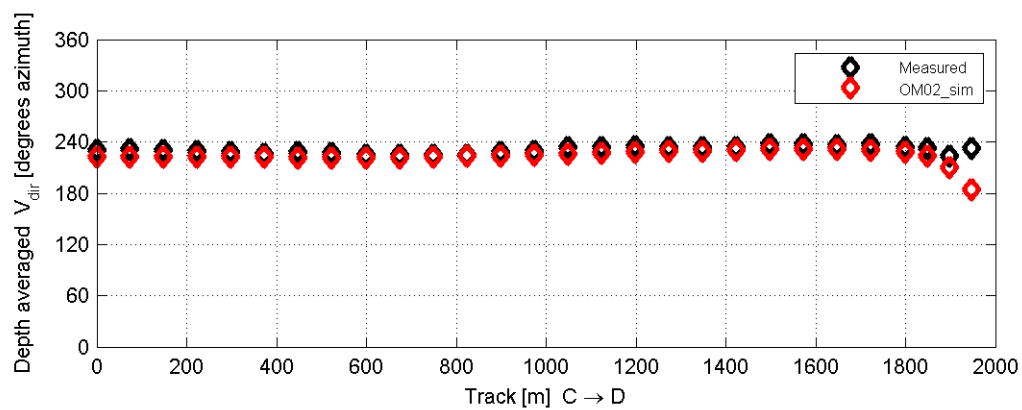
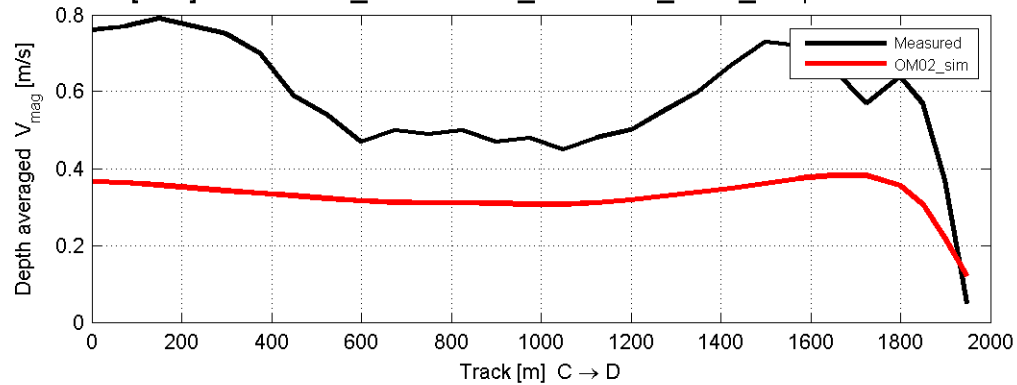
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 10/04/2013 20:30
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 20:



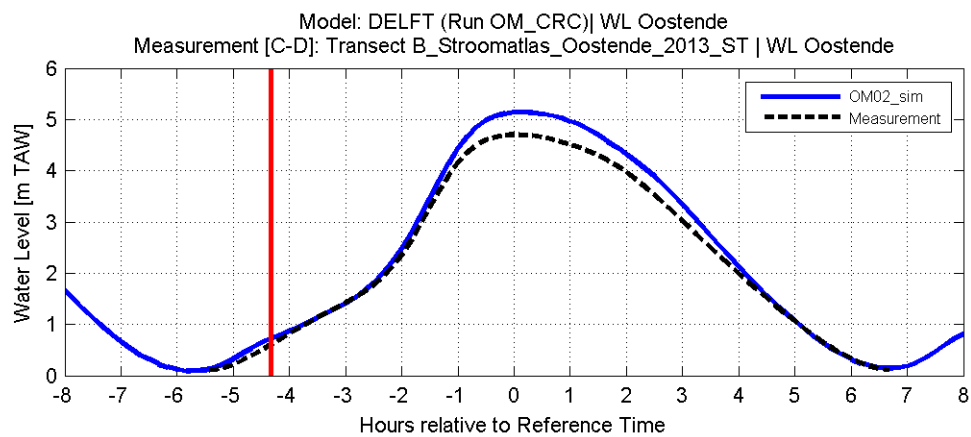
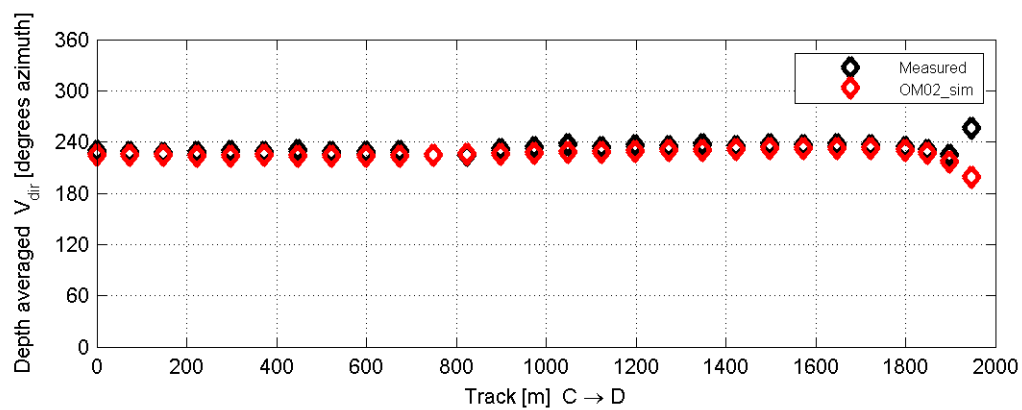
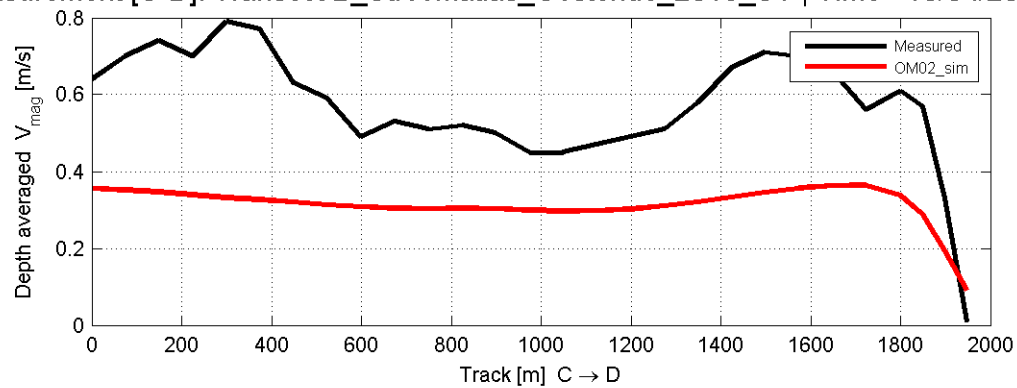
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 10/04/2013 20:50
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 20:



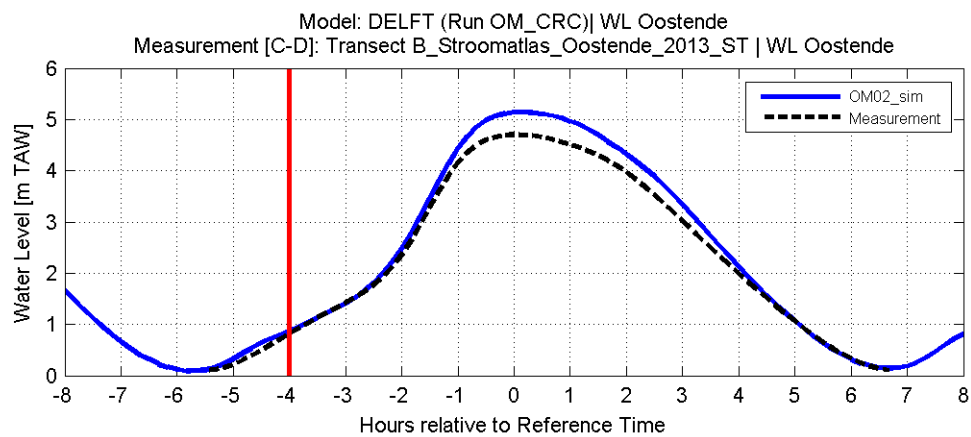
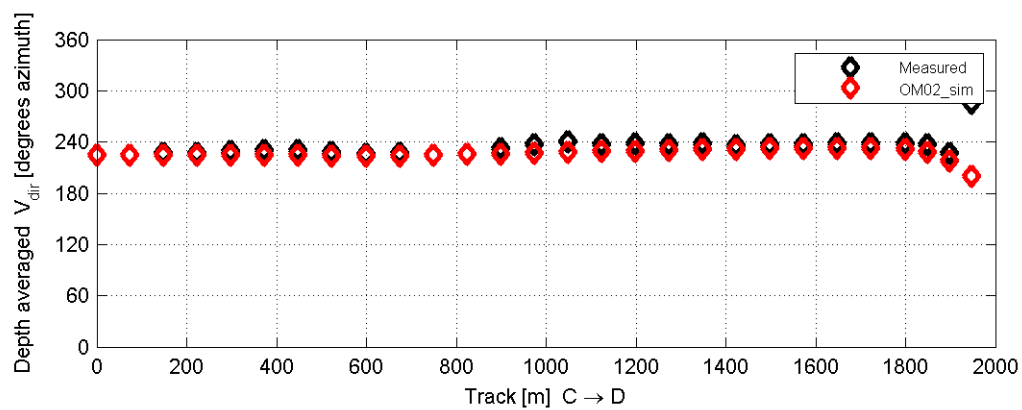
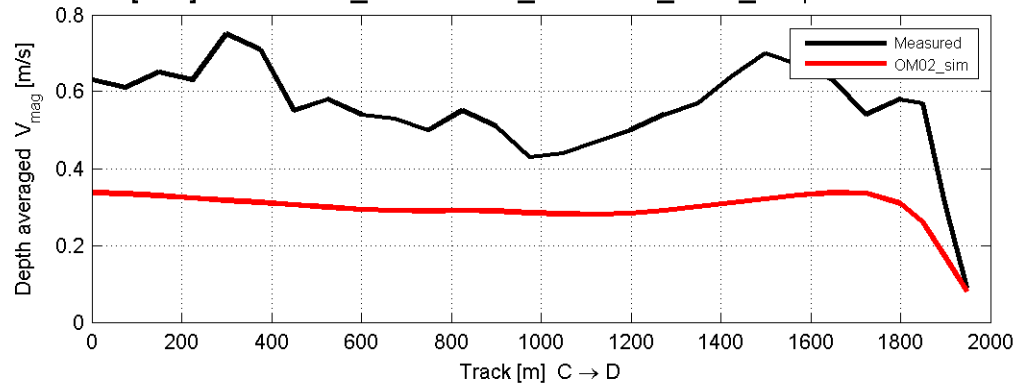
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 10/04/2013 21:10
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 21:



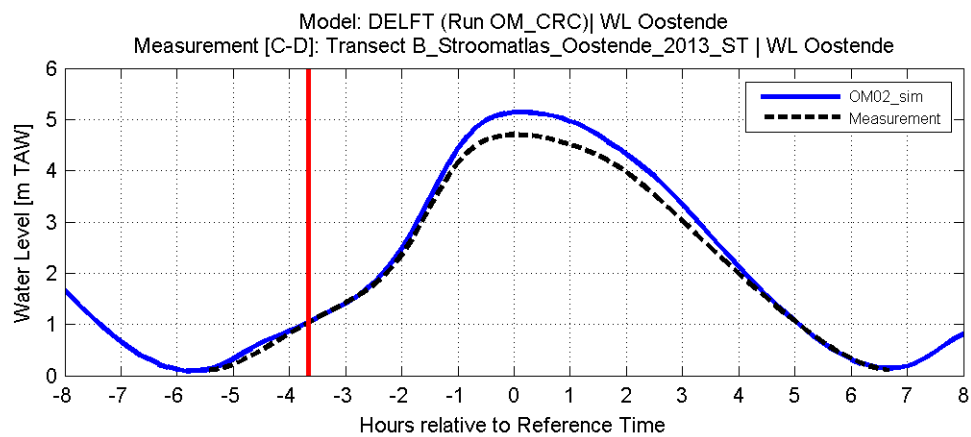
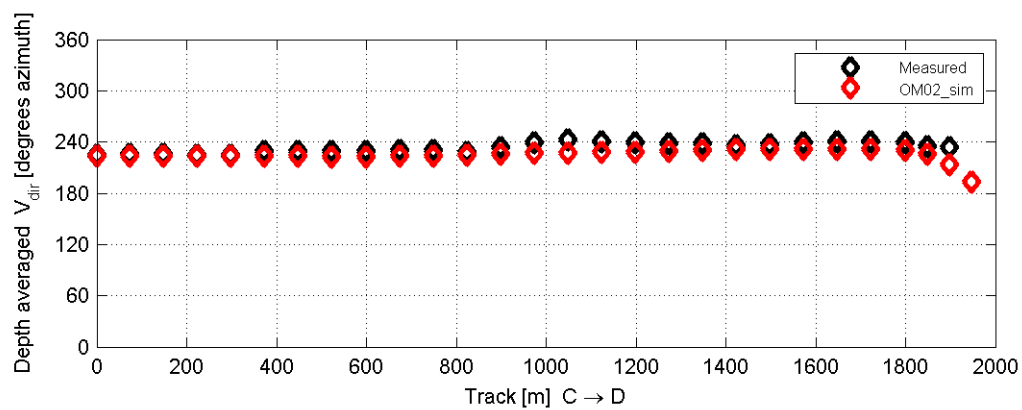
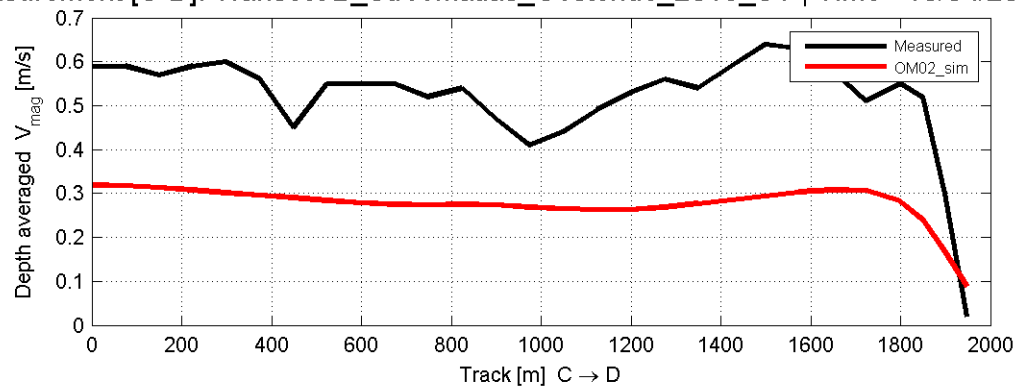
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 10/04/2013 21:30
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 21:



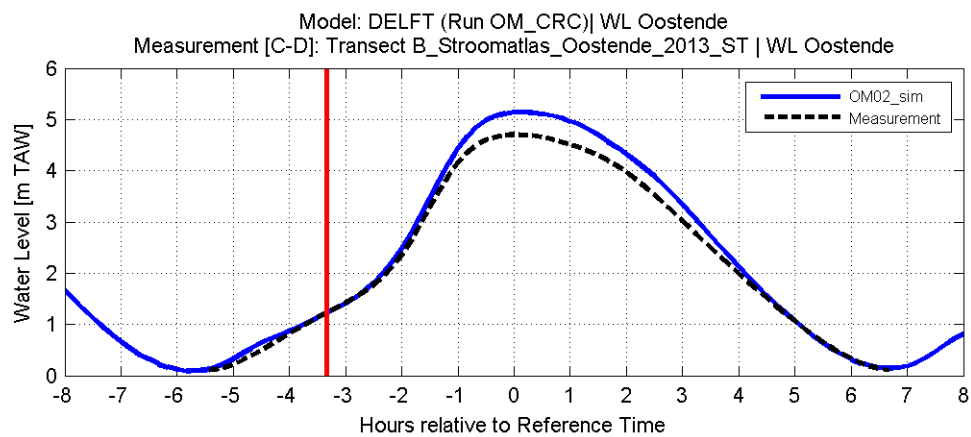
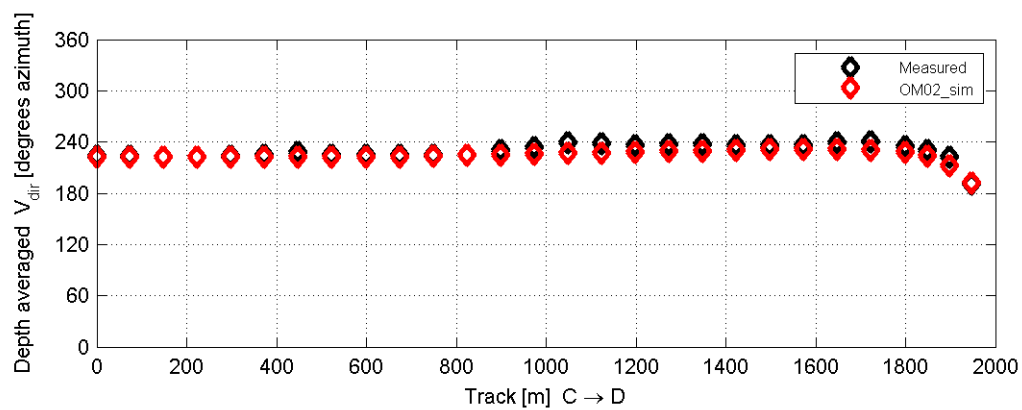
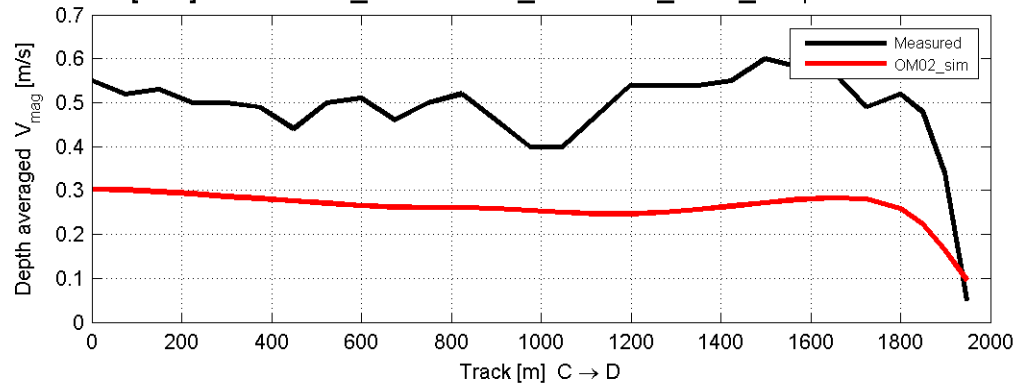
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 10/04/2013 21:50
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 21:



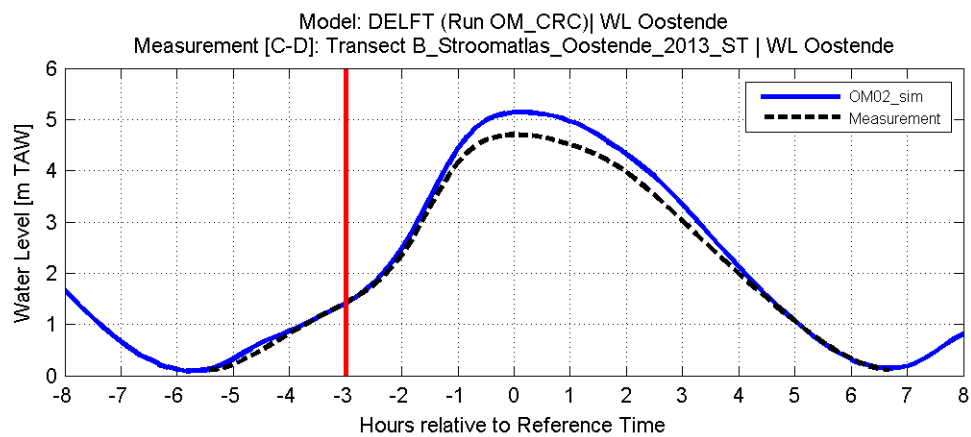
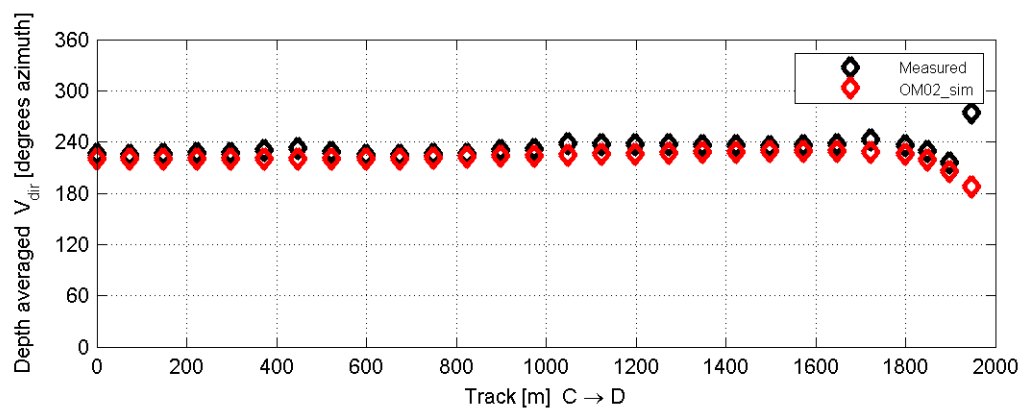
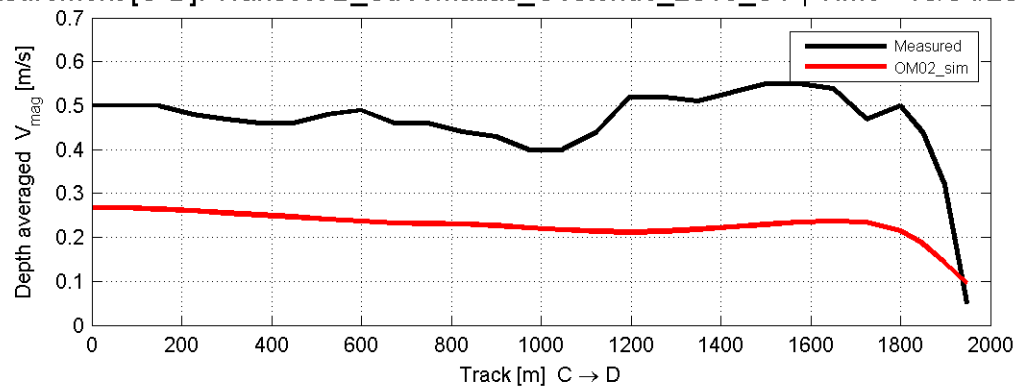
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 10/04/2013 22:10
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 22:



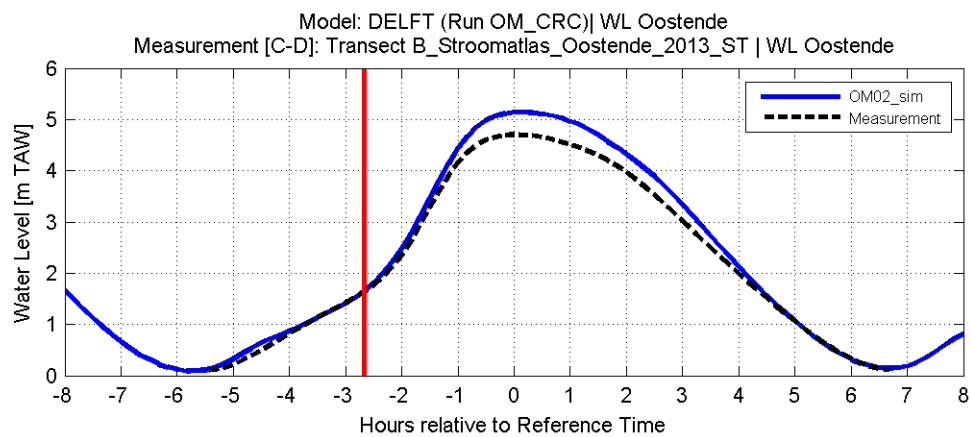
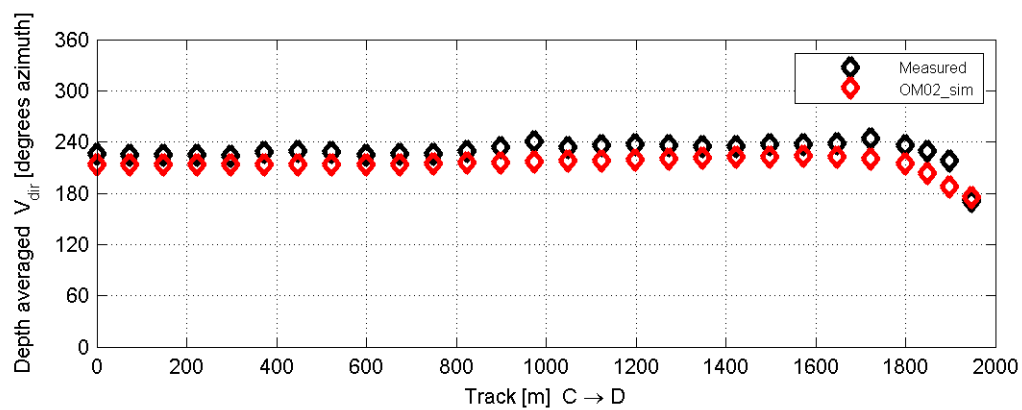
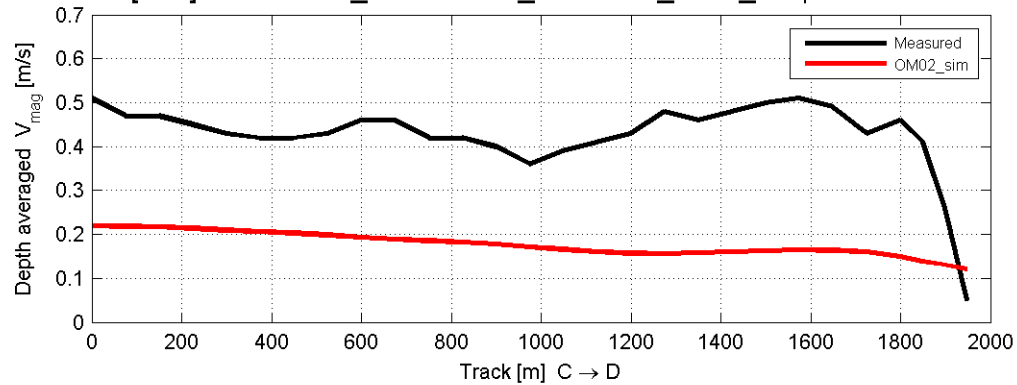
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 10/04/2013 22:30
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 22:



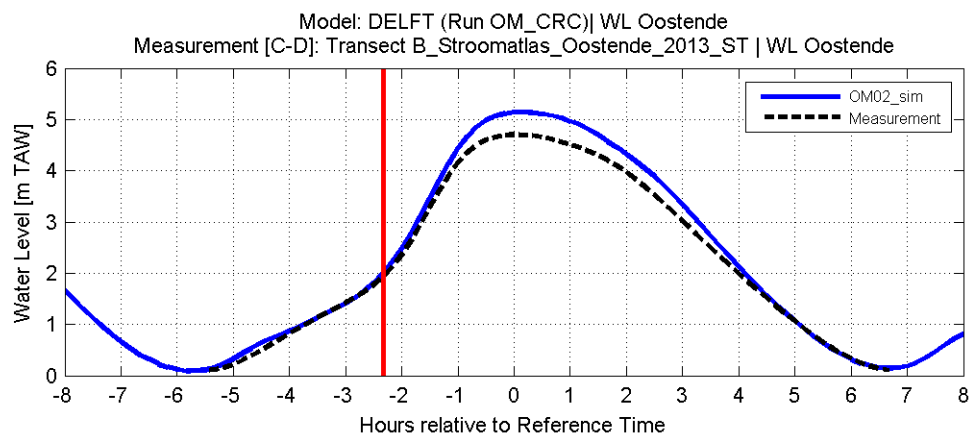
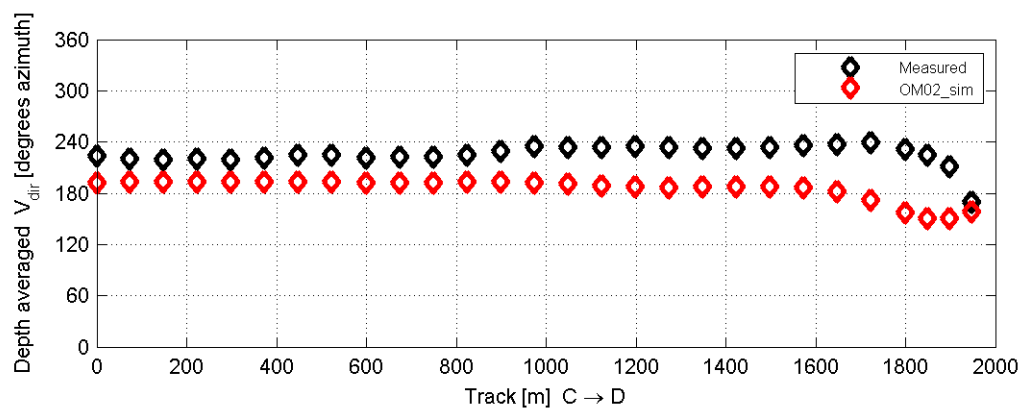
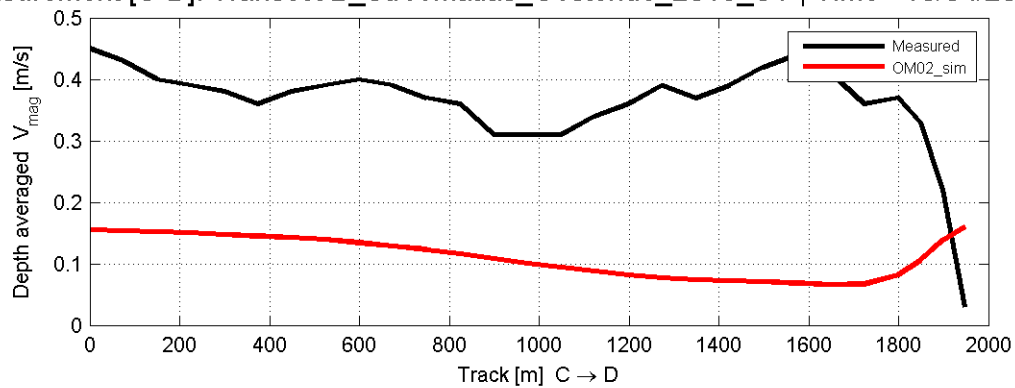
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 10/04/2013 22:50
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 22:



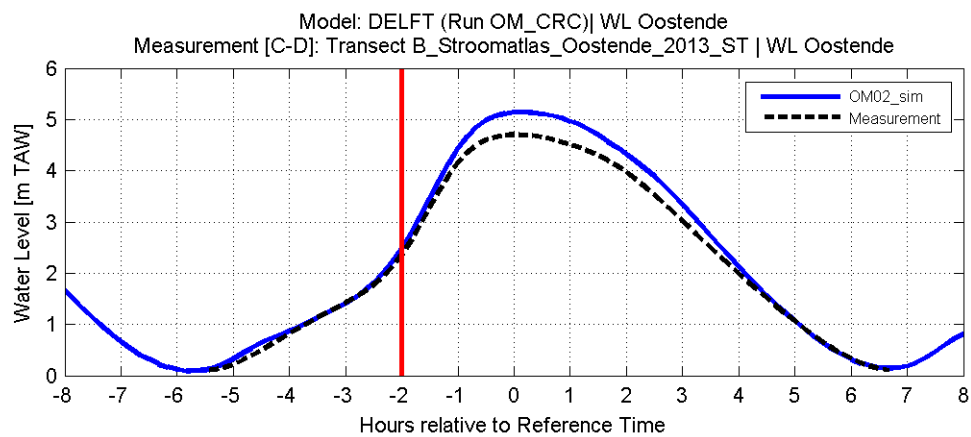
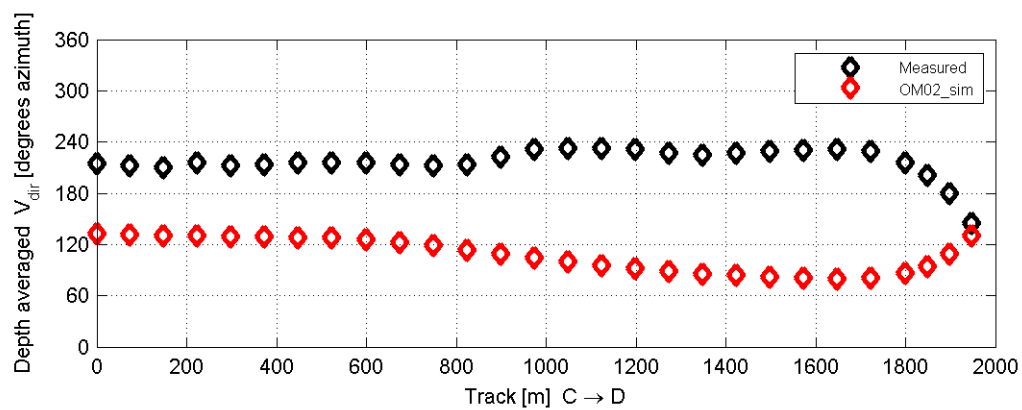
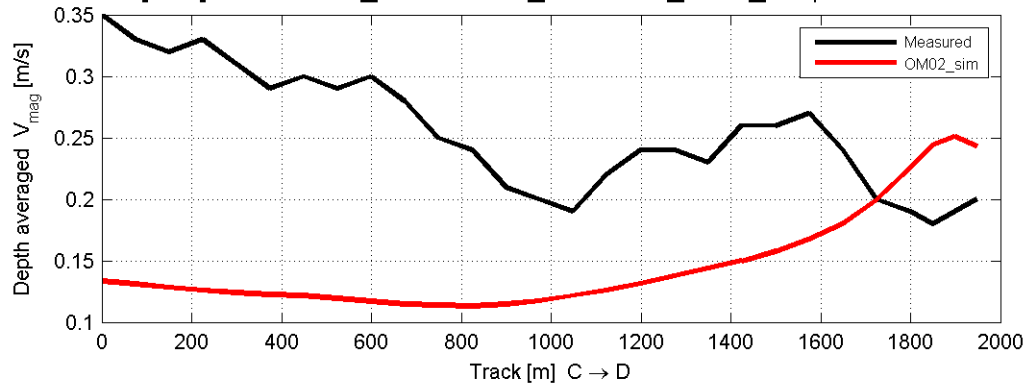
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 10/04/2013 23:10
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 23:



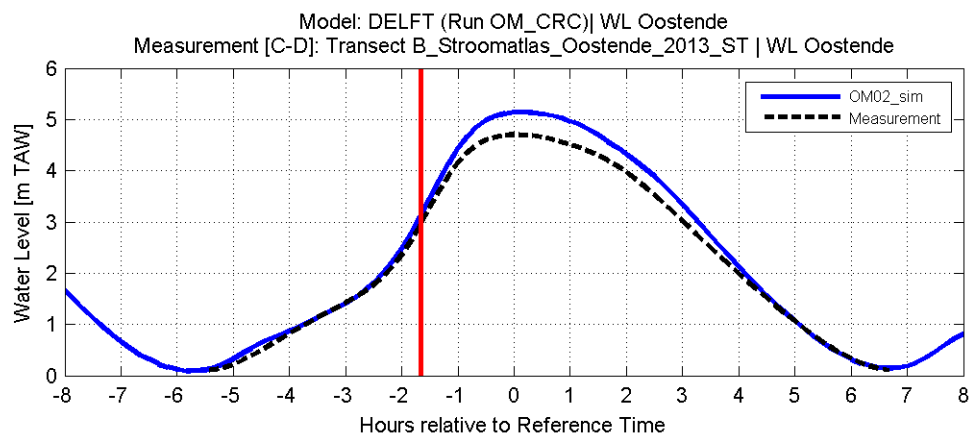
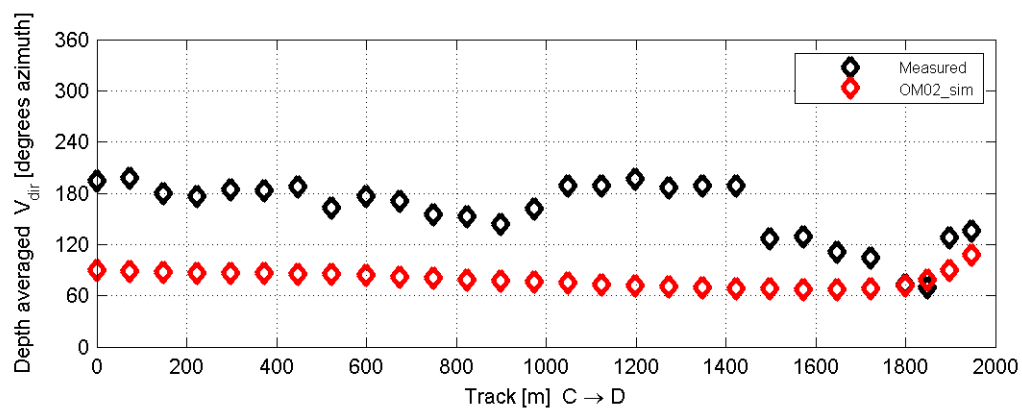
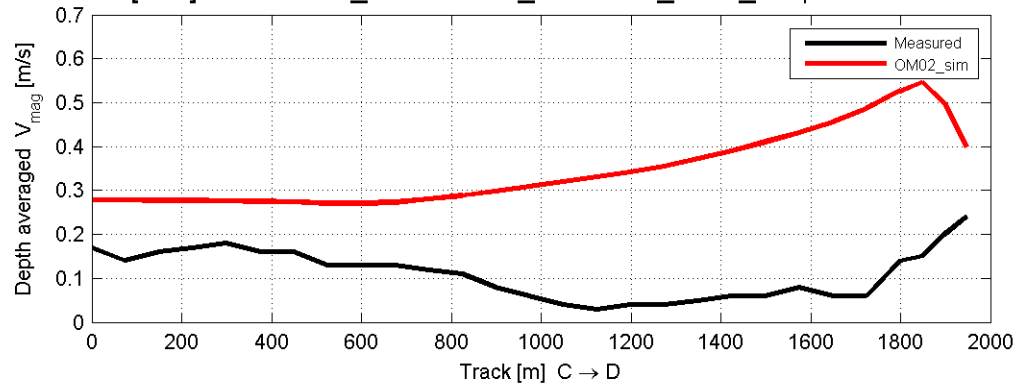
VIMM version TELEMATC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 10/04/2013 23:30
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 23:



