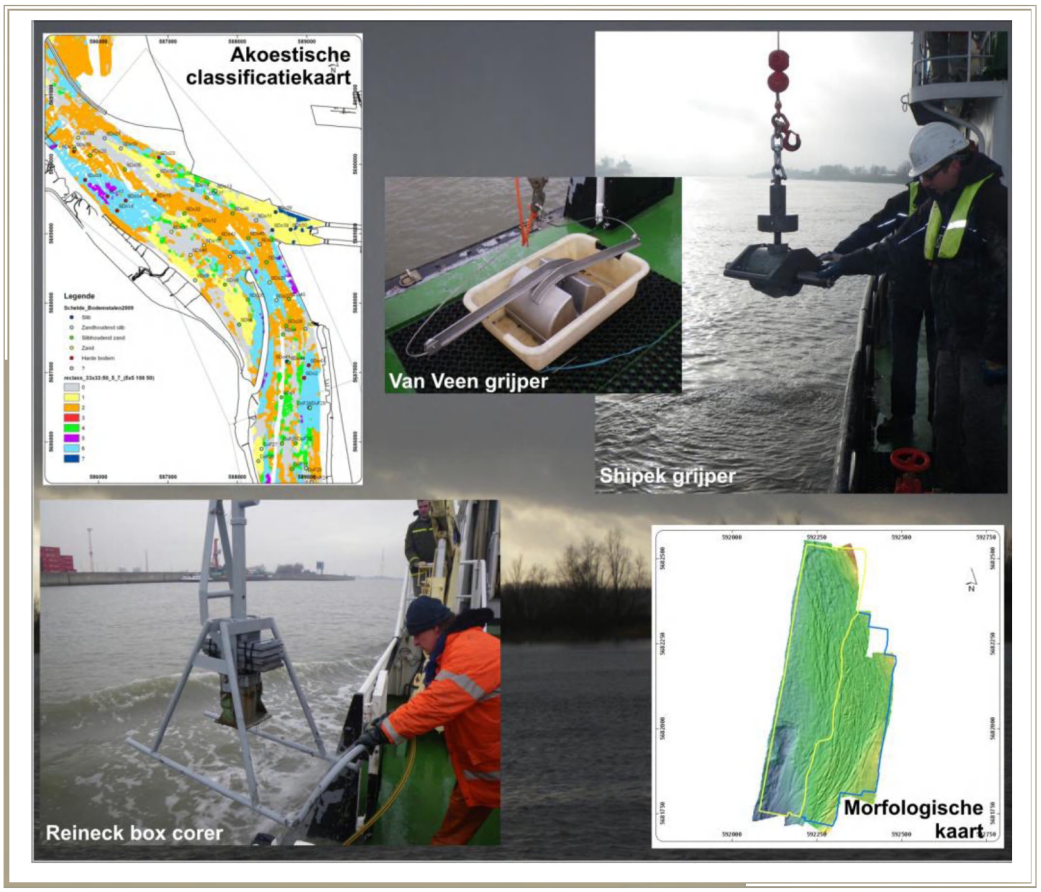
Vlaamse Overheid Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

Lithologische en geomorfologische kaart van de Beneden-Zeeschelde



Technisch rapport: methodologie en verwerking van de data

IMDC International Marine & Dredging Consultants i.s.m.
Vrije Universiteit Brussel
Vakgroep Hydrologie en Waterbouwkunde

Colofon

Foto titelblad: Box corer, Van Veen en Shipek grijper samen met deelkaarten van morfologie en akoestische classificatie in de Beneden-Zeeschelde.

International Marine & Dredging Consultants

Adres: Coveliersstraat 15, 2600 Antwerp, Belgium

☎: + 32 3 270 92 95

🖷: + 32 3 235 67 11

Email: info@imdc.be

Website: www.imdc.be

Document Identificatie

Titel	Technisch rapport: methodologie en verwerking van de data
Project	Lithologische en geomorfologische kaart van de Beneden-Zeeschelde
Opdrachtgever	Vlaamse Overheid Departement Mobiliteit en Openbare Werken - Afdeling Maritieme Toegang
Documentnaam	K:\PROJECTS\11\11341 - Lithologische kaart Schelde\10-Rap\RA10.011_technisch rapport_testen\RA10011_Proces_en_methodologie_V2.0_poging2.docx
Documentref	I/RA/11341/10.011/MIM

Revisies / Goedkeuring

Versie	Datum	Omschrijving	Auteur	Nazicht	Goedgekeurd
2.0	28/10/2010	Finale versie	MIM/JCA/JDW	JME	MSA

Verdeellijst

15	Analoog	Frederik Roose (Afdeling Maritieme Toegang)
1	Digitaal	Frederik Roose (Afdeling Maritieme Toegang)

Inhoudstafel

1. INLEIDING 1
1.1. OPDRACHT 1
1.2. DOELSTELLING 1
1.2.1. Algemene doelstelling 1
1.2.2. Specifieke doelstelling 1
1.3. OVERZICHT EN AANPAK VAN DE STUDIE 2
1.4. OPBOUW VAN HET TECHNISCH RAPPORT (DEELRAPPORT 1) 3
2. OPNEMEN VAN MULTIBEAM DATA 5
2.1.1. Opstelling en methode 5
2.1.2. Omgevingsinvloeden op akoestische backscatter data 6
2.1.2.1. Kentering en invloed sedimentconcentratie in de waterkolom 6
2.1.2.2. Absorptie en refractie door zeewater 6
2.1.2.3. Waterdiepte 6
2.1.3. Invloed van opnamemethode op akoestische backscatter data 7
2.1.3.1. Gebruik van twee opnameschepen 7
2.1.3.1.1 Kwalitatieve verschillen 7
2.1.3.1.2 Kwantitatieve verschillen 7
Test set-up 7
Situatieschets 7
Meetlocatie 8
2.1.3.2. Invloed van meting onder een hoek (oblique incidence) 8
2.1.3.3. Tijdvariaties 9
3. PROCESSING EN CLASSIFICATIE VAN DE BACKSCATTER DATA MET MULTIVIEW-SOFTWARE 10
3.1. FLOWCHART 10
3.2. GEKOZEN PARAMETERS VOOR VERBETEREN RUWE DATA 12
3.3. INVLOED VAN VISUALISATIE PARAMETERS OP DE BEKOMEN CLASSIFICATIEKAART 13
3.3.1. Rectangle size en gridcel grootte 13
3.3.1.1. Bij rectangle size 65x65 13
3.3.1.2. Bij rectangle size 33x33 13
3.3.2. Interpolatieafstand 13
3.3.2.1. 65x65 13
3.3.2.2. 33x33 13
3.3.3. Minimum aantal datapunten 14
3.3.3.1. 65x65 14
3.3.3.2. 33x33 14
3.4. INVLOED VAN PROCESSING PARAMETERS OP DE AKOESTISCHE KLASSEN 15
3.4.1. Aantal records 15

3.4.1.1. 65x65 15
3.4.1.2. 33x33 16
3.4.2. Aantal iteraties 17
3.4.2.1. 65x65 17
3.4.2.2. 33x33 18
3.5. VERGELIJKING GEÏNTEGREERDE CLASSIFICATIEKAARTEN EN OVEREENKOMSTIGE PAREL2 EN VEREMANS DATA 19
3.5.1. 65x65 19
3.5.1.1. Parel2 19
3.5.1.2. Veremans 20
3.5.1.3. Besluit 65x65 20
3.5.2. 33x33 20
3.5.2.1. Parel2 20
3.5.2.2. Veremans 21
3.5.3. Besluit 21
3.6. KWANTITATIEVE VERGELIJKING TUSSEN PAREL2 EN VEREMANS TRANSDUCERS 23
3.6.1. Verwerking van de testdata 23
3.6.2. Verschillen bij 1 transducer van 1 schip 24
3.6.3. Verschil tussen 2 transducers van 1 schip 25
3.6.4. Verschil tussen 2 transducers van 2 schepen 26
3.6.5. Besluit 28
3.7. VERSCHILLEN TUSSEN CLASSIFICATIEKAARTEN MET VERSCHILLENDE RECTANGLE SIZE 29
3.8. REPRODUCEERBAARHEID VAN EEN BEPAALDE CLASSIFICATIEKAART 30
3.9. ALGEMEEN BESLUIT 30
4. GEOMORFOLOGISCHE KAART 31
4.1. OPNEMEN VAN SIDE-SCAN SONAR DATA 31
4.1.1. Opstelling en methode 31
4.1.2. Verschillen met multibeam methode 36
4.2. VERGELIJKING SIDE-SCAN SONAR DATA MET MULTIBEAM DATA 36
4.2.1. Zone 1: afglijdingen 36
4.2.2. Zone 2: slibrijke bodem met baggersporen 36
4.2.3. Zone 3: klifjes/afglijdingen 36
4.2.4. Zone 4: baggersporen 36
4.2.5. Zone 5: Grote duinen/middelgrote duinen 37
4.2.6. Zone 6: structuurloos bodemoppervlak 37
4.2.7. Zone 7: onregelmatige structuren - baggerspecie- uitschuringen 37
4.2.8. Zone 8: kleine tot middelgrote duinen 37
4.3. BESLUIT 37
5. REFERENTIELIJST 38

Bijlagen

BIJLAGE A SITUERING VAN HET STUDIEGEBIED 39

BIJLAGE B VOORBEELDEN CLUSTERANALYSE 41

BIJLAGE C TESTEN INVLOED VAN PROCESSING PARAMETERS OP AKOESTISCHE KLASSEN 43

BIJLAGE D VERGELIJKENDE TEST PAREL2-VEREMANS 72

BIJLAGE E NOTA I/NO/11341/09.189/JCA 87

BIJLAGE F VERGELIJKING SIDE-SCAN SONAR MET MULTIBEAM DATA 88

Lijst van tabellen

TABEL 2-1 OVERZICHT VAN MULTIBEAM EIGENSCHAPPEN EN INSTELLINGEN AAN BOORD VAN PAREL2 EN VEREMANS 5

TABEL 3-1 RUIMTELIJKE VERSCHILLEN (% VAN HET TOTALE OPPERVLAK) TUSSEN CLASSIFICATIEKAARTEN GEBASEERD OP VERSCHILLEND AANTAL RECORDS. 16

TABEL 3-2 RUIMTELIJKE VERSCHILLEN (% VAN HET TOTALE OPPERVLAK) TUSSEN CLASSIFICATIEKAARTEN GEBASEERD OP VERSCHILLEND AANTAL RECORDS. 16

TABEL 3-3 RUIMTELIJKE VERSCHILLEN (% VAN HET TOTALE OPPERVLAK) TUSSEN CLASSIFICATIEKAARTEN GEBASEERD OP VERSCHILLEND AANTAL ITERATIES BIJ VERSCHILLEND AANTAL RECORDS. 17

TABEL 3-4 RUIMTELIJKE VERSCHILLEN (% VAN HET TOTALE OPPERVLAK) TUSSEN CLASSIFICATIEKAARTEN GEBASEERD OP VERSCHILLEND AANTAL ITERATIES BIJ VERSCHILLEND AANTAL RECORDS. 18

TABEL 3-5 RUIMTELIJKE VERSCHILLEN (% VAN HET TOTALE OPPERVLAK) TUSSEN DE PAREL2 EN VEREMANS CLASSIFICATIEKAARTEN EN DE GEÏNTEGREERDE CLASSIFICATIEKAART (ALL), BIJ VERSCHILLEND AANTAL RECORDS:30% OF 100% 19

TABEL 3-6 RUIMTELIJKE VERSCHILLEN (% VAN HET TOTALE OPPERVLAK) TUSSEN DE PAREL2 EN VEREMANS CLASSIFICATIEKAARTEN EN DE GEÏNTEGREERDE CLASSIFICATIEKAART (ALL), BIJ VERSCHILLEND AANTAL RECORDS:30% OF 100% 21

TABEL 3-7 BEKOMEN RUWE BACKSCATTER FILES 23

TABEL 3-8 RUIMTELIJKE VERSCHILLEN (% VAN HET TOTALE OPPERVLAK) TUSSEN CLASSIFICATIEKAARTEN VAN TRANSDUCERS H1 EN H2 VAN PAREL2. 25

TABEL 3-9 RUIMTELIJKE VERSCHILLEN (% VAN HET TOTALE OPPERVLAK) TUSSEN CLASSIFICATIEKAARTEN VAN TRANSDUCERS H1 EN H2 VAN VEREMANS. 25

TABEL 3-10 RUIMTELIJKE VERSCHILLEN (% VAN HET TOTALE OPPERVLAK) TUSSEN DE 33X33 EN 65X65 CLASSIFICATIEKAARTEN BIJ VERSCHILLEND AANTAL RECORDS. 29

TABEL 4-1 LOKALISATIE VAN DE 8 TESTGEBIEDEN (COÖRDINATEN IN UTM WGS84) 32

Lijst van figuren

FIGUUR 2-1 SET UP VAN VERGELIJKENDE TEST PAREL2-VEREMANS 8

FIGUUR 2-2 ENKELE TERMEN VISUEEL VOORGESTELD. VERTICALE DOORSNEDE DOORHEEN DE WATERKOLOM, GEARCEERDE DEEL IS BODEM. 9

FIGUUR 2-3 SCREENSHOT UIT ARCVIEW TOONT DE AANEENSLUITING (FIJN GROEN LIJNTJE) VAN DRIE DELEN VAN EEN SECTIEKAART. DE RECHTSE DELEN SLUITEN MORFOLOGISCH NAADLOOS AAN, HET LINKSE DEEL VERTOONT NOG GEEN BAGGERSPOREN. 9

FIGUUR 3-1 STROOMSCHEMA VOOR DE VERWERKING VAN MULTIBEAM BACKSCATTER GEGEVENS NAAR CLASSIFICATIEKAART, NA CALIBRATIE MET SEDIMENTSTALEN WORDT DIT EEN LITHOLOGISCHE KAART 11

FIGUUR 3-2 ITERATIEF PROCES VOOR HET BEPALEN VAN HET OPTIMAAL AANTAL KLASSEN. DE BLAUWE BOLLETJES STELLEN DE SCORES VOOR PER ITERATIE. HOE LAGER DE SCORE, HOE BETER HET RESULTAAT. 11

FIGUUR 3-3 DE TWEE GEVAREN RAAIEN VOOR DE VERGELIJKENDE TEST 23

FIGUUR 3-4 MEETOPSTELLING TEST 1: VERSCHILLEN BIJ 1 TRANSDUCER VAN 1 SCHIP. PAREL2 VAART DRIE KEER IN DEZELFDE RICHTING OVER LIJN 70, H1 DATA WORDEN ONDERLING VERGELEKEN (LINKS), NADIEN DE H2 DATA (RECHTS). HETZELFDE GEBEURT MET DE VEREMANS, DIE DRIE KEER IN DEZELFDE RICHTING OVER LIJN 70 VAART. HET GEARCEERDE GEBIED GEEFT DE ZONE WEER DIE VERGELEKEN WORDT. 24

FIGUUR 3-5 MEETOPSTELLING TEST 2: VERSCHILLEN TUSSEN 2 TRANSDUCERS VAN 1 SCHIP. PAREL2 VAART OVER LIJN 70 EN EEN KEER OVER LIJN 30 (IN DEZELFDE RICHTING). H2 DATA VAN LIJN 70 WORDEN VERGELEKEN MET DE H1 DATA VAN LIJN 30. HETZELFDE GEBEURT MET DE VEREMANS. HET GEARCEERDE GEBIED GEEFT DE ZONE WEER DIE VERGELEKEN WORDT. 25

FIGUUR 3-6 MEETOPSTELLING TEST 3: VERSCHILLEN TUSSEN TRANSDUCERS VAN TWEE VERSCHILLENDE SCHEPEN. LINKS: PAREL2 VAART OVER LIJN 70, VEREMANS VAART OVER LIJN 70, H1 DATA VAN BEIDE SCHEPEN WORDEN VERGELEKEN (IN AKOESTISCH HETEROGEEN GEBIED). RECHTS: DE H2 DATA VAN BEIDE SCHEPEN WORDEN VERGELEKEN OVER LIJN 70 (IN AKOESTISCH HOMOGEEN GEBIED). HET GEARCEERDE GEBIED GEEFT DE ZONE WEER DIE VERGELEKEN WORDT. 26

FIGUUR 3-7 MEETOPSTELLING TEST 3: VERSCHILLEN TUSSEN TRANSDUCERS VAN TWEE VERSCHILLENDE SCHEPEN. LINKS: VEREMANS VAART OVER LIJN 70, PAREL2 VAART OVER LIJN 30, H2 DATA VAN VEREMANS WORDEN VERGELEKEN MET H1 DATA VAN PAREL2, IN HET AKOESTISCH HOMOGENE GEBIED. RECHTS: PAREL2 VAART OVER LIJN 70, VEREMANS VAART OVER LIJN 30, H2 DATA VAN PAREL2 WORDEN VERGELEKEN MET H1 DATA VAN VEREMANS, IN HET AKOESTISCH HOMOGENE GEBIED HET GEARCEERDE GEBIED GEEFT DE ZONE WEER DIE VERGELEKEN WORDT. 27

FIGUUR 4-1 LOKALISATIE VAN DE 8 TESTGEBIEDEN OP DE 1999 MORFOLOGISCHE KAART. DONKERBLAUW= AFGLIJDINGEN, LICHTBLAUW= SLIB MET BAGGERSPOREN, ORANJE= KLIFJES, GEEL= GROTE DUINEN, DONKERGROEN= BAGGERSPOREN, FELGROEN= STRUCTUURLOZE BODEM, ROOD= KLEINE TOT MIDDELGROTE DUINEN, PAARS= ONREGELMATIGE STRUCTUREN. 33

FIGUUR 4-2 LOKALISATIE VAN DE 8 TESTGEBIEDEN OP DE 2008 MULTIBEAM BATHYMETRISCHE KAART 34

FIGUUR 4-3 OPSTELLING TIJDENS DE SIDE-SCAN SONAR MEETCAMPAGNE 35

FIGUUR A-1 OVERZICHTSKAART VAN DE VERSCHILLENDE SECTIEKAART EN BINNEN BENEDEN-ZEESCHELDE (UTM31 ED50). 40

FIGUUR B-1 CLUSTERANALYSE VAN EENZELFDE DATASET (9082 RECORDS, 5 ITERATIES). HET OPTIMALE AANTAL KLASSEN IS 15 42

FIGUUR C-1 INVLOED VAN GEBRUIKTE GRIDCEL GROOTTE (BIJ 33X33 RECTANGLE SIZE); LINKS: 5X5 M, MIDDEN: 2X2 M, RECHTS: VERSCHILKAART (4% VERSCHIL). 44

FIGUUR C-2 INVLOED VAN GEBRUIKTE INTERPOLATIE RADIUS (BIJ 65X65 RECTANGLE SIZE); 10 M VERSUS 50 M VERSUS 100 M VERSUS 250M. AANTAL DATAPUNTEN BINNEN INTERPOLATIE RADIUS IS 5. 45

FIGUUR C-3 INVLOED VAN GEBRUIKTE INTERPOLATIE RADIUS (BIJ 33X33 RECTANGLE SIZE); 10 M VERSUS 50 M VERSUS 100 M. AANTAL DATAPUNTEN BINNEN INTERPOLATIE RADIUS IS 5. 46

