

2007

MOD 791/06

Deelrapport 1



WATERBOUWKUNDIG  
LABORATORIUM

FLANDERS HYDRAULICS  
RESEARCH

# WESTERSCHELDE DETERMINATIEONDERZOEK PLAATRANDESTORTINGEN



Vlaamse Overheid  
Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
Waterbouwkundig Laboratorium

MOD. 791/06

## DETERMINATIEONDERZOEK PLAATRANDESTORTINGEN

Deelrapport 1 - Historische morfologische analyse en analyse en  
interpretatie terreinmetingen

Januari 2008



Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Plancke, Y.; Ides S.; Peters J. J. (2008). Determinatieonderzoek plaatrandstoringen – Deelrapport 1. WL Rapporten, M791/06. Waterbouwkundig Laboratorium. Borgerhout, België

Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115

B-2140 Borgerhout (Antwerpen)

Tel. +32 (0)3 224 60 35

Fax +32 (0)3 224 60 36

E-mail: [waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be](mailto:waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be)

<http://www.watlab.be>

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

## Documentidentificatie

<b>Titel:</b>	M791/06 – Determinatieonderzoek plaatrandstortingen		
<b>Opdrachtgever:</b>	PROSES2010	<b>ID:</b>	WL2008R791-06_1rev2.0
<b>Keywords (3-5):</b>	Westerschelde, plaatrandstortingen, terreinmetingen		
<b>Tekst (p.):</b>	35	<b>Tabellen (p.):</b>	
<b>Bijlagen (p.):</b>		<b>Figuren (p.):</b>	164
<b>Type:</b>	<input type="checkbox"/> Concept		<input checked="" type="checkbox"/> Eindversie
<b>Verspreiding:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Opdrachtgever	<input type="checkbox"/> Publiek	<input type="checkbox"/> Vlaamse overheid
	<input type="checkbox"/> Enkel binnen het WL		
	<input type="checkbox"/> Vrijgegeven door opdrachtgever vanaf ...		

## Goedkeuring

Auteur ir. Yves Plancke	Projectleider ir. Yves Plancke	Afdelingshoofd Dr. F. Mostaert
----------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

## Revisies

Nr.	Datum	Omschrijving	Auteur	Projectleider	Revisor
1.0	10/01/2008	Concept	YPE	YPE	JJP
1.1	14/01/2008	Opmerkingen opdrachtgever			
2	14/01/2008	Eindrapport	YPE	YPE	JJP

## Abstract

Deze studie gaat in op de vraag de opdrachtgever een beter inzicht te geven in de hydrodynamische en morfologische condities rond de, in het milieueffectrapport van het project verruiming vaargeul voorgestelde, nieuwe stortlocaties voor de aanlegbaggerspecie langs plaatranden. Het betreft de locaties Rug van Baarland (2,55 Mm<sup>3</sup>) en Hooge Platen Noord (1,70 Mm<sup>3</sup>) en Hooge Platen West (1,45 Mm<sup>3</sup>). Aan de hand van een historische morfologische analyse, terreinmetingen en numerieke modellering wordt een antwoord gegeven op de vooropgestelde doelstellingen. Voor de Plaat van Walsoorden (2,00 Mm<sup>3</sup>) vonden reeds proefstortingen met bijbehorende opvolging plaats. Voor deze locatie wordt op basis van de beschikbare resultaten een stortadvies gegeven.

Dit eerste deelrapport omvat de historische morfologische analyse en de beschrijving, analyse en interpretatie van de uitgevoerde terreinmetingen (snelheidsmetingen en sedimenttransport metingen). Er wordt tevens een voorlopig advies gegeven voor de toe te passen stortstrategie op de diverse toekomstige stortlocaties langs plaatranden.



## VOORWOORD

Dit rapport vormt het eerste deel van het determinatieonderzoek plaatrandstortingen in het kader van het project verruiming vaargeul (Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium). Het omvat de resultaten van de historische morfologische analyse van de voorgestelde toekomstige stortlocaties langs plaatranden en de analyse en interpretatie van de beschikbare resultaten van de terreinmetingen die hiervoor werden uitgevoerd. In deze fase van het onderzoek werd een belangrijke bijdrage geleverd door prof. em. ir. Jean Jacques Peters.

Gelet op de strikte tijdsplanning, was er een grote flexibiliteit en dynamiek vereist bij de verschillende afdelingen die hebben meegewerkt, om deze eerste fase van het onderzoek op de korte termijn te kunnen hebben laten plaatsvinden. Daarvoor een woord van dank aan de bemanningen van de verschillende meetschepen die hebben meegewerkt (in alfabetische volgorde): MS Kaloo (RWS), MS Parel II, MS Scheldewacht II, MS Veremans en MS Zannekin (DAB Vloot). De geapprecieerde bijdrage van collega's van het Waterbouwkundig Laboratorium (onderzoeksceel Hydrometrie en Hydraulica) en de afdeling Maritieme Toegang maakten het mogelijk de metingen en de analyses tot een goed eind te brengen op deze korte termijn. Ten slotte een dankbetuiging aan de collega's van de Meetadviesdienst (RWS Zeeland) voor het uitvoeren van de OSM-metingen en het leveren van zeer nuttige informatie en gegevens.

# INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD.....	i
INHOUDSOPGAVE.....	ii
LIJST VAN DE FIGUREN.....	iv
LIJST VAN DE TABELLEN .....	x
LIJST VAN DE AFKORTINGEN.....	xi
1 Inleiding .....	1
2 Doel van de opdracht .....	3
3 Plan van aanpak.....	4
4 Plaatrandstortingen .....	5
4.1 Keuze van locaties voor plaatrandstortingen .....	5
4.2 Plaat van Walsoorden .....	6
4.3 Rug van Baarland .....	6
4.4 Hooge Platen Noord.....	6
4.5 Hooge Platen West .....	6
5 Beschrijving meettechnieken .....	7
5.1 Waterstand.....	7
5.2 Wind .....	7
5.3 Stroming.....	7
5.3.1 GPS-vlotters.....	7
5.3.2 OSM.....	9
5.3.3 Aanderaa RCM-9.....	9
5.4 Saliniteit.....	9
5.5 Sedimenttransport.....	9
5.6 Sedimentconcentratie .....	10
5.7 Bodemonsters .....	10
5.8 Granulometrische analyse .....	10
5.8.1 Ontzouten .....	10
5.8.2 Verbranden organisch materiaal.....	10
5.8.3 Korrelanalyse met behulp van Mastersizer 2000 .....	11
6 Beschrijving terreinmetingen Rug van Baarland.....	12
6.1 Getijcondities.....	12
6.2 Wind .....	12
6.3 GPS-vlotters.....	13
6.4 OSM .....	13



6.5	Sedimenttransport.....	13
7	Historische morfologische analyse Rug van Baarland.....	15
8	Analyse terreinmetingen Rug van Baarland .....	17
8.1	Stromingen.....	17
8.2	Sedimenttransport.....	18
8.3	Conclusies terreinmetingen.....	18
9	Voorlopig advies stortstrategie Rug van Baarland.....	20
10	Beschrijving terreinmetingen Hooge Platen .....	21
10.1	Getijcondities.....	21
10.2	Wind.....	21
10.3	GPS-vlotters.....	22
10.4	OSM.....	22
10.5	Sedimenttransport.....	22
11	Historische morfologische analyse Hooge Platen .....	24
12	Analyse terreinmetingen Hooge Platen Noord.....	26
12.1	Stromingen.....	26
12.2	Sedimenttransport.....	27
12.3	Conclusies terreinmetingen.....	27
13	Voorlopig advies stortstrategie Hooge Platen Noord .....	29
14	Analyse terreinmetingen Hooge Platen West.....	30
14.1	Stromingen.....	30
14.2	Sedimenttransport.....	31
14.3	Conclusies terreinmetingen.....	31
15	Voorlopig advies stortstrategie Hooge Platen West.....	33
16	Beoordelingskader.....	34
17	Referenties .....	35

## LIJST VAN DE FIGUREN

Figuur A1 - Overzicht Westerschelde

Figuur A2 - Historische morfologische ontwikkeling Westerschelde (1800 - 1997)

Figuur A3 - GPS-vlotter (detail kruisvormig paneel en GPS-toestel)

Figuur A4 - Delftse fles op frame (boven) en opgehangen Delftse fles (onder)

Figuur A5 - Van Veen grijper

Figuur B1 - Overzicht gebied Rug van Baarland

Figuur B2 - Detail "shaded view" Rug van Baarland

Figuur B3 - Getij te Terneuzen tijdens vlottermetingen

Figuur B3 - Getij te Hansweert tijdens vlottermetingen

Figuur B4 - Overzicht vlottermetingen op 25/09/2007

Figuur B4 - Wind te Hansweert op 25/09/2007

Figuur B5 - Resultaten vlottermetingen 25/09/2007 - VLOED

Figuur B6 - Resultaten vlottermetingen 25/09/2007 - EB

Figuur B7 - Overzicht vlottermetingen op 26/09/2007

Figuur B7 - Wind te Hansweert op 26/09/2007

Figuur B8 - Resultaten vlottermetingen 26/09/2007 - VLOED

Figuur B9 - Resultaten vlottermetingen 26/09/2007 - EB

Figuur B10 - Overzicht vlottermetingen op 27/09/2007

Figuur B10 - Wind te Hansweert op 27/09/2007

Figuur B11 - Resultaten vlottermetingen 27/09/2007 - VLOED

Figuur B12 - Resultaten vlottermetingen 27/09/2007 - EB

Figuur B13 - Overzicht vlottermetingen op 16/10/2007

Figuur B13 - Wind te Hansweert op 16/10/2007

Figuur B14 - Resultaten vlottermetingen 16/10/2007 - VLOED

Figuur B15 - Resultaten vlottermetingen 16/10/2007 - EB

Figuur B16 - Overzicht vlottermetingen op 17/10/2007

Figuur B16 - Wind te Hansweert op 17/10/2007

Figuur B17 - Resultaten vlottermetingen 17/10/2007 - VLOED

Figuur B18 - Resultaten vlottermetingen 17/10/2007 - EB

Figuur B19 - Overzicht vlottermetingen op 18/10/2007

Figuur B19 - Wind te Hansweert op 18/10/2007

Figuur B20 - Resultaten vlottermetingen 18/10/2007 - VLOED

Figuur B21 - Resultaten vlottermetingen 18/10/2007 - EB



- Figuur B22 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 6u DIEP
- Figuur B23 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 5u DIEP
- Figuur B24 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 4u DIEP
- Figuur B25 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 3u DIEP
- Figuur B26 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 2u DIEP
- Figuur B27 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 1u DIEP
- Figuur B28 - Overzicht snelheidsvectoren HW DIEP
- Figuur B29 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 1u DIEP
- Figuur B30 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 2u DIEP
- Figuur B31 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 3u DIEP
- Figuur B32 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 4u DIEP
- Figuur B33 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 5u DIEP
- Figuur B34 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 6u DIEP
- Figuur B35 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 6u ONDIEP
- Figuur B36 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 5u ONDIEP
- Figuur B37 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 4u ONDIEP
- Figuur B38 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 3u ONDIEP
- Figuur B39 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 2u ONDIEP
- Figuur B40 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 1u ONDIEP
- Figuur B41 - Overzicht snelheidsvectoren HW ONDIEP
- Figuur B42 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 1u ONDIEP
- Figuur B43 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 2u ONDIEP
- Figuur B44 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 3u ONDIEP
- Figuur B45 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 4u ONDIEP
- Figuur B46 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 5u ONDIEP
- Figuur B47 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 6u ONDIEP
- Figuur B48 - Overzicht ligging meetpunten Rug van Baarland
- Figuur B49 - Getij te Terneuzen en Hansweert tijdens OSM-metingen Week 1
- Figuur B49 - Wind te Hansweert tijdens OSM-metingen Week 1
- Figuur B50 - Getij te Terneuzen en Hansweert tijdens OSM-metingen Week 2
- Figuur B50 - Wind te Hansweert tijdens OSM-metingen Week 2
- Figuur B51 - Getij te Terneuzen en Hansweert tijdens OSM-metingen Week 3
- Figuur B51 - Wind te Hansweert tijdens OSM-metingen Week 3
- Figuur B52 - Getij te Terneuzen en Hansweert tijdens OSM-metingen Week 4
- Figuur B52 - Wind te Hansweert tijdens OSM-metingen Week 4
- Figuur B53 - Snelheid (OSM) nabij Rug van Baarland Week 1
- Figuur B54 - Snelheid (OSM) nabij Rug van Baarland Week 2
- Figuur B55 - Snelheid (OSM) nabij Rug van Baarland Week 3
- Figuur B56 - Snelheid (OSM) nabij Rug van Baarland Week 4

- Figuur B57 - Vergelijking snelheden springtij-doodtij Rug van Baarland
- Figuur B58 - Wind te Hansweert tijdens sedimenttransportmeting 10/10/2007
- Figuur B58 - Snelheid tijdens sedimenttransportmeting 10/10/2007
- Figuur B59 - Sedimenttransport nabij de bodem (DBF) 10/10/2007
- Figuur B60 - Korrelgrootte nabij de bodem (DBF) 10/10/2007
- Figuur B61 - Sedimenttransport in suspensie (DBH) 10/10/2007
- Figuur B62 - Korrelgrootte in suspensie (DBH) 10/10/2007
- Figuur B63 - Wind te Hansweert tijdens sedimenttransportmeting 11/10/2007
- Figuur B63 - Snelheid tijdens sedimenttransportmeting 11/10/2007
- Figuur B64 - Sedimenttransport nabij de bodem (DBF) 11/10/2007
- Figuur B65 - Korrelgrootte nabij de bodem (DBF) 11/10/2007
- Figuur B66 - Sedimenttransport in suspensie (DBH) 11/10/2007
- Figuur B67 - Korrelgrootte in suspensie (DBH) 11/10/2007
- Figuur B68 - Historische ontwikkeling van de eb-vloed-volumes in het Middelgat en het Gat van Ossensisse
- Figuur B69 - Historische ontwikkeling van de maximale eb- en vloeddebieten in het Middelgat en het Gat van Ossensisse
- Figuur B70 - Morfologische ontwikkeling Rug van Baarland (1600 - 1997)
- Figuur B71 - Morfologische ontwikkeling Rug van Baarland (1931 - 1970)
- Figuur B72 - Morfologische ontwikkeling Rug van Baarland (1970 - 1988)
- Figuur B73 - Morfologische ontwikkeling Rug van Baarland (1988 - 2005)
- Figuur B74 - Voorgestelde stortzone Rug van Baarland totaal (grijs) en fase 1 (wit)
- 
- Figuur C1 - Overzicht gebied Hooge Platen
- Figuur C2 - Detail "shaded view" Hooge Platen Noord
- Figuur C3 - Detail "shaded view" Hooge Platen West
- Figuur C4 - Getij te Breskens tijdens vlottermetingen
- Figuur C5 - Overzicht vlottermetingen op 23/10/2007
- Figuur C5 - Wind te Hoofdplaat op 23/10/2007
- Figuur C6 - Resultaten vlottermetingen 23/10/2007 - VLOED
- Figuur C7 - Resultaten vlottermetingen 23/10/2007 - EB
- Figuur C8 - Overzicht vlottermetingen op 24/10/2007
- Figuur C8 - Wind te Hoofdplaat op 24/10/2007
- Figuur C9 - Resultaten vlottermetingen 24/10/2007 - VLOED
- Figuur C10 - Resultaten vlottermetingen 24/10/2007 - EB
- Figuur C11 - Overzicht vlottermetingen op 25/10/2007
- Figuur C11 - Wind te Hoofdplaat op 25/10/2007
- Figuur C12 - Resultaten vlottermetingen 25/10/2007 - VLOED
- Figuur C13 - Resultaten vlottermetingen 25/10/2007 - EB

Figuur C14 - Overzicht vlottermetingen op 05/11/2007  
Figuur C14 - Wind te Hoofdplaat op 05/11/2007  
Figuur C15 - Resultaten vlottermetingen 05/11/2007 - VLOED  
Figuur C16 - Resultaten vlottermetingen 05/11/2007 - EB  
Figuur C17 - Overzicht vlottermetingen op 06/11/2007  
Figuur C17 - Wind te Hoofdplaat op 06/11/2007  
Figuur C18 - Resultaten vlottermetingen 06/11/2007 - VLOED  
Figuur C19 - Resultaten vlottermetingen 06/11/2007 - EB  
Figuur C20 - Overzicht vlottermetingen op 07/11/2007  
Figuur C20 - Wind te Hoofdplaat op 07/11/2007  
Figuur C21 - Resultaten vlottermetingen 07/11/2007 - VLOED  
Figuur C22 - Resultaten vlottermetingen 07/11/2007 - EB  
Figuur C23 - Overzicht vlottermetingen op 08/11/2007  
Figuur C23 - Wind te Hoofdplaat op 08/11/2007  
Figuur C24 - Resultaten vlottermetingen 08/11/2007 - VLOED  
Figuur C25 - Resultaten vlottermetingen 08/11/2007 - EB  
Figuur C26 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 6u DIEP  
Figuur C27 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 5u DIEP  
Figuur C28 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 4u DIEP  
Figuur C29 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 3u DIEP  
Figuur C30 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 2u DIEP  
Figuur C31 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 1u DIEP  
Figuur C32 - Overzicht snelheidsvectoren HW DIEP  
Figuur C33 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 1u DIEP  
Figuur C34 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 2u DIEP  
Figuur C35 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 3u DIEP  
Figuur C36 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 4u DIEP  
Figuur C37 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 5u DIEP  
Figuur C38 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 6u DIEP  
Figuur C39 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 6u ONDIEP  
Figuur C40 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 5u ONDIEP  
Figuur C41 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 4u ONDIEP  
Figuur C42 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 3u ONDIEP  
Figuur C43 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 2u ONDIEP  
Figuur C44 - Overzicht snelheidsvectoren HW - 1u ONDIEP  
Figuur C45 - Overzicht snelheidsvectoren HW ONDIEP  
Figuur C46 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 1u ONDIEP  
Figuur C47 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 2u ONDIEP  
Figuur C48 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 3u ONDIEP

Figuur C49 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 4u ONDIEP  
Figuur C50 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 5u ONDIEP  
Figuur C51 - Overzicht snelheidsvectoren HW + 6u ONDIEP  
Figuur C52 - Overzicht ligging meetpunten Hooge Platen  
Figuur C53 - Getij te Breskens tijdens OSM-metingen Week 1  
Figuur C53 - Wind te Hansweert tijdens OSM-metingen Week 1  
Figuur C54 - Getij te Breskens tijdens OSM-metingen Week 2  
Figuur C54 - Wind te Hansweert tijdens OSM-metingen Week 2  
Figuur C55 - Getij te Breskens tijdens OSM-metingen Week 3  
Figuur C55 - Wind te Hansweert tijdens OSM-metingen Week 3  
Figuur C56 - Getij te Breskens tijdens OSM-metingen Week 4  
Figuur C56 - Wind te Hansweert tijdens OSM-metingen Week 4  
Figuur C57 - Snelheid (OSM) nabij Hooge Platen Noord Week 1  
Figuur C58 - Snelheid (OSM) nabij Hooge Platen Noord Week 2  
Figuur C59 - Snelheid (OSM) nabij Hooge Platen Noord Week 3  
Figuur C60 - Snelheid (OSM) nabij Hooge Platen Noord Week 4  
Figuur C61 - Vergelijking snelheden springtij-doodtij Hooge Platen Noord  
Figuur C62 - Snelheid (OSM) nabij Hooge Platen West Week 1  
Figuur C63 - Snelheid (OSM) nabij Hooge Platen West Week 2  
Figuur C64 - Snelheid (OSM) nabij Hooge Platen West Week 3  
Figuur C65 - Snelheid (OSM) nabij Hooge Platen West Week 4  
Figuur C66 - Vergelijking snelheden springtij-doodtij Hooge Platen West  
Figuur C67 - Wind te Hoofdplaat tijdens sedimenttransportmeting 26/11/2007  
Figuur C67 - Snelheid tijdens sedimenttransportmeting 26/11/2007  
Figuur C68 - Sedimenttransport nabij de bodem (DBF) 26/11/2007  
Figuur C69 - Korrelgrootte nabij de bodem (DBF) 26/11/2007  
Figuur C70 - Sedimenttransport in suspensie (DBH) 26/11/2007  
Figuur C71 - Korrelgrootte in suspensie (DBH) 26/11/2007  
Figuur C72 - Wind te Hoofdplaat tijdens sedimenttransportmeting 27/11/2007  
Figuur C72 - Snelheid tijdens sedimenttransportmeting 27/11/2007  
Figuur C73 - Sedimenttransport nabij de bodem (DBF) 27/11/2007  
Figuur C74 - Korrelgrootte nabij de bodem (DBF) 27/11/2007  
Figuur C75 - Wind te Hoofdplaat tijdens sedimenttransportmeting 28/11/2007  
Figuur C75 - Snelheid tijdens sedimenttransportmeting 28/11/2007  
Figuur C76 - Sedimenttransport nabij de bodem (DBF) 28/11/2007  
Figuur C77 - Sedimenttransport in suspensie (DBH) 28/11/2007  
Figuur C78 - Wind te Hoofdplaat tijdens sedimenttransportmeting 29/11/2007  
Figuur C78 - Snelheid tijdens sedimenttransportmeting 29/11/2007  
Figuur C79 - Sedimenttransport nabij de bodem (DBF) 29/11/2007

Figuur C80 - Sedimenttransport in suspensie (DBH) 29/11/2007

Figuur C81 - Morfologische ontwikkeling Hooge Platen (1931 - 1970)

Figuur C82 - Morfologische ontwikkeling Hooge Platen (1970 - 1988)

Figuur C83 - Morfologische ontwikkeling Hooge Platen (1988 - 2005)

Figuur C84 - Voorgestelde stortzone Hooge Platen Noord totaal (grijs) en fase 1 (wit)

Figuur C85 - Voorgestelde stortzone Hooge Platen West totaal (grijs) en fase 1 (wit)

## LIJST VAN DE TABELLEN

Tabel 1: Overzicht getijcondities Rug van Baarland – meetstation Terneuzen .....	12
Tabel 2: Overzicht windcondities Rug van Baarland – meetstation Hansweert.....	12
Tabel 3: Overzicht getijcondities Hooge Platen – meetstation Breskens.....	21
Tabel 4: Overzicht windcondities Hooge Platen – meetstation Hoofdplaat .....	21



## LIJST VAN DE AFKORTINGEN

BF:	Beaufort
GCF:	getijcoëfficiënt
GLLWS:	gemiddeld laag laagwater spring
GPS:	global positioning system
HPN:	Hooge Platen noord
HPW:	Hooge Platen west
LW:	laagwater
HW:	hoogwater
OS2010:	ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium
OSM:	onderwater snelheidsmeter
PPT:	parts per thousand
RvB:	Rug van Baarland
RWS:	Rijkswaterstaat
$\Delta$ HLW:	getijverschil tussen hoogwater en volgende laagwater
$\Delta$ LHW:	getijverschil tussen laagwater en volgende hoogwater

# 1 INLEIDING

In de ontwikkelingsschets2010 Schelde-estuarium (OS2010) van 11 maart 2005 zijn door de Nederlandse en Vlaamse regering besluiten genomen die de aanleiding zijn voor de uitvoering van een groot aantal projecten in het Schelde-estuarium, die de veiligheid tegen overstromen, de toegankelijkheid van de Scheldehavens en de natuurlijkheid van het estuarium moet garanderen. De verruiming van de vaargeul is één van de onderdelen van de OS2010, bedoeld om de haven van Antwerpen toegankelijker te maken.

De verruiming bestaat uit volgende ingrepen:

- Het verdiepen van de vaargeul in de Schelde opdat de haven van Antwerpen toegankelijk wordt voor schepen met een diepgang tot 13,10 meter, onafhankelijk van het getij. Hiervoor moet worden gebaggerd op 14 ondiepe gedeelten: 11 zogenoemde 'drempels' en 3 plaatranden langs de vaargeul.
- Het verbreden van de vaargeul tot 370 meter. Dit gaat om de vaargeul vanaf de Europaterminal tot 500 meter stroomopwaarts van het Deurganckdok in Antwerpen, behalve bij de dam die daar ligt om de stroom te geleiden.
- Het aanleggen van een zwaaizone, tussen de Europaterminal en het Deurganckdok. In de zwaaizone kunnen de schepen wenden, zodat ze terug kunnen varen naar zee.

Om de vaargeul te verruimen, moet er worden gebaggerd. Daarbij komt baggerspecie vrij, in totaal ongeveer 14 miljoen kubieke meter. Die aanlegbaggerspecie moet op andere plekken in het Schelde-estuarium worden teruggestort. De vaargeul zal na de verruiming op diepte en breedte worden gehouden. Voor het onderhoud van de vaargeul moet jaarlijks tussen 10 en 15 miljoen kubieke meter baggerspecie worden gebaggerd.

In het milieueffectonderzoek [CAT, 2007] zijn verschillende projectalternatieven onderzocht voor het storten in het Schelde-estuarium. Voor de Beneden-Zeeschelde is één projectalternatief onderzocht. De aanlegbaggerspecie die vrijkomt in de Beneden-Zeeschelde, wordt gestort op diepe plekken in de vaargeul, op land en in de Schaar van Ouden Doel. De onderhoudsbaggerspecie na de verruiming op dezelfde plaatsen waar dat nu ook al gebeurt. Voor de Westerschelde werden 2 projectalternatieven weerhouden voor gedetailleerd onderzoek:

1. Projectalternatief Nevengeul - zoveel mogelijk storten in de nevengeulen. De aanlegbaggerspecie wordt bij dit alternatief alleen in de nevengeulen gestort. Van de onderhoudsbaggerspecie wordt de helft gestort in de hoofdgeul, de andere helft in de nevengeul.
2. Projectalternatief Plaatrand - zoveel mogelijk storten op de plaatranden. De aanlegbaggerspecie wordt alleen op plaatranden gestort. De onderhoudsbaggerspecie wordt voor een deel in de hoofdgeul gestort (42%), voor een deel in de nevengeul (38%) en voor een deel op plaatranden (20%).

In het milieueffectonderzoek werd onderzocht welk alternatief het beste zal zijn voor het milieu. Dit wordt het Meest Milieuvriendelijk Alternatief (afgekort MMA) genoemd. Het projectalternatief waarbij wordt gekozen voor storten op plaatranden, blijkt het meest milieuvriendelijk: het voedselgebied voor een aantal steltlopers wordt groter wanneer door storten de plaatranden aangroeien. Bovendien betekent het storten op de plaatranden dat er minder baggerspecie hoeft te worden gestort in de hoofdgeul. Dat is dus minder onderhoudswerk. Ook is het aantal plekken waar kan worden gestort, groter. Dat betekent dat de ruimte om in te spelen op de resultaten van de monitoring bij flexibel storten groter is.

De verruiming van de vaargeul is niet het enige project in het Schelde-estuarium. Om er zeker van te zijn dat de beschermde natuur in het estuarium niet in gevaar komt, moet er dus verder worden gekeken: wat zijn de opgetelde effecten van alle projecten die hier plaatsvinden? Die vraag wordt beantwoord in een Passende Beoordeling in het kader van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn. Er is bij het milieueffectrapport een passende beoordeling uitgevoerd. Daarin worden ook maatregelen

aangedragen om negatieve effecten te verminderen, te verzachten of te compenseren. Die maatregelen zijn meegenomen in het MMA.

Uit de passende beoordeling volgt dat in de Westerschelde geen significant negatieve effecten op de beschermde soorten en habitats worden vastgesteld. De Beneden-Zeeschelde verliest enkele hectaren slikken en schorren door erosie. Dit effect wordt ruimschoots gecompenseerd door een compensatievoorstel: het afgraven van het gebied tussen Fort Filip en Noordkasteel, gecombineerd met het creëren van slikken en schorren. Op termijn wordt de kwaliteit van het estuarium in de Beneden-Zeeschelde en Westerschelde beter door de realisatie van nieuwe natuur.

## 2 DOEL VAN DE OPDRACHT

De opdracht heeft als doelstelling de opdrachtgever een beter inzicht te geven in de hydrodynamische en morfologische condities rond de in het milieueffectrapport voorgestelde nieuwe stortlocaties voor de aanlegbaggerspecie langs plaatranden. Het betreft de locaties Rug van Baarland (2,55 Mm<sup>3</sup>) (figuur B1) en Hooge Platen Noord (1,70 Mm<sup>3</sup>) en Hooge Platen West (1,45 Mm<sup>3</sup>) (figuur C1). Voor de Plaat van Walsoorden (2,00 Mm<sup>3</sup>) werd in het verleden reeds voldoende informatie ingewonnen en ervaring opgedaan in het kader van het uitgevoerde haalbaarheidsonderzoek [*Flanders Hydraulics Research, 2003*], en de uitvoering en opvolging [*WLB, 2006; NIOO, 2006; NIOO, 2007*] van de stortproeven in 2004 en 2006.

Het uit te voeren onderzoek moet voldoende inzichten verwerven om tegemoet te komen aan het gestelde in het bestek.

*“het gedetailleerd vaststellen van de uitgangssituatie, de gewenste eindrichting van het stortvak en de randvoorwaarden die dit stelt aan de wijze en fasering van het storten, de te monitoren parameters en de grenswaarden voor ingrijpen met hieraan gekoppeld de wijze van ingrijpen”*

Met de kennis en intensieve monitoring uitgevoerd bij Walsoorden, is het mogelijk precieze en gedetailleerde operationele richtlijnen op te stellen bij de aanvang van de uitvoering van de verruiming in de Westerschelde voor plaatrandstortingen bij de bepaalde stortlocaties. De opdrachtnemer dient een voorstel te doen van initiële stortstrategie voor de stortlocaties langs de plaatranden en de effecten op hydrodynamica na storten van de volledige hoeveelheid die vrijkomt bij de aanleg (incl. Plaat van Walsoorden).

De antwoorden op bovenvermelde doelstellingen zijn vereist vanuit het milieueffectrapport en zullen noodzakelijk zijn bij de milieuvergunningsaanvraag voor het terugstorten van de aanleg- en onderhoudsbaggerspecie in de Westerschelde en de uitvoering ervan.

### **3 PLAN VAN AANPAK**

Op basis van de ervaring van het onderzoek naar de haalbaarheid van het storten van baggerspecie nabij de plaat van Walsoorden, is een aanpak gevolgd bestaande uit:

1. Historische analyse van de morfologische ontwikkelingen nabij de toekomstige stortlocaties
2. Uitvoeren van terreinmetingen
  - a. Stroompatroon metingen
  - b. Langdurige stromingsmetingen
  - c. Sedimenttransport metingen
3. Numerieke hydrodynamische modellering
4. Analyse van de terreinmetingen en simulatie om tot voorstel van praktijk-stortstrategie te komen
5. Opmaken detaildoelstellingen

## 4 PLAATRANDESTORTINGEN

In het kader van het onderzoek “milieueffectenrapport verruiming vaargeul” [CAT, 2007] werd door het consortium dat belast was met deze opdracht, een variant onderzocht waarbij baggerspecie gestort wordt langs plaatranden. Deze strategie werd gekozen op basis van de zeer gunstige resultaten die behaald zijn bij de Plaat van Walsoorden [WLB, 2006]. Op basis van de resultaten van een brainstorm met Vlaamse en Nederlandse deskundigen, werden een aantal locaties in de Westerschelde als mogelijke stortlocaties langs plaatranden weerhouden. Deze locaties werden door het consortium meegenomen voor het definiëren voor de variant “plaatrand”. Hierbij werden de effecten op macroschaal (niveau Westerschelde) onderzocht. Om invulling te kunnen geven aan de gestelde onderzoeksvragen, worden in dit rapport gebieden afgebakend die in aanmerking komen voor het storten van baggerspecie langs de weerhouden plaatranden. Deze gebieden werden gekozen op basis van een eerste onafhankelijke analyse van bestaande gegevens (voornamelijk kaarten) en expertise, zoals het geval was voor de initiële keuze van stortlocatie van Walsoorden (in 2001, bevestigd in 2003 na twee jaar studies). In het huidige onderzoek vormt de historische morfologische analyse, in combinatie met terreinmetingen en numerieke modellering ter hoogte van de toekomstige stortlocaties, het uitgangspunt.

Een gemeenschappelijke doelstelling van de verschillende stortlocaties nabij plaatranden is dat specie van baggerwerken er dient geborgen te worden. In dit onderzoek wordt daarnaast vooropgesteld dat de stortstrategie een maximale creatie van laagdynamisch ondiepwater- en intergetijdengebied moet beogen, maar ook dat de gewijzigde vorm van de platen zal bijdragen aan een gunstigere morfologische en ecologische toestand van het estuarium.

### 4.1 Keuze van locaties voor plaatrandstortingen

Criteria voor het kiezen van locaties voor de plaatrandstortingen zijn niet zo evident als zou kunnen blijken met een snelle analyse van de morfologie van de Westerschelde. Een simplistische, “statische” benadering bestaat er in arealen van ondiepe zones te zoeken waar bergingsmogelijkheid bestaat. Een “dynamische” benadering is te verkiezen, die rekening houdt met de morfodynamiek, zowel in het verleden als de huidige en de toekomstige. Daarom moeten de voorgestelde locaties besproken worden binnen de algemene veranderingen die de “Honte” zeearm, of de Westerschelde zoals dit gebied nu gekend is, onderging in de twee laatste eeuwen [PAET, 2001A].

Figuur A2 toont duidelijk de invloed van de vermindering aan beweeglijkheid van platen en geulen door een progressieve vernauwing van de zeearm, door het inpolderen en het afsnijden van zijarmen. Dit was verschillend tussen Vlissingen en Terneuzen van wat gebeurde tussen Terneuzen en Hansweert.

De veranderingen opgetreden in het mondingsgebied zeewaarts Vlissingen hebben zeker een niet onbelangrijke rol gespeeld in de dynamiek van het deel tussen Vlissingen en Terneuzen (en omgekeerd). Er is weliswaar een onmiskenbare invloed van de harde (of moeilijk erodeerbare) lagen, zoals klei, schelpzand, veen en andere, alsook van de harde begrenzing. Een analyse maken van een plaat is dus niet gemakkelijk in afwezigheid van voldoende informatie over deze “harde” controle punten en zones. De kaarten die we vandaag beschikbaar hebben, zijn te vaag en geven te weinig bruikbare informatie. Het is waarschijnlijk dat de ligging van de splitsing tussen geulen dikwijls te maken heeft met moeilijk erodeerbare zones in de bedding en in de oevers.

Naast de zeewaartse punt van de plaat van Walsoorden werden twee nieuwe mogelijke stortzones gekozen in het onderzoek ten behoeve van het milieueffectenrapport verruiming vaargeul: de Hooge Platen en de Rug van Baarland. Het blijkt dat alleen de zeewaartse punt van de Hooge Platen in zekere zin kan vergeleken worden met de situatie in Walsoorden, maar zeker niet de noordelijke rand van de Hooge Platen en ook niet de Rug van Baarland.

In de vroegere analyses [PAET, 2001A,B] werd duidelijk gesteld dat plaatrandstortingen alleen maar curatief zijn en een negatieve evolutie kunnen tegengaan, maar dat ook de oorzaak van deze evolutie zou moeten worden aangepakt. In deze zin is het nodig de andere stortingen, zoals in nevengeulen of hoofdgeulen, indien nodig, aan te passen, om tot een coherent stortbeleid te komen. In het kader van



de stortproeven nabij de plaat van Walsoorden werd aangetoond dat de traditionele stortingen in de Schaar van Waarde, verdeeld over de breedte van deze geul, een negatieve invloed hadden op de evolutie van de geulen en platen aldaar. Er werd toen besloten de stortingen in de Schaar van Waarde aan te passen en uit te voeren langs de noordzijde van de schaar. Het succes van de plaatrandstortingen aan de Rug van Baarland zal afhangen van de manier waarop de stortingen in de Everingen worden uitgevoerd.

Tijdens de analyse is gebleken dat andere locaties in aanmerking komen, wat aantoont dat de verdere toepassing van de methode “flexibel” zal moeten zijn. Alleen integratie en coördinatie van de verschillende stortingen kan het succes van de toekomstige flexibele stortstrategie verzekeren.

## **4.2 Plaat van Walsoorden**

De stortlocatie nabij de Plaat van Walsoorden is gelegen ter hoogte van de zeewaartse punt van de plaat. De stroming, tijdens de vloed, op deze locatie is quasi frontaal. De plaat heeft hier een belangrijke rol in de splitsing van de vloedstroming. In het verleden lag de punt ook al meer naar afwaarts. Er kan dus verwacht worden dat, indien de oorzaken van de ontwikkelingen die zich de afgelopen decennia hebben voorgedaan nog aanwezig zijn, een analoge evolutie zich kan voordoen. Uit de proeven is gebleken dat de aangebrachte specie morfologisch vrij stabiel is [WLB, 2006]. Op de langere termijn is een herhaling van de plaatsgevonden ontwikkelingen niet uit te sluiten. Bijkomend onderzoek naar de oorzaken van deze ontwikkelingen is noodzakelijk. De locaties voor het storten moeten aangepast worden, niet alleen in functie van de wijzigingen veroorzaakt door de stortingen, maar ook in functie van de verdere ontwikkelingen van geulen en platen, zoals goed merkbaar is aan de evolutie van het oostelijk deel van de Schaar van Valkenisse.

## **4.3 Rug van Baarland**

De keuze van deze locatie voor het uitvoeren van plaatrandstortingen is gebaseerd op de mogelijkheid om in de bestaande luwte langs de plaat, bijkomend laagdynamisch ondiepwater- en intergetijdengebied te creëren. Er bestaat in de huidige toestand een ruime zone met dieptes kleiner dan 7 m onder GLLWS tussen de Rug van Baarland en de geul van het Middelgat. Deze zone wordt daarnaast ook beschermd van de ebstromingen door een zandtong. De steilheid van het westelijk talud langs de Rug van Baarland is momenteel groot. Er wordt gehoopt dat de vloedsnelheden langs deze westelijke plaatoever zullen verminderen. In tegenstelling met Walsoorden wordt er geen rechtstreeks effect gehoopt op een vermindering van onderhoudsbaggerwerken op de nabijgelegen drempels. Elementen die de positieve effecten van stortingen op deze locatie kunnen beperken zijn verder te onderzoeken, zeker de invloed van stortingen in de Everingen.

## **4.4 Hooge Platen Noord**

Gelegen in een van de meest dynamische delen van de Westerschelde, is de keuze van deze zone gebaseerd op de aanwezigheid van de luwte (bij eb) gevormd achter een zandtong die de Schaar van de Spijkerplaat scheidt van de Hooge Platen. De dieptes liggen er tussen 0 en 8 tot 9 m onder GLLWS en stortingen kunnen die ophopen tot ongeveer 2 m onder GLLWS om laagdynamisch intergetijdengebied te vormen. Deze zone wordt weinig beïnvloed door andere stortingen. Het zal wel een invloed hebben op het gedrag van de Schaar van de Spijkerplaat.

## **4.5 Hooge Platen West**

Deze zone is morfologisch tamelijk stabiel, hoewel het in het verleden (figuur A2) sterk veranderde. De oorzaak van de morfologische evolutie sinds 1800 wordt besproken in eerdere rapporten [PAET, 2001A]. De voorgestelde stortzone ligt ten westen van de Hooge Platen, voor de plaatpunt. Deze heeft een vorm enigszins gelijkaardig aan die van Walsoorden, maar in tegenstelling met deze laatste scheidt het niet twee grote geulen. Een belangrijke vraag voor de toekomst is het belang van het Vaarwater langs de Hoofdplaat en Vaarwater langs de Paulinapolder. Wil men die behouden, dan moet er gezorgd worden dat weinig of geen sediment terecht komt in deze zijarm boven de natuurlijke transporten. Deze zouden moeten gemeten worden. Het beoogde effect moet een uitbreiding naar het westen van de plaatpunt zijn met minder sterke stromingen naar de plaat (dus afbuiging van de stromingen aan weerszijde van de plaatpunt). Hierdoor zou laagdynamisch ondiepwater- en intergetijdengebied gevormd kunnen worden

## 5 BESCHRIJVING MEETTECHNIEKEN

### 5.1 Waterstand

Voor de waterstand werd beroep gedaan op de databank van Hydro Meteo Centrum Zeeland, het meetnet van het Nederlandse Ministerie van Verkeer en Waterstaat. De metingen van de waterstandsmeter Breskens, Terneuzen en Hansweert (figuur A1) worden gebruikt in dit rapport.

### 5.2 Wind

Aangezien de wind een belangrijk effect kan hebben op de waterstand, de stromingen en op het snelheidsprofiel – en dus eveneens onrechtstreeks op het sedimenttransport – wordt deze parameter eveneens meegenomen in dit rapport. Net zoals voor de waterstand werd beroep gedaan op de databank van Hydro Meteo Centrum Zeeland. De gebruikte windgegevens (snelheid + richting) betreffen 10-minuut gemiddelde waarden op een hoogte van 10m boven het wateroppervlak, afkomstig van de windmeter te Hoofdplaat en Hansweert (figuur A1).

### 5.3 Stroming

Binnen deze studie werd gebruik gemaakt van verschillende technieken om de stroming op te meten. Om het ruimtelijk beeld op te meten werd gebruik gemaakt van GPS-vlotters. Om een temporeel beeld te verkrijgen werd gebruik gemaakt van OSM's. Tenslotte werd ook tijdens de sedimenttransport metingen de stroming gemeten met behulp van de Aanderaa RCM-9. De verschillende technieken worden hieronder in detail besproken.

#### 5.3.1 GPS-vlotters

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

#### **Vlotters**

De vlotters die gebruikt worden voor het opmeten van de stroompatronen bestaan uit volgende onderdelen (figuur A3):

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

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

De structuur waarop de stroming inwerkt, en zo de vlotter voortstuwt, zijn kruisvormige aluminium panelen. De afmetingen van dergelijk paneel zijn ca. 50 cm hoog en ca. 40 cm breed. Het paneel is

verbonden met de boei door middel van een touw. De diepte van het paneel, en zo ook de diepte waarop de stroming inwerkt, kan eenvoudig aangepast door de lengte van het touw aan te passen.

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

### **Global Positioning System (GPS)** (Bron: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

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

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

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

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

### **Metingen**

Bij het uitvoeren van vlottermetingen worden verschillende vlotters gebruikt die van op meetschepen in het water worden geplaatst en nadien ook door het meetschip uit het water worden opgevist.

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

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

## **Verwerking**

De opgeslagen posities dienen nadien uitgelezen en verwerkt te worden. Het uitlezen gebeurt met het programma Garmin MapSource. In de verwerking worden eerst de stroombanen uit de continue reeks van meetdata gefilterd. Dit gebeurt via een zelf ontwikkelde MATLAB-routine. Deze routine laat tevens toe figuren te maken van een aantal te selecteren stroombanen. Op deze manier worden de afzonderlijke stroombanen gecontroleerd op anomalieën. Dit gebeurt visueel, waarbij de belangrijkste fouten zich kunnen voordoen rond het begin en het einde van de stroombaan (begintijdstip te vroeg, eindtijdstip te laat). Met de MATLAB-routine worden ook de figuren gegenereerd voor het presenteren van de resultaten. De verschillende stroombanen worden per dag voor zowel eb als vloed weergegeven. De kleur van de stroombaan hangt samen met de diepte waarop de metingen is uitgevoerd.

Daarnaast kan met een tweede MATLAB-routine uit de stroombanen de snelheidsvectoren afgeleid worden. De stroomsnelheid en –richting wordt over een bepaald opeenvolgend aantal meetpunten gemiddeld (hier 180 seconden). Deze snelheidsvectoren worden opgedeeld per tijdsblok van één uur in het getij. In de gepresenteerde figuren zijn per locatie de metingen van de verschillende dagen meegenomen en werd onderscheid gemaakt tussen de ondiepe en diepe vlotter (alles groter dan 3m is “diep”, alles kleiner of gelijk aan 3m is “ondiep”).

### **5.3.2 OSM**

De OnderwaterSnelheidsMeter (OSM) meet op een mechanische manier de stroomsnelheid en stroomrichting, gebruik makende van een Valeport stroomsnelheidsmeter. Het meetprincipe van de stroomsnelheid is gebaseerd op het registreren van het aantal rotaties van een molen onder invloed van de stroming. Voor het meten van de stroomrichting wordt gebruikt gemaakt van een kompas.

### **5.3.3 Aanderaa RCM-9**

Het meetprincipe van de snelheid door de Aanderaa RCM-9 is gebaseerd op het Dopplereffect. De Aanderaa RCM-9 meet de snelheid in een punt (eigenlijk in een sfeer rondom het meettoestel). Om een snelheidsprofiel te meten moet met de Aanderaa RCM-9 op verschillende dieptes een meting worden uitgevoerd.

## **5.4 Saliniteit**

De Aanderaa RCM-9 meet naast de stroomsnelheid eveneens de temperatuur, de druk en de conductiviteit van het water, telkens in de directe omgeving van het meettoestel. De saliniteit van het water kan aan de hand van deze 3 parameters berekend worden met behulp van de formule van UNESCO [Unesco, 1983]. Wegens de beperkte afhankelijkheid van de druk, werd deze parameter niet meegenomen in de berekeningen.

De berekende saliniteit heeft de eenheid pss-78. Gezien deze niet courant gebruikt wordt en slechts in beperkte mate afwijkt van de gebruikelijke eenheid ppt – doch er is in de literatuur geen omzetting tussen beide eenheden voorhanden – worden de resultaten in ppt verondersteld. Door metingen uit te voeren op verschillende dieptes in de waterkolom, kan een saliniteitsprofiel verkregen worden.

## **5.5 Sedimenttransport**

Voor het meten van het sedimenttransport werd in dit onderzoek gebruik gemaakt van de Delftse fles. De Delftse fles is een toestel waarmee het sedimenttransport kan bemonsterd worden. Het bestaat uit een bronzen lichaam met vooraan een kleine inlaatopening en achteraan vier openingen waardoor het water uitstroomt. Twee verschillende inlaatdiameters zijn beschikbaar: 1.9 en 3.8 mm en stemmen overeen met respectievelijk 2 of 4 openingen aan de achterwand (2 ervan worden afgestopt bij gebruik van de kleine inlaat). Door de uitwendige vorm ontstaat een drukverschil tussen inlaat en uitlaatopeningen dat de ladingsverliezen binnen het toestel ongeveer evenaart voor alle stroomsnelheden. Binnen moet het water door een labyrint waarin de snelheid geleidelijk afneemt, zodat de sedimentdeeltjes groter dan 50 micron zich afzetten binnen het lichaam. De duur van de bemonstering kan worden aangepast aan de stroomsnelheid en sedimentconcentratie opdat het monster voldoende vaste stof zou bevatten. Het “gefilterd” volume water kan dus verschillende liters of zelfs tientallen liters bedragen. De fout die gemaakt wordt door de extra sedimentinvoer tijdens het

neer- en ophalen van de Delftse fles is in het algemeen verwaarloosbaar. Gewoonlijk is het sedimentmonster groot genoeg om de korrelverdeling te bepalen.

De Delftse fles werd ontworpen om gebruikt te worden tot heel dicht bij de bodem (nabij-bodemtransport; gewoonlijk 0.1 m van de bodem, maar het kan tot 0.05 m). Voor de metingen beneden 0.5 m van de bodem (om de 0.1 m) wordt het lichaam geplaatst op een structuur dat kan neergelaten worden op de bodem zelf ("frame" – figuur A4). Daarnaast kan de Delftse fles ook gebruikt worden voor het meten van suspensietransport. Hiervoor wordt ze opgehangen aan een kabel, terwijl een bijkomend gemonteerde staart zorgt voor de oriëntatie volgens de stroomrichting (figuur A3).

Daar de inlaatopening en de bemonsteringstijd gekend is, kan uit het gemeten volume sediment, mits een aanname voor de porositeit en de dichtheid van het sediment, het sedimenttransport berekend worden.

## **5.6 Sedimentconcentratie**

De tijdens de meetcampagnes gebruikte Aanderaa RCM-9 was eveneens uitgerust met een turbiditeitsensor. Deze sensor steunt op het principe van de verstrooiing van licht, een relatieve maat voor de lokale sedimentconcentratie (zowel slib als zand). Om de meting om te zetten naar sedimentconcentratie, is een ijking van de meetsensor vereist omdat de verschillende vaste stoffen volgens samenstelling en grootte een andere lichtverstrooiing geven.

Tijdens de meetcampagnes werden op regelmatige tijdstippen watermonsters genomen, waarvan de sedimentconcentratie achteraf in het laboratorium werd bepaald. Aan de hand hiervan kon de ijkingskromme worden opgesteld en de directe metingen omgezet in equivalente sedimentconcentraties. Combinatie van deze concentratie met de snelheid – eveneens gemeten met de Aanderaa RCM-9 – geeft het sedimenttransport.

## **5.7 Bodemmonsters**

Tijdens elke 13u meetcampagne werd eveneens een bodemmonster genomen. Deze monsters werden later aan een granulometrische analyse onderworpen. Om de bodemmonsters te nemen, werd een Van Veen grijper gebruikt (figuur A5). Dit toestel bestaat uit een grijper die zichzelf krachtig sluit eens hij in contact komt met de bodem. Bij deze bemonsteringsmethode bestaat het gevaar dat een deel van de fijne fractie wordt uitgespoeld tijdens de monsternamen [Waterbouwkundig Laboratorium, 2006].

## **5.8 Granulometrische analyse**

De sedimentmonsters bevatten naast het zuivere sediment nog een hoeveelheid (zout of brak) water en mogelijks ook organisch materiaal. Vooraleer over te gaan tot de korrelanalyse moet een voorbehandeling worden toegepast. Deze bestaat uit het verwijderen van de grotere deeltjes door zeven, het ontzouten van de monsters door toevoegen van zoetwater en het verbranden van het organisch materiaal. Omdat de monsters klein zijn en voornamelijk bestaan uit fijn zand wordt de lasertechniek toegepast, beperkt tot korrelgroottes beneden 2 mm.

### **5.8.1 Ontzouten**

Om te vermijden dat zoutkristallen zich vasthechten op de sedimentkorrels, dienen de sedimentmonsters eerst ontzout worden. De stalen, die eerst gezeefd worden (2000  $\mu\text{m}$ ) om de grotere deeltjes te verwijderen, worden verdund met gedestilleerd water. Door goed te roeren, lossen de zoutkristallen op in het water. Vervolgens geeft men de zandfractie de tijd om te bezinken, waarna het water – met de opgeloste zoutkristallen – wordt weggepompt. Door deze cyclus een aantal keer te herhalen, wordt de grootste fractie van de zoutkristallen verwijderd. Om na te gaan of het sedimentstaal voldoende ontzout is, wordt met behulp van zilvernitraat ( $\text{AgNO}_3$ ) een test uitgevoerd: zilver reageert immers met chloor waardoor het witte chloorargyriet ( $\text{AgCl}$ ) wordt gevormd. In afwezigheid van chloorionen treedt er geen reactie op en blijft het water kleurloos.

### **5.8.2 Verbranden organisch materiaal**

Verbranding gebeurt in een moffeloven: het ontzoute sedimentmonster wordt langzaam opgewarmd tot 550°C, en vervolgens wordt deze temperatuur gedurende 4 uur aangehouden om het organisch

materiaal te verbranden. Het residu bevat dan wel de assen van het organisch materiaal, doch dit is fijner dan 50µm en beïnvloedt de verdere bepaling van de korrelverdeling van de zandfractie bijgevolg niet.

### 5.8.3 Korrelanalyse met behulp van Mastersizer 2000

De korrelgrootte van de sedimentmonsters wordt, na de voorbehandeling, geanalyseerd met de Mastersizer 2000. Dit toestel maakt gebruik van de laserdiffractie methode en is begrensd tot korrelgroottes van 2000µm. Om een analyse te kunnen uitvoeren moet er voldoende diffractie van de op het monster uitgestuurde laserstraal optreden. De hoeveelheid licht die onder invloed van scattering wordt afgebogen, wordt uitgedrukt als de obscuratie. Omdat resultaten van de korrelanalyse betrouwbaar zouden zijn, werd vastgesteld dat een obscuratie tussen 10% en 20% wenselijk is. De ervaring leert dat het toestel toelaat om met zeer kleine sedimentmonsters (tot volumes van 1 cm<sup>3</sup>) te werken.

De analyse resulteert in een volledige korrelsamenstelling van het sedimentmonsters. Hieruit kunnen de verschillende karakteristieke diameters afgeleid worden. Voor deze studie is gebruik gemaakt van de d35, d50 en d65.



## 6 BESCHRIJVING TERREINMETINGEN RUG VAN BAARLAND

### 6.1 Getijcondities

De Rug van Baarland is gelegen tussen de waterstandstations Terneuzen en Hansweert. Het tijdsverschil tussen de hoogwaters van deze 2 stations bedraagt circa 35 minuten. Het verschil in waterstand is bij hoogwater van grootteorde 15 cm. De waterstanden tijdens de vlottermetingen zijn opgenomen in figuur B3. Voor de presentatie van de resultaten is als tijdstip van hoogwater ter hoogte van de Rug van Baarland het gemiddelde genomen van deze stations. De waterstanden die gepresenteerd worden op de figuren zijn deze van station Terneuzen. Hieronder zijn de waarden van het station Terneuzen opgenomen.

Tabel 1: Overzicht getijcondities Rug van Baarland – meetstation Terneuzen

	LW [cm NAP]	HW [cm NAP]	LW [cm NAP]	$\Delta$ LHW [cm]	$\Delta$ HLW [cm]	GCF
25/09/2007	-149	+250	-188	399	438	1.00
26/09/2007	-158	+293	-205	451	498	1.13
27/09/2007	-191	+280	-242	471	522	1.18

	LW [cm NAP]	HW [cm NAP]	LW [cm NAP]	$\Delta$ LHW [cm]	$\Delta$ HLW [cm]	GCF
10/10/2007	-175	+240	-225	415	465	1.05
11/10/2007	-206	+233	-209	439	442	1.05

	HW [cm NAP]	LW [cm NAP]	HW [cm NAP]	$\Delta$ HLW [cm]	$\Delta$ LHW [cm]	GCF
16/10/2007	+226	-162	+237	388	399	0.94
17/10/2007	+240	-139	+238	379	377	0.90
18/10/2007	+217	-146	+196	363	342	0.84

### 6.2 Wind

De Rug van Baarland is gelegen nabij het windstation Hansweert. De windgegevens tijdens de vlottermetingen en sedimenttransport metingen zijn opgenomen in de figuren B4, B7, B10, B13, B16, B19, B58 en B 63.

Tabel 2: Overzicht windcondities Rug van Baarland – meetstation Hansweert

	Windsnelheid	Windrichting
25/09/2007	6 BF tot 12u afnemend naar 3 BF	ZW veranderend naar W

26/09/2007	2 à 3 BF, rond 15u toenemend naar 4 BF	N
27/09/2007	3 BF toenemend naar 4BF	NNO
10/10/2007	2 BF toenemend naar 3 BF	NO veranderend naar N
11/10/2007	1 BF toenemend naar 2 à 3 BF	ZZW veranderend naar NW rond HW, veranderend naar WZW
16/10/2007	4 BF, toenemend naar 5 BF rond 12u, daarna afnemend naar 3 BF	Z
17/10/2007	4 à 5 BF	ZZW veranderend naar NNW
18/10/2007	3 BF toenemend naar 4 à 5 BF om 14u, daarna afnemend naar 3 BF	NNW

### 6.3 GPS-vlotters

De vlottermetingen werden uitgevoerd door de meetschepen MS Parel II en MS Veremans van 25 tot en met 27 september 2007 en van 16 tot en met 18 oktober 2007. Hierbij werden telkens 4 of 5 vlotters per schip gebruikt.

Op de figuren B4, B7, B10, B13, B16 en B19 is een overzicht gegeven van de periodes wanneer metingen werden uitgevoerd. Hierop is aangegeven welke vlotter (aan de hand van bijbehorend GPS-toestel) wanneer heeft gemeten, alsook op welke diepte (volgens kleur) deze vlotter heeft gemeten.

De resultaten van de metingen zijn weergegeven in figuur B5 tot B47. Enerzijds wordt per meetdag een beeld gegeven van de vlotterbanen, opgesplitst in eb en vloed, anderzijds wordt een beeld gegeven van de snelheidsvectoren, opgedeeld in diep en ondiep (met 3m als grens tussen diep en ondiep), per fase van het getij. Hierbij werd het getij opgedeeld in perioden van één uur. Ter illustratie: de figuur van HW geeft de uit de metingen afgeleide snelheidsvectoren weer voor de periode HW – 0,5u tot HW + 0,5u.

### 6.4 OSM

Van 29 oktober tot en met 22 november 2007 werd door de Meetadviesdienst (RWS Zeeland) op één locatie nabij de Rug van Baarland continu (1 waarde per 10 minuten) de stroomsnelheid en stroomrichting gemeten. Deze meting vond plaats op locatie MP1 (figuur B48) met behulp van een onderwater snelheidsmeter (OSM) en gebeurde op een vaste verticale positie gelegen 3,3 m boven de bodem. De resultaten zijn terug te vinden op figuren B49 tot B56.

### 6.5 Sedimenttransport

De sedimenttransport metingen werden uitgevoerd vanop het meetschip MS Veremans gedurende een volledige getijcyclus (13u). Het nabij-bodem-transport werd gemeten met de Delftse fles op frame. Bij de meetcampagnes werd voornamelijk gemeten op 10cm en 30cm. Het suspensie transport werd gemeten met de opgehangen Delftse fles. Bij de meetcampagnes werd hoofdzakelijk gemeten op 80% van de waterkolom, gerefereerd ten opzichte van het wateroppervlak. Enkele metingen werden uitgevoerd op 20%, 40% en 60% van de waterkolom.

Aan de draagstructuur van de Delftse fles op frame werd een Ott snelheidsmeter bevestigd om de stroomsnelheid nabij de bodem (30 cm) te kunnen meten. Daarnaast werd met behulp van het meettoestel Aanderaa RCM-9 elke 15 minuten een verticaal profiel opgemeten van de snelheid (grootte en richting), conductiviteit, temperatuur en turbiditeit.

Op 10 en 11 oktober 2007 werden 2 locaties, respectievelijk MP1 en MP2 (figuur B48), bemeten in het toekomstige stortgebied Rug van Baarland. Deze locaties werden gekozen op basis van de historische morfologische evoluties in combinatie met de beschikbare resultaten van de terreinmetingen. Hierbij wordt uitgegaan dat de sedimenttransportpaden weinig afwijken van de stroombanen. De bemeten locaties zijn gekozen om een zo goed mogelijk beeld te verkrijgen van de

lokale morfologische dynamiek. De eerste locatie werd gekozen in het verlengde van de zandtong, ter hoogte van de ingang van kleine vloedschaar. De tweede locatie werd gekozen in de kleine vloedschaar, dicht tegen de plaat aan.

De sedimentstalen gemeten met de Delftse flessen werden nadien in het laboratorium ontleed op korrelsamenstelling.

De resultaten van deze metingen, zowel de stromingen (Aanderaa en Ott), de sedimenttransporten als de korrelgroottes, zijn terug te vinden in figuur B58 tot B67.

## 7 HISTORISCHE MORFOLOGISCHE ANALYSE RUG VAN BAARLAND

Het deel van de Westerschelde gelegen tussen Terneuzen en Hansweert is de meest complexe omwille van de bruuske richtingverandering van de Westerschelde, zowel aan zee kant als aan rivierkant. Zoals blijkt uit figuur A2 staat de geul Everingen haaks op de geul Middelgat; dat was zo sinds vele eeuwen. In 1800 waren de geulen minder diep en de platen minder groot. Waarschijnlijk zijn de platen gegroeid door afzetting van de sedimenten geërodeerd uit de geulen, fenomeen gestuurd door een verdere indringing van de getijden. Het is dan ook waarschijnlijk dat in het verleden minder moeilijk erodeerbare bodemlagen blootgesteld waren aan de stromingen.

Sinds de jaren dertig zijn er belangrijke veranderingen opgetreden in het plaat- en geulstelsel tussen Terneuzen en Hansweert. Ze werden voornamelijk veroorzaakt door een wijziging in de op- en afwaarts gelegen gebieden. De opvallendste evolutie was wel de doorsteek van het Gat van Ossensisse door de Platen van Ossensisse, met vorming van de Overloop van Hansweert en, op het einde van de jaren zestig, het verplaatsen van de vaarweg van het Middelgat naar het Gat van Ossensisse. Deze evolutie werd beïnvloed door de natuurlijke morfodynamiek (o.a. het uitbochten van de geulen), anderzijds door het scherper worden van de Bocht van Hansweert, voornamelijk omwille van de ontwikkelingen in het Zuidergat, en waarschijnlijk ook de stormvloed in 1953. Er zal altijd een discussie mogelijk zijn over de oorzaak-gevolg-relatie in deze evolutie: was de oorzaak een veranderde verhouding in waterdebiet tussen geulen, of in sediment doorstroming, of was de gewijzigde verdeling in debiet tussen geulen het gevolg van een veranderende morfologie.

De gegevens over de verdeling van het watervolumes bij eb en bij vloed tussen het Middelgat en het Gat van Ossensisse tonen een trend die sinds 1932 in dezelfde richting verder gaat: stijging in het Gat van Ossensisse en daling in het Middelgat (figuur B68). Rekening houdend met de onzekerheden op de debietmetingen mag men stellen dat de veranderingen progressief zijn, buiten in enkele korte periodes. Zo is er een sterkere stijging van het ebvolume in het Gat van Ossensisse tussen 1968 en 1972, maar zonder een overeenstemmende evolutie van de vloedvolumes in dezelfde periode. Deze vloedvolumes stegen reeds sneller sinds midden de jaren vijftig, wat consistent is met de natuurlijke doorbraak van de Overloop van Hansweert (figuur B70). De verhouding tussen de ebvolumes tussen geulen is verder sterker veranderd vanaf midden de jaren negentig, toen het landwaarts deel van het Middelgat op natuurlijke wijze en door stortingen verder verzande. Men had kunnen verwachten dat de Geul van de Molenplaat zou verbreden, maar dit gebeurde niet waarschijnlijk omwille van een moeilijk erodeerbare ondergrond.

Figuur B69 geeft de evolutie van het maximum debiet tijdens de eb of tijdens de vloed in het Middelgat en in het Gat van Ossensisse. Men merkt dat het maximum ebdebiet en maximum vloeddebiet in het Gat van Ossensisse zijn beginnen stijgen op het einde van de jaren vijftig, maar dat ze nadien geen zeer duidelijke trend vertonen. De situatie is verschillend voor het Middelgat, waar het maximum ebdebiet sinds het einde van de jaren vijftig slechts een lichte dalende trend vertoont, terwijl het maximum vloeddebiet een duidelijke dalende trend heeft.

Voor het sedimenttransport, en zeker voor de bodemerosie, is niet alleen het debiet van belang, maar ook de concentratie van de stromingen in de geulen, informatie die niet beschikbaar is.

Belangrijk voor de analyse van de gegevens is ook de manier waarop geulen in verbinding staan. De knik zichtbaar in figuur B68 kan mogelijk worden uitgelegd door de morfologische veranderingen in het gebied tussen deze geulen en de Everingen of Pas van Terneuzen (figuur B70). Tot midden de jaren tachtig was er nog een rechtstreekse verbinding van het Middelgat met de Pas van Terneuzen; dit vormde de ebgeul. Vanaf dan hadden de stortingen in de Everingen waarschijnlijk een invloed op de knoop tussen de vier geulen. Deze stortingen begonnen in het westelijk deel van de Everingen met de eerste verdieping (vanaf 1973). Bij de tweede verdieping Vanaf (1997-1998) waren er ook belangrijke stortingen in het oostelijk deel van de Everingen. De morfodynamiek van de zone waar het Middelgat samenkomt met de Everingen is ingewikkeld op natuurlijke wijze, omwille van de bruuske verandering in oriëntatie van de geulen, maar ook door de invloed van de stortingen.

In figuur B70 worden de geulen en platen weergegeven tussen Terneuzen en Walsoorden voor de jaren 1636, 1800, 1865, 1938, 1972 en 1997, dus met grote tussentijden. Het toont hoe ingewikkeld overgang van Everingen naar zowel Middelgat als Gat van Ossenissee wel is, met verschillende takken die zowel vloed als eb-gedomineerd kunnen zijn. In 1800 was er alleen maar het Middelgat als belangrijke geul tussen Terneuzen en Hansweert, terwijl er naast het systeem Everingen/Middelgat, geleidelijk de Pas van Terneuzen via het Gat van Ossenissee verder ontwikkelde als tweede belangrijke tak. Dit is goed zichtbaar vanaf 1865. Hierop volgde de doorbraak van het Gat van Ossenissee doorheen de Platen van Ossenissee en ontstond de Overloop van Hansweert. De evolutie gebeurde geleidelijk en vanaf de jaren zeventig werd het Middelgat – vroeger de hoofdgeul – minder belangrijk. De figuur met vergelijking van de Westerschelde in 1800 en 1998 (figuur A2) geeft duidelijk weer welke rol de verandering in geulpatroon heeft gehad op het platenstelsel rond Ossenissee. De toename van zowel vloed- als eb door de Overloop van Hansweert had als gevolg dat deze geul natuurlijk verruimde, met hierdoor een toename van de steilheid aan de oostzijde van de Molenplaat en van de Rug van Baarland. Men kan moeilijk spreken van typische eb- of vloed-gedomineerde geulen rondom deze platen. Deze vormen in feite een groot geheel met daardoor één kleinere geul, de Geul van de Molenplaat

Figuur B71 tot B73 toont de veranderingen opgetreden ter hoogte van de bestudeerde stortzone Rug van Baarland over een periode van 75 jaar sinds 1931. Men ziet het hoe de Rug van Baarland groeit tot in 1970, vooral in hoogte. Nadien verzandt de drempel aan de zuidkant van het Middelgat en ontstaat er een complex platensysteem tussen de Everingen en het Middelgat. De westelijke rand van de Rug van Baarland die van de jaren dertig tot de jaren vijftig de rand van de geul volgde in het Middelgat (in ZZW richting), draait geleidelijk aan in zuidelijke richting. De reden van deze verandering zou verder moeten onderzocht worden, maar houdt waarschijnlijk verband met de afname van de ebwerking van de Middelgat geul en de druk van de vloedstromingen uit de Everingen op het platenstelsel tussen Middelgat en Everingen. Een andere factor kan echter ook de invloed zijn van oeververdedigingen tussen Terneuzen en Ossenissee. Men ziet de vorming van een zandtong gevormd door de stroming die uit de Geul van de Molenplaat komt. Deze zandtong ontstond omstreeks de jaren tachtig en breidde zich uit tot midden de jaren negentig, maar is sindsdien in omvang verminderd. Dit kan te wijten zijn aan enerzijds minder sedimentaanvoer van uit het Middelgat, anderzijds aan een groter vloedeffect vanuit de Everingen.

Data over verdeling van stroomsnelheden en stroombanen tussen het Middelgat, de Geul van de Molenplaat en de Overloop van Hansweert/Gat van Ossenissee had hier interessante informatie kunnen leveren. Vanaf begin de jaren tachtig ontstaat een lager gebied in het zuidelijk deel van de Rug van Baarland. Dit ligt in de luwte van de ebstromingen achter de voornoemde zandtong. De vlottermetingen hebben aangetoond dat bij de vloed grote snelheden optreden aan de westkant van de Rug van Baarland, waar de plaatrand trouwens tamelijk steil is. De verzanding van het Middelgat tussen Hansweert en Hoedekenskerke (waar de Geul van de Molenplaat bijeenkomt met het Middelgat) houdt verband met de groter wordende invloed van de Geul van de Molenplaat, onder andere door de vorming van de zandtong.

## 8 ANALYSE TERREINMETINGEN RUG VAN BAARLAND

### 8.1 Stromingen

Uit de langdurige OSM-metingen komt naar voor dat de richting van de stroming, zowel tijdens de eb als tijdens de vloed, slechts minimaal varieert over de springtij-doodtij-cyclus. De snelheidsgrootte daarentegen vertoont wel een grote variatie. Op figuur B57 is het verloop weergegeven voor zowel een springtij (30 oktober) als een doottij (17 november). Tijdens de ebfase is er een lichte verhoging (ca. 15 cm/s) van de snelheden. Tijdens de vloedfase is het verloop gedurende de eerste 3 uur quasi gelijkaardig, doch omstreeks HW – 2u treedt er tijdens het springtij een piek (ca. 110 cm/s) op, terwijl tijdens het doottij de snelheid niet toeneemt (ca. 60 cm/s). Uit de metingen volgt ook dat de meteorologische condities een zeer beperkte invloed hebben de stroming.

In tegenstelling tot de OSM-metingen, werd bij de vlottermetingen wel een effect van de meteorologische condities vastgesteld. Het betreft dan een invloed van de wind op het vlottende lichaam. Metname tijdens de tweede meetcampagne (16 – 18 oktober) was de wind sterk. De wind kwam vanuit zuidelijke (16 en 17 oktober) en noordelijke (18 oktober) richting wat parallel is met de stroomrichting. Hierdoor speelt het effect eerder in op de snelheidsgrootte, dan op de snelheidsrichting.

Uit de vlottermetingen is af te leiden dat de richting van de stroming, zowel tijdens de eb- als de vloedfase grotendeels parallel verloopt aan de dieptelijnen. De zandtong vertolkt een belangrijke rol in de stroompatronen: tijdens de ebfase geleidt deze zandtong de stroming in het Middeldgat; tijdens de vloedfase splitst deze zandtong de stroming tussen het Middeldgat en de vloedschaar (duidelijk te zien op ondiep HW – 2u – figuur B39). Daarnaast stroomt er vanaf het moment wanneer een bepaalde waterstand is bereikt (stemt overeen met ongeveer HW – 1,5u), een deel van het water over de plaat. Het was onmogelijk om deze stromingen over de plaat met behulp van de vlotters in kaart te brengen doordat de hoogte van de vlotters groter is dan de waterdiepte boven de plaat. De vlotters liepen hier tijdens de metingen vast tegen de plaat.

De snelheidsgroottes, afgeleid uit de vlottermetingen, vertonen het typisch patroon dat ook elders in de Westerschelde teruggevonden wordt. Vanaf de kentering laagwater (ca. HW – 5,5u) treedt gedurende ongeveer 4 uren een eerder beperkte vloedstroming op (ca. 50 cm/s voor zowel de diepe als de ondiepe vlotters). Deze stroomsnelheden treden op in zowel het Middeldgat als in de vloedschaar. Er is slechts een lichte afname naarmate men dichterbij de plaat komt. Omstreeks HW – 2u is er een duidelijke splitsing van de vloedstroming te zien veroorzaakt door de zandtong. Ten zuiden van de zandtong is de snelheidsverdeling vrij uniform over de volledige breedte (Middeldgat en vloedschaar). Ter hoogte van zandtong treedt een stroomversnelling (80 cm/s) op in de vloedschaar: een deel van het water uit de vloedschaar wordt tussen de zandtong en de plaat geforceerd, om uiteindelijk terug in het Middeldgat uit te komen ter hoogte van de aansluiting van de zandtong aan de plaat.

Omstreeks HW – 1,5u treedt een toename van de snelheden op tot ca. 100 cm/s voor de bovenste waterlaag (ondiepe vlotters). Deze pieksnelheid wordt ongeveer gedurende 1 uur aangehouden. Nadien neemt de snelheid af om ca. 45 minuten na hoogwater de kentering te hebben.

Dit verloop van de snelheden tijdens de vloedfase wordt ook teruggevonden in de stromingsmetingen (Aanderaa en Ott) die gebeurden tijdens de sedimenttransport metingen (figuur B58 en B63).

Na de kentering hoogwater treedt gedurende het eerste uur van de ebfase (tot HW + 2u) een vrij sterke stroming op (ca. 100 cm/s), die voornamelijk geconcentreerd is in het Middeldgat, terwijl de ebstromingen in de vloedschaar ca. 70 cm/s bedragen. Wanneer de waterstand gedaald is beneden de hoogte van plaat (omstreeks HW + 3u), komt de vloedschaar in de schaduwzone te liggen van de plaat en de zandtong. Hierdoor is er een ruimtelijke variatie in de snelheden (zowel diep als ondiep): in de vloedschaar ontstaat een stroomluwe zone (ca. 50 cm/s), terwijl de stroming in het Middeldgat geconcentreerd wordt (100 cm/s). De luwe zone strekt zich uit van de aansluiting van de zandtong



aan de plaat in het noorden tot de kleine plaat, ten zuiden van de Rug van Baarland, in het zuiden. Ze wordt begrensd door de plaat in het oosten en het verlengde van de zandtong in het westen. Deze ruimtelijke variatie blijft aangehouden tot de kentering laagwater.

De sedimenttransport metingen gebeurden in de vloodschaar en op de overgang van de vloodschaar naar het Middeldgat. Het verloop van de snelheden (gemeten met Aanderaa en Ott) tijdens de ebfase stemt dan ook overeen met het verloop in de vloodschaar gevonden uit de vlottermetingen.

### **8.2 Sedimenttransport**

De sedimenttransport metingen bevestigen de verwachtingen die aan de hand van de vlottermetingen konden worden gemaakt. De eerste en de tweede meetlocatie worden gekenmerkt door een quasi identiek verloop van het sedimenttransport. Tijdens het grootste deel van de vloed (van kentering LW tot HW – 2u) wordt er quasi geen sediment getransporteerd. Vervolgens neemt het transport snel toe om omstreeks HW – 1u een piek te bereiken (ca. 225 à 250 g/m<sup>2</sup>/s voor het nabij-bodem-transport, ca. 60, resp. 100 g/m<sup>2</sup>/s voor het suspensie transport op locatie MP1 en MP2). Vervolgens valt het sedimenttransport terug naar quasi 0 rond hoogwater.

Tijdens de vloed wordt parallel aan het sedimenttransport een analoog verloop in de samenstelling van het getransporteerde sediment teruggevonden. Tijdens het grootste deel van de vloed (kentering LW tot HW – 2u) wordt er enkel zeer fijn sediment met d<sub>50</sub> ca. 50 à 75 µm nabij de bodem en ca. 50 µm op 80% van de waterkolom, getransporteerd. Tijdens het piektransport bij de vloed neemt de korrelgrootte toe tot ca. 150 à 175 µm voor het nabij-bodem-transport, en ca. 120 à 140 µm voor het suspensietransport.

Het eerste uur na de kentering hoogwater is het transport quasi 0. Vervolgens neemt het transport toe met een piek (ca. 75 g/m<sup>2</sup>/s voor het nabij-bodem-transport) rond HW + 3u voor het nabij-bodem-transport. Voor het nabij-bodem-transport blijft gedurende het verdere verloop van de ebfase het sedimenttransport gering (ca. 30 g/m<sup>2</sup>/s).

Voor het suspensietransport is het verloop grilliger. Voor beide locaties zijn 2 toenames vast te stellen tijdens de ebfase: voor de eerste locatie neemt het transport toe van HW + 2u naar HW + 4u om een beperkte piek (ca. 60 g/m<sup>2</sup>/s) te bereiken, en terug af te nemen, om op HW + 6u een kleine opstoot (tot 30 g/m<sup>2</sup>/s) te hebben. Voor de tweede locatie zijn er 2 kleine pieken (ca. 40 g/m<sup>2</sup>/s) op respectievelijk HW + 2u en HW + 4u.

Variaties in korrelgrootte van zowel nabij-bodem als suspensietransport moeten ook gerelateerd worden aan de ruimtelijke variatie in samenstelling van de bodem. Hierin is ook het patroon van bodemvormen (“ribbels” en “duinen”) een belangrijk aspect. De korrelgrootte van het getransporteerde sediment wordt gemeten op een plek bepaald door de erosie van “stroomopwaarts” gelegen bodems.

De korrelgrootte tijdens de ebfase stemt minder overeen met het transport dat dan plaatsvindt. Voor het nabij-bodem-transport wordt gedurende de eerste 3 uren van de eb zeer fijn sediment getransporteerd (60 à 80 µm). Nadien neemt die toe tot ca. 100 µm om terug af te nemen naar kentering laagwater. Voor de eerste meetlocatie is het sediment op het moment van piektransport (HW + 3u) minder fijn (ca. 175 µm). Dit wordt voor de tweede meetlocatie niet teruggevonden.

Voor het suspensietransport varieert de korrelgrootte gedurende de ebfase voor beide locaties tussen 75 µm en 125 µm.

### **8.3 Conclusies terreinmetingen**

Uit de stroommetingen is af te leiden dat een uitgebreid gebied gekenmerkt wordt door beperkte stroomsnelheden tijdens de ebfase, en dit over de volledige springtij-doodtij-cyclus. Deze luwe zone strekt zich uit van de aansluiting van de zandtong aan de plaat in het noorden tot de kleine plaat ten zuiden van de Rug van Baarland in het zuiden. Ze wordt begrensd door de plaat in het oosten en het verlengde van de zandtong in het westen. (figuur B74) Tijdens de vloed is de stroming tamelijk uniform verdeeld over het Middeldgat en de kleine vloodschaar achter de zandtong. Omstreeks HW – 2u is er een duidelijke invloed van de zandtong waar te nemen waarbij de stroming gesplitst wordt en het deel gelegen tussen de zandtong en de plaat tijdelijk (< 60 minuten) versnelt ten opzicht van het Middeldgat. Tijdens springtij neemt de snelheid op dat moment van het getij sterk toe, terwijl dit bij doodtij niet het geval is. Dit heeft te maken met de hoogteligging van de zandtong en van het geultje dat het scheidt van de plaat.

De sedimenttransport metingen werden uitgevoerd tijdens springtijcondities op 2 punten die binnen dit gebied vallen. Deze metingen tonen aan dat ook het sedimenttransport een analoog verloop vertoont: een piek tijdens de vloedfase, een beperkt transport tijdens de ebfase. Het sediment dat hierbij getransporteerd wordt, is hoofdzakelijk fijn zand ( $d_{50} < 200 \mu\text{m}$ ). De grootte van het sedimenttransport op de 2 locaties is vergelijkbaar met de transporten die teruggevonden zijn nabij de punt van de plaat van Walsoorden. Daar deze metingen uitgevoerd werden bij springtijcondities, dient opgemerkt te worden dat deze een bovengrens aangeven voor het verwachte sedimenttransport. Op basis van de variatie in stroomsnelheid, wordt verwacht dat het transport tijdens doodtijcondities beduidend lager zal liggen.

## 9 VOORLOPIG ADVIES STORTSTRATEGIE RUG VAN BAARLAND

*Daar bij deze conclusies nog geen resultaten van de numerieke modelsimulaties zijn meegenomen, zijn deze vooralsnog voorlopig. Nadat de resultaten van deze simulaties beschikbaar zijn, zullen de conclusies pas definitief geformuleerd kunnen worden.*

Op basis van zowel de hydrodynamische als morfologische resultaten van de metingen, en van de ervaring opgedaan nabij de plaat van Walsoorden, wordt geconcludeerd dat het hierboven beschreven gebied (figuur B74) het best geschikt is voor het storten van baggerspecie, met het oog op het creëren van ondiepwater- en intergetijdengebied. Aanvullend dient opgemerkt dat het te storten materiaal, afkomstig van de baggerlocaties in de Westerschelde, van grovere sedimentsamenstelling is dan het materiaal dat bij de metingen werd teruggevonden.

Desalniettemin wordt voorgesteld om niet de volledige hoeveelheid (2,55 Mm<sup>3</sup>) in één campagne te storten, doch in 2 fases te werken. In een eerste fase zou ca. 750.000 m<sup>3</sup> sediment gestort kunnen worden binnen een beperkt gebied, voorgesteld omwille van de gunstige hydrodynamische condities (zoals blijkt uit de vlottermetingen). Het voorgestelde gebied ligt langs de opwaartse kant van de kleine vloodschaar, tussen de zandtong en de plaat (figuur B74). De voorgestelde zone voor de plaatrandstortingen ligt in een (voorlopig) stabiel deel van de Rug van Baarland, in de schaduw van een zandtong gevormd door de ebstromingen uit de Geul van Molenplaat. Gezien de ligging zouden de stortingen moeten gebeuren met een sproeiponton, wat gunstig is om te voorkomen dat materiaal op de plaat zou terechtkomen. Het doel van deze eerste fase is het verondiepen van het gebied, waardoor de stroming (voornamelijk tijdens de vloed) er beperkt wordt. De steilheid van de plaatover zou eveneens verminderen, alsook de laterale snelheidsgradiënt. Materiaal gestort in deze zone zal waarschijnlijk blijven liggen of traag bewegen in vloedrichting. In dit laatste geval kan enerzijds de aansluiting van de zandtong aan de plaat verbeterd worden, anderzijds kan zand gevoed worden aan de ebstroming (afkomstig uit de geul van de Molenplaat) om de zandtong uit te breiden naar afwaarts. Hierdoor kunnen de potenties om dit gebied laagdynamisch te maken, toenemen.

Een hoeveelheid van ca. 750.000 m<sup>3</sup> wordt voorgesteld daar dit aan de ene kant toelaat enige morfologische veranderingen te induceren, doch aan de andere kant de hoeveelheid beperkt blijft mochten zich ongewenste ontwikkelingen voordoen. Na de storting zal een intensief monitoringprogramma deze fase opvolgen. Een analyse dient uitsluitsel te geven waar de resterende hoeveelheid optimaal kan gestort worden.

De invloed van de plaatstortingen Rug van Baarland op de verdere morfologische evolutie zal zeker niet negatief zijn. Het doel is verschillend van Walsoorden, waar een beter splitsing van de vloedstromingen wordt beoogd, waardoor de vloed beter kan doorwerken door de Schaar van Waarde/Valkenisse. In het geval van Baarland is de bedoeling meer laagdynamisch ondiepwater te vormen. Wat nu niet werd onderzocht is de mogelijke invloed op de stortzone van morfologische veranderingen in de Everingen en haar vloed-delta. Zoals voor de Schaar van Waarde bij Walsoorden, zullen de stortingen in de vloedgeul Everingen moeten rekening houden met deze morfologische ontwikkelingen. Deze stortingen zullen niet om het even waar mogen gebeuren maar moeten worden aangepast volgens de resultaten van de monitoring in deze regio.

## 10 BESCHRIJVING TERREINMETINGEN HOOGHE PLATEN

### 10.1 Getijcondities

De Hooge Platen zijn gelegen ter hoogte van het waterstandstation Breskens. De waterstanden tijdens de vlottermetingen zijn opgenomen in figuur C4. De waterstanden die gebruikt worden om de tijdstippen ten opzichte van hoogwater te berekenen en die gepresenteerd worden op de figuren zijn deze van het station Breskens. Hieronder zijn de waarden van het station Breskens opgenomen.

Tabel 3: Overzicht getijcondities Hooge Platen – meetstation Breskens

	LW [cm NAP]	HW [cm NAP]	LW [cm NAP]	$\Delta$ LHW [cm]	$\Delta$ HLW [cm]	GCF
23/10/2007	- 154	+ 160	- 204	314	364	0.88
24/10/2007	- 181	+ 192	- 224	373	416	1.02
25/10/2007	- 189	+ 223	- 229	412	452	1.12

	LW [cm NAP]	HW [cm NAP]	LW [cm NAP]	$\Delta$ LHW [cm]	$\Delta$ HLW [cm]	GCF
05/11/2007	- 145	+ 146	- 178	291	324	0.80
06/11/2007	- 61	+ 252	- 143	313	395	0.92
07/11/2007	- 151	+ 246	- 124	397	370	0.99
08/11/2007	- 157	+ 202	- 162	359	364	0.94

	LW [cm NAP]	HW [cm NAP]	LW [cm NAP]	$\Delta$ LHW [cm]	$\Delta$ HLW [cm]	GCF
26/11/2007	- 163	+ 287	- 182	450	469	1.19
27/11/2007	- 223	+ 246	- 211	469	457	1.20
28/11/2007	- 222	+ 233	- 179	455	412	1.12
29/11/2007	- 197	+ 256	- 106	453	362	1.06

### 10.2 Wind

De Hooge Platen zijn gelegen ter hoogte van het windstation Hoofdplaat. De windgegevens tijdens de vlottermetingen en sedimenttransport metingen zijn opgenomen in figuur C5, C8, C11, C14, C17, C20, C23, C67, C72, C75 en C78.

Tabel 4: Overzicht windcondities Hooge Platen – meetstation Hoofdplaat

	Windsnelheid	Windrichting

23/10/2007	4 à 5 BF	ONO
24/10/2007	5 BF	ONO
25/10/2007	4 BF	ONO
05/11/2007	6 BF	ONO veranderend naar OZO
06/11/2007	6 BF afnemend naar 5 BF	NW
07/11/2007	6 BF	W
08/11/2007	3 BF toenemend naar 6 BF	WZW
26/11/2007	4 à 5 BF	NNW veranderend naar NW
27/11/2007	2 à 3 BF	WZW veranderend naar Z
28/11/2007	4 BF	ZZW
29/11/2007	5 BF afnemend naar 3 à 4 BF	ZZW veranderend naar W

### 10.3 GPS-vlotters

De vlottermetingen werden uitgevoerd voor het volledige gebied nabij de Hooge Platen. Zowel de stortlocatie langs de noordrand als deze langs de westrand werd met deze campagnes opgemeten. Ze werden uitgevoerd door het meetschip MS Zannekin van 23 tot en met 25 oktober 2007 en van 5 tot en met 8 november 2007. Op 23 en 24 oktober werden ook met meetschip MS Kaloo vlottermetingen uitgevoerd. Hierbij werden telkens 4 of 5 vlotters per schip gebruikt.

Op de figuren C5, C8, C11, C14, C17, C20 en C23 is een overzicht gegeven van de periodes wanneer metingen werden uitgevoerd. Hierop is aangegeven welke vlotter (aan de hand van bijbehorend GPS-toestel) wanneer heeft gemeten, alsook op welke diepte (volgens kleur) deze vlotter heeft gemeten.

De resultaten van de metingen zijn weergegeven in figuur C6 tot C51. Enerzijds wordt per meetdag een beeld gegeven van de vlotterbanen, opgesplitst in eb en vloed, anderzijds wordt een beeld gegeven van de snelheidsvectoren, opgedeeld in diep en ondiep (met 3m als grens tussen diep en ondiep), per fase van het getij. Hierbij werd het getij opgedeeld in perioden van één uur. Ter illustratie: de figuur van HW geeft de uit de metingen afgeleide snelheidsvectoren weer voor de periode HW – 0,5u tot HW + 0,5u.

### 10.4 OSM

Van 29 oktober tot 22 november 2007 werd door de Meetadviesdienst (RWS Zeeland) op twee locaties nabij de Hooge Platen (één langs de noordrand, één langs de westrand – figuur C52) continu (1 waarde per 10 minuten) de stroomsnelheid en stroomrichting gemeten. Deze meting vond plaats met behulp van een onderwater snelheidsmeter (OSM) en gebeurde op een vaste verticale positie. Voor de locatie binnen het stortgebied Hooge Platen Noord gebeurde de metingen op 3,75 m boven de bodem, voor de locatie binnen het stortgebied Hooge Platen West op 3,5 m boven de bodem.

Voor de OSM op positie Hooge Platen Noord zijn de resultaten vanaf 9 november onbruikbaar. Het meettoestel ondervindt vanaf dan een hogere weerstand, waardoor de snelheids grootte te klein blijft. Dit zou mogelijk kunnen gecorrigeerd worden, doch hiervoor was binnen het beperkte tijdsbestek geen mogelijkheid.

Voor de OSM op positie Hooge Platen West zijn er tussen 2 en 5 november enkele hiaten in de metingen van de snelheids grootte.

De resultaten zijn terug te vinden op figuren C53 tot C66.

### 10.5 Sedimenttransport

De sedimenttransport metingen werden uitgevoerd vanop het meetschip MS Scheldewacht II gedurende een volledige getij-cyclus (13u). Het nabij-bodem-transport werd gemeten met de Delftse

fles op frame. Bij de meetcampagnes werd voornamelijk gemeten op 10cm en 30cm. Het suspensie transport werd gemeten met de opgehangen Delftse fles. Bij de meetcampagnes werd, hoofdzakelijk gemeten op 80% van de waterkolom, gerefereerd ten opzichte van het wateroppervlak. Enkele metingen werden uitgevoerd op 20%, 40% en 60% van de waterkolom.

Aan de draagstructuur van de Delftse fles op frame werd een Ott snelheidsmeter bevestigd om een stroomsnelheid nabij de bodem (30 cm) te kunnen meten. Daarnaast werd met behulp van het meettoestel Aanderaa RCM-9 elke 15 minuten een verticaal profiel opgemeten van de snelheid (grootte en richting), conductiviteit, temperatuur en turbiditeit.

Op 26 en 27 november 2007 werden 2 locaties bemeaten in het toekomstige stortgebied Hooge Platen Noord. Op 26 november 2007 ging een meettoestel (opgehangen Delftse fles) verloren waardoor op 27 november 2007 slechts met de Delftse fles op frame en de Aanderaa RCM-9 kon gemeten worden. Op 28 en 29 november 2007 werd opnieuw met de 3 toestellen gemeten in het toekomstige stortgebied Hooge Platen West.

De locaties werden gekozen op basis van de historische morfologische evoluties in combinatie met de beschikbare resultaten van de terreinmetingen. Hierbij wordt uitgegaan dat de sedimenttransportpaden weinig afwijken van de stroombanen. De bemeaten locaties zijn gekozen om een zo goed mogelijk beeld te verkrijgen van de lokale morfologische dynamiek. De eerste locatie nabij de Hooge Platen Noord werd gekozen in de kleine vloedschaar, tussen de zandtong en de plaat. De tweede locatie werd gekozen in het verlengde van de zandtong, ter hoogte van de ingang van kleine vloedschaar. De locaties nabij de Hooge Platen West werden gekozen op de punt van de plaat, waarbij de eerste dag dichter (kleinere diepte) bij de plaat gemeten werd dan de tweede dag.

De sedimentstalen gemeten met de Delftse flessen werden nadien in het laboratorium ontleed op korrelsamenstelling.

De resultaten van deze metingen, zowel de stromingen (Aanderaa en Ott), de sedimenttransporten als de korrelgroottes, zijn terug te vinden in figuur C67 tot C80.

## 11 HISTORISCHE MORFOLOGISCHE ANALYSE HOOGHE PLATEN

Over de eeuwen heen onderging het gebied tussen Vlissingen en Terneuzen een belangrijke morfologische evolutie, voornamelijk door de ingrijpende polderbouw die een vroeger zeer brede zone met twee belangrijke zijarmen veranderde in een nauwer systeem (figuur A2). Aan beide uiteinden van deze zone was de breedte altijd beperkt, waarschijnlijk gedeeltelijk door de aanwezigheid van moeilijk erodeerbare lagen. Deze evolutie werd ook bepaald door een wijziging van het geulen- en platensysteem enerzijds in het mondingsgebied, anderzijds ter hoogte van de Braakman en Terneuzen [PAET 2001A,B]. De evolutie van 1931 tot 2005 wordt weergegeven op figuur C81 tot C83.

De vorm van het zeewaarts deel van de Hooge Platen is niet sterk veranderd, maar het noordoostelijk deel wel. Dit heeft te maken met de gewijzigde vorm van de hoofdgeul: de Pas van Terneuzen breidt uit naar het westen terwijl de Honte naar het noorden verschuift. Dit heeft vandaag een bruuske verandering in richting van de Pas van Borssele als gevolg. Dit verklaart de grote dynamiek rond de Spijkerplaat, die sterke en ingewikkelde invloeden ondervindt van zowel vloed- als ebstromingen. De ebstromingen die uit de Pas van Terneuzen komen, beïnvloeden de ontwikkeling van Schaar van de Spijkerplaat. Deze verruimt en verschuift naar het noorden, tot er opnieuw een schaar ontstond aan de noordelijke rand van de Hooge Platen. Deze cyclus herhaalt zich blijkbaar. Telkens de Schaar van de Spijkerplaat dicht bij de Hooge Platen ligt veroorzaken de ebstromingen er een zandtong (verder de noordelijke zandtong genoemd). Dit is nu weer het geval (figuur C1). Van 2000 tot 2005 (figuur C83) is de bijzondere morfodynamiek van de Hooge Platen goed zichtbaar, met een tamelijk stabiel westelijk deel en meer veranderingen in het noordoostelijk deel (de vroegere Hoge Springer) waar, onder andere, de noordelijke zandtong zich nu verder ontwikkelt.

Bij de vergelijking van de situatie in 2005 met deze van 1931 ziet men eveneens een zandtong aan de westkant van de Hooge Platen, gescheiden van de plaat zelf door een kleine geul. Deze zandtong verminderde eerst in belang (niet zichtbaar op de kaarten van 1955, 1964, 1970, 1976 en 1988) maar vanaf het einde van de jaren tachtig trad er een erosie op van de westelijke plaatpunt en ontstond er geleidelijk weer een zandtong (de westelijke), eveneens gescheiden van de Hooge Platen door een geultje. Dit fenomeen heeft waarschijnlijk te maken met gewijzigde stroompatronen veroorzaakt door morfologische veranderingen in het mondinggebied.

De recente multibeam peilingen tonen de nieuwe kleine geul gevormd doorheen de noordelijke zandtong, waarschijnlijk het begin van een nieuwe cyclus. Volgens de patronen in de bodemvormen zou het sediment transport er eb-gedomineerd zijn in het oosten, maar er vormen zich anderzijds twee vloedgedomineerde geultjes, ten noorden en ten zuiden ervan, een typisch fenomeen voor deze soort estuariene geulen. Op basis van het algemeen systeem van geulen en platen kan men veronderstellen dat de ebstromingen komende uit de Pas van Terneuzen de neiging hebben om rechtdoor te gaan in plaats van de korte bocht te nemen naar de Honte over de drempel van Borssele. Hierdoor wordt de oostelijke punt van de Hooge Platen aangevallen. Deze druk naar het westen verklaart onder andere de verdere ontwikkeling van de Schaar van de Spijkerplaat.

De multibeam opnames hebben ook bevestigd dat in het gebied veel moeilijk erodeerbare lagen bloot liggen. Het is geweten dat in dit deel van de Westerschelde veel klei en schelpzand voorkomt. Voor de westelijke punt van de Hooge Platen ligt duidelijk een moeilijk erodeerbare laag bloot, waarschijnlijk klei, vlak ten noorden van de jachthaven van Breskens en op 1 km ervan (“harde laag voor Breskens”). Het heeft een grillige vorm, met een lengte en breedte van respectievelijk ongeveer 700 meter en 200 meter. Deze laag is waarschijnlijk mede verantwoordelijk voor de stabiliteit van de westelijke punt van de plaat. De evolutie (stabiliteit) van de Hooge Platen aan de westzijde wordt dus bepaald door de stroompatronen bij de vloed (neiging tot erosie) en de aanwezigheid van hardere lagen (weerstand tegen erosie). De invloed van de wind zou ook moeten worden onderzocht, want bij noordoostenwind kan het zand dat boven laag water wordt afgezet opgewaaid worden over de plaat, waardoor deze hoger wordt.

Aan de oostelijke punt (vroegere Hoge Springer) heeft de Springergeul zich in het verleden naar het Westen verplaatst maar is sinds het begin van de 21<sup>e</sup> eeuw stabiel, misschien ook omwille van

moeilijk erodeerbare lagen. De beschikbare informatie is onvoldoende om uitspraken te maken, maar op basis van de multibeam kaarten blijkt dat langs een groot deel van de noordelijke flank van de Hooge Platen inderdaad hardere lagen aanwezig zouden zijn.



## 12 ANALYSE TERREINMETINGEN HOOGHE PLATEN NOORD

### 12.1 Stromingen

Uit de langdurige OSM-metingen komt naar voor dat de richting van de stroming, zowel tijdens de eb als tijdens de vloed, slechts minimaal varieert over de springtij-doodtij-cyclus. De snelheids grootte daarentegen vertoont wel een grote variatie. Op figuur C61 is het verloop weergegeven voor zowel een springtij (30 oktober) als een doortij (3 november). Tijdens de ebfase blijft tijdens doortij de snelheid beperkt tot ca. 65 cm/s. Tijdens springtij is echter een piek (115 cm/s). Tijdens de vloedfase is het verloop gedurende de eerste 3 uur quasi gelijkaardig, doch omstreeks HW – 2u neemt tijdens het springtij de snelheid toe en treedt er een uur later een piek (ca. 150 cm/s) op, terwijl tijdens het doortij de snelheid niet toeneemt (ca. 60 cm/s). Uit de metingen volgt ook dat de meteorologische condities een zeer beperkte invloed hebben de stroming.

In tegenstelling tot de OSM-metingen, werd bij de vlottermetingen wel een effect van de meteorologische condities vastgesteld. Het betreft dan een invloed van de wind op het vlottende lichaam. Metname tijdens de eerste meetcampagne (23 – 25 oktober) werden de vlotters door de heersende oostenwind naar de plaat toe gedrukt. Tijdens de tweede campagne (5 – 8 november) was de wind weliswaar sterker, doch de westelijke richting verloop parallel aan de stroomrichting waardoor het effect eerder inspeelt op de snelheids grootte, dan op de snelheidsrichting.

Tijdens de vloedfase stroomt een deel van het water vanuit het afwaartse deel van de Schaar van de Spijkerplaat in de noordelijke vloedschaar. Deze stroming verloop parallel aan de noordelijke rand van de Hooge Platen. Een deel van deze stroming wordt enerzijds ten westen van de noordelijke zand tong door de noordelijke zand tong opnieuw afgebogen in de richting van de Schaar van de Spijkerplaat, anderzijds stroomt een deel tussen de noordelijke zand tong en de plaat om zo ter hoogte van de aansluiting van de zand tong aan de plaat terug in de Schaar van de Spijkerplaat terecht te komen.

In de eerste fase van de vloed (tot HW – 2u) is de stroomsnelheid in de vloedschaar (ca. 60 cm/s) lager dan in de Schaar van de Spijkerplaat (ca. 90 cm/s). Vervolgens nemen de snelheden toe om omstreeks HW – 1u een maximum te bereiken. De snelheidsvectoren geven voor dit moment van het getij in de vloedschaar een vrij grote variatie (ca. 60 tot 100 cm/s), die te wijten is aan de variatie over de springtij-doodtij-cyclus. De stroomsnelheid in de vloedschaar zelf neemt geleidelijk af. Mogelijkerwijs treedt er opnieuw een versnelling op wanneer de watermassa tussen de zand tong en de plaat ingesloten wordt, doch hiervoor zijn geen metingen beschikbaar. De numerieke modelberekeningen kunnen hiervoor bijkomende informatie leveren. Voor de Schaar van de Spijkerplaat is het aantal metingen beperkt. Hieruit valt af te leiden dat de stroomsnelheid tijdens maximum vloed ca. 140 cm/s bedraagt. Nadien daalt de snelheid om ca. één uur na hoogwater te kenteren.

Tijdens de eb vindt een belangrijke stroming plaats vanuit de Pas van Terneuzen via de kleine ebgeul, die zich ontwikkelt ter hoogte van de aansluiting van de zand tong aan de plaat, naar de vloedschaar. Ter hoogte van de aansluiting van de vloedschaar aan de Schaar van de Spijkerplaat versnelt de stroming. Het maximum van deze ebstroming in de vloedschaar treedt op rond HW – 3u. Dit maximum wordt eveneens beïnvloed door de fase binnen de springtij-doodtij-cyclus. Tijdens springtij komen snelheden voor van ca. 100 cm/s, terwijl dit tijdens doortij aanzienlijk lager is (ca. 60 cm/s). In het laatste deel van de ebfase neemt de snelheid in de vloedschaar af. De zand tong creëert gedurende deze fase van het getij een luwte (ca. 40 cm/s) in de vloedschaar.

In de Schaar van de Spijkerplaat zijn de ebsnelheden hoger dan in de vloedschaar. De maximale snelheid wordt ook later bereikt, op het moment dat de zand tong een luwte creëert ter hoogte van de vloedschaar, moet quasi de volledige watermassa door de Schaar van de Spijkerplaat. Hierdoor ontstaat een maximum (ca. 140 cm/s) omstreeks HW + 4u.

## 12.2 Sedimenttransport

Gelet op de grote variatie van de stroomsnelheden over de springtij-doodtij-cyclus, en het feit dat de metingen van sedimenttransport uitgevoerd werden tijdens springtij condities, zijn de uitgevoerde metingen representatief voor de maximale transporten.

Het verloop van het sedimenttransport op de 2 bemeeten locaties is gelijkaardig met het verloop van de stroomsnelheden. In de initiële fase van de vloed (tot  $HW - 2u$ ) blijft het sedimenttransport beperkt. Op de locatie in het verlengde van de noordelijke zandtong (HPN – MP2) is er rond  $HW - 4u$  een kleine piek (ca.  $150 \text{ g/m}^2/\text{s}$  op 10 cm boven de bodem), die overeenstemt met het moment dat de stroomsnelheid toeneemt na de kentering laagwater. Op  $HW - 2u$  neemt het sedimenttransport sterk toe om rond  $HW - 0,5u$  een maximum te bereiken. Dit verloop is terug te vinden tijdens beide meetdagen, doch de waarde van de piek is verschillend. Op de meetlocatie in de vloedschaar (HPN – MP1) wordt een piek bereikt voor het nabij-bodem-transport van ca.  $1150 \text{ g/m}^2/\text{s}$  (10 cm boven de bodem) en voor het suspensietransport van ca.  $370 \text{ g/m}^2/\text{s}$  (80% van de waterkolom). Op de andere meetlocatie bedraagt de piek ca.  $650 \text{ g/m}^2/\text{s}$  (30 cm boven de bodem).

Het feit dat de piek hier wordt waargenomen op 30 cm in plaats van 10 cm boven de bodem kan te wijten zijn aan het moment in het getij dat op de verschillende hoogte is gemeten. Mogelijkerwijs was het sedimenttransport hoger op 10 cm boven de bodem op het moment van meten op 30 cm boven de bodem.

Tijdens de eb is het verloop voor beide locaties verschillend. Voor de locatie in het verlengde van de zandtong is er gedurende het merendeel van de eb ( $HW + 1,5u$  tot  $HW + 4u$ ) een gematigd sedimenttransport (gemiddeld  $250 \text{ g/m}^2/\text{s}$  voor het nabij-bodem-transport), wat overeenstemt met het verloop van de stroomsnelheden. Voor de locatie in de vloedschaar is het nabij-bodem-transport in de eerste fase van de eb beperkt tot ca.  $100 \text{ g/m}^2/\text{s}$ , om rond  $HW + 4u$  toe te nemen tot  $400 \text{ g/m}^2/\text{s}$ . Het suspensietransport lijkt het snelheidspatroon wel te volgen, doch door het verloren gaan van het meettoestel is het aantal beschikbare metingen beperkt.

Uit de initiële resultaten van de korrelanalyses blijkt dat voor de eerste locatie het getransporteerde sediment (nabij de bodem) tijdens de vloedfase veranderd van zeer fijn zand (kleiner dan  $100 \mu\text{m}$ ) naar medium zand met karakteristieke diameter van  $250$  à  $300 \mu\text{m}$ . Tijdens de ebfase heeft het getransporteerde sediment een diameter van  $100$  à  $150 \mu\text{m}$ , toenemend naar  $250 \mu\text{m}$  tijdens de piek. Voor de tweede locatie wordt een minder uitgesproken variatie van de korrelgrootte teruggevonden. Tijdens de vloed neemt de karakteristieke diameter van het getransporteerde sediment toe van ca.  $120 \mu\text{m}$  tot  $180 \mu\text{m}$ . De enkele ebstalen die reeds geanalyseerd werden hebben een diameter van ca.  $130 \mu\text{m}$ .

Tijdens de metingen werden vaak blokjes klei en schelpfracties teruggevonden in de monsters. Dit wijst op een belangrijke diversiteit in de bodemgesteldheid voor deze locatie. De rol van de aanwezige harde geologische lagen die aan het oppervlak van de bodem komen is hier van belang. Een gedetailleerde geo-morfologische analyse zou het inzicht hierin kunnen vergroten, doch de hoeveelheid beschikbare gegevens is beperkt.

De piekwaarden van het sedimenttransport in het stortgebied Hooge Platen Noord zijn aanzienlijk (factor 3 tot 4) hoger dan de gemeten transporten op de andere toekomstige stortlocaties (Rug van Baarland en Plaat van Walsoorden). De sedimentdynamiek nabij de Hooge Platen Noord is hier dus beduidend groter. Dit hoeft echter niet noodzakelijk te betekenen dat het netto-transport, en zo ook de erosiegevoeligheid van gestorte specie, hoger zal zijn.

## 12.3 Conclusies terreinmetingen

Uit de stroommetingen blijkt dat de noordelijke vloedschaar ook een belangrijke ebstroming heeft. Dit wordt veroorzaakt doordat de noordelijke zandtong los komt van de plaat, waardoor de luwte die tijdens de ebfase gecreëerd zou kunnen worden door de zandtong, beperkt blijft. Deze luwte wordt momenteel slechts teruggevonden tijdens de laatste fase van de eb. Desalniettemin zijn de snelheden in de vloedschaar, zowel tijdens de vloed als tijdens de eb, lager dan in de Schaar van de Spijkerplaat.

Voorts is een belangrijk verschil in snelheidsgrootte vast te stellen over de springtij-doodtij-cyclus. Tijdens dootij blijft de maximum snelheid zowel tijdens de vloed als tijdens de eb, beperkt tot ca.  $60 \text{ cm/s}$ . Tijdens springtij treedt er tijdens een vloed een pieksnelheid op van ca.  $150 \text{ cm/s}$ , terwijl het maximum tijdens de eb ca.  $110 \text{ cm/s}$  bedraagt.

Het sedimenttransport op de 2 bemeten locaties vertoont enkele verschillen. Voor de locatie gelegen in de vloedsehaar is het gemeten piektransport nabij de bodem aanzienlijk hoger dan voor de locatie gelegen in het verlengde van de noordelijke zandtong. Voor de eb echter, vertoont deze laatste locatie een gematigd transport over een belangrijk deel van de eb, terwijl voor de eerste locatie er een piek optreedt. Het totale nabij-bodem-transport (i.e. gecumuleerd over de volledige ebfase) is voor beide locaties echter gelijkaardig.

Uit de voorlopige resultaten van de korrelanalyse van de sedimentstalen volgt dat de variatie, met name tijdens de vloedfase, voor de eerste locatie (100  $\mu\text{m}$  toenemend tot 300  $\mu\text{m}$ ) aanzienlijk groter is dan voor de tweede locatie (120  $\mu\text{m}$  toenemend tot 180  $\mu\text{m}$ ).

## 13 VOORLOPIG ADVIES STORTSTRATEGIE HOOG PLATEN NOORD

*Daar bij deze conclusies nog geen resultaten van de numerieke modelsimulaties zijn meegenomen, zijn deze vooralsnog voorlopig. Nadat de resultaten van deze simulaties beschikbaar zijn, zullen de conclusies pas definitief geformuleerd kunnen worden.*

Aan de oostzijde van de Hooge Platen (de vroegere Hoge Springer) is de situatie ingewikkeld. De morfologische veranderingen zijn in dit gebied altijd belangrijk geweest en men moet rekenen met de mogelijkheid van een soort climax situatie door de verdere verschuiving naar het westen van de Pas van Terneuzen en Drempel van Borssele. De Schaar van de Spijkerplaat heeft de tendens verder uit te schuren en zou eventueel de hoofdgeul kunnen worden in plaats van de Honte. Plaatrandstortingen kunnen gebeuren langs de noordzijde van de Hooge Platen (eigenlijk waar vroeger de Hooge Platen en de Hoge Springer bijeenkwamen), in de luwte van de ebstromingen achter de noordelijke zandtong. Ook de ingang van de kleine geul die opengaat door deze noordelijke zandtong kan langs de oostzijde een stortzone worden.

De resultaten van de hydrodynamische en sedimenttransport metingen hebben aangegeven dat de dynamiek van het stortgebied Hooge Platen Noord aanzienlijk hoger is dan deze op de andere stortlocaties Rug van Baarland en Plaat van Walsoorden. Daarom wordt voorgesteld om in een eerste fase een beperkte hoeveelheid te storten. Voor het uitvoeren van de eerste fase wordt een deelgebied binnen de vloedschaar voorgesteld gelegen tegen de noordelijke rand van de plaat (figuur C84). Stortingen langs deze rand zullen waarschijnlijk een positief effect hebben, enerzijds omdat het materiaal langs de oever zal bewegen naar de kleine vloedgeul (achter de zandtong), anderzijds omdat de steilheid van de rand van de plaat zal verminderen, met een zachtere gradiënt in snelheden tussen de geul en de plaat. Een hoeveelheid van ca. 750.000 m<sup>3</sup> wordt voorgesteld daar dit aan de ene kant toelaat enige morfologische veranderingen te induceren, doch aan de andere kant de hoeveelheid beperkt blijft mochten zich ongewenste ontwikkelingen voordoen. Na deze eerste fase van de storting zal een intensief monitoringprogramma de ontwikkelingen opvolgen. Een analyse dient uitsluitend te geven waar de resterende hoeveelheid optimaal kan gestort worden.

Voorts dient in overweging genomen te worden of storten aan de oostelijke rand van de Hooge Platen (Hoge Springer) mogelijk is om zo de aansluiting van de zandtong aan de plaat te creëren. Hierbij dient opgemerkt te worden dat dit in principe tegen de natuurlijke ontwikkeling (ontwikkeling van een nieuwe geul) in is, en hierdoor geen voorkeur draagt. Doch door deze aansluiting te creëren zal een betere luwte ontstaan achter de zandtong, waardoor de mogelijkheden voor het creëren van laagdynamische ondiepwater- en intergetijdengebied toenemen. Het is echter zo dat de ongunstige situatie aan de oostkant van de Hooge Platen (Hoge Springer) te wijten is aan de ongunstige vorm van de hoofdgeul Pas van Terneuzen – Pas van Borssele.

## 14 ANALYSE TERREINMETINGEN HOOGHE PLATEN WEST

### 14.1 Stromingen

Uit de langdurige OSM-metingen komt naar voor dat de richting van de stroming, zowel tijdens de eb als tijdens de vloed, slechts minimaal varieert over de springtij-doottij-cyclus. De snelheids grootte daarentegen vertoont wel een variatie. Op figuur C66 is het verloop weergegeven voor zowel een springtij (30 oktober) als een doottij (17 november). Tijdens de eb fase bereikt de stroming een maximum ongeveer drie uur na hoogwater om vervolgens geleidelijk af te nemen. Het maximum bedraagt ca. 40 cm/s tijdens doottij, ca. 60 cm/s tijdens springtij. Tijdens de vloed fase is het verloop gedurende de eerste 3 uur quasi gelijkaardig, doch omstreeks HW – 2u neemt de snelheid toe, om een uur later een piek te bereiken: tijdens het springtij bedraagt dit maximum ca. 110 cm/s, terwijl tijdens het doottij dit aanzienlijk kleiner is (ca. 75 cm/s). Uit de metingen volgt ook dat de meteorologische condities een zeer beperkte invloed hebben op de stromingen.

In tegenstelling tot de OSM-metingen, werd bij de vlottermetingen wel een effect van de meteorologische condities vastgesteld. Het betreft dan een invloed van de wind op het vlottende lichaam. Metname tijdens de eerste meetcampagne (23 – 25 oktober) werden de vlotters door de heersende oost-noordoostenwind naar de zand tong toe gedrukt. Tijdens de tweede campagne (5 – 8 november) was de wind weliswaar sterker, doch de west-noordwestelijke richting verloop parallel aan de stroomrichting waardoor het effect eerder inspeelt op de snelheids grootte, dan op de snelheidsrichting.

Uit de vlottermetingen is af te leiden dat zowel de westelijke punt van de Hooge Platen als de westelijke zand tong een belangrijke rol spelen in de splitsing van de vloedstroming. De westelijke zand tong splitst de stroming in eerste instantie ter hoogte van de harde laag ter hoogte van Breskens, waarbij een deel naar het Vaarwater langs de Hoofdplaat en deel richting Hooge Platen wordt afgebogen. Naarmate een hogere waterstand komt het splitsingspunt dicht (enkele honderden meters) bij de plaat te liggen. In tweede instantie wordt de stroming gesplitst door de plaat zelf: enerzijds wordt een deel afgebogen om via de westelijke vloodschaar in het Vaarwater langs de Hoofdplaat terecht te komen, anderzijds gaat een deel van de stroming richting de Schaar van de Spijkerplaat. Hoewel de plaat zorgt voor een splitsing van de vloedstroming, gaat een deel van het water op en over de plaat. Tijdens de vlottermetingen kwam het voor dat vlotters vast kwamen te zitten tegen de westelijke punt van de plaat.

Tijdens de eerste fase van de vloed (tot ongeveer HW – 2u) blijven de stroomsnelheden nabij de punt van de Hooge Platen beperkt tot ca. 50 cm/s. In de vloodschaar, tussen de westelijke zand tong en de plaat, treedt een versnelling van de stroming op (tot ca. 80 cm/s). Tijdens maximum vloed (HW -1u) komen er maximale stroomsnelheden voor ter hoogte van de westelijke punt van de plaat van 130 cm/s, afnemend naar 100 cm/s en minder naarmate het water dicht bij de plaat komt en zo in ondiepere gedeelten terecht komt. Ook in de noord-zuid richting is een verschil in stroomsnelheden vast te stellen. De watermassa in het noordelijke deel, die afgebogen wordt richting Schaar van de Spijkerplaat, heeft een grotere snelheid (125 cm/s) dan deze in het zuidelijke deel (80 cm/s), die afgebogen wordt in vloodschaar tussen de zand tong en de plaat.

Het aantal metingen ter hoogte van de meer westelijke locatie is tijdens de eb fase beperkt omwille de meteorologische omstandigheden die het tijdens de tweede meetcampagne onmogelijk maakten om hier vlottermetingen uit te voeren. Uit de beschikbare gegevens is af te leiden dat de ebstroming minder sterk is dan de vloedstroming. De maximale gemeten ebstroming nabij de punt bedraagt ca. 75 cm/s. De ebstroming vertoont een convergerend patroon. Een deel van de watermassa afkomstig uit het Vaarwater langs de Hoofdplaat stroomt via de vloodschaar ten noorden van de zand tong naar het mondingsgebied. In dit zuidelijke deel is de richting parallel aan de oriëntatie van de westelijke zand tong (ca. 300° t.o.v. N). In het noorden stroomt de watermassa eerst parallel aan de rand van de plaat (ca. 260° t.o.v. N), om vervolgens afgebogen te worden – onder invloed van de watermassa uit het zuidelijke deel – in een meer noordelijkere richting (ca. 300° t.o.v. N). Ter hoogte van de westelijke

punt van de Hooge Platen ontstaat tijdens de eb een luwe zone. Uit de vlottermetingen is niet af te leiden of de stroomsnelheden afnemen in de ebfase. De numerieke modellering zal hiervoor als aanvulling kunnen worden gebruikt.

## **14.2 Sedimenttransport**

Gelet op de variatie van de stroomsnelheden over de springtij-doodtij-cyclus, en het feit dat de metingen van sedimenttransport uitgevoerd werden tijdens springtij condities, zijn de uitgevoerde metingen representatief voor de maximale transporten.

Het verloop van het sedimenttransport op de 2 bemeten locaties is gelijkaardig tijdens de vloedfase. Tijdens de ebfase is er echter wel een verschil tussen de 2 locaties. Voor de vloedfase is het verloop van het sedimenttransport gelijkaardig met het verloop van de stroomsnelheden. In de initiële fase van de vloed (tot HW – 3u) blijft het sedimenttransport beperkt. Op de locatie die het verst verwijderd is van de plaat (HPW – MP2) doet zicht rond HW – 5u een secundaire piek (ca. 200 g/m<sup>2</sup>/s op 10 cm boven de bodem) voor, doch dit is mogelijk te wijten aan een foutieve meting. Op HW – 3u neemt het sedimenttransport sterk toe om rond HW – 1u een maximum te bereiken. Voor beide locaties bedraagt de piekwaarde van het nabij-bodem-transport ca. 700 g/m<sup>2</sup>/s (voor locatie 1 werd deze gemeten op 10 cm boven de bodem, op locatie 2 op 20 cm boven de bodem). Voor het suspensietransport (op 80% van de waterkolom) wordt een piekwaarde gevonden van respectievelijk 285 g/m<sup>2</sup>/s en 250 g/m<sup>2</sup>/s op locatie 1 en 2.

Tijdens de eb is het verloop voor beide locaties verschillend, zowel voor het nabij-bodem als suspensietransport. Voor de locatie die het verst verwijderd is van de plaat (HPW – MP2) blijft het transport beperkt: nabij-bodem-transport op 10 cm tot 150 g/m<sup>2</sup>/s, suspensietransport op 80% tot 35 g/m<sup>2</sup>/s. Voor de locatie die het dichtst bij de plaat gelegen is (HPW – MP1), vertoont het nabij-bodem-transport sterke schommelingen. Hierbij worden maxima bereikt (op 10 cm boven de bodem) van ca. 300 g/m<sup>2</sup>/s. Het suspensietransport verloopt gelijkmatiger met tussen HW + 2,5u en HW + 4u (ca. 150 g/m<sup>2</sup>/s op 80% van de waterkolom).

Uit de initiële resultaten van de korrelanalyses blijkt dat voor de eerste locatie het getransporteerde sediment (nabij de bodem) tijdens de vloedfase veranderd van fijn zand (100 µm) naar zand met karakteristieke diameter 250 µm. In het verloop van de korrelgrootte tijdens de ebfase is geen vast patroon terug te vinden. De korrelgrootte van het getransporteerde sediment varieert sterk, met een minimum rond 70 µm en maximum rond 300 µm.

Voor de tweede locatie verder van de plaat heeft het sediment (nabij-bodem-transport) tijdens het maximum van de vloed een karakteristieke diameter van ca. 350 µm. In het verloop van de korrelgrootte tijdens de ebfase is geen vast patroon terug te vinden. De korrelgrootte van het getransporteerde sediment varieert sterk, met een minimum rond 100 µm en maximum rond 250 µm.

Tijdens de metingen werden vaak blokjes klei en schelpfracties teruggevonden in de monsters. Dit wijst op een belangrijke diversiteit in de bodemgesteldheid voor deze locatie. De rol van de aanwezige harde geologische lagen die aan het oppervlak van de bodem komen is hier van belang. Een gedetailleerde geo-morfologische analyse zou het inzicht hierin kunnen vergroten, doch de hoeveelheid beschikbare gegevens is beperkt.

De piekwaarden van het sedimenttransport in het stortgebied Hooge Platen West zijn aanzienlijk (factor 2 tot 3) hoger dan de gemeten transporten op de andere toekomstige stortlocaties (Rug van Baarland en Plaat van Walsoorden). De sedimentdynamiek nabij de Hooge Platen West is hier dus groter. Dit hoeft echter niet noodzakelijk te betekenen dat het netto-transport, en zo ook de erosiegevoeligheid van gestorte specie, hoger zal zijn.

## **14.3 Conclusies terreinmetingen**

Uit de stroommetingen is af te leiden dat zowel de westelijke zand tong als de westelijke punt van de Hooge Platen een belangrijke rol spelen in het splitsen van de vloedstromingen. Een deel van de watermassa die naar de Hooge Platen stroomt, wordt afgebogen naar de kleine vloedschaar. In deze vloedschaar, die de scheiding vormt van de zand tong en de Hooge Platen, worden hogere stroomsnelheden waargenomen dan ter hoogte van de punt van de plaat. Tussen de ebstroming die vanuit het Vaarwater langs de Hoofdplaat via de vloedschaar naar het westen stroomt en de ebstroming langs de noordelijke rand van de Hooge Platen, ontstaat een stroomluwe zone.



Voorts is een belangrijk verschil in snelheidsgrootte vast te stellen over de springtij-doodtij-cyclus. Tijdens doottij blijft de maximum snelheid, respectievelijk tijdens de vloed en de eb, beperkt tot 75 cm/s en 40 cm/s. Tijdens springtij ligt de maximum snelheid hoger, respectievelijk ca. 110 cm/s en 60 cm/s tijdens de vloed en de eb.

Tijdens de vloed verloopt het sedimenttransport voor de 2 bemeeten punten gelijkaardig. Tijdens de eerste fase van de vloed blijft zowel het nabij-bodem als het suspensietransport beperkt. Rond maximum vloed treedt er ook een piek op in de sedimenttransporten. Deze pieken zijn hoger dan op de andere meer oostelijk gelegen stortlocaties (Rug van Baarland en Plaat van Walsoorden). Tijdens de eb werd voor de locatie het dichtst bij de plaat ook een gematigd transport gemeten, terwijl dit voor de andere locatie minder het geval was. Mogelijk speelt hier de aanvoer van (fijner) sediment van op de Hooge Platen een rol. Hiervoor zullen de gemeten turbiditeiten moeten bekeken worden.

## 15 VOORLOPIG ADVIES STORTSTRATEGIE HOOG PLATEN WEST

*Daar bij deze conclusies nog geen resultaten van de numerieke modelsimulaties zijn meegenomen, zijn deze vooralsnog voorlopig. Nadat de resultaten van deze simulaties beschikbaar zijn, zullen de conclusies pas definitief geformuleerd kunnen worden.*

Aan de westzijde kunnen plaatrandstortingen op termijn bijdragen tot een betere verdeling (splitsing) van de vloedstromingen tussen hoofdgeulen en het Vaarwater langs de Hoofdplaat en Vaarwater langs de Paulinapolder. Anderzijds moet nagegaan worden of deze stortingen het voortbestaan van deze zijgeul in gevaar kunnen brengen. De kleine geul die nu de westelijke zandtong midden door snijdt bewijst dat de vloedstroming er actief is (dit wordt bevestigd door de vlottermetingen). Anderzijds kan op basis van de multibeam gegevens (bodemvormen) gesteld worden dat door deze geul ook eb-gedomineerd sedimenttransport gaat. Het behoud van deze geul is waarschijnlijk belangrijk voor de morfodynamiek van het gebied.

De resultaten van de hydrodynamische en sedimenttransport metingen hebben aangegeven dat de dynamiek van het stortgebied Hooge Platen West aanzienlijk hoger is dan deze op de andere stortlocaties (Rug van Baarland en Plaat van Walsoorden). Daarom wordt voorgesteld om in een eerste fase een beperkte hoeveelheid te storten. Voor het uitvoeren van de eerste fase wordt een deelgebied tussen de harde laag voor Breskens en de punt van de Hooge Platen aanbevolen (figuur C85). Een andere mogelijkheid bestaat erin tegen de noordrand van de zandtong aan te storten, doch hiervan wordt vooralsnog afgezien daar dit een invloed kan hebben op de stroming via de vloodschaar naar het Vaarwater langs de Hoofdplaat. De rol van de moeilijk erodeerbare lagen in dit gebied moet dringend bestudeerd worden om de keuze beter te onderbouwen. Een hoeveelheid van ca. 750.000 m<sup>3</sup> wordt voorgesteld daar dit aan de ene kant toelaat enige morfologische veranderingen te induceren, doch aan de andere kant de hoeveelheid beperkt blijft mochten zich ongewenste ontwikkelingen voordoen. Na deze eerste fase van de storting zal een intensief monitoringprogramma de ontwikkelingen opvolgen. Een analyse dient uitsluitend te geven waar de resterende hoeveelheid optimaal kan gestort worden.



## 16 BEOORDELINGSKADER

Het onderzoek dat uitgevoerd is bij het opstellen van het m.e.r. verruiming vaargeul heeft een beoordelingskader opgesteld om de mogelijke effecten van de ingreep te kunnen onderzoeken. Hieruit volgde dat geen significante negatieve effecten te verwachten zijn in de Westerschelde. Gelet op de onzekerheden die in het onderzoek vervat zitten, zal bij de uitvoering van de verruiming opgevolgd dienen te worden om tijdig mogelijke effecten vast te kunnen stellen, en hierop de stortstrategie te kunnen aanpassen. Het monitoringprogramma MONEOS-T voorziet de nodige metingen om een evaluatie van de effecten van de verruiming van de vaargeul toe te laten. Dit situeert zich op het systeemniveau.

Voor het storten van de baggerspecie langs de plaatranden dienen mogelijk bijkomende criteria gedefinieerd te worden. Dit zal gebeuren door bevraging van deskundigen, waarbij ook de opgedane ervaring bij de plaat van Walsoorden als uitgangspunt zal worden genomen. Gelet op de fase in het onderzoek, kan momenteel slechts op hoofdlijnen ingegaan worden op deze criteria.

De hoofddoelstelling van de storting is het creëren van bijkomend laagdynamisch ondiepwater- en intergetijdengebied. Daarbij mag er geen achteruitgang vastgesteld worden ten opzichte van de huidige trends voor de arealen en het bodemleven.

Er wordt geopteerd om locatiespecifieke criteria te definiëren, omwille van de verschillende karakteristieken van de toekomstige stortgebieden. Per locatie zal enerzijds een gebied gedefinieerd worden waarbinnen “veranderingen” mogen plaatsvinden, anderzijds een gebied waar “geen veranderingen” zullen mogen plaatsvinden. “Veranderingen” dienen geïnterpreteerd te worden als een significante afwijking ten opzichte van de huidige trends (referentieperiode van ca. 10 jaar). Het onderscheid van deze twee gebieden zal gebeuren op basis van de ecotopenkaart van 2008. Hierbij zullen voornamelijk de huidige laagdynamische intergetijdengebieden onder de categorie “geen verandering” komen te vallen.

Op basis van de ervaring bij de proefstorting nabij de plaat van Walsoorden zullen soortgelijke criteria ook voor de toekomstige stortlocaties gedefinieerd worden. Het betreft volgende aspecten (vooral snog op hoofdlijnen):

- MORFOLOGIE
  - Stabiliteit gestorte specie: een nader te bepalen percentage van de gestorte specie zal binnen een gedefinieerde polygoon moeten blijven liggen. Op basis van de natuurlijke dynamiek van het sediment (kubering binnen polygoon voor laatste 10 jaar) zal dit percentage vastgelegd worden.
- ECOLOGIE
  - Dynamiek: gelet op de doelstelling, zal laagdynamische areaal ondiepwater- en intergetijdengebied gecreëerd dienen te worden. Er zal dus geen bijkomende afname mogen zijn van de huidige trends. De dynamiek zal bepaald worden via diverse directe (snelheidsmetingen, numerieke modellering) en indirecte (sedimentsamenstelling, geomorfologie) methodes.
  - Sedimentsamenstelling: dit is gerelateerd met het vorige aspect. Metname in het intergetijdengebied is dit van belang. De criteria zullen gericht moeten zijn op sedimentklassen (met een bepaald slibpercentage), eerder dan op waardes.
  - Benthos: voor het benthos op de intergetijdengebieden zal er geen significante afname mogen zijn op de huidige trends.

## 17 REFERENTIES

Consortium Arcadis-Technum (CAT), 2007. “*Hoofdrapport Milieueffectrapport - Verruiming vaargeul Beneden-Zeeschelde en Westerschelde*”, oktober 2007.

Flanders Hydraulics Research, 2003. “*M778/1 Alternative dumping strategy Walsoorden – Results physical & numerical modelling*”, november 2003.

NIOO, 2006. “*Alternatieve stortstrategie voor de Westerschelde – Ecologisch monitoringprogramma proefstorting Walsoorden – Rapport 11/11*”, maart 2006.

NIOO, 2007. “*Alternatieve stortstrategie voor de Westerschelde – Voortzetting monitoringprogramma proefstorting Walsoorden – Rapport 6/6*”, juni 2007.

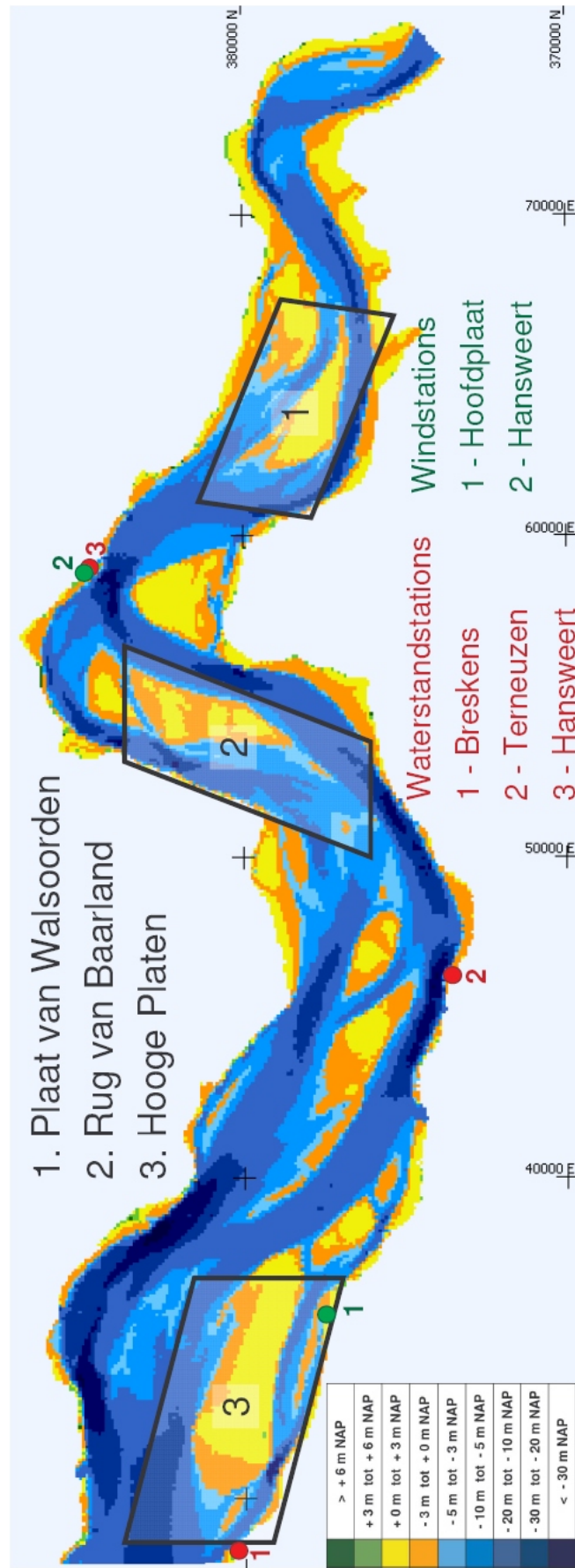
Peters J.J., R.H. Meade, W.R. Parker and M.A. Stevens (PAET), 2001A. “*Improving navigation conditions in the Westerschelde and managing its estuarine environment – How to Harmonize accessibility, safety and naturalness*”, januari 2001.

Peters J.J. and W.R. Parker (PAET), 2001B. “*A strategy for managing the Westerschelde’s morphology – An addendum to the final report*”, mei 2001.

UNESCO, 1983. “*Algorithms for computation of fundamental properties of seawater*”, Unesco technical papers in marine science No. 44. 1983.

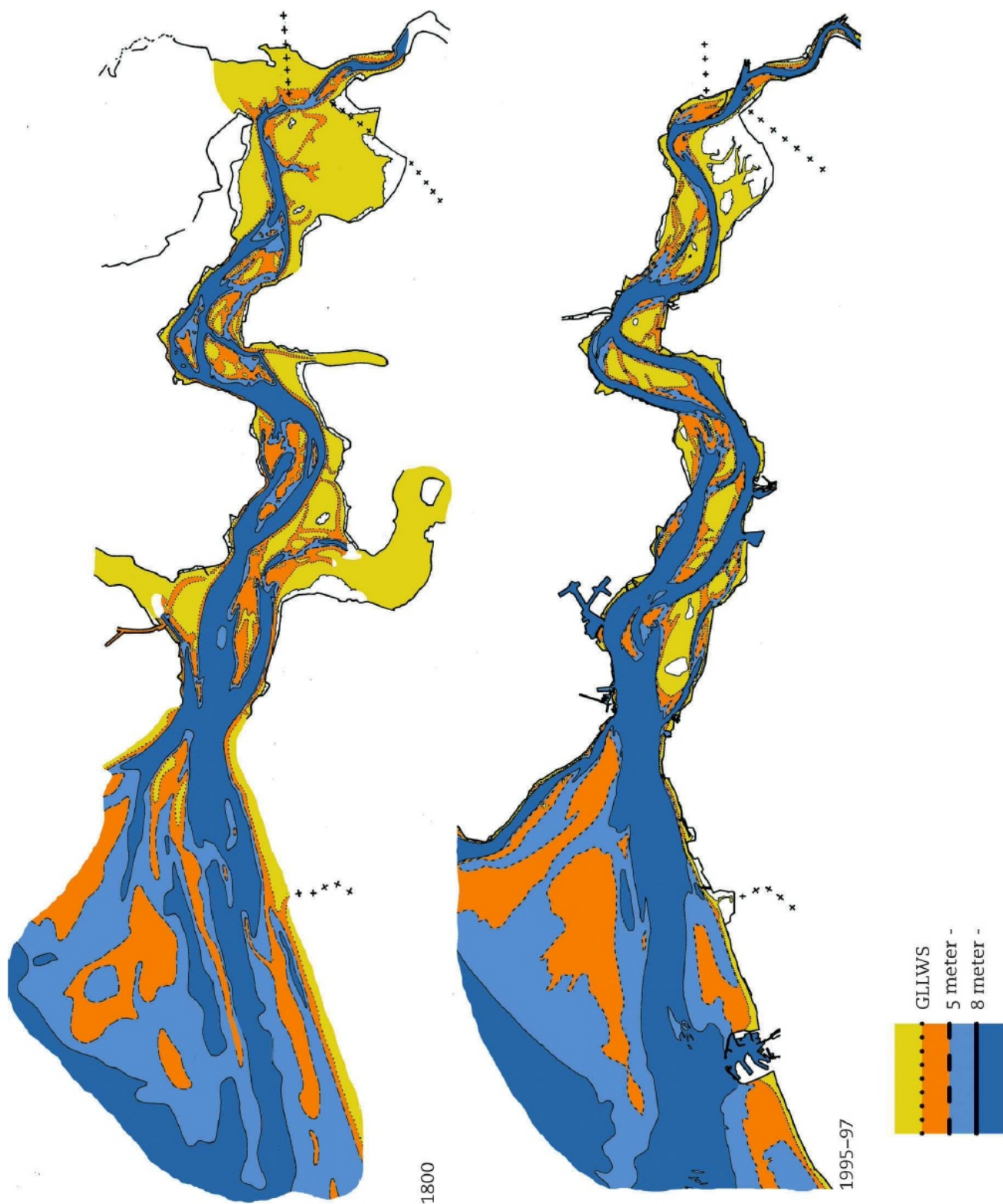
Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout (WLB), 2006. “*M754/2C Alternatieve stortstrategie Westerschelde – Eindevaluatie proefstorting Walsoorden*”, april 2006.





Overzicht Westerschelde  
(Inclusief waterstand- en windstations)





Historische morfologische ontwikkeling van de Westerschelde (1800-1997)







GPS-vlotter



GPS-toestel



kruisvormig paneel

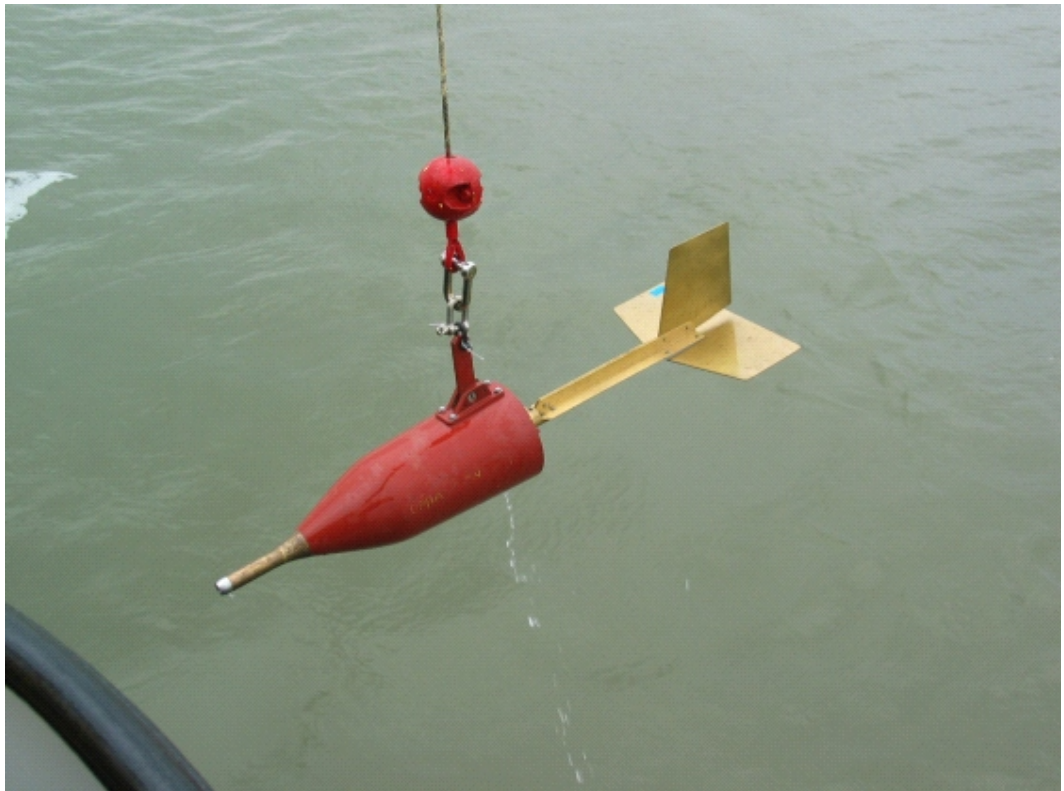
GPS-vlotter



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

**Figuur A3**



Delftse fles op frame (boven) en opgehangen Delftse fles (onder)







Van Veen grijper






### Legende vlottermetingen

-  Kruis op 0 m onder drijflichaam
-  Kruis op 2 m onder drijflichaam
-  Kruis op 3 m onder drijflichaam
-  Kruis op 4 m onder drijflichaam
-  Kruis op 5 m onder drijflichaam
-  Kruis op 6 m onder drijflichaam

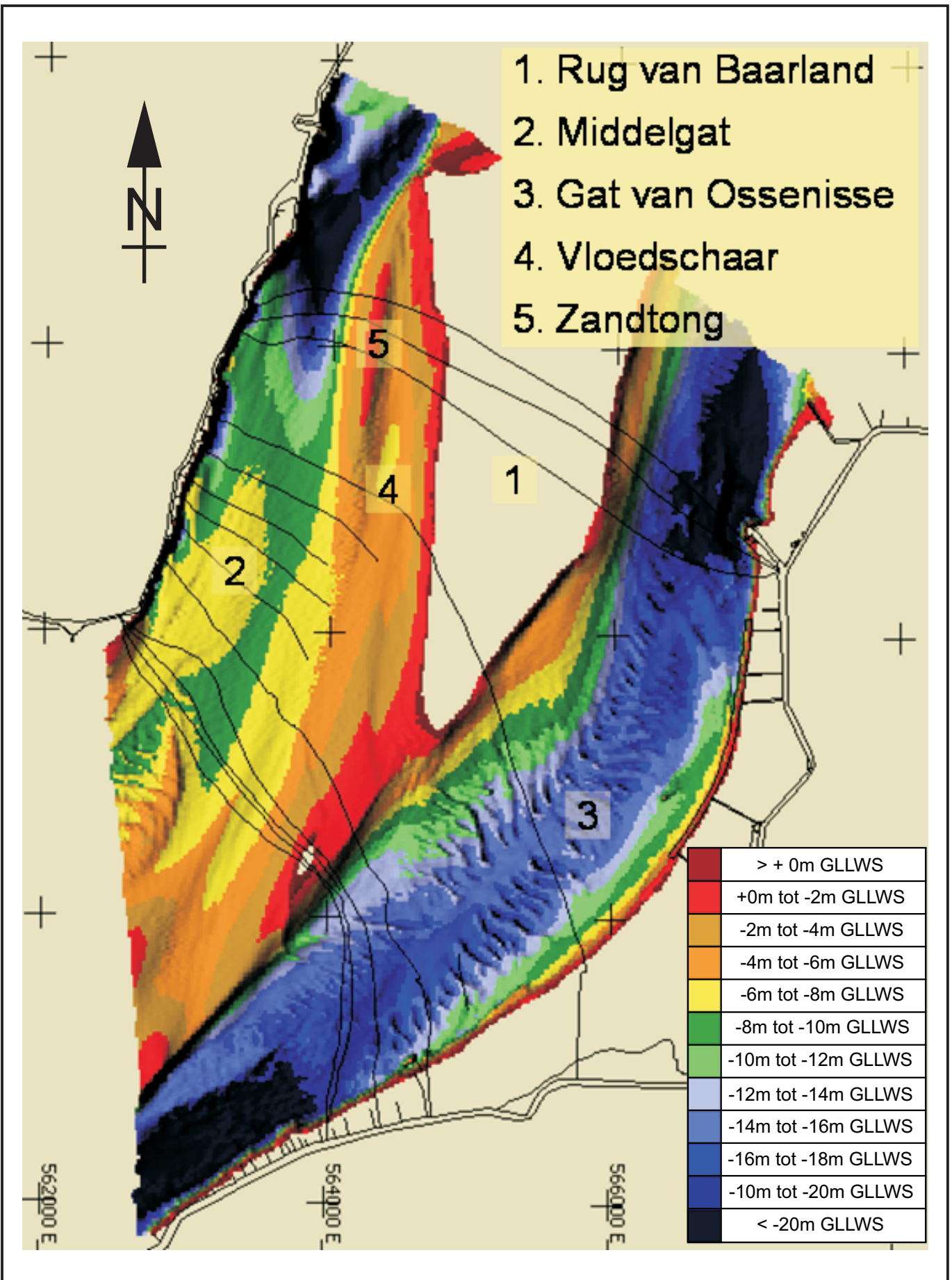
### Legende dieptelijnen

-  Dieptelijn + 2 m NAP
-  Dieptelijn - 2 m NAP
-  Dieptelijn - 5 m NAP
-  Dieptelijn - 15 m NAP

Legendes

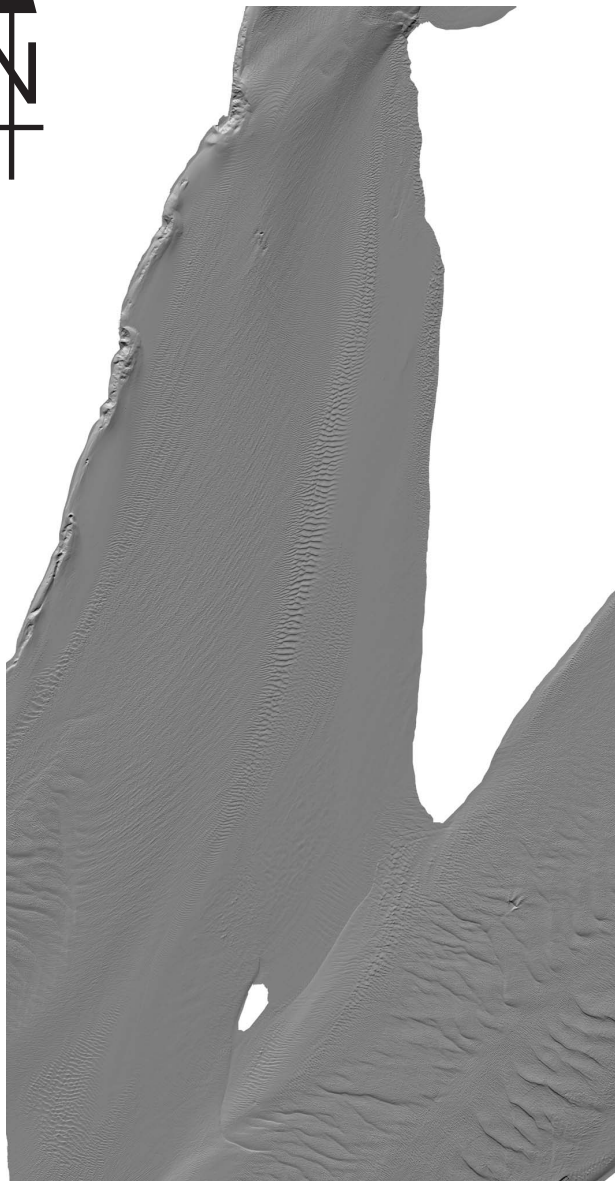






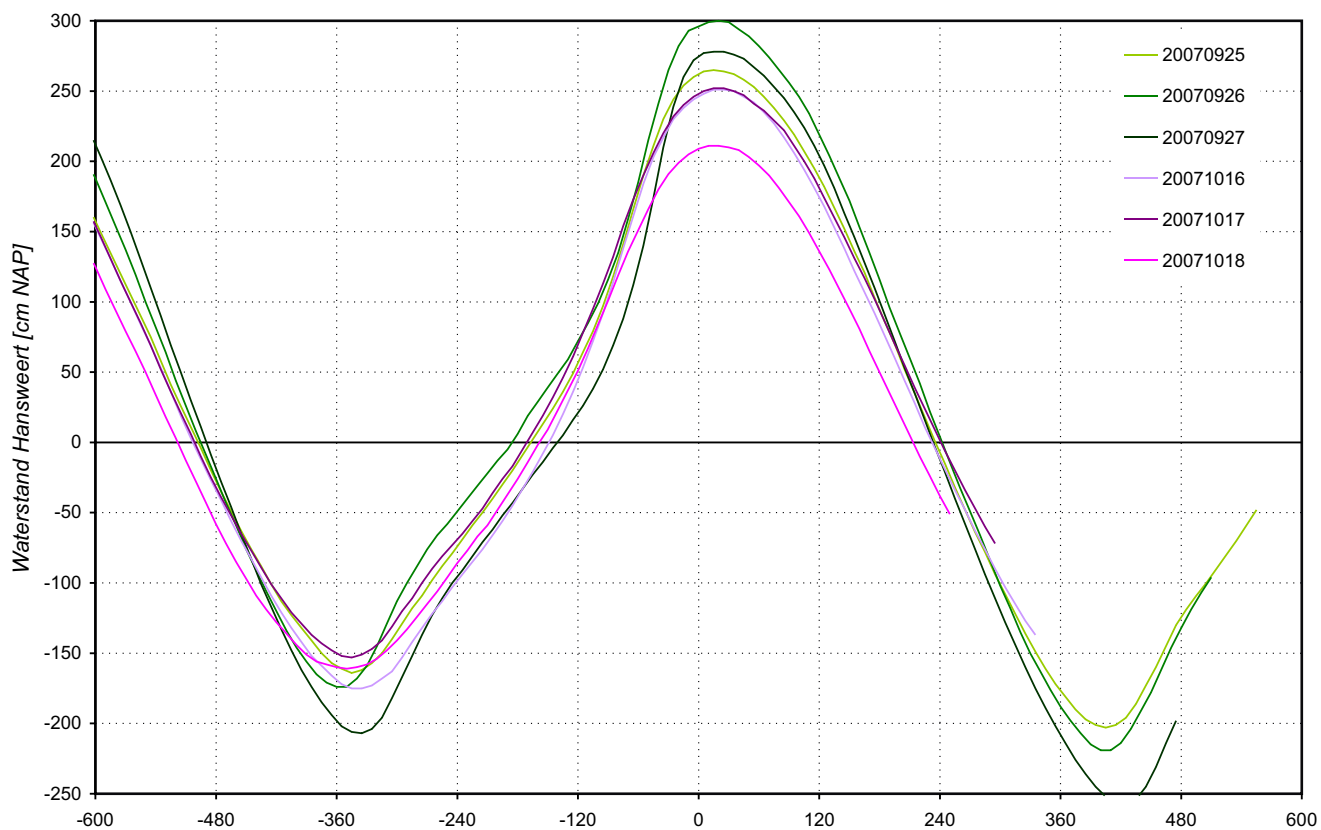
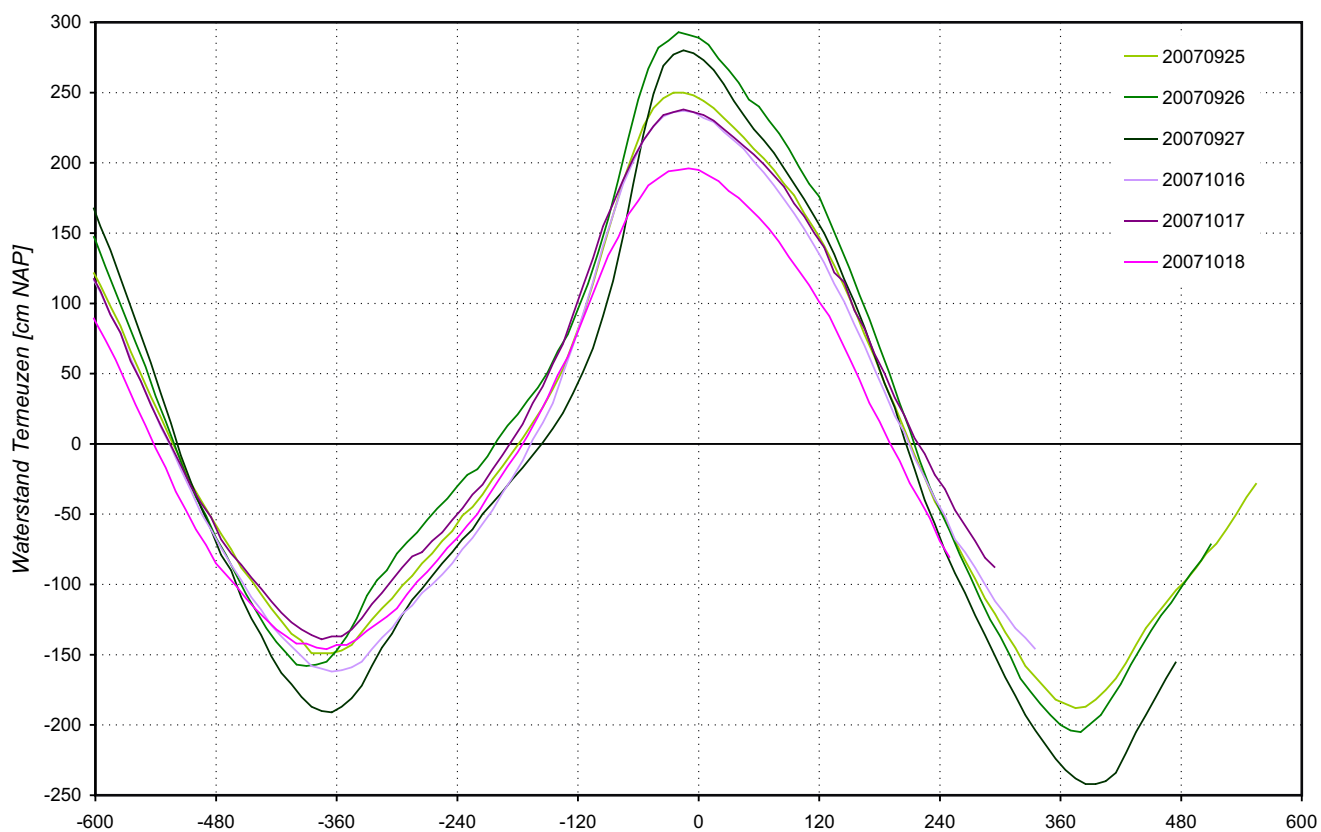
Overzicht gebied Rug van Baarland





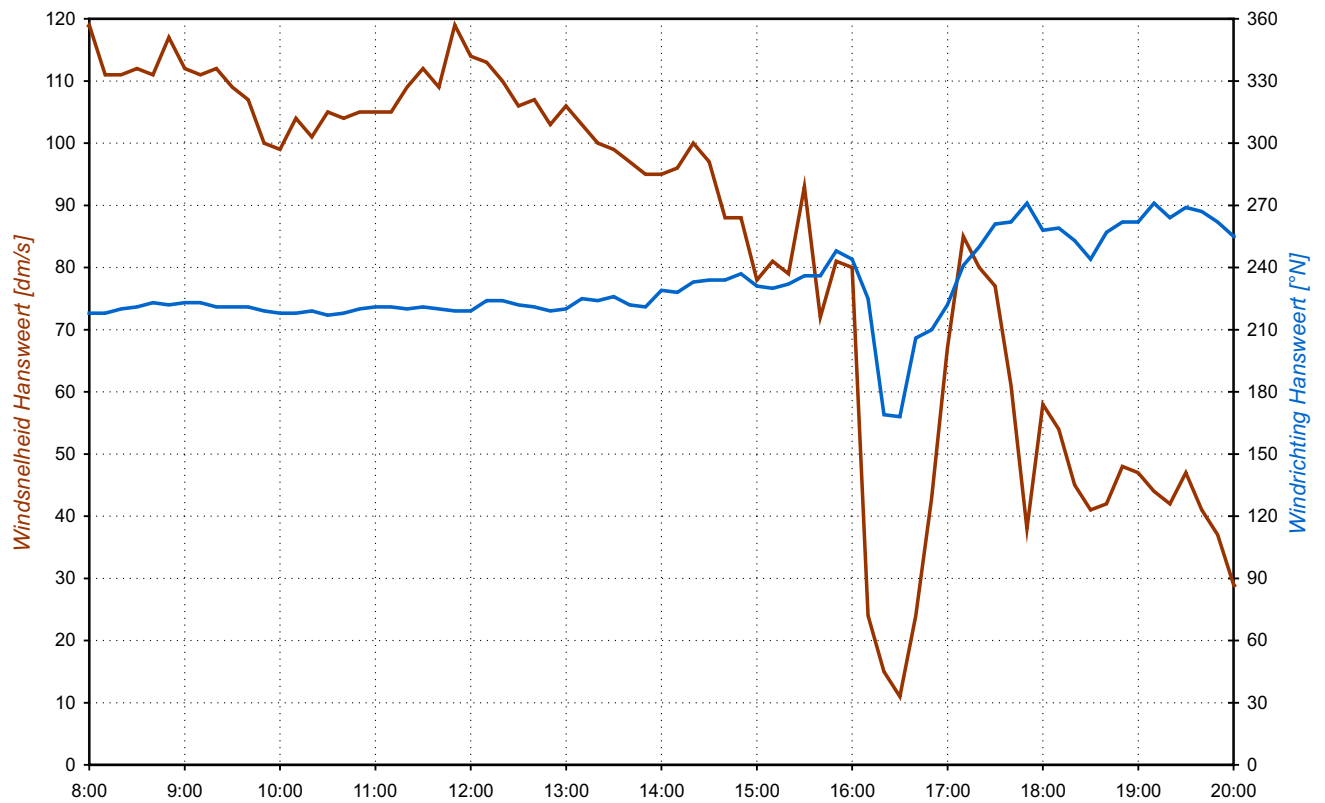
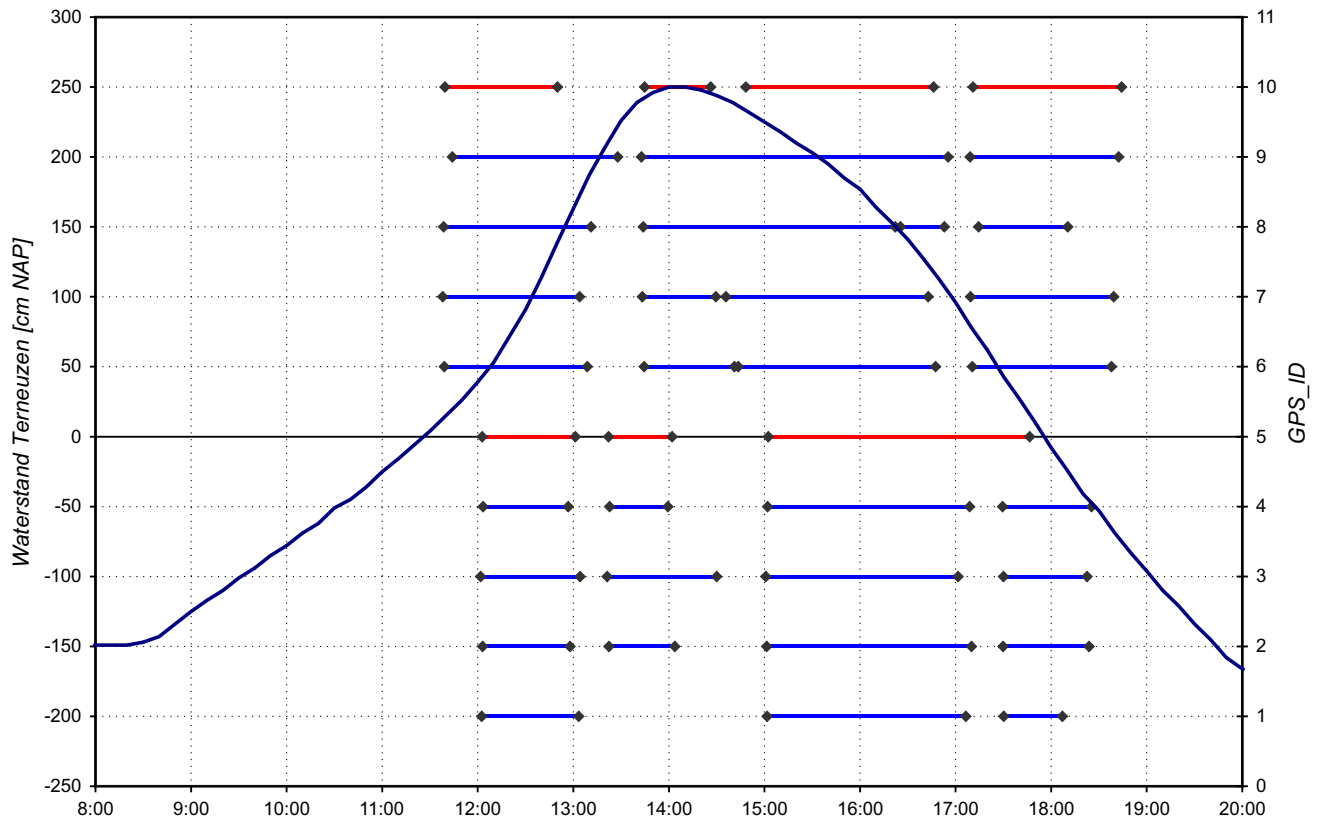
Detail "shaded view" Rug van Baarland





Getij te Terneuzen (boven) en te Hansweert (onder) tijdens vlottermetingen

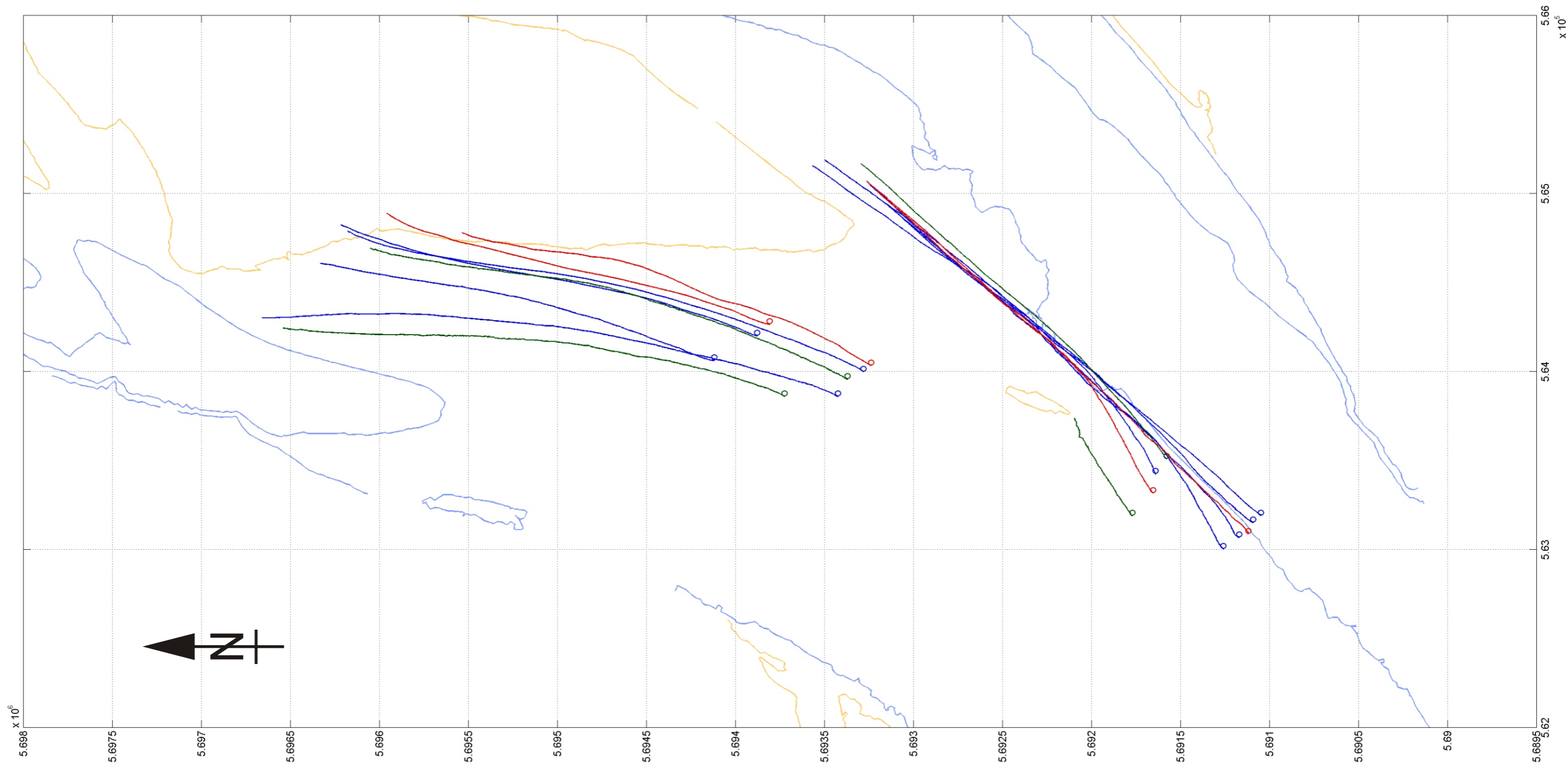




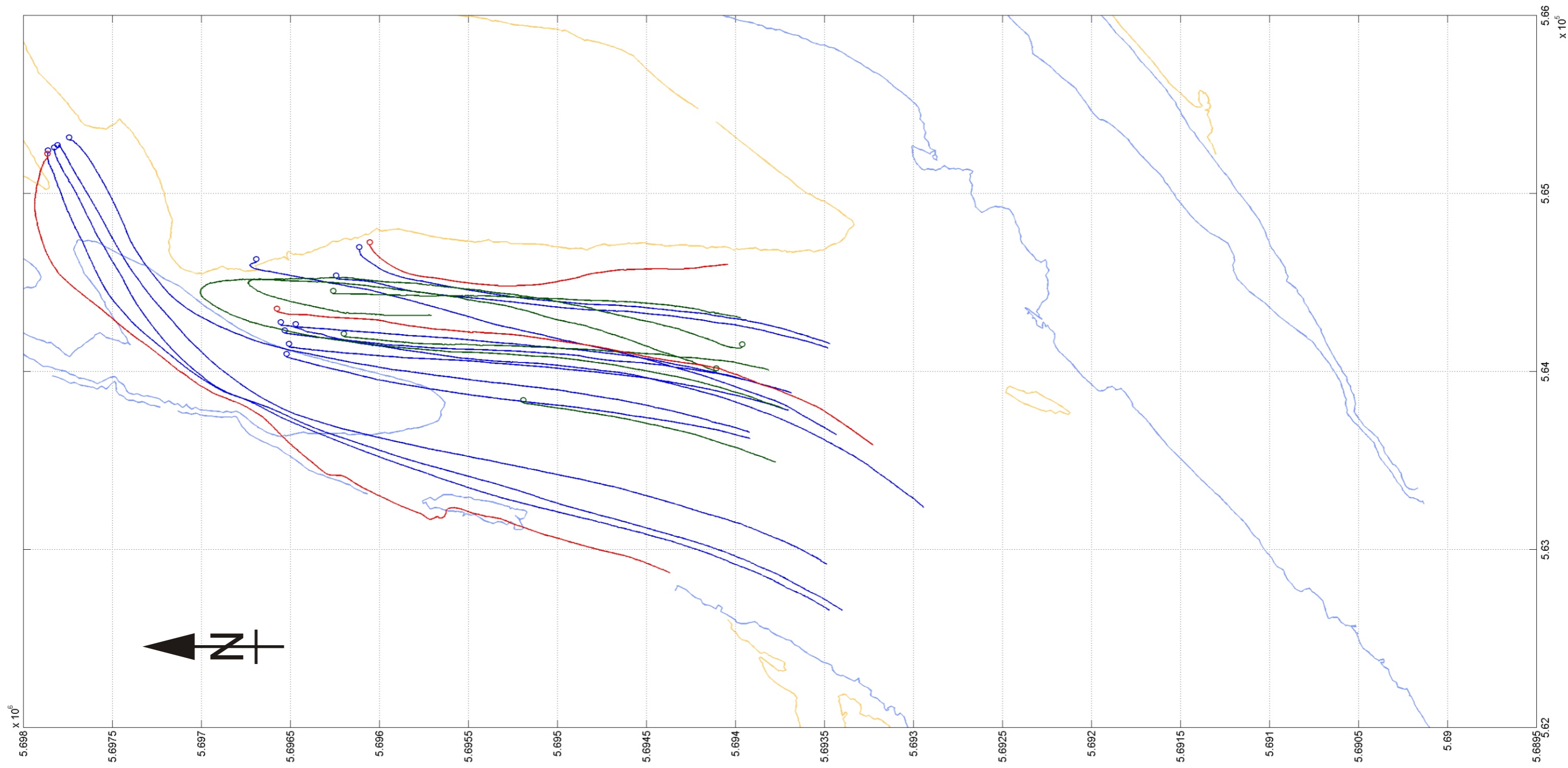
Overzicht vlottermetingen (boven) en wind (onder) te Hansweert op 25/09/2007





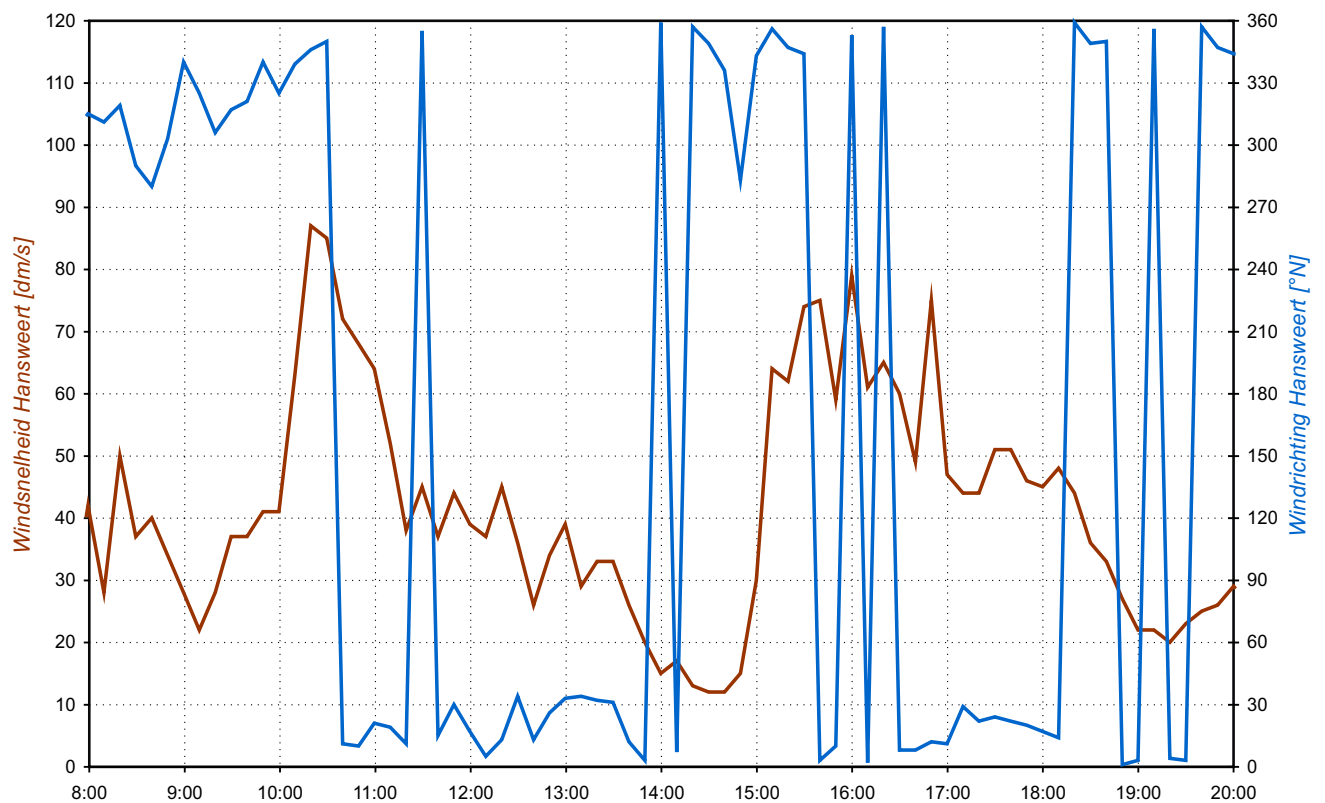
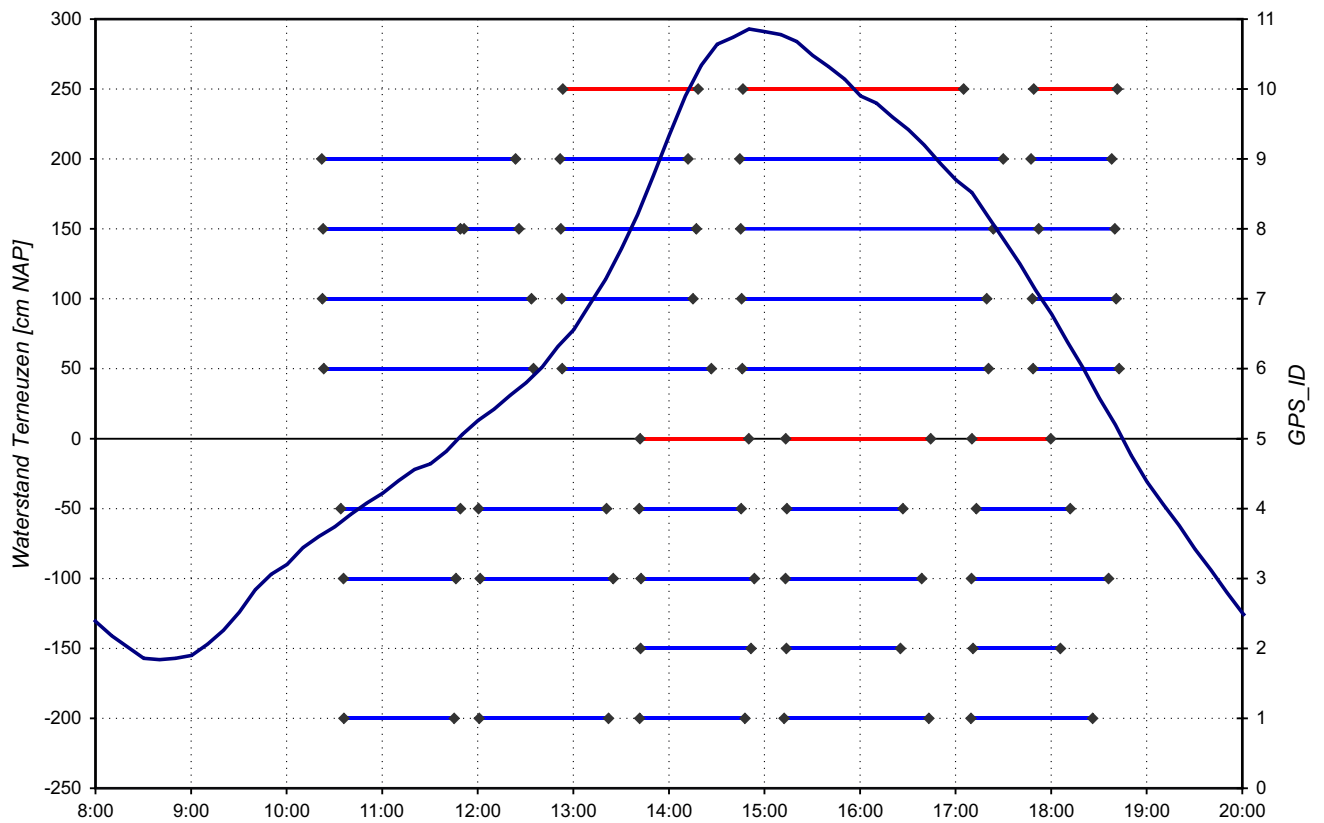


Resultaten vlottermetingen Rug van Baarland 25/09/2007 - VLOED		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur B5



Resultaten vlottermetingen Rug van Baarland 25/09/2007 - EB		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur B6





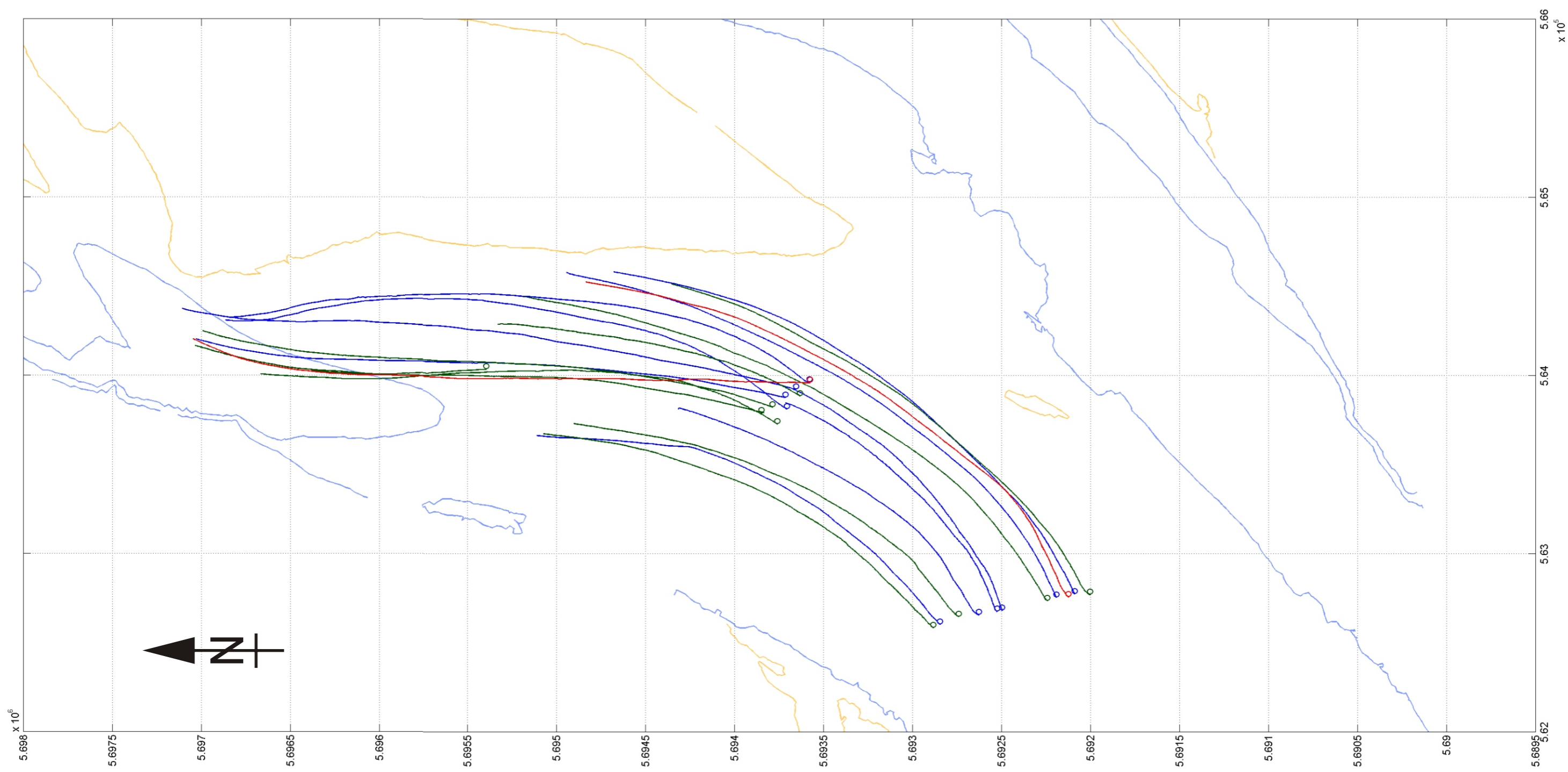
Overzicht vlottermetingen (boven) en wind (onder)  
te Hansweert op 26/09/2007



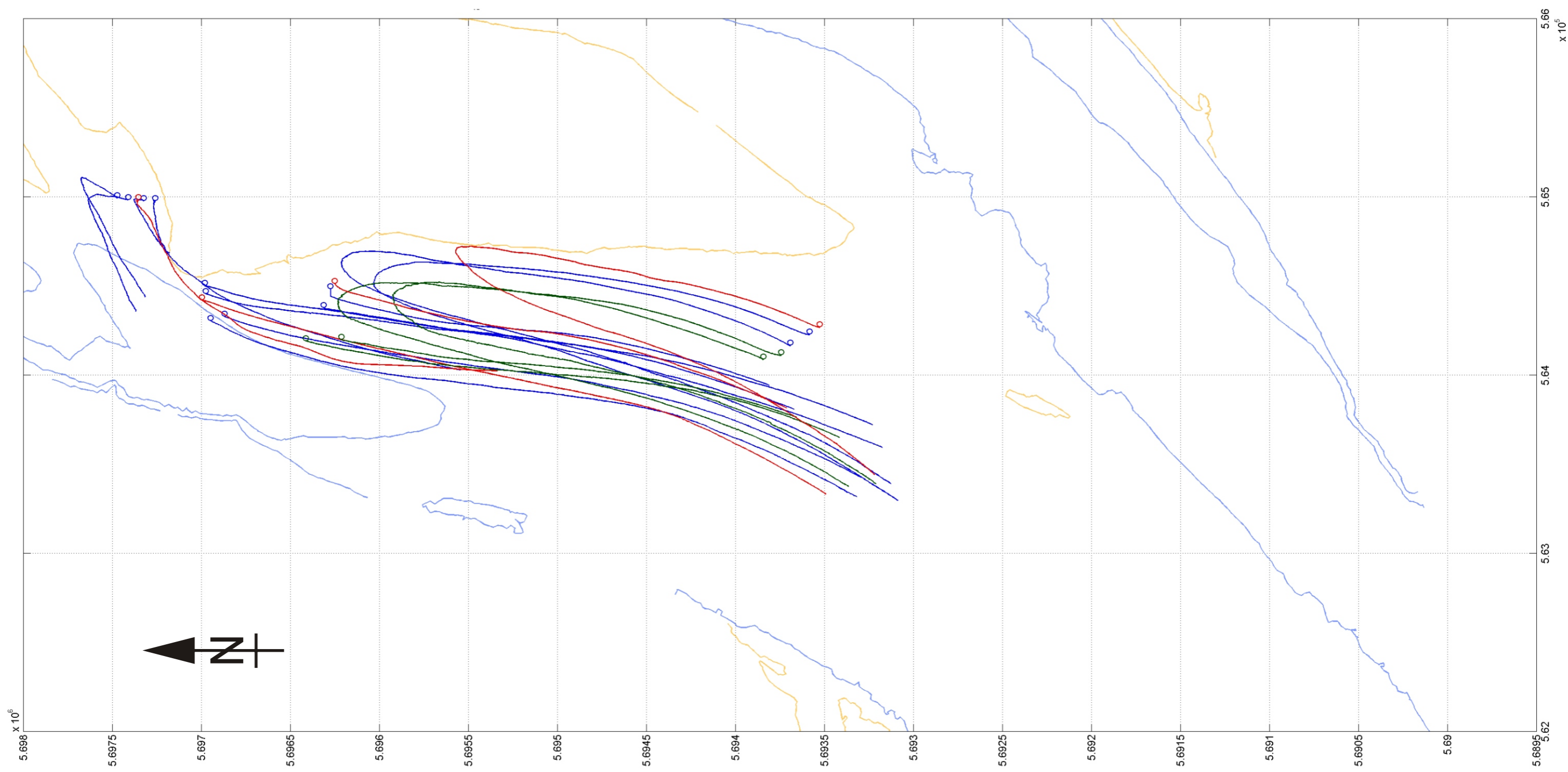
**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

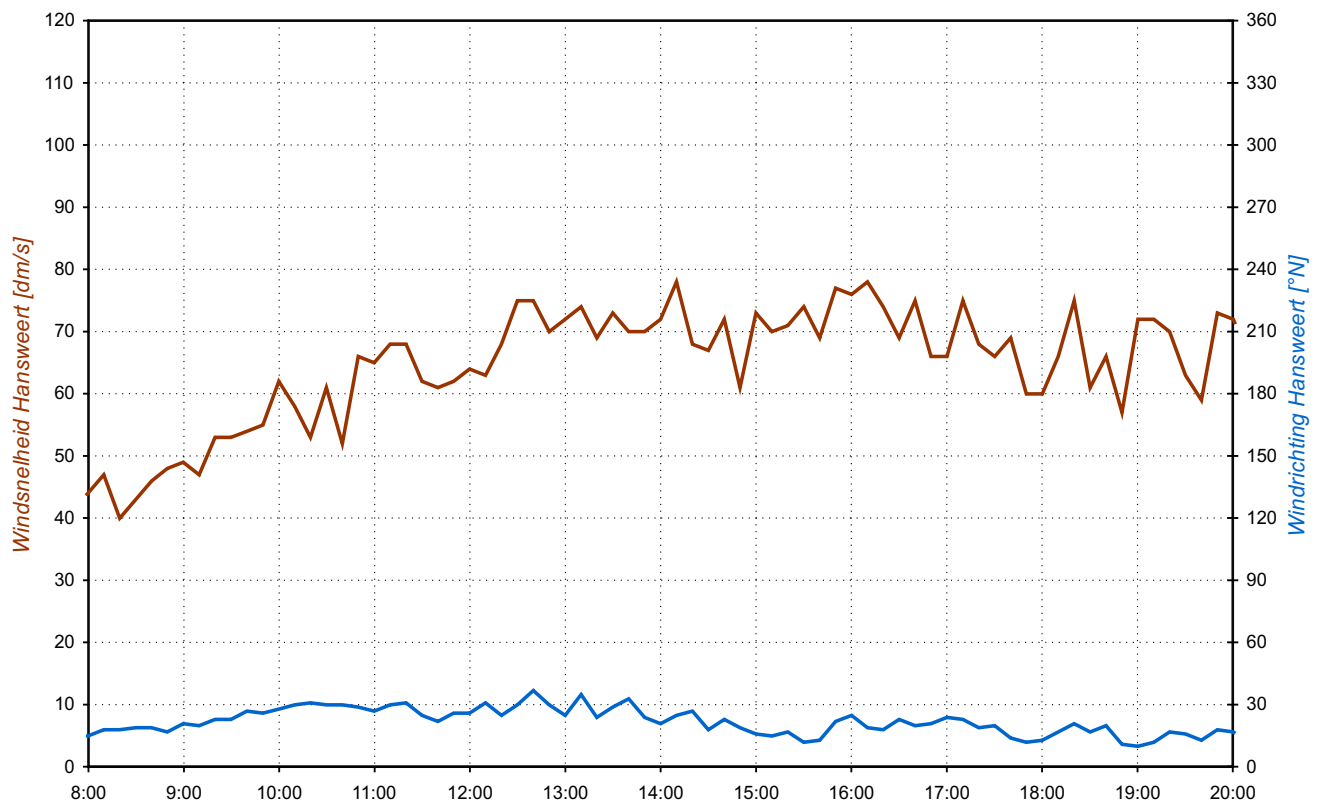
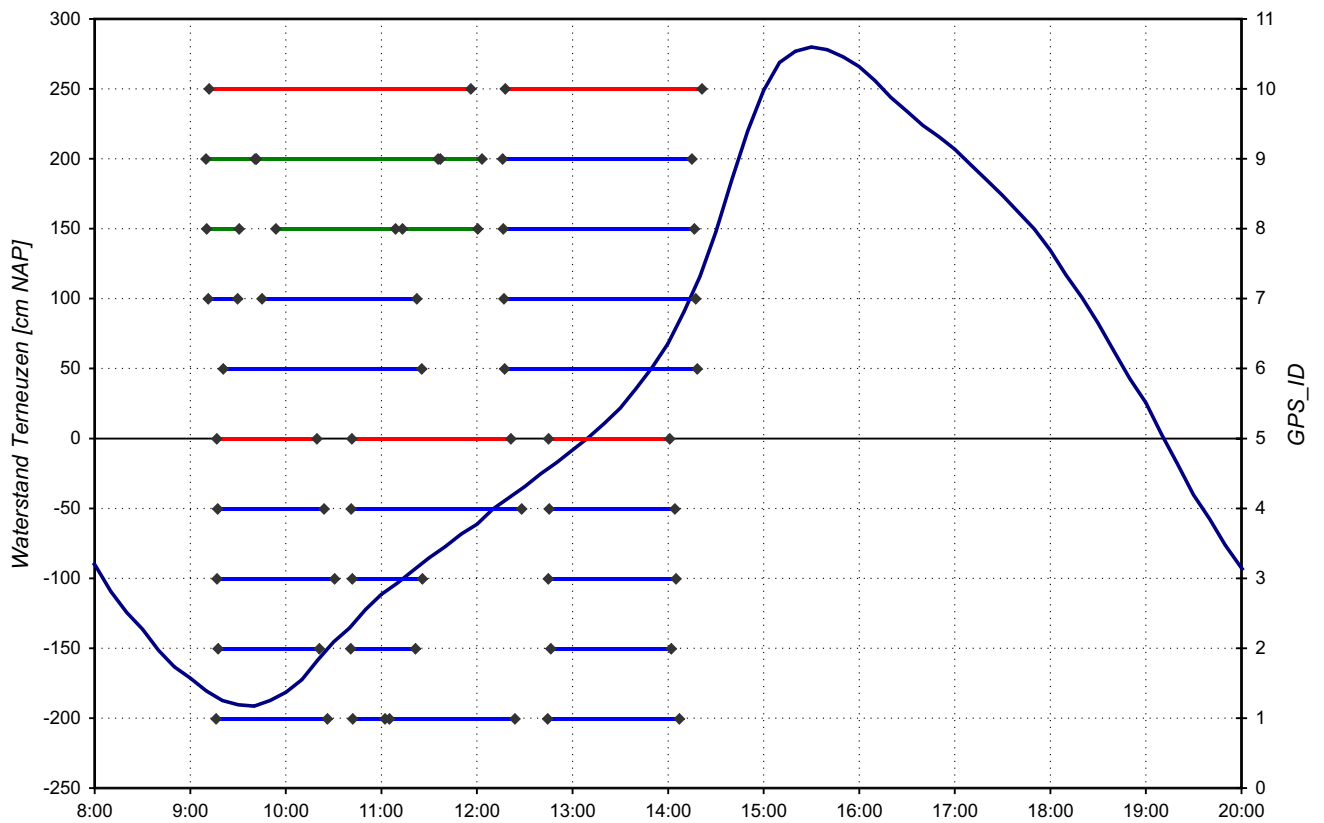
Figuur B7



Resultaten vlottermetingen Rug van Baarland 26/09/2007 - VLOED		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur B8



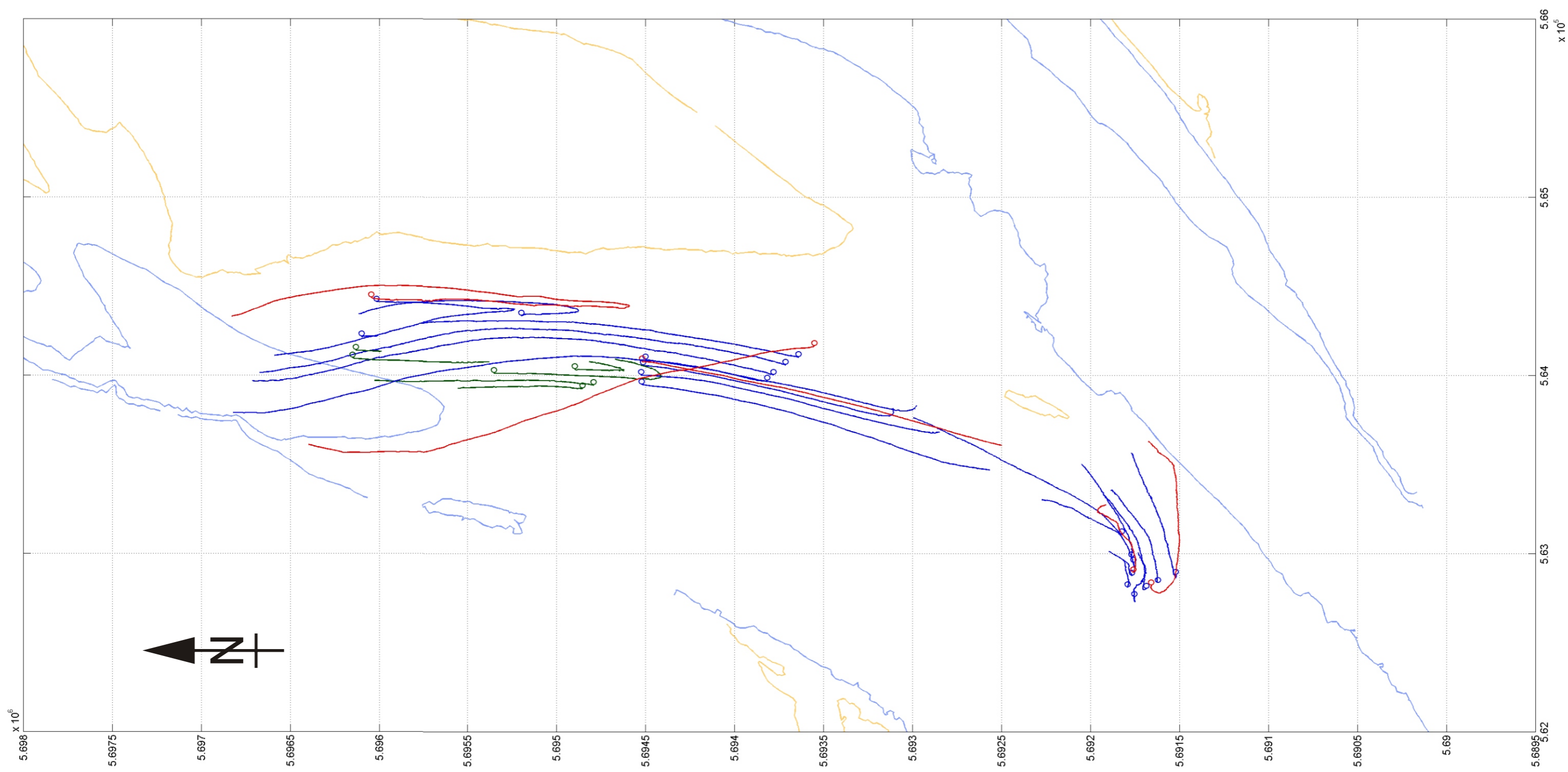
Resultaten vlottermetingen Rug van Baarland 26/09/2007 - EB		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur B9



Overzicht vlottermetingen (boven) en wind (onder) te Hansweert op 27/09/2007







Resultaten vlottermetingen Rug van Baarland 27/09/2007 - VLOED		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur B11

# GEEN VLOTTERMETINGEN

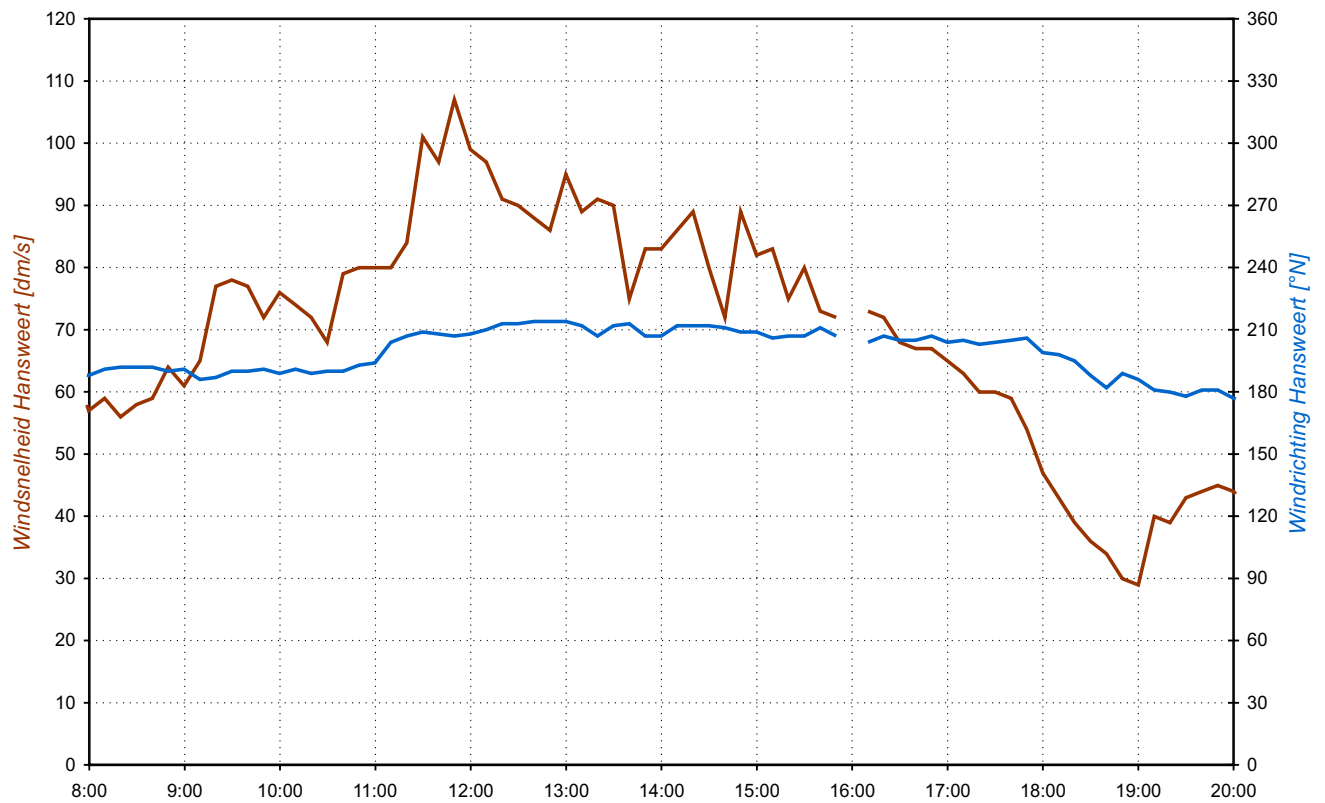
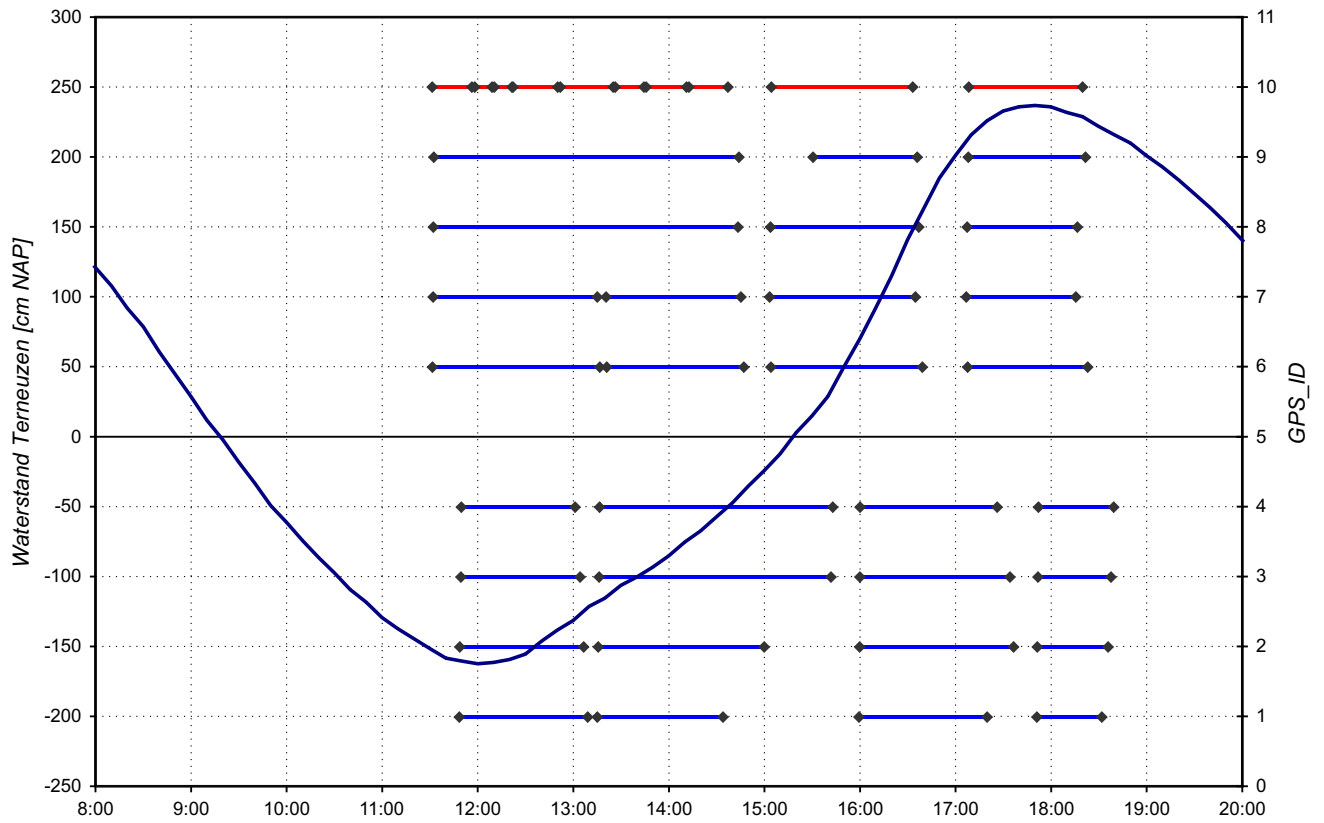
Resultaten vlottermetingen Rug van Baarland  
27/09/2007 - EB



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

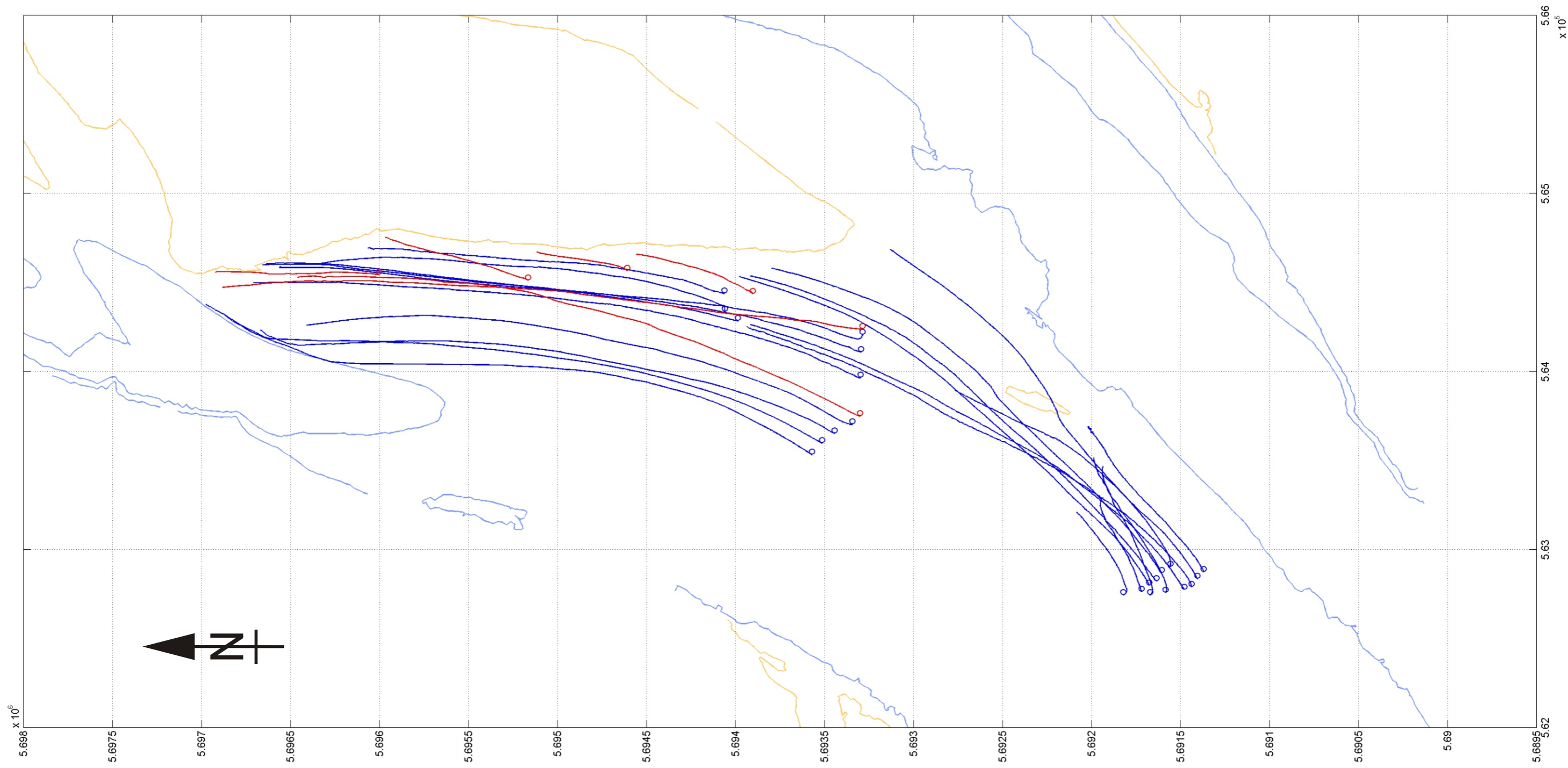
Figuur B12



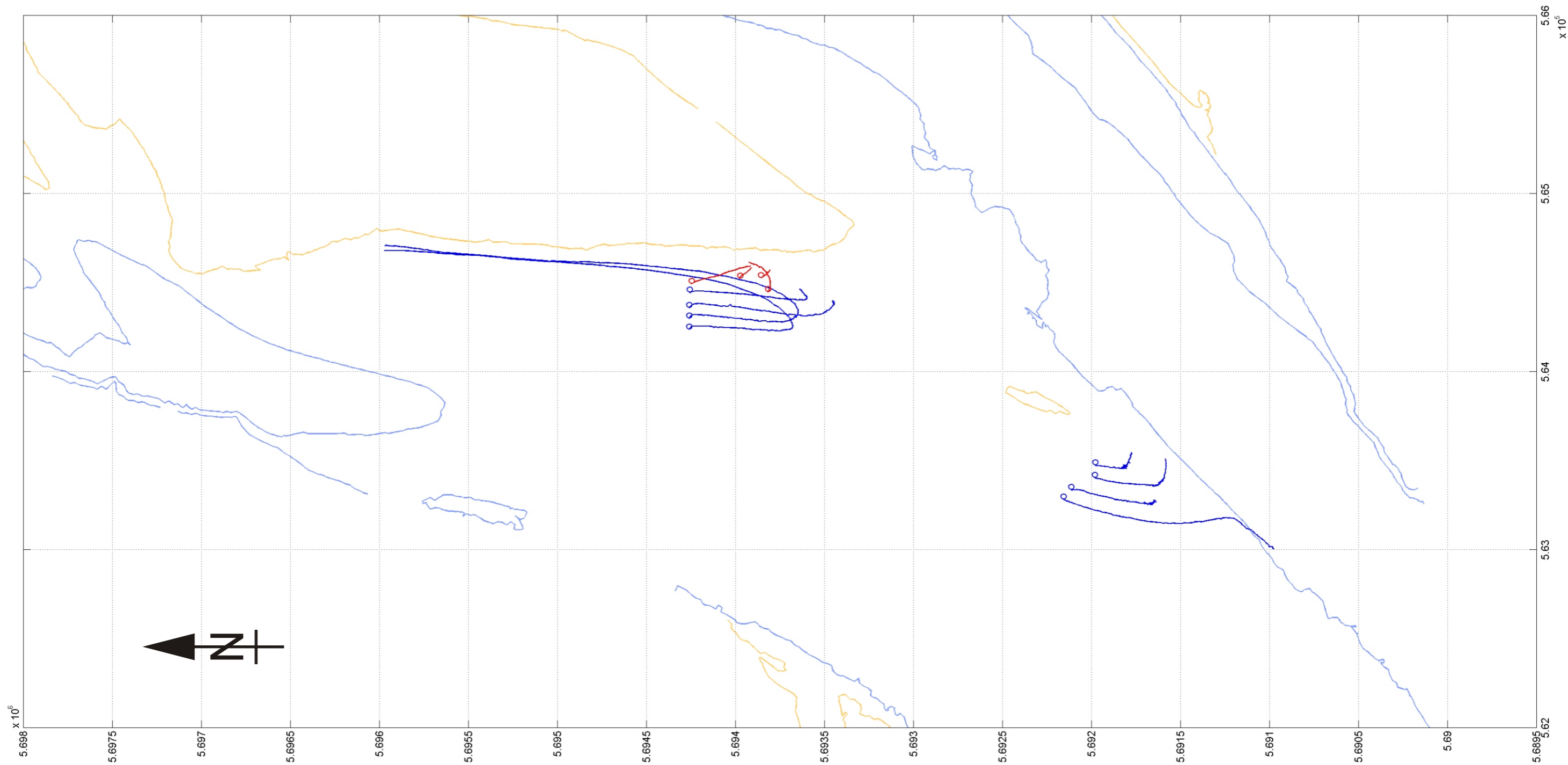
Overzicht vlottermetingen (boven) en wind (onder) te Hansweert op 16/10/2007




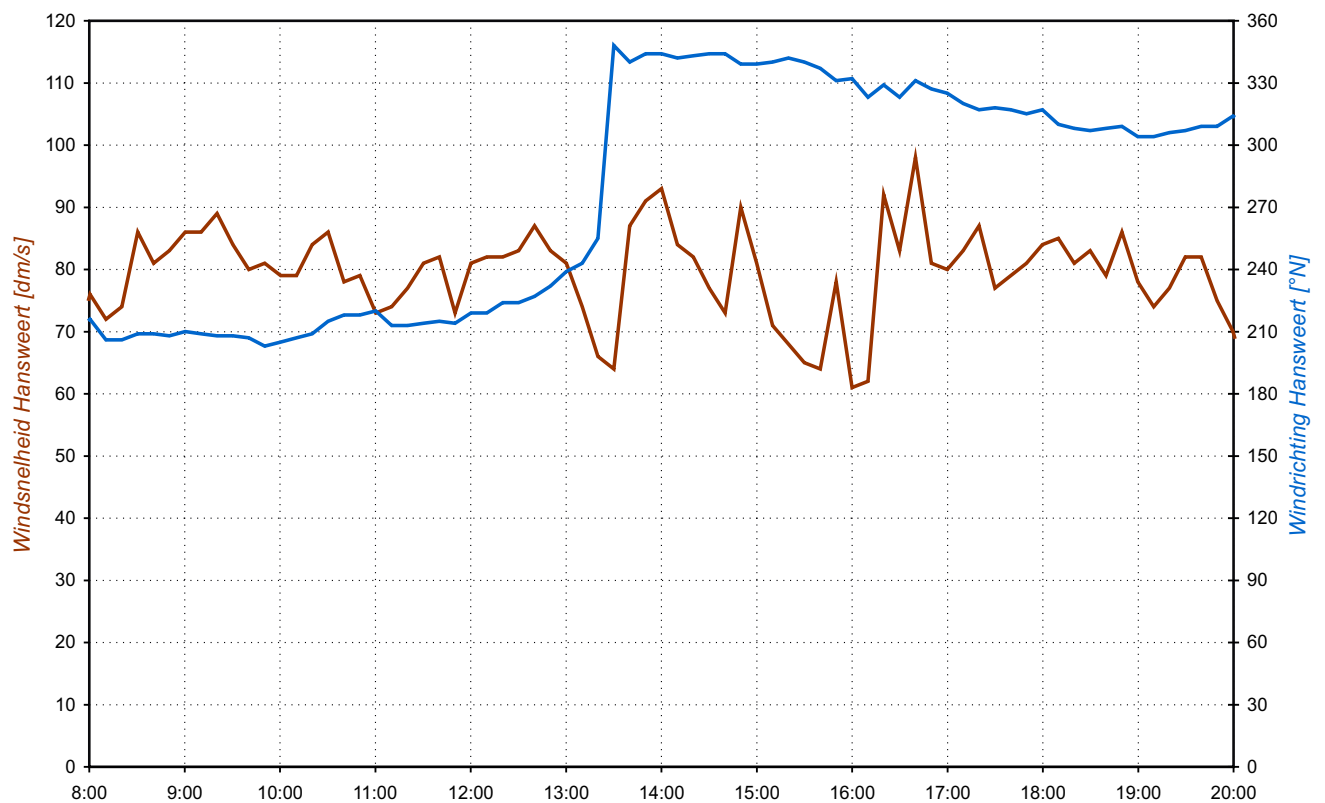
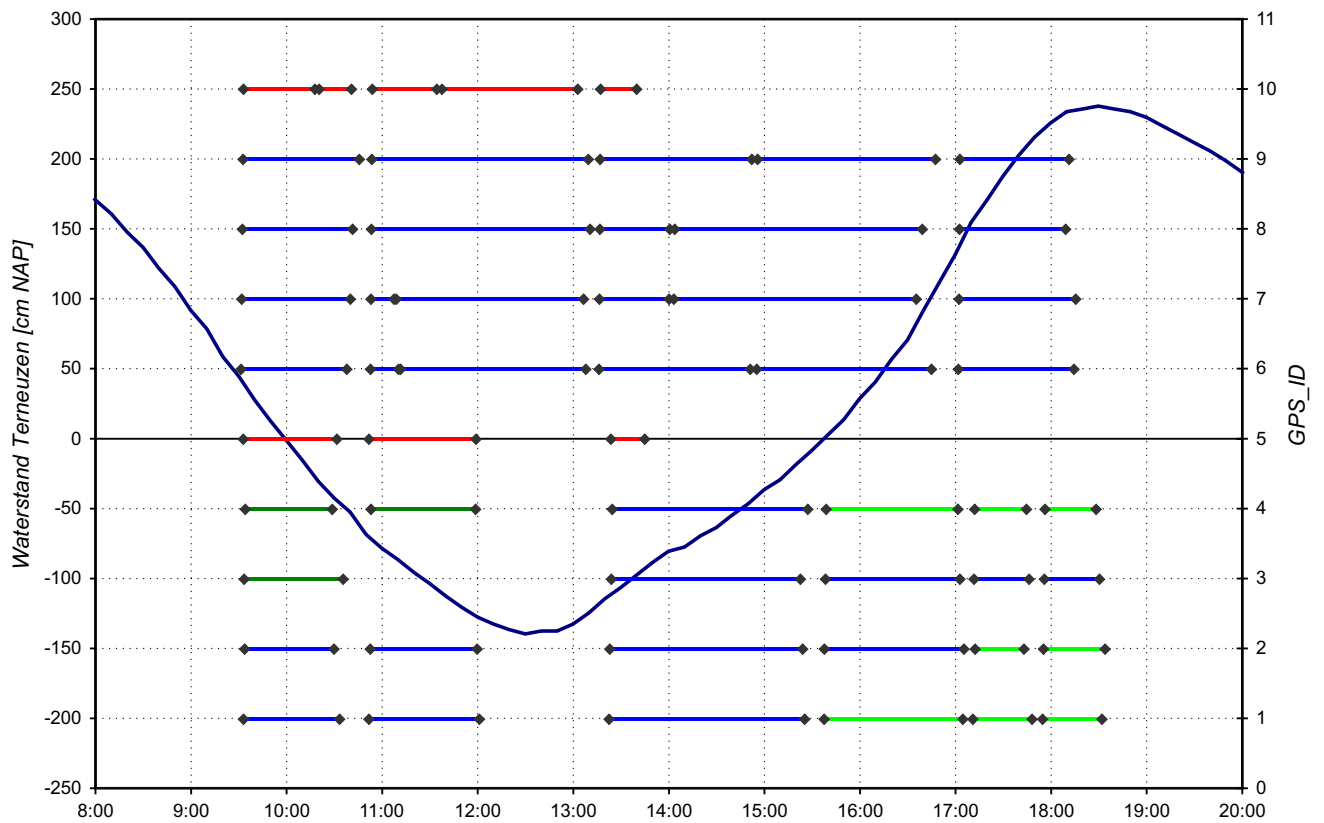




Resultaten vlottermetingen Rug van Baarland 16/10/2007 - VLOED		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur B14



Resultaten vlottermetingen Rug van Baarland 16/10/2007 - EB		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur B15



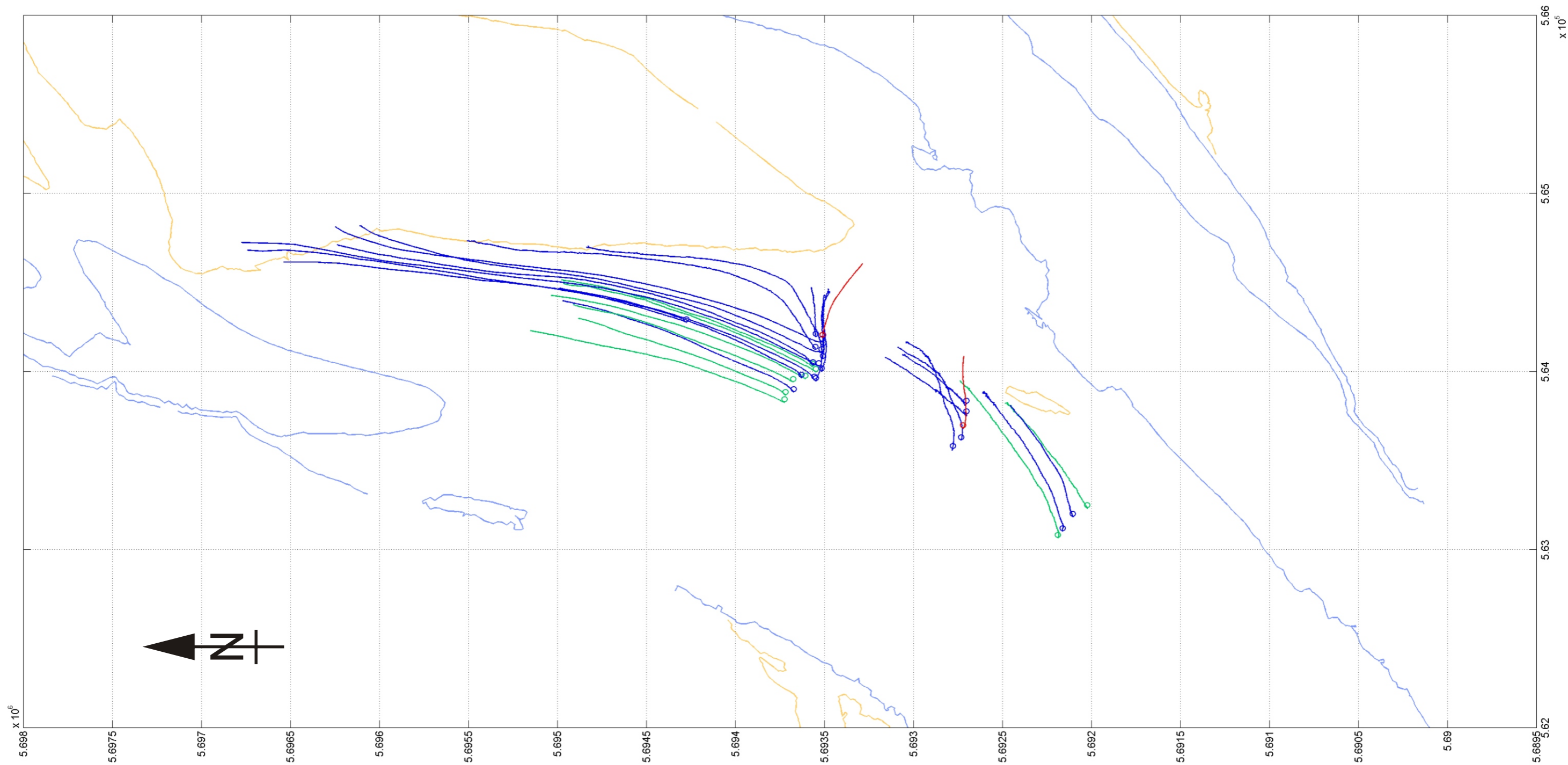
Overzicht vlottermetingen (boven) en wind (onder)  
te Hansweert op 17/10/2007



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

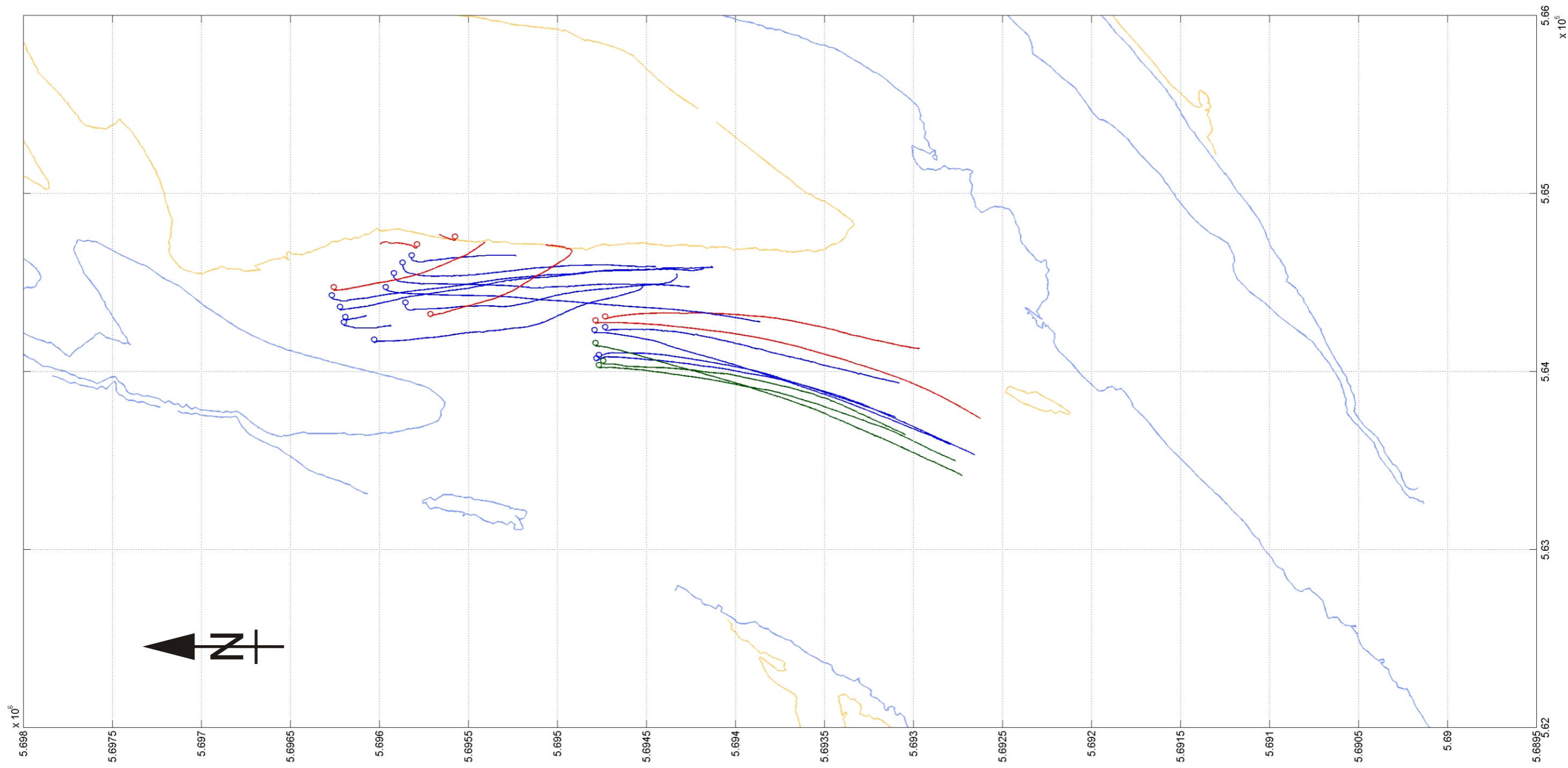
**M 791/06**

Figuur B16

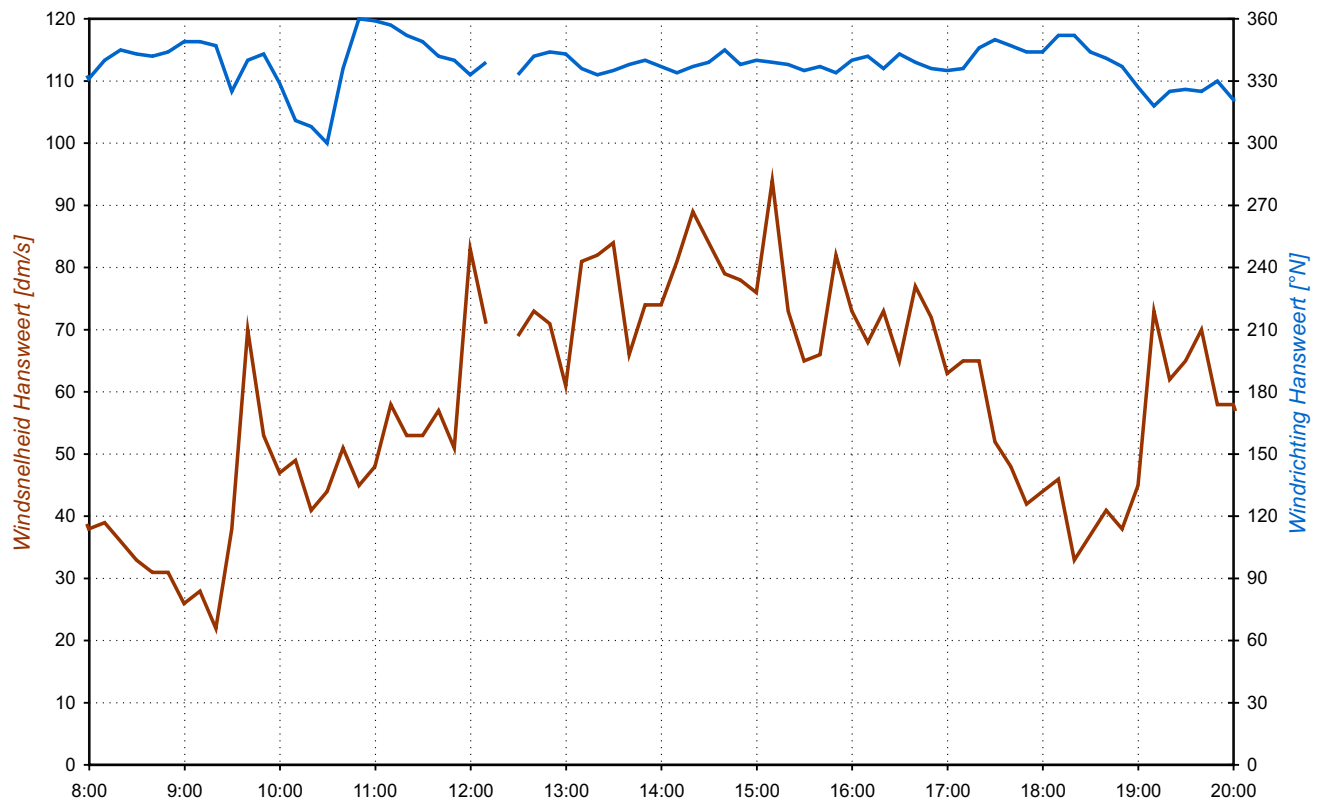
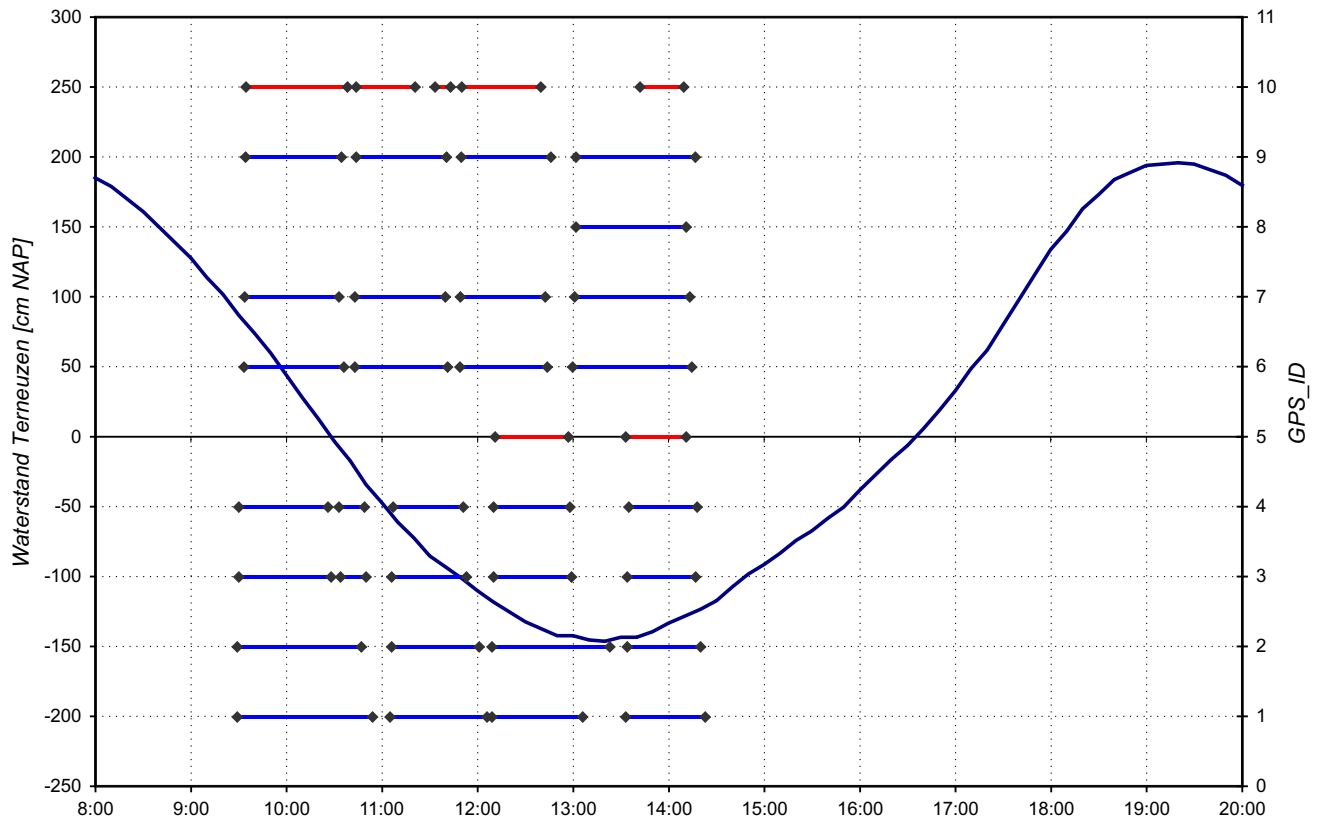


Resultaten vlottermetingen Rug van Baarland 17/10/2007 - VLOED		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur B17





Resultaten vlottermetingen Rug van Baarland 17/10/2007 - EB		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur B18



Overzicht vlottermetingen (boven) en wind (onder)  
te Hansweert op 18/10/2007



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur B19

# GEEN VLOTTERMETINGEN

Resultaten vlottermetingen Rug van Baarland  
18/10/2007 - VLOED

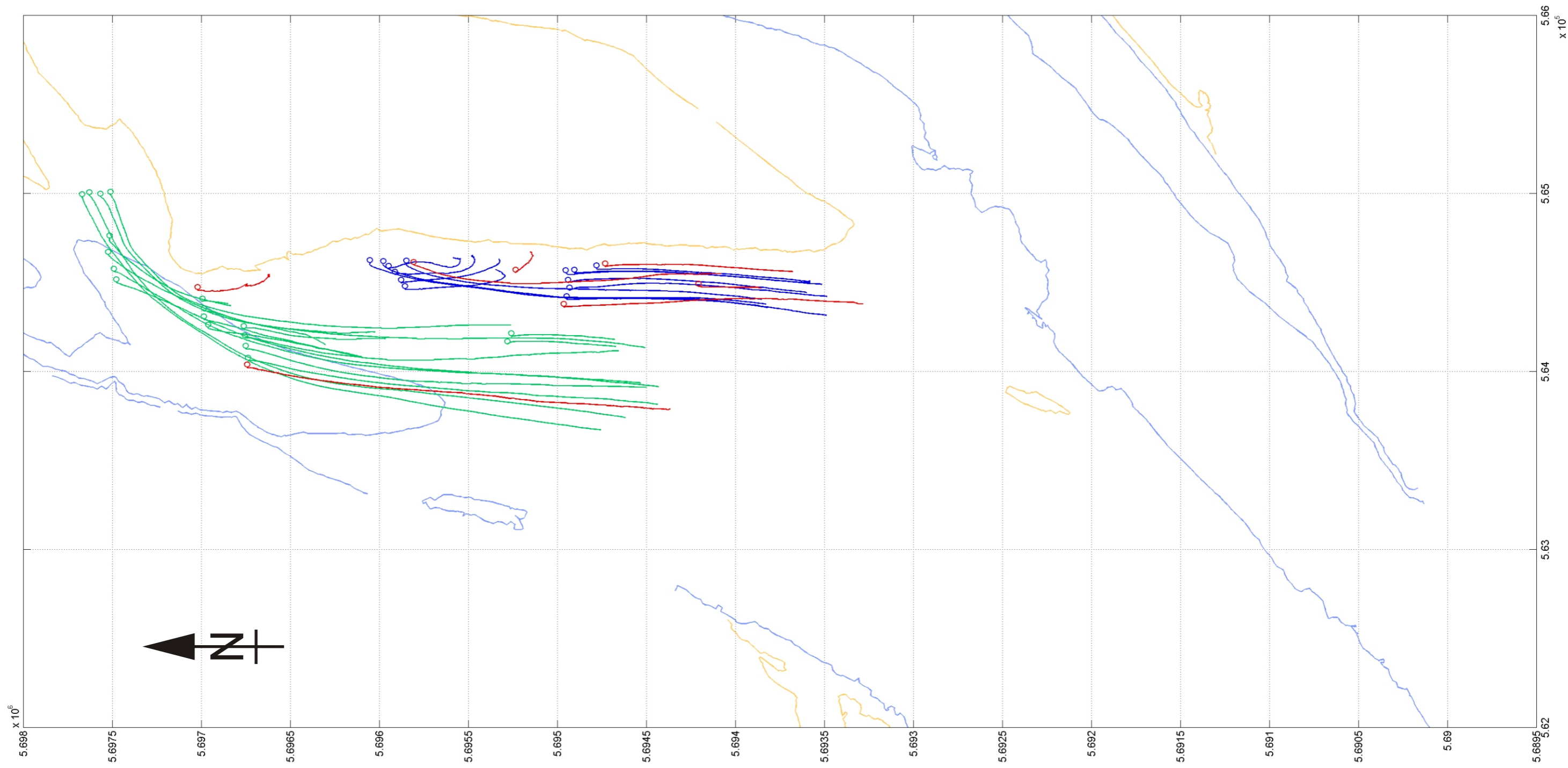


**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

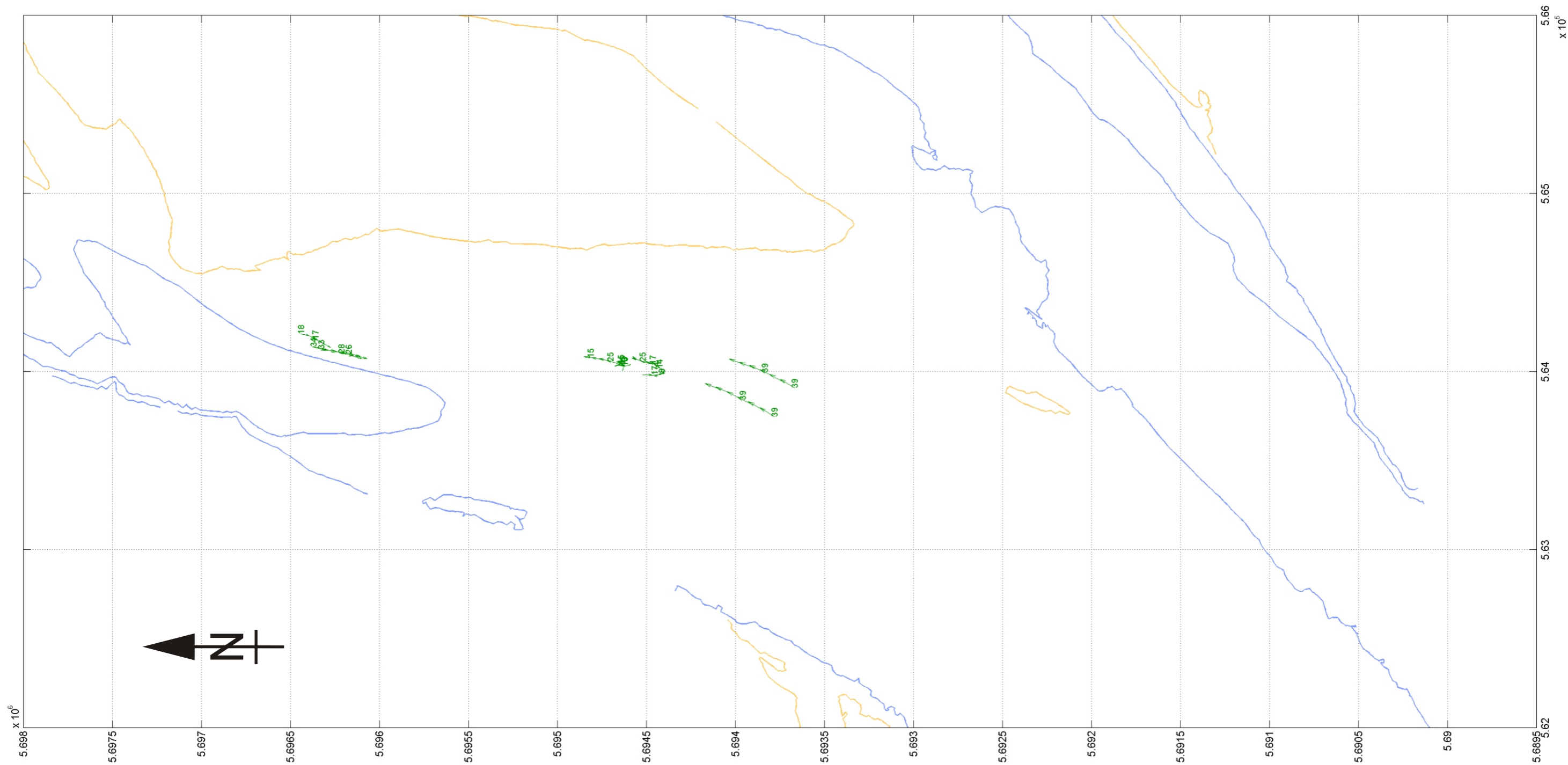
Figuur B20



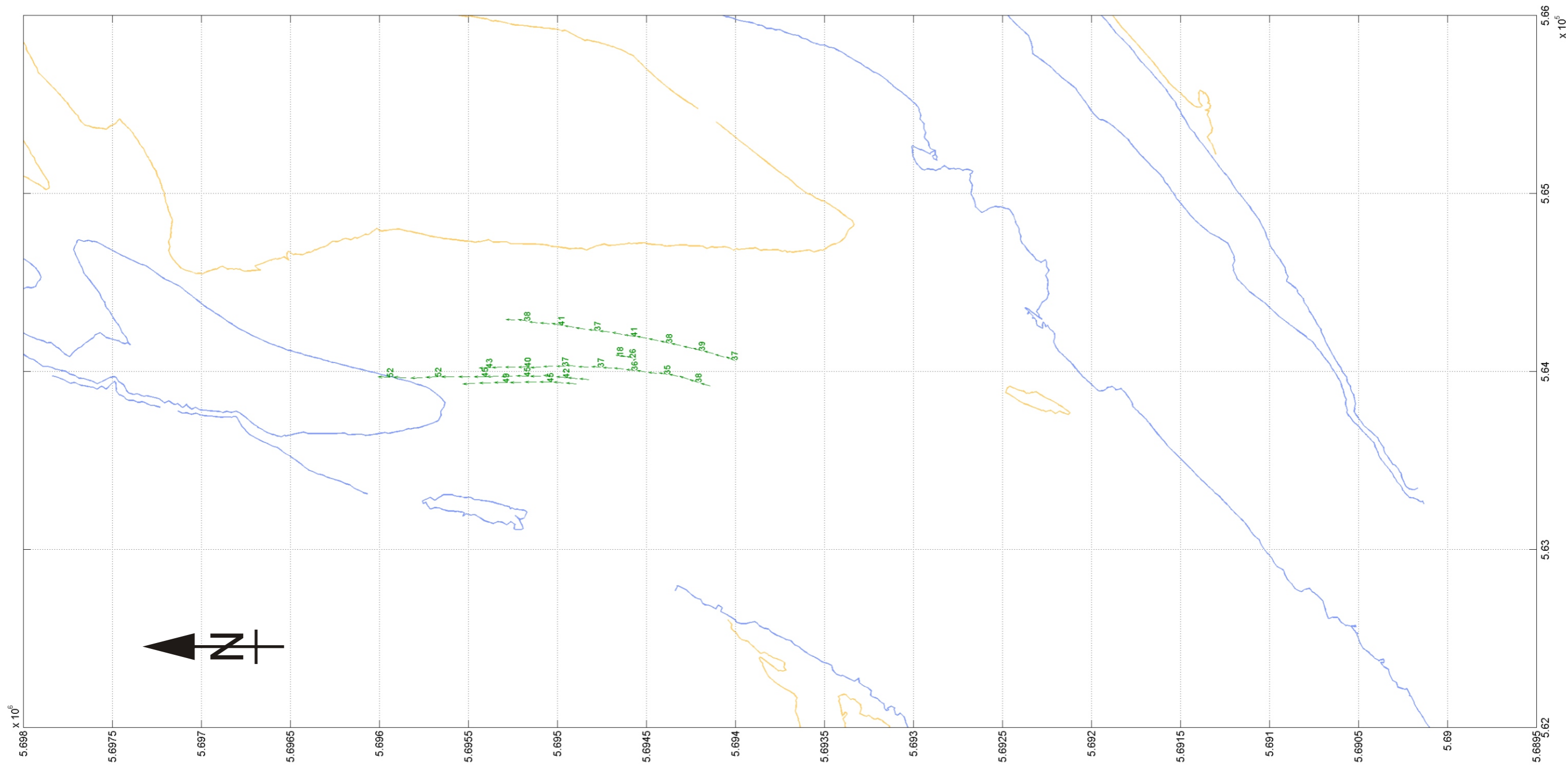


Resultaten vlottermetingen Rug van Baarland 18/10/2007 - EB		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur B21



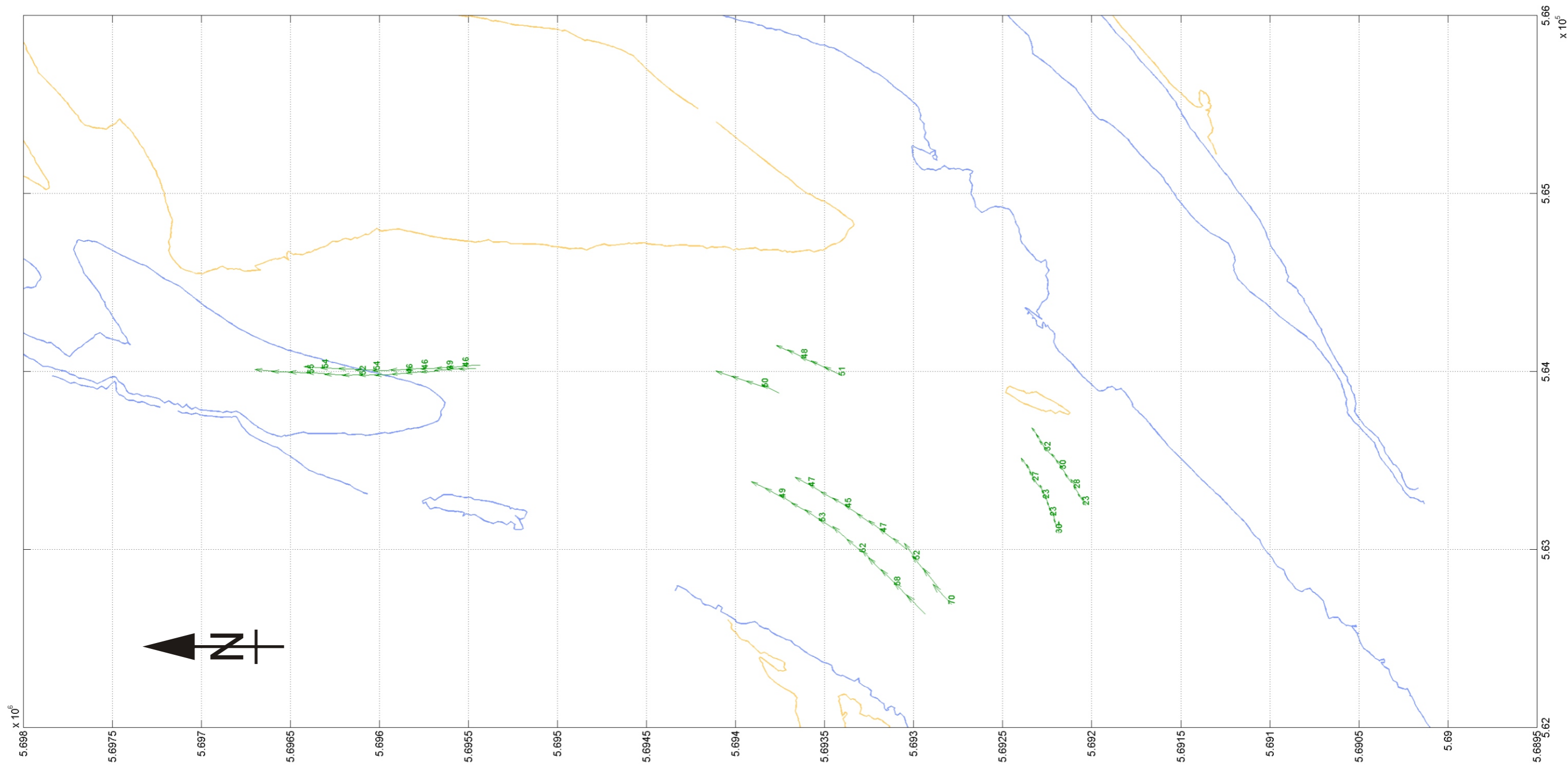


<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW - 5u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B23</p>

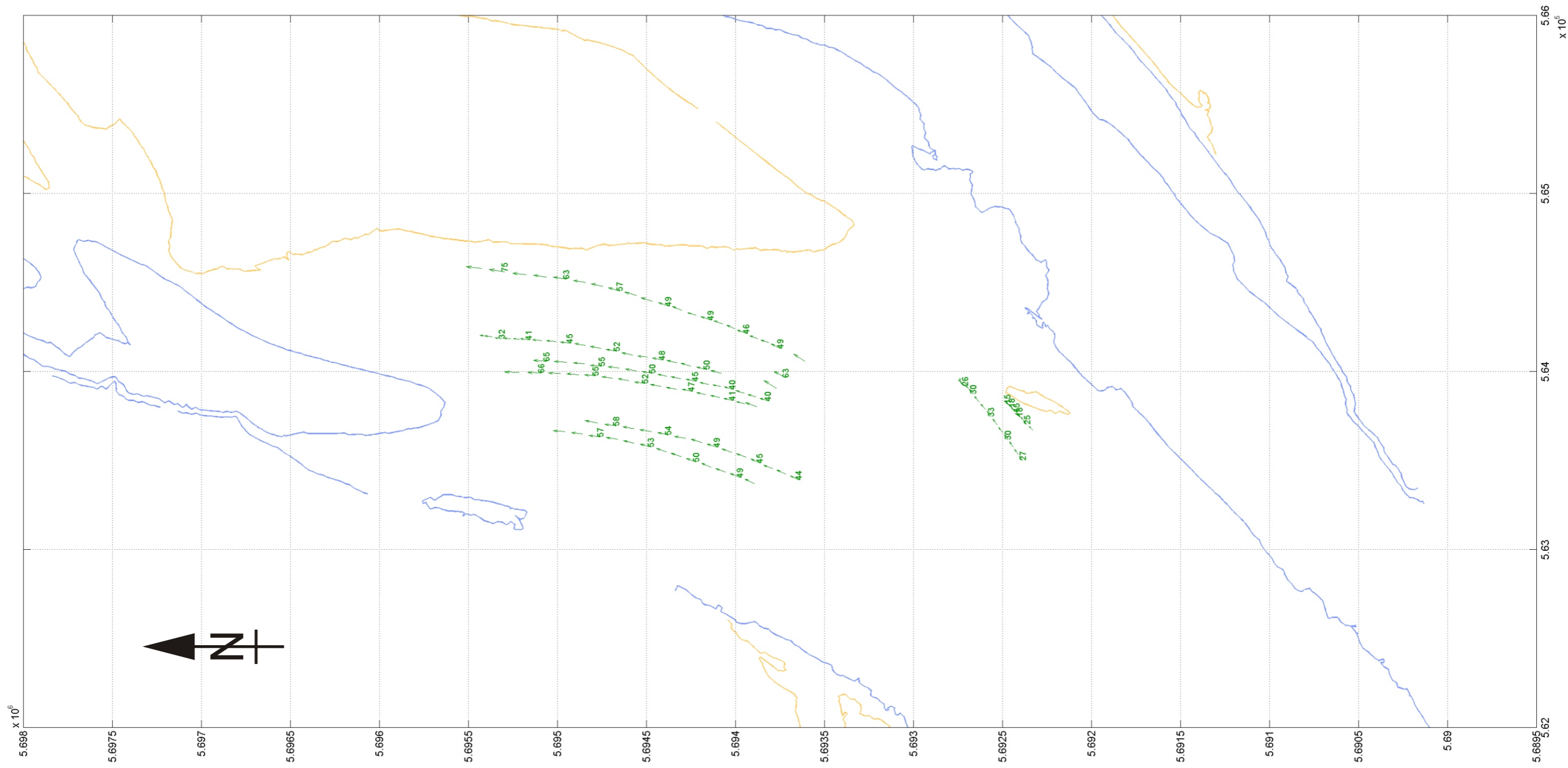


<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW - 4u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B24</p>

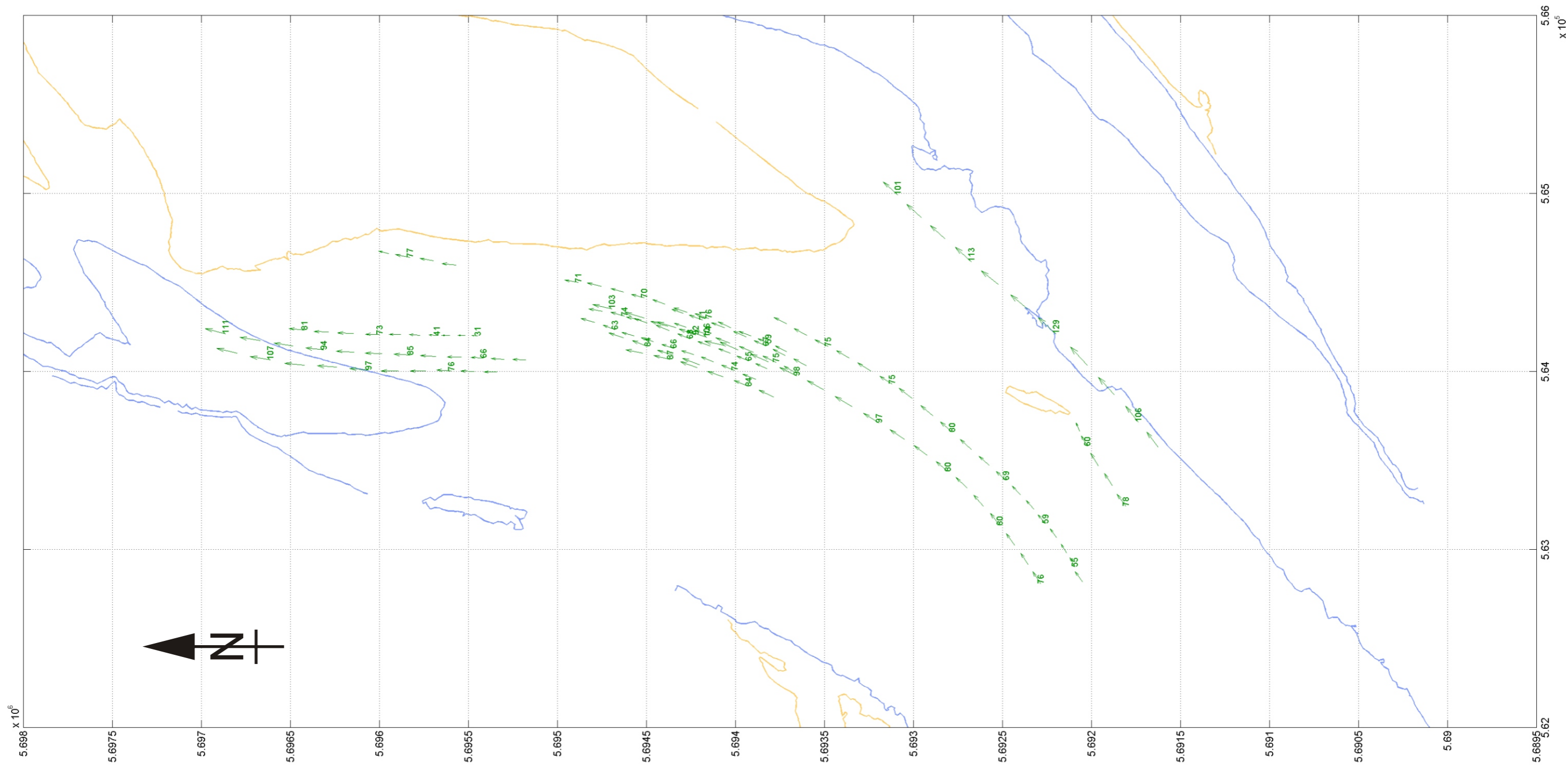




<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW - 3u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B25</p>

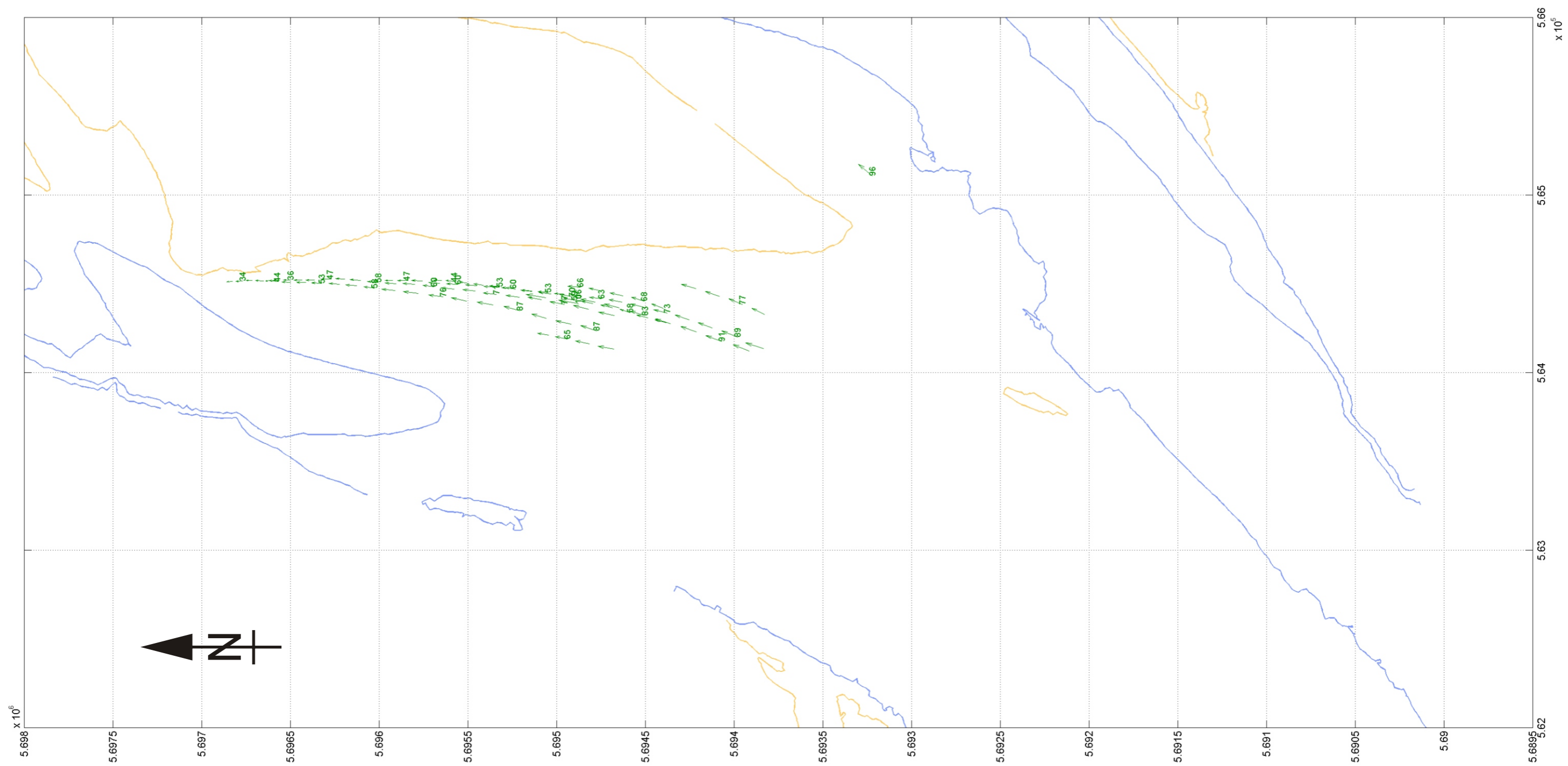



<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW - 2u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B26</p>

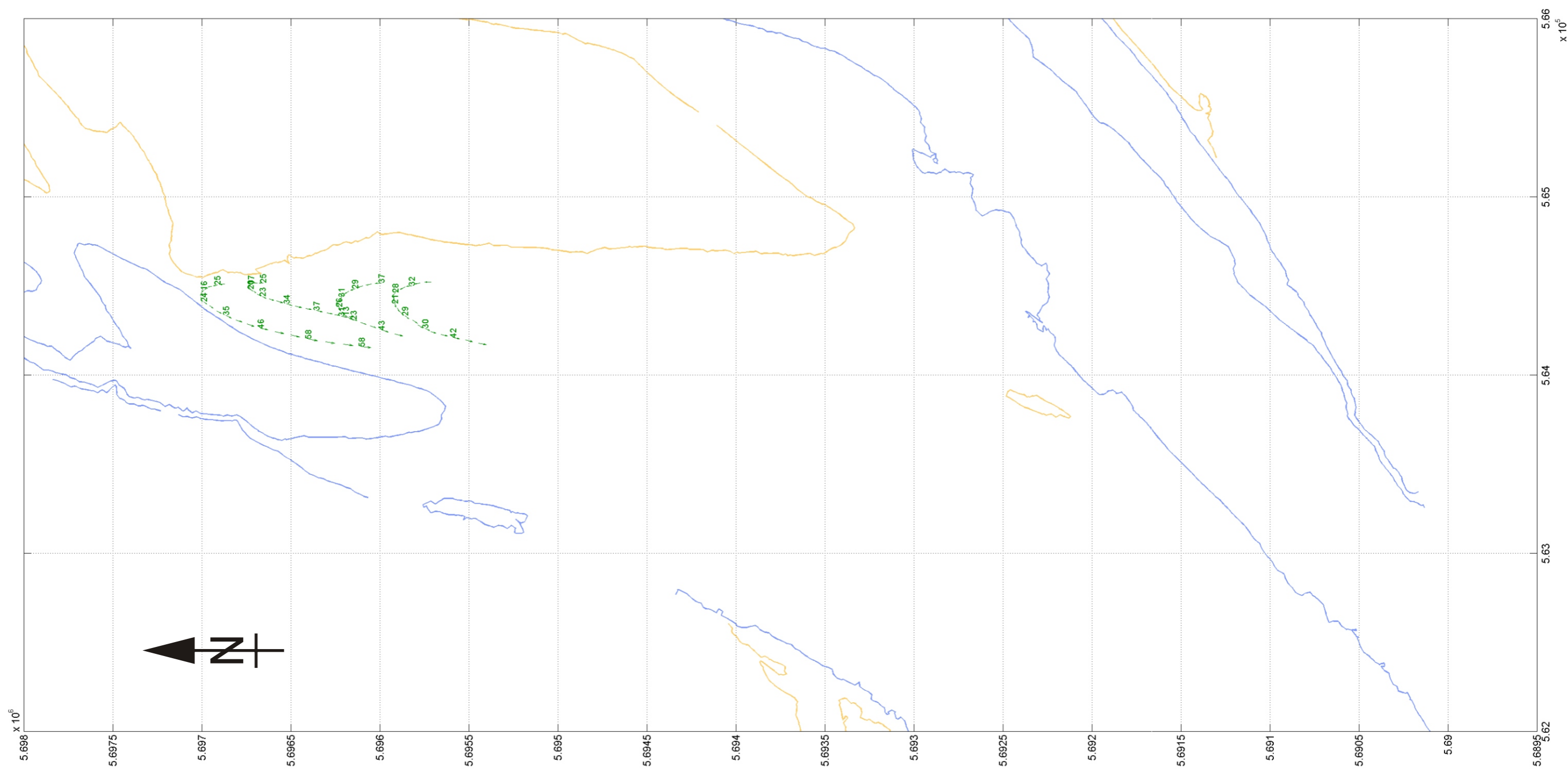


<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW - 1u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B27</p>

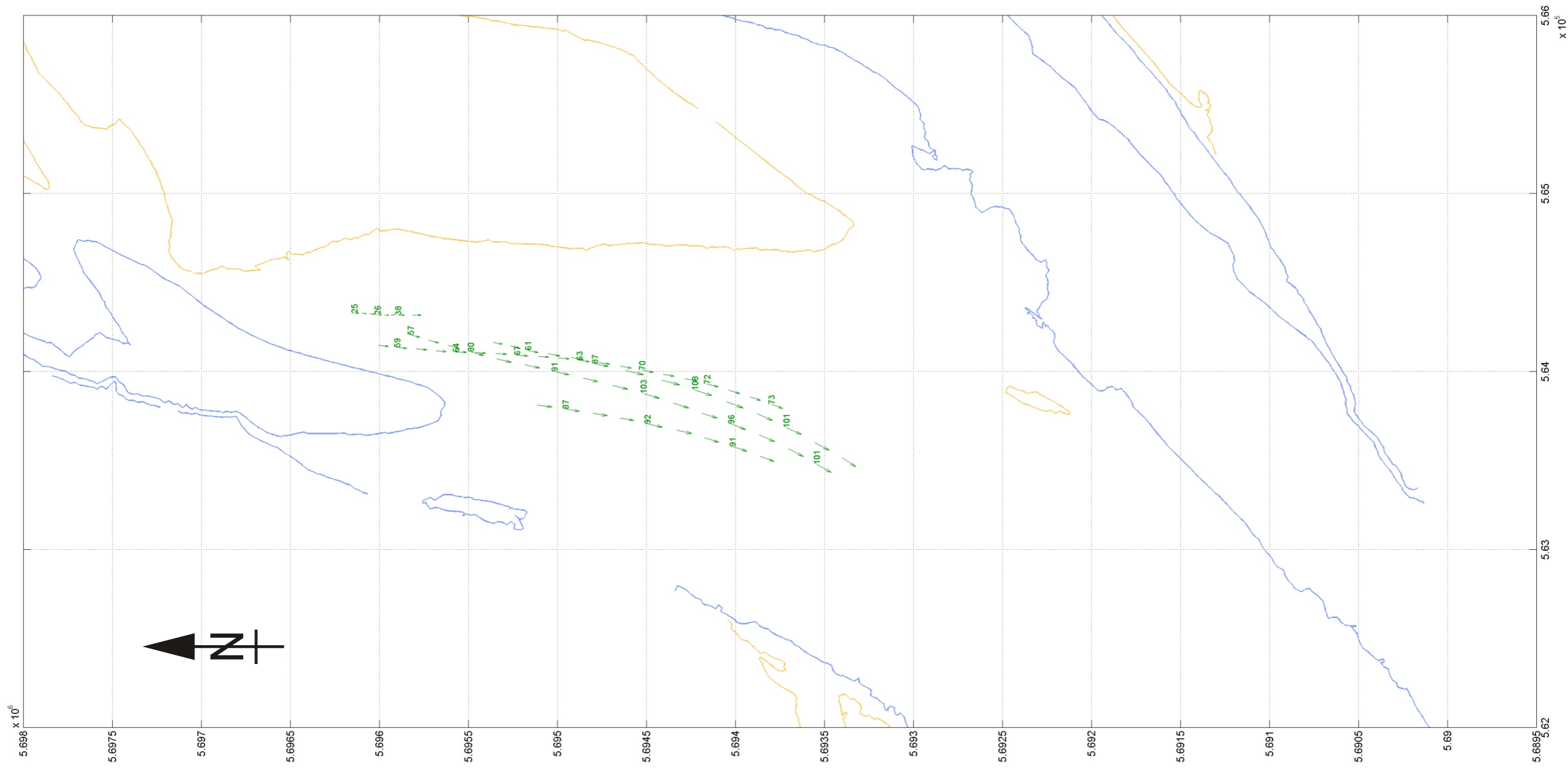




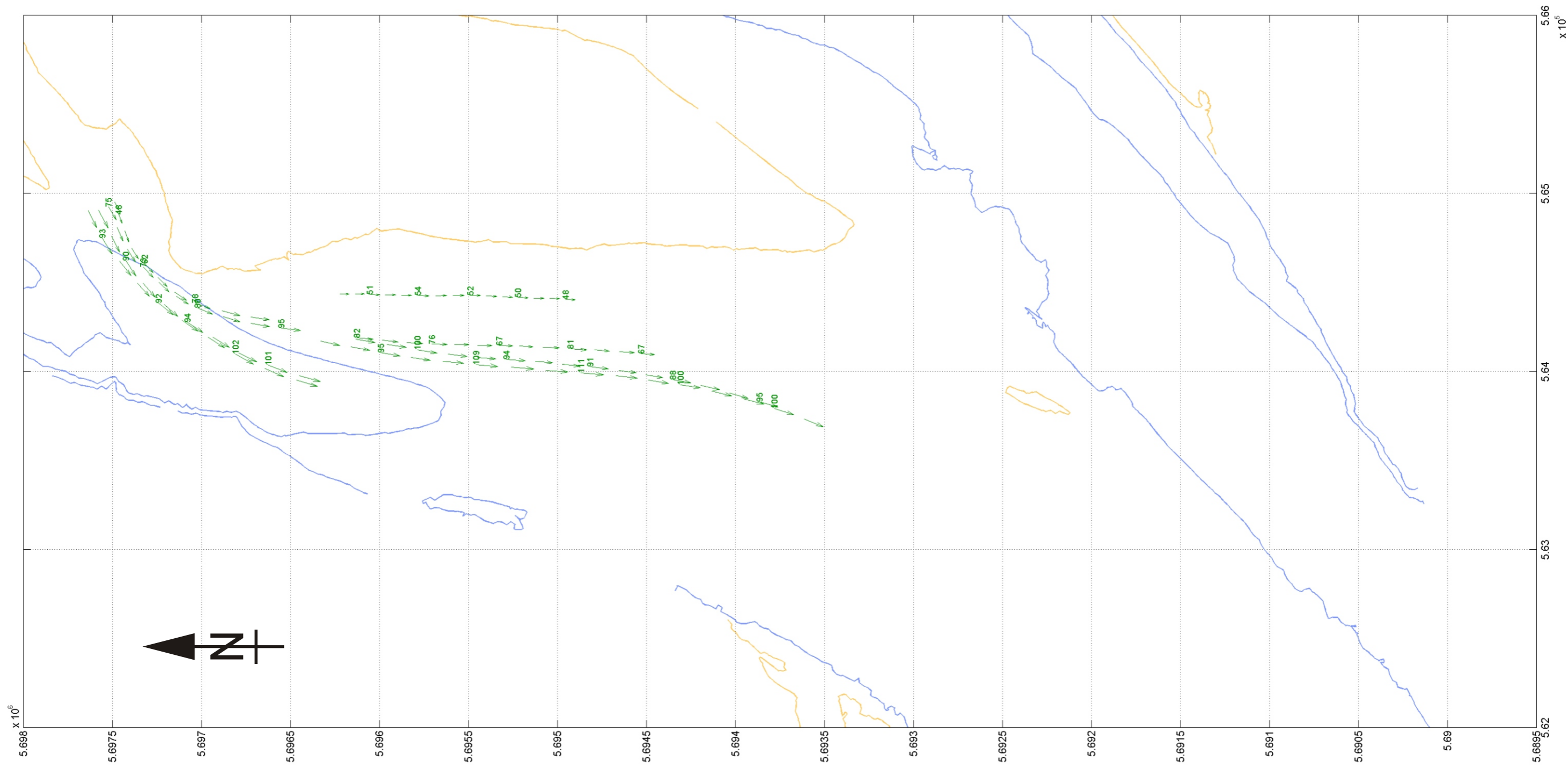
<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B28</p>



<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW + 1u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B29</p>

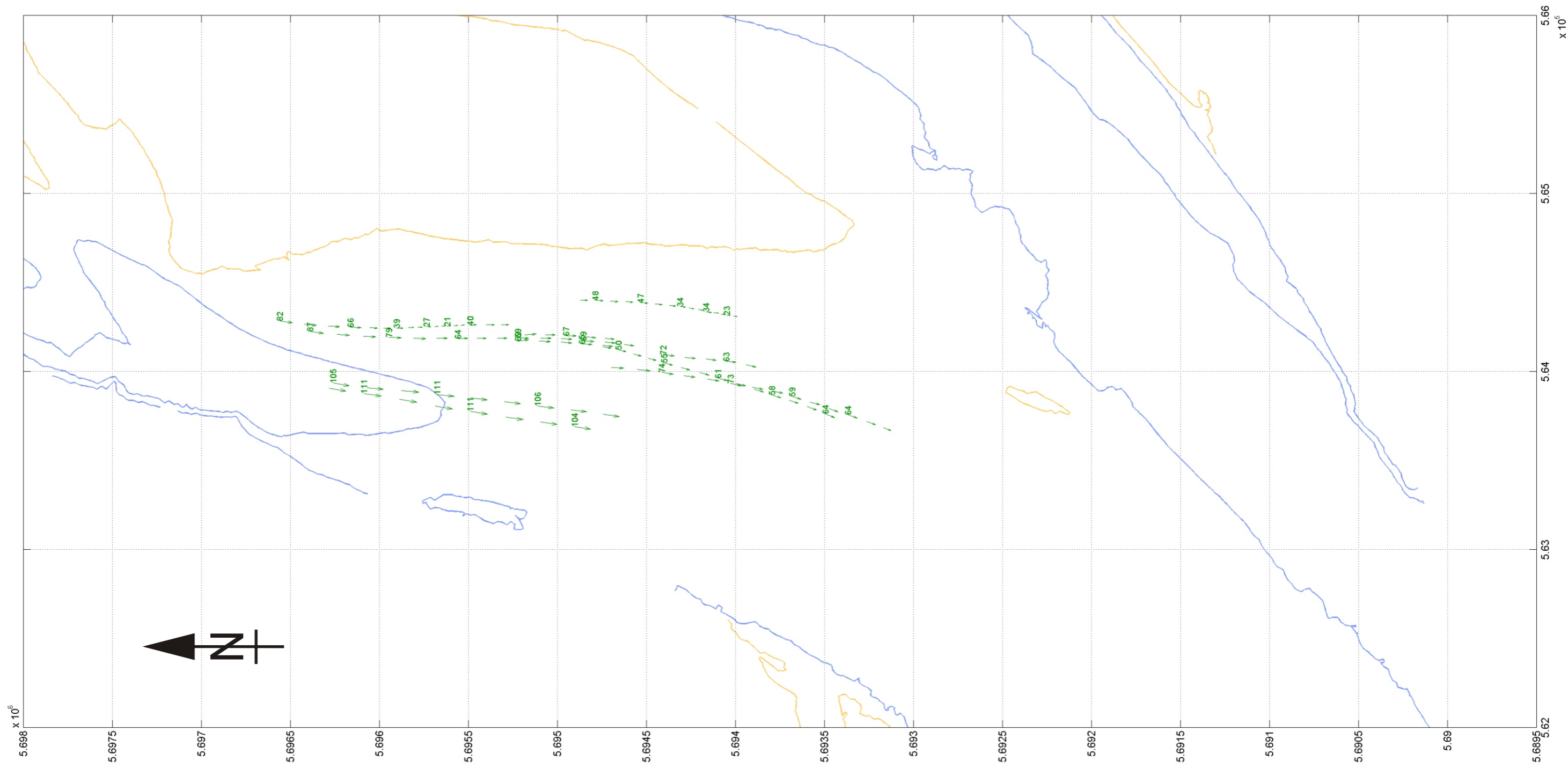


<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW + 2u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B30</p>

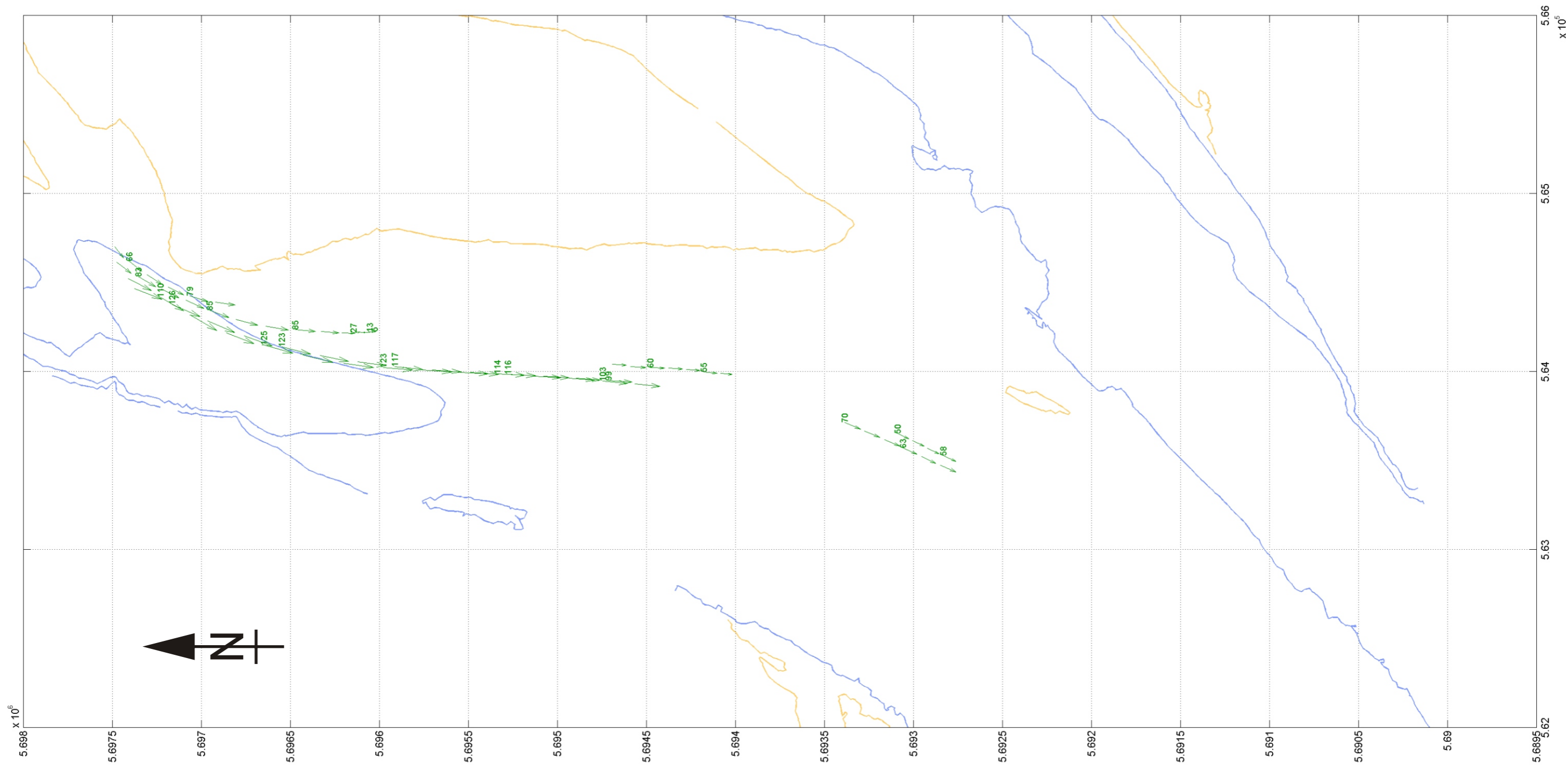


<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW + 3u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B31</p>

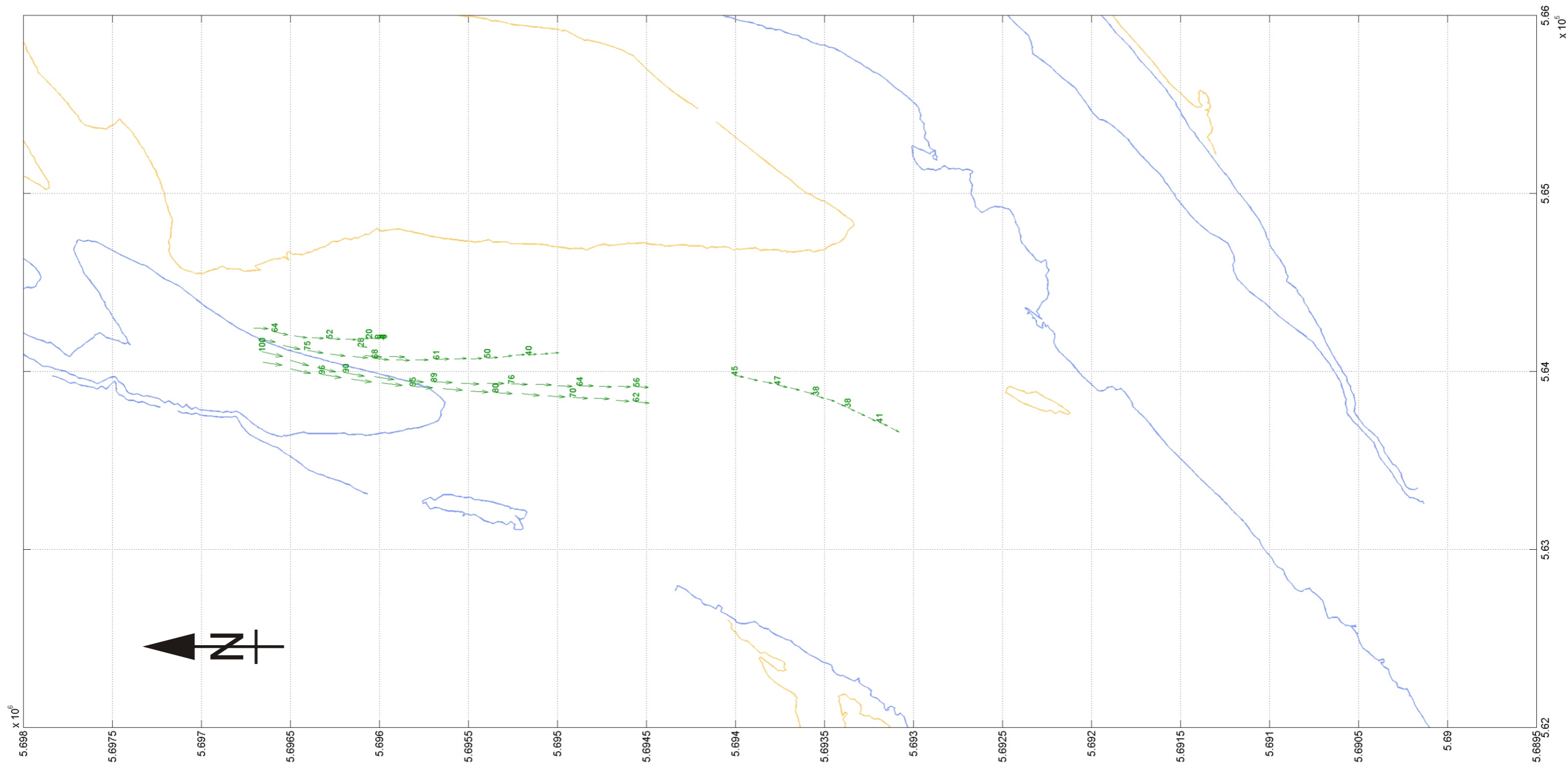




<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW + 4u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B32</p>

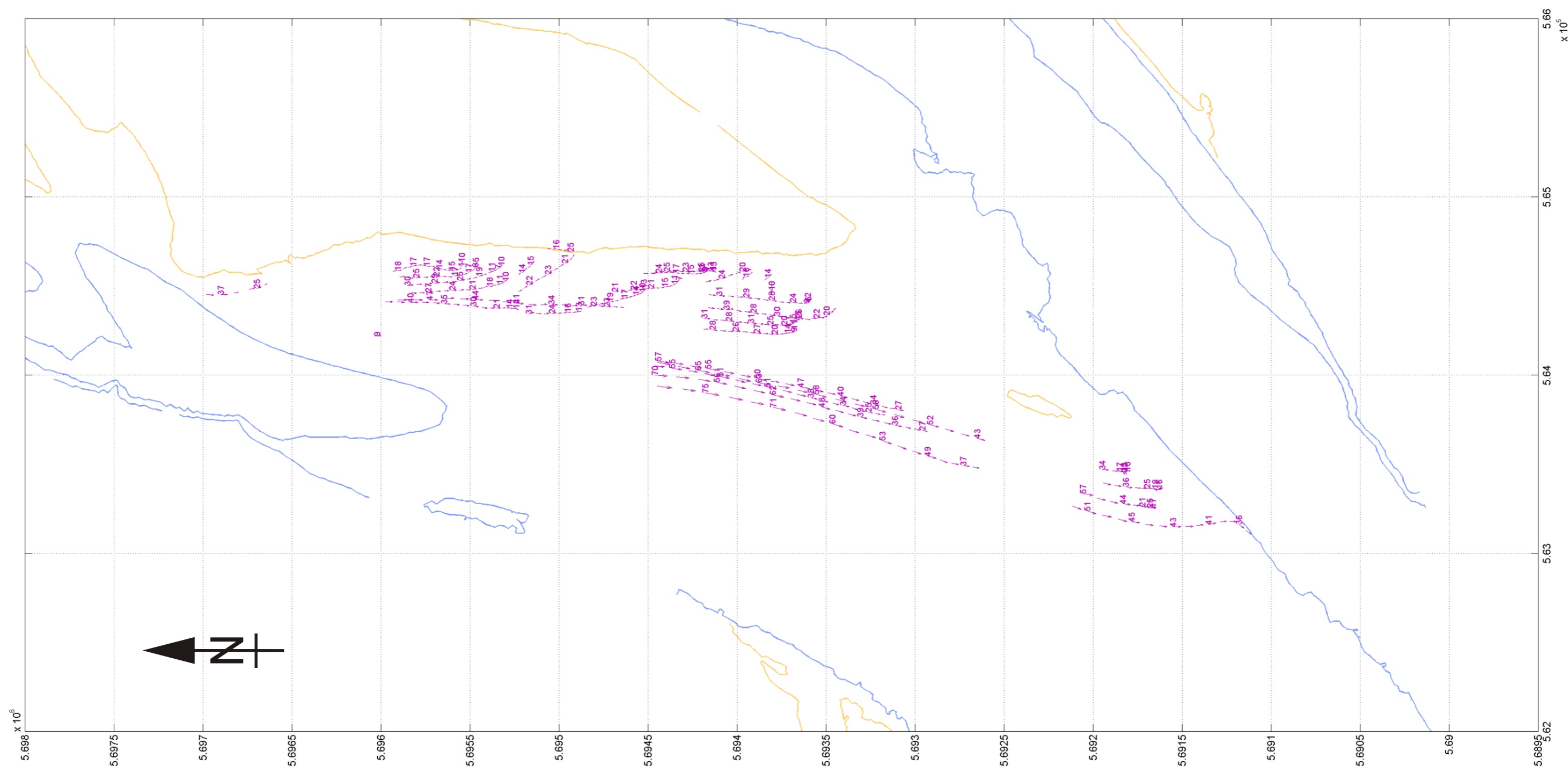


<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW + 5u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B33</p>

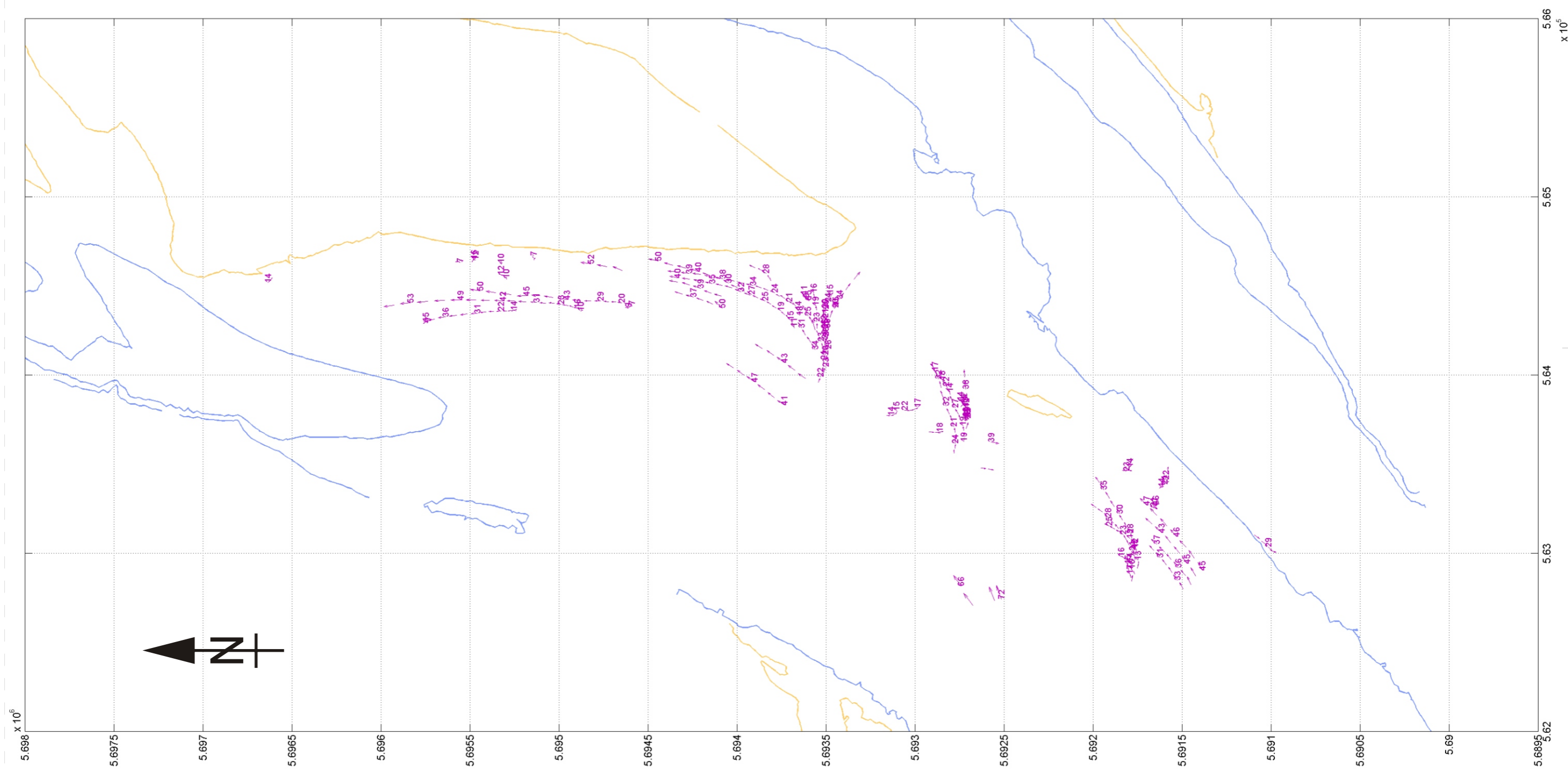


<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW + 6u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B34</p>

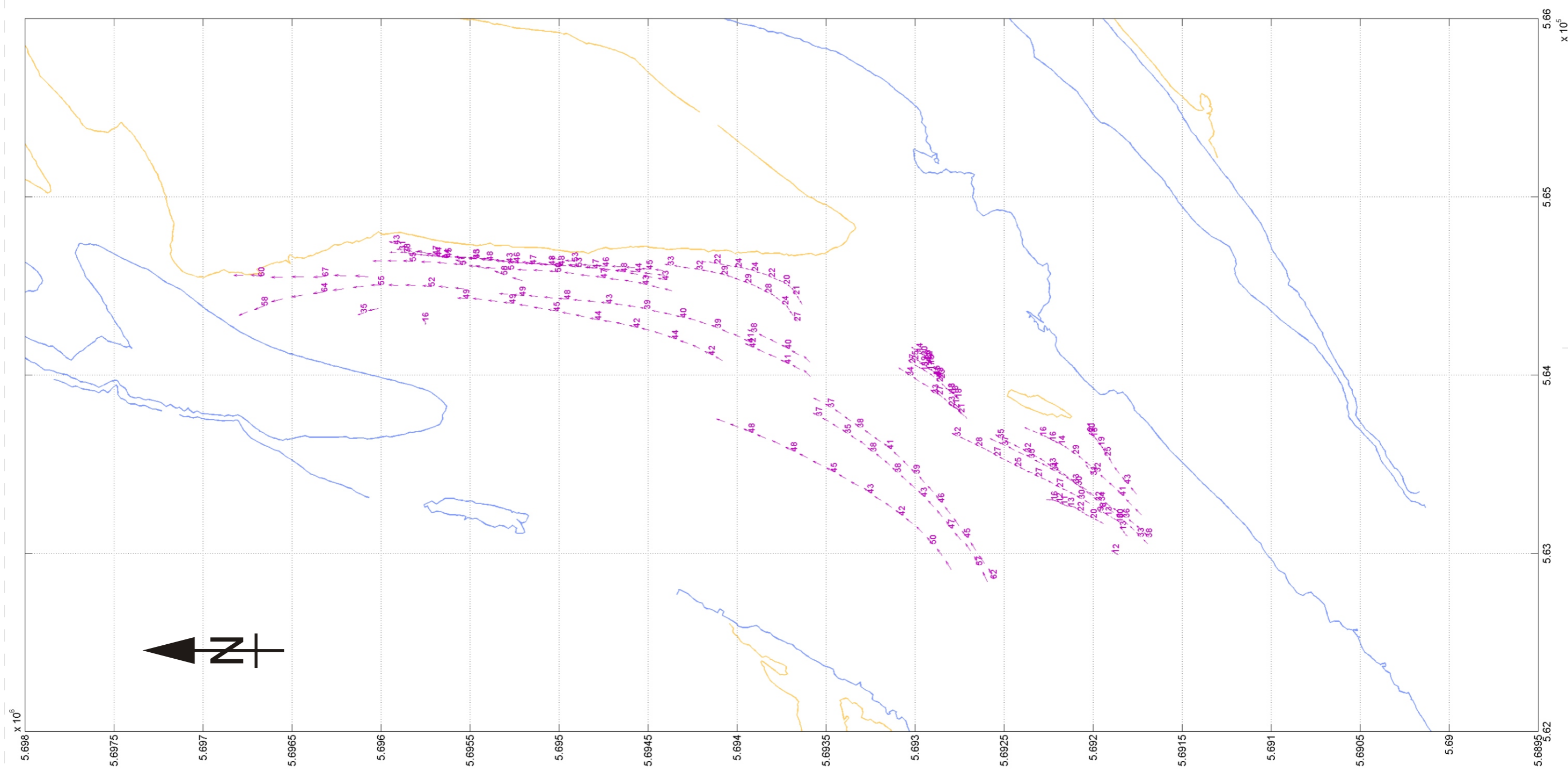




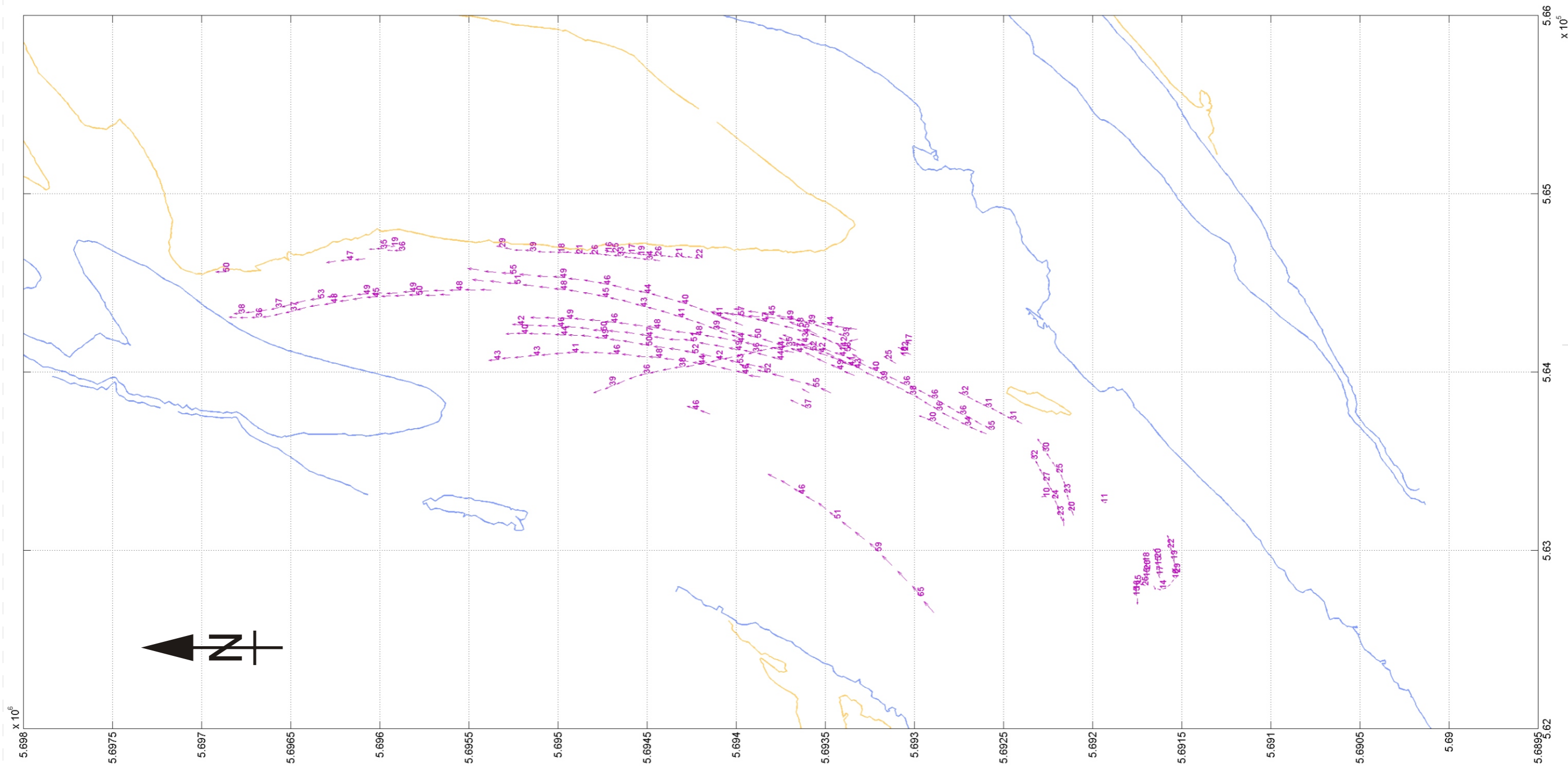
<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW - 6u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B35</p>



<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW - 5u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B36</p>

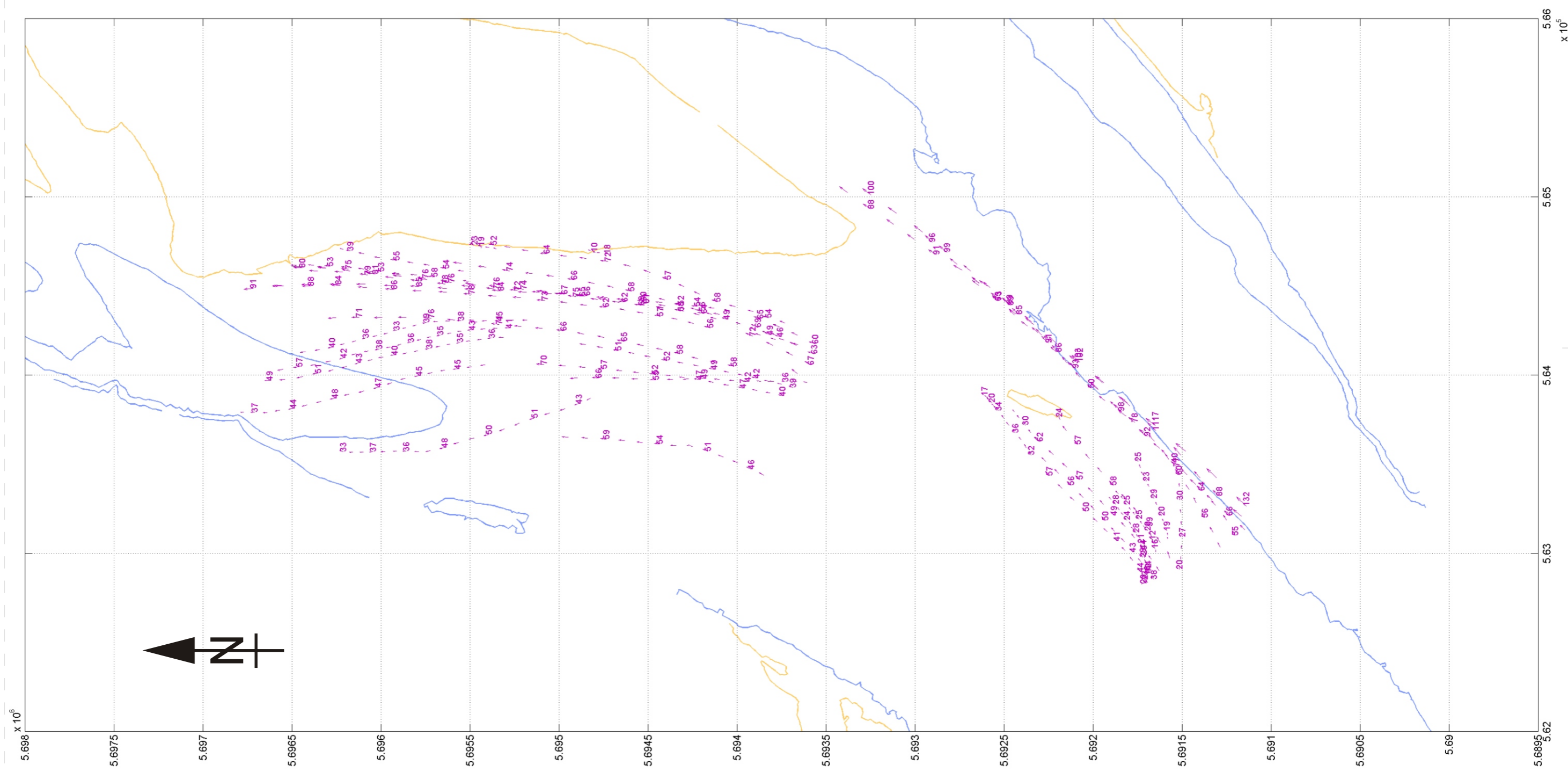


<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW - 4u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B37</p>

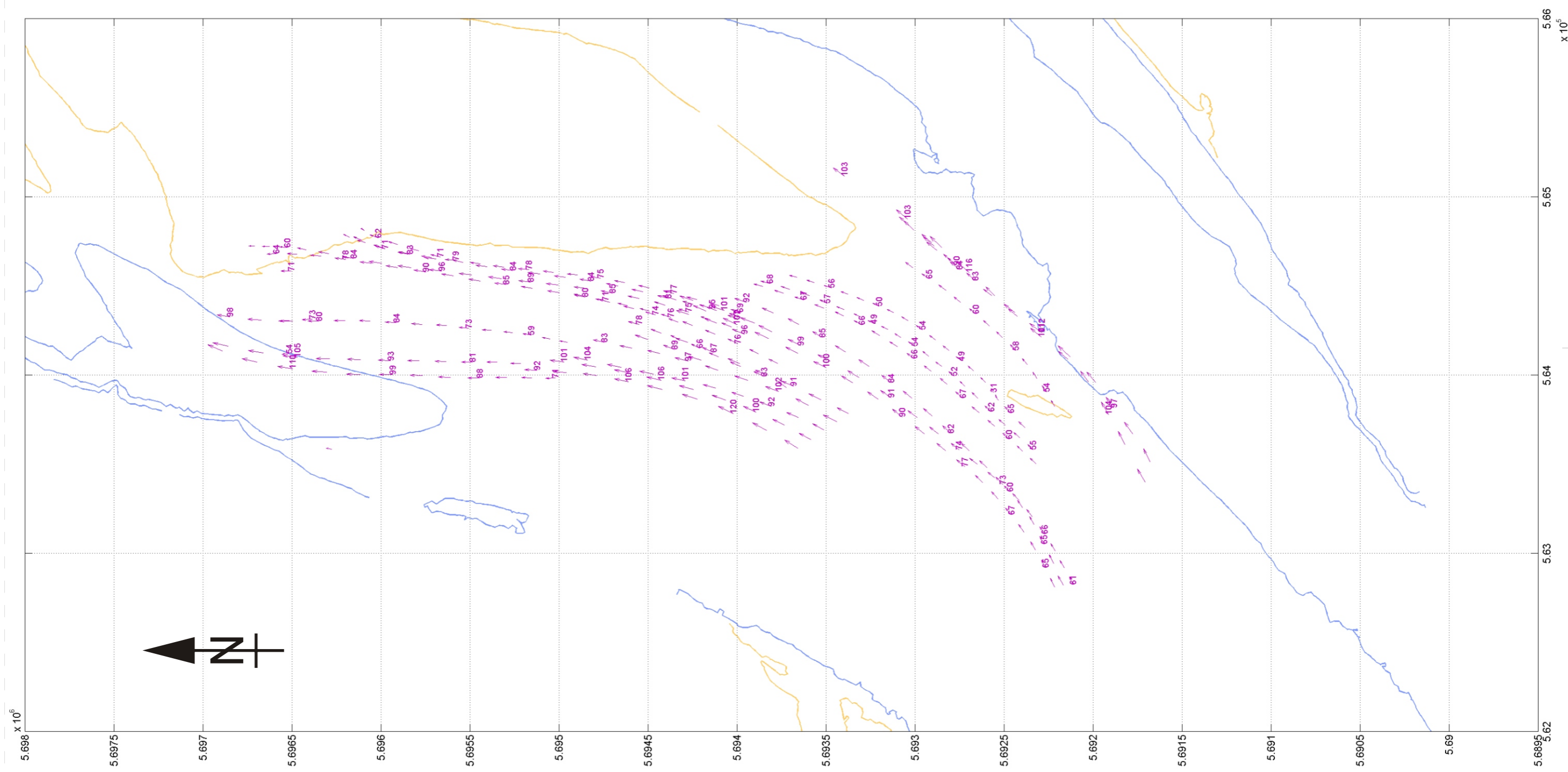


<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW - 3u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B38</p>



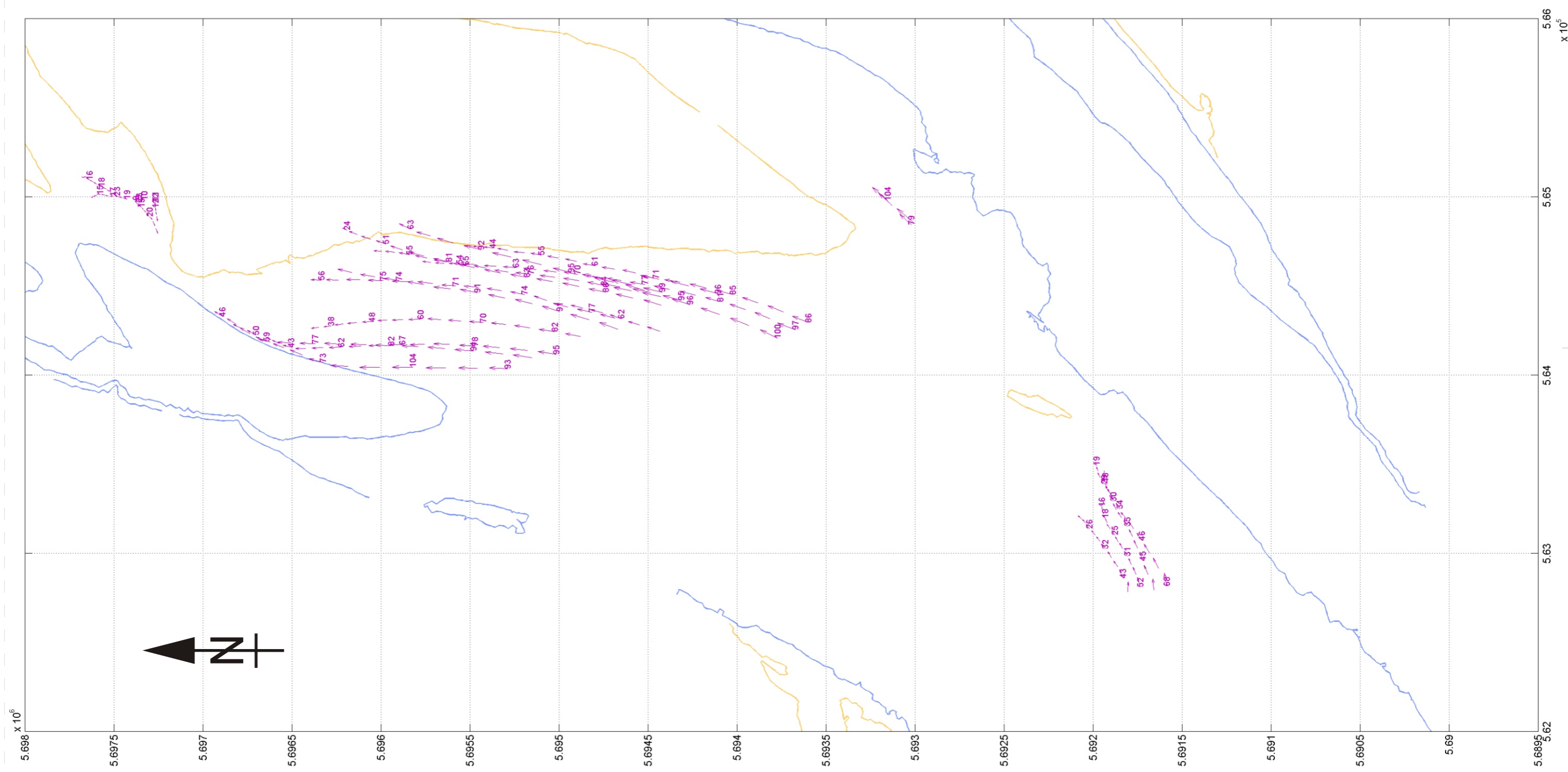


<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW - 2u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B39</p>

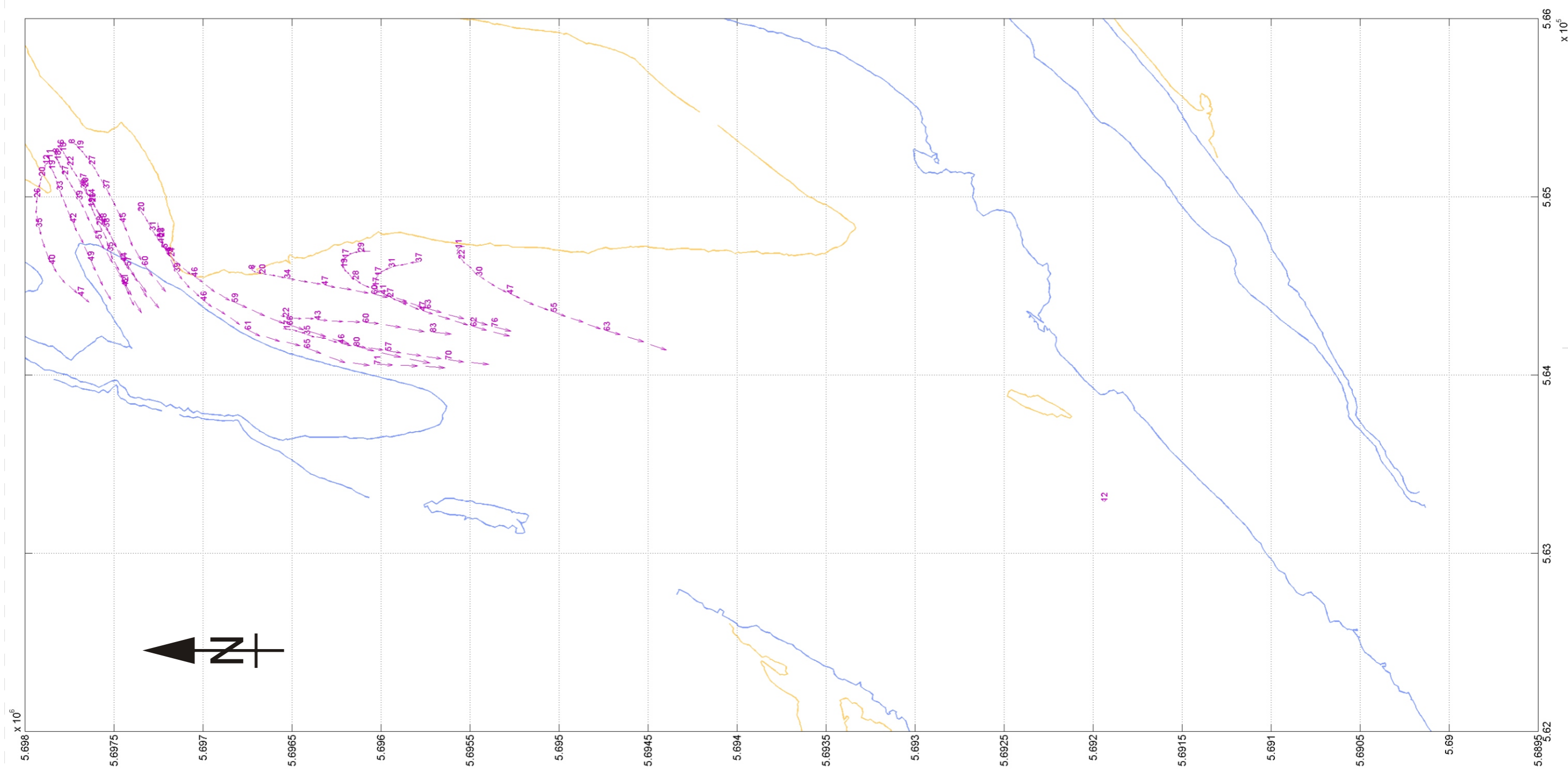


<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW - 1u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B40</p>

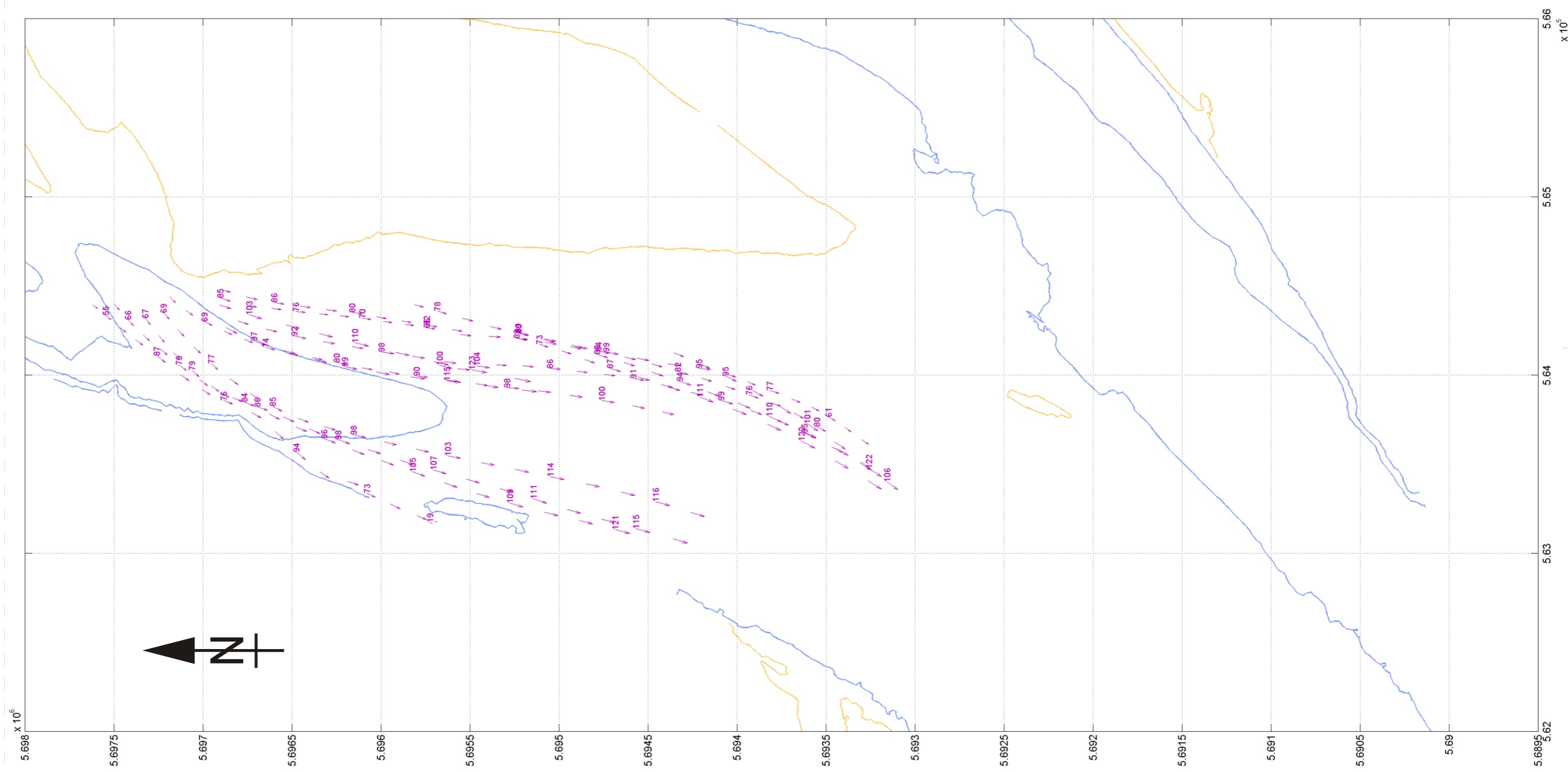




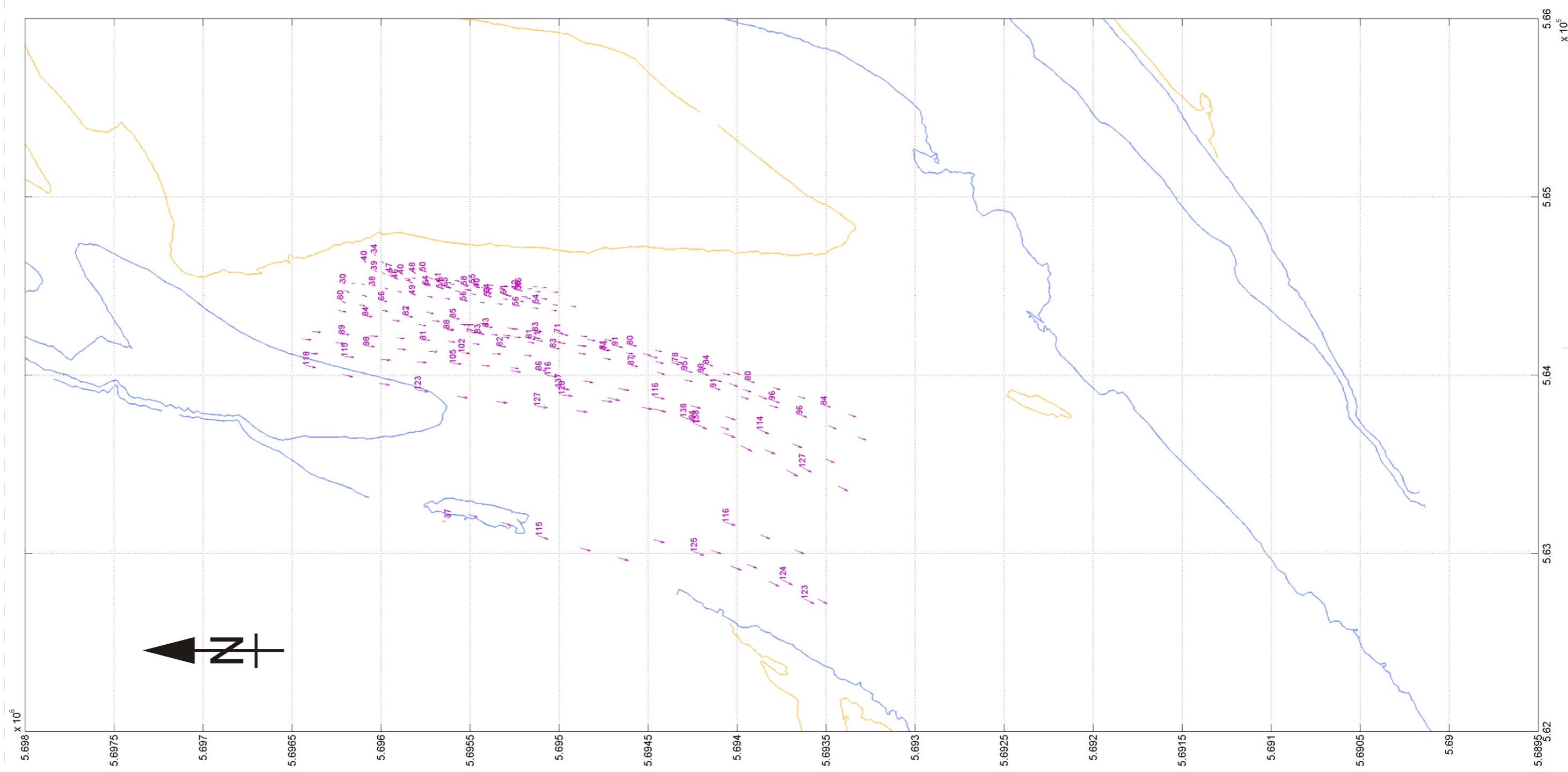
<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B41</p>



<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW + 1u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B42</p>

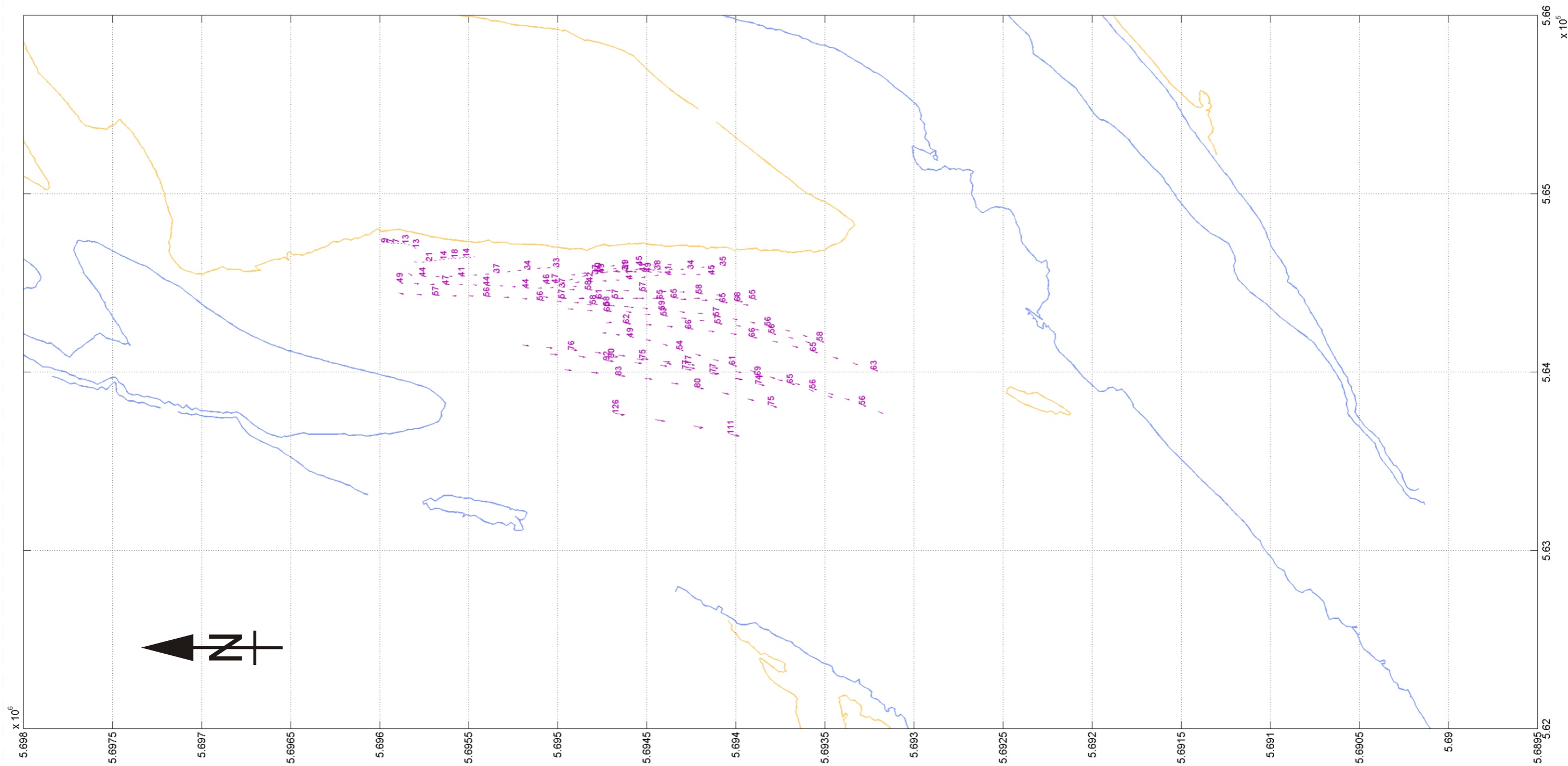


<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW + 2u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B43</p>

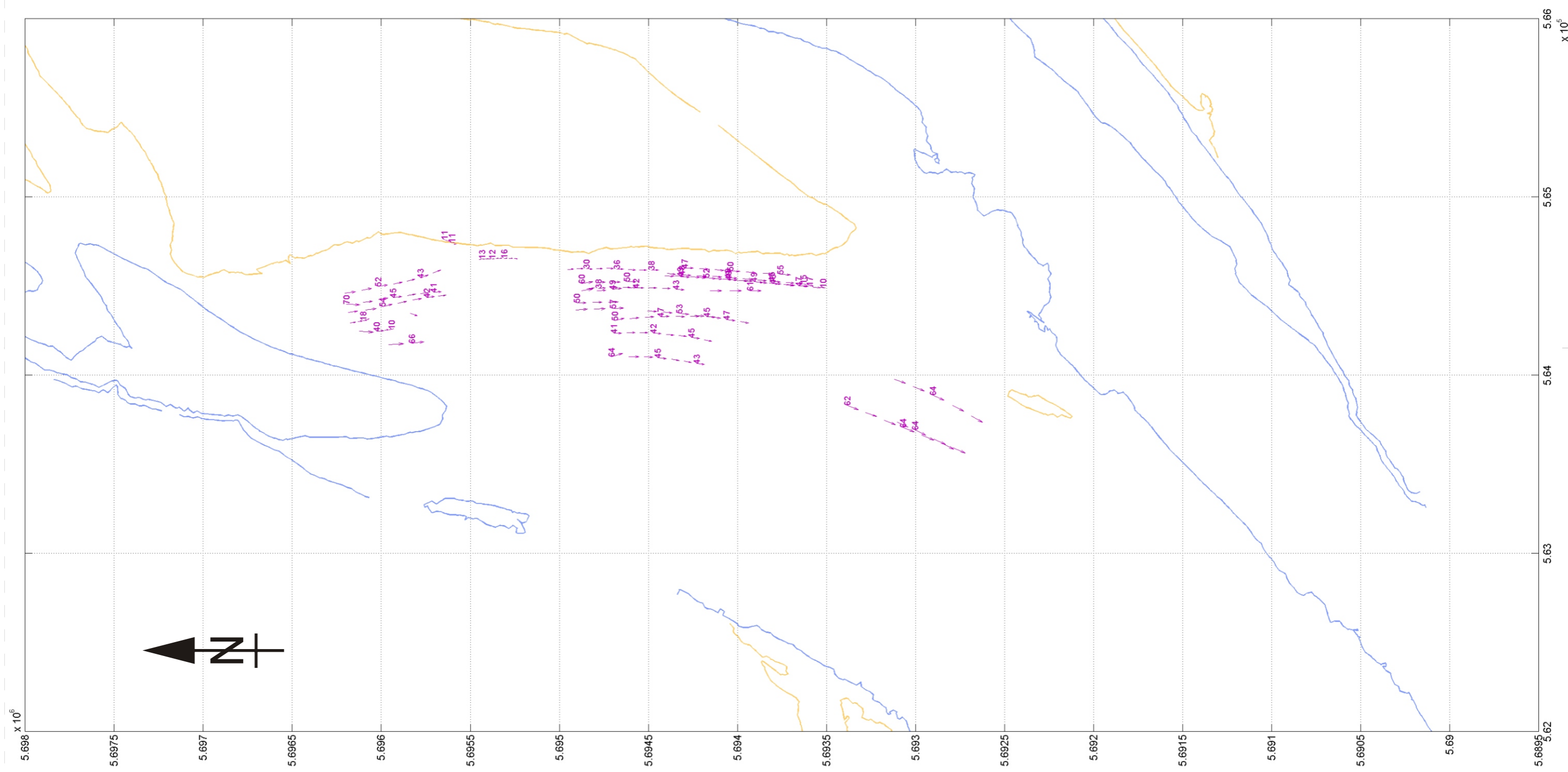


<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW + 3u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B44</p>



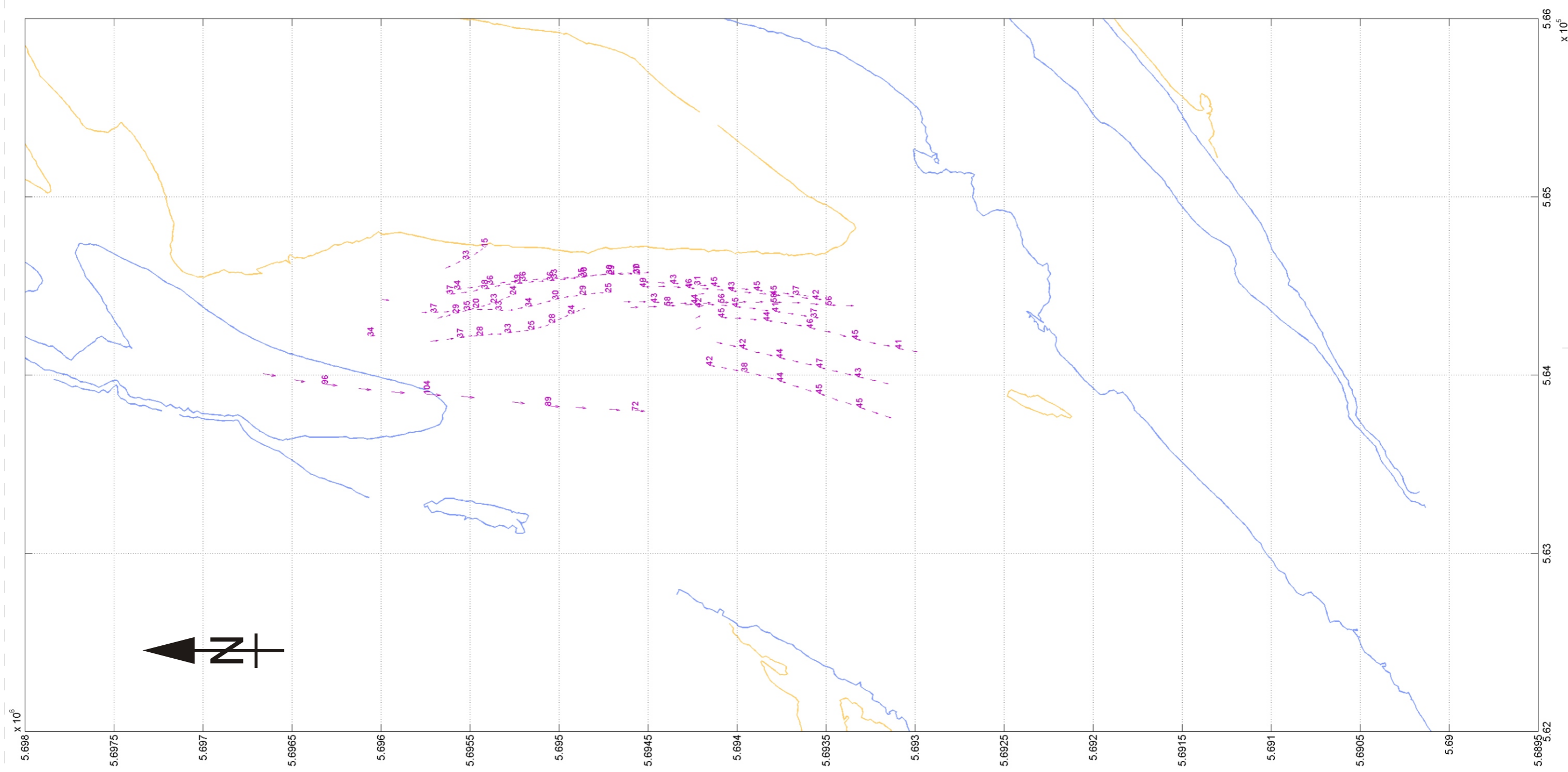


<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW + 4u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B45</p>

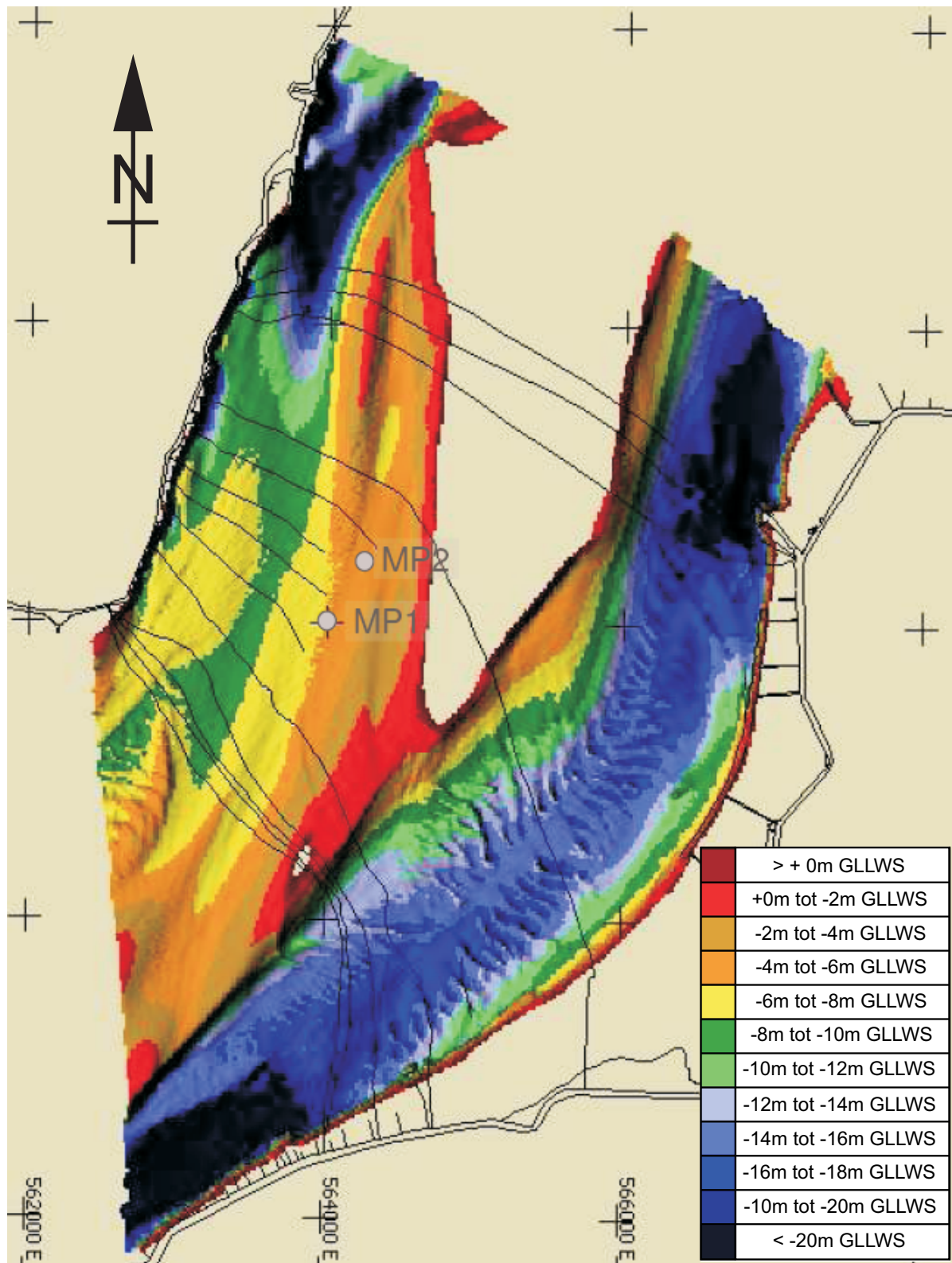


<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW + 5u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B46</p>



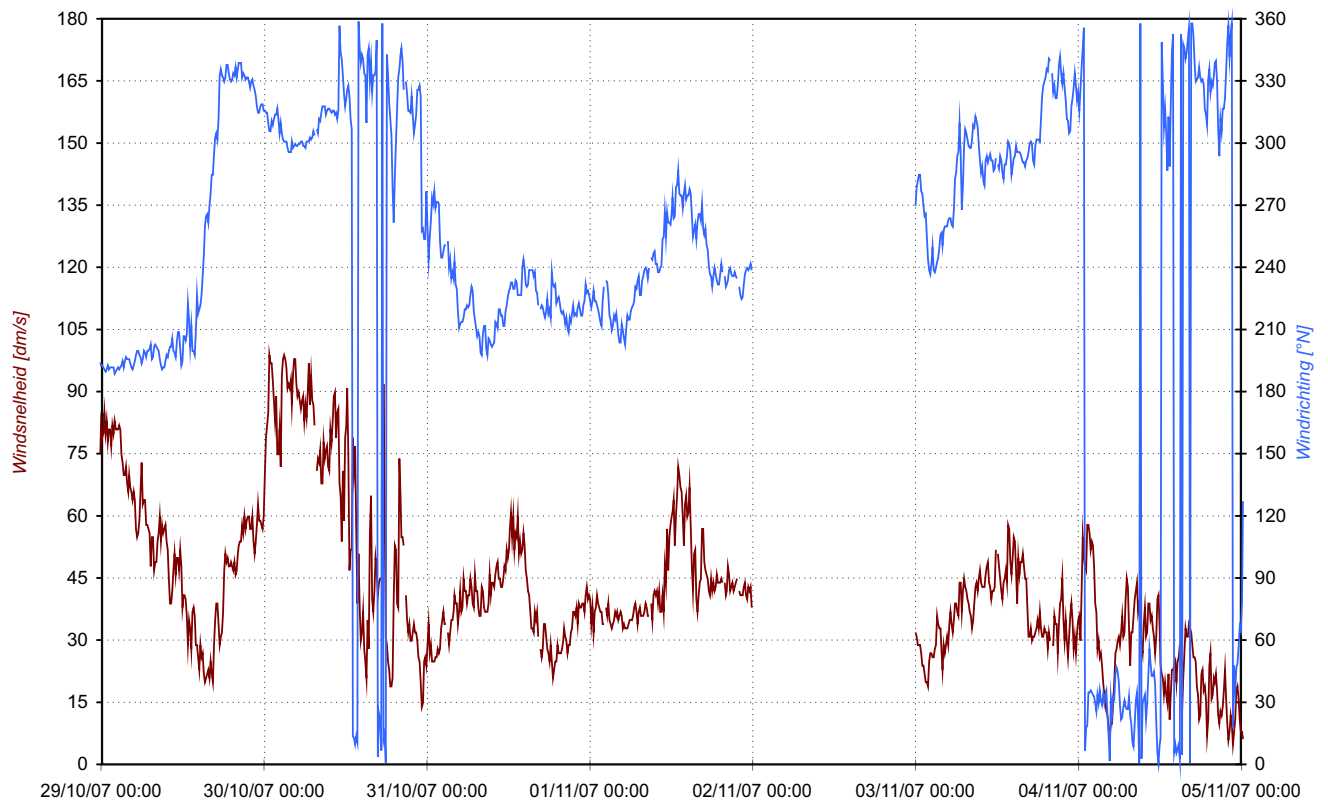
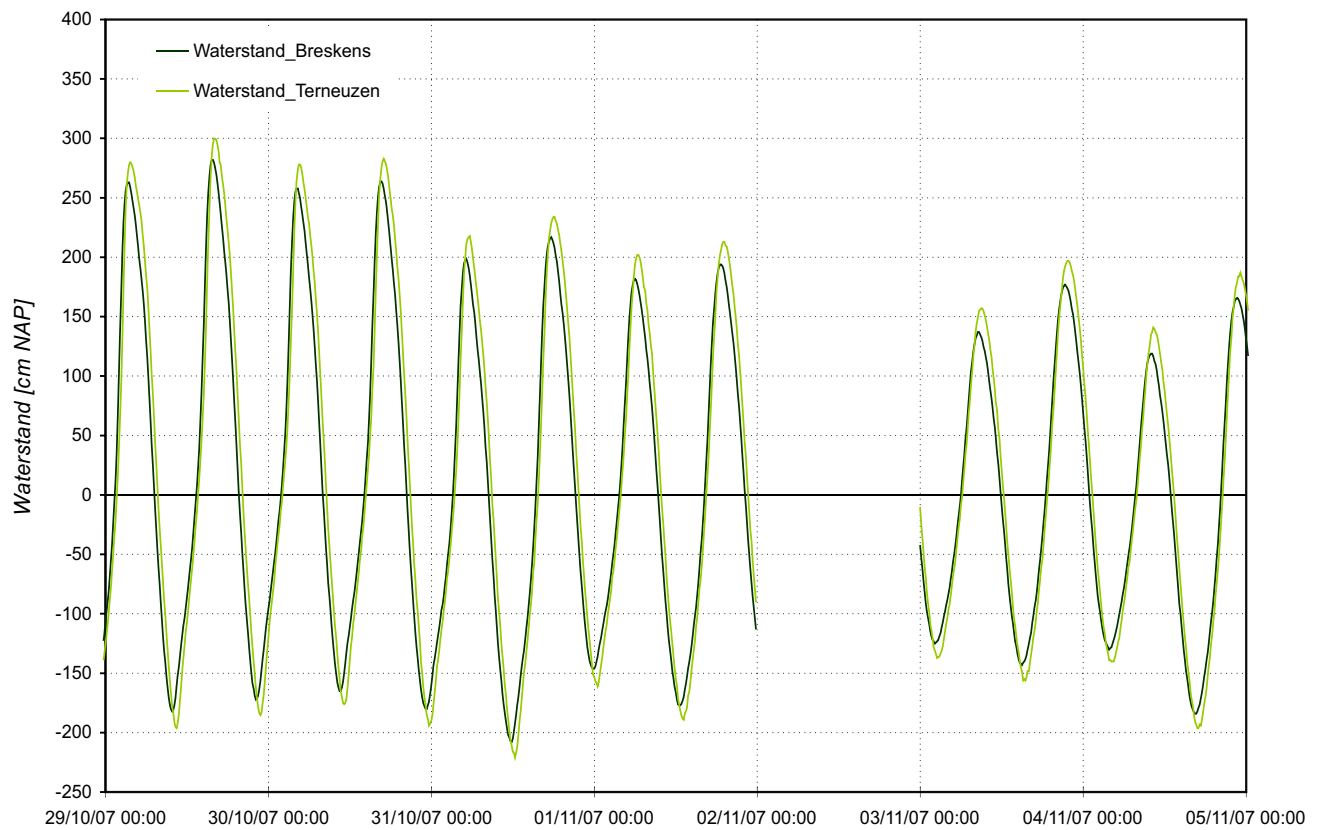


<p>Overzicht snelheidsvectoren Rug van Baarland HW + 6u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur B47</p>



Overzicht ligging meetpunten Rug van Baarland





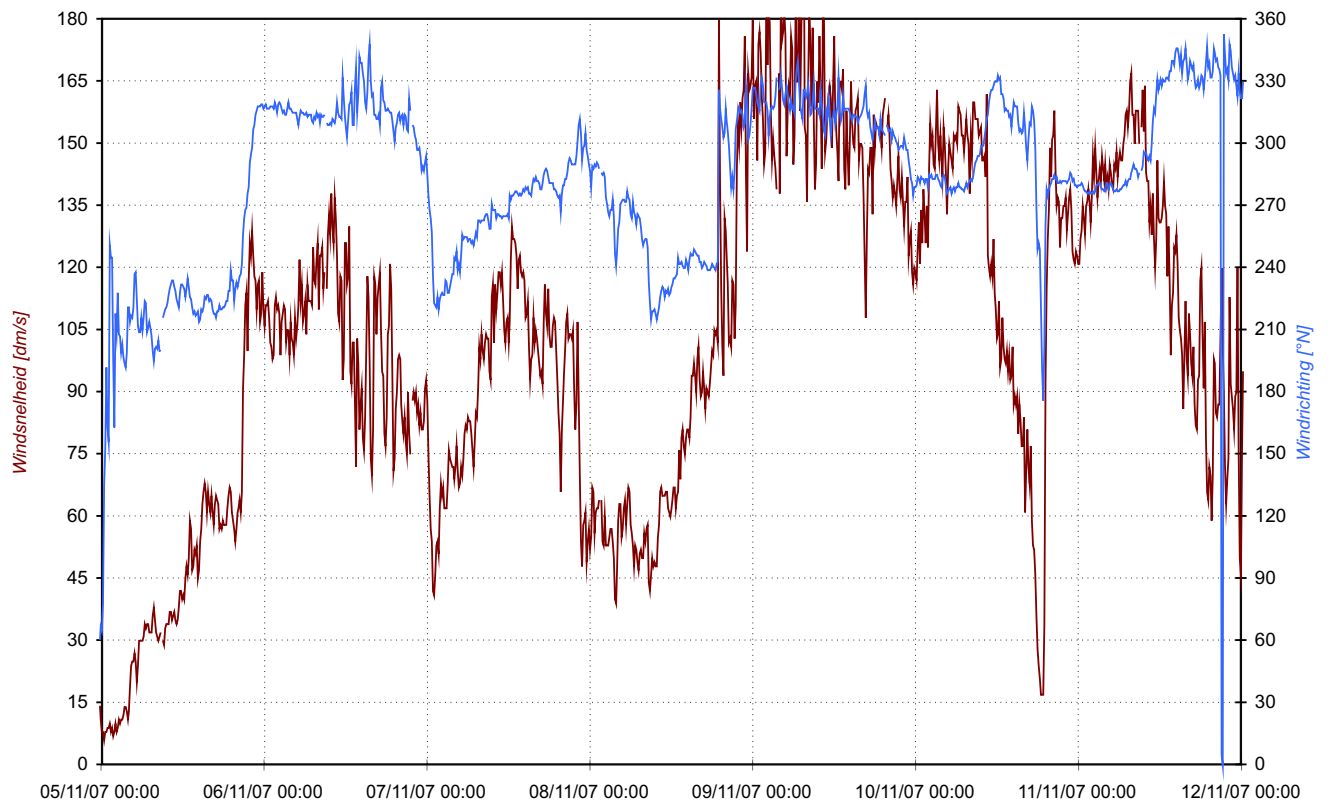
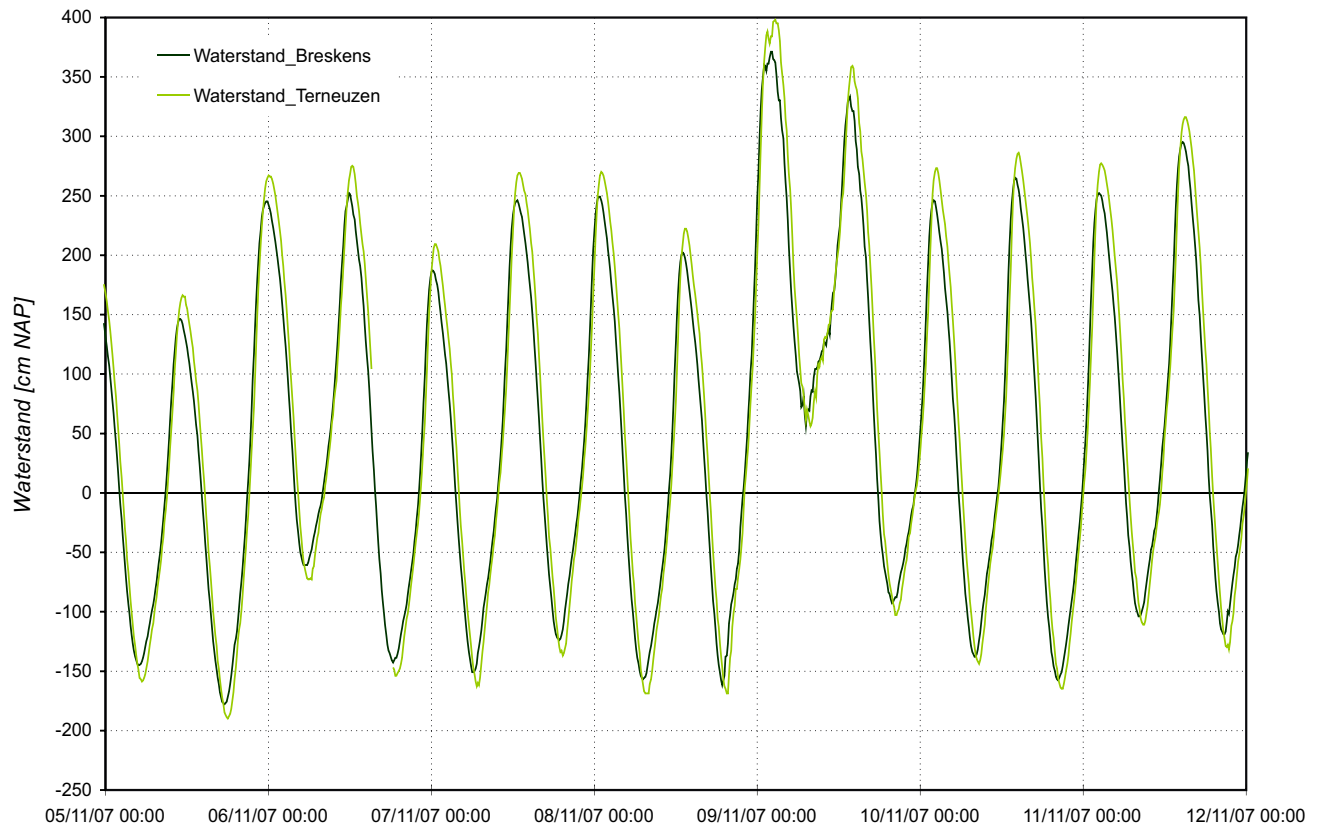
OSM-metingen - Week 1  
 Getij te Terneuzen en te Hansweert (boven)  
 Wind te Hansweert (onder)



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
 Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur B49



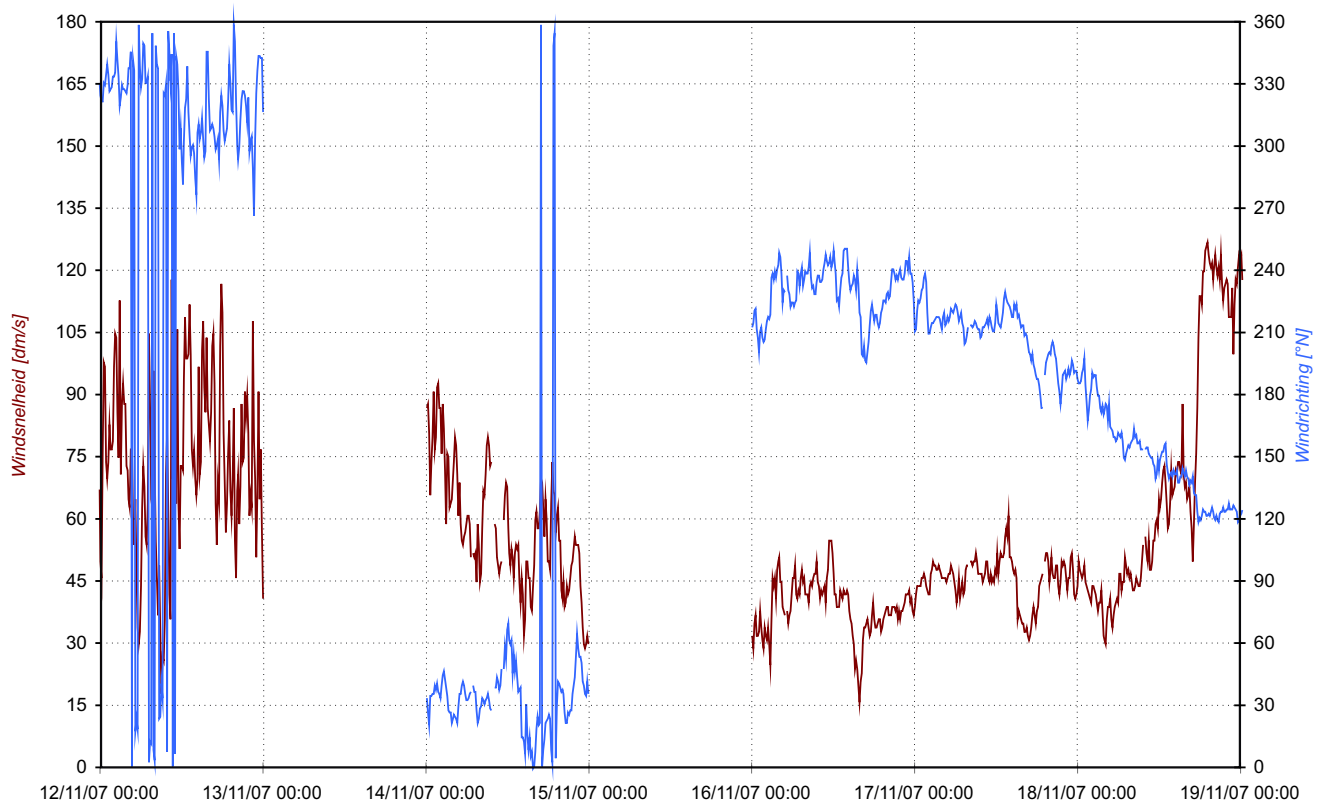
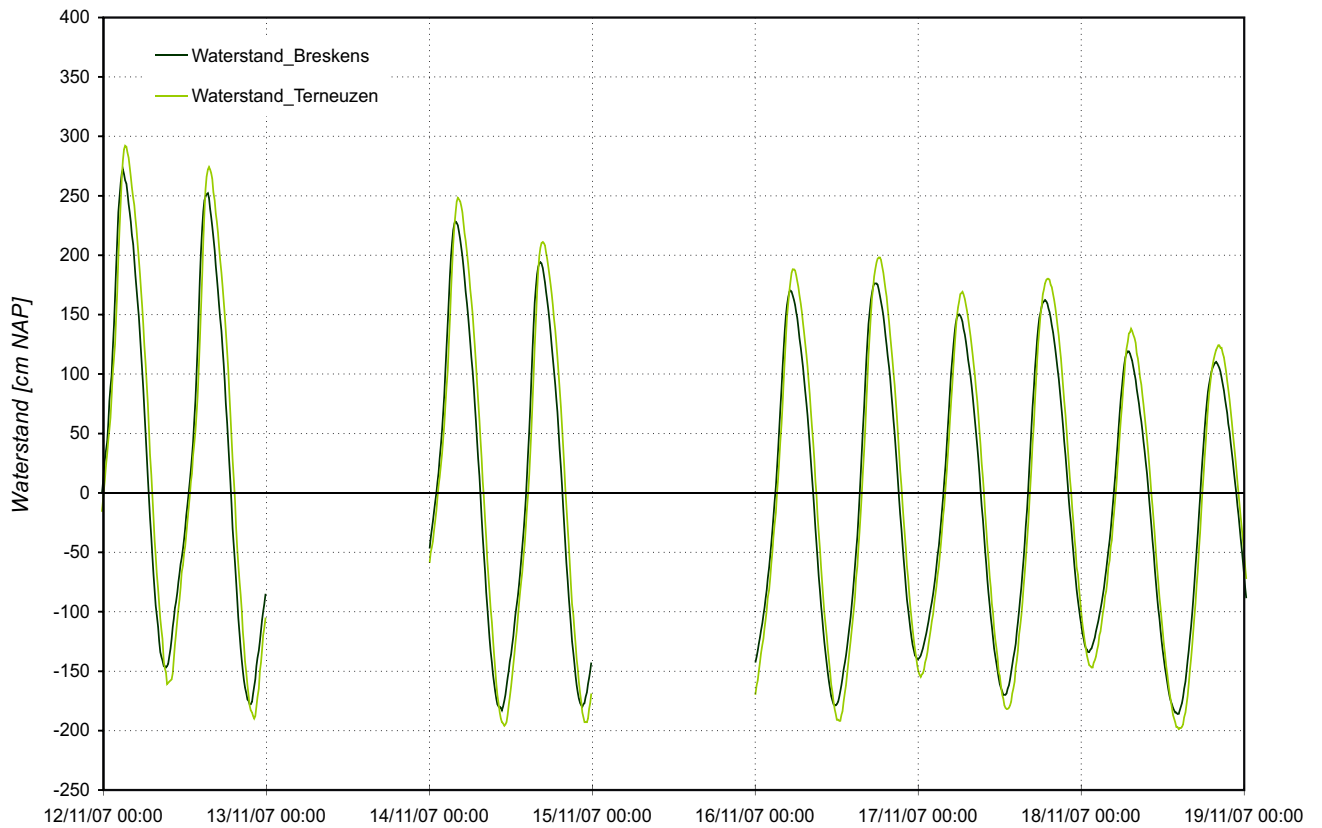
OSM-metingen - Week 2  
 Getij te Terneuzen en te Hansweert (boven)  
 Wind te Hansweert (onder)



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
 Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur B50



OSM-metingen - Week 3  
 Getij te Terneuzen en te Hansweert (boven)  
 Wind te Hansweert (onder)

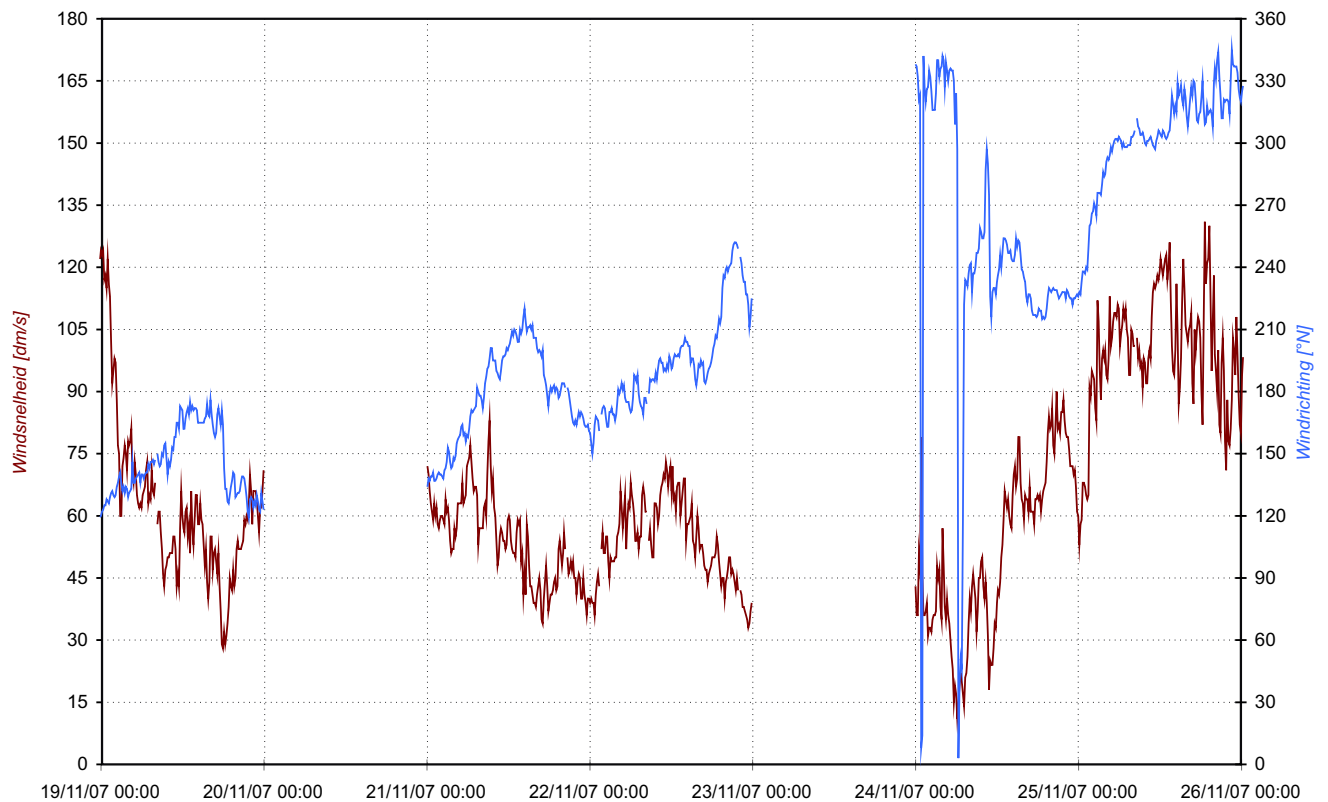
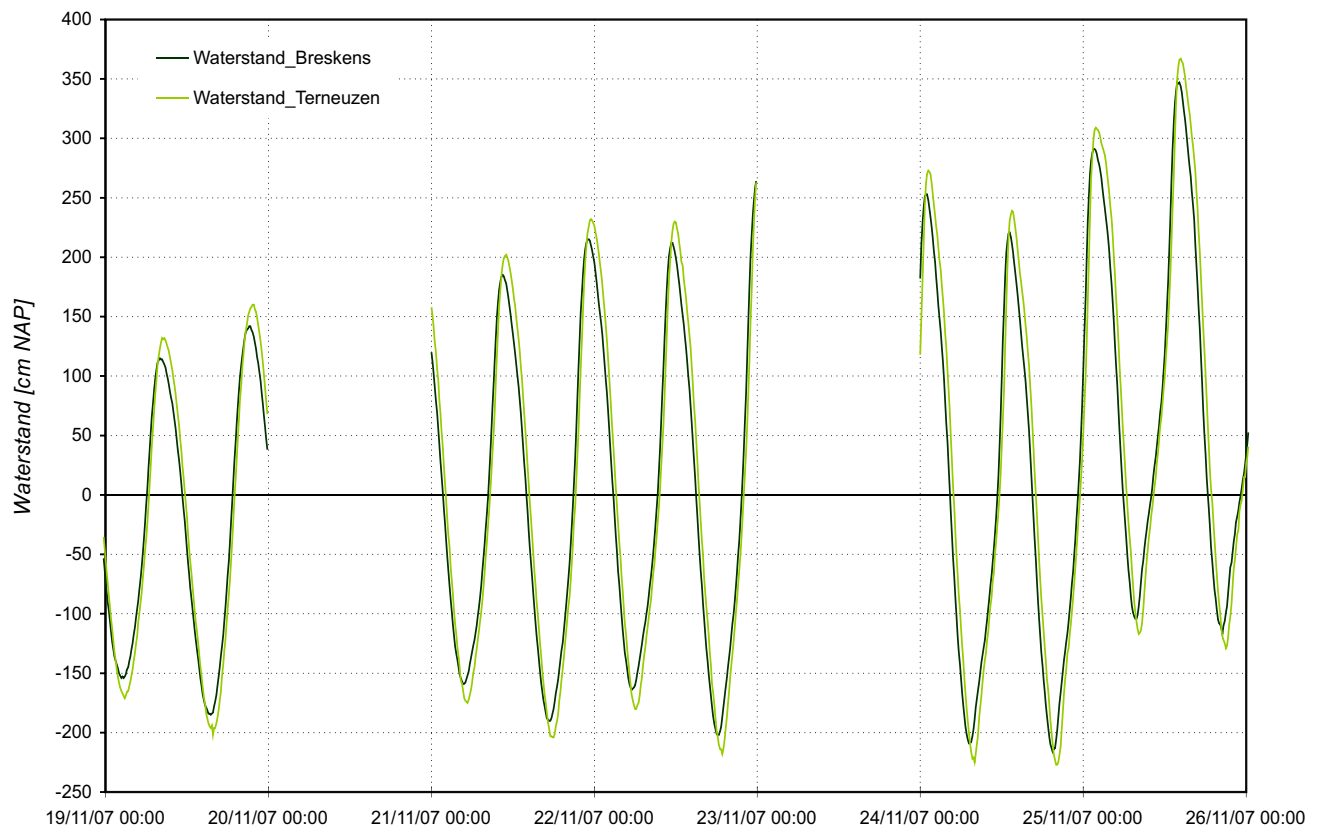


**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
 Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur B51





OSM-metingen - Week 4  
 Getij te Terneuzen en te Hansweert (boven)  
 Wind te Hansweert (onder)

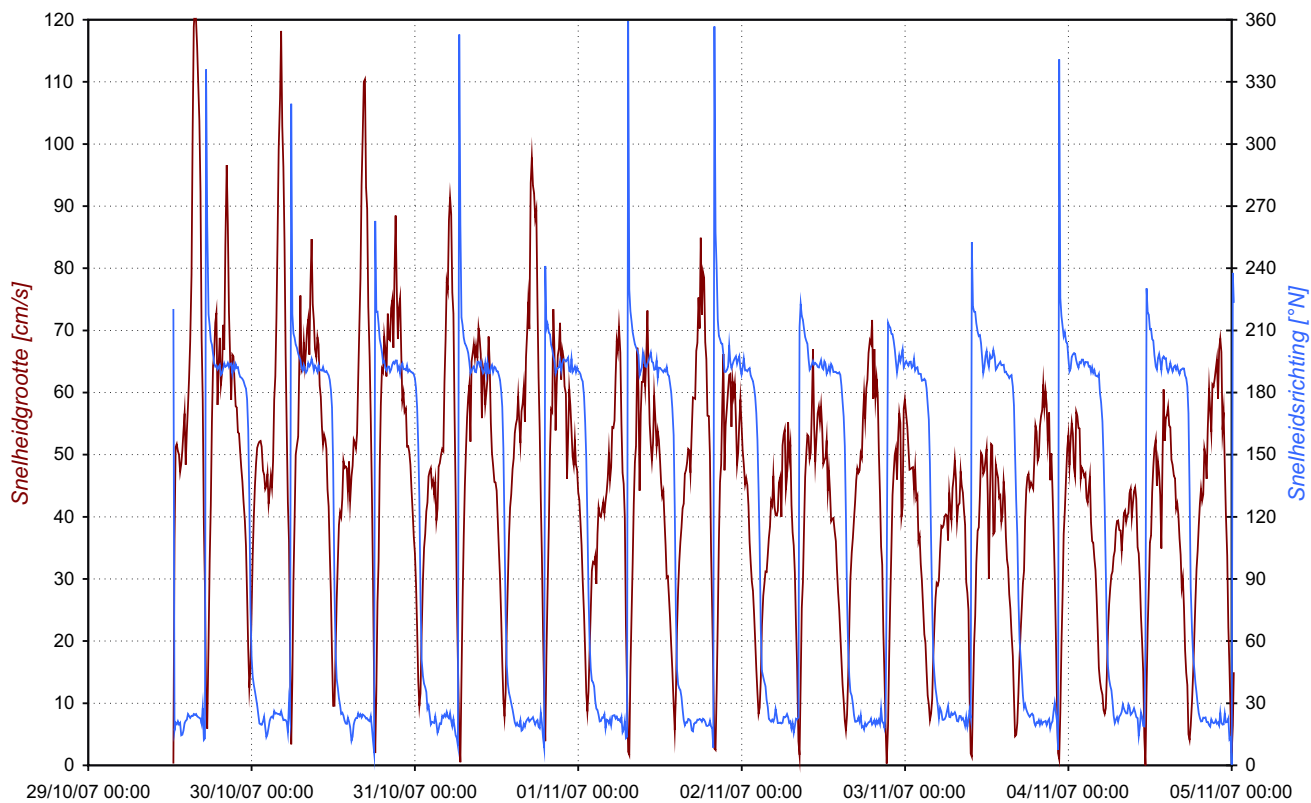


**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
 Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

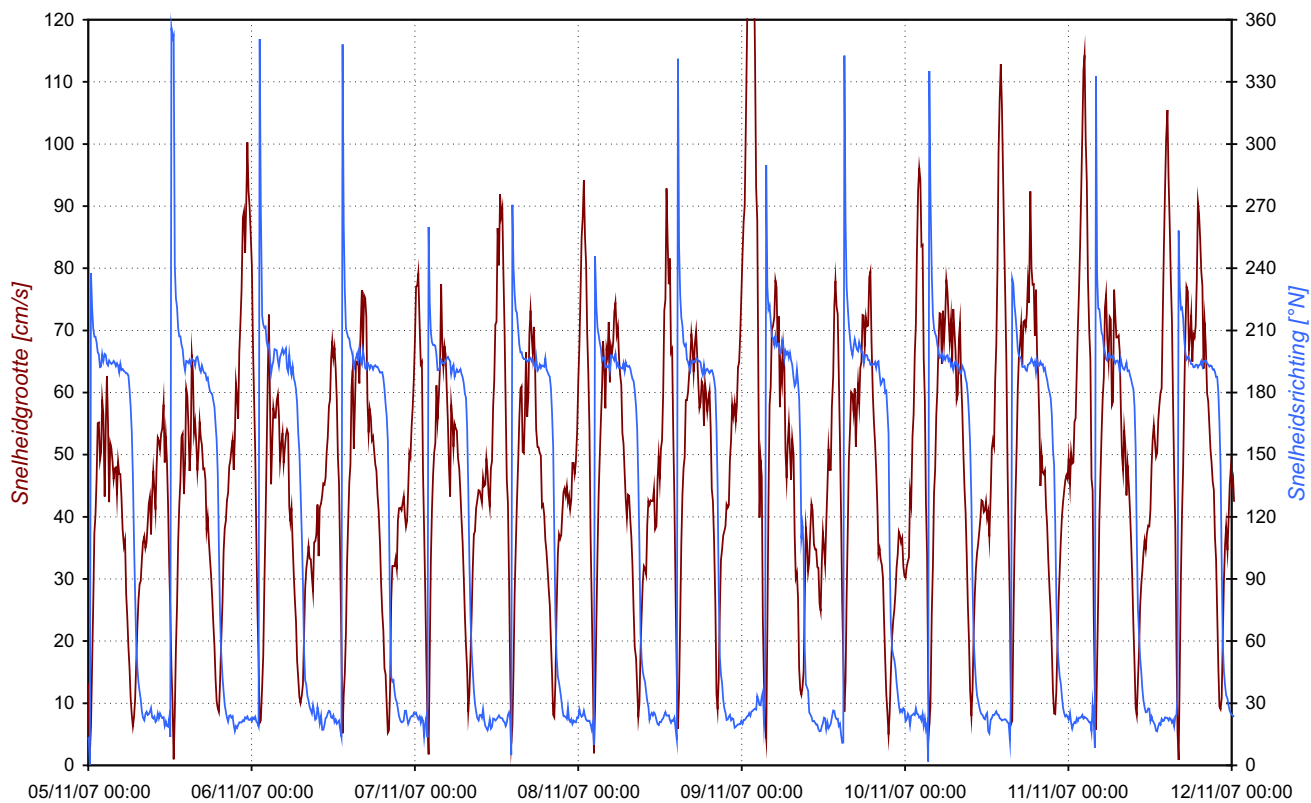
**Figuur B52**





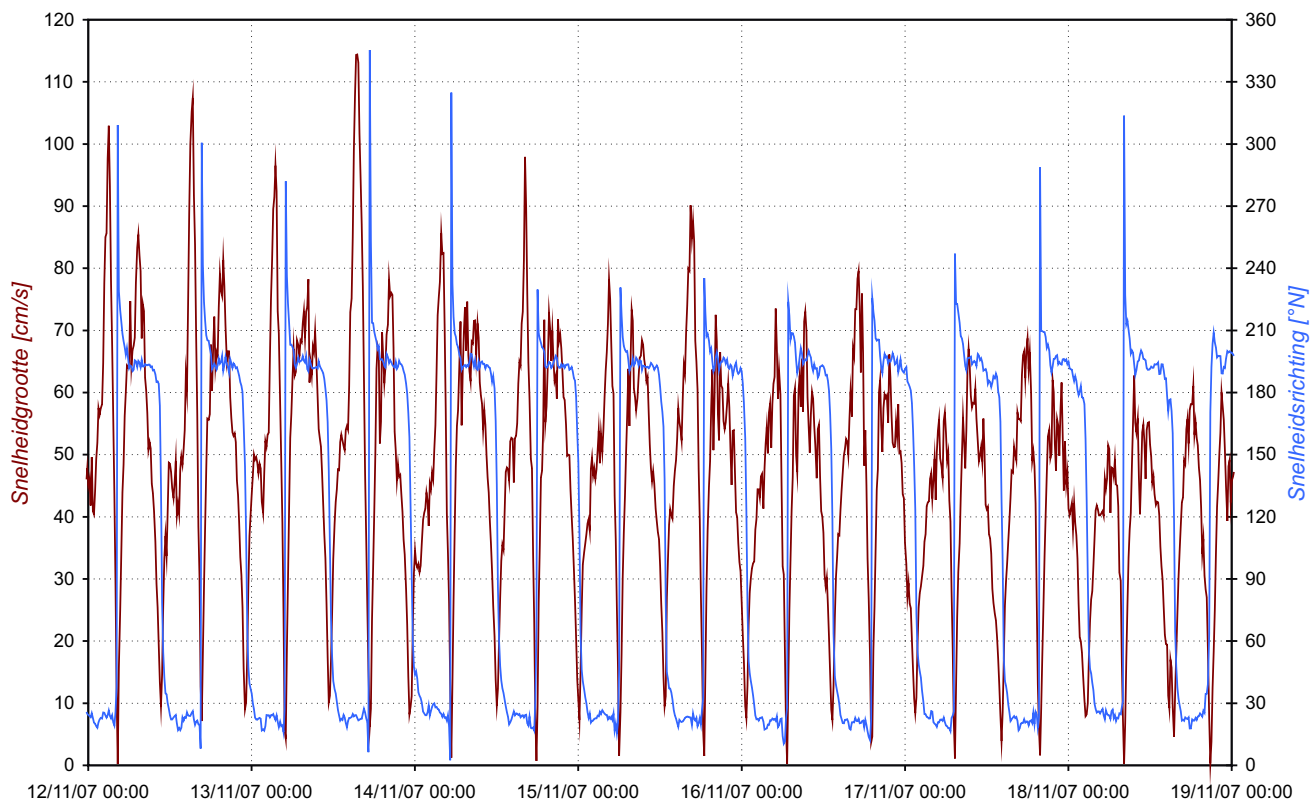
Snelheid (OSM) nabij Rug van Baarland - Week 1





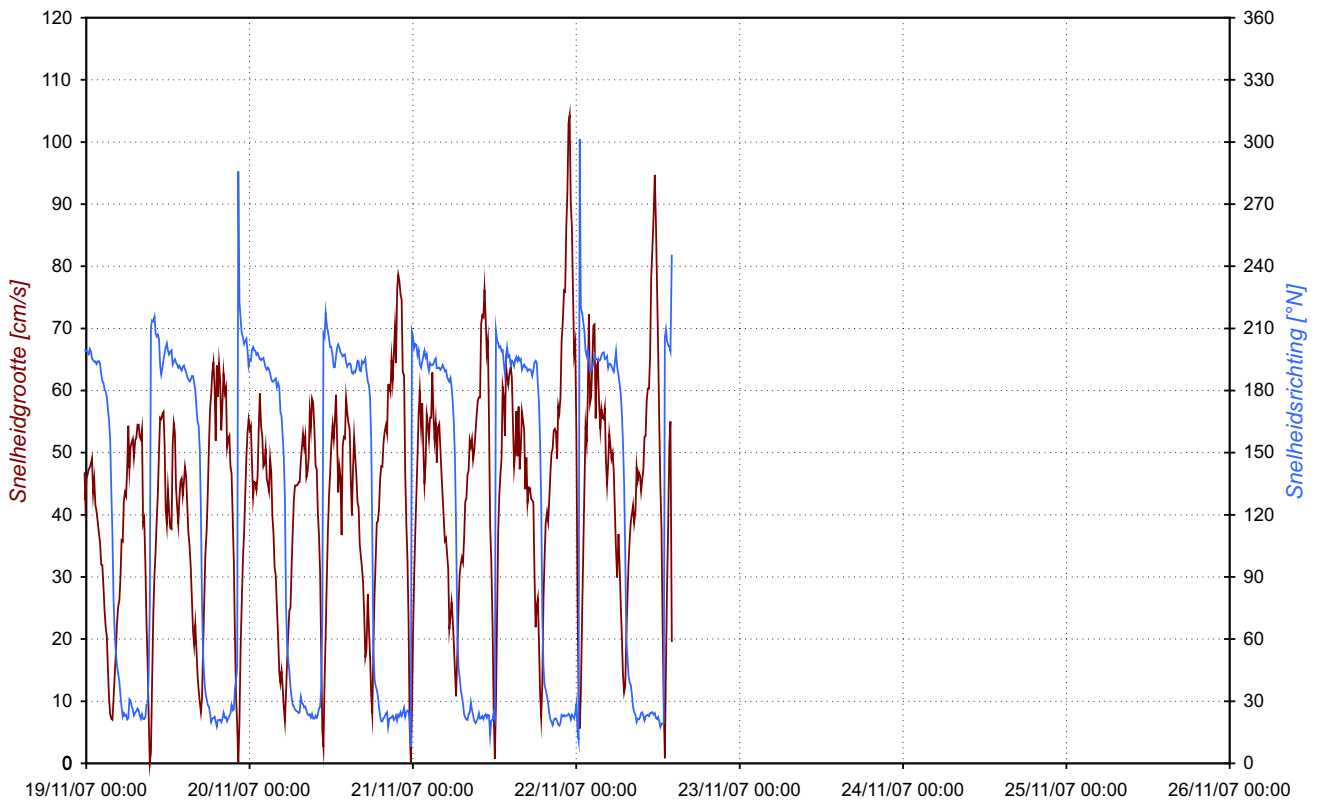
Snelheid (OSM) nabij Rug van Baarland - Week 2





Snelheid (OSM) nabij Rug van Baarland - Week 3





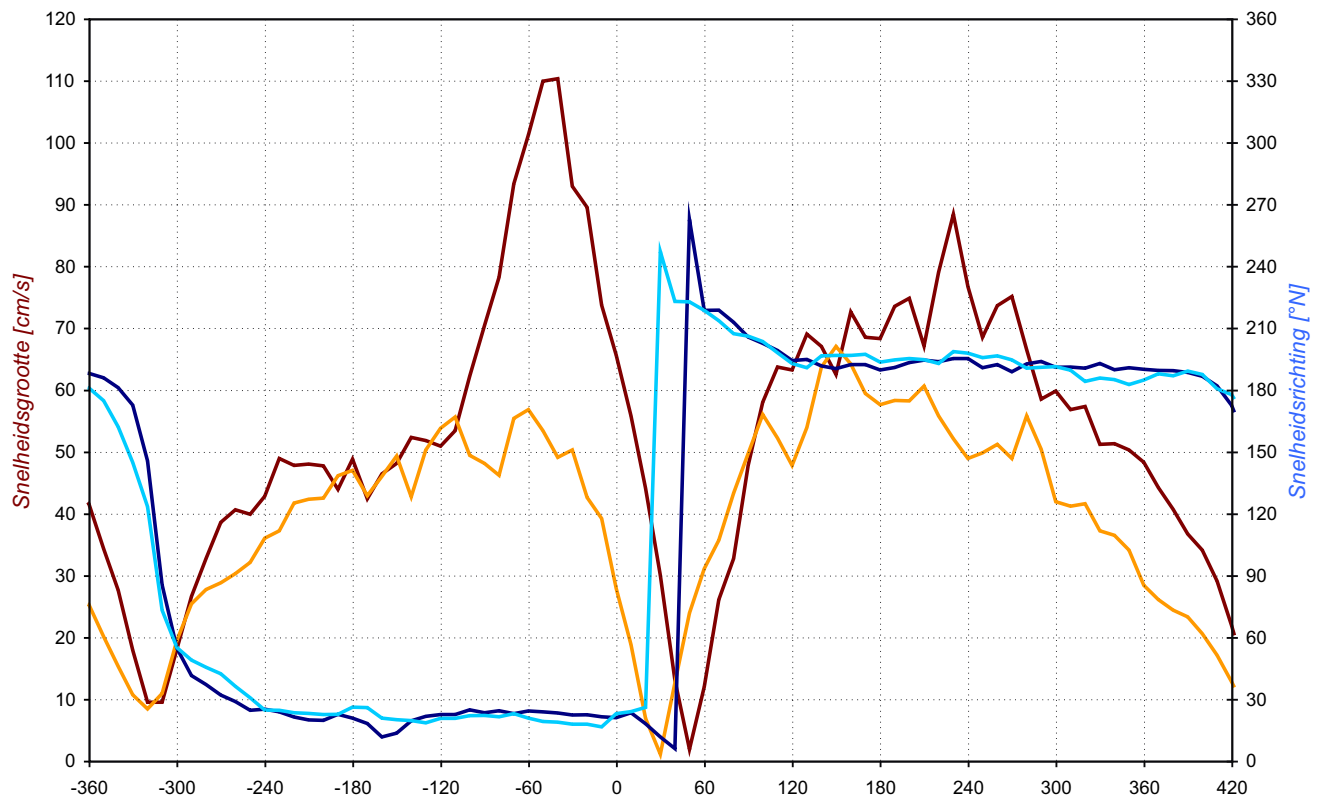
Snelheid (OSM) nabij Rug van Baarland - Week 4



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

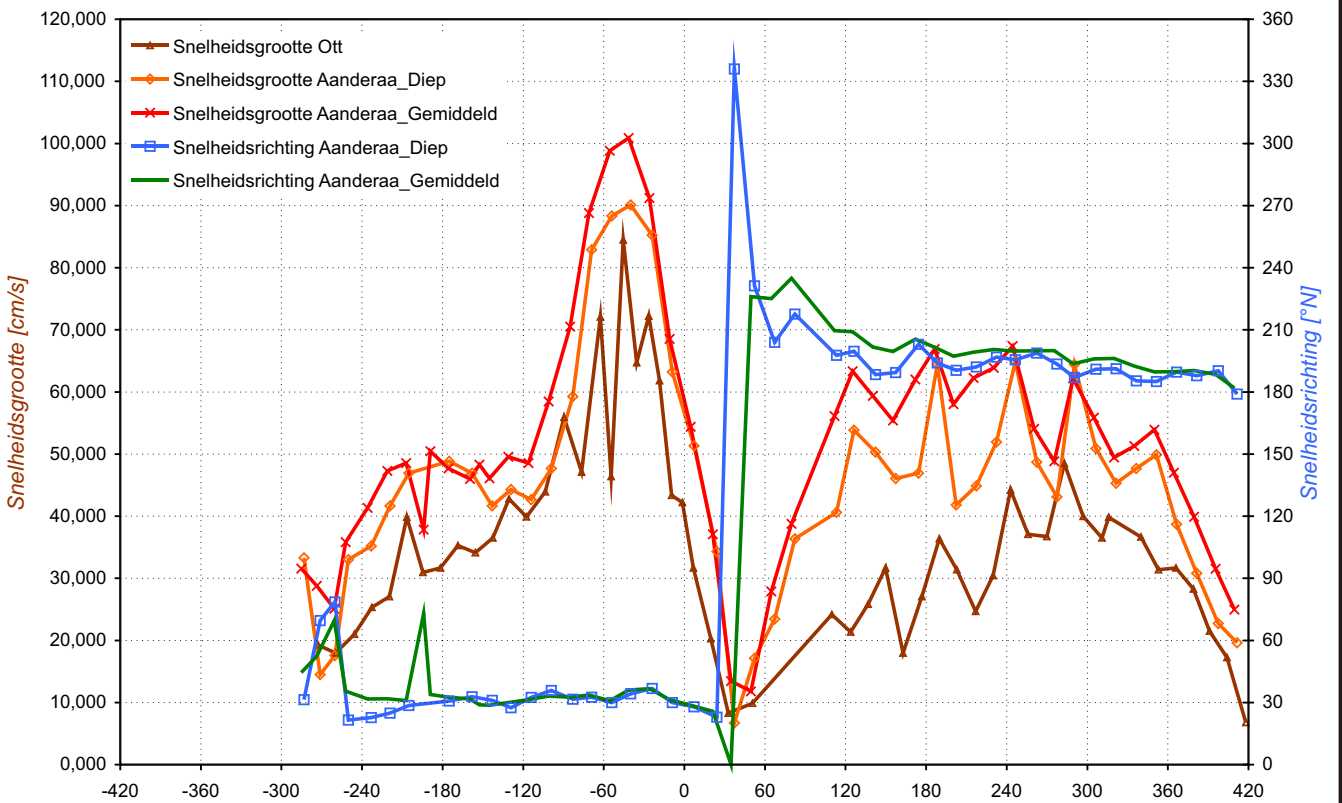
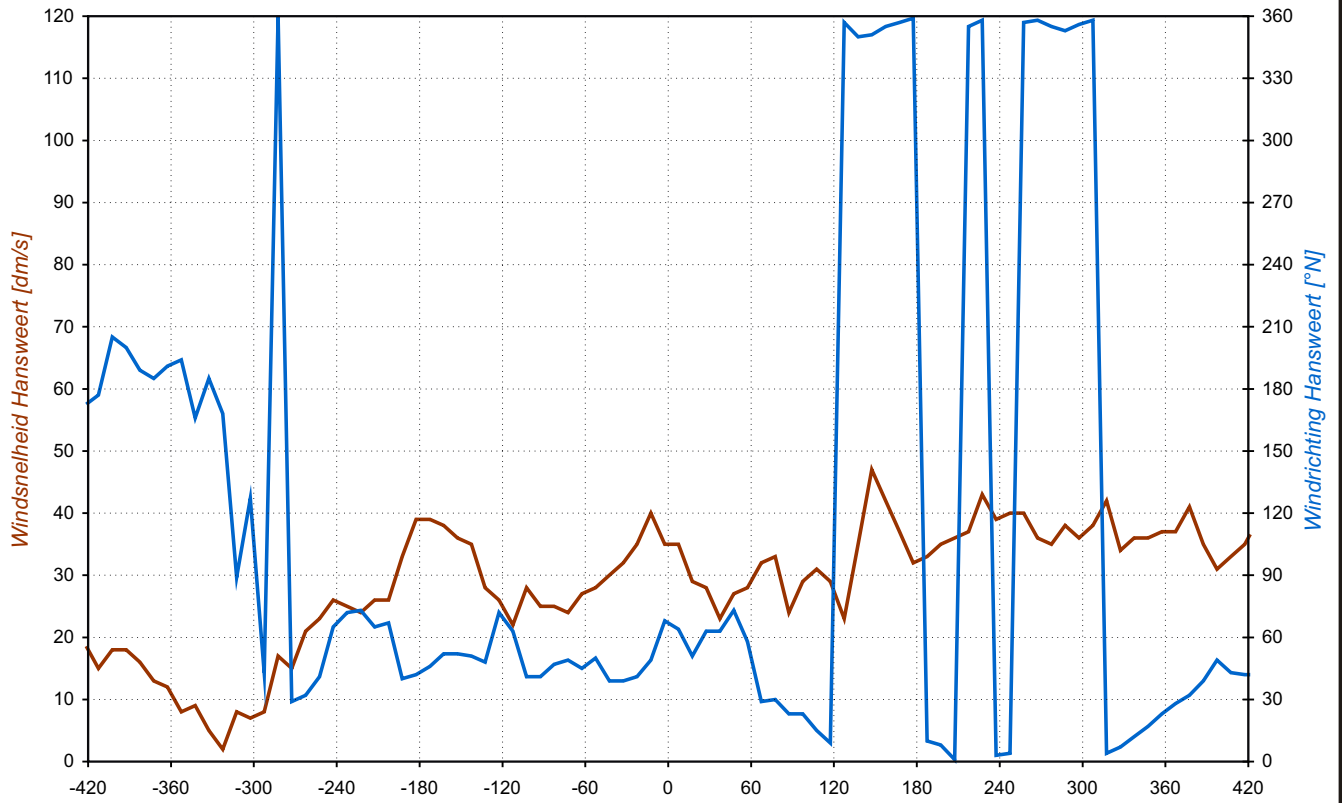
Figuur B56



Vergelijking snelheden springtij-doodtij Rug van Baarland

— springtij —  
 — doodtij —





Sedimenttransportmeting te Hansweert - 10/10/2007  
 Wind (boven) - Snelheid (onder)

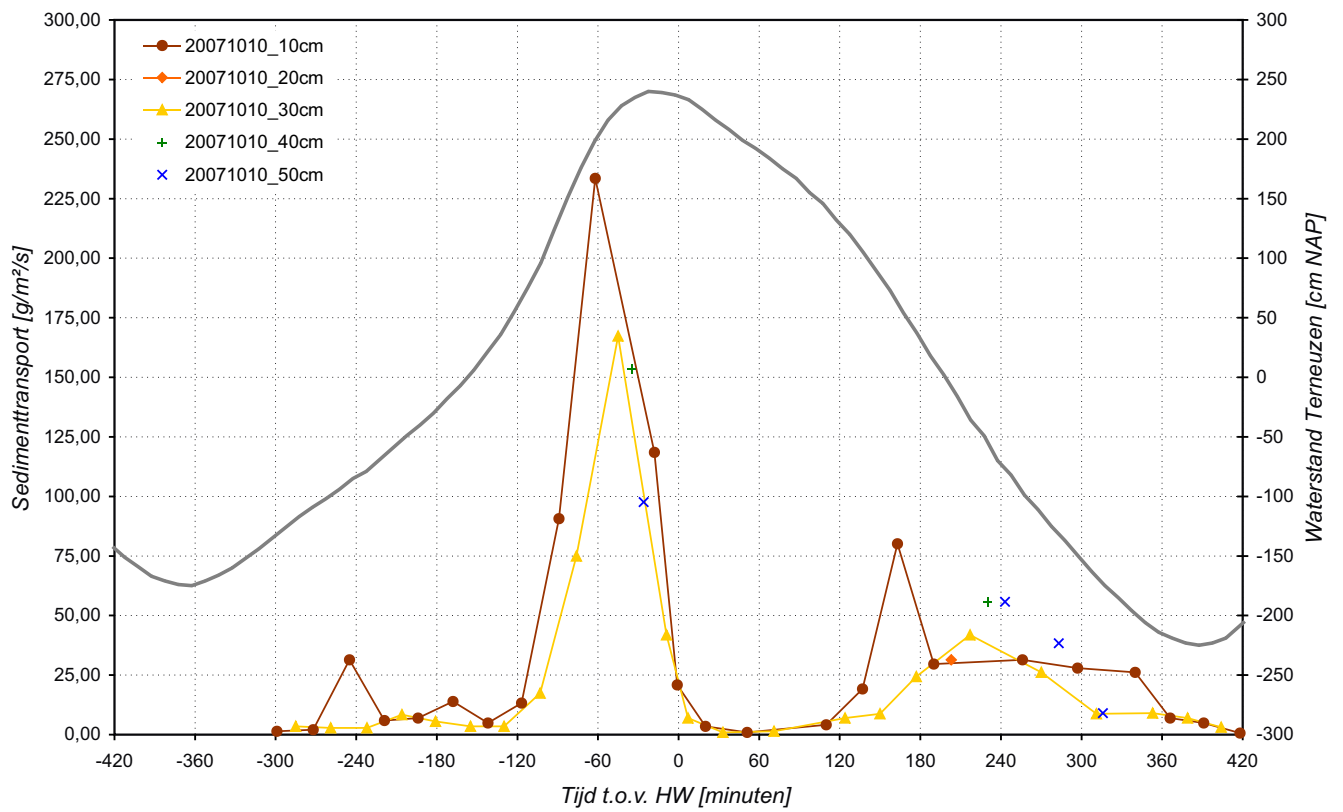


**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
 Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

**Figuur B58**





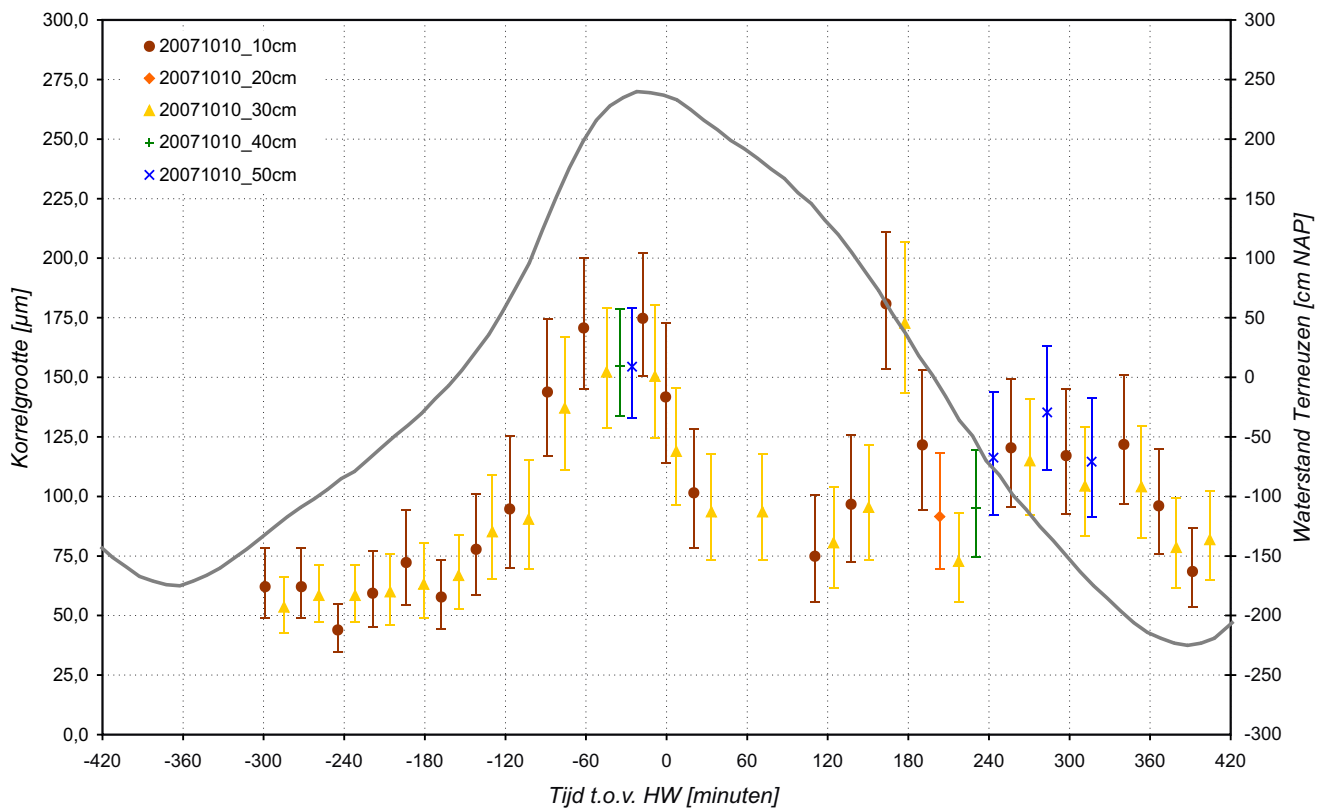
Sedimenttransport nabij de bodem (DBF) - 10/10/2007



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur B59



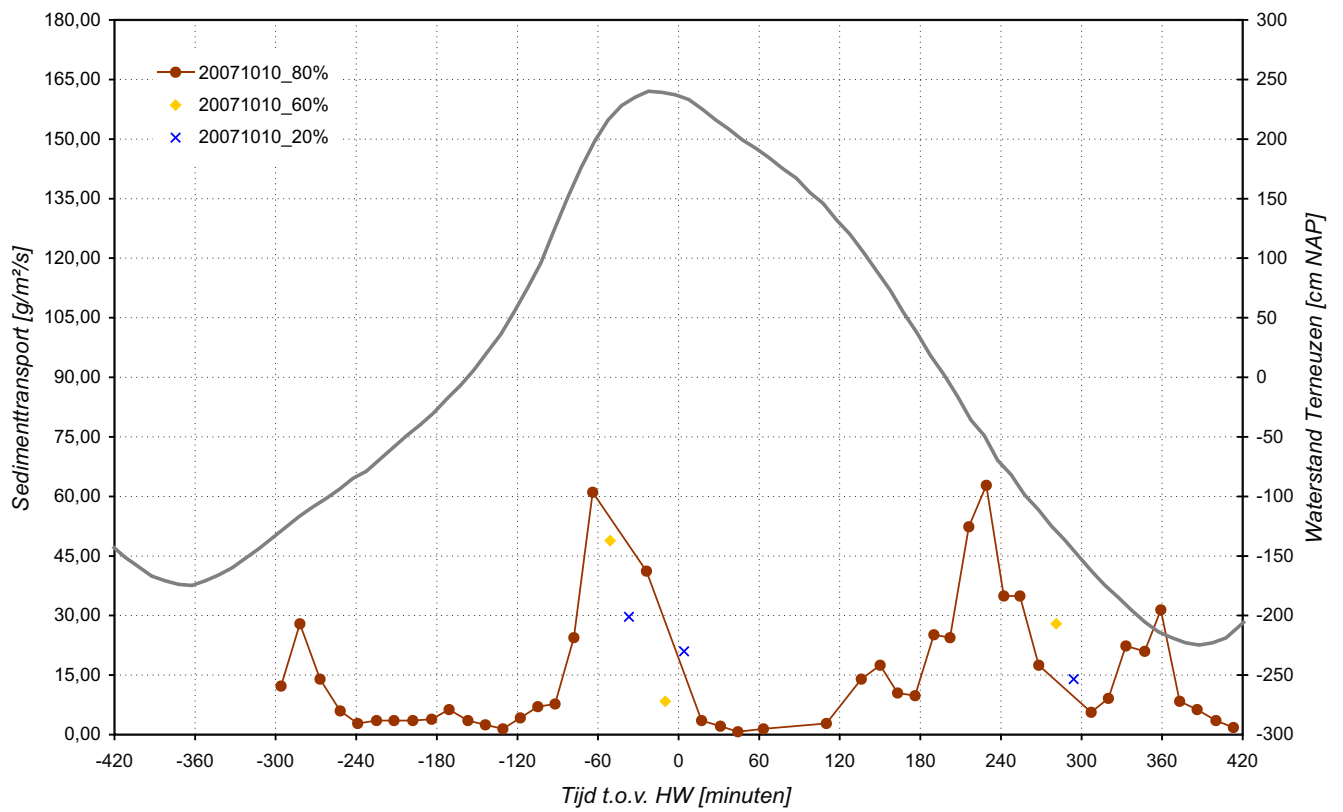
Korrelgrootte nabij de bodem (DBF) - 10/10/2007



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur B60



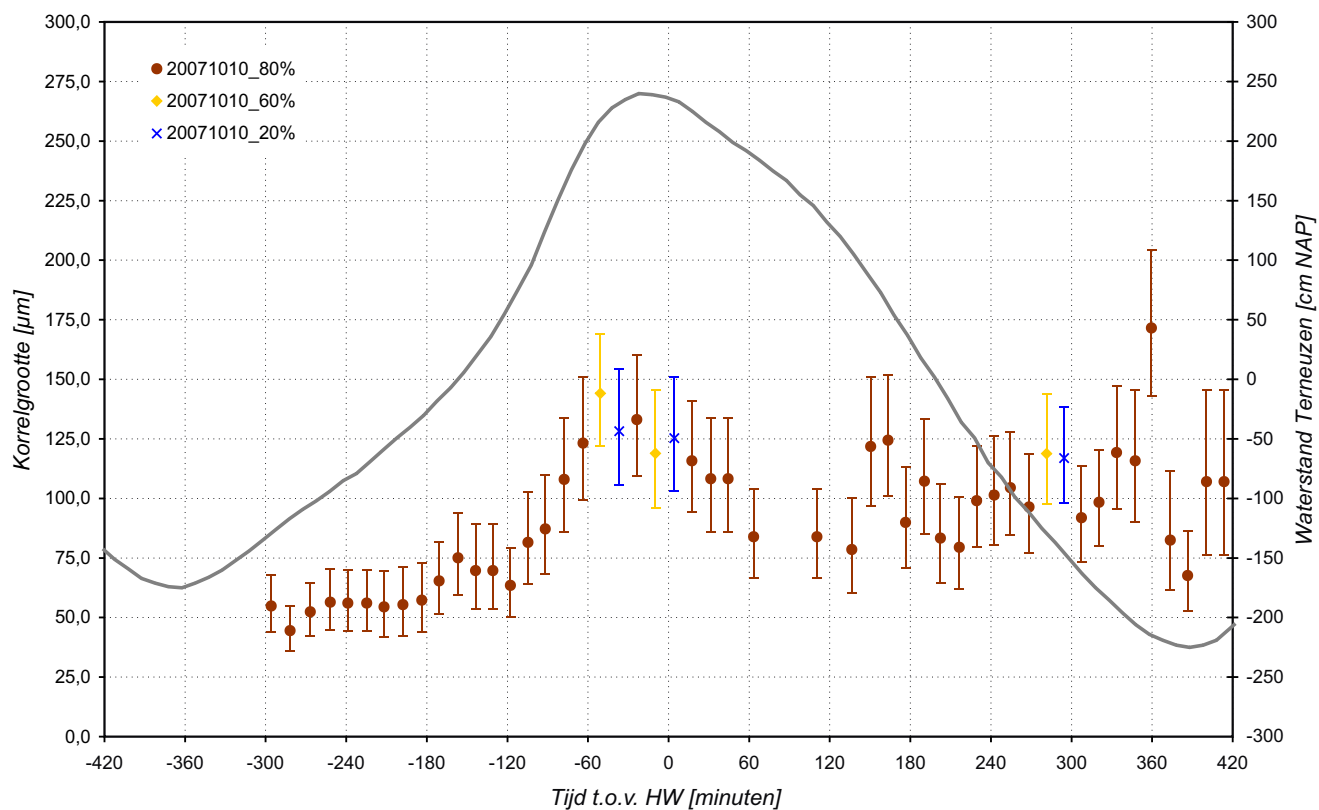
Sedimenttransport in suspensie (DBH) - 10/10/2007



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
 Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur B61



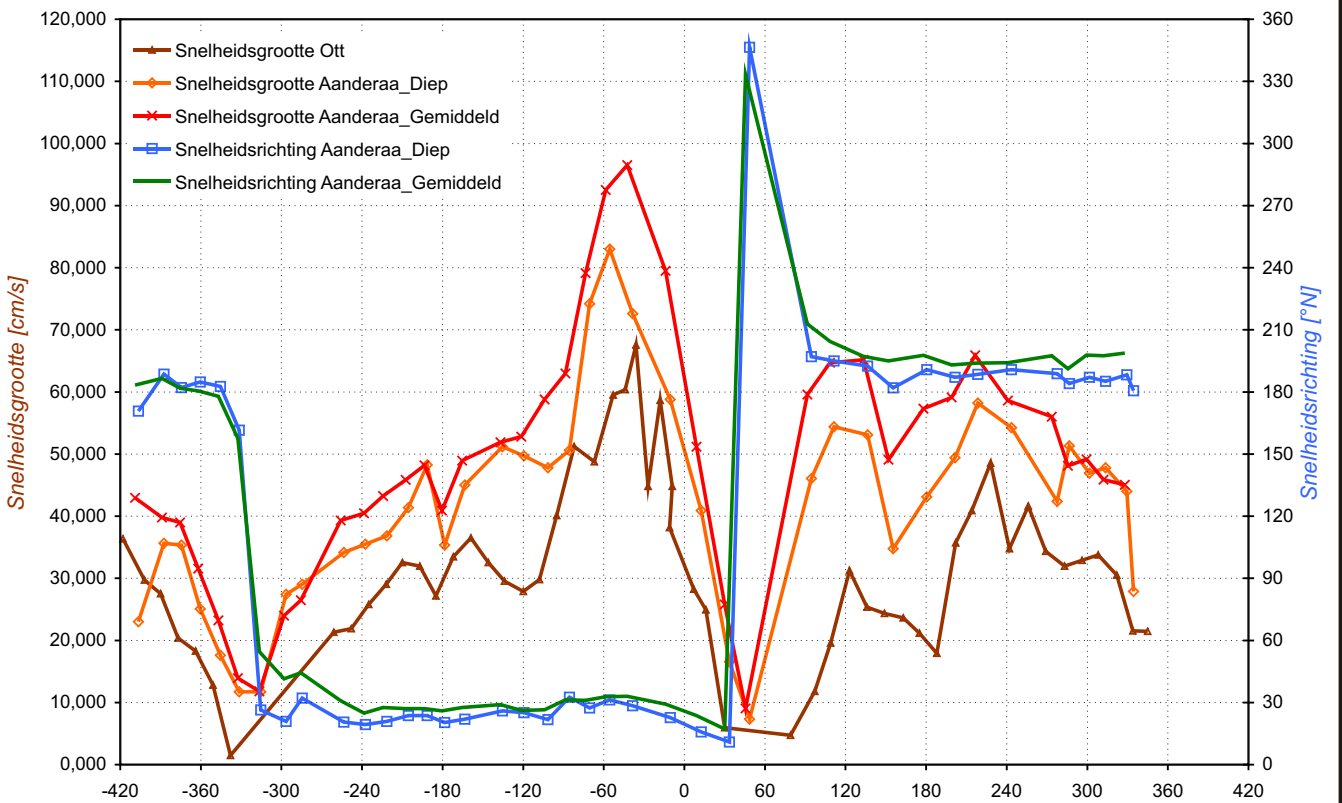
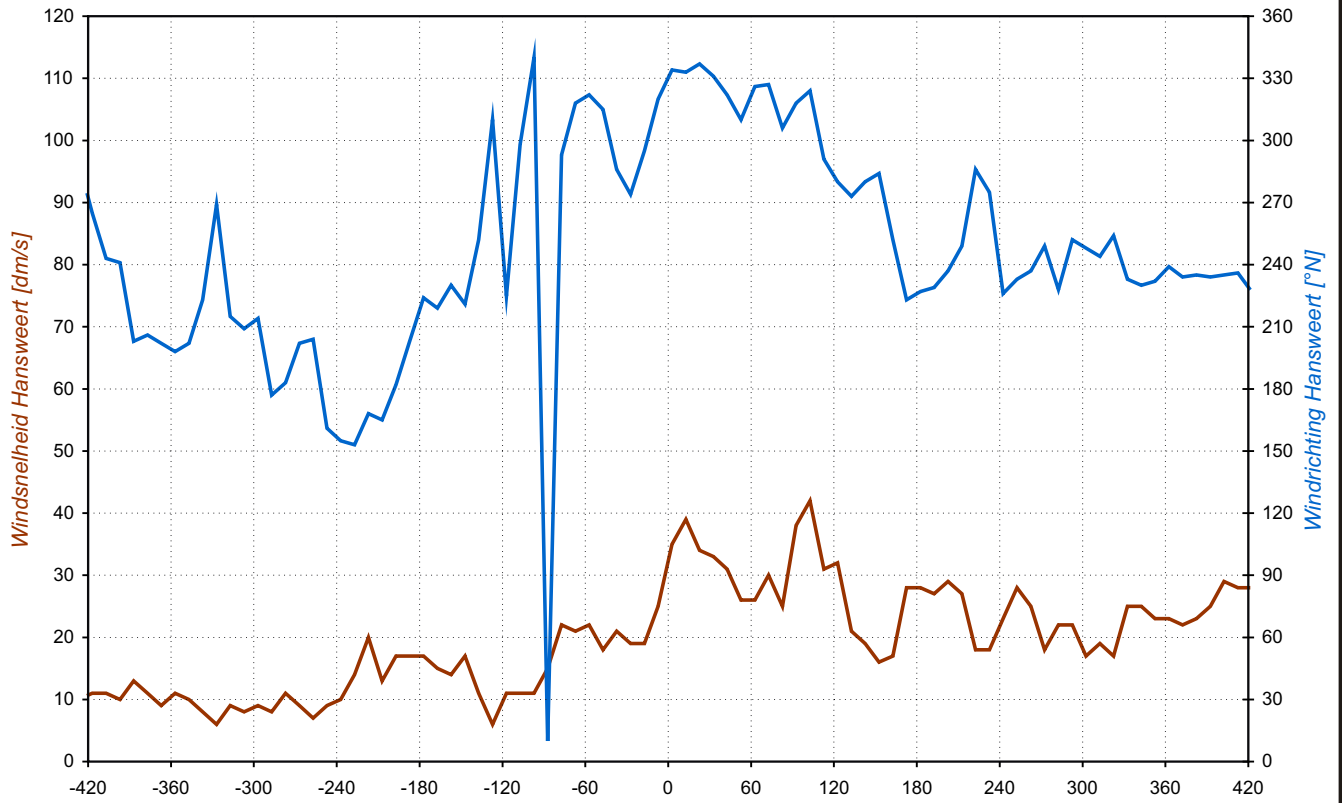
Korrelgrootte in suspensie (DBH) - 10/10/2007



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur B62



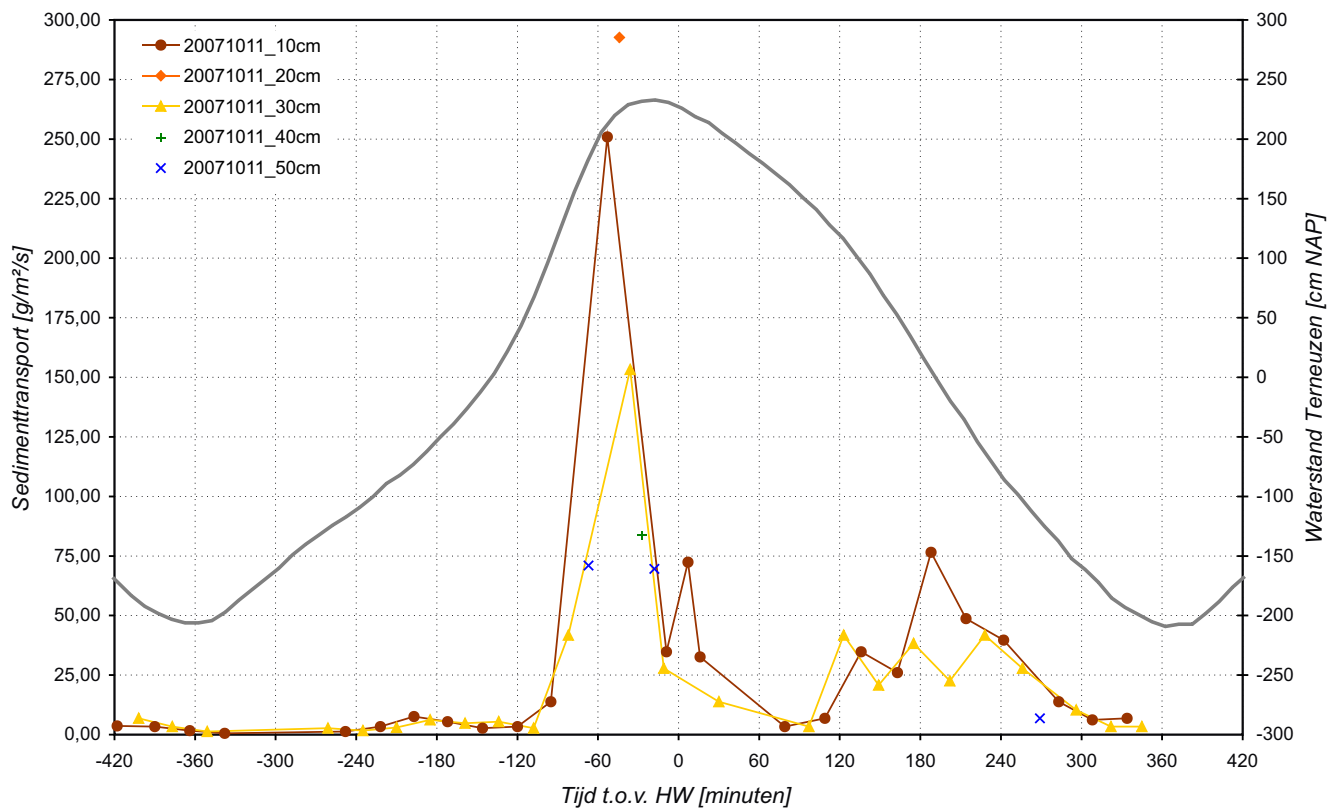
Sedimenttransportmeting te Hansweert - 11/10/2007  
 Wind (boven) - Snelheid (onder)



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
 Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur B63



Sedimenttransport nabij de bodem (DBF) - 11/10/2007

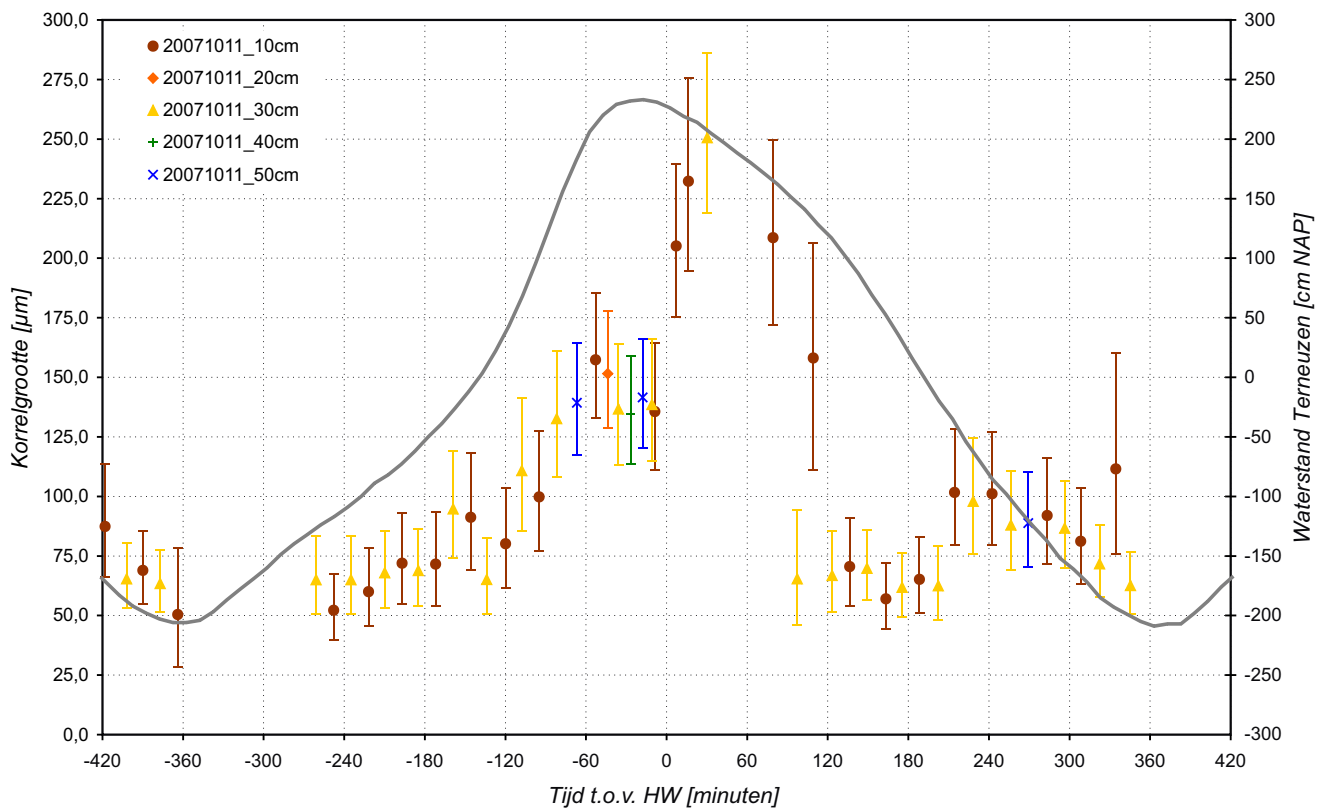


**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
 Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur B64





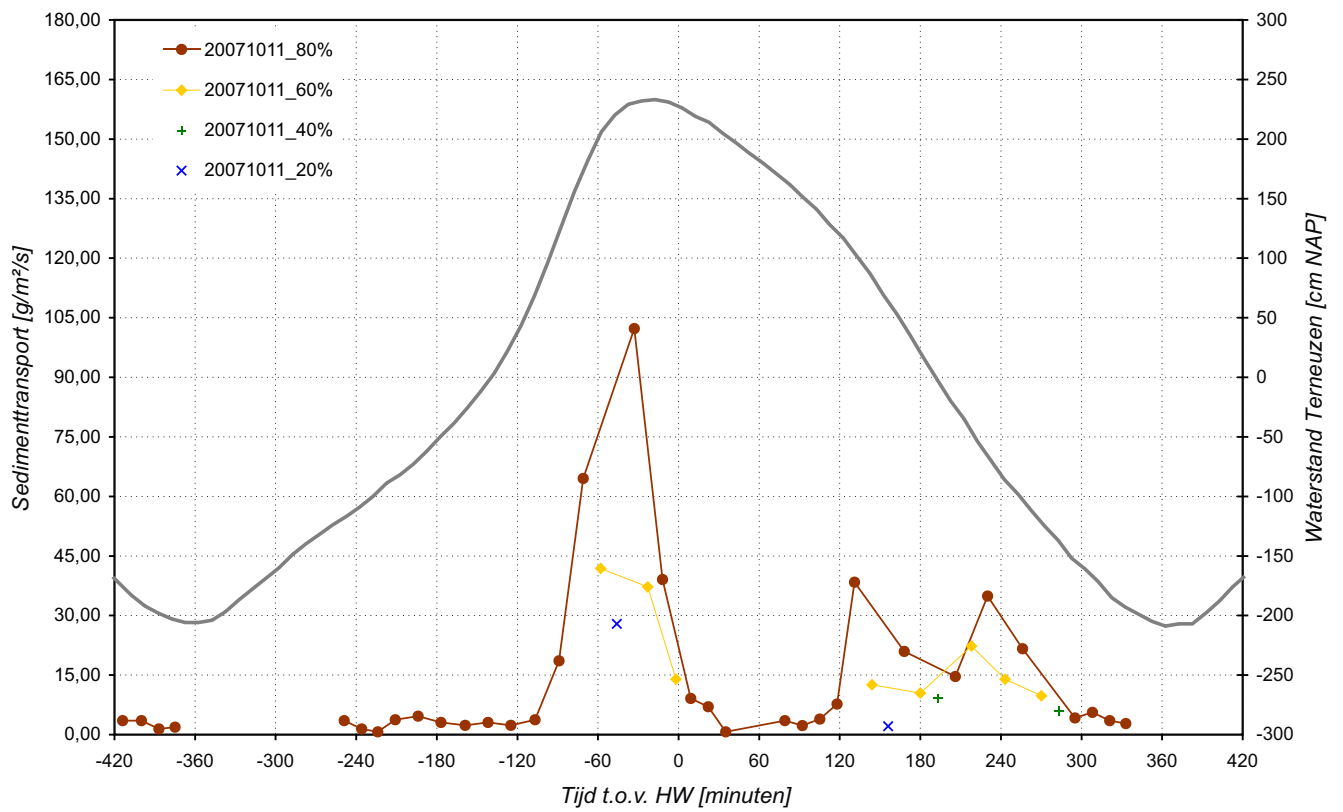
Korrelgrootte nabij de bodem (DBF) - 11/10/2007



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur B65



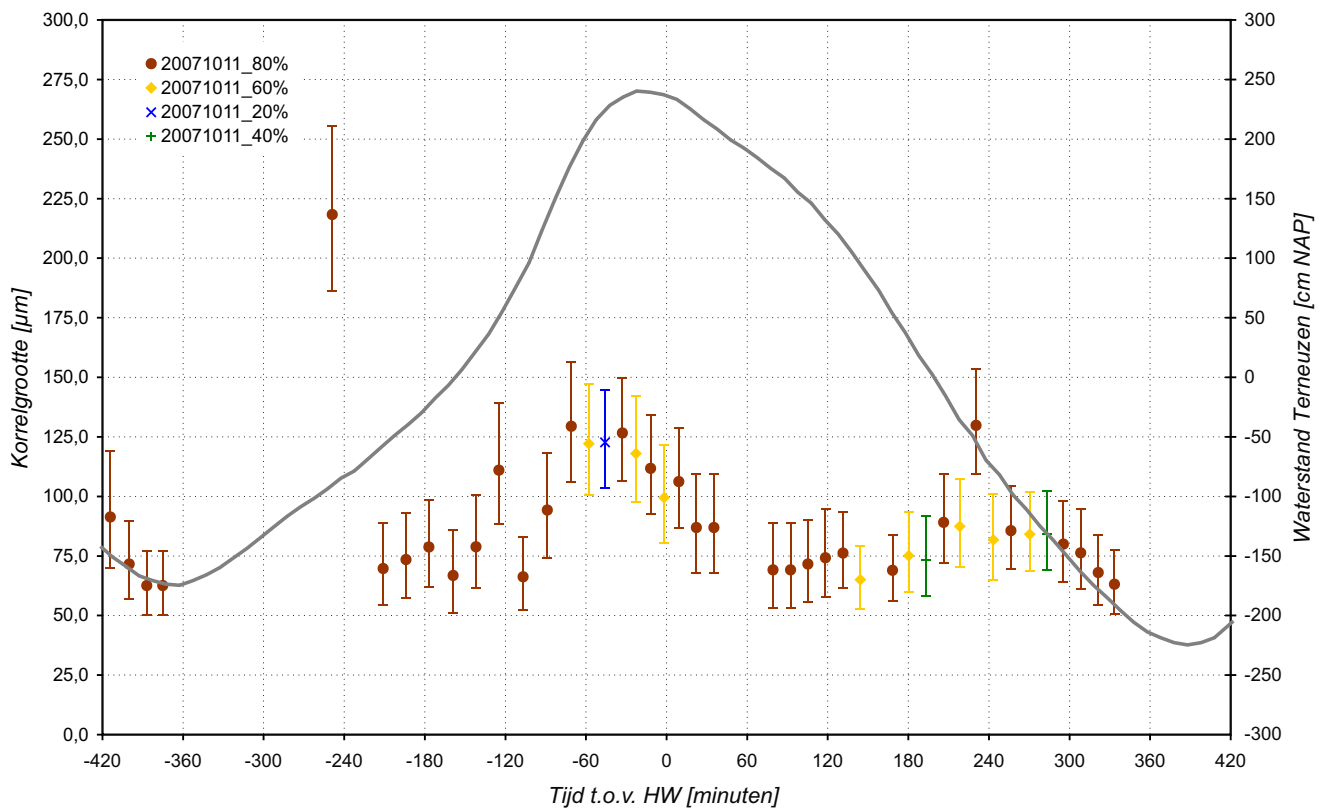
Korrelgrootte in suspensie (DBH) - 11/10/2007



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
 Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur B66



Korrelgrootte in suspensie (DBH) - 11/10/2007

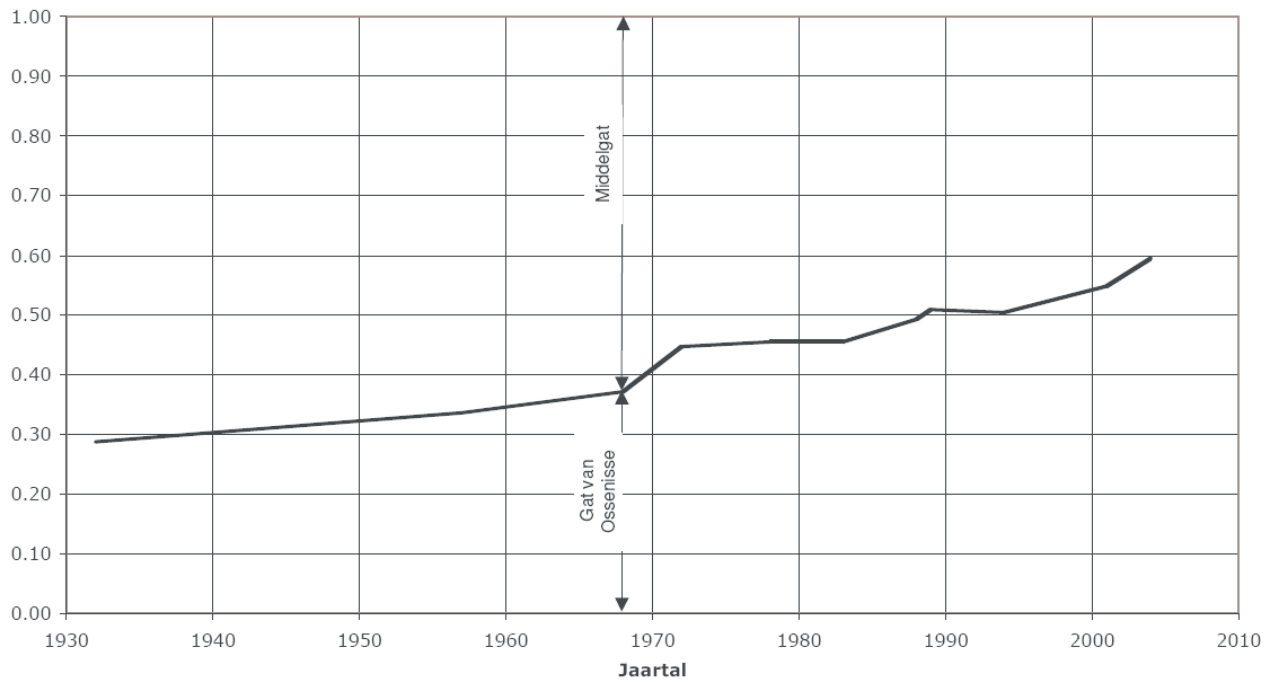


**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

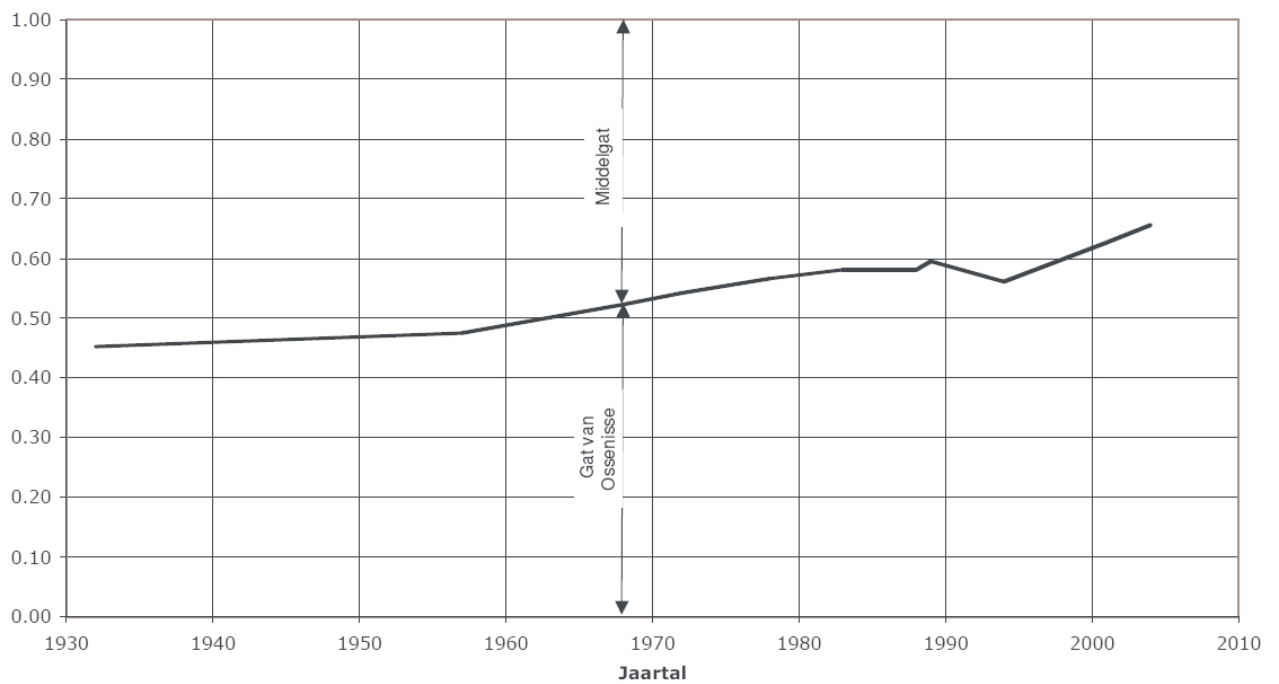
**M 791/06**

Figuur B67

### Verhouding ebvolumes tussen geulen



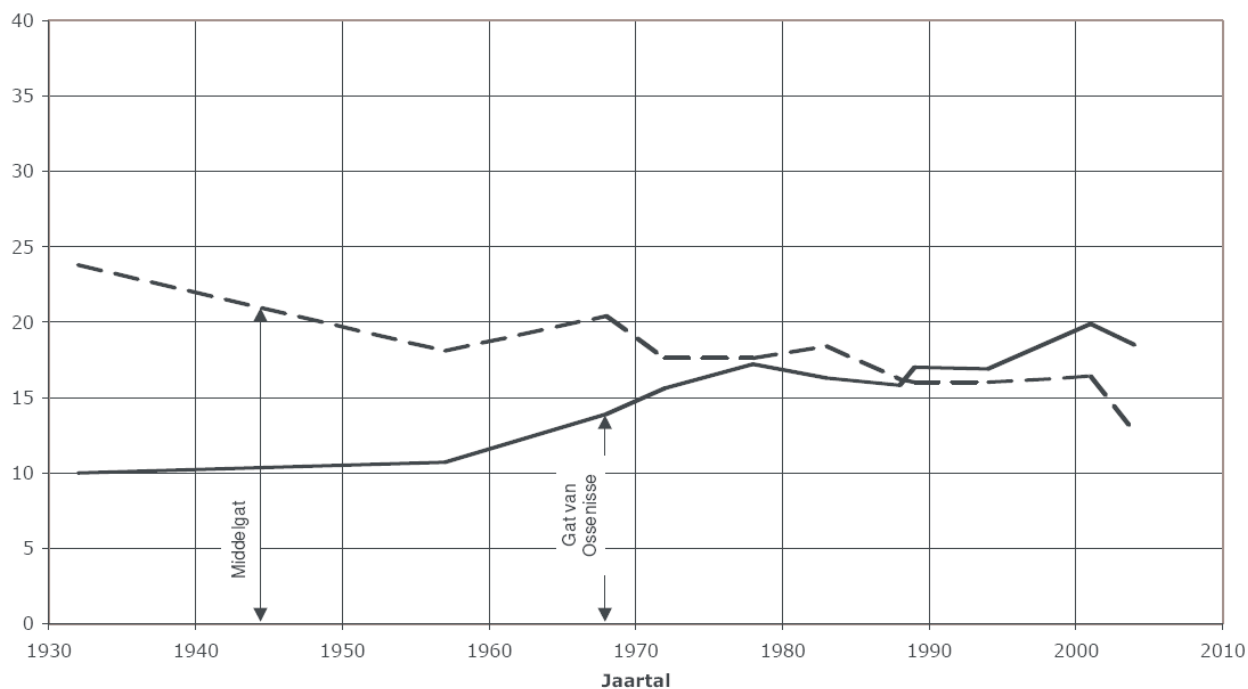
### Verhouding vloedvolumes tussen geulen



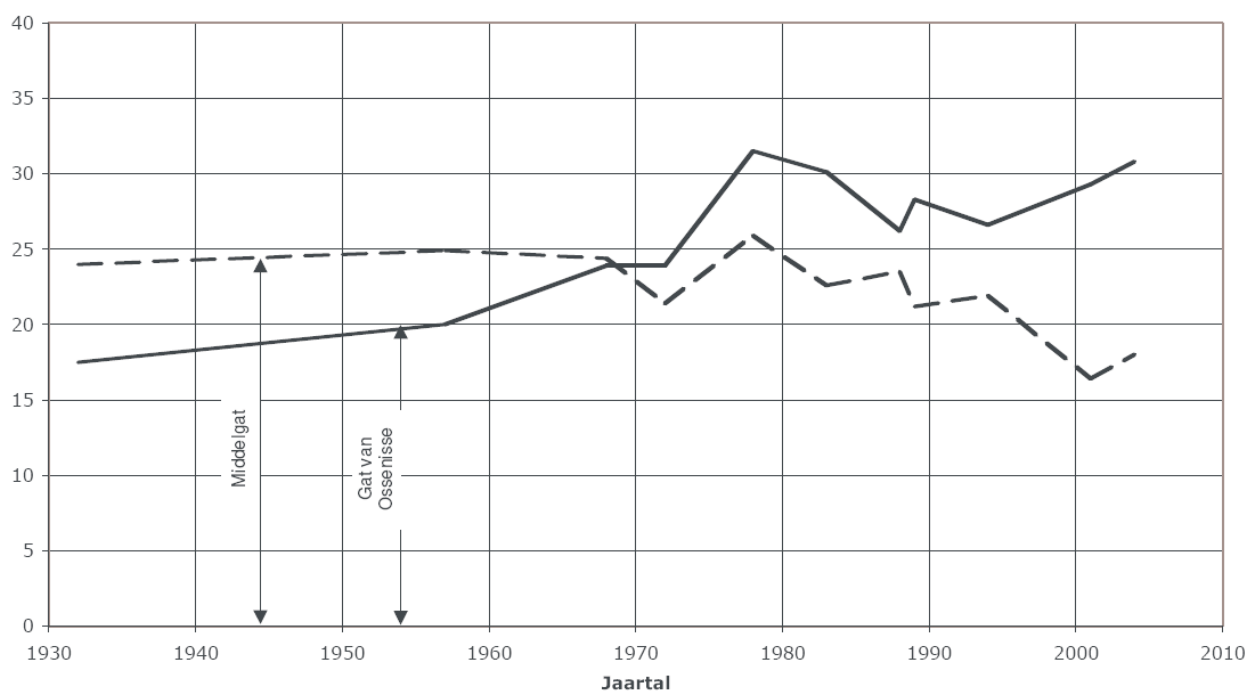
Historische ontwikkeling van de eb- (boven) en vloedvolumes (onder) in het Middelgat en het Gat van Ossenisse



### Maximum ebdebiet



### Maximum vloeddebiet

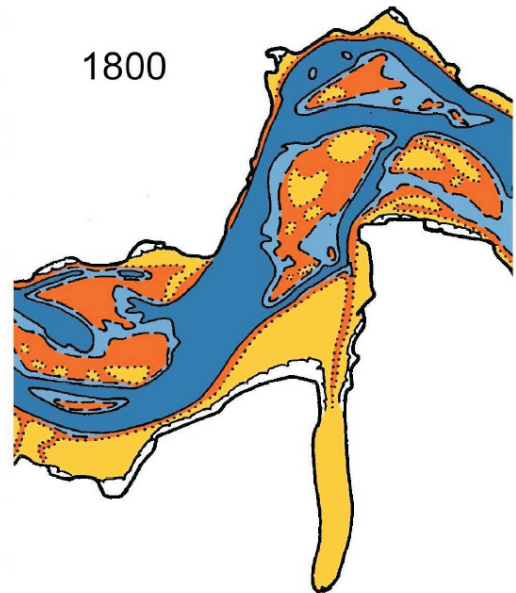


Historische ontwikkeling van de maximale eb- (boven) en vloeddebieten (onder) in het Middelgat en het Gat van Ossenisse

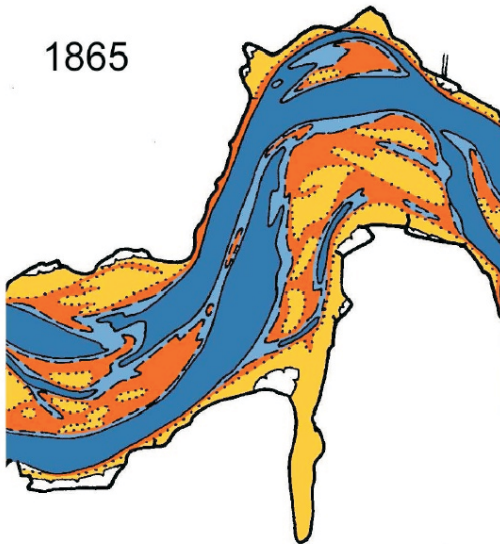




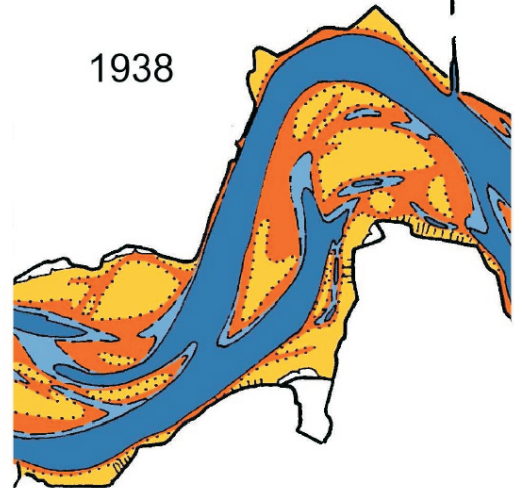
1636



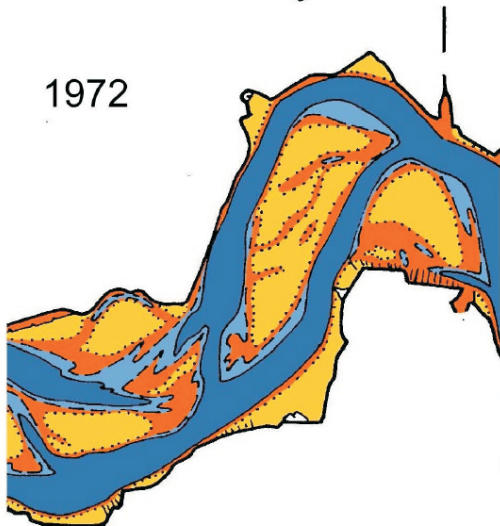
1800



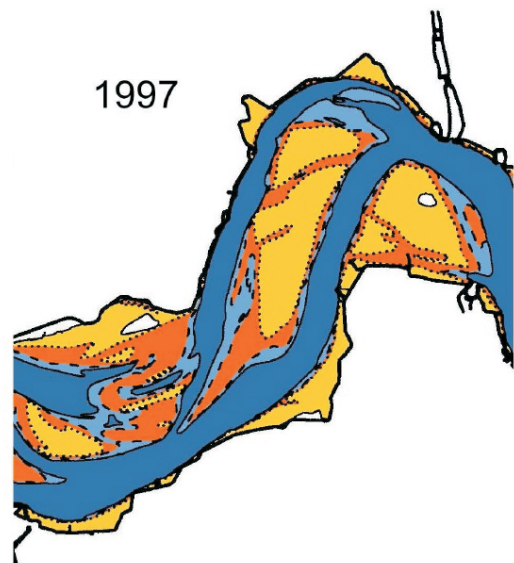
1865



1938



1972

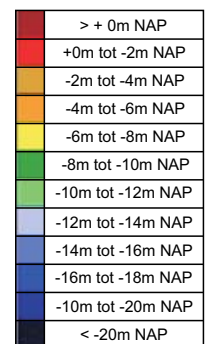
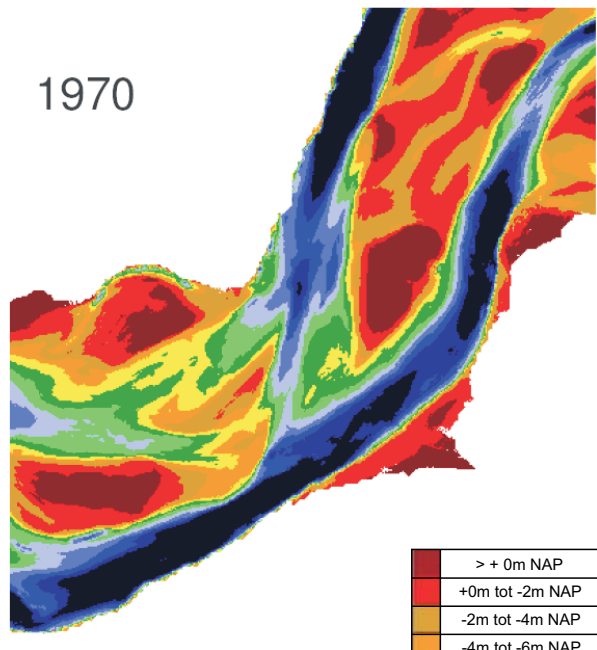
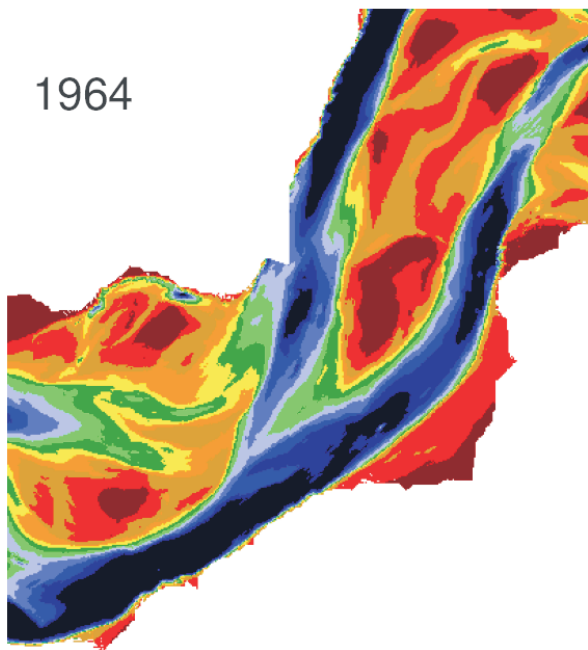
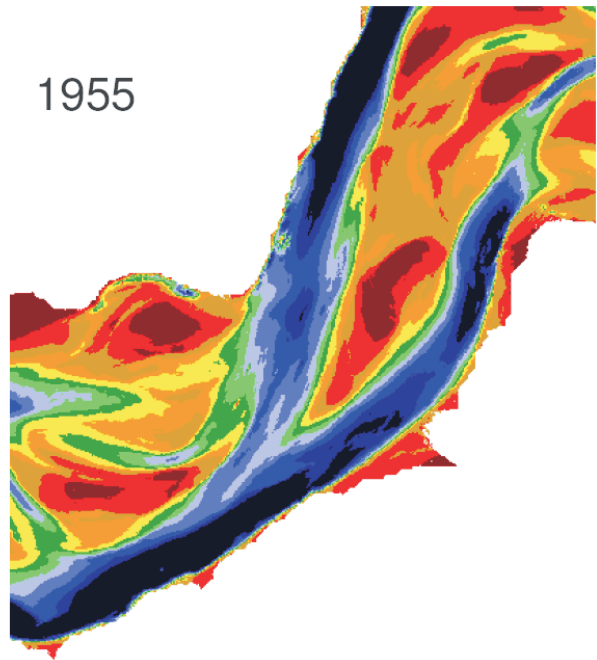
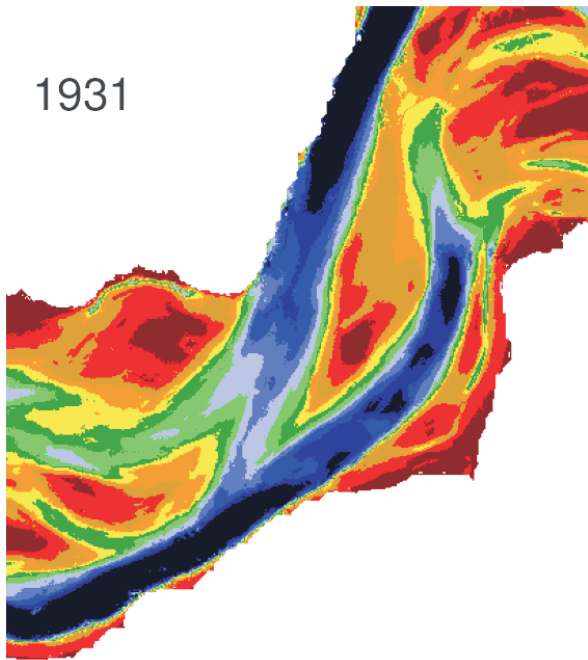


1997

Morfologische ontwikkeling Rug van Baarland (1600 - 1997)

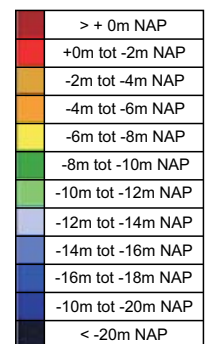
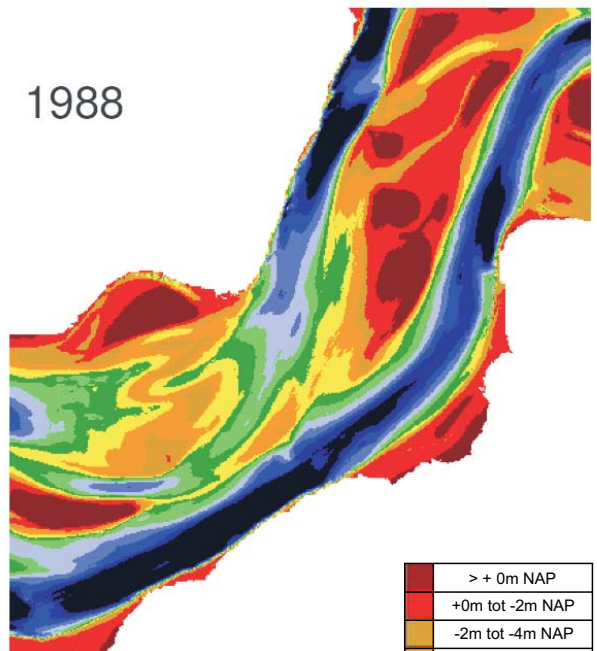
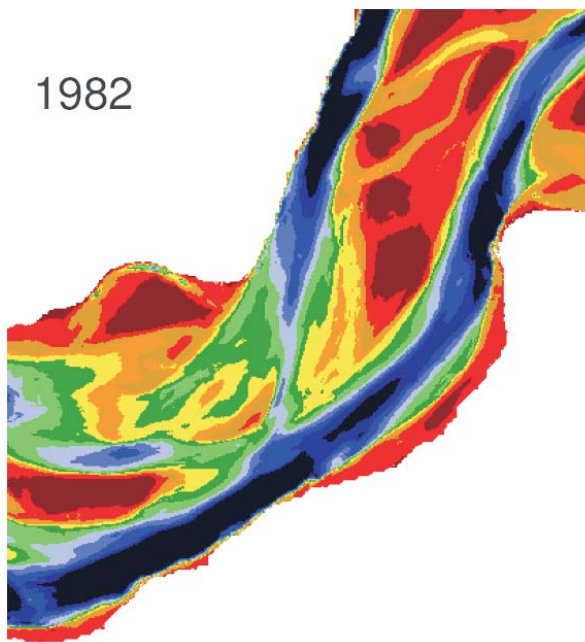
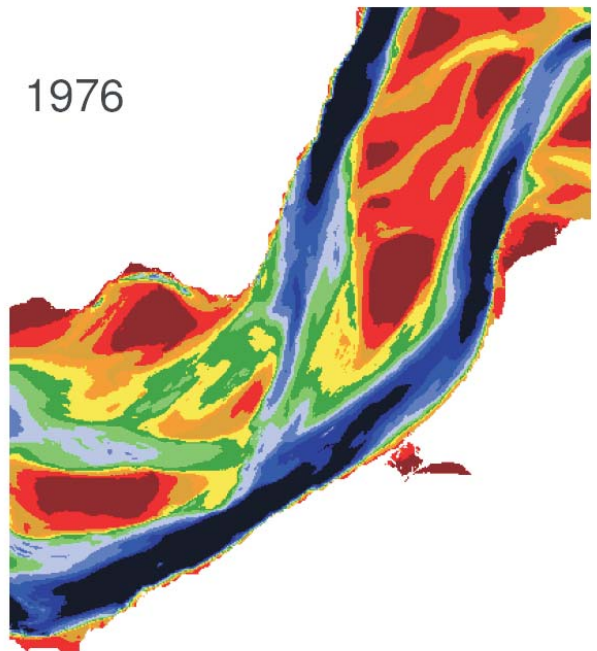
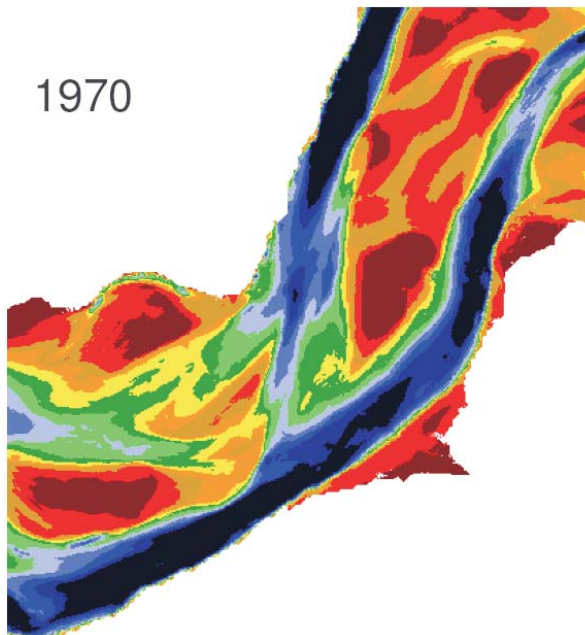






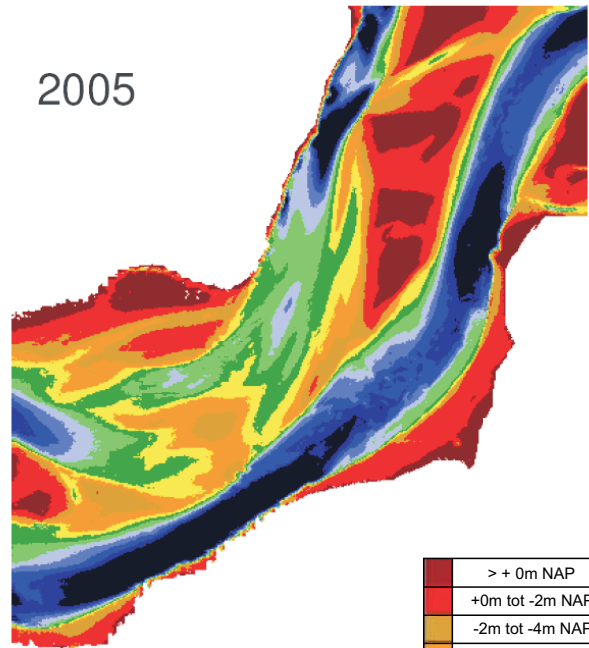
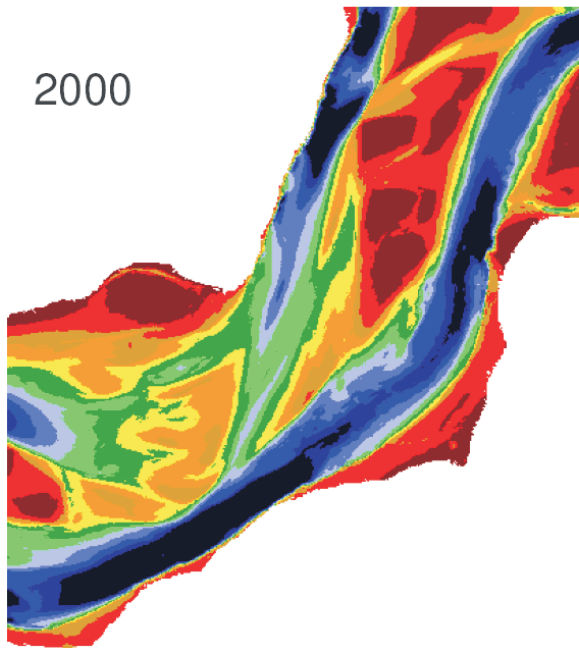
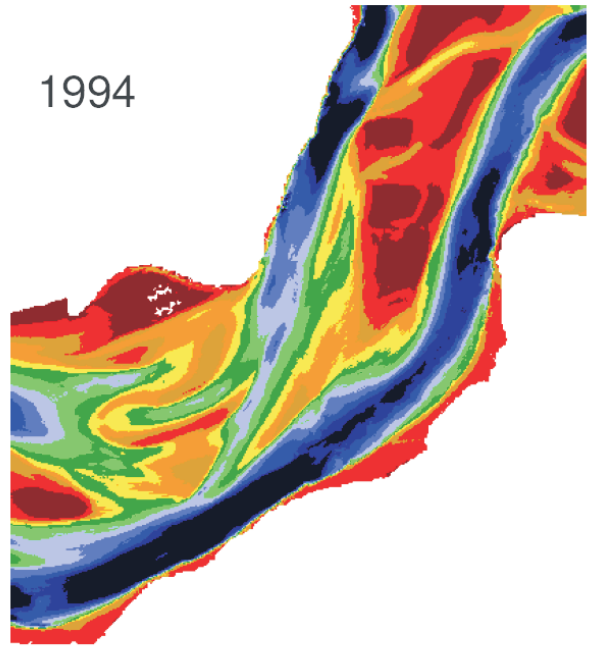
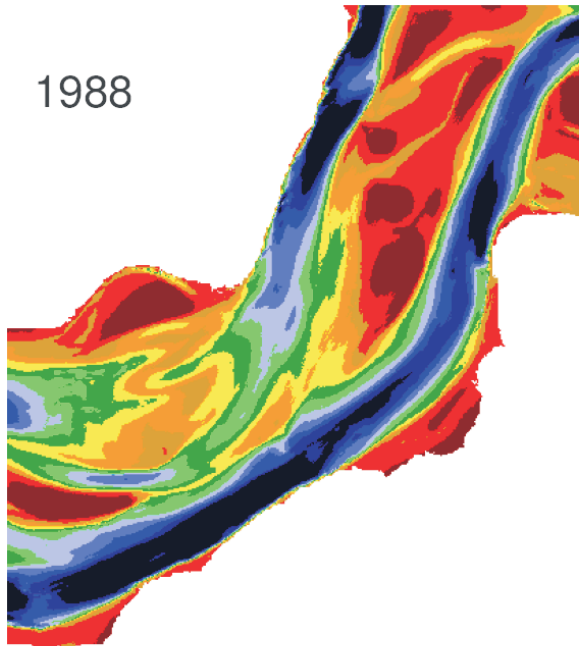
Morfologische ontwikkeling Rug van Baarland (1931 - 1970)





Morfologische ontwikkeling Rug van Baarland (1970 - 1988)



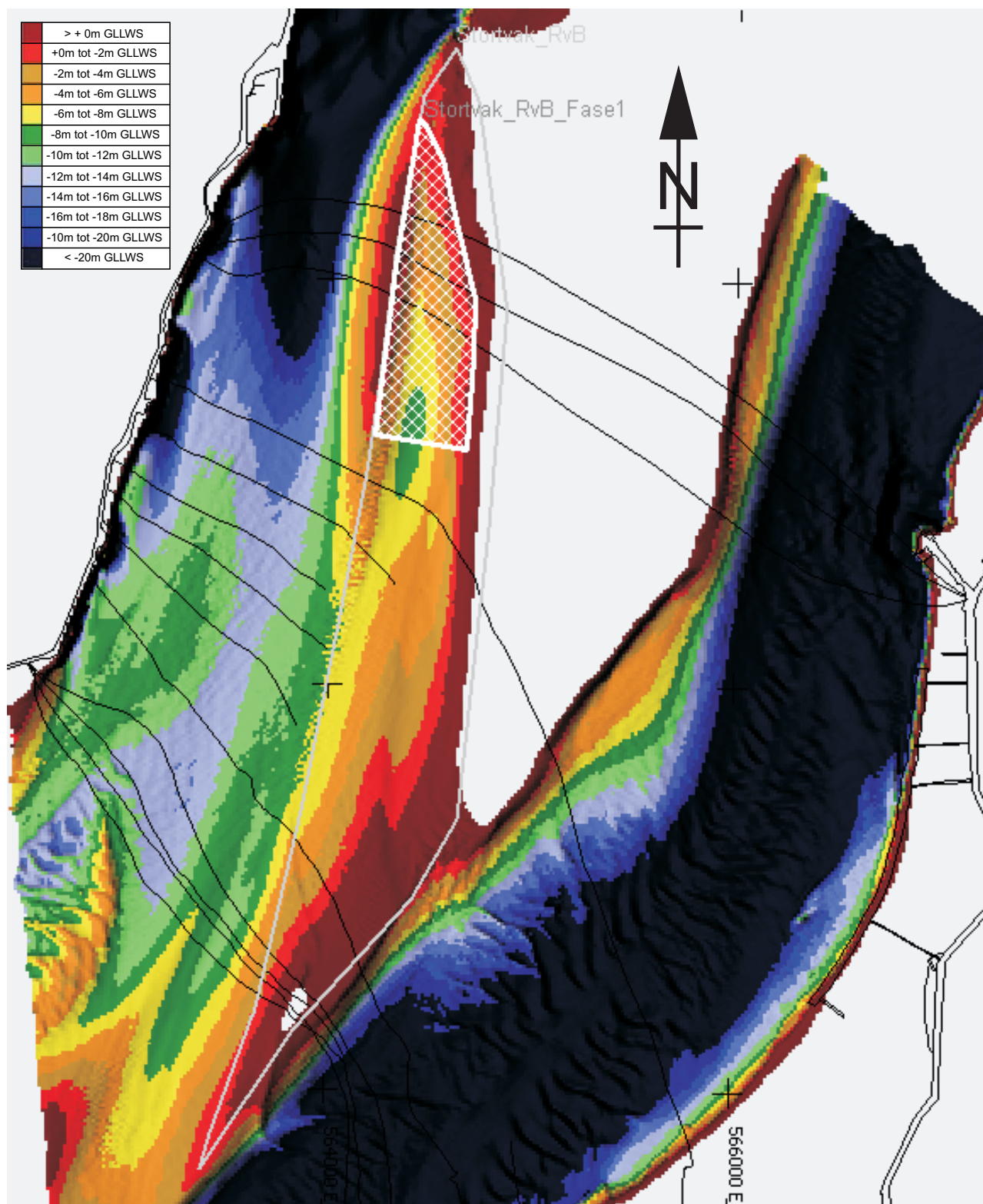


	> + 0m NAP
	+0m tot -2m NAP
	-2m tot -4m NAP
	-4m tot -6m NAP
	-6m tot -8m NAP
	-8m tot -10m NAP
	-10m tot -12m NAP
	-12m tot -14m NAP
	-14m tot -16m NAP
	-16m tot -18m NAP
	-18m tot -20m NAP
	< -20m NAP

Morfologische ontwikkeling Rug van Baarland (1988 - 2005)



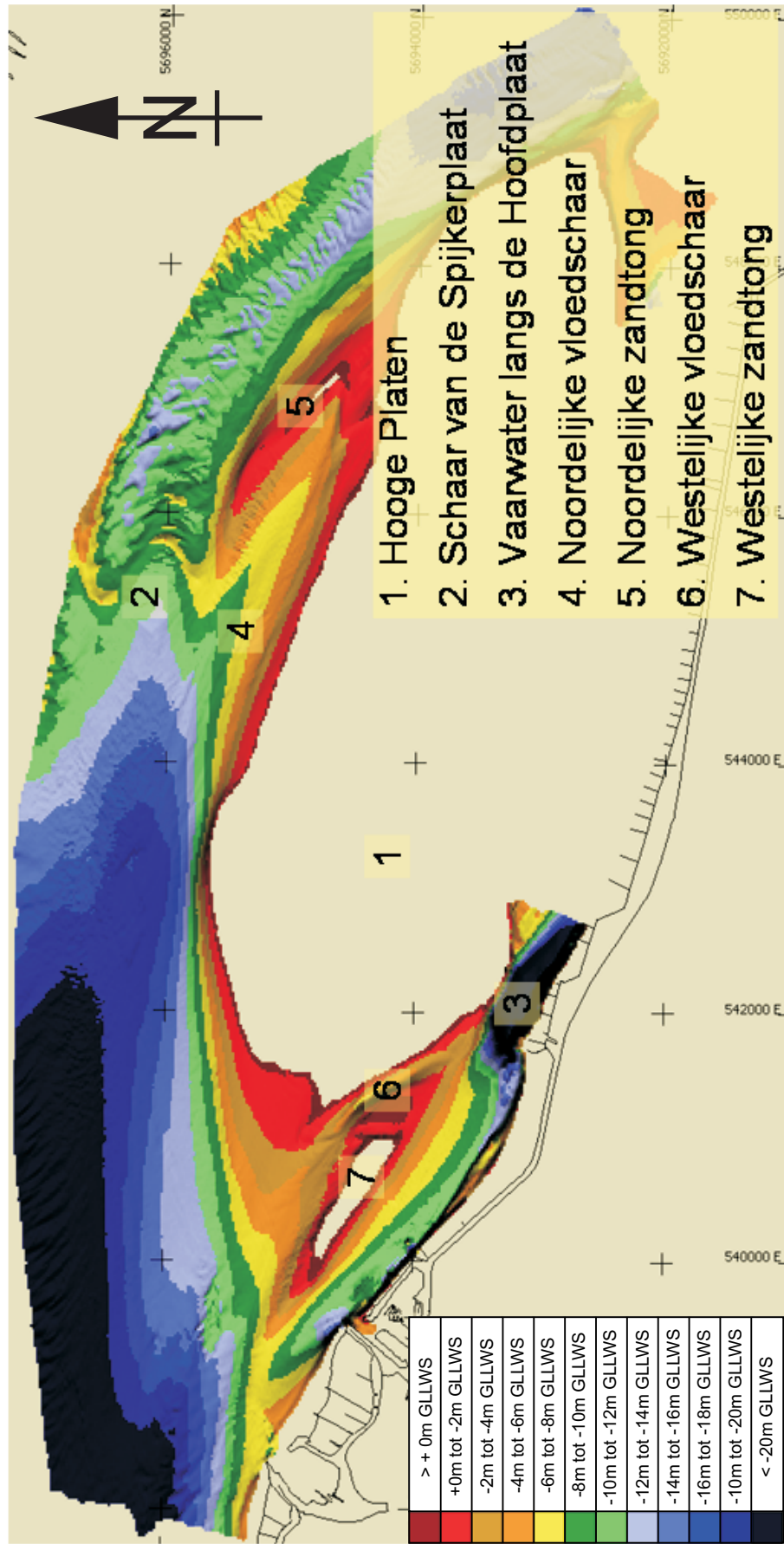




Voorgestelde stortzone Rug van Baarland  
 totaal (grijs) en fase 1 (wit)



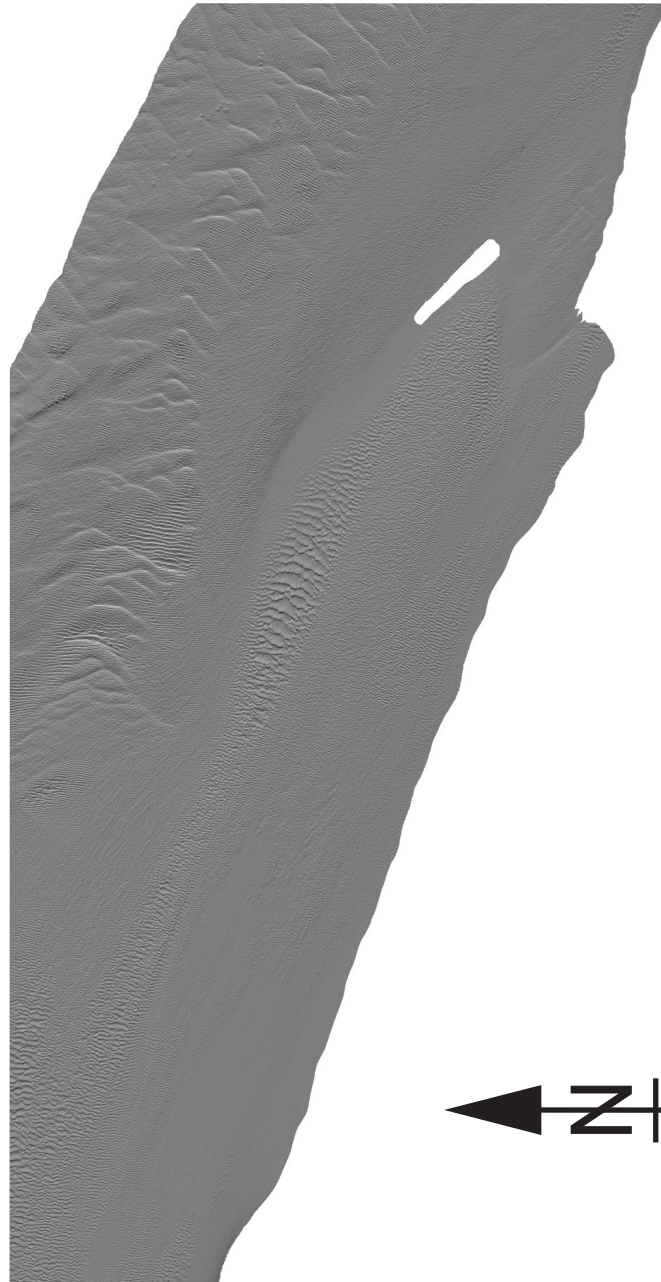




Overzicht gebied Hooge Platen

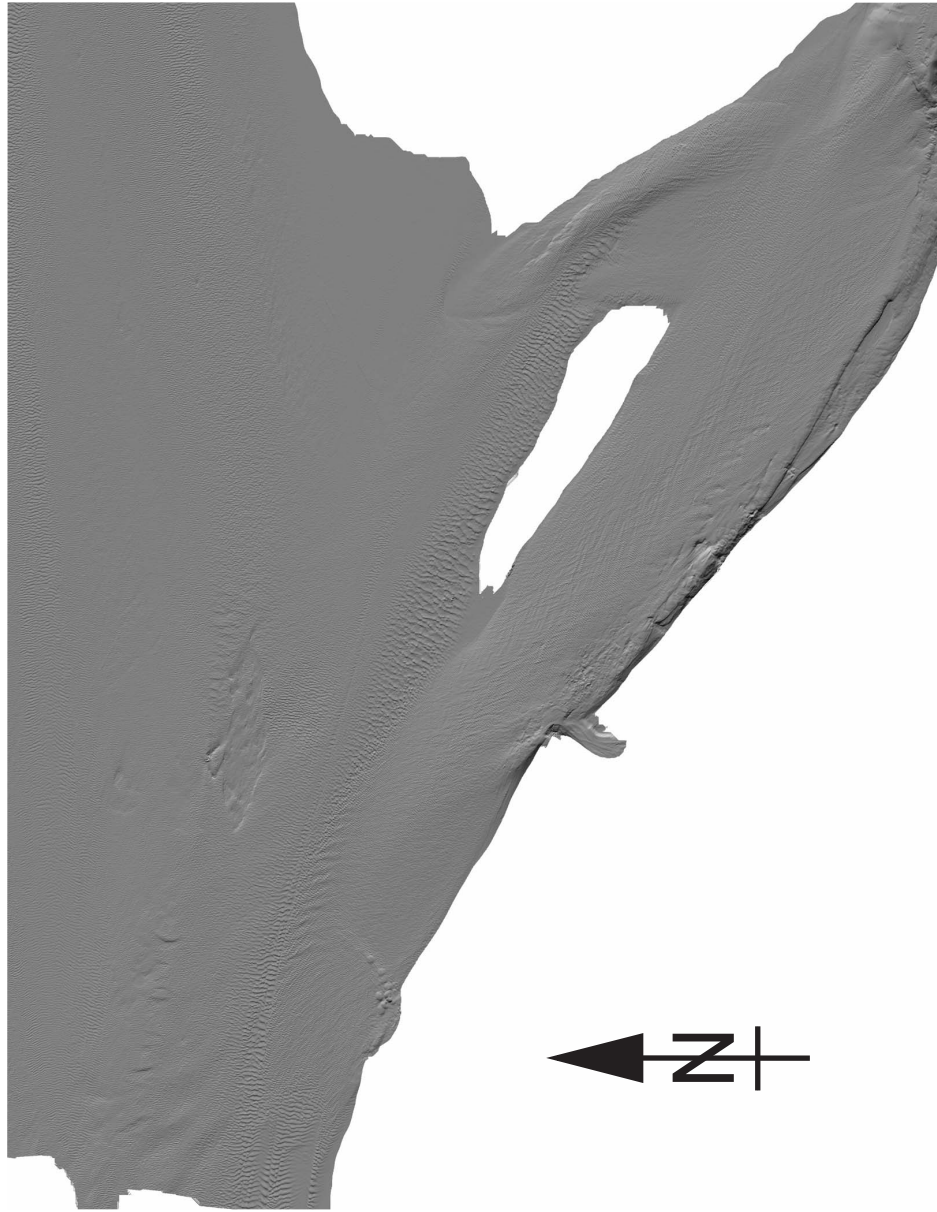






Detail "shaded view" Hooge Platen Noord





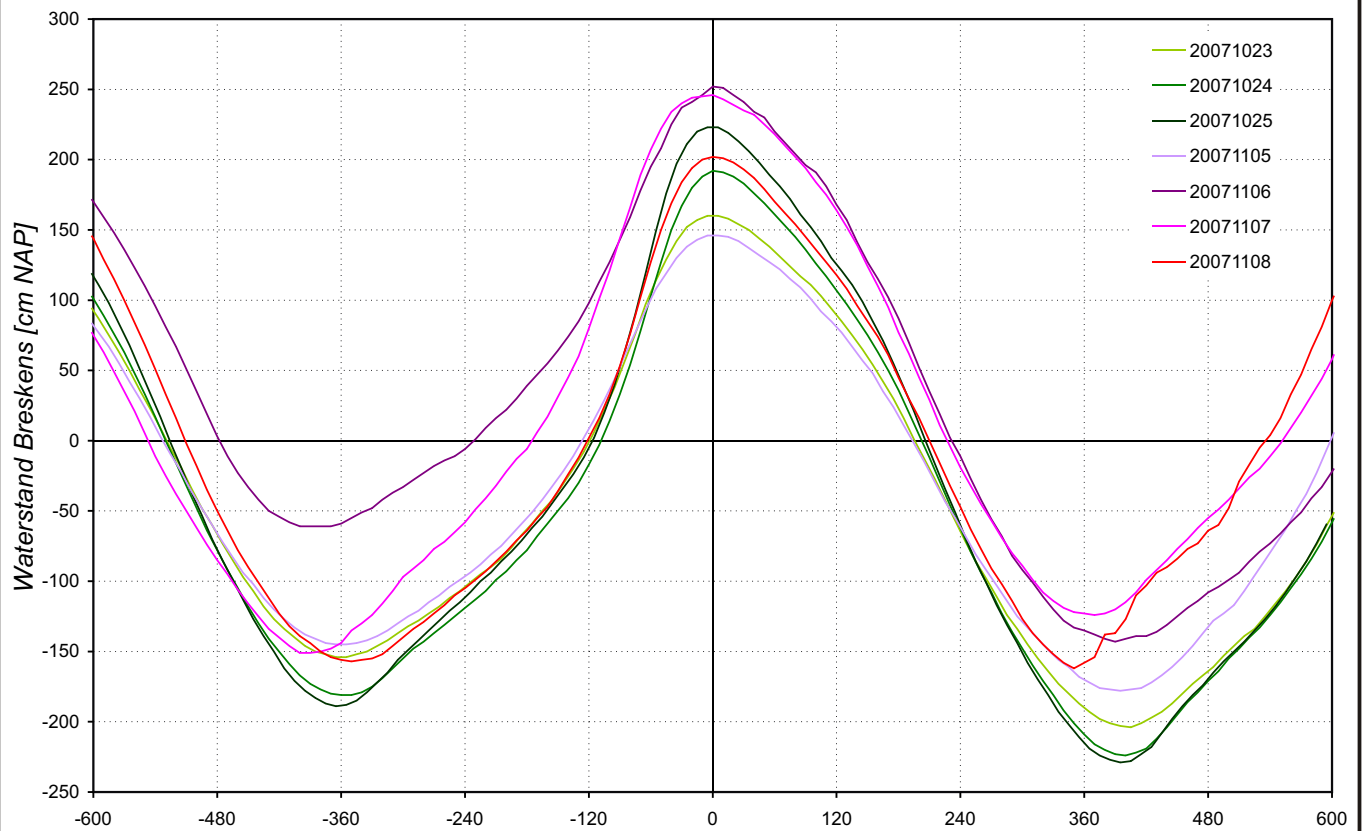
Detail "shaded view" Hooge Platen West



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur C3



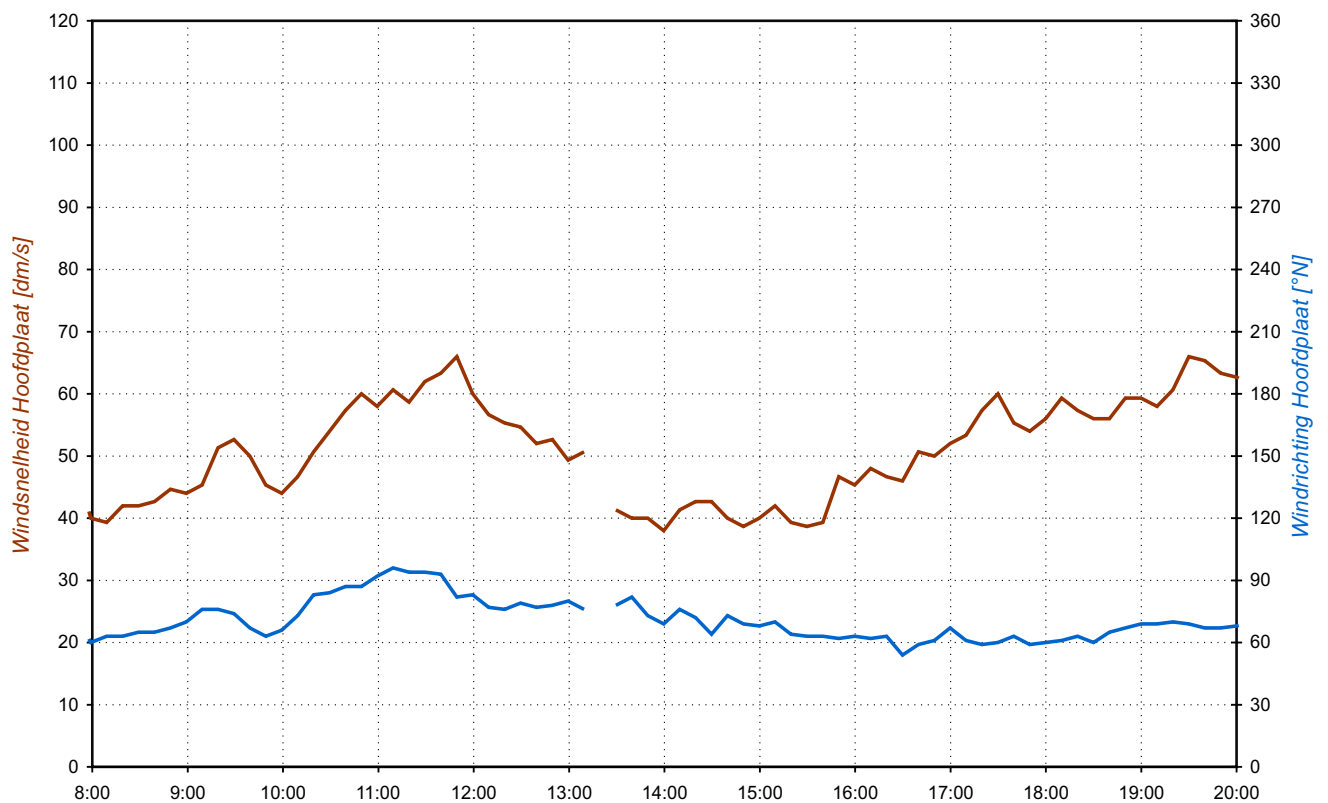
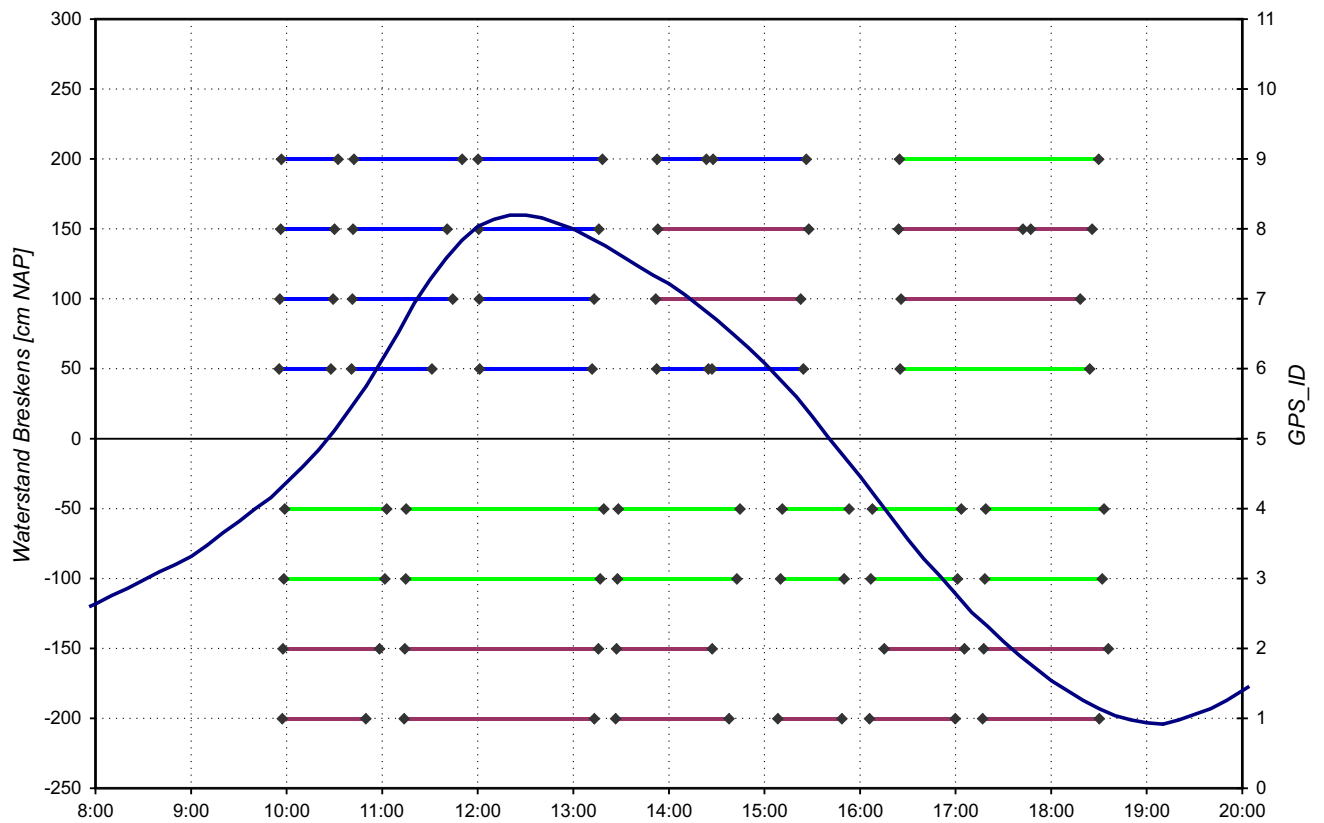
Getij te Breskens tijdens vlottermetingen



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur C4



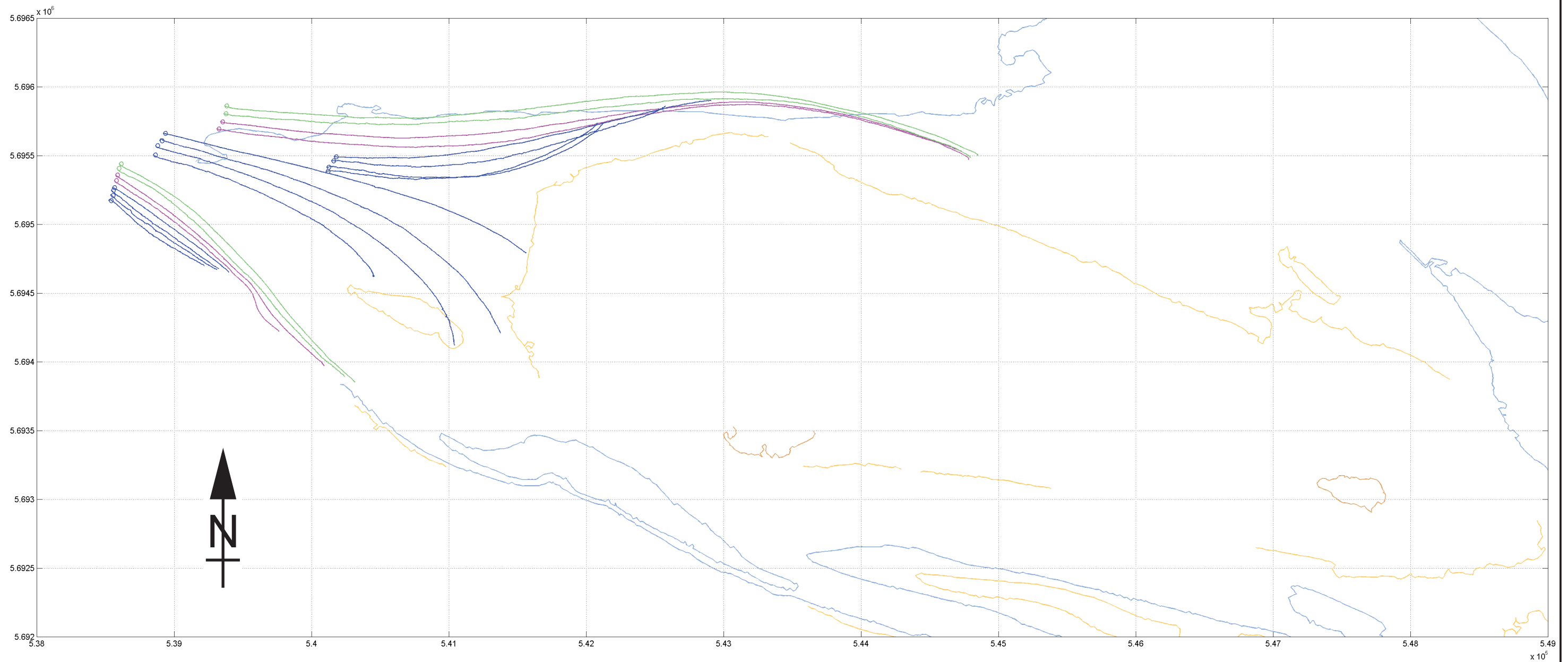
Overzicht vlottermetingen (boven) en wind (onder)  
te Hoofdplaat op 23/10/2007




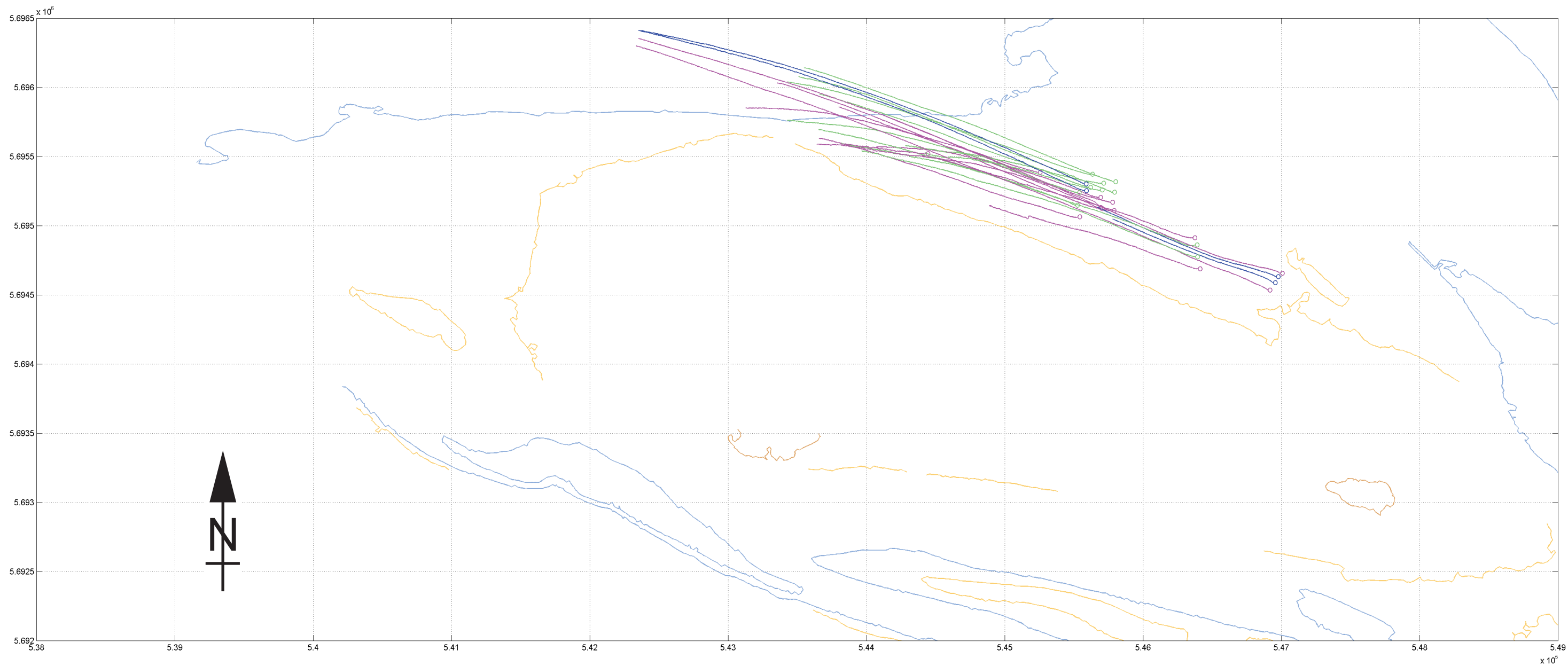
**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen


**M 791/06**

Figuur C5

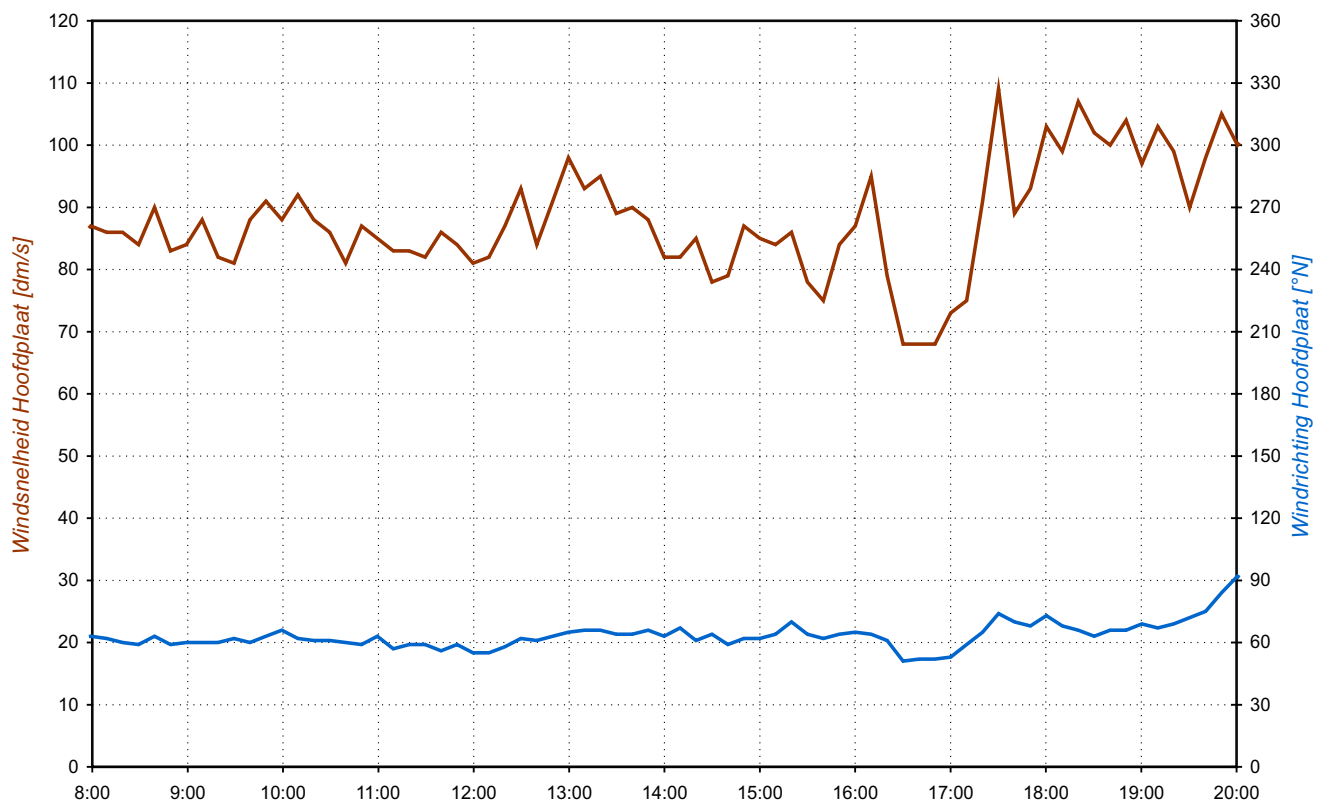
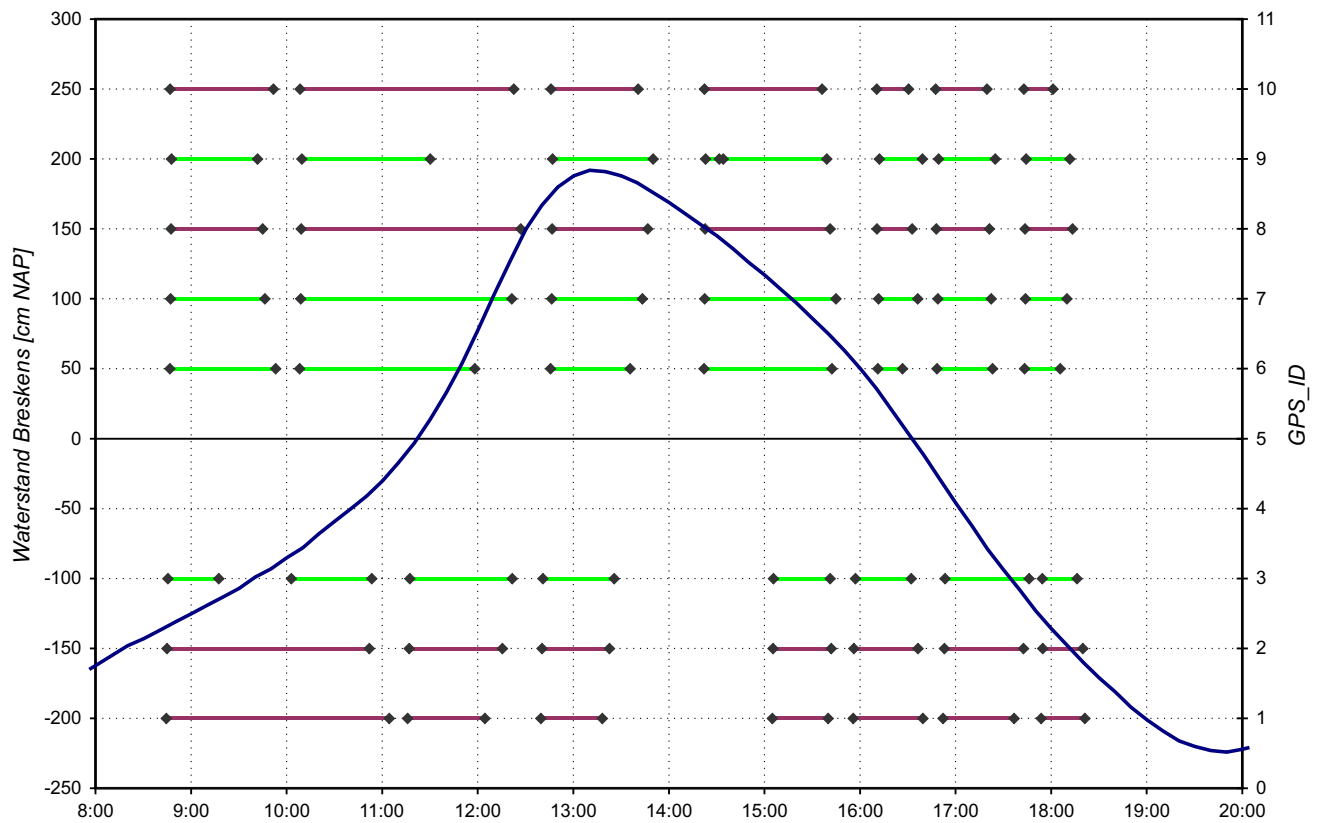


Resultaten vlottermetingen Hooge Platen 23/10/2007 - VLOED		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur C6



Resultaten vlottermetingen Hooge Platen 23/10/2007 - EB		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur C7





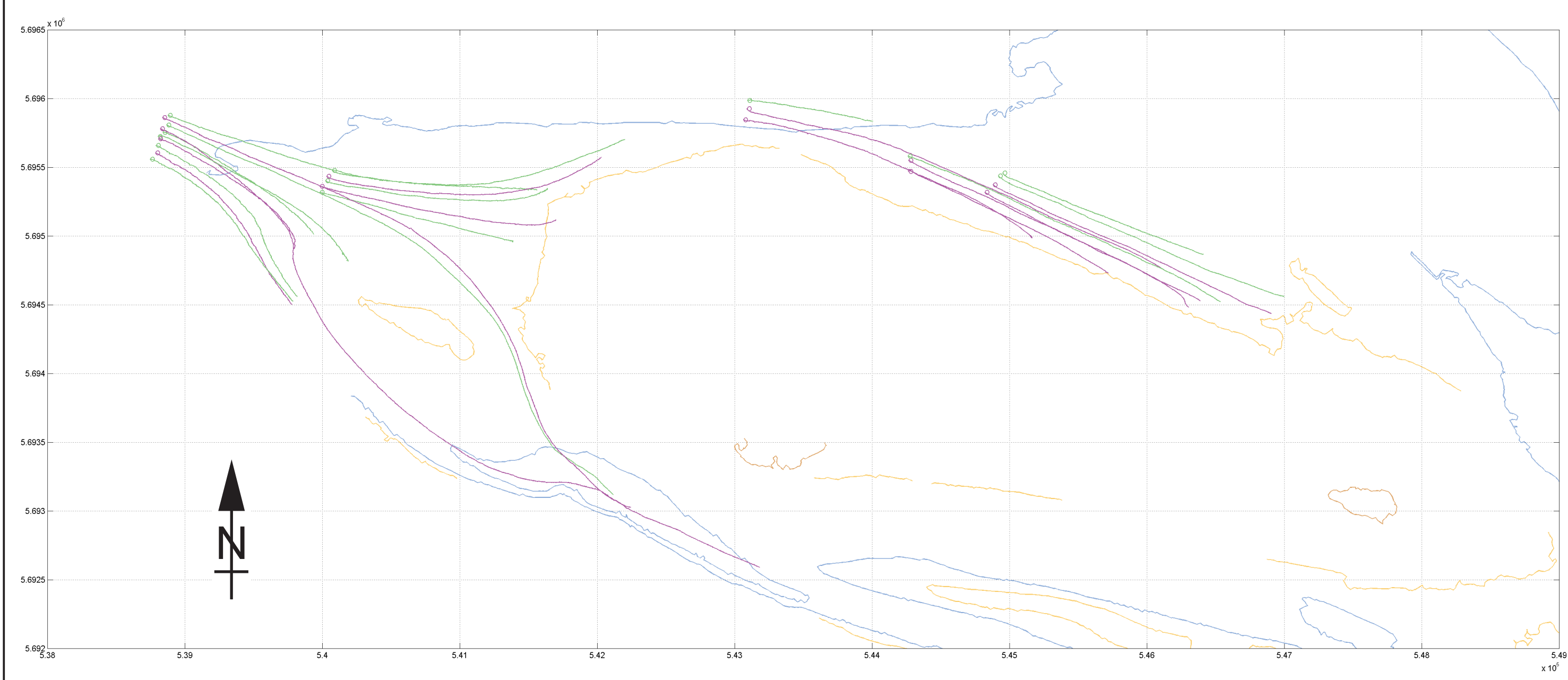
Overzicht vlottermetingen (boven) en wind (onder)  
te Hoofdplaat op 24/10/2007



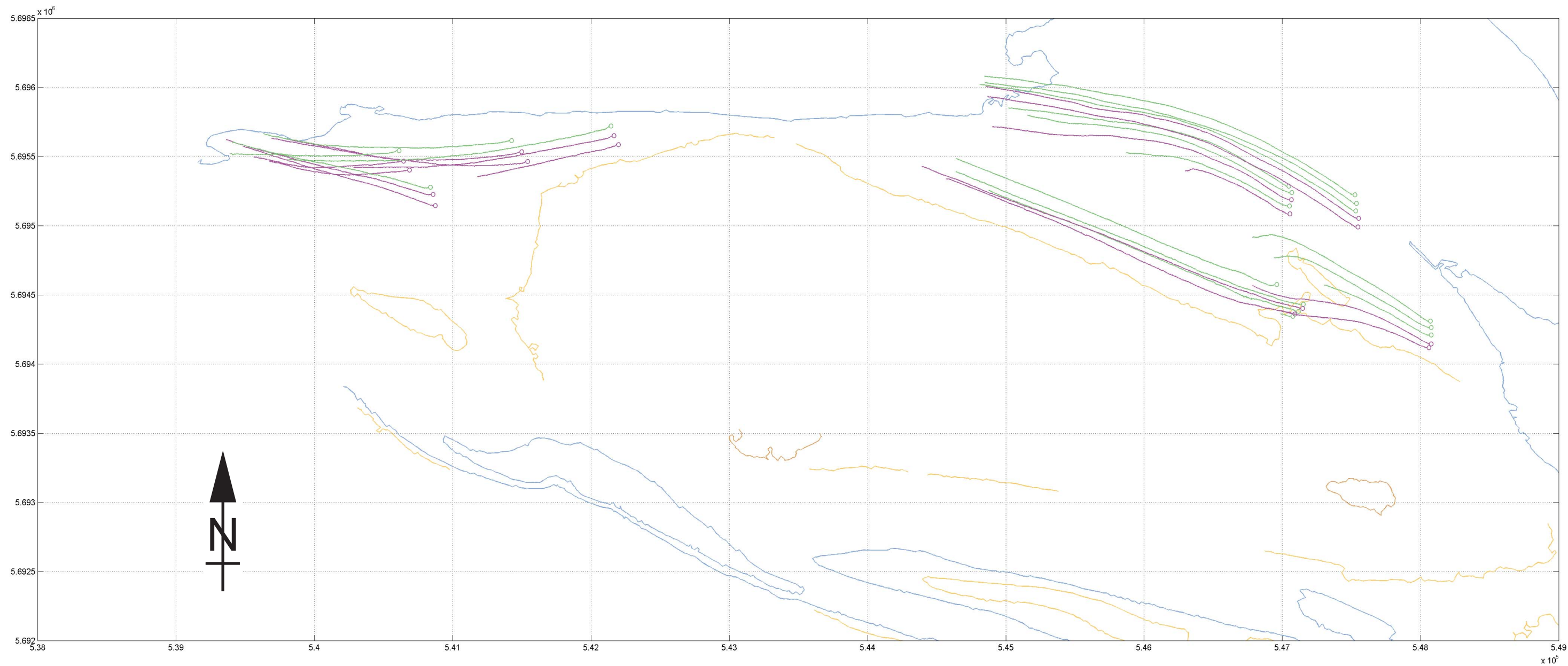
**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen


**M 791/06**

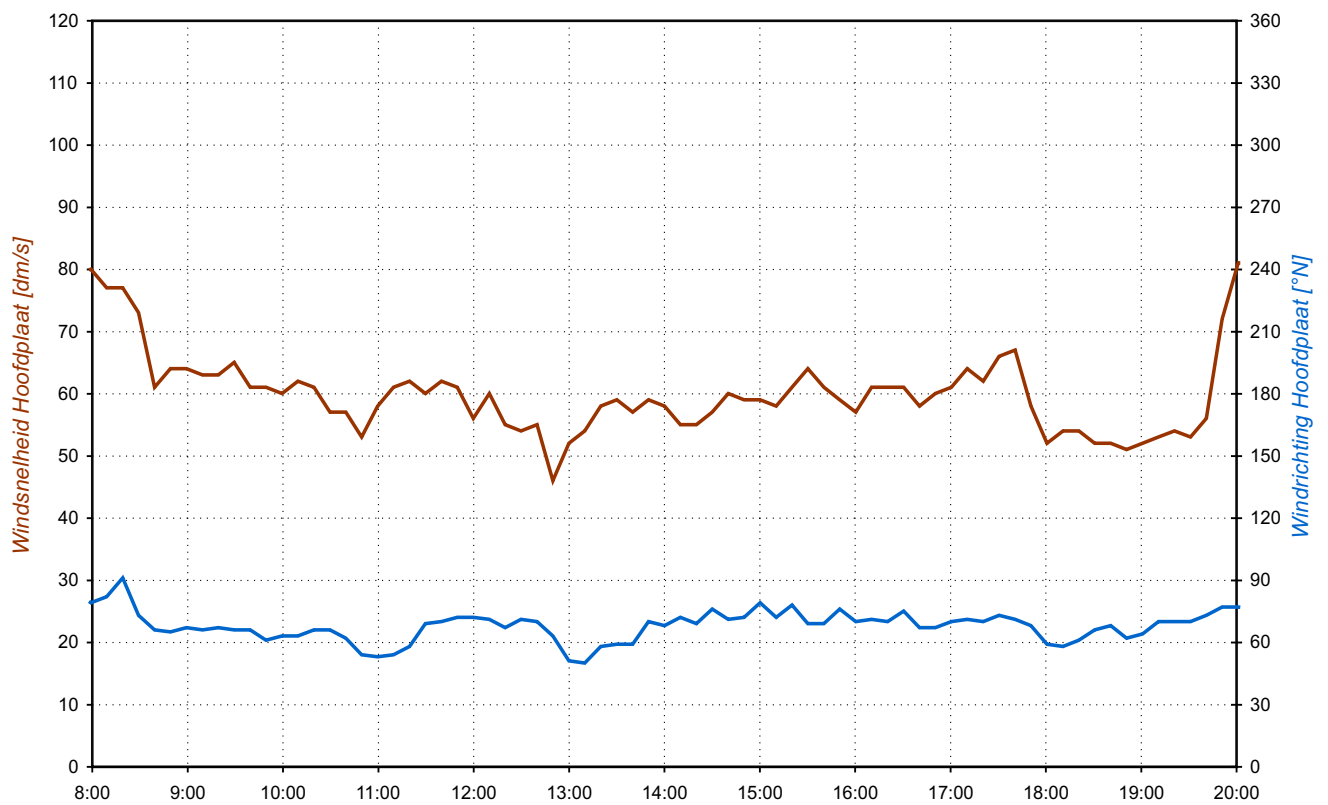
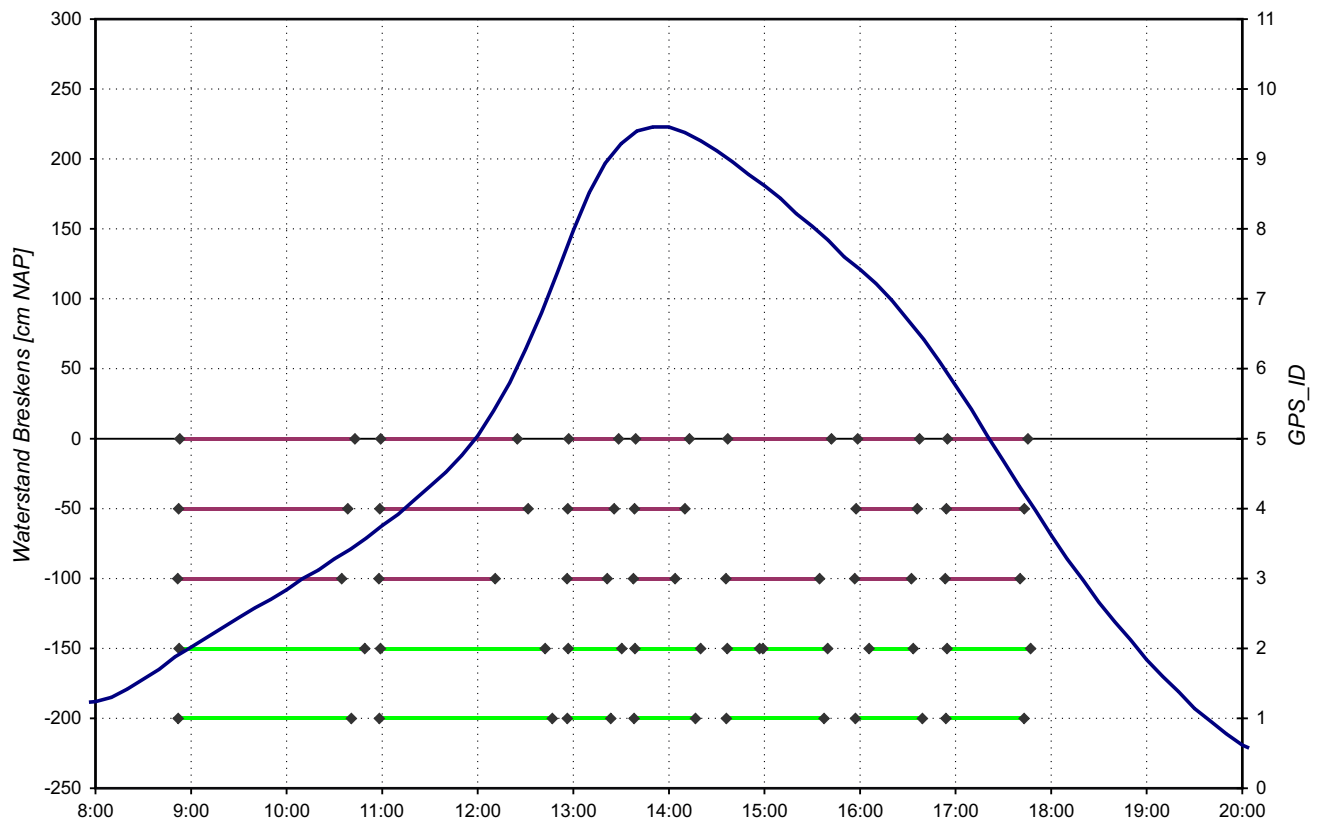
Figuur C8



Resultaten vlottermetingen Hooge Platen 24/10/2007 - VLOED		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur C9



Resultaten vlottermetingen Hooge Platen 24/10/2007 - EB		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur C10

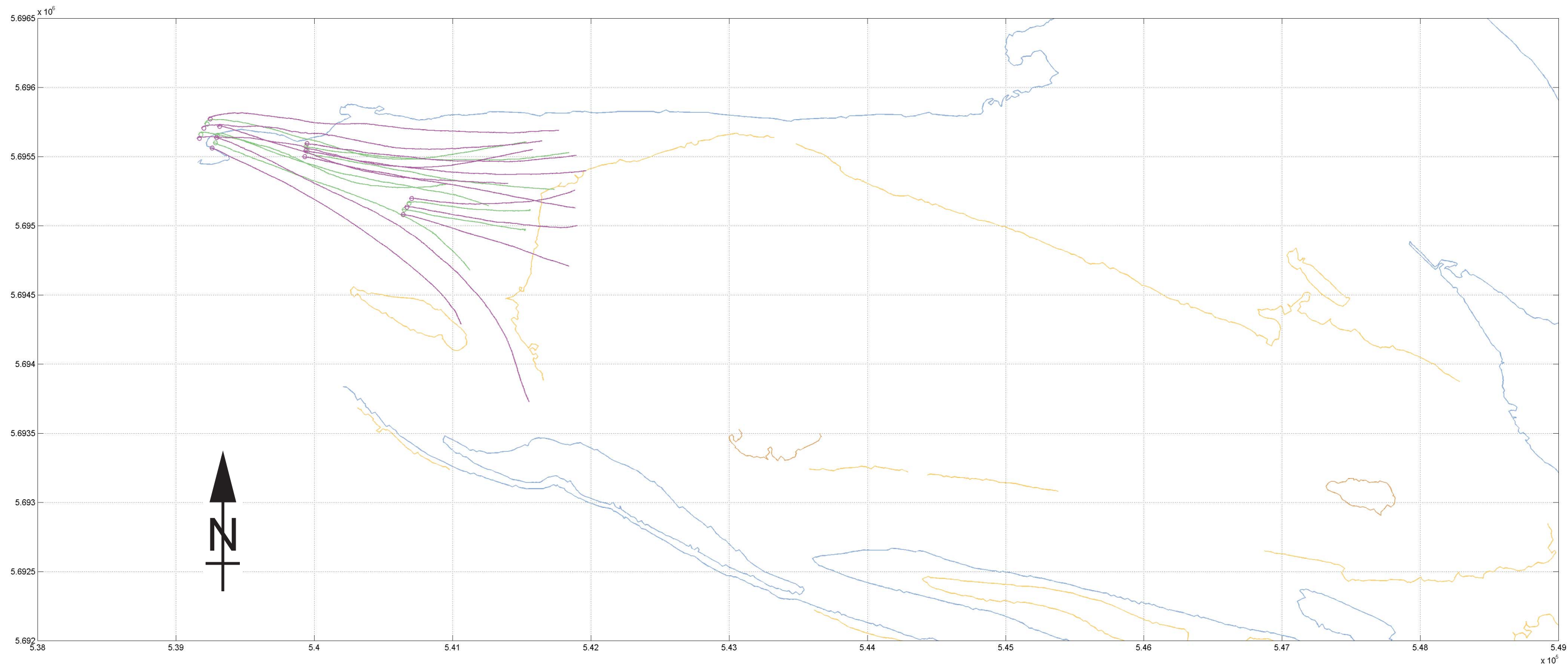


Overzicht vlottermetingen (boven) en wind te Hoofdplaat (onder) op 25/10/2007

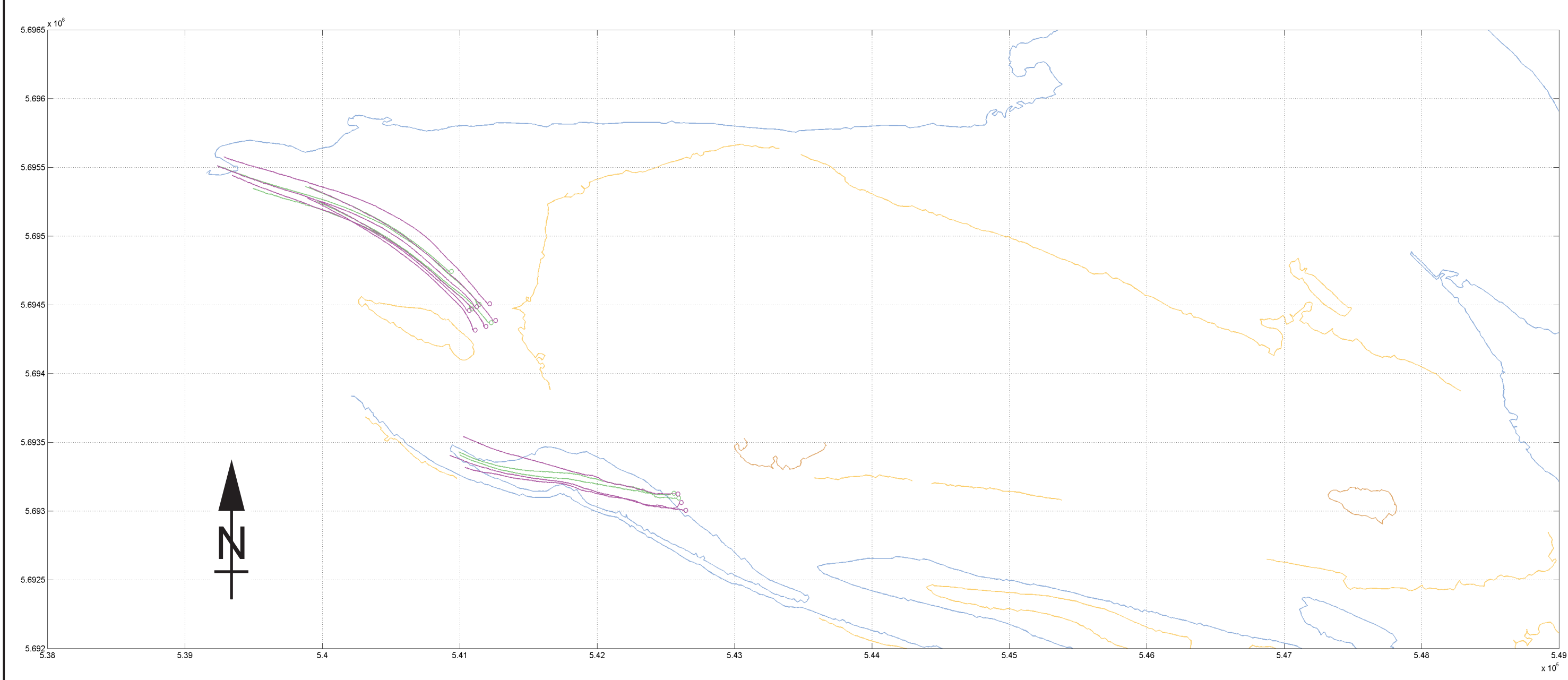


M 791/06

Figuur C11

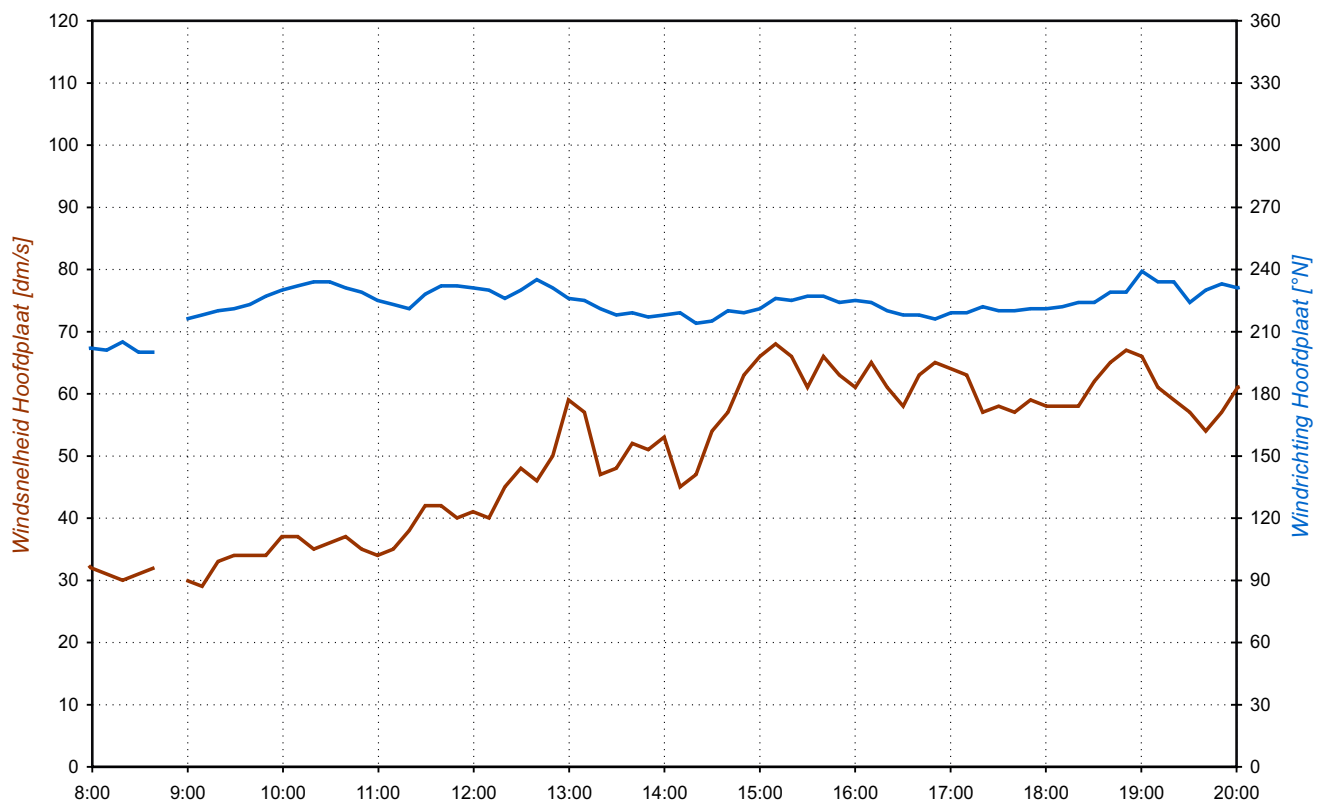
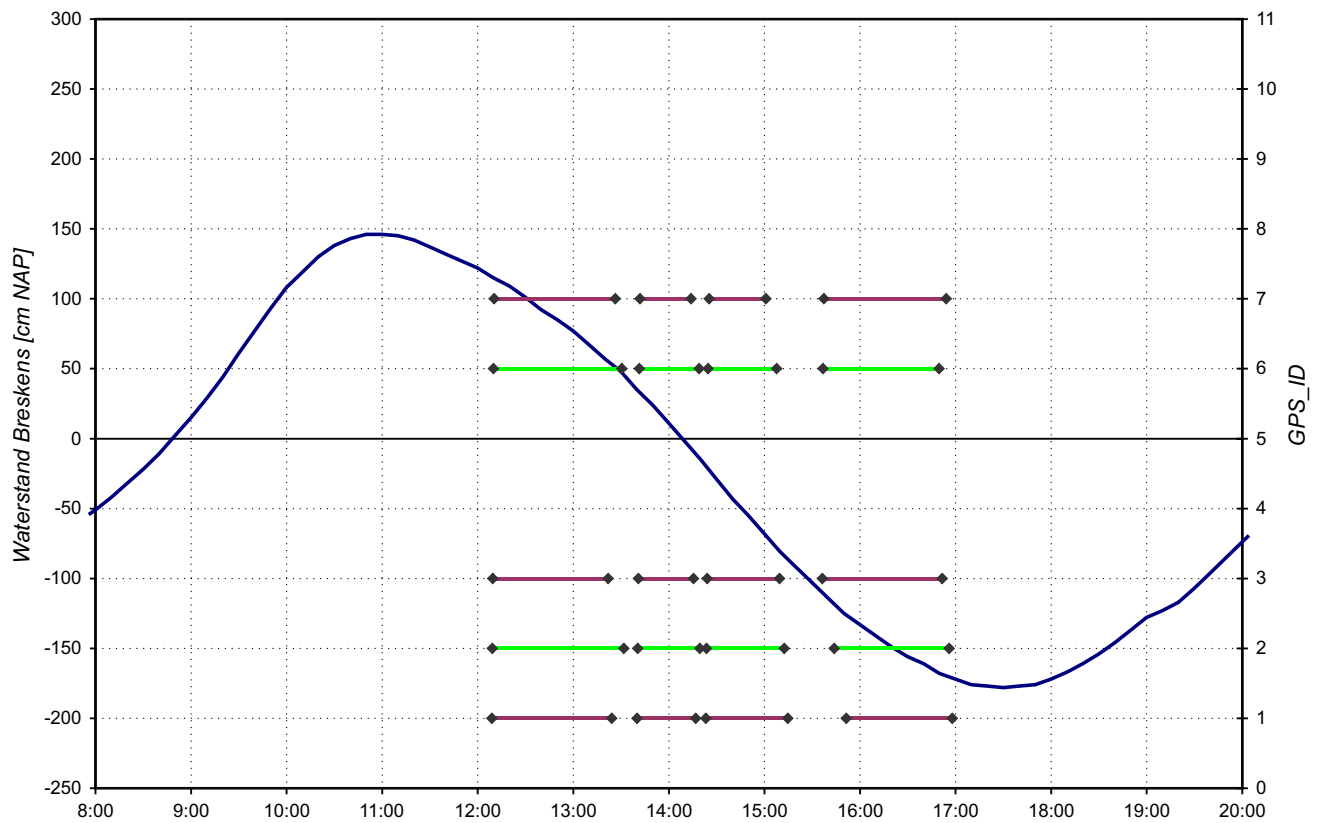


Resultaten vlottermetingen Hooge Platen 25/10/2007 - VLOED		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur C12



Resultaten vlottermetingen Hooge Platen 25/10/2007 - EB		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur C13



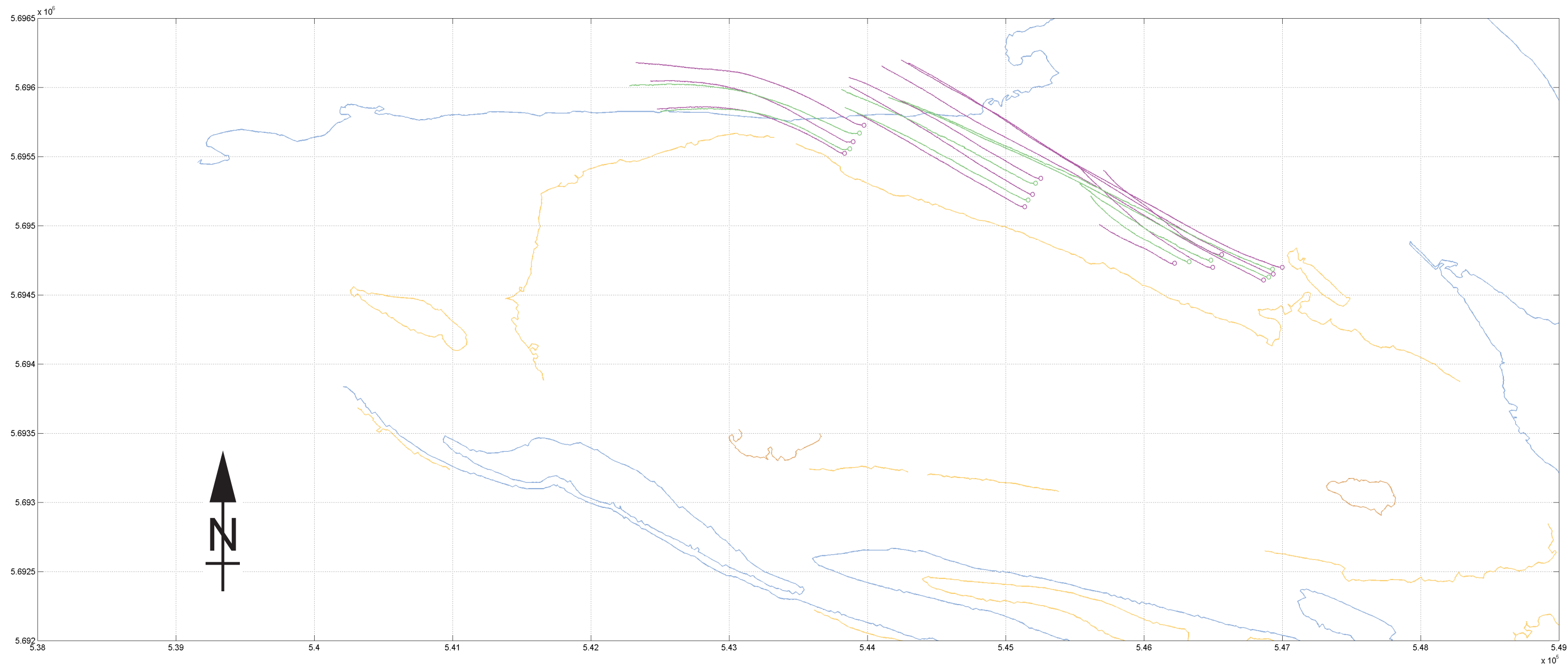


Overzicht vlottermetingen (boven) en wind te Hoofdplaat (onder) op 05/11/2007



M 791/06

Figuur C14



Resultaten vlottermetingen Hooge Platen 05/11/2007 - VLOED		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur C15

# GEEN VLOTTERMETINGEN

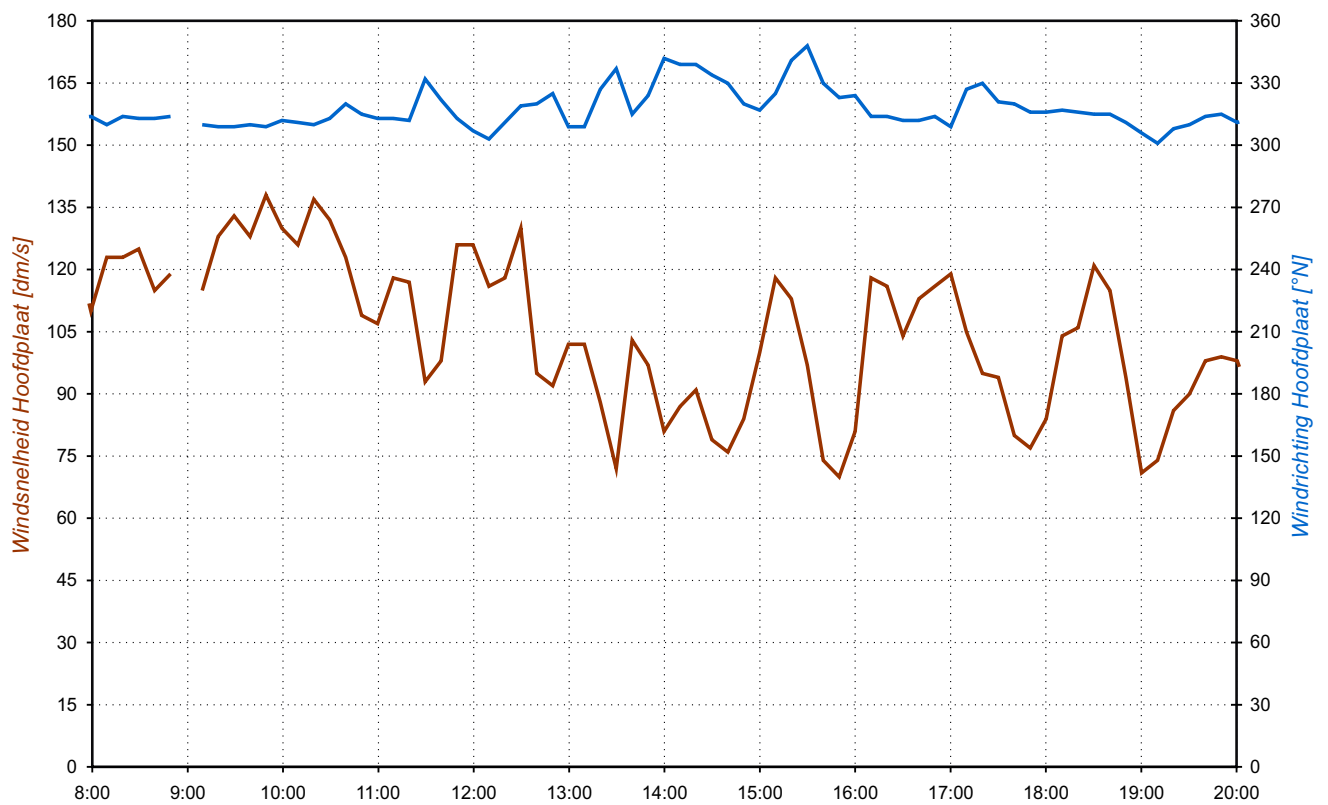
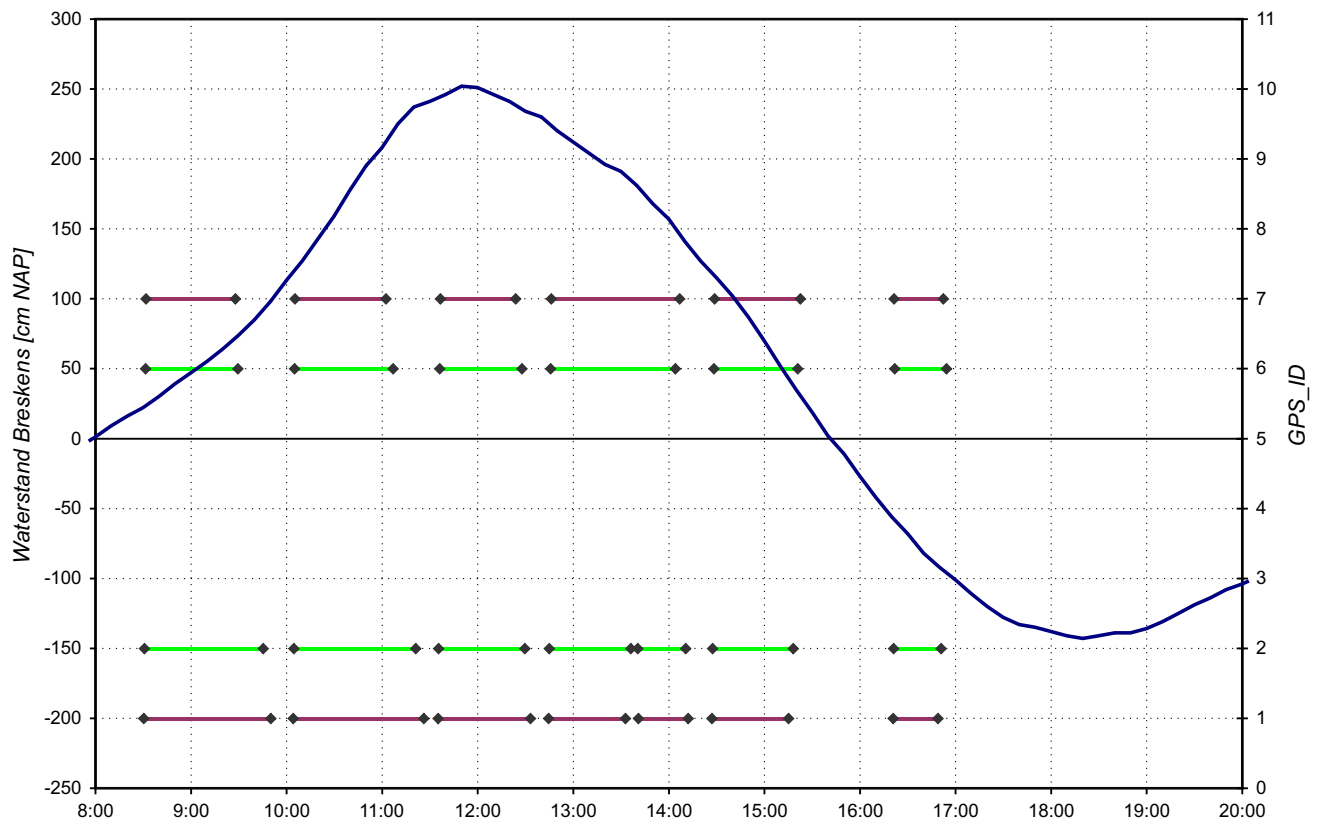
Resultaten vlottermetingen Hooge Platen  
05/11/2007 - EB



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur C16

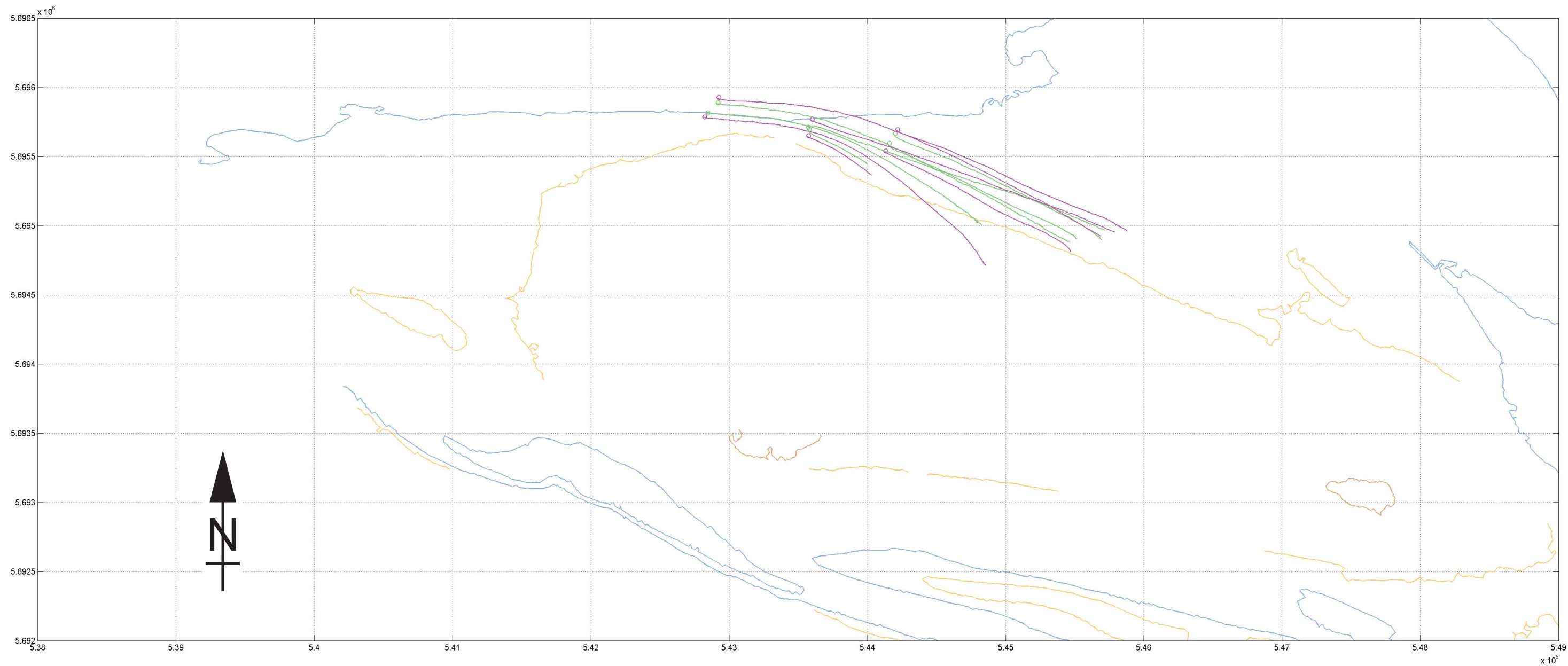


Overzicht vlottermetingen (boven) en wind te Hoofdplaat (onder) op 06/11/2007




M 791/06

Figuur C17

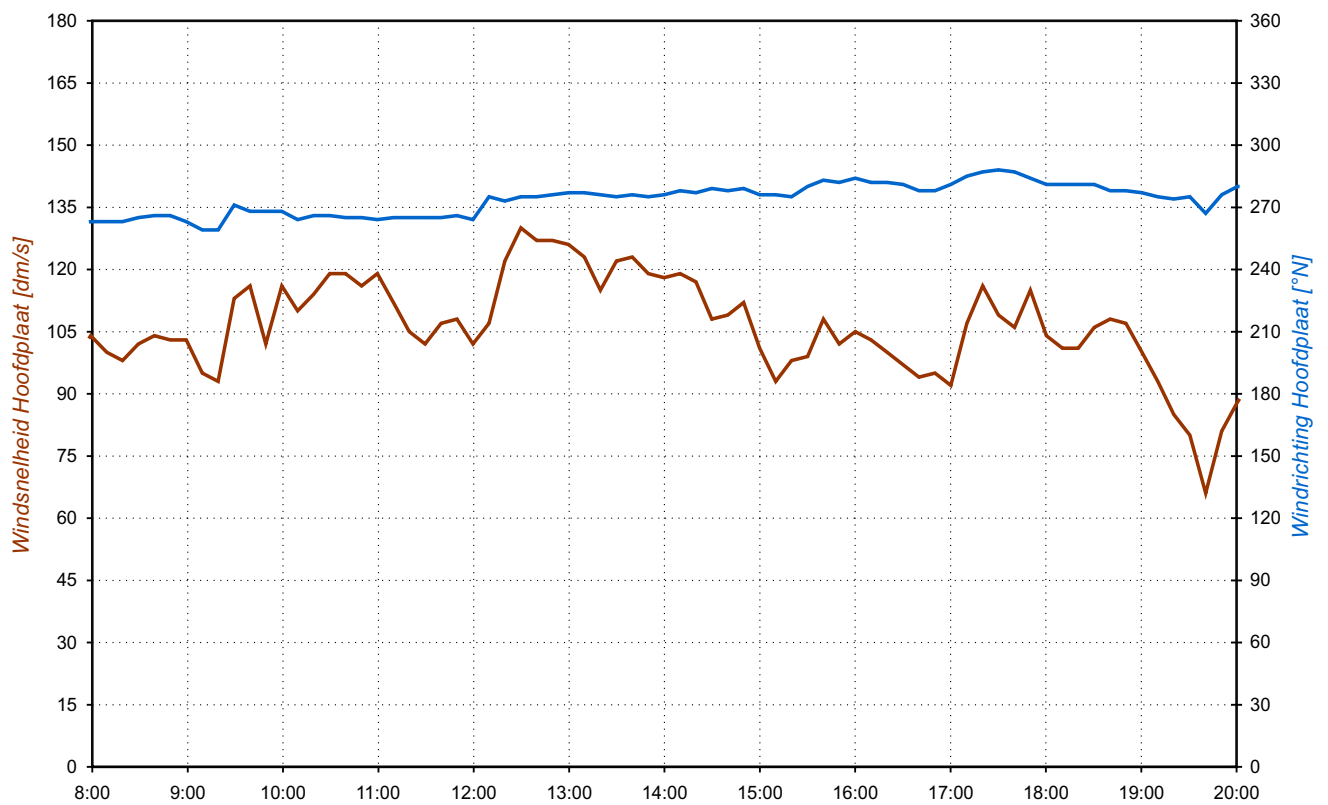
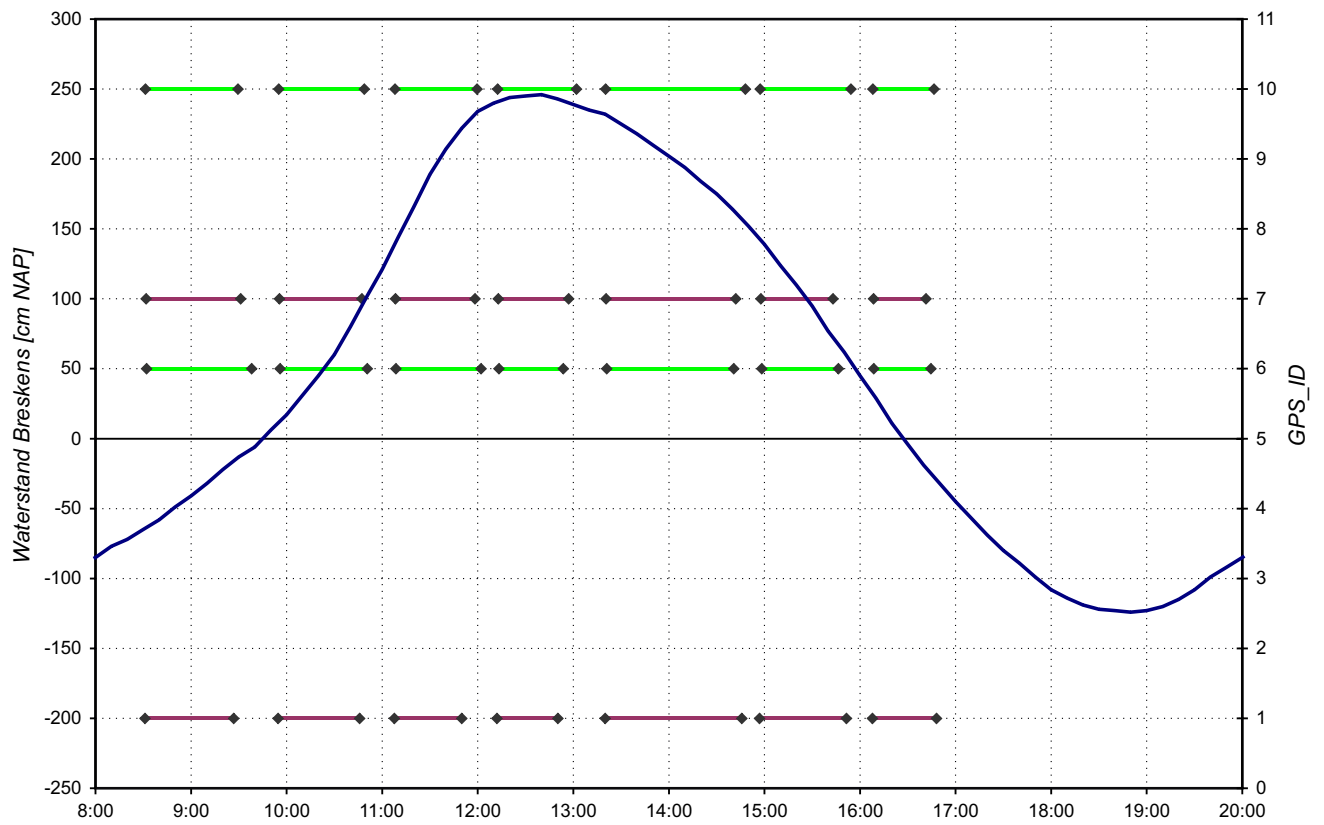


Resultaten vlottermetingen Hooge Platen 06/11/2007 - VLOED		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur C18



Resultaten vlottermetingen Hooge Platen 06/11/2007 - EB		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur C19



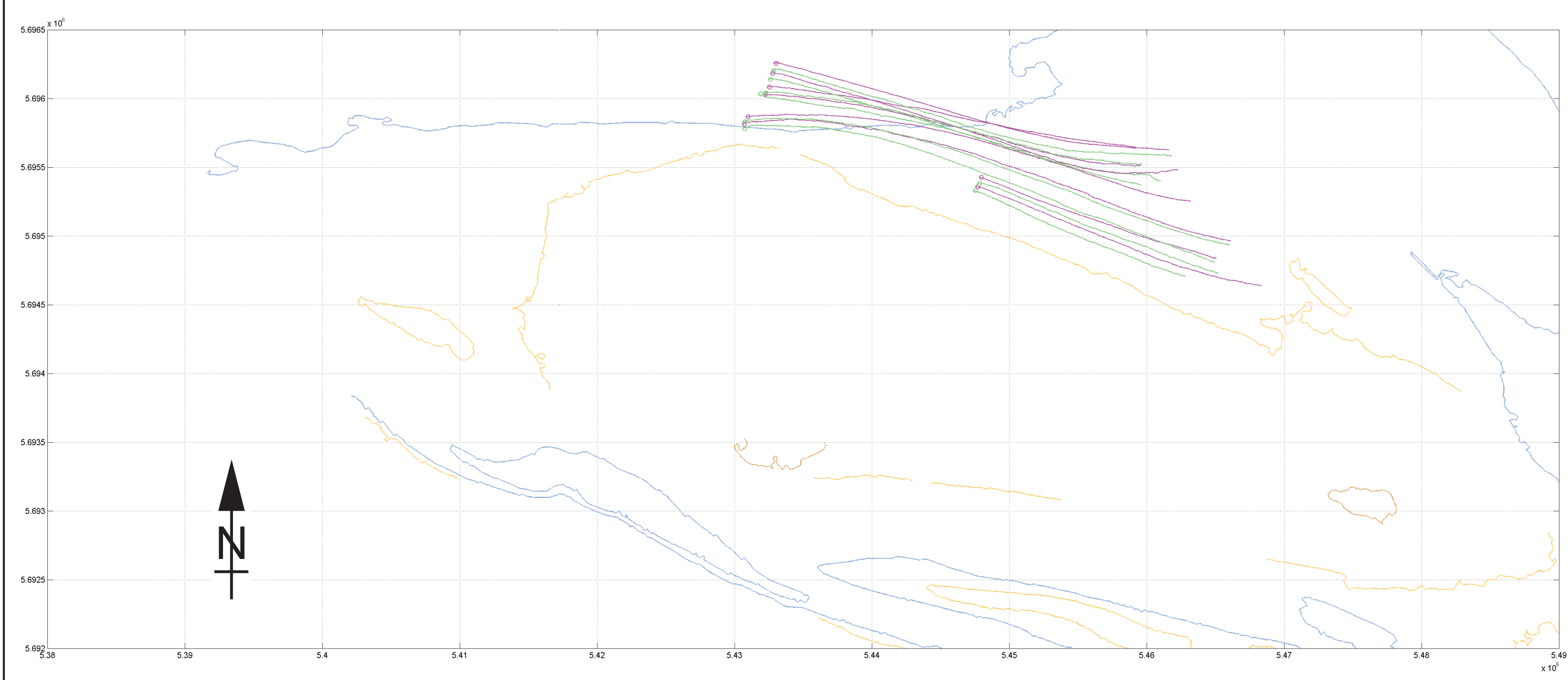



Overzicht vlottermetingen (boven) en wind te Hoofdplaat (onder) op 07/11/2007

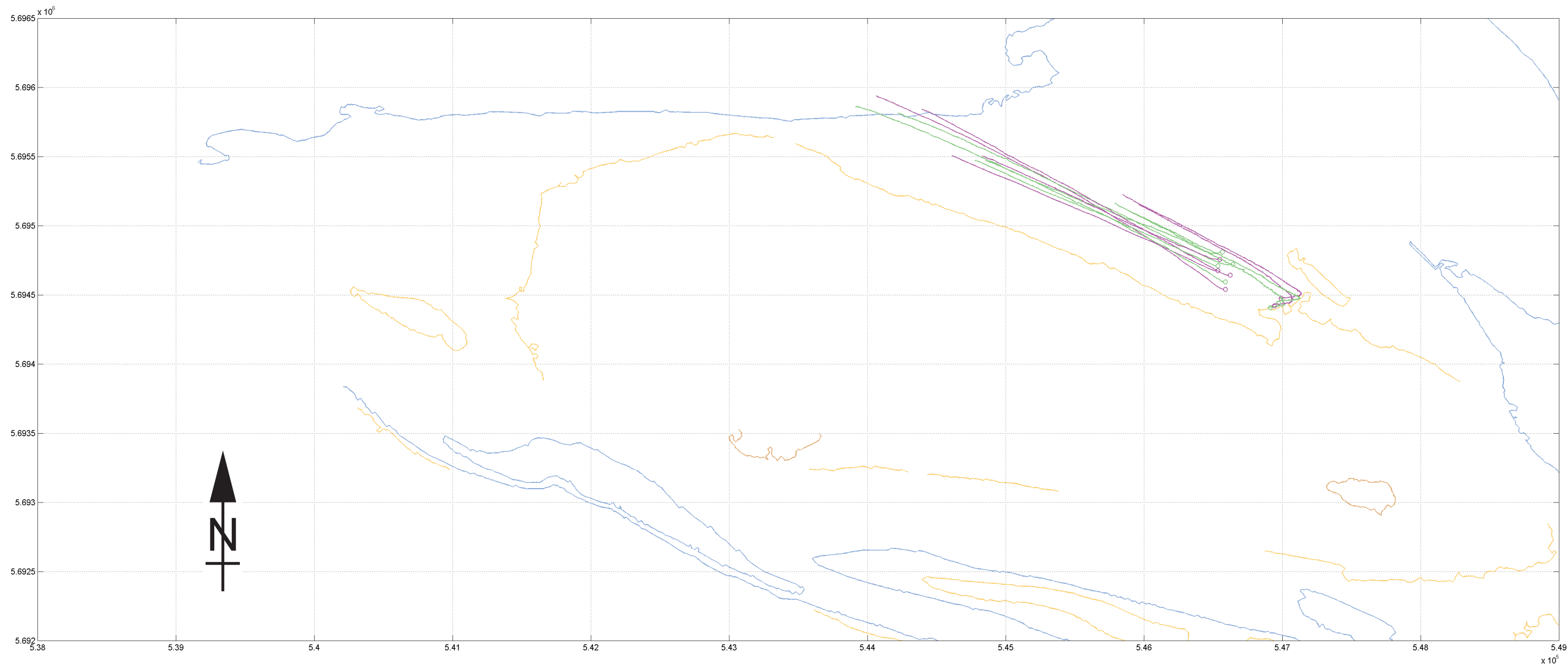


M 791/06

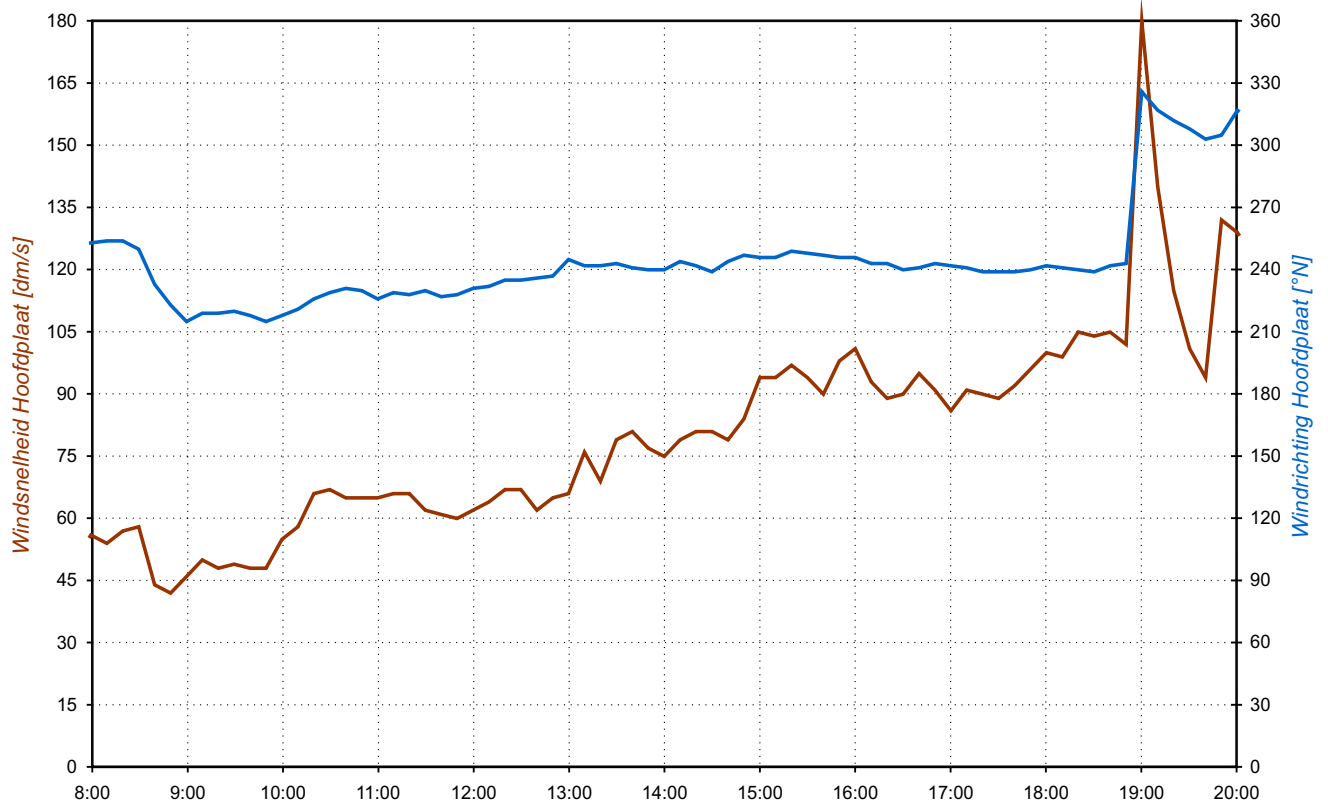
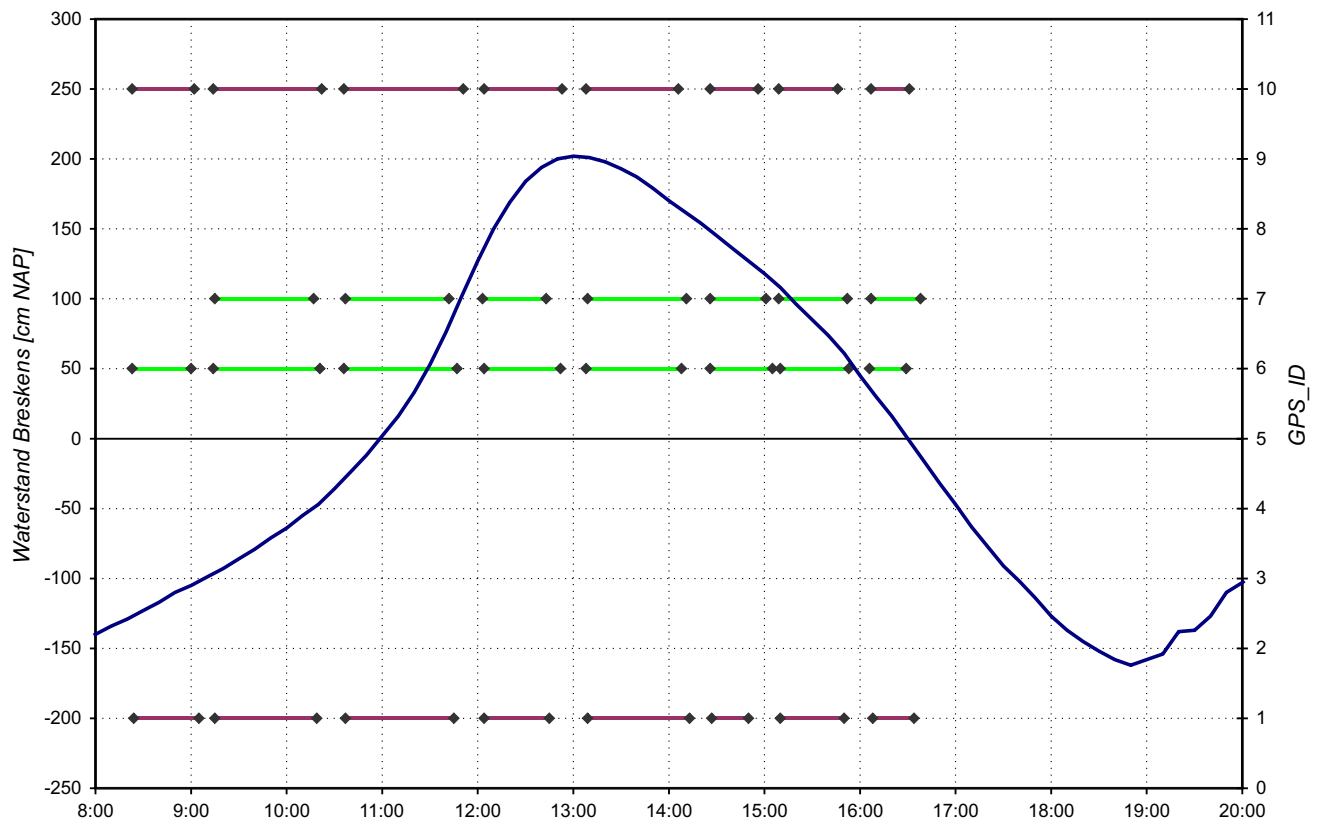
Figuur C20



Resultaten vlottermetingen Hooge Platen 07/11/2007 - VLOED		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur C21



Resultaten vlottermetingen Hooge Platen 07/11/2007 - EB		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur C22

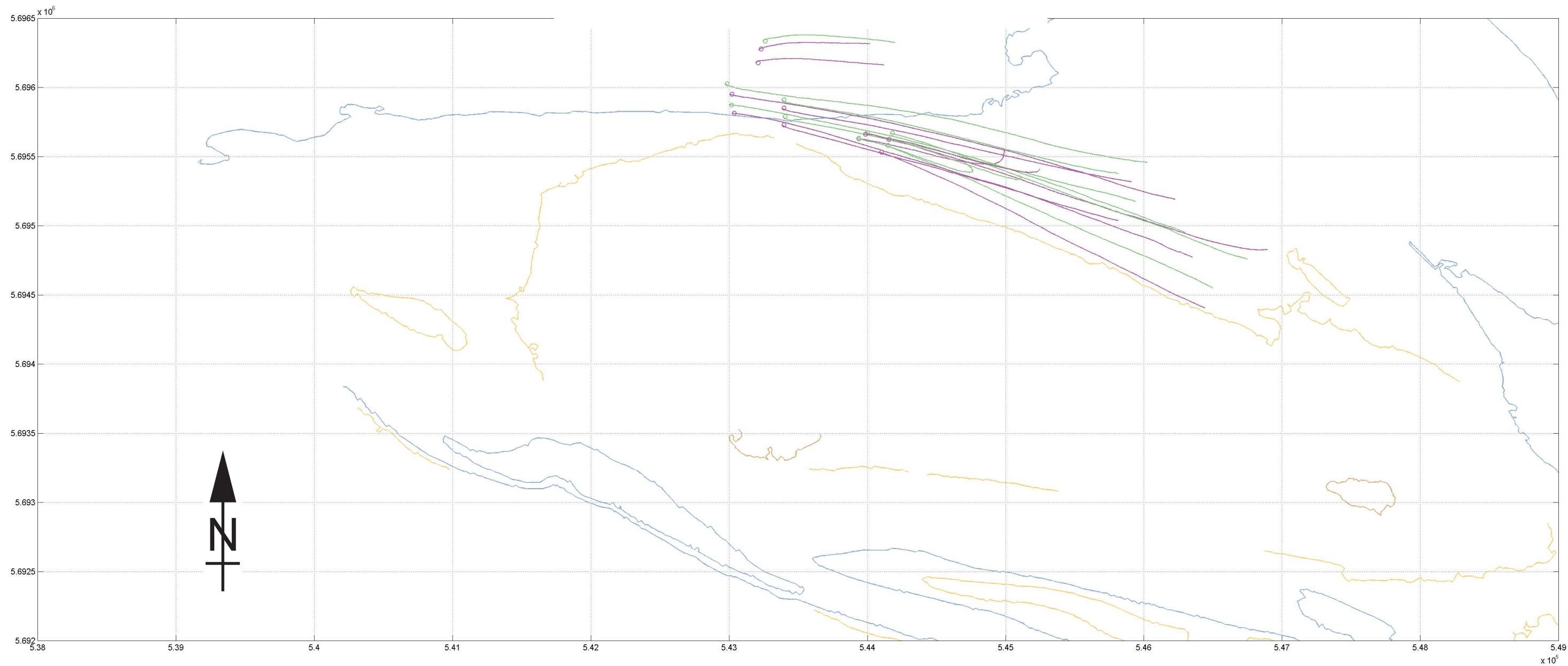


Overzicht vlottermetingen (boven) en wind te Hoofdplaat (onder) op 08/11/2007

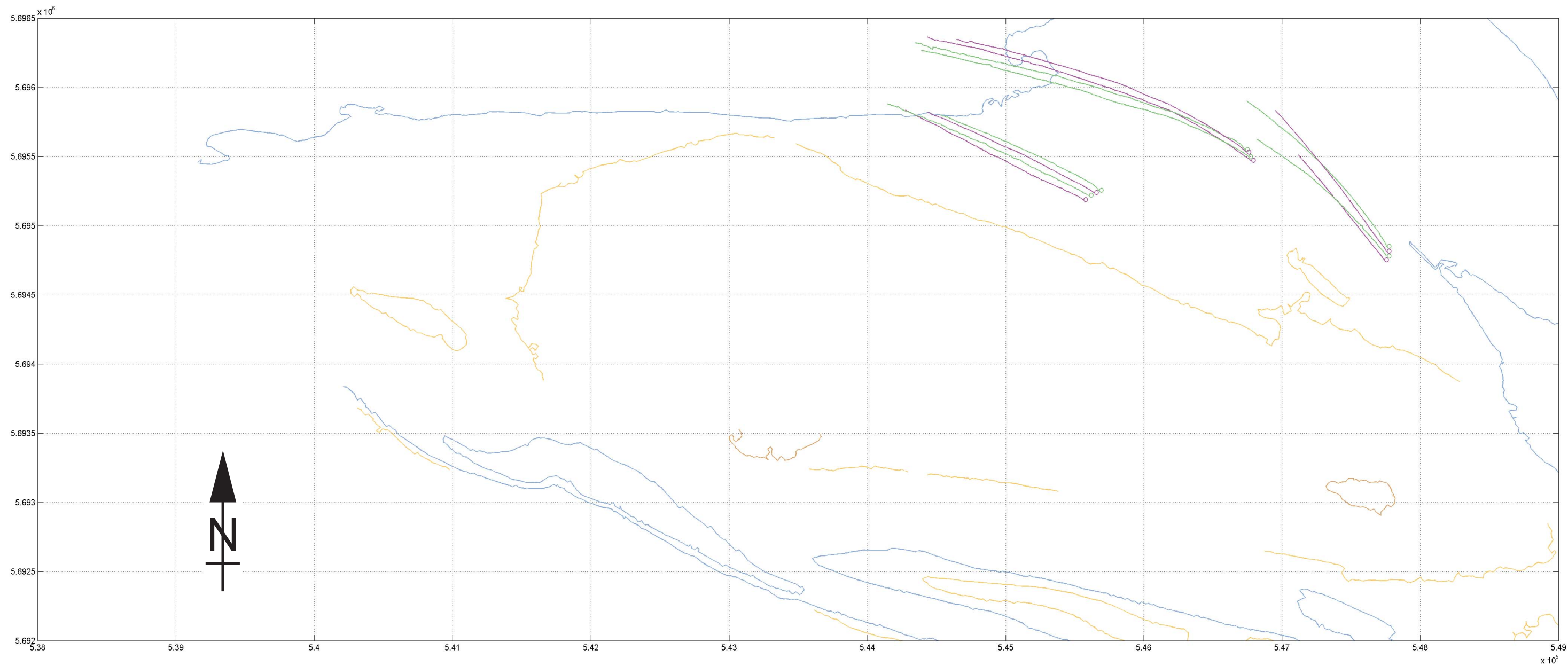


M 791/06

Figuur C23



Resultaten vlottermetingen Hooge Platen 08/11/2007 - VLOED		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur C24



Resultaten vlottermetingen Hooge Platen 08/11/2007 - EB		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur C25



# GEEN VLOTTERMETINGEN

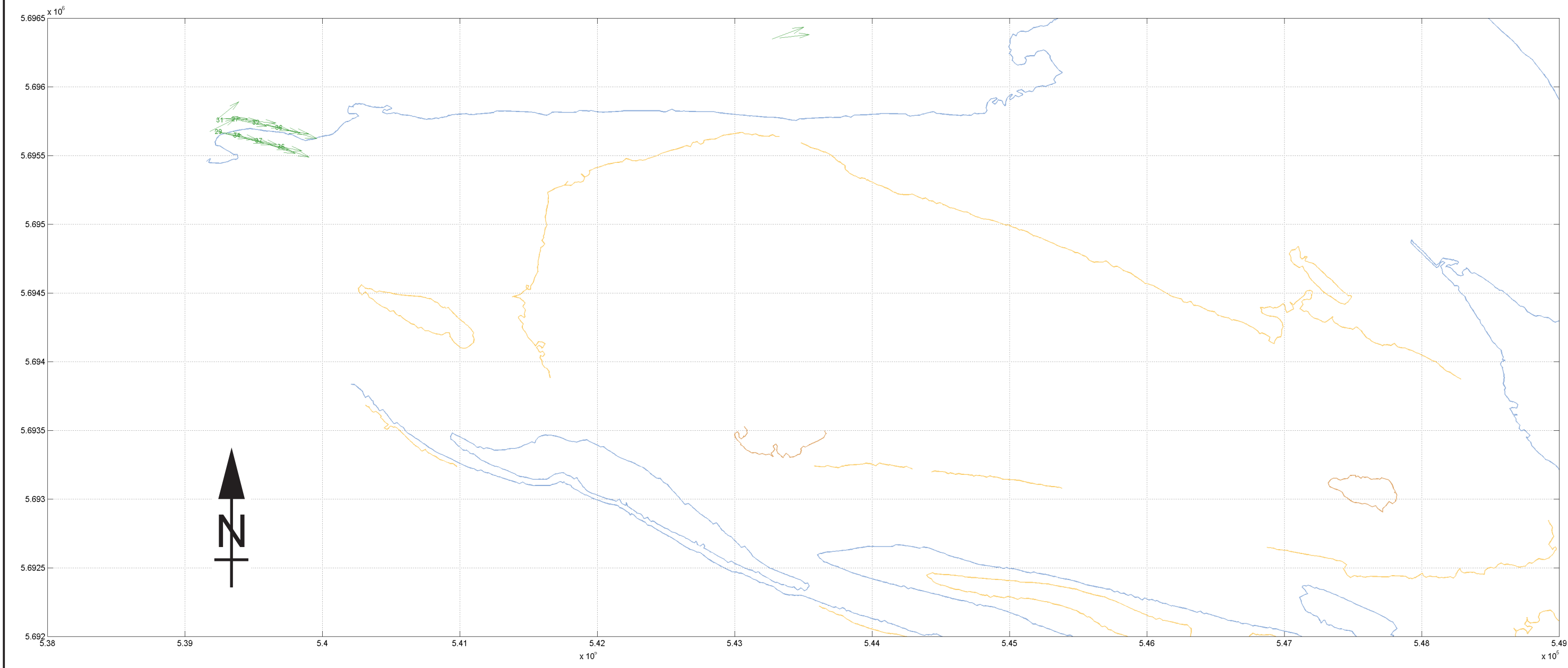
Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen  
HW - 6u DIEP



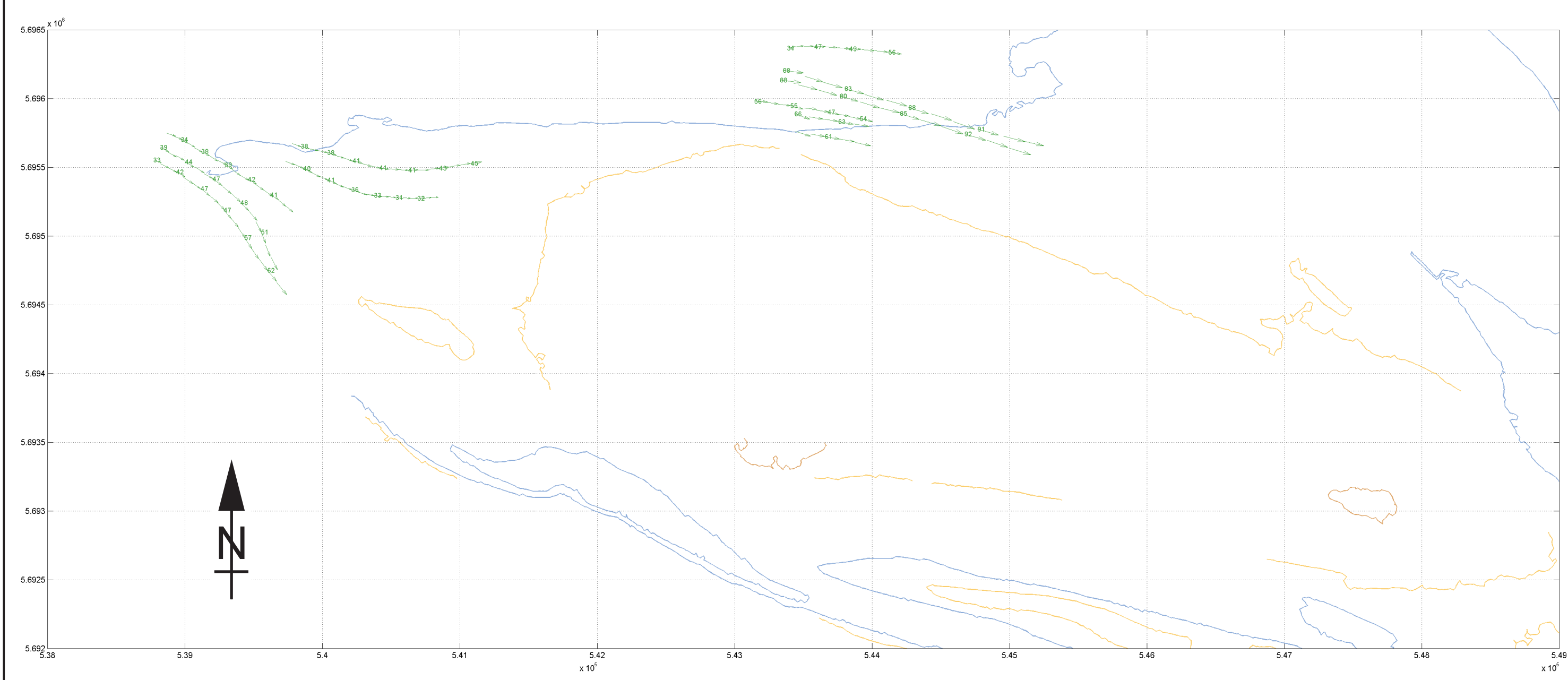
**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

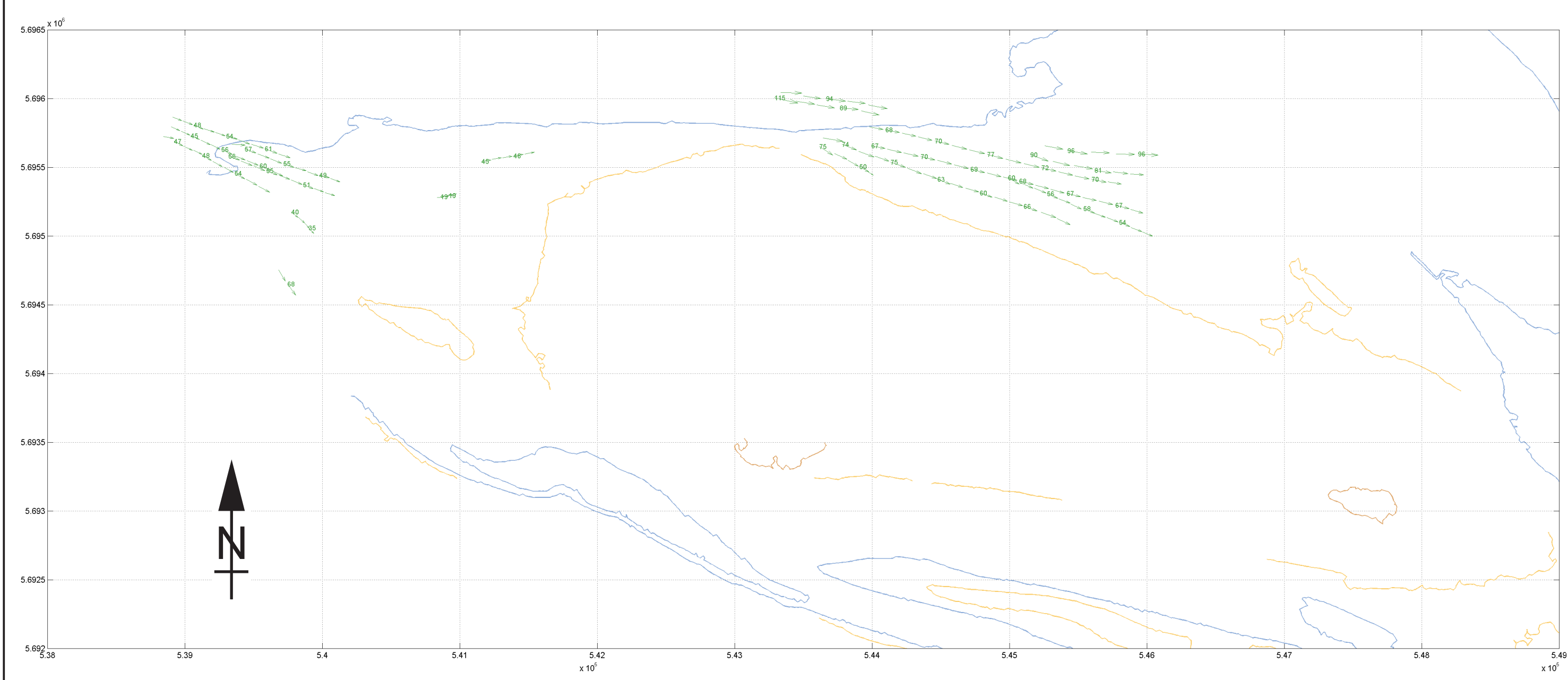
Figuur C26



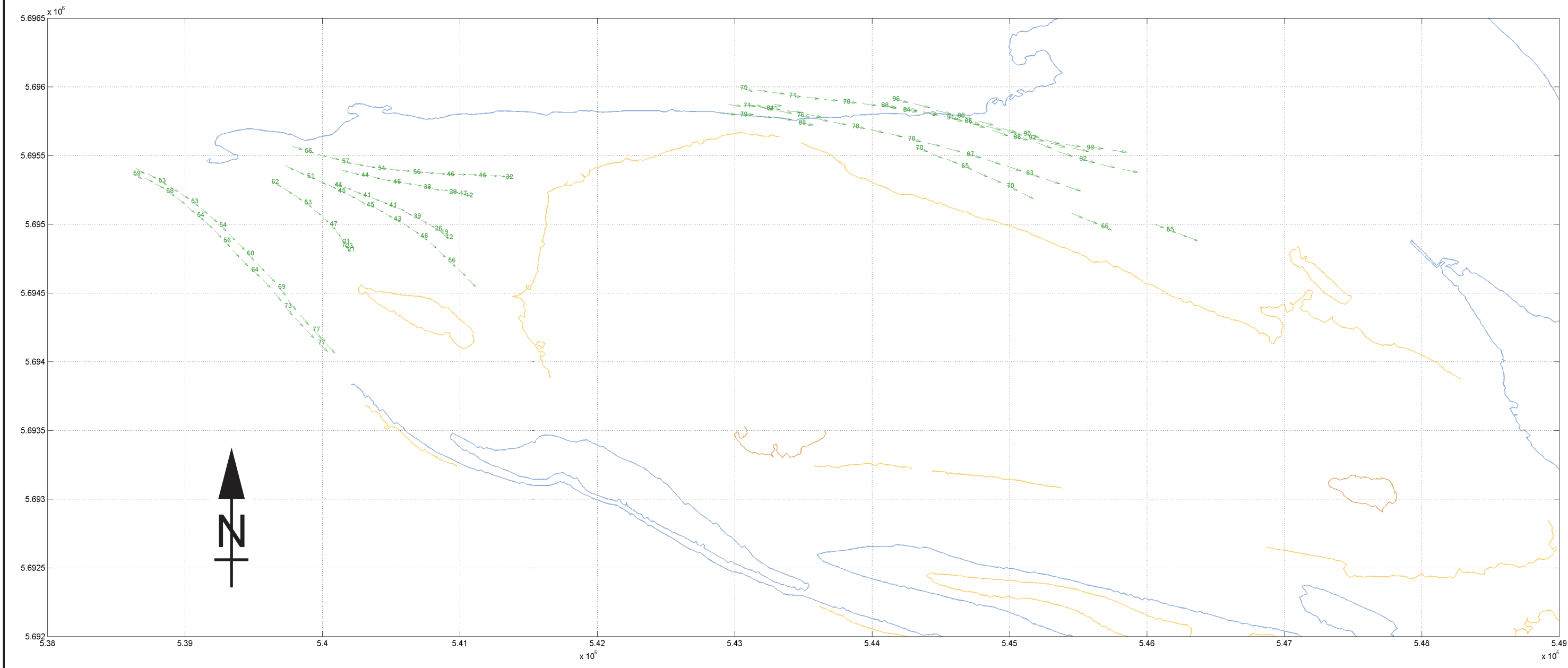
<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW - 5u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b>      <b>Figuur C27</b></p>



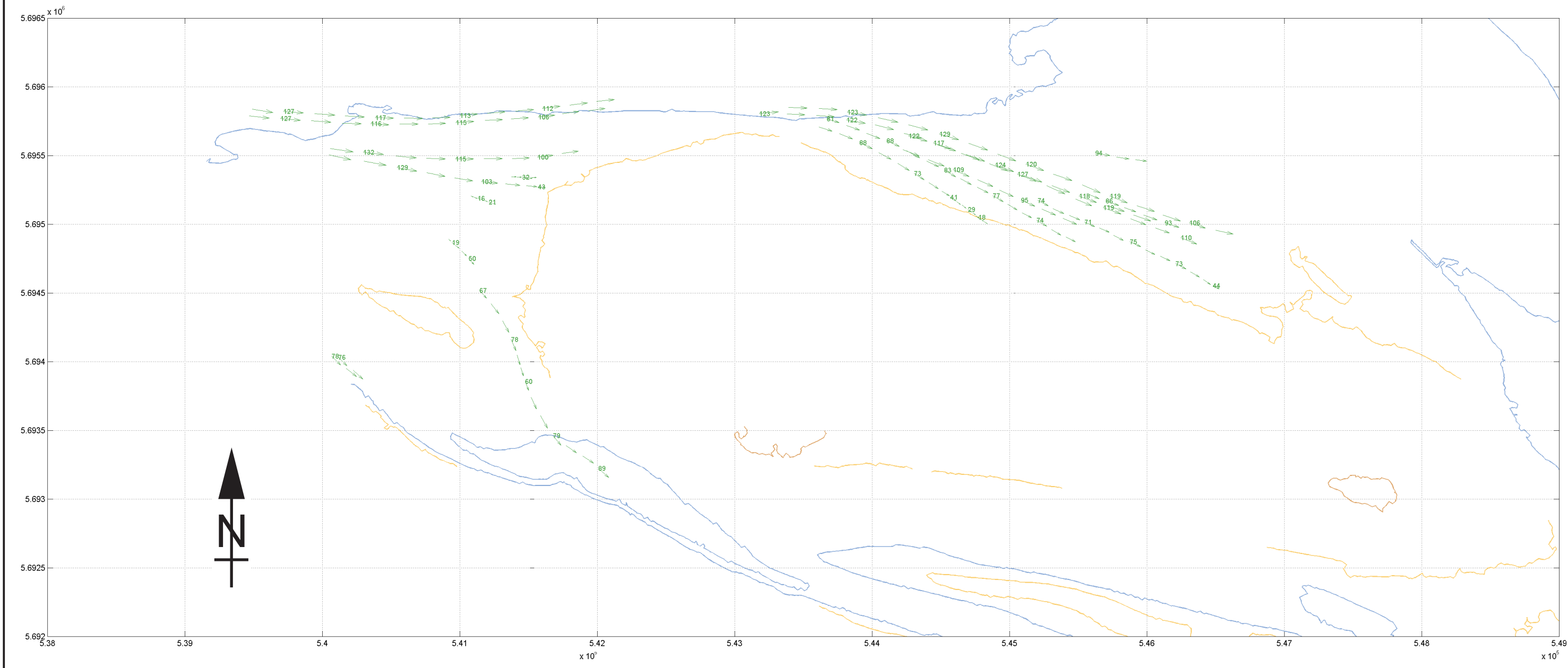
<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW - 4u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b>      <b>Figuur C28</b></p>



<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW - 3u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur C29</p>

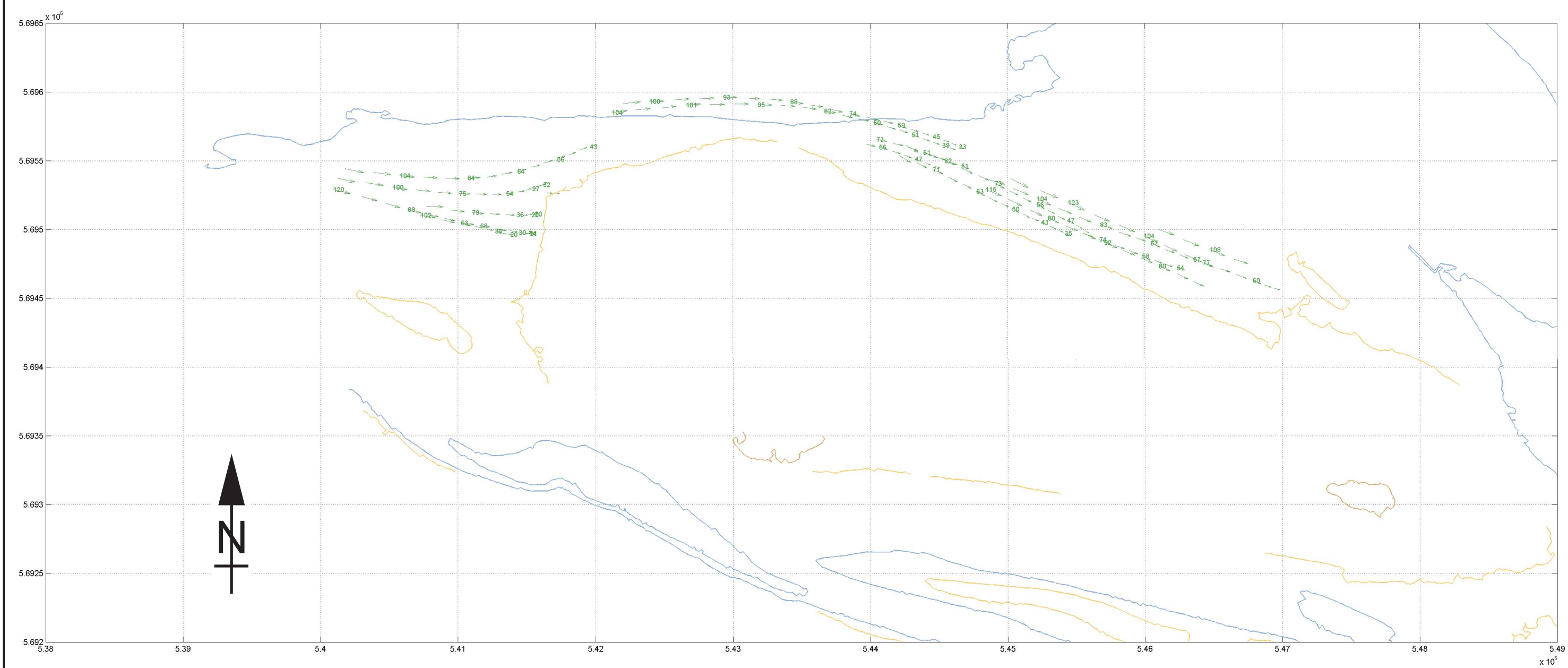


<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW - 2u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b>      <b>Figuur C30</b></p>

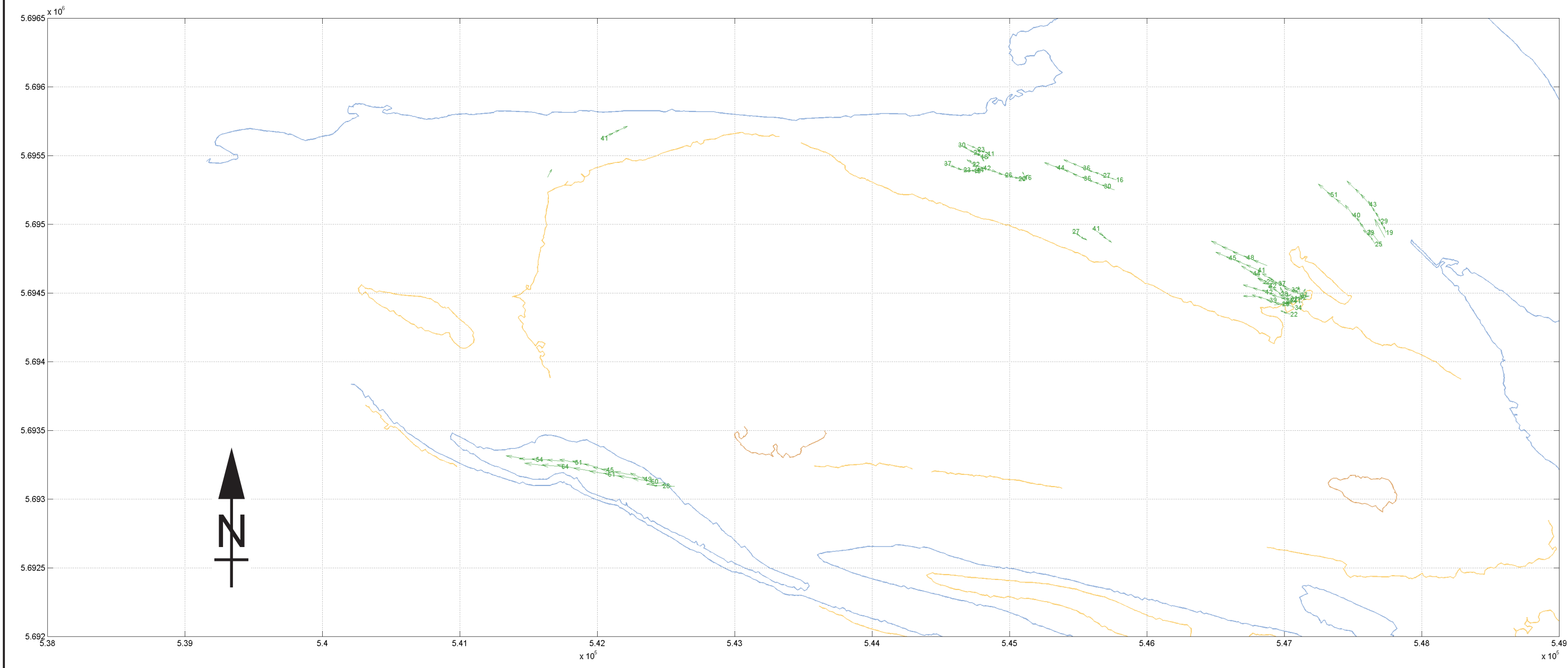


<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW - 1u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b>      Figuur C31</p>

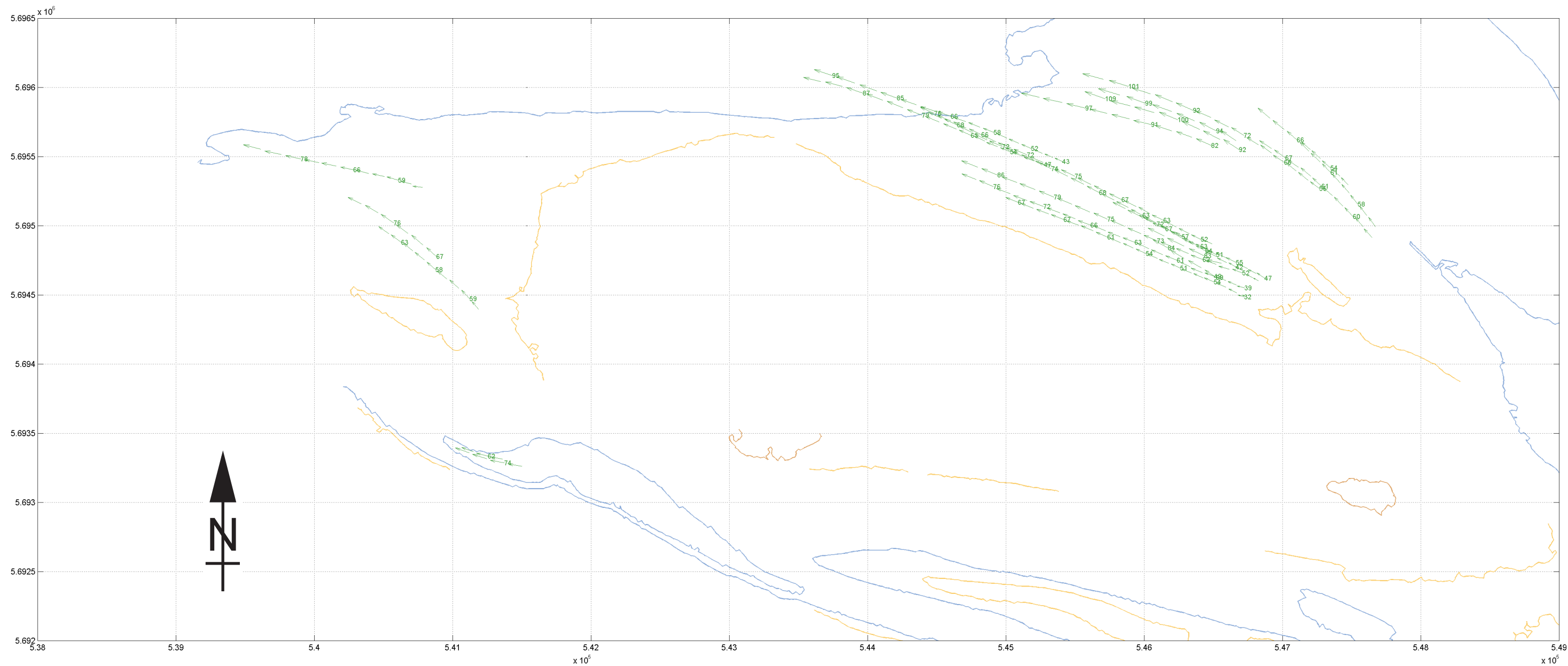




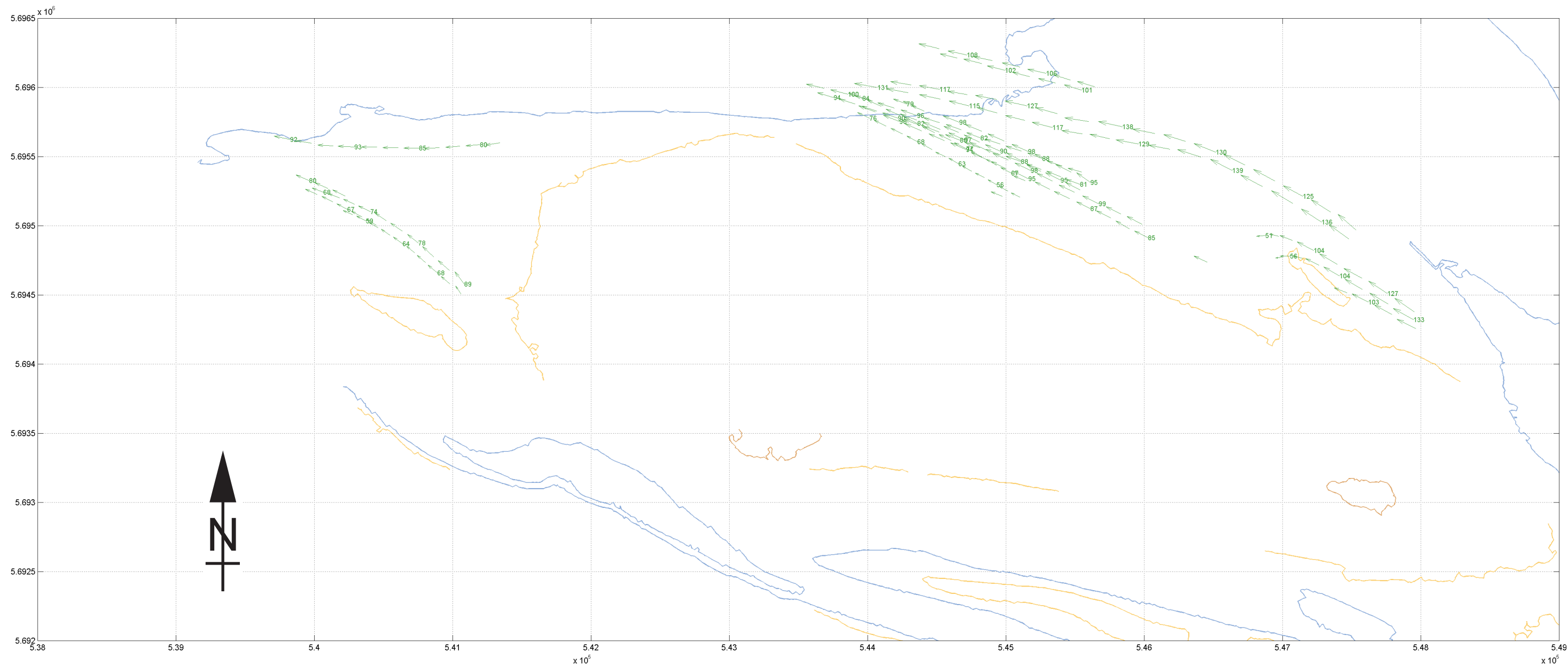
Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW DIEP		
	<b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen	<b>M 791/06</b>
		Figuur C32



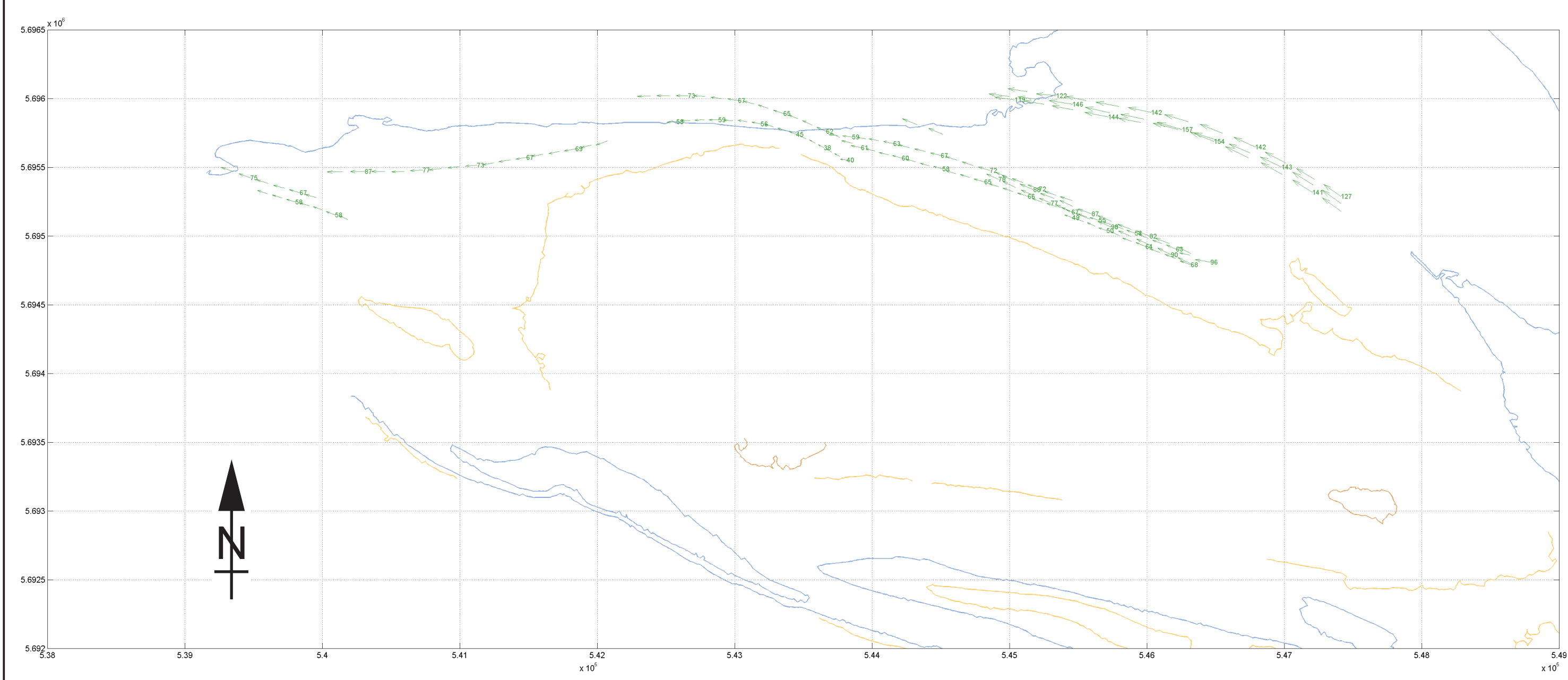
<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW + 1u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b>      <b>Figuur C33</b></p>



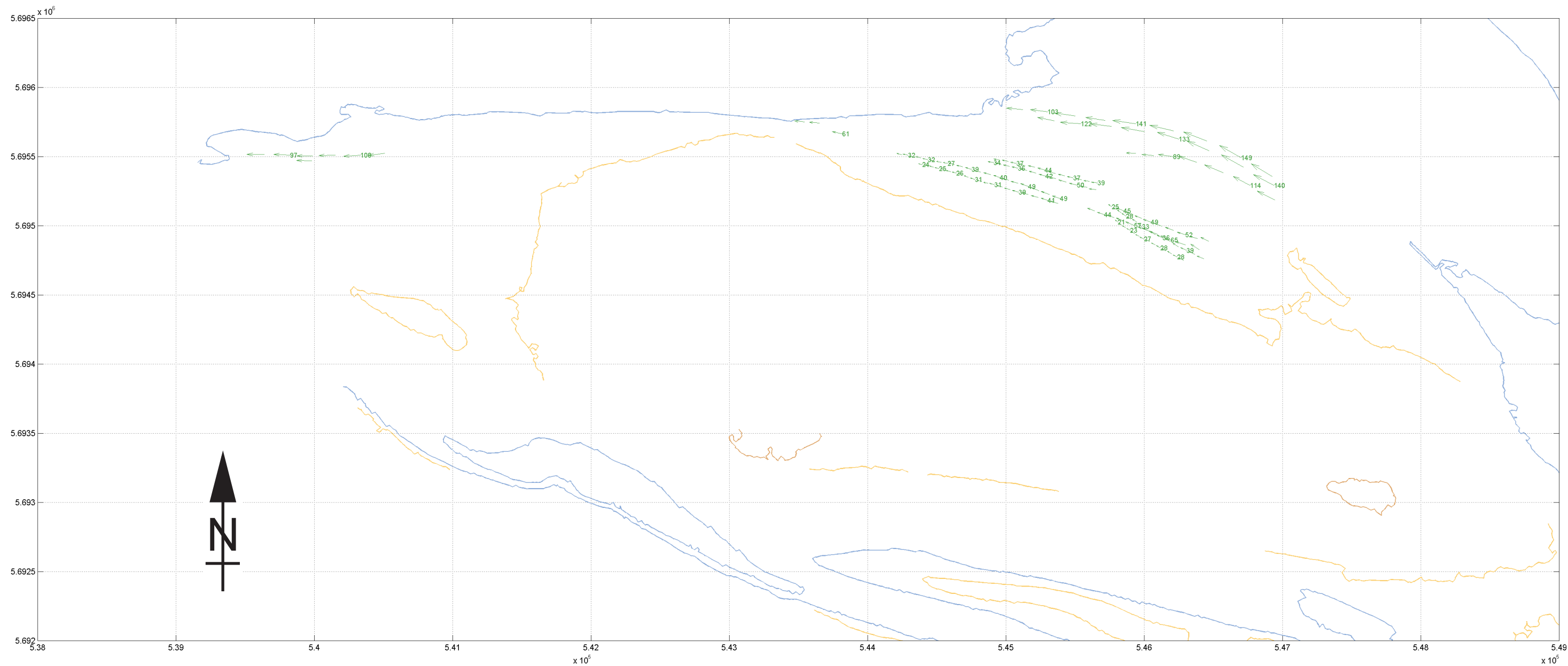
<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW + 2u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b>      <b>Figuur C34</b></p>



<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW + 3u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur C35</p>

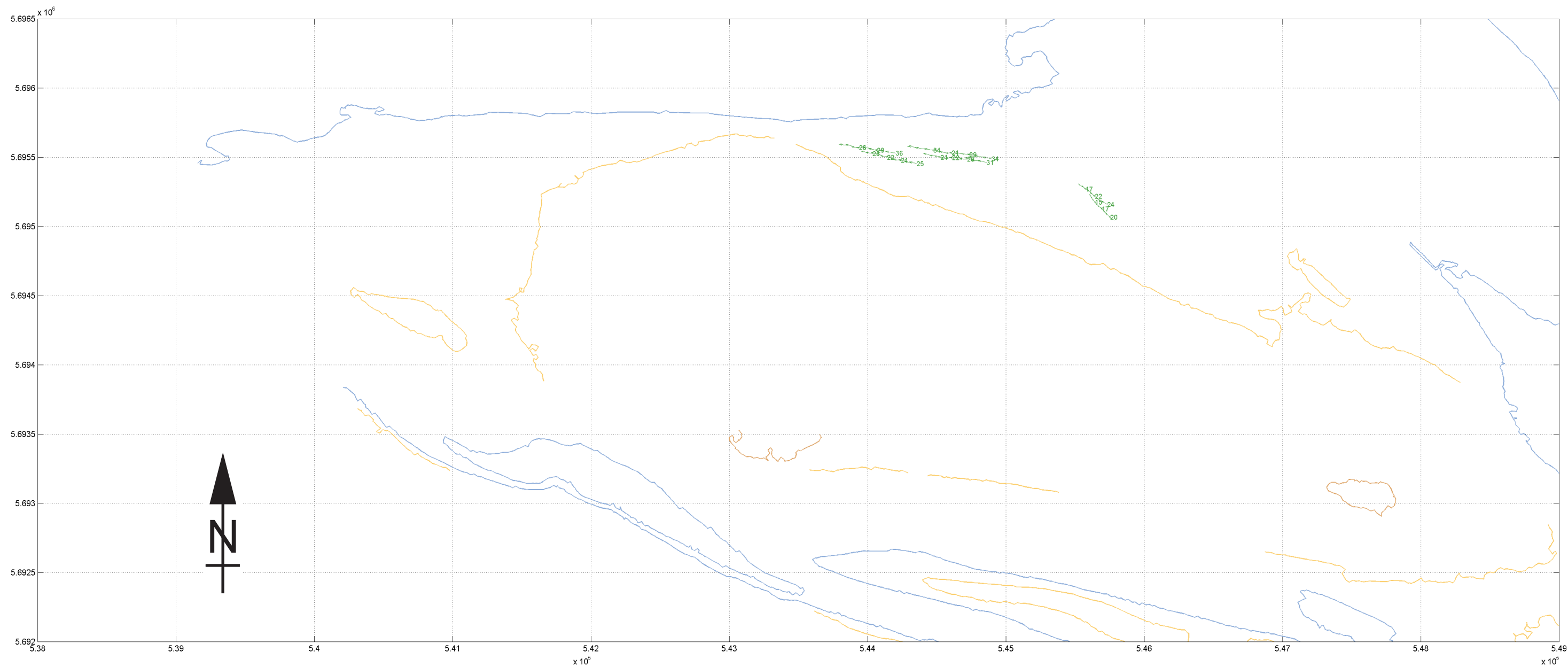



<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW + 4u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur C36</p>



<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW + 5u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b>      Figuur C37</p>





<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW + 6u DIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur C38</p>

# GEEN VLOTTERMETINGEN

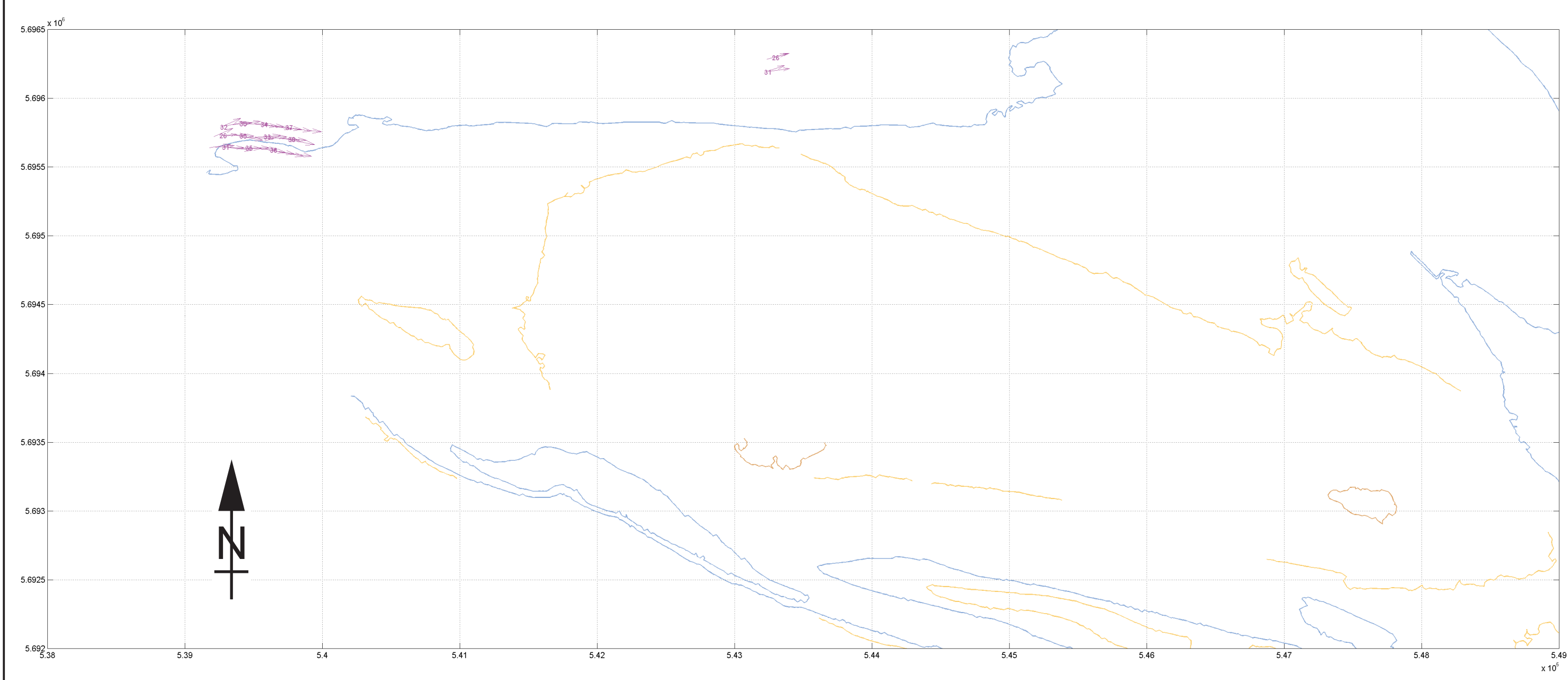
Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen  
HW - 6u ONDIEP



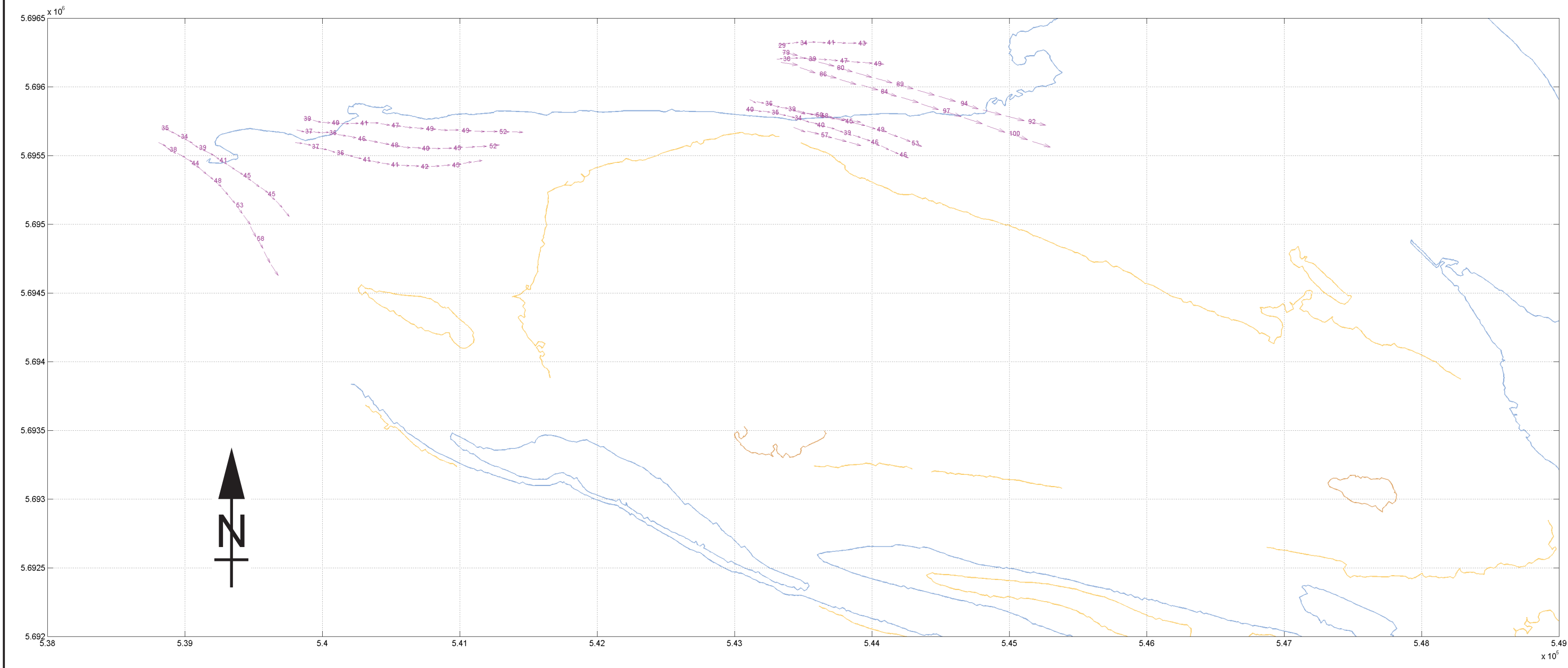
**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

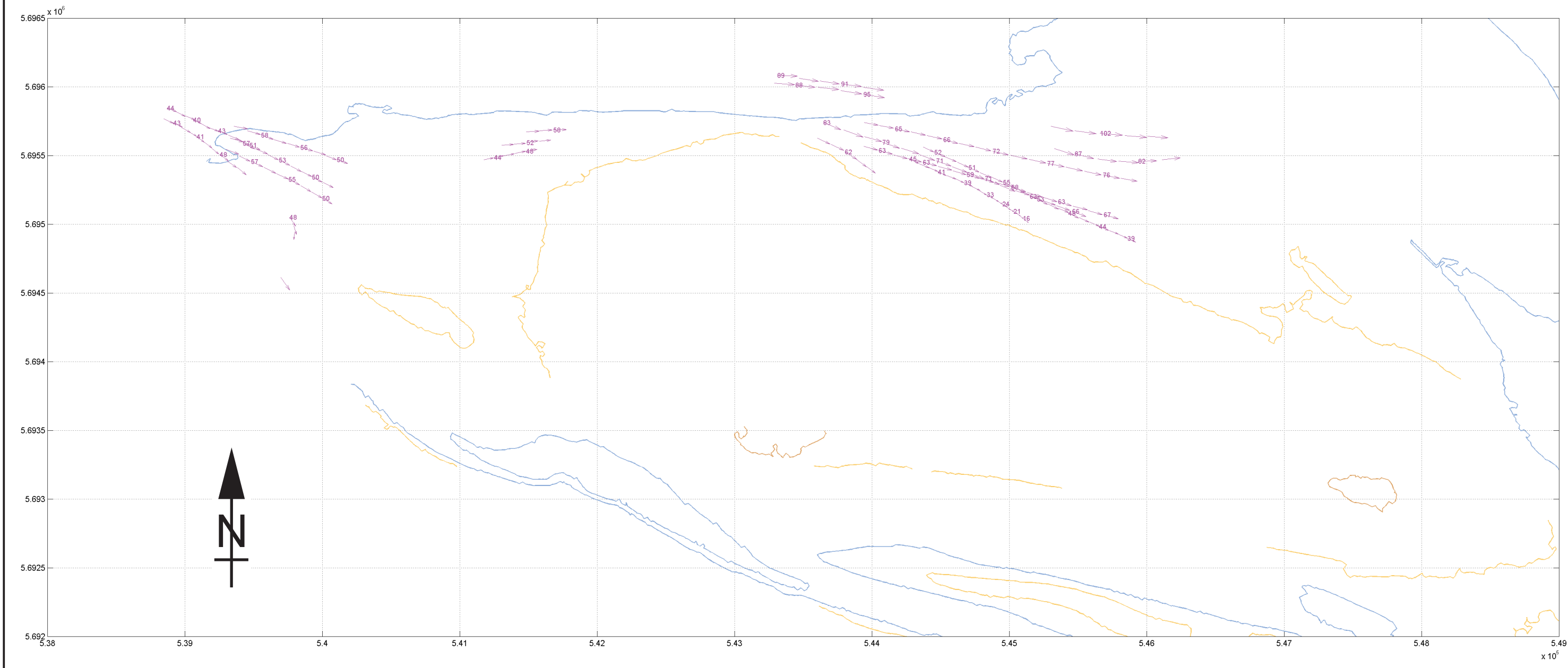
Figuur C39



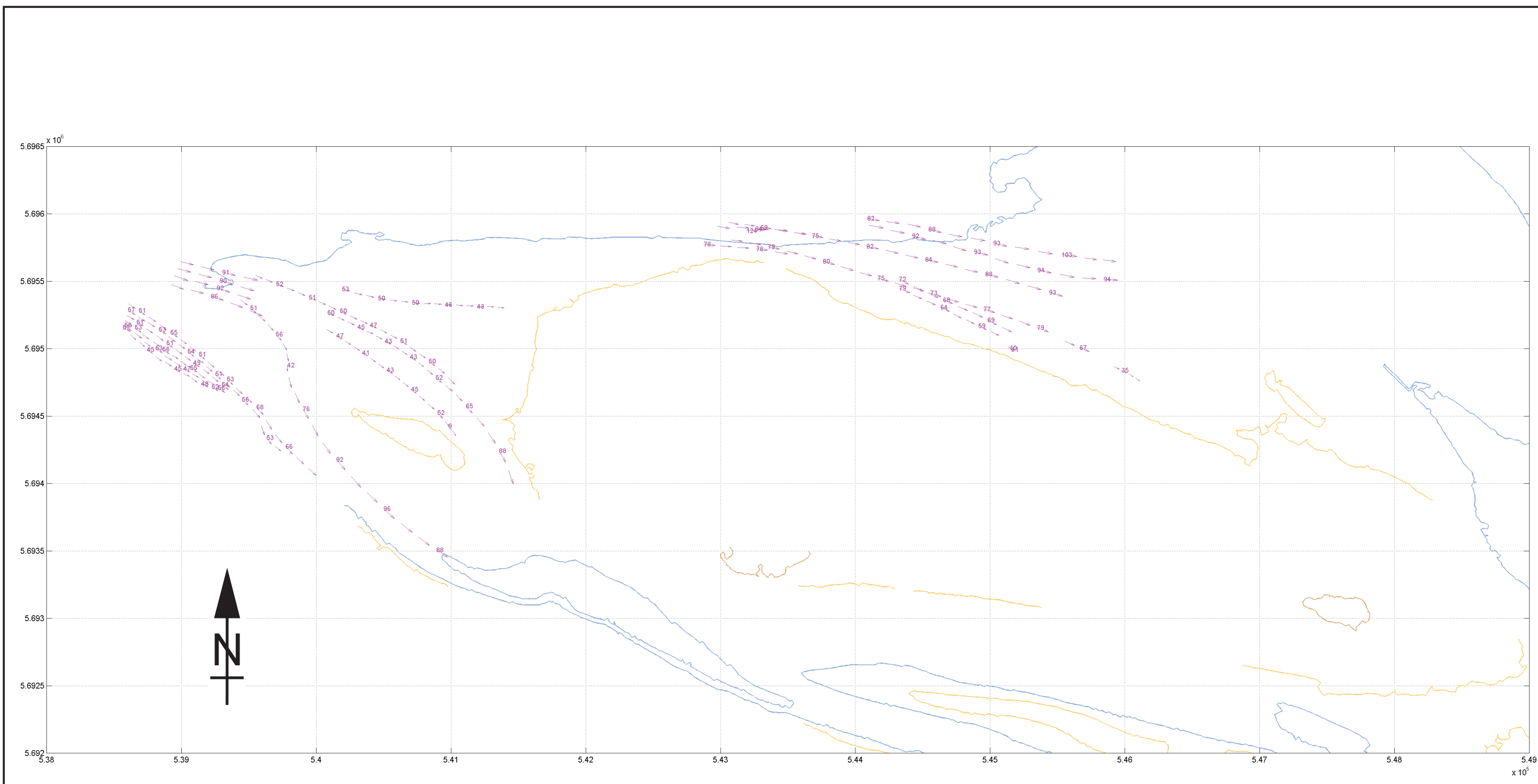
<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW - 5u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b>      <b>Figuur C40</b></p>



<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW - 4u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b>      <b>Figuur C41</b></p>

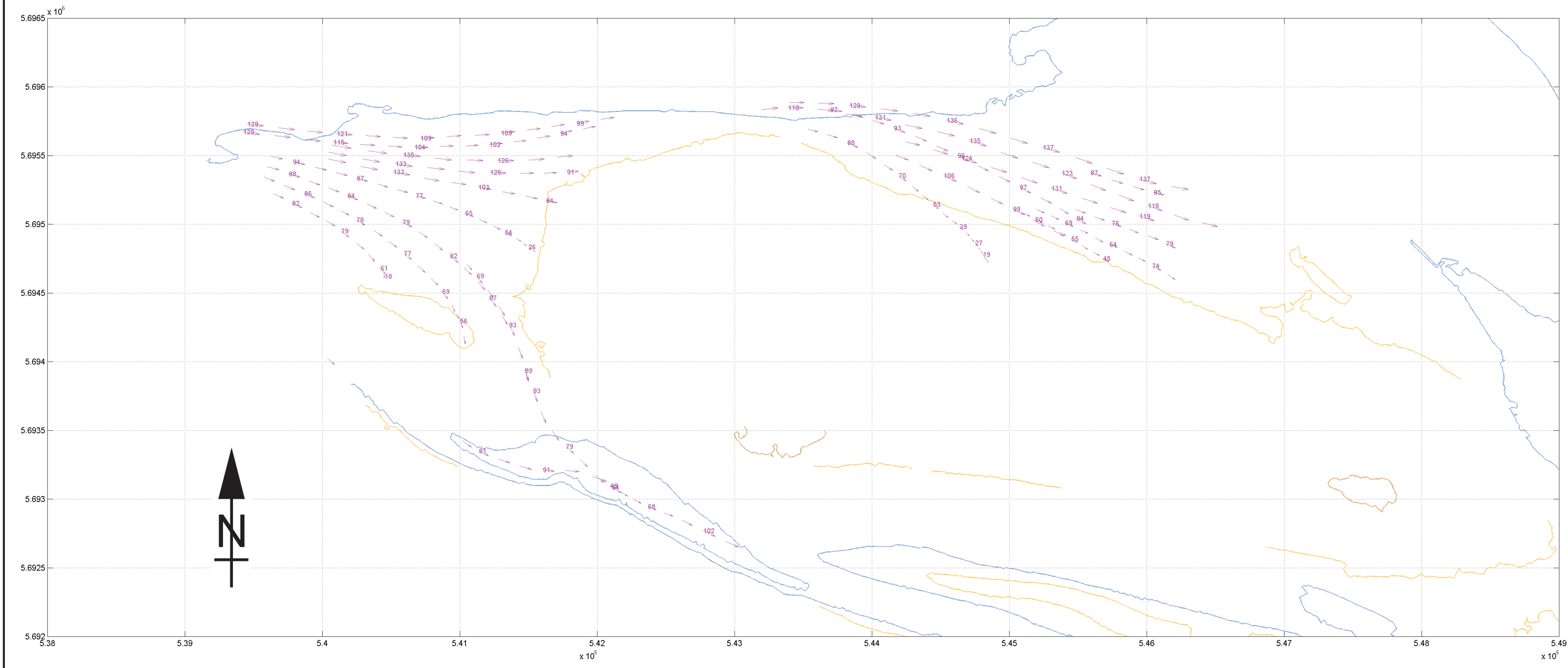


<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW - 3u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur C42</p>

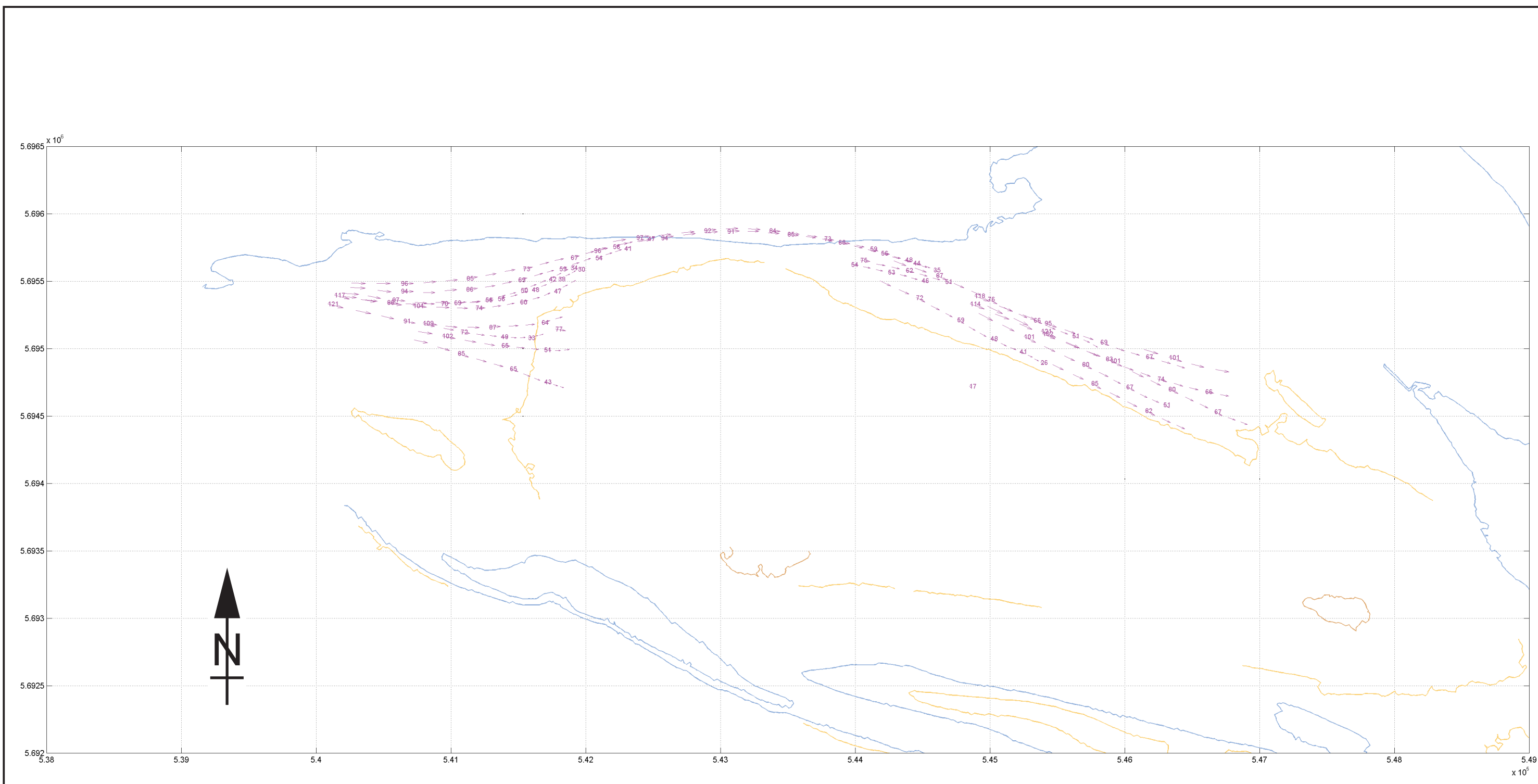


<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW - 2u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur C43</p>

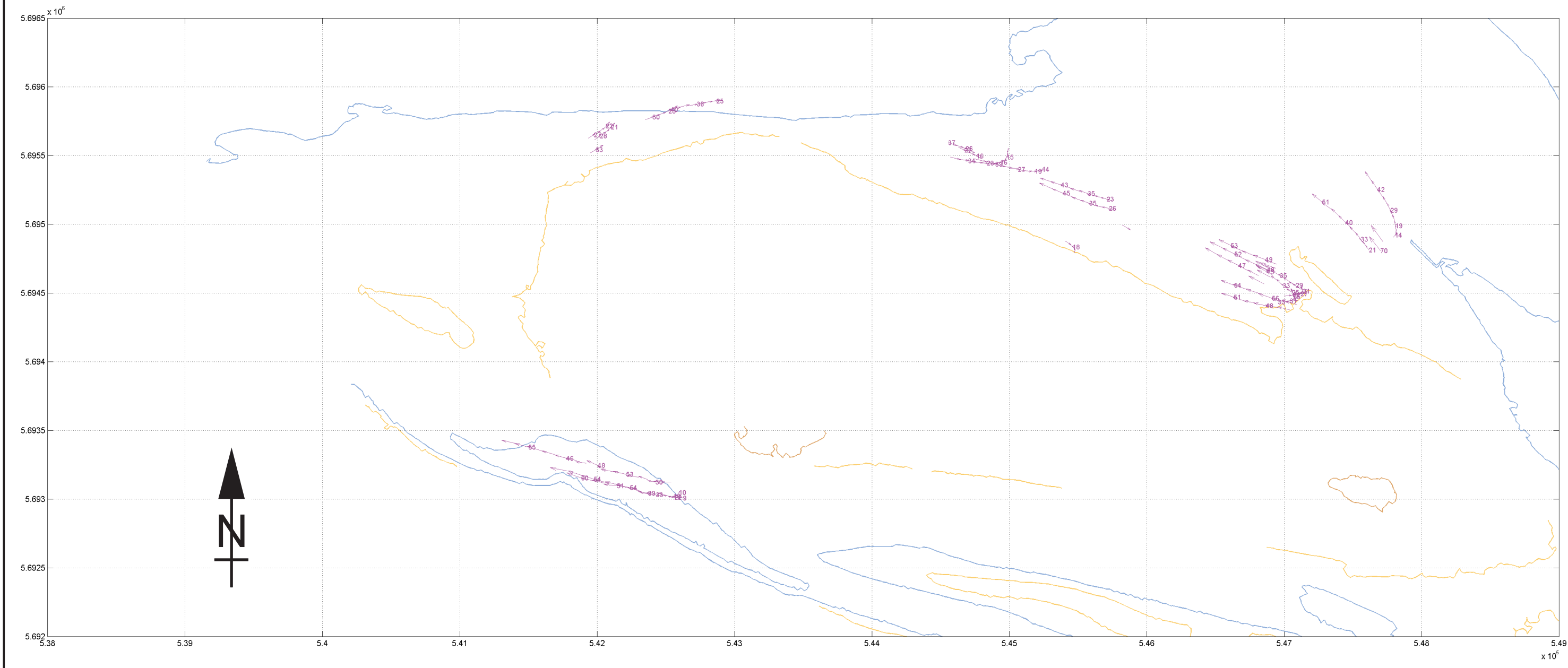




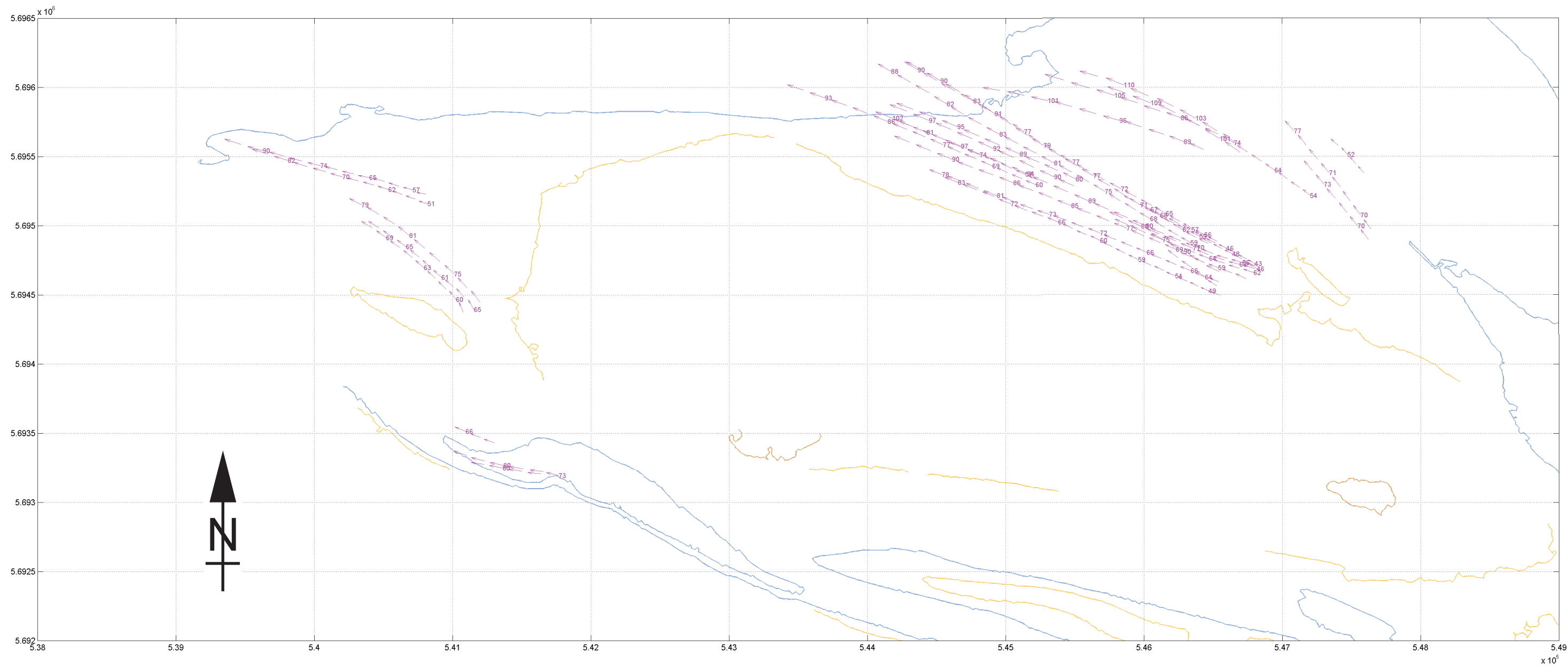
<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW - 1u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur C44</p>



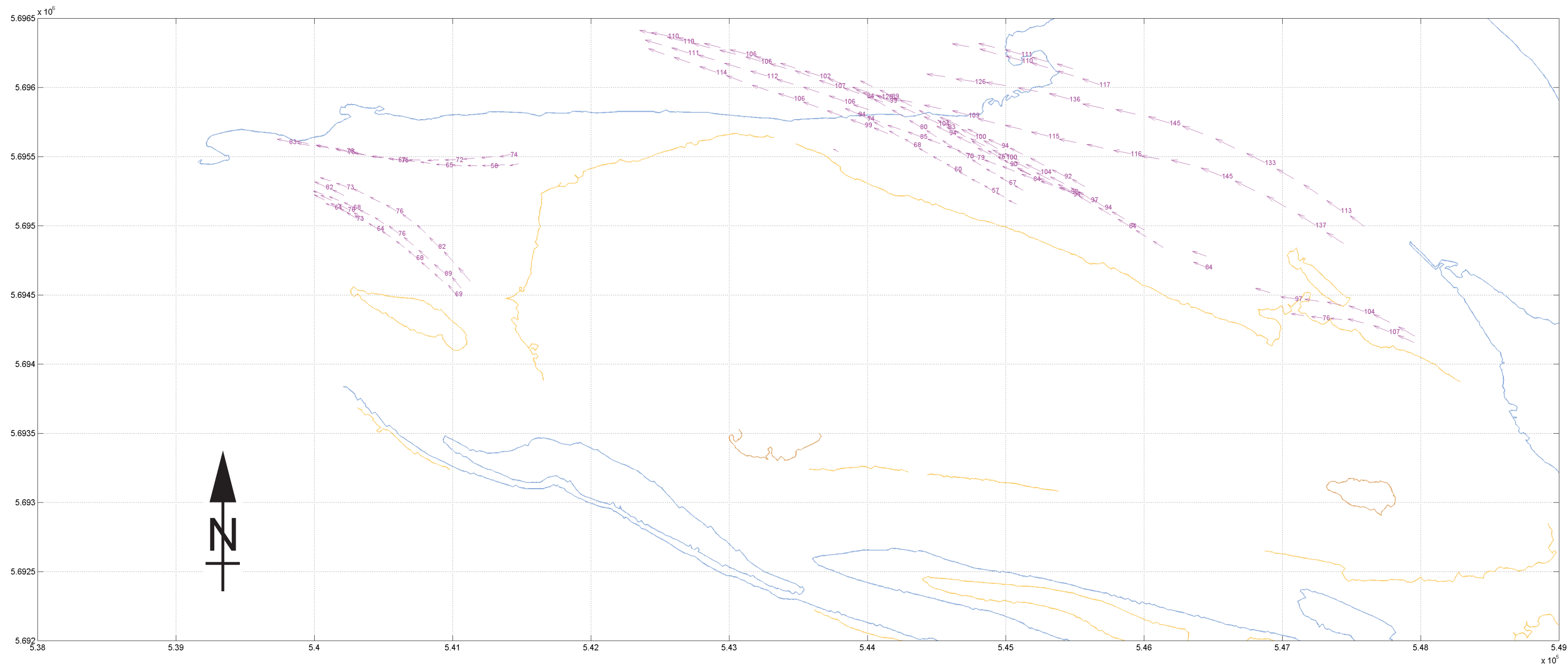
<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b>      Figuur C45</p>



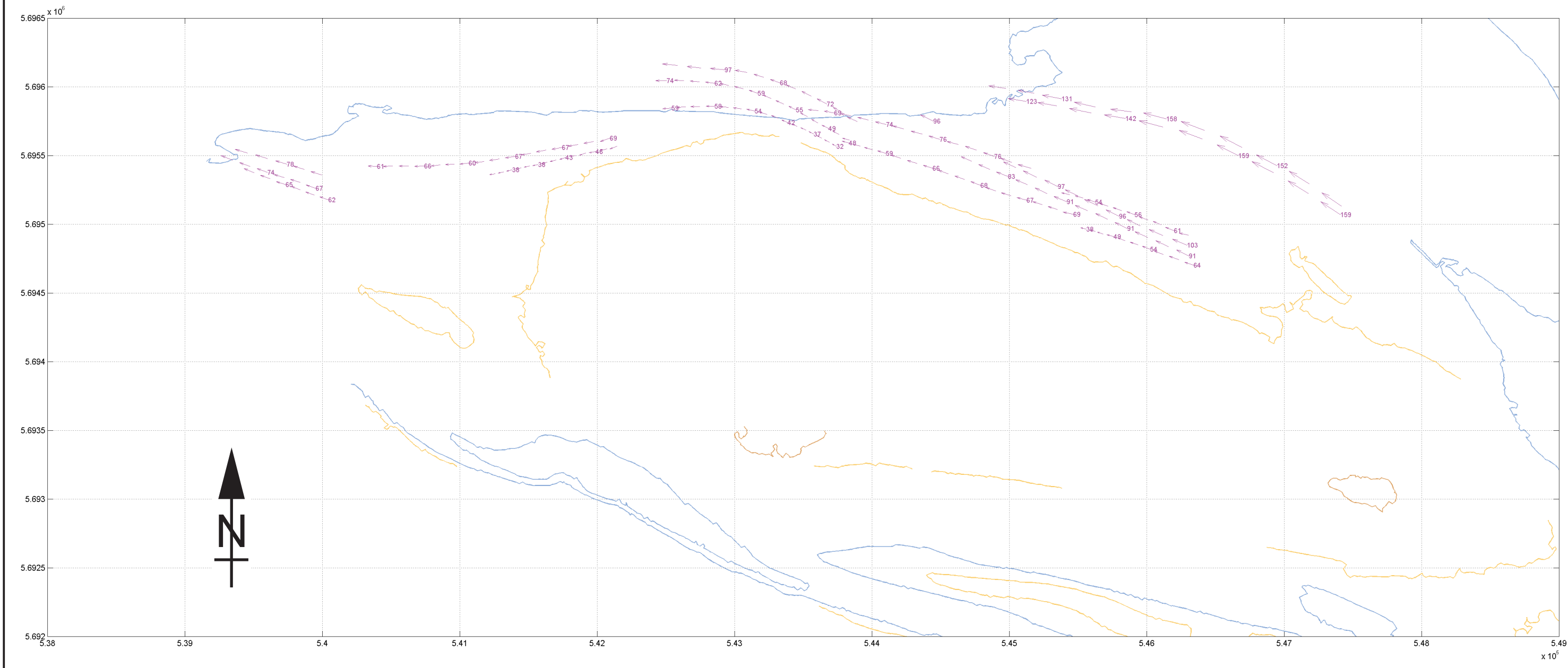
<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW + 1u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur C46</p>



<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW + 2u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b>      <b>Figuur C47</b></p>

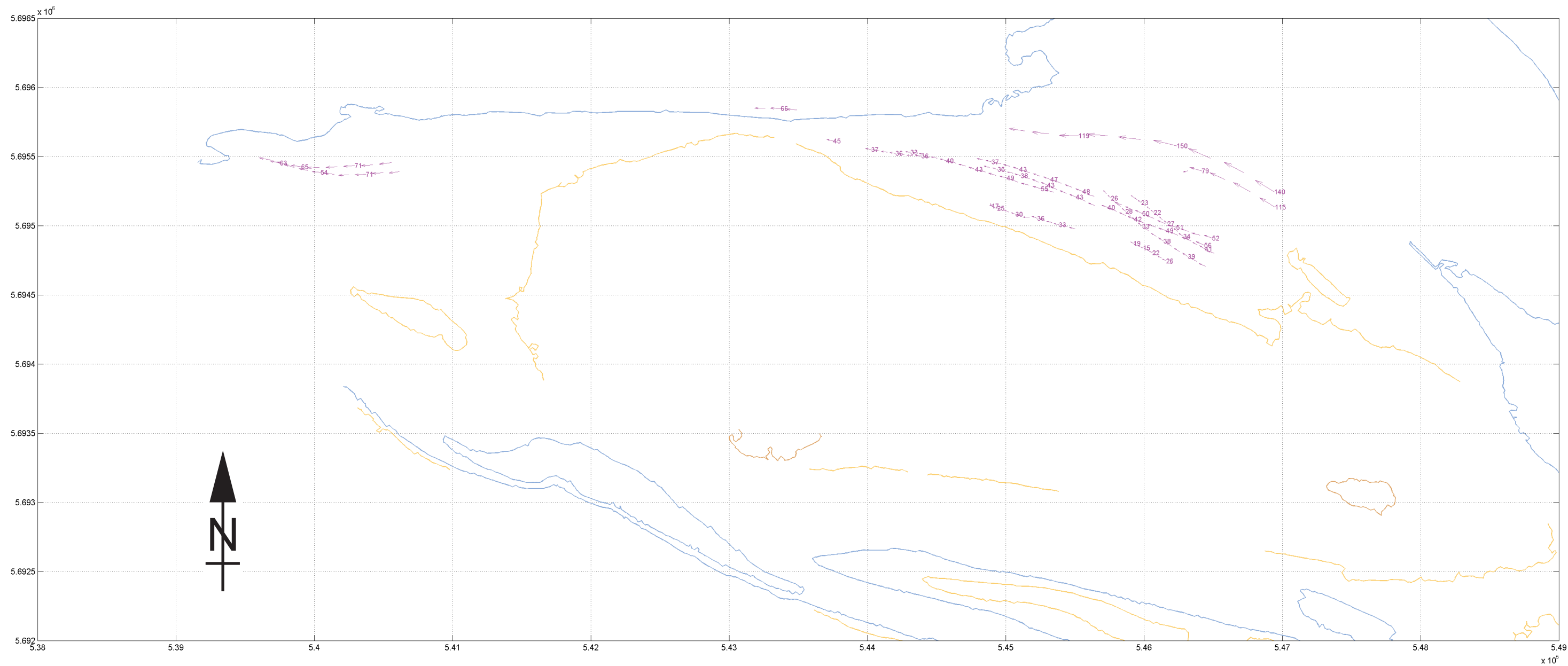


<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW + 3u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur C48</p>

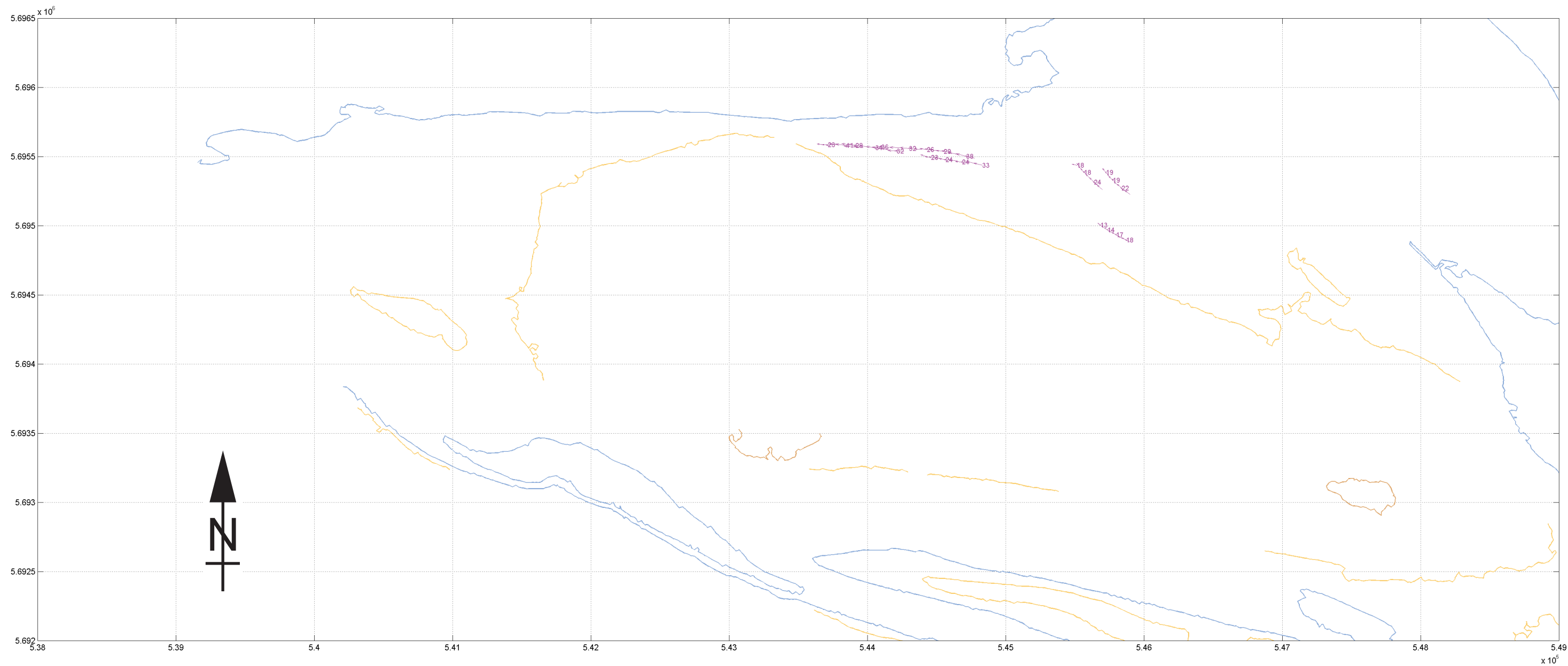


<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW + 4u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b>      <b>Figuur C49</b></p>

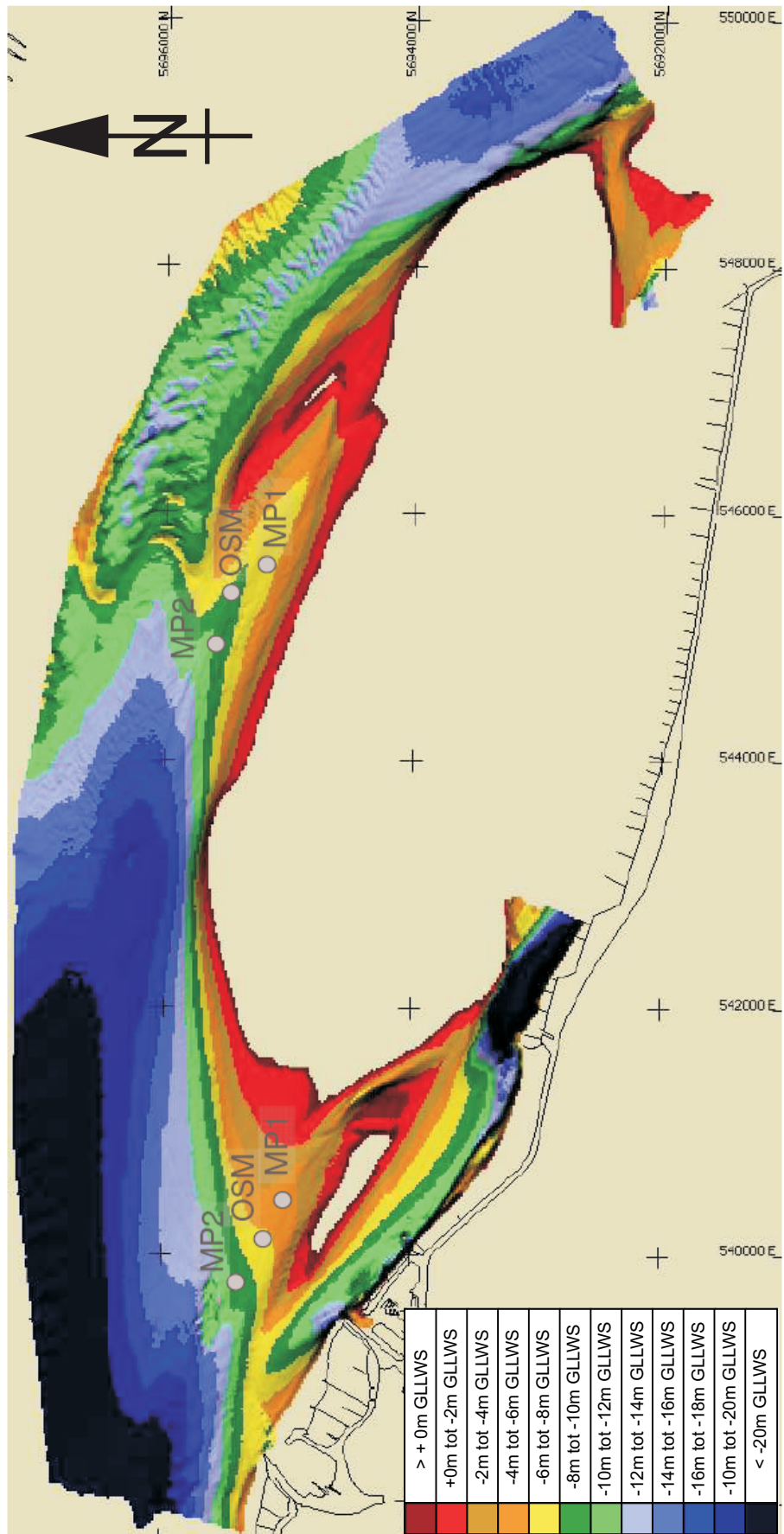




<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW + 5u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b></p>
		<p>Figuur C50</p>



<p>Overzicht snelheidsvectoren Hooge Platen HW + 6u ONDIEP</p>		
	<p><b>WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM</b> Borgerhout - Antwerpen</p>	<p><b>M 791/06</b>      Figuur C51</p>



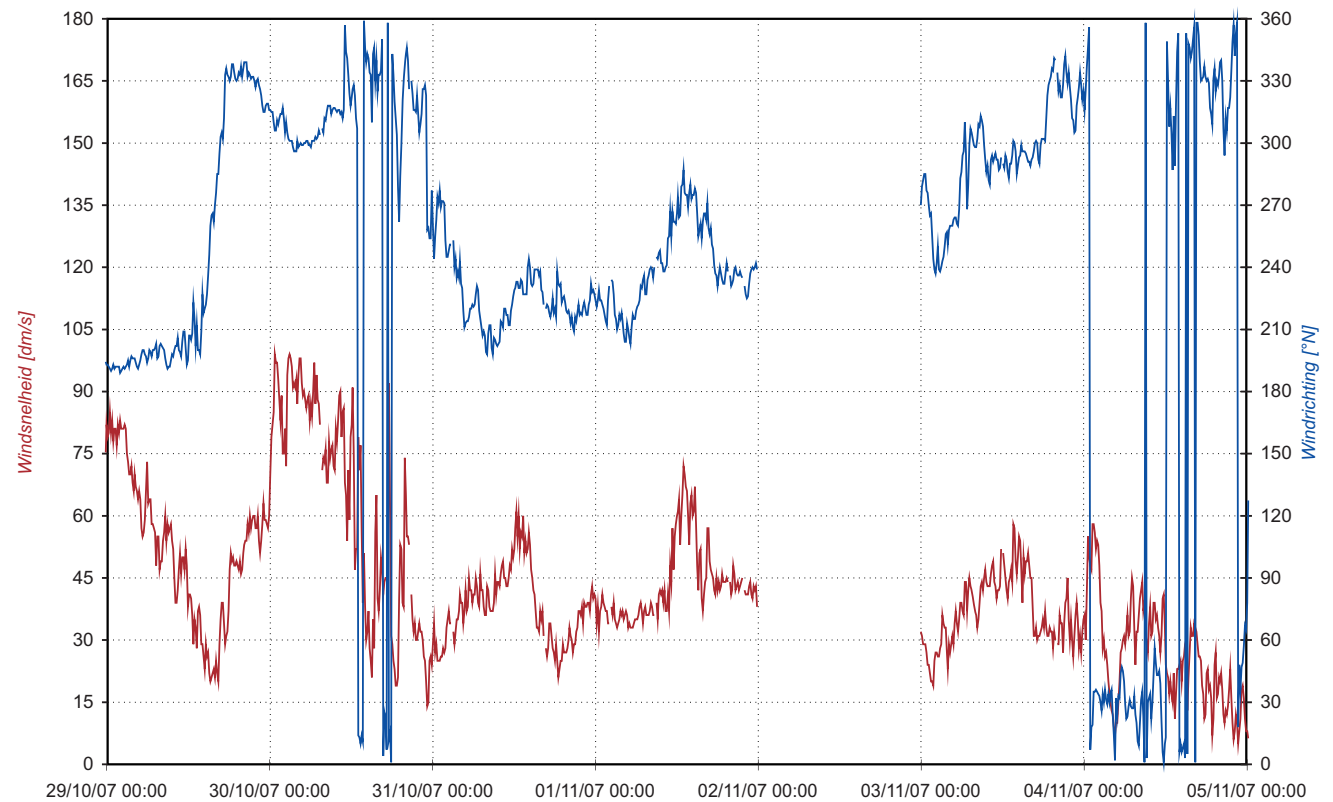
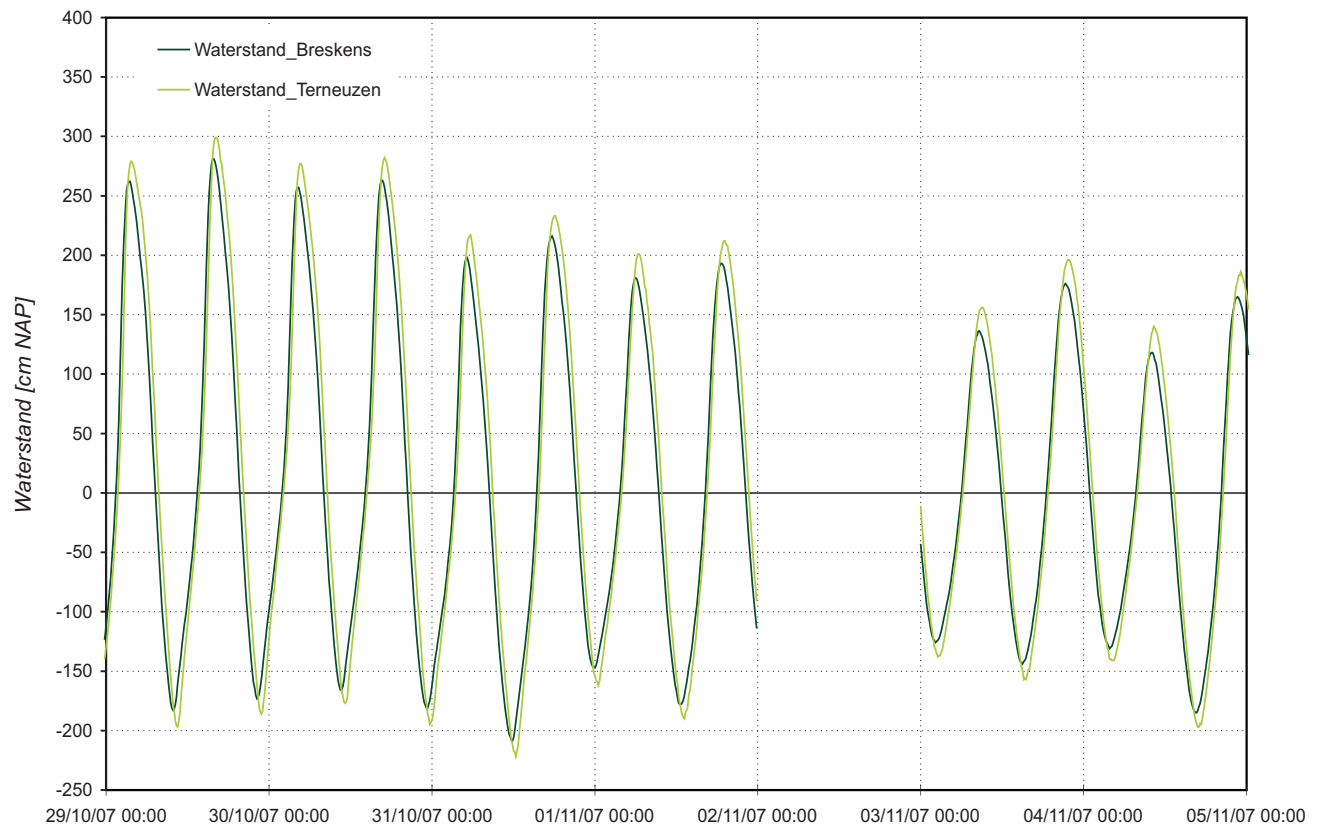
Overzicht ligging meetpunten Hooge Platen



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
 Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur C52



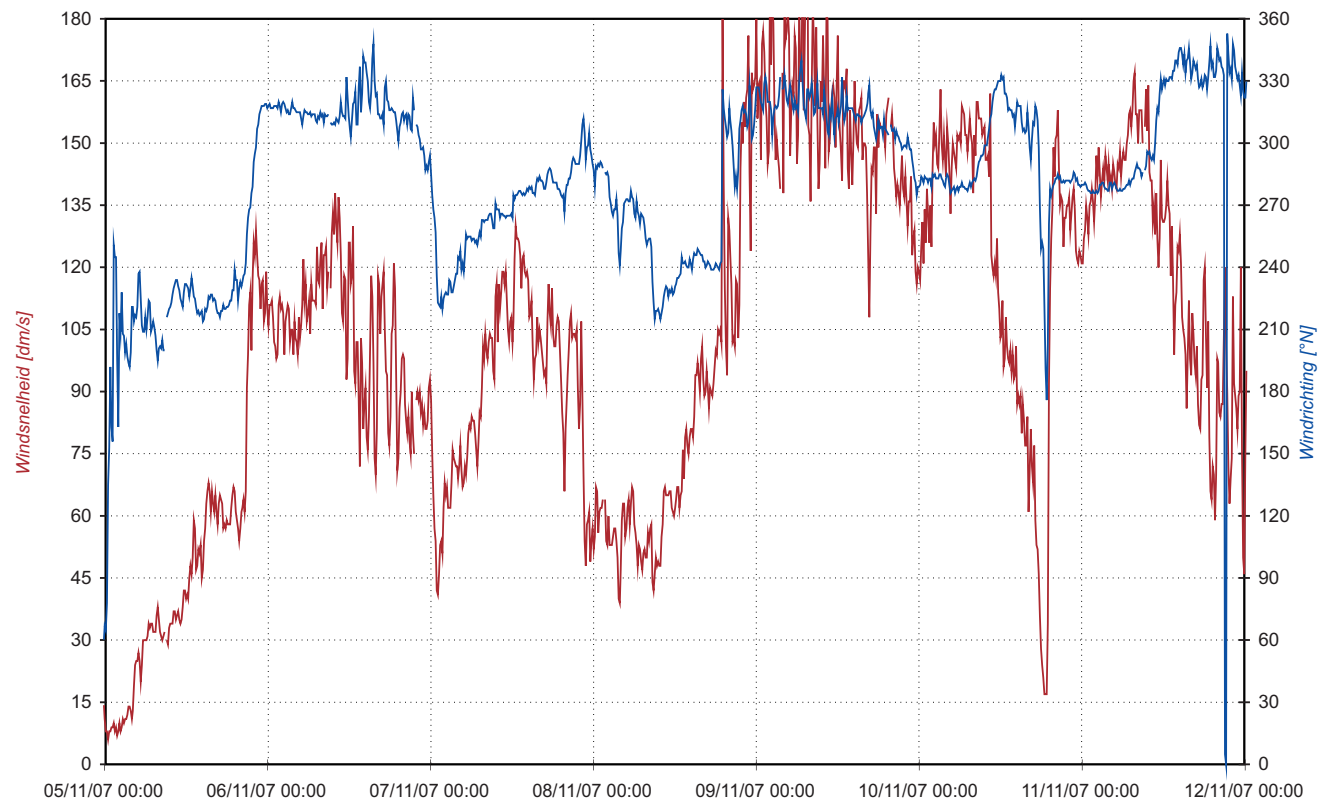
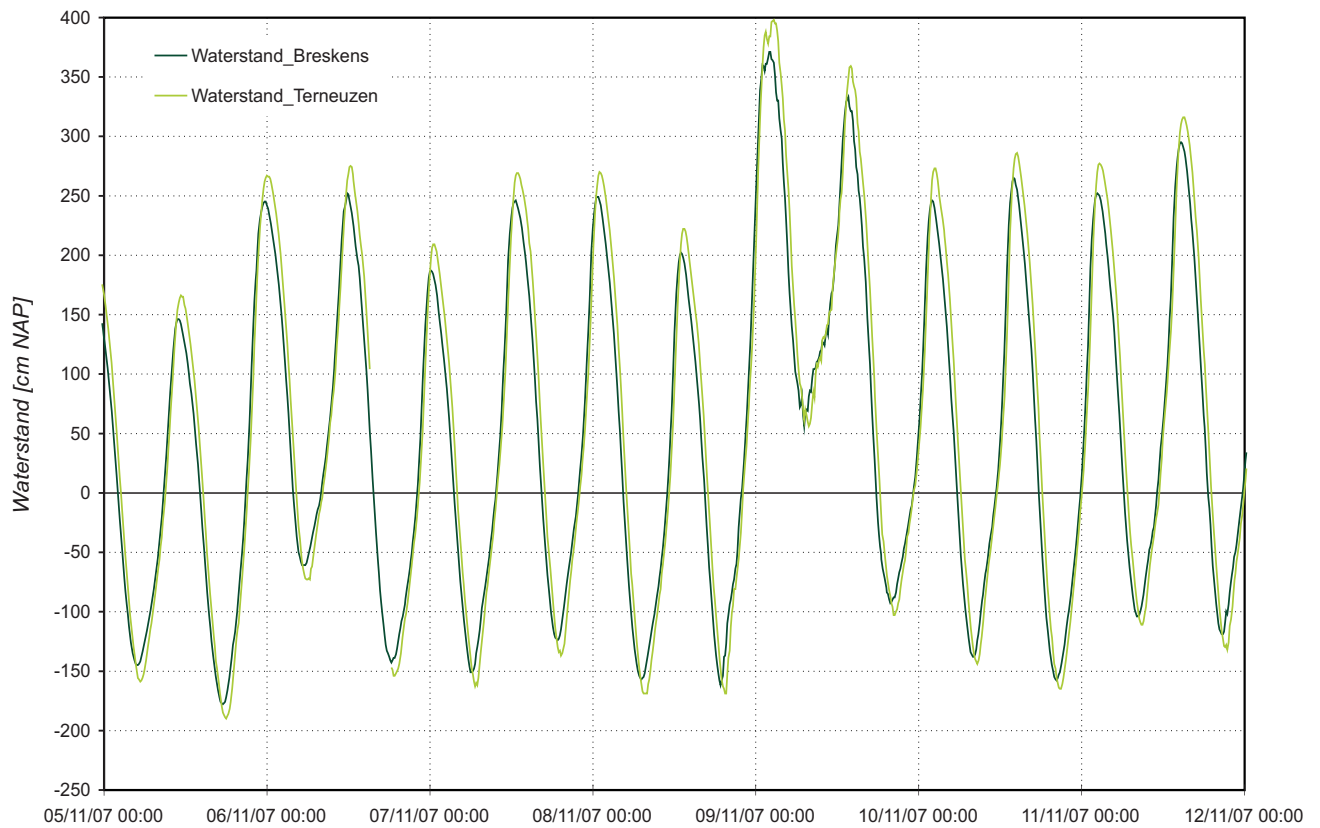
OSM-metingen - Week 1  
Getij te Breskens (boven) - Wind te Hansweert (onder)



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur C53



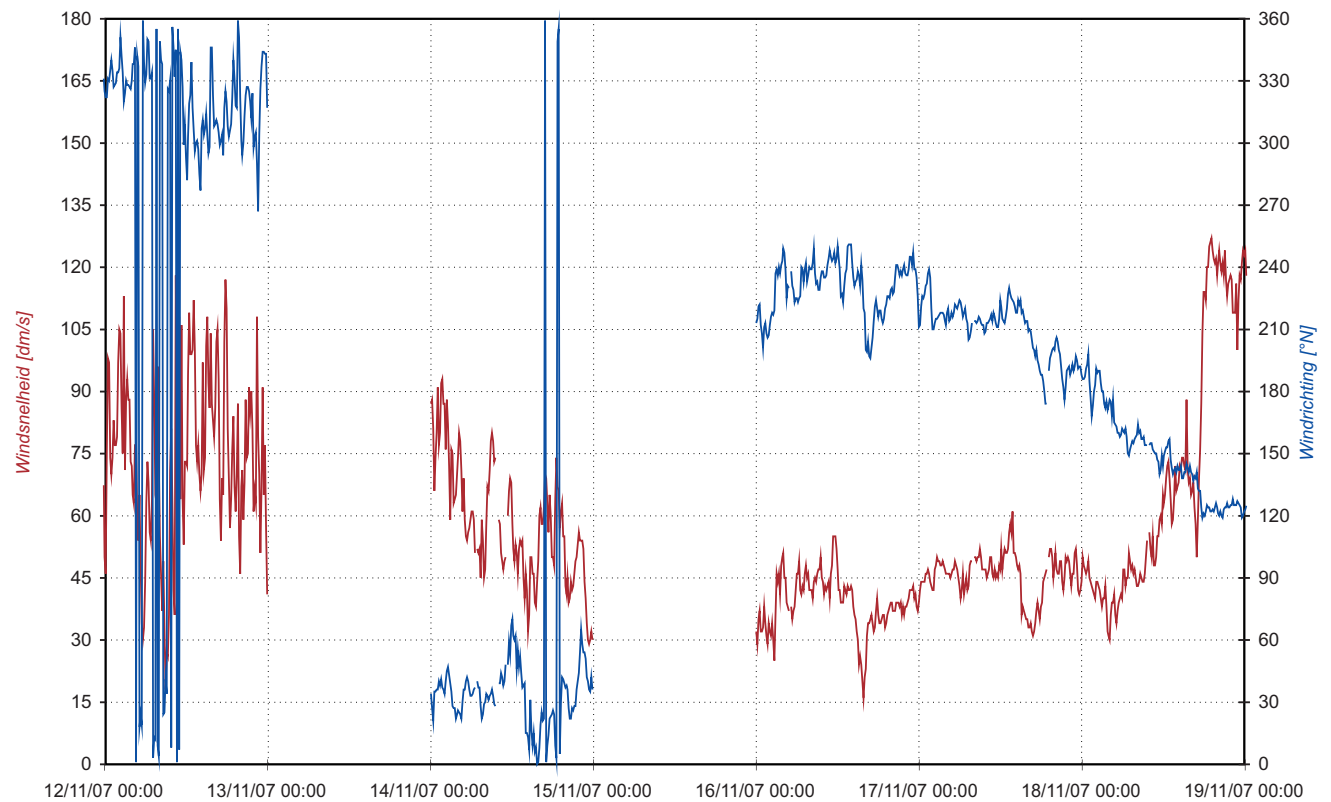
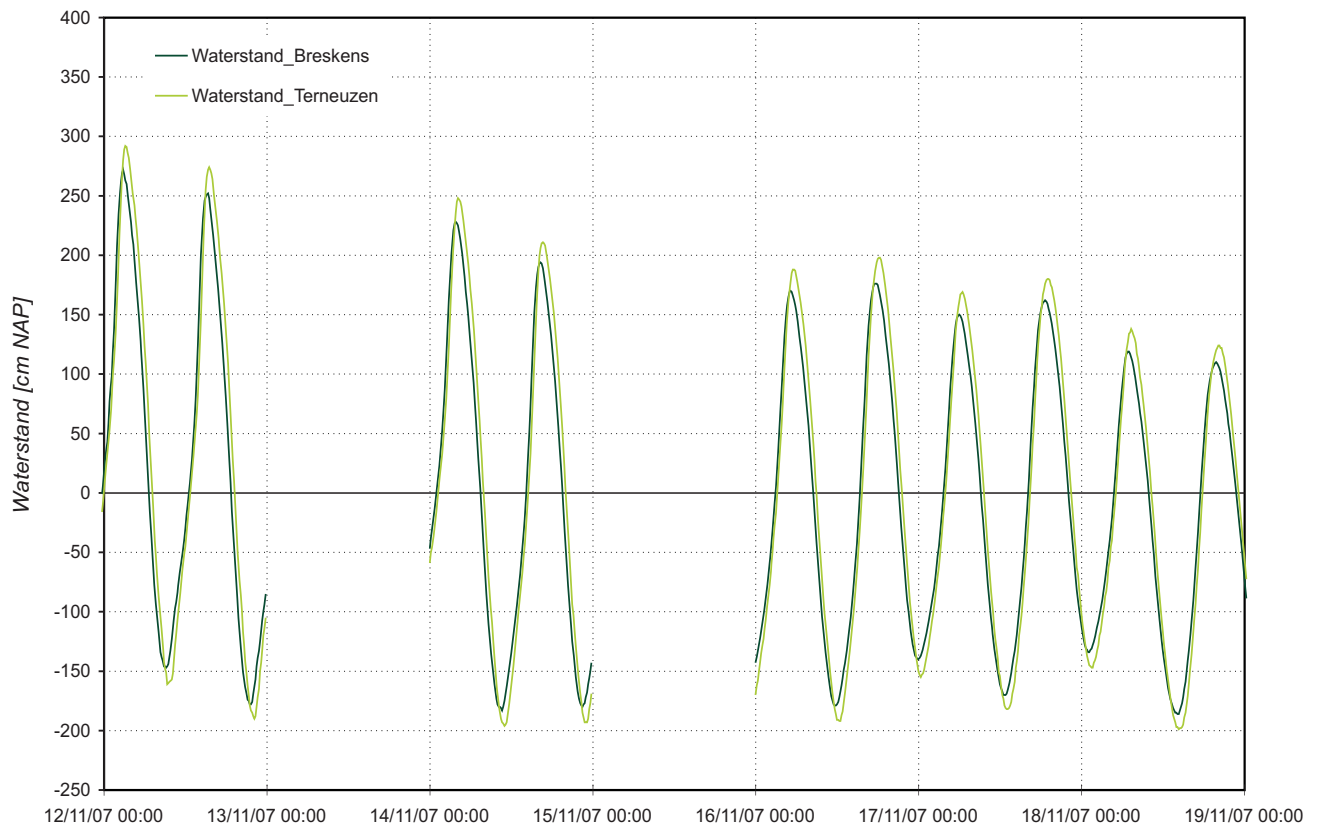
OSM-metingen - Week 2  
Getij te Breskens (boven) - Wind te Hansweert (onder)



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur C54



OSM-metingen - Week 3  
Getij te Breskens (boven) - Wind te Hansweert (onder)

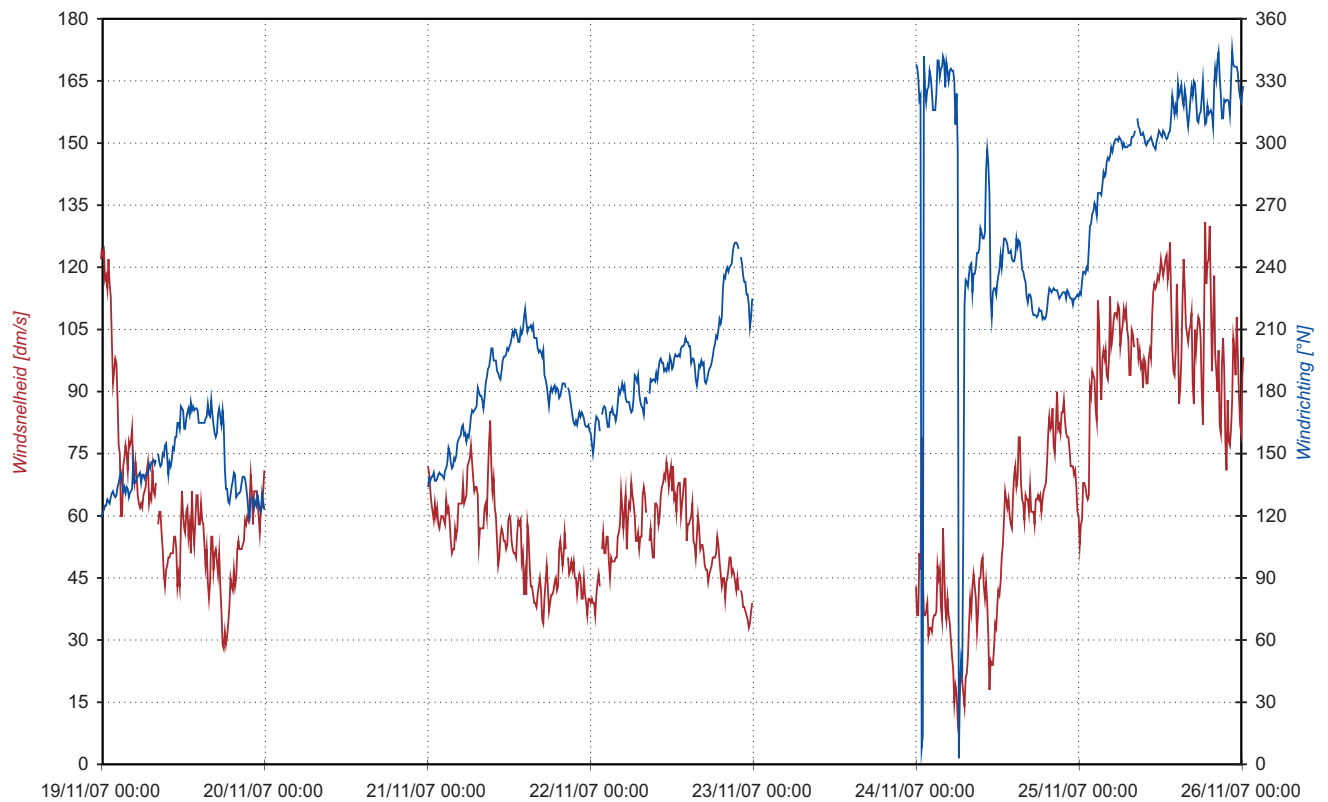
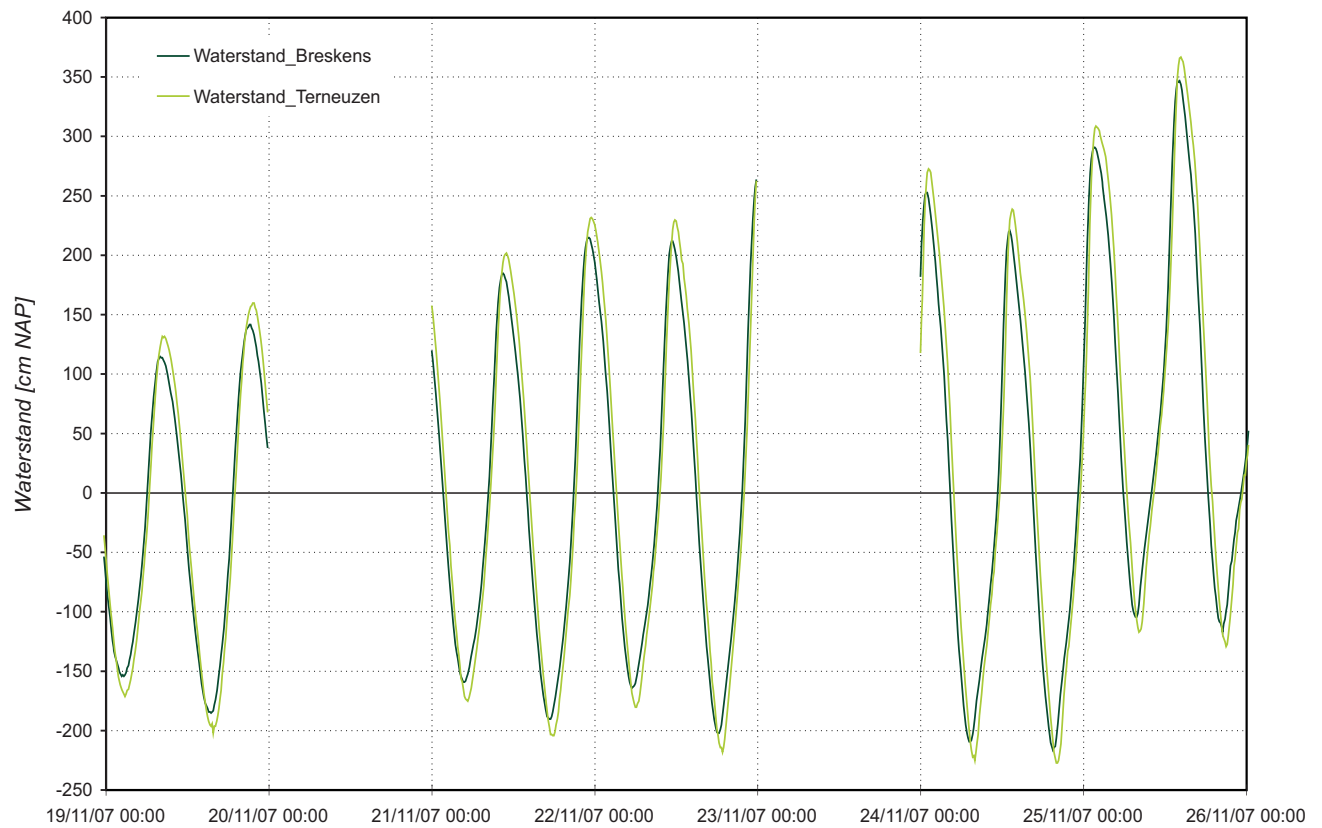


**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur C55





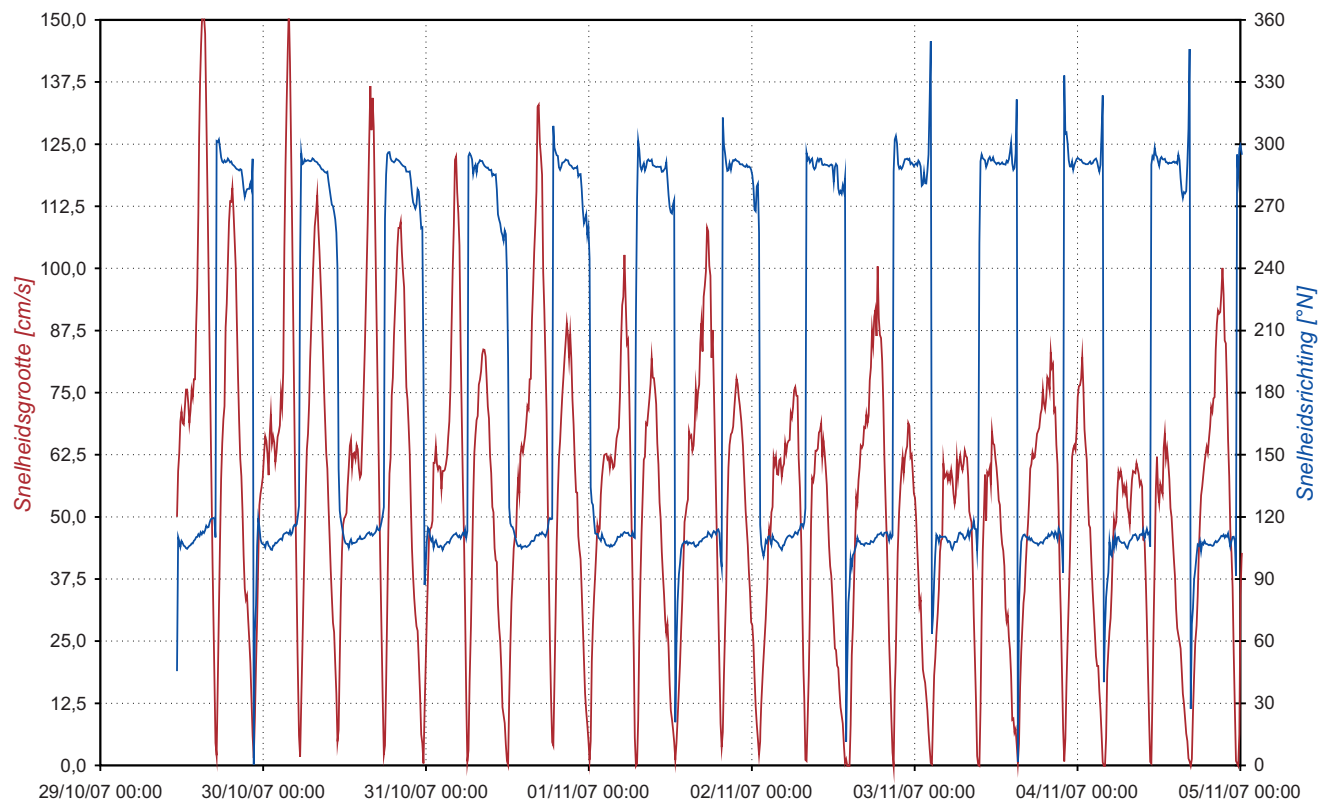
OSM-metingen - Week 4  
Getij te Breskens (boven) - Wind te Hansweert (onder)



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

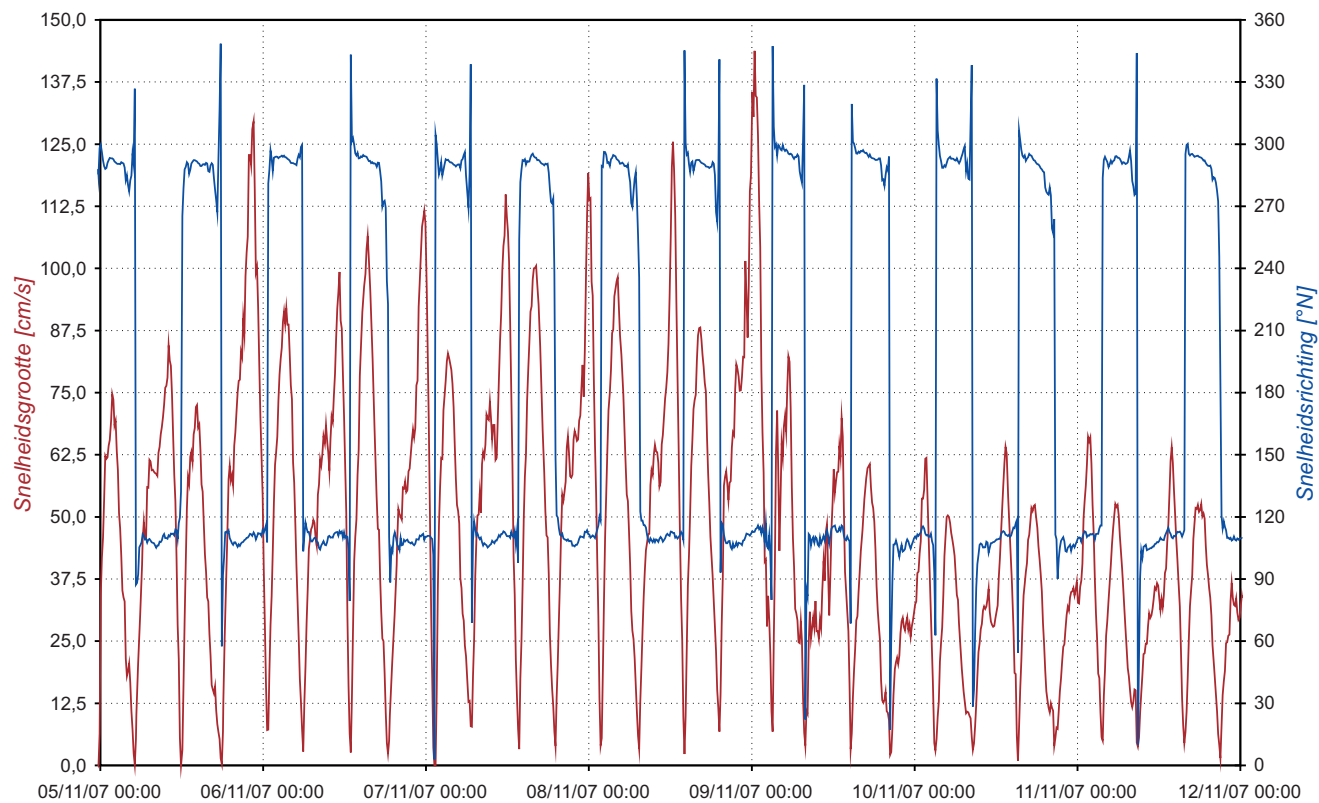
**M 791/06**

Figuur C56



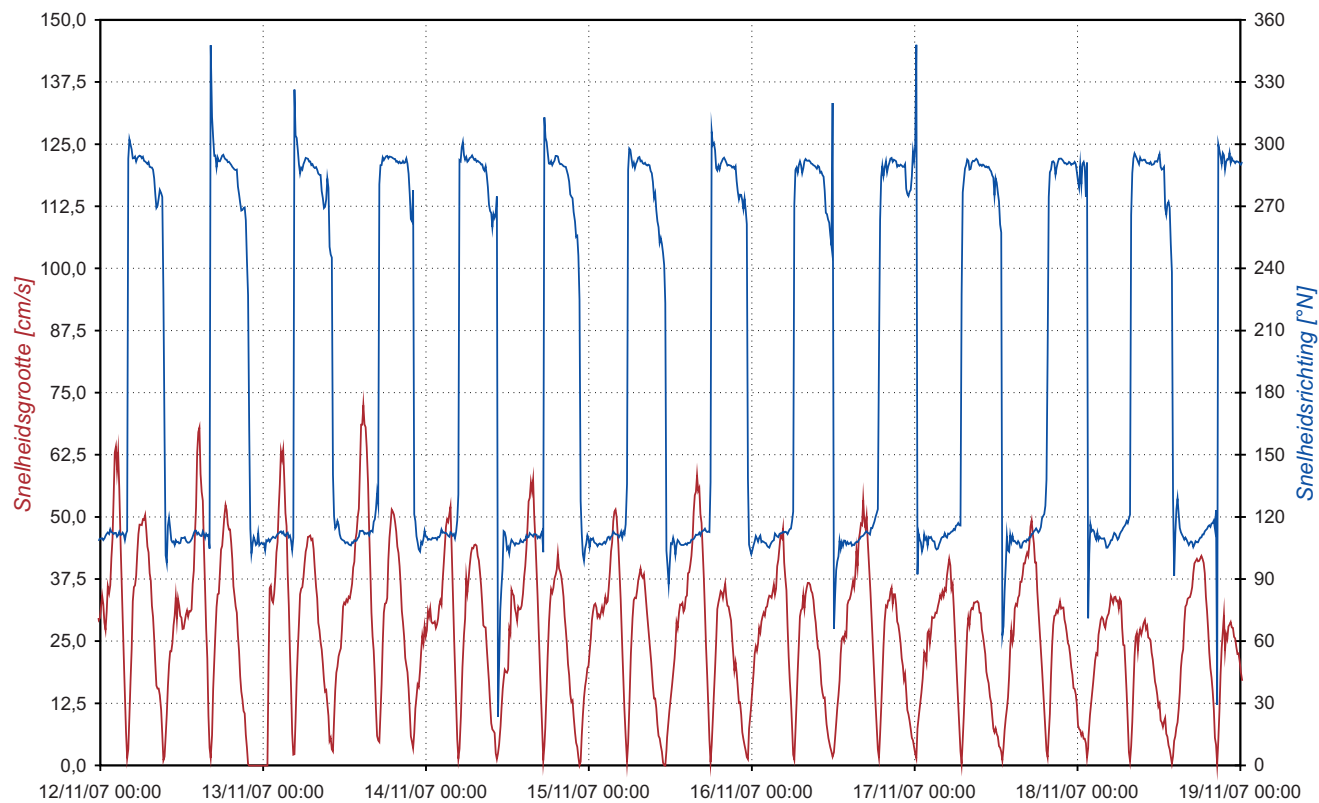
Snelheid (OSM) nabij Hooge Platen Noord - Week 1





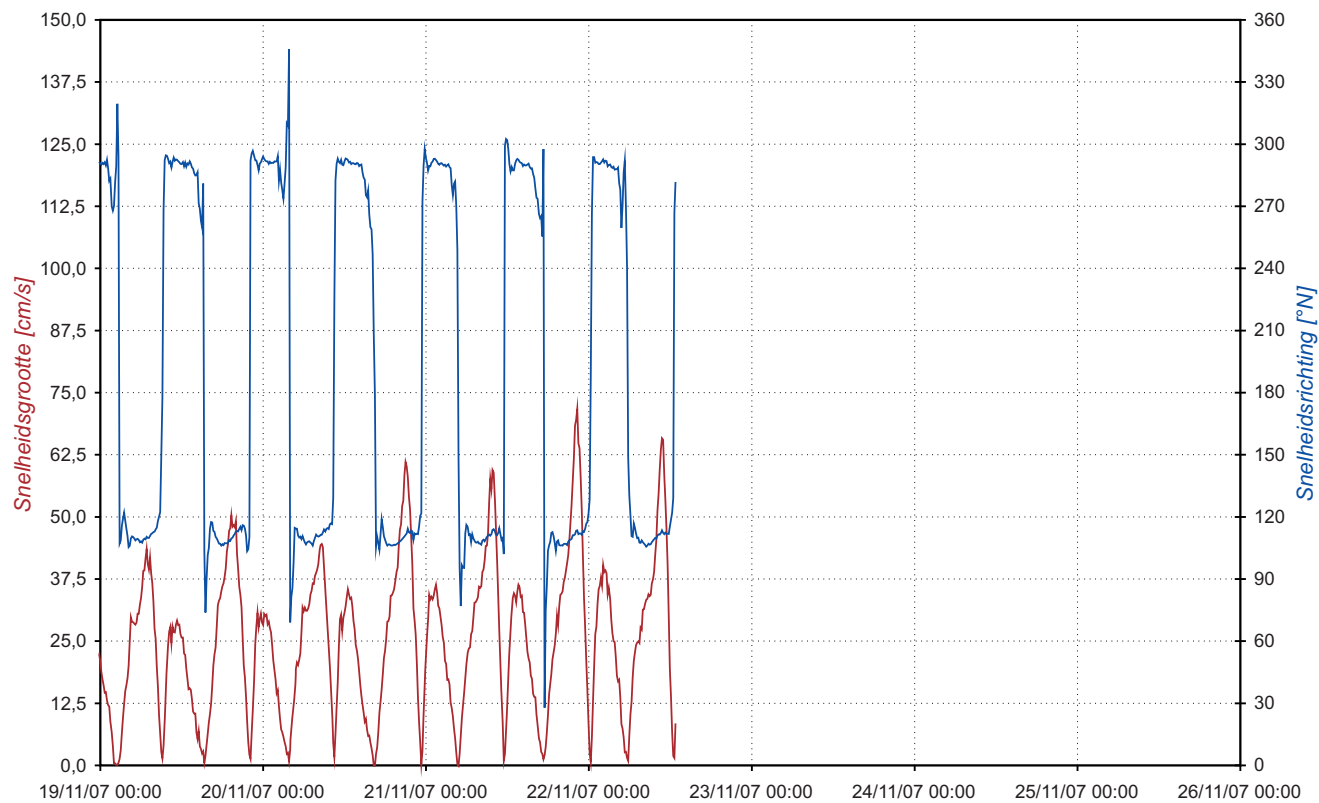
Snelheid (OSM) nabij Hooge Platen Noord - Week 2





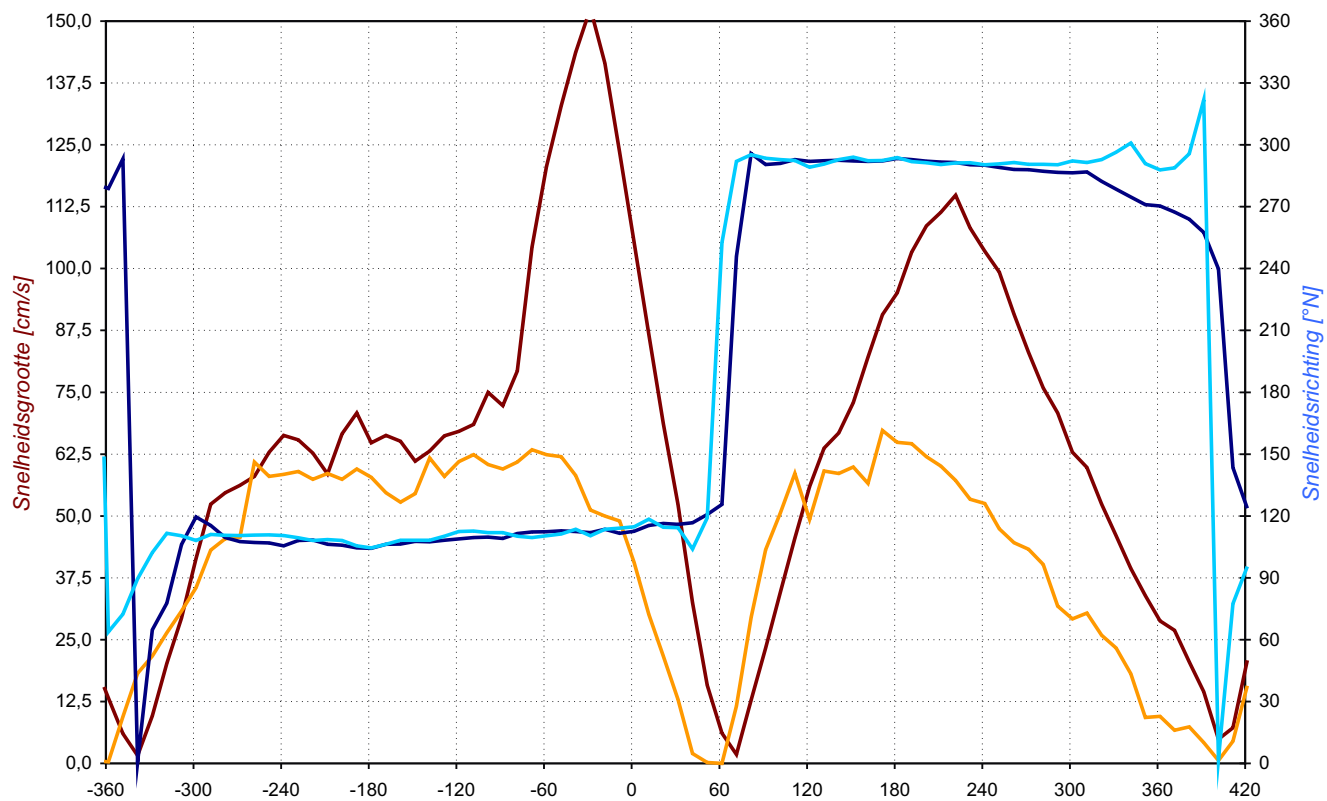
Snelheid (OSM) nabij Hooge Platen Noord - Week 3





Snelheid (OSM) nabij Hooge Platen Noord - Week 4





Vergelijking snelheden springtij-doodtij Hooge Platen Noord

— springtij —  
 — doodtij —

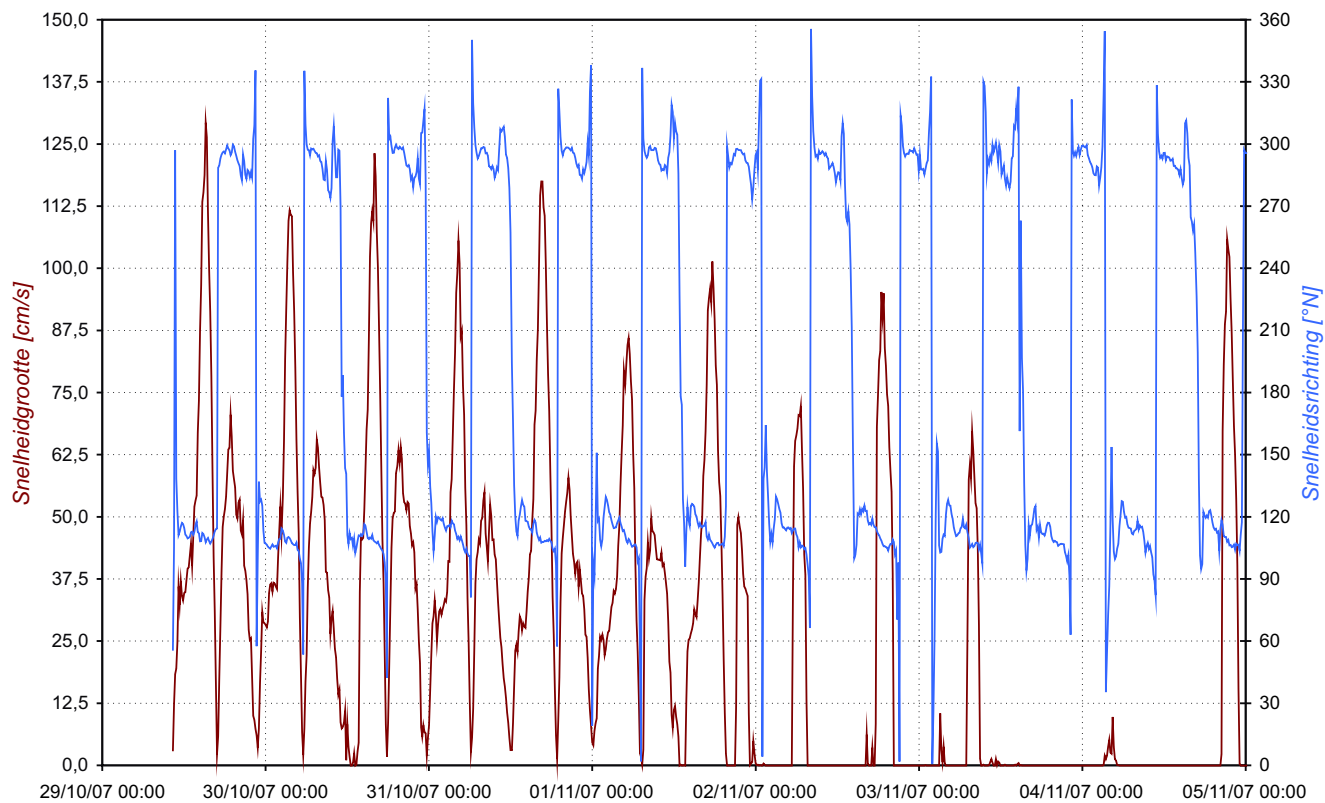


**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
 Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

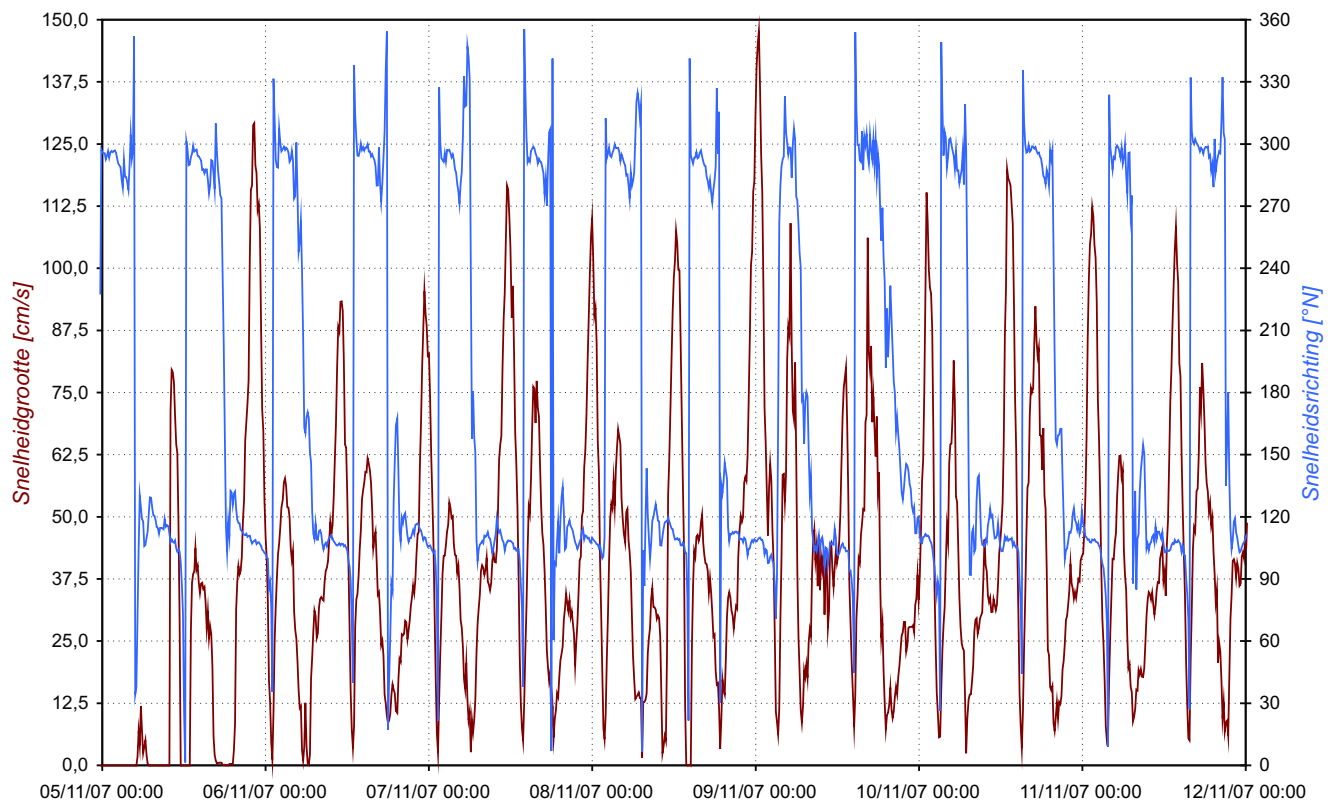
Figuur C61





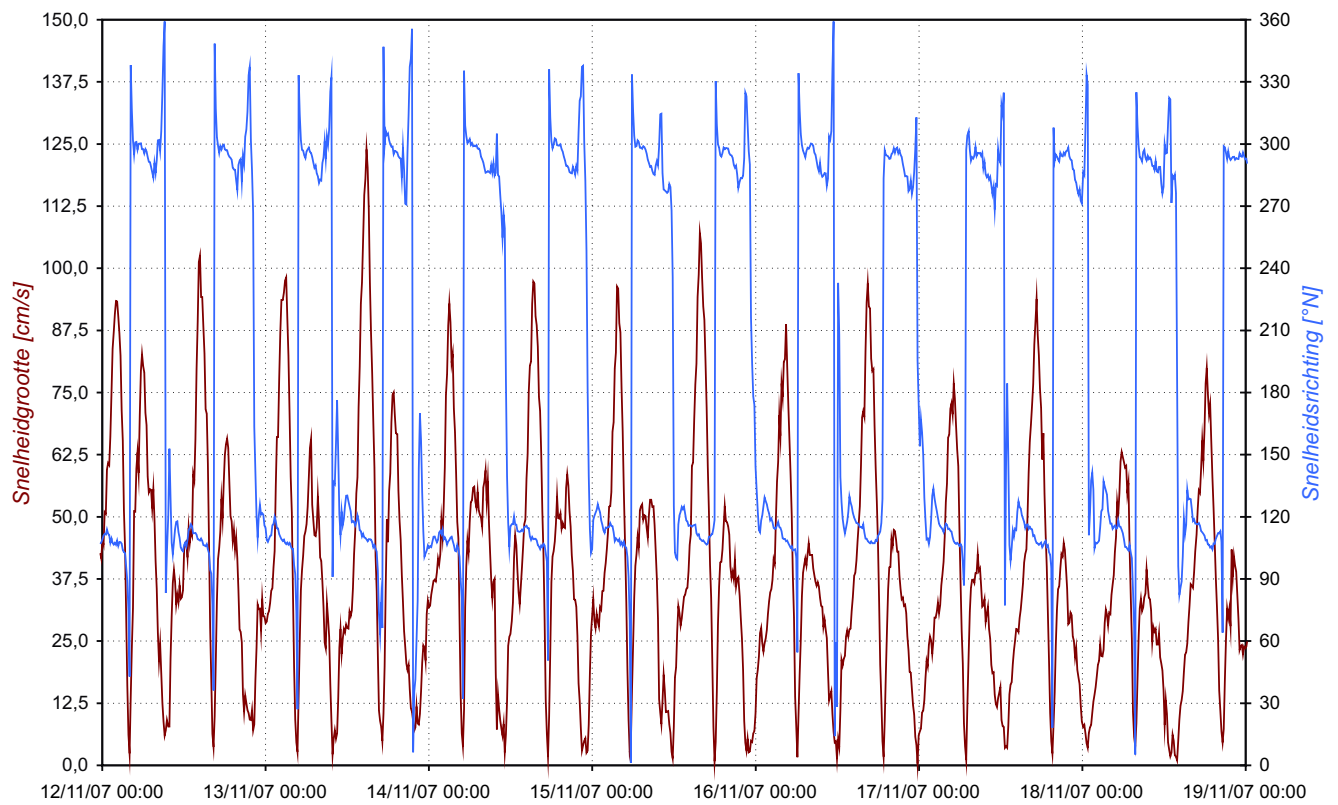
Snelheid (OSM) nabij Hooge Platen West - Week 1





Snelheid (OSM) nabij Hooge Platen West - Week 2





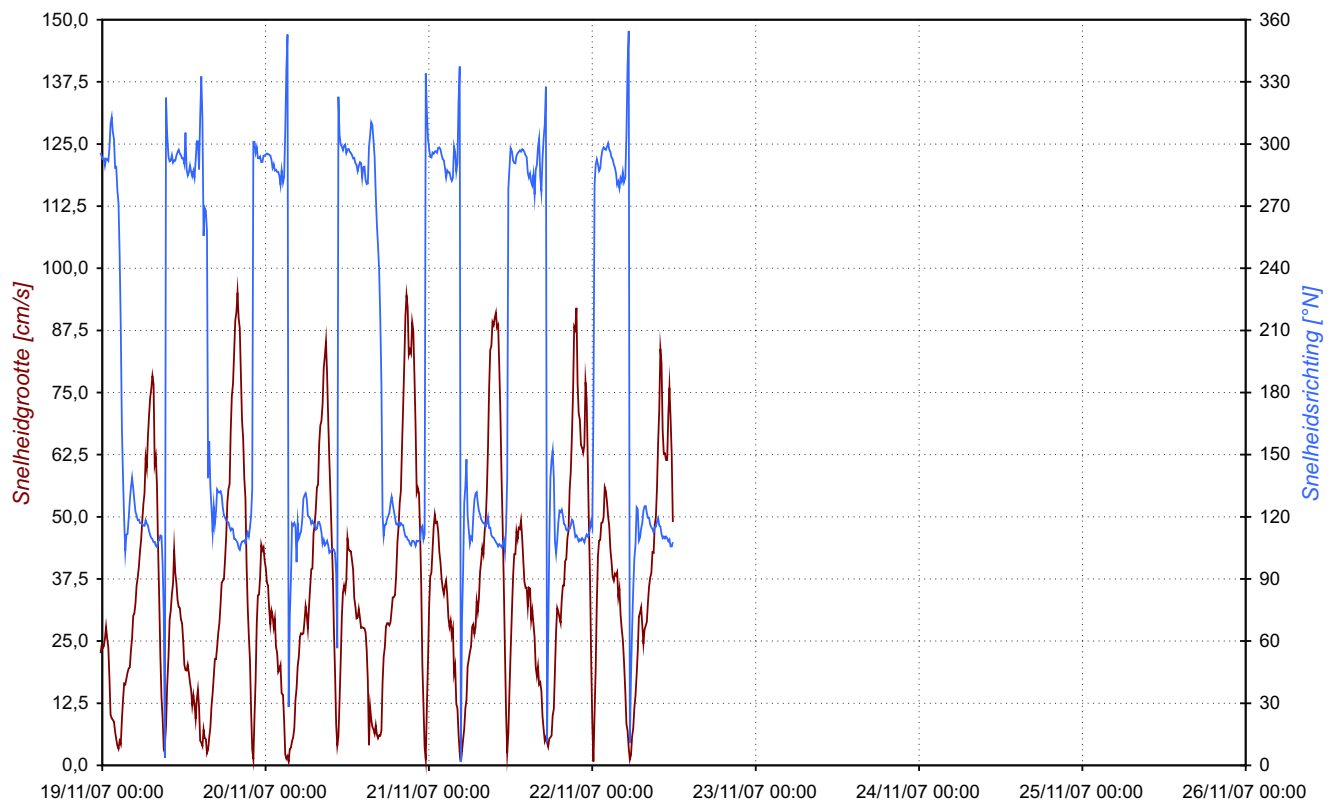
Snelheid (OSM) nabij Hooge Platen West - Week 3



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

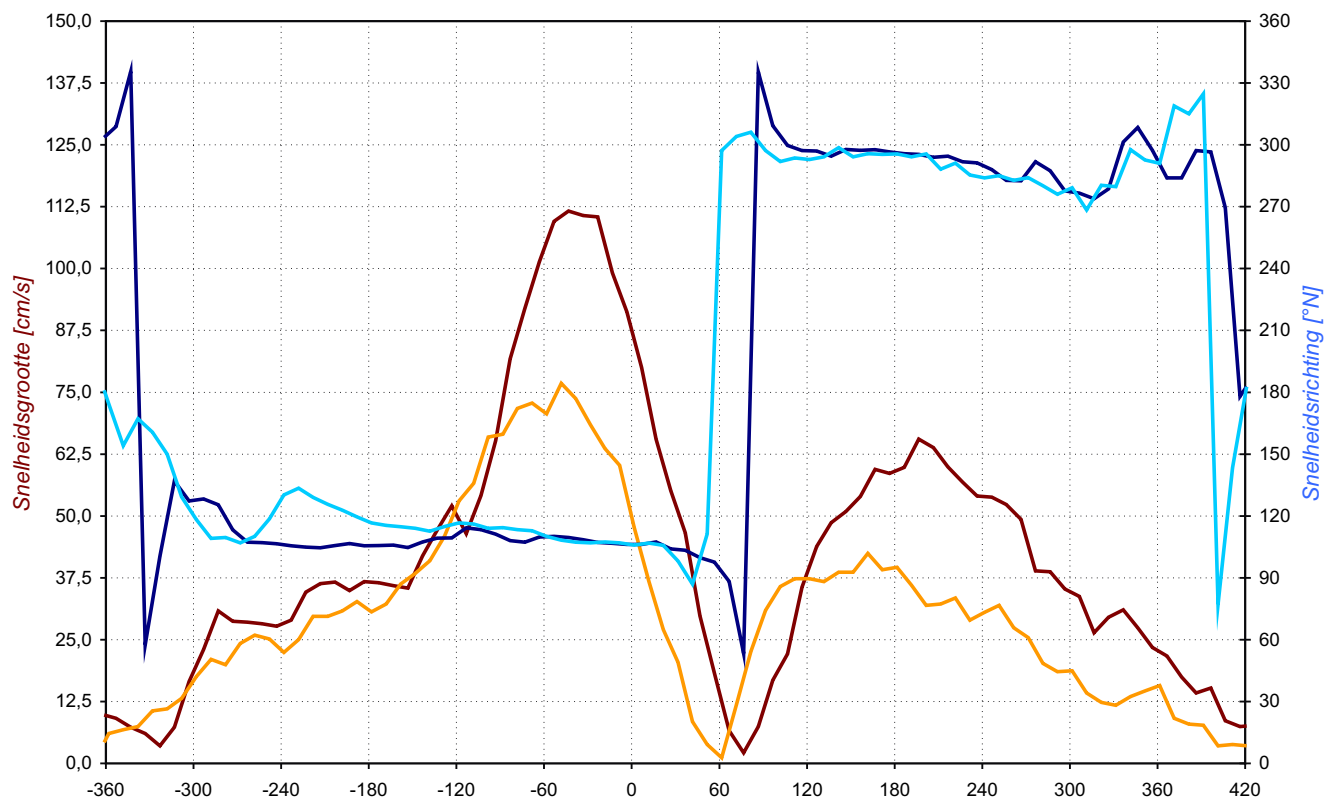
**M 791/06**

Figuur C64



Snelheid (OSM) nabij Hooge Platen West - Week 4





Vergelijking snelheden springtij-doodtij Hooge Platen West

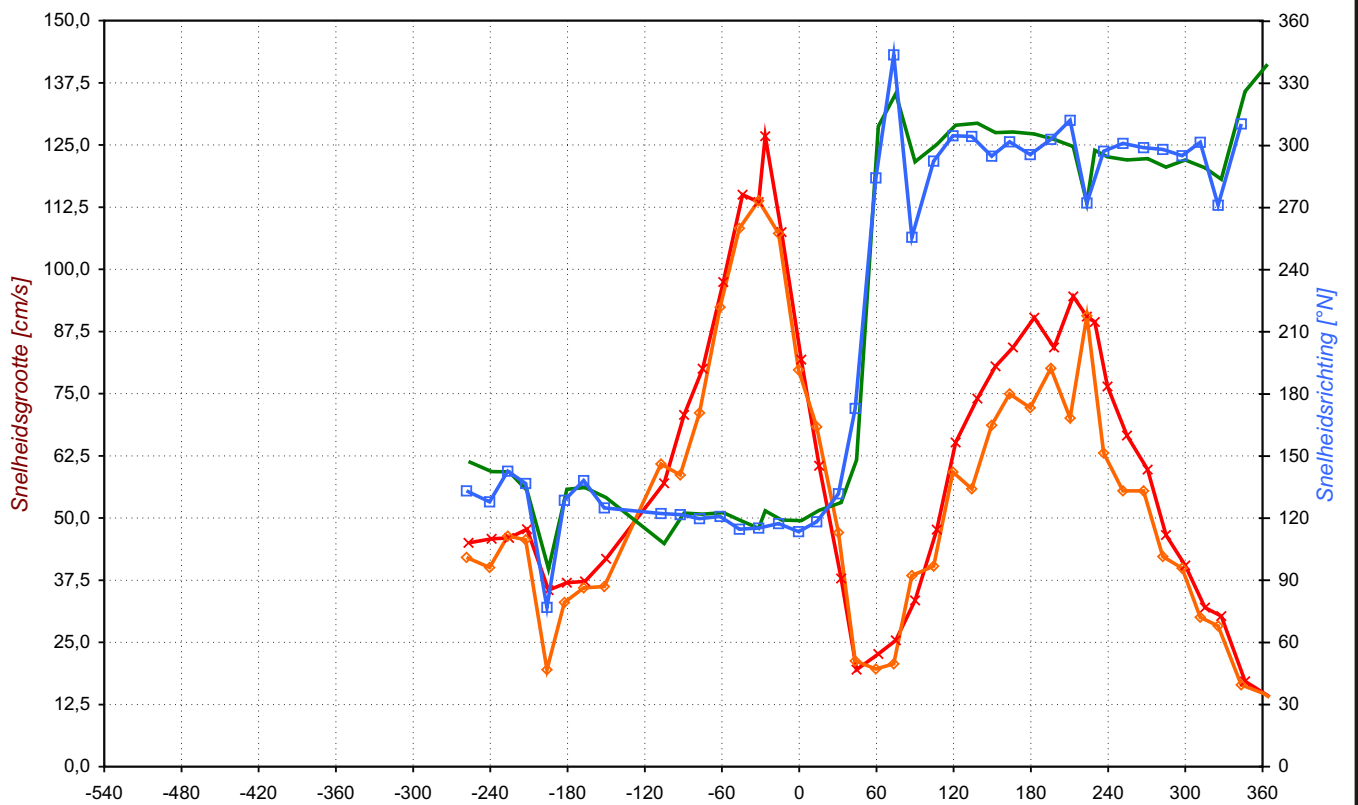
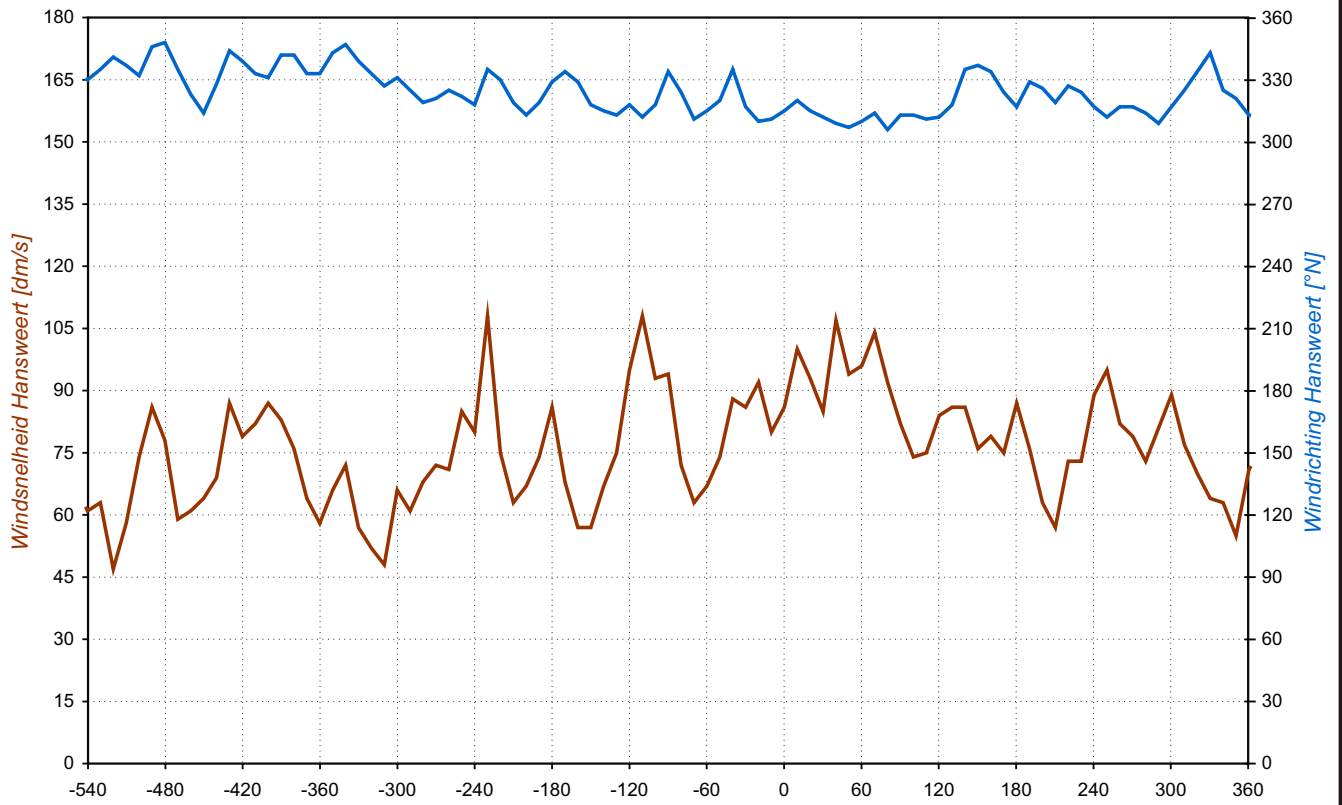
— springtij —  
— doodtij —



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur C66



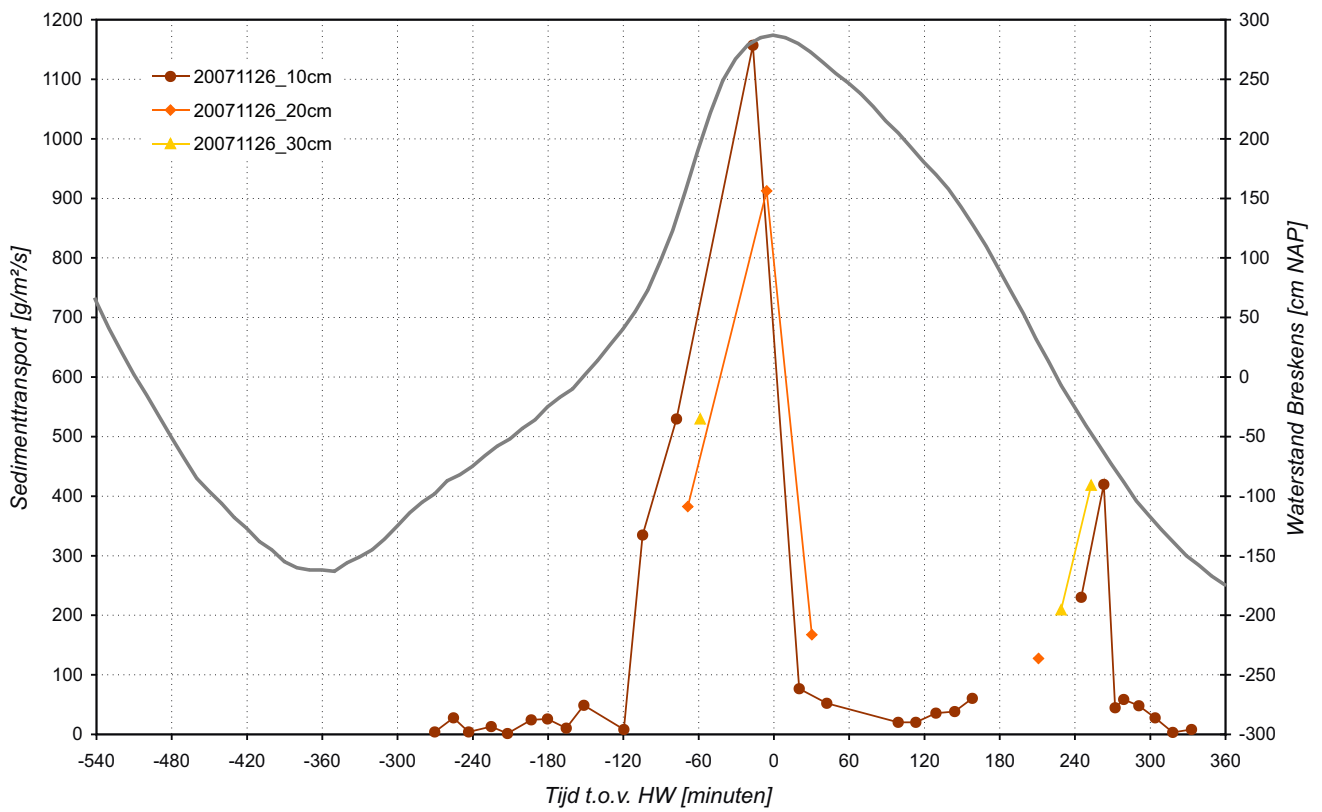
Sedimenttransportmeting te Hoofdplaat - 26/11/2007  
 Wind (boven) - Snelheid (Onder)



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
 Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur C67



Sedimenttransport nabij de bodem (DBF) - 26/11/2007

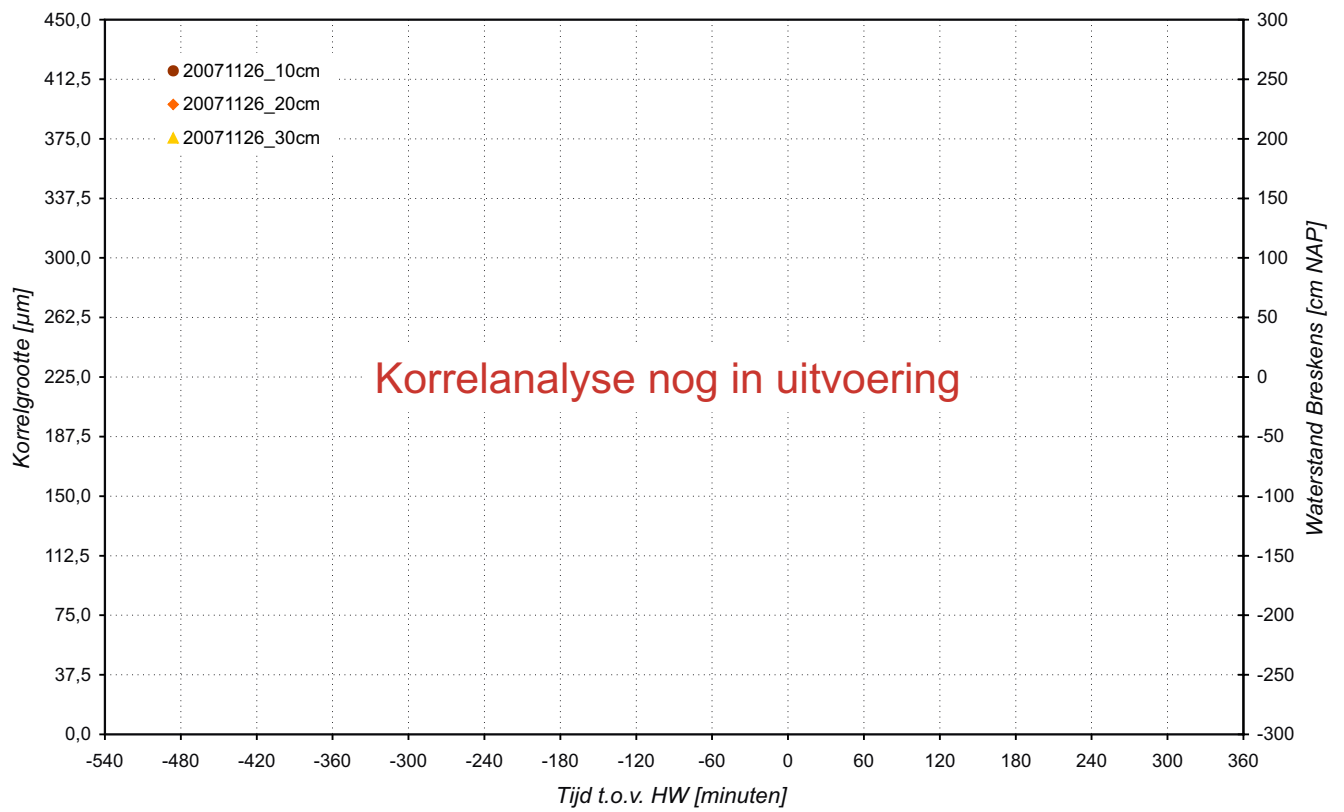


**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
 Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

**Figuur C68**





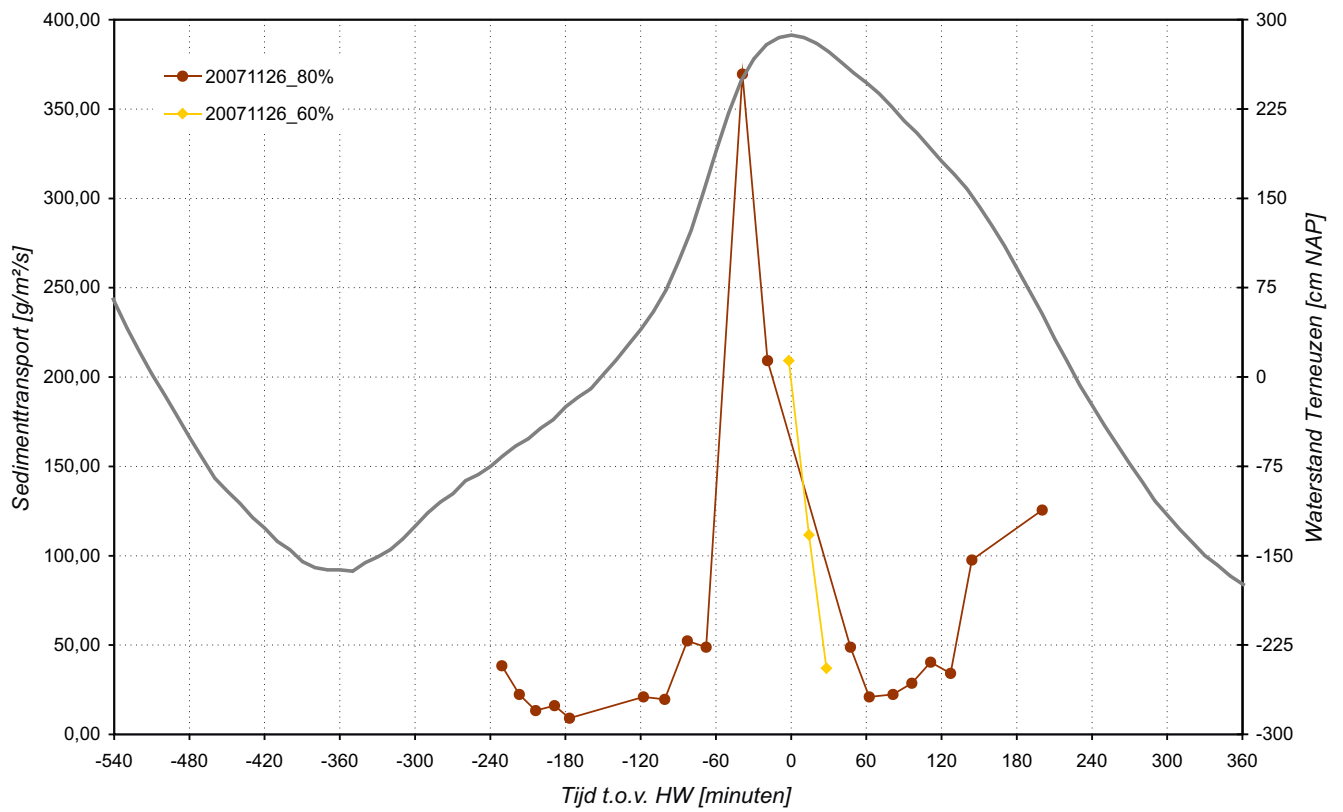
Korrelgrootte nabij de bodem (DBF) - 26/11/2007



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur C69



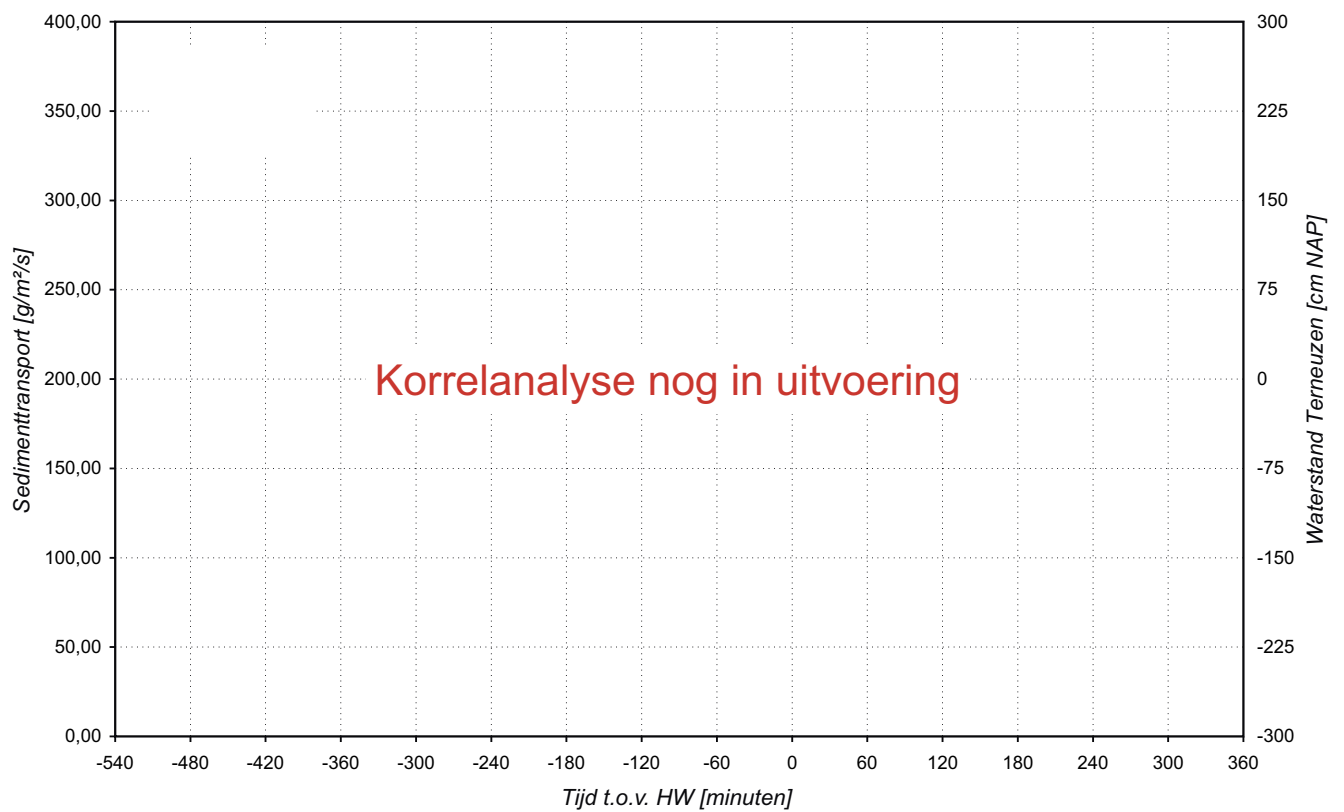
Sedimenttransport in suspensie (DBH) - 26/11/2007



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur C70



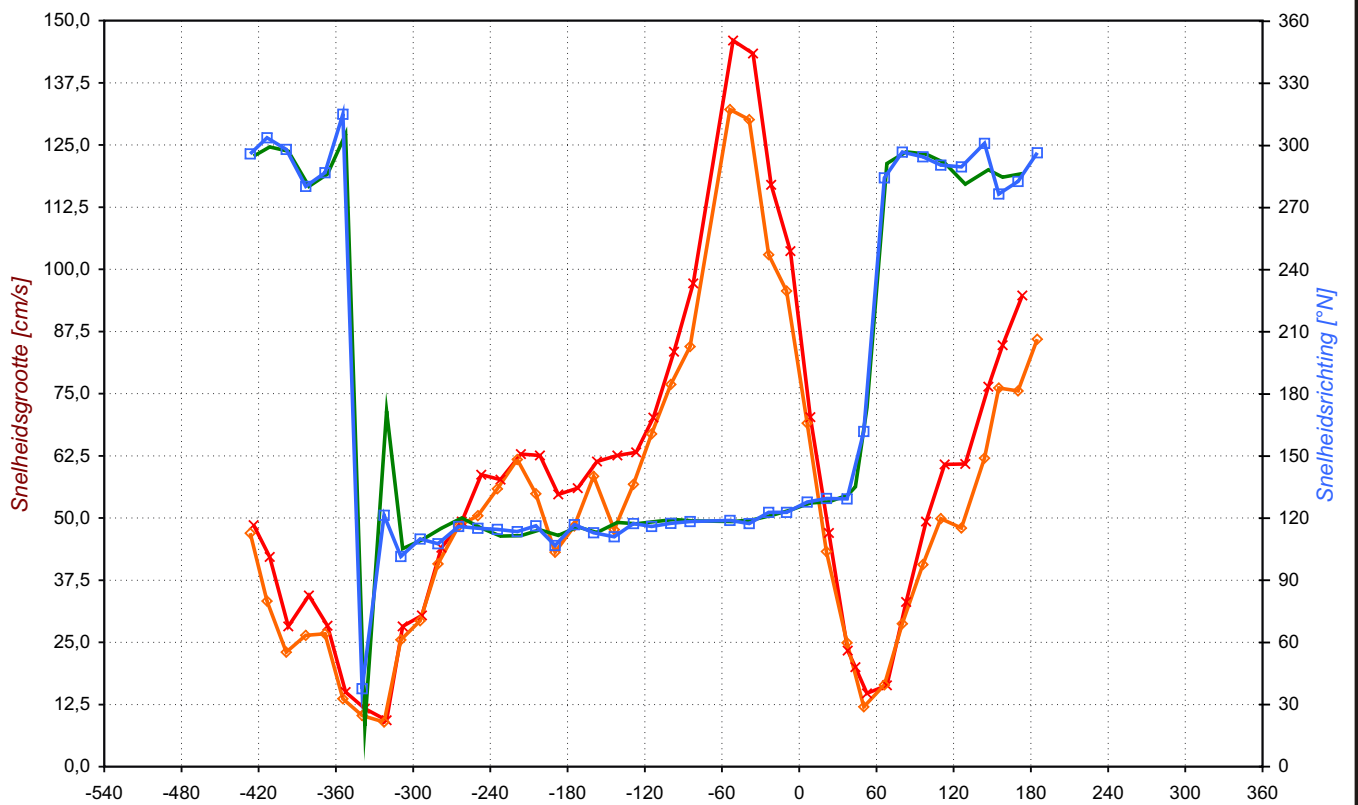
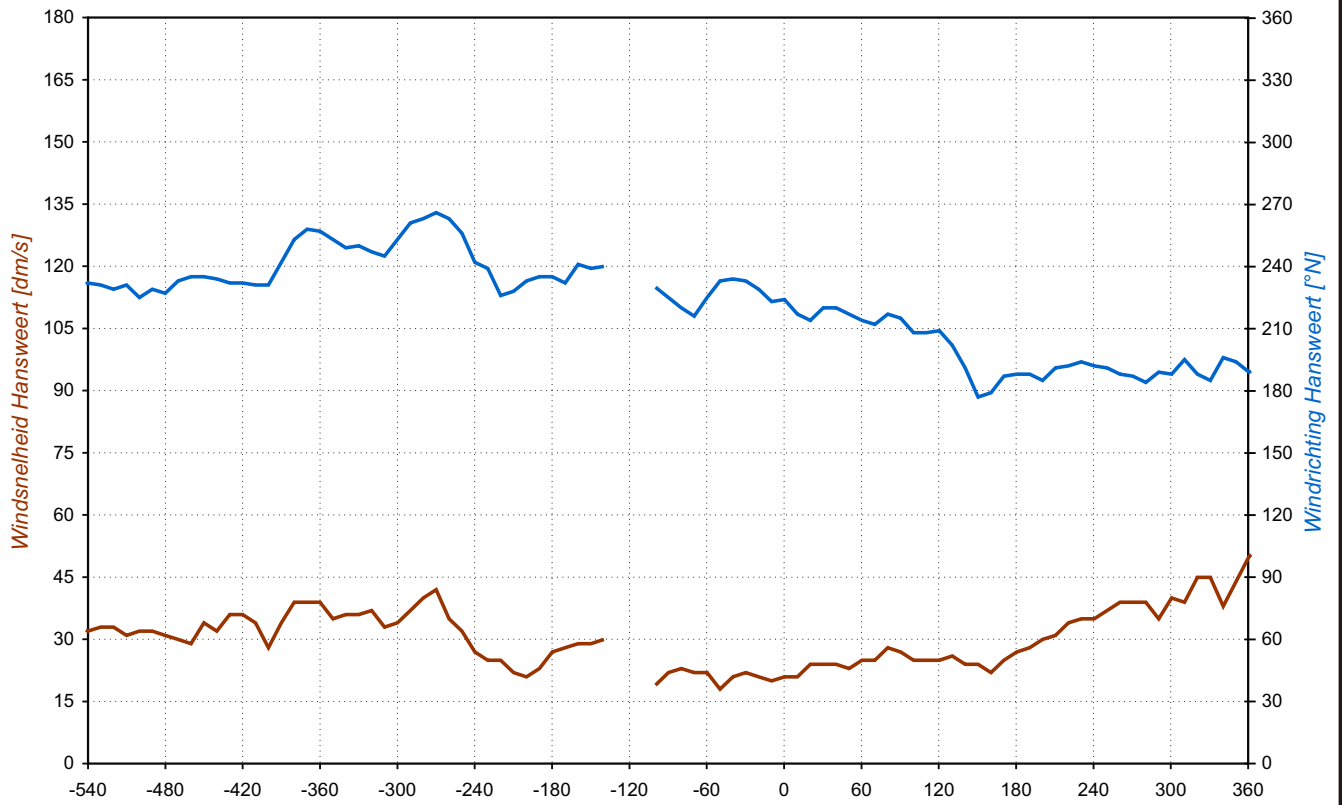
Korrelgrootte in suspensie (DBH) - 26/11/2007



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur C71



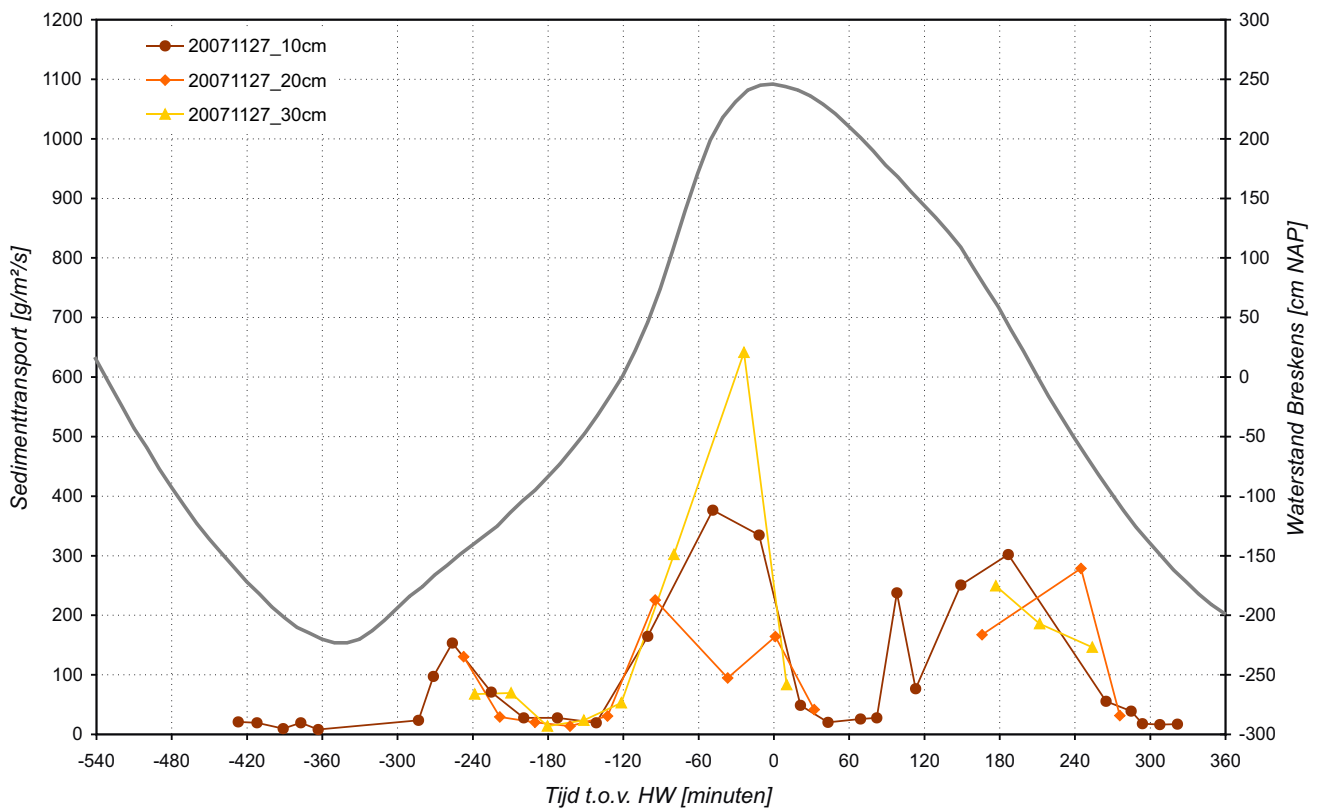
Sedimenttransportmeting te Hoofdplaat - 27/11/2007  
 Wind (boven) - Snelheid (Onder)



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
 Borgerhout - Antwerpen

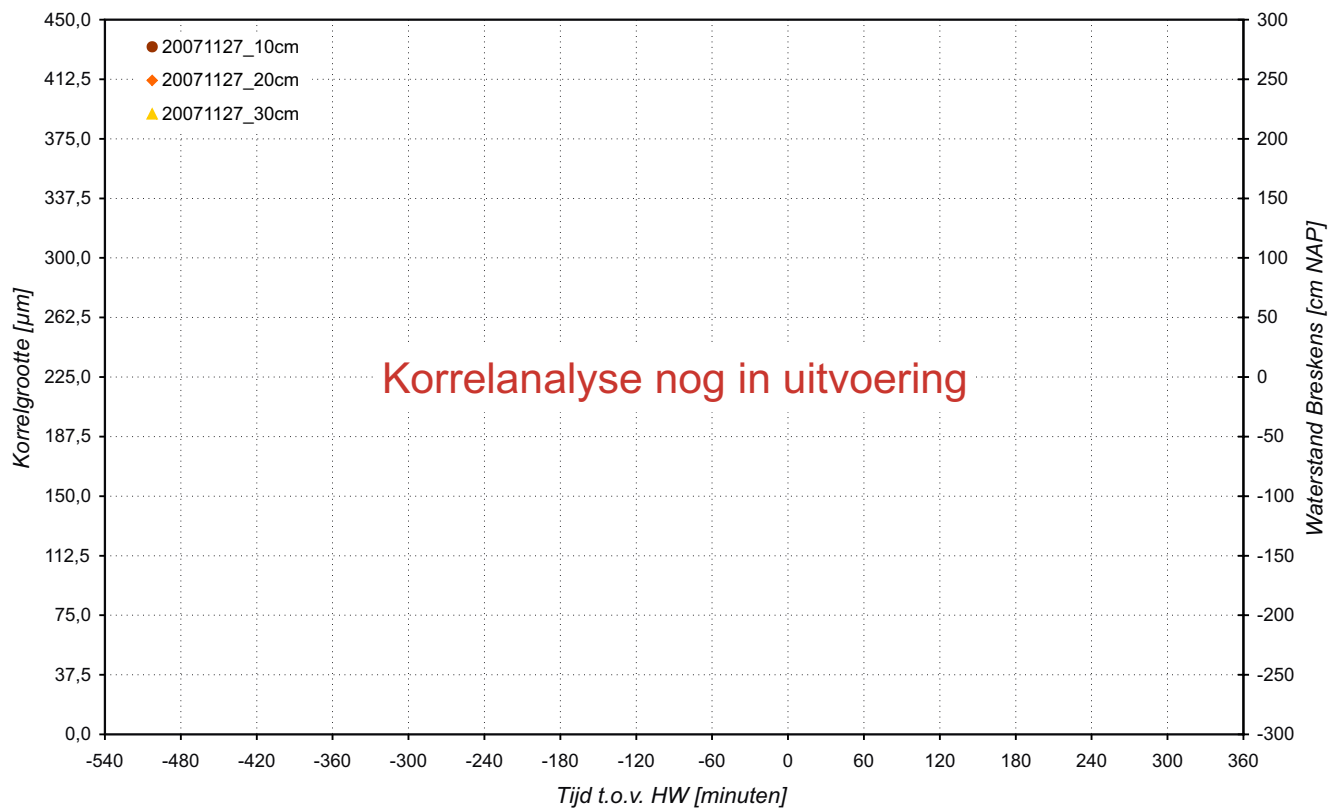
**M 791/06**

Figuur C72



Sedimenttransport nabij de bodem (DBF) - 27/11/2007





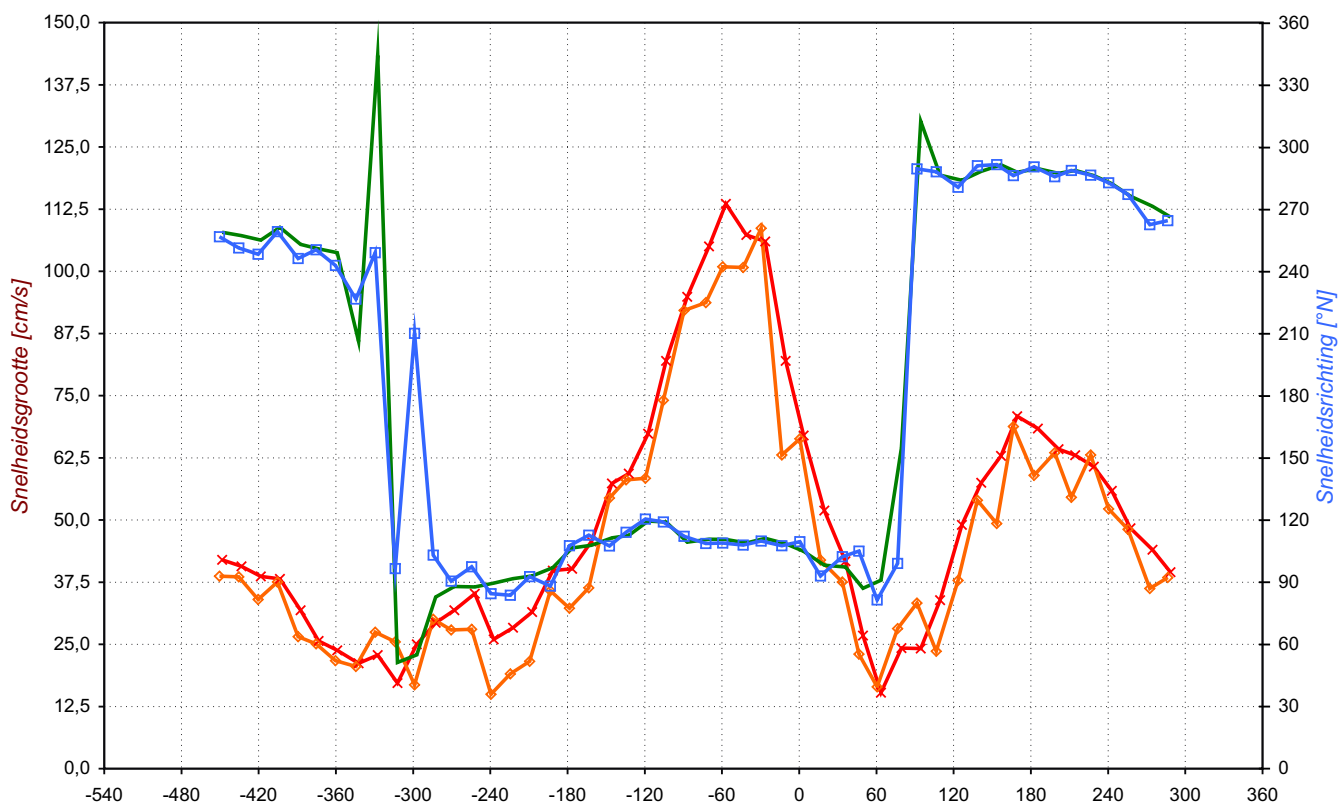
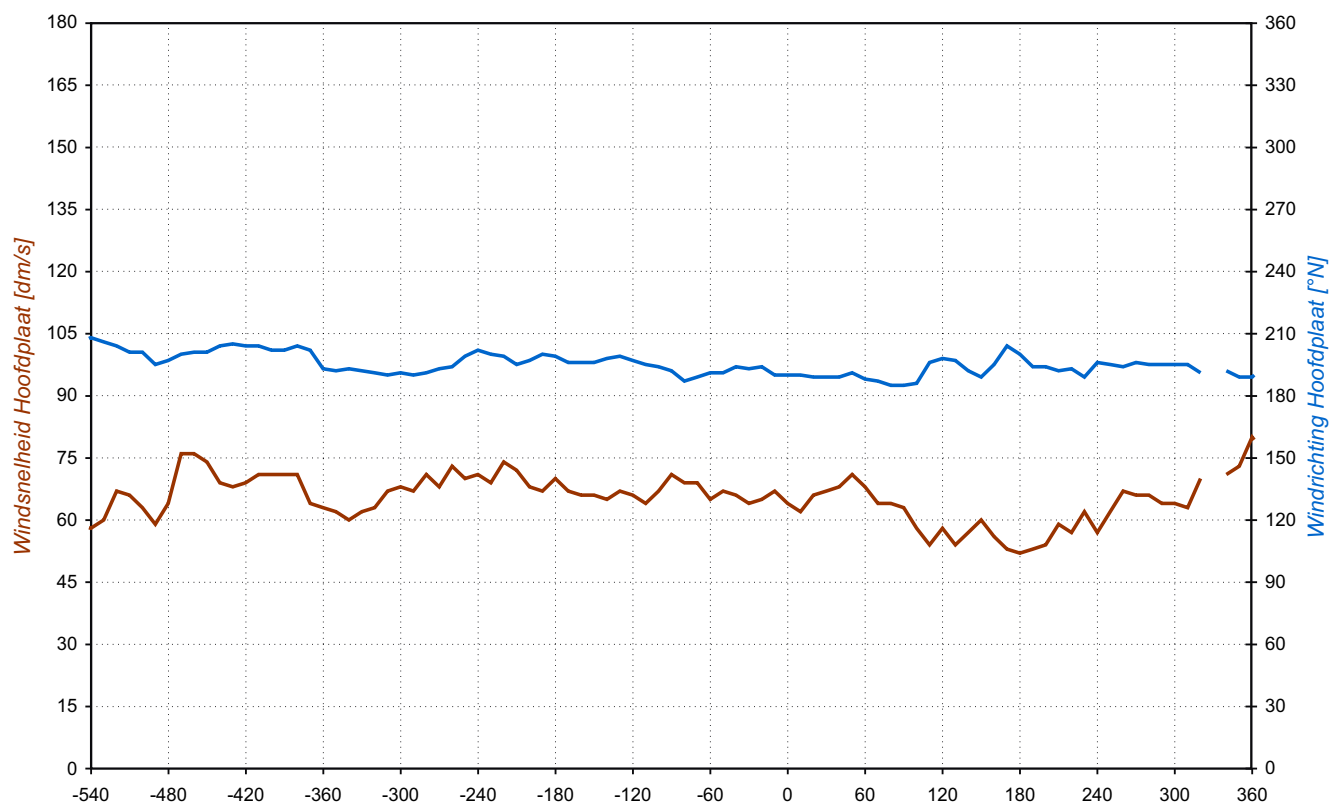
Korrelgrootte nabij de bodem (DBF) - 27/11/2007



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur C74



Sedimenttransportmeting te Hoofdplaat - 28/11/2007  
 Wind (boven) - Snelheid (Onder)

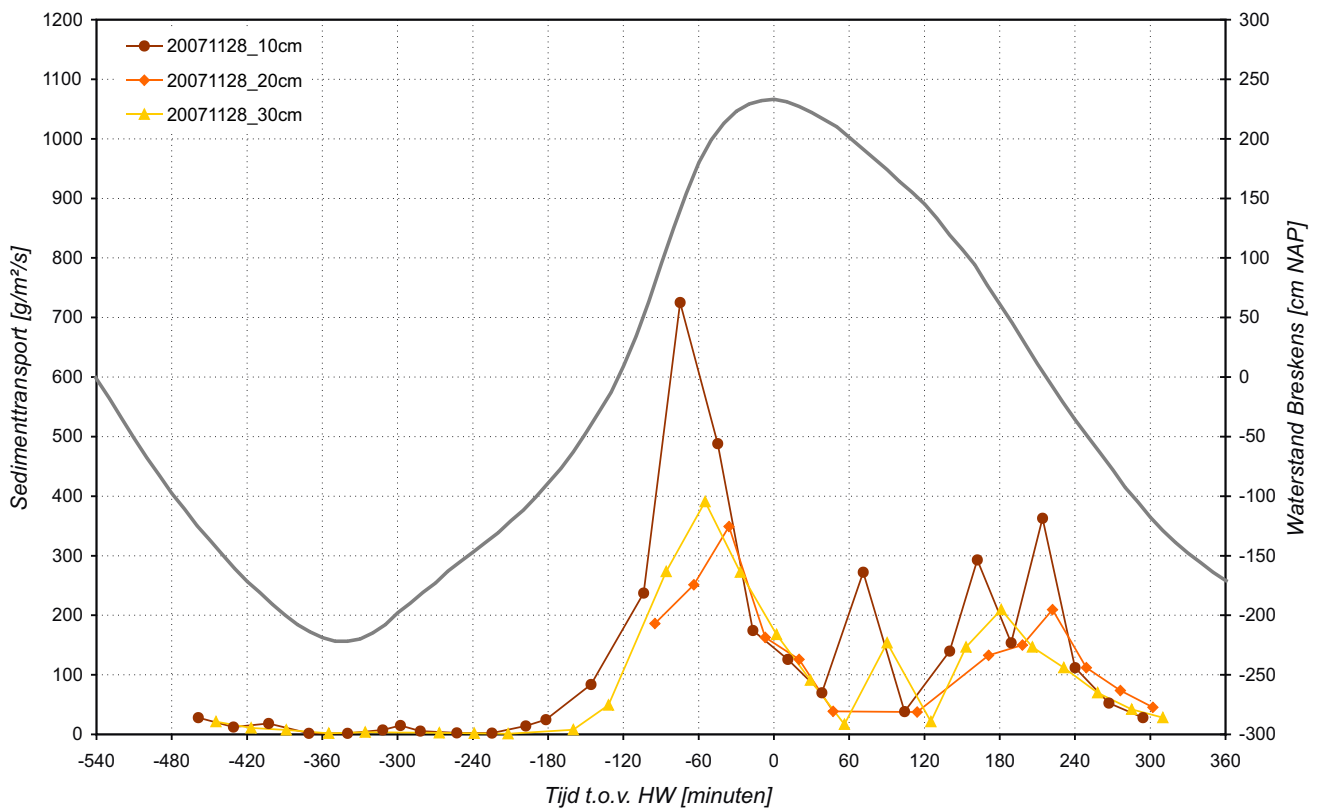


**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
 Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

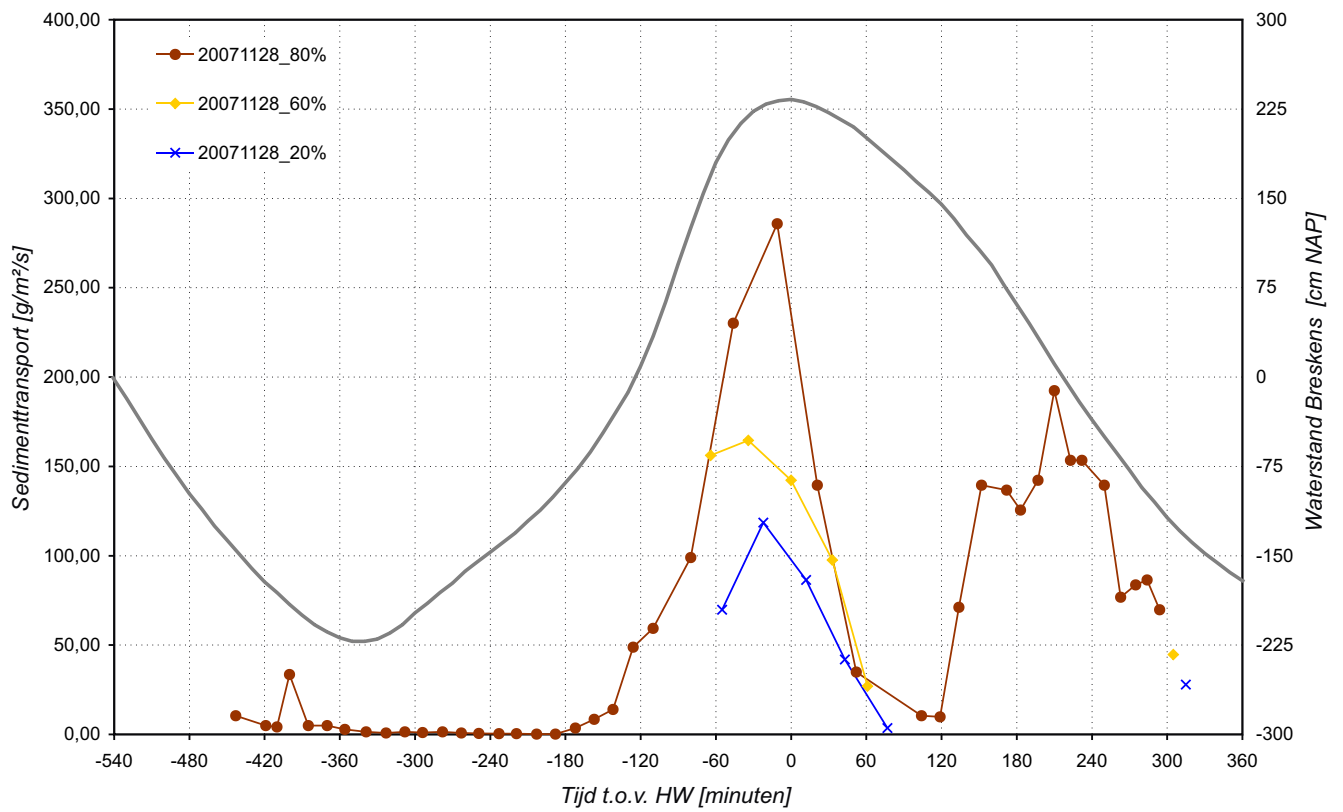
Figuur C75





Sedimenttransport nabij de bodem (DBF) - 28/11/2007





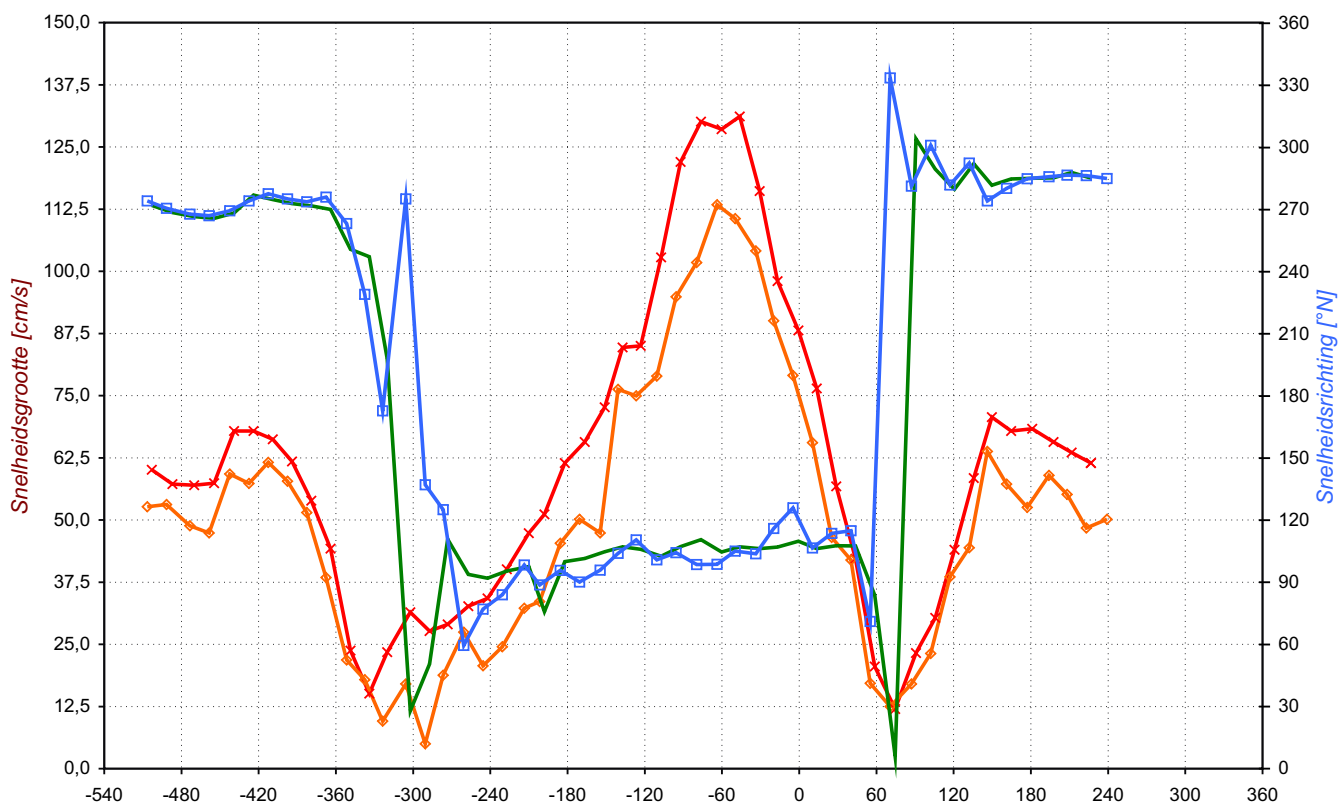
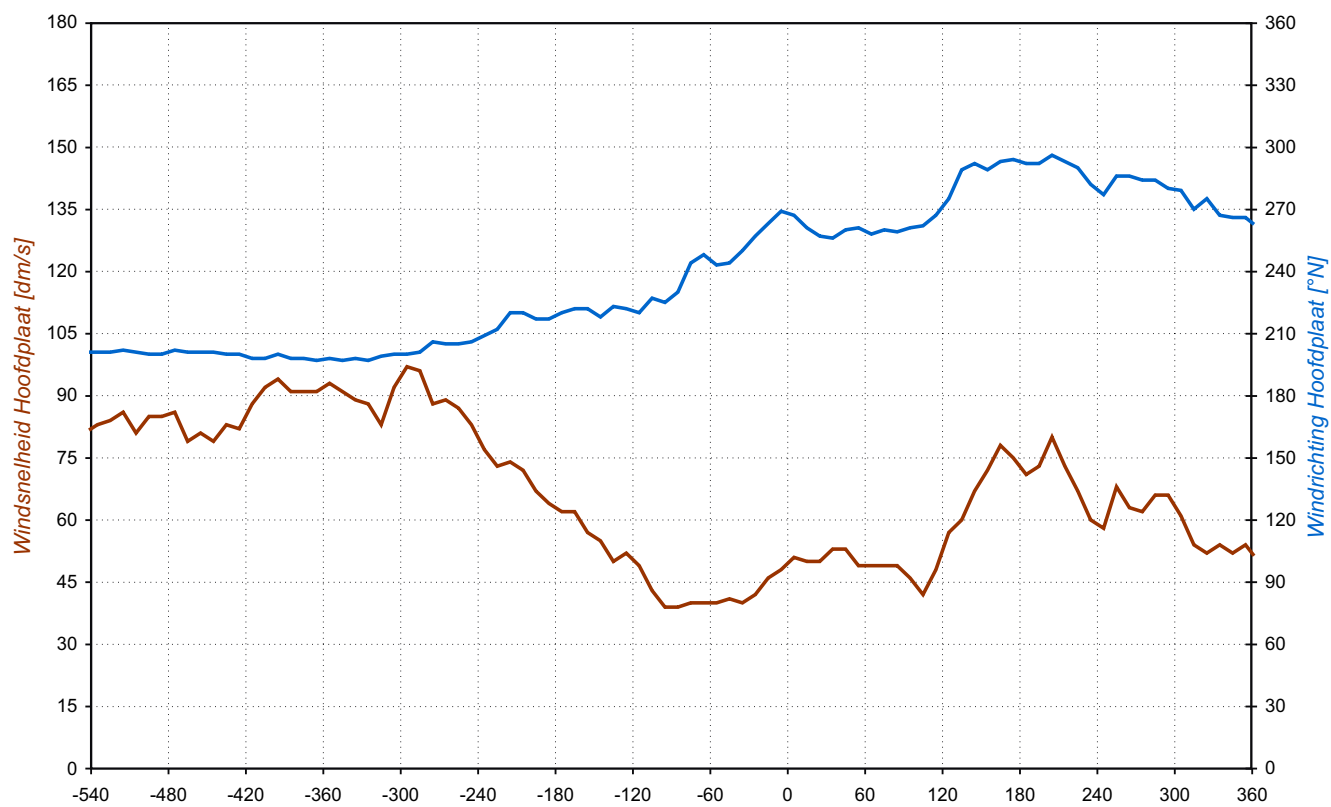
Sedimenttransport in suspensie (DBH) - 28/11/2007



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
 Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur C77



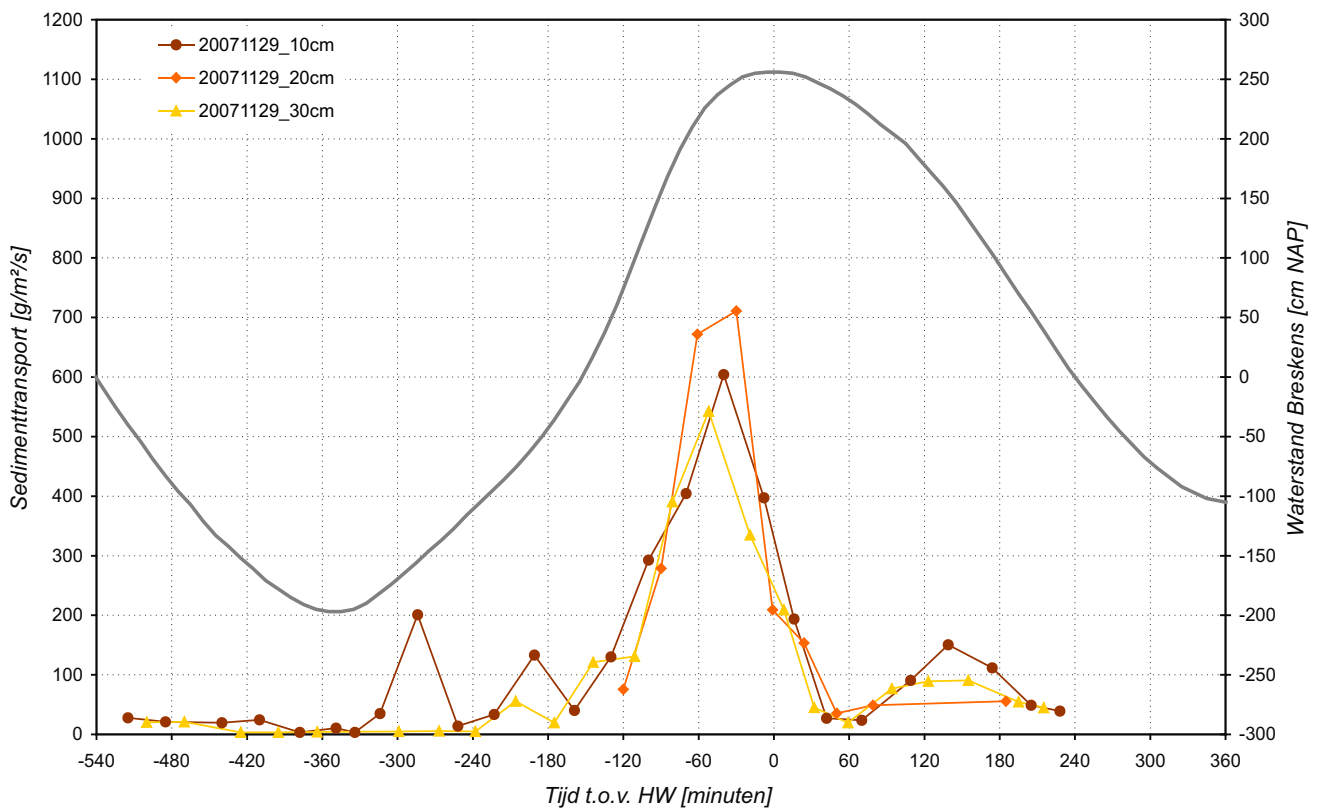
Sedimenttransportmeting te Hoofdplaat - 29/11/2007  
 Wind (boven) - Snelheid (Onder)



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
 Borgerhout - Antwerpen

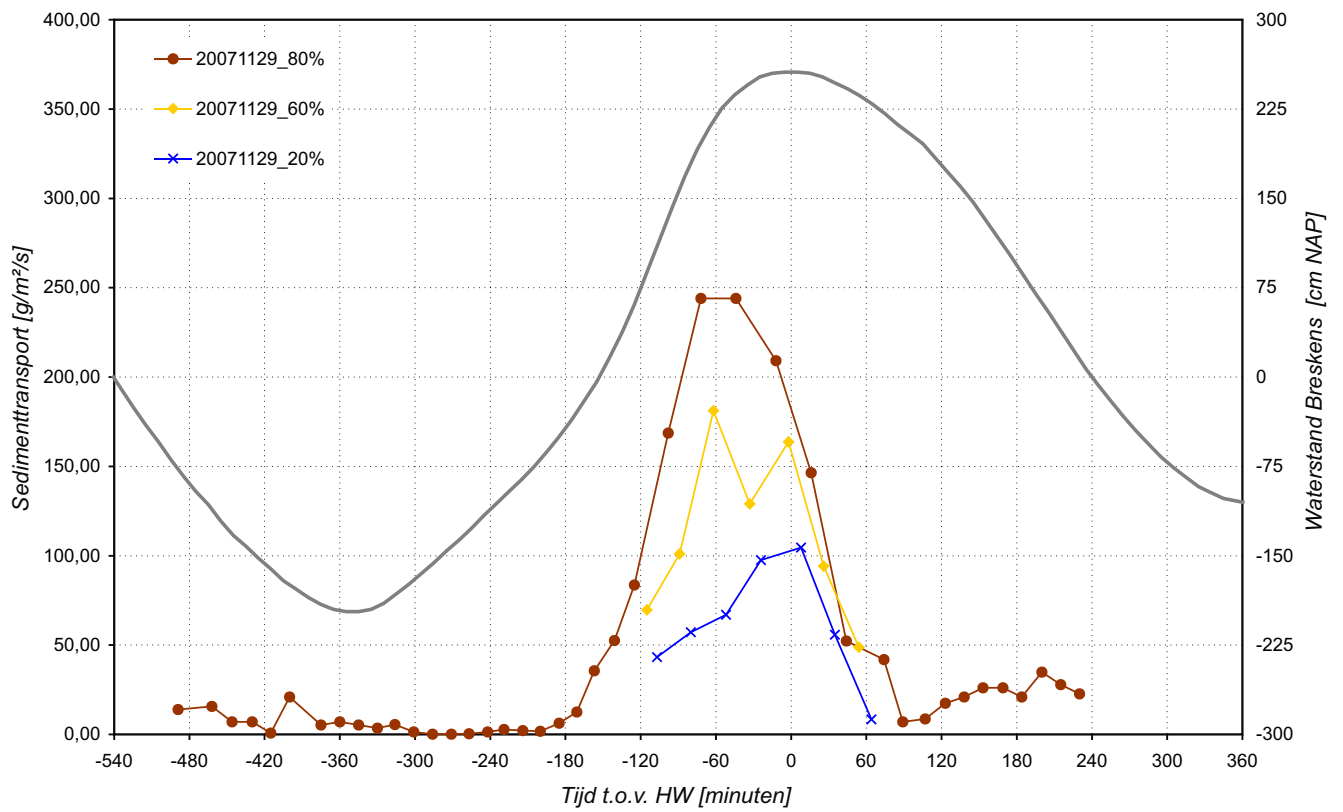
**M 791/06**

Figuur C78



Sedimenttransport nabij de bodem (DBF) - 29/11/2007





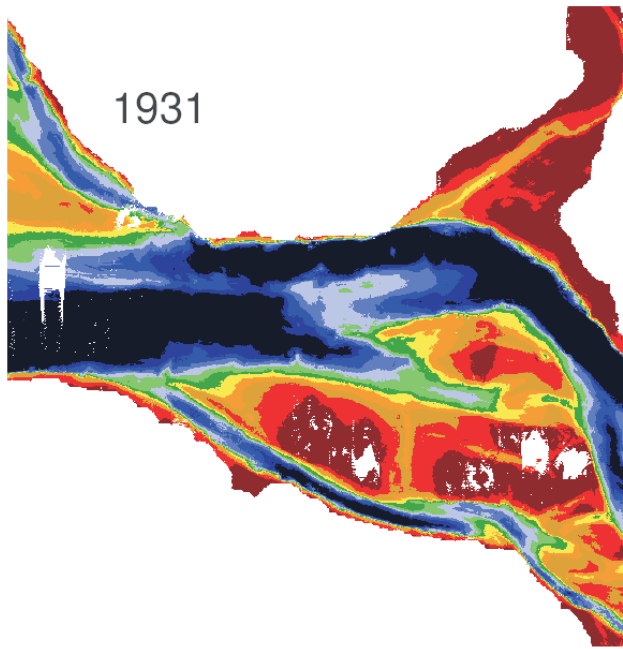
Sedimenttransport in suspensie (DBH) - 29/11/2007



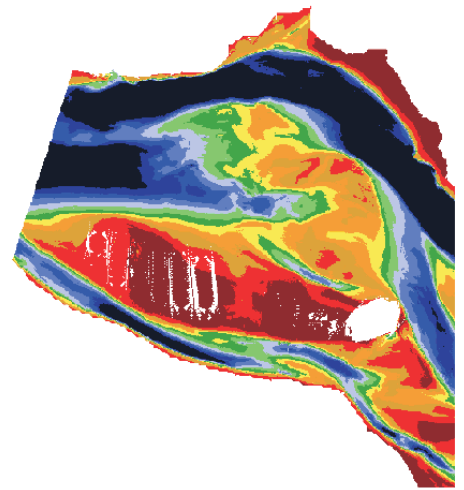
**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
 Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

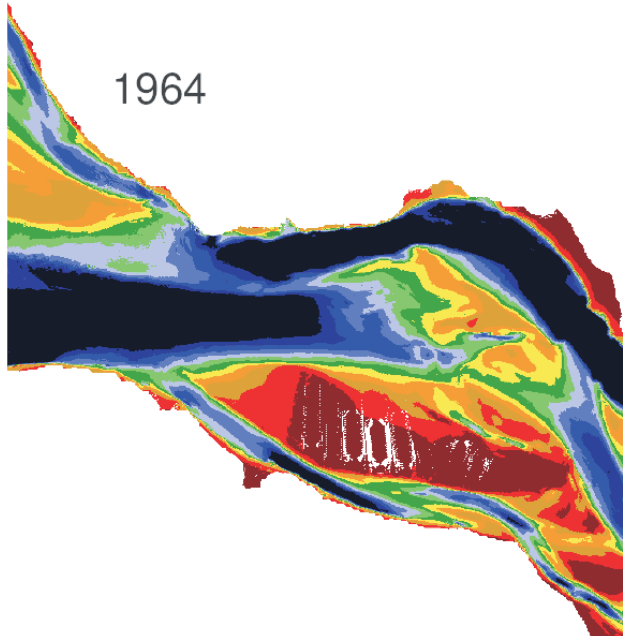
Figuur C80



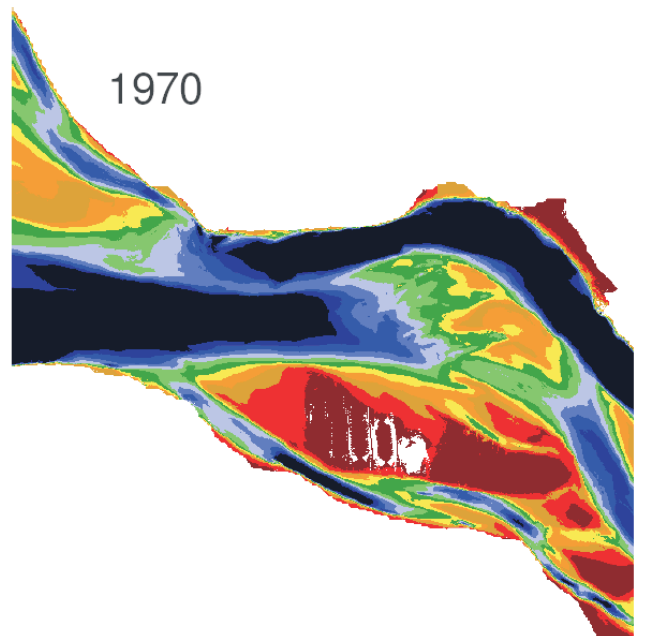
1955



1964



1970



	> + 0m NAP
	+0m tot -2m NAP
	-2m tot -4m NAP
	-4m tot -6m NAP
	-6m tot -8m NAP
	-8m tot -10m NAP
	-10m tot -12m NAP
	-12m tot -14m NAP
	-14m tot -16m NAP
	-16m tot -18m NAP
	-18m tot -20m NAP
	< -20m NAP

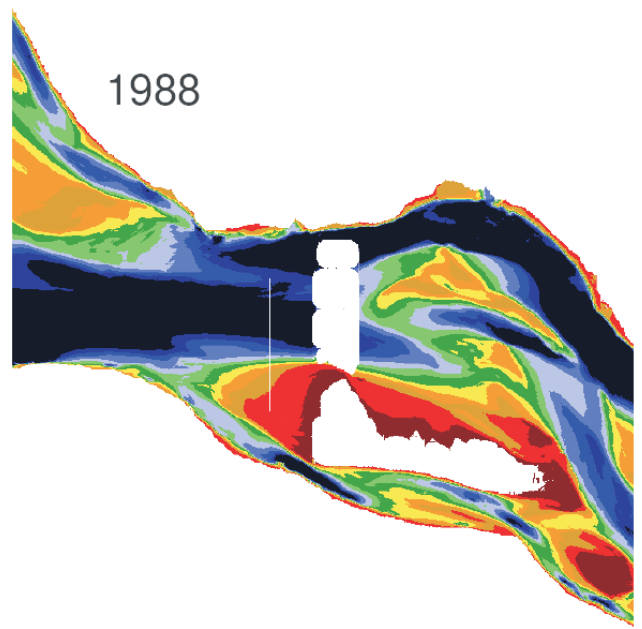
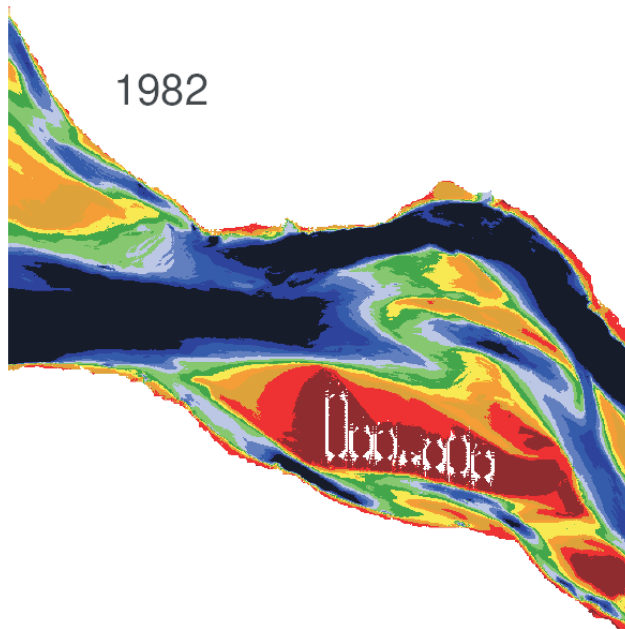
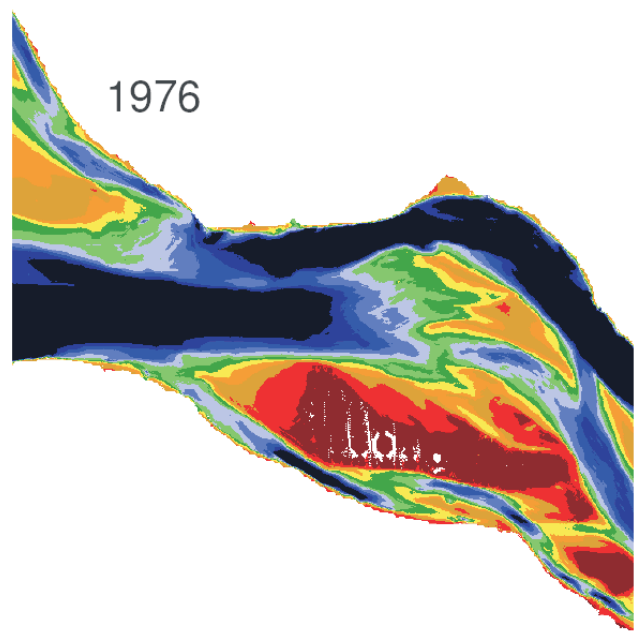
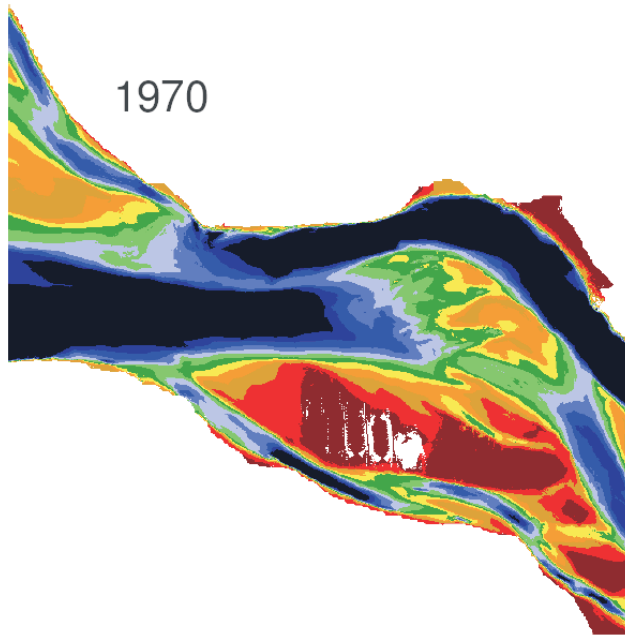
Morfologische ontwikkeling Hooge Platen (1931 - 1970)



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

**M 791/06**

Figuur C81

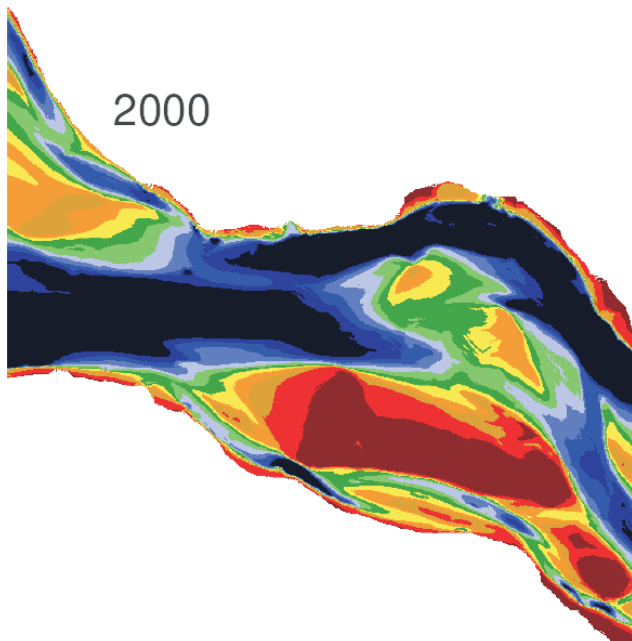
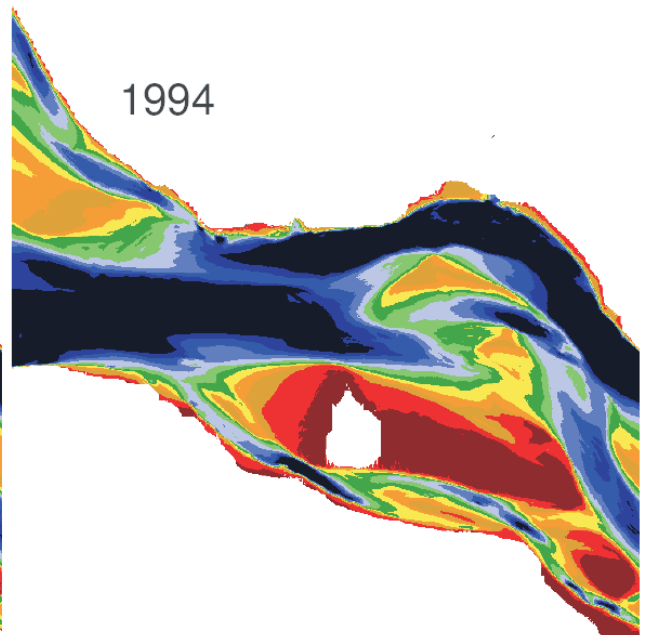
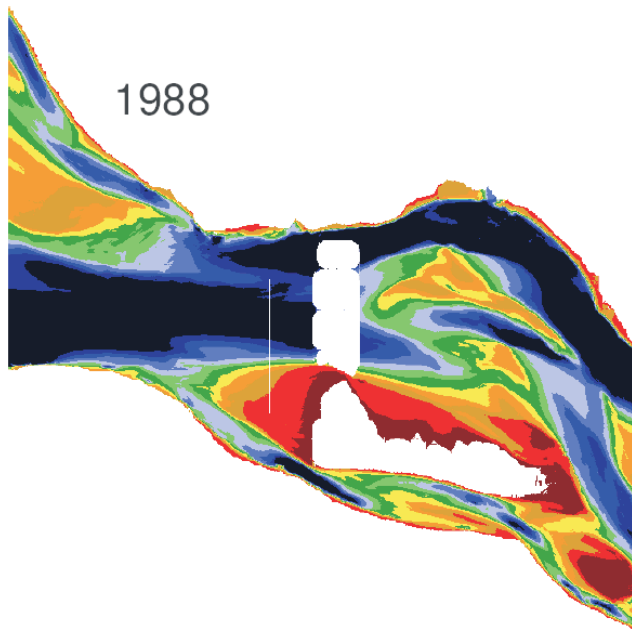


	> + 0m NAP
	+0m tot -2m NAP
	-2m tot -4m NAP
	-4m tot -6m NAP
	-6m tot -8m NAP
	-8m tot -10m NAP
	-10m tot -12m NAP
	-12m tot -14m NAP
	-14m tot -16m NAP
	-16m tot -18m NAP
	-18m tot -20m NAP
	< -20m NAP

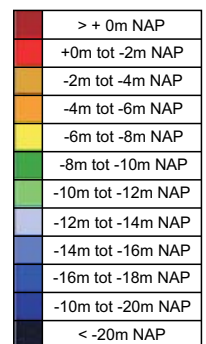
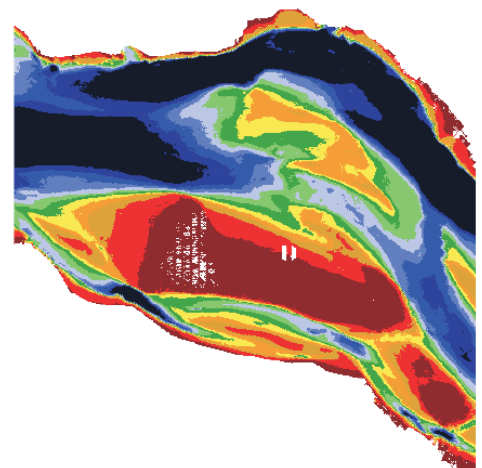
Morfologische ontwikkeling Hooge Platen (1970 - 1988)







2005



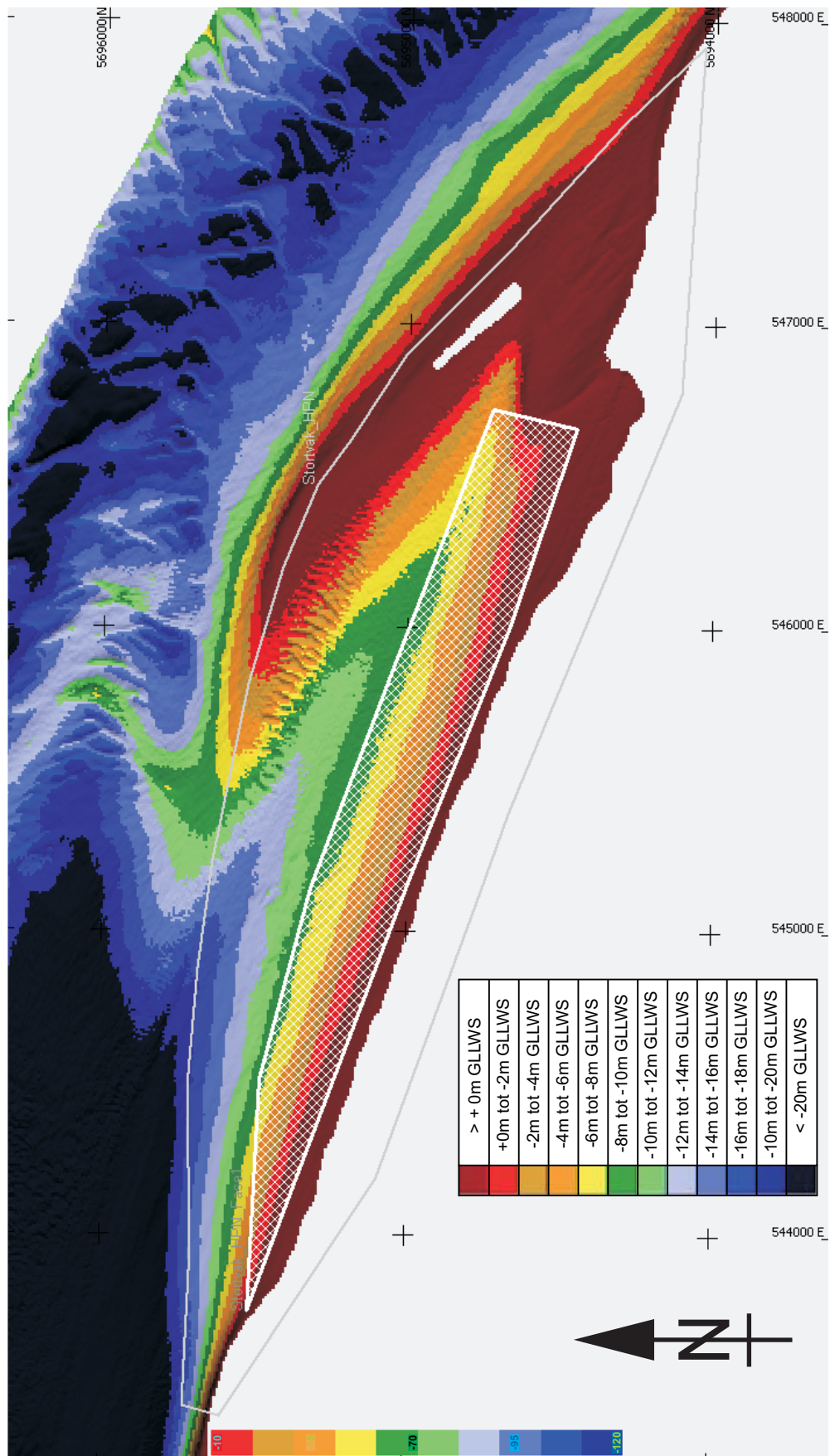
Morfologische ontwikkeling Hooge Platen (1988 - 2005)



**WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM**  
Borgerhout - Antwerpen

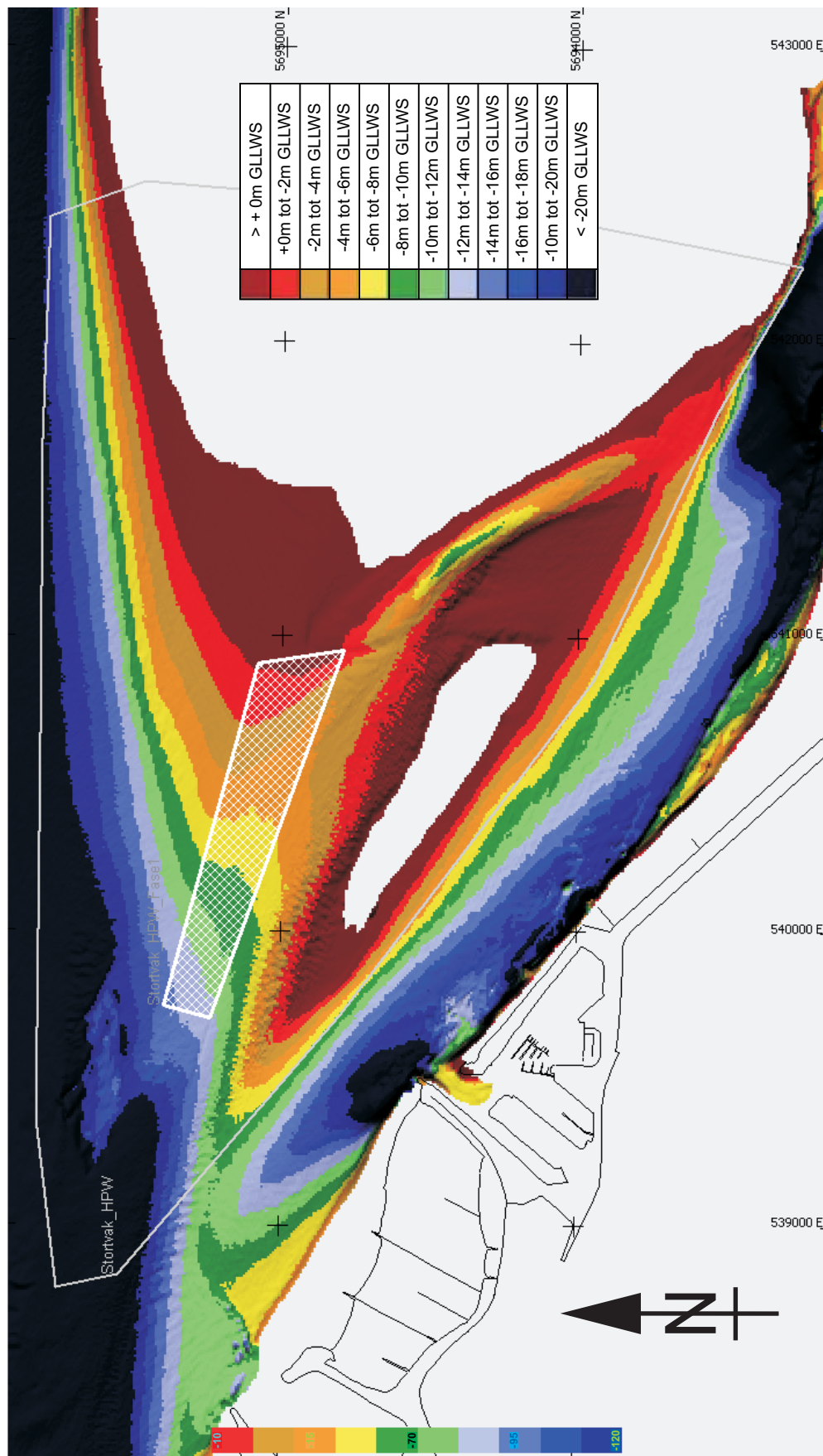
**M 791/06**

Figuur C83




Voorgestelde stortzone Hooge Platen Noord  
totaal (grijs) en fase 1 (wit)





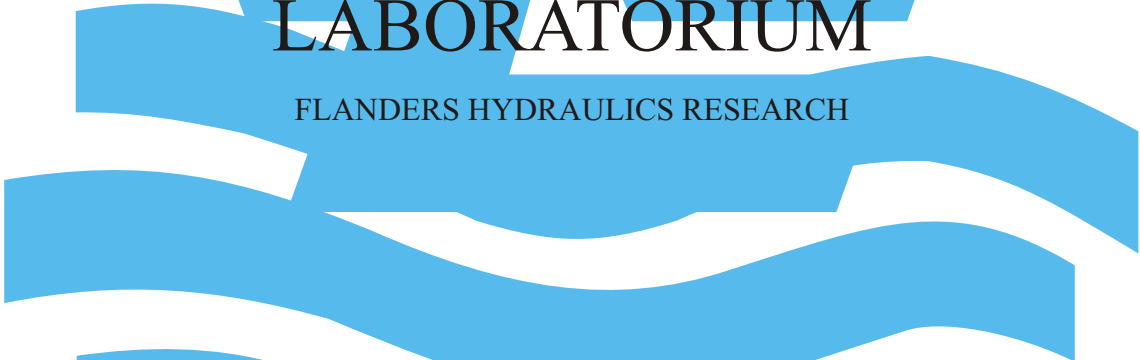
Voorgestelde stortzone Hooge Platen West  
totaal (grijs) en fase 1 (wit)





**WATERBOUWKUNDIG  
LABORATORIUM**

FLANDERS HYDRAULICS RESEARCH



Berchemlei 115  
B- 2140 ANTWERPEN  
tel. 32(0)3/224 60 35  
fax 32(0)3/224 60 36

e-mail: [waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be](mailto:waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be)

<http://www.watlab.be>



# FLANDERS HYDRAULICS RESEARCH

## WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM

### FLANDERS HYDRAULICS RESEARCH



Vlaamse overheid  
Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
afdeling Waterbouwkundig Laboratorium  
Berchemlei 115 - B-2140 Antwerpen