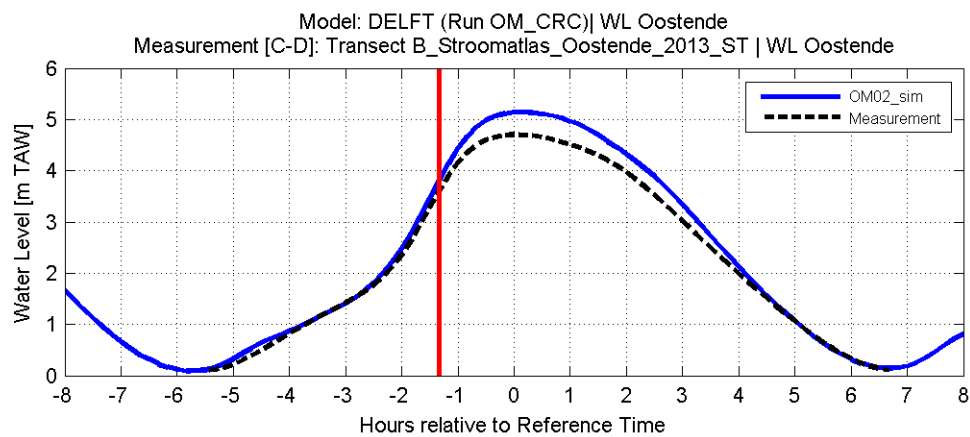
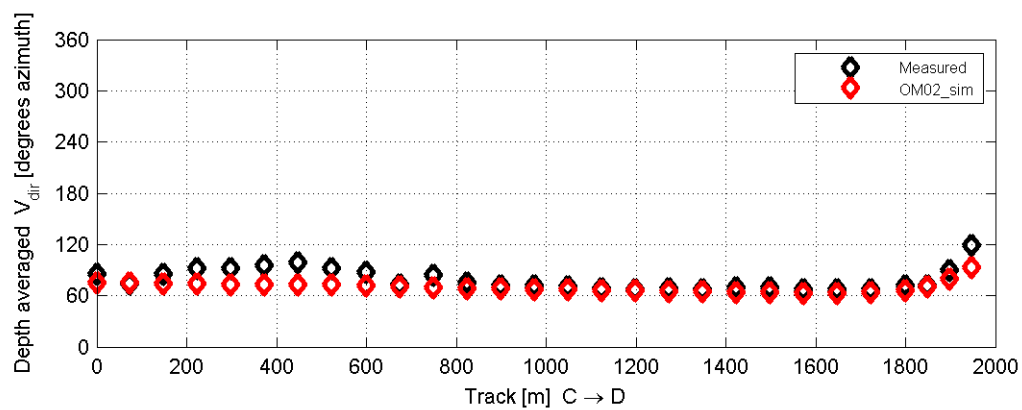
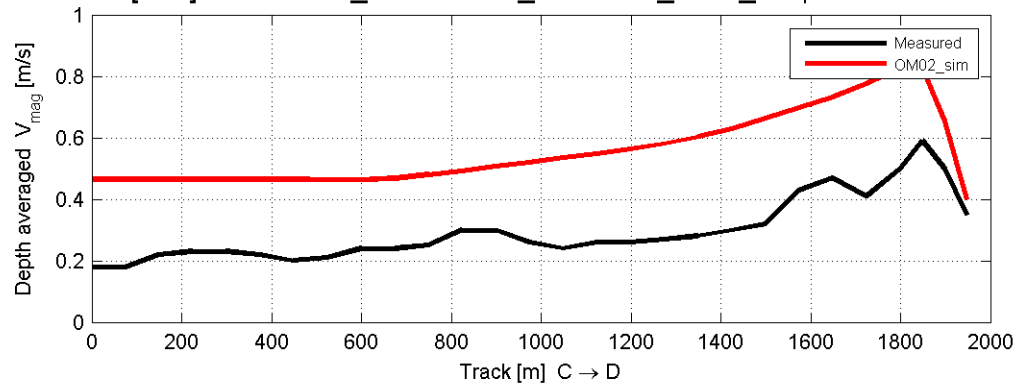
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 10/04/2013 23:50
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 23:



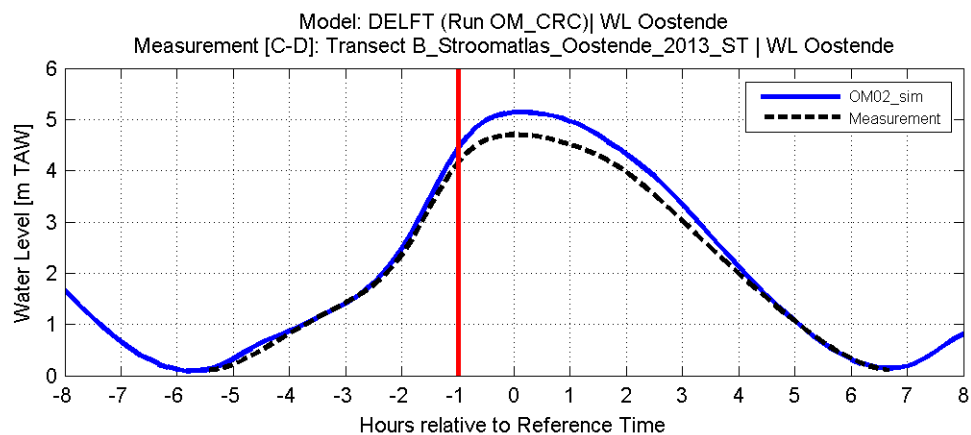
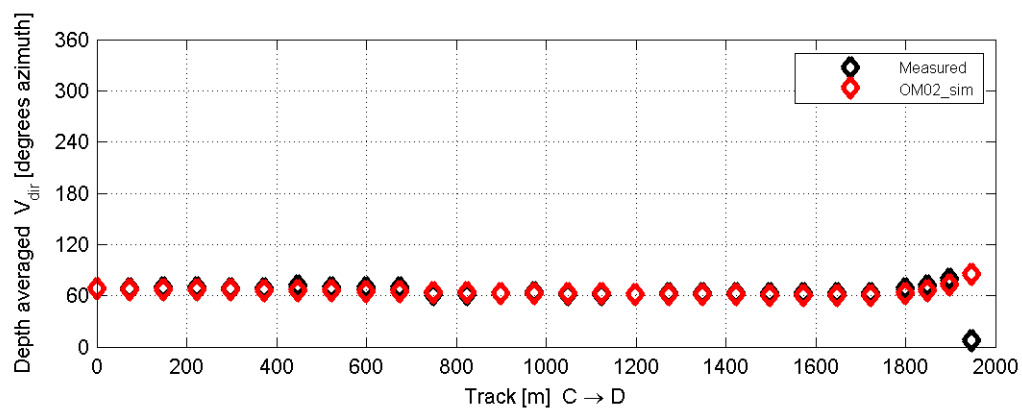
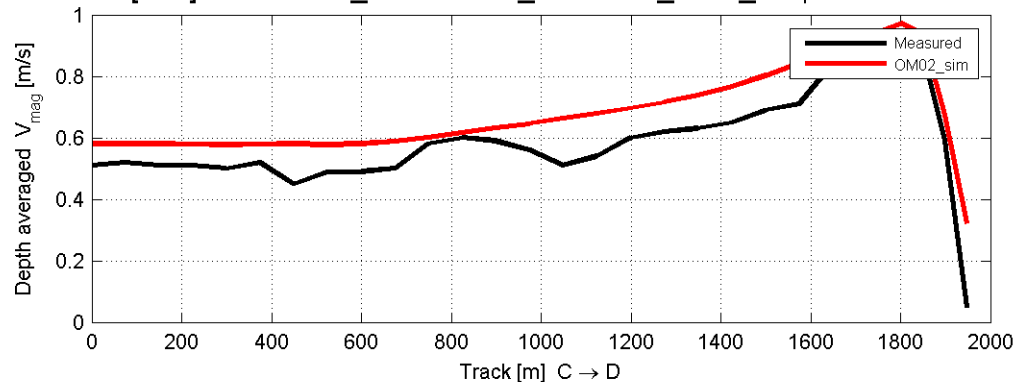
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 00:10
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 00:



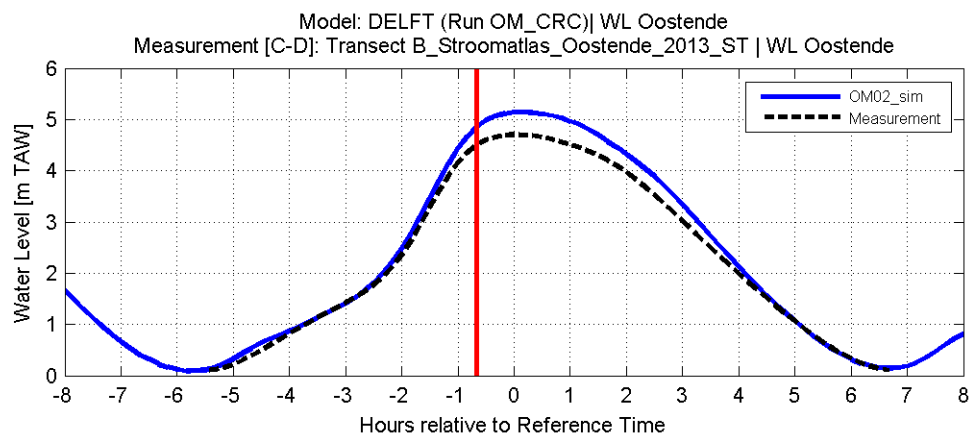
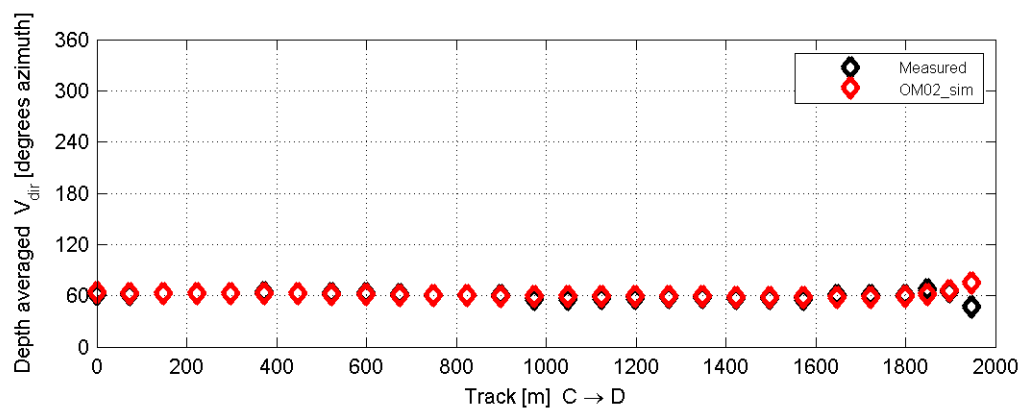
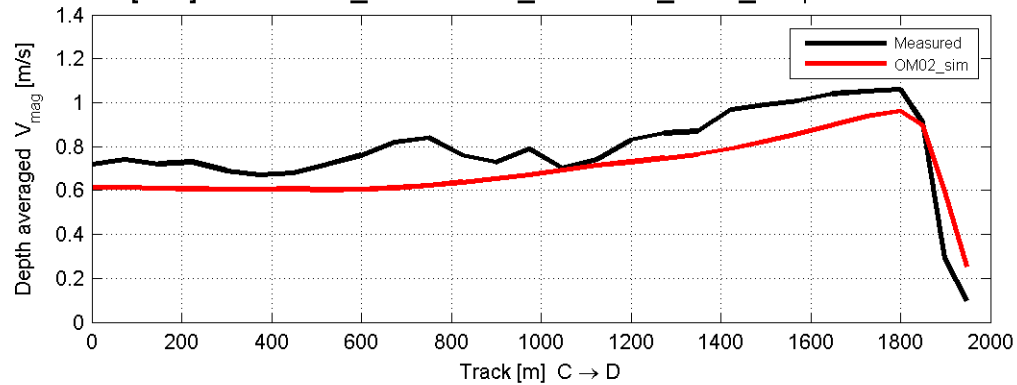
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 00:30
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 00:



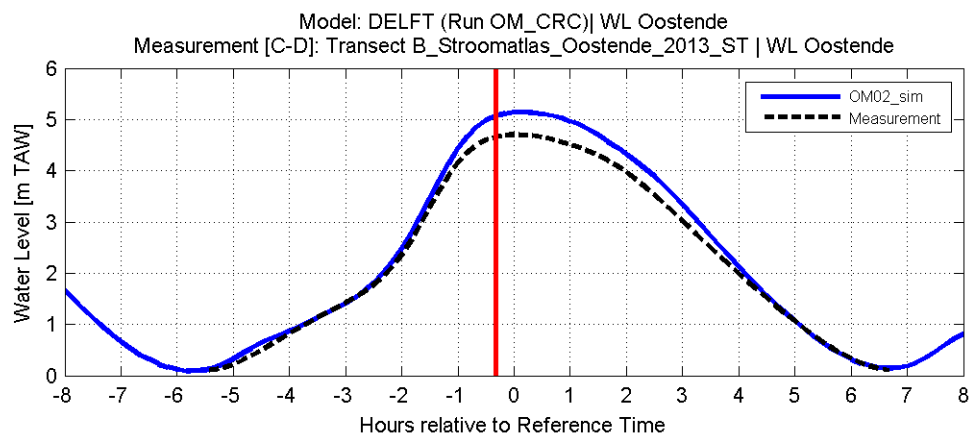
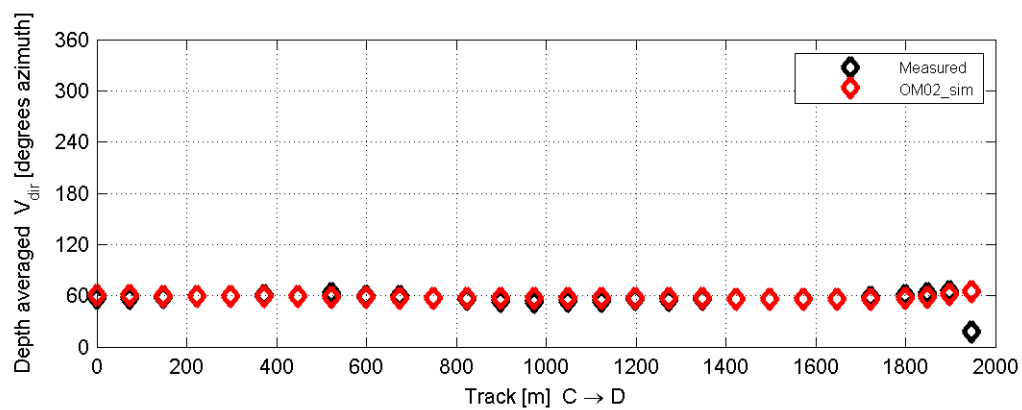
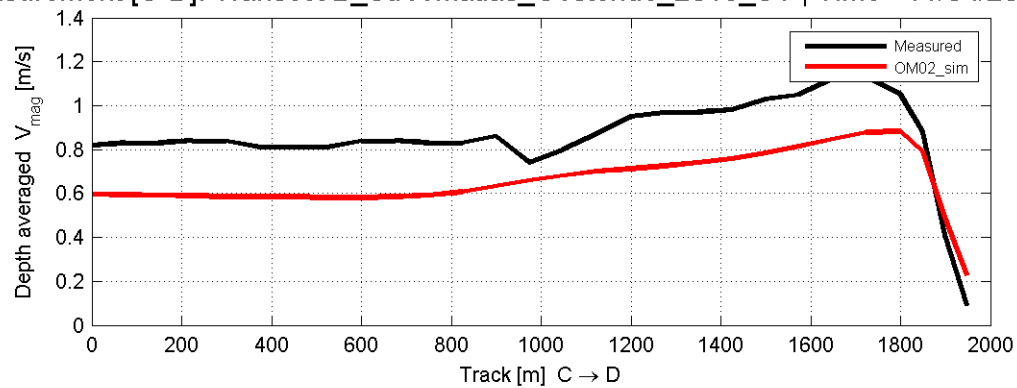
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 00:50
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 00:



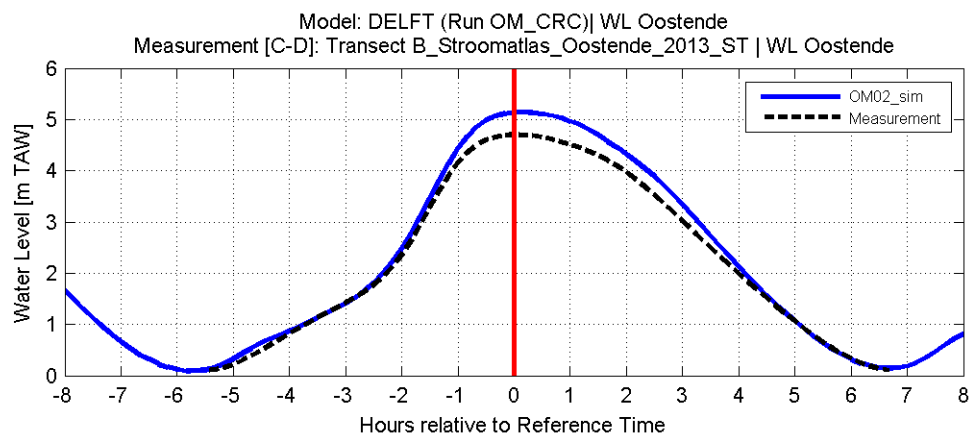
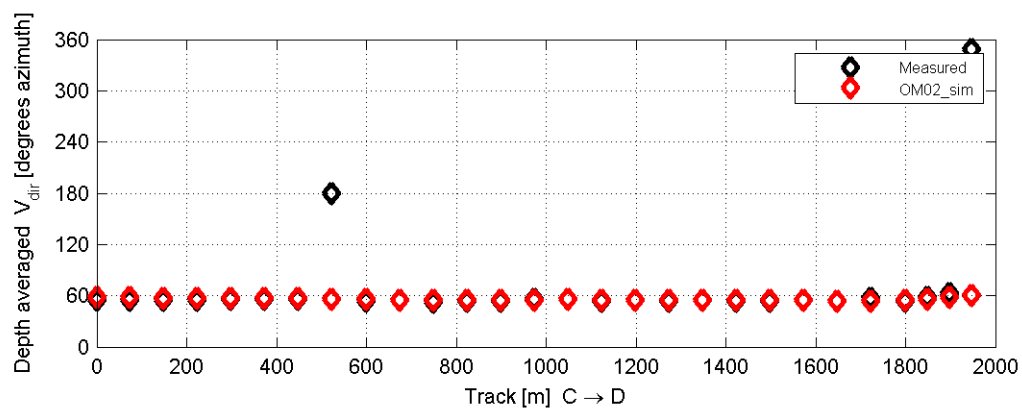
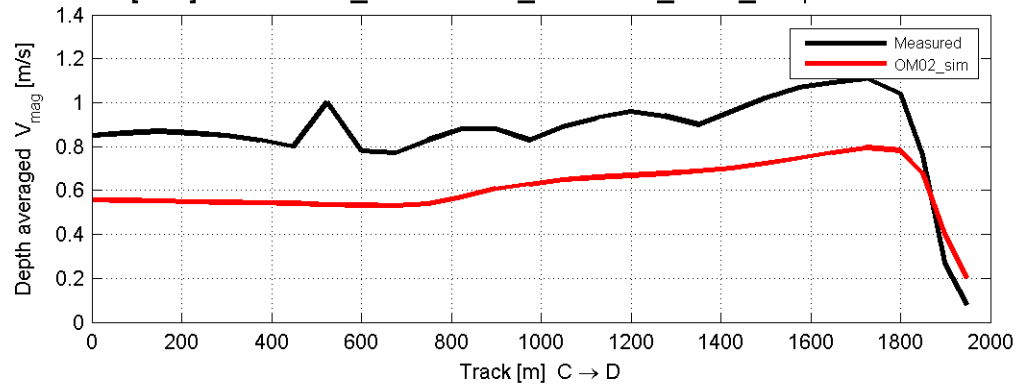
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 01:10
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 01:



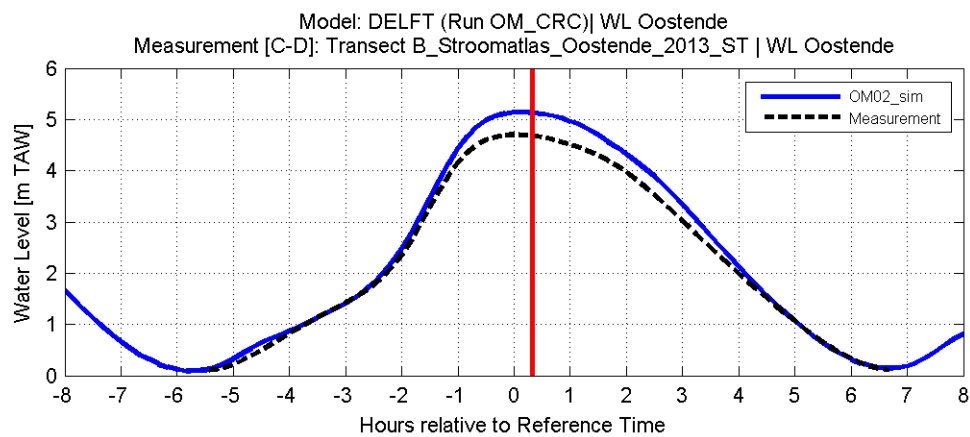
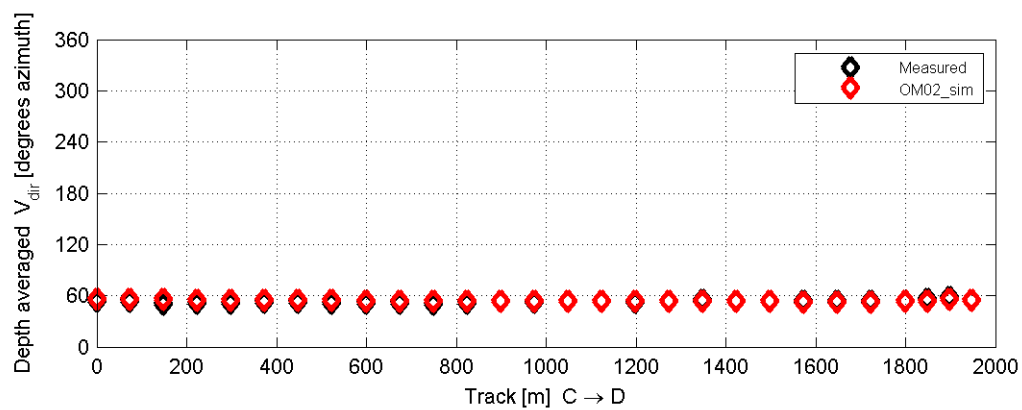
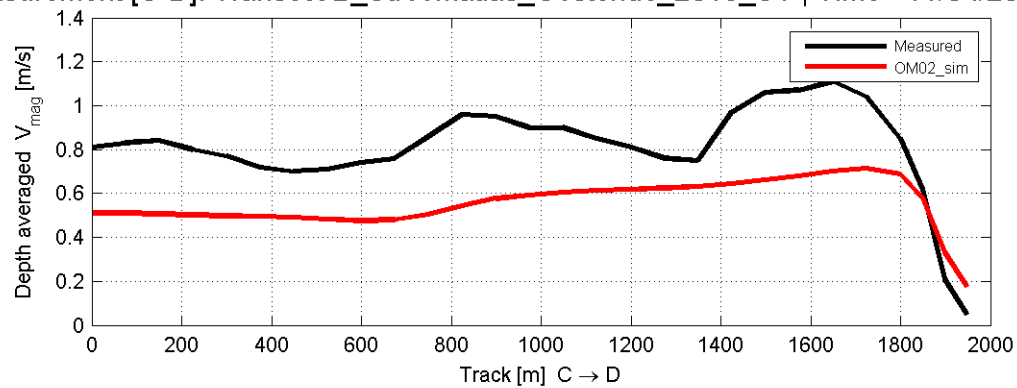
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 01:30
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 01:



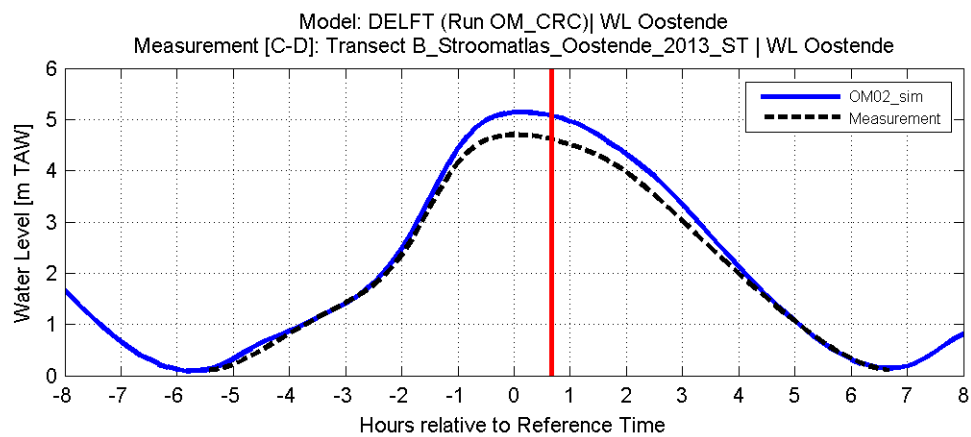
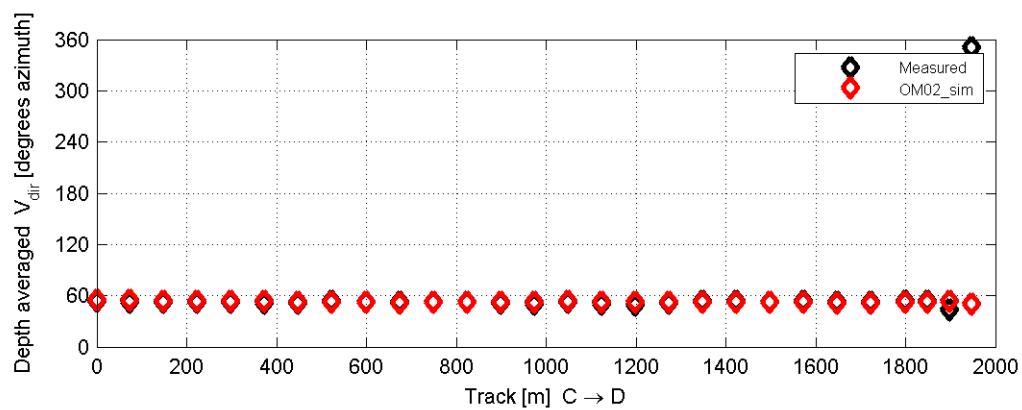
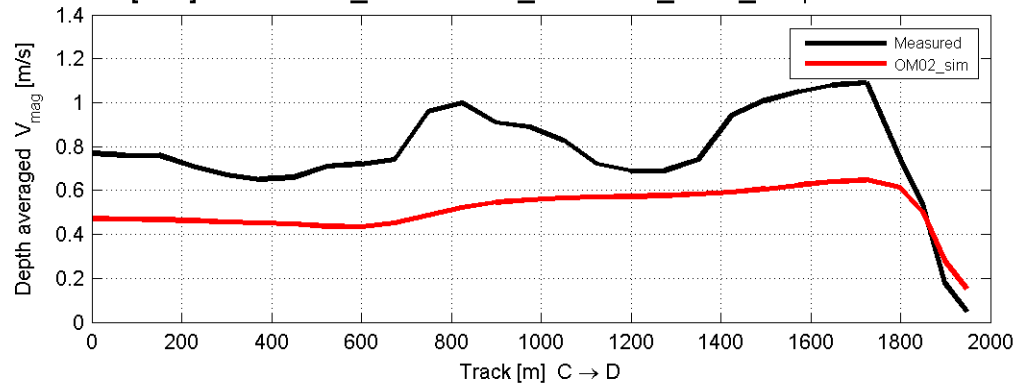
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 01:50
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 01:



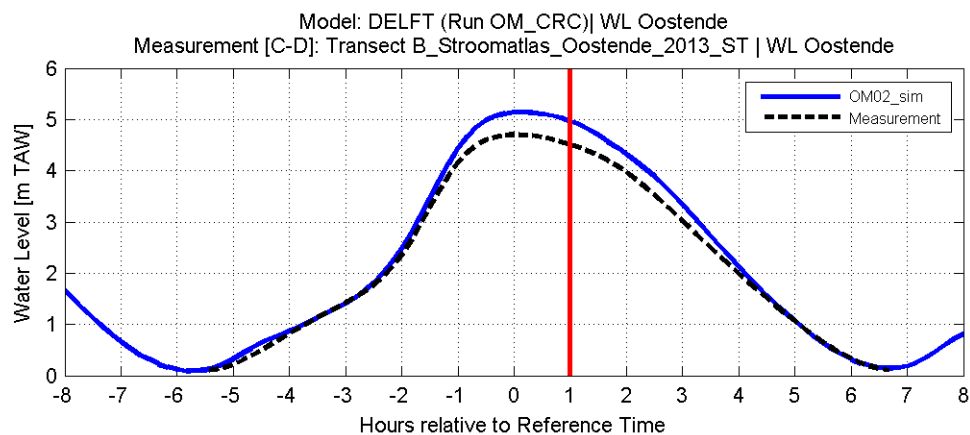
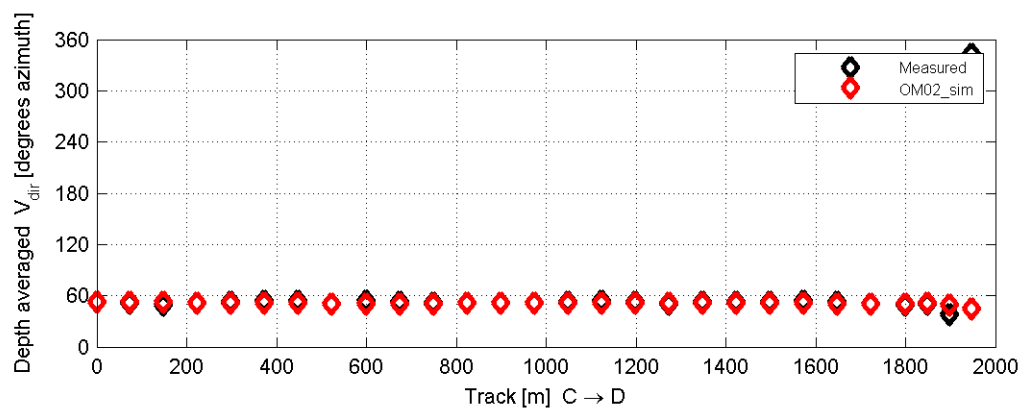
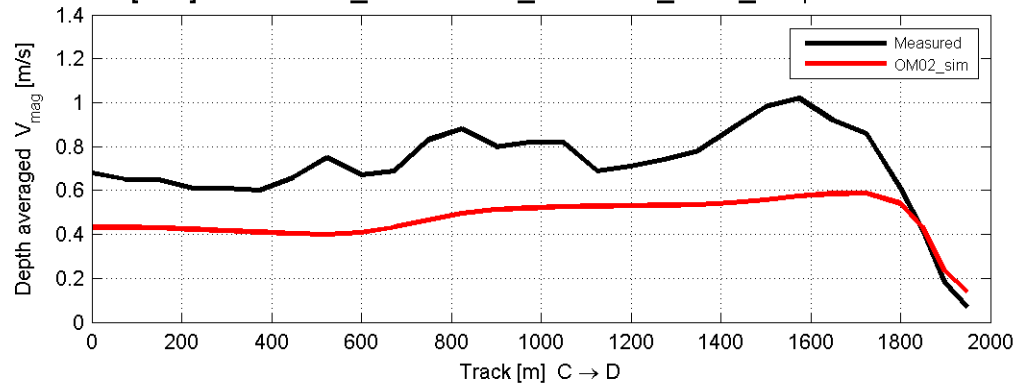
VIMM version TELEMATC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 02:10
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 02:



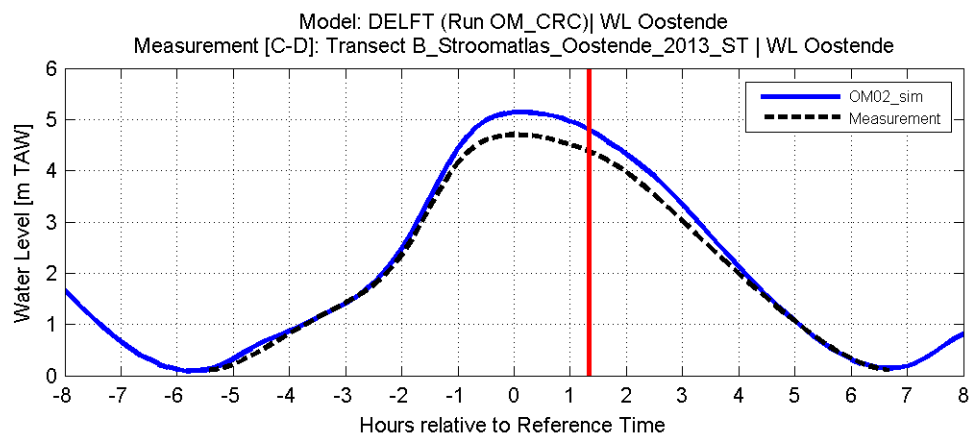
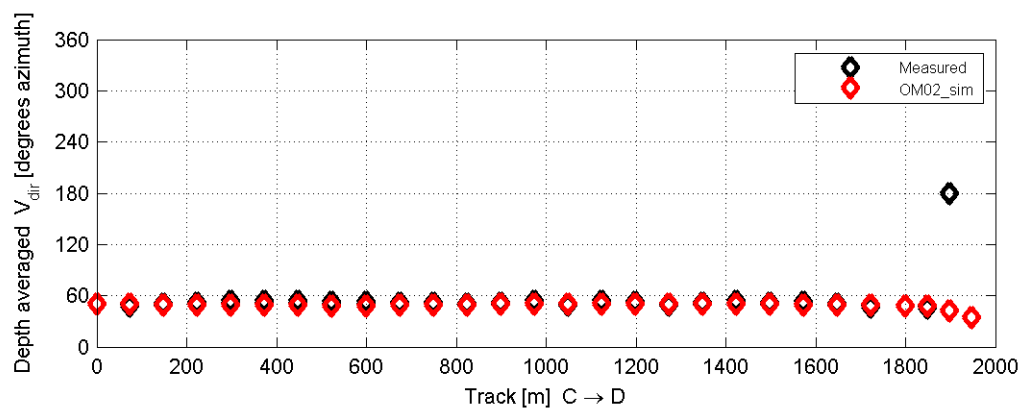
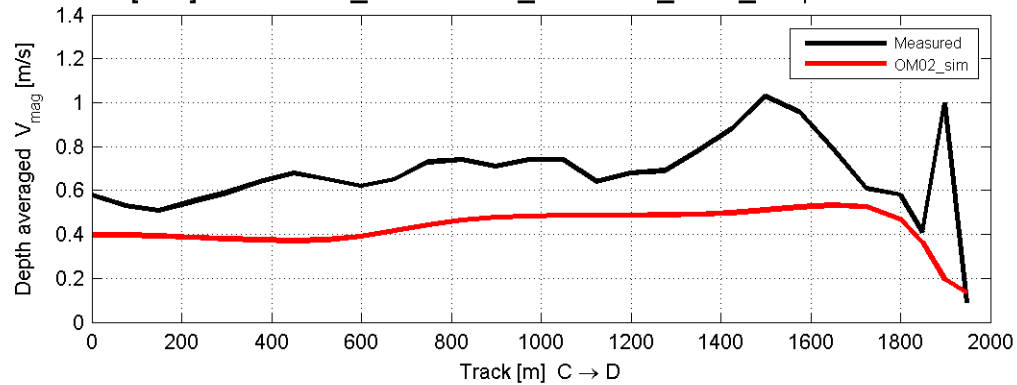
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 02:30
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 02:



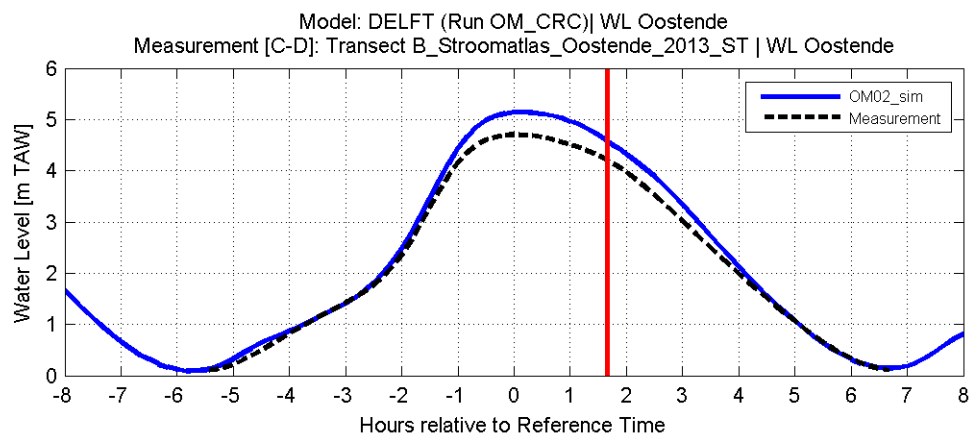
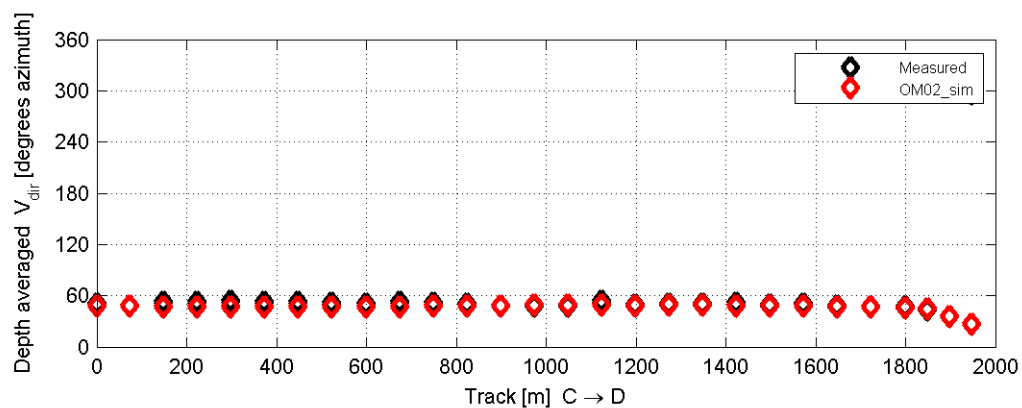
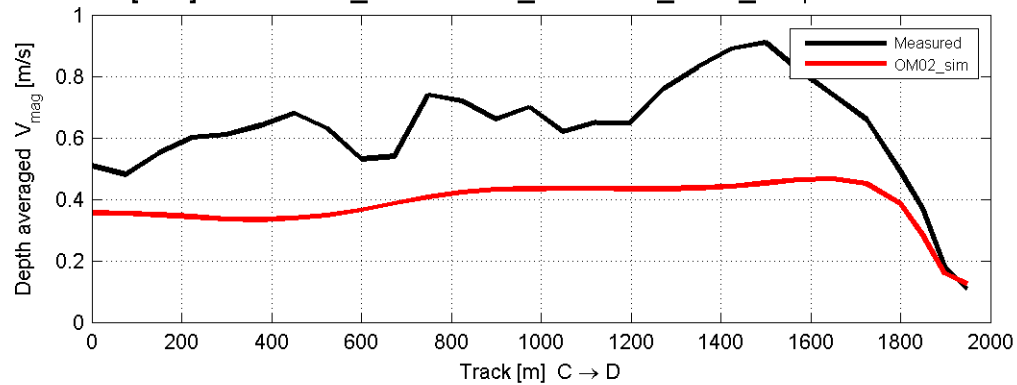
VIMM version TELEMAT
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 02:50
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 02:



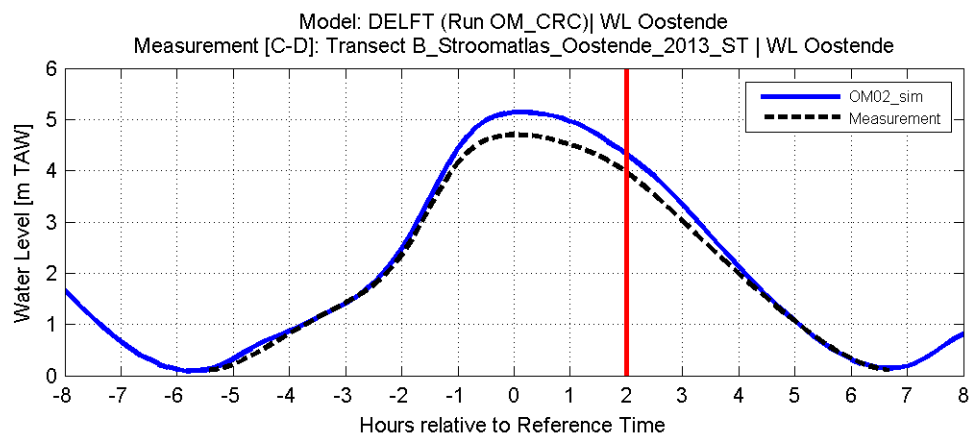
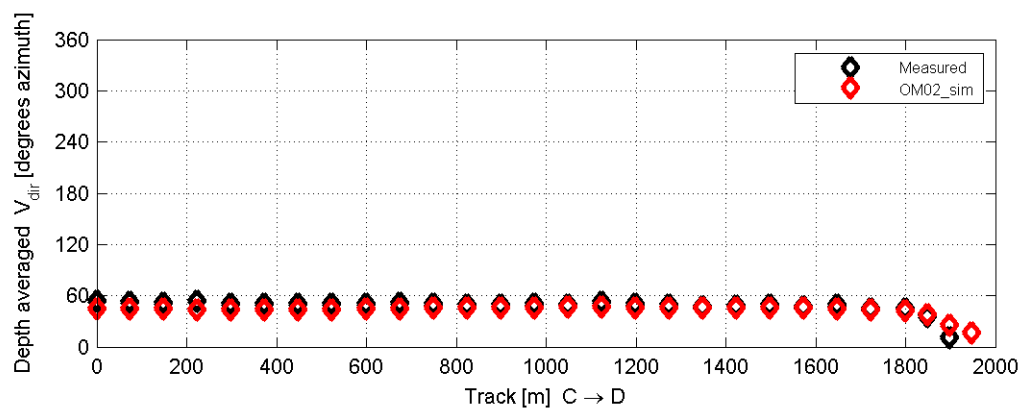
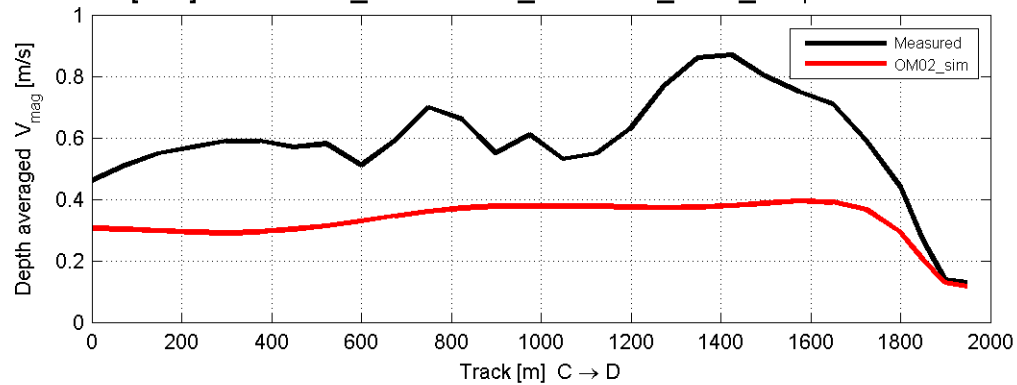
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 03:10
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 03:



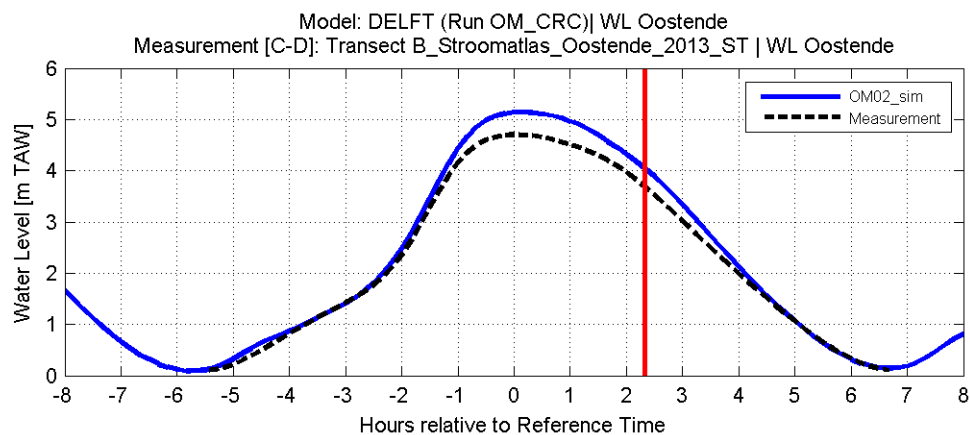
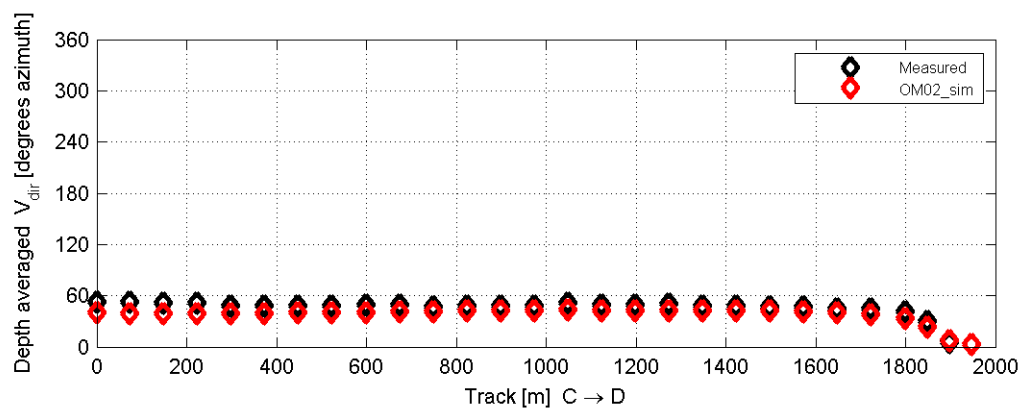
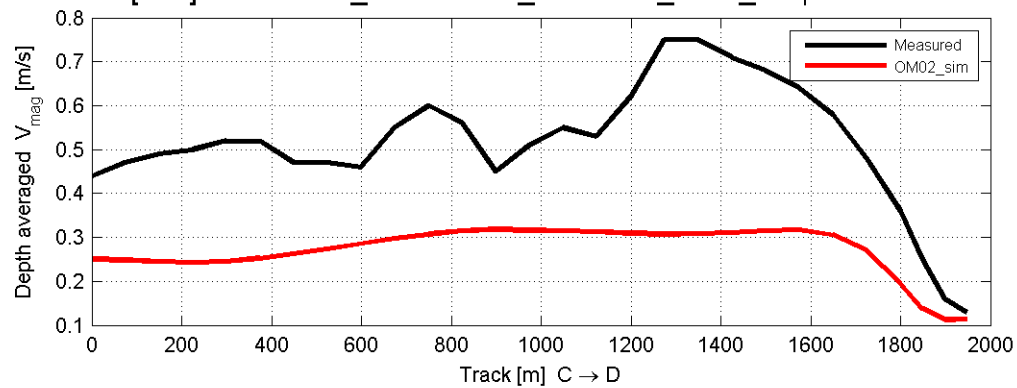
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 03:30
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 03:



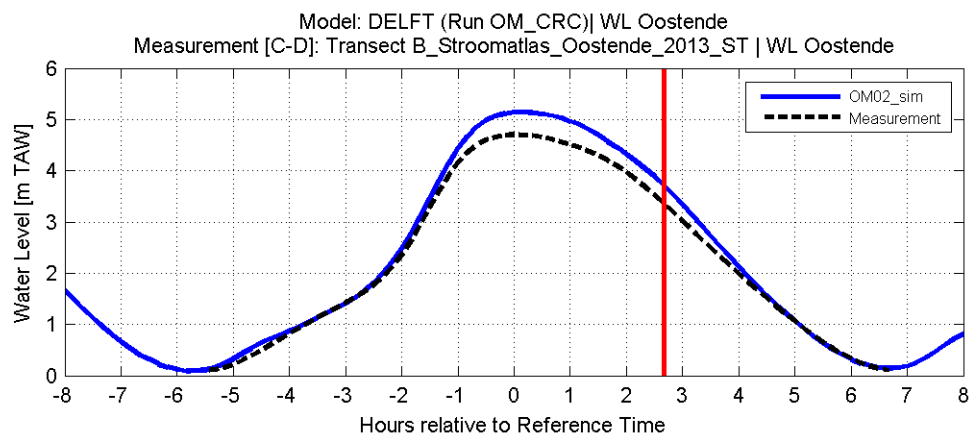
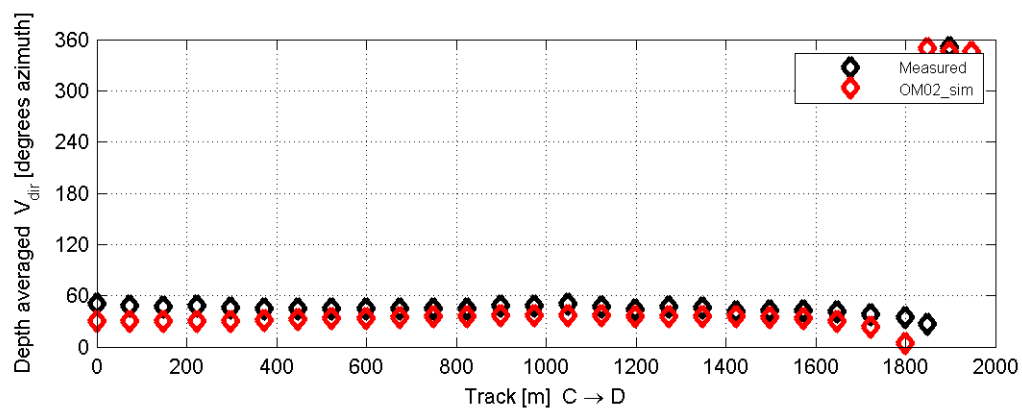
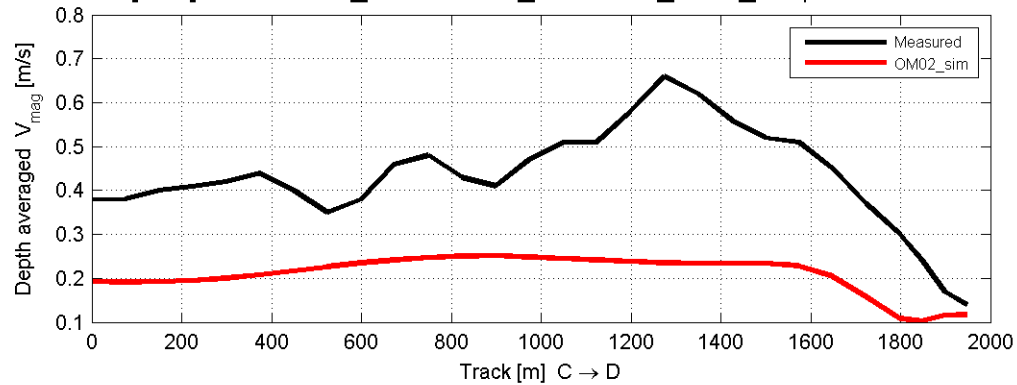
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 03:50
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 03:



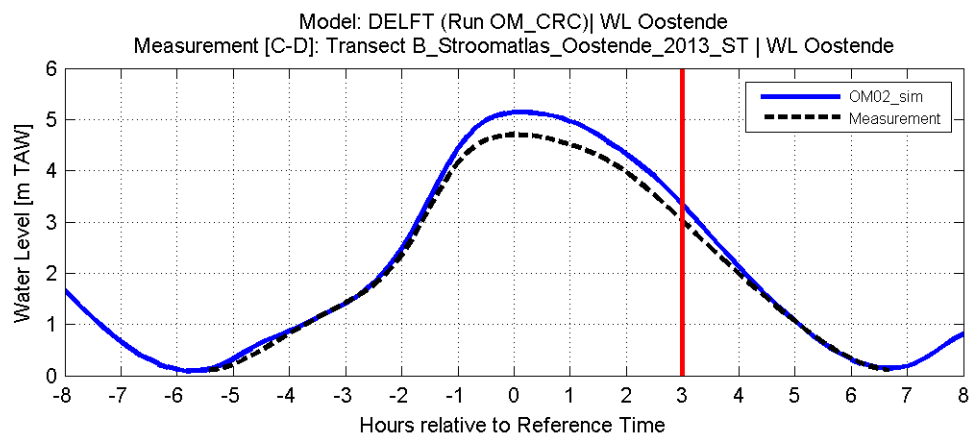
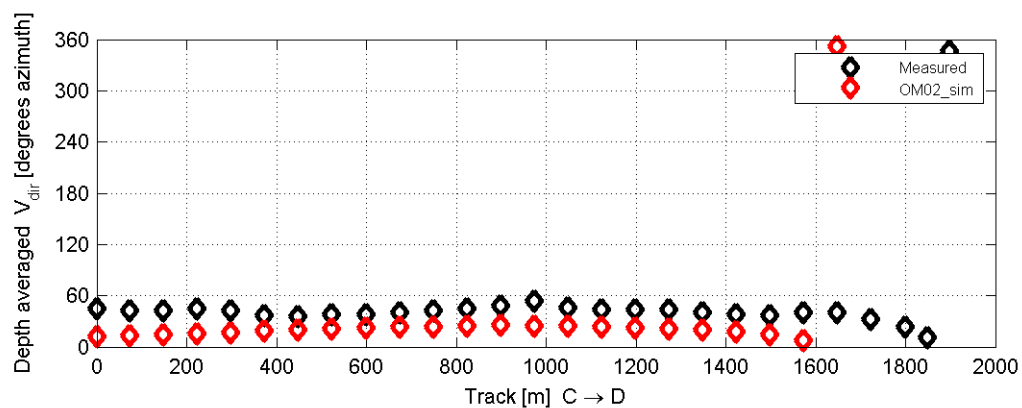
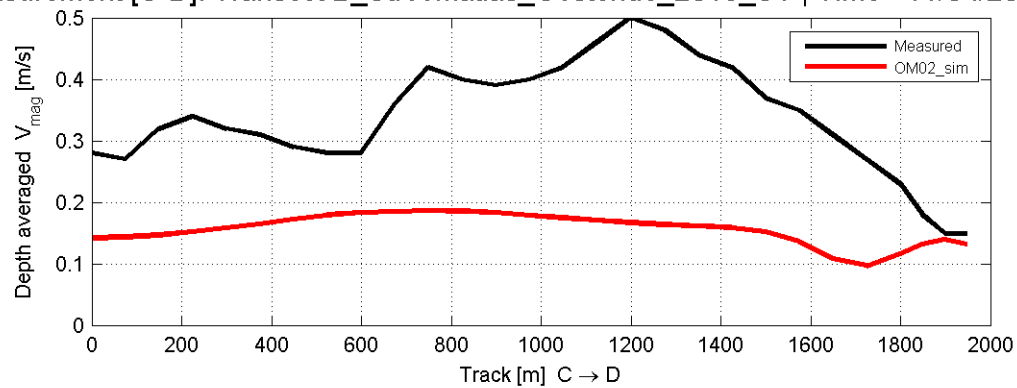
VIMM version TELEMATC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 04:10
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 04:



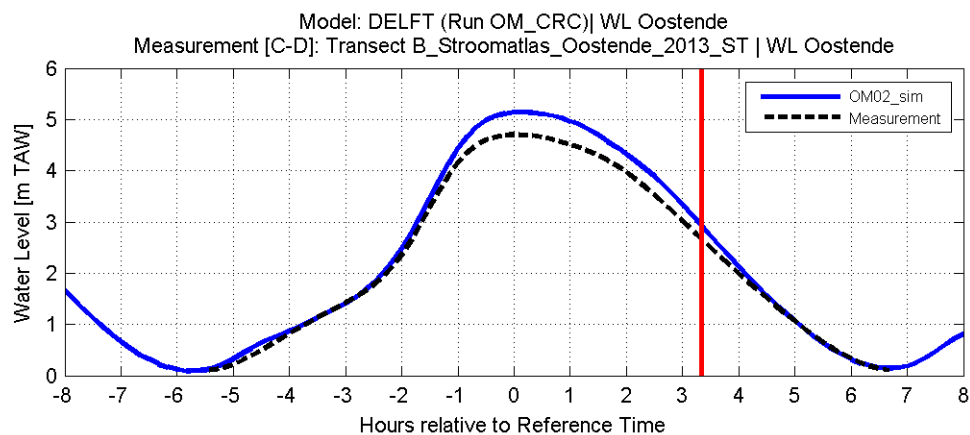
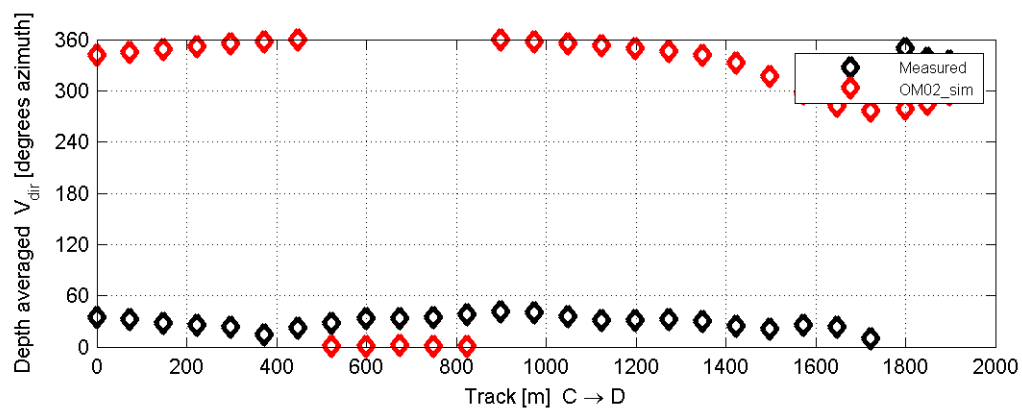
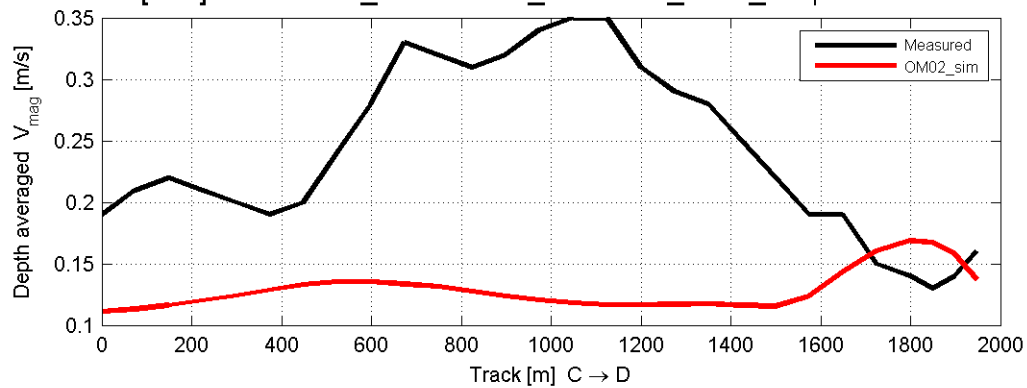
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 04:30
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 04:



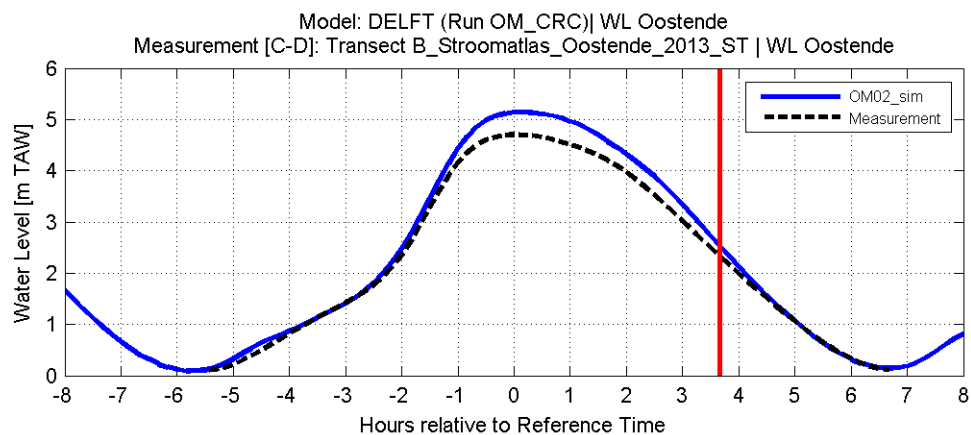
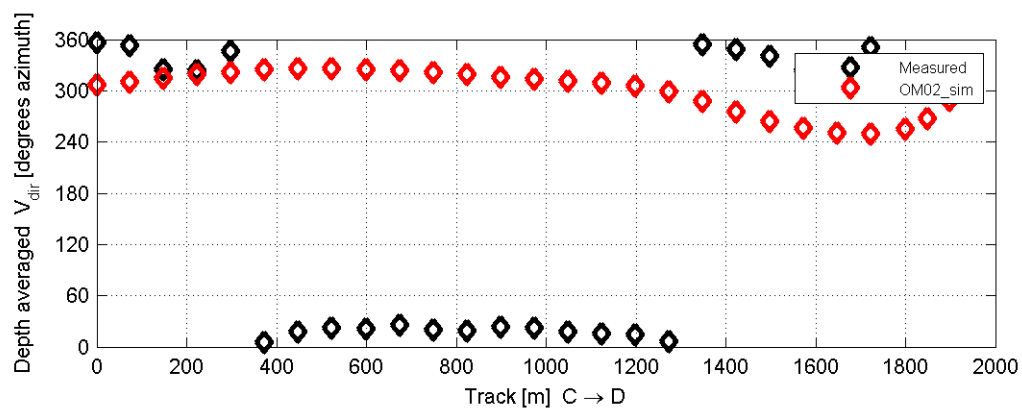
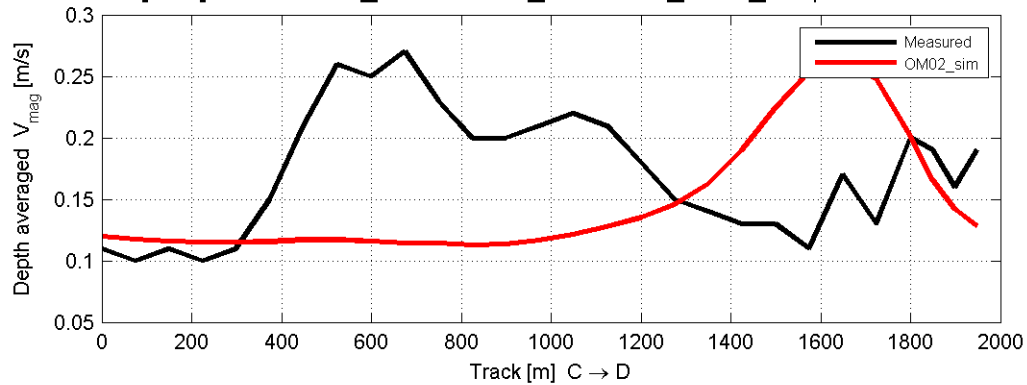
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 04:50
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 04:



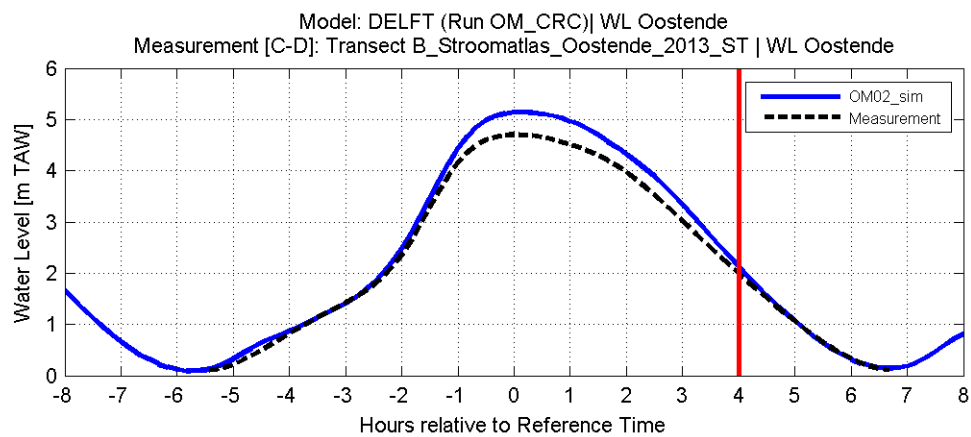
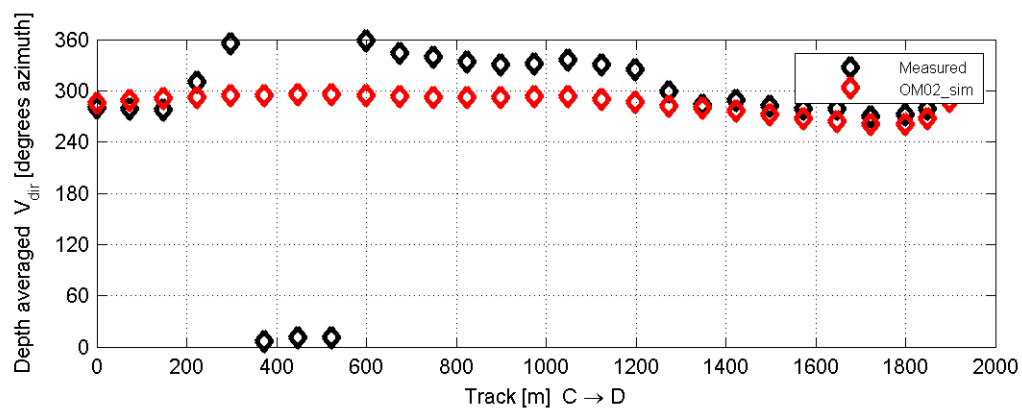
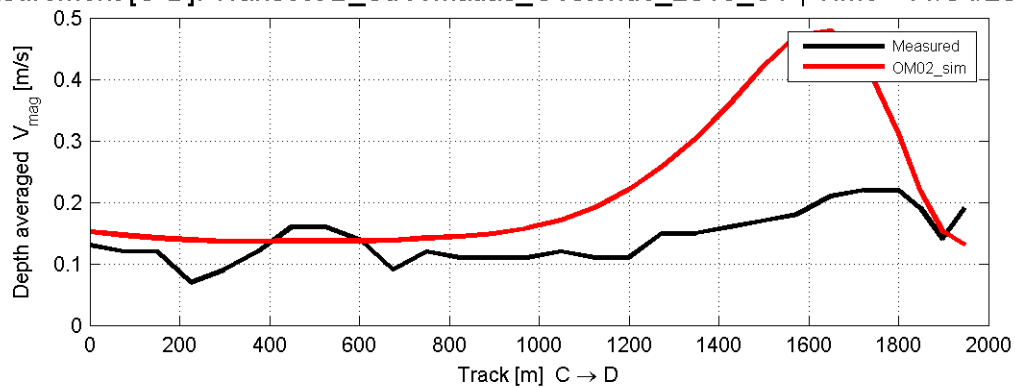
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 05:10
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 05:



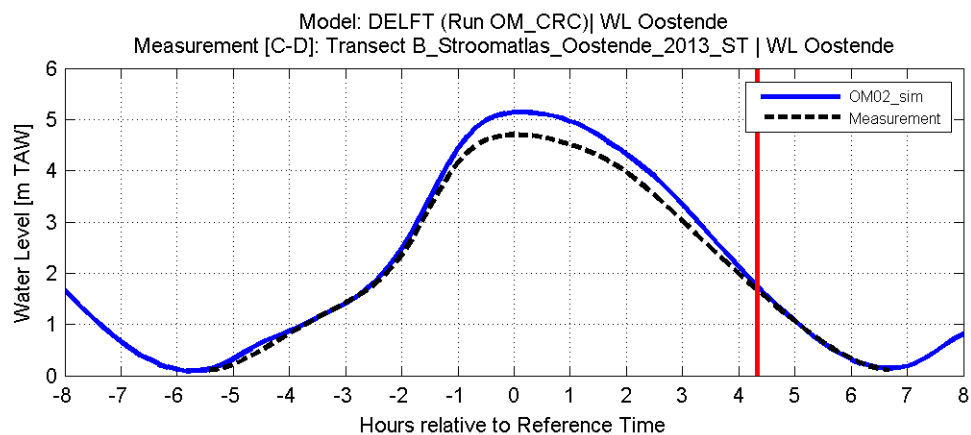
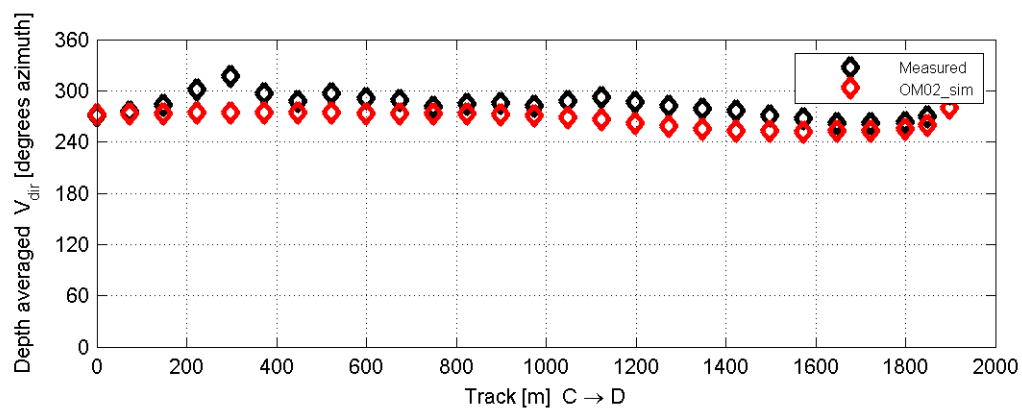
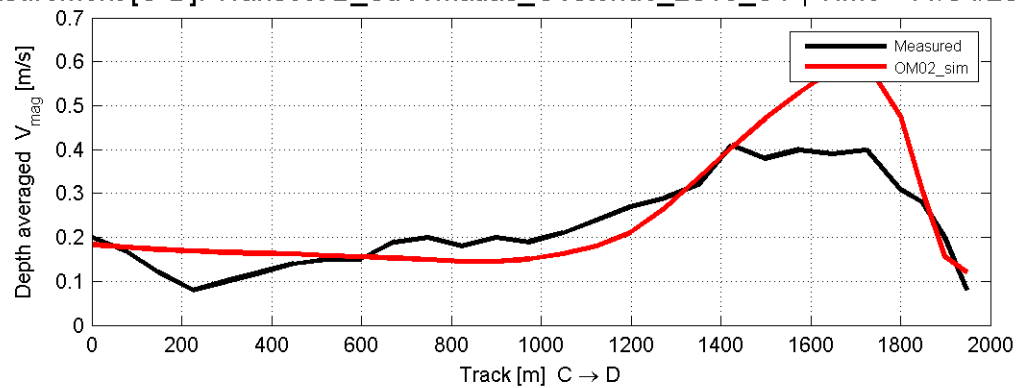
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 05:30
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 05:



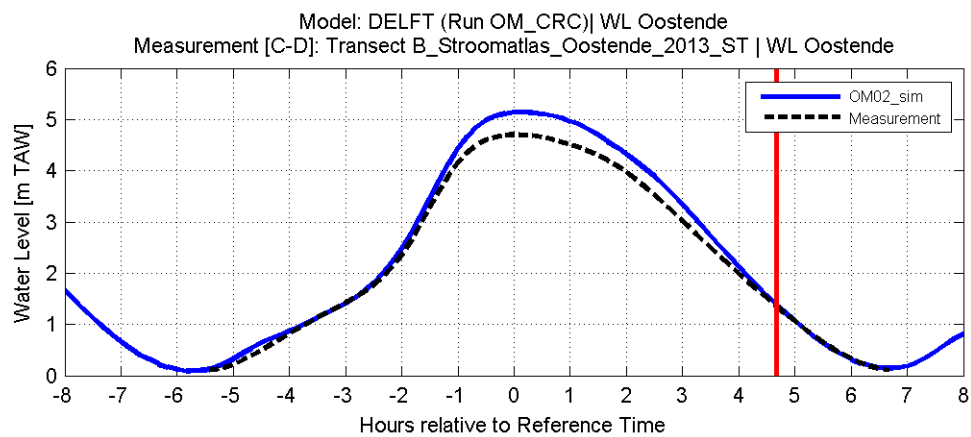
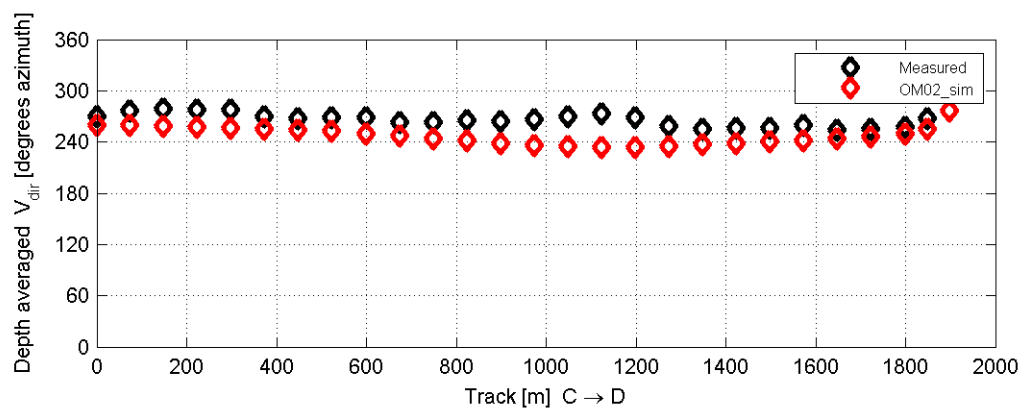
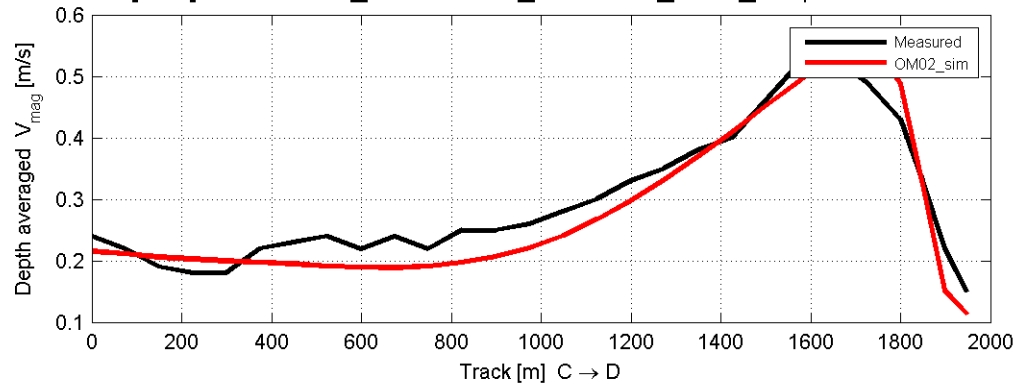
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 05:50
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 05:



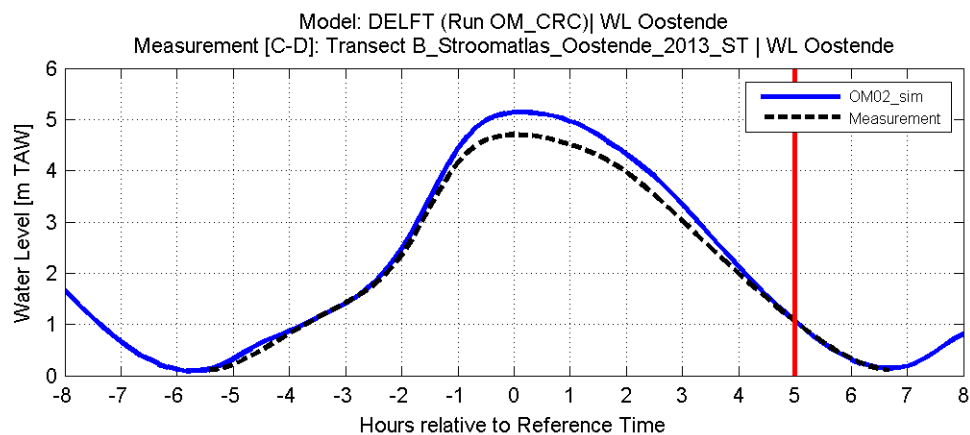
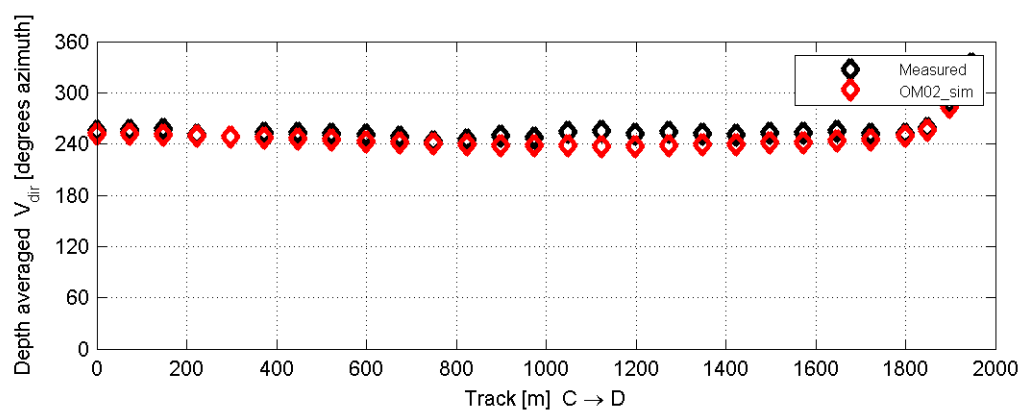
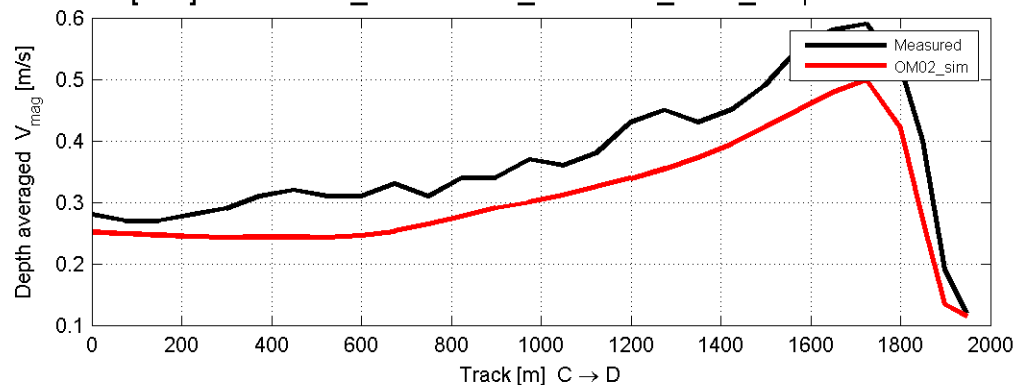
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 06:10
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 06:



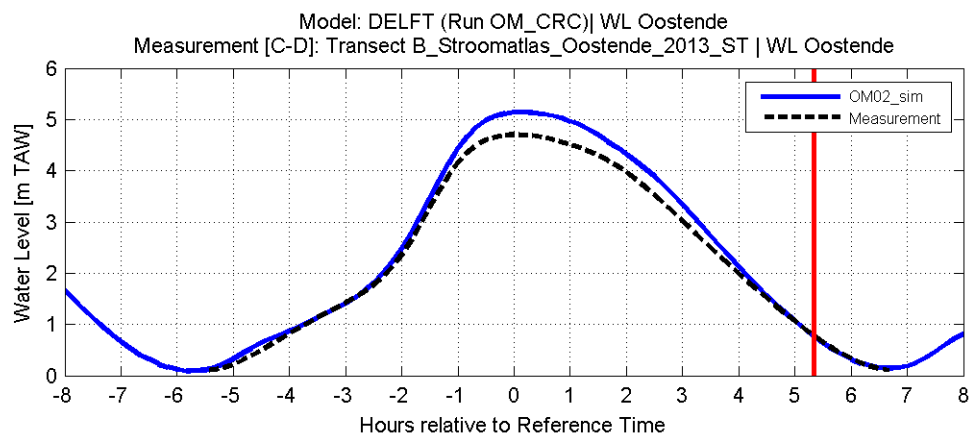
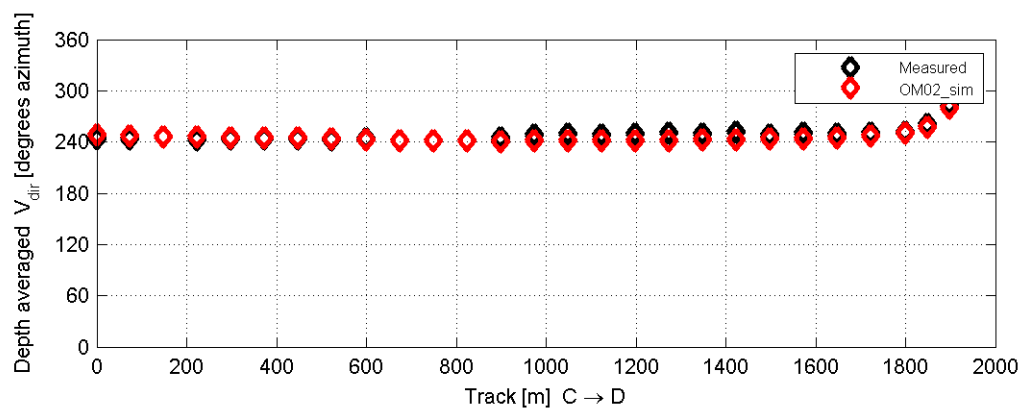
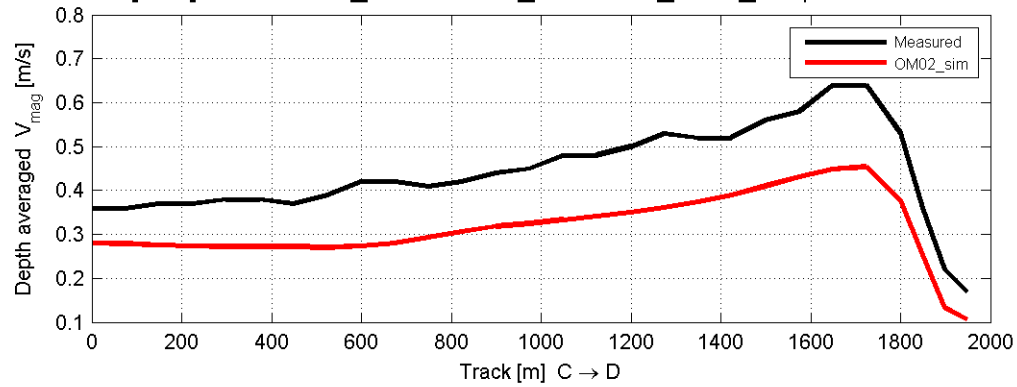
VIMM version TELEMATAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 06:30
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 06:



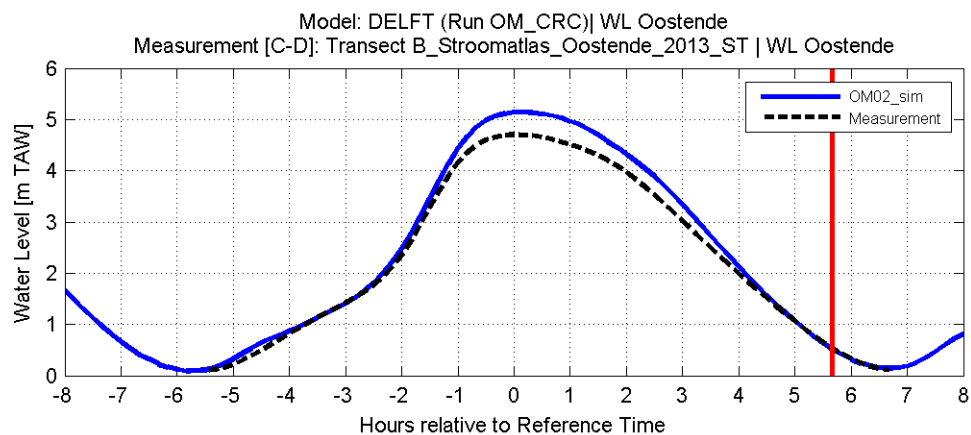
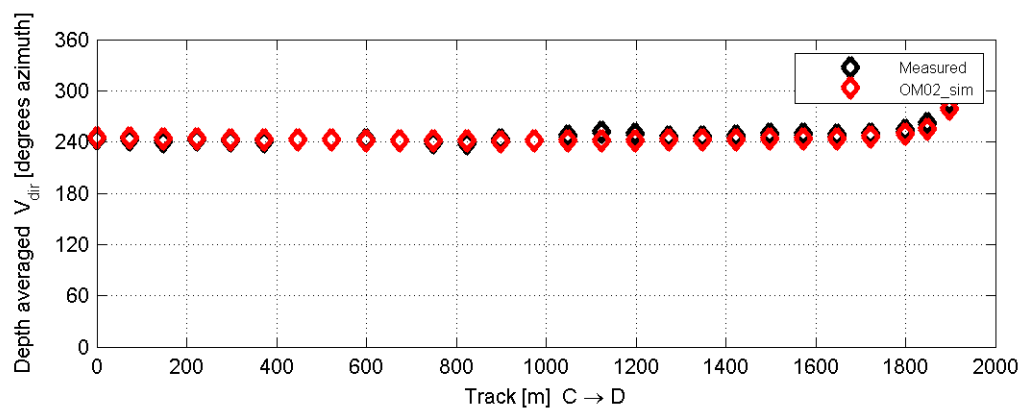
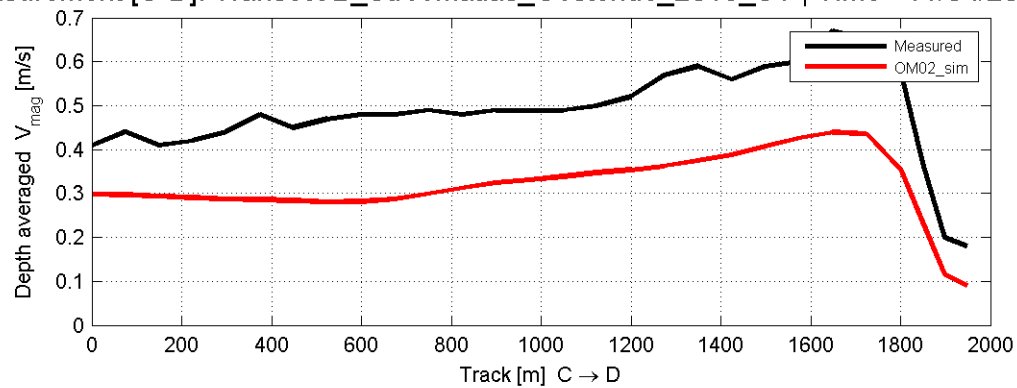
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 06:50
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 06:



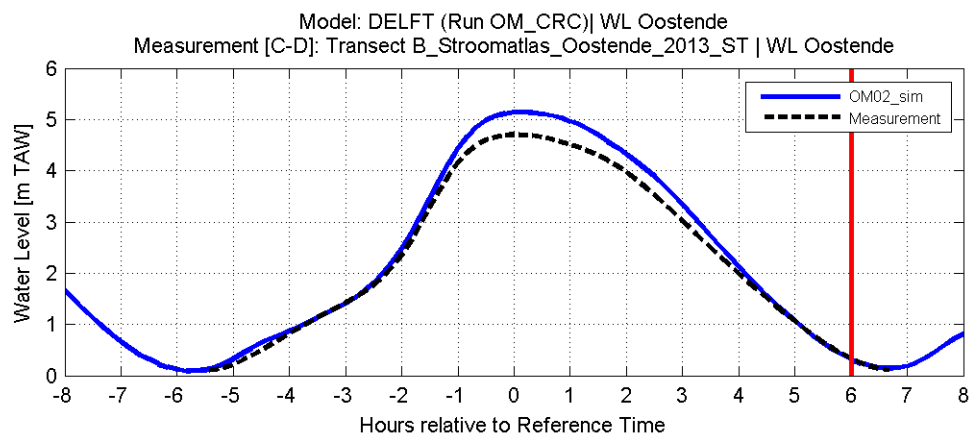
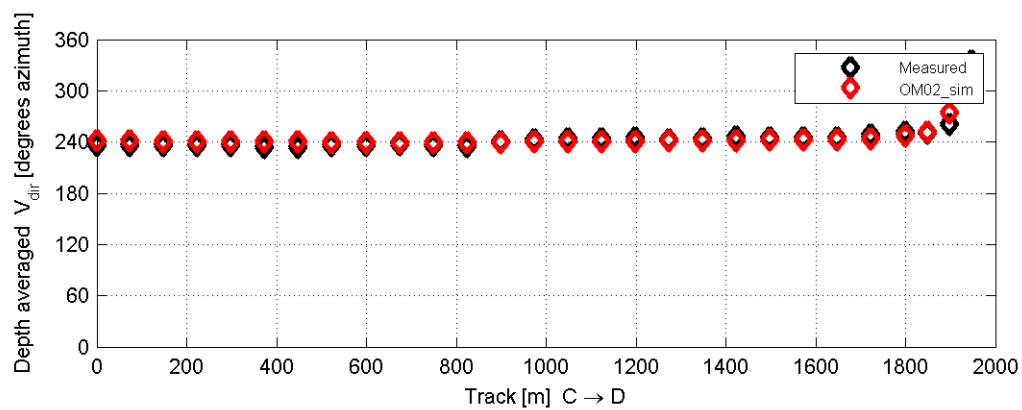
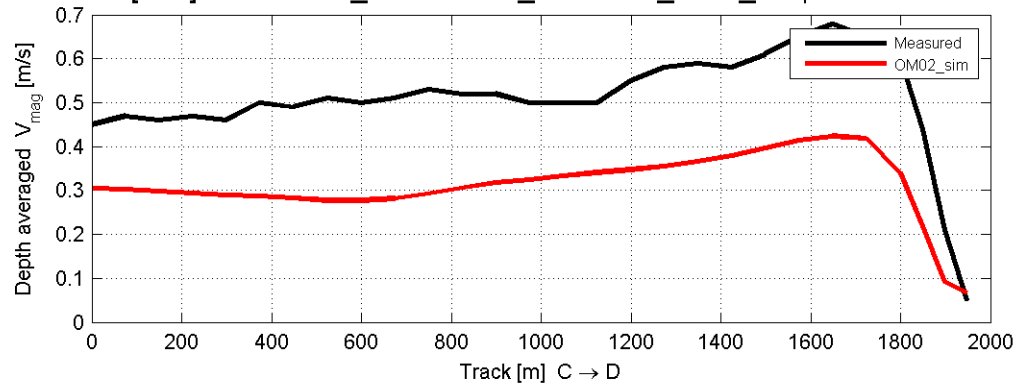
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 07:10
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 07:



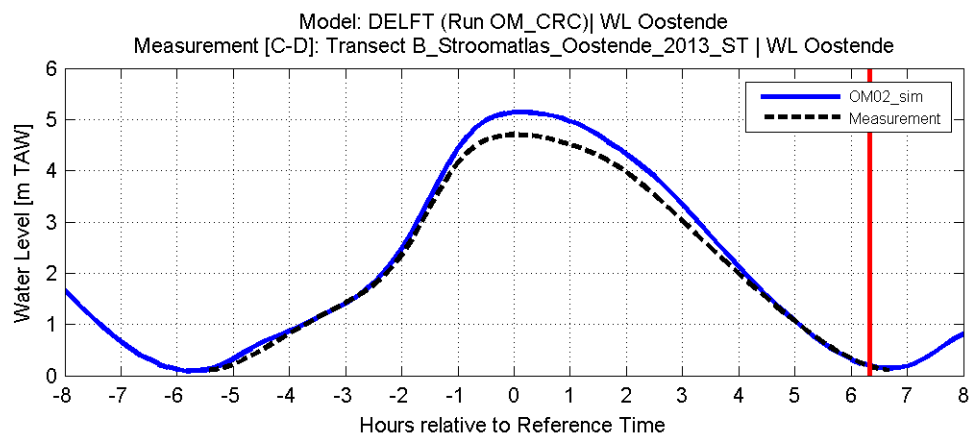
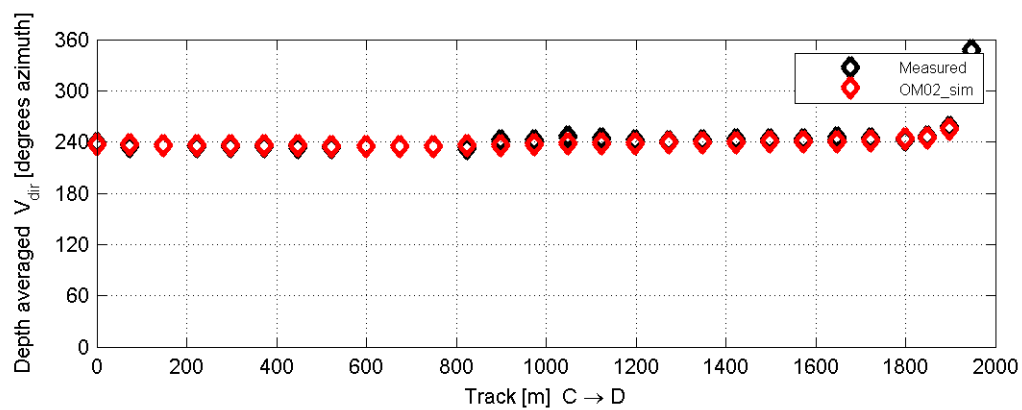
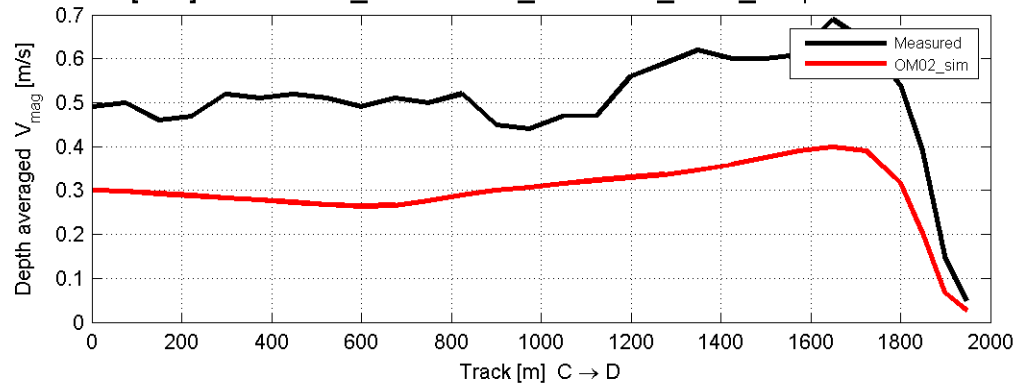
VIMM version TELEMAT
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 07:30
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 07:



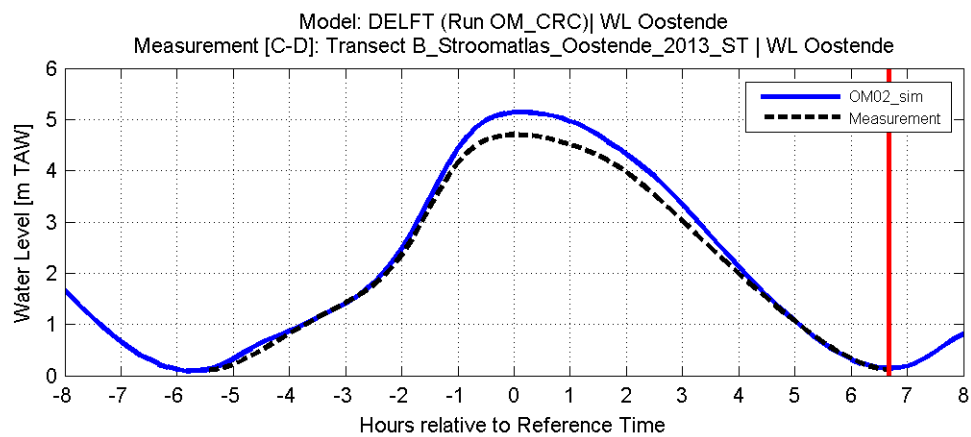
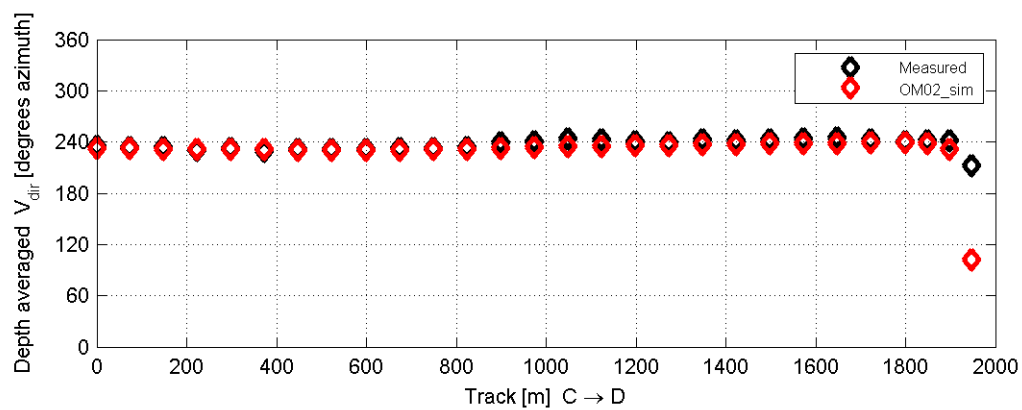
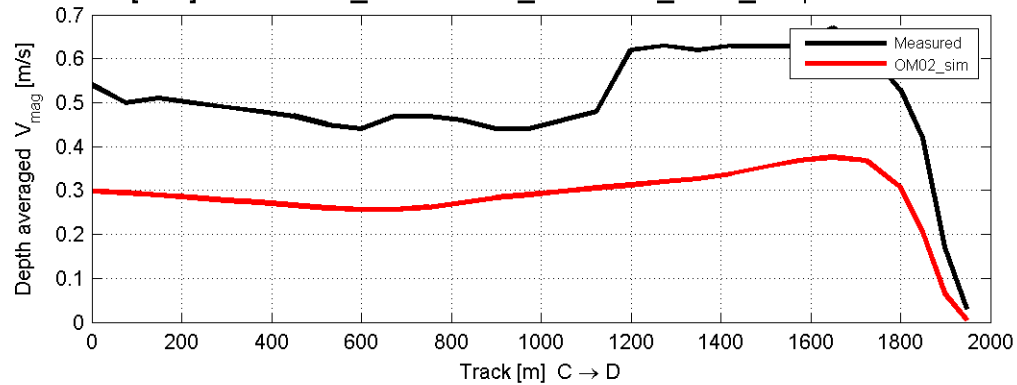
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 07:50
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 07:



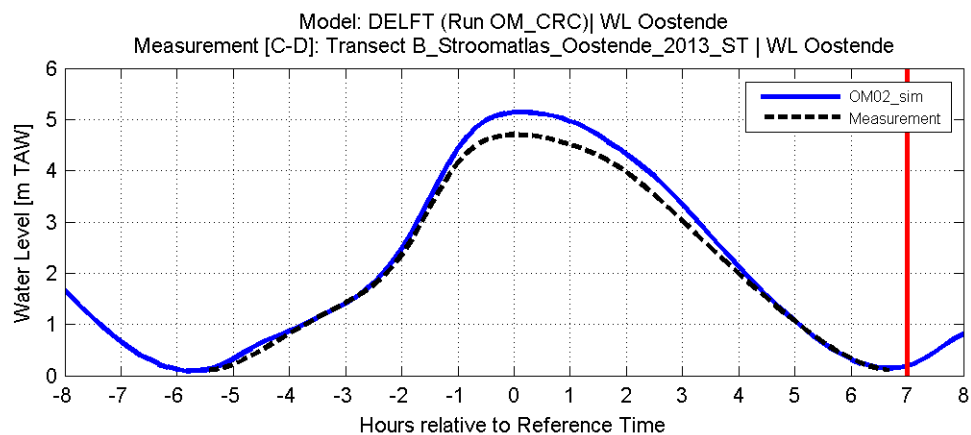
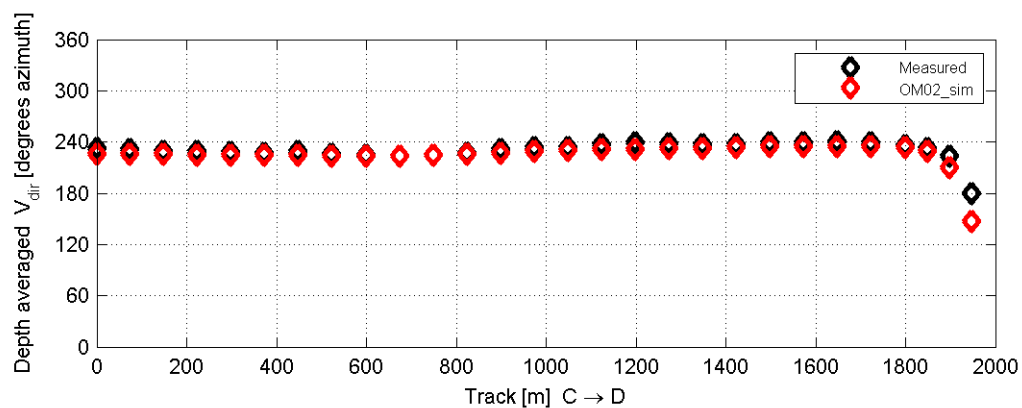
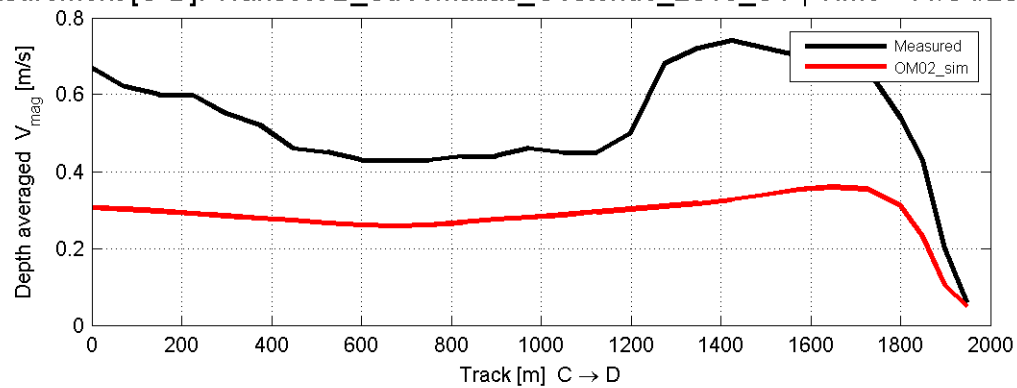
VIMM version TELEMATC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 08:10
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 08:



VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OM_CRC)| Time= 11/04/2013 08:30
 Measurement [C-D]: Transect B_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 08:

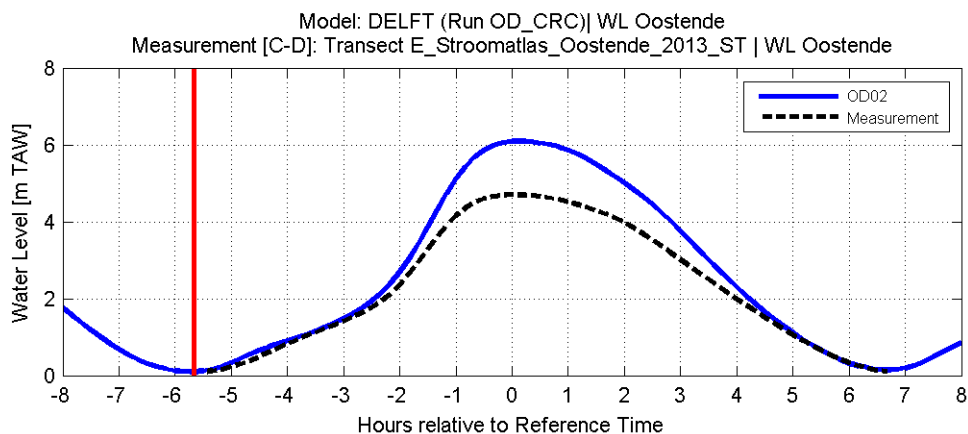
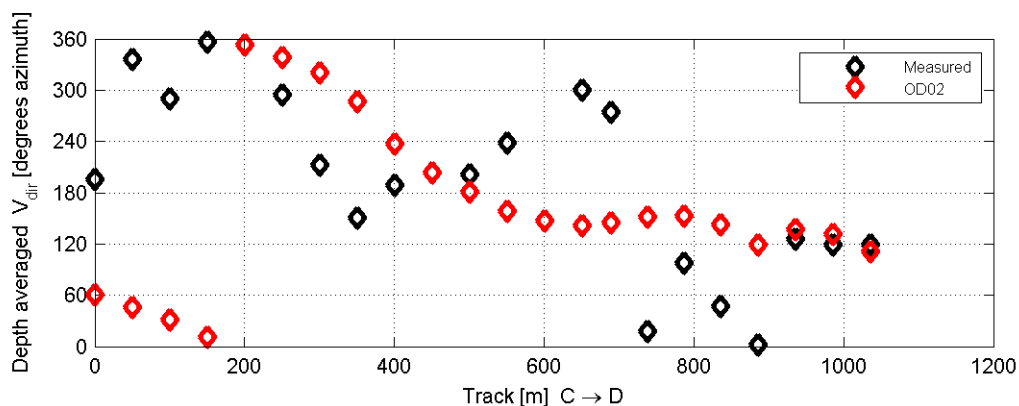
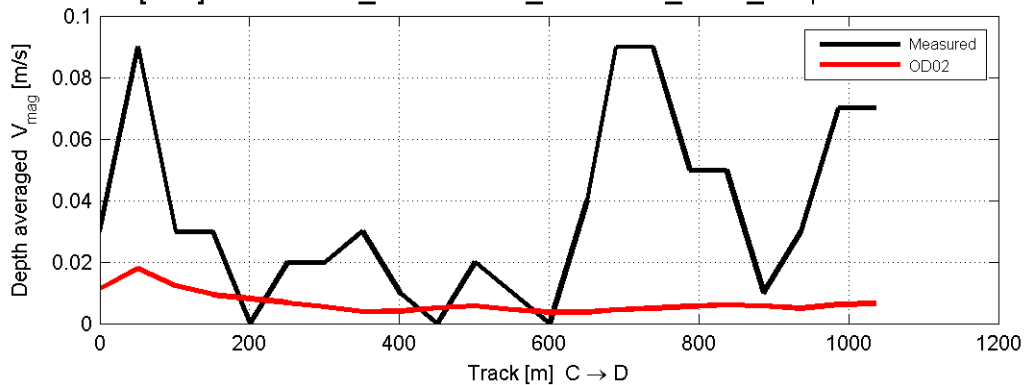


VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Bijlage F Stroomsnelheden en –richtingen op Transect E

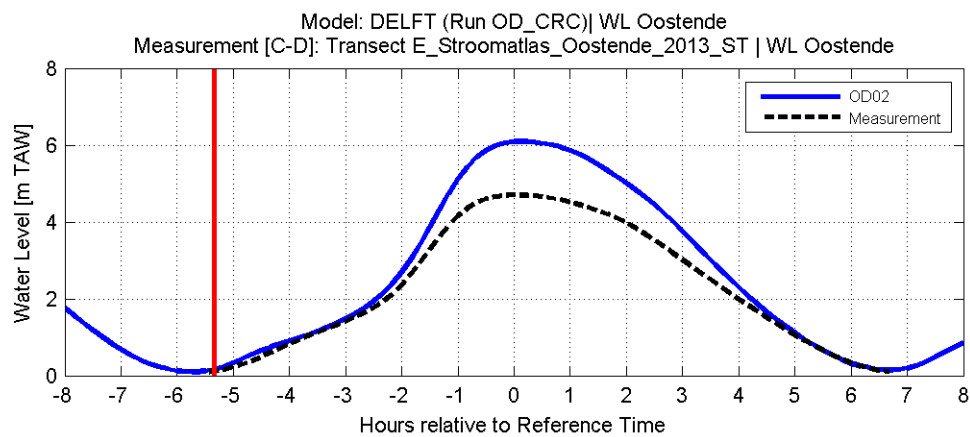
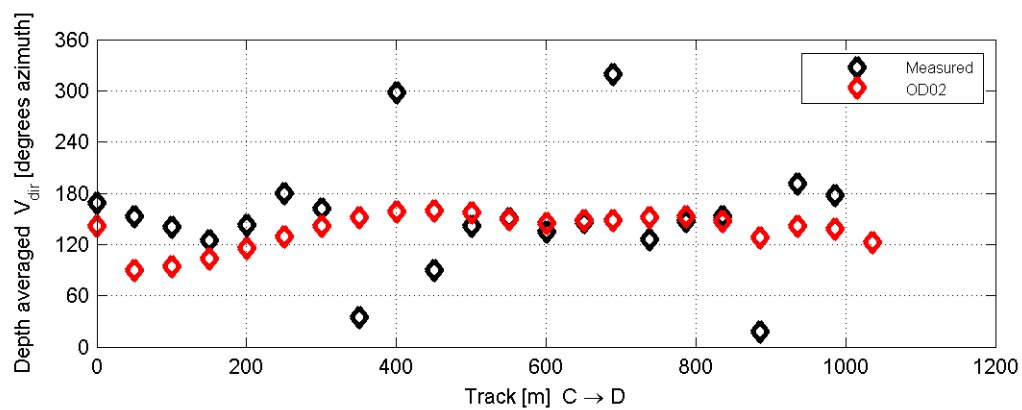
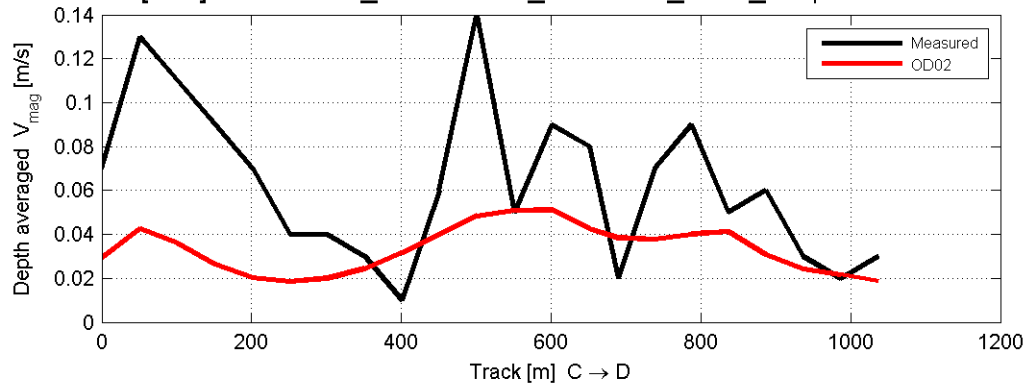
Transect E ligt ten oosten van de as van de toegangsgeul tot de voorhaven van Oostende en strekt zich uit van de havenmond, langsheen de Halve Maandijk tot voorbij de sluis naar het Visserijdok. Het gebied tussen de strekdammen strekt zich uit van 0 tot ca. 600 m, de Halve Maandijk van ca. 600 m tot ca. 900 m.