FIGUUR C-4 INVLOED VAN GEBRUIKTE AANTAL DATAPUNTEN BINNEN EEN INTERPOLATIERADIUS VAN 100 M (BIJ 65X65 RECTANGLE SIZE); 5 PUNTEN(LINKS) VERSUS 20 (MIDDEN) VERSUS 50 PUNTEN (RECHTS). 47

FIGUUR C-5 INVLOED VAN GEBRUIKTE AANTAL DATAPUNTEN BINNEN EEN INTERPOLATIERADIUS VAN 100 M (BIJ 33X33 RECTANGLE SIZE); 5 PUNTEN (UITERST LINKS) VERSUS 20 VERSUS 50 VERSUS 80 PUNTEN (UITERST RECHTS)....48

FIGUUR C-6 INVLOED VAN GEBRUIKTE AANTAL RECORDS (BIJ 65X65 RECTANGLE SIZE, 11 KLASSEN); 30% RECORDS (LINKS) VERSUS 100% RECORDS (MIDDEN). HET RUIMTELIJK VERSCHIL IS 17% (RECHTS). 49

FIGUUR C-7 INVLOED VAN GEBRUIKTE AANTAL RECORDS (BIJ 65X65 RECTANGLE SIZE, 7 KLASSEN); 30% (LINKS) VERSUS 50% RECORDS (MIDDEN) VERSUS 100% (RECHTS). 50

FIGUUR C-8 VERGELIJKING CLASSIFICATIEKAARTEN GEBASEERD OP VERSCHILLEND AANTAL RECORDS (BIJ 65X65 RECTANGLE SIZE, 7 KLASSEN): 30% VERSUS 100% RECORDS (LINKS, 25% VERSCHIL); 100% VERSUS 50% RECORDS (MIDDEN, 15% VERSCHIL), 30% VERSUS 50% RECORDS (RECHTS, 32% VERSCHIL). 51

FIGUUR C-9 VERGELIJKING CLASSIFICATIEKAART (BIJ 65X65 RECTANGLE SIZE) 100% RECORDS-3ITERATIES-**11 KLASSEN** EN 100% RECORDS-3ITERATIES-**7 KLASSEN**. HET VERSCHIL IS 24%....52

FIGUUR C-10 INVLOED VAN GEBRUIKTE AANTAL RECORDS (BIJ 33X33 RECTANGLE SIZE); 10% (LINKS) VERSUS 30% RECORDS (MIDDEN) VERSUS 50% (RECHTS). 53

FIGUUR C-11 VERGELIJKING CLASSIFICATIEKAARTEN GEBASEERD OP VERSCHILLEND AANTAL RECORDS; IN ROOD: GEBIEDEN DIE NIET OVEREENKOMEN QUA KLASSE INDELING, IN GROEN: GEBIEDEN DIE OP BEIDE KAARTEN TOT DEZELFDE KLASSE BEHOREN . VERGELIJKING (BIJ 33X33 RECTANGLE SIZE):10% VERSUS 30% RECORDS (LINKS); 10% VERSUS 50% RECORDS (MIDDEN), 30% VERSUS 50% RECORDS (RECHTS). 54

FIGUUR C-12 INVLOED VAN GEBRUIKTE AANTAL ITERATIES (BIJ 65X65 RECTANGLE SIZE); 50% RECORDS-5 ITERATIES VERSUS 50% RECORDS -10 ITERATIES (LINKS) EN 100% RECORDS-3 ITERATIES VERSUS 100% RECORDS-10 ITERATIES (RECHTS)....55

FIGUUR C-13 INVLOED VAN GEBRUIKTE AANTAL ITERATIES (BIJ 65X65 RECTANGLE SIZE); 50% RECORDS-5 ITERATIES VERSUS 50% RECORDS -10 ITERATIES (LINKS, VERSCHIL IS 4%) EN 100% RECORDS-3 ITERATIES VERSUS 100% RECORDS-10 ITERATIES (MIDDEN, VERSCHIL IS 12%) EN 50% RECORDS-10 ITERATIES VERSUS 100% RECORDS-10 ITERATIES (RECHTS, VERSCHIL IS 6%). 56

FIGUUR C-14 INVLOED VAN GEBRUIKTE AANTAL ITERATIES (BIJ 33X33 RECTANGLE SIZE); 30% RECORDS-3 ITERATIES (LINKS) VERSUS 30% RECORDS -5 ITERATIES EN 50% RECORDS-3 ITERATIES VERSUS 50% RECORDS-5 ITERATIES (RECHTS)....57

FIGUUR C-15 INVLOED VAN GEBRUIKTE AANTAL ITERATIES (BIJ 33X33 RECTANGLE SIZE); 30% RECORDS-3 ITERATIES VERSUS 30% RECORDS -5 ITERATIES (LINKS, VERSCHIL IS 10%) EN 50% RECORDS-3 ITERATIES VERSUS 50% RECORDS-5 ITERATIES (MIDDEN, VERSCHIL IS 5%) EN 30% RECORDS-3 ITERATIES VERSUS 50% RECORDS-3 ITERATIES (RECHTS, VERSCHIL IS 28%). 58

FIGUUR C-16 VERSCHILKAART (RECHTS) VAN GEÏNTEGREERDE KAART (LINKS) EN OVEREENKOMSTIGE PAREL2 DATA (MIDDEN) (BIJ 65X65 RECTANGLE SIZE), BIJ 30% GEÏNTEGREERDE RECORDS. HET VERSCHIL IS 33%....59

FIGUUR C-17 VERSCHILKAART (RECHTS) VAN GEÏNTEGREERDE KAART (LINKS) EN OVEREENKOMSTIGE PAREL2 DATA (MIDDEN) (BIJ 65X65 RECTANGLE SIZE), BIJ 100% GEÏNTEGREERDE RECORDS. HET VERSCHIL IS 24%. 60

FIGUUR C-18 VERSCHILKAART (RECHTS) VAN GEÏNTEGREERDE KAART (LINKS) EN OVEREENKOMSTIGE VEREMANS DATA (MIDDEN) (BIJ 65X65 RECTANGLE SIZE), BIJ 30% GEÏNTEGREERDE RECORDS. HET VERSCHIL IS 27%. 61

FIGUUR C-19 VERSCHILKAART (RECHTS) VAN GEÏNTEGREERDE KAART (LINKS) EN OVEREENKOMSTIGE VEREMANS DATA (MIDDEN) (BIJ 65X65 RECTANGLE SIZE), BIJ 100% GEÏNTEGREERDE RECORDS. HET VERSCHIL IS 35%, MAAR KOMT VOORAL VOOR AAN DE RANDEN VAN DE KAART WAAR GEËXTRAPOLEERD IS. 62

FIGUUR C-20 VERSCHILKAART (RECHTS) VAN GEÏNTEGREERDE KAART (LINKS) EN OVEREENKOMSTIGE PAREL2 DATA (MIDDEN) (BIJ 33X33 RECTANGLE SIZE), BIJ 30% GEÏNTEGREERDE RECORDS. HET VERSCHIL IS 57%.OPTIE 1 63

FIGUUR C-21 VERSCHILKAART (RECHTS) VAN GEÏNTEGREERDE KAART (LINKS) EN OVEREENKOMSTIGE PAREL2 DATA (MIDDEN) (BIJ 33X33 RECTANGLE SIZE), BIJ 30% GEÏNTEGREERDE RECORDS. HET VERSCHIL IS 39%.OPTIE 2 64

FIGUUR C-22 VERSCHILKAART (RECHTS) VAN GEÏNTEGREERDE KAART (LINKS) EN OVEREENKOMSTIGE PAREL2 DATA (MIDDEN) (BIJ 33X33 RECTANGLE SIZE), BIJ 100% GEÏNTEGREERDE RECORDS. HET VERSCHIL IS 46%. OPTIE 1. 65

FIGUUR C-23 VERSCHILKAART (RECHTS) VAN GEÏNTEGREERDE KAART (LINKS) EN OVEREENKOMSTIGE PAREL2 DATA (MIDDEN) (BIJ 33X33 RECTANGLE SIZE), BIJ 100% GEÏNTEGREERDE RECORDS. HET VERSCHIL IS 51%. OPTIE 2. 66

FIGUUR C-24 VERSCHILKAART (RECHTS) VAN GEÏNTEGREERDE KAART (LINKS) EN OVEREENKOMSTIGE VEREMANS DATA (MIDDEN) (BIJ 33X33 RECTANGLE SIZE), BIJ 30% GEÏNTEGREERDE RECORDS. HET VERSCHIL IS 20%. 67

FIGUUR C-25 VERSCHILKAART (RECHTS) VAN GEÏNTEGREERDE KAART (LINKS) EN OVEREENKOMSTIGE VEREMANS DATA (MIDDEN) (BIJ 33X33 RECTANGLE SIZE), BIJ 100% GEÏNTEGREERDE RECORDS. HET VERSCHIL IS 35%. 68

FIGUUR C-26 VERGELIJKING CLASSIFICATIEKAARTEN MET **RECTANGLE SIZE 33X33** (=FIGUUR C-10) EN 65X65 (FIGUUR C-27). LINKS: **33X33 10% REC**_5IT_7KL (5X5 100 50), MIDDEN: **33X33 30% REC**_5IT_7KL (5X5 100 50) EN RECHTS: **33X33 50% REC**_5IT_7KL (5X5 100 50). 69

FIGUUR C-27 VERGELIJKING CLASSIFICATIEKAARTEN **MET RECTANGLE SIZE 65X65** EN 33X33 (=FIGUUR C-10). LINKS: **65X65 30% REC**_5IT_7KL (5X5 100 20), MIDDEN: **65X65 50% REC**_5IT_7KL (5X5 100 20) EN RECHTS: **65X65 100%REC**_3IT_7KL (5X5 100 20). DE KLEURENINDELING VAN DE KLASSEN IS GELIJKGESTELD TUSSEN 33X33 EN 65X65. 70

FIGUUR C-28 VERGELIJKING TUSSEN 65X65 EN 33X33 RECTANGLE SIZE CLASSIFICATIEKAARTEN, MET VERSCHILLEND AANTAL RECORDS. 71

FIGUUR D-1 TEST REPRODUCEERBAARHEID BAKBOORD TRANSDUCER H1 VAN PAREL2. CLASSIFICATIEKAARTEN (4 KLASSEN) VAN OPEENVOLGENDE H1 DATA VAN PAREL2 GEVAREN OVER LIJN 70. 73

FIGUUR D-2 TEST REPRODUCEERBAARHEID BAKBOORD TRANSDUCER H1 VAN PAREL2. RUIMTELIJKE VERSCHILLEN TUSSEN OPEENVOLGENDE H1 DATA VAN PAREL2 GEVAREN OVER LIJN 70. BOVEN: VERSCHIL TUSSEN LIJN 0002 EN 0004 IS 33%; MIDDEN: VERSCHIL TUSSEN LIJN 0002 EN 0006 IS 34%; ONDER: VERSCHIL TUSSEN LIJN 0004 EN 0006 IS 10%. 74

FIGUUR D-3 TEST REPRODUCEERBAARHEID STUURBOORD TRANSDUCER H2 VAN PAREL2. CLASSIFICATIEKAARTEN (4 KLASSEN) VAN OPEENVOLGENDE H2 DATA VAN PAREL2 GEVAREN OVER LIJN 70. 75

FIGUUR D-4 TEST REPRODUCEERBAARHEID BAKBOORD TRANSDUCER H2 VAN PAREL2. RUIMTELIJKE VERSCHILLEN TUSSEN OPEENVOLGENDE H2 DATA VAN PAREL2 GEVAREN OVER LIJN 70. BOVEN:

VERSCHIL TUSSEN LIJN 0002 EN 0004 IS 12%; MIDDEN: VERSCHIL TUSSEN LIJN 0002 EN 0006 IS 12%; ONDER: VERSCHIL TUSSEN LIJN 0004 EN 0006 IS 1,3%. 76

FIGUUR D-5 TEST REPRODUCEERBAARHEID BAKBOORD TRANSDUCER H1 VAN VEREMANS. CLASSIFICATIEKAARTEN (4 KLASSEN) VAN OPEENVOLGENDE H1 DATA VAN VEREMANS GEVAREN OVER LIJN 70. 77

FIGUUR D-6 TEST REPRODUCEERBAARHEID BAKBOORD TRANSDUCER H1 VAN VEREMANS. RUIMTELIJKE VERSCHILLEN TUSSEN OPEENVOLGENDE H1 DATA VAN VEREMANS GEVAREN OVER LIJN 70. BOVEN: VERSCHIL TUSSEN LIJN 0006 EN 0007 IS 16%; MIDDEN: VERSCHIL TUSSEN LIJN 0006 EN 0008 IS 19%; ONDER: VERSCHIL TUSSEN LIJN 0007 EN 0008 IS 16%. 78

FIGUUR D-7 TEST REPRODUCEERBAARHEID STUURBOORD TRANSDUCER H2 VAN VEREMANS. CLASSIFICATIEKAARTEN (4 KLASSEN) VAN OPEENVOLGENDE H2 DATA VAN VEREMANS GEVAREN OVER LIJN 70. 79

FIGUUR D-8 TEST REPRODUCEERBAARHEID BAKBOORD TRANSDUCER H2 VAN VEREMANS. RUIMTELIJKE VERSCHILLEN TUSSEN OPEENVOLGENDE H2 DATA VAN VEREMANS GEVAREN OVER LIJN 70. BOVEN: VERSCHIL TUSSEN LIJN 0006 EN 0007 IS 0,4%; MIDDEN: VERSCHIL TUSSEN LIJN 0006 EN 0008 IS 0,6%; ONDER: VERSCHIL TUSSEN LIJN 0007 EN 0008 IS 0,6%. 80

FIGUUR D-9 TEST VERSCHIL TUSSEN BAKBOORD TRANSDUCER H1 EN STUURBOORD TRANSDUCER H2 VAN PAREL2. BOVEN: LIJN 0006 GEVAREN OVER LIJN 70; MIDDEN: LIJN 0005 GEVAREN OVER LIJN 30; ONDER: RUIMTELIJK VERSCHIL TUSSEN H1 EN H2 KAARTEN IS 0,4%. 81

FIGUUR D-10 TEST VERSCHIL TUSSEN BAKBOORD TRANSDUCER H1 EN STUURBOORD TRANSDUCER H2 VAN VEREMANS. BOVEN: LIJN 0006 GEVAREN OVER LIJN 70; MIDDEN: LIJN 0005 GEVAREN OVER LIJN 30; ONDER: RUIMTELIJK VERSCHIL TUSSEN H1 EN H2 KAARTEN IS 0,7%. 82

FIGUUR D-11 TEST VERSCHIL TUSSEN BAKBOORD TRANSDUCERS H1 VAN PAREL2 EN VEREMANS. DE LIJNEN WERDEN GEVAREN OVER LIJN 70, DUS HET HETEROGENE GEBIED WERD VERGELEKEN. BOVEN: LIJN 0004 VAN PAREL2 GEVAREN OVER LIJN 70; MIDDEN: LIJN 0008 VAN VEREMANS GEVAREN OVER LIJN 70; ONDER: RUIMTELIJK VERSCHIL TUSSEN DE KAARTEN IS 16%. 83

FIGUUR D-12 TEST VERSCHIL TUSSEN STUURBOORD TRANSDUCERS H2 VAN PAREL2 EN VEREMANS. DE LIJNEN WERDEN GEVAREN OVER LIJN 70, DUS HET HOMOGENE GEBIED WERD VERGELEKEN. BOVEN: LIJN 0004 VAN PAREL2 GEVAREN OVER LIJN 70; MIDDEN: LIJN 0008 VAN VEREMANS GEVAREN OVER LIJN 70; ONDER: RUIMTELIJK VERSCHIL TUSSEN DE KAARTEN IS 1,5%. 84

FIGUUR D-13 TEST VERSCHIL TUSSEN DE STUURBOORD TRANSDUCER H2 VAN VEREMANS EN DE BAKBOORD TRANSDUCER H1 VAN PAREL2. BOVEN: LIJN 0008 VAN VEREMANS GEVAREN OVER LIJN 70; MIDDEN: LIJN 0001 VAN PAREL2 GEVAREN OVER LIJN 30; ONDER: RUIMTELIJK VERSCHIL TUSSEN DE KAARTEN IS 1,1%. 85

FIGUUR D-14 TEST VERSCHIL TUSSEN DE STUURBOORD TRANSDUCER H2 VAN PAREL2 EN DE BAKBOORD TRANSDUCER H1 VAN VEREMANS. BOVEN: LIJN 0004 VAN PAREL GEVAREN OVER LIJN 70; MIDDEN: LIJN 0005 VAN VEREMANS GEVAREN OVER LIJN 30; ONDER: RUIMTELIJK VERSCHIL TUSSEN DE KAARTEN IS 1,3% 86

FIGUUR F-1 VERGELIJKING SSS MET MB IN ZONE 1: AFGLIJDINGEN 89

FIGUUR F-2 VERGELIJKING SSS MET MB IN ZONE 2: SLIBRIJKE BODEM MET BAGGERSPOREN 90

FIGUUR F-3 VERGELIJKING SSS MET MB IN ZONE 3: KLIFJES/AFGLIJDINGEN 91

FIGUUR F-4 VERGELIJKING SSS MET MB IN ZONE 4: BAGGERSPOREN 92

FIGUUR F-5 VERGELIJKING SSS MET MB IN ZONE 5: GROTE/MIDDELGROTE DUINEN 93

FIGUUR F-6 VERGELIJKING SSS MET MB IN ZONE 6: STRUCTUURLOOS BODEMOPPERVLAK 94

FIGUUR F-7 VERGELIJKING SSS MET MB IN ZONE 7: ONREGELMATIGE STRUCTUREN –BAGGERSPECIE-UITSCHURINGEN 95

FIGUUR F-8 VERGELIJKING SSS MET MB IN ZONE 8: KLEINE TOT MIDDELGROTE DUINEN 96

1. INLEIDING

1.1. Opdracht

In januari 2009 werd aan IMDC in samenwerking met de Vakgroep Hydrologie en Waterbouwkunde van de Vrije Universiteit Brussel de opdracht 'Opmaken lithologische en geomorfologische kaart van de Beneden-Zeeschelde' gegund. Deze opdracht werd uitgeschreven door de Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Afdeling Maritieme Toegang in het bestek 16EF/2008/20. De opdracht bestaat uit een aantal voorbereidende testen en het opmaken van de lithologische en geomorfologische kaart zelf.

1.2. Doelstelling

1.2.1. Algemene doelstelling

De afdeling Maritieme Toegang beschikt over een VLAREM-milieuvergunning voor het terugstorten van baggerspecie op enkele locaties in de Beneden-Zeeschelde. Deze milieuvergunning wordt verleend op voorwaarde van het uitvoeren van een uitgebreid monitoringsprogramma dat gericht is op het detecteren van eventuele negatieve effecten op het milieu.

In toepassing van het Nederlands-Vlaams Verdrag Gezamenlijk Beleid en Beheer werd in 2008 een geïntegreerd monitoringsprogramma opgesteld voor het Schelde-estuarium. Het opstellen van een lithologische en een geomorfologische kaart maakt onderdeel uit van het geïntegreerde monitoringsprogramma. De bevindingen van deze studie zullen gebruikt worden om de praktische haalbaarheid van het opstellen van een lithologische kaart van het gehele Schelde-estuarium te evalueren. Deze studie beperkt zich tot de Beneden-Zeeschelde. Het is het gebied dat zich uitstrekt van de Rupelmonding tot aan de Belgisch-Nederlandse grens.

