



WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM

FLANDERS HYDRAULICS
RESEARCH

WESTERSCHELDE - GAT VAN OSSENISSE

ONDERZOEK NAAR EN EVALUATIE VAN SEDIMENTTRANSPORT BIJ UITVOEREN VAN ONDERHOUDSBAGGERWERKEN MET DE AIRSET



Vlaamse Overheid
Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Waterbouwkundig Laboratorium

MOD. 791/02D

ONDERZOEK NAAR EN EVALUATIE VAN
SEDIMENTTRANSPORT BIJ UITVOEREN
ONDERHOUDSBAGGERWERKEN MET DE AIRSET IN
HET GAT VAN OSSENISSE

Eindrapport

Februari 2008

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Plancke Y., (2008). Onderzoek naar en evaluatie van sedimenttransport bij uitvoeren onderhoudsbaggerwerken met de Airset in het Gat van Ossensisse. WL Rapporten, 791/02D. 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

<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

Titel:	Onderzoek naar en evaluatie van sedimenttransport bij uitvoeren onderhoudsbaggerwerken met de Airset in het Gat van Ossenisse		
Opdrachtgever:	PROSES2010	ID:	WL2008R791/02D_1rev2.0
Keywords (3-5):	Alternatieve baggertechnieken, Airset, Westerschelde, sedimenttransport		
Tekst (p.):		Tabellen (p.):	
Bijlagen (p.):		Figuren (p.):	
Type:	☐ Concept ☒ Eindversie		
Verspreiding:	☒ Opdrachtgever ☐ Publiek ☐ Vlaamse overheid ☐ Enkel binnen het WL		
	☐ 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	11/02/2008	Concept eindrapport	YPE	YPE	ETS
1.1		Opmerkingen opdrachtgever			
2.0	27/02/2008	Definitief eindrapport	YPE	YPE	ETS

Abstract

Op bepaalde locaties in de Westerschelde is het door de aanwezigheid van kabels en leidingen onmogelijk onderhoudsbaggerwerken uit te voeren door middel van de klassieke baggertechniek. Daarom werd een proef uitgevoerd met het baggerwerktuig Airset, dat gebruik maakt van de injectie van een water-luchtmengsel in de bodem om de specie te fluidiseren. Topo-bathymetrische opnames werden uitgevoerd om de werken op te volgen. Daarnaast werd gedurende één dag een meetcampagne uitgevoerd om de sedimentverspreiding in beeld te brengen.

Bij de uitvoering van een proef met het baggerwerktuig Airset werd gedurende twee weken een laag van één tot twee meter dikte verwijderd op een aanwezige duinkruin. Volumeberekeningen geven aan dat over deze periode ca. 16.000 m³ specie werd verwijderd van de duinkruin. Op basis van de beschikbare topo-bathymetrische opnames kan geconcludeerd worden dat een deel (ca. 40%) van de specie zich afzet in de onmiddellijke omgeving (naastliggende dal). Het andere deel (ca. 60%) wordt verspreid over een grotere ruimtelijke omgeving. Binnen de gedefinieerde controlezones (op een afstand van 250 tot 500 meter tot de leiding) is geen systematische aanzanding vast te stellen.

Na de uitvoering van de werken werden bijkomende peilingen uitgevoerd om de ontwikkeling van de duinkruin vast te stellen. Deze resultaten geven aan dat de duinkruin haar peil behoudt van na de werken. Wel wordt een duinmigratie vastgesteld die overeenstemt met de beweging die voor de werken plaatsvond.

De resultaten van de sedimenttransportmetingen, waarbij de backscatter van de ADCP doorvertaald is naar sedimentconcentratie, tonen aan dat de sedimentverspreiding in de waterkolom door de Airset beperkt is. De metingen geven tijdens de vloed een lichte verhoging (ca. 15 mg/l) van de sedimentconcentratie nabij de bodem in het gebied tot 300 m van de Airset. Tijdens de eb is deze toename nog kleiner (ca. 5 mg/l). In het gebied verder dan 300 m verwijderd van de Airset is de toename van de sedimentconcentratie zeer beperkt.

VOORWOORD

Dit onderzoek is tot stand gekomen dankzij de samenwerking tussen verschillende afdelingen binnen de Vlaamse overheid, bijgestaan door het studiebureau IMDC NV. Daarvoor een woord van dank aan de bemanning van het meetschip MS Scheldewacht II voor hun bereidwillige medewerking en inzet tijdens de uitvoering van de meetcampagne. De geapprecieerde bijdrage van collega's van het Waterbouwkundig Laboratorium (onderzoekscel Hydrometrie en Hydraulica) en het studiebureau maakten het mogelijk de metingen en de analyses tot een goed eind te brengen.

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD.....	i
INHOUDSOPGAVE.....	ii
LIJST VAN DE FIGUREN.....	iii
LIJST VAN DE TABELLEN	v
LIJST VAN DE AFKORTINGEN.....	vi
1 Inleiding	1
2 Plan van aanpak.....	2
3 Alternatieve baggermethode – Airset.....	3
4 Beschrijving Meetmethodes	4
4.1 Topo-bathymetrische opnames	4
4.2 Snelheid	5
4.3 Sedimentconcentratie	5
4.4 Korrelamenstelling.....	5
4.4.1 Ontzouten	5
4.4.2 Verbranden organisch materiaal.....	6
4.4.3 Korrelanalyse met behulp van Mastersizer 2000	6
5 Resultaten	7
5.1 Topo-bathymetrische opnames	7
5.2 Snelheid	7
5.3 Sedimentconcentratie	7
5.4 Korrelamenstelling.....	8
6 Analyse van de metingen – effectiviteit van de werken	9
7 Analyse van de metingen – Sedimentverspreiding.....	11
8 Besluit.....	12
9 Advies.....	13
10 Referenties	14

LIJST VAN DE FIGUREN

Figuur 1 - Baggerwerktuig "Airset"	
Figuur 2 - Overzicht werkgebied (shaded view) met gebruikte polygonen en raaien	
Figuur 3 - Topo-bathymetrie 14/07/2006 (Eurosense)	
Figuur 4 - Topo-bathymetrie 22/08/2006 (Eurosense)	
Figuur 5 - Topo-bathymetrie 14/11/2006 (Eurosense)	
Figuur 6 - Topo-bathymetrie 28/09/2007 (Eurosense)	
Figuur 7 - Topo-bathymetrie 12/10/2007 (Geometius)	
Figuur 8 - Topo-bathymetrie 17/10/2007 (Geometius)	
Figuur 9 - Verschilkaart 17/10/2007 t.o.v. 12/10/2007	
Figuur 10 - Topo-bathymetrie 18/10/2007 (Geometius)	
Figuur 11 - Verschilkaart 18/10/2007 t.o.v. 12/10/2007	
Figuur 12 - Topo-bathymetrie 19/10/2007 (Geometius)	
Figuur 13 - Verschilkaart 19/10/2007 t.o.v. 12/10/2007	
Figuur 14 - Topo-bathymetrie 22/10/2007 (Geometius)	
Figuur 15 - Verschilkaart 22/10/2007 t.o.v. 12/10/2007	
Figuur 16 - Topo-bathymetrie 23/10/2007 (Geometius)	
Figuur 17 - Verschilkaart 23/10/2007 t.o.v. 12/10/2007	
Figuur 18 - Topo-bathymetrie 25/10/2007 (Geometius)	
Figuur 19 - Verschilkaart 25/10/2007 t.o.v. 12/10/2007	
Figuur 20 - Topo-bathymetrie 26/10/2007 (Geometius)	
Figuur 21 - Verschilkaart 26/10/2007 t.o.v. 12/10/2007	
Figuur 22 - Topo-bathymetrie 29/10/2007 (Geometius)	
Figuur 23 - Verschilkaart 29/10/2007 t.o.v. 12/10/2007	
Figuur 24 - Topo-bathymetrie 01/11/2007 (Rijkswaterstaat)	
Figuur 25 - Verschilkaart 01/11/2007 t.o.v. 12/10/2007	
Figuur 26 - Topo-bathymetrie 09/11/2007 (Rijkswaterstaat)	
Figuur 27 - Verschilkaart 09/11/2007 t.o.v. 12/10/2007	
Figuur 28 - Topo-bathymetrie 16/11/2007 (Rijkswaterstaat)	
Figuur 29 - Verschilkaart 16/11/2007 t.o.v. 12/10/2007	
Figuur 30 - Topo-bathymetrie 22/11/2007 (Vlaamse Hydrografie)	
Figuur 31 - Verschilkaart 22/11/2007 t.o.v. 12/10/2007	
Figuur 32 - Topo-bathymetrie 17/12/2007 (Vlaamse Hydrografie)	
Figuur 33 - Verschilkaart 17/12/2007 t.o.v. 12/10/2007	
Figuur 34 - Topo-bathymetrie 11/01/2008 (Vlaamse Hydrografie)	

Figuur 35 - Verschilkaart 11/01/2008 t.o.v. 12/10/2007	
Figuur 36 - Verschilkaart 22/08/2006 t.o.v. 14/07/2006 (Eurosense)	
Figuur 37 - Verschilkaart 25/10/2007 t.o.v. 23/10/2007 (Geometius)	
Figuur 38 - Verschilkaart 16/11/2007 t.o.v. 09/11/2007 (Rijkswaterstaat)	
Figuur 39 - Verschilkaart 11/01/2008 t.o.v. 17/12/2007 (Vlaamse Hydrografie)	
Figuur 40 - Relatieve volumeverandering STROOK 2 * Langdurig - Tijdens uitvoering werken	
Figuur 41 - Relatieve volumeverandering STROOK 3 * Langdurig - Tijdens uitvoering werken	
Figuur 42 - Relatieve volumeverandering STROOK 4 * Langdurig - Tijdens uitvoering werken	
Figuur 43 - Relatieve volumeverandering STROOK 5 * Langdurig - Tijdens uitvoering werken	
Figuur 44 - Relatieve volumeverandering STROOK 6 * Langdurig - Tijdens uitvoering werken	
Figuur 45 - Relatieve volumeverandering STROOK 7 * Langdurig - Tijdens uitvoering werken	
Figuur 46 - Morfologische ontwikkeling RAAI 23 * Voor aanvang van en tijdens de werken	
Figuur 47 - Morfologische ontwikkeling RAAI 23 * Na de werken.....	
Figuur 48 - Morfologische ontwikkeling RAAI 34 * Voor aanvang van en tijdens de werken	
Figuur 49 - Morfologische ontwikkeling RAAI 34 * Na de werken.....	
Figuur 50 - Morfologische ontwikkeling RAAI 45 * Voor aanvang van en tijdens de werken	
Figuur 51 - Morfologische ontwikkeling RAAI 45 * Na de werken.....	
Figuur 52 - Morfologische ontwikkeling RAAI 56 * Voor aanvang van en tijdens de werken	
Figuur 53 - Morfologische ontwikkeling RAAI 56 * Na de werken.....	
Figuur 54 - Morfologische ontwikkeling KABEL * Voor aanvang van en tijdens de werken	
Figuur 55 - Morfologische ontwikkeling KABEL * Na de werken.....	

LIJST VAN DE TABELLEN

Tabel 1: Overzicht beschikbare topo-bathymetrische opnames	4
Tabel 2: Overzicht resultaten korrelanalyse	8

LIJST VAN DE AFKORTINGEN

DL:	duin gelegen in de impactzone landkant
DZ:	duin gelegen in de impactzone zeekant
ED50:	European Datum 1950
GLLWS:	gemiddeld laag laagwater spring
MOW:	Departement van Mobiliteit en Openbare Werken
MT:	Maritieme Toegang
NAP:	Nieuw Amsterdams Peil
RDS:	Rijksdriehoekstelsel
RWS:	Rijkswaterstaat
UTM31:	Universal Transverse Mercator 1931

1 INLEIDING

Om de toegankelijkheid naar de haven van Antwerpen te garanderen dienen onderhoudsbaggerwerken uitgevoerd te worden in de vaargeul. Tussen de raai Vlissingen – Breskens en de haven van Antwerpen zijn er een aantal drempels waar op regelmatige tijdstippen baggerwerken uitgevoerd worden. Deze baggerwerken worden normaliter uitgevoerd door sleephopperzuigers die de specie “opzuigen” om voldoende diepgang te creëren. De opgebaggerde specie wordt dan binnen het estuarium teruggestort, hoofdzakelijk in de nevengeulen.

In het Gat van Ossenisse is deze traditionele manier van baggeren echter niet mogelijk door de aanwezigheid van leidingen en kabels in de bodem (50kV). Daarom dient voor het onderhouden van de diepte gebruik gemaakt te worden van een andere techniek. Hierbij wordt een ploeg (“sweepbeam”) gebruikt, die de overtollige specie door middel van een ploeg (eventueel met bijkomende injectie van water via jets) verplaatst en/of opwoelt.

De aannemer De Boer beschikt over het baggerwerktuig Airset dat ook kan ingezet worden voor het verrichten van baggerwerken boven kabels en leidingen. Het maakt gebruik van de techniek waarbij een water-lucht-mengsel in de bodem geïnjecteerd wordt om de specie te fluïdiseren. Er werd besloten tot het uitvoeren van een proef.

Om de uitvoering van de proef te kunnen evalueren is het noodzakelijk om sedimenttransportmetingen uit te voeren tijdens de werkzaamheden van de Airset. Deze studie omvat naast het uitvoeren van de metingen, ook rapporteren en analyseren van de resultaten van deze metingen die als doel hebben de sedimentverspreiding in beeld te brengen bij het uitvoeren van baggerwerken met behulp van de Airset.

In het voorjaar van 2008 zal een analoge proef uitgevoerd worden met het baggerwerktuig Alligator, dat gebruikt maakt van de sweepbeam-techniek. Hierbij zal een identiek monitoringprogramma uitgevoerd worden. Dit zal het mogelijk maken beide technieken onderling te vergelijken.

2 PLAN VAN AANPAK

Om in een antwoord te geven op de gestelde doelstelling wordt deze opdracht opgesplitst in twee deelopdrachten. Het eerste deel van de opdracht omvat het uitvoeren van sedimenttransportmetingen tijdens de werkzaamheden met de Airset. De sedimenttransportmetingen worden uitgevoerd in en nabij de werkzone. Het doel van de sedimenttransportmetingen is om de verspreiding van het sediment tijdens de werkzaamheden met de Airset in beeld te brengen. Om een beeld te krijgen van de verspreiding van het sediment over de waterkolom wordt de snelheid in combinatie met de sedimentconcentratie over de waterkolom op te meten langs 2 raaien: enerzijds een raai volgens de stroombanen in het verlengde van het werkgebied van de Airset, anderzijds een raai volgens een stroombaan parallel aan deze in het verlengde van de Airset, doch waarbij verondersteld kan worden dat deze 2^e raai onverstoorde is door de werkzaamheden. Deze 2^e raai geeft de onverstoorte referentietoestand, waartegen de invloed van de Airset naar sedimentverspreiding kan geanalyseerd worden.

Het tweede deel van de opdracht omvat het opmaken van een evaluatierapport. Ten behoeve van de evaluatie van de werkzaamheden met de Airset zullen de resultaten van hydrografische peilingen uitgevoerd door Eurosense, De Boer, Rijkswaterstaat en Vlaamse Hydrografie (afdeling Kust), worden meegenomen. De resultaten van de peilingen werden door afdeling Maritieme Toegang van het Ministerie van Mobiliteit en Openbare Werken in Antwerpen (MOW-MT) ter beschikking gesteld.

Er wordt zowel een kwalitatieve als kwantitatieve analyse uitgevoerd volgens volgende methodiek:

1. Het werkgebied van Airset wordt opgedeeld in een aantal subgebieden (stroken van ca. 50m breed en 400m lang):
 - voor deze subgebieden wordt op basis van de dagelijkse peilingen een sedimentbalans opgesteld; dit geeft aan hoeveel sediment door de Airset is verwijderd gedurende de werkdag;
 - zowel opwaarts als afwaarts worden bijkomende vakken gedefinieerd waarop ook een sedimentbalans wordt berekend; hierdoor kan de verspreiding van het in het werkgebied verwijderde sediment in beeld gebracht worden;
2. Naast de sedimentbalans worden verschilkaarten gemaakt; enerzijds tussen de initiële peiling (d.d. 12 oktober 2007, conform toelichtende vergadering) en de latere peilingen, anderzijds tussen 2 opeenvolgende peilingen.
3. Tenslotte zullen in het werkgebied raaien gedefinieerd worden (met tussenafstand van 100m) waarop de evolutie in de tijd zal voorgesteld worden. Hierdoor kan een beeld verkregen worden van de efficiëntie van de Airset en de aanzanding op andere locaties.

3 ALTERNATIEVE BAGGERMETHODE – AIRSET

In de Westerschelde is op het bepaalde plaatsen onmogelijk om met behulp van de traditionele baggertechniek (sleephopperzuiger) het onderhoud van de vaargeul uit te voeren. In het Gat van Ossensisse zijn een aantal leidingen en kabels aanwezig in de bodem die de traditionele manier van baggeren niet mogelijk maken. Daarom dient voor het onderhouden van de diepte gebruik gemaakt te worden van een andere techniek. Hierbij wordt een ploeg (“sweepbeam”) gebruikt, die de overtollige specie door middel van een ploeg (eventueel met bijkomende injectie van water via jets) verplaatst en/of opwoelt. Er werd besloten tot het uitvoeren van een proef met een andere techniek.

De firma Baggerbedrijf De Boer BV beschikt over het baggerwerktuig “Airset” (figuur 1). Door middel van pompen wordt een water en lucht mengsel in de bodem geïnjecteerd. Hierdoor wordt een bovenste laag van de bodem gefluïdiseerd en kan het materiaal gemakkelijker door de stroming getransporteerd worden.

Een beschrijving van de uitvoering van de werken in het Gat van Ossensisse kan teruggevonden worden in [Geometius, 2007].

4 BESCHRIJVING MEETMETHODES

4.1 Topo-bathymetrische opnames

In het kader van dit project werden zowel langs de kant van de opdrachtnemer van de uitvoering van de werken (De Boer / Geometius), als langs de kant van de opdrachtgever (Rijkswaterstaat en Vlaamse Hydrografie) topo-bathymetrische peilingen ter beschikking gesteld. Deze opnames gebeurden met behulp van de multibeam-techniek en de resultaten werden aangeleverd met een ruimtelijke resolutie van 1m bij 1m. Een aantal correcties moesten worden uitgevoerd daar het formaat waarin de gegevens werden aangeleverd niet uniform bleek te zijn. Een verticale correctie (2,60 m) werd toegepast op de peilingen van RWS om het verschil in referentievlak (NAP t.o.v. GLLWS Hansweert) weg te werken. Een coördinatentransformatie werd toegepast (met behulp van PC Trans) op peilingen van de Vlaamse Hydrografie (afdeling Kust) om het verschil in coördinatenstelsel (UTM31 – ED50 t.o.v. RDS Parijs) weg te werken.

In het kader van het project “Alternatieve stortlocaties Westerschelde” werden in opdracht van het Waterbouwkundig Laboratorium en Maritieme Toegang de afgelopen jaren een aantal peilingen in het gebied uitgevoerd. Deze peilingen hebben eenzelfde resolutie en worden ook meegenomen in de analyse.

Tabel 1: Overzicht beschikbare topo-bathymetrische opnames

Datum van opname	Uitvoerder	Opmerkingen
14/07/2006	Eurosense	i.h.k.v. project alternatieve stortlocaties
22/08/2006	Eurosense	i.h.k.v. project alternatieve stortlocaties
14/11/2006	Eurosense	i.h.k.v. project alternatieve stortlocaties
28/09/2007	Eurosense	i.h.k.v. project alternatieve stortlocaties
12/10/2007	Geometius	
17/10/2007	Geometius	
18/10/2007	Geometius	
19/10/2007	Geometius	
22/10/2007	Geometius	
23/10/2007	Geometius	
25/10/2007	Geometius	
26/10/2007	Geometius	
29/10/2007	Geometius	
01/11/2007	RWS	opgeleverd NAP (2,60 m t.o.v. GLLWS)
09/11/2007	RWS	opgeleverd NAP (2,60 m t.o.v. GLLWS)
16/11/2007	RWS	opgeleverd NAP (2,60 m t.o.v. GLLWS)
22/11/2007	Vlaamse Hydrografie	opgeleverd UTM31 - ED50
17/12/2007	Vlaamse Hydrografie	opgeleverd UTM31 - ED50
11/01/2008	Vlaamse Hydrografie	opgeleverd UTM31 - ED50

4.2 Snelheid

Op 24 oktober 2007 vond een meetcampagne plaats waarbij de snelheid en sedimentconcentratie werd gemeten. De metingen vond plaats tijdens de werkzaamheden met de Airset. De aanvang van de metingen viel net voor halftij rijzing, het eind van de metingen viel samen met halftij daling. Hierbij werd enerzijds gemeten volgens een raai overeenstemmend met de stroomlijn in het verlengde van de Airset, anderzijds volgens een parallelle referentieraai.

De snelheid werd gemeten door middel van de Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP- 600 kHz Workhouse (RD Instruments). Een akoestisch signaal worden uitgezonden en terug ontvangen. Aan de hand van het Doppler-effect kan hieruit een snelheidsprofiel afgeleid worden. Nabij het oppervlak en nabij de bodem bevindt zich een zgn. blanking zone waar geen metingen mogelijk zijn. De grootte van deze dode zone is afhankelijk van de instellingen (grootte van de meetcel (0,5m)) van het toestel. De verwerking van de meting werd uitgevoerd door IMDC NV. Voor een gedetailleerde beschrijving van de methodiek wordt verwezen naar [IMDC, 2008].

4.3 Sedimentconcentratie

Op 24 oktober 2007 vond een meetcampagne plaats waarbij de snelheid en sedimentconcentratie werd gemeten. De aanvang van de metingen viel net voor halftij rijzing, het eind van de metingen viel samen met halftij daling. Hierbij werd enerzijds gemeten volgens een raai overeenstemmend met de stroomlijn in het verlengde van de Airset, anderzijds volgens een parallelle referentieraai.

Op basis van de verstrooiing (backscatter) van het akoestische signaal van de ADCP kan, mits de nodige kalibratiemonsters genomen worden, een beeld van de sedimentconcentratie over het verticale profiel bekomen worden. Een gedetailleerde beschrijving van de methodiek kan gevonden worden in [IMDC, 2008], die de verwerking van de metingen voor rekening heeft genomen. Om deze techniek te kunnen toepassen werden tijdens de meting op regelmatige tijdstippen sedimentmonsters genomen. Hierbij werd door middel van een pomp een staal (1 liter) genomen, zowel nabij het wateroppervlak, als nabij de bodem. In het Waterbouwkundig Laboratorium werd met behulp van filtratie (250 ml) de sedimentconcentratie van deze monsters bepaald. Met deze sedimentconcentraties kon de omzetting van het verstrooide ADCP-signaal naar ruimtelijk beeld van de sedimentconcentratie gebeuren.

4.4 Korrelamenstelling

De restanten van de watermonsters werden samengevoegd om een korrelanalyse mogelijk te maken. De monsters genomen nabij de Airset werden samengevoegd (enerzijds nabij het wateroppervlak, anderzijds nabij de bodem) en de monsters genomen op de referentieraai werden samengevoegd. Daarnaast werden nog een aantal monsters genomen van het sediment dat zich op de injectiekop van de Airset bevond. Daar de kop zich in de bodem bevindt tijdens de werken, wordt dit materiaal representatief verondersteld voor het bodemmateriaal. Mogelijkerwijs werd een deel van de fijnere fractie van het bodemmateriaal, bij het ophalen van de injectiekop, door de stroming uitgespoeld.

Deze 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.

4.4.1 Ontzouten

Om te vermijden dat zoutkristallen zich vasthechten op de sedimentkorrels, dienen de sedimentmonsters eerst ontzout worden. De stalen, die eerst gezeefd worden (2000 μm) 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 (AgNO_3) een test uitgevoerd: zilver reageert immers met chloor waardoor het witte chloorargyriet (AgCl) wordt gevormd. In afwezigheid van chloorionen treedt er geen reactie op en blijft het water kleurloos.

4.4.2 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.

4.4.3 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. Opdat resultaten van de korrelanalyse betrouwbaar zouden zijn, werd vastgesteld dat een obscuratie tussen 10% en 20% wenselijk is. Voor de samengevoegde monsters bleek deze obscuratiegraad meestal niet haalbaar. De gepresenteerde resultaten zijn dus slechts een indicatie.

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.

5 RESULTATEN

5.1 *Topo-bathymetrische opnames*

In figuur 3 tot en met 35 worden de topo-bathymetrische opnames voorgesteld. Daarnaast worden ook de verschilkaarten ten opzichte van de inpeiling (12/10/2007) gepresenteerd.

Normaliter zouden ook de verschilkaarten tussen twee opeenvolgende opnames gepresenteerd worden. Bij de verwerking bleek echter dat de correctie van de beweging van het meetschip (rollen, stampen en gieren) niet optimaal is gebeurd bij een aantal peilingen. Ter illustratie zijn een aantal verschilkaarten gemaakt (figuur 36 tot en met 39) waarbij de erosie/sedimentatie per dag werd berekend. Hierbij is op te merken dat banden ontstaan met zones met enerzijds erosie, anderzijds sedimentatie. Deze banden zijn vermoedelijk het gevolg van het onvoldoende corrigeren van de rolbeweging van het meetschip. Deze verschillen zijn het meest uitgesproken wanneer de tijd tussen de opeenvolgende peilingen kleiner is. Bij peilingen op twee opeenvolgende dagen is de grootte van de verschillen ongeveer 10 cm/dag. Wanneer de periode tussen twee opeenvolgende peilingen groter wordt, verdwijnen de banden.

Op basis van de topo-bathymetrische opnames werden volumeberekeningen uitgevoerd. Hierbij werd de werkzone ingedeeld in stroken van ca. 250 m lang en 50 m breed (figuur 2). Over de breedte van de werkzone werden 9 stroken gedefinieerd. In het vervolg van deze studie zullen enkel stroken 2 tot en met 7 worden meegenomen, daar de andere buitenste stroken niet beïnvloed werden door de werken. Volgens de richting van de stroming werden vier zones gedefinieerd (van de zeewaartse naar de landwaartse kant):

- CZ: controlezone zeekant
- IZ: impactzone zeekant
- IL: impactzone landkant
- CL: controlezone landkant

De resultaten van deze berekeningen zijn terug te vinden in figuur 40 tot en met 45. Hierbij wordt enerzijds een beeld gegeven van de langdurige evolutie van de volumes (07/2006 tot 01/2008) en anderzijds van de ontwikkeling tijdens en vlak na de werken (12/10/2007 tot 09/11/2007). Het betreft hier de berekende watervolumes tussen het vlak 0 m GLLWS en de bodem. Een toename van het volume betekent dat er een erosie of wegbaggeren van bodemmateriaal heeft plaatsgevonden, een afname van het volume betekent dat materiaal op de bodem is afgezet.

Daarnaast werden 4 langsraaien en één dwarsraai (volgens de hypothetische kabel of leiding) gedefinieerd (figuur 2), waar de morfologische ontwikkelingen voor, tijdens en na de werken werden gevolgd. De resultaten hiervan zijn terug te vinden op figuur 46 tot en met 55.

5.2 *Snelheid*

De verwerking van de snelheidsmetingen werd uitgevoerd door IMDC NV. Voor de beschrijving van de resultaten van de gemeten snelheden wordt verwezen naar bijlage I van het rapport [IMDC, 2008].

5.3 *Sedimentconcentratie*

De verwerking van de Sediview-metingen werd uitgevoerd door IMDC NV. Voor de beschrijving van de resultaten van de omgerekende concentraties wordt verwezen naar bijlage I van het rapport [IMDC, 2008].

5.4 Korrelsamenstelling

De korrelanalyse van de samengevoegde sedimentmonsters (pomp) en de representatieve bodemonsters leveren volgende resultaten:

Tabel 2: Overzicht resultaten korrelanalyse

Locatie	Getijfase	Diepte	d35 [μm]	d50 [μm]	d65 [μm]
AIRSET	VLOED	DIEP	33,7	59,8	147,0
AIRSET	VLOED	ONDIEP	30,3	46,0	88,8
REFERENCE	VLOED		18,8	27,4	36,4
AIRSET	EB	DIEP	43,8	79,7	160,2
AIRSET	EB	ONDIEP	24,5	35,0	48,2
REFERENCE	EB		34,5	48,5	71,3
AIRSET	-	BODEM	318,4	371,0	431,5
AIRSET	-	BODEM	316,8	371,4	435,6
AIRSET	-	BODEM	303,4	343,2	388,2

Het bodemmateriaal op deze locatie is vrij uniform en bestaat uit zand met een korrelgrootte (d50) van ca. 370 μm . Hierbij dient opgemerkt te worden dat mogelijk er een deel van de fijnere fractie van het bodemmateriaal, bij het ophalen van de injectiekop, door de stroming werd uitgespoeld.

6 ANALYSE VAN DE METINGEN – EFFECTIVITEIT VAN DE WERKEN

Binnen de afgebakende werkzone is gedurende de uitvoering van de proef (tien werkdagen gespreid over twee weken) hoofdzakelijk gewerkt op de twee duinkruinen ter hoogte van de hypothetische leiding. Voor de analyse wordt een onderscheid gemaakt tussen de duinkruin in de impactzone zeekant ("DZ") met als oriëntatie noordwest – zuidoost, en de duinkruin in de impactzone landkant ("DL"), met als oriëntatie noord - zuid. Op de verschillende langsradien zijn de bewerkte duinkruinen terug te vinden tussen MP 400 m en MP 600 m.

Uit de verschilkaarten blijkt dat gedurende de eerste week hoofdzakelijk is gewerkt aan de noordelijke zijde van de twee duinen. Tijdens de tweede week is gefocust op de zuidelijke zijde van de twee duinen. Voor beide duinen is er door de Airset op twee weken tijd één tot twee meter sediment van de kruin verwijderd. Dit wordt ook teruggevonden op de langssprofielen van de verschillende radien (figuren 46, 48, 50 en 52).

Wanneer gekeken wordt naar de relatieve volumeveranderingen, kan er voor stroken 3, 4 en 5 een afwijking teruggevonden worden ten opzichte van de natuurlijke ontwikkelingen. Met name voor strook 5 is er voor de impactzone landkant een afname van de sedimenthoeveelheid (toename van het volume) van ca. 3000 m³. In strook 4 wordt zowel voor de impactzone zeekant als landkant een afname van de sedimenthoeveelheid (toename van het volume) van ca. 2000 m³ vastgesteld. Ook voor strook 3 wordt voor de impactzone zeekant een afname van de sedimenthoeveelheid (toename van het volume) van ca. 2000 m³ vastgesteld. In de andere impactzones is de invloed beperkter: hier wordt gemiddeld een afname van de sedimenthoeveelheid (toename van het volume) van ca. 500 m³ vastgesteld.

Op basis van deze hoeveelheden kan worden afgeleid dat gedurende de werken een volume van ca. 10.000 m³ uit de verschillende impactzones is verwijderd. Belangrijke kanttekening die hierbij moet geplaatst worden is dat de volumeberekeningen het resultaat zijn van de sedimenthoeveelheden die binnen de impactzones verwijderd (positief) zijn én van de sedimenthoeveelheden die afgezet (negatief) zijn. Indien er alleen wordt gekeken naar louter de verwijderde hoeveelheden sediment, is er een hoeveelheid van ca. 16.000 m³ die tijdens de werken verwijderd is. Hierbij moet opgemerkt worden dat ook de natuurlijke erosie (duinvoortplanting) in dit volume vervat zit.

Uit de verschilkaarten is af te leiden dat de verwijderde specie zich gedeeltelijk afzet in de onmiddellijke omgeving van de duinkruin. Voor zowel DZ als DL is een aanzanding terug te vinden net stroomopwaarts van de duinkruin. Op het langssprofiel van raai 34 is deze aanzanding terug te vinden: ter hoogte van MP 580 m treedt een ophoging op van ca. 1,5 meter. Op basis van de hierboven uitgevoerde volumeberekeningen is af te leiden dat ca. 6.000 m³ (van de in totaal 16.000 m³ verwijderde specie) sediment zich afzet in de aangrenzende dalen van de duinen (zowel stroomopwaarts, als stroomafwaarts). Hierbij moet opgemerkt worden dat ook de natuurlijke sedimentatie (duinvoortplanting) in dit volume vervat zit. Er wordt verondersteld dat de volumes van de natuurlijke ontwikkelingen door duinvoortplanting van dezelfde grootteorde zijn.

Wanneer gekeken wordt op een grotere ruimteschaal, kan vastgesteld worden dat noch in het controlegebied zeekant, noch in het controlegebied landkant een significante aanzanding wordt teruggevonden. Dit geldt voor de verschillende stroken.

Op basis van de beschikbare topo-bathymetrische opnames kan geconcludeerd worden dat een deel (ca. 40%) van het materiaal dat door het baggerwerktuig Airset wordt gefluïdiseerd op de duinkruin zich afzet in de onmiddellijke omgeving (naastliggende dal). Het andere deel (ca. 60%) wordt verspreid over een grotere ruimtelijke omgeving. Binnen de gedefinieerde controlezones (op een afstand van 250 tot 500 meter tot de leiding) is geen systematische aanzanding vast te stellen.

Na het beëindigen van de werken werden gedurende 10 weken bijkomende peilingen uitgevoerd door Rijkswaterstaat en de Vlaamse hydrografie. Analyse van de evolutie van duinen na afloop van de werken (figuren 47, 49, 51 en 53) leert dat de kruin van de duinen haar peil behoudt. Op deze (korte)

periode vertonen de duinen aldus niet de intentie om hun oorspronkelijke vorm (hoogte) aan te nemen. Het uitvoeren van bijkomende metingen in de toekomst kan hier meer duidelijkheid over geven.

Een beweging van de duinen naar opwaarts wordt vastgesteld. Over de periode tussen het beëindigen van de werken en de laatste peiling (ca. 10 weken) is een verplaatsing van de duinen terug te vinden van 5 tot 15 meter. Deze verplaatsing van de duinen is vergelijkbaar met de periode voor aanvang van werken: tussen 22/08/2006 en 28/09/2007 (ca. 58 weken) bewegen de duinen zich over een afstand van 30 tot 100 meter.

7 ANALYSE VAN DE METINGEN – SEDIMENTVERSPREIDING

De gebruikte techniek waarbij op basis van de backscatter van de ADCP een doorvertaling naar sedimentconcentratie gebeurt, heeft als beperking dat naast de aanwezigheid van sediment, ook de aanwezigheid van luchtbellen een verhoging van de verstrooiing kan veroorzaken. Hierdoor is het onmogelijk om uitspraken te doen van de sedimentconcentratie in de directe omgeving van het baggerwerktuig Airset.