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 19:49
Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 19:



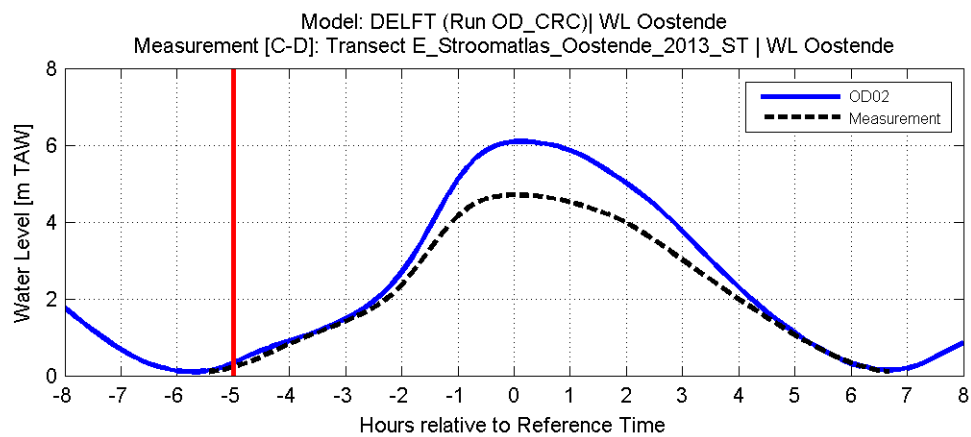
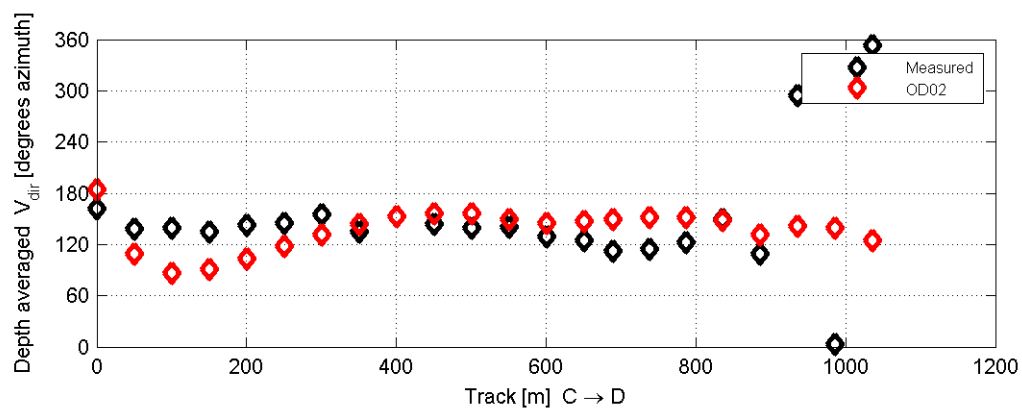
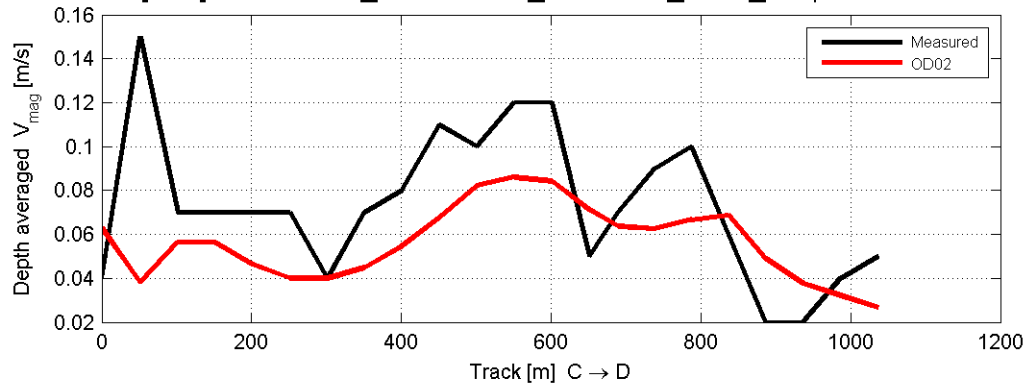
VIMM version TELEMAT
(c) Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 20:09
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 20:



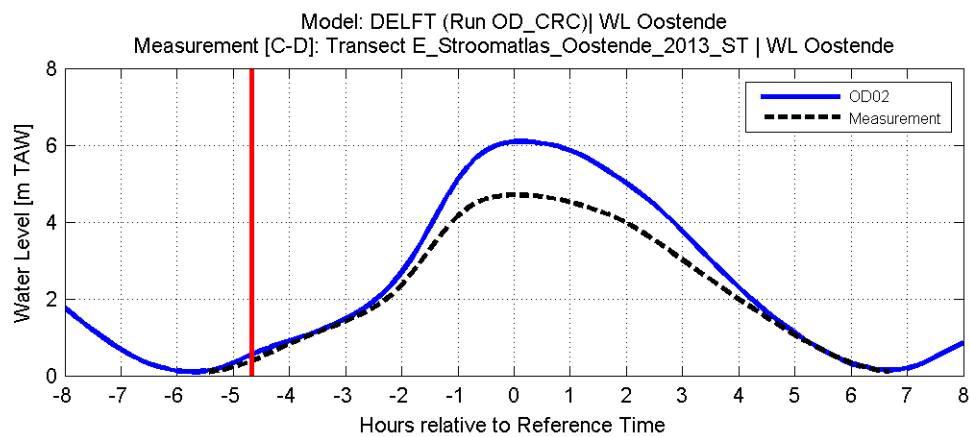
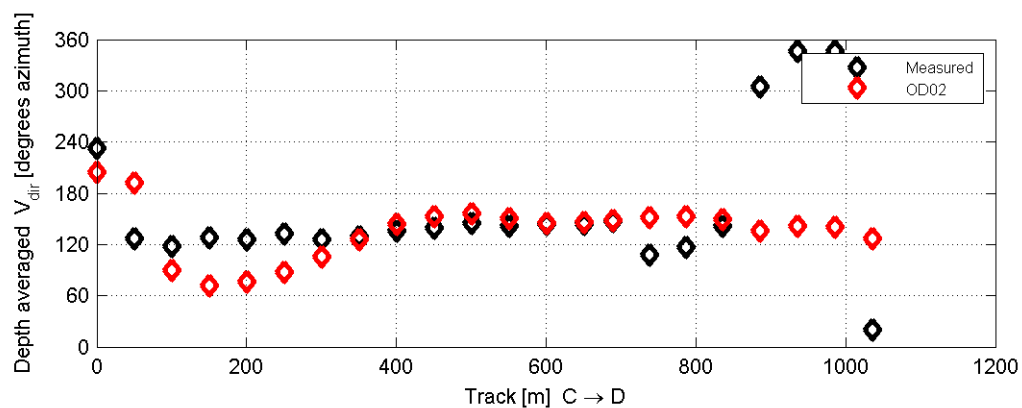
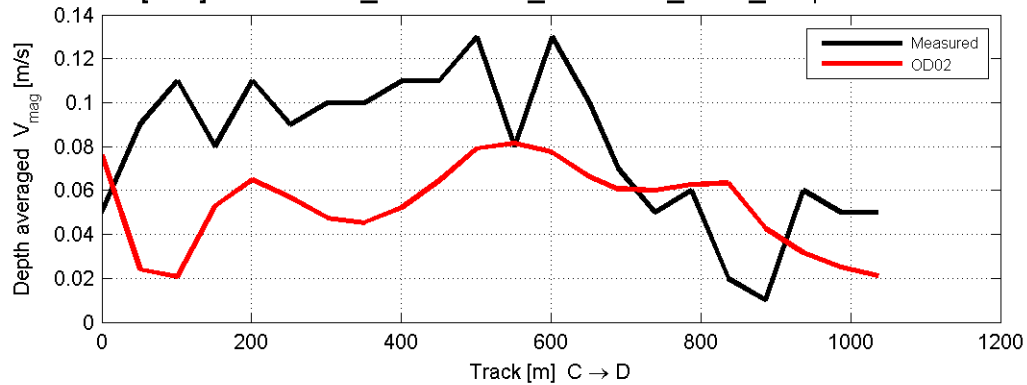
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 20:29
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 20:



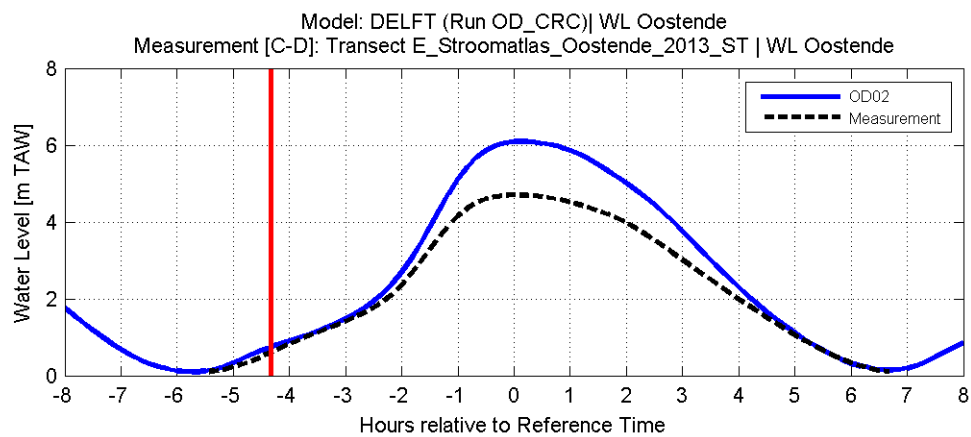
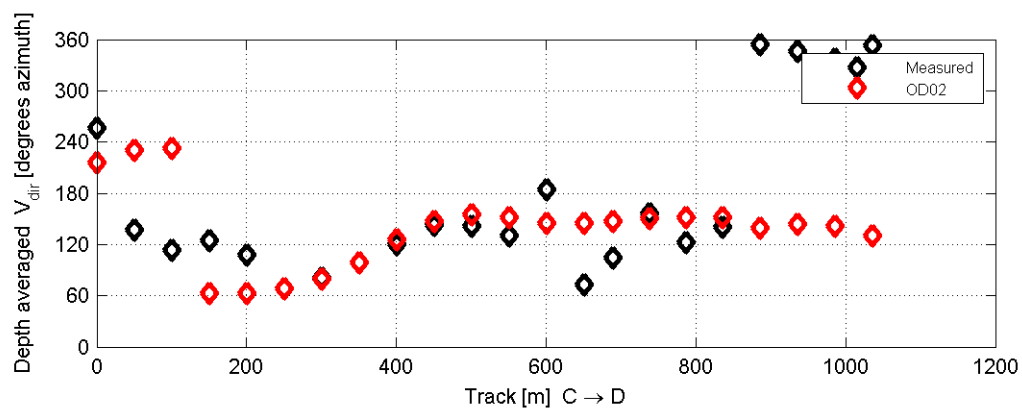
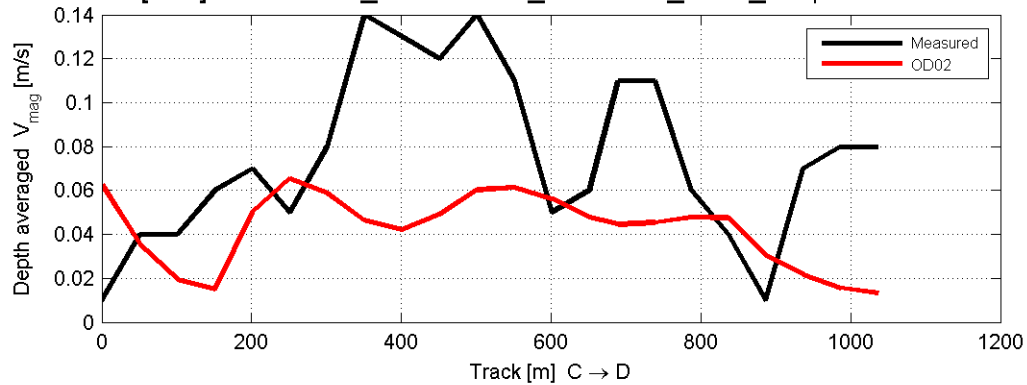
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 20:49
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 20:



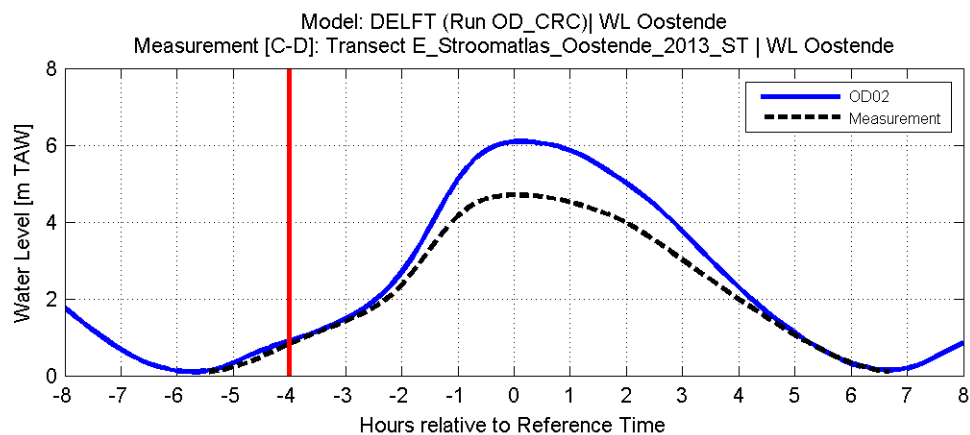
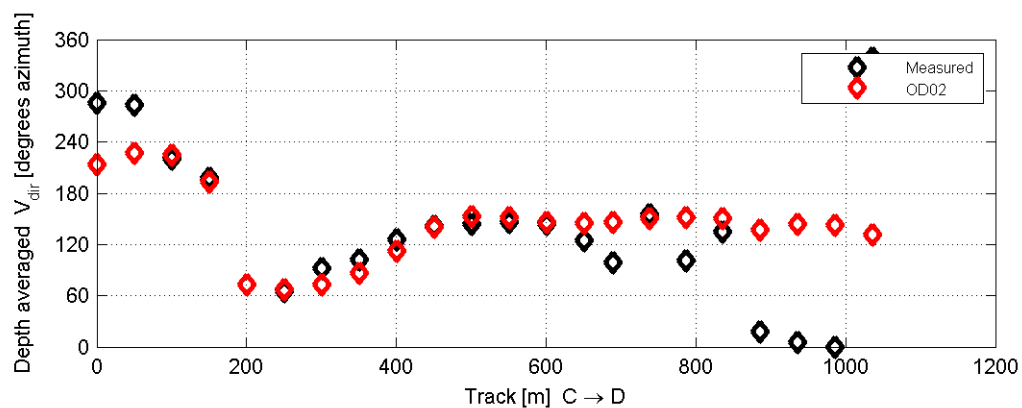
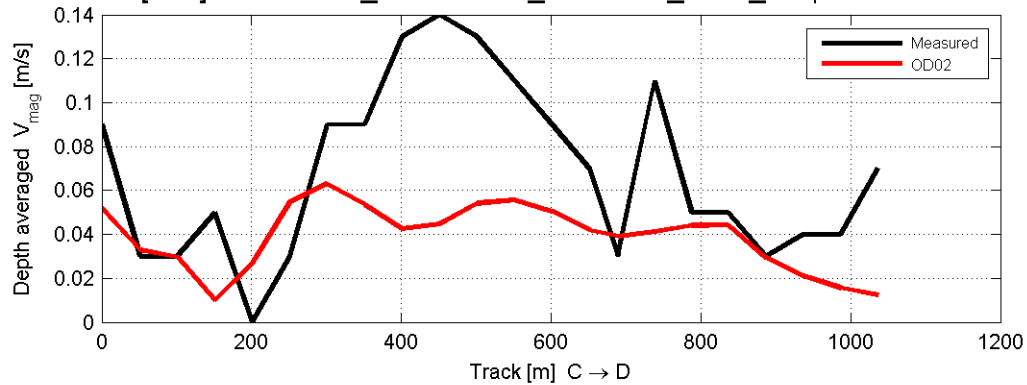
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 21:09
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 21:



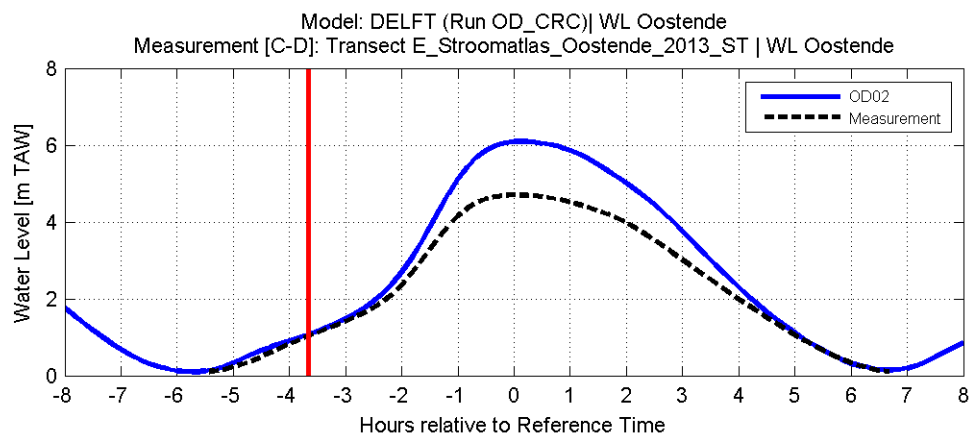
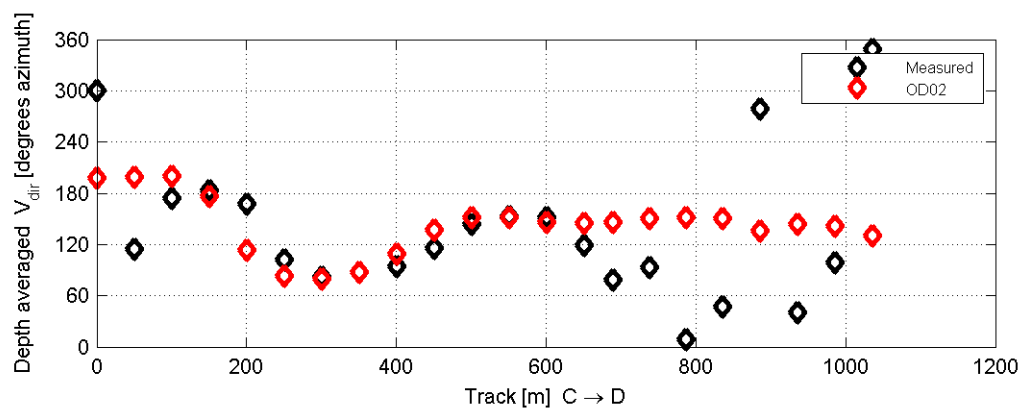
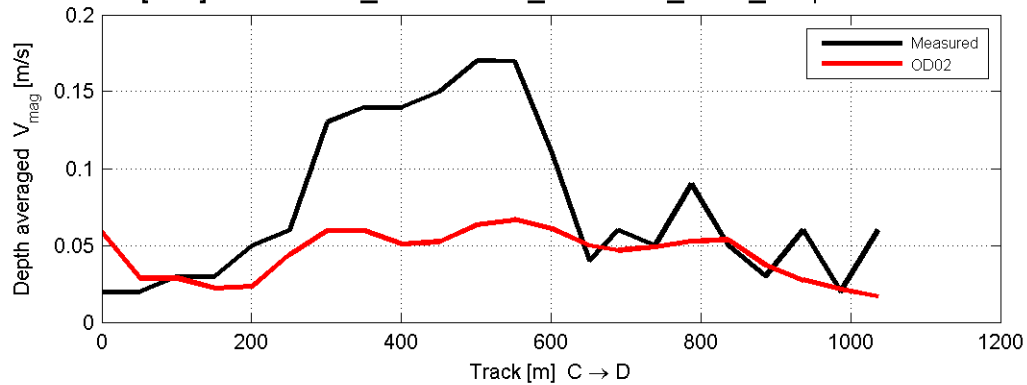
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 21:29
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 21:



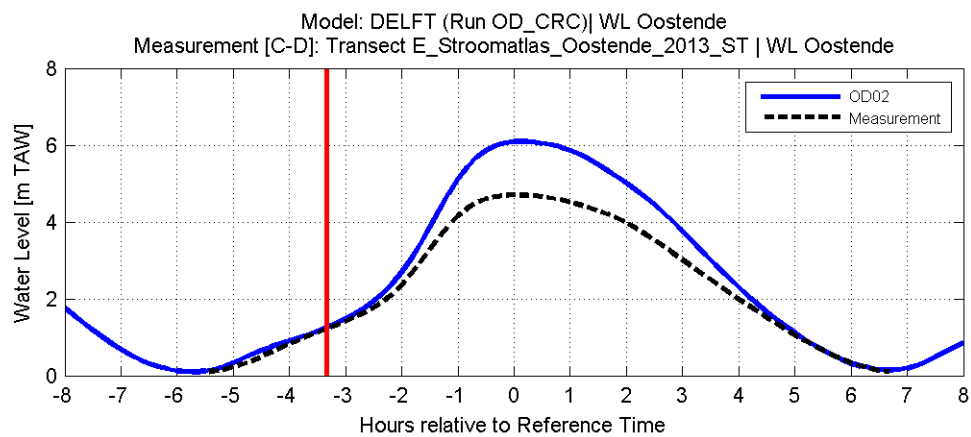
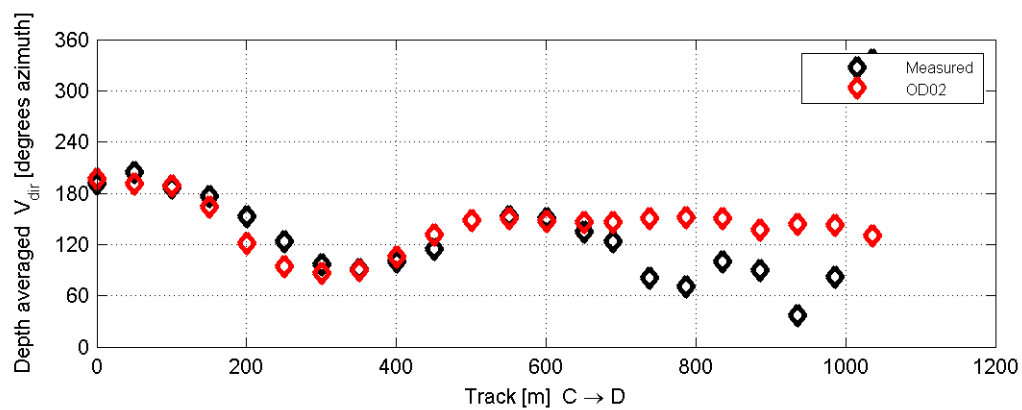
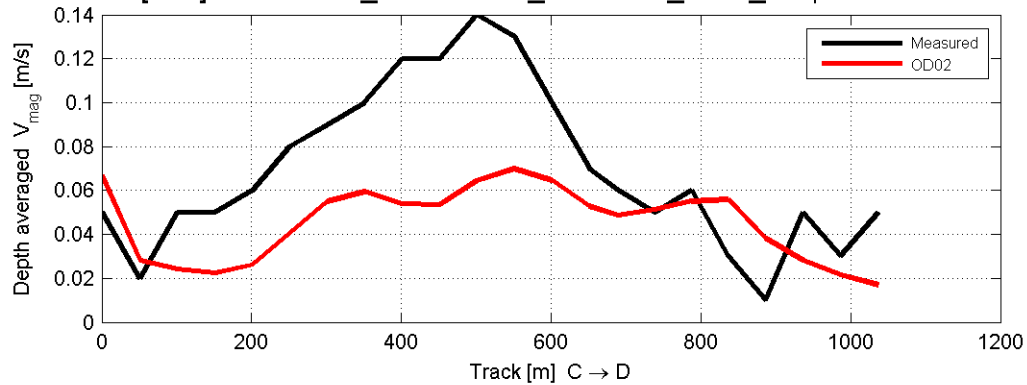
VIMM version TELEMAT
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 21:49
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 21:



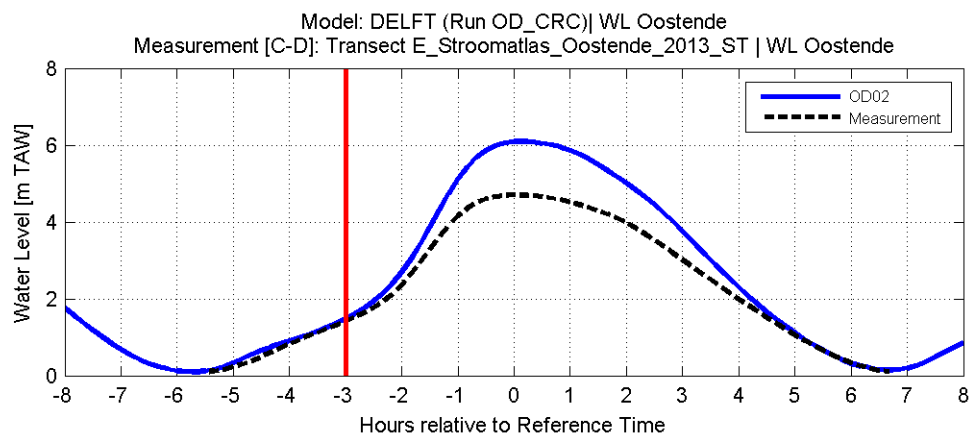
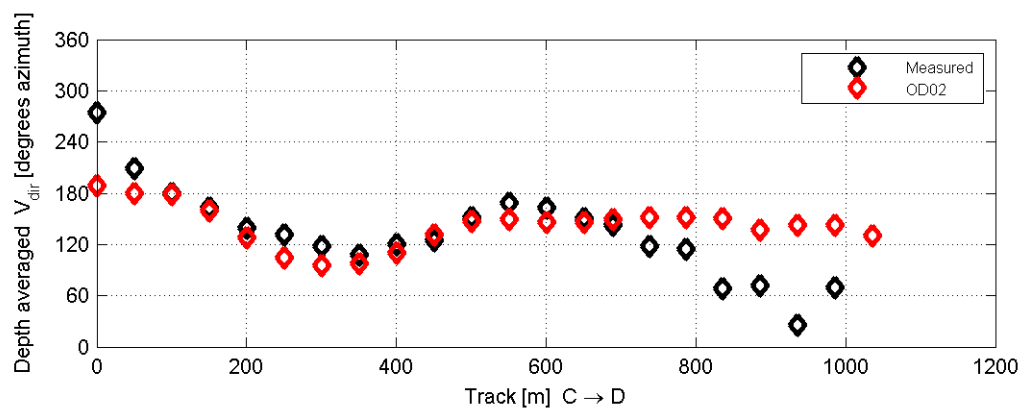
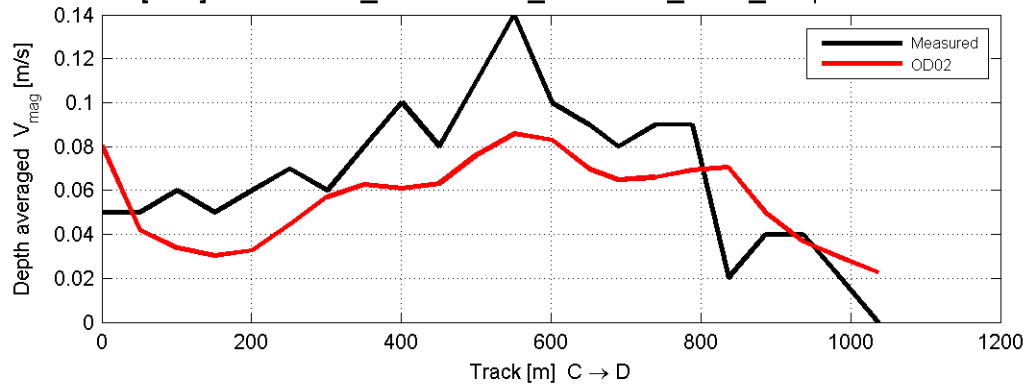
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 22:09
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 22:



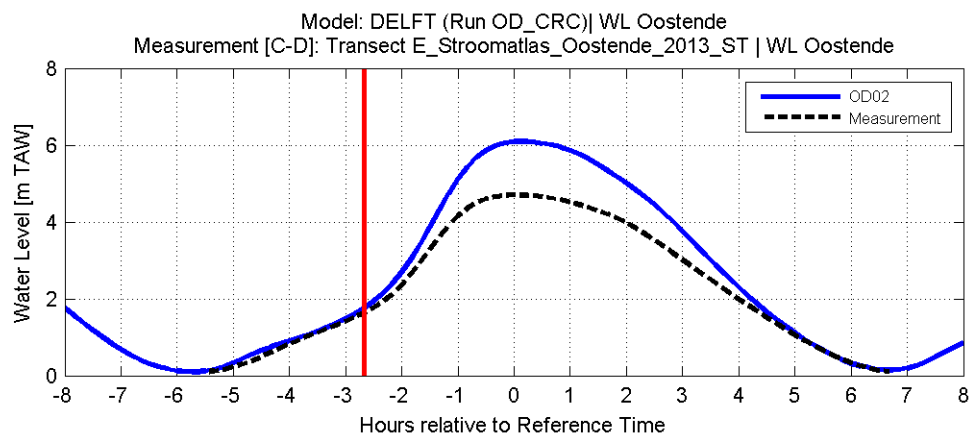
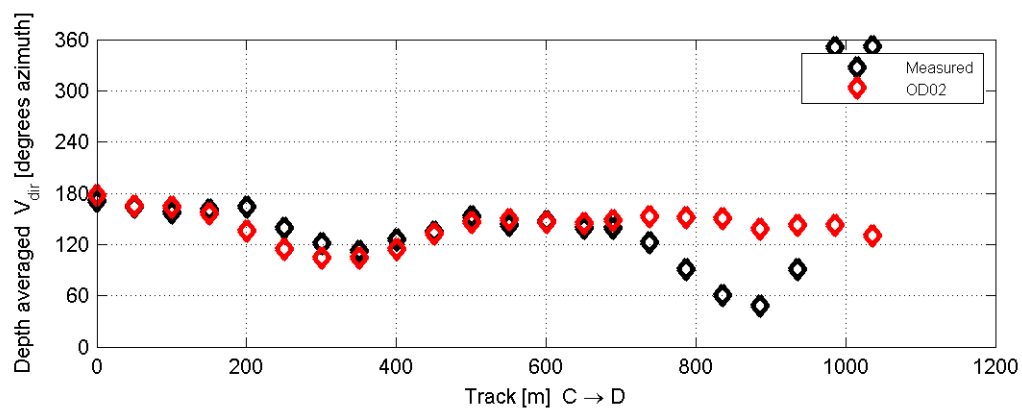
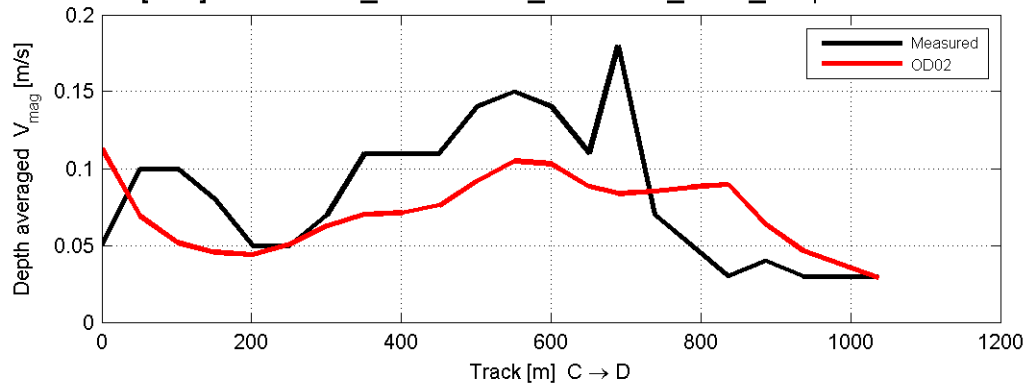
VIMM version TELEMAT
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 22:29
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 22:



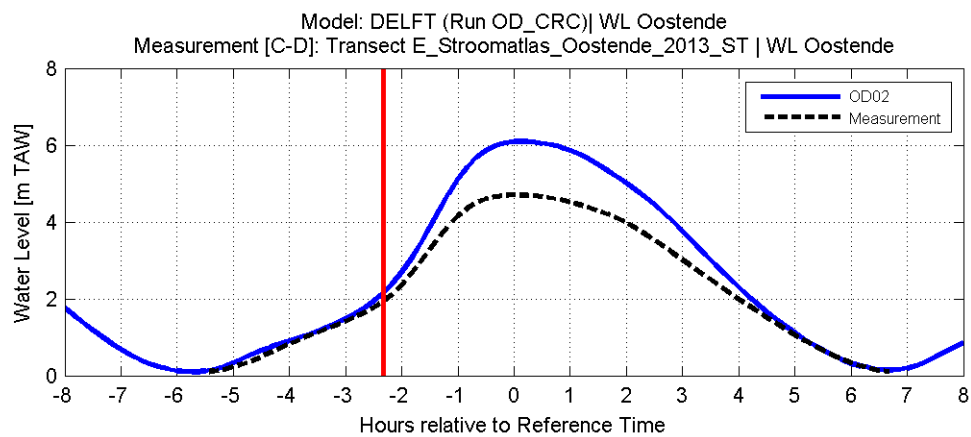
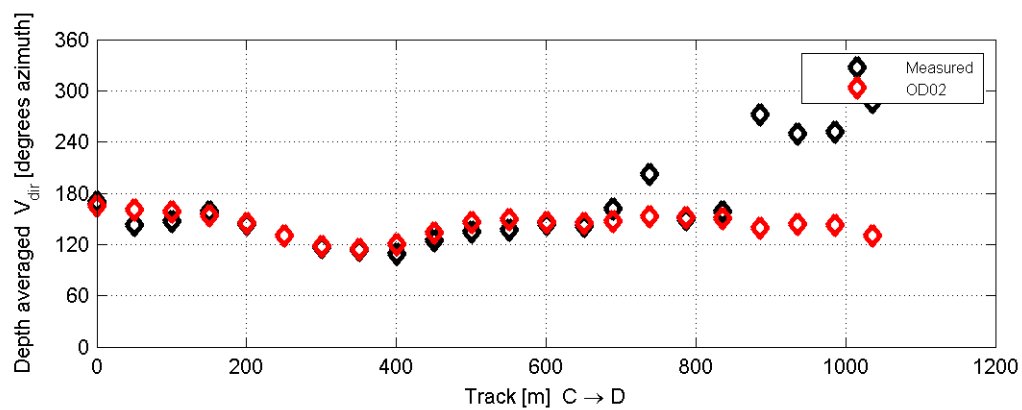
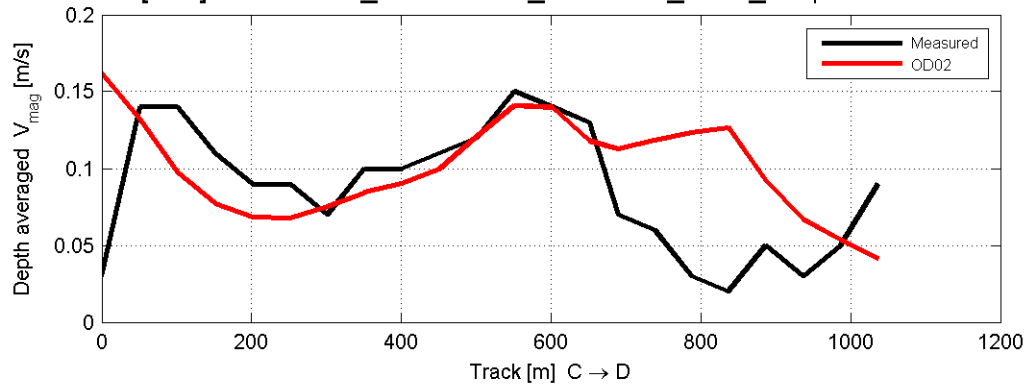
VIMM version TELEMAT
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 22:49
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 22:



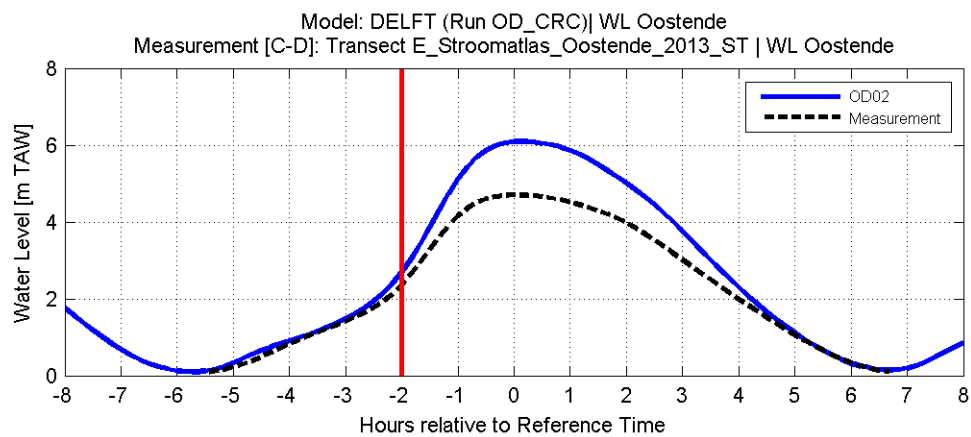
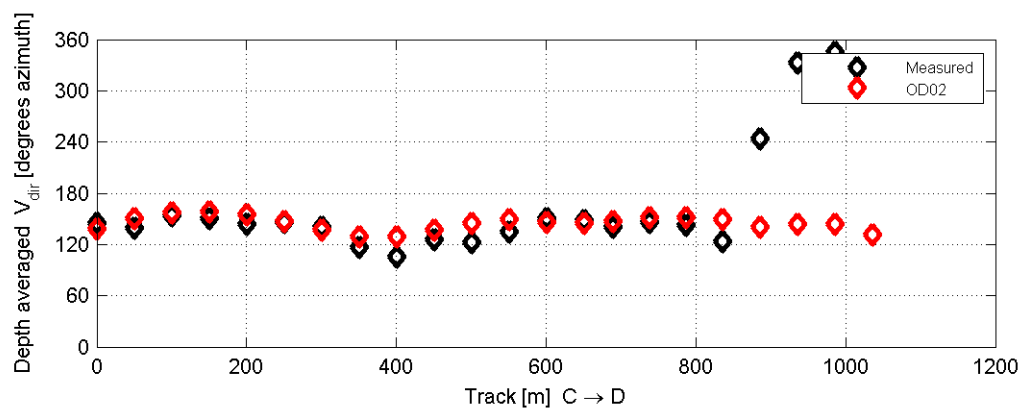
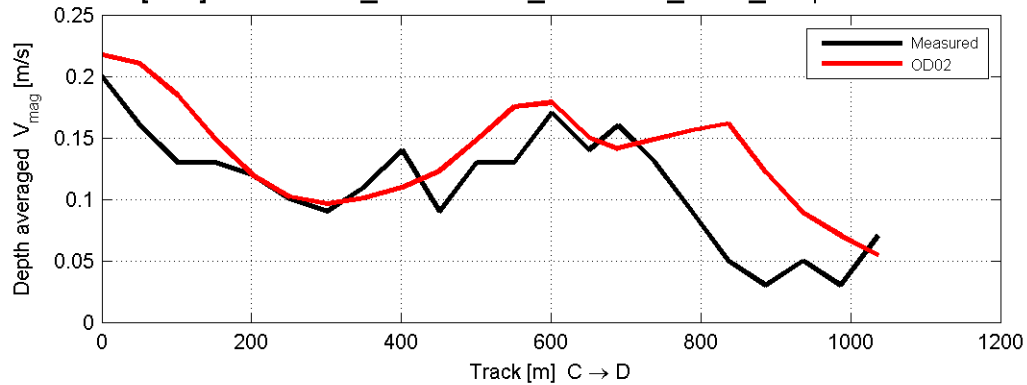
VIMM version TELEMAT
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 23:09
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 23:



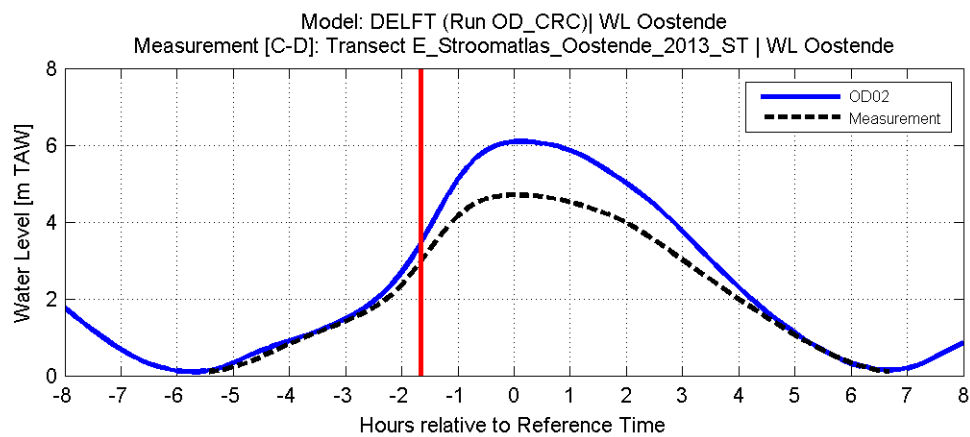
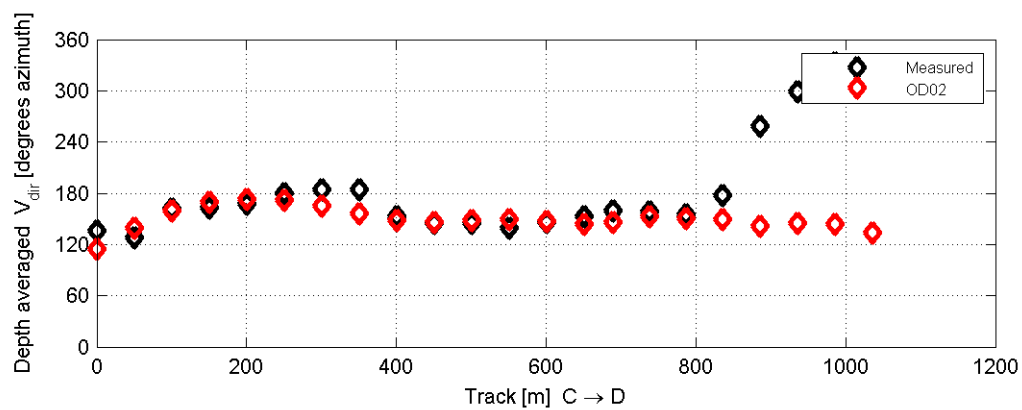
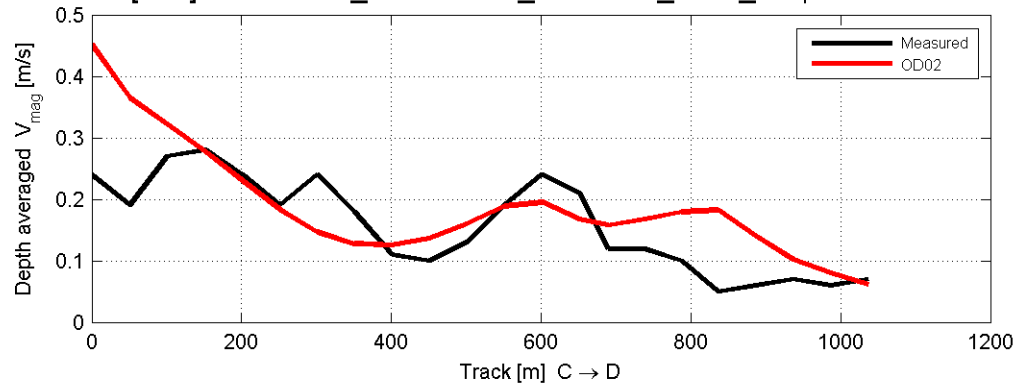
VIMM version TELEMAT
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 23:29
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 23:



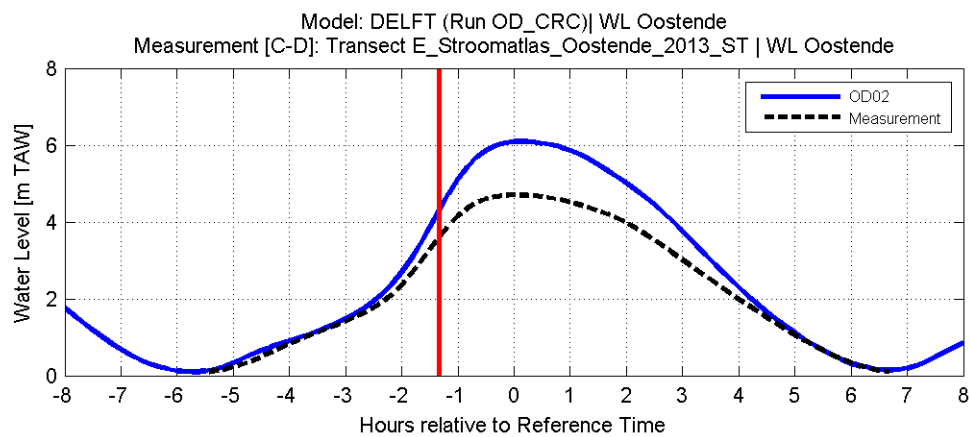
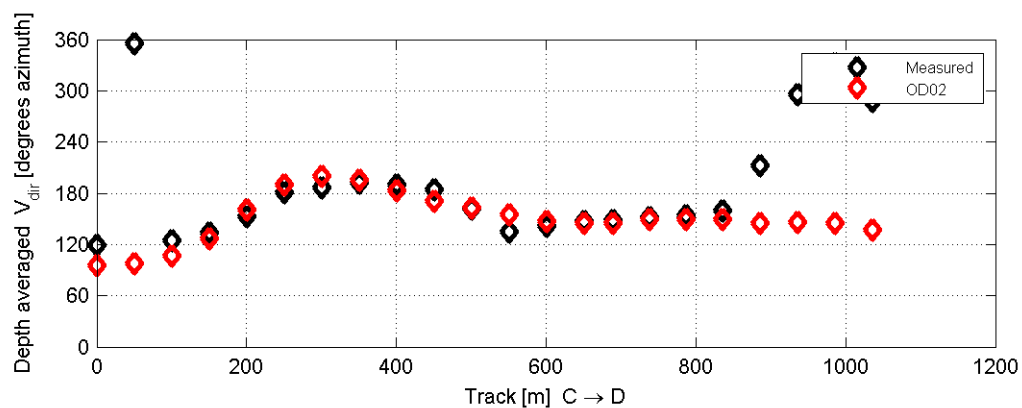
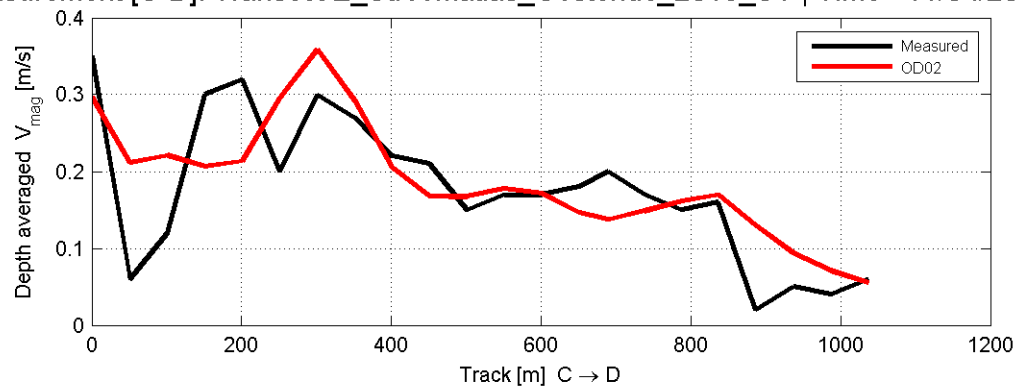
VIMM version TELEMAT
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 10/04/2013 23:49
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 10/04/2013 23:



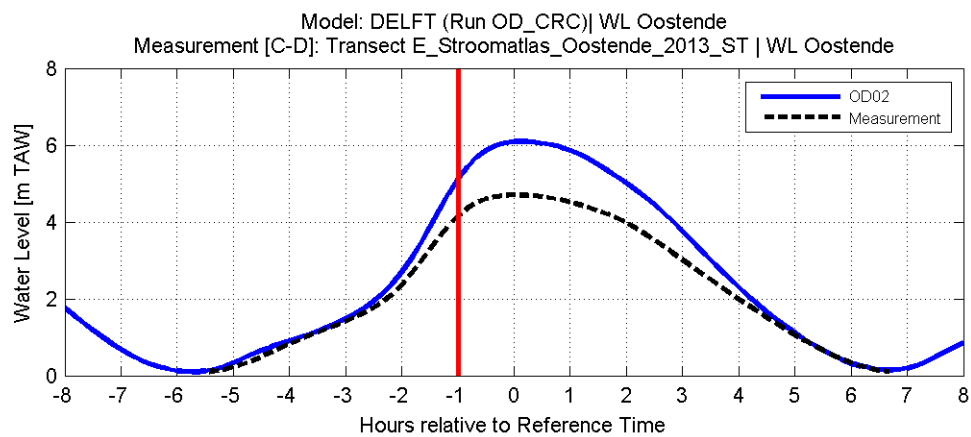
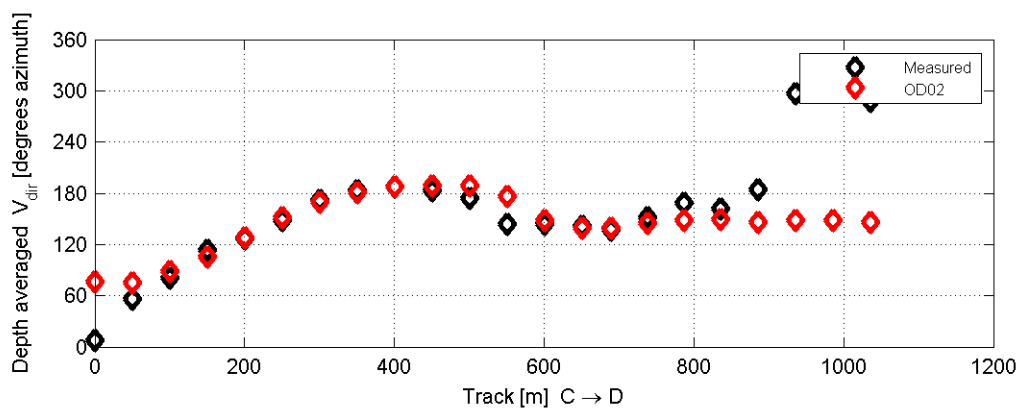
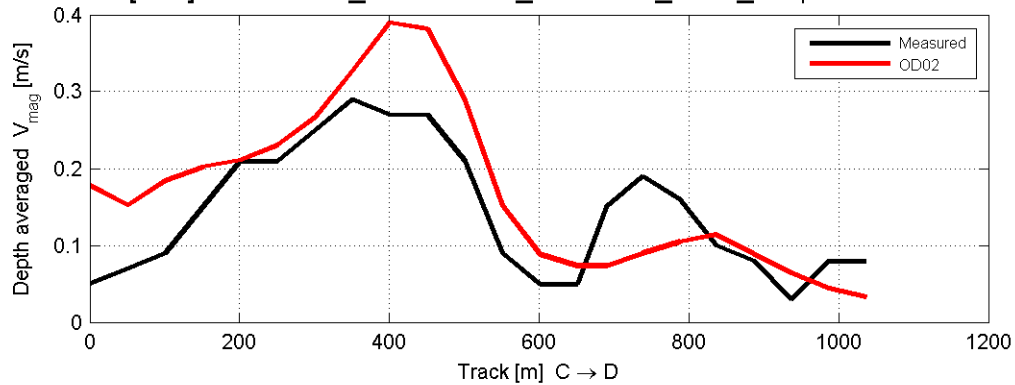
VIMM version TELEMATAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 00:09
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 00:



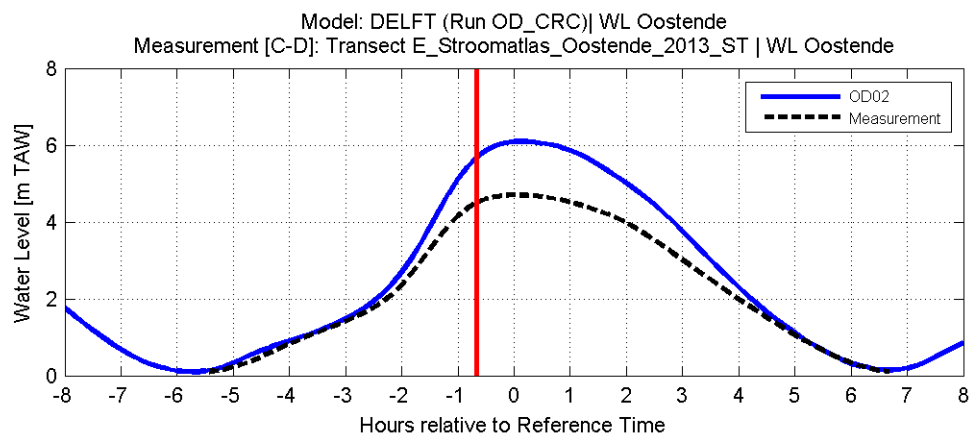
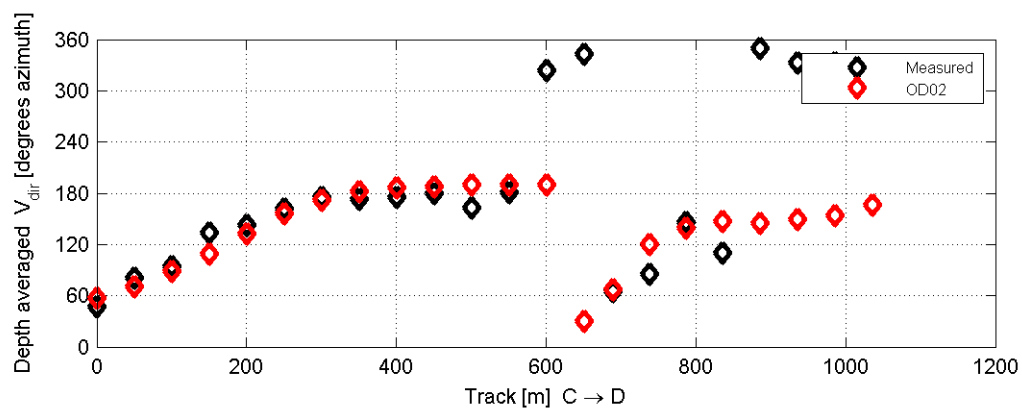
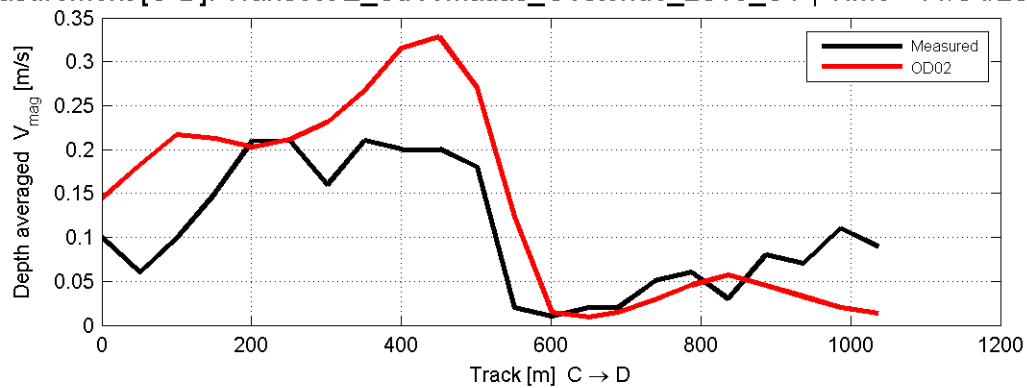
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 00:29
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 00:



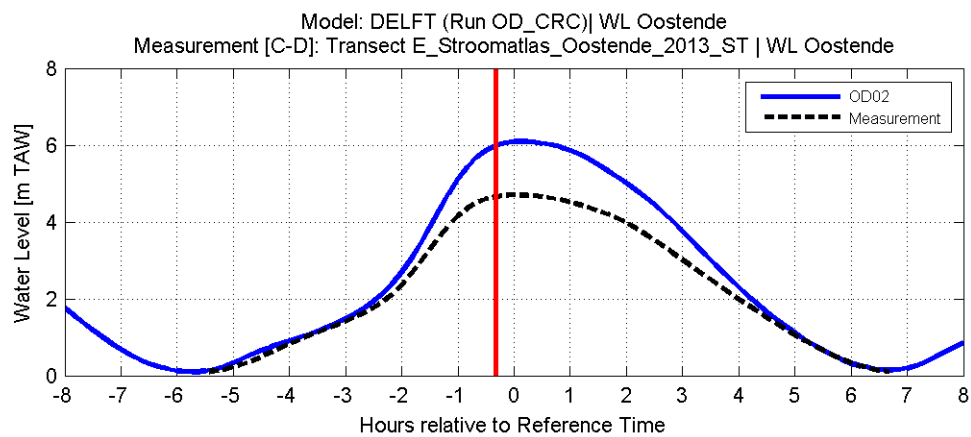
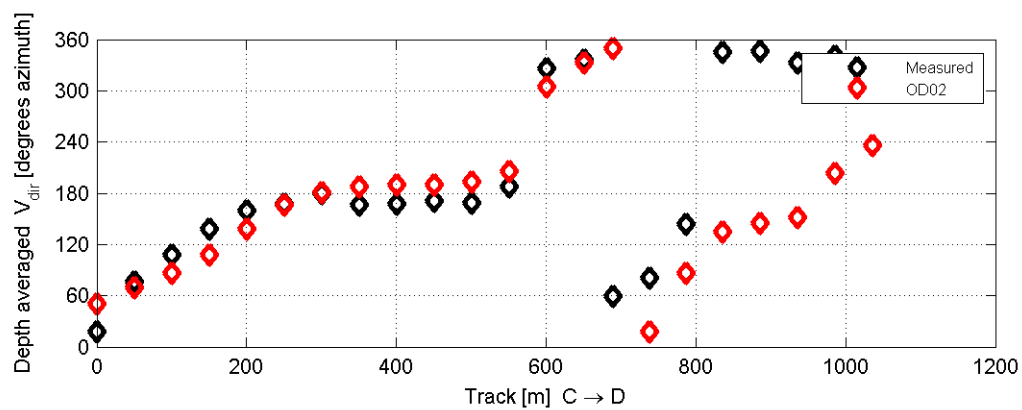
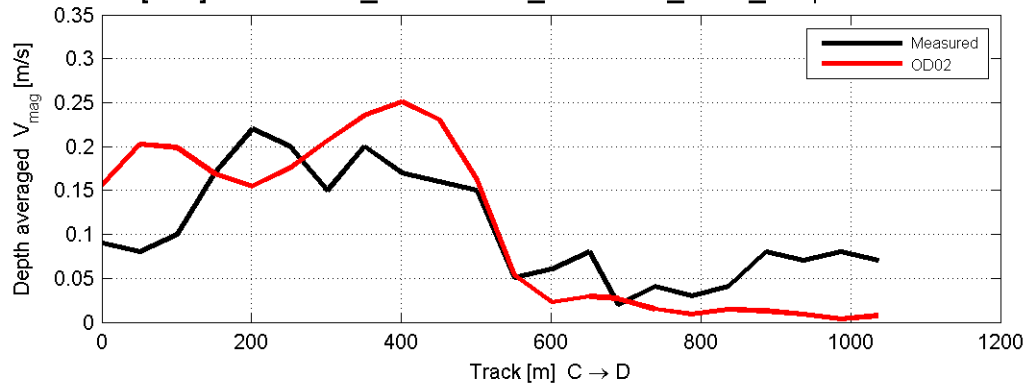
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 00:49
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 00:



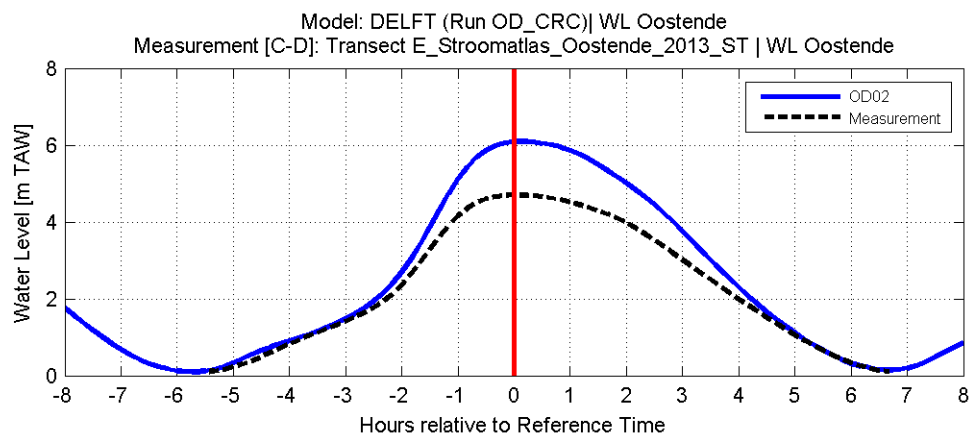
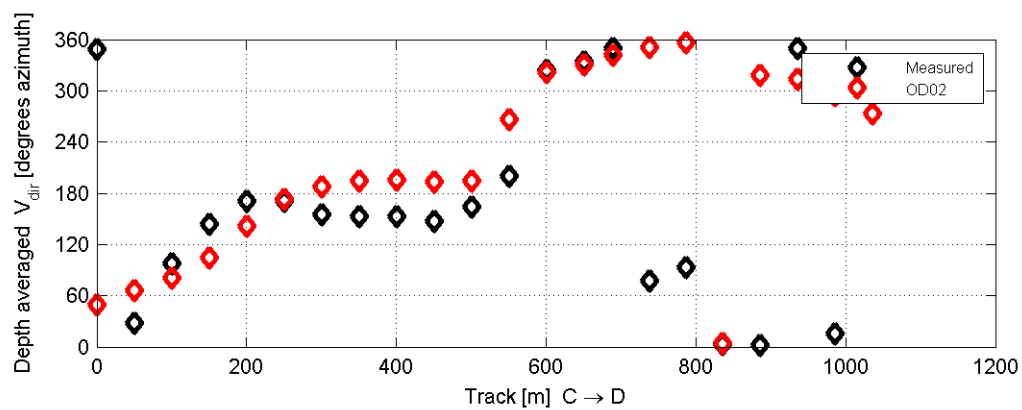
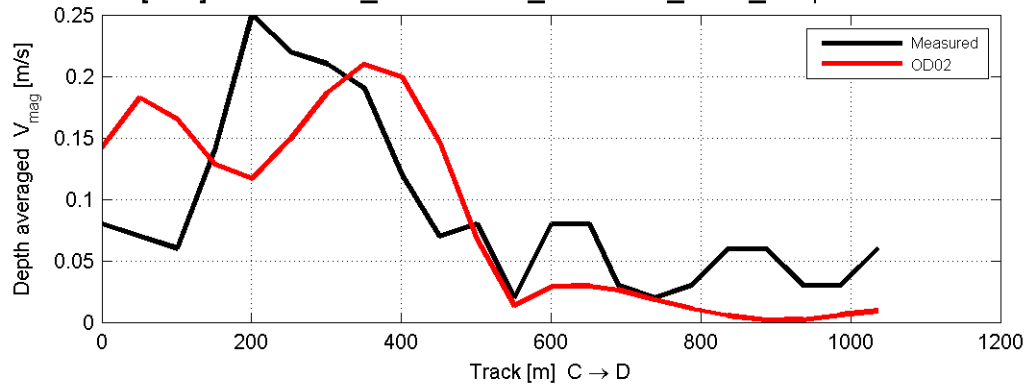
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 01:09
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 01:



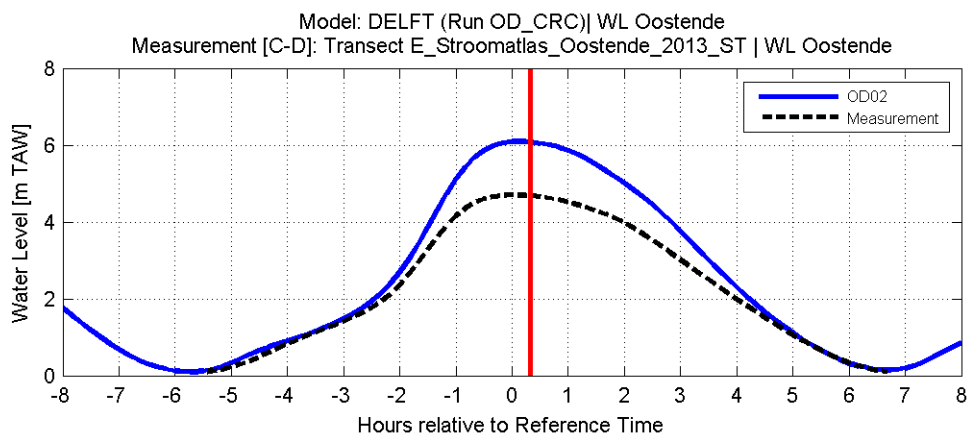
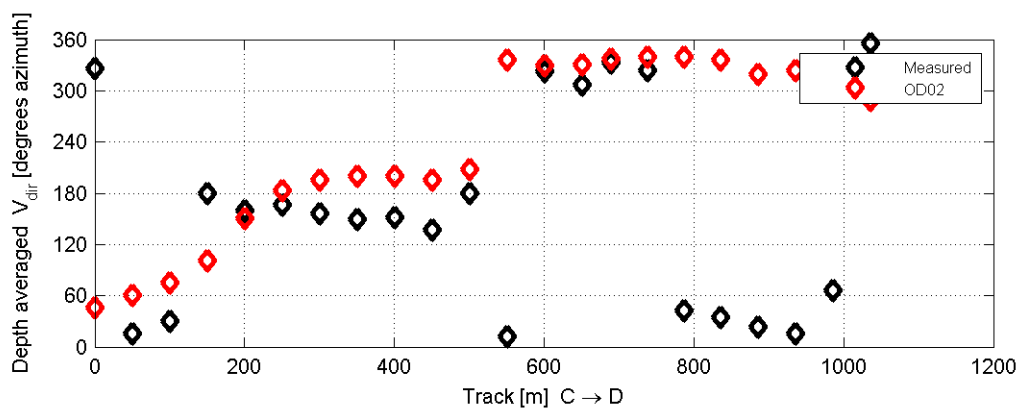
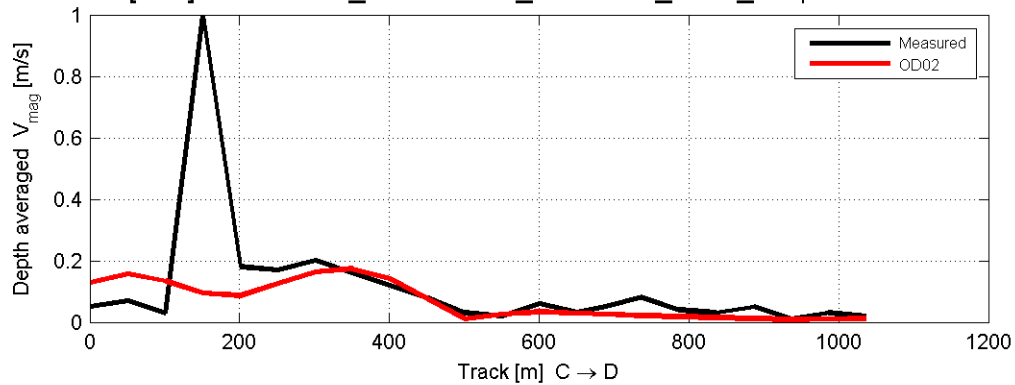
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 01:29
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 01:



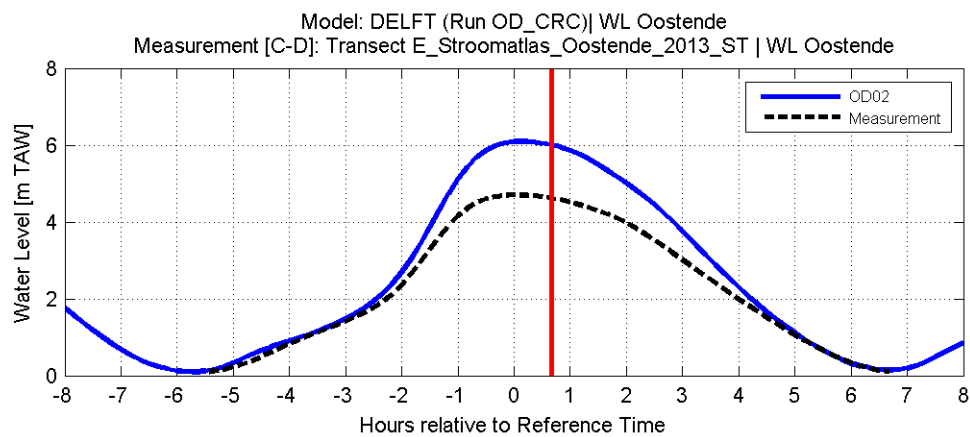
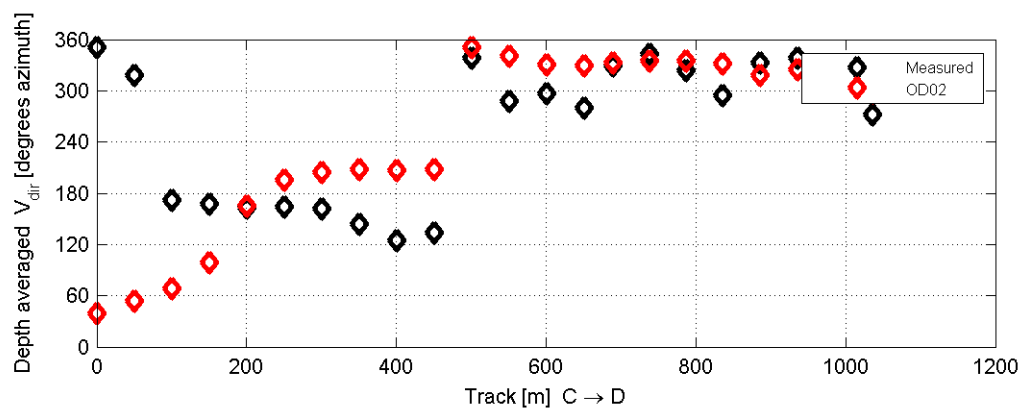
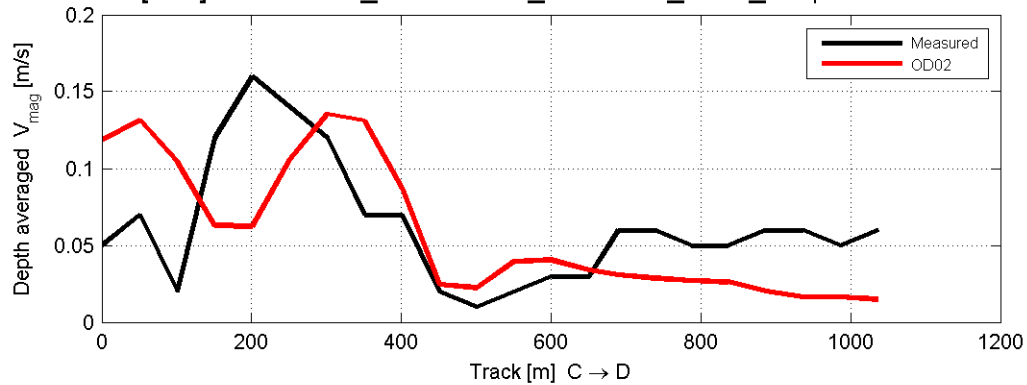
VIMM version TELEMAT
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 01:49
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 01:



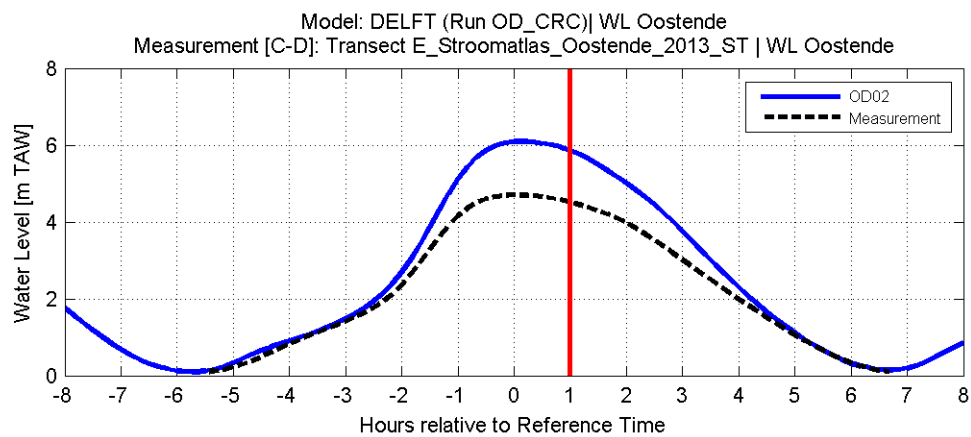
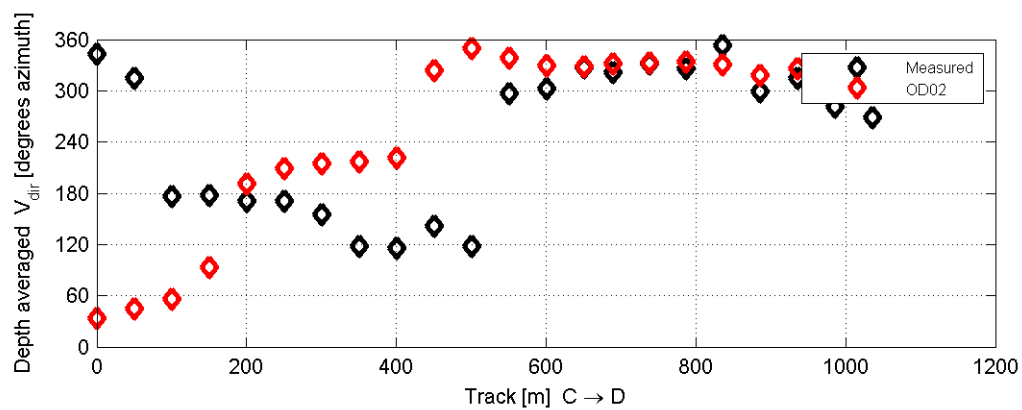
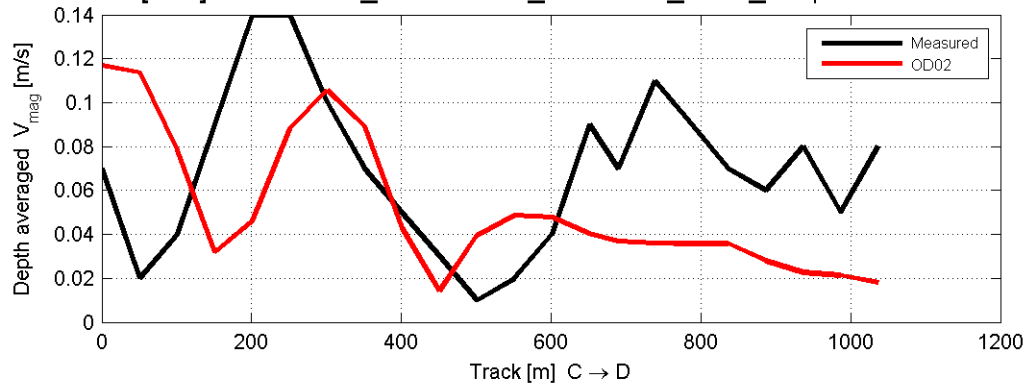
VIMM version TELEMAT
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 02:09
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 02:



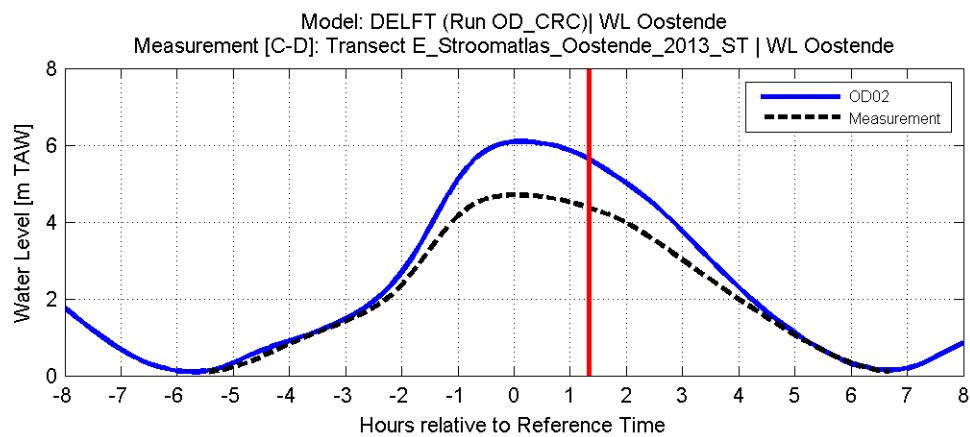
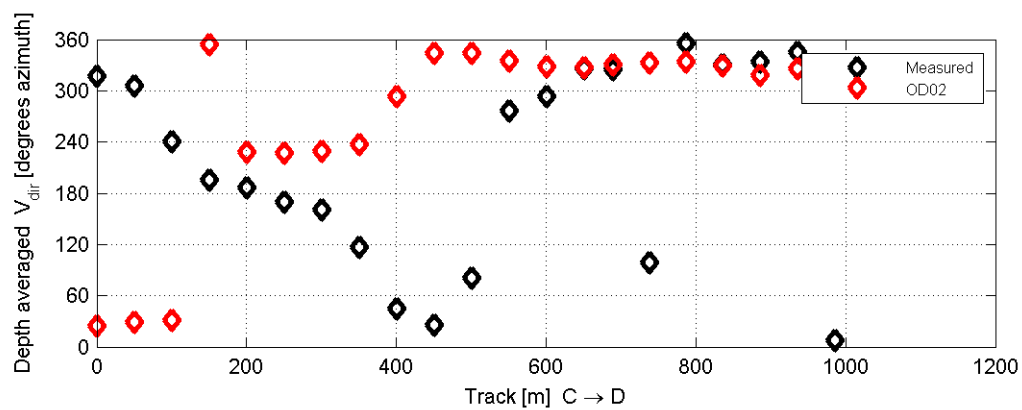
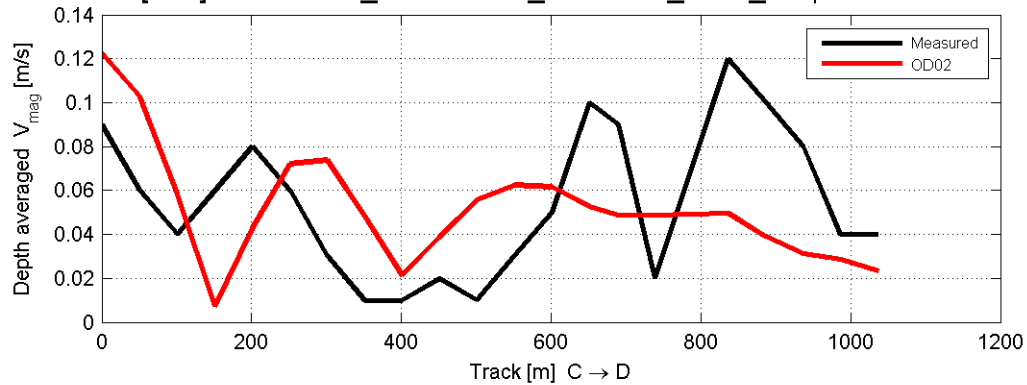
VIMM version TELEMAT
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 02:29
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 02:



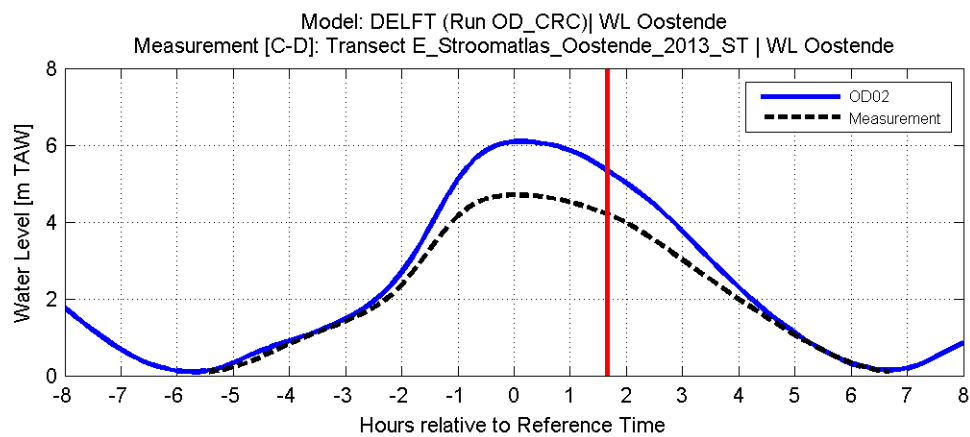
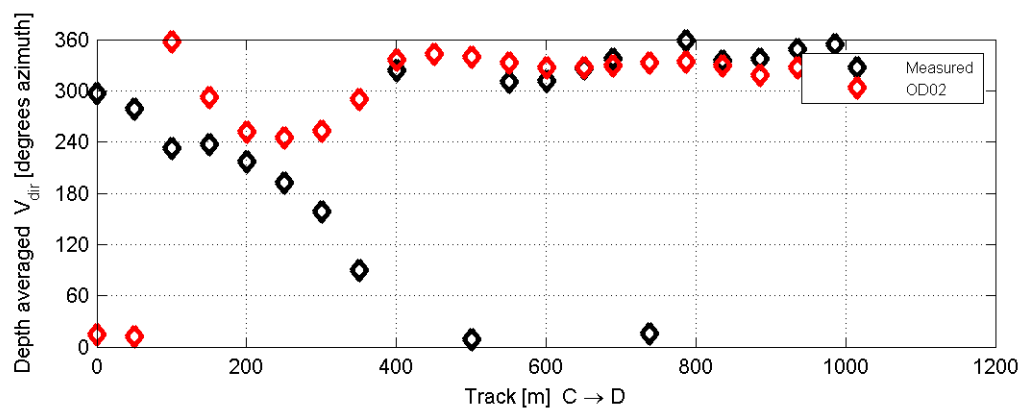
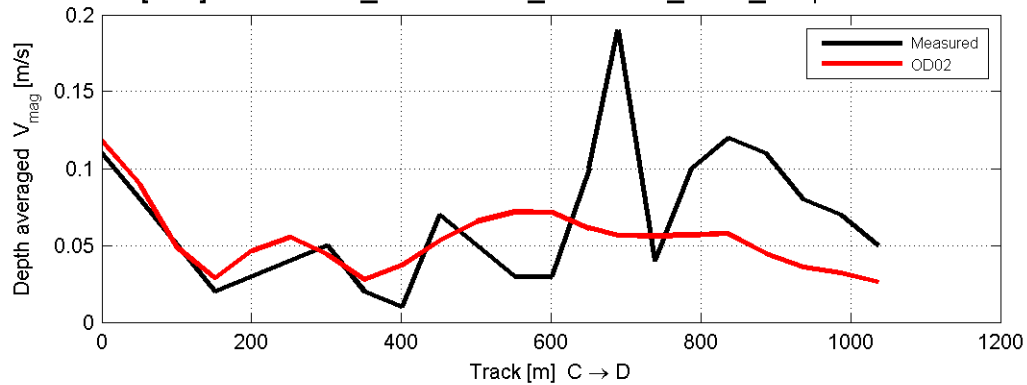
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 02:49
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 02:



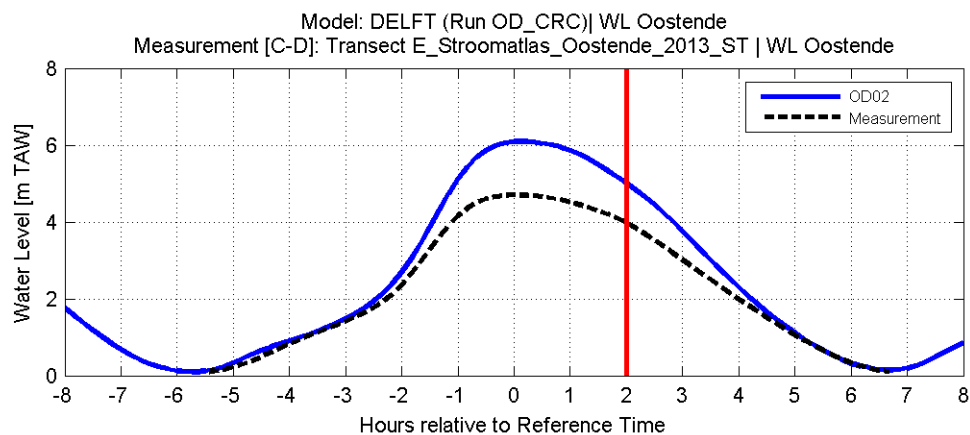
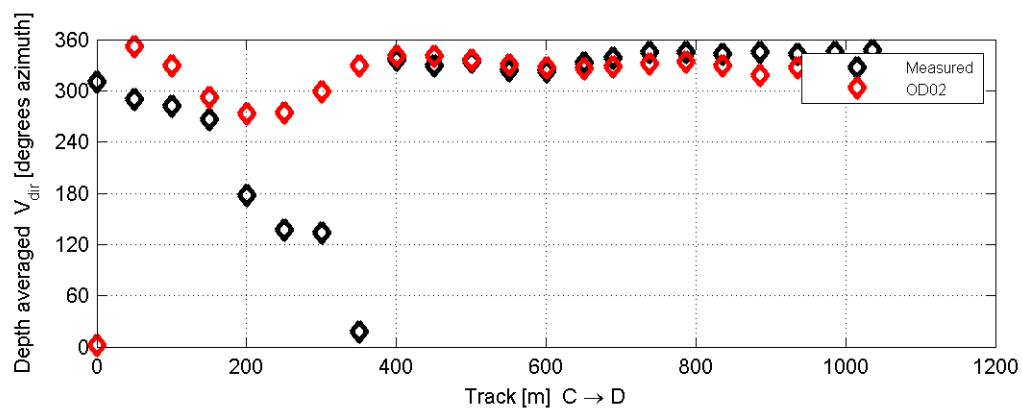
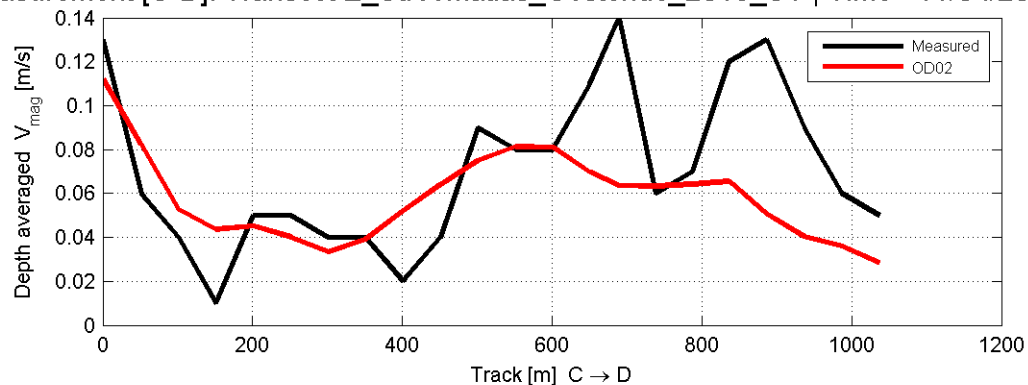
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 03:09
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 03:



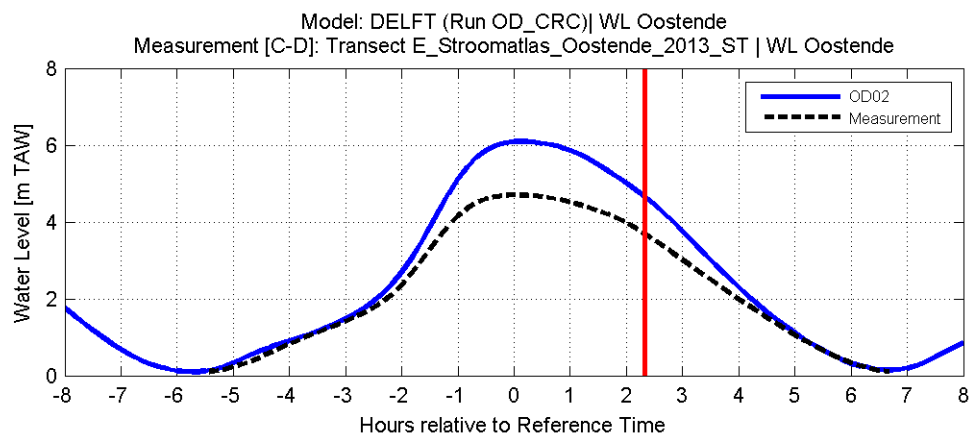
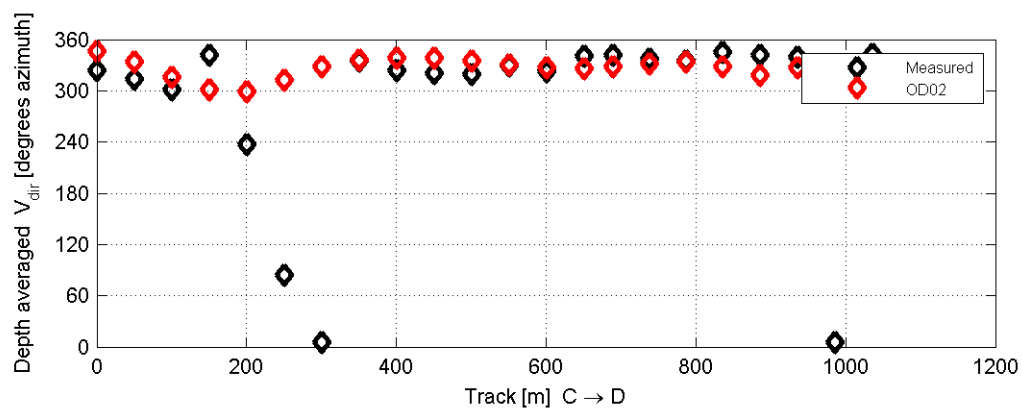
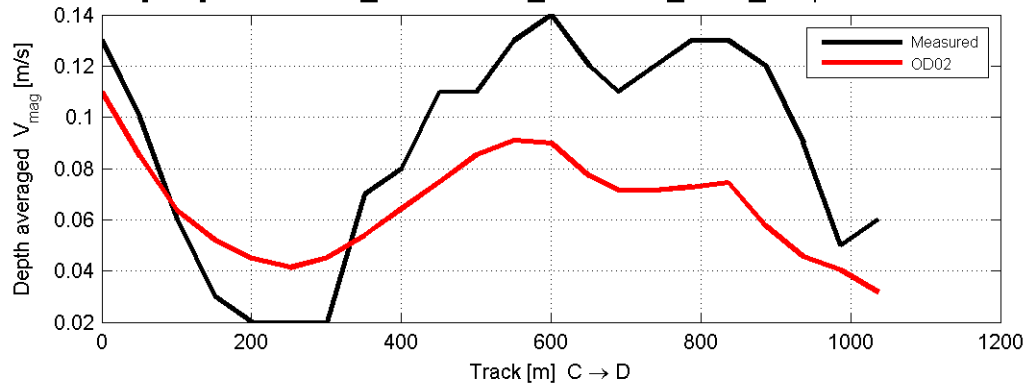
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 03:29
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 03:



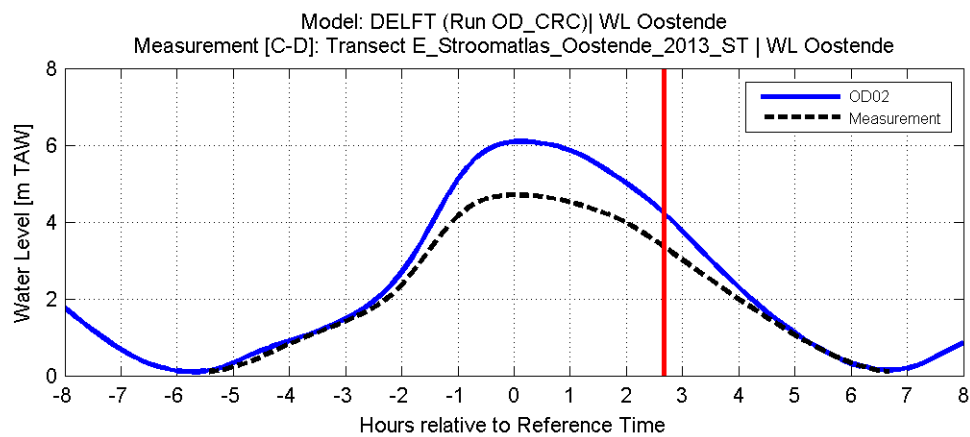
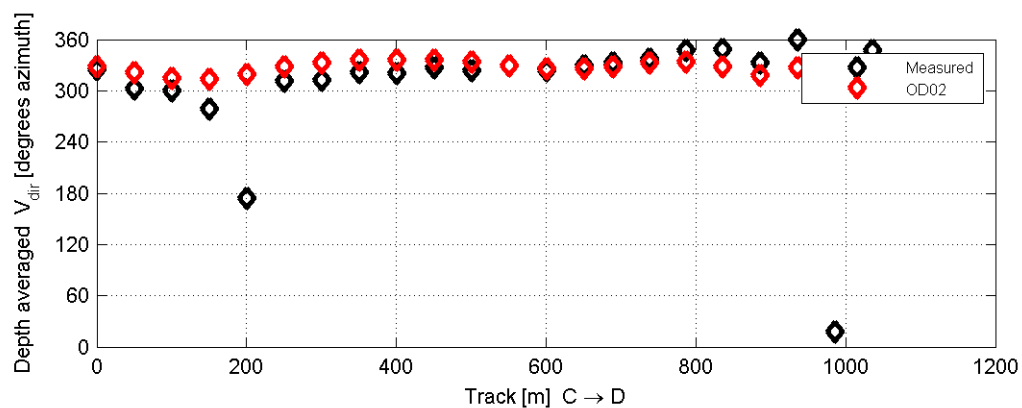
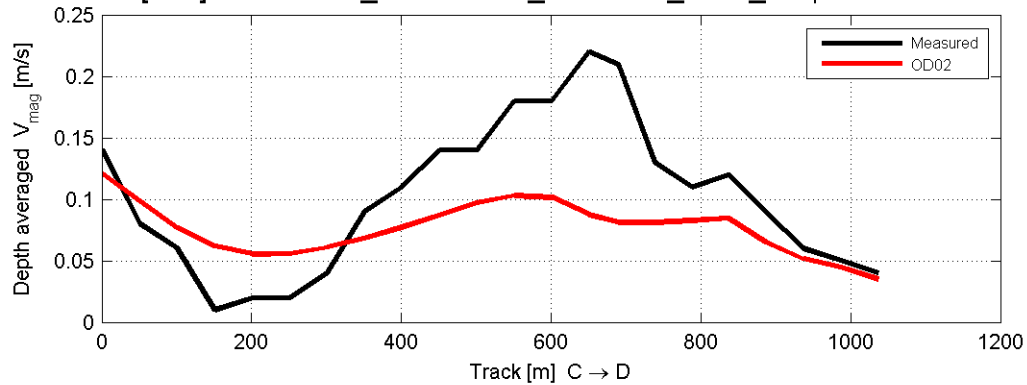
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 03:49
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 03:



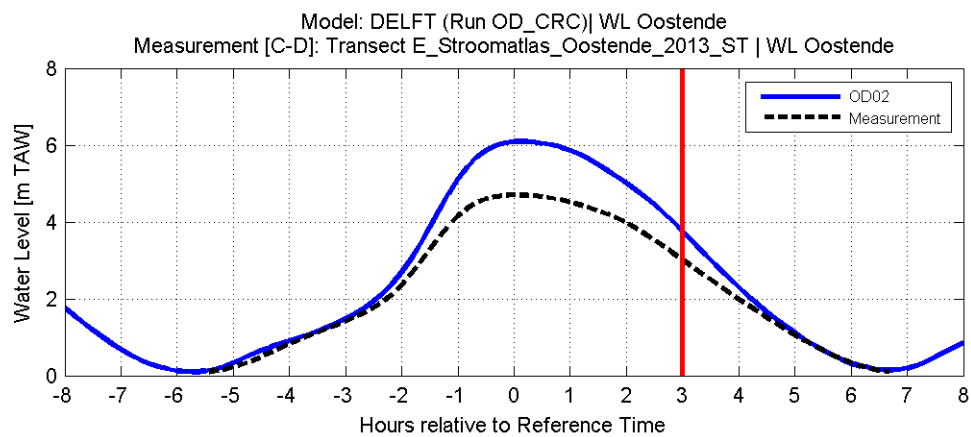
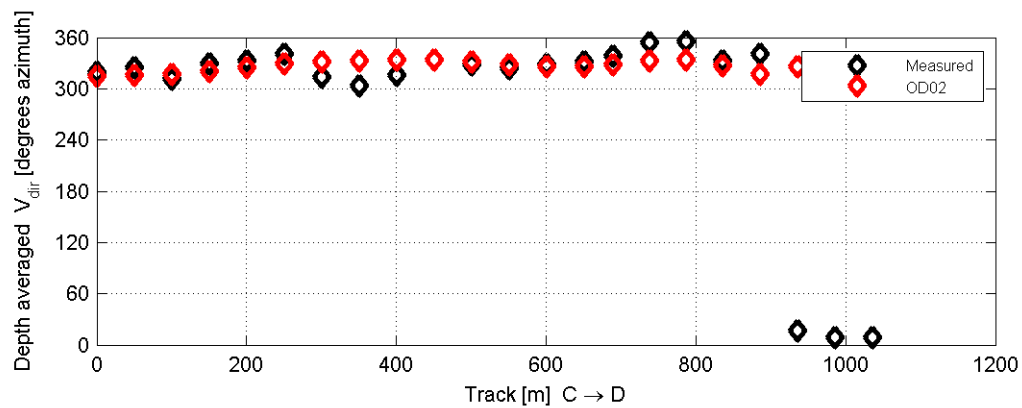
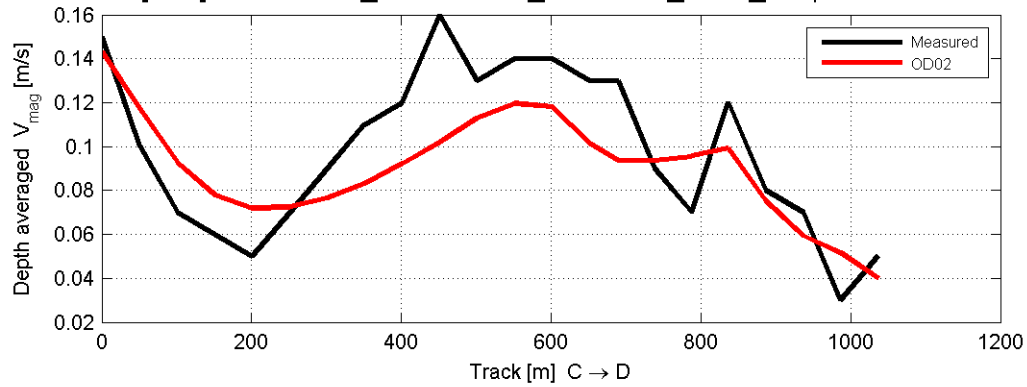
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 04:09
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 04:



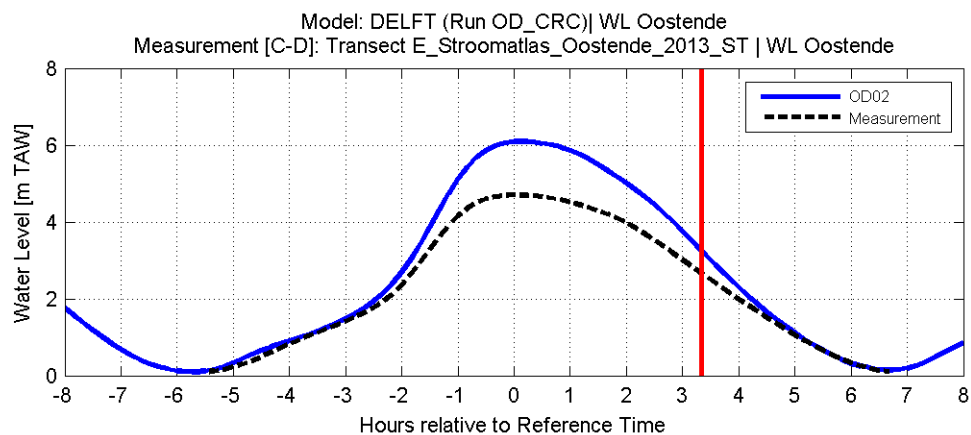
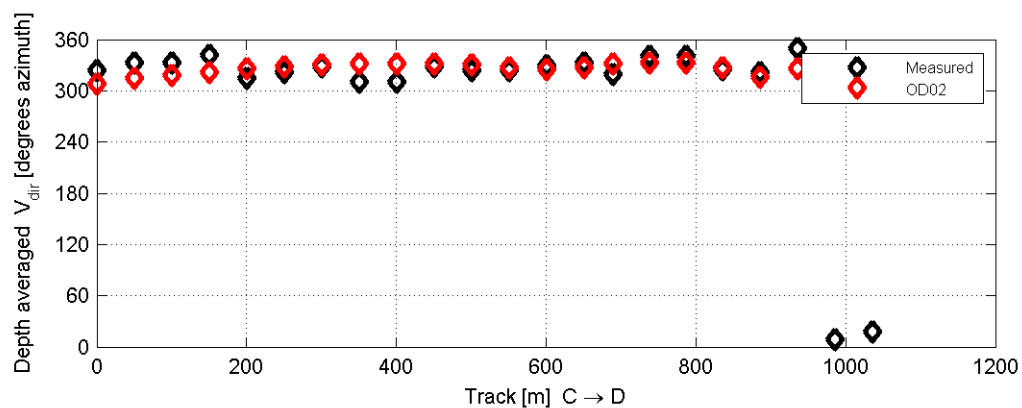
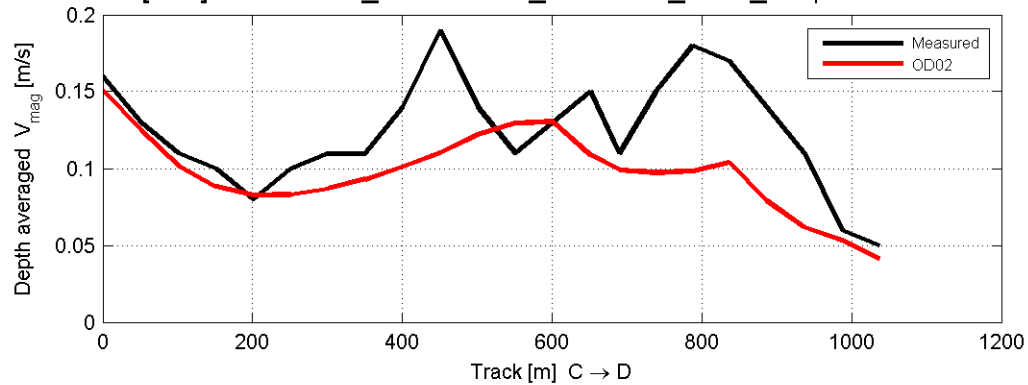
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 04:29
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 04:



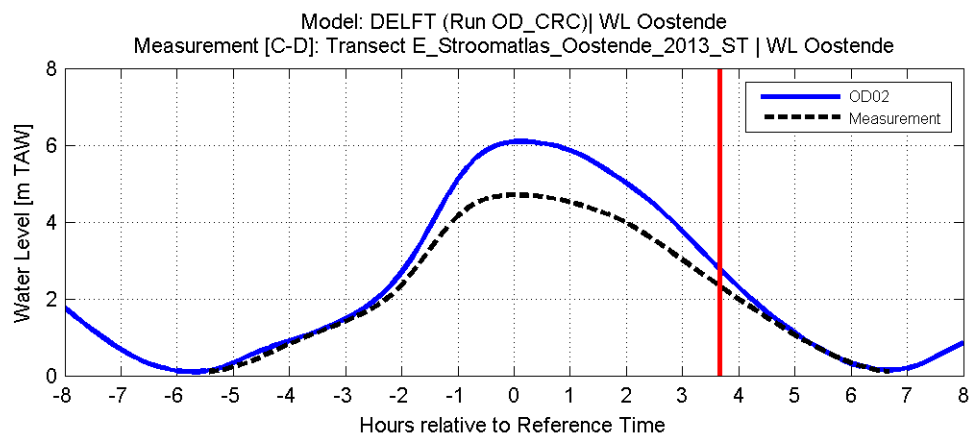
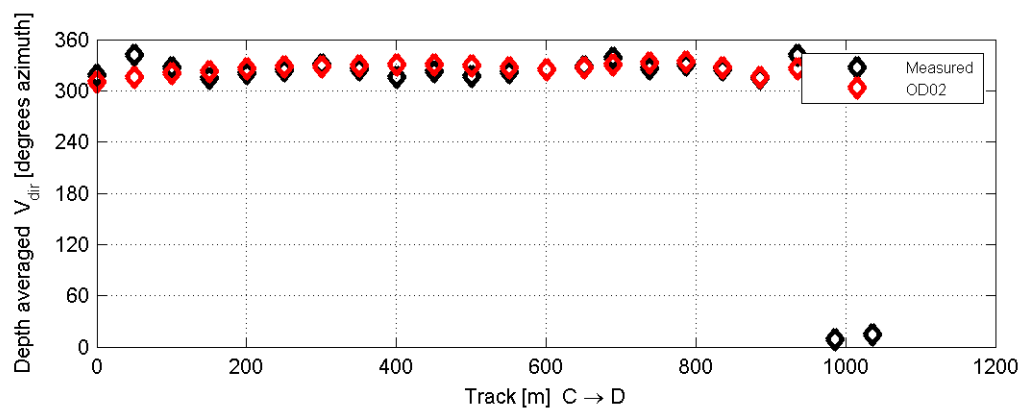
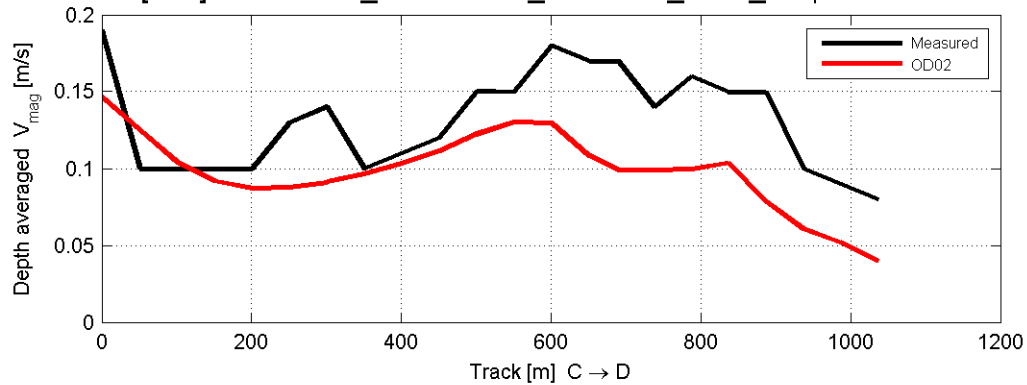
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 04:49
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 04:



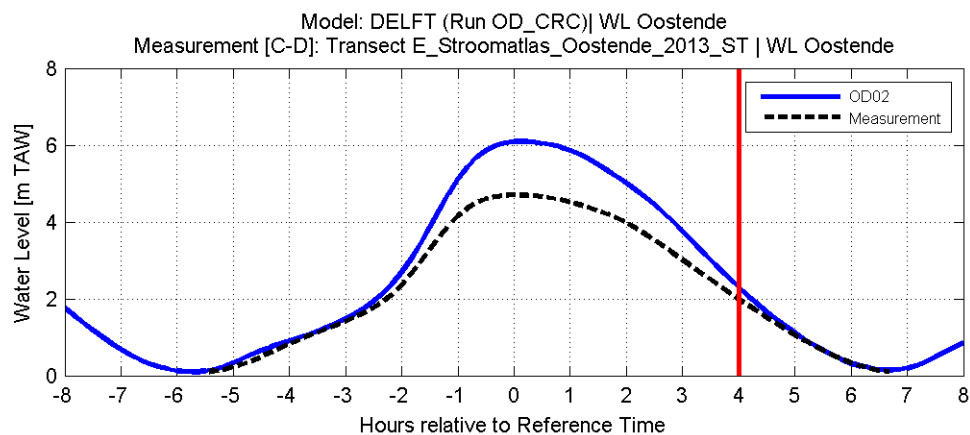
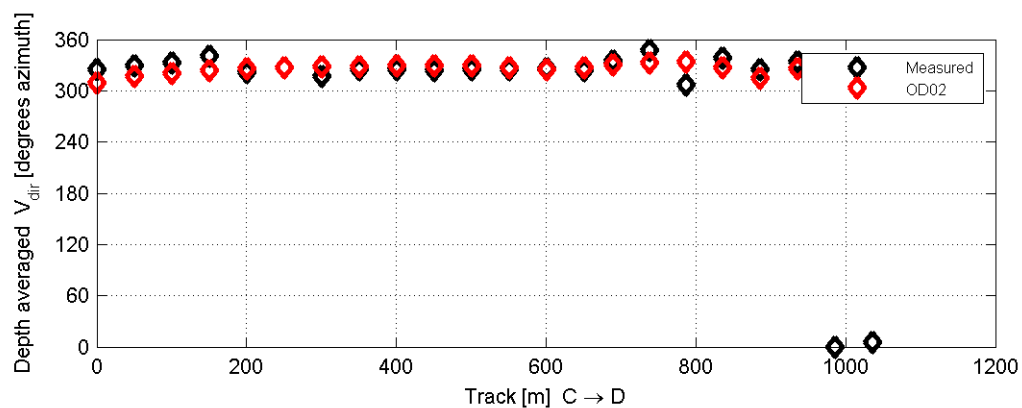
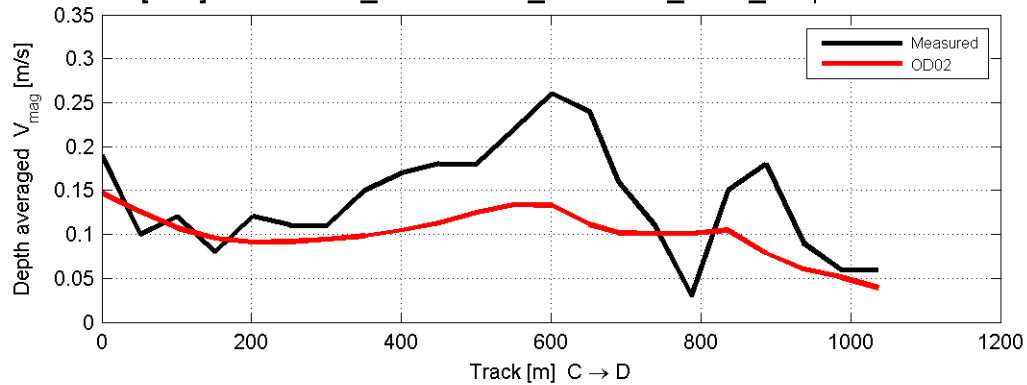
VIMM version TELEMATC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 05:09
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 05:



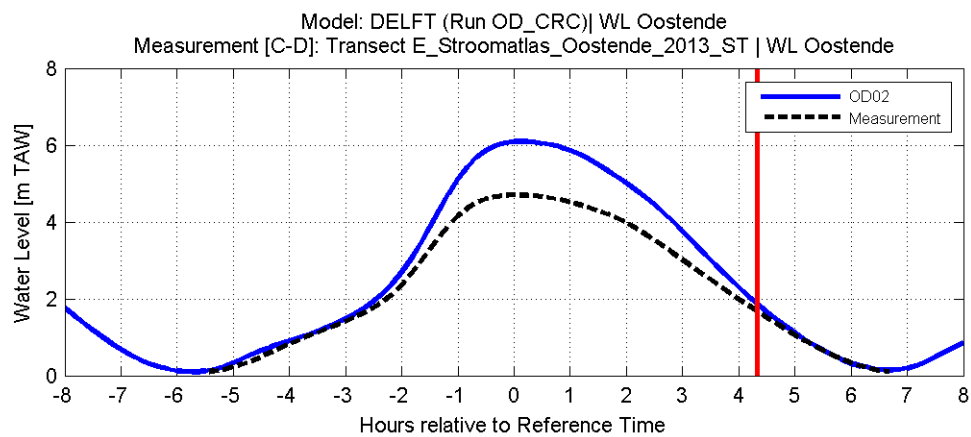
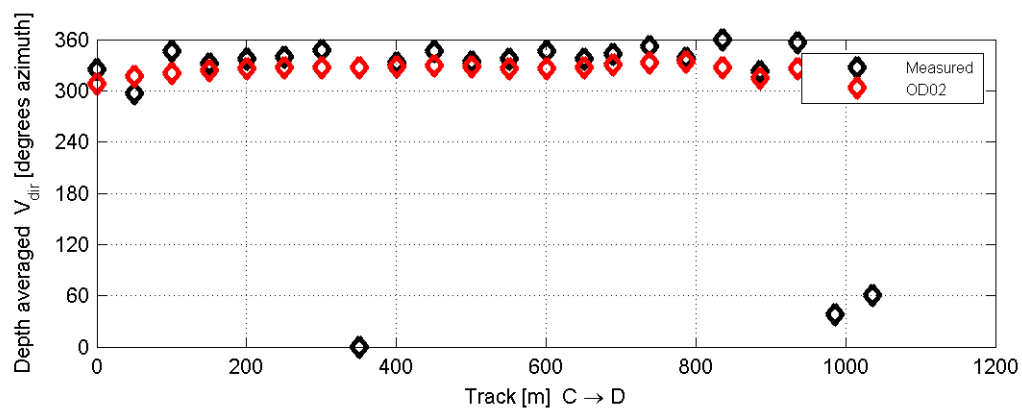
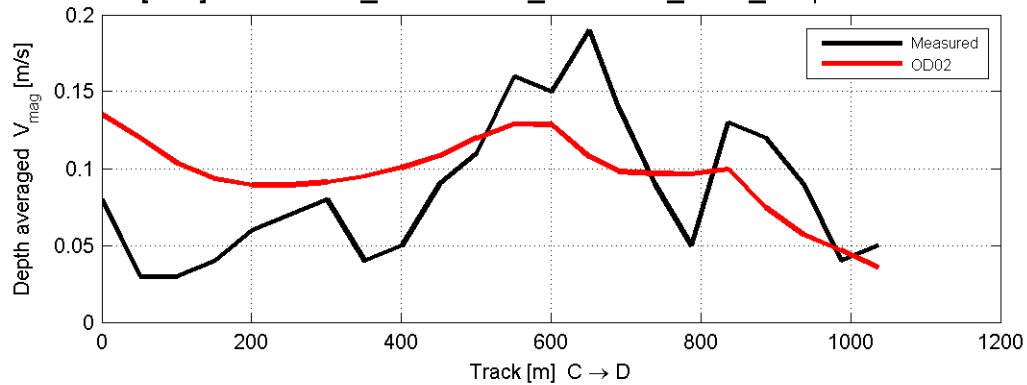
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 05:29
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 05:



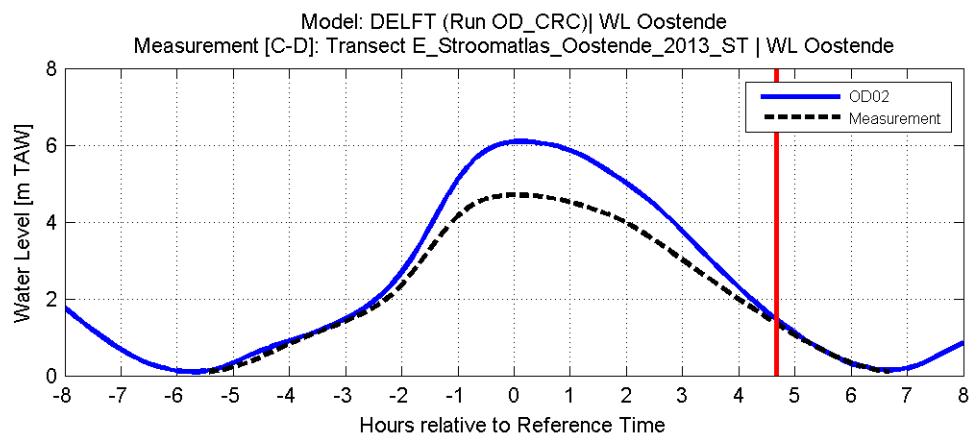
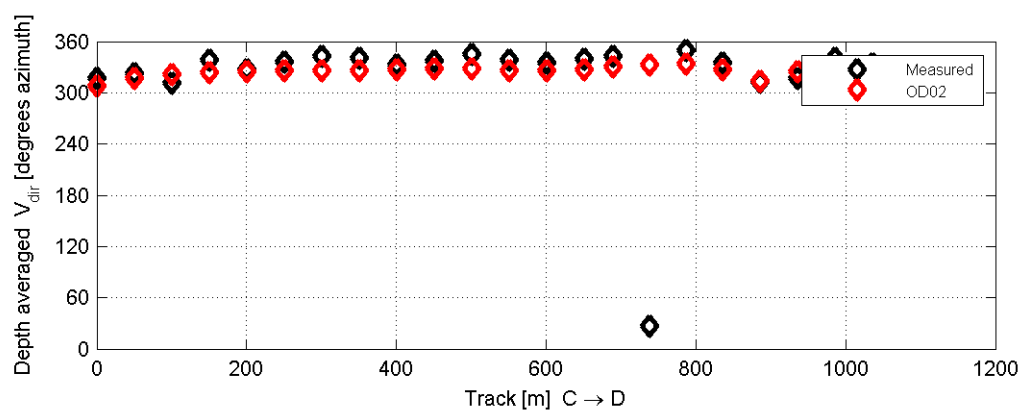
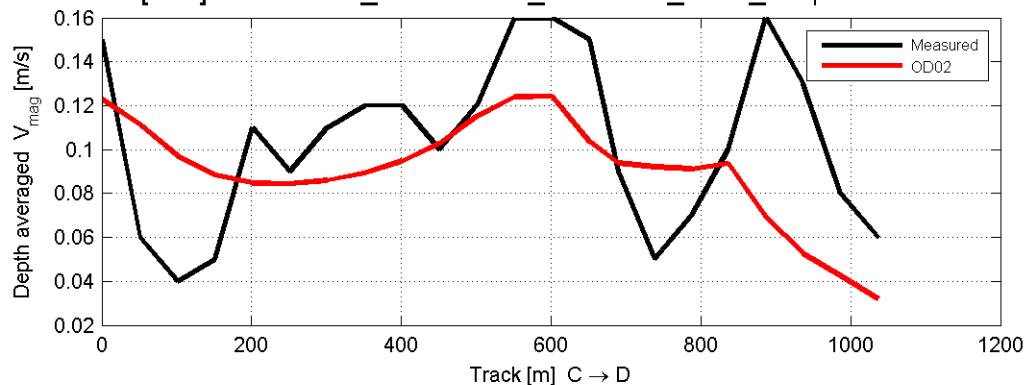
VIMM version TELEMATC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 05:49
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 05:



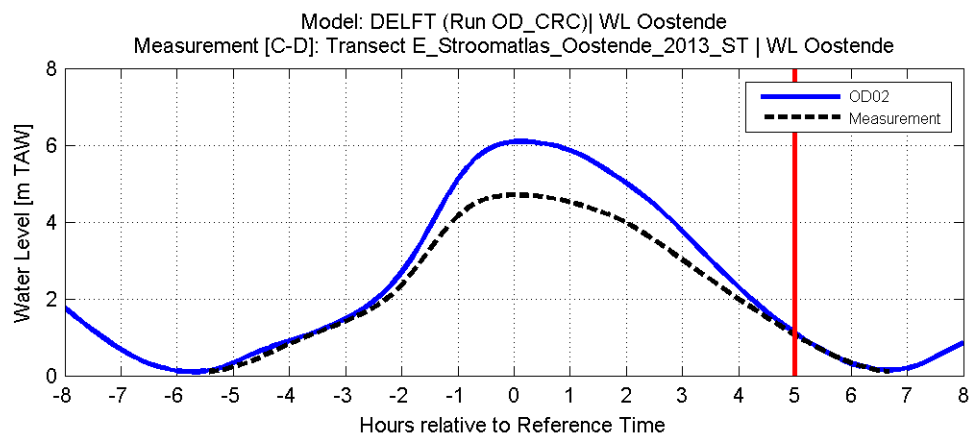
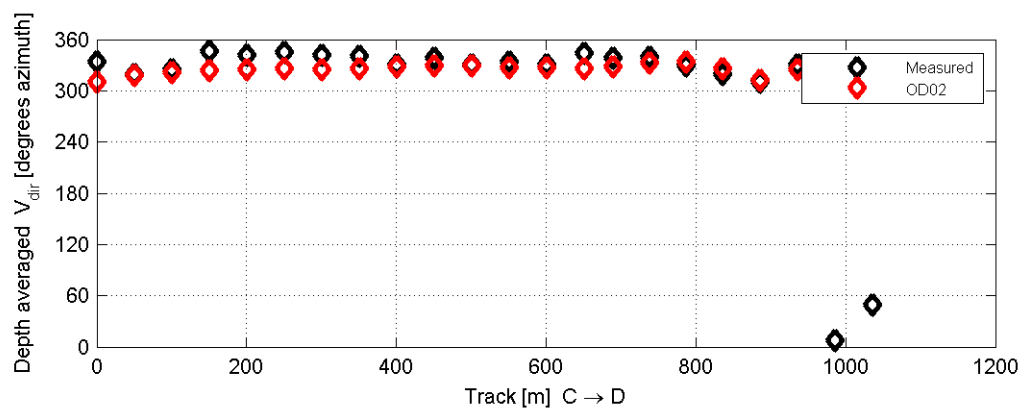
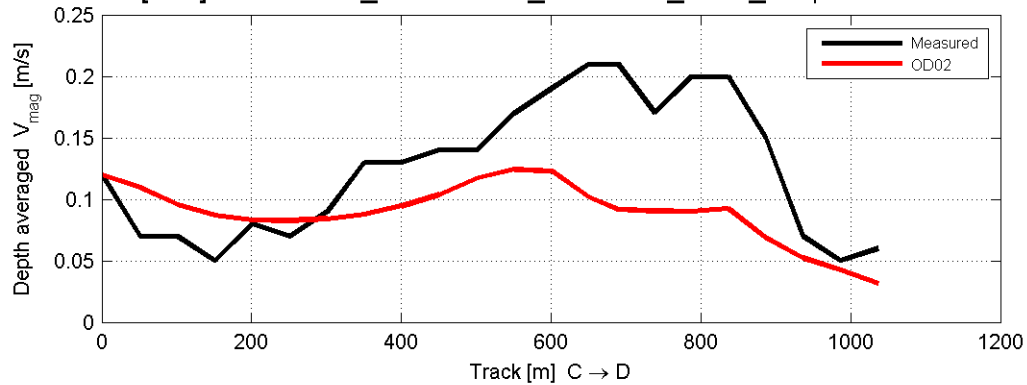
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 06:09
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 06:



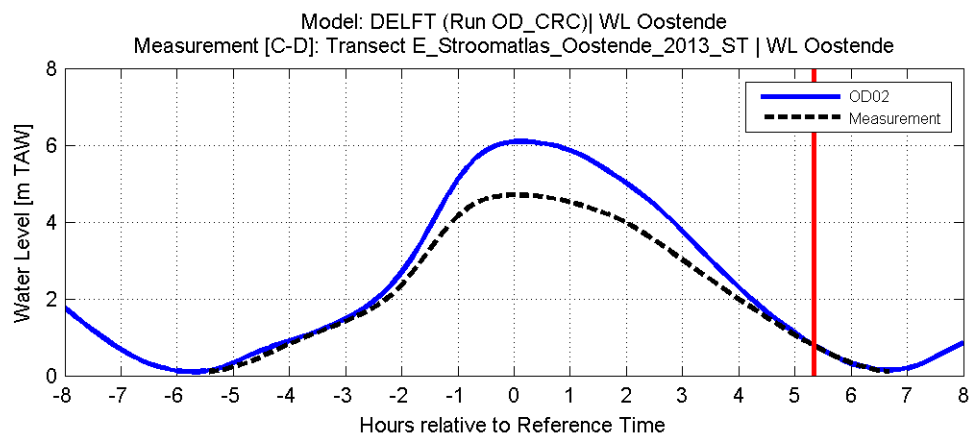
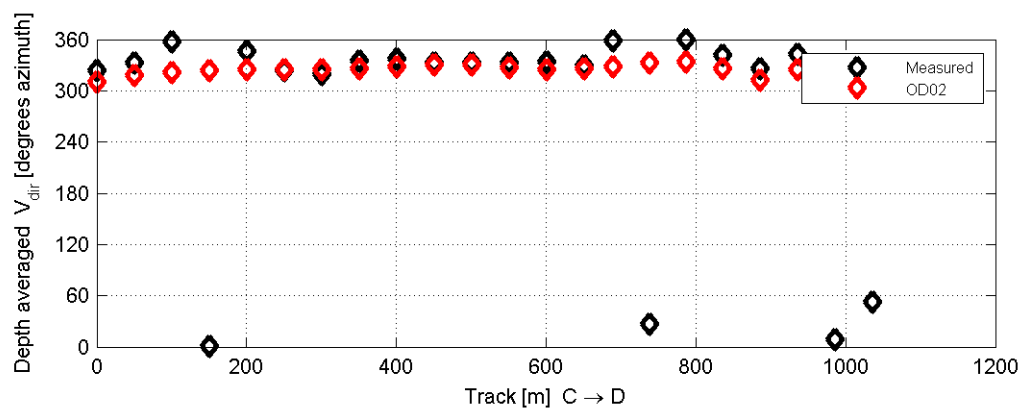
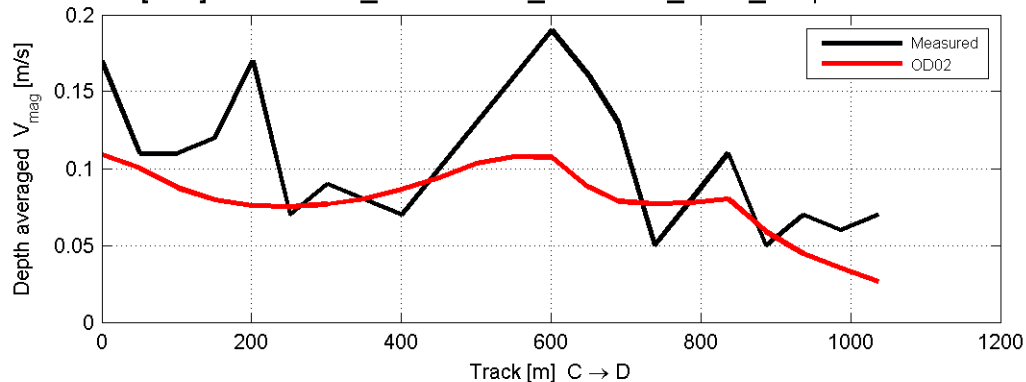
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 06:29
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 06:



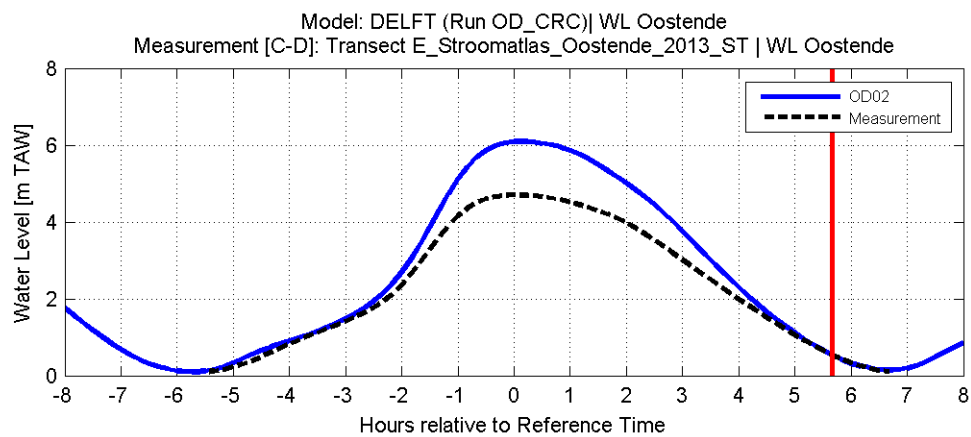
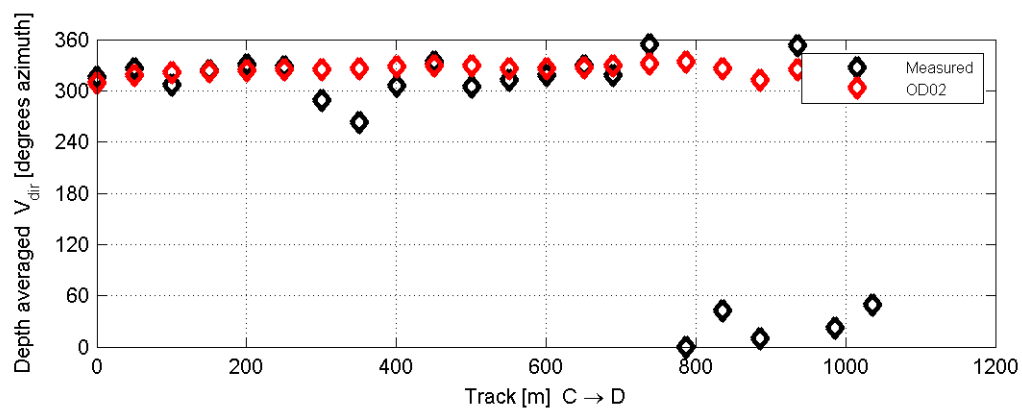
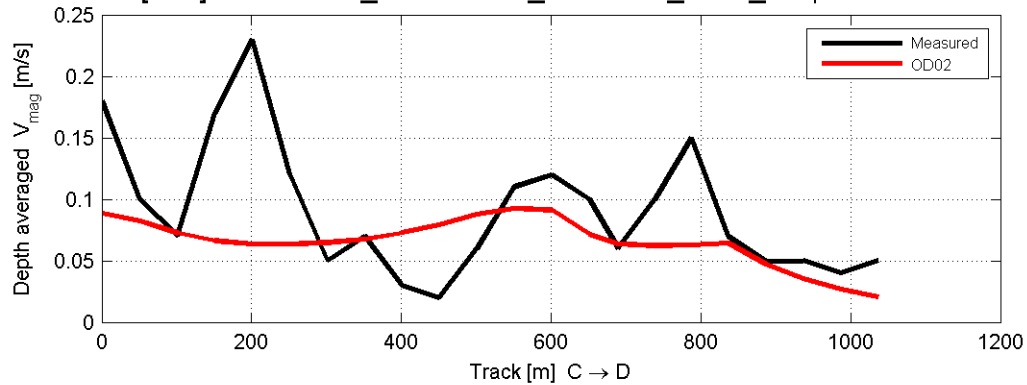
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 06:49
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 06:



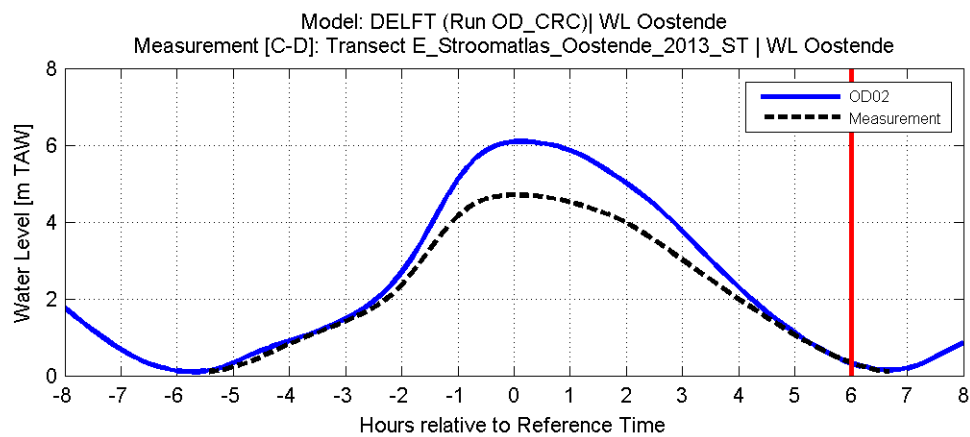
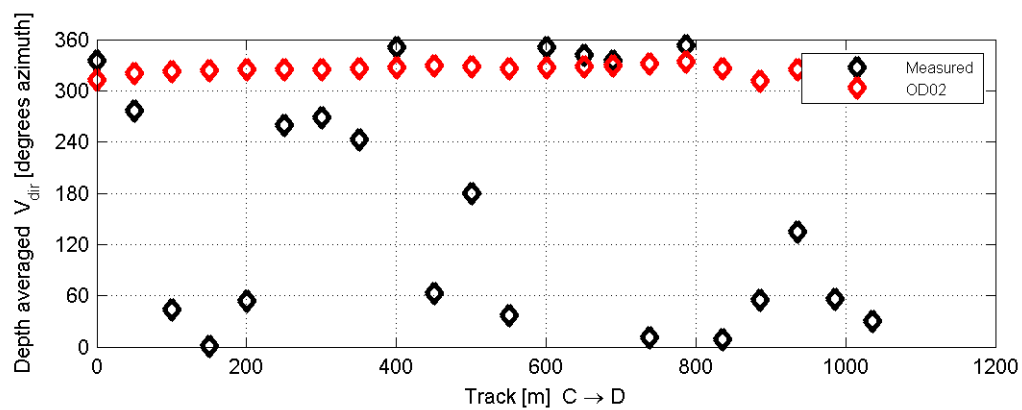
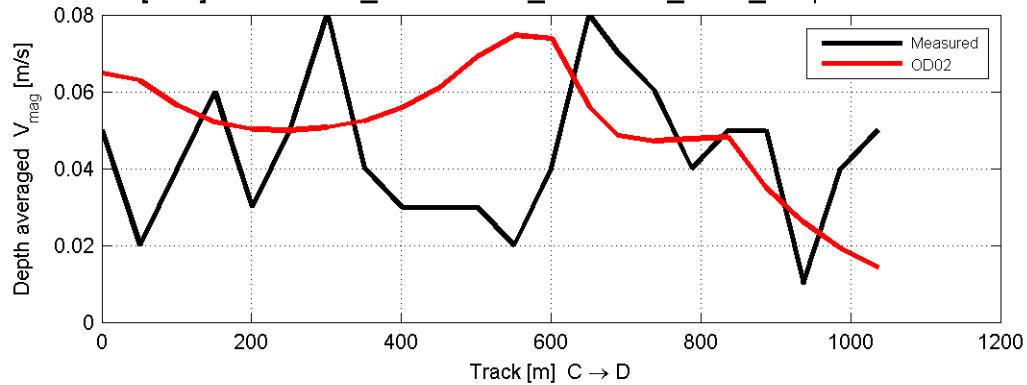
VIMM version TELEMAT
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 07:09
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 07:



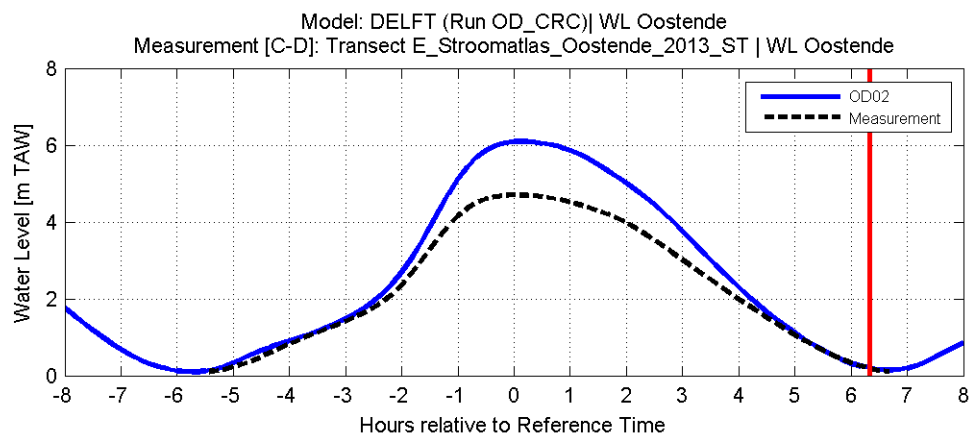
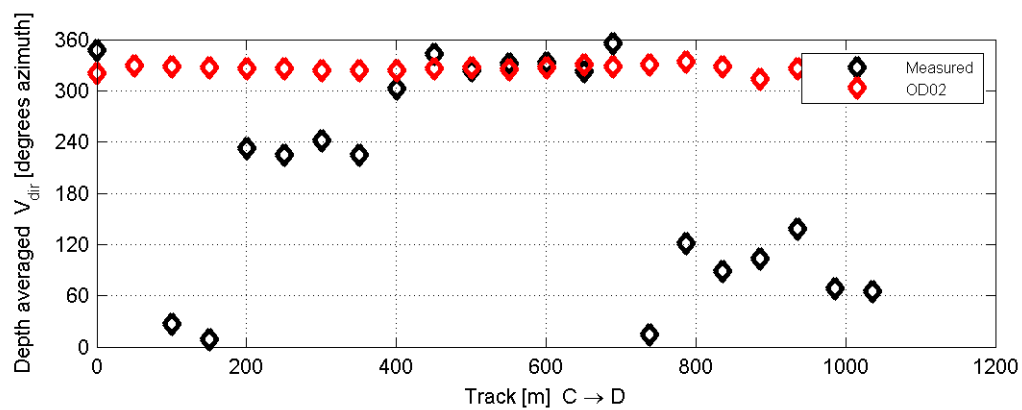
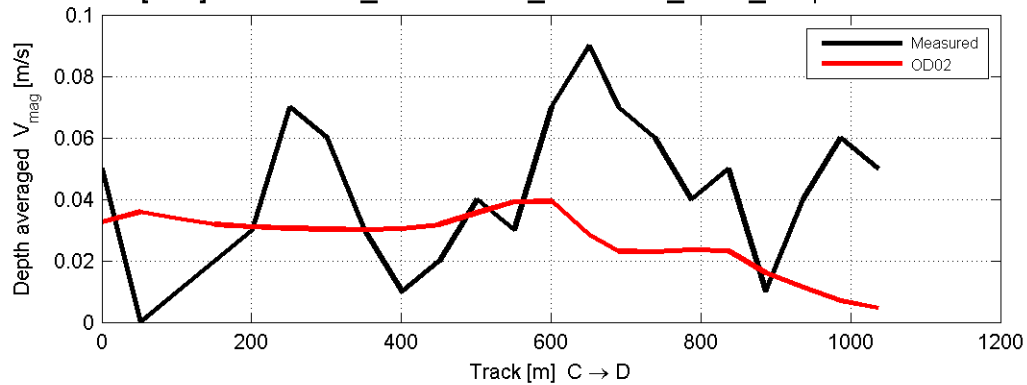
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 07:29
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 07:



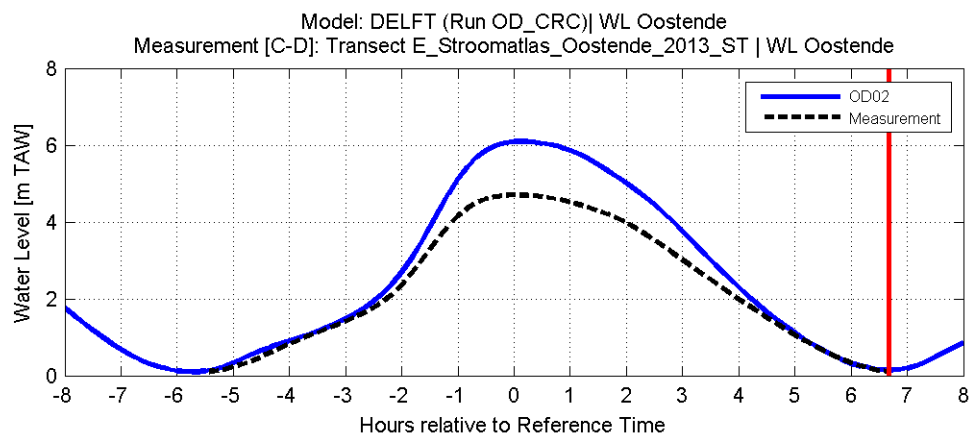
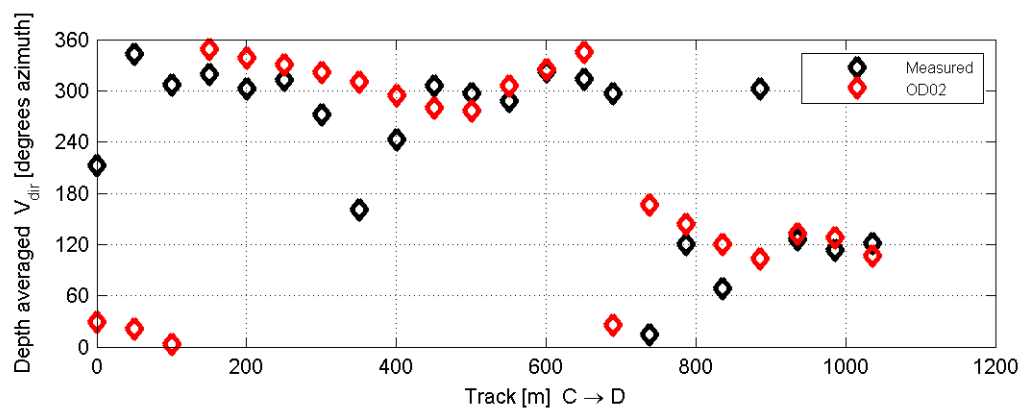
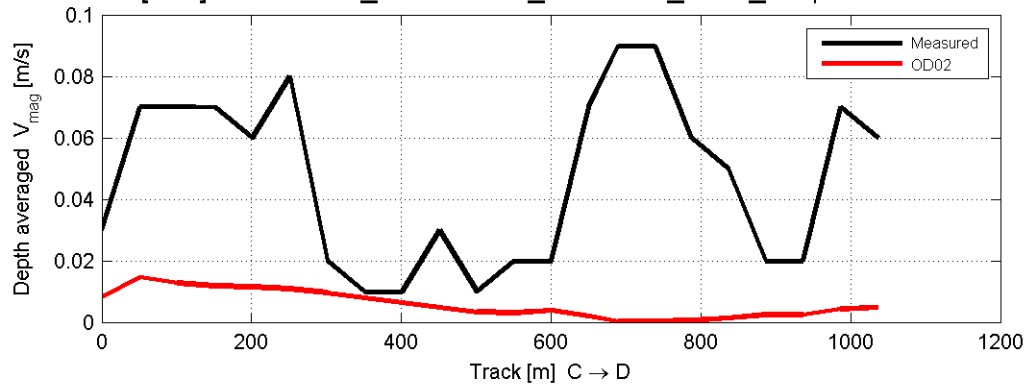
VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 07:49
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 07:



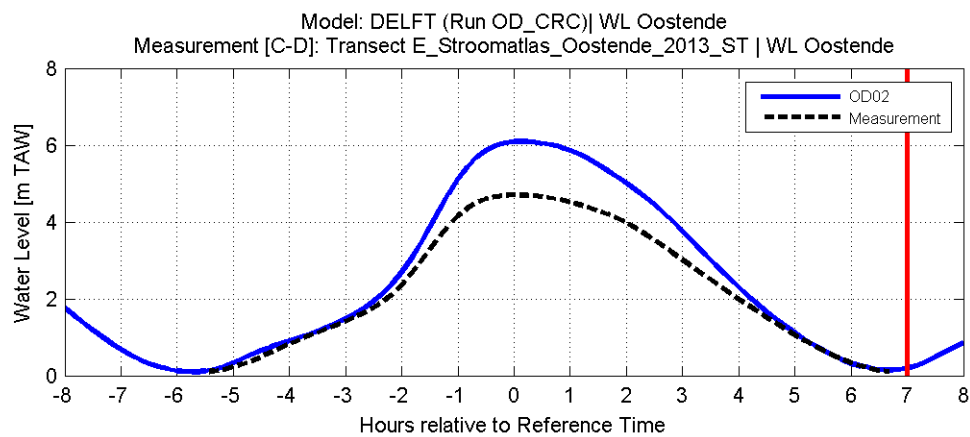
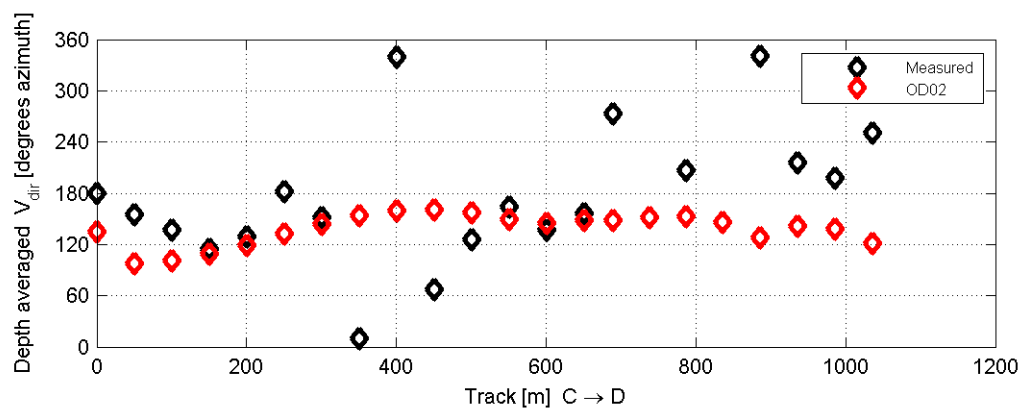
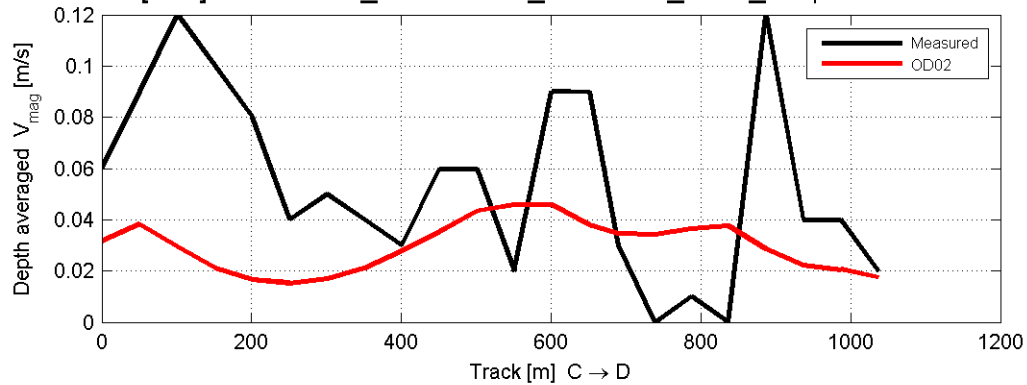
VIMM version TELEMAT
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 08:09
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 08:



VIMM version TELEMAT
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

Model: DELFT (Run OD_CRC)| Time= 11/04/2013 08:29
 Measurement [C-D]: Transect E_Stroomatlas_Oostende_2013_ST | Time= 11/04/2013 08:



VIMM version TELEMAC
 (c)Waterbouwkundig Laboratorium 2015

DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

T +32 (0)3 224 60 35

F +32 (0)3 224 60 36

waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.waterbouwkundiglaboratorium.be