1.2.2. Specifieke doelstelling

In het verleden werd al enkele malen een lithologische kaart van de Beneden-Zeeschelde opgesteld (Bastin, 1974, 1987, Wartel et al., 2000). Wartel et al. (2000) gebruikten een classificatie van teruggekaatste akoestische singlebeam signalen die gecalibreerd werden aan de hand van sedimentmonsters. Wartel et al. (2000) maakten ook een geomorfologische kaart op, gebaseerd op side-scan sonar opnames. Tegenwoordig worden echter regelmatig sectiekaarten gevaren door de Vlaamse Hydrografie met een multibeam sonar waarvan de peildata en backscatter data kunnen gebruikt worden voor het opmaken van zowel de lithologische als de geomorfologische kaart. Het is de opdracht van deze studie om deze nieuwe techniek te beoordelen en toe te passen.

De voorbereidende testen hebben een drievoudig doel :

1. installeren en afstemmen van de bijkomende software voor de verdere verwerking van multibeam backscatter gegevens, gekoppeld aan de opleiding van een surveyor van de Vlaamse Hydrografie.
2. het onderzoeken van de onzekerheden en de gevoeligheden in verband met de registratie van de multibeam backscatter gegevens en in verband met de wijze waarop de sedimentmonsters genomen dienen te worden (o.a. de invloed eb-vloedcyclus op backscatter registratie en sedimentstaalnames, gericht dus op de lithologische kaart).
3. het opmeten van enkele geomorfologisch uiteenlopende gebieden met een side-scan sonar, ter validatie van de bodemvormen die afgeleid worden uit de multibeam gegevens

De opmaak van een lithologische kaart en een geomorfologische kaart omvat:

- Lithologische kaart: de verwerking en classificatie van de multibeam backscatter gegevens, het koppelen van de backscatter klassen aan de analyseresultaten van de sedimentmonsters en het valideren van de opgestelde classificatie. De kaart zal in volgende klassen ingedeeld worden: zand, slibhoudend zand, zandhoudend slib, slib, harde bodem door klei en harde bodem door grind. De lithologische kaart zal de omhullende polygonen bevatten van plaatsen met gelijkaardige sedimentsamenstelling.
- Geomorfologische kaart: de analyse van multibeam bathymetrische gegevens op bodemstructuren en de classificatie ervan op lengte en hoogte van de bodemvormen. De kaart zal in volgend klassen ingedeeld worden: afglijdingen, klifjes, grote duinen,

kleine tot middelgrote duinen, onregelmatige bodemstructuur (baggerspecie, uitschuringen), baggersporen en structuurloos bodemoppervlak. De geomorfologische kaart zal de omhullende polygonen van plaatsen met gelijkaardige bodemvormen bevatten.

1.3. Overzicht en aanpak van de studie

De studie wordt in volgende stappen aangepakt:

1. Er worden zes sectiekaarten opgemeten met een multibeam door de Vlaamse Hydrografie:

   - Bath-Saeftinghe
   - Saeftinghe-Doel
   - Doel-Filip
   - Filip-Oosterweel
   - Rede van Antwerpen
   - Burcht-Rupelmonding

   Deze sectiekaarten leveren backscatter data waaruit de lithologie kan afgeleid worden en bathymetrische data, op basis waarvan de geomorfologische kaart kan opgesteld worden. Het Nederlandse gedeelte, nl. de sectiekaart Bath-Saeftinghe, wordt echter niet in rekening gebracht voor het opmaken van de lithologische kaart van de Beneden-Zeeschelde.

2. Voor het opmaken van de lithologische kaart worden tijdens of kort na de multibeam opnames per sectiekaart een vijftigtal controlestalen genomen met een Shipek bodemgrijper. De staalnamelocaties zijn gebaseerd op vroegere opnames van de lithologische kaart (Wartel et al. 2000) en liggen representatief verdeeld per sectiekaart.

3. De onderzoeken naar de onzekerheden en de gevoeligheden in verband met de registratie, verwerking en visualisatie van de multibeam backscatter data gebeurt op de eerste sectiekaart, nl. Saeftinghe-Doel. De bekomen optimale parameterinstellingen zullen toegepast worden op de gehele Beneden-Zeeschelde kaart. Een eerste akoestische classificatiekaart van de Beneden-Zeeschelde wordt opgesteld.

4. Om een lithologische kaart te bekomen, dienen de verschillende akoestische klassen gecorreleerd te worden met het overeenstemmend bodemtype. Daarvoor wordt een calibratiemeetcampagne georganiseerd op 6 referentieplaatsen in de Beneden-Zeeschelde. De 6 representatieve referentiegebieden worden gekozen op basis van de controlestalen en de akoestische classificatiekaart. Het gaat om deze 6 lithologische zones:

   - Zand
   - Zandhoudend slib
   - Slibhoudend zand
   - Slib
   - Harde bodem door klei
   - Harde bodem door grind

   In elk van de 6 referentiezones worden telkens stalen genomen en multibeam backscatter data opgenomen. Per referentiezone gaat het om:

   - Bij volle vloed: 2 Van Veen stalen, 3 Shipek stalen, 3 box corers
   - Bij kentering: 1 Van Veen staal, 3 Shipek stalen, 3 box corers
   - Bij volle eb: 2 Van Veen stalen, 3 Shipek stalen, 3 box corers

   Enkel bij ‘harde bodem door klei’ en ‘harde bodem door grind’ worden geen ‘box corers’ genomen bij volle vloed en volle eb, slechts 1 box corer bij kentering.

   Op de ‘Shipek’ stalen zullen korrelgrootte analyses uitgevoerd worden en de ‘Van Veen’ stalen zullen per zone gehomogeniseerd worden voor één korrelgrootteanalyse. Van de ‘box corers’ worden radiografieën en densiteitsprofielen (gammadensitometrie) gemaakt, die de verticale sedimentsamenstelling en structuur zullen weergeven. De analyses van de staalnames gebeurt door de VUB.

5. De backscatter data van de zes referentiezones worden samen verwerkt tot één catalogusbestand met een optimaal aantal akoestische klassen. Dit catalogusbestand wordt toegepast op de volledige Beneden-Zeeschelde dataset, en wordt er een lithologische kaart bekomen.
6. In gebieden waar geen controlestalen genomen zijn, zullen extra stalen genomen worden om de bekomen lithologische kaart te valideren, en na te gaan of de voorspelde lithologieën ook effectief voorkomen.
7. Voor het opmaken van de geomorfologische kaart zullen als voorbereidende test een aantal morfologisch interessante gebieden gepeild worden met zowel side-scan sonar als multibeam apparatuur en worden de resultaten vergeleken.
8. Indien de multibeam opnames volstaan voor het opstellen van een geomorfologische kaart zullen de vijf bathymetrische sectiekaarten geïnterpreteerd worden in termen van onderstaande structurele eenheden:
    - Grote duinen
    - Kleine tot middelgrote duinen
    - Afglijdingen
    - Klifjes
    - Structuurloos bodemoppervlak
    - Baggersporen
    - Onregelmatige bodemstructuren – uitschuringen

    Een geomorfologische kaart van de gehele Beneden-Zeeschelde wordt opgemaakt.
9. Na opmaak van de lithologische en geomorfologische kaart wordt een beschrijving gegeven van de betreffende kaarten. Hierbij zal aandacht worden geschonken aan:
    - de relatie tussen het akoestische signaal en de fysische eigenschappen van het bodemsediment.
    - de ruimtelijke verbreiding van de verschillende sedimenten en morfologische structuren.

    Vervolgens zal een vergelijking worden gemaakt tussen de nieuwe versie van de respectievelijke kaarten en de vorige editie(s) van deze kaarten, zodat de evoluties van de bedvormen en de bodemsedimenten kunnen worden beschreven.

De resultaten van deze studie zullen in twee deelrapporten voorgesteld worden: een technisch rapport en een analyserapport.

- Het technisch rapport (I/RA/11341/10.011/MIM) bevat de voorbereidende testen en een beschrijving van de verwerking van de data, i.e. stappen 1, 3 en 7.
- Het analyserapport (I/RA/11341/10.064/MIM) bevat een beschrijving van de staalnamecampagnes, de calibratie van de akoestische classificatiekaart en de interpretatie van de lithologische en geomorfologische kaart, i.e. stappen 2, 4, 5, 6, 8 en 9.

1.4. Opbouw van het technisch rapport (Deelrapport 1)

Het voorliggend technisch rapport beschrijft de methodologie en het gevolgde proces voor de verwerking van de data voor het project 'Opmaken lithologische en geomorfologische kaart van de Beneden-Zeeschelde' in opdracht van de Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Afdeling Maritieme Toegang.

Hoofdstukken 2 en 3 handelen over het voorbereidende werk voor het opstellen van de *lithologische kaart* van de Beneden-Zeeschelde. Er wordt beschreven hoe de multibeam backscatter data werden opgenomen, verwerkt en geïnterpreteerd in een aantal akoestische klassen. Bovendien worden de verschillende omgevingsfactoren die de opnames kunnen beïnvloeden besproken (sedimentconcentratie, saliniteit, waterdiepte), de invloed van de meetopstelling (gebruik van twee schepen, oblique incidence, tijd), als ook de visualisatieparameters (gridcel grootte, interpolatieafstand, aantal punten binnen die radius) en de invloed van de verschillende software instellingen (processing parameters: 'rectangle size', grootte gebruikte dataset, aantal iteraties, vooropgestelde range van klassen) voor het opstellen van een catalogusbestand. Het bekomen catalogusbestand zal telkens toegepast worden op de dataset waarop de catalogus gebaseerd is. Pas in het analyserapport zal het optimale catalogusbestand toegepast worden op de volledige Beneden-Zeeschelde dataset.

In het tweede deel van het technisch rapport (Hoofdstuk 4) wordt beschreven hoe de *geomorfologische kaart* van de Beneden-Zeeschelde werd opgesteld. De resultaten van twee soorten meettechnieken die de morfologie kunnen weergeven worden vergeleken, nl. side-scan sonar en multibeam. De uiteindelijke interpretatie van de bathymetrische data naar een morfologische kaart is beschreven in het analytische deelrapport.

2. OPNEMEN VAN MULTIBEAM DATA

2.1.1. Opstelling en methode

Per sectiekaart wordt multibeam data opgenomen en verzameld door de Vlaamse Hydrografie. Een overzichtskaart van de verschillende sectiekaarten binnen Beneden-Zeeschelde wordt weergeven in Figuur A-1.

De data wordt verzameld door 2 transducerparen op twee schepen, één paar per schip: Veremans en Parel2. De Veremans voer het overgrote deel van de sectiekaarten, de Parel2 werd voornamelijk gebruikt voor de ondiepste gedeelten (o.a. inter-getijdengebieden) wegens zijn geringere diepgang.

Op beide schepen worden de instellingen gebruikt zoals beschreven in Tabel 2-1. De posities worden opgenomen in geografische coördinaten met als referentiestelsel ETRS89. Na de verwerking worden de backscatter classificatiekaarten weergegeven in UTM WGS84 (zone 31N).

Tabel 2-1 Overzicht van multibeam eigenschappen en instellingen aan boord van Parel2 en Veremans

Naam eigenschap	***waarde***
Type multibeam	Simrad EM 3002 dual
Modelnummer	3020
Acquisitieprogramma	SIS
Aanlevering dataformaat	*.all
Serienummers	
- Parel2	482 en 123
- Veremans	448 en 476
Instellingen multibeam	
- 'Pulse rate'	10 Hz
- Puls lengte	149 µs
- Frequentie	300 kHz
- Base gain	0
- TVG spread log	20
- TVG Absorption coefficient	6841 of 7805
- Image sample rate	14621 Hz
- Image sample rate for head	14621 Hz

De multibeam transducers communiceren met het acquistitieprogramma, SIS (Simrad Information System) waar een binair bestand met extensie 'all' aangemaakt wordt. Dit formaat wordt vervolgens door de Vlaamse Hydrografie overgedragen aan IMDC die data verwerkt tot een lithologische kaart met behulp van verwerkingsprogramma MULTIVIEW 4.5.

Tijdens de multibeam opnames worden zowel backscatter data (sterkte van het weerkaatste signaal) als bathymetrische data (diepte tot de bodem) verzameld. Enkel de backscatter data worden verwerkt voor het opmaken van de lithologische kaart. De bathymetrische data zullen verwerkt worden tot de morfologische kaart.

Om de diepte correct te kunnen bepalen wordt elke meetdag gestart met het opnemen van een snelheidsprofiel over de hele waterkolom (snelheid van geluid in water hangt af van saliniteit en temperatuur).

2.1.2. Omgevingsinvloeden op akoestische backscatter data

2.1.2.1. Kentering en invloed sedimentconcentratie in de waterkolom

Kentering is het ogenblik waarop de ebstroming overgaat in vloedstroming (laagwaterkentering) en omgekeerd (hoogwaterkentering), theoretisch komt dit overeen met het tijdstip waarop de stroomsnelheid gelijk is aan nul. Het tijdstip van laagwater- en hoogwaterkentering komt bovendien overeen met het tijdstip van minimum en maximum saliniteit respectievelijk. Tijdens kentering is de stroomsnelheid zodanig laag dat gesuspendeerde sedimentdeeltjes neerslaan. Zo ontstaan dicht tegen de bodem lagen met hoge slibconcentratie.

Omdat er gewerkt wordt met een hoogfrequent echolood (300 kHz) is het niet onrealistisch dat er tijdens kentering enkel backscatter terugkomt van slibdeeltjes die net uitgezakt zijn, i.e. de bovenkant van een vloeibare sliblaag, i.p.v. backscatter van de onderliggende bodemlaag.

Vandaar dat twee testen werden uitgevoerd om de variaties in akoestische backscatter tijdens kentering te onderzoeken. Eén test verliep vanaf HW tot 2,5 uur na HW, de tweede test liep van 0,5 uur voor LW tot 1,75 uur na LW. Tijdens die periodes werd een bepaalde raai herhaaldelijk afgevaren en de bekomen akoestische classificatiekaarten met elkaar vergeleken. Er werd slechts weinig variatie waargenomen in de akoestische backscatter rond kentering (zie nota in bijlage I/NO/11341/09.189/JCA). De kleine variaties kwamen voornamelijk voor aan de randen van de akoestische klassen en zijn waarschijnlijk te wijten aan onnauwkeurigheden in de scheepspositie.

De akoestische backscatter tijdens kentering werd niet vergeleken met de situatie tijdens volle vloed en eb. Tijdens volle vloed en eb is de concentratie aan gesuspendeerde sedimentdeeltjes in het water het hoogst. We verwachten echter dat de terugkaatsing op de deeltjes in de waterkolom binnen de ‘noise’ van het toestel zullen liggen.

Om de verschillen in sedimentsamenstelling tussen kentering en volle vloed en eb in te schatten, werd de calibratiestaalnamecampagne zodanig opgezet dat op eenzelfde locatie telkens een staal werd genomen rond volle vloed, rond volle eb, en rond kentering (zie analyserapport).

2.1.2.2. Absorptie en refractie door zeewater

Absorptie van geluid door zeewater (afhankelijk van temperatuur, waterdiepte en saliniteitsgehalte) is een belangrijke factor die de resultaten van hoogfrequente multibeam sonars kan beïnvloeden. Zeker in een gebied zoals het Schelde-estuarium waar doorheen de tijd de saliniteit sterk verandert en er stratificatie optreedt tussen zoet en zout water.

De QTC MULTIVIEW software is echter zodanig ontwikkeld dat een regelmatige CTD meting (Conductiviteit, Temperatuur, Diepte) van het multibeam toestel niet nodig is. Het gaat om een classificatiemethode zonder dat de absorptie coëfficiënt gekend is. Een belangrijk onderdeel hiervan is de gepatenteerde techniek van compensatietabellen. De QTC compensatie geeft beelden die consistent zijn doorheen de hele survey, en niet enkel lijn per lijn. De waardes worden niet uitgedrukt in fysische eenheden (bvb. backscatter amplitude in decibels), maar in relatieve beeldamplitudes op een schaal van 0 tot 255.

Het effect van saliniteit werd bovendien gecheckt met een eenvoudige test. Eenzelfde lijn werd bij twee extreme saliniteitswaarden (geluidssnelheden) bekeken. Het bleek dat er heel weinig verschil was tussen de posities van de footprints van de buitenste beams -die het sterkste effect zouden moeten ondervinden door de langere afstand doorheen de waterkolom- bij de twee verschillende saliniteitsgehaltes.

2.1.2.3. Waterdiepte

Waterdiepte kan een invloed hebben op de absorptie van geluid omdat bij grotere diepte het geluid een langere afstand aflegt, en dus meer geabsorbeerd wordt dan in ondiep water. Dit effect wordt door de QTC software gecompenseerd (genormaliseerd over de hele survey) zoals hiervoor uitgelegd.

Maar veranderingen in waterdiepte hebben ook een invloed op de swath van de multibeam. De hoek waaronder de beams zijn opgesteld is voor een toestel steeds hetzelfde, maar wanneer de diepte verandert, verandert de swath breedte of bedekking van het signaal op de bodem. De swath breedte is ongeveer 5 keer de waterdiepte. Dus bij veranderingen door het getij of variërende bathymetrie moet de spatiëring tussen de te varen lijnen aangepast worden zodat voldoende overlap tussen de lijnen verzekerd is.

Een verandering in waterdiepte en dus swath breedte heeft ook een effect op de resolutie van de bekomen kaarten. Ondanks de smallere swath breedte in een ondiep gebied, is er dezelfde informatie in aanwezig, zodat de gekozen rectangle size (in aantal pixels, zie later) in werkelijkheid een kleiner gebied bedekt op de bodem (kleinere footprint), en dus meer detail geeft.

2.1.3. Invloed van opnamemethode op akoestische backscatter data

2.1.3.1. Gebruik van twee opnameschepen

De multibeam data werden opgenomen met twee schepen, Parel2 en Veremans. De vraag is of de backscatter resultaten van beide schepen met elkaar kunnen gelijkgesteld en samen verwerkt worden. Gezien de 2 transducers van één schip in MULTIVIEW met elkaar gelijkgesteld moeten worden kunnen waarschijnlijk ook 4 transducers (van zelfde type, merk, …, ander serienummer) van 2 verschillende schepen met elkaar gelijkgesteld worden.

2.1.3.1.1 Kwalitatieve verschillen

De multibeam toestellen op Veremans en Parel2 kunnen verschillende akoestische eigenschappen vertonen waardoor het verwerkingsprogramma MULTIVIEW 4.5 een andere akoestische klasse kan definiëren voor eenzelfde gebied.

Daarom werd de classificatie in verschillende akoestische klassen toegepast op data van Parel2 en Veremans afzonderlijk, en op een combinatie van beide datasets (geïntegreerde dataset, All), waarna de verschillende bekomen classificatiekaarten vergeleken werden met de geïntegreerde kaart (zie 3.5.1 en 3.5.2). Daaruit blijkt dat de geïntegreerde kaart duidelijke verschillen vertoont met de afzonderlijke datasets. De verschillen komen echter vooral voor aan de randen van klassen en in extrapolatiezones. De verschillen hangen ook sterk af van het procentueel oppervlak dat de afzonderlijke dataset beslaat.