De resultaten geven aan dat de sedimentconcentraties in zowel de raai in het verlengde van de Airset, als de referentieraai, beperkt blijven gedurende de volledige getijdencyclus. De maximale waarde van de sedimentconcentratie is kleiner dan 50 mg/l. In de directe nabijheid van de Airset wordt een verhoogde backscatter teruggevonden. Daar deze hogere waarden (die zouden overeenkomen met sedimentconcentraties van ca. 100 mg/l) voornamelijk in de bovenste lagen van de waterkolom voorkomen, gaat het hier waarschijnlijk om luchtbellen die door de Airset in de bodem worden geblazen, in plaats van verhoogde concentraties van sediment. In ieder geval blijft het invloedsgebied waarbinnen deze verhoogde waarden van de backscatter worden teruggevonden beperkt tot ca. 100 à 150 meter van de Airset.

Het middelen van de ruimtelijke beelden (IMDC, 2008 – Bijlage J tabel 6-2), zowel over de afstand volgens de raai (stukken van 100 meter), als over de verticale (bovenste en onderste helft), als in tijd (eb en vloed), geeft een duidelijk beeld van de sedimentverspreiding.

Tijdens de bemeten fase van de eb is de gemiddelde concentratie voor de volledige raai in het verlengde van de Airset, zowel voor de bovenste als de onderste helft van de waterkolom, minimaal hoger (ca. 5 mg/l) dan de gemiddelde concentratie voor de referentieraai. Deze afwijking is van eenzelfde grootteorde als de ruimtelijke en temporele variatie van de sedimentconcentratie in de referentieraai.

Tijdens de bemeten fase van de vloed (die overeenstemt met de maximale vloodsnelheden) is de gemiddelde concentratie voor de raai in het verlengde van de Airset voor de bovenste helft van de waterkolom, in de zone tot 300 meter van de Airset hoger (ca. 30 mg/l) dan de gemiddelde concentratie voor de referentieraai. Hierbij dient de opmerking gemaakt te worden dat de luchtbellen die door de Airset in de bodem geïnjecteerd worden hier mogelijk een verstorend effect hebben. De gemiddelde concentratie voor de raai in het verlengde van de Airset voor de onderste helft van de waterkolom, in de zone tot 300 meter van de Airset is beperkt hoger (ca. 15 mg/l) dan de gemiddelde concentratie voor de referentieraai. De gemiddelde concentratie voor de raai in het verlengde van de Airset voor zowel de bovenste als de onderste helft van de waterkolom, in de zone verder dan 300 meter van de Airset is minimaal hoger (kleiner dan 5 mg/l) dan de gemiddelde concentratie voor de referentieraai.

Uit de korrelanalyse blijkt dat de gemiddelde korrelgrootte (d_{50}) van de monsters nabij de bodem, zowel tijdens de eb ($80\text{ }\mu\text{m}$ t.o.v. $49\text{ }\mu\text{m}$) als de vloed ($60\text{ }\mu\text{m}$ t.o.v. $27\text{ }\mu\text{m}$), groter is dan deze in de referentieraai. Hierbij dient echter de opmerking gemaakt te worden dat de resultaten van de korrelanalyse mogelijk niet betrouwbaar zijn door de beperkte obscuratiegraad die kon gehaald worden.

Op basis van deze resultaten kan geconcludeerd worden dat de sedimentverspreiding in de waterkolom door de Airset beperkt is. De metingen tonen aan dat tijdens de vloed een lichte verhoging (ca. 15 mg/l) van de sedimentconcentratie nabij de bodem wordt teruggevonden in het gebied tot 300 m van de Airset. Tijdens de eb is deze toename beperkt tot ca. 5 mg/l. Vermoedelijk bestaat het sedimenttransport dat door de Airset wordt geïnitieerd voornamelijk uit nabij-bodem-transport (tot ca. 50 cm boven de bodem). De gehanteerde meetmethode laat echter niet toe dit transport in beeld te brengen.

8 BESLUIT

Bij de uitvoering van een proef met het baggerwerktuig Airset, werd gedurende twee weken in de Westerschelde ter hoogte van het Gat van Ossenisse, een laag van één tot twee meter dikte verwijderd op een aanwezige duinkruin. Volumeberekeningen geven aan dat over deze periode ca. 16.000 m³ specie werd verwijderd van de duinkruin. Op basis van de beschikbare topo-bathymetrische opnames kan geconcludeerd worden dat een deel (ca. 40%) van de specie dat door het baggerwerktuig Airset wordt gefluïdiseerd op de duinkruin, zich afzet in de onmiddellijke omgeving (naastliggende dal). Het andere deel (ca. 60%) wordt verspreid over een grotere ruimtelijke omgeving. Binnen de gedefinieerde controlezones (op een afstand van 250 tot 500 meter tot de leiding) is geen systematische aanzanding vast te stellen.

Na de uitvoering van de werken werden bijkomende peilingen uitgevoerd om de ontwikkeling van de duinkruin vast te stellen. Deze resultaten geven aan dat de duinkruin haar peil behoudt van na de werken. Wel wordt een duinmigratie vastgesteld die overeenstemt met de beweging die voor de werken plaatsvond.

De resultaten van de sedimenttransportmetingen, waarbij de backscatter van de ADCP doorvertaald is naar sedimentconcentratie, tonen aan dat de sedimentverspreiding in de waterkolom door de Airset beperkt is. De metingen geven tijdens de vloed een lichte verhoging (ca. 15 mg/l) van de sedimentconcentratie nabij de bodem in het gebied tot 300 meter van de Airset. Tijdens de eb is deze toename nog kleiner (ca. 5 mg/l). In het gebied verder dan 300 meter verwijderd van de Airset is de toename van de sedimentconcentratie zeer beperkt. Vermoedelijk bestaat het sedimenttransport dat door de Airset wordt geïnitieerd voornamelijk uit nabij-bodem-transport (tot ca. 50 cm boven de bodem). De gehanteerde meetmethode liet echter niet toe dit transport in beeld te brengen.

9 ADVIES

Uit de metingen is gebleken dat de topo-bathymetrische opnames een goed beeld geven de ontwikkelingen van de werkzaamheden met de alternatieve baggermethode. Wel bleek dat er bij twee opeenvolgende opnames afwijkingen konden worden vastgesteld vermoedelijk ten gevolge van de rol beweging van het meetschip. Deze verschillen zijn het meest uitgesproken wanneer de tijd tussen de opeenvolgende peilingen kleiner is. Bij peilingen op twee opeenvolgende dagen is de grootte van de verschillen ongeveer 10 cm/dag. Wanneer de periode tussen twee opeenvolgende peilingen groter wordt, verdwijnen de banden. Het is belangrijk een volledige correctie van de beweging van het meetschip toe te passen op de opnames om dergelijke vergelijking mogelijk te maken.

Uit de langdurige morfologische ontwikkelingen is gebleken dat de bodemvormen (duinen) zich voortbewegen. De gehanteerde alternatieve baggermethode bleek een efficiënte manier om curatief te werk te gaan: door de Airset werd 1 à 2 meter specie van de duinkruin verwijderd. De aanbeveling is om in de toekomst ook preventief te werk te gaan: wanneer een duin zich ontwikkelt en naar een kabel of leiding toe beweegt, kan met de traditionele baggertechniek reeds de kruin van de duin weggebaggerd worden, vooraleer deze op de kabel of leiding komt te liggen.

Uit de meting naar de sedimentverspreiding is gebleken dat er een minimale verstoring is van de natuurlijke waarden. De toegepaste techniek (ADCP en ADCP-backscatter) maakt het echter onmogelijk om dicht bij het baggerwerktuig te meten. Daarnaast laat deze techniek niet toe nabij de bodem te meten. Hiervoor kunnen andere meettechnieken (cfr. Delftse fles) gebruikt worden, die in combinatie met de ADCP-backscatter een beter beeld van de sedimentverspreiding kunnen geven.

10 REFERENTIES

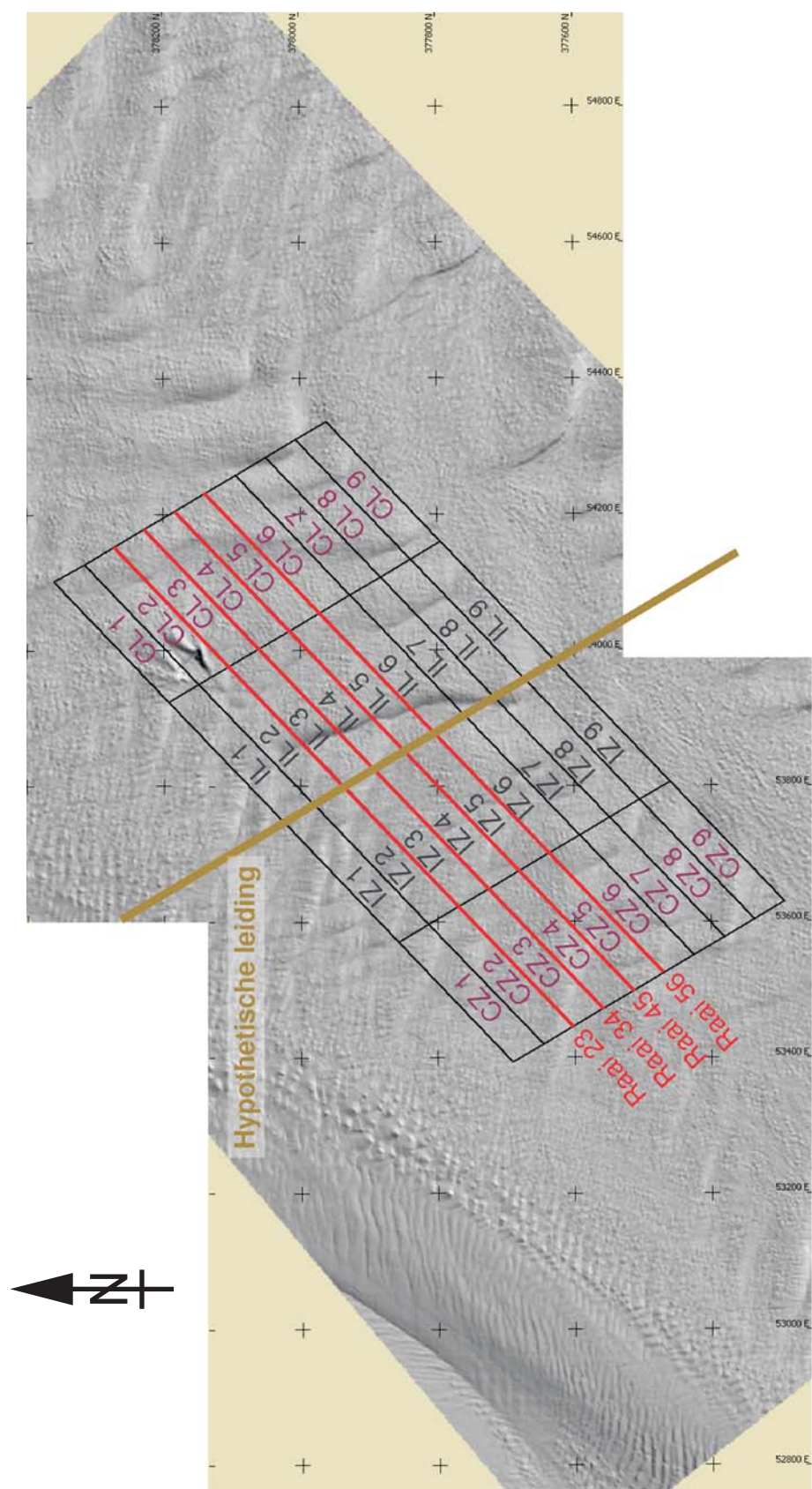
Geometius, 2007. “Onderzoek naar toepassing van nieuwe baggertechnieken: Airset in het Gat van Ossenisse”, november 2007.

IMDC, 2008. “Opvolgen sedimentverspreiding rond Airset baggertuig 24/10/2007 - Baarland”, februari 2008.



Baggerwerktuig "Airset"





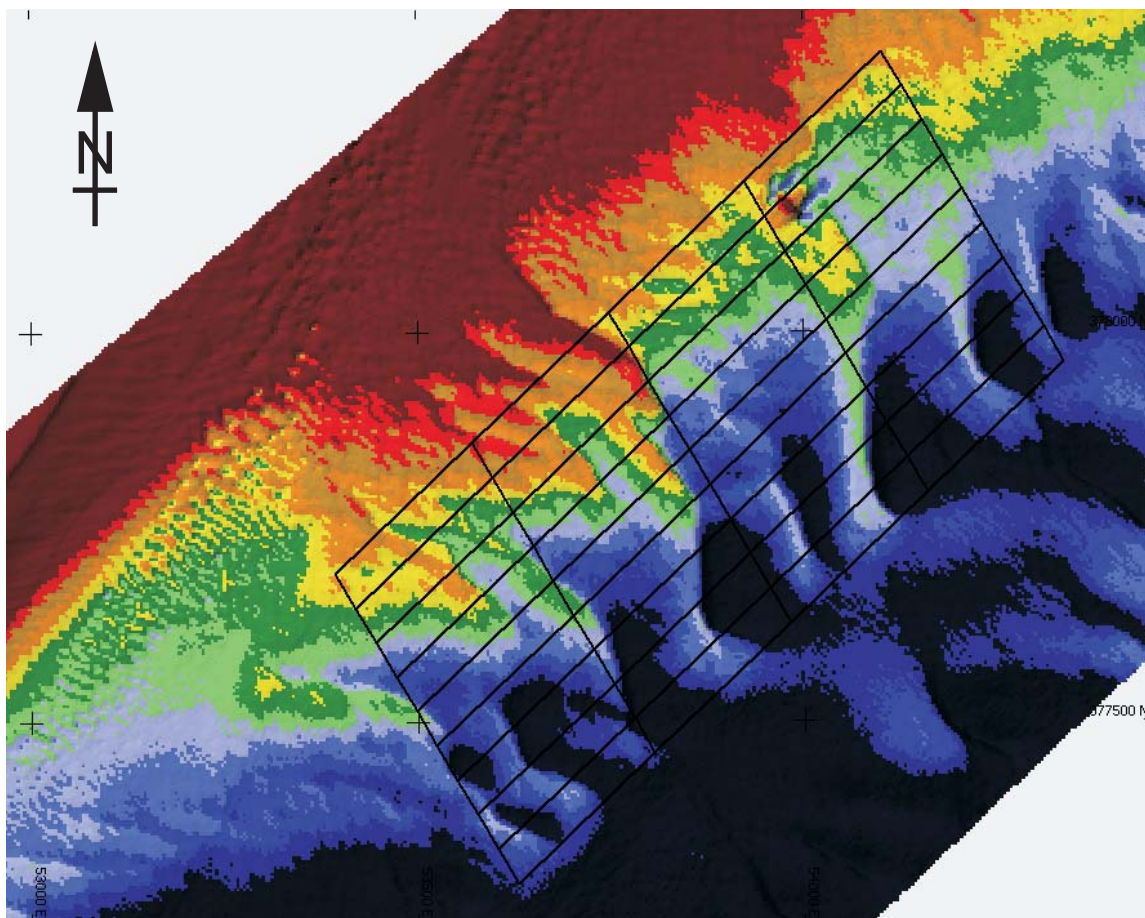
Overzicht werkgebied (shaded view) met gebruikte
polygonen en raaien



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 2



	> -10m GLLWS
	-10,0m tot -10,5m GLLWS
	-10,5m tot -11,0m GLLWS
	-11,0m tot -11,5m GLLWS
	-11,5m tot -12,0m GLLWS
	-12,0m tot -12,5m GLLWS
	-12,5m tot -13,0m GLLWS
	-13,0m tot -13,5m GLLWS
	-13,5m tot -14,0m GLLWS
	-14,0m tot -14,5m GLLWS
	-14,5m tot -15,0m GLLWS
	< -15m GLLWS

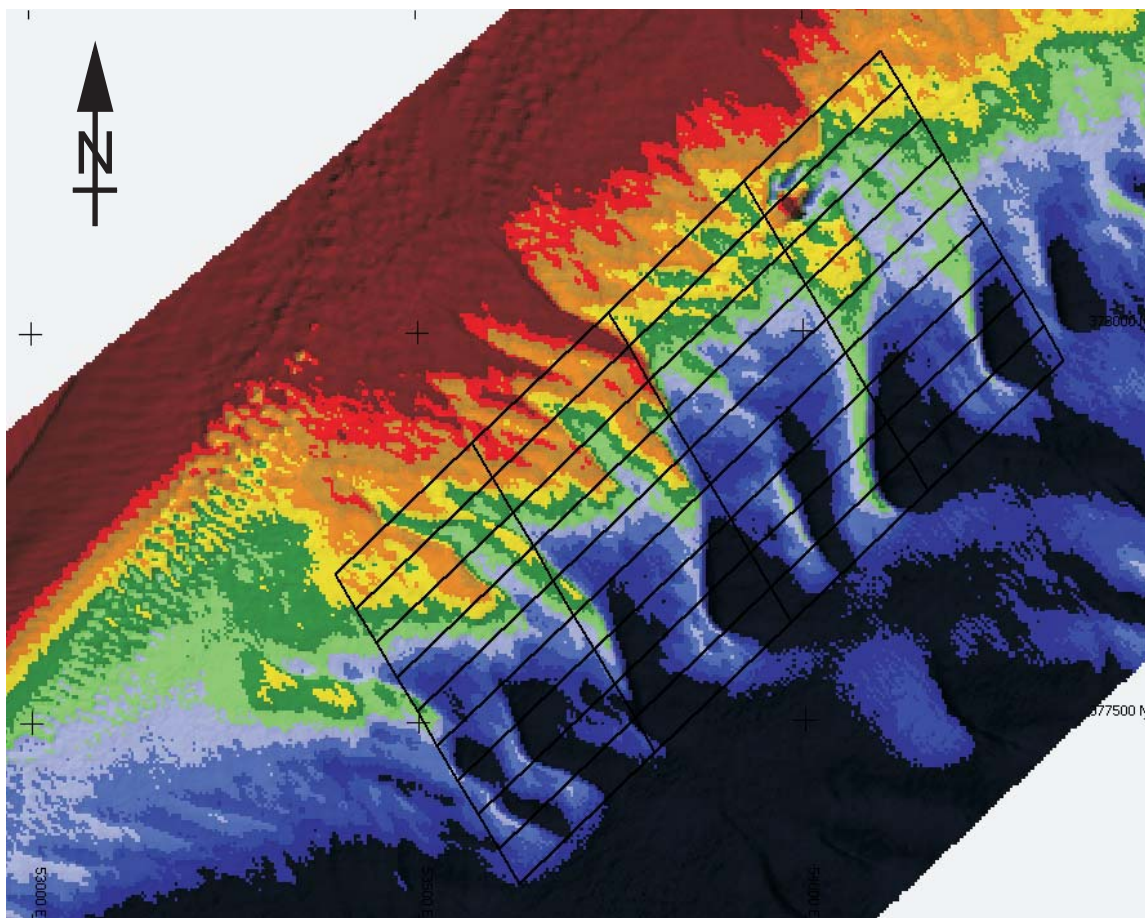
Topo-bathymetrie 14/07/2006 (Eurosense)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 3



	> -10m GLLWS
	-10,0m tot -10,5m GLLWS
	-10,5m tot -11,0m GLLWS
	-11,0m tot -11,5m GLLWS
	-11,5m tot -12,0m GLLWS
	-12,0m tot -12,5m GLLWS
	-12,5m tot -13,0m GLLWS
	-13,0m tot -13,5m GLLWS
	-13,5m tot -14,0m GLLWS
	-14,0m tot -14,5m GLLWS
	-14,5m tot -15,0m GLLWS
	< -15m GLLWS

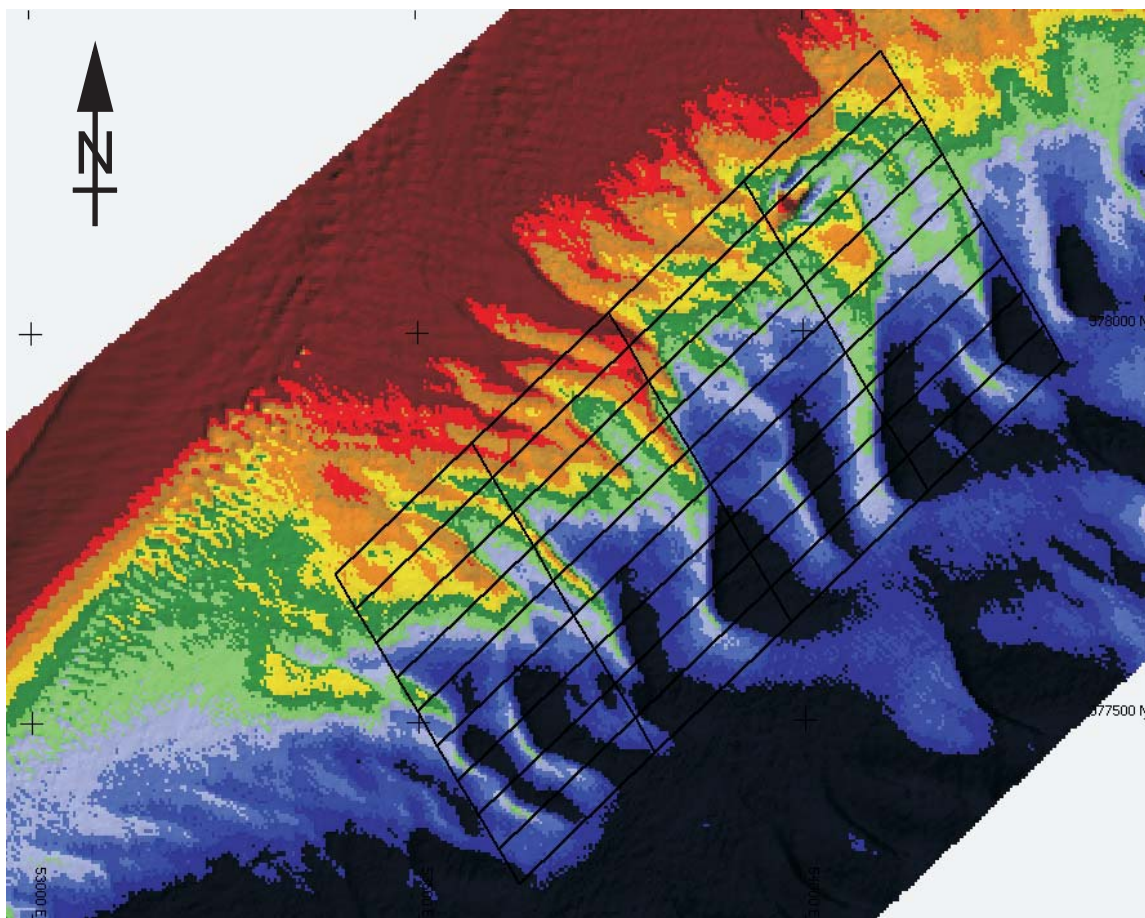
Topo-bathymetrie 22/08/2006 (Eurosense)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 4



	> -10m GLLWS
	-10,0m tot -10,5m GLLWS
	-10,5m tot -11,0m GLLWS
	-11,0m tot -11,5m GLLWS
	-11,5m tot -12,0m GLLWS
	-12,0m tot -12,5m GLLWS
	-12,5m tot -13,0m GLLWS
	-13,0m tot -13,5m GLLWS
	-13,5m tot -14,0m GLLWS
	-14,0m tot -14,5m GLLWS
	-14,5m tot -15,0m GLLWS
	< -15m GLLWS

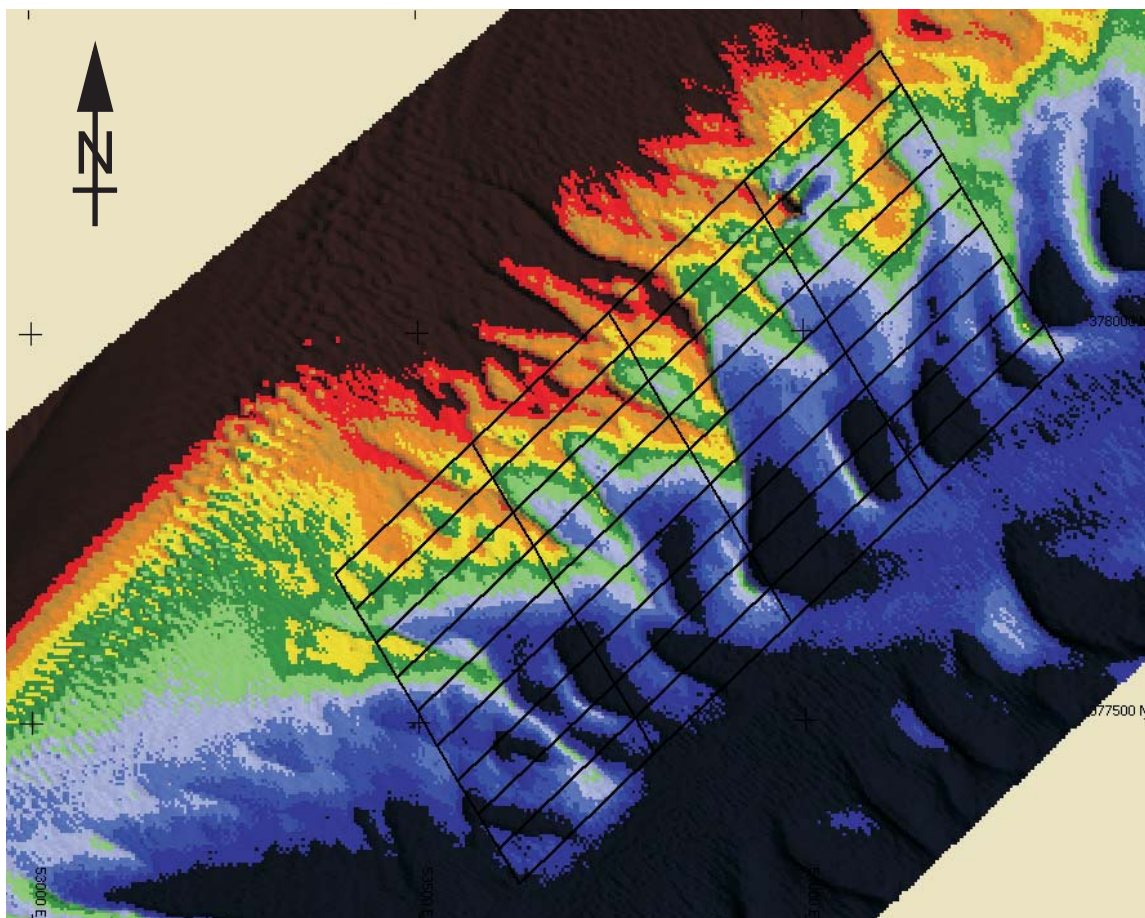
Topo-bathymetrie 14/11/2006 (Eurosense)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 5



	> -10m GLLWS
	-10,0m tot -10,5m GLLWS
	-10,5m tot -11,0m GLLWS
	-11,0m tot -11,5m GLLWS
	-11,5m tot -12,0m GLLWS
	-12,0m tot -12,5m GLLWS
	-12,5m tot -13,0m GLLWS
	-13,0m tot -13,5m GLLWS
	-13,5m tot -14,0m GLLWS
	-14,0m tot -14,5m GLLWS
	-14,5m tot -15,0m GLLWS
	< -15m GLLWS

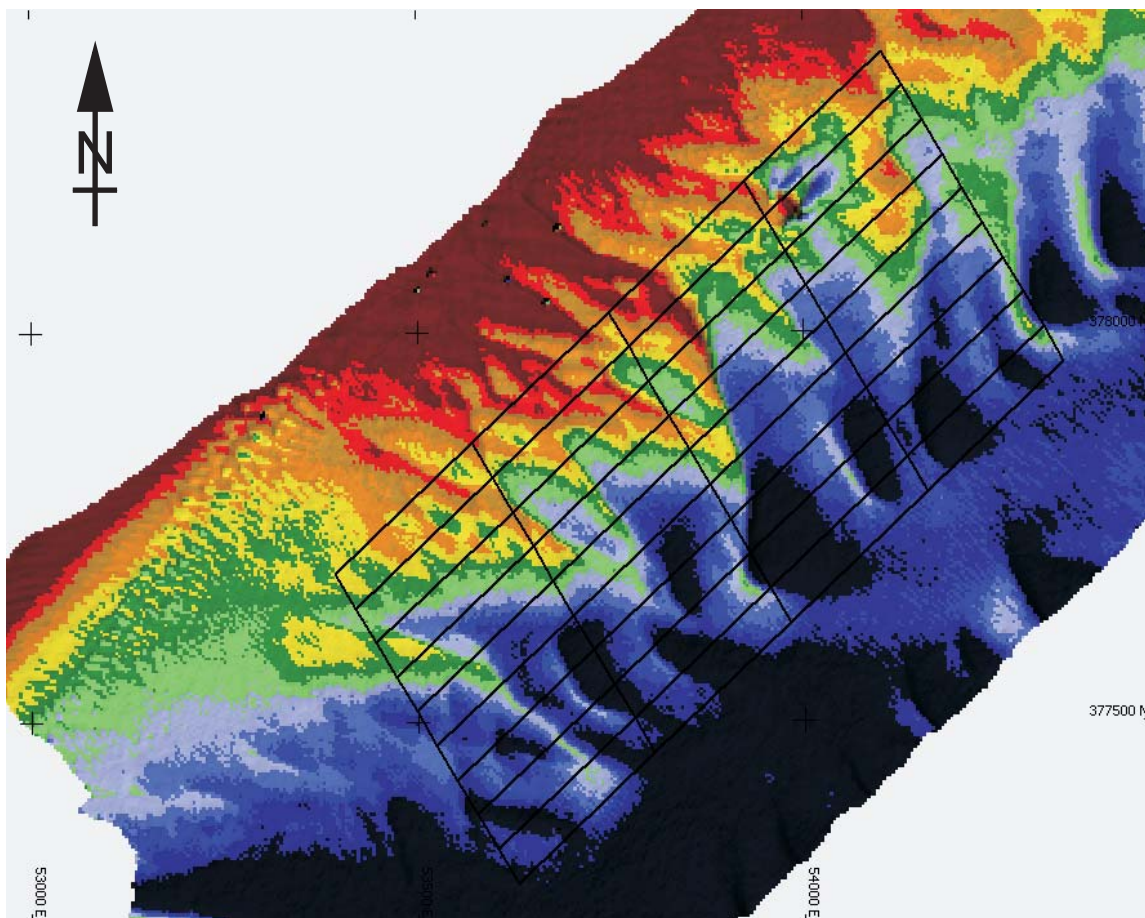
Topo-bathymetrie 28/09/2006 (Eurosense)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 6



	> -10m GLLWS
	-10,0m tot -10,5m GLLWS
	-10,5m tot -11,0m GLLWS
	-11,0m tot -11,5m GLLWS
	-11,5m tot -12,0m GLLWS
	-12,0m tot -12,5m GLLWS
	-12,5m tot -13,0m GLLWS
	-13,0m tot -13,5m GLLWS
	-13,5m tot -14,0m GLLWS
	-14,0m tot -14,5m GLLWS
	-14,5m tot -15,0m GLLWS
	< -15m GLLWS

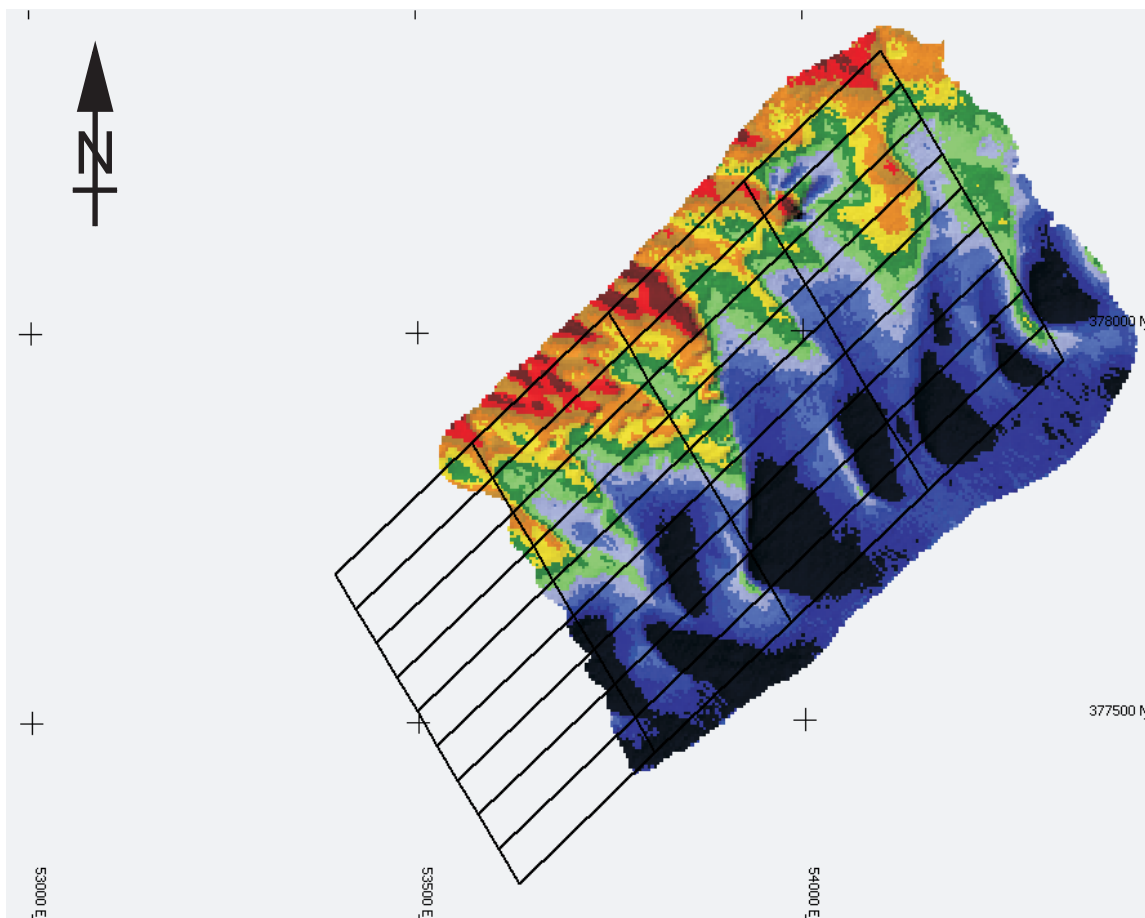
Topo-bathymetrie 12/10/2007 (Geometius)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 7



	> -10m GLLWS
	-10,0m tot -10,5m GLLWS
	-10,5m tot -11,0m GLLWS
	-11,0m tot -11,5m GLLWS
	-11,5m tot -12,0m GLLWS
	-12,0m tot -12,5m GLLWS
	-12,5m tot -13,0m GLLWS
	-13,0m tot -13,5m GLLWS
	-13,5m tot -14,0m GLLWS
	-14,0m tot -14,5m GLLWS
	-14,5m tot -15,0m GLLWS
	< -15m GLLWS

Topo-bathymetrie 17/10/2007 (Geometius)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 8



	2,0 tot 1,8 m
	1,8 tot 1,6 m
	1,6 tot 1,4 m
	1,4 tot 1,2 m
	1,2 tot 1,0 m
	1,0 tot 0,8 m
	0,8 tot 0,6 m
	0,6 tot 0,4 m
	0,4 tot 0,2 m
	0,2 tot -0,2 m
	-0,2 tot -0,4 m
	-0,4 tot -0,6 m
	-0,6 tot -0,8 m
	-0,8 tot -1,0 m
	-1,0 tot -1,2 m
	-1,2 tot -1,4 m
	-1,4 tot -1,6 m
	-1,6 tot -1,8 m
	-1,8 tot -2,0 m

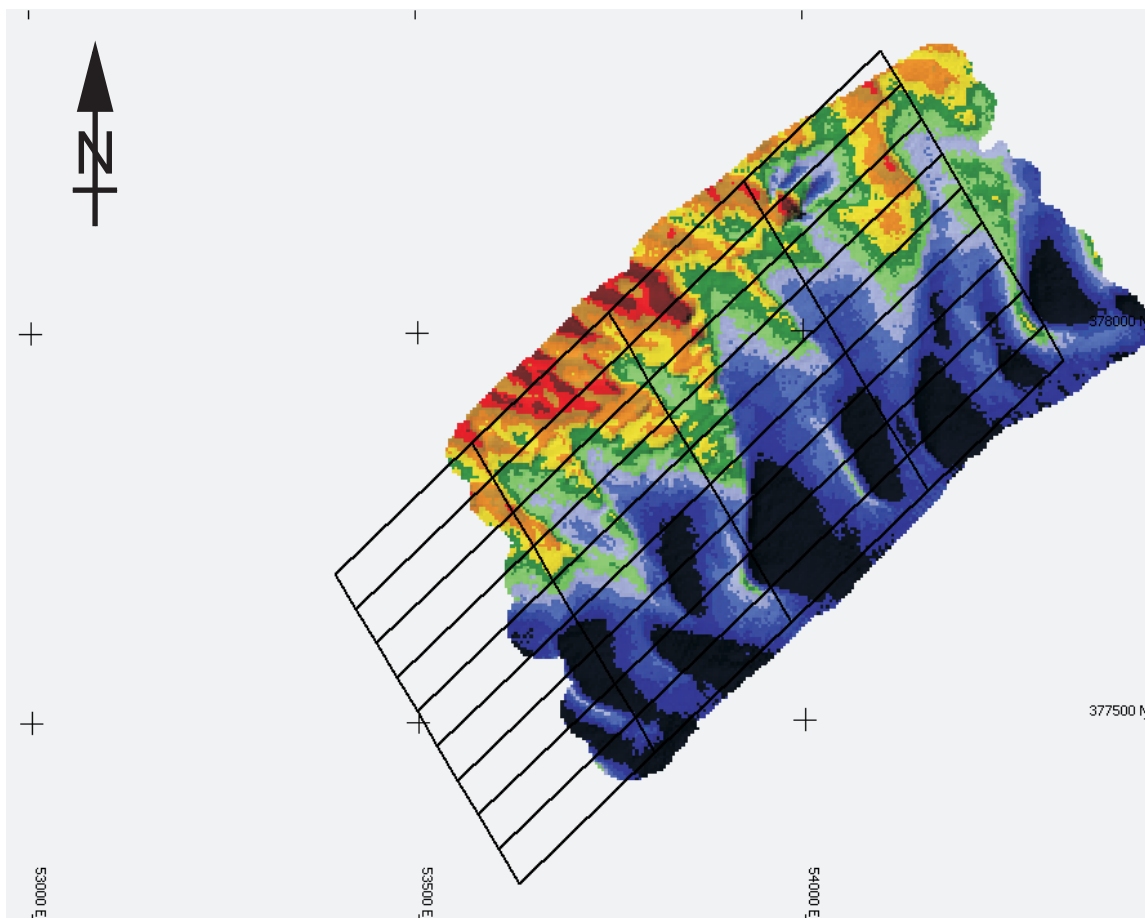
Verschilkaart 17/10/2007 t.o.v. 12/10/2007



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 9



	> -10m GLLWS
	-10,0m tot -10,5m GLLWS
	-10,5m tot -11,0m GLLWS
	-11,0m tot -11,5m GLLWS
	-11,5m tot -12,0m GLLWS
	-12,0m tot -12,5m GLLWS
	-12,5m tot -13,0m GLLWS
	-13,0m tot -13,5m GLLWS
	-13,5m tot -14,0m GLLWS
	-14,0m tot -14,5m GLLWS
	-14,5m tot -15,0m GLLWS
	< -15m GLLWS

Topo-bathymetrie 18/10/2007 (Geometius)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 10



	2,0 tot 1,8 m
	1,8 tot 1,6 m
	1,6 tot 1,4 m
	1,4 tot 1,2 m
	1,2 tot 1,0 m
	1,0 tot 0,8 m
	0,8 tot 0,6 m
	0,6 tot 0,4 m
	0,4 tot 0,2 m
	0,2 tot -0,2 m
	-0,2 tot -0,4 m
	-0,4 tot -0,6 m
	-0,6 tot -0,8 m
	-0,8 tot -1,0 m
	-1,0 tot -1,2 m
	-1,2 tot -1,4 m
	-1,4 tot -1,6 m
	-1,6 tot -1,8 m
	-1,8 tot -2,0 m

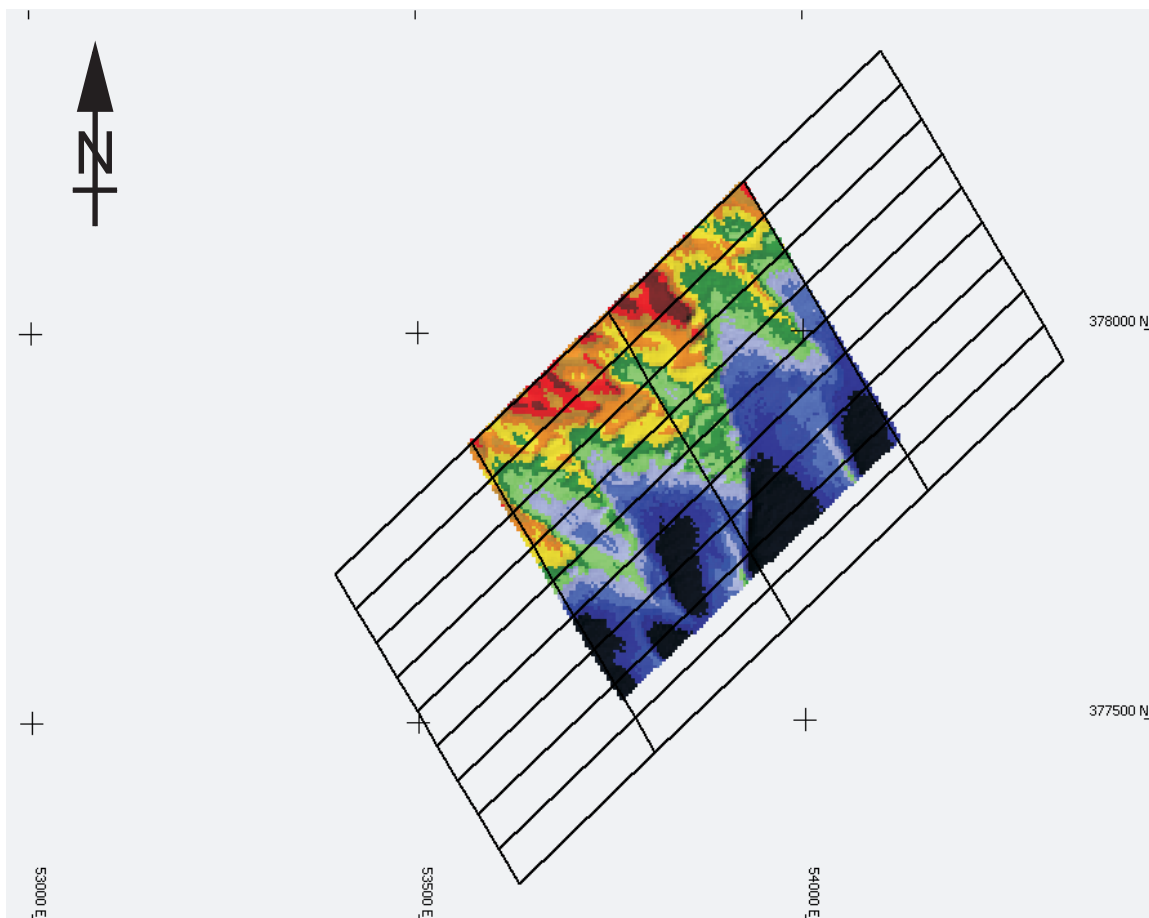
Verschilkaart 18/10/2007 t.o.v. 12/10/2007



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 11



	> -10m GLLWS
	-10,0m tot -10,5m GLLWS
	-10,5m tot -11,0m GLLWS
	-11,0m tot -11,5m GLLWS
	-11,5m tot -12,0m GLLWS
	-12,0m tot -12,5m GLLWS
	-12,5m tot -13,0m GLLWS
	-13,0m tot -13,5m GLLWS
	-13,5m tot -14,0m GLLWS
	-14,0m tot -14,5m GLLWS
	-14,5m tot -15,0m GLLWS
	< -15m GLLWS

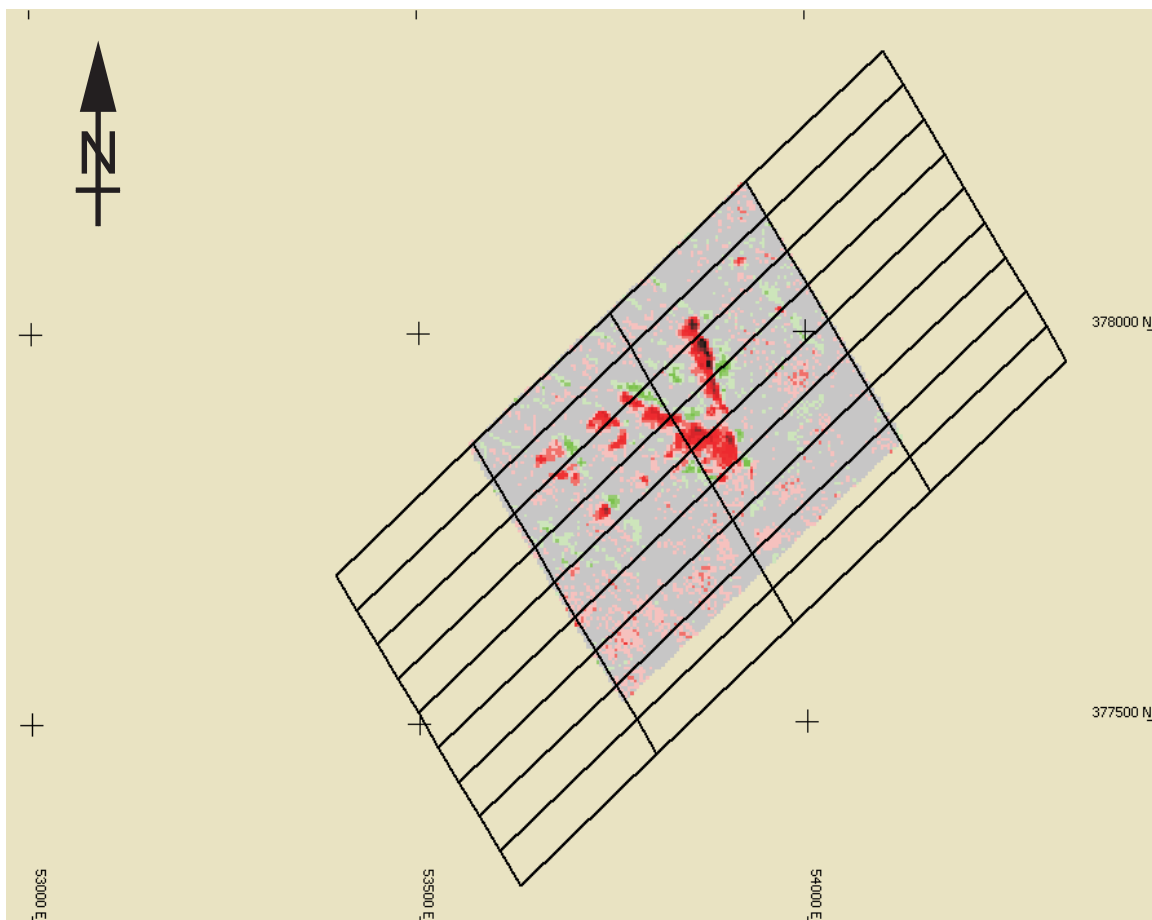
Topo-bathymetrie 19/10/2007 (Geometius)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 12



	2,0 tot 1,8 m
	1,8 tot 1,6 m
	1,6 tot 1,4 m
	1,4 tot 1,2 m
	1,2 tot 1,0 m
	1,0 tot 0,8 m
	0,8 tot 0,6 m
	0,6 tot 0,4 m
	0,4 tot 0,2 m
	0,2 tot -0,2 m
	-0,2 tot -0,4 m
	-0,4 tot -0,6 m
	-0,6 tot -0,8 m
	-0,8 tot -1,0 m
	-1,0 tot -1,2 m
	-1,2 tot -1,4 m
	-1,4 tot -1,6 m
	-1,6 tot -1,8 m
	-1,8 tot -2,0 m

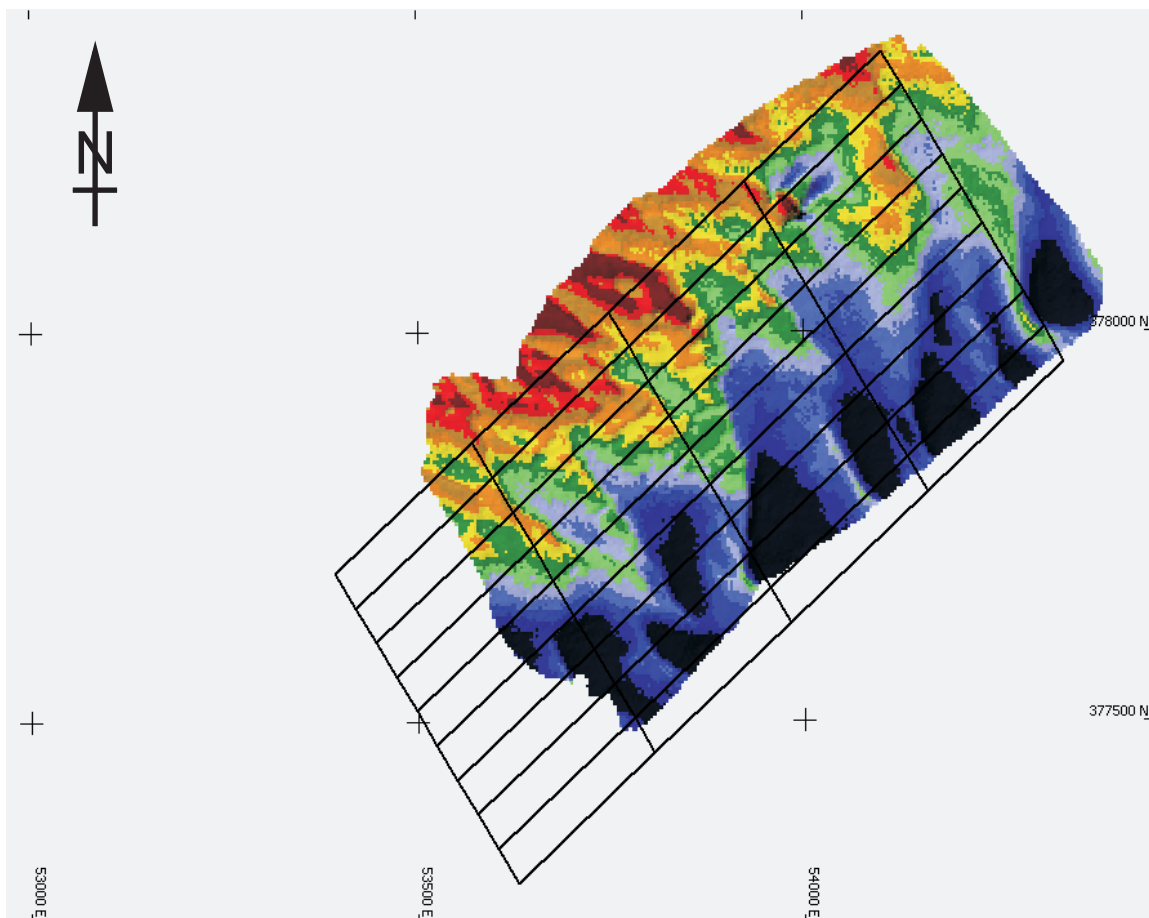
Verschilkaart 19/10/2007 t.o.v. 12/10/2007



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 13



	> -10m GLLWS
	-10,0m tot -10,5m GLLWS
	-10,5m tot -11,0m GLLWS
	-11,0m tot -11,5m GLLWS
	-11,5m tot -12,0m GLLWS
	-12,0m tot -12,5m GLLWS
	-12,5m tot -13,0m GLLWS
	-13,0m tot -13,5m GLLWS
	-13,5m tot -14,0m GLLWS
	-14,0m tot -14,5m GLLWS
	-14,5m tot -15,0m GLLWS
	< -15m GLLWS

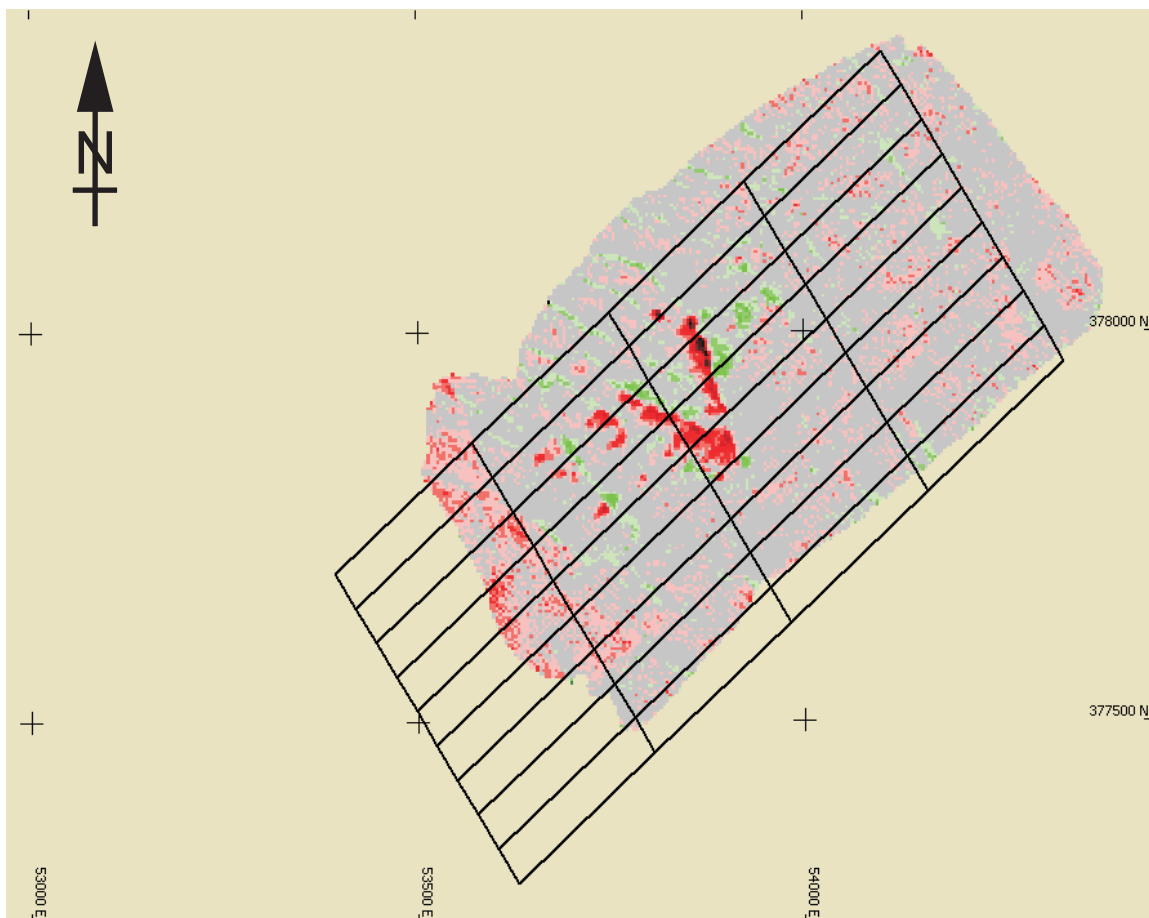
Topo-bathymetrie 22/10/2007 (Geometius)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 14



	2,0 tot 1,8 m
	1,8 tot 1,6 m
	1,6 tot 1,4 m
	1,4 tot 1,2 m
	1,2 tot 1,0 m
	1,0 tot 0,8 m
	0,8 tot 0,6 m
	0,6 tot 0,4 m
	0,4 tot 0,2 m
	0,2 tot -0,2 m
	-0,2 tot -0,4 m
	-0,4 tot -0,6 m
	-0,6 tot -0,8 m
	-0,8 tot -1,0 m
	-1,0 tot -1,2 m
	-1,2 tot -1,4 m
	-1,4 tot -1,6 m
	-1,6 tot -1,8 m
	-1,8 tot -2,0 m

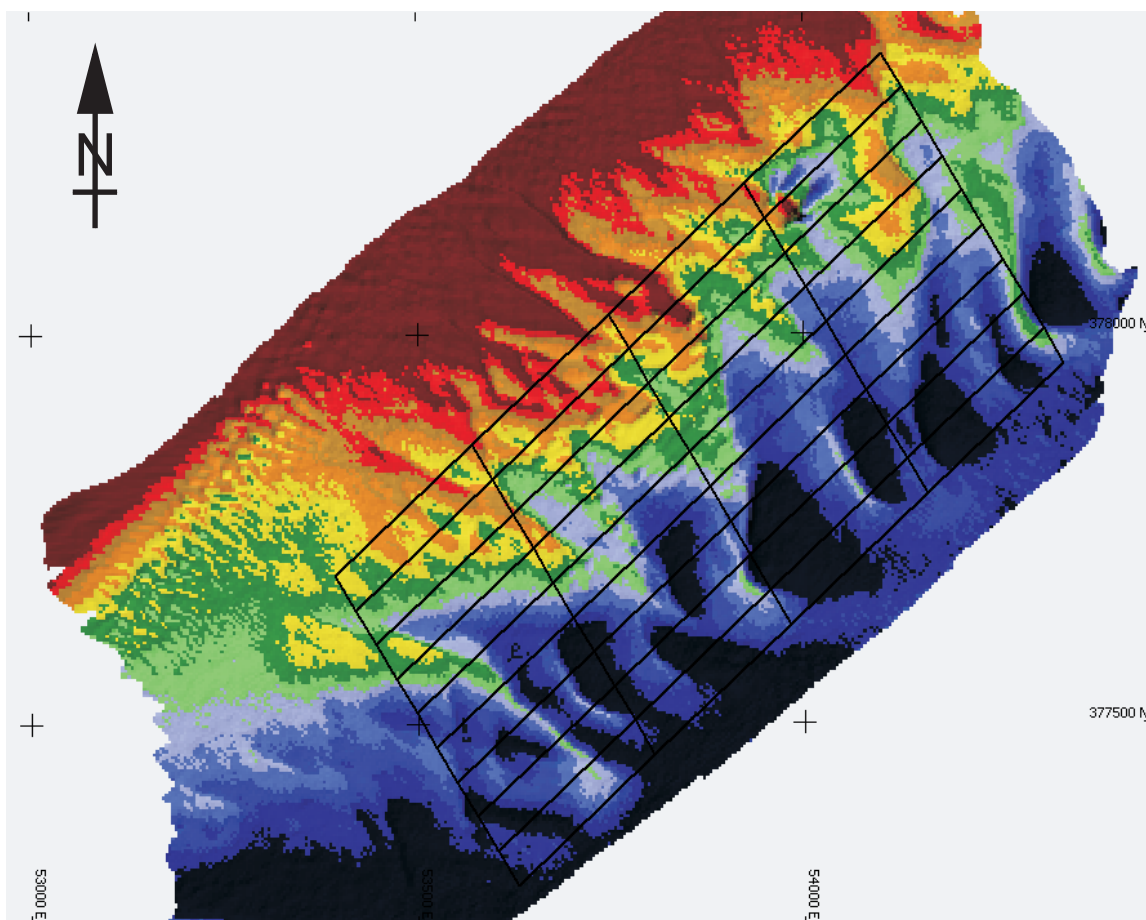
Verschilkaart 22/10/2007 t.o.v. 12/10/2007



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 15



	> -10m GLLWS
	-10,0m tot -10,5m GLLWS
	-10,5m tot -11,0m GLLWS
	-11,0m tot -11,5m GLLWS
	-11,5m tot -12,0m GLLWS
	-12,0m tot -12,5m GLLWS
	-12,5m tot -13,0m GLLWS
	-13,0m tot -13,5m GLLWS
	-13,5m tot -14,0m GLLWS
	-14,0m tot -14,5m GLLWS
	-14,5m tot -15,0m GLLWS
	< -15m GLLWS

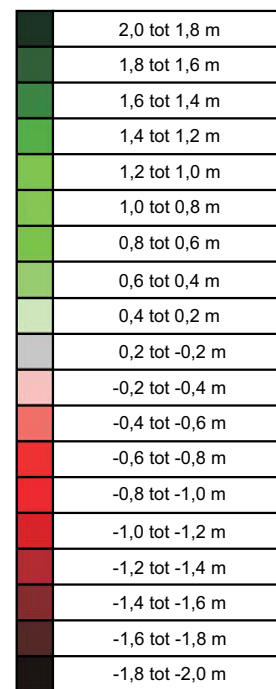
Topo-bathymetrie 23/10/2007 (Geometius)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 16



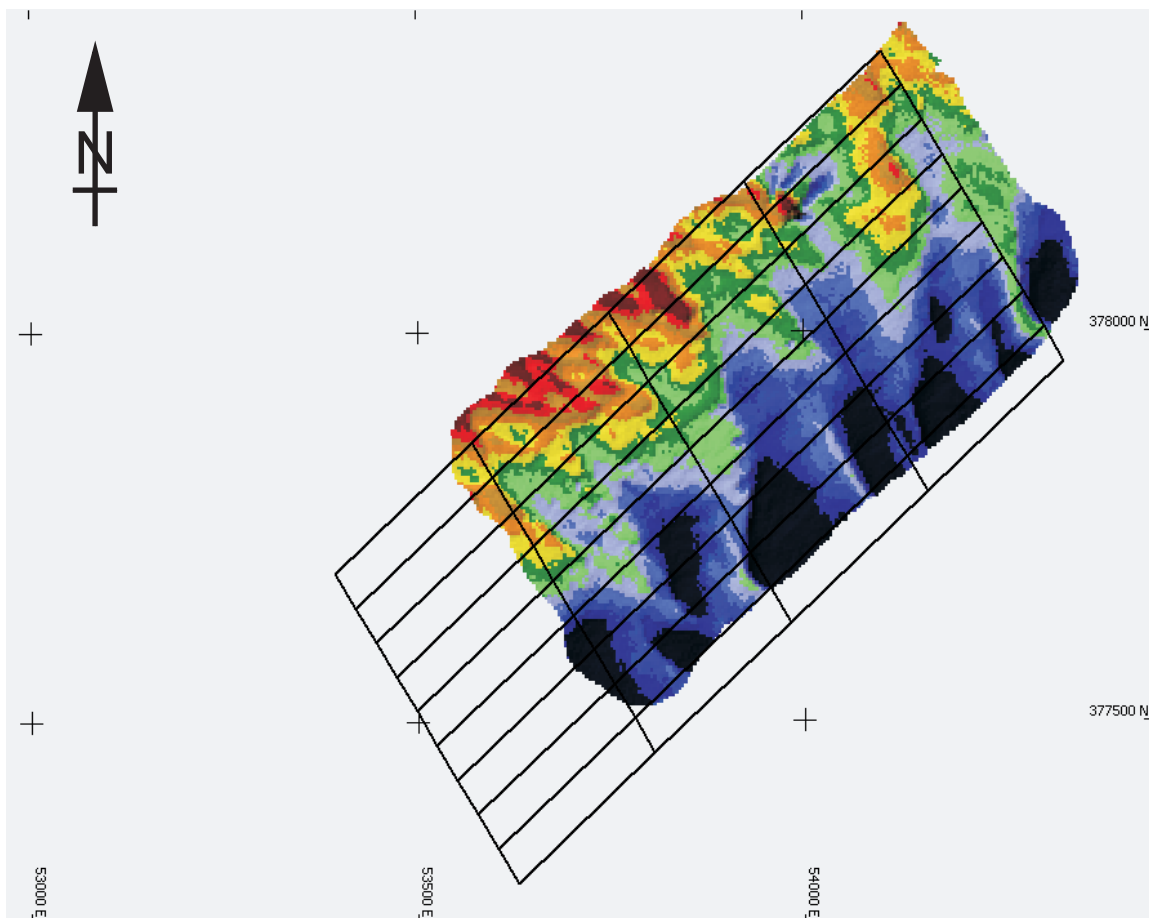
Verschilkaart 23/10/2007 t.o.v. 12/10/2007



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 17



	> -10m GLLWS
	-10,0m tot -10,5m GLLWS
	-10,5m tot -11,0m GLLWS
	-11,0m tot -11,5m GLLWS
	-11,5m tot -12,0m GLLWS
	-12,0m tot -12,5m GLLWS
	-12,5m tot -13,0m GLLWS
	-13,0m tot -13,5m GLLWS
	-13,5m tot -14,0m GLLWS
	-14,0m tot -14,5m GLLWS
	-14,5m tot -15,0m GLLWS
	< -15m GLLWS

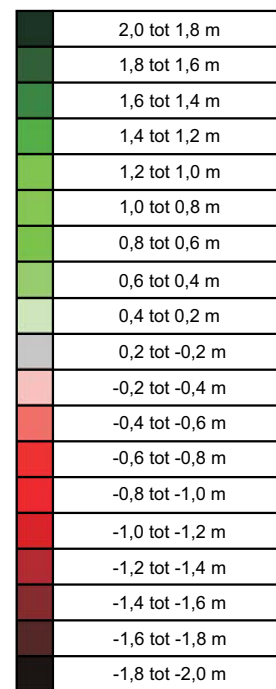
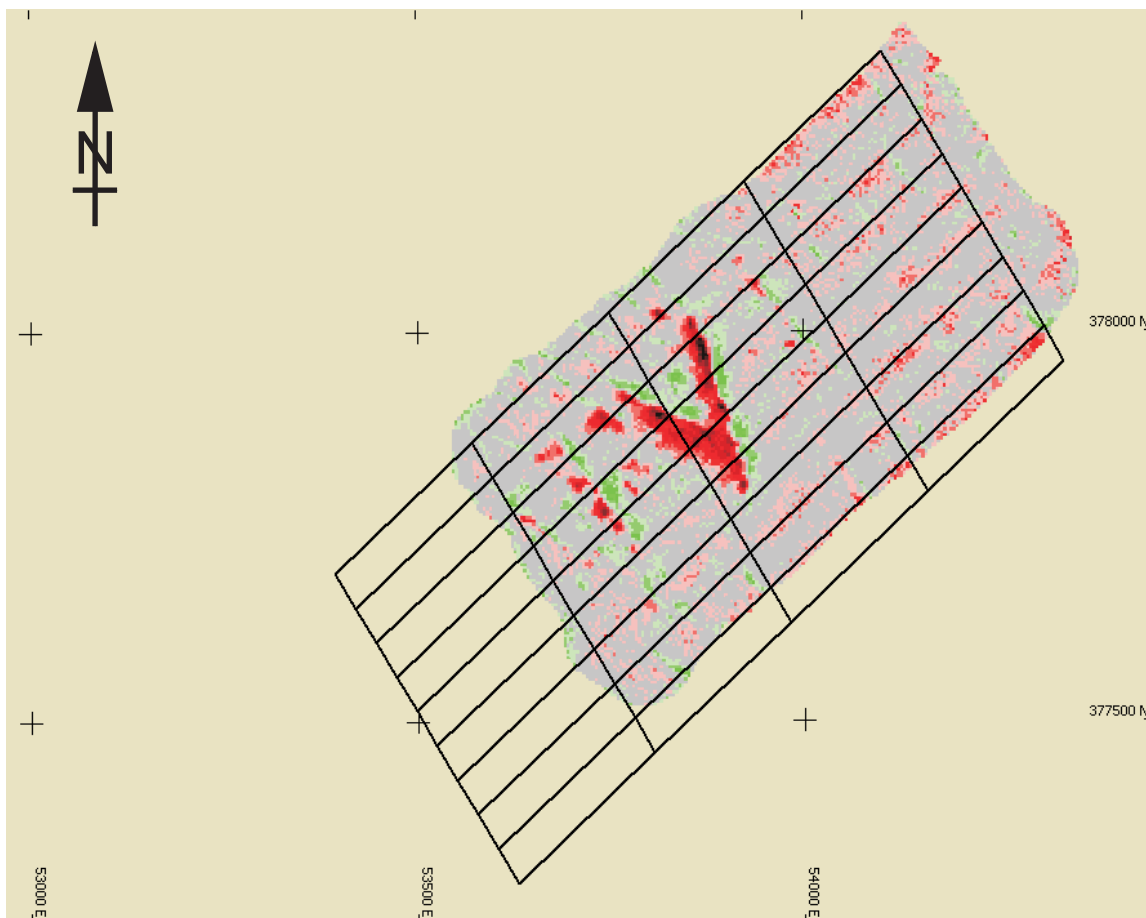
Topo-bathymetrie 25/10/2007 (Geometius)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 18



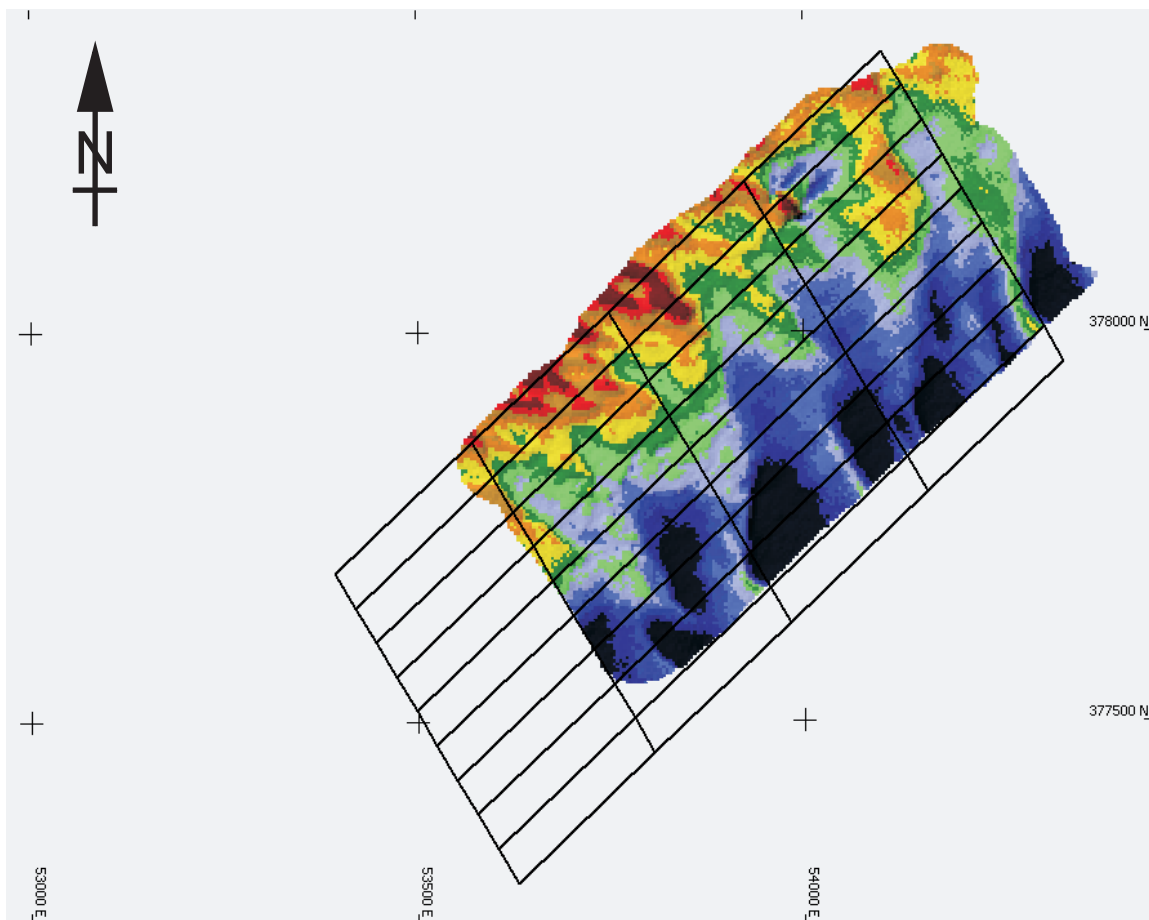
Verschilkaart 25/10/2007 t.o.v. 12/10/2007



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 19



	> -10m GLLWS
	-10,0m tot -10,5m GLLWS
	-10,5m tot -11,0m GLLWS
	-11,0m tot -11,5m GLLWS
	-11,5m tot -12,0m GLLWS
	-12,0m tot -12,5m GLLWS
	-12,5m tot -13,0m GLLWS
	-13,0m tot -13,5m GLLWS
	-13,5m tot -14,0m GLLWS
	-14,0m tot -14,5m GLLWS
	-14,5m tot -15,0m GLLWS
	< -15m GLLWS

Topo-bathymetrie 26/10/2007 (Geometius)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 20



	2,0 tot 1,8 m
	1,8 tot 1,6 m
	1,6 tot 1,4 m
	1,4 tot 1,2 m
	1,2 tot 1,0 m
	1,0 tot 0,8 m
	0,8 tot 0,6 m
	0,6 tot 0,4 m
	0,4 tot 0,2 m
	0,2 tot -0,2 m
	-0,2 tot -0,4 m
	-0,4 tot -0,6 m
	-0,6 tot -0,8 m
	-0,8 tot -1,0 m
	-1,0 tot -1,2 m
	-1,2 tot -1,4 m
	-1,4 tot -1,6 m
	-1,6 tot -1,8 m
	-1,8 tot -2,0 m

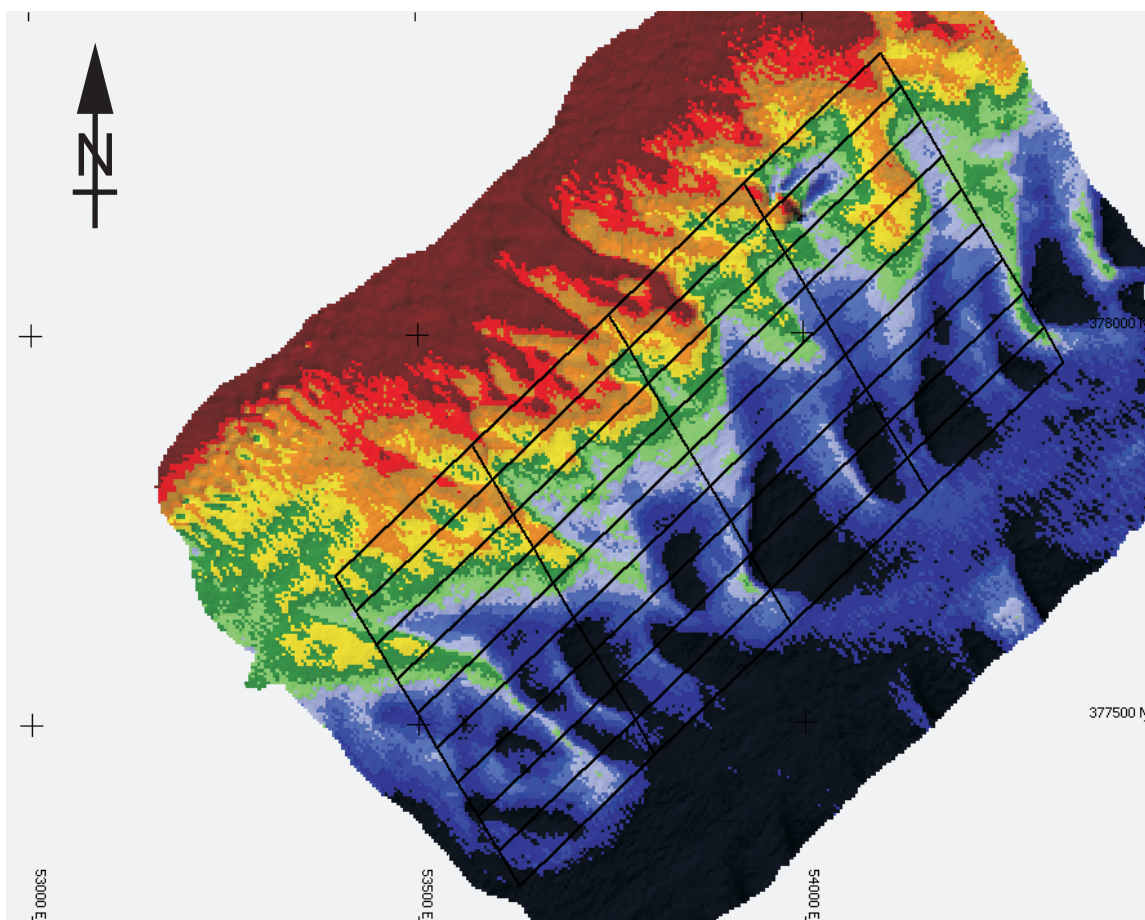
Verschilkaart 26/10/2007 t.o.v. 12/10/2007



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 21



	> -10m GLLWS
	-10,0m tot -10,5m GLLWS
	-10,5m tot -11,0m GLLWS
	-11,0m tot -11,5m GLLWS
	-11,5m tot -12,0m GLLWS
	-12,0m tot -12,5m GLLWS
	-12,5m tot -13,0m GLLWS
	-13,0m tot -13,5m GLLWS
	-13,5m tot -14,0m GLLWS
	-14,0m tot -14,5m GLLWS
	-14,5m tot -15,0m GLLWS
	< -15m GLLWS

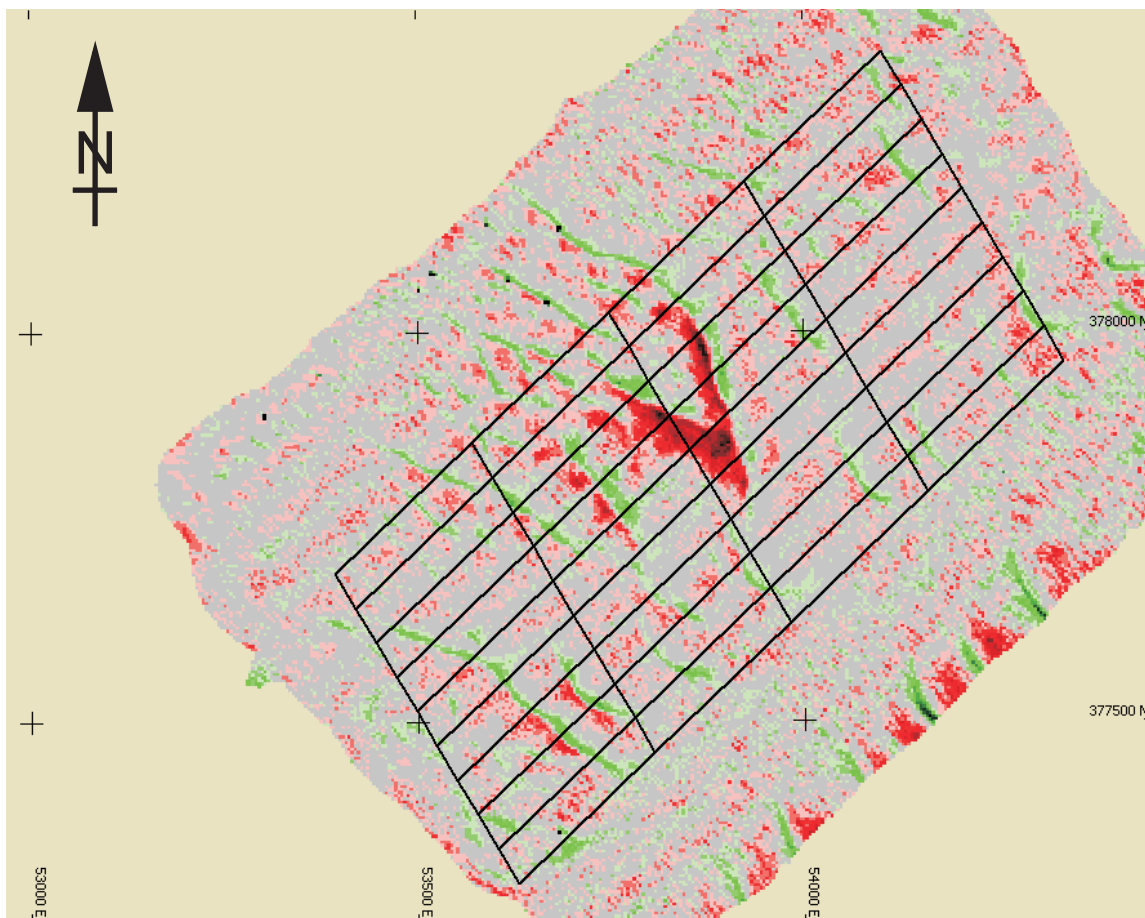
Topo-bathymetrie 29/10/2007 (Geometius)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 22



	2,0 tot 1,8 m
	1,8 tot 1,6 m
	1,6 tot 1,4 m
	1,4 tot 1,2 m
	1,2 tot 1,0 m
	1,0 tot 0,8 m
	0,8 tot 0,6 m
	0,6 tot 0,4 m
	0,4 tot 0,2 m
	0,2 tot -0,2 m
	-0,2 tot -0,4 m
	-0,4 tot -0,6 m
	-0,6 tot -0,8 m
	-0,8 tot -1,0 m
	-1,0 tot -1,2 m
	-1,2 tot -1,4 m
	-1,4 tot -1,6 m
	-1,6 tot -1,8 m
	-1,8 tot -2,0 m

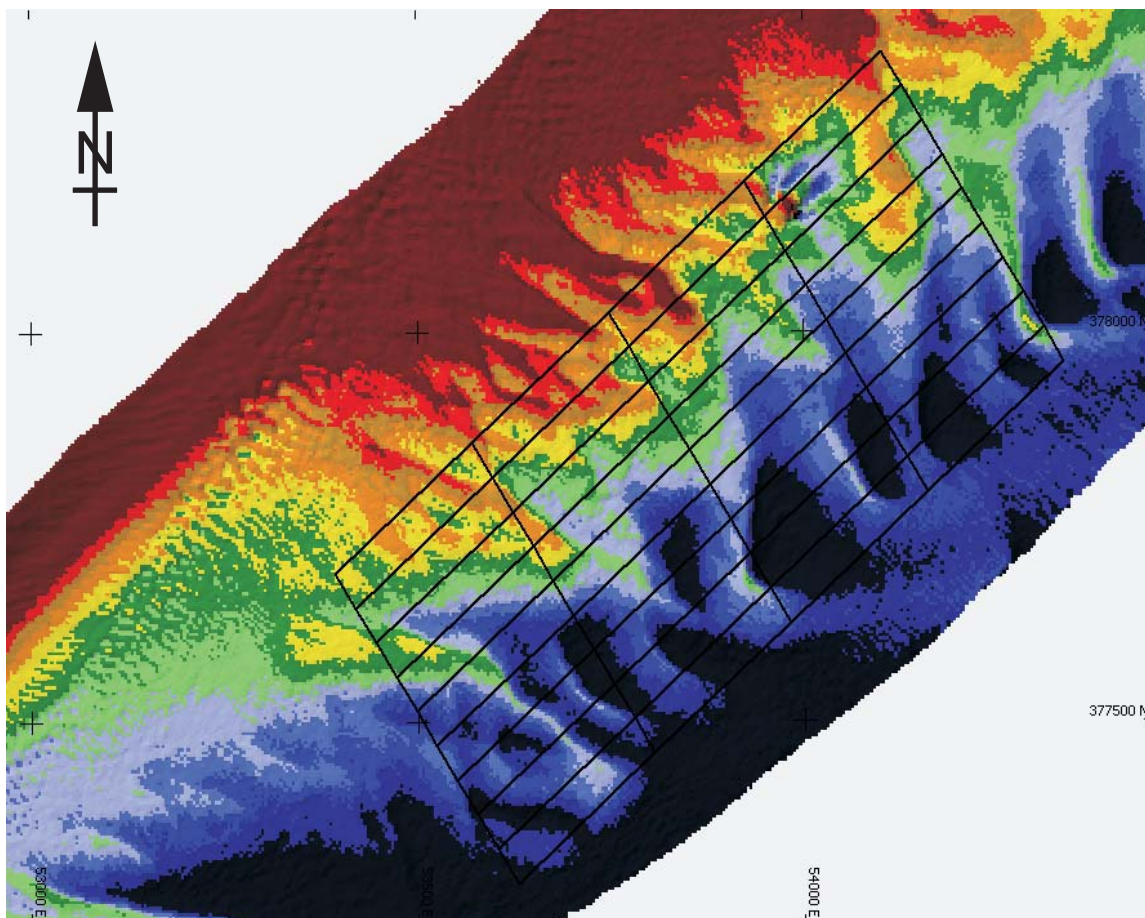
Verschilkaart 29/10/2007 t.o.v. 12/10/2007



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 23



	> -10m GLLWS
	-10,0m tot -10,5m GLLWS
	-10,5m tot -11,0m GLLWS
	-11,0m tot -11,5m GLLWS
	-11,5m tot -12,0m GLLWS
	-12,0m tot -12,5m GLLWS
	-12,5m tot -13,0m GLLWS
	-13,0m tot -13,5m GLLWS
	-13,5m tot -14,0m GLLWS
	-14,0m tot -14,5m GLLWS
	-14,5m tot -15,0m GLLWS
	< -15m GLLWS

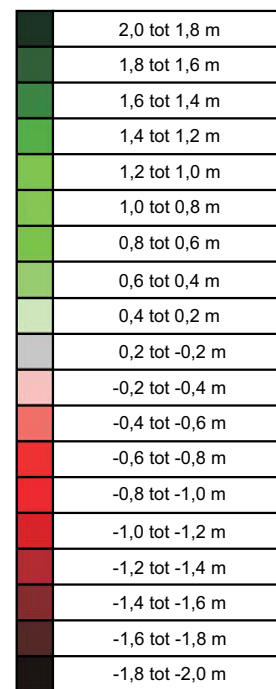
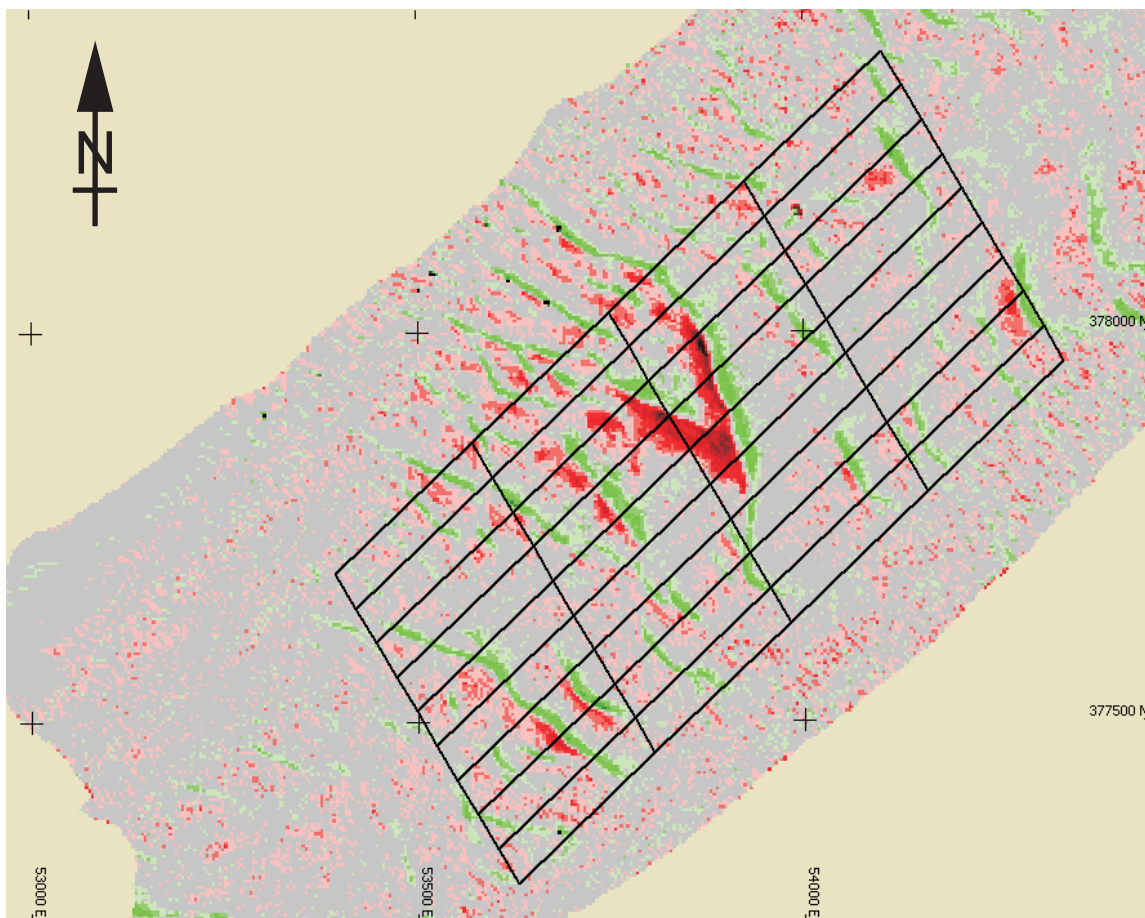
Topo-bathymetrie 01/11/2007 (Rijkswaterstaat)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 24



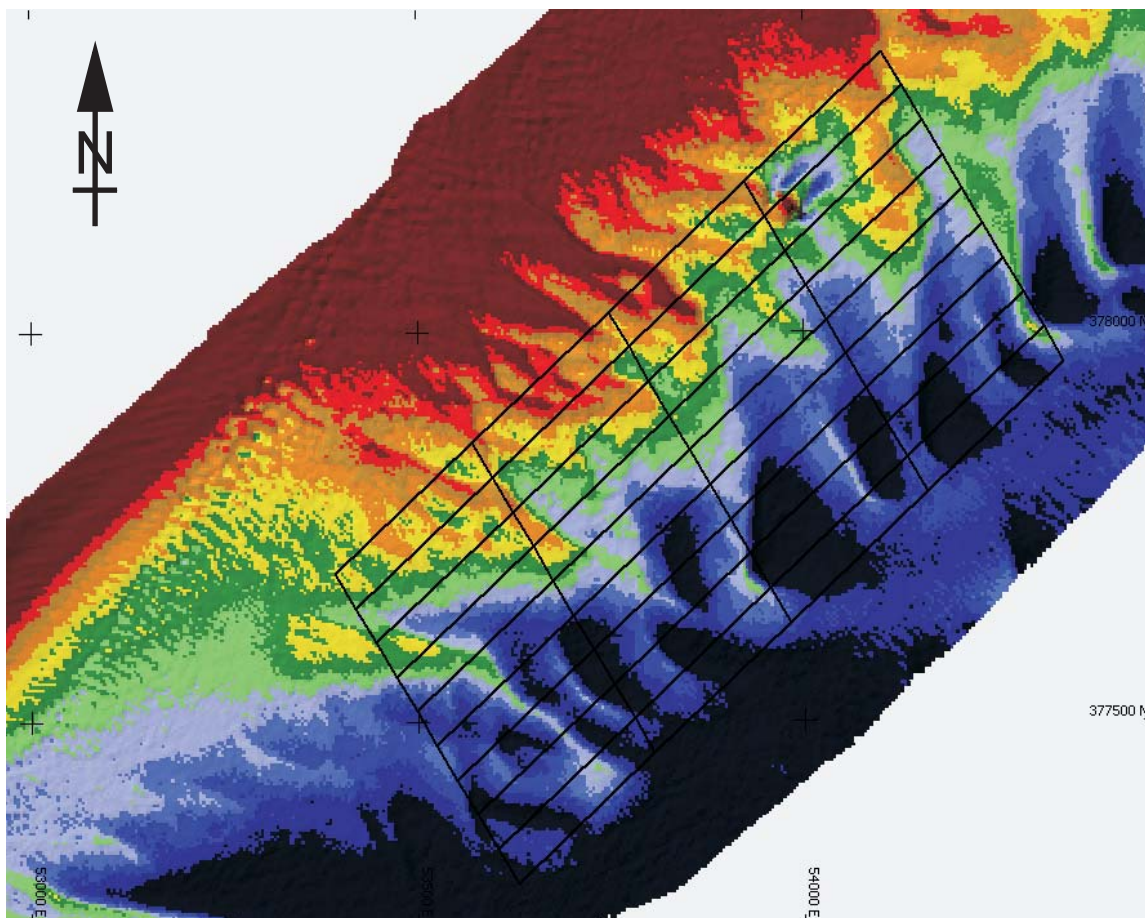
Verschilkaart 01/11/2007 t.o.v. 12/10/2007



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 25



	> -10m GLLWS
	-10,0m tot -10,5m GLLWS
	-10,5m tot -11,0m GLLWS
	-11,0m tot -11,5m GLLWS
	-11,5m tot -12,0m GLLWS
	-12,0m tot -12,5m GLLWS
	-12,5m tot -13,0m GLLWS
	-13,0m tot -13,5m GLLWS
	-13,5m tot -14,0m GLLWS
	-14,0m tot -14,5m GLLWS
	-14,5m tot -15,0m GLLWS
	< -15m GLLWS

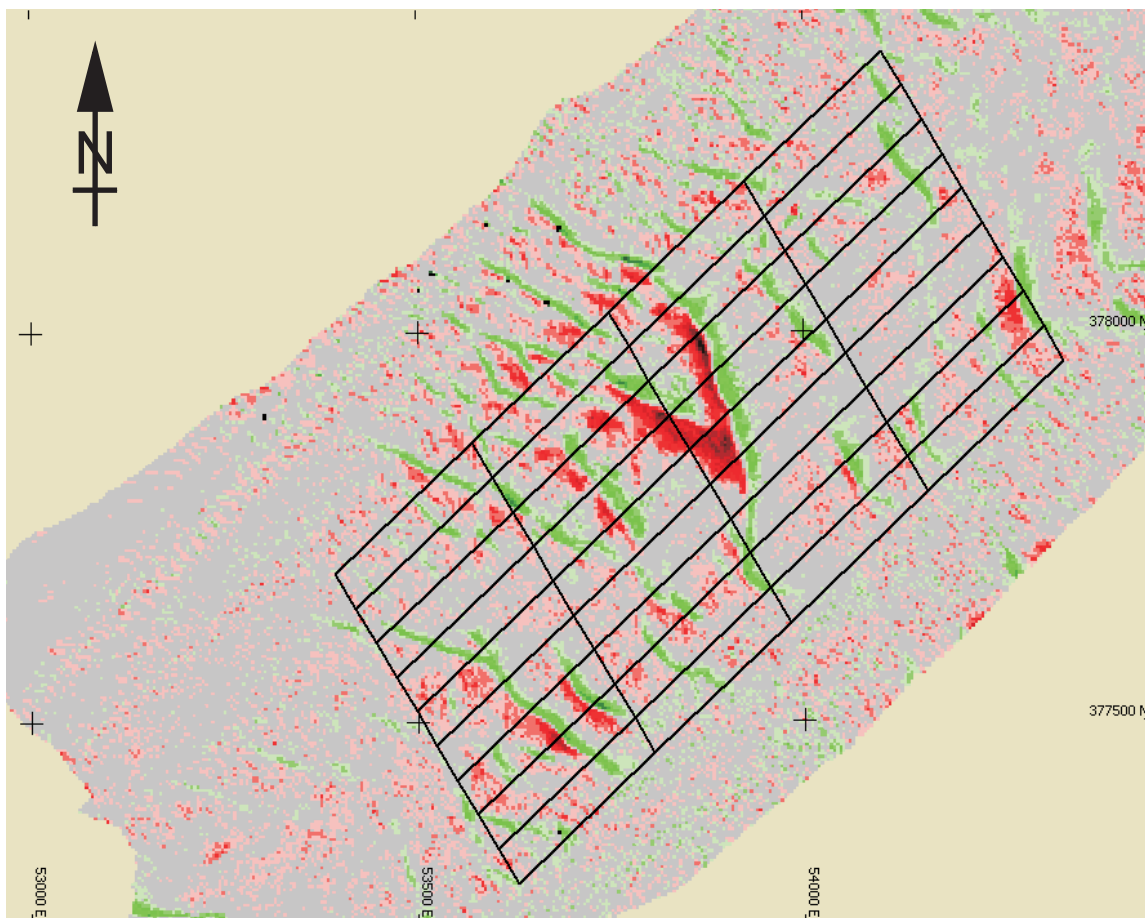
Topo-bathymetrie 09/11/2007 (Rijkswaterstaat)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 26



	2,0 tot 1,8 m
	1,8 tot 1,6 m
	1,6 tot 1,4 m
	1,4 tot 1,2 m
	1,2 tot 1,0 m
	1,0 tot 0,8 m
	0,8 tot 0,6 m
	0,6 tot 0,4 m
	0,4 tot 0,2 m
	0,2 tot -0,2 m
	-0,2 tot -0,4 m
	-0,4 tot -0,6 m
	-0,6 tot -0,8 m
	-0,8 tot -1,0 m
	-1,0 tot -1,2 m
	-1,2 tot -1,4 m
	-1,4 tot -1,6 m
	-1,6 tot -1,8 m
	-1,8 tot -2,0 m

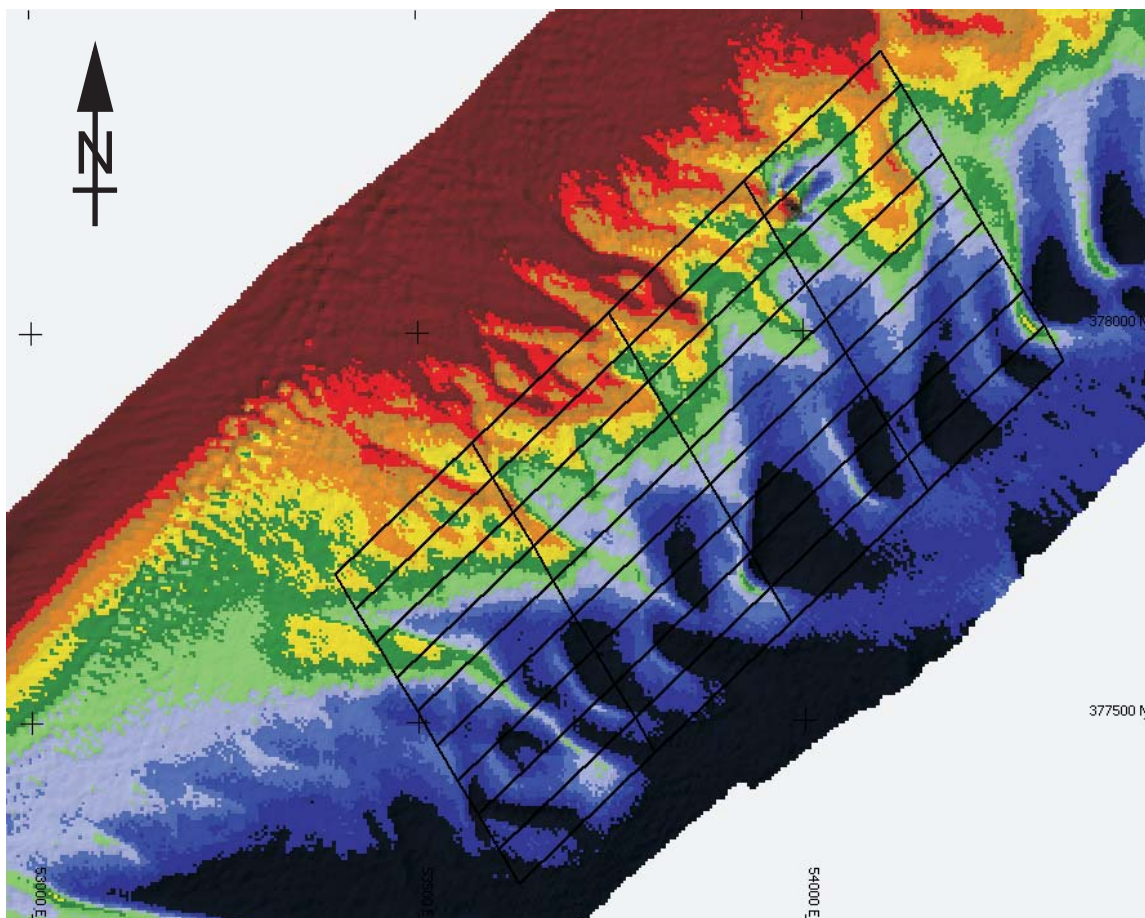
Verschilkaart 09/11/2007 t.o.v. 12/10/2007



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 27



	> -10m GLLWS
	-10,0m tot -10,5m GLLWS
	-10,5m tot -11,0m GLLWS
	-11,0m tot -11,5m GLLWS
	-11,5m tot -12,0m GLLWS
	-12,0m tot -12,5m GLLWS
	-12,5m tot -13,0m GLLWS
	-13,0m tot -13,5m GLLWS
	-13,5m tot -14,0m GLLWS
	-14,0m tot -14,5m GLLWS
	-14,5m tot -15,0m GLLWS
	< -15m GLLWS

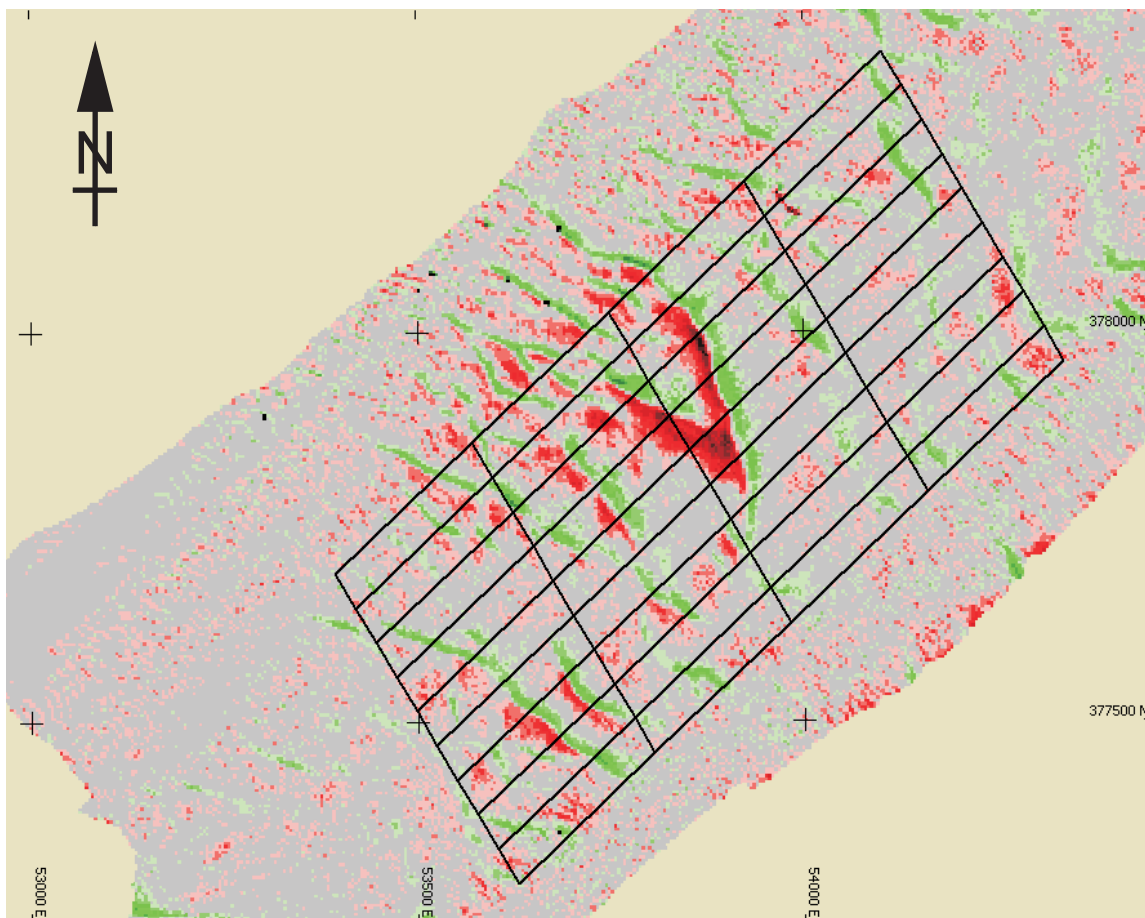
Topo-bathymetrie 16/11/2007 (Rijkswaterstaat)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 28



	2,0 tot 1,8 m
	1,8 tot 1,6 m
	1,6 tot 1,4 m
	1,4 tot 1,2 m
	1,2 tot 1,0 m
	1,0 tot 0,8 m
	0,8 tot 0,6 m
	0,6 tot 0,4 m
	0,4 tot 0,2 m
	0,2 tot -0,2 m
	-0,2 tot -0,4 m
	-0,4 tot -0,6 m
	-0,6 tot -0,8 m
	-0,8 tot -1,0 m
	-1,0 tot -1,2 m
	-1,2 tot -1,4 m
	-1,4 tot -1,6 m
	-1,6 tot -1,8 m
	-1,8 tot -2,0 m

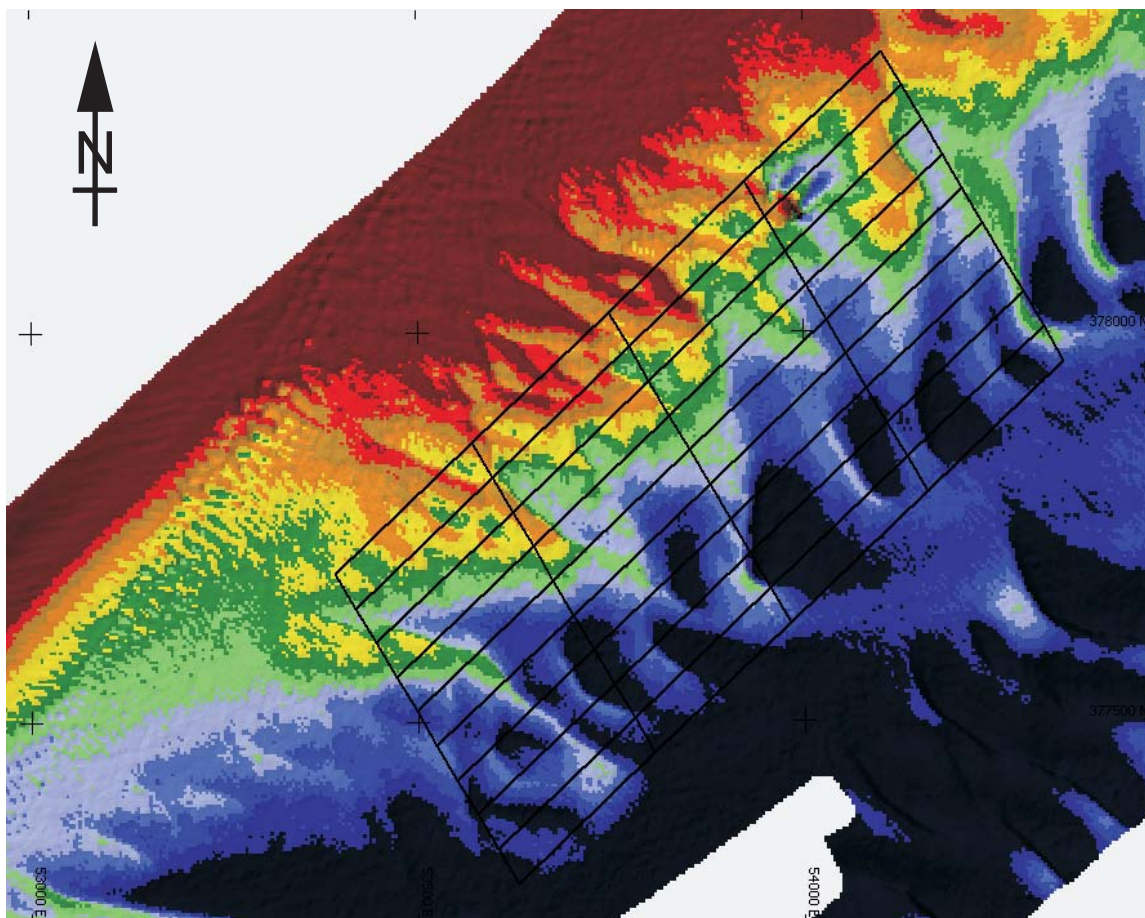
Verschilkaart 16/11/2007 t.o.v. 12/10/2007



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 29



	> -10m GLLWS
	-10,0m tot -10,5m GLLWS
	-10,5m tot -11,0m GLLWS
	-11,0m tot -11,5m GLLWS
	-11,5m tot -12,0m GLLWS
	-12,0m tot -12,5m GLLWS
	-12,5m tot -13,0m GLLWS
	-13,0m tot -13,5m GLLWS
	-13,5m tot -14,0m GLLWS
	-14,0m tot -14,5m GLLWS
	-14,5m tot -15,0m GLLWS
	< -15m GLLWS

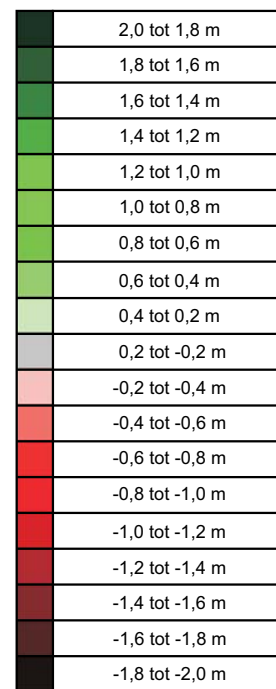
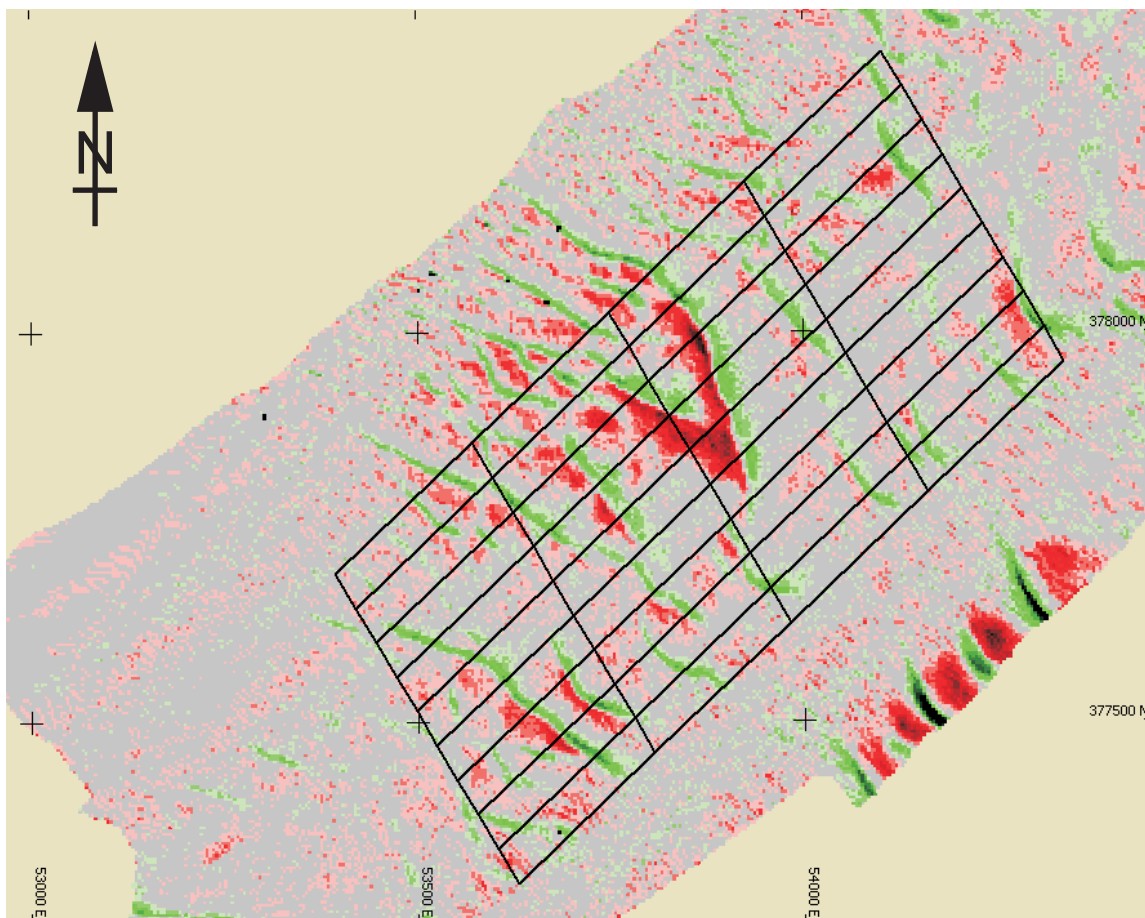
Topo-bathymetrie 22/11/2007 (Vlaamse Hydrografie)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 30



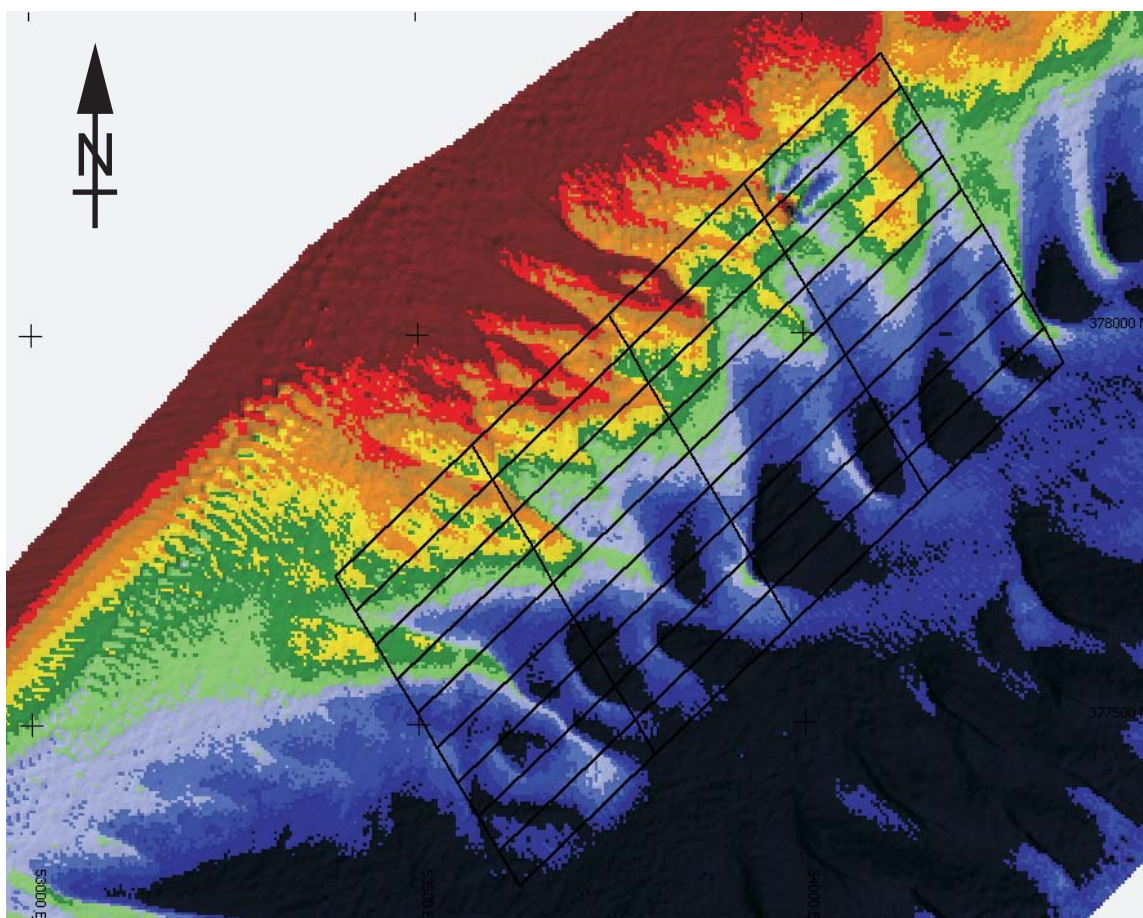
Verschilkaart 22/11/2007 t.o.v. 12/10/2007



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 31



	> -10m GLLWS
	-10,0m tot -10,5m GLLWS
	-10,5m tot -11,0m GLLWS
	-11,0m tot -11,5m GLLWS
	-11,5m tot -12,0m GLLWS
	-12,0m tot -12,5m GLLWS
	-12,5m tot -13,0m GLLWS
	-13,0m tot -13,5m GLLWS
	-13,5m tot -14,0m GLLWS
	-14,0m tot -14,5m GLLWS
	-14,5m tot -15,0m GLLWS
	< -15m GLLWS

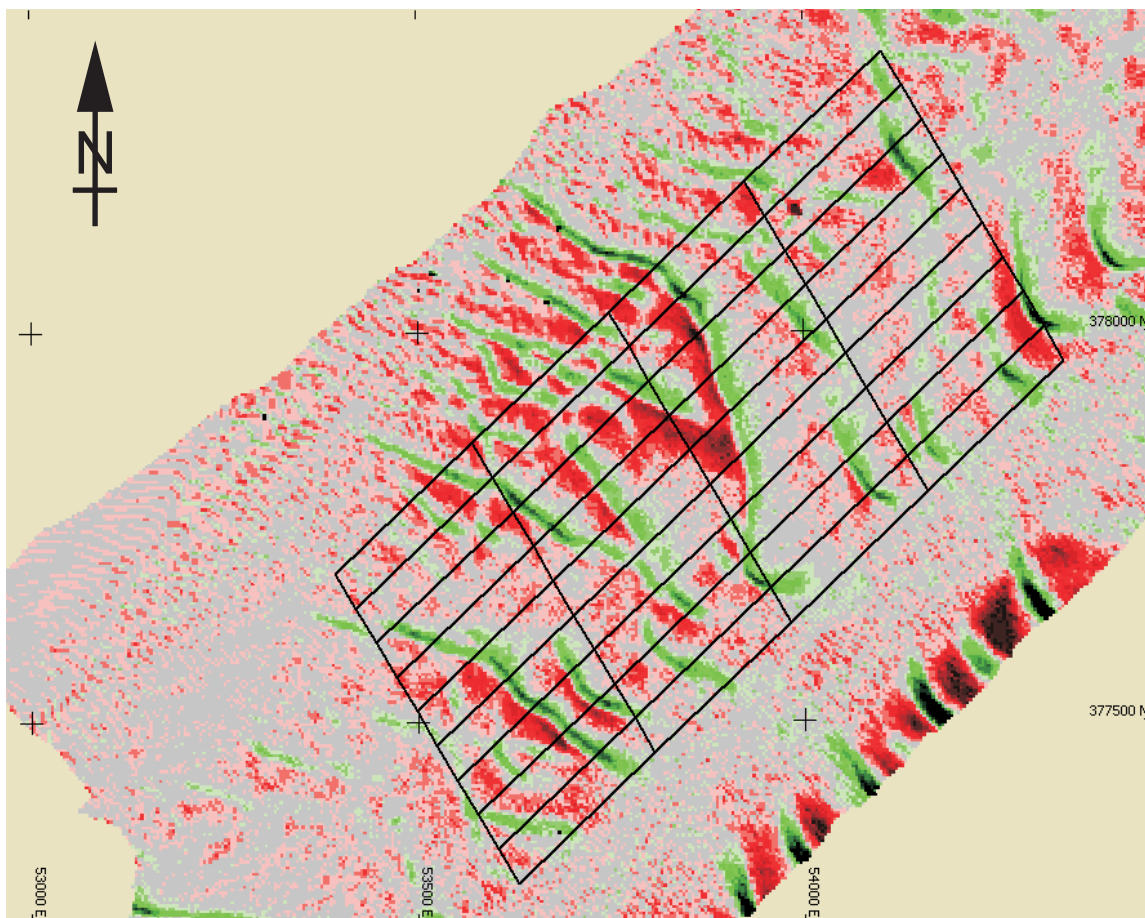
Topo-bathymetrie 17/12/2007 (Vlaamse Hydrografie)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 32



	2,0 tot 1,8 m
	1,8 tot 1,6 m
	1,6 tot 1,4 m
	1,4 tot 1,2 m
	1,2 tot 1,0 m
	1,0 tot 0,8 m
	0,8 tot 0,6 m
	0,6 tot 0,4 m
	0,4 tot 0,2 m
	0,2 tot -0,2 m
	-0,2 tot -0,4 m
	-0,4 tot -0,6 m
	-0,6 tot -0,8 m
	-0,8 tot -1,0 m
	-1,0 tot -1,2 m
	-1,2 tot -1,4 m
	-1,4 tot -1,6 m
	-1,6 tot -1,8 m
	-1,8 tot -2,0 m

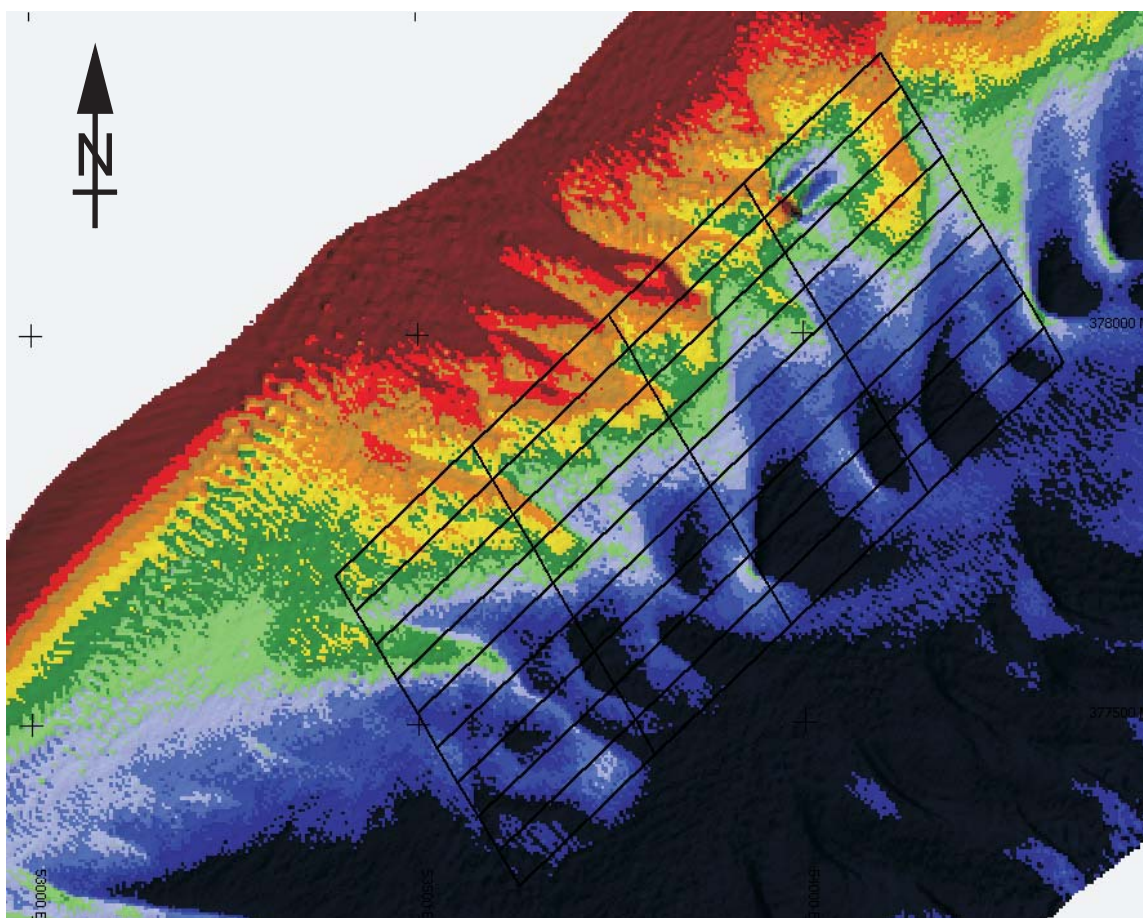
Verschilkaart 17/12/2007 t.o.v. 12/10/2007



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 33



	> -10m GLLWS
	-10,0m tot -10,5m GLLWS
	-10,5m tot -11,0m GLLWS
	-11,0m tot -11,5m GLLWS
	-11,5m tot -12,0m GLLWS
	-12,0m tot -12,5m GLLWS
	-12,5m tot -13,0m GLLWS
	-13,0m tot -13,5m GLLWS
	-13,5m tot -14,0m GLLWS
	-14,0m tot -14,5m GLLWS
	-14,5m tot -15,0m GLLWS
	< -15m GLLWS

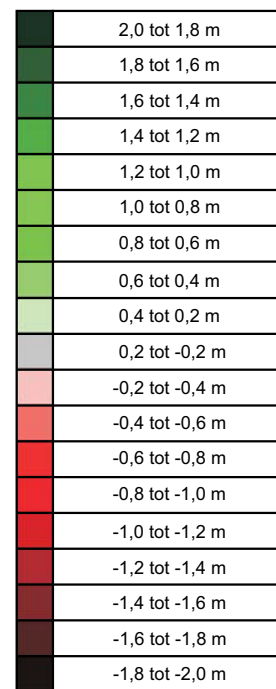
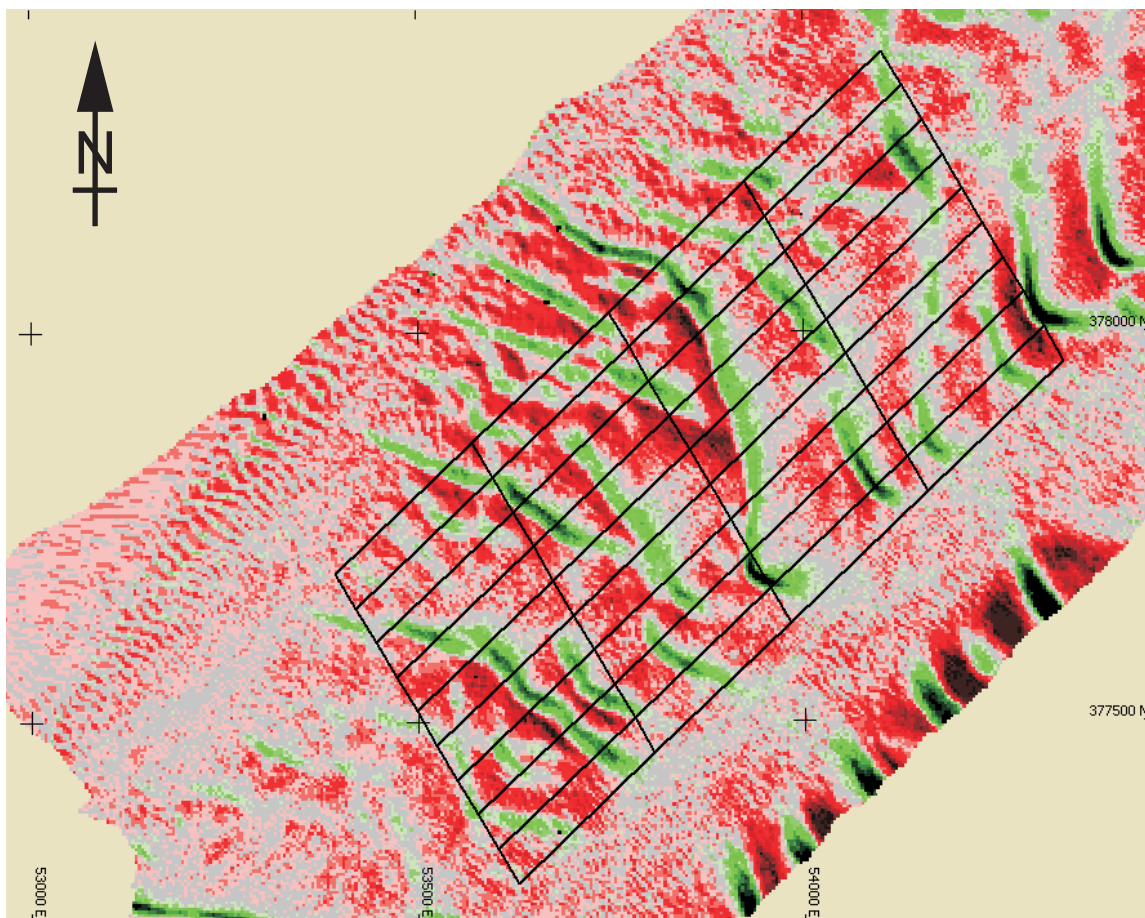
Topo-bathymetrie 11/01/2008 (Vlaamse Hydrografie)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 34



Verschilkaart 11/01/2008 t.o.v. 12/10/2007



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 35



	25,0 tot 22,5 cm/dag
	22,5 tot 20,0 cm/dag
	20,0 tot 17,5 cm/dag
	17,5 tot 15,0 cm/dag
	15,0 tot 12,5 cm/dag
	12,5 tot 10,0 cm/dag
	10,0 tot 7,5 cm/dag
	7,5 tot 5,0 cm/dag
	5,0 tot 2,5 cm/dag
	2,5 tot -2,5 cm/dag
	-2,5 tot 5,0 cm/dag
	-5,0 tot -7,5 cm/dag
	-7,5 tot -10,0 cm/dag
	-10,0 tot -12,5 cm/dag
	-12,5 tot -15,0 cm/dag
	-15,0 tot -17,5 cm/dag
	-17,5 tot -20,0 cm/dag
	-20,0 tot -22,5 cm/dag
	-22,5 tot -25,0 cm/dag

Verschilkaart 22/08/2006 t.o.v. 14/07/2006 (Eurosense)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 36



	25,0 tot 22,5 cm/dag
	22,5 tot 20,0 cm/dag
	20,0 tot 17,5 cm/dag
	17,5 tot 15,0 cm/dag
	15,0 tot 12,5 cm/dag
	12,5 tot 10,0 cm/dag
	10,0 tot 7,5 cm/dag
	7,5 tot 5,0 cm/dag
	5,0 tot 2,5 cm/dag
	2,5 tot -2,5 cm/dag
	-2,5 tot 5,0 cm/dag
	-5,0 tot -7,5 cm/dag
	-7,5 tot -10,0 cm/dag
	-10,0 tot -12,5 cm/dag
	-12,5 tot -15,0 cm/dag
	-15,0 tot -17,5 cm/dag
	-17,5 tot -20,0 cm/dag
	-20,0 tot -22,5 cm/dag
	-22,5 tot -25,0 cm/dag

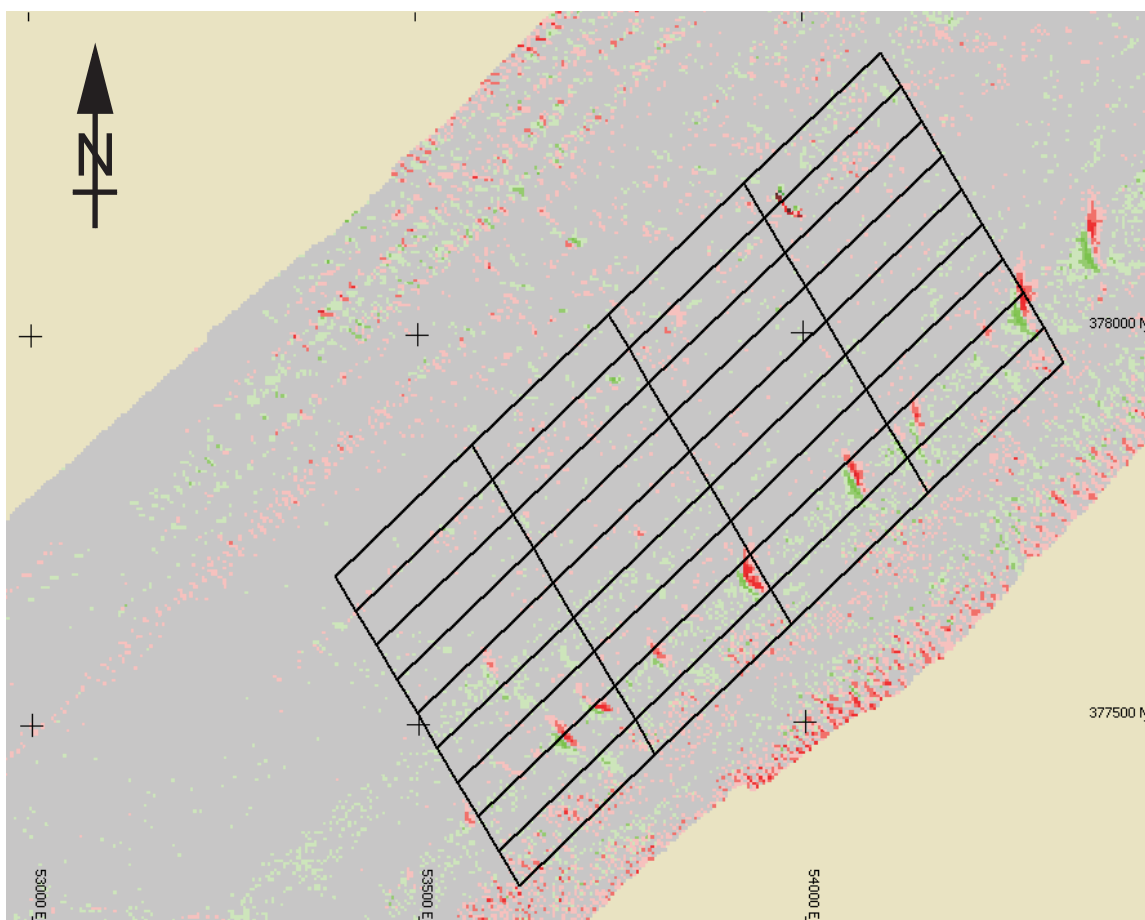
Verschilkaart 25/10/2007 t.o.v. 23/10/2007 (Geometius)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 37



	25,0 tot 22,5 cm/dag
	22,5 tot 20,0 cm/dag
	20,0 tot 17,5 cm/dag
	17,5 tot 15,0 cm/dag
	15,0 tot 12,5 cm/dag
	12,5 tot 10,0 cm/dag
	10,0 tot 7,5 cm/dag
	7,5 tot 5,0 cm/dag
	5,0 tot 2,5 cm/dag
	2,5 tot -2,5 cm/dag
	-2,5 tot 5,0 cm/dag
	-5,0 tot -7,5 cm/dag
	-7,5 tot -10,0 cm/dag
	-10,0 tot -12,5 cm/dag
	-12,5 tot -15,0 cm/dag
	-15,0 tot -17,5 cm/dag
	-17,5 tot -20,0 cm/dag
	-20,0 tot -22,5 cm/dag
	-22,5 tot -25,0 cm/dag

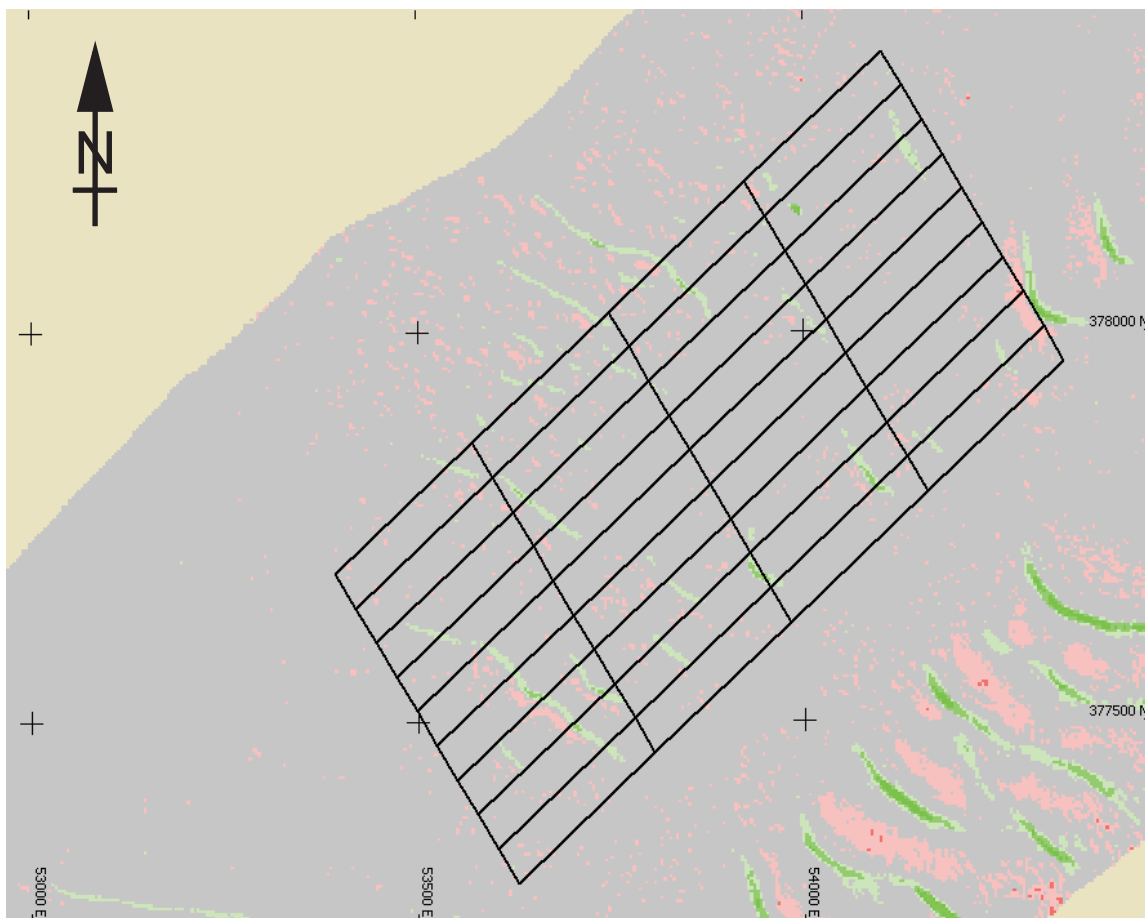
Verschilkaart 16/11/2007 t.o.v. 09/11/2007 (Rijkswaterstaat)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 38



	25,0 tot 22,5 cm/dag
	22,5 tot 20,0 cm/dag
	20,0 tot 17,5 cm/dag
	17,5 tot 15,0 cm/dag
	15,0 tot 12,5 cm/dag
	12,5 tot 10,0 cm/dag
	10,0 tot 7,5 cm/dag
	7,5 tot 5,0 cm/dag
	5,0 tot 2,5 cm/dag
	2,5 tot -2,5 cm/dag
	-2,5 tot 5,0 cm/dag
	-5,0 tot -7,5 cm/dag
	-7,5 tot -10,0 cm/dag
	-10,0 tot -12,5 cm/dag
	-12,5 tot -15,0 cm/dag
	-15,0 tot -17,5 cm/dag
	-17,5 tot -20,0 cm/dag
	-20,0 tot -22,5 cm/dag
	-22,5 tot -25,0 cm/dag

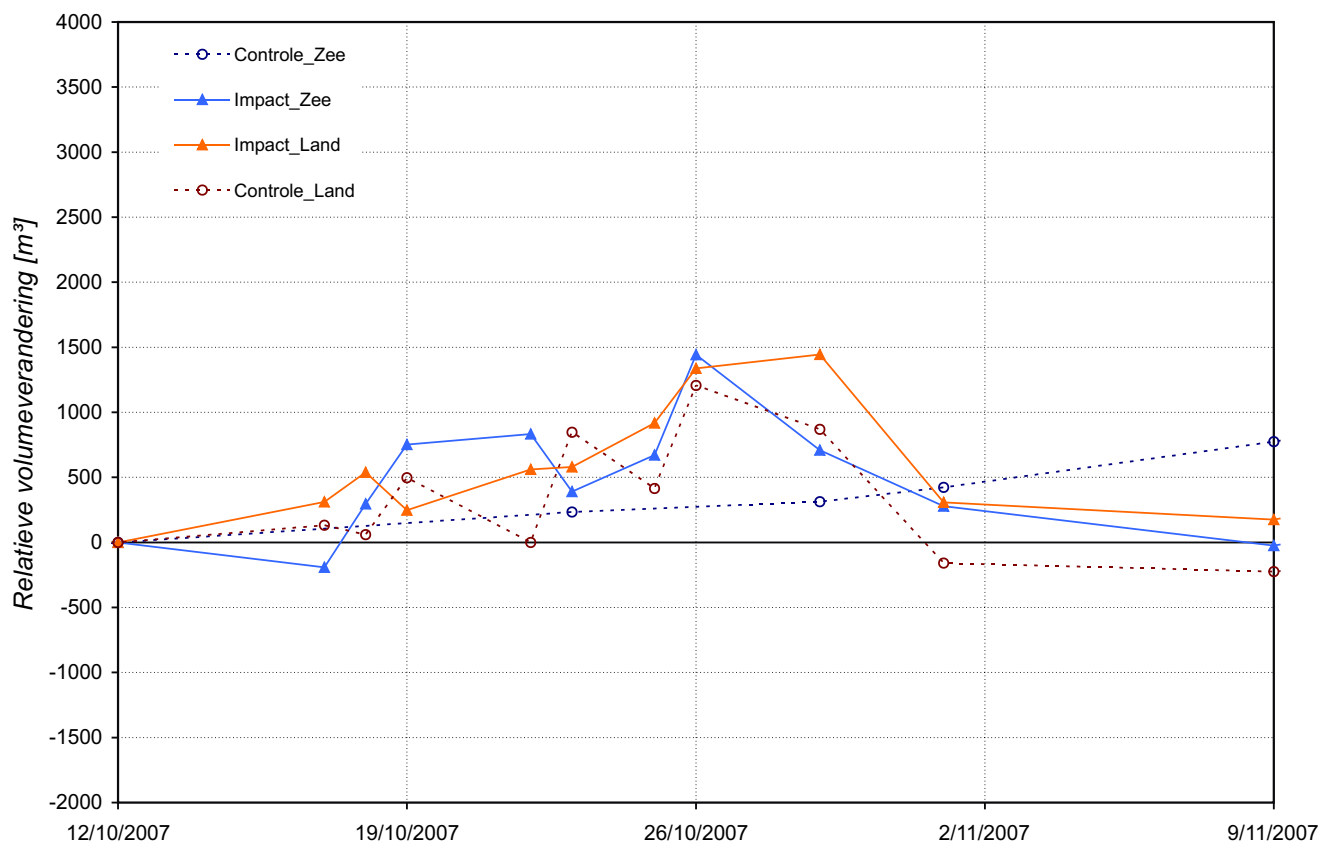
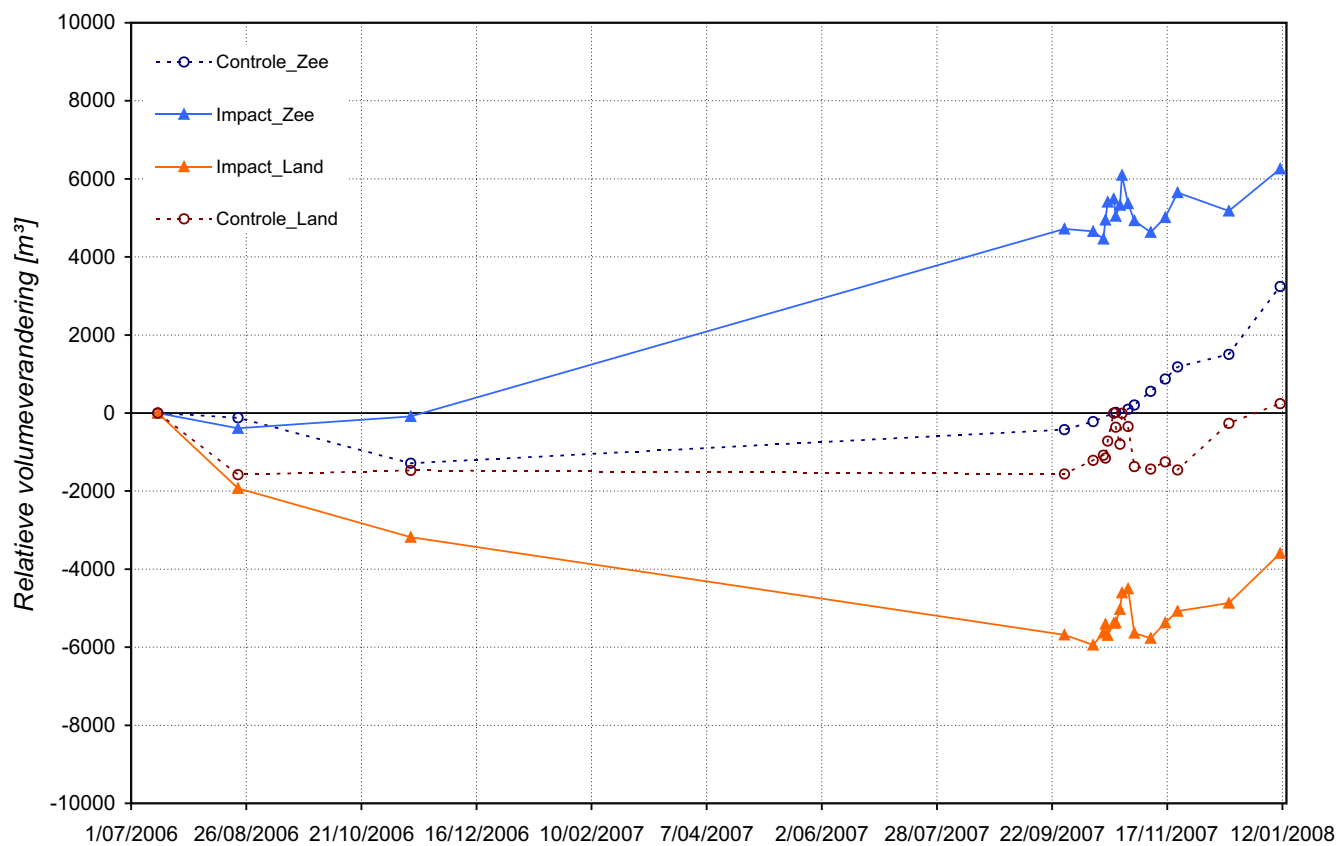
Verschilkaart 11/01/2008 t.o.v. 17/12/2007 (Vlaamse Hydrografie)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 39



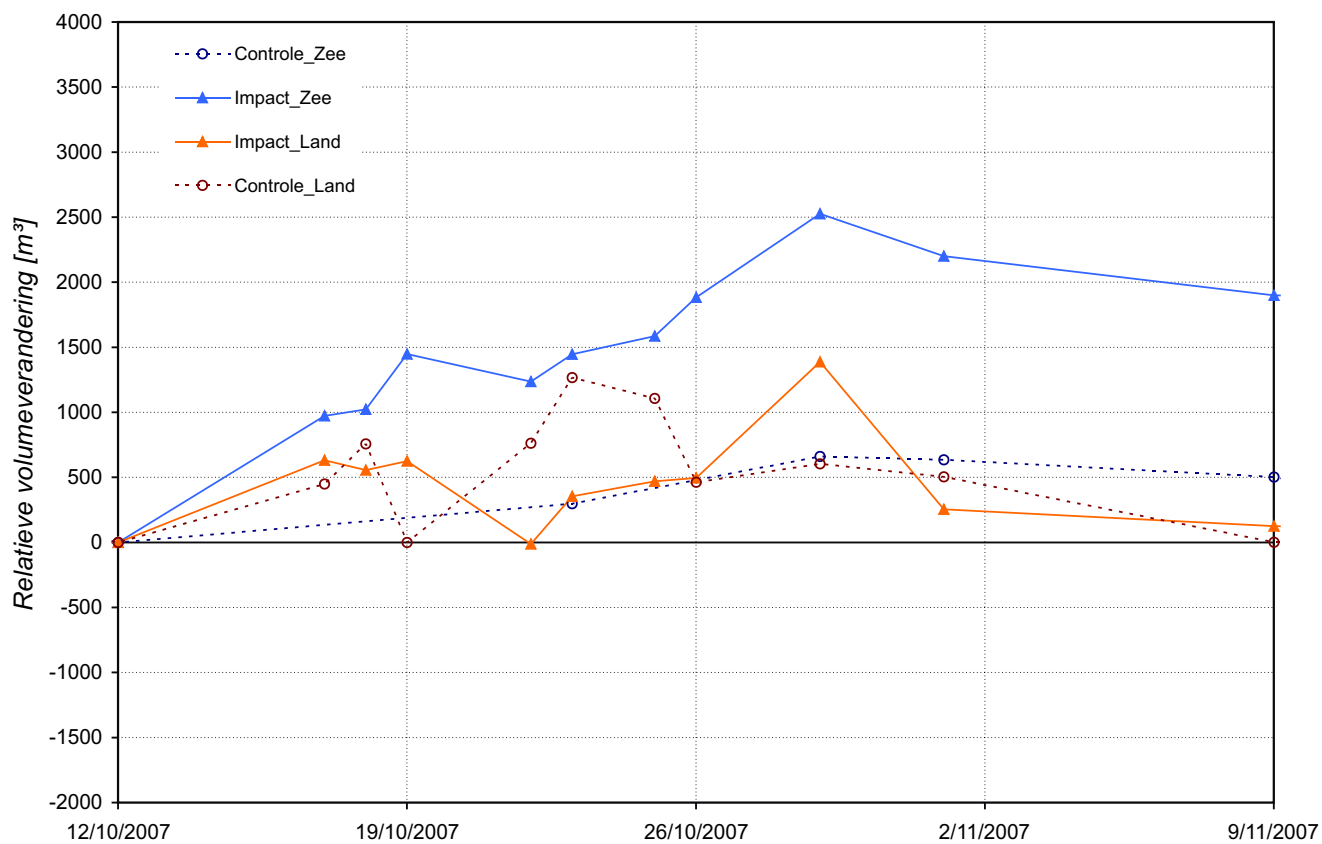
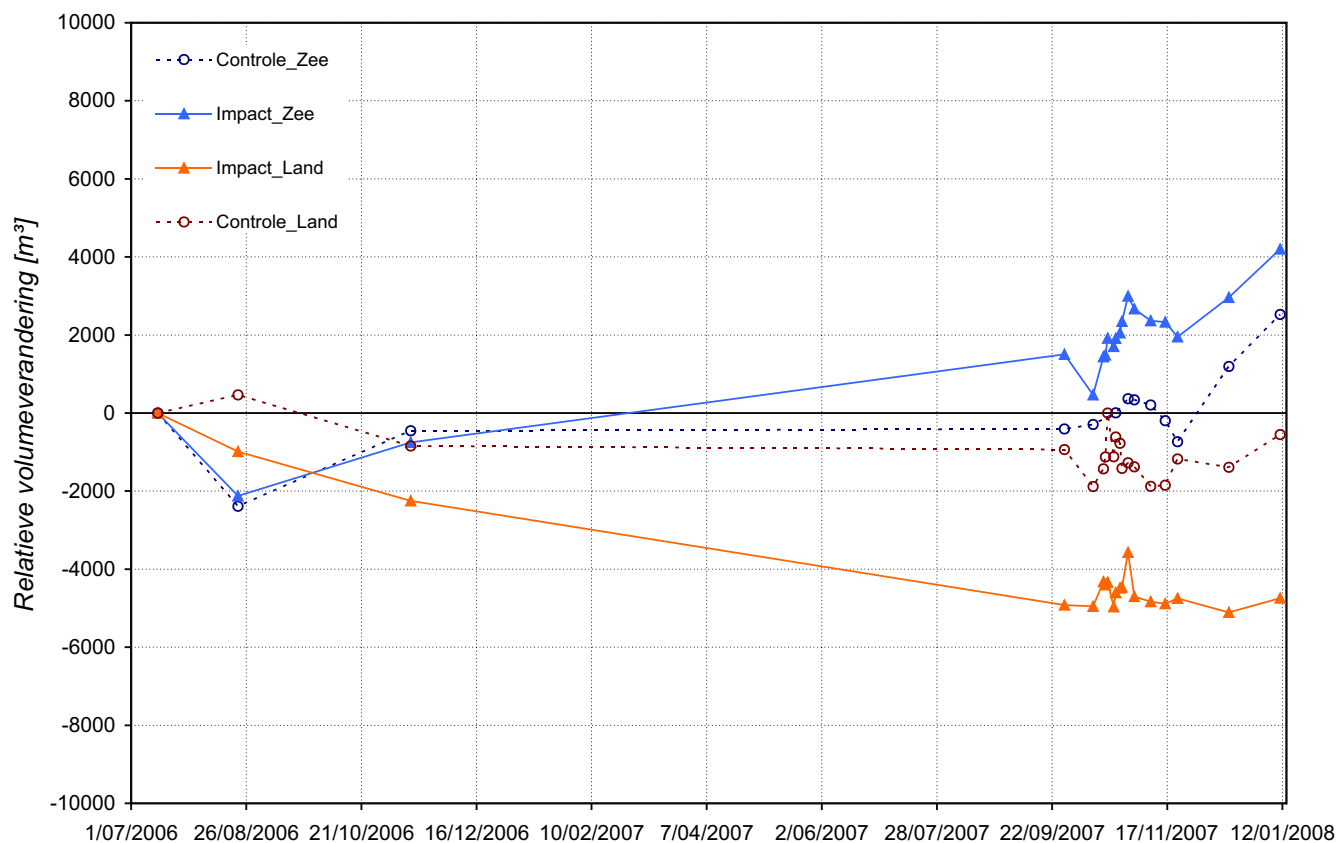
Relatieve volumeverandering STROOK 2
Langdurig (boven) - Tijdens uitvoering werken (onder)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 40



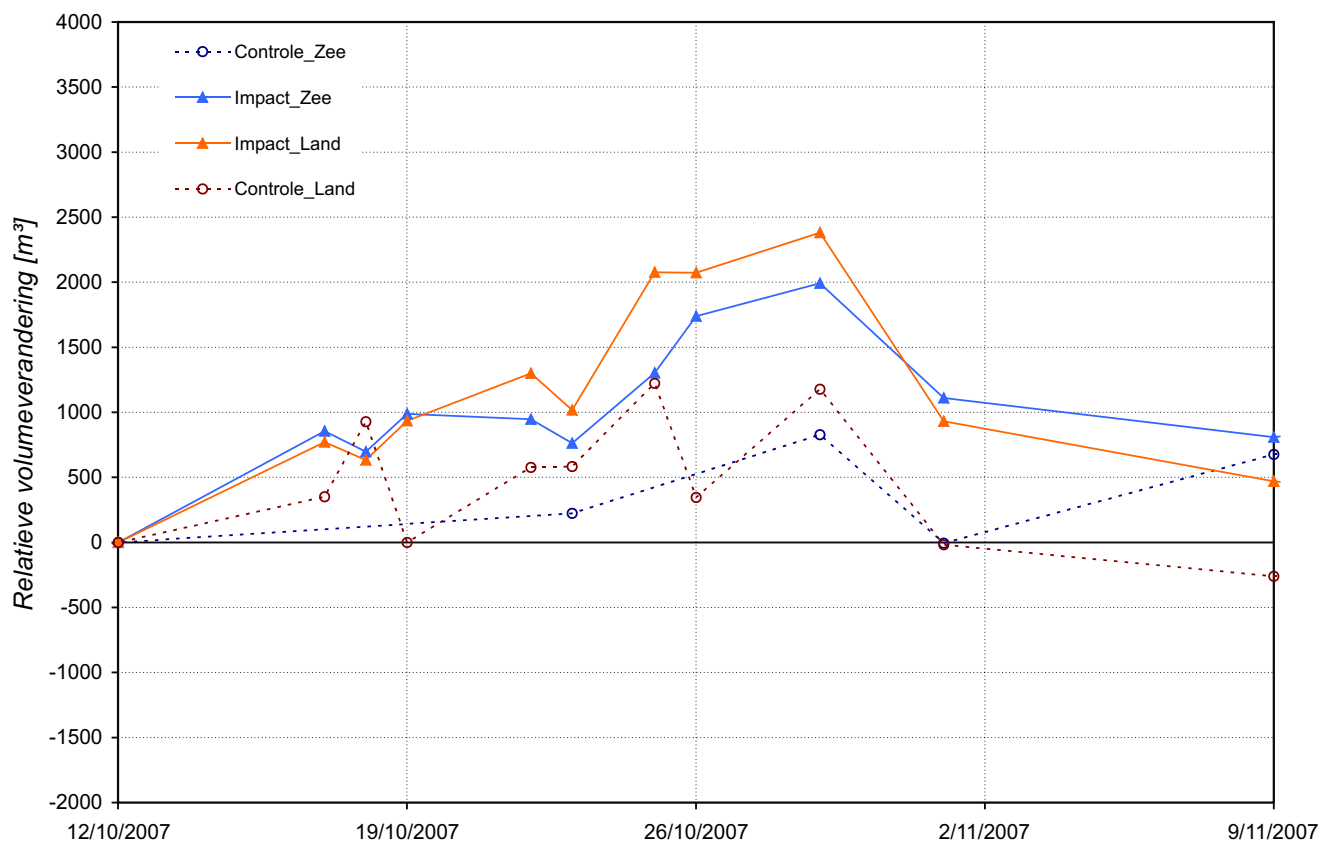
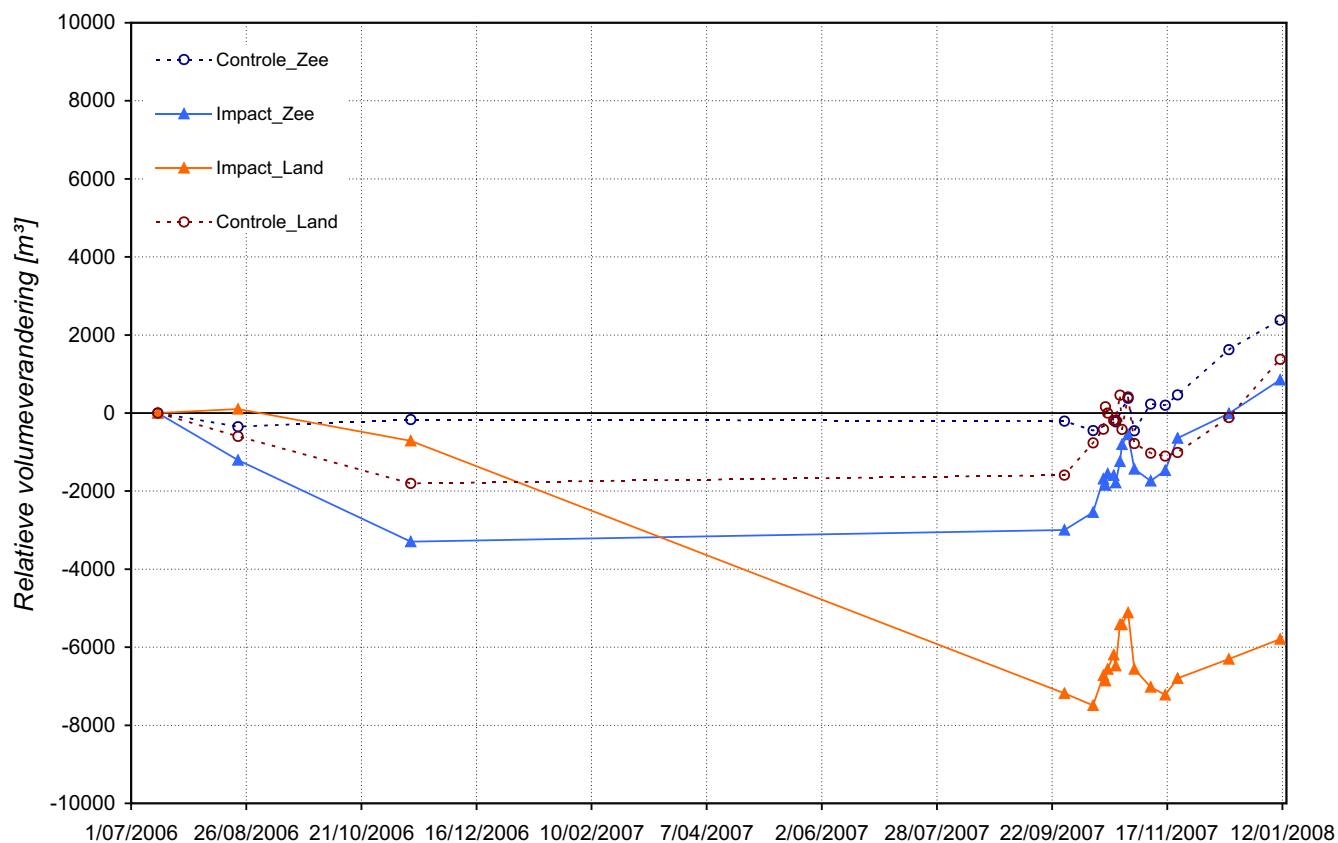
Relatieve volumeverandering STROOK 3
Langdurig (boven) - Tijdens uitvoering werken (onder)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 41



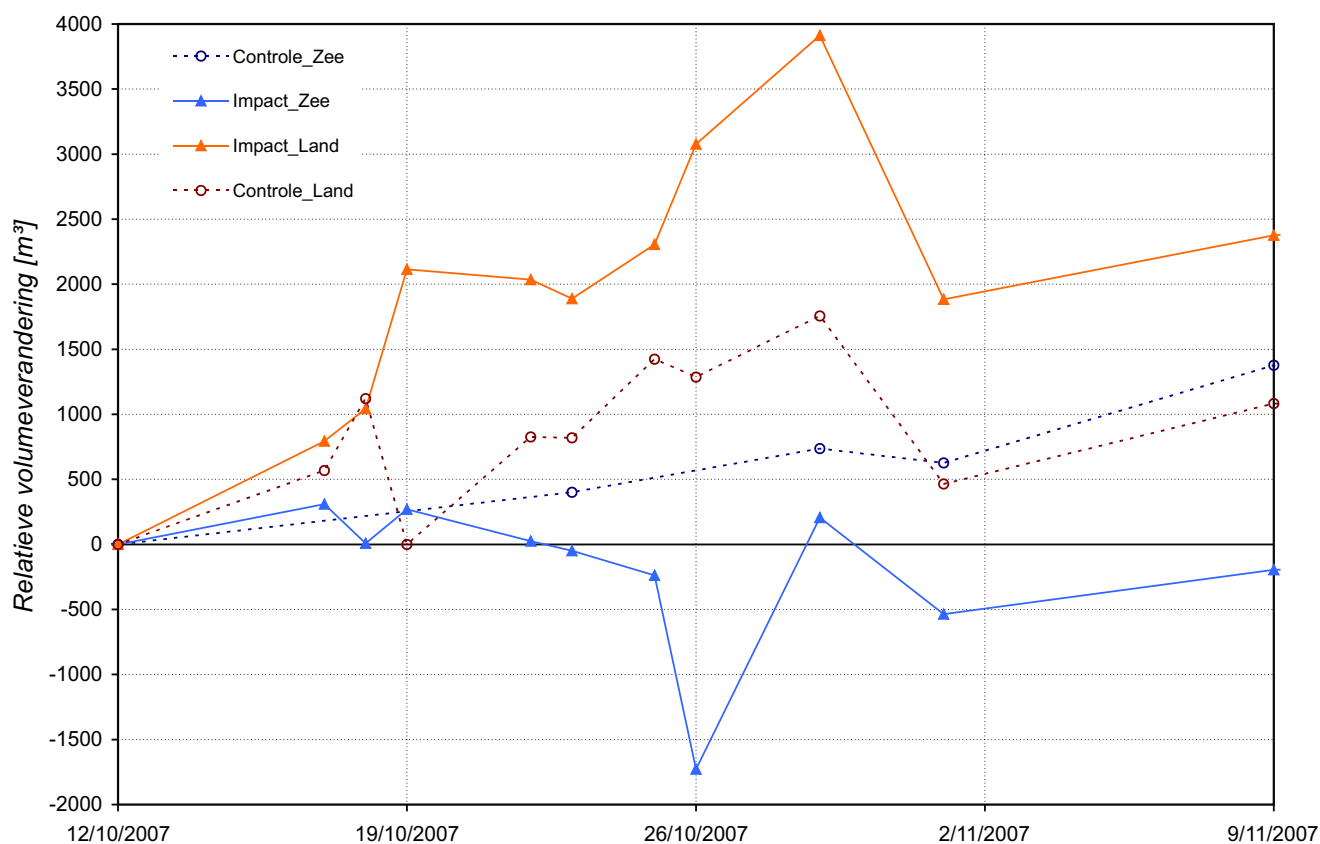
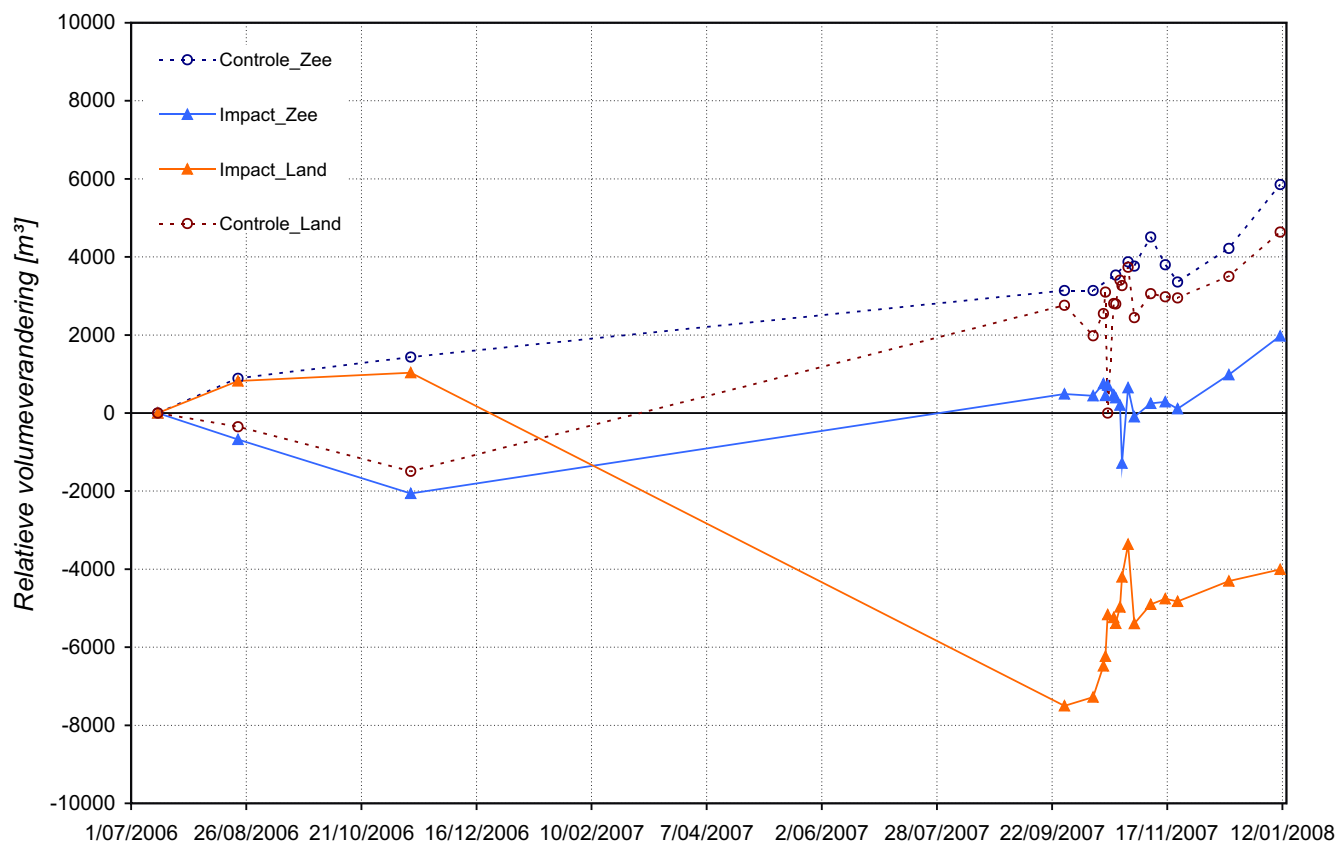
Relatieve volumeverandering STROOK 4
Langdurig (boven) - Tijdens uitvoering werken (onder)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 42



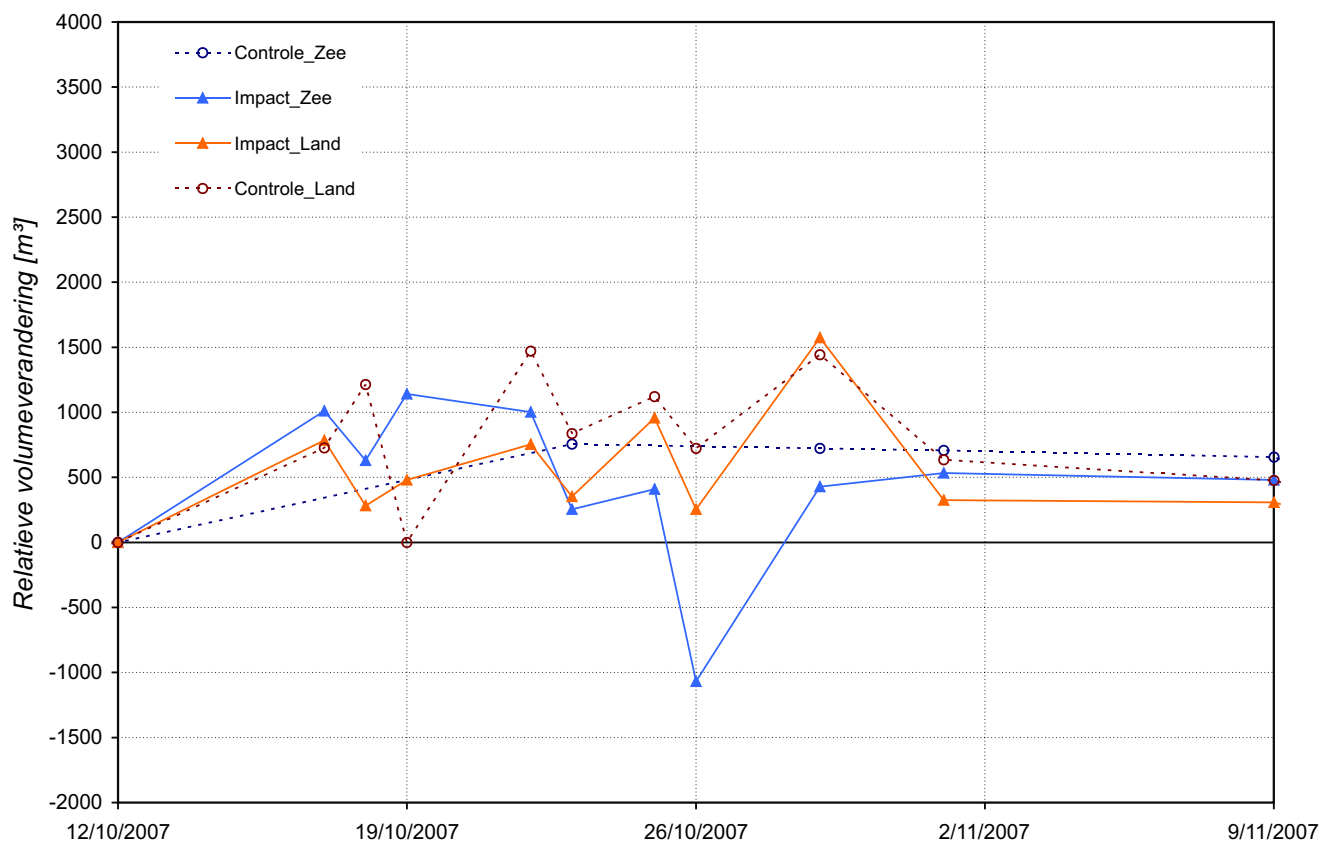
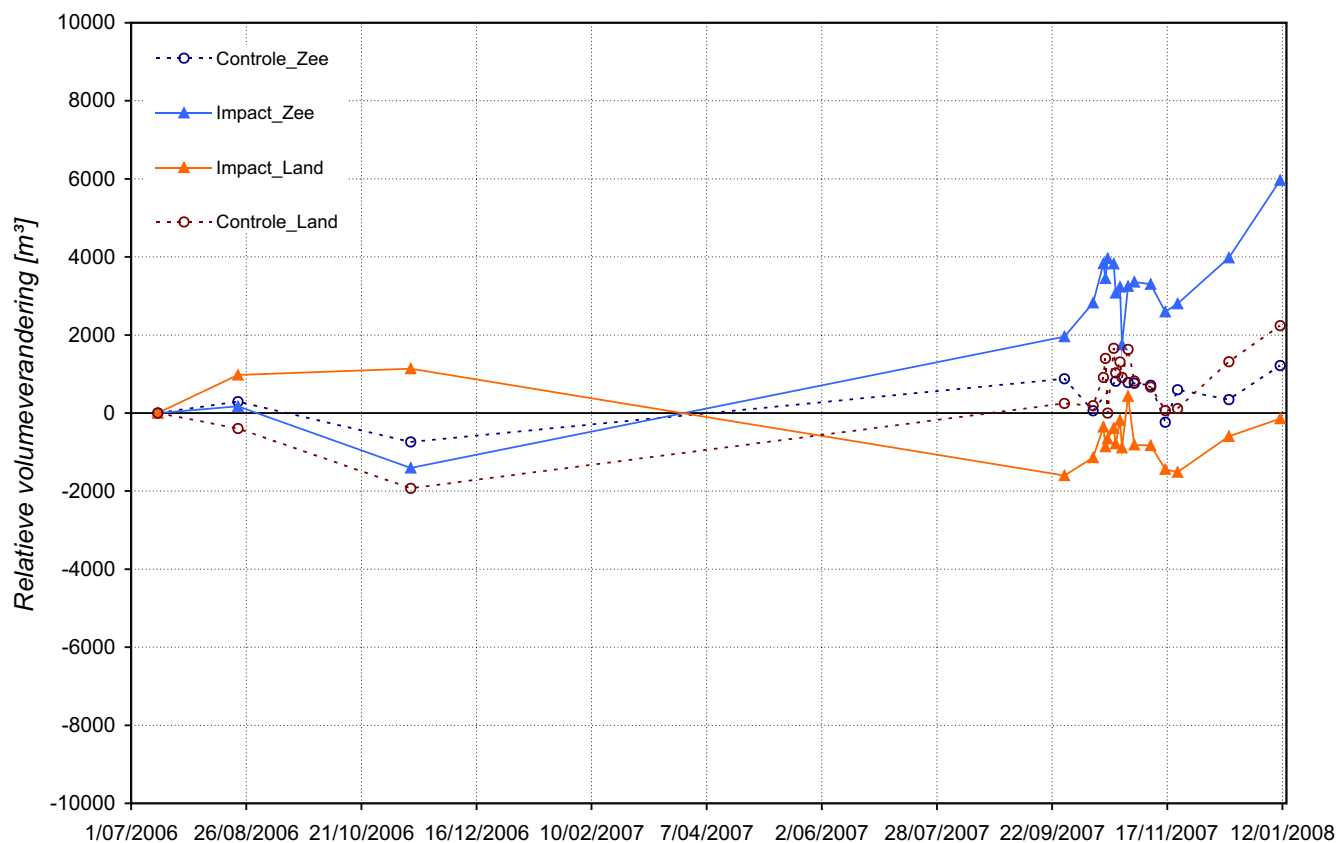
Relatieve volumeverandering STROOK 5
Langdurig (boven) - Tijdens uitvoering werken (onder)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 43



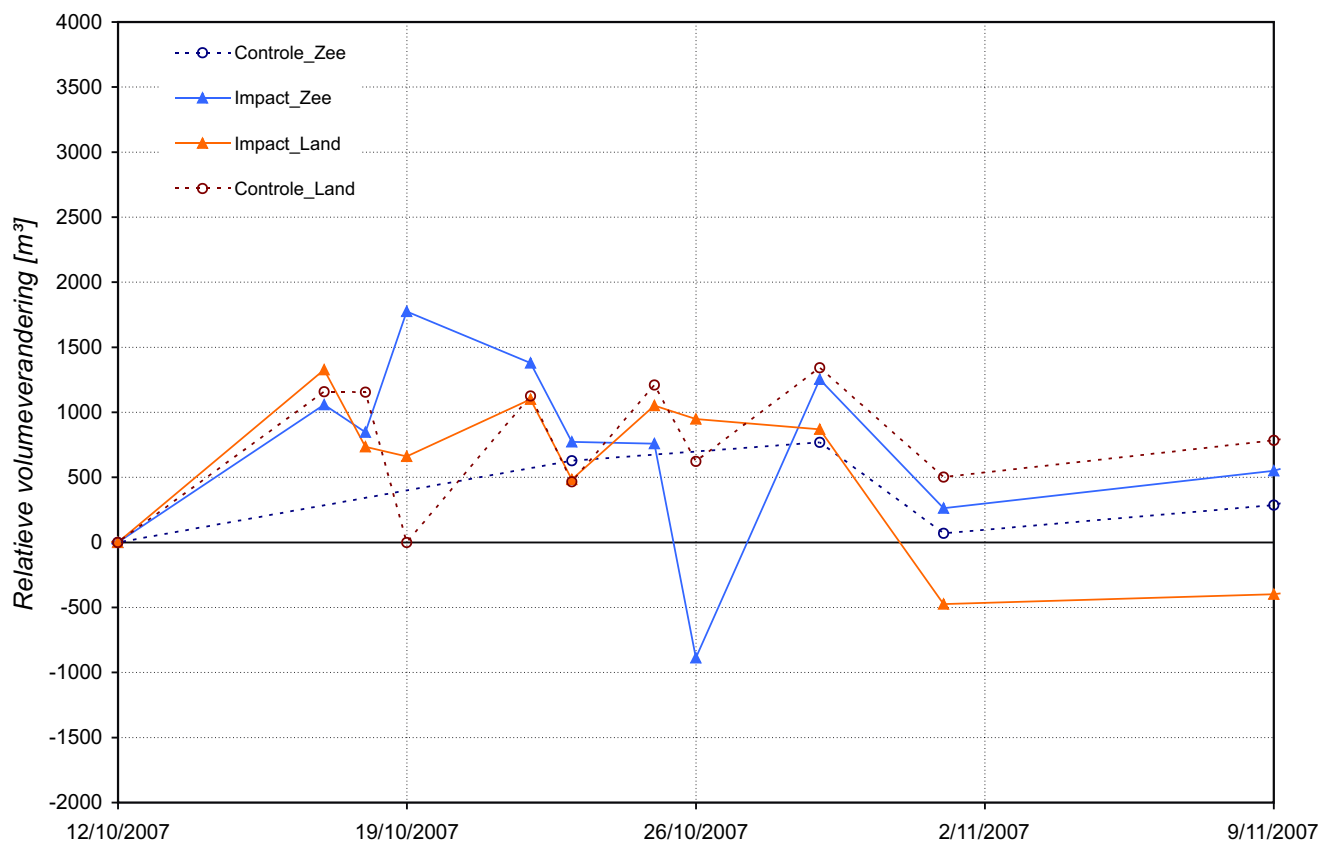
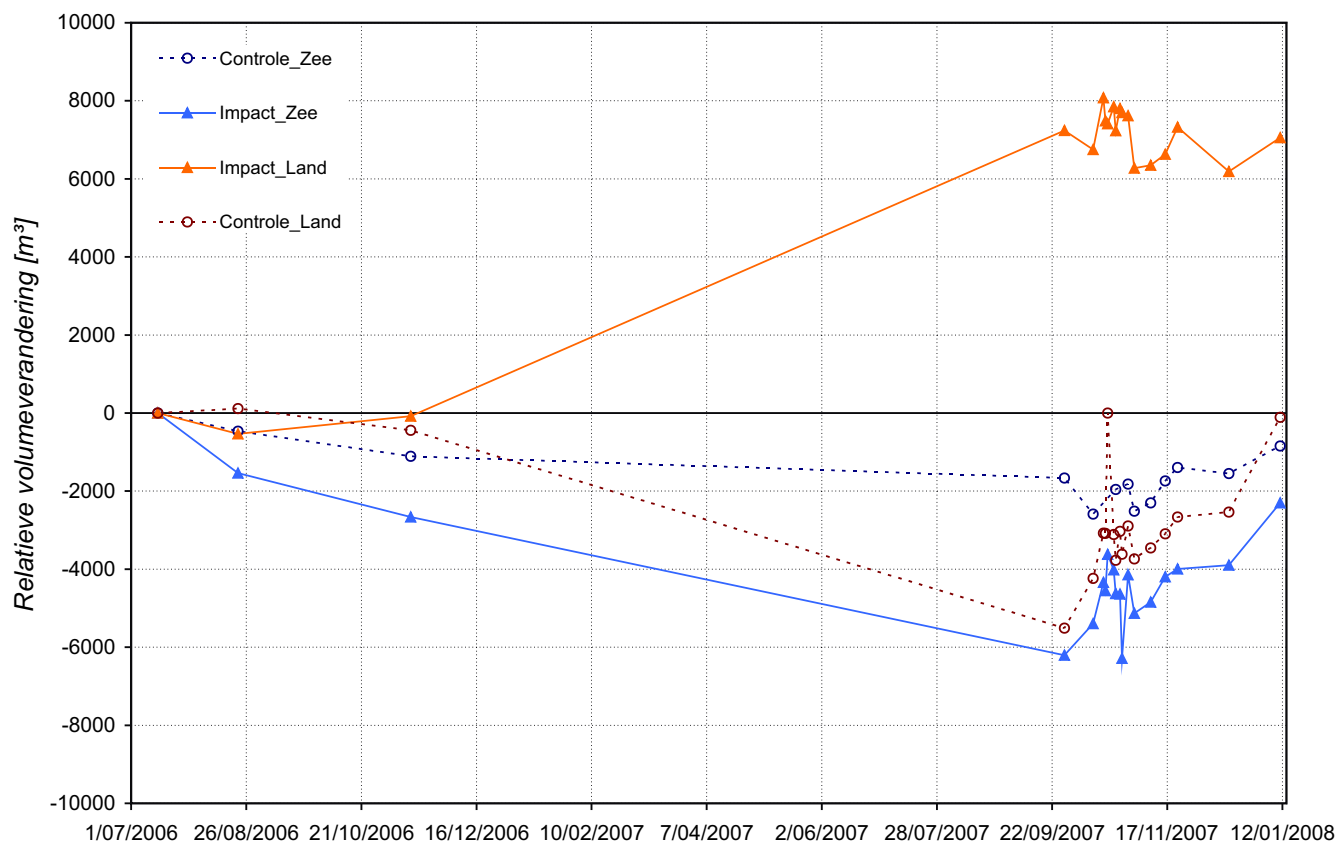
Relatieve volumeverandering STROOK 6
Langdurig (boven) - Tijdens uitvoering werken (onder)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 44



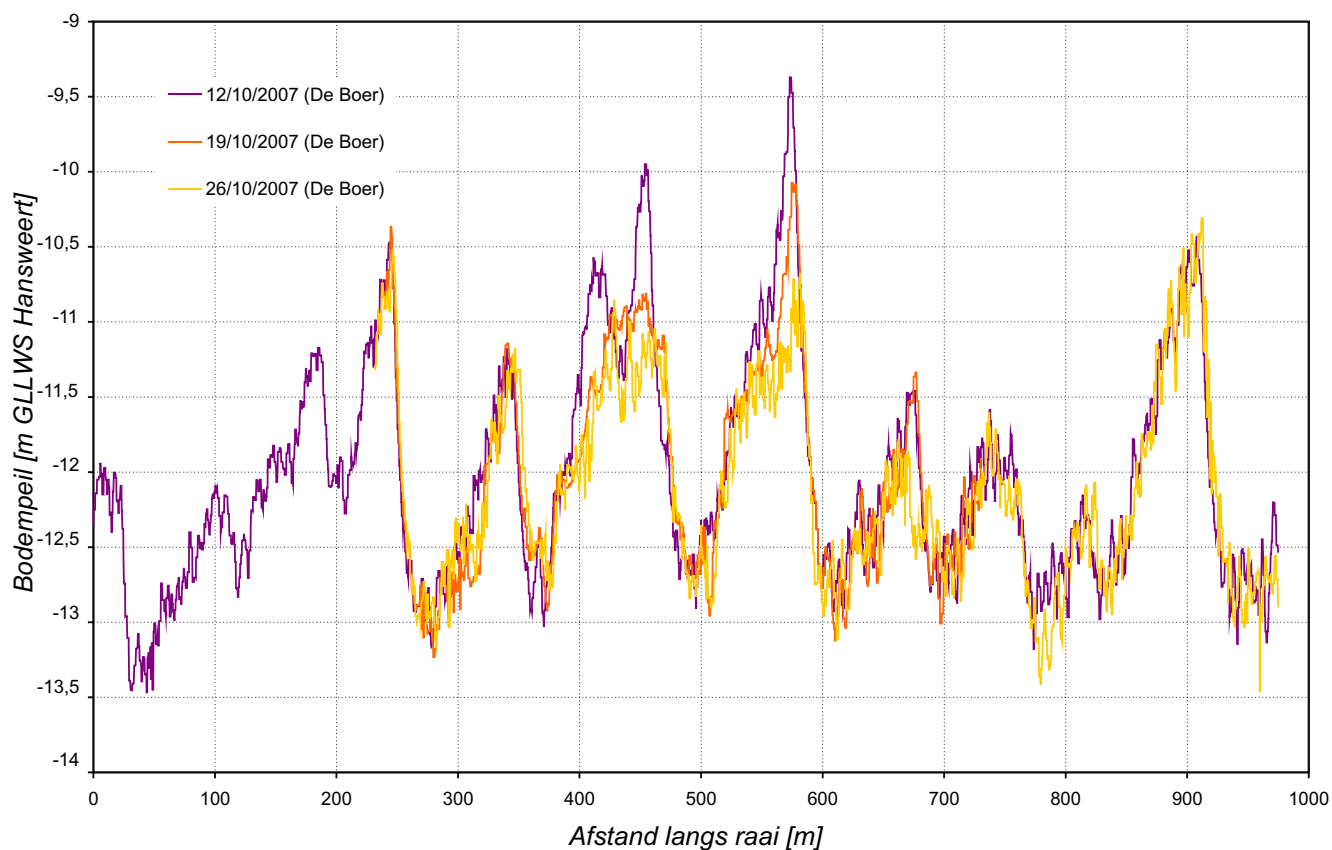
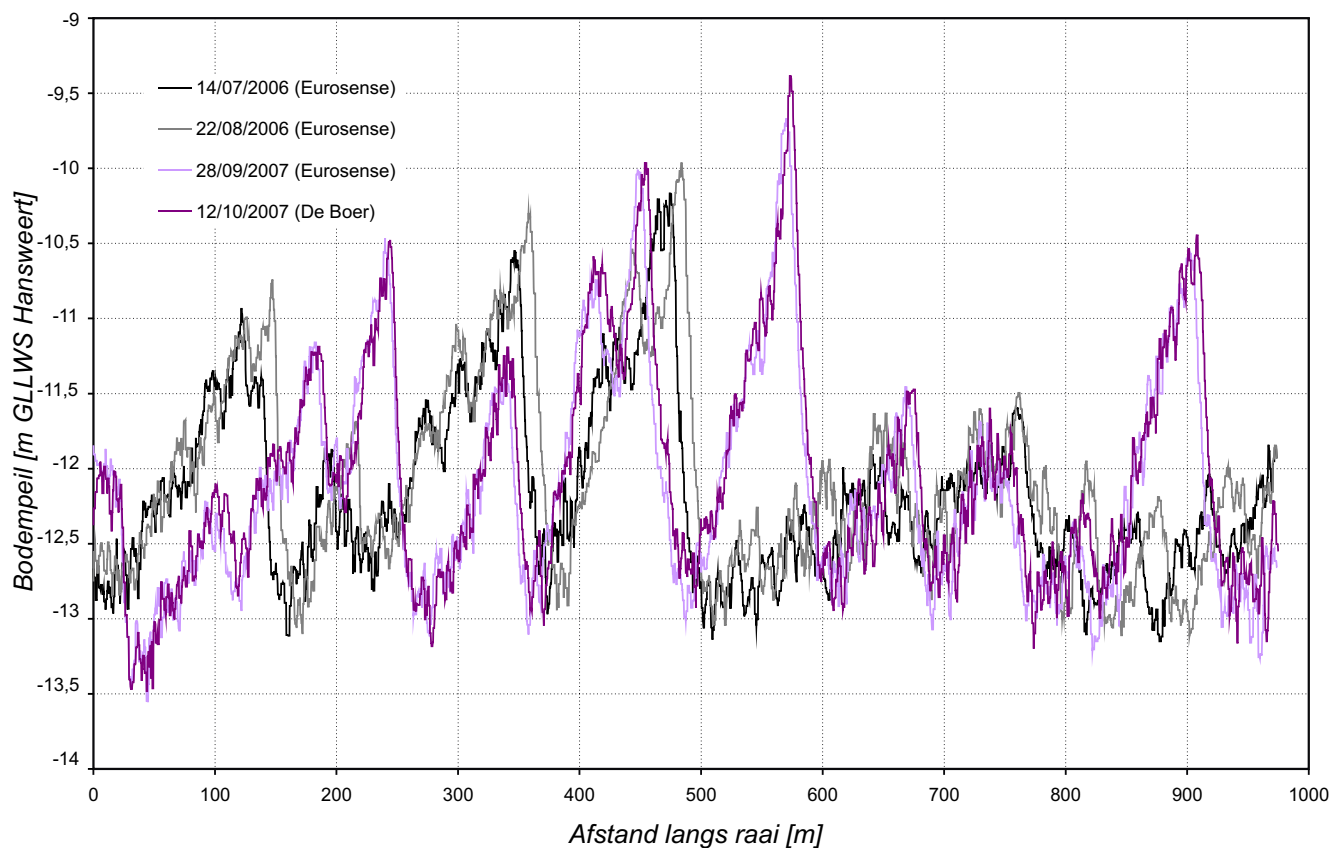
Relatieve volumeverandering STROOK 7
Langdurig (boven) - Tijdens uitvoering werken (onder)



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 45



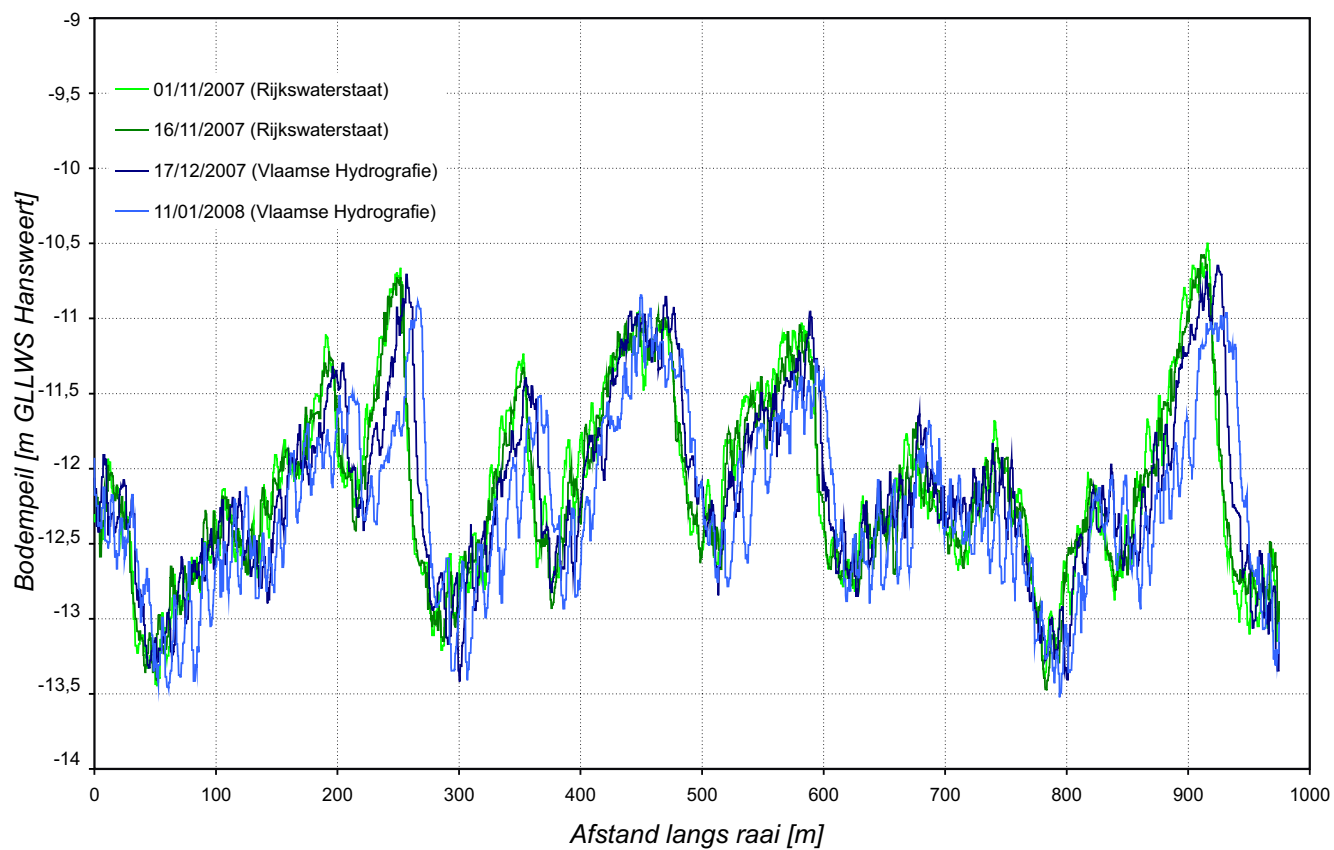
Morfologische ontwikkeling RAAI 23
Voor aanvang van (boven) en tijdens (onder) de werken



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 46



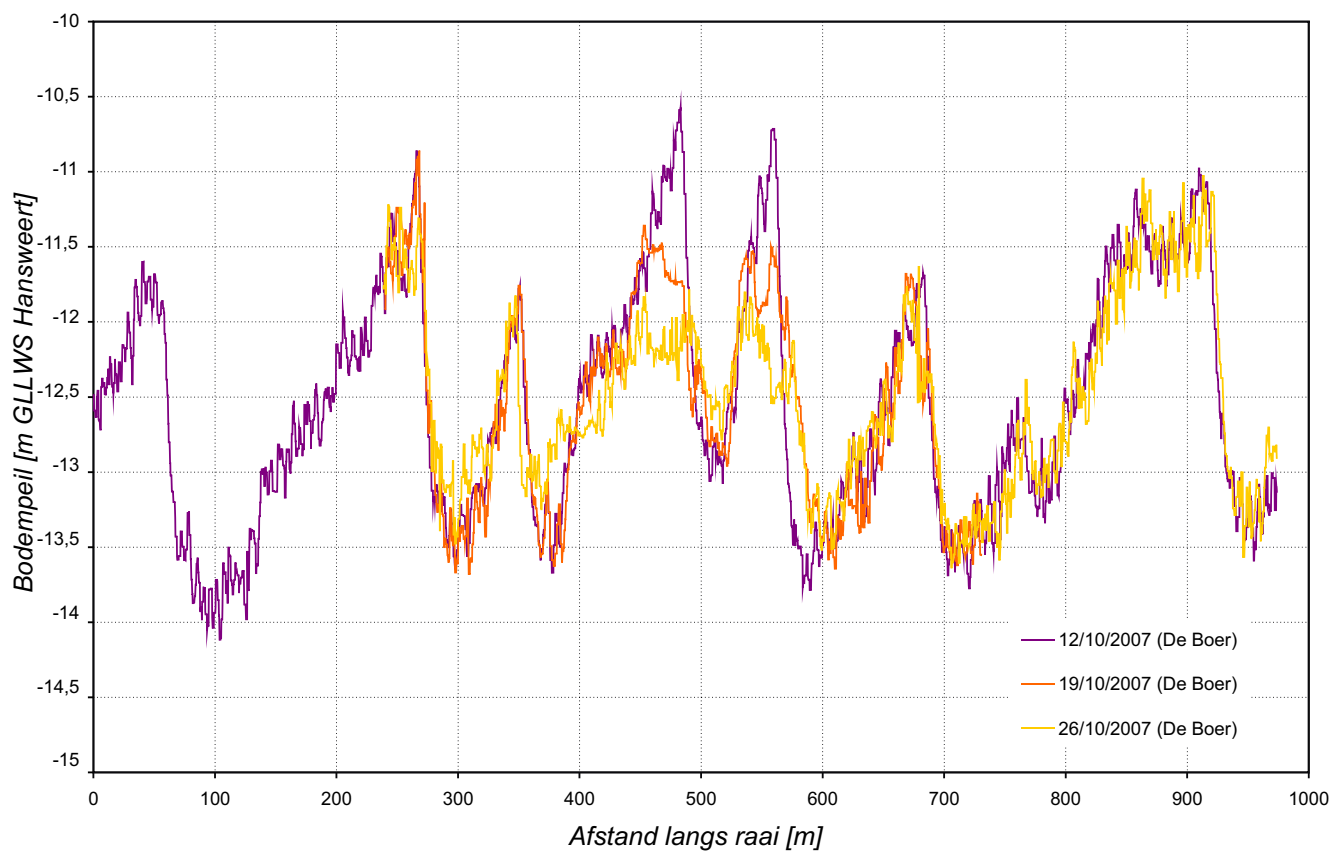
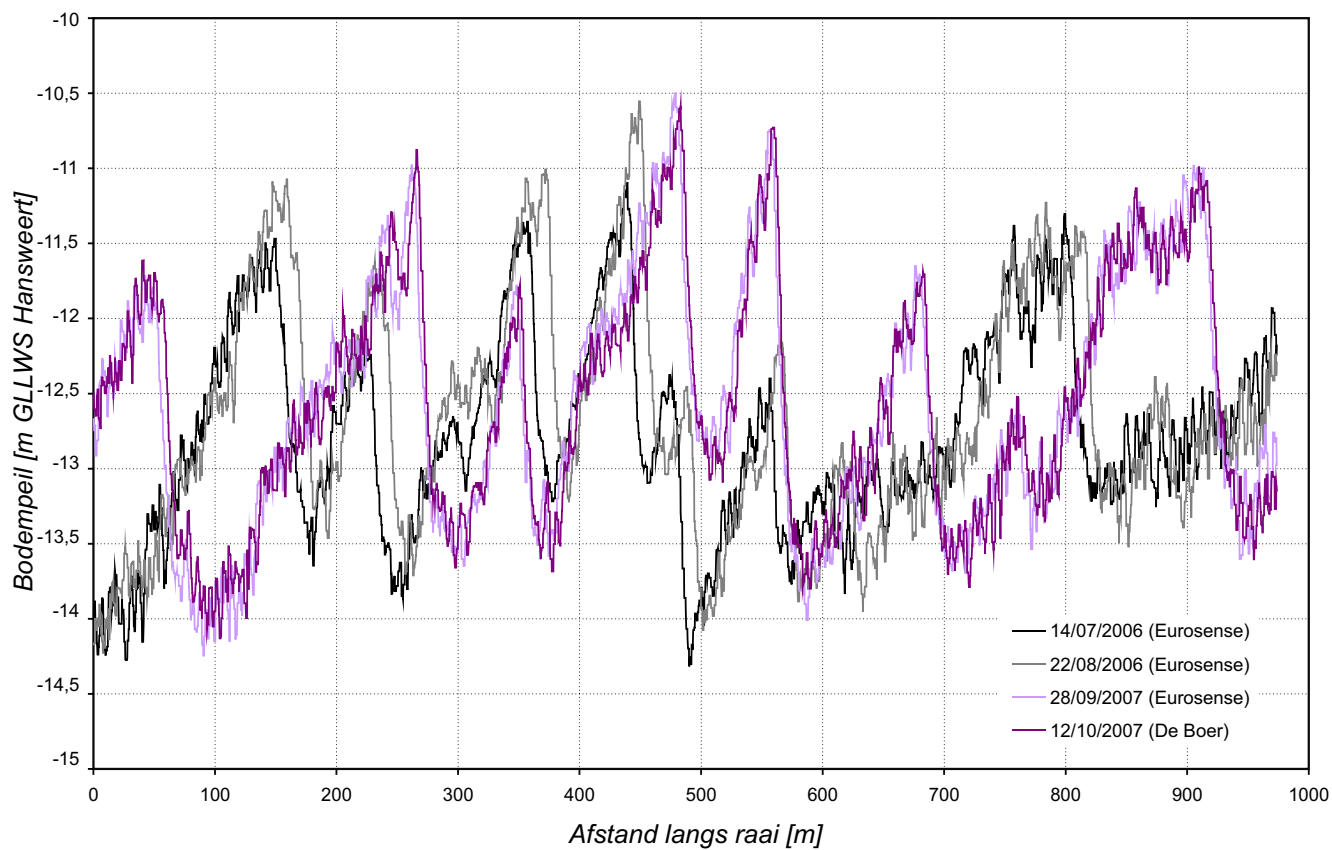
Morfologische ontwikkeling RAAI 23
Na de werken



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 47



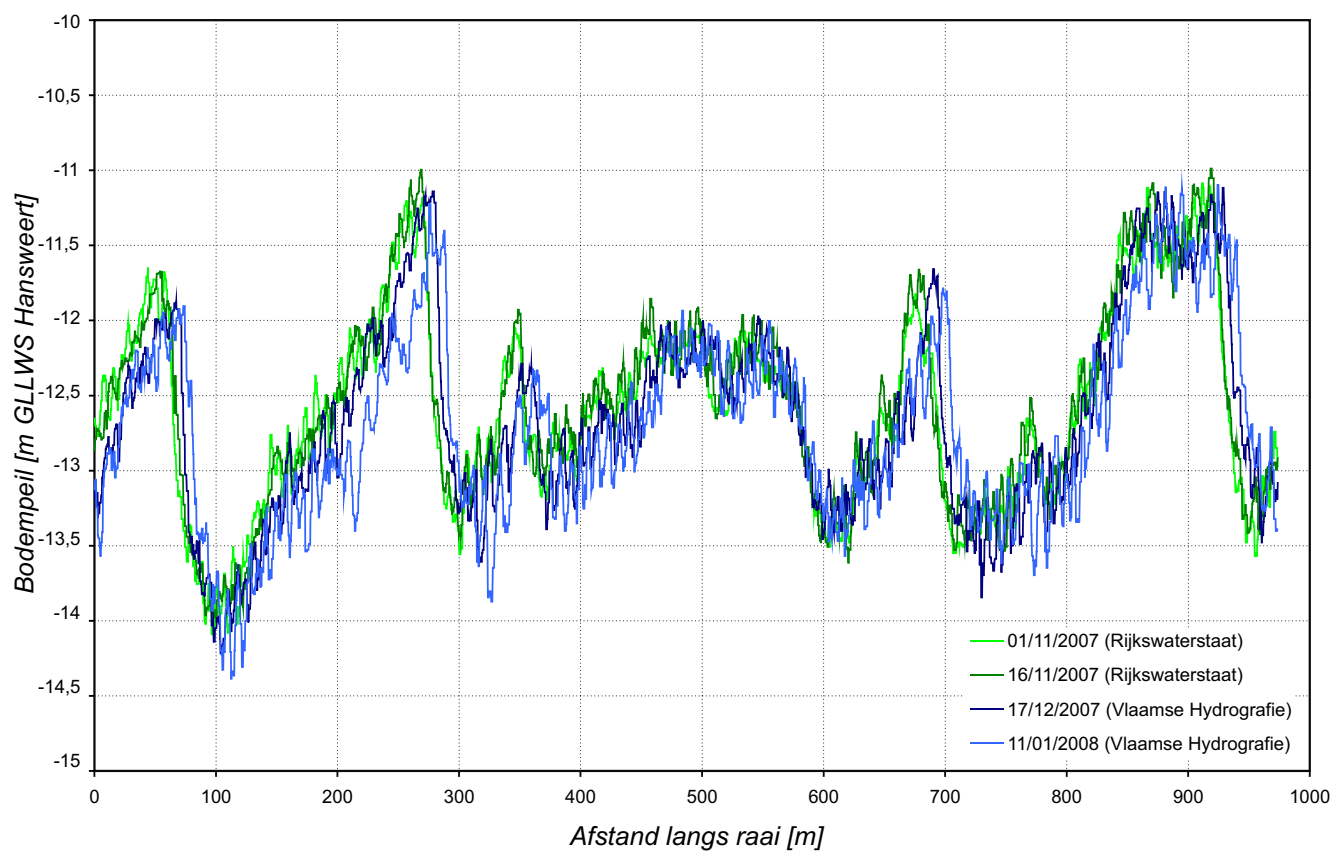
Morfologische ontwikkeling RAAI 34
Voor aanvang van (boven) en tijdens (onder) de werken



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 48



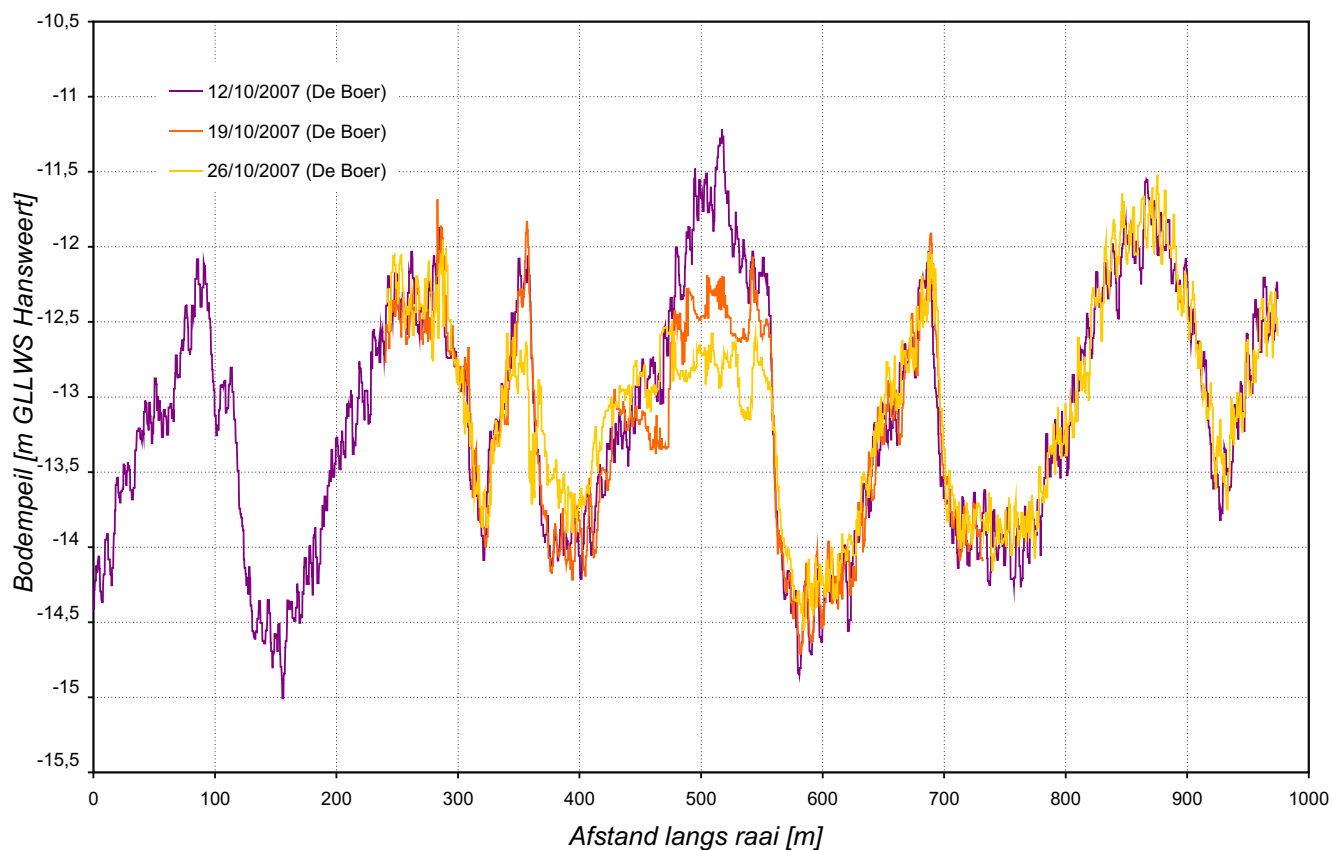
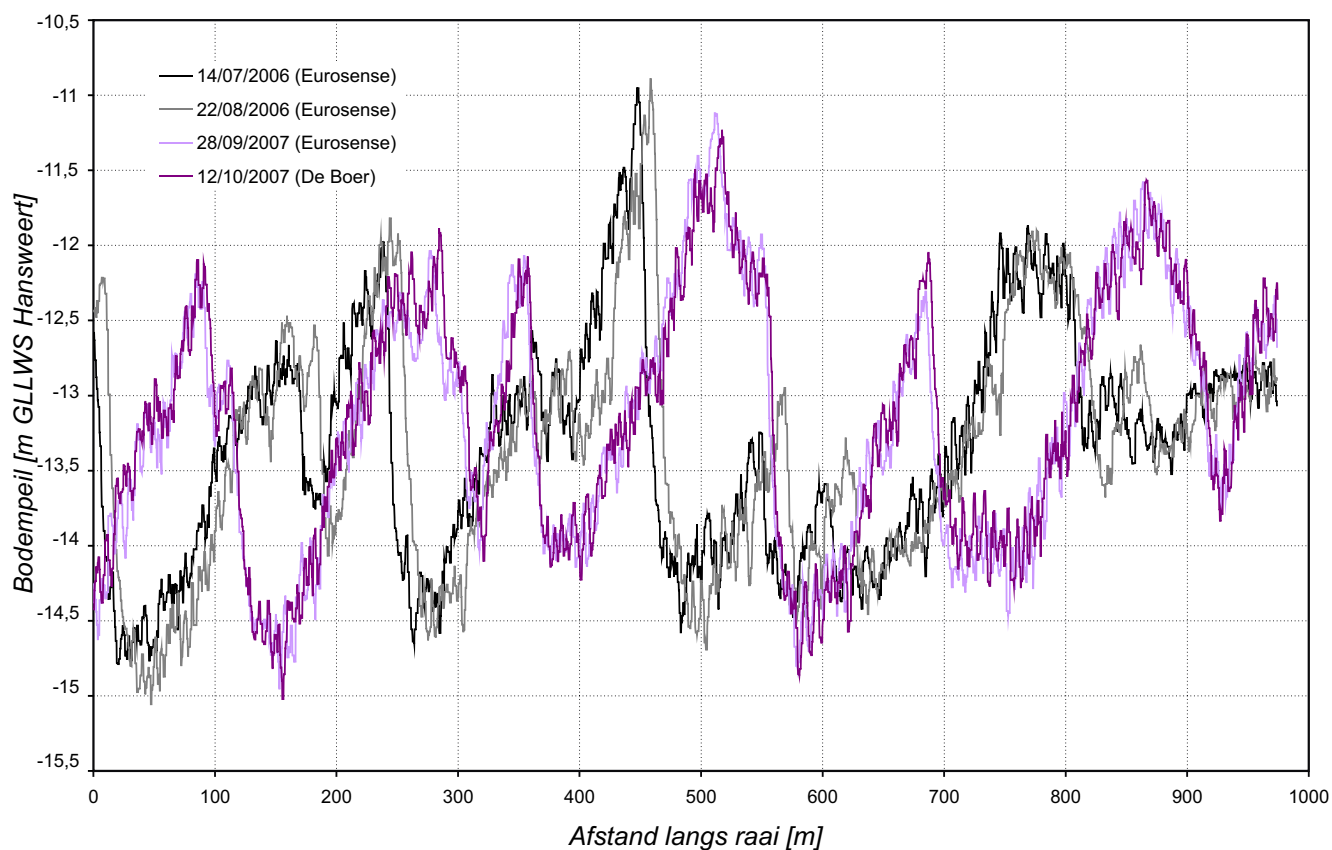
Morfologische ontwikkeling RAAI 34
Na de werken



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 49



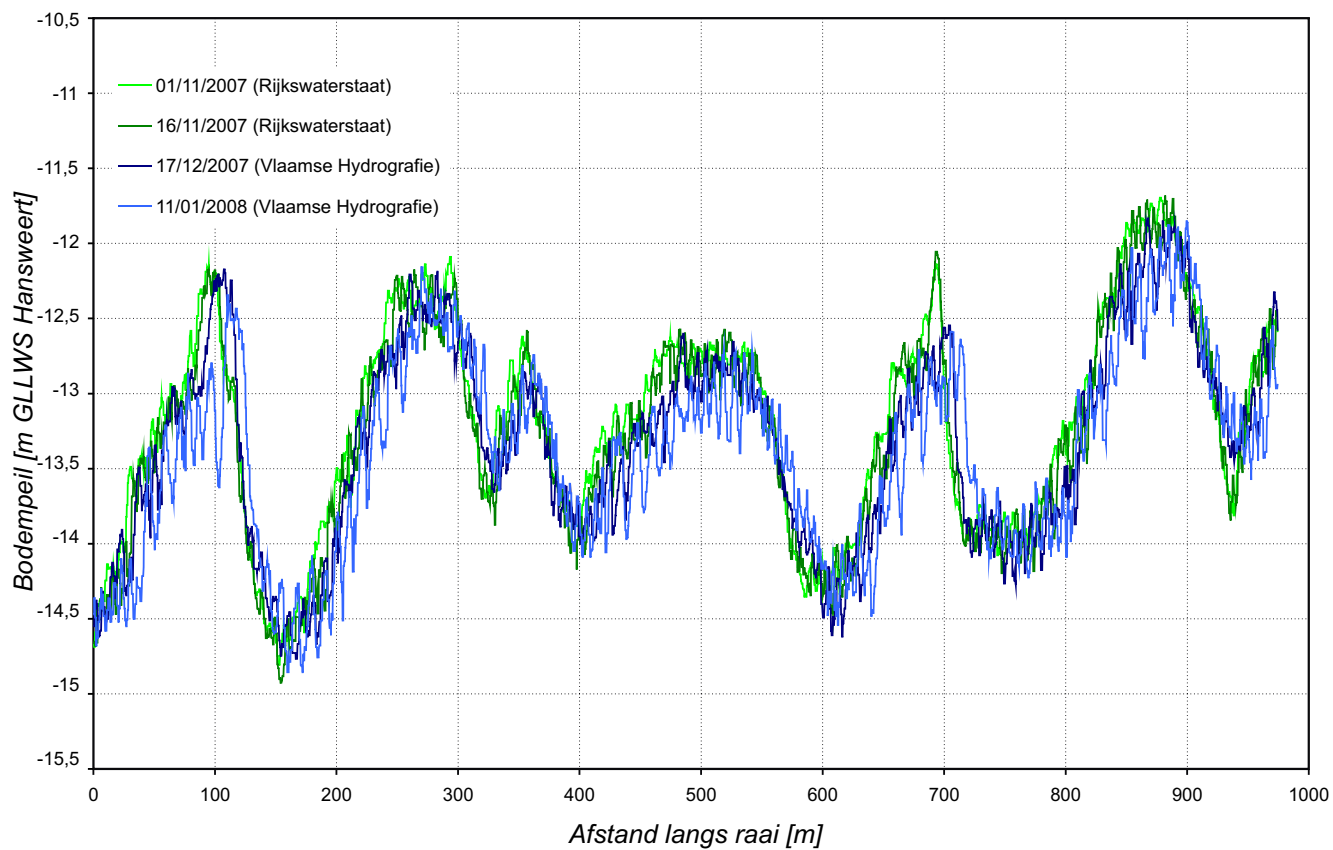
Morfologische ontwikkeling RAAI 45
Voor aanvang van (boven) en tijdens (onder) de werken



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 50



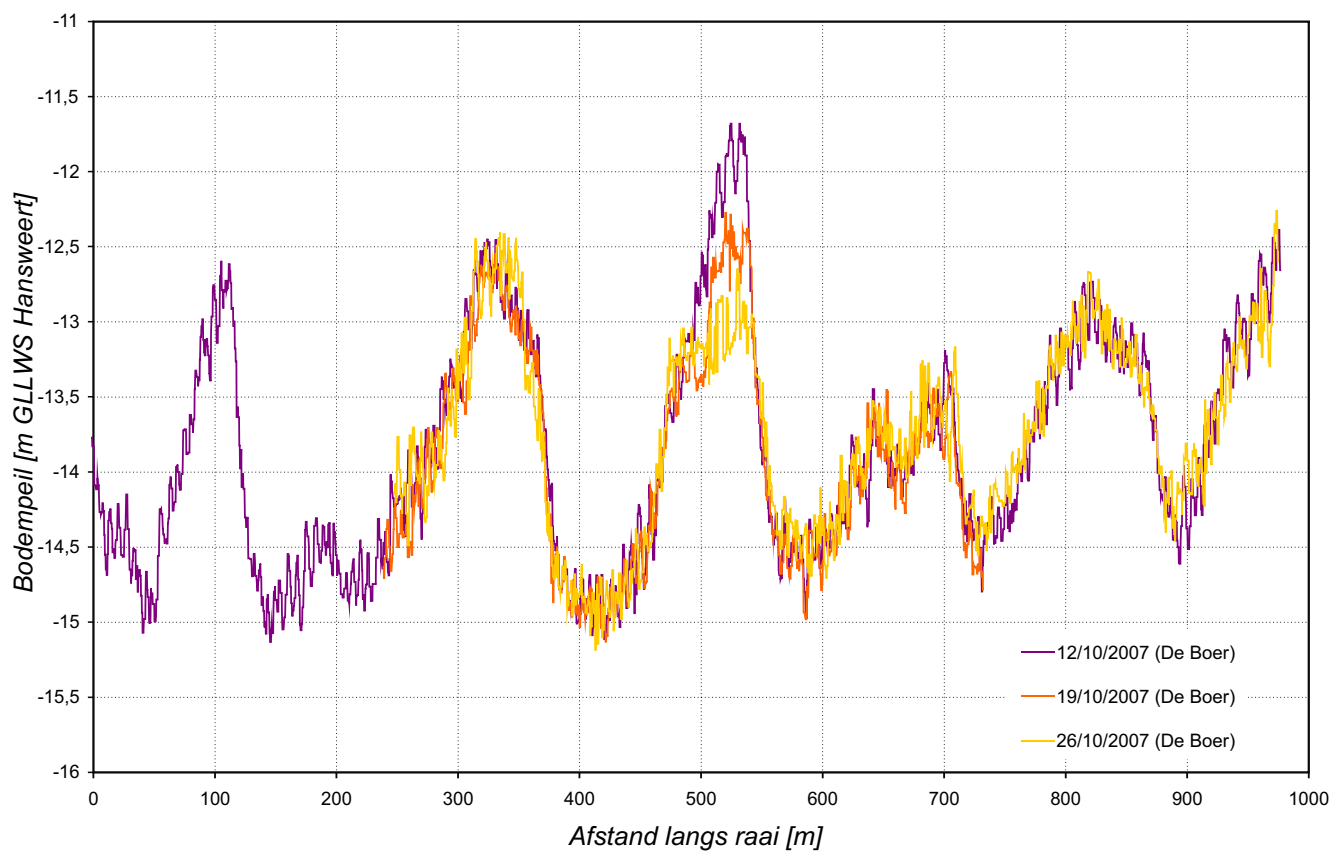
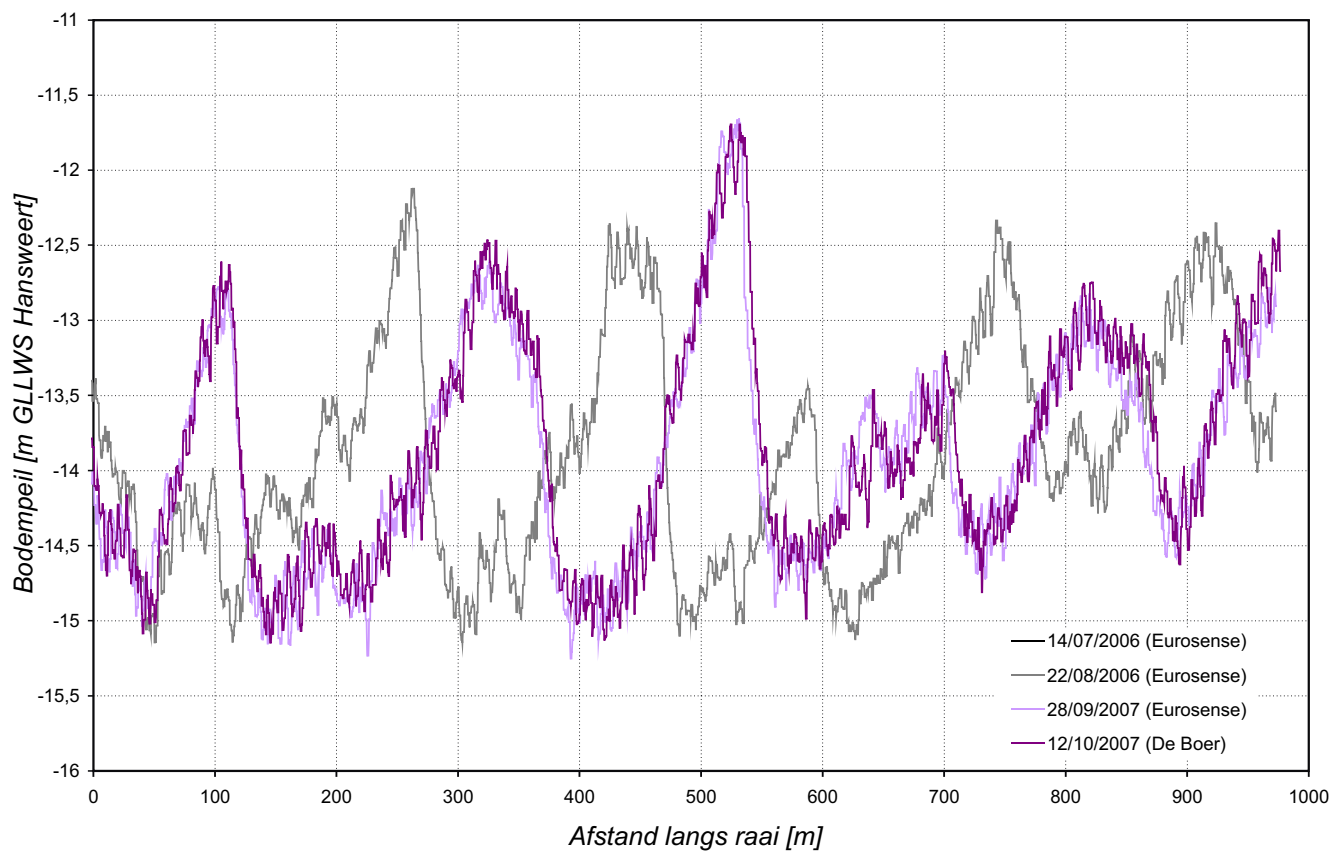
Morfologische ontwikkeling RAAI 45
Na de werken



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 51



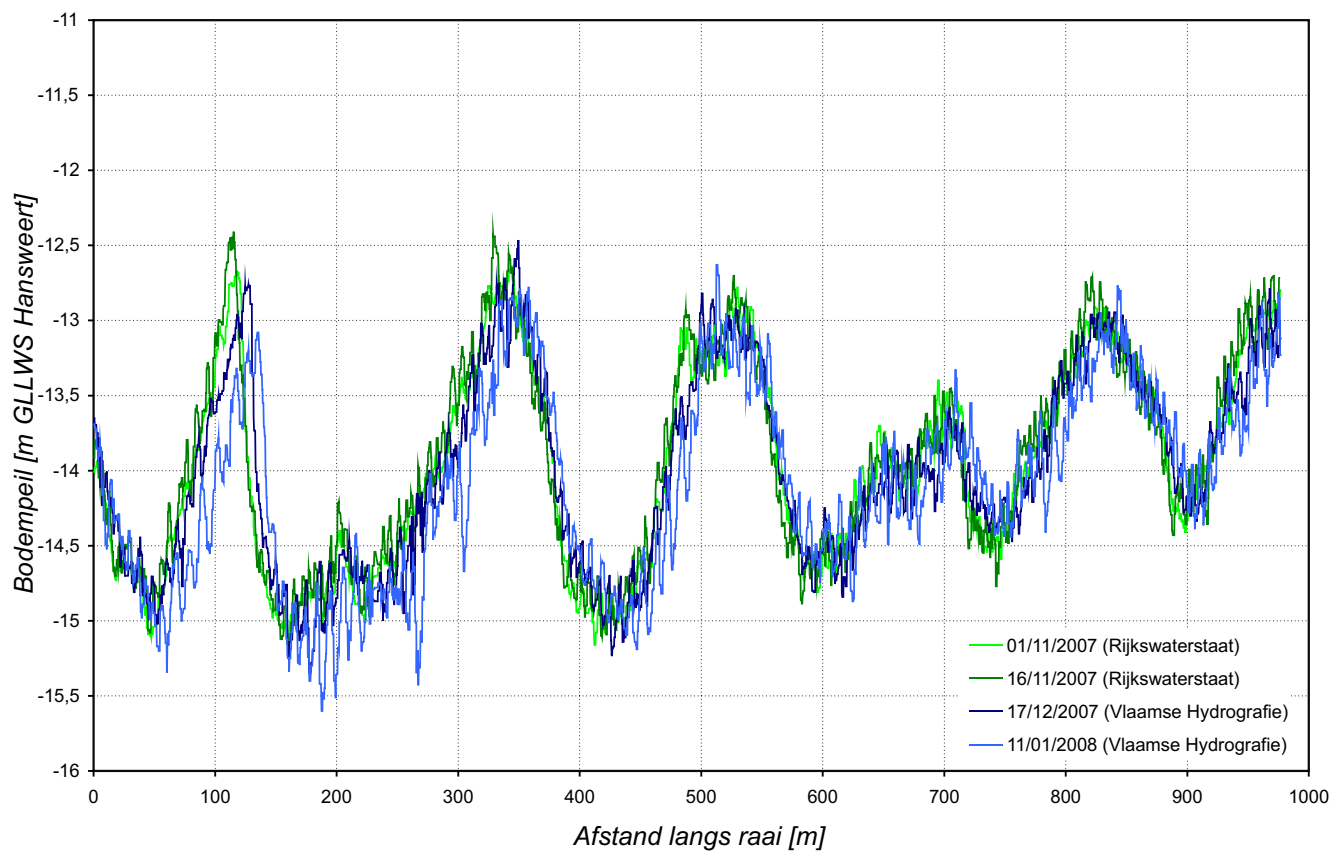
Morfologische ontwikkeling RAAI 56
Voor aanvang van (boven) en tijdens (onder) de werken



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 52



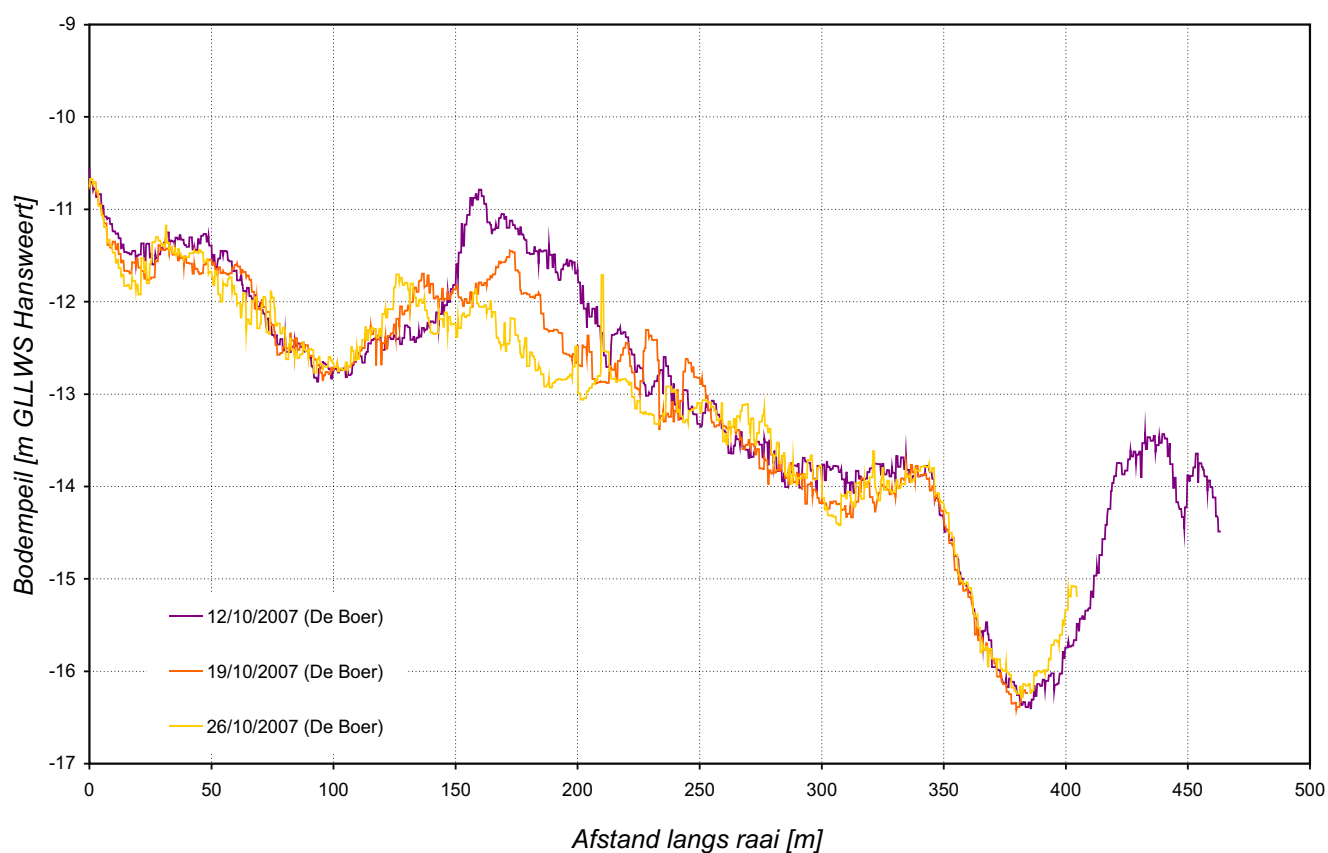
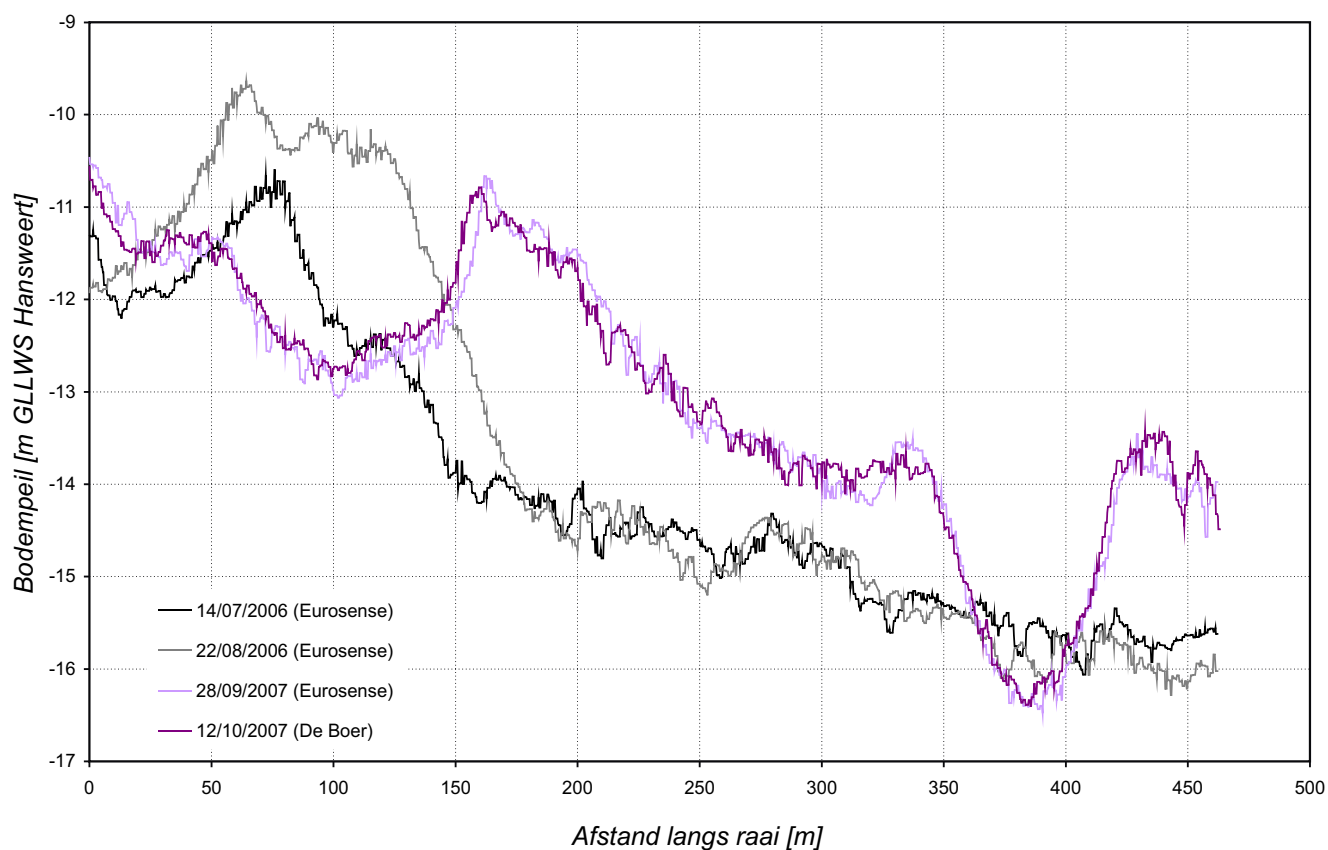
Morfologische ontwikkeling RAAI 56
Na de werken



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 53



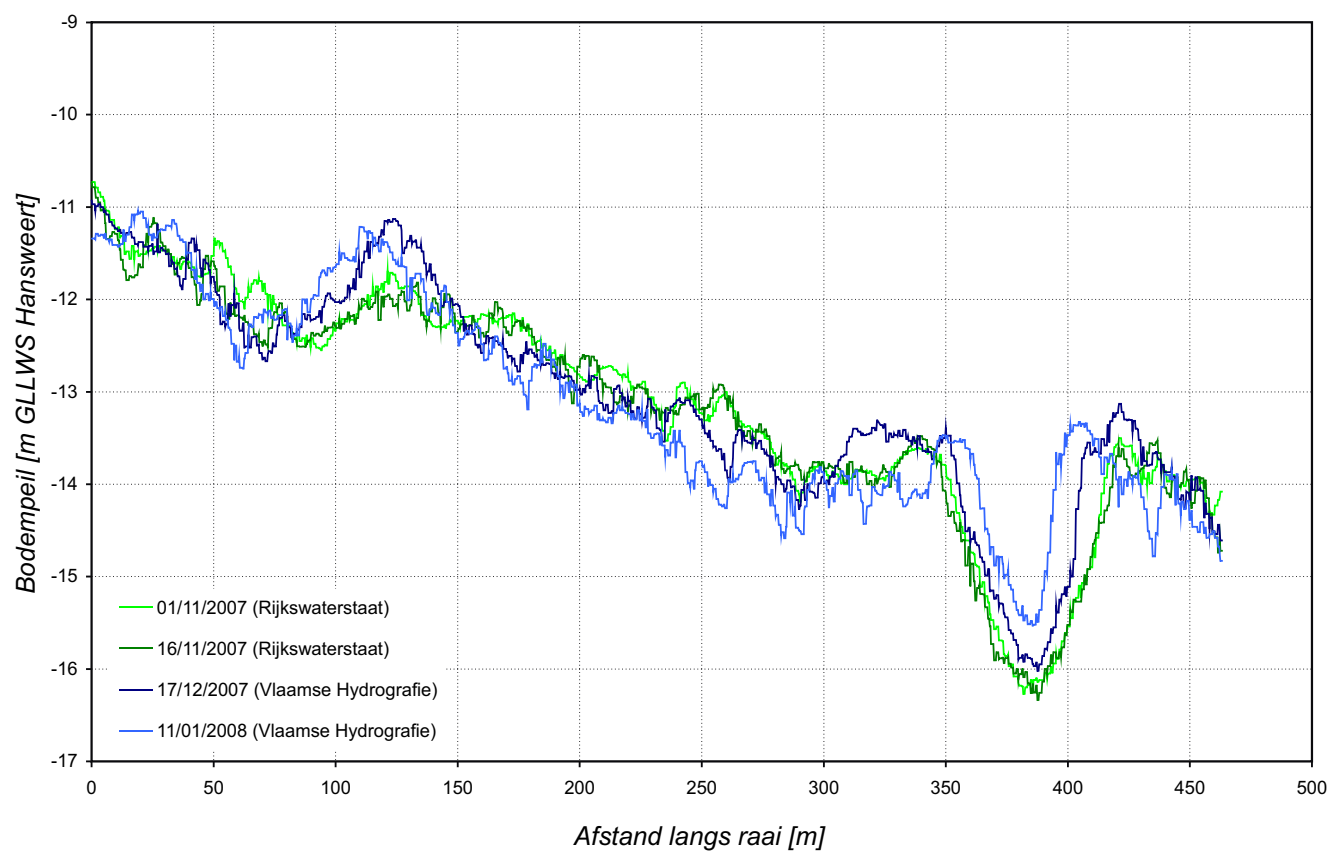
Morfologische ontwikkeling KABEL
Voor aanvang van (boven) en tijdens (onder) de werken



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 54



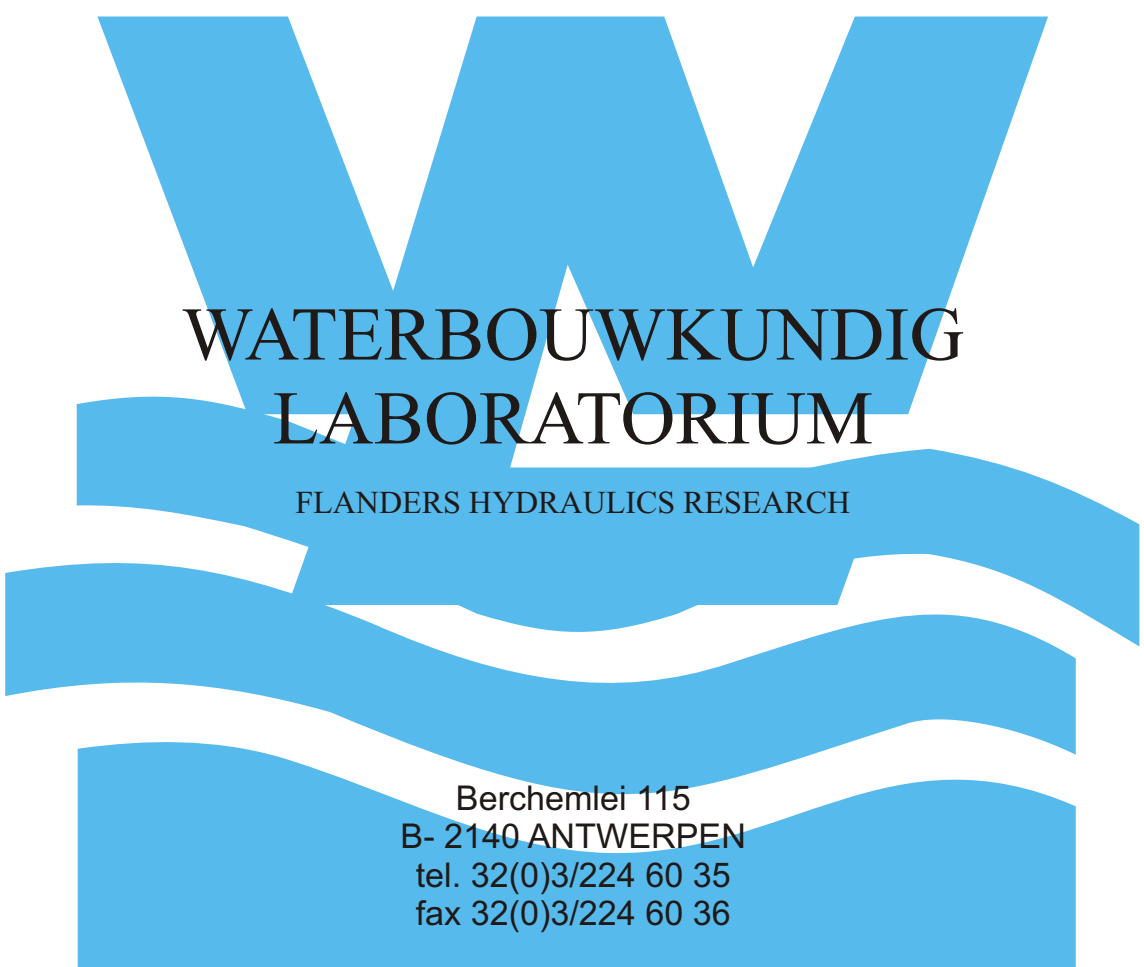
Morfologische ontwikkeling KABEL
Na de werken



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
Borgerhout - Antwerpen

M 791/02 D

Figuur 55



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

<http://www.watlab.be>

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM

FLANDERS HYDRAULICS RESEARCH



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