



Vlaanderen
is wetenschap

17_098_1
WL rapporten

Kabeltracé Borssele

Stroomsnelheden ter hoogte van de vaarwegkruisingen
Honte en Vlissingen

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Kabeltracé Borssele

Stroomsnelheden ter hoogte van de vaarwegkruisingen Honte en Vlissingen

De Maerschallck, B.; Plancke, Y.; 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 2018
D/2018/3241/013

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

De Maerschallck, B.; Plancke, Y.; Mostaert, F. (2018). Kabeltracé Borssele: Stroomsnelheden ter hoogte van de vaarwegkruisingen Honte en Vlissingen. Versie 4.0. WL Rapporten, 17_098_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

Overname uit of verwijzen naar deze publicatie kan enkel mits uitdrukkelijke en schriftelijke toestemming van de opdrachtgever of van het Waterbouwkundig Laboratorium.

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	DMOW – afdeling Maritieme Toegang	Ref.:	WL2018R17_098_1
Keywords (3-5):	Honte, Rede van Vlissingen, Kabeltracé Borssele		
Tekst (p.):	12	Bijlagen (p.):	25
Vertrouwelijk:	☒ Ja	Vrijgegeven vanaf:	01/01/2020
		Uitzondering:	☒ Vlaamse overheid

Auteur(s)	De Maerschallck, B.
-----------	---------------------

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Plancke, Y.	
Projectleider:	De Maerschallck, B.	

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	
-----------------	--------------	--



Abstract

Om het offshore windpark Borssele te verbinden met het vasteland voorziet de Nederlandse overheid in een nieuwe onderzeese kabelverbinding tussen het windmolenpark en de centrale van Borssele. Het voorziene kabeltracé loopt voor een deel door de Westerschelde waar het tweemaal de vaarroute kruist: ter hoogte van de Rede van Vlissingen en ter hoogte van de Honte.

TenneT is de verantwoordelijke uitvoerder van de aanleg van deze kabelverbinding. Op het moment van voorliggend advies worden de technische uitwerking en planning van de werken voorbereid door de aannemer. Gezien de gevoeligheid van de kruising met de vaarroute voor de Scheldehavens, volgen de Vlaamse overheid, de Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit (GNA) en de havenautoriteiten de planning van de werken op.

Om de haalbaarheid van de planning en het risico op stremming van het scheepvaartverkeer te kunnen inschatten is het Waterbouwkundig Laboratorium door de bevoegde Vlaamse instanties gevraagd een inschatting te maken van de stroomsnelheden ter hoogte van de kruisingen van de kabeltracés met de vaarroute.

Op basis van een bestaand *high-resolution* hydrodynamisch model, Scaldis, is het verloop van de snelheden bij dood- en bij springtij geanalyseerd en gerapporteerd in voorliggend rapport. Ter hoogte van de kruising van het tracé met de vaarweg ter hoogte van de Honte worden bij springtij maximale stromingen tot 1,7 m/s gemodelleerd bij maximale vloed en tussen de 0,75 m/s en 1 m/s bij maximale eb. Ter hoogte van de Rede van Vlissingen lopen de snelheden op tot meer dan 2 m/s. De fase van kentering is eerder kortstondig. Bij kentering na hoogwater is gedurende slechts één uur de stroming lager dan 0,5 m/s. Tijdens kentering bij laagwater is dit ongeveer 2 uur.

Tijdens doortij ligt de snelheid zowel tijdens vloed als tijdens de ebfase tussen de 0,4 en de 0,6 m/s, met lokale pieksnelheden bij maximale vloed tot 0,8 m/s. Ter hoogte van de Rede van Vlissingen liggen de maximale snelheden tussen de 0,8 en 0,85 m/s. Na hoogwater is gedurende 2 uur de snelheid lager dan 0,5 m/s. Rond laagwater is dit gedurende ongeveer 4 uur.

Het verdient de aanbeveling de simulatie te herhalen om de reële tijvensters te bepalen van zodra een periode gekozen is voor het uitvoeren van de werken, waarbij rekening gehouden wordt met de voorspelde getijcondities (harmonisch, voorspelhorizon $\approx$ 1 jaar) en de verwachte meteo-condities (voorspelhorizon $\approx$ 10 dagen).

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de figuren	VI
Lijst van Tabellen	VIII
1 Inleiding	1
2 Modelbeschrijving: Scaldis	2
3 Resultaten.....	5
3.1 Snelheidsverloop ter hoogte van de kruising van het tracé met de vaargeul ter hoogte van de Honte en Rede van Vlissingen	5
3.1.1 Springtij.....	7
3.1.2 Doodtij	9
3.2 Stroomatlas	10
4 Conclusies	11
Referenties	12
Bijlage A : Kaarten.....	B1
A.1 Kabeltracé.....	B1
A.2 AIS data.....	B3
A.3 Ligging uitvoerpunten.....	B5
Bijlage B : Snelheidsverloop langsheen het tracé nabij de Honte.....	B6
B.1 Tijdens springtij	B7
B.2 Tijdens Doodtij.....	B8
Bijlage C : Snelheidsverloop langsheen het tracé van Borssele tot monding	B9
C.1 Tijdens springtij	B10
C.2 Tijdens doodtij	B11
Bijlage D : Stroomatlas	B12
D.1 Tijdens springtij	B12
D.2 Tijdens doodtij	B19

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Scaldis ongestructureerd rooster	2
Figuur 2 – Detail van het Scaldis rekenrooster in het interessegebied, bodem 2015 (m NAP), incl. ligging van de kabels.....	3
Figuur 3 – Gemodelleerde waterstand nabij Borssele (Scaldis model run: 039_0) met de geselecteerde periodes voor springtij (rood) en doottij (groen)	4
Figuur 4: Waterstand tijdens Springtij - doottij cyclus	5
Figuur 5: Dieptegemiddelde stroming bij springtij - doottij cyclus.....	6
Figuur 6 – Waterstand tijdens het geselecteerde springtij	7
Figuur 7 – Dieptegemiddelde stroming bij springtij ter hoogte van de kruising van het tracé met de vaargeul nabij de Honte	7
Figuur 8 – Dieptegemiddelde stroomsnelheid langsheen het tracé alpha2 bij springtij als functie van de tijd ten opzichte van hoogwater.....	8
Figuur 9 – Waterstand tijdens het geselecteerde doottij.....	9
Figuur 10 – Dieptegemiddelde stroming bij doottij ter hoogte van de kruising van het tracé met de vaargeul nabij de Honte	9
Figuur 11 – Dieptegemiddelde stroomsnelheid langsheen het tracé alpha2 bij doottij als functie van de tijd ten opzichte van hoogwater.....	10
Figuur 12 – Kabeltracé TOZ Borssele.....	B1
Figuur 13 – Kabeltracé in de Westerschelde. Witte lijn: baggertracé zoals vergund bij de derde verruiming van de vaargeul. Bodem 2015	B2
Figuur 14 – Idem Figuur 13 inclusief projectie van de trajecten van alle opvarende en afvarende schepen in 2012-2013 met een diepgang van minimaal 11m, lengte >200m en breedte >30m (op basis van AIS data)	B3
Figuur 15 – Kruising van het tracé met de Westpitroute, inclusief AIS tracks van alle schepen cfr. Figuur 14	B4
Figuur 16 – Ligging van de kabels, werkzones voor baggeronderhoud en markeringsboeien. De uitvoerpunten voor de grafieken in paragraaf 3.1 zijn gemarkeerd met sterren.	B5
Figuur 17 – Dieptegemiddelde stroomsnelheid langsheen de 4 kabeltracés bij springtij (m/s).....	B7
Figuur 18 – Dieptegemiddelde stroomsnelheid langsheen de 4 kabeltracés bij doottij (m/s)	B8
Figuur 19 – Dieptegemiddelde stroomsnelheid langsheen de 4 kabeltracés van Borssele tot Vlissingen bij springtij (m/s)	B10
Figuur 20 – Dieptegemiddelde stroomsnelheid langsheen de 4 kabeltracés van Borssele tot Vlissingen bij doottij (m/s).....	B11
Figuur 21 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 5u50 voor hoogwater.....	B12
Figuur 22 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 4u50 voor hoogwater.....	B13
Figuur 23 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 3u50 voor hoogwater.....	B13
Figuur 24 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 2u50 voor hoogwater.....	B14

Figuur 25 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 1u50 voor hoogwater	B14
Figuur 26 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 0u50 voor hoogwater	B15
Figuur 27 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 0u10 na hoogwater	B15
Figuur 28 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 1u10 na hoogwater	B16
Figuur 29 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 2u10 na hoogwater	B16
Figuur 30 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 3u10 na hoogwater	B17
Figuur 31 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 4u10 na hoogwater	B17
Figuur 32 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 5u10 na hoogwater	B18
Figuur 33 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 6u10 na hoogwater	B18
Figuur 34 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doodtij, 5u40 voor hoogwater	B19
Figuur 35 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doodtij, 4u40 voor hoogwater	B19
Figuur 36 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doodtij, 3u40 voor hoogwater	B20
Figuur 37 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doodtij, 2u40 voor hoogwater	B20
Figuur 38 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doodtij, 1u40 voor hoogwater	B21
Figuur 39 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doodtij, 0u40 voor hoogwater	B21
Figuur 40 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doodtij, 0u20 na hoogwater	B22
Figuur 41 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doodtij, 1u20 na hoogwater	B22
Figuur 42 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doodtij, 2u20 na hoogwater	B23
Figuur 43 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doodtij, 3u20 na hoogwater	B23
Figuur 44 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doodtij, 4u20 na hoogwater	B24
Figuur 45 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doodtij, 5u20 na hoogwater	B24
Figuur 46 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doodtij, 6u20 na hoogwater	B25

Lijst van Tabellen

Tabel 1 – Gemodelleerde spring- en doottij nabij Borssele (ter vergelijking zijn tussen haakjes HW en LW voor het langjarig gemiddelde spring- en doottij nabij Vlissingen toegevoegd).....	4
Tabel 2 – Overschrijdingsduur tijdens een volledig springtij-doottij cyclus	6

1 Inleiding

Om het offshore windmolenpark “Net op zee Borssele” met het vaste land te verbinden is de aanleg van vier onderzeese kabels tussen het windmolenpark en de elektriciteitscentrale van Borssele gepland. Het door de Nederlandse overheid vooropgestelde tracé kruist drie keer een vaarroute: twee maal in de Westerschelde en één maal op zee (zie Bijlage A):

- Honte: van nature erg diepe vaarwegsectie (tussen de -30 en -50 m LAT)
- Rede van Vlissingen: In deze zone vindt de loodswissel plaats. Ten zuiden van de Rede is een ankerplaats voorzien (-23 – -24 m LAT)
- Westpit: Noord – Zuid zeeroute (-20 – -25 m LAT)

Momenteel wordt de planning en de technische uitwerking van de aanleg van de kabels uitgewerkt door de door TenneT als opdrachtgever aangestelde aannemer. Gezien de werken gedeeltelijk zullen plaatsvinden ter hoogte van de druk bevaren vaarroute ter hoogte van de Honte en Rede van Vlissingen, en gezien deze route cruciaal is voor de toegankelijkheid van de Scheldehavens, worden de Vlaamse overheid en de haven autoriteiten via bilateraal overleg op de hoogte gesteld van de plannen.

In een eerdere studie gaf het Waterbouwkundig Laboratorium in samenwerking met de baggersector reeds een advies uit betreffende de ingraafdiepte van het tracé in relatie tot de morfodynamiek ter hoogte van het tracé tussen Borssele en Vlissingen (De Maerschalck *et al.*, 2017).

Om een idee te krijgen van de haalbaarheid van de vooropgestelde planning met betrekking tot de werkzaamheden bij kruising van de Honte en de verwachte hinder voor de scheepvaart, wensen de Vlaamse Overheid en het Havenbedrijf Antwerpen een idee te krijgen van de stroomsnelheden bij verschillende getijcondities ter hoogte van de kruising van het tracé met de Honte.

In het voorliggend advies wordt het snelheidsverloop ter hoogte van de Honte en Rede van Vlissingen geanalyseerd op basis van een door het WL ontwikkeld *high resolution* hydrodynamisch model.

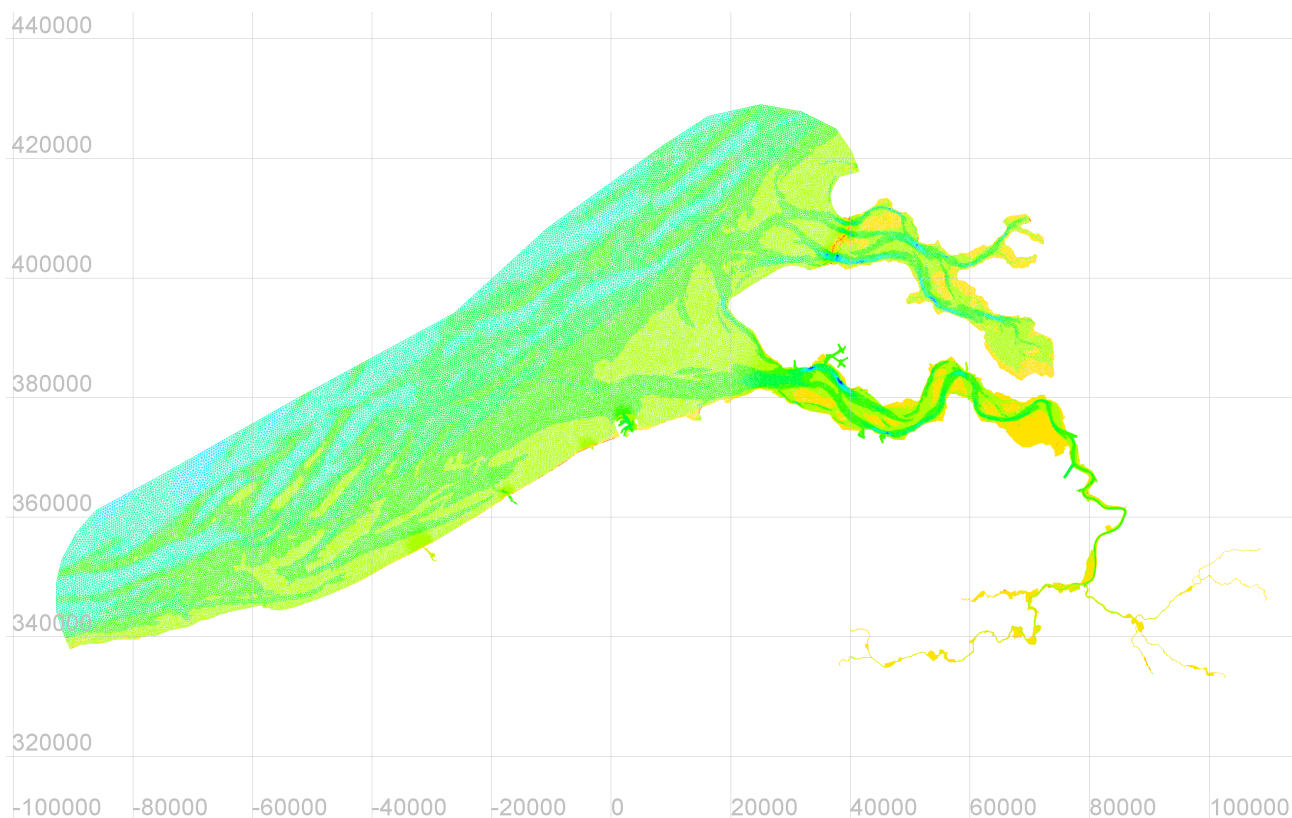
2 Modelbeschrijving: Scaldis

In het kader van de projecten “Integraal plan Bovenzeeschelde” en “Agenda voor de Toekomst” ontwikkelde het Waterbouwkundig Laboratorium een *high resolution* driedimensionaal model voor het volledige Schelde-estuarium: *Scaldis* (Smolders *et al.*, 2016). *Scaldis* is ontwikkeld binnen het TELEMAC software platform en bestaat uit een ongestructureerd rooster met een variabele resolutie. Het volledig ruimtelijke domein van het model is weergegeven in Figuur 3.

De horizontale resolutie varieert van 500 m offshore tot lokaal 3 m stroomopwaarts het estuarium. In het Schelde estuarium varieert de resolutie van 120 m in het mondingsgebied tot 30 m nabij Antwerpen. Figuur 2 toont een detail van het rekenrooster in het interessegebied Borssele – Vlissingen. Het traject van de kabels is eveneens aangegeven in deze figuur. Het volledige rekenrooster bestaat uit 873 000 cellen en heeft vijf sigma-lagen wat neerkomt op ongeveer 2,3 miljoen *rekenpunten* in het totaal.

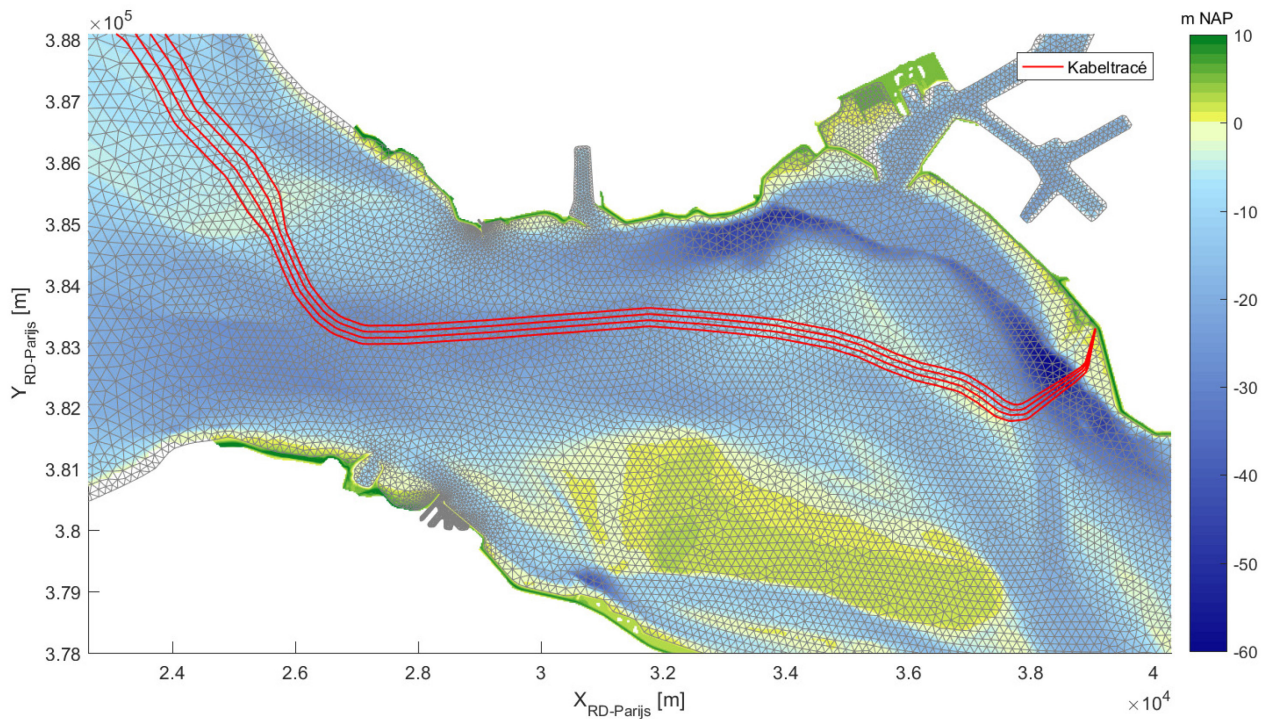
Het model rekent typisch een springtij-doodtij cyclus door. Voor de analyse van de stromingen ter hoogte van de kruisingen werden een springtij en een doottij geselecteerd uit de *Scaldis* referentierun *Scaldis_039_0*¹, zie Figuur 3 en Tabel 1.

Figuur 1 – Scaldis ongestructureerd rooster

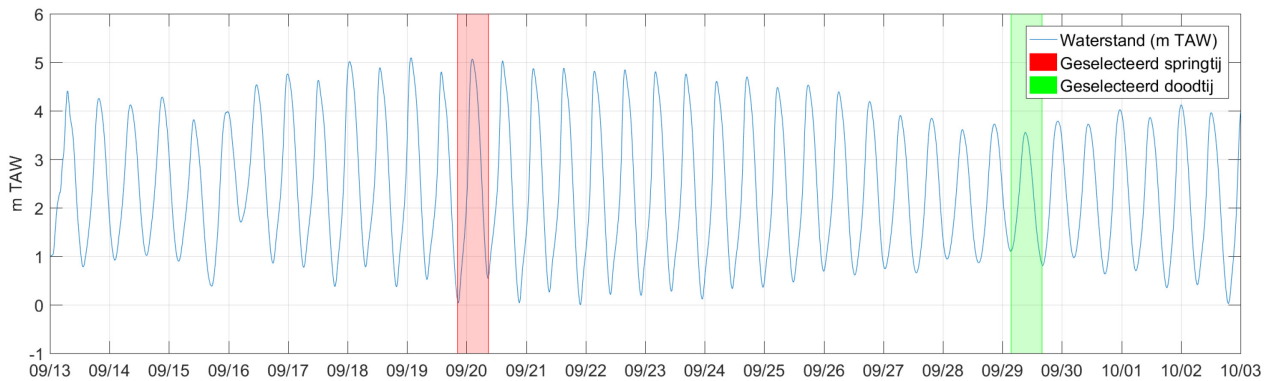


¹ 'j:\13_131_bevearbozs\Calibration_Scaldis_2013\Scaldis_039_0\r2D_v17_039_0.slf'

Figuur 2 – Detail van het Scaldis rekenrooster in het interessegebied, bodem 2015 (m NAP), incl. ligging van de kabels



Figuur 3 – Gemodelleerde waterstand nabij Borssele (Scaldis model run: 039_0) met de geselecteerde periodes voor springtij (rood) en doottij (groen)



Tabel 1 – Gemodelleerde spring- en doottij nabij Borssele (ter vergelijking zijn tussen haakjes HW en LW voor het langjarig gemiddelde spring- en doottij nabij Vlissingen toegevoegd²)

	Springtij	Doodtij
Periode	19/09/2013 20:20 – 20/09/2013 08:50	29/09/2013 03:30 – 29/09/2013 16:00
Hoogwater	5,05 m TAW (4,79 m TAW)	3,55 m TAW (3,95 m TAW)
Laagwater	0,04 m TAW (0,34 m TAW)	0,81 m TAW (0,86 m TAW)

² Bron: Maritieme Dienstverlening en Kust, Getijtafels 2018, <http://www.afdelingkust.be/nl/getij>

3 Resultaten

Onderstaande grafieken geven telkens de dieptegemiddelde stromingen.

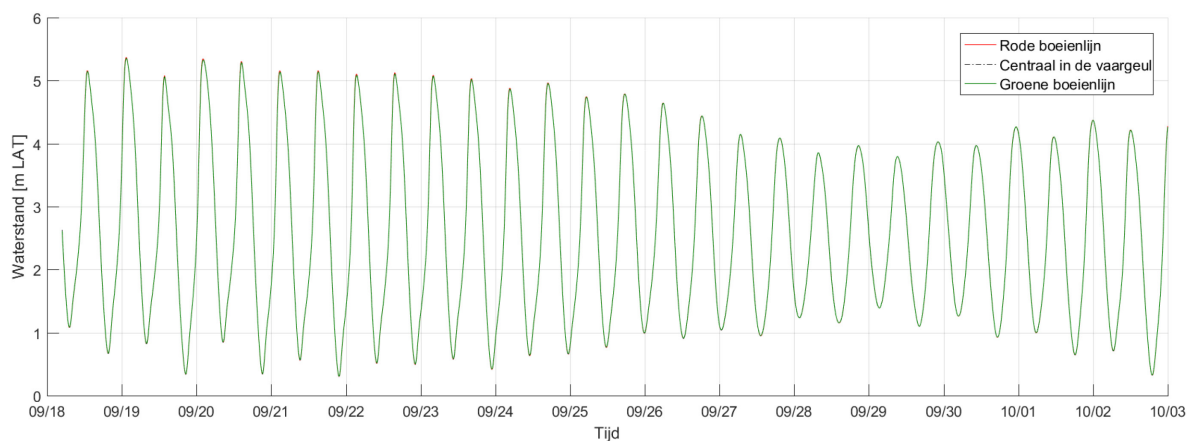
3.1 Snelheidsverloop ter hoogte van de kruissing van het tracé met de vaargeul ter hoogte van de Honte en Rede van Vlissingen

Onderstaande grafieken geven het verloop van de waterstand en dieptegemiddelde snelheid ter hoogte van de kruising van het tracé met de vaargeul ter hoogte van de Honte voor een volledig springtij-doodtij cyclus:

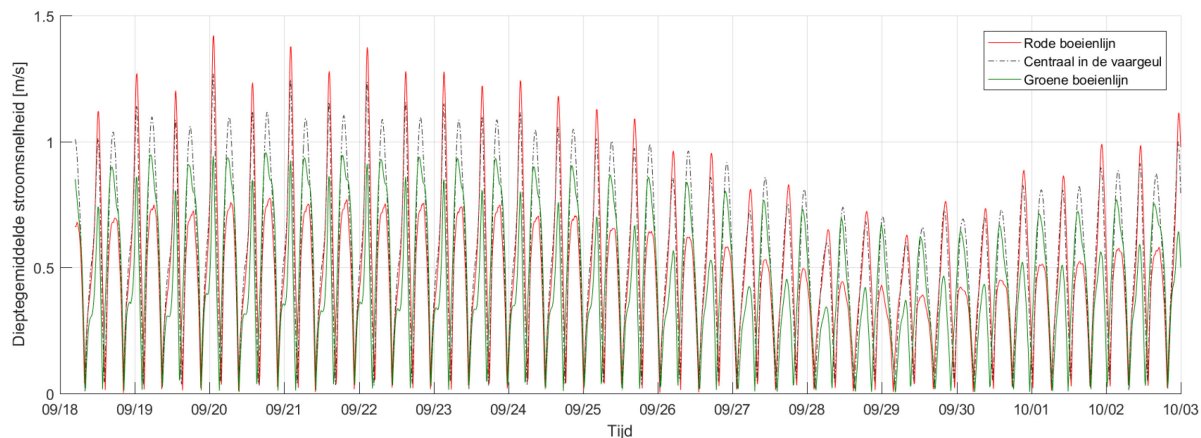
- 1) ter hoogte van de rode boeienlijn (buitenbocht)
- 2) centraal in de geul
- 3) ter hoogte van de groene boeienlijn (binnenbocht)

De exacte locaties van de uitvoerpunten zijn gemarkeerd in Figuur 16, Zie Bijlage A. In de volgende paragrafen worden het geselecteerd springtij en doottij in detail geplot. Tabel 2 geeft de duur van overschrijding van de snelheden van 0,5, 0,75 en 1,0 m/s voor een volledig springtij-doodtij cyclus. Gedurende meer dan 50 % van de tijd is de snelheid in de geul hoger dan 0,5 m/s. Ruim 25 % van de tijd is de snelheid hoger dan 0,75 m/s en ongeveer 7 % van de tijd is de snelheid hoger dan 1,0 m/s.

Figuur 4: Waterstand tijdens Springtij - doottij cyclus



Figuur 5: Dieptegemiddelde stroming bij springtij - doottij cyclus



Tabel 2 – Overschrijdingsduur tijdens een volledig springtij-doottij cyclus

	V > 0,5 m/s		V > 0,75 m/s		V > 1 m/s	
Rode Boeienlijn	166 uur	47 %	48 uur	13 %	19 uur	5 %
Centraal	196 uur	55 %	93 uur	26 %	28 uur	7 %
Groene Boeienlijn	146 uur	41 %	58 uur	16 %	0 uur	0 %

3.1.1 Springtij

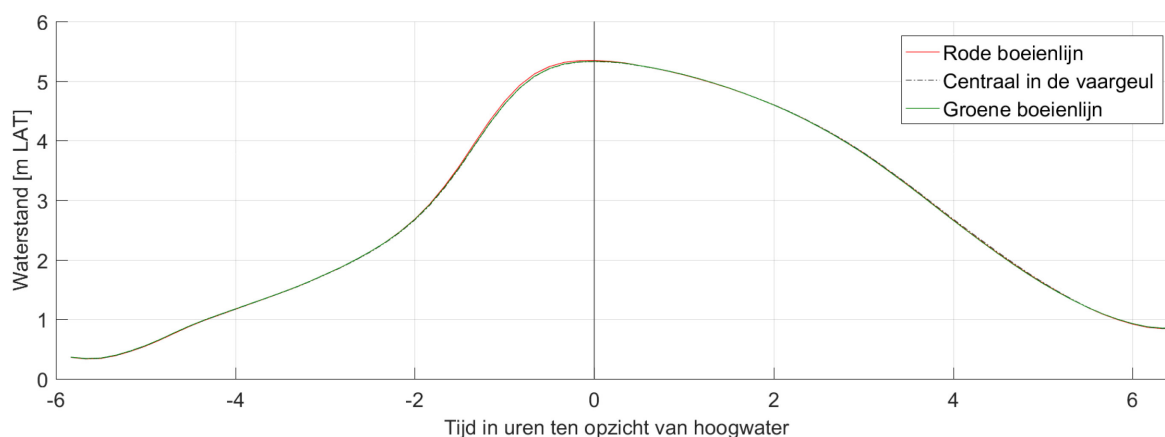
De snelheden bij maximale vloed variëren in de vaargeul tussen 1,0 en 1,5 m/s, en tussen de 0,75 en 1,1 m/s bij maximale eb. Maximale vloed treedt op ongeveer één uur voor hoogwater. Maximale eb duurt typisch langer dan de maximale vloed.

Figuur 8 geeft het verloop van de dieptegemiddelde snelheid langsheen het tracé van kabel alpha2 tussen Borssele en de Scheldemonding. De gemarkeerde zones zijn de kruisingen met de vaarweg op basis van de AIS data zoals weergegeven in Figuur 14 (De Maerschallck *et al.*, 2017).

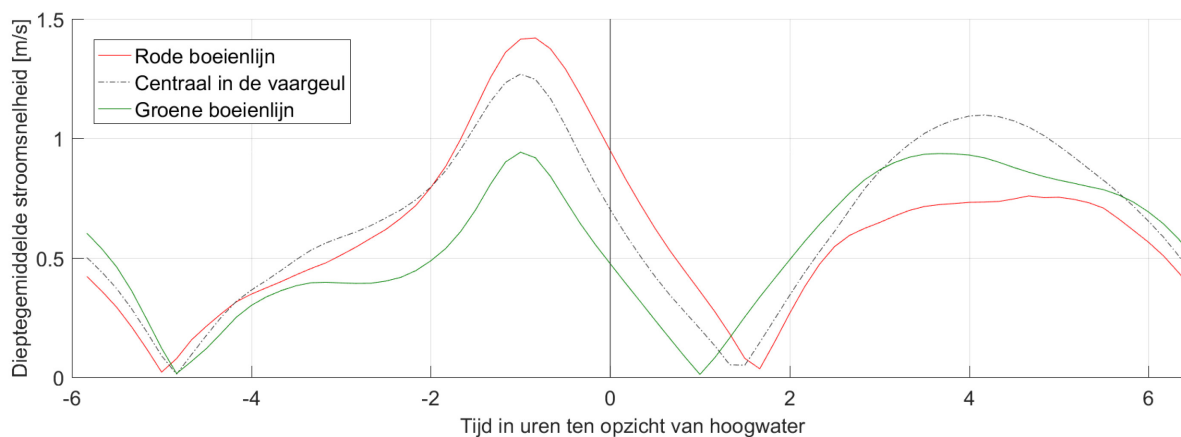
Ter hoogte van de kruising met de Honte kan de snelheid in de vaargeul lokaal oplopen tot 1,7 m/s tijdens maximale vloed. Tijdens vloed zijn gedurende een periode van 3 uur de stromingen hoger dan 1,0 m/s, terwijl bij eb dit gedurende een periode van 2 uur is. De periode van kentering is kort in dit gebied. Rond kentering na hoogwater is de snelheid gedurende slechts gedurende één uur lager dan 0,5 m/s over de volledige breedte van de kruising bij de Honte. Bij kentering na laagwater is dit ongeveer 2 uur.

Ter hoogte van de kruising met de Rede van Vlissingen worden snelheden tot meer dan 2,0 m/s waargenomen tijdens maximale vloed, zie Figuur 8 en Bijlage C. Tijdens vloed zijn gedurende een periode van ruim 2 uur de stromingen hoger dan 1,0 m/s, terwijl bij eb dit gedurende een periode van 3 uur is.

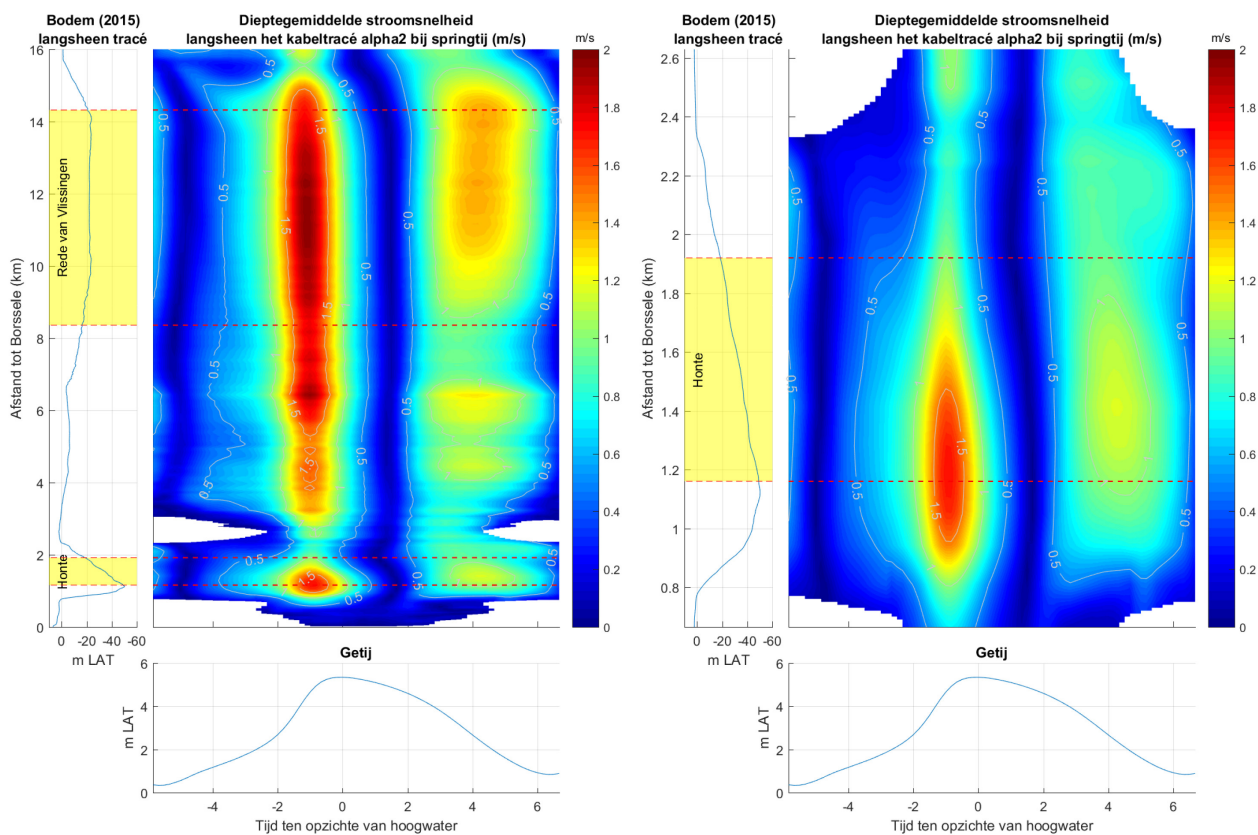
Figuur 6 – Waterstand tijdens het geselecteerde springtij



Figuur 7 – Dieptegemiddelde stroming bij springtij ter hoogte van de kruising van het tracé met de vaargeul nabij de Honte (zie Figuur 16 voor de exacte locaties van de uitvoerpunten)



Figuur 8 – Dieptegemiddelde stroomsnelheid langs het tracé alpha2 bij springtij als functie van de tijd ten opzichte van hoogwater.



De gemarkeerde zones zijn de kruisingen op basis van de AIS-data (Figuur 12). Linker figuur: van Borssele tot Vlissingen, rechter figuur: detail van de kruising met de Honte. Zones in witte kleur zijn gelegen ter hoogte van intergetijdengebieden die droogvallen bij laagwater.

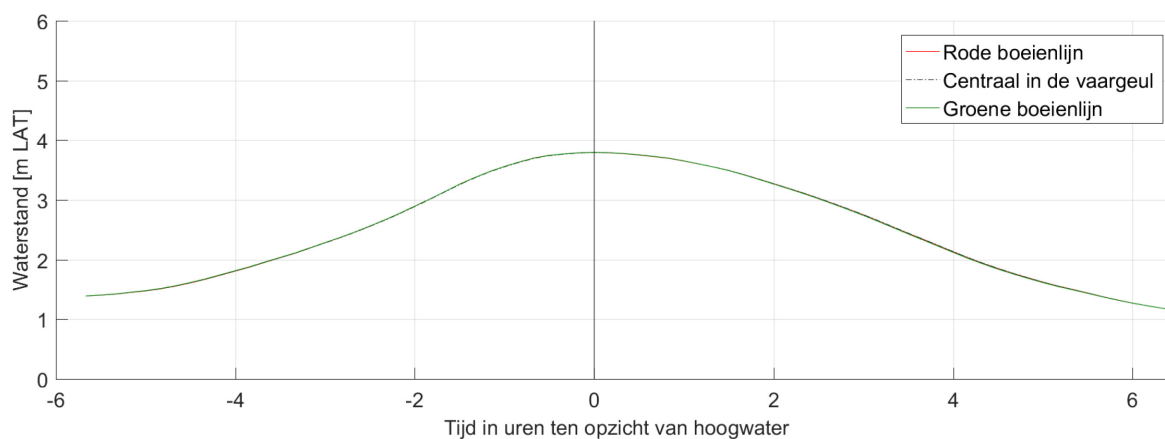
3.1.2 Doodtij

De waterstanden en het verloop van de snelheden ter hoogte van de boeienlijnen, centraal in de vaargeul en langs het tracé van Borssele tot Vlissingen zijn weergegeven in Figuur 9 tot Figuur 11.

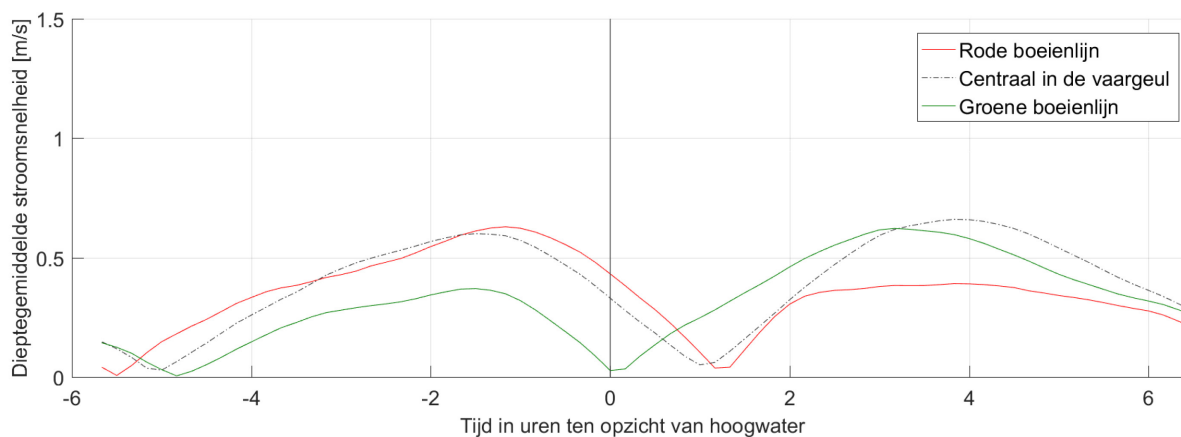
De maximale snelheid in de Honte varieert zowel bij vloed als bij eb tussen de 0,4 en de 0,6 m/s. Lokaal loopt tijdens maximale vloed de snelheid op tot 0,8 m/s, zie Figuur 11. Opvallend is dat tijdens een doottij ter hoogte van de groene boeienlijn, de binnenbocht, de snelheden bij eb hoger zijn dan bij vloed. Ook is in tegenstelling tot springtij, tijdens de eb fase de snelheid ter hoogte van groene boeienlijn hoger dan ter hoogte van de rode boeienlijn. Na hoogwater is gedurende 2 uur de snelheid lager dan 0,5 m/s. Rond laagwater is dit gedurende ongeveer 4 uur.

Ter hoogte van de kruising met de Rede van Vlissingen worden snelheden tot 0,85 m/s tijdens de vloedfase en tot 0,8 m/s tijdens de eb fase waargenomen. Na hoogwater is gedurende 2 uur de snelheid lager dan 0,5 m/s. Rond laagwater is dit gedurende ongeveer 4 uur.

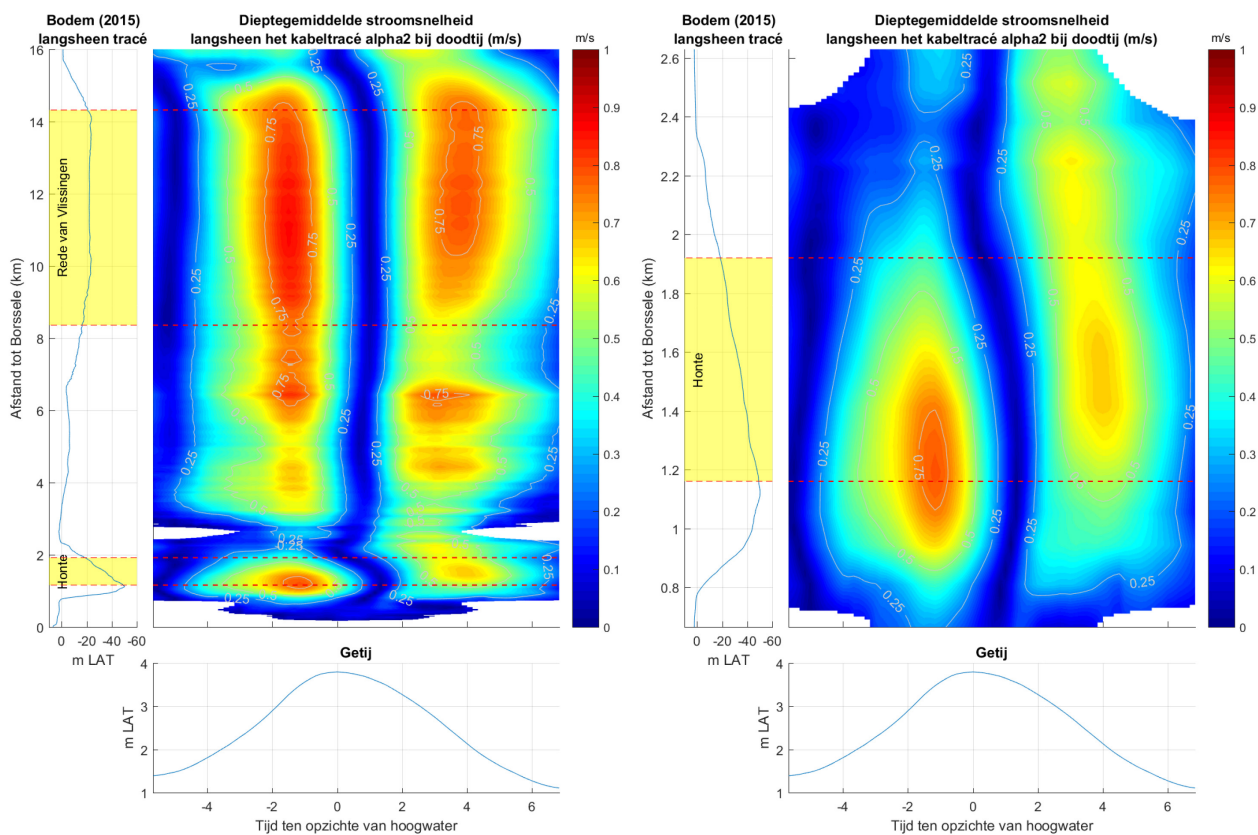
Figuur 9 – Waterstand tijdens het geselecteerde doottij



Figuur 10 – Dieptegemiddelde stroming bij doottij ter hoogte van de kruising van het tracé met de vaargeul nabij de Honte (zie Figuur 16 voor de exacte locaties van de uitvoerpunten)



Figuur 11 – Dieptegemiddelde stroomsnelheid langs het tracé alpha2 bij doodtij als functie van de tijd ten opzichte van hoogwater.



De gemarkeerde zones zijn de kruisingen op basis van de AIS-data (Figuur 12). Linker plot van Borssele tot Vlissingen, rechter plot: zoom in op de kruising met de Honte. Zones in witte kleur zijn gelegen ter hoogte van intergetijdengebieden die droogvallen bij laagwater. Merk op dat de kleurschaal anders is dan in Figuur 8

3.2 Stroomatlas

De dieptegemiddelde stroomvelden voor springtij en doodtij op uurlijkse basis zijn opgenomen in Bijlage D.

4 Conclusies

De stromingen langsheen het kabeltracé Borssele werden geanalyseerd op basis van het bestaande numerieke model Scaldis. Ter hoogte van de kruising van het tracé met de vaarweg bij de Honte worden bij springtij maximale stromingen tot 1,7 m/s gemodelleerd bij maximale vloed en tussen 0,75 m/s en 1,0 m/s bij maximale eb. Ter hoogte van de Rede van Vlissingen lopen de snelheden op tot meer dan 2,0 m/s. De fase van kentering is eerder kortstondig. Bij kentering na hoogwater is gedurende slechts één uur de stroming lager dan 0,5 m/s. Tijdens kentering bij laagwater is dit ongeveer 2 uur.

Tijdens doottij ligt de snelheid zowel tijdens vloed als tijdens de ebfase tussen de 0,4 en de 0,6 m/s, met lokale pieksnelheden bij maximale vloed tot 0,8 m/s. Ter hoogte van de Rede van Vlissingen liggen de maximale snelheden tussen de 0,8 en 0,85 m/s. Na hoogwater is gedurende 2 uur de snelheid lager dan 0,5 m/s. Rond laagwater is dit gedurende ongeveer 4 uur.

De gepresenteerde stroomkarakteristieken mogen als representatief beschouwd worden voor springtij en doottij condities. Desalniettemin dient opgemerkt te worden dat meer extreme getijcondities mogelijk zijn waarbij hogere (bij sterker springtij) of lagere (bij zwakker doottij) stroomsnelheid kunnen optreden.

Het verdient de aanbeveling de simulatie te herhalen om de reële tijvensters te bepalen van zodra een periode gekozen is voor het uitvoeren van de werken, waarbij rekening gehouden wordt met de voorspelde getijcondities (harmonisch, voorspelhorizon ≈ 1 jaar) en de verwachte meteo-condities (voorspelhorizon ≈ 10 dagen).

Referenties

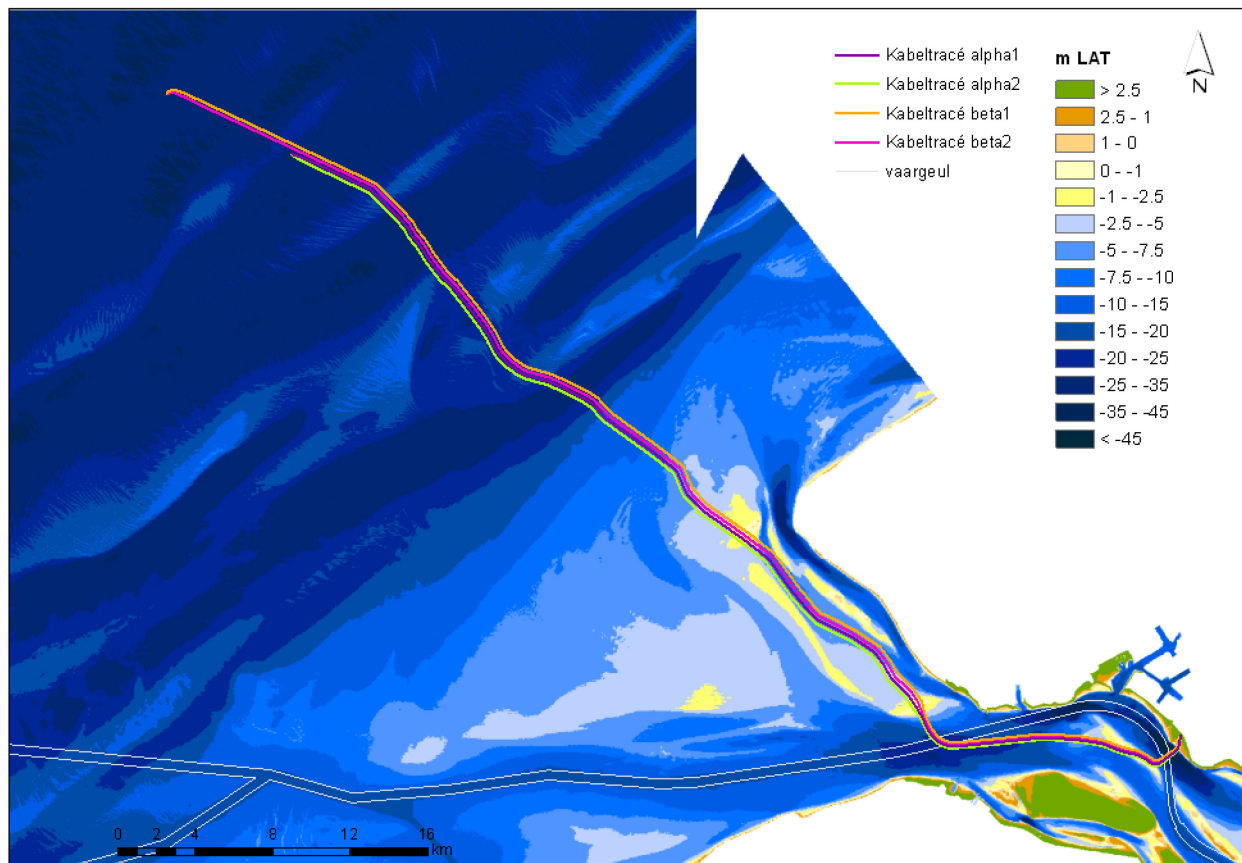
De Maerschallck, B.; Verwilligen J.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2017). Kabeltracé Borssele: Advies kruising vaarwegen. Versie 5.0. WL Rapporten, 16_121_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

Smolders, S.; Maximova, T.; Vanlede, J.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2016). Integraal Plan Bovenzeescheide: Subreport 1 – SCALDIS: a 3D Hydrodynamic Model for the Scheldt Estuary. Version 5.0. WL, Rapporten, 13_131. Flanders Hydraulics Research: Antwerp, Belgium.

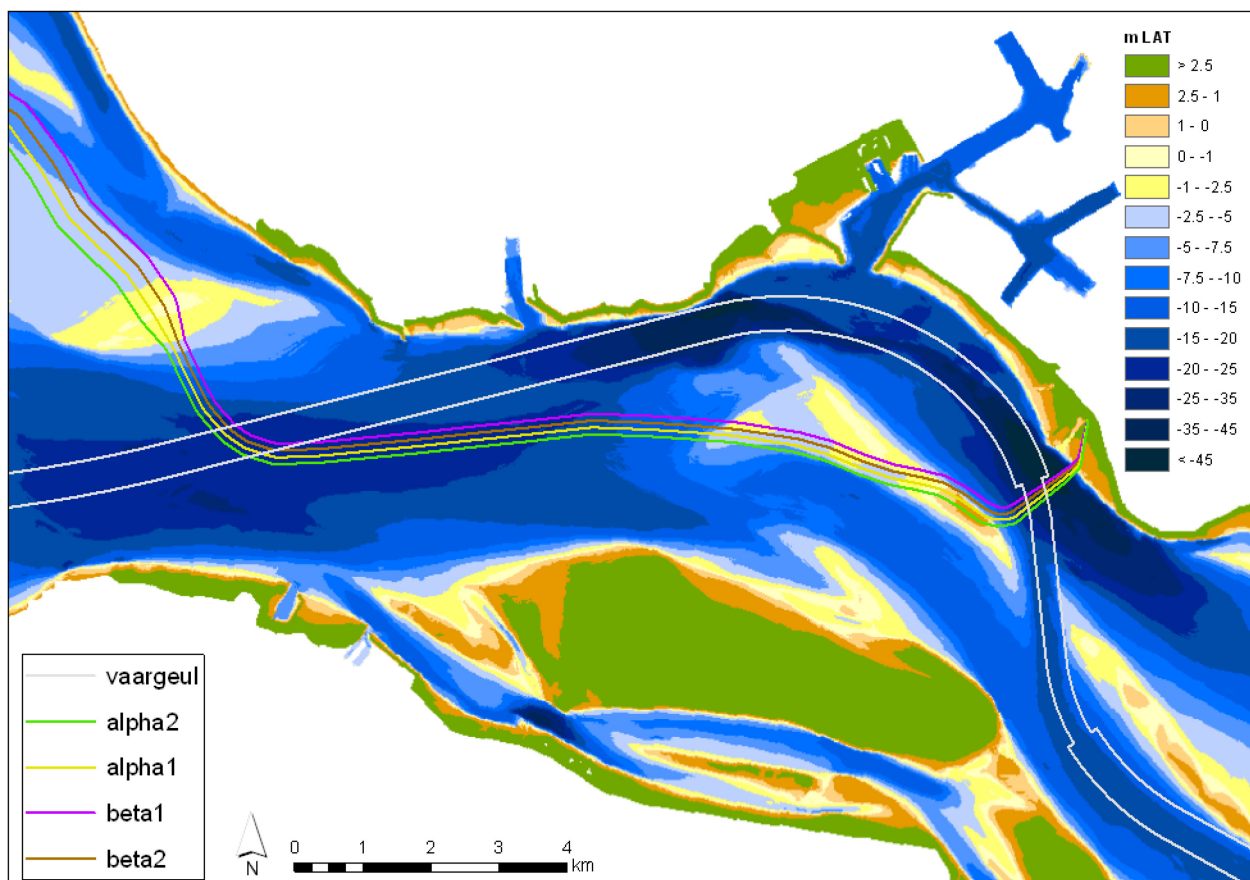
Bijlage A: Kaarten

A.1 Kabeltracé

Figuur 12 – Kabeltracé TOZ Borssele

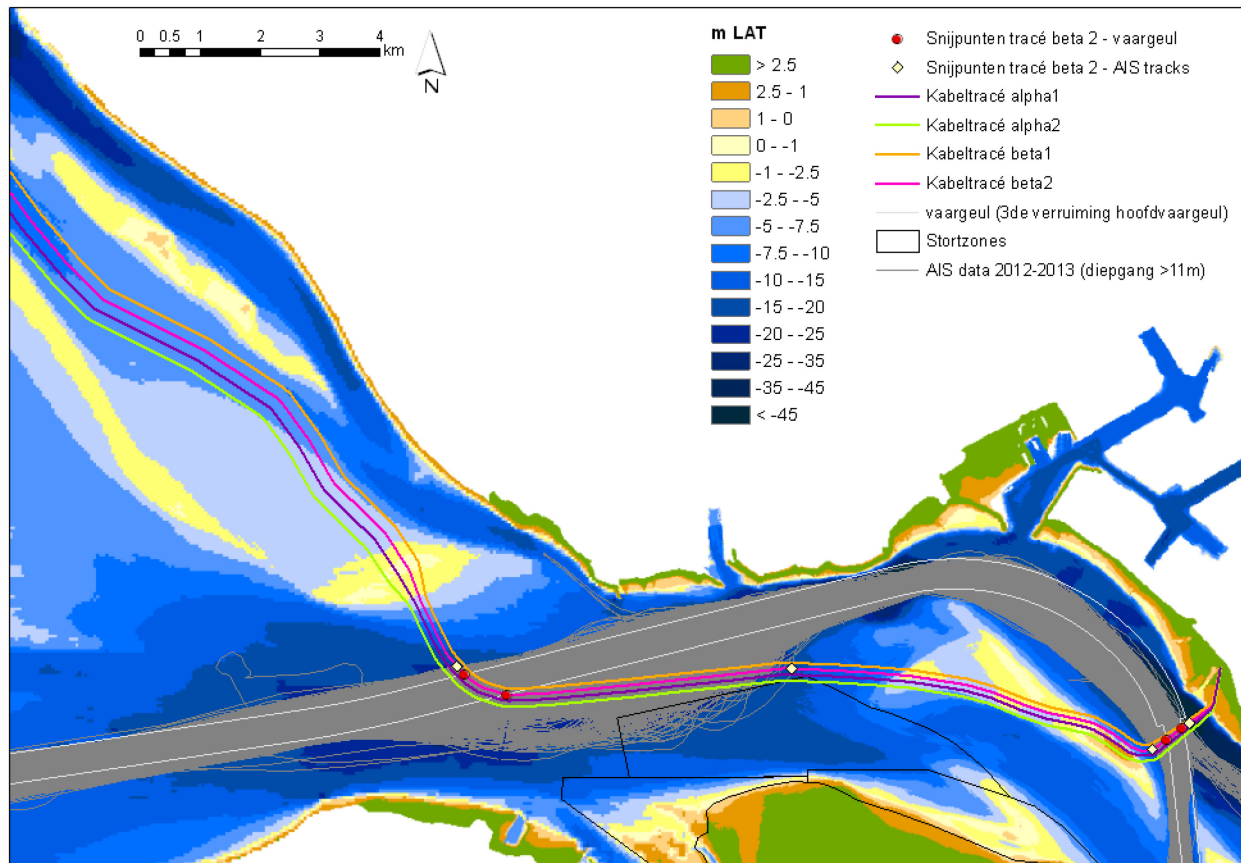


Figuur 13 – Kabeltracé in de Westerschelde.
Witte lijn: baggertracé zoals vergund bij de derde verruiming van de vaargeul. Bodem 2015

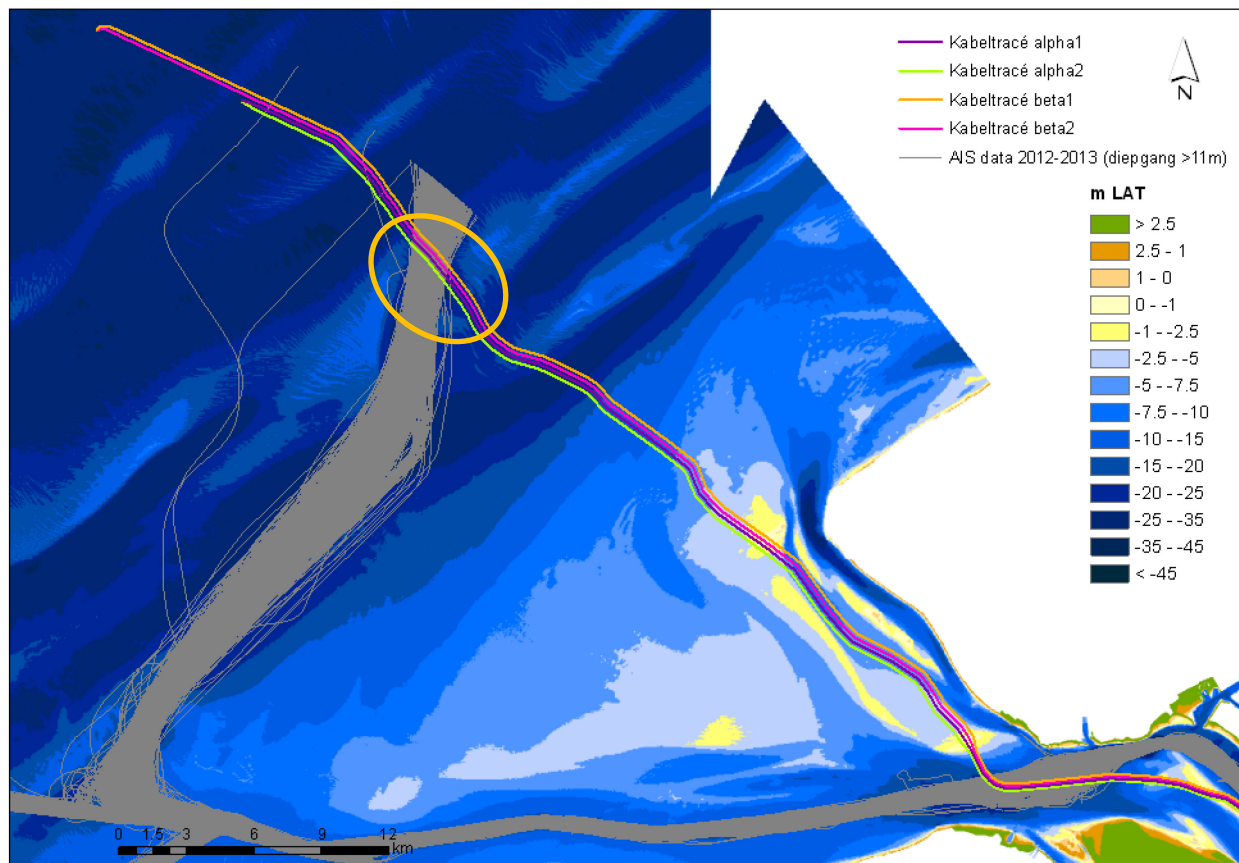


A.2 AIS data

Figuur 14 – Idem Figuur 13 inclusief projectie van de trajecten van alle opvarende en afvarende schepen in 2012-2013 met een diepgang van minimaal 11m, lengte >200m en breedte >30m (op basis van AIS data)

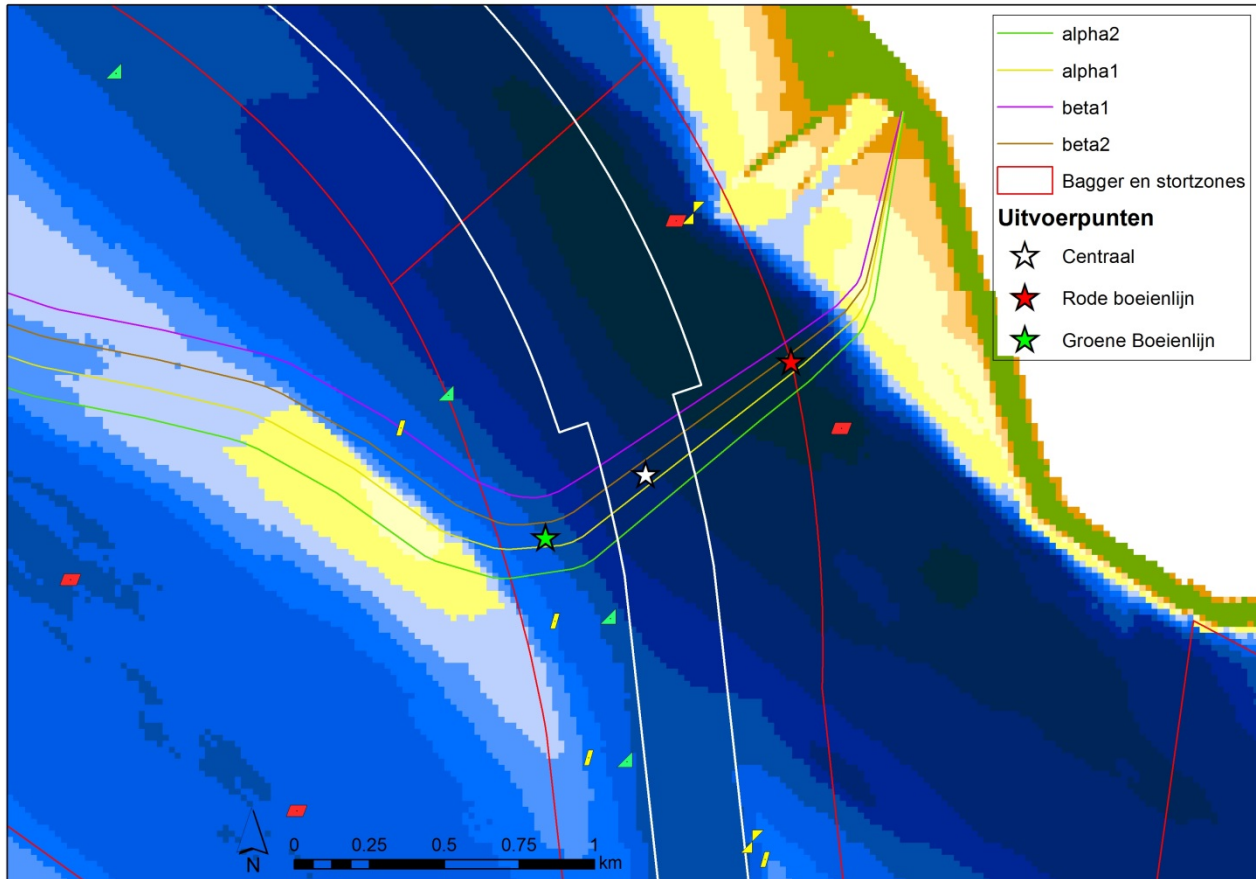


Figuur 15 – Kruising van het tracé met de Westpitroute, inclusief AIS tracks van alle schepen cfr. Figuur 14



A.3 Ligging uitvoerpunten

Figuur 16 – Ligging van de kabels, werkzones voor baggeronderhoud en markeringsboeien.
De uitvoerpunten voor de grafieken in paragraaf 3.1 zijn gemarkeerd met sterren.

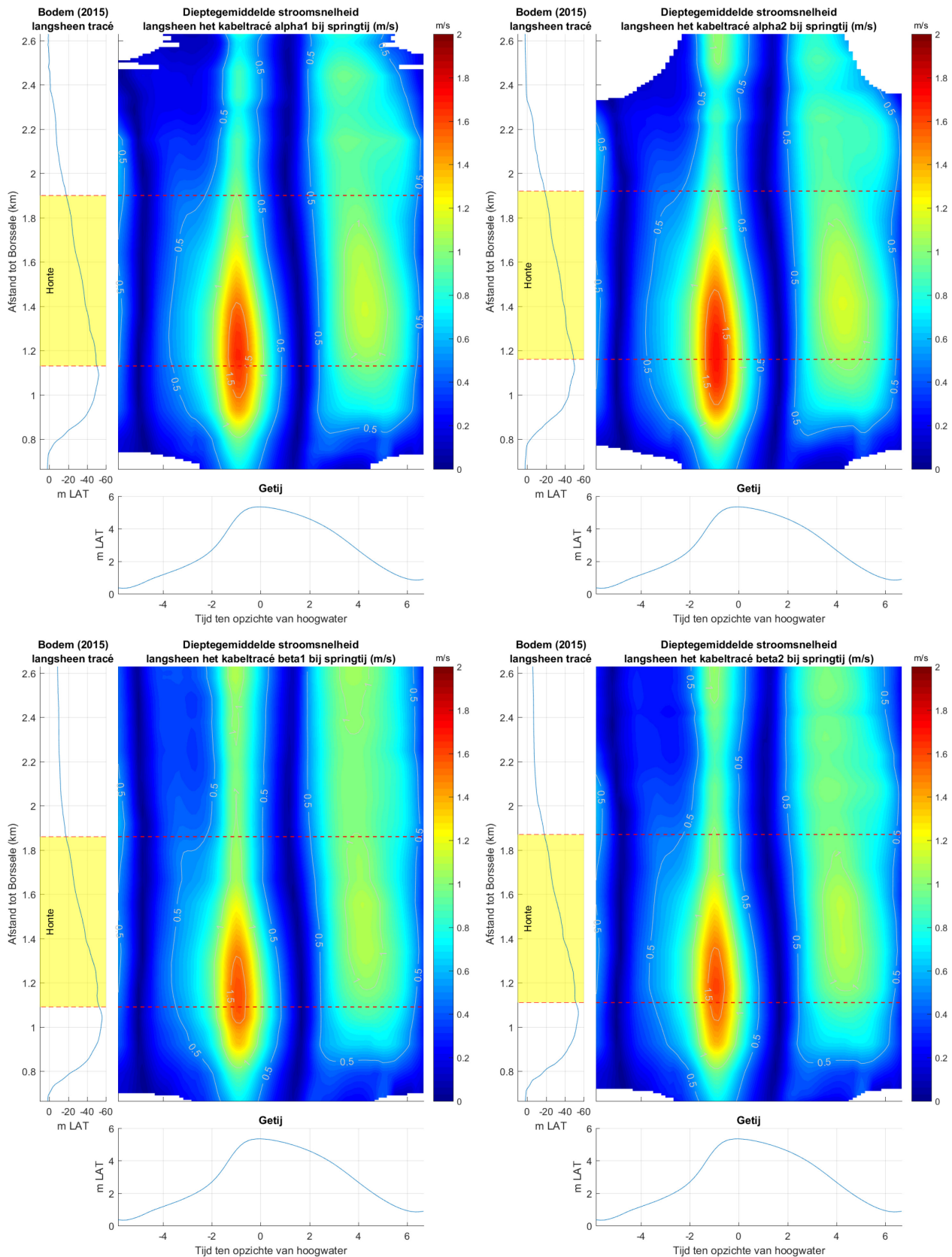


Bijlage B: Snelheidsverloop langsheen het tracé nabij de Honte

Onderstaande figuren tonen het verloop van de snelheden langsheen de 4 verschillende kabeltracés als functie van de tijd ten opzichte van hoogwater. De gemarkeerde zone is de kruising met de vaarroute ter hoogte van de Honte op basis van de AIS-data zoals weergegeven in Figuur 14.

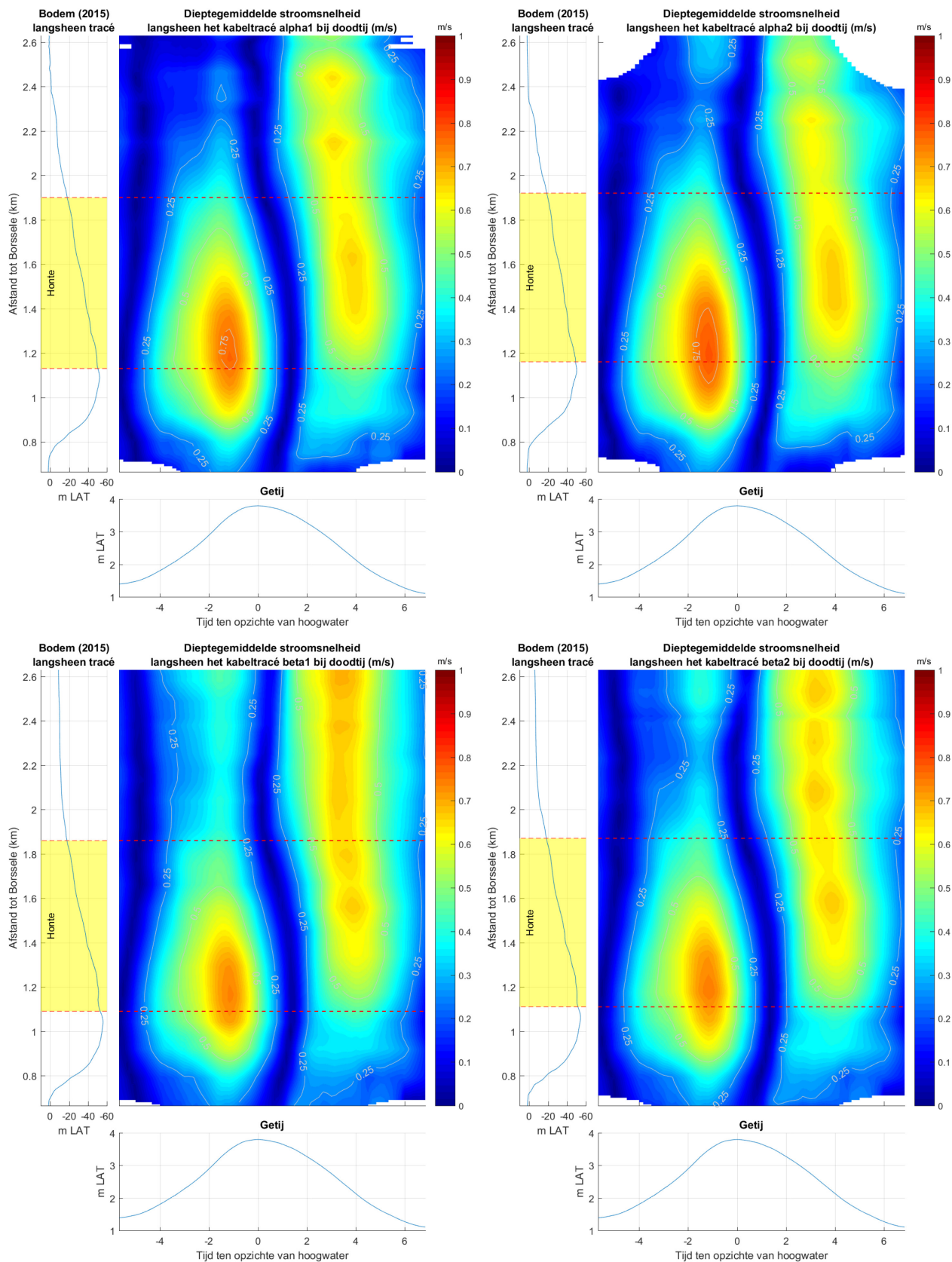
B.1 Tijdens springtij

Figuur 17 – Dieptegemiddelde stroomsnelheid langsheen de 4 kabeltracés bij springtij (m/s)



B.2 Tijdens Doodtij

Figuur 18 – Dieptegemiddelde stroomsnelheid langsheen de 4 kabeltracés bij doottij (m/s)

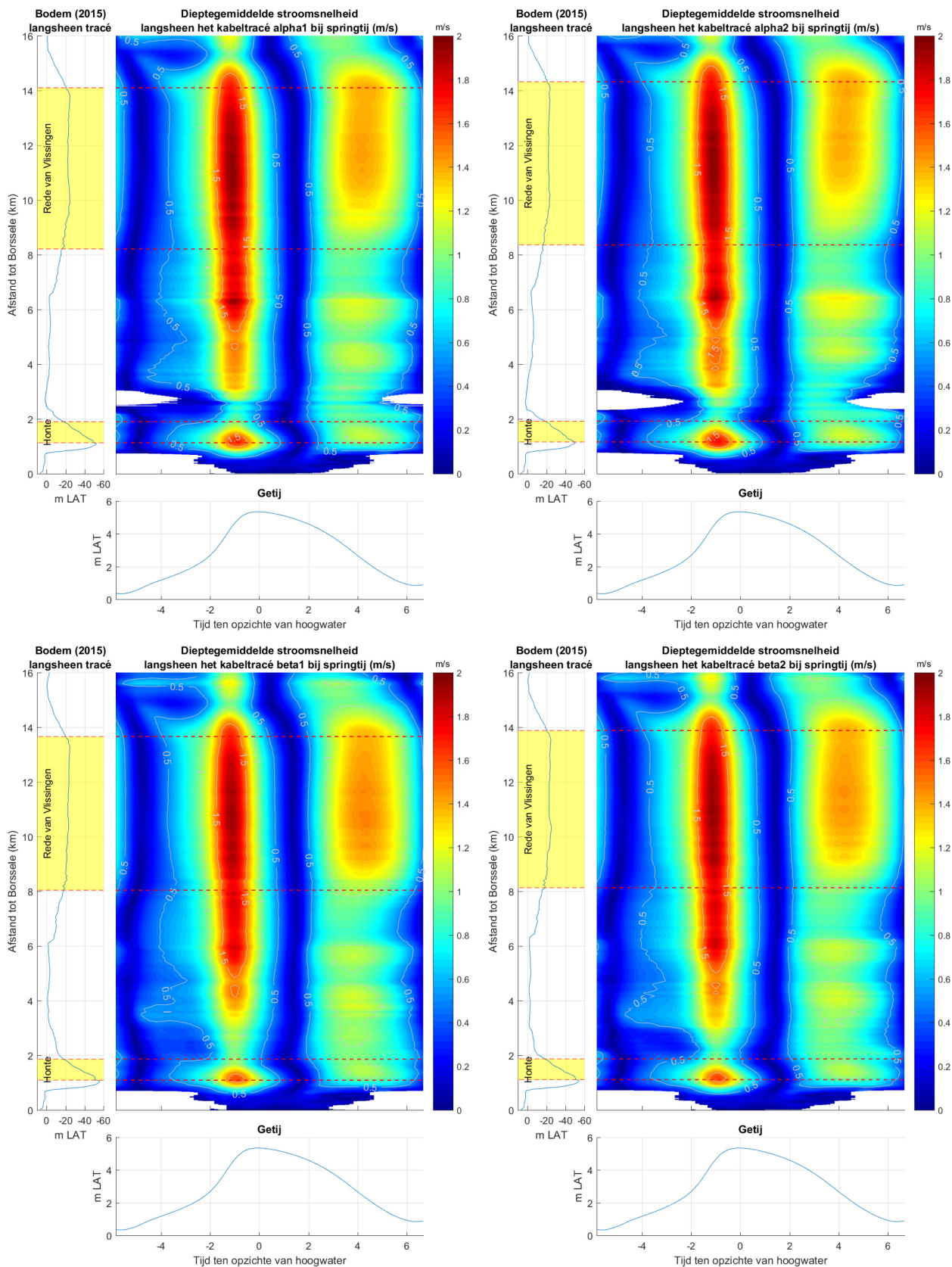


Bijlage C: Snelheidsverloop langsheen het tracé van Borssele tot monding

Onderstaande figuren tonen het verloop van de snelheden langsheen de 4 verschillende kabeltracés van Borssele tot de Vlissingen als functie van de tijd ten opzichte van hoogwater. De gemarkeerde zones zijn de kruisingen met de vaarroutes ter hoogte van de Honte en de Rede van Vlissingen op basis van de AIS-data zoals weergegeven in Figuur 14.

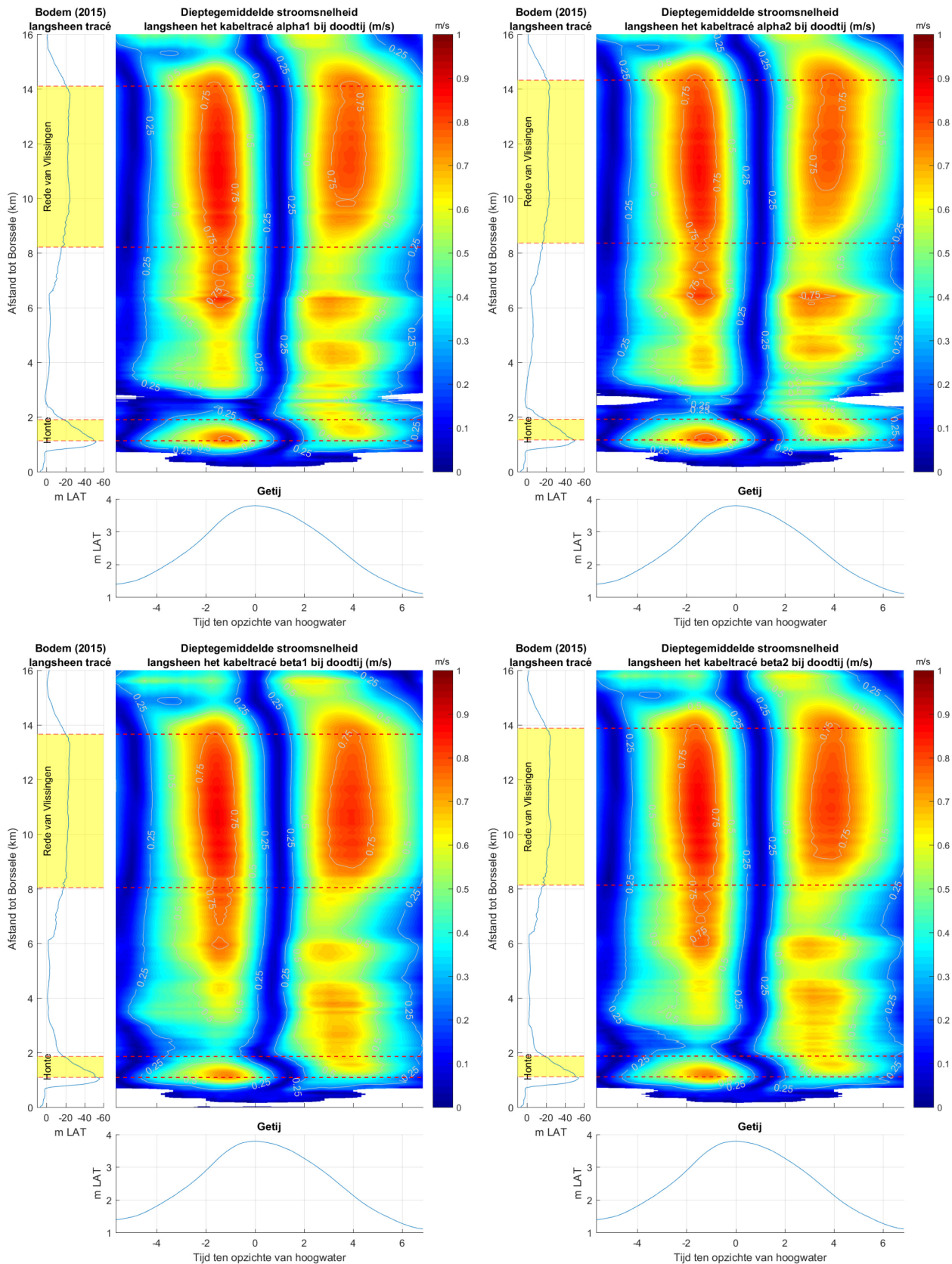
C.1 Tijdens springtij

Figuur 19 – Dieptegemiddelde stroomsnelheid langsheen de 4 kabeltracés van Borssele tot Vlissingen bij springtij (m/s)



C.2 Tijdens doottij

Figuur 20 – Dieptegemiddelde stroomsnelheid langsheen de 4 kabeltracés van Borssele tot Vlissingen bij doottij (m/s)

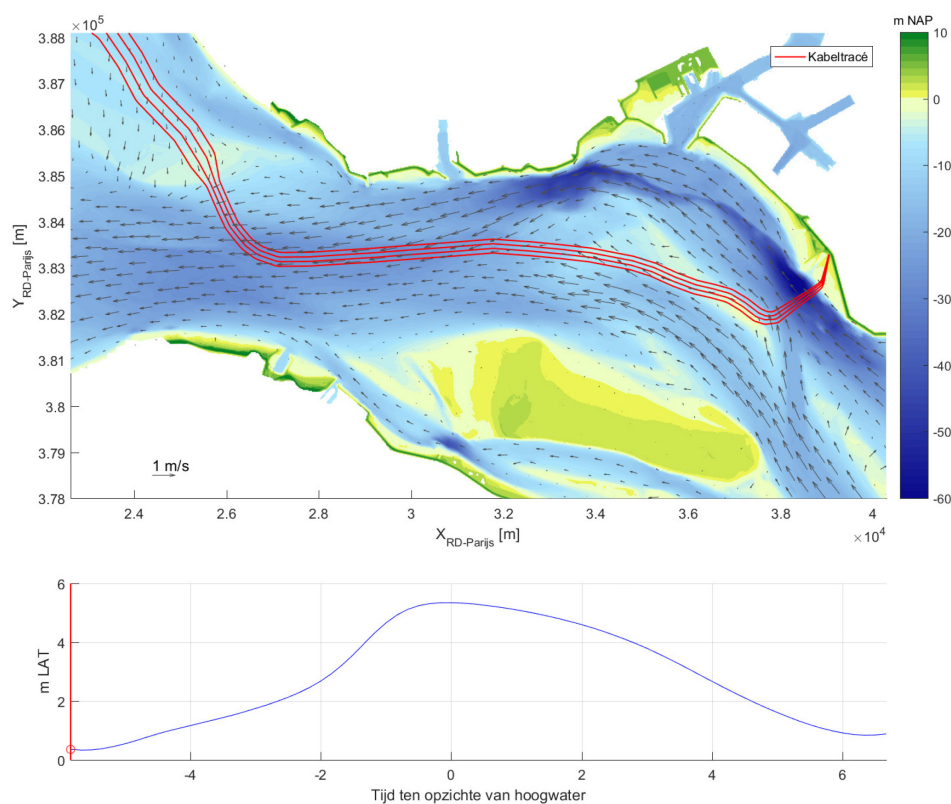


Bijlage D: Stroomatlas

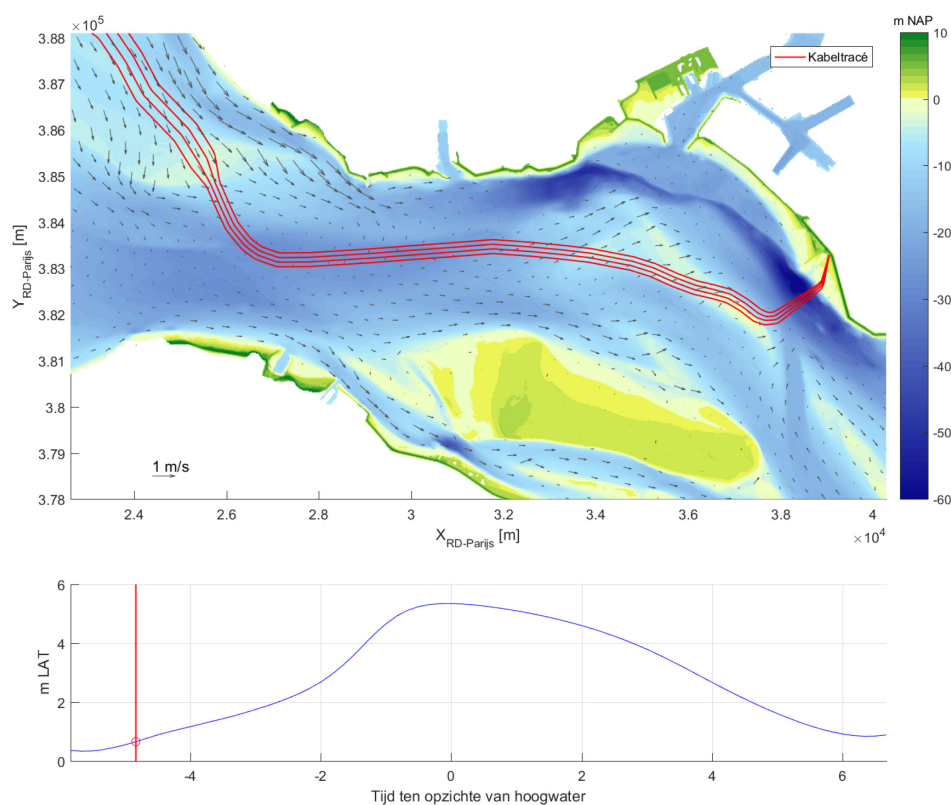
Onderstaande figuren geven voor het geselecteerde spring- en doottij de stroomvelden (dieptegemiddeld) op uurlijkse basis.

D.1 Tijdens springtij

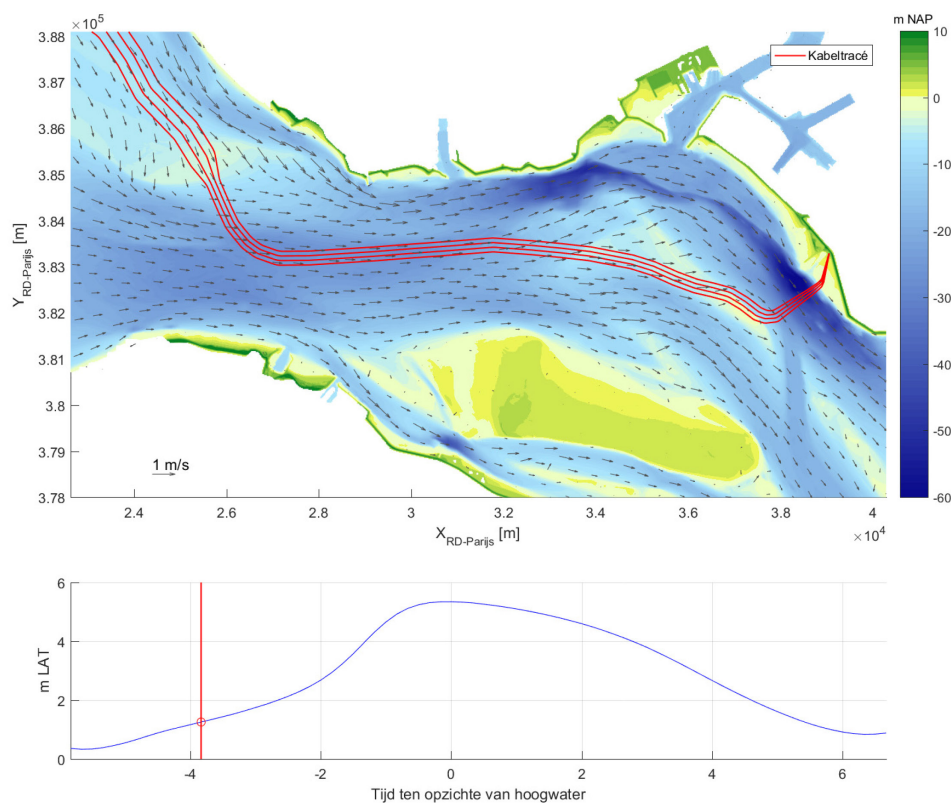
Figuur 21 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 5u50 voor hoogwater



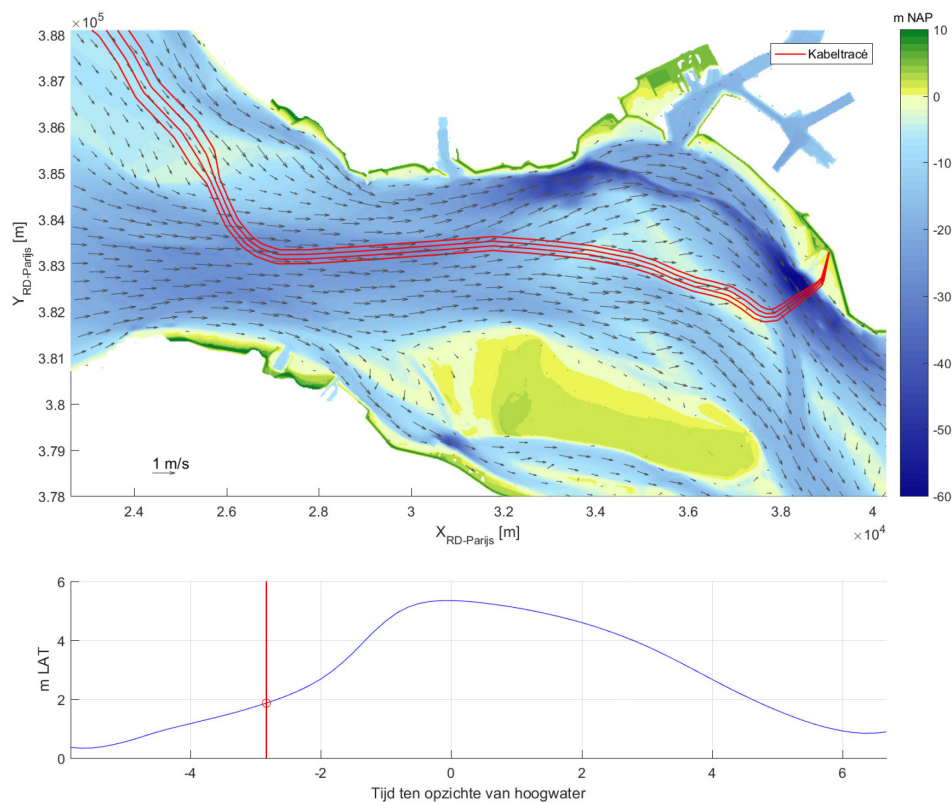
Figuur 22 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 4u50 voor hoogwater



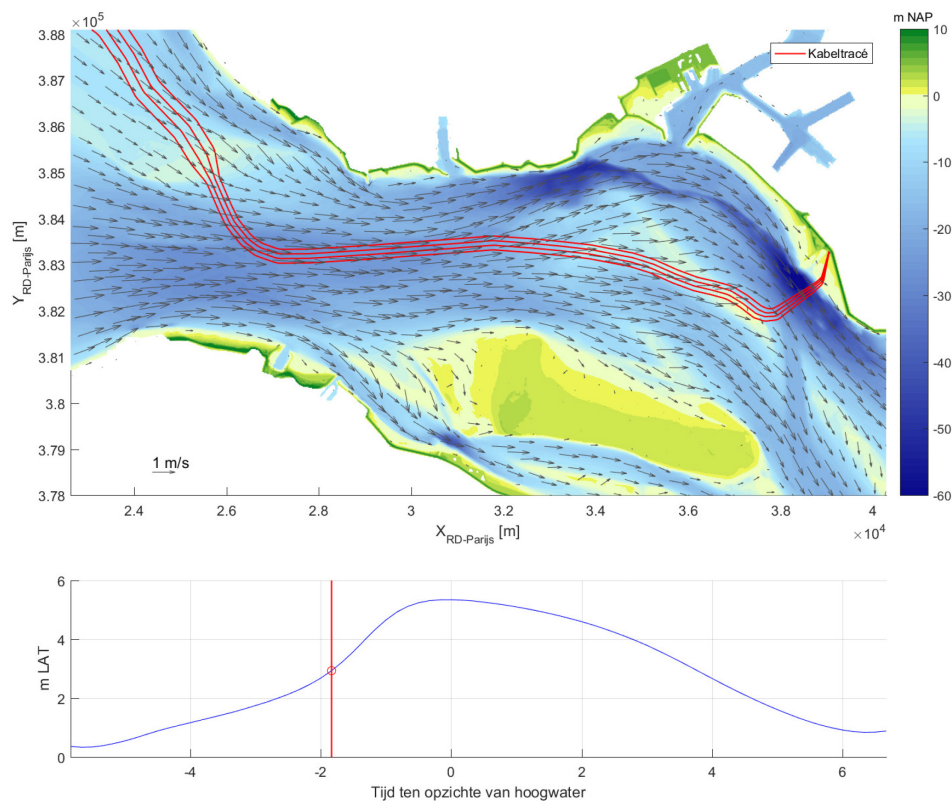
Figuur 23 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 3u50 voor hoogwater



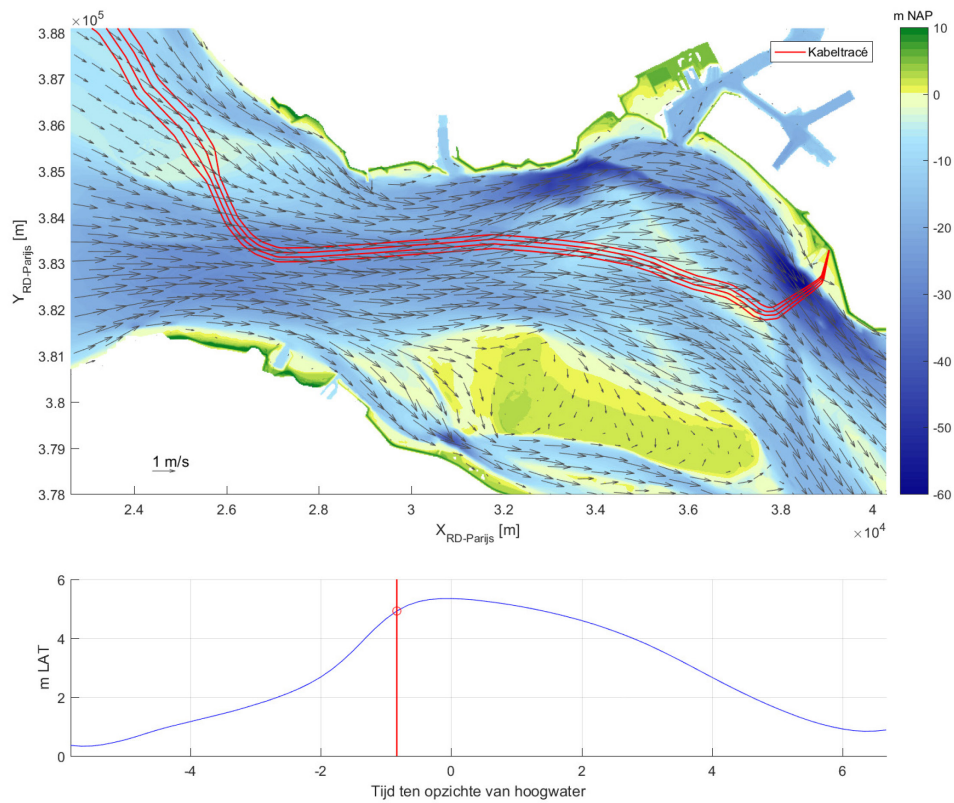
Figuur 24 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 2u50 voor hoogwater



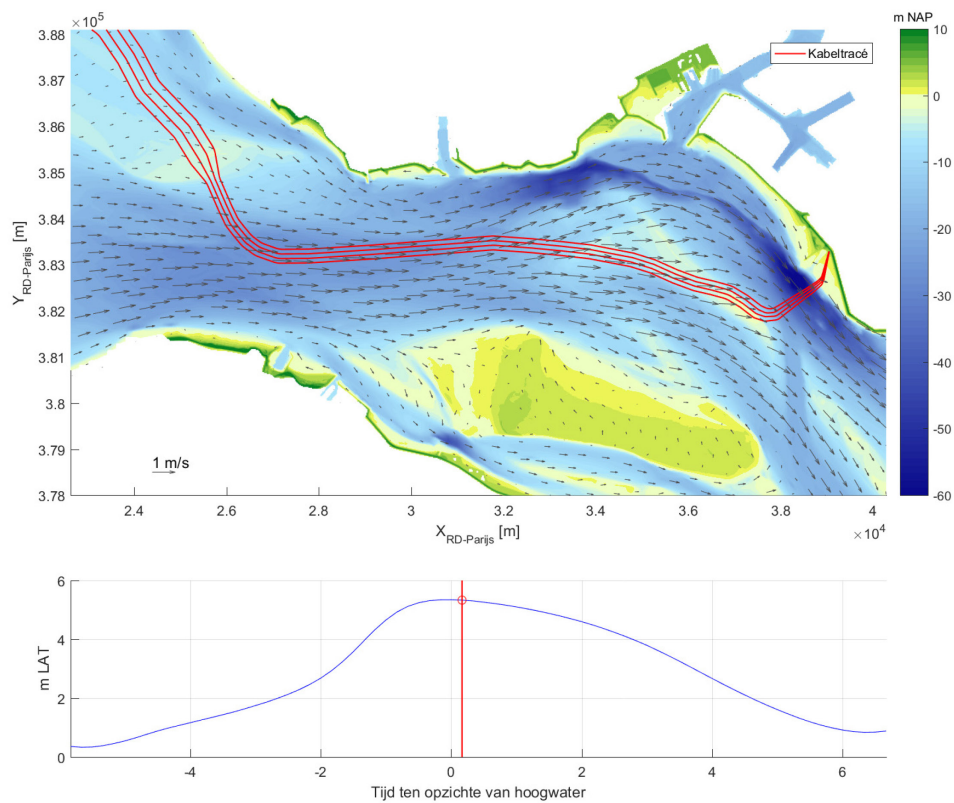
Figuur 25 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 1u50 voor hoogwater



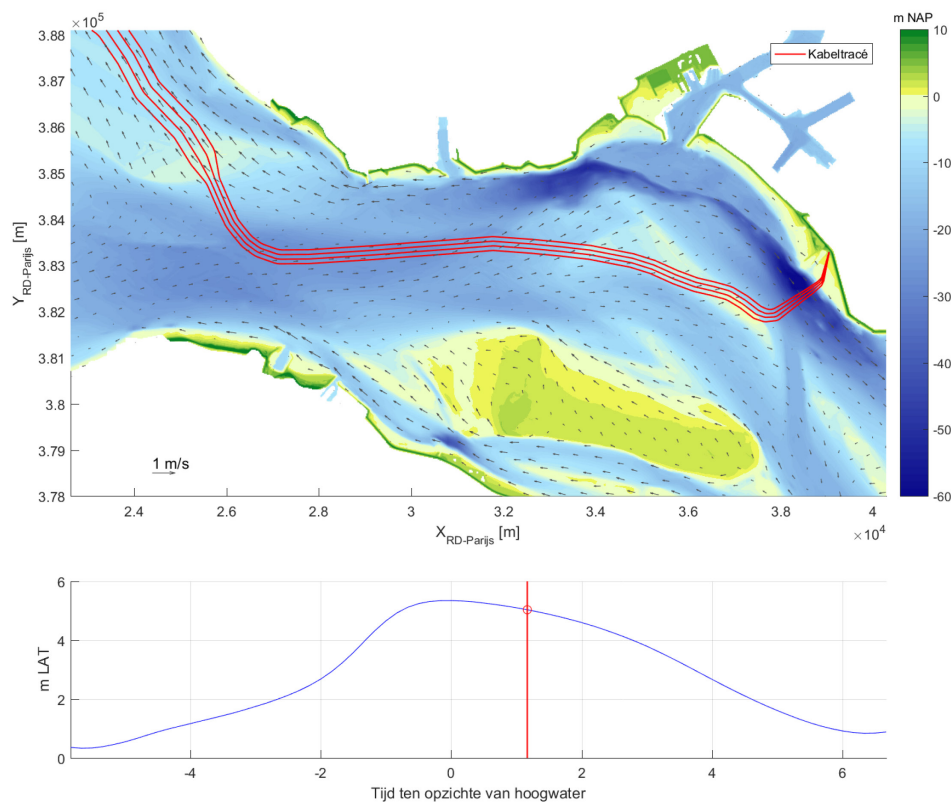
Figuur 26 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, Ou50 voor hoogwater



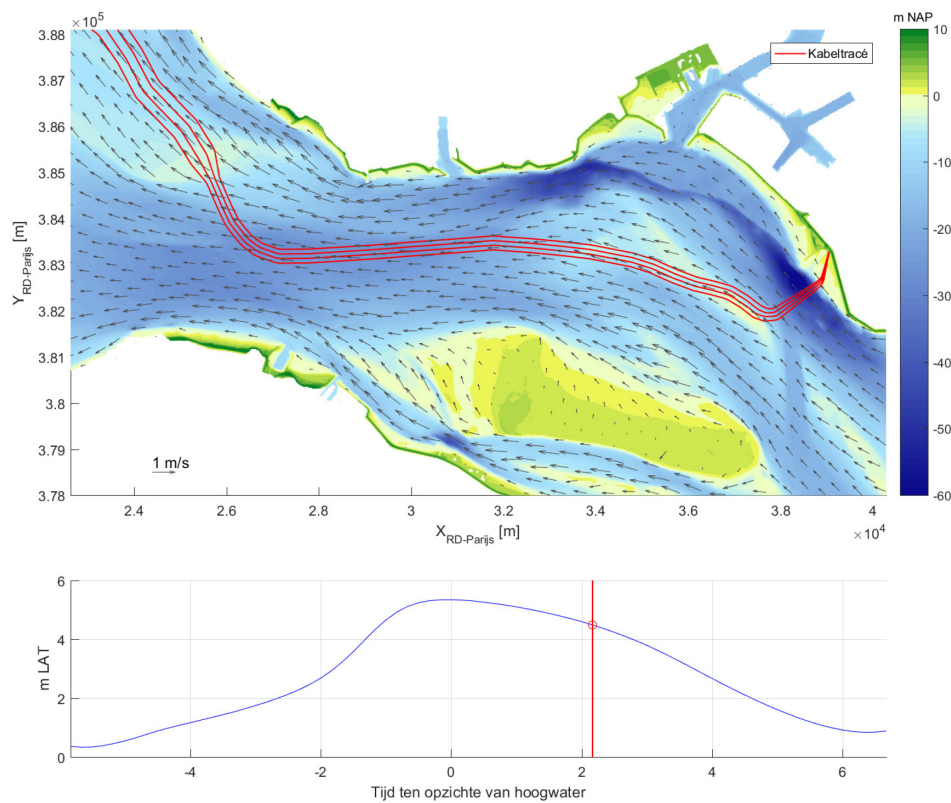
Figuur 27 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, Ou10 na hoogwater



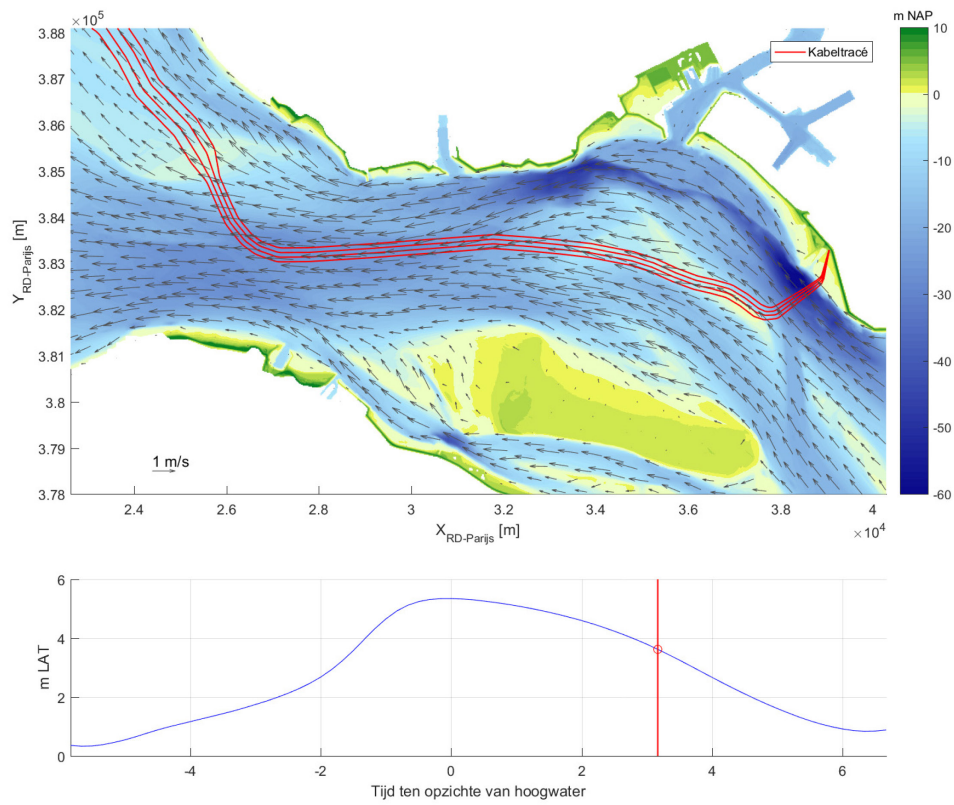
Figuur 28 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 1u10 na hoogwater



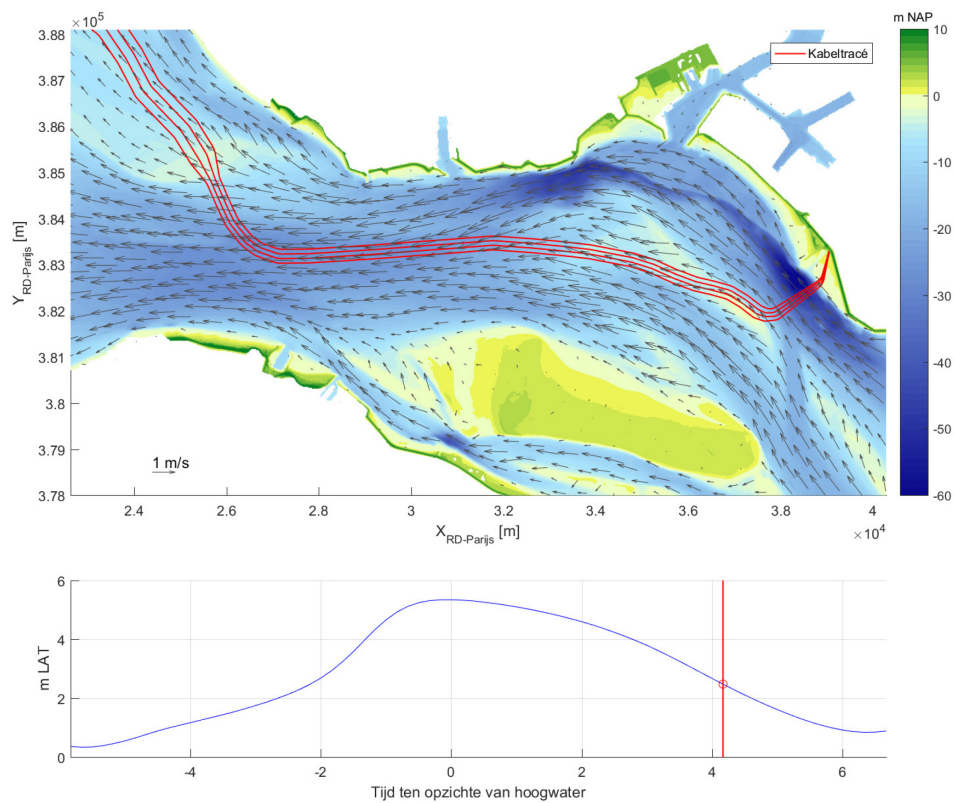
Figuur 29 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 2u10 na hoogwater



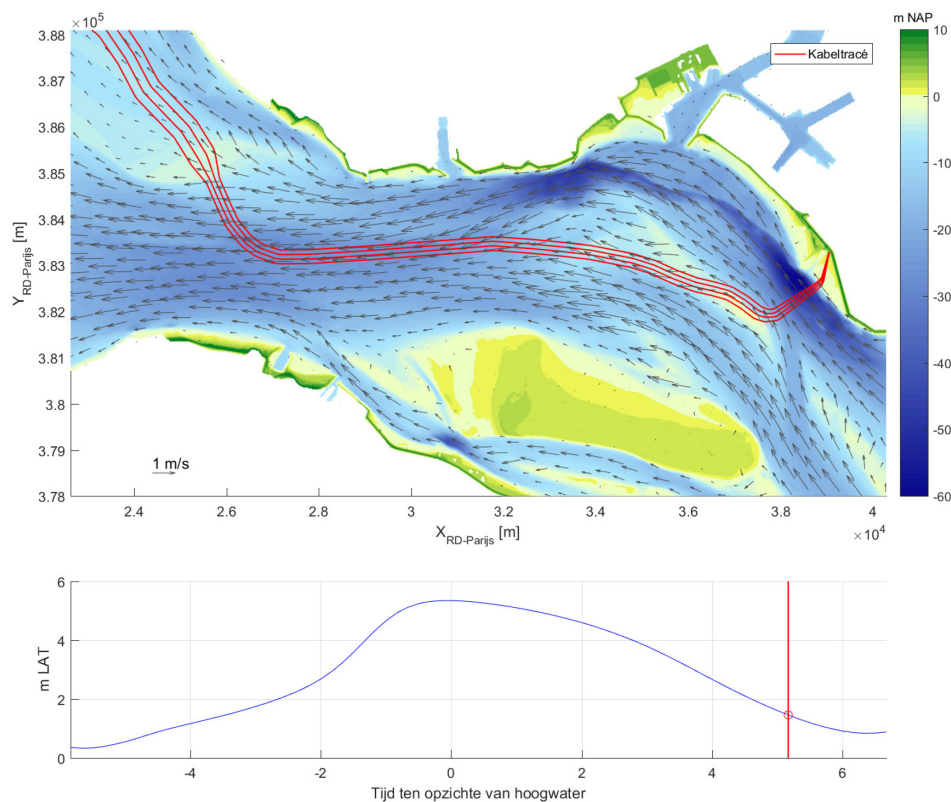
Figuur 30 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 3u10 na hoogwater



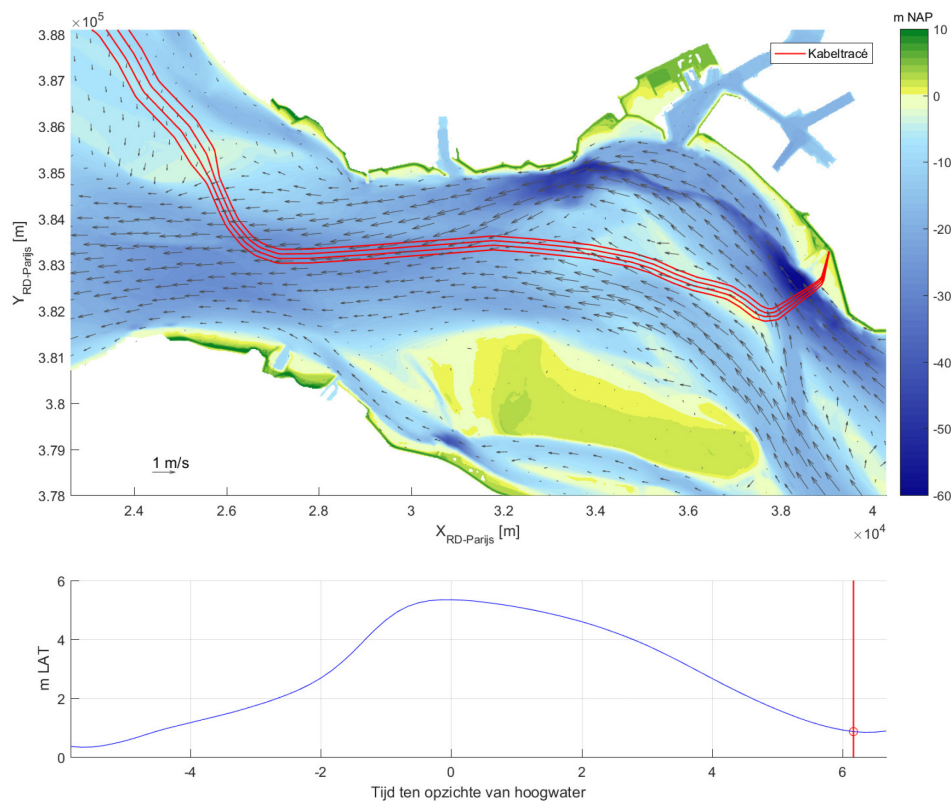
Figuur 31 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 4u10 na hoogwater



Figuur 32 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 5u10 na hoogwater

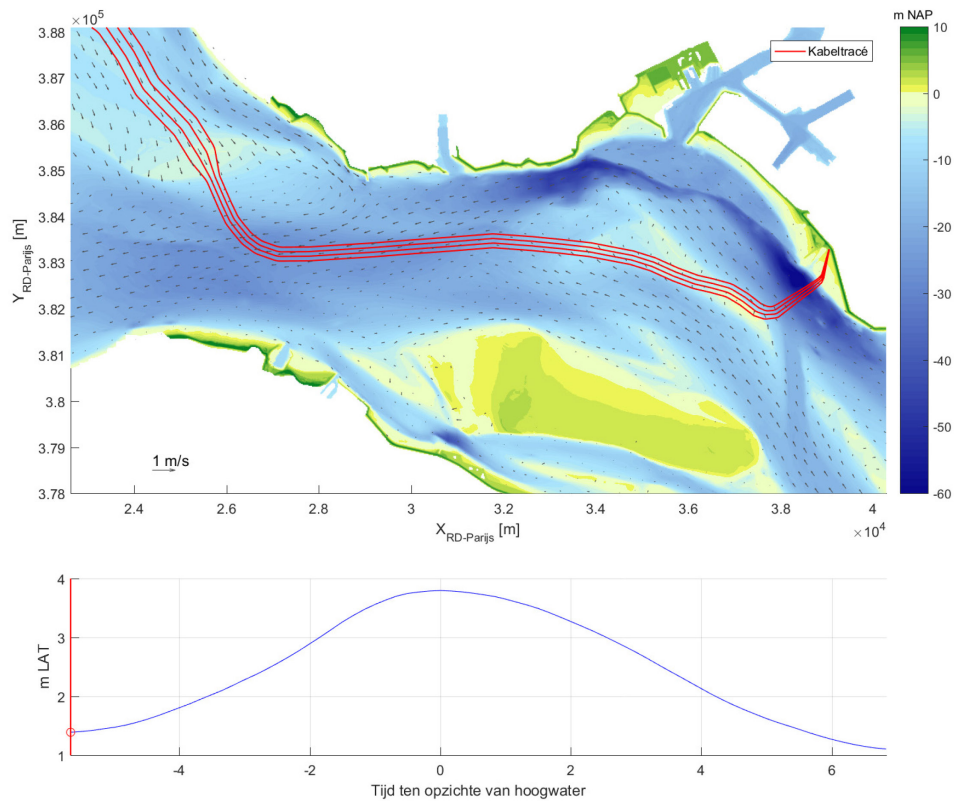


Figuur 33 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij springtij, 6u10 na hoogwater

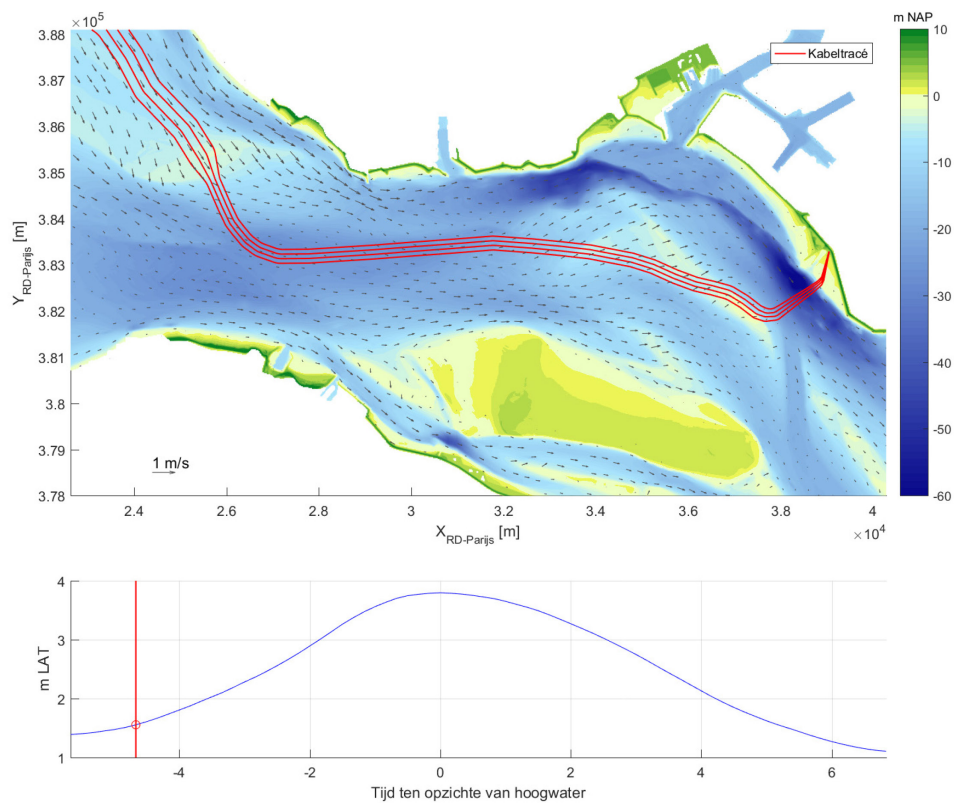


D.2 Tijdens doottij

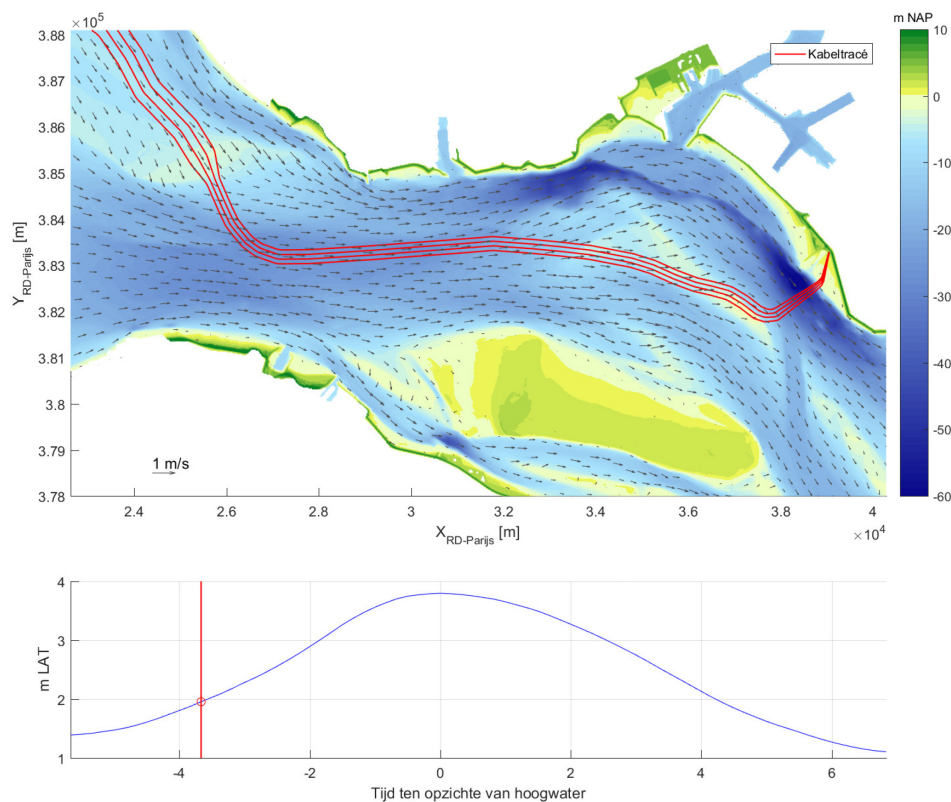
Figuur 34 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doottij, 5u40 voor hoogwater



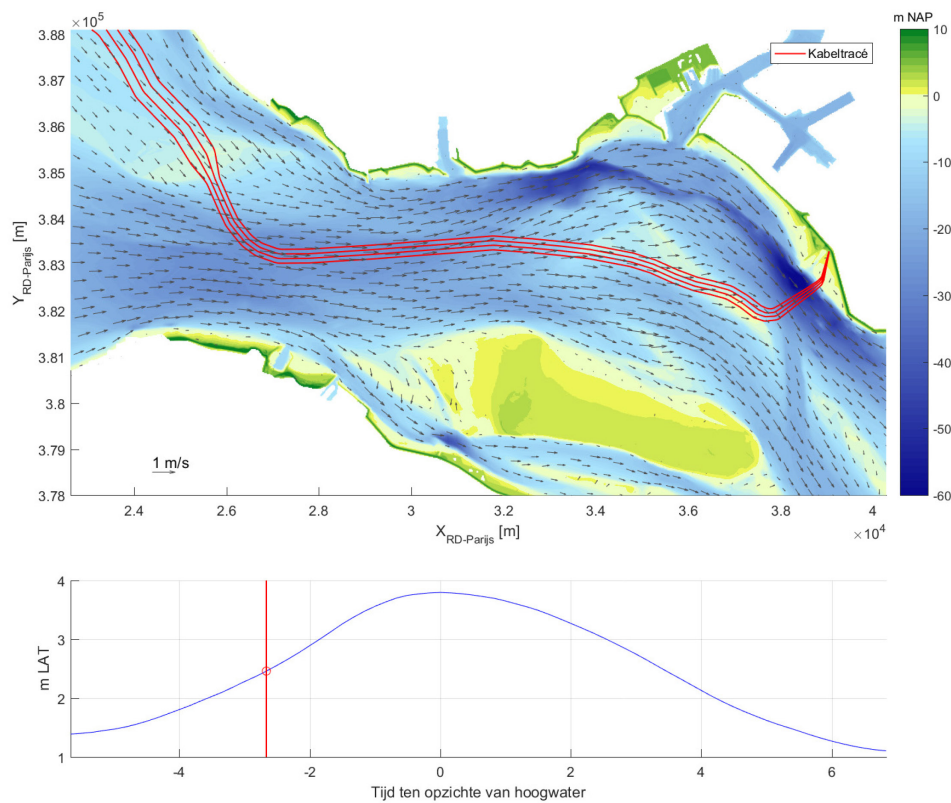
Figuur 35 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doottij, 4u40 voor hoogwater



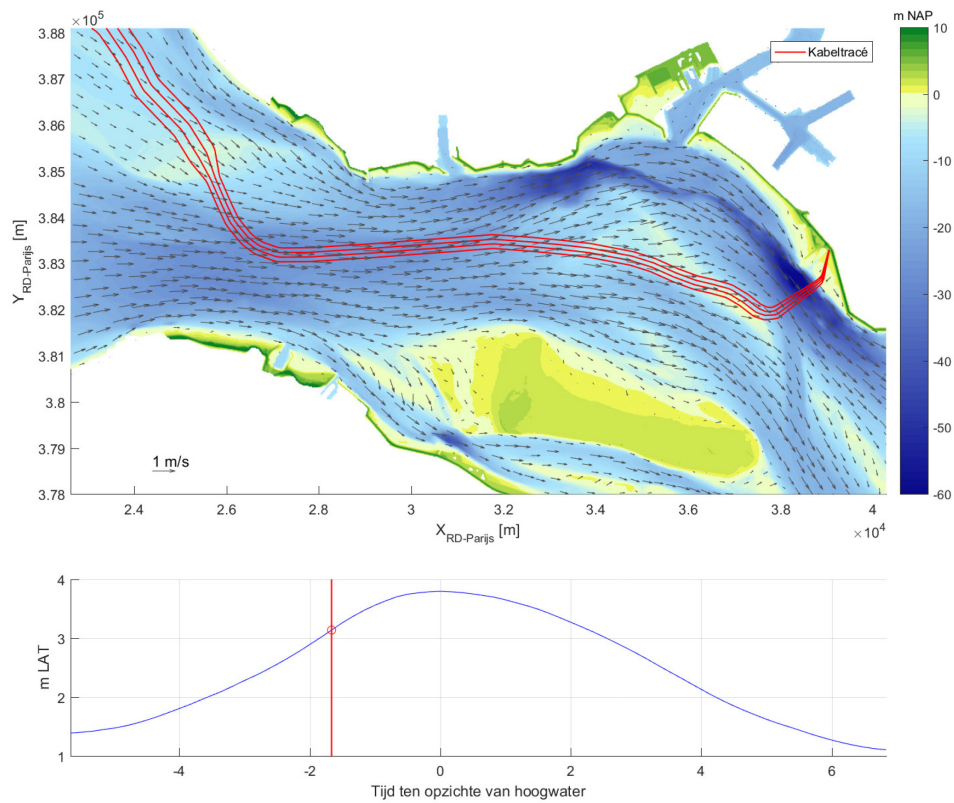
Figuur 36 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doortij, 3u40 voor hoogwater



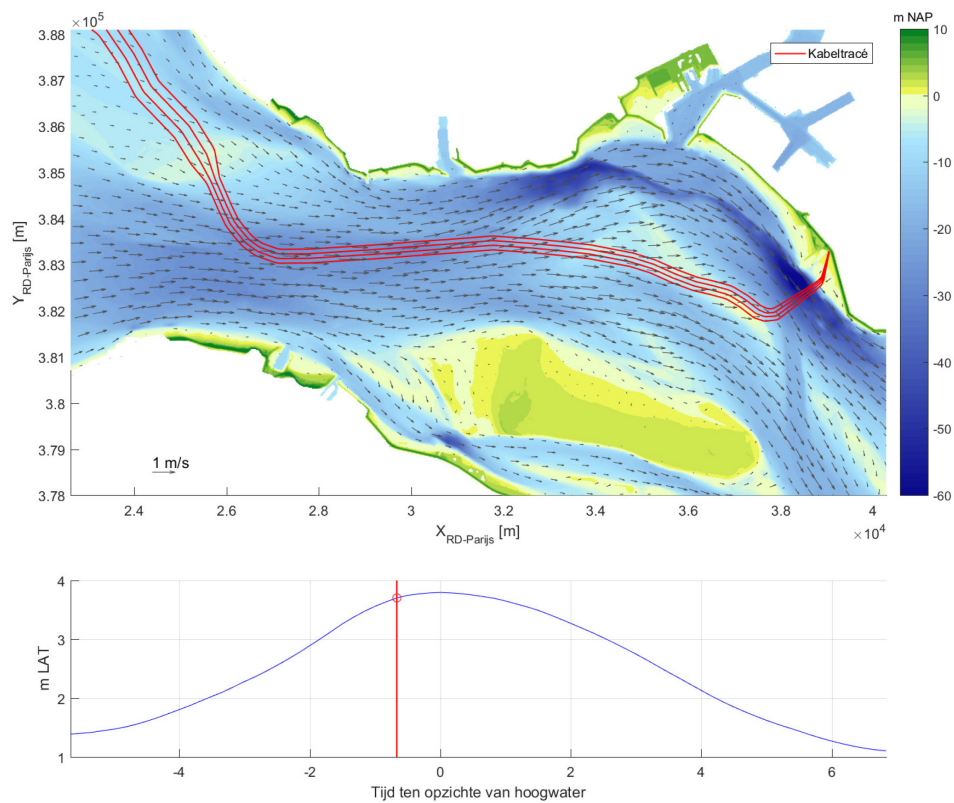
Figuur 37 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doortij, 2u40 voor hoogwater



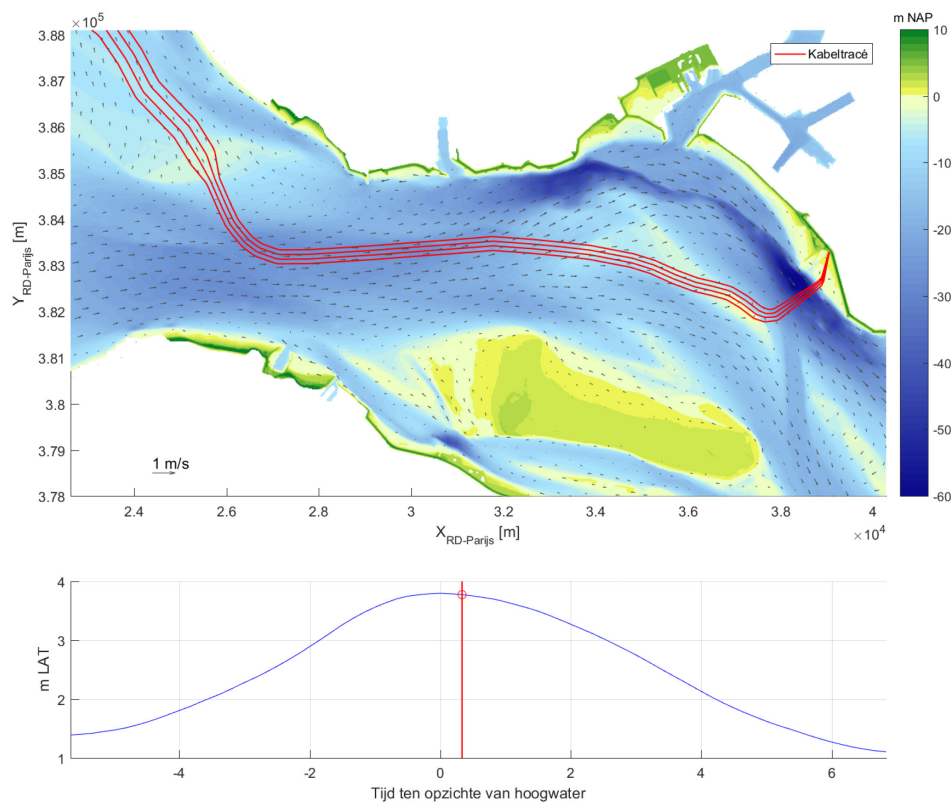
Figuur 38 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doortij, 1u40 voor hoogwater



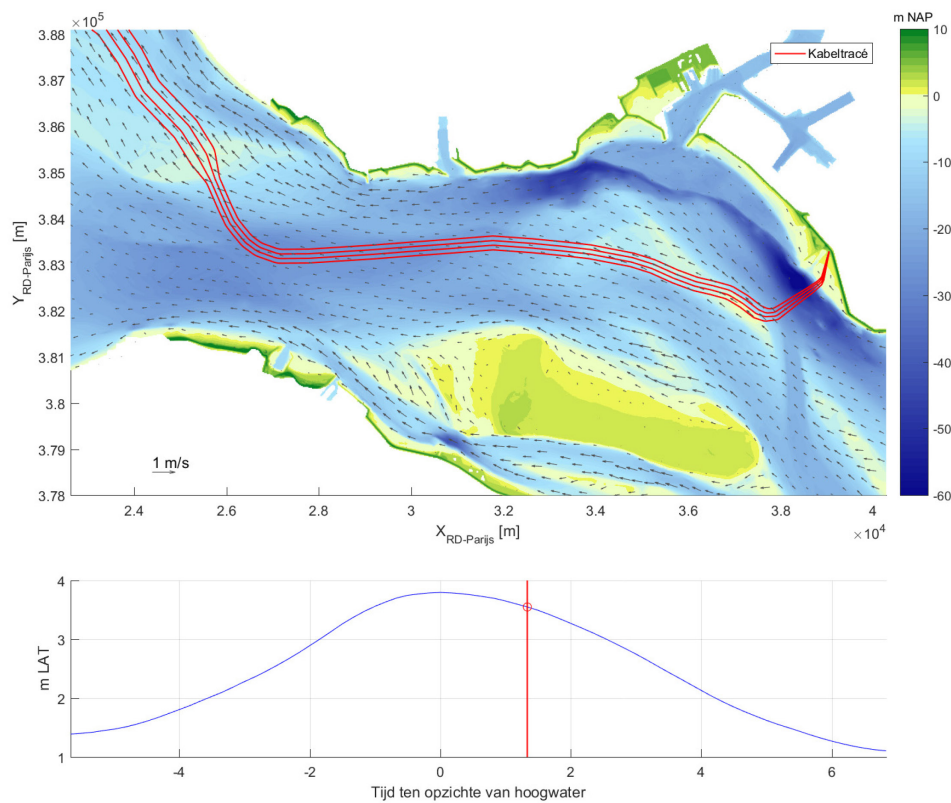
Figuur 39 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doortij, 0u40 voor hoogwater



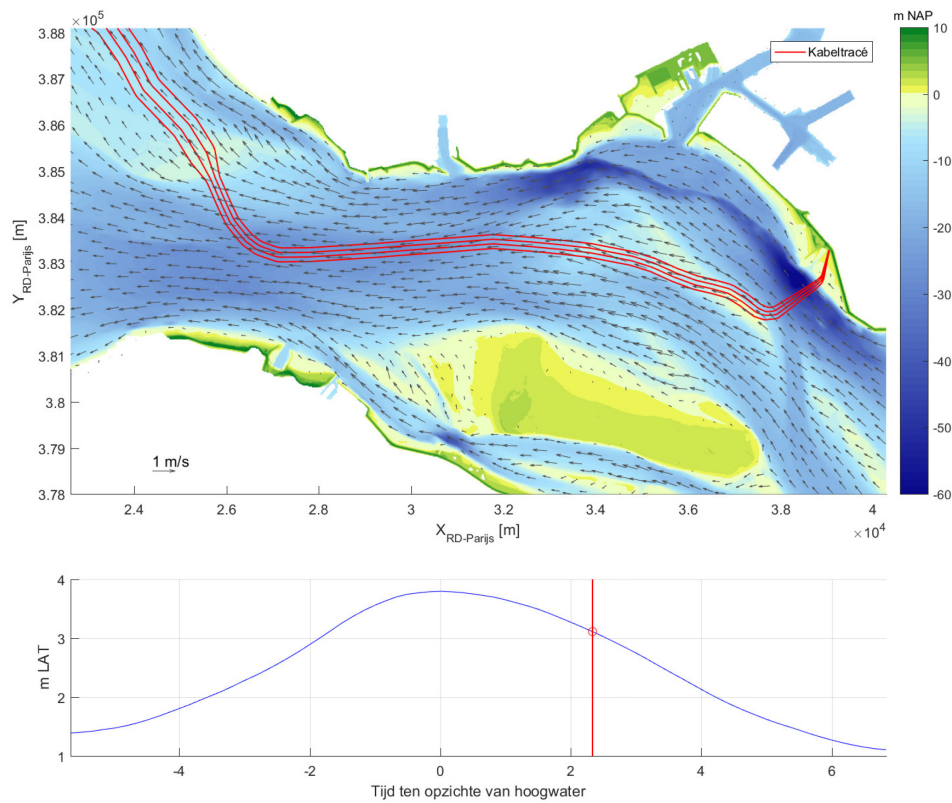
Figuur 40 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doortij, 0u20 na hoogwater



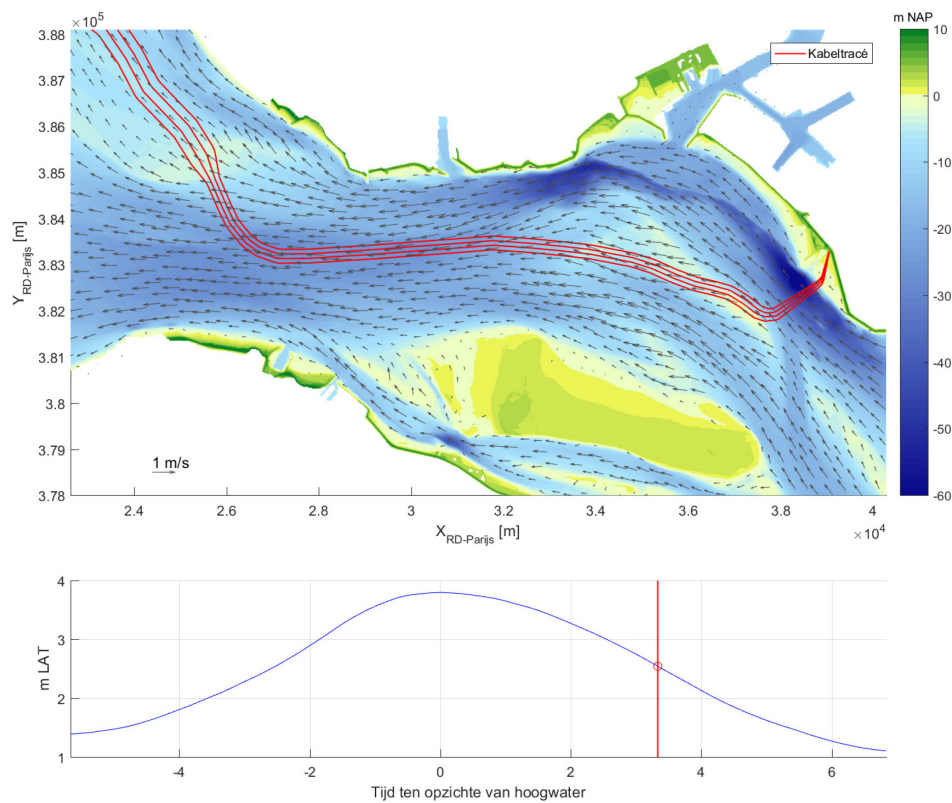
Figuur 41 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doortij, 1u20 na hoogwater



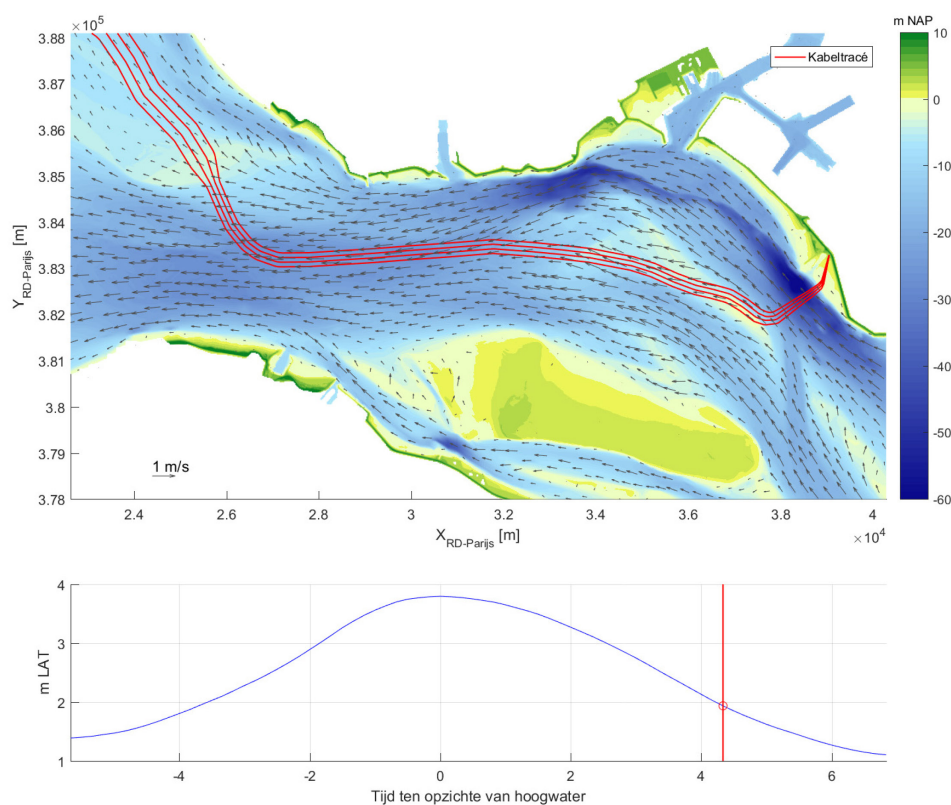
Figuur 42 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doottij, 2u20 na hoogwater



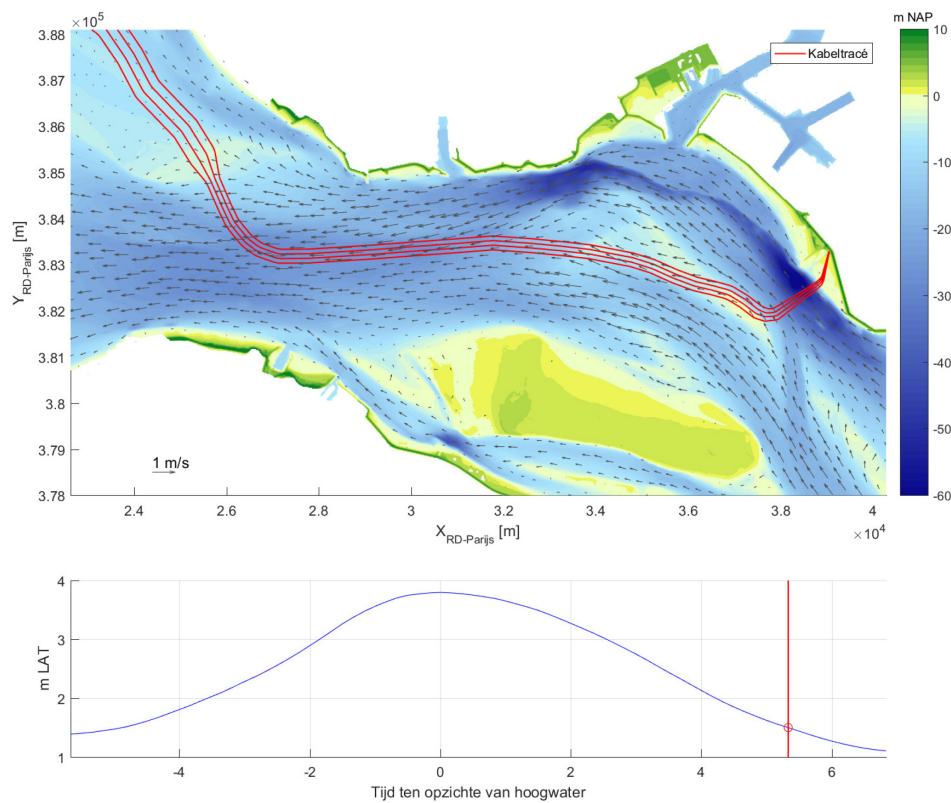
Figuur 43 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doottij, 3u20 na hoogwater



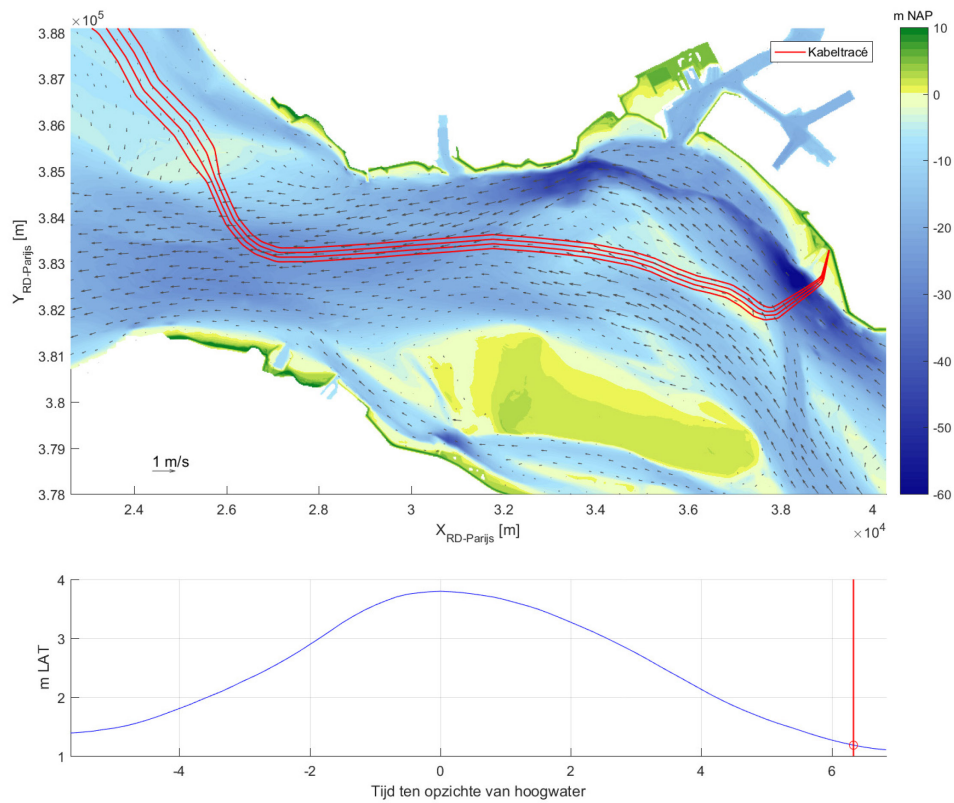
Figuur 44 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doottij, 4u20 na hoogwater



Figuur 45 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doottij, 5u20 na hoogwater



Figuur 46 – Snelheidsveld (dieptegemiddeld) en waterstand bij doottij, 6u20 na hoogwater



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