2.1.3.1.2 Kwantitatieve verschillen

In nota I/NO/11341/09.189/JCA in bijlage, werd reeds een eerste test uitgevoerd om de invloed van de verschillende multibeam toestellen te onderzoeken. Op dezelfde dag bedekten Parel2 en Veremans eenzelfde gebied, waarna beide datasets eerst apart werden verwerkt en nadien samen. Van de samengestelde dataset werd een catalogus opgesteld die dan op de afzonderlijke datasets werd toegepast. Deze eerste test toonde verschillen tot 42% tussen een Veremans kaart en een Parel2 kaart in hetzelfde gebied. Er werden echter slechts 1000 records gebruikt van elke dataset (slechts 1-2%) en visualisatieparameters (5x5m gridcel, 10 m interpolatieradius) onaangepast aan de grootte van het gebied, die leidden tot heel heterogene beelden die moeilijk te vergelijken zijn.

Vandaar dat een nieuwe test werd uitgevoerd, deze keer gebruik makend van 100% van de records, en aangepaste visualisatieparameters (zie § 3.6). Twee lijnen werden door Parel2 en Veremans gepeild (in dezelfde richting) en de classificatiekaarten ervan vergeleken (aan de hand van verschilkaarten). Tijdens deze test werd ook de stabiliteit of reproduceerbaarheid van een enkele transducer getest, door kort na elkaar, drie keer in dezelfde richting over eenzelfde lijn te varen met eenzelfde schip.

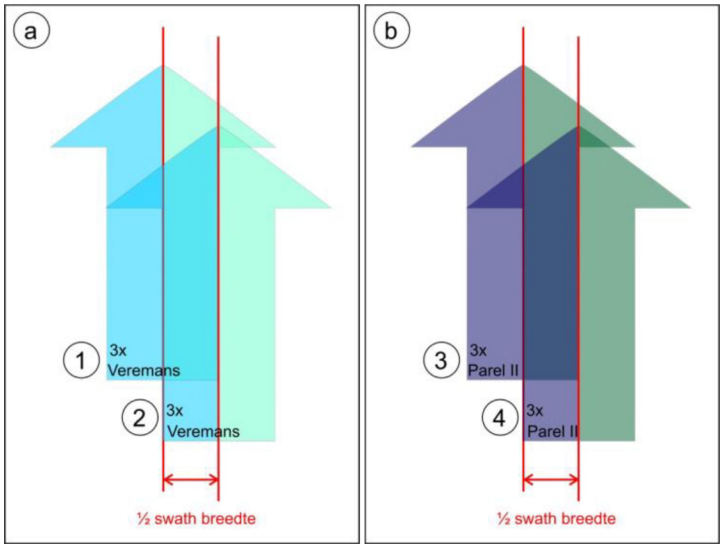
Voor de kwantitatieve resultaten wordt verwezen naar paragraaf 3.6. Uiteindelijk bleek dat de verschillen tussen opeenvolgende gevaren lijnen, op eenzelfde locatie, door één enkele transducer gelijkaardig zijn aan de verschillen tussen de transducers van twee verschillende schepen. Dit zowel in een akoestisch homogeen gebied, als in een akoestisch heterogeen gebied.

Test set-up

Parel2 en Veremans peilden op 24 maart 2010 twee parallelle raaien (die op halve swath breedte van elkaar liggen, zie rode lijnen in onderstaande figuur) 3 keer in één vaarrichting. Dit resulteerde in 6 backscatter opnames per schip, in totaal werden dus 12 backscatter files gesaved. In de naamgeving werd goed genoteerd om welk schip het ging, en om welke raai (links of rechts, en 1ste keer, 2de keer of 3de keer).

Situatieschets

(a) Veremans vaart 3x over de linkse raai, vervolgens 3x over de rechtse raai. Steeds in dezelfde richting.
(b) Parel II vaart 3x over de linkse raai (zelfde als in (a)), vervolgens 3x over de rechtse raai. Steeds in dezelfde richting.



Figuur 2-1 Set up van vergelijkende test Parel2-Veremans

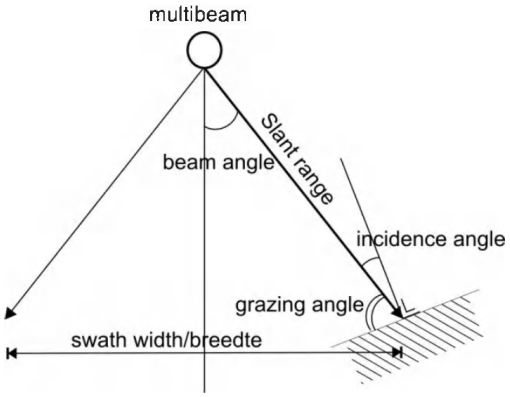
Meetlocatie

Er werd gekozen voor twee raaien van ongeveer 1 km lang op een halve swath breedte van elkaar, binnen onderstaand afgebakend gebied nabij Oosterweel. Uit eerdere testen bleek dat in dit gebied verschillende akoestische klassen aanwezig zijn, het werd geselecteerd om zijn heterogeniteit. De swath breedte is best zo breed mogelijk, vandaar de voorkeur voor de dieper gelegen vaargeul (swath breedte is ongeveer 5 keer de waterdiepte).

Pnt	X_wgs84	Y_wgs84
1	596598,53	5677253,21
2	596598,53	5677109,45
3	595079,30	5677105,54
4	595089,73	5677259,44

2.1.3.2. *Invloed van meting onder een hoek (oblique incidence)*

Uit de voorgaande testopstelling kan ook de invloed van de hoek waaronder een gebied gemeten wordt (grazing angle) ingeschat worden (Figuur 2-2). Het gebied tussen de twee raaien werd immers in beeld gebracht vanuit twee verschillende hoeken met hetzelfde schip (wel twee verschillende transducers). Bij het varen van de linker raai werd elk punt nabij die raai vanuit een scherpe hoek gemeten (met de stuurboordtransducer). Dezelfde punten werden vanuit een veel grotere hoek gemeten toen de rechter raai gevaren werd (met de bakboordtransducer). Een kleinere invalshoek op eenzelfde punt leidt tot een kortere afstand tussen bron en bodem en dus tot minder absorptie in de waterkolom. De resultaten van deze test zijn beschreven in paragraaf 3.6.3.



Figuur 2-2 Enkele termen visueel voorgesteld. Verticale doorsnede doorheen de waterkolom, gearceerde deel is bodem.

Maar zoals hiervoor reeds beschreven verwerkt MULTIVIEW elk ruw backscatter beeld tot een gecompenseerd backscatter beeld, onder andere door rekening te houden met de afgelegde weg van de geluidsgolf tot aan de bodem en terug. Alle backscatter waarden worden genormaliseerd alvorens er verdere analyses op toe te passen.

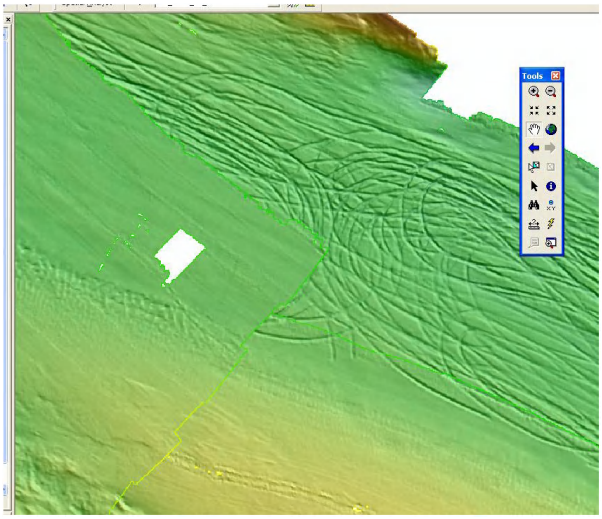
De hoek waaronder een bepaald punt gemeten wordt (grazing angle) hangt naast de 'beam angle' van het uitgezonden signaal ook af van de helling van het vlak waarin het punt ligt (het reliëf). Die hoek zal vooral bepalen hoe sterk het signaal zal teruggekaatst en/of gerefracteerd worden. Ook daarvoor compenseert MULTIVIEW, bovendien worden 'grazing angles' die te scherp of te loodrecht zijn verwijderd (zie § 3.2).

2.1.3.3. *Tijdvariaties*

In nota I/NO/11341/09.189/JCA in bijlage werden twee classificatiekaarten vergeleken die gebaseerd zijn op data die in een zelfde gebied werden opgenomen maar met een week tussentijd. Het verschil van 13% kan een gevolg zijn van veranderende lithologie, maar zal eerder te wijten zijn door verschillen in positionering. Het verschil ligt in dezelfde grootteorde als de verschillen tussen opeenvolgende lijnen gevaren over eenzelfde track met 15 minuten tussentijd (zie § 3.6).

Er dient opgemerkt te worden dat de multibeam opnames van de vijf sectiekaarten gespreid gebeurde in de tijd tussen 28 oktober 2009 en 1 december 2009. Daardoor treden er verschillen op tussen aaneensluitende gebieden die gevaren werden tijdens verschillende periodes. Dit valt vooral op bij de bathymetrische kaarten (morfologische kaart), indien de kaarten gepeild werden net voor en net na baggerwerken.

In onderstaand screenshot valt het op dat 2 van de 3 delen morfologisch naadloos aaneensluiten, terwijl het derde deel duidelijk opgemeten is voor de baggerwerken plaatsvonden.



Figuur 2-3 Screenshot uit Arcview toont de aaneensluiting (fijn groen lijntje) van drie delen van een sectiekaart. De rechtse delen sluiten morfologisch naadloos aan, het linkse deel vertoont nog geen baggersporen.

3. PROCESSING EN CLASSIFICATIE VAN DE BACKSCATTER DATA MET MULTIVIEW-SOFTWARE

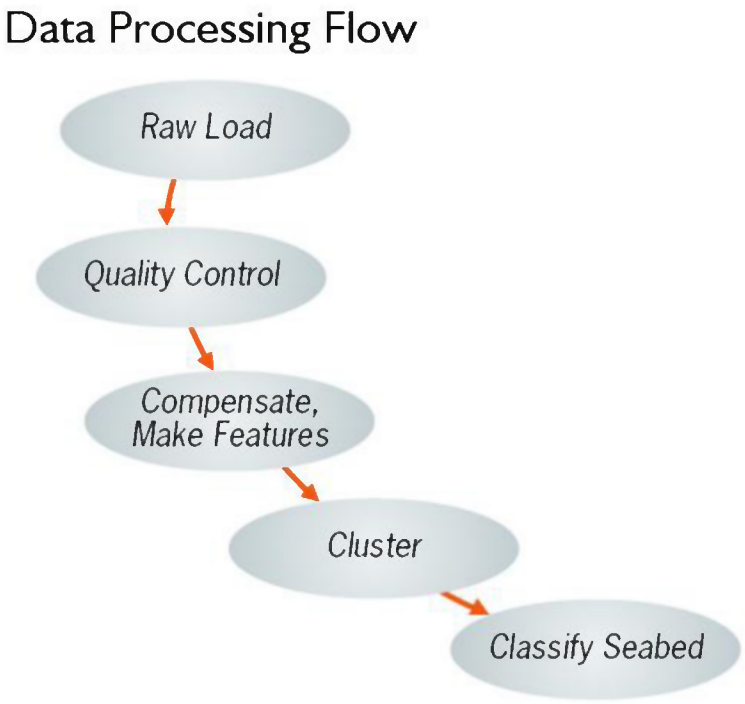
3.1. Flowchart

Als data van een sectiekaart bij IMDC binnenkomt, wordt deze verwerkt in MULTIVIEW 4.5 die de data classificeert tot verschillende akoestische klassen. Dit verwerkingsprogramma bevat 5 stappen (Figuur 3-1):

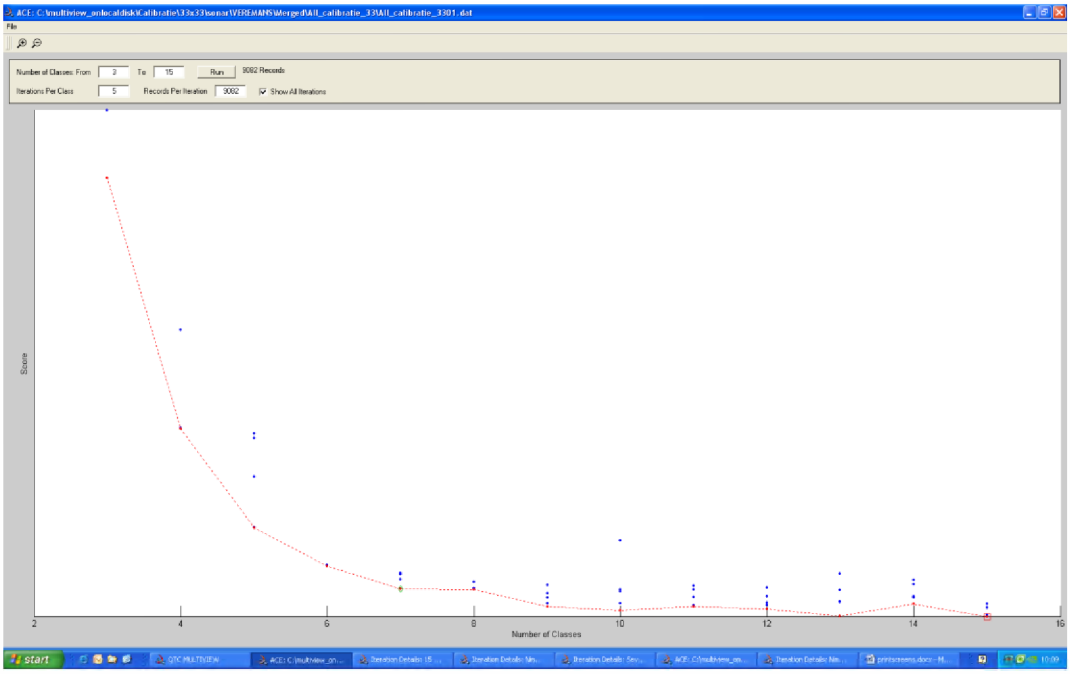
- Invoeren van de ruwe data
- Verwijdering van uitschieters en foutieve ruwe data
- Energiecompensatie (voor waterdiepte, invalshoek, saliniteitsgehalte, slant range, etc.), gecombineerd met datareductie volgens een opgegeven ruimtelijk venster ('rectangle size'), dat 132 statistische elementen bevat. Over de multibeam lijnen wordt een netwerk van rechthoeken gelegd, met een bepaalde 'rectangle size'. Binnen elke 'rectangle' worden de backscatter waardes herschreven tot 132 statistische elementen, i.e. een FFV of Full Feature Vector (= een record).
- De FFV's van alle records samen worden gereduceerd tot 3 energie-beschrijvende statistische parameters Q1, Q2 en Q3 (Principal Components Analysis, PCA). Per rectangle of record worden de drie statistisch belangrijkste componenten eruit gehaald. De drie componenten (Q1, Q2 en Q3) van een record worden in een drie-dimensionele ruimte voorgesteld. Records met dezelfde principle components liggen in de drie-dimensionele Q ruimte bijeen, ze vormen een cluster of klasse.

  Vooraf kan aan de software opgelegd worden hoeveel van de records in rekening gebracht moeten worden voor de indeling in clusters/klassen en binnen welke range het uiteindelijk aantal klassen moet vallen. Deze range kan zeer ruim genomen worden bvb. 1-20 klassen of zeer strikt bvb. 1-4 klassen. In het voorbeeld in Figuur 3-2 werd de range tussen 3 en 15 klassen gekozen en 9082 records. De software test dan per optie binnen die range uit, in hoeverre dat specifiek aantal klassen als duidelijk aparte gehelen (clusters) te onderscheiden zijn. Hoe lager de 'score' (verticale schaal), hoe beter het onderscheidend vermogen. Dit proces wordt een aantal keer herhaald, i.e. iteratief. In het voorbeeld werden 5 iteraties gekozen. Per iteratie wordt het vooraf bepaald aantal records op basis van zijn Principal Components over de Q ruimte verdeeld, en wordt er gekeken hoe goed de clusters gescheiden zijn. Bij een volgende iteratie wordt hetzelfde *aantal* records, maar at random uitgekozen dus niet noodzakelijk *dezelfde* records, over de Q ruimte verdeeld, en opnieuw gekeken hoe goed de clusters te onderscheiden zijn. Het is heel goed mogelijk dat bij de volgende (at random) set records, de clusters iets anders liggen en net iets beter gescheiden zijn (lagere score in de grafiek, blauwe bolletjes). Per specifiek aantal klassen is er dus een iteratie die de beste oplossing geeft (rode bolletjes). En binnen de range van mogelijk aantal klassen, is er dus steeds een oplossing waarbij de clusters/klassen het best te onderscheiden zijn, i.e. het optimaal aantal klassen. In dit voorbeeld is dit 15 klassen. Voor het opstellen van een kaart kan men dus kiezen voor een classificatie met het statistisch bepaald optimaal aantal klassen (binnen een bepaalde range), of voor de beste oplossing (van een voldoende aantal iteraties) van een vooropgesteld aantal klassen. Bijlage B toont de clusterindeling van de dataset uit het voorbeeld bij 7 klassen, 9 klassen en het optimaal aantal klassen (15) (telkens de oplossing met de laagste score). Steeds worden dezelfde hoofdklassen onderscheiden.

  Records binnen eenzelfde cluster of klasse hebben dezelfde akoestische eigenschappen. De statistische eigenschappen en beschrijving van de datareductie tot 3 parameters en classificatie in clusters wordt weggeschreven in een catalogusbestand.
- In de laatste stap wordt de zeebodem ingedeeld in een aantal akoestische klassen. Het catalogusbestand wordt toegepast op een dataset. Dit kan de dataset zijn waarop de catalogus is gebaseerd, of de catalogus kan toegepast worden op een nieuwe dataset. In het laatste geval wordt elke nieuwe record ingedeeld in een cluster.



Figuur 3-1 Stroomschema voor de verwerking van multibeam backscatter gegevens naar classificatiekaart, na calibratie met sedimentstalen wordt dit een lithologische kaart



Figuur 3-2 Iteratief proces voor het bepalen van het optimaal aantal klassen. De blauwe bolletjes stellen de scores voor per iteratie. Hoe lager de score, hoe beter het resultaat.

Met het software pakket QTC CLAMS kan men de bekomen 'seabed files' visualiseren en uitkarteren. Men kiest een gridcel grootte, een interpolatie radius, en het aantal punten dat minstens binnen die radius moet liggen om een waarde te kunnen bekomen (zoniet blijft het gridpunt leeg). De klasse die het meeste voorkomt in de buurt van het gridpunt wordt aan het gridpunt toegekend (er wordt dus geen gemiddelde genomen). Onder § 3.3 wordt beschreven welke de beste parameterinstellingen zijn voor de visualisatie van de Schelde sectiekaarten.

3.2. Gekozen parameters voor verbeteren ruwe data

- Filtering van foutieve data op diepte. Op een tiental testfiles werd de drempelwaarde bepaald waarboven de uitschieters volledig werden weggeknipt. Gemiddeld gaf dit een waarde van **15**. Bij lagere waardes verdwenen te veel van de goed data, bij te hoge waardes verdwenen de uitschieters (spikes/outliers) niet helemaal.
- De overlappende beams (loodrecht onder het schip) van de twee transducers, H1 aan bakboord, H2 aan stuurboord, werden verwijderd. **H1: 234-254, H2: 1-20**.
- De gebieden waar de beam **'grazing angle' kleiner is dan 5° en groter dan 85° werden gemaskeerd**. Backscatter van gebieden waar de beams bijna loodrecht op invallen en de gebieden waar de beams zeer schuin op invallen kan foutief zijn. In gebieden waar het akoestische signaal te loodrecht invalt treedt er enkel reflectie op aan het oppervlak en geen volume scattering. In gebieden waar het signaal te schuin op invalt treedt te veel verstrooiing op. Tussenin bevat het gereflecteerde signaal wel informatie van een onderliggend volume.

3.3. Invloed van visualisatie parameters op de bekomen classificatiekaart

3.3.1. Rectangle size en gridcel grootte

3.3.1.1. Bij rectangle size 65x65

Een rectangle size van 65 pixels x65 pings komt bij een vaarsnelheid van 8 knopen en een maximale ping frequentie van 40 Hz (40/s), overeen met een reële footprint van 3,4 m dwars op de vaarrichting en 6,7 m langs de vaarrichting. Bij een vaarsnelheid van 6 knopen is de reële footprint 3,4 m dwars op de vaarrichting en 5,0 m langs de vaarrichting. Er werd geopteerd voor een gelijkaardige **gridcel grootte, nl. 5x5 m**. Zie ook de testen beschreven in de nota in bijlage (D2 in I/NO/11341/09.189/JCA).

In werkelijkheid is de ping rate een stuk lager, wat neerkomt op een meer langgerekte footprint in de vaarrichting. Daar de kleinste variatie in lithologie voorkomt in de langsrichting van de Schelde (tevens de vaarrichting) is dit geoorloofd. Bovendien werd de rectangle size zo gekozen dat binnenin het akoestische facies homogeen is.

3.3.1.2. Bij rectangle size 33x33

Bij een rectangle size van 33 pixels x 33 pings, een vaarsnelheid van 8 knopen (6 knopen) en een pingfrequentie van 40 Hz, komt de gekozen rectangle size ongeveer overeen met een reële footprint van 1,7 m dwars op de vaarrichting en 3,4 m in de vaarrichting (1,7 x 2,5 m). Voor visualisatie van deze classificatiekaarten werd getest in hoeverre een kaart met gridcel grootte 5x5 m verschilt van een kaart met gridcel 2x2 m. Figuur C-1 toont de vergelijking tussen een 5x5 m en een 2x2 m gegridde kaart met interpolatieafstand 100 m en ‘search size’ 20. Het verschil is miniem, slechts 4%. Enkel bij sterk inzoomen is te zien hoe de contour van bepaalde klassen iets afgeronder is bij een 2x2 dan bij een 5x5 m grid. **Daarom werd in verdere visualisatiekaartjes een grid van 5x5 m gebruikt (vergt minder rekentijd).**

3.3.2. Interpolatieafstand

3.3.2.1. 65x65

Bij een interpolatieafstand van 10-50 m blijven de individuele rectangles/records zichtbaar, en zijn de gebieden ertussen niet geïnterpoleerd (witte vlakken zonder waardes) (Figuur C-2). Bij een te klein gekozen interpolatieafstand zal het aantal vooropgestelde punten binnen die radius niet bereikt worden, en wordt het gebied niet geïnterpoleerd (blijft leeg). **Vanaf 100 m is de afstand groot genoeg om de lege vlakken tussenin volledig te interpoleren.** Wanneer de interpolatieafstand nog groter gekozen wordt verandert er binnen het gebied met reële data niets (bij een gelijke hoeveelheid datapunten), wel zal het grid veel verder geëxtrapoleerd worden voorbij de buitenste datapunten.

Achteraf werd de bekomen classificatiekaart wel opnieuw bijgeknipt tot 100 m rond de gebruikte datapunten. Zodoende wordt bij de visuele vergelijking tussen kaarten enkel gekeken naar gebieden waar goeie data beschikbaar waren.

3.3.2.2. 33x33

Bij een interpolatieafstand van 10-50 m blijven de individuele rectangles/records zichtbaar, en zijn de gebieden ertussen niet geïnterpoleerd (witte vlakken zonder waardes) (Figuur C-3). Bij een te klein gekozen interpolatieafstand zal het aantal vooropgestelde punten binnen die radius niet bereikt worden, en wordt het gebied niet geïnterpoleerd (blijft leeg). **Vanaf 100 m is de afstand groot genoeg om de lege vlakken tussenin volledig te interpoleren.** Wanneer de interpolatieafstand nog groter gekozen wordt verandert er binnen het gebied met reële data niets (bij een gelijke hoeveelheid datapunten), wel zal het grid veel verder geëxtrapoleerd worden voorbij de buitenste datapunten.

In vergelijking met de 65x65 rectangle size, is de oppervlakte niet-geïnterpoleerd gebied bij 10 m interpolatieafstand kleiner. Dit omdat bij een rectangle size van 33x33, de records veel dichter opeen liggen, waardoor het aantal gridpunten waar niet voldaan wordt aan de eis van 5 zoekpunten binnen een radius van 10 m minder is.

Achteraf werd de bekomen classificatiekaart wel opnieuw bijgeknipt tot 100 m rond de gebruikte datapunten. Zodoende wordt bij de visuele vergelijking tussen kaarten enkel gekeken naar gebieden waar goeie data beschikbaar waren.

3.3.3. Minimum aantal datapunten

3.3.3.1. 65x65

Bij toenemend aantal punten die in rekening gebracht worden binnen de interpolatieafstand, wordt het beeld van de classificatiekaart homogener. Bij te weinig punten (minder dan 20) blijven individuele pixels (records) zichtbaar en komen de klassen zeer heterogeen verspreid voor. Ook de richting van de vaarlijnen blijft men dan als artefact zien. Bij meer dan 50 punten wordt het beeld heel erg homogeen, en zijn sommige gebieden waarschijnlijk te sterk vereenvoudigd. **Ideale tussenoplossing is 20-30 punten** (Figuur C-4). Binnen deze range zijn geen vaarlijnen meer te zien en vertoont de classificatiekaart toch voldoende heterogeniteit (zeer weinig verschil tussen testen 20-25-30).

3.3.3.2. 33x33

Bij toenemend aantal punten die in rekening gebracht worden binnen de interpolatieafstand, wordt het beeld van de classificatiekaart homogener. Bij te weinig punten (minder dan 20) blijven individuele pixels (records) zichtbaar en komen de klassen zeer heterogeen verspreid voor. Ook de richting van de vaarlijnen blijft men dan als artefact zien. Bij meer dan 70 punten wordt het beeld heel erg homogeen, en zijn sommige gebieden waarschijnlijk te sterk vereenvoudigd. **Ideale tussenoplossing is 50 punten** (Figuur C-5). In dit geval zijn geen vaarlijnen meer te zien en vertoont de classificatiekaart toch voldoende heterogeniteit.

Bij een rectangle size van 33x33 is een kaart gemaakt met 20 datapunten binnen een bepaalde interpolatieafstand heterogener van uitzicht dan een kaart gemaakt met 20 datapunten bij een rectangle size van 65x65 (vergelijk Figuur C-4 en Figuur C-5). In het eerste geval zijn er meer datapunten of records en liggen die ook dichter bij elkaar, een gemiddelde van 20 records die dichter bij elkaar in de buurt liggen zal dus een gedetailleerder en heterogener beeld geven. Bij 33x33 rectangle size, dienen 50 records in rekening gebracht te worden om een gelijkaardige homogeniteit te bekomen als 20 records bij een 65x65 rectangle size.

3.4. Invloed van processing parameters op de akoestische klassen

Hieronder volgen de resultaten van enkele vergelijkende testen op de eerste volledige sectiekaart: Saeftinghe-Doel. Deze kaart werd opgemaakt door de Parel2 en Veremans data te integreren en samen te processen. Met deze testen wordt aangetoond hoe de verschillende processing parameters voor het opstellen van het catalogusbestand (grootte gebruikte dataset, aantal iteraties, vooropgestelde range van klassen) de uiteindelijke classificatiekaart zullen beïnvloeden. Het bekomen catalogusbestand wordt telkens toegepast op dezelfde dataset van Saeftinghe-Doel waarop de catalogus is gebaseerd. Eerst werden de tests uitgevoerd gebruikmakend van een rectangle size 65x65, nadien werden gelijkaardige tests uitgevoerd maar dit keer gebruikmakend van een kleinere rectangle size: 33x33. De voorstelling van de kaartjes is steeds een 5x5 m grid, geïnterpoleerd met een zoekradius van 100 m, waarbinnen minstens 20 datapunten liggen (20 voor 65x65 en 50 datapunten voor 33x33). Dit zijn de optimale visualisatie parameters zoals hiervoor beschreven.

Naderhand zal ook gekeken worden in hoeverre de geïntegreerde Parel2-Vermans classificatiekaarten afwijkt van de afzonderlijke Parel2 en Veremans kaarten (zowel bij 65x65 als 33x33 rectangle size) en hoe sterk de Parel2 en Veremans kaarten onderling verschillen (cf. § 3.5 en 3.6).

Onder § 3.7 worden de 65x65 en 33x33 kaarten vergeleken en dus de invloed van de gekozen rectangle size beoordeeld. En onder § 3.8 wordt een woordje gezegd over de reproduceerbaarheid van de bekomen classificatiekaarten.

3.4.1. Aantal records

3.4.1.1. 65x65

Per iteratie (zie volgende stap) wordt een beperkt deel van de dataset (van het totaal aantal FFV's = totaal aantal records) in rekening gebracht om het optimaal aantal akoestische klassen te bepalen. De records die uiteindelijk in rekening zullen gebracht worden, worden at random uitgekozen. Dus bij een tweede iteratie wordt wel dezelfde hoeveelheid records in rekening gebracht, maar de records hoeven niet dezelfde te zijn, ze worden steeds at random uitgepikt. Zelfs als men 100% van de data in rekening brengt bekomt men bij elke iteratie een verschillend resultaat, omdat bepaalde punten at random dubbel uitgekozen worden.

Hieronder is opgelijst wat statistisch gezien het optimaal aantal klassen is voor een bepaald percentage gebruikte records. Dit voor de geïntegreerde dataset (Parel2 en Veremans).

Parel2 en Veremans (All): totaal aantal records is 42.457

- ➔ Test 30% van de data: 12.743 records => optimaal aantal klassen: 11
- ➔ Test 50% van de data: 21.238 records => optimaal aantal klassen: 10
- ➔ Test 100% van de data: 42.475 records => optimaal aantal klassen: 11

Bij de classificatiestap (indeling in klassen, clusters) kan naast het aantal records en het aantal iteraties ook de range van klassen op voorhand worden ingesteld. In een eerste stap (30% data, 5 iteraties) werd de range ruim gekozen: 4-15 klassen, en kwam 11 klassen als beste uit de bus. Bij 50% van de data en 5 iteraties kwam (tussen 6 en 15 klassen) 10 klassen als beste uit de bus. Bij 100% van de data en 3 iteraties gaf opnieuw 11 klassen het beste resultaat. Bij volgende testen kan men de range van klassen dus steeds nauwer nemen (wat minder rekentijd met zich meebrengt) omdat het optimaal aantal klassen gekend is: 10 of 11.

Indien men minder klassen vooropstelt (bvb. streven naar 6 lithologische klassen) en de range lager kiest dan de optimale (bvb. 4-8), zal de uitkomst steeds het hoogste aantal klassen zijn (in dit voorbeeld 8).

Figuur C-6 toont hoe classificatiekaarten (van de geïntegreerde dataset Parel2-Veremans) verschillen, gebruikmakend van een verschillend percentage records (30% vs 100%) en dit in het optimale geval van 11 klassen. Het verschil tussen beide classificatiekaarten is 17%.

Figuur C-7 en Figuur C-8 tonen hoe de classificatiekaarten verschillen, gebruikmakend van een verschillend percentage records (30% vs 50% vs 100%) en dit in het geval van 7 klassen. Een classificatiekaart van 7 klassen is praktisch werkbaarder en leunt dichter aan bij de 6 klassen van de lithologische kaart van 1999.

Tabel 3-1 Ruimtelijke verschillen (% van het totale oppervlak) tussen classificatiekaarten gebaseerd op verschillend aantal records.

65x65 Classificatiekaart	***30% rec_5it_7kl***	***50% rec_5it_7kl***	***100% rec_3it_7kl***
30% rec_5it_7kl	-	32%	25%
50% rec_5it_7kl	32%	-	15%
100% rec_3it_7kl	25%	15%	-

Het verschil tussen de classificatiekaart met 7 klassen en 11 klassen (bij 100% records) wordt getoond in Figuur C-9. Het verschil is slechts 24%. De vier extra klassen bestrijken slechts kleine gebieden.

Besluit: het gebruik van slechts 7 klassen, wat praktisch werkbaarder is, in plaats van het statistisch optimaal aantal klassen is geoorloofd. Het verschil tussen de 50% en 100% classificatiekaart met 7 klassen is slechts 15%, het verschil tussen de 30% kaart en de 100% kaart is 25%. **Het gebruik van minstens 50% van de records wordt aangeraden.**

3.4.1.2. 33x33

Hieronder is opgelijst wat statistisch gezien het optimaal aantal klassen is voor een bepaald percentage gebruikte records voor de geïntegreerde dataset (Parel2 en Veremans).

Parel2 en Veremans (All): totaal aantal records is 200.331

- ➔ Test 10% van de data: 20.033 records => optimaal aantal klassen: 13
- ➔ Test 30% van de data: 60.099 records => optimaal aantal klassen: 14
- ➔ Test 50% van de data: 100.166 records => optimaal aantal klassen: 15

Bij een rectangle size van 33x33 verschilt het optimaal aantal klassen sterk en neemt het aantal sterk toe vergeleken met een rectangle size van 65x65. Zowel bij een vergelijkbaar aantal records (bvb. 20.000 records: 50% van 65x65 of 10% van 33x33), als bij een procentueel gelijk aantal records (bvb. 50%: 21.238 records bij 65x65, 100.166 records bij 33x33), is **het statistische optimaal aantal klassen met rectangle size 33x33 steeds groter dan bij rectangle size 65x65** (10 klassen *vs* 13 en 10 *vs* 15). Hieruit blijkt dat **bij het kiezen van een grotere rectangle size, een deel van de akoestische heterogeniteit eruit gefilterd wordt (er worden minder klassen herkend). Dit heeft als voordeel dat de classificatiekaarten praktisch werkbaarder worden.**

Om vergelijking met de 65x65 classificatiekaarten mogelijk te maken, werd geopteerd om telkens de kaarten met 7 klassen te tonen. Een classificatiekaart van 7 klassen is praktisch werkbaarder en leunt dichter aan bij de 6 klassen van de lithologische kaart van 1999.

Figuur C-10 en Figuur C-11 tonen hoe de classificatiekaarten verschillen, gebruikmakend van een verschillend percentage records (10% vs 30% vs 50%) voor het opstellen van het catalogusbestand en dit in het geval van 7 klassen. Een test gebruikmakend van 100% van de records werd niet uitgevoerd wegens te lange rekentijd voor 200.331 records.

Tabel 3-2 Ruimtelijke verschillen (% van het totale oppervlak) tussen classificatiekaarten gebaseerd op verschillend aantal records.

33x33 Classificatiekaart	***10% rec_5it_7kl***	***30% rec_5it_7kl***	***50% rec_5it_7kl***
10% rec_5it_7kl	-	24%	11%
30% rec_5it_7kl	24%	-	26%
50% rec_5it_7kl	11%	26%	-

Besluit: de classificatiekaart gebaseerd op 10% data lijkt zeer sterk op de kaart gebaseerd op 50% van de data, terwijl de 30% kaart er meer van afwijkt. Een regionaal veel voorkomende klasse bij 10% en 50% (klasse 0) komt niet voor bij de 30% kaart. Bij de 30% kaart is deze vervangen door een klasse 3, die op die kaart regionaal zeer beperkt voorkomt en helemaal niet op de 10% en 50% classificatiekaarten.

Bij rectangle size 65x65 is het verschil tussen de kaart gebaseerd op 100% records en deze van 30% records (=25%) vergelijkbaar met het verschil tussen de 50% en 30% data kaart van 33x33 (=26%).

Aangenomen wordt dat de goede gelijkenis tussen de 10% en 50% kaart bij 33x33 rectangle size op toeval berust. Daardoor wordt aanbevolen dat steeds minstens 50% van de records gebruikt wordt voor het maken van een catalogusbestand.

3.4.2. Aantal iteraties

3.4.2.1. 65x65

Om na te gaan in hoeverre het aantal iteraties de bekomen classificatiekaart beïnvloedt, werd vergeleken hoe de geïntegreerde classificatiekaart Parel2-Veremans, met 7 klassen, bekomen na 3 of 5 iteraties verschilt met deze bekomen na 10 iteraties. Dit zowel bij gebruik van 100% van de records, als bij slechts 50% van de datarecords (Figuur C-12 en Figuur C-13).

Parel2 en Veremans (All): totaal aantal records is 42.457

- ➔ Test 50% van de data: 21.238 records
  - 5 iteraties => optimaal aantal klassen: 10 (range 6-15)
  - 10 iteraties => optimaal aantal klassen: 8 (range 4-8)
- ➔ Test 100% van de data: 42.475 records
  - 3 iteraties => optimaal aantal klassen: 11 (range 6-12)
  - 10 iteraties => optimaal aantal klassen: 8 (range 4-8)

Tabel 3-3 Ruimtelijke verschillen (% van het totale oppervlak) tussen classificatiekaarten gebaseerd op verschillend aantal iteraties bij verschillend aantal records.

65x65 classificatiekaart	***50%rec_5it_7kl***	***100%rec_3it_7kl***	***50%rec_10it_7kl***	***100%rec_10it_7kl***
50%rec_5it_7kl	-	15%	4%	-
100%rec_3it_7kl	15%	-	-	12%
50%rec_10it_7kl	4%	-	-	6%
100%rec_10it_7kl	-	12%	6%	-

De invloed op het optimaal aantal klassen (vb. neemt het optimaal aantal klassen toe bij meer iteraties?) kon niet vergeleken worden omdat de klassenrange in het geval van 10 iteraties smaller gekozen werd (4-8 klassen i.p.v. 6-15 klassen). In het geval van 10 iteraties was het optimaal aantal klassen gelijk aan de bovengrens van de vooropgestelde marge (nl. 8), dus vermoedelijk is het optimaal aantal klassen groter.

Besluit: bij gebruik van 50% van de records is het verschil tussen de 5-iteraties en 10-iteraties kaart slechts 4%. **Het is dus geoorloofd slechts 5 iteraties te kiezen om de rekentijd te verkorten.** Bij gebruik van 100% van de records is het verschil tussen de 3-iteraties kaart en de 10-iteraties kaart groter, nl. 12%. Mogelijk is er ook een bovenlimiet op het aantal gebruikte records en/of aantal iteraties, waarboven de kaarten minder reproduceerbaar worden.

Wat ook opvalt is dat **het verschil tussen de 50% en 100% records kaarten kleiner is bij gebruik van meer iteraties**: 15% verschil in geval van 3/5 iteraties (zie

Tabel 3-1) en slechts 6% verschil bij 10 iteraties.

3.4.2.2. 33x33

Om na te gaan in hoeverre het aantal iteraties de bekomen classificatiekaart beïnvloedt, werd vergeleken hoe de geïntegreerde classificatiekaart Parel2-Veremans, met 7 klassen, bekomen na 5 iteraties verschilt met deze bekomen na slechts 3 iteraties. Dit zowel bij gebruik van slechts 30% van de records, als bij 50% van de datarecords (Figuur C-14 en Figuur C-15). Het geval van 10 iteraties werd niet getest wegens een te lange rekentijd.

Parel2 en Veremans (All): totaal aantal records is 200.331

- ➔ Test 30% van de data: 60.099 records
  - 3 iteraties => optimaal aantal klassen: 16 (range 6-16)
  - 5 iteraties => optimaal aantal klassen: 14 (range 4-15)
- ➔ Test 50% van de data: 100.166 records
  - 3 iteraties => optimaal aantal klassen: 15 (range 7-16)
  - 5 iteraties => optimaal aantal klassen: 15 (range 6-15)

Tabel 3-4 Ruimtelijke verschillen (% van het totale oppervlak) tussen classificatiekaarten gebaseerd op verschillend aantal iteraties bij verschillend aantal records.

33x33 classificatiekaart	***30%rec_3it_7kl***	***50%rec_3it_7kl***	***30%rec_5it_7kl***	***50%rec_5it_7kl***
30%rec_3it_7kl	-	28%	10%	-
50%rec_3it_7kl	28%	-	-	5%
30%rec_5it_7kl	10%	-	-	26%
50%rec_5it_7kl	-	5%	26%	-

Besluit: de geïntegreerde classificatiekaart gebaseerd op 30% van de geïntegreerde records heeft bij slechts 3 iteraties een iets andere klasse-indeling, en de klassen hebben een lateraal kleinere uitbreiding dan bij 5 iteraties (Figuur C-14). En niet alle kleine vlekjes te zien op de kaart van 5 iteraties, zijn te zien op deze van 3 iteraties, minder detail is zichtbaar (10% verschil tussen de kaarten). Terwijl bij gebruik van 50% van de geïntegreerde records het verschil tussen 3 en 5 iteraties miniem is: 5% (Figuur C-14). **Enkel bij gebruik van meer records (minstens 50%) zijn minder iteraties geoorloofd.**

Bij slechts 3 iteraties is het verschil tussen de 30% en 50% records kaart groter (28%) dan bij 5 iteraties (26% zie Tabel 3-2).

3.5. Vergelijking geïntegreerde classificatiekaarten en overeenkomstige Parel2 en Veremans data

3.5.1. 65x65

3.5.1.1. Parel2

Hieronder is opgelijst wat statistisch gezien het optimaal aantal klassen is voor een bepaald percentage gebruikte records voor de geïntegreerde dataset en de afzonderlijke datasets.

Parel2 en Veremans (All): totaal aantal records is 42.457

- ➔ Test 30% van de data: 12.743 records => optimaal aantal klassen: 11
- ➔ Test 50% van de data: 21.238 records => optimaal aantal klassen: 10
- ➔ Test 100% van de data: 42.475 records => optimaal aantal klassen: 11

Parel2: 18.000 records

- ➔ Test 12.743 records (70% van de data) => optimaal aantal klassen: 10
- ➔ Test 100% van de data: 18.000 records => optimaal aantal klassen: 12

Veremans: 24.132 records

- ➔ Test 12.743 records (53% van de data) => optimaal aantal klassen: 12
- ➔ Test 100% van de data: 24.132 records => optimaal aantal klassen: 12

Figuur C-16 en Figuur C-17 tonen in hoeverre een classificatiekaart gebaseerd op enkel de Parel2 data verschilt van de overeenkomstige delen op de geïntegreerde kaart (Parel2 en Veremans). Dit voor een classificatie met 7 klassen. Enerzijds wordt vergeleken bij slechts 12.743 records (= 70% van de Parel2 dataset vs 30% van de geïntegreerde dataset). Een tweede vergelijking gebeurt bij 100% van de respectievelijke datasets (42.457 records van de geïntegreerde dataset Parel2-Veremans, en 18.000 records van de Parel2 dataset).

Besluit: Bij gebruik van slechts 30% van de data voor de classificatie van de geïntegreerde kaart Parel2-Veremans, is er een duidelijk verschil waarneembaar met de classificatie van de Parel2 data alleen (verschil is 33%) (Figuur C-16). Klasse 2 (oranje) te zien op de geïntegreerde kaart komt niet voor in het overeenkomstige gebied bij de Parel2 kaart. Omgekeerd, twee klassen die wel te zien zijn op de Parel2 kaart (klasse 0 en klasse 8) komen niet voor op de geïntegreerde kaart.

Echter, wanneer men 100% van de records gebruik voor het maken van de geïntegreerde classificatiekaart, dan komt klasse 0 van Parel2 wel voor op de geïntegreerde kaart (Figuur C-17). Samen met klasse 6 van Parel2 vormt ze klasse 6 van de Parel2-Veremans kaart. En klasse 2 van Parel2 komt ook voor op de geïntegreerde kaart. De geïntegreerde classificatiekaart gebaseerd op 100% van de records verschilt 24% met de overeenkomstige gebieden van Parel2.

Tabel 3-5 Ruimtelijke verschillen (% van het totale oppervlak) tussen de Parel2 en Veremans classificatiekaarten en de geïntegreerde classificatiekaart (All), bij verschillend aantal records:30% of 100%

Classificatiekaart 65x65	***Parel2 30%rec_5it_7kl 12.743 rec***	***Parel2 100%rec_5it_7kl 18.000 rec***	***Veremans 30%rec_5it_7kl 12.743 rec***	***Veremans 100%rec_5it_7kl 24.132 rec***
All 30%rec_5it_7kl 12.743 rec	33%	-	27%	-
All 100%rec_3it_7kl 42.457 rec	-	24%	-	35%

3.5.1.2. *Veremans*

Figuur C-18 en Figuur C-19 tonen in hoeverre een classificatiekaart gebaseerd op enkel de Veremans data verschilt van de overeenkomstige delen op de geïntegreerde kaart (Parel2 en Veremans). Dit voor een classificatie met 7 klassen. Enerzijds wordt vergeleken bij slechts 12.743 records (= 53% van de Veremans dataset vs 30% van de geïntegreerde dataset). Een tweede vergelijking gebeurt bij 100% van de respectievelijke datasets (42.457 records van de geïntegreerde dataset Parel2-Veremans, en 24.132 records van de Veremans dataset).

Besluit: Bij zowel 30% van de records als 100% van de records komt de indeling in klassen bij de geïntegreerde kaart goed overeen met de classificatie van de Veremans data alleen. De grenzen van de klassen (in cluster space) komen in beide gevallen goed overeen. Bij de visualisatie is er wel een verschil in de laterale uitbreiding van de klassen. Bij de 100% records kaart is het verschil 35%, maar de niet-overeenkomstige gebieden komen vooral voor aan de randen van de kaart waar geëxtrapoleerd is. Bij de 30% records kaart is het verschil tussen de Veremans-kaart en de geïntegreerde kaart slechts 27%.

3.5.1.3. *Besluit 65x65*

De geïntegreerde 65x65 kaart toont meer overeenkomst met de Parel2 kaart bij gebruik van 100% van de data dan bij 30%. Bij de Veremans dataset geldt net het omgekeerde. Ondanks de verschillen tussen de geïntegreerde Parel2-Veremans classificatiekaart en de individuele kaarten van Parel2 en Veremans, is het aanvaardbaar om de datasets van de twee verschillende schepen reeds van bij het begin samen te processen, mits een voldoende groot percentage aan records gebruikt wordt voor de geïntegreerde kaart.

3.5.2. 33x33

3.5.2.1. *Parel2*

Hieronder is opgelijst wat statistisch gezien het optimaal aantal klassen is voor een bepaald percentage gebruikte records. Dit zowel voor de geïntegreerde dataset (Parel2 en Veremans), als beide datasets afzonderlijk.

Parel2 en Veremans (All): totaal aantal records is 200.331

- ➔ Test 10% van de data: 20.033 records => optimaal aantal klassen: 13
- ➔ Test 30% van de data: 60.099 records => optimaal aantal klassen: 14
- ➔ Test 50% van de data: 100.166 records => optimaal aantal klassen: 15

Parel2: 90.104 records

- ➔ Test 60.099 records (67% van de data) => optimaal aantal klassen: 17
- ➔ Test 100% van de data: 90.140 records => optimaal aantal klassen: 19

Veremans: 110.227 records

- ➔ Test 30% van de data records: 33.068 records => optimaal aantal klassen: 15
- ➔ Test 100% van de data: 110.227 records => optimaal aantal klassen: 12

Figuur C-20 en Figuur C-21 tonen in hoeverre een classificatiekaart gebaseerd op enkel de Parel2 data verschilt van de overeenkomstige delen op de geïntegreerde kaart (Parel2 en Veremans). Dit voor een classificatie met 7 klassen. Een eerste vergelijking gebeurt bij slechts 60.099 records (= 67% van de Parel2 dataset *vs* 30% van de geïntegreerde dataset).

Nadien werd ook de Parel2-classificatiekaart op basis van 100% van de Parel2 data (90.104 records) vergeleken met de geïntegreerde Parel2-Veremans kaart op basis van 50% data (110.166 records) (Figuur C-22 en Figuur C-23).

Om de geïntegreerde kaart te kunnen vergelijken met de Parel2 kaart dienen de klassen gelijkgesteld te worden, zodat beide kaarten van elkaar kunnen afgetrokken worden. De twee figuren tonen telkens twee verschillende opties voor het gelijkstellen van de klassen van de geïntegreerde kaart met de klassen van de Parel2 kaart.

Besluit: De geïntegreerde classificatiekaart (Parel2-Veremans) vertoont meer overeenkomst met de Parel2 classificatiekaart bij gebruik van 30% van de geïntegreerde records, dan bij gebruik van 50% van de geïntegreerde records. De geïntegreerde 33x33 kaart vertoont ook veel minder overeenkomst met de Parel2 data dan de 65x65 kaart.

Tabel 3-6 Ruimtelijke verschillen (% van het totale oppervlak) tussen de Parel2 en Veremans classificatiekaarten en de geïntegreerde classificatiekaart (All), bij verschillend aantal records:30% of 100%

Classificatiekaart 33x33	***Parel2 30%rec_5it_7kl 60.099 rec***	***Parel2 100%rec_5it_7kl 90.104 rec***	***Veremans 30%rec_5it_7kl 33.068 rec***	***Veremans 100%rec_5it_7kl 110.227 rec***
All 30%rec_5it_7kl 60.099 rec	39%	-	20%	-
All 50%rec_5it_7kl 110.166 rec	-	46%	-	35%

3.5.2.2. *Veremans*

Figuur C-24 toont in hoeverre een classificatiekaart gebaseerd op enkel de Veremans data verschilt van de overeenkomstige delen op de geïntegreerde kaart (Parel2 en Veremans). Dit voor een classificatie met 7 klassen. Een eerste vergelijking gebeurt bij slechts 30% van de data records (=33.068 records van de Veremans dataset *vs* 60.099 records van de geïntegreerde dataset).

Nadien werd ook de Veremans-classificatiekaart op basis van 100% van de Veremans data (110.227 records) vergeleken met de geïntegreerde Parel2-Veremans kaart op basis van 50% data (110.166 records) (Figuur C-25).

Besluit: Zoals bij de 33x33 Parel2 data, komt de geïntegreerde classificatiekaart (Parel2-Veremans) beter overeen met de Veremans data bij gebruik van 30% van de geïntegreerde records i.p.v. 50% van de geïntegreerde records. Net zoals het geval was bij de 65x65 kaart. De 33x33 30% geïntegreerde kaart vertoont wel een betere overeenkomst met de 30% Veremans data dan bij de 65x65 kaart.

3.5.3. Besluit

Uit bovenstaande vergelijkingen blijkt:

- Gebruik van 100% van de records is niet altijd beter dan gebruik van slechts 30% van de records. Waarschijnlijk speelt de ad random keuze van de records door de software een grote rol (zie ook 3.4.1.2).
- De 65x65 geïntegreerde kaart vertoont over het algemeen meer gelijkenis met de overeenkomstige Parel2 en Veremans stukken dan de 33x33 kaart. Door de keuze van een grotere rectangle size worden kleine akoestische gebiedjes uitgemiddeld, wat minder verschillen oplevert.
- Daar de Veremans data een groter gebied bedekken komt de geïntegreerde kaart meestal beter overeen met de Veremans kaart dan met de Parel2 kaart.
- De grootste verschillen komen voor aan de randen van klassen en in geëxtrapoleerde gebieden.

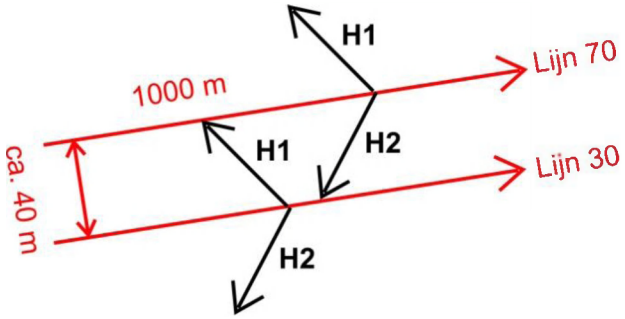
De geïntegreerde kaarten vertonen redelijk wat verschil met de overeenkomstige Parel2 en Veremans classificatiekaarten, zowel bij een 33x33 als een 65x65 rectangle size. Dit zou eerder spreken tegen het integreren en samen processen van de Parel2 en Veremans datasets. Maar als beide datasets apart verwerkt en geclassificeerd worden en pas nadien dienen samengevoegd, dan rijst het probleem hoe de twee verschillende sets klassen aan elkaar te linken, daar er geen overlap is, en klassen een at random nummer krijgen.

Onder het volgende puntje (§ 3.6) wordt het verschil tussen de transducers van Parel2 en Veremans gekwantificeerd. Als test werd eenzelfde gebied door beide schepen gepeild en de classificatiekaarten vergeleken. Daaruit zal blijken dat de verschillen tussen twee transducerparen van twee verschillende schepen in dezelfde grootteorde liggen als de verschillen bij één transducer bij opeenvolgende metingen van eenzelfde lijn.

3.6. Kwantitatieve vergelijking tussen Parel2 en Veremans transducers

3.6.1. Verwerking van de testdata

Figuur 3-3 toont hoe de test werd uitgevoerd. Met zowel de Parel2 als de Veremans werd telkens drie keer, kort na elkaar, over lijn 70 gevaren en drie keer over lijn 30. Tabel 3-7 geeft een overzicht van de bekomen backscatter files. Het eerste getal in de naamgeving geeft de volgorde weer, het tweede de datum (24 maart 2010), het derde getal is het startuur van de lijn. De metingen werden uitgevoerd binnen een periode van twee uur bij hoogwaterkentering. Via de MULTIVIEW software werden de .all files telkens opgesplitst in een H1 en een H2 file, afkomstig van respectievelijk de bakboord en stuurboord transducer.



Figuur 3-3 De twee gevaren raaien voor de vergelijkende test

Tabel 3-7 Bekomen ruwe backscatter files

	Lijn 70	Lijn 30
Veremans	0006_20100324_094015_Veremans.all	0003_20100324_090946_Veremans.all
	0007_20100324_094845_Veremans.all	0004_20100324_091903_Veremans.all
	0008_20100324_095622_Veremans.all	0005_20100324_092739_Veremans.all
Parel2	0002_20100324_102501_PII.all	0001_20100324_101350_PII.all
	0004_20100324_104936_PII.all	0003_20100324_103555_PII.all
	0006_20100324_111418_PII.all	0005_20100324_110323_PII.all

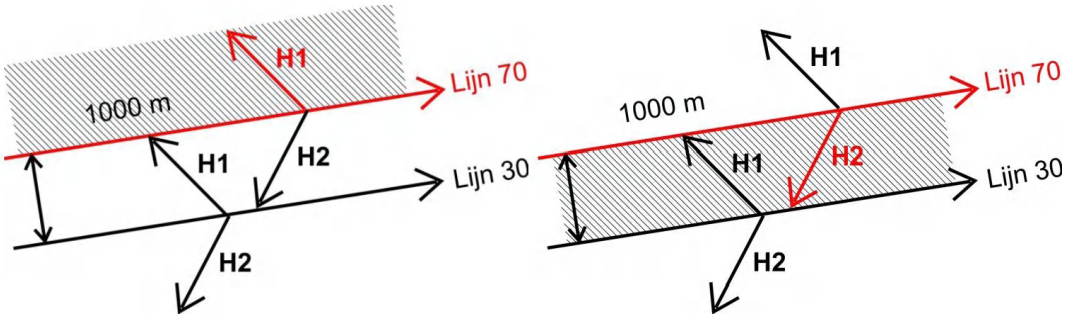
De ruwe backscatter files van deze test werden op dezelfde manier geprocessed als de voorgaande data. Er werd gekozen voor een 33x33 rectangle size om zoveel mogelijk detail te hebben. Opgelet, de reële grootte van de rectangle sizes varieert met de ping rate en vaarsnelheid, en was tijdens de test tussen beide schepen niet dezelfde.

Er werd een catalogusbestand opgesteld van alle gemergde Veremans en Parel data, gebruik makend van 100% van de records en 5 iteraties. Het optimaal aantal klassen is 4 voor deze dataset. Deze catalogus werd toegepast op alle afzonderlijk gevaren lijnen (H1 en H2). Daardoor zijn de data als het ware genormeerd, geïnterpreteerd met dezelfde catalogus.

Opgelet, in dit zeer kleine testgebied zijn andere visualisatie parameters gebruikt dan voor de sectiekaarten. Maken we gebruik van de visualisatie instellingen van de sectiekaarten (gridcel grootte 5x5 m, interpolatieafstand 100 m, 50 datapunten) dan is het resultaat van de kaarten zeer homogeen, en zijn de verschillen zo goed als nul. Er is dus gekozen voor een gridcel grootte van 1x1 m, een interpolatieafstand van 25 m en het gebruikte aantal punten binnen de search radius is minstens 10. Daardoor is het beeld heterogener dan de sectiekaarten en is er meer detail te zien. In werkelijkheid zijn de verschillen tussen de twee schepen op niveau van sectiekaarten dus veel kleiner.

3.6.2. Verschillen bij 1 transducer van 1 schip

Om de reproduceerbaarheid van elke transducer afzonderlijk te testen, werd drie keer met hetzelfde schip, in dezelfde richting, over dezelfde lijn 70 gevaren (situering Figuur 3-4).



Figuur 3-4 Meetopstelling test 1: verschillen bij 1 transducer van 1 schip. Parel2 vaart drie keer in dezelfde richting over lijn 70, H1 data worden onderling vergeleken (links), nadien de H2 data (rechts). Hetzelfde gebeurt met de Veremans, die drie keer in dezelfde richting over lijn 70 vaart. Het gearceerde gebied geeft de zone weer die vergeleken wordt.

Parel 2, transducer H1, vergelijking van:

- 0002_102501_PII_H1
- 0004_104936_PII_H1
- 0006_111418_PII_H1

Veremans, transducer H1, vergelijking van:

- 0006_094015_Veremans_H1
- 0007_094845_Veremans_H1
- 0008_095622_Veremans_H1

Parel 2, transducer H2, vergelijking van:

- 0002_102501_PII_H2
- 0004_104936_PII_H2
- 0006_111418_PII_H2

Veremans, transducer H1, vergelijking van:

- 0006_094015_Veremans_H2
- 0007_094845_Veremans_H2
- 0008_095622_Veremans_H2

De ruimtelijke verschillen worden visueel voorgesteld in Figuur D-1-Figuur D-8 in Appendix C. De kwantitatieve verschillen staan in onderstaande tabellen Tabel 3-8 en Tabel 3-9.

Tabel 3-8 Ruimtelijke verschillen (% van het totale oppervlak) tussen classificatiekaarten van transducers H1 en H2 van Parel2.

Parel2 Lijn 70	0002_H1	0004_H1	0006_H1		Parel2 Lijn 70	0002_H2	0004_H2	0006_H2
0002_H1	-	33%	34%		0002_H2	-	12%	12%
0004_H1	33%	-	10%		0004_H2	12%	-	1,3%
0006_H1	34%	10%	-		0006_H2	12%	1,3%	-

Tabel 3-9 Ruimtelijke verschillen (% van het totale oppervlak) tussen classificatiekaarten van transducers H1 en H2 van Veremans.

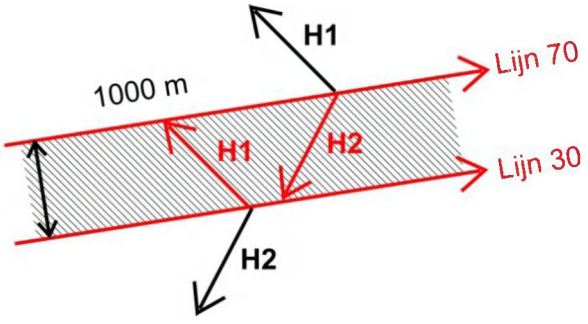
Veremans Lijn 70	0006_H1	0007_H1	0008_H1		Veremans Lijn 70	0006_H2	0007_H2	0008_H2
0006_H1	-	16%	19%		0006_H2	-	0,4%	0,6%
0007_H1	16%	-	16%		0007_H2	0,4%	-	0,6%
0008_H1	19%	16%	-		0008_H2	0,6%	0,6%	-

Bij zowel Parel2 als Veremans zijn er duidelijk telkens minder verschillen tussen de opeenvolgende lijnen aan de H2 transducer kant dan aan de H1 transducer kant. Dit is te wijten aan het feit dat het gebied tussen lijn 70 en 30 (in dit geval de H2 kant) veel homogener is (minder akoestische klassen) dan het gebied ten noorden (bakboord) van lijn 70 (de H1 transducer kant).

In het heterogene gebied (Lijn 70, H1) zijn er, ondanks het feit dat er op een zelfde locatie gemeten werd, en met dezelfde transducer, verschillen die variëren tussen 16 en 19%, voor Veremans. De veel grotere verschillen bij Parel2 (10-34%) heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat de ping rate van Parel2 lager ingesteld werd (minder data over zelfde gevaren afstand). Het is echter de ping rate die bij deze test door Veremans gebruikt werd (10x/sec) die ook voor de sectiekaarten gebruikt werd, en die dus representatief is. De verschillen die men toch nog waarneemt zijn te wijten aan het feit dat de rectangles niet telkens op exact dezelfde plaats liggen wanneer men drie keer over dezelfde lijn vaart. In een akoestisch heterogeen gebied geeft dit dus verschillen tussen de kaarten.

3.6.3. Verschil tussen 2 transducers van 1 schip

Om het verschil tussen de H1 en H2 transducer van een enkel schip te testen, werd met eenzelfde schip in dezelfde richting gevaren over lijn 70 en lijn 30, die op halve sweapbeam afstand van elkaar liggen. Daardoor ontstaat een overlappend gebied dat de ene keer met de H1 transducer gemeten werd en de andere keer met de H2 transducer.



Figuur 3-5 Meetopstelling test 2: verschillen tussen 2 transducers van 1 schip. Parel2 vaart over lijn 70 en een keer over lijn 30 (in dezelfde richting). H2 data van lijn 70 worden vergeleken met de H1 data van lijn 30. Hetzelfde gebeurt met de Veremans. Het gearceerde gebied geeft de zone weer die vergeleken wordt.

Er werd geopteerd om telkens die lijnen te vergelijken die zo kort mogelijk (in tijd) na elkaar gevaren werden.

Parel 2, transducer H1, vergelijking van:

- 0006_111418_PII_H2 op lijn 70
- 0005_110323_PII_H1 op lijn 30 => 0,4% verschil in homogeen gebied

Veremans, transducer H1, vergelijking van:

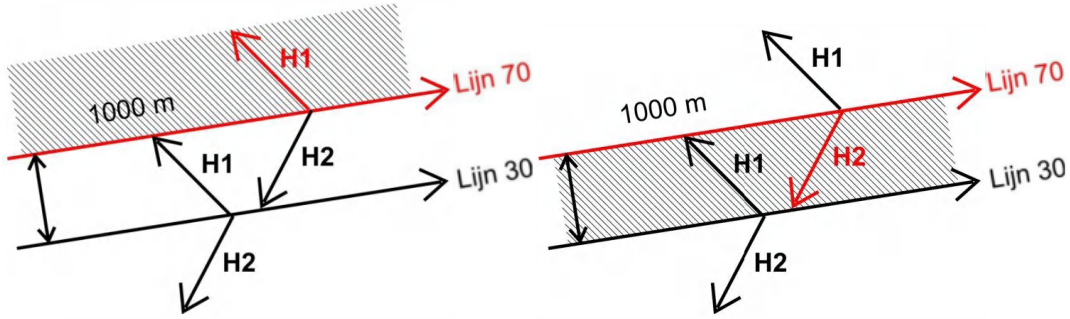
- 0006_094015_Veremans_H2 op lijn 70
- 0005_092739_Veremans_H1 op lijn 30 => 0,7% verschil in homogeen gebied

De ruimtelijke verschillen worden visueel voorgesteld in Figuur D-9 en Figuur D-10 in Appendix C. Kwantitatief verschillen de kaartjes die transducer H1 en H2 van Parel2 opleveren, in het akoestisch homogene overlappende gebied, slechts 0,4%. Bij Veremans verschillen de H1 en H2 kaartjes 0,7%. Het verschil tussen de transducers (H1 en H2) van één schip ligt in dezelfde grootteorde als het verschil tussen opeenvolgende lijnen met eenzelfde transducer.

In principe zou deze test ook de invloed van de incidence angle kunnen aantonen, daar eenzelfde gebied vanuit twee verschillende hoeken gemeten wordt. Op Figuur D-9 en Figuur D-10 in Appendix C, is te zien dat de verschillen aan de randen van het overlappende gedeelte voorkomen, daar waar de verschillen in incidence angle het grootste zijn. Die minieme verschillen komen echter niet langsheen heel de rand voor. Het gaat eerder om locale verschillen door verschillen in de locatie van de rectangles, dan om een systematische fout door verschil in incidence angle. Er mag besloten worden dat het effect van de invalshoek goed gecorrigeerd wordt door de MULTIVIEW software.

3.6.4. Verschil tussen 2 transducers van 2 schepen

Ook het verschil tussen de transducers van twee verschillende schepen werd getest. De bakboord transducer (H1) van Parel2 werd vergeleken met de bakboord transducer (H1) van Veremans (zie Figuur 3-6, links). Hetzelfde gebeurde voor de stuurboord transducers (H2) van Parel2 en Veremans (zie Figuur 3-6, rechts). Daarvoor werd met de twee schepen over dezelfde lijn 70 gevaren.



Figuur 3-6 Meetopstelling test 3: verschillen tussen transducers van twee verschillende schepen. Links: Parel2 vaart over lijn 70, Veremans vaart over lijn 70, H1 data van beide schepen worden vergeleken (in akoestisch heterogeen gebied). Rechts: de H2 data van beide schepen worden vergeleken over lijn 70 (in akoestisch homogeen gebied). Het gearceerde gebied geeft de zone weer die vergeleken wordt.

Wanneer wordt geopteerd om telkens die lijnen te vergelijken die zo kort mogelijk (in tijd) na elkaar gevaren werden, bekomt men volgende verschillen:

Vergelijking van:

- 0002_102501_PII_H1 op lijn 70
- 0008_095622_Veremans_H1 op lijn 70 => 31% verschil in heterogeen gebied

Vergelijking van:

- 0002_102501_PII_H2 op lijn 70
- 0008_095622_Veremans_H2 op lijn 70 => 12% verschil in homogeen gebied

Track 0002_20100324_102501_PII van Parel2 vertoont echter grote verschillen met de twee andere tracks die over lijn 70 gevaren zijn met Parel 2 (zie Tabel 3-8). De vergelijking werd dus nog eens overgedaan met lijn 0004_20100324_104936_PII. De ruimtelijke verschillen worden visueel voorgesteld in Figuur D-11 en Figuur D-12 in Appendix C. De kwantitatieve verschilwaardes zijn hieronder gegeven:

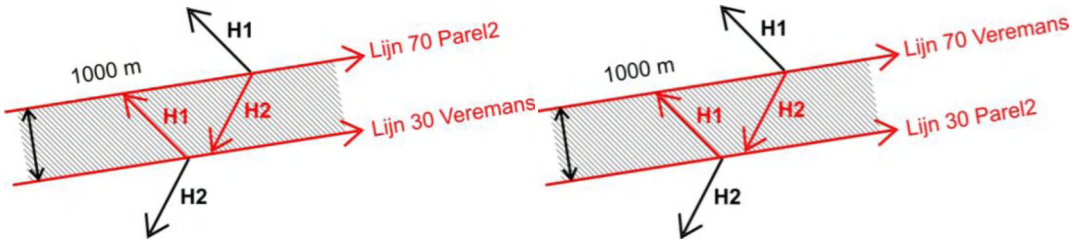
Vergelijking van:

- 0004_104936_PII_H1 op lijn 70
- 0008_095622_Veremans_H1 op lijn 70 => 16% verschil in heterogeen gebied

Vergelijking van:

- 0004_104936_PII_H2 op lijn 70
- 0008_095622_Veremans_H2 op lijn 70 => 1,5% verschil in homogeen gebied

Nadien werd ook de bakboord transducer van (H1) van Parel2 vergeleken met de stuurboord transducer (H2) van Veremans (Figuur 3-7, links), en omgekeerd (Figuur 3-7, rechts).



Figuur 3-7 Meetopstelling test 3: verschillen tussen transducers van twee verschillende schepen. Links: Veremans vaart over lijn 70, Parel2 vaart over lijn 30, H2 data van Veremans worden vergeleken met H1 data van Parel2, in het akoestisch homogene gebied. Rechts: Parel2 vaart over lijn 70, Veremans vaart over lijn 30, H2 data van Parel2 worden vergeleken met H1 data van Veremans, in het akoestisch homogene gebied Het gearceerde gebied geeft de zone weer die vergeleken wordt.

Vergelijking van:

- 0008_095622_Veremans_H2 op lijn 70
- 0001_101350_PII_H1 op lijn 30 => 1,1% verschil in homogeen gebied

Vergelijking van:

- 0004_104936_PII_H2 op lijn 70
- 0005_092739_Veremans_H1 op lijn 30 => 1,3% verschil in homogeen gebied

De ruimtelijke verschillen worden visueel voorgesteld in Figuur D-13 en Figuur D-14 in Appendix C.

In een akoestische homogeen gebied verschillen de kaarten gevaren door de twee verschillende schepen tussen 1,1% en 1,5%. In een akoestisch heterogeen gebied loopt het verschil op tot 16%. Het verschil tussen de transducers van twee verschillende schepen is maar iets groter dan de verschillen tussen de transducers van één schip, en de verschillen tussen opeenvolgende metingen met de zelfde transducer.

3.6.5. Besluit

1. Zelfs als er drie keer kort na elkaar (tijdspanne van 8 minuten) met dezelfde transducer eenzelfde gebied gemeten wordt zijn er verschillen tussen de bekomen resultaten. Deze verschillen hangen sterk af van de verschillen in vaarsnelheid en ping rate, en de akoestische heterogeniteit van het gebied. In geval van een ping rate van 10 Hz (zoals ingesteld bij de sectiekaarten) en een rectangle size van 33x33, variëren in homogene gebieden de verschillen bij één enkele transducer tussen 0,4% en 0,6%, in heterogene gebieden is dit 16-19%.
2. Het verschil tussen de twee transducers van één schip ligt in dezelfde grootteorde als het verschil tussen opeenvolgende lijnen met eenzelfde transducer, nl. tussen 0,4-0,7% (in een akoestisch homogeen gebied).
3. Het verschil tussen de transducers van twee verschillende schepen is iets groter dan de verschillen tussen de transducers van één schip en de verschillen tussen opeenvolgende metingen met de zelfde transducer, nl. tussen 1,1% en 1,5% in homogene gebieden. In heterogene gebieden is het gelijkaardig, nl. 16%.
4. Door fijnere visualisatie parameters te gebruiken in dit kleine testgebied, zijn de bekomen ruimtelijke verschillen vermoedelijk groter dan op niveau van de sectiekaarten.
5. Indien de metingen van twee verschillende schepen niet samen geprocessed worden, dan kunnen beide datasets (aparte classificatiekaarten) niet zomaar achteraf aaneengeplakt worden, omdat zonder overlap niet uitgemaakt kan worden welke klasse in de ene kaart overeenkomt met welke klasse in de ander kaart. Er dient dan voor beide schepen een afzonderlijke calibratie campagne uitgevoerd te worden.

3.7. Verschillen tussen classificatiekaarten met verschillende rectangle size

Figuur C-26 en Figuur C-27 tonen nogmaals de verschillende classificatiekaarten met 7 klassen gebaseerd op een verschillend aantal records, voor rectangle size 33x33 en 65x65 respectievelijk. Overeenkomstige klassen kregen gelijkaardige kleuren om visuele vergelijking te vergemakkelijken. Figuur C-28 toont alle mogelijke verschilkaarten. De volgorde komt overeen met onderstaande Tabel 3-10 (blauw omkaderd). De lichtgrijze gebieden komen overeen met eerdere tabellen.

Classificatiekaarten met rectangle size 33x33 zijn heterogener, wat zich uit in meer klassen in het statistisch optimale geval. Voor het opstellen van zowel de 33x33 als de 65x65 kaarten worden minstens 50% data records aangeraden. De Parel2 dataset van sectiekaart Saeftinghe-Doel vertoont meest overeenkomst met de 65x65 geïntegreerde kaart gebaseerd op 100% records. De Veremans dataset vertoont meest overeenkomst met de 33x33 geïntegreerde kaart gebaseerd op 30% records.

Tabel 3-10 Ruimtelijke verschillen (% van het totale oppervlak) tussen de 33x33 en 65x65 classificatiekaarten bij verschillend aantal records.

Classificatie kaart	***33x33 10%_5it_ 7kl***	***33x33 30%_5it_ 7kl***	***33x33 50%_5it_ 7kl***	***65x65 30%_5it_ 7kl***	***65x65 50%_5it_ 7kl***	***65x65 100%_3it_ 7kl***
33x33 10%_5it_7kl	-	24%	11%	28%	45%	41%
33x33 30%_5it_7kl	24%	-	26%	31%	47%	51%
33x33 50%_5it_7kl	11%	26%	-	29%	48%	42%
65x65 30% _5it_7kl	28%	31%	29%	-	32%	25%
65x65 50%5it_7kl	45%	47%	48%	32%	-	15%
65x65 100% _3it_7kl	41%	51%	42%	25%	15%	-

Algemeen blijkt dat de 33x33 en 65x65 kaarten heel wat verschil vertonen. De geschikte rectangle size voor de uiteindelijke lithologische kaart van de Beneden-Zeeschelde zal bepaald worden door de overeenkomst van de respectievelijke kaarten met de controle- en calibratiestaalnames (cf. analyserapport).

3.8. Reproduceerbaarheid van een bepaalde classificatiekaart

Als laatste punt dient opgemerkt te worden dat zelfs indien identiek dezelfde parameterinstellingen gebruikt worden voor het verwerken van één en dezelfde dataset, er toch verschillen kunnen optreden tussen de bekomen akoestische classificatiekaarten. In nota 09.189 werd een Parel2 dataset twee keer geprocessed met identiek dezelfde parameters:

- parameters voor verbeteren van ruwe data: diepte drempelwaarde 20, verwijderde beams H1: 244-254 en H2: 1-10, maskering van gebied met 'grazing angle' <5° en >85°
- visualisatieparameters: 5x5 m gridcel grootte, interpolatieafstand 10 m,
- clustering parameters voor opstellen catalogus: 17x17 rectangle size, 1000 datapunten, 5 iteraties, 4 klassen

Toch vertoonden de twee kaarten met deze parameterinstellingen een ruimtelijk verschil van 16%. Dit verschil is te wijten aan de ad random selectie procedure van datapunten bij het clusteren door de MULTIVIEW software. Zelfs bij het gebruik van 100% van de records, worden niet telkens dezelfde datapunten gekozen voor het opstellen van de catalogus.

3.9. Algemeen besluit

Voor het opstellen van de lithologische kaart zullen de multibeam backscatter data van Parel2 en Veremans samen verwerkt worden. De processing van de backscatter data gebeurt het beste met volgende instellingen:

- Een drempelwaarde van 15 voor het verwijderen van spikes in de data.
- Overlappende beams aan bakboord (H1): 234-254 en stuurboord (H2): 1-20 dienen verwijderd te worden.
- De gebieden waar de beam 'grazing angle' kleiner is dan 5° en groter dan 85° dienen gemaskeerd.

Een catalogusbestand dient opgesteld te worden met minstens 50% van de data en 5 iteraties. In een klein gebied kan 100% van de data gebruikt worden. Het bekomen catalogusbestand kan toegepast worden op dezelfde dataset waarop de catalogus gebaseerd is, voor het bekomen van een akoestische classificatiekaart ('unsupervised classification'). Waarna voor elke klasse de lithologie bepaald moet worden. Of een bepaald catalogusbestand, met een aantal klassen met gekende lithologie, i.e. het calibratie catalogusbestand, kan toegepast worden op een andere dataset ('supervised classification'). Beide werkwijzen zullen toegepast worden voor het opstellen van de Beneden-Zeeschelde lithologische kaart. In het analyserapport wordt de methodologie uitgelegd en de bekomen kaarten vergeleken.

Het optimaal aantal klassen voor het calibratie catalogusbestand zal bepaald worden door verschillende catalogi opties toe te passen op de volledige Beneden-Zeeschelde dataset (voor twee rectangle sizes 65x65 of 33x33), en deze te vergelijken met de controle-, en calibratiestalen.

Afhankelijk van de gebruikte rectangle size voor de Beneden-Zeeschelde kaarten worden volgende visualisatieparameters aangeraden:

- 65x65: een 5x5 m gridcel grootte, 100 m interpolatieafstand waarbinnen 20 records in rekening gebracht worden.
- 33x33: een 5x5 m gridcel grootte, 100 m interpolatieafstand waarbinnen 50 records in rekening gebracht worden.

4. GEOMORFOLOGISCHE KAART

4.1. Opnemen van side-scan sonar data

4.1.1. Opstelling en methode

Op 9 en 10 februari 2010 werden simultane side-scan sonar en multibeam opnames uitgevoerd in 8 zones in de Beneden-Zeeschelde. Bedoeling van deze opnames was na te gaan of het opstellen van een morfologische kaart op basis van side-scan sonar data, zoals gebeurd voor de 1999 morfologische kaart (Wartel et al., 2000), kan geëvenaard worden met multibeam opnames.

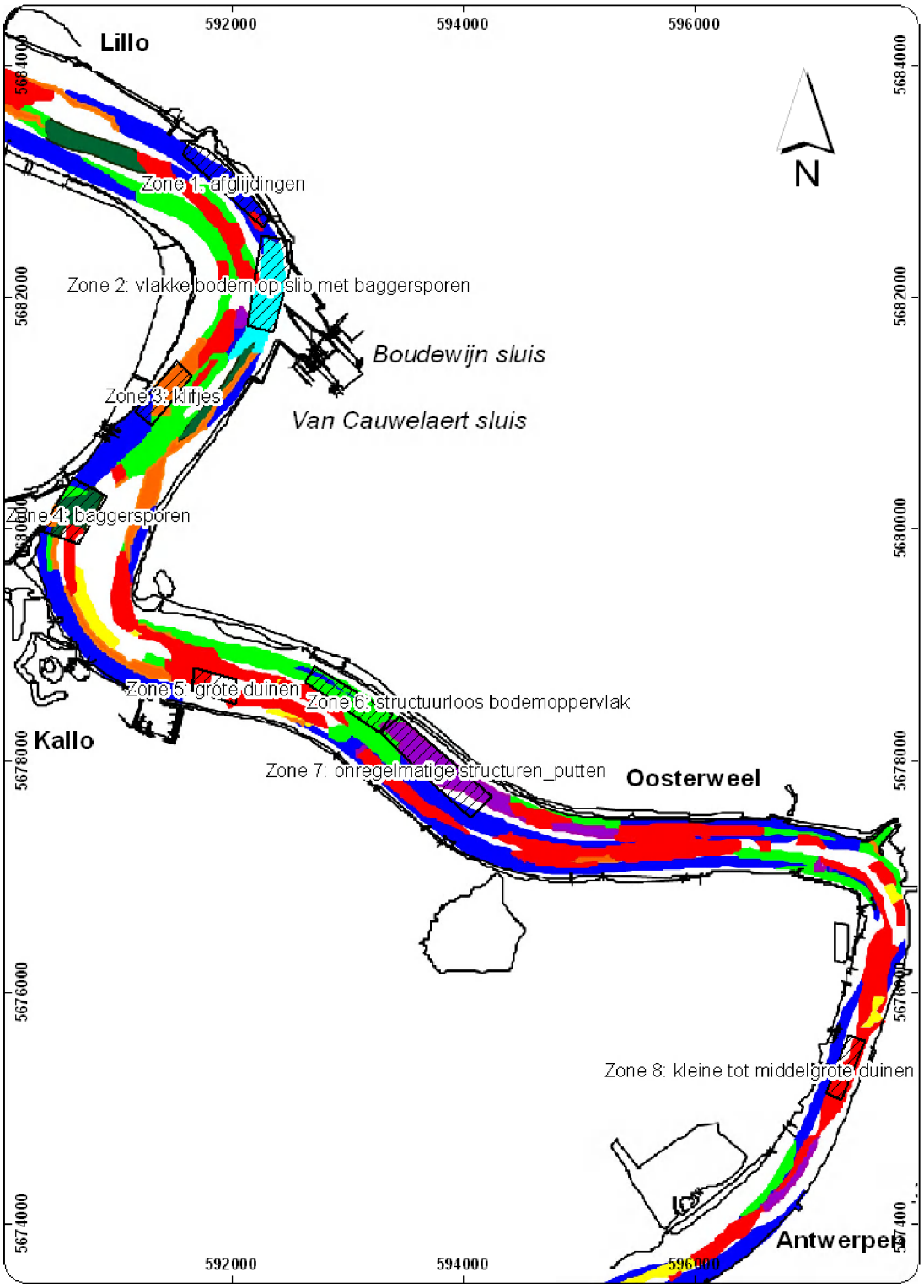
Op de 1999 side-scan sonar morfologische kaart konden 9 structurele eenheden onderscheiden worden:

1. Afglijdingen
2. Baggersporen op slibrijke bodem
3. Klifjes
4. Baggersporen
5. Grote duinen
6. Structuurloze bodem
7. Onregelmatige structuren (o.a. putten)
8. Kleine tot middelgrote duinen
9. Groeven

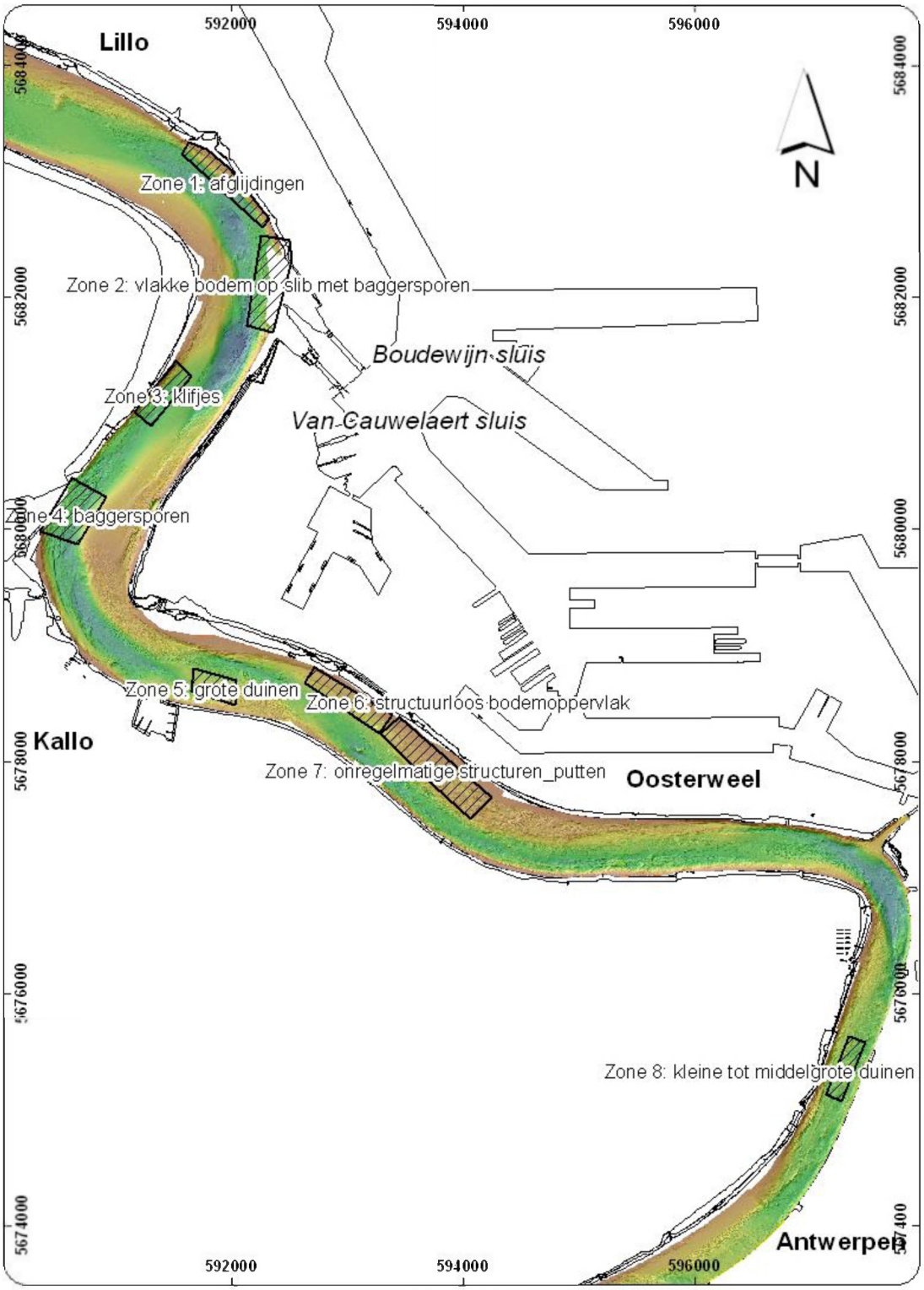
Op basis van de 1999 morfologische kaart werden representatieve zones uitgekozen in de Beneden-Zeeschelde waar deze structuurtypes zouden voorkomen (Figuur 4-1). Het voorkomen van 'groeven' was te beperkt en werd niet in beschouwing genomen. De uiteindelijke aflijning van de 8 overblijvende testgebieden gebeurde op basis van de multibeam bathymetrische kaarten van 2008 (Figuur 4-2). Zo werd het testgebied voor grote duinen, zoals bepaald op de 1999 kaart, verplaatst op basis van de 2008 bathymetrische kaart. Het testgebied ligt nu in een in 1999 geïnterpreteerd gebied van kleine tot middelgrote duinen.

Tabel 4-1 Lokalisatie van de 8 testgebieden (coördinaten in UTM WGS84)

testgebied	X_wgs84	Y_wgs84
kleine tot middelgrote duinen	597 125	5 675 137
kleine tot middelgrote duinen	597 322	5 675 638
kleine tot middelgrote duinen	597 469	5 675 588
kleine tot middelgrote duinen	597 264	5 675 073
onregelmatige structuren_putten	593 289	5 678 246
onregelmatige structuren_putten	593 451	5 678 387
onregelmatige structuren_putten	594 247	5 677 689
onregelmatige structuren_putten	594 065	5 677 508
onregelmatige structuren_putten	593 642	5 677 886
baggersporen	590 678	5 679 876
baggersporen	590 354	5 679 988
baggersporen	590 629	5 680 447
baggersporen	590 925	5 680 285
structuurloos bodemoppervlak	593 384	5 678 409
structuurloos bodemoppervlak	593 279	5 678 249
structuurloos bodemoppervlak	592 633	5 678 683
structuurloos bodemoppervlak	592 718	5 678 819
vlakke bodem op slib met baggersporen	592 360	5 681 703
vlakke bodem op slib met baggersporen	592 132	5 681 759
vlakke bodem op slib met baggersporen	592 252	5 682 535
vlakke bodem op slib met baggersporen	592 499	5 682 500
vlakke bodem op slib met baggersporen	592 520	5 682 324
klifjes	591 304	5 680 899
klifjes	591 166	5 681 021
klifjes	591 520	5 681 458
klifjes	591 655	5 681 326
afglijdingen	591 636	5 683 342
afglijdingen	591 787	5 683 277
afglijdingen	591 980	5 683 122
afglijdingen	592 327	5 682 675
afglijdingen	592 270	5 682 613
afglijdingen	591 572	5 683 236
grote duinen	592 035	5 678 491
grote duinen	591 657	5 678 609
grote duinen	591 673	5 678 808
grote duinen	592 042	5 678 702



Figuur 4-1 Lokalisatie van de 8 testgebieden op de 1999 morfologische kaart. Donkerblauw= afglijdingen, lichtblauw= slib met baggersporen, oranje= klifjes, geel= grote duinen, donkergroen= baggersporen, felgroen= structuurloze bodem, rood= kleine tot middelgrote duinen, paars= onregelmatige structuren.



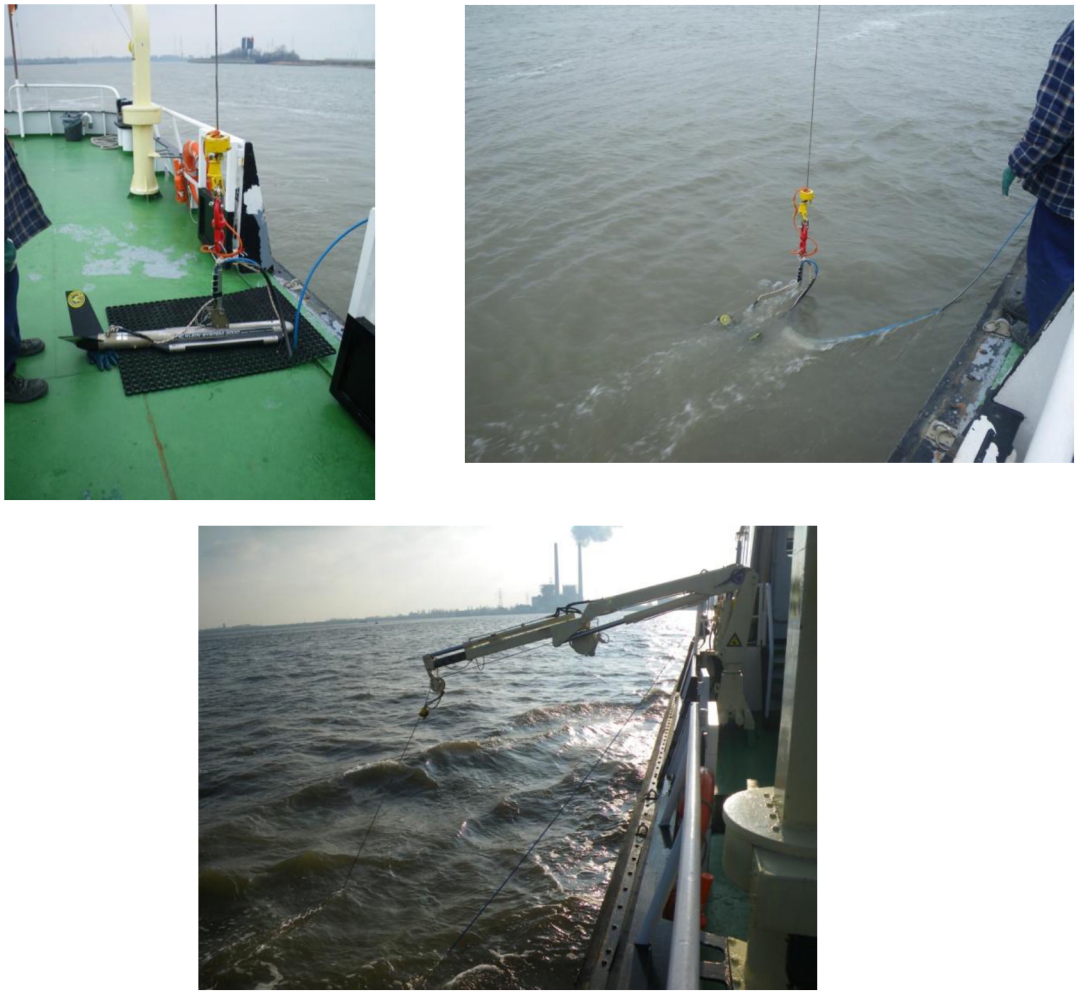
Figuur 4-2 Lokalisatie van de 8 testgebieden op de 2008 multibeam bathymetrische kaart

De survey werd uitgevoerd aan boord van het peilschip “Veremans”. De side-scan sonar opnamen werden uitgevoerd door Magelas bvba en verwezenlijkt met behulp van een Klein 3000 systeem waarbij de registraties zowel met de 500 kHz als de 100 kHz transducers uitgevoerd werden. Alle voorgestelde resultaten steunen op de 500 kHz waarnemingen.

De side-scan sonar vis werd gesleept aan de bakboordzijde van het peilvlet waarbij gebruik gemaakt werd van een hydraulische kraan die de vis op een vijftal meter van de romp kon positioneren (Figuur 4-3). In de meeste gevallen werd de vis gesleept met 10 meter kabel. De positie van de vis werd bepaald met behulp van het QINSy navigatiepakket waarbij gewerkt werd met een layback en laterale offset ten opzichte van de positie van de hydraulische kraan. De positie van de side-scan sonar vis werd éénmaal per seconde ontvangen door het Coda Octopus acquisitiesysteem.

De side-scan sonar registraties werden verwerkt door Magelas bvba tot ge-georefereerde beelden (GeoTiffs). Deze beelden werden ingelezen in AutoCAD waarin de verdere verwerking plaatsgreep. Deze verwerking omvat het tekenen van begrenzingen (met behulp van polylines) tussen de verschillende akoestische facies. Deze facies werden door Magelas bvba zo goed als mogelijk geïnterpreteerd en vertaald tot sedimentologische facies. Deze interpretatie kon echter niet geverifieerd worden door een “ground truth” daar er geen stalen genomen werden van de verschillende akoestische facies.

Op de side-scan sonar beelden duidt wit op weinig reflectie. Het gaat dan om een schaduw van een structuur of een slibrijk gebied dat de akoestische energie absorbeert. Zwarte zones duiden op sterke reflectie, i.e. een helling gericht naar het schip of zandrijke compacte sedimenten. Hoogtes van structuren kunnen enkel berekend worden aan de hand van de lengte van de schaduwen en de hoogte van de vis boven de zeebodem.



Figuur 4-3 Opstelling tijdens de side-scan sonar meetcampagne

4.1.2. Verschillen met multibeam methode

In de 8 testgebieden werden de multibeam opnames simultaan uitgevoerd met de side-scan sonar opnames. De technische specificaties van de multibeam op de Veremans zijn gegeven in Tabel 2-1. De posities worden opgenomen in geografische coördinaten met als referentiestelsel ETRS89. Na de verwerking worden de bathymetrische kaarten echter voorgesteld in UTM ED50 (zone 31N), met LAT als verticaal referentieniveau.

Op sommige locaties overlappen de SSS data en MB data niet helemaal (bvb. Figuur F-1). Dit is te wijten aan het feit dat de swath width van de MB in ondiepe gebieden niet zo breed is als bij de SSS. In het geval van zone 1 was de bodem te ondiep om nog dichter naar de oever toe te meten (zelfs bij hoogwater).

De multibeam data werden aangeleverd als niet-gegridde puntenfiles, met x en y positie in UTM ED50 en de diepte in meter LAT met cm-nauwkeurigheid. De puntenfiles werden tot 1x1 m files gegrid en in een Gis omgeving ingevoerd.

Een noodzakelijke voorwaarde opdat de MB methode kan dienen voor het detecteren van morfologische eenheden is het genereren van hillshades. Het is een schaduw die over de bathymetrie gelegd wordt die de bathymetrische veranderingen en morfologische structuren beter doet uitkomen. De parameters in deze studie gebruikt zijn:

- Azimuth: 225° (lichtbron gericht naar het zuid-westen)
- Alt.: 45° (hoogte boven de horizon)
- Z: 3 (verticale overdrijvingsfactor van de schaduw)

4.2. Vergelijking side-scan sonar data met multibeam data

4.2.1. Zone 1: afglijdingen

Zone 1 (Figuur F-1) werd op basis van de SSS data opgedeeld in 2 morfologische eenheden: een zone met afglijdingen en een structuurloos bodemoppervlak. Wanneer beide afgebakende gebieden op de MB data worden geprojecteerd, kan over de zone met afglijdingen enkel bevestigd worden dat deze morfologische eenheid aan de oevers van de Beneden-Zeeschelde gelegen zijn. Deze eenheid werd namelijk nauwelijks in kaart gebracht door de multibeam. De entiteit die op basis van de SSS data werd gedefinieerd als structuurloos bodemoppervlak wordt op de multibeam gekenmerkt door een klifje in NW-ZO richting, met oeverwaarts enkele afglijdingen.

4.2.2. Zone 2: slibrijke bodem met baggersporen

Hoewel zone 2 bij de SSS data wordt opgedeeld in twee morfologische eenheden: resp. slib- en zandrijke bodem met baggersporen, kan men dit onderscheid niet maken op de MB data (Figuur F-2). Hier vertonen beide morfologische eenheden geen merkbaar verschil. De baggersporen echter, zijn wel duidelijk zichtbaar. In het ZW van zone 2 bevindt zich een natuurlijke diepte in de Beneden-Zeeschelde (pers. comm. Frederik Roose, AMT).

4.2.3. Zone 3: klifjes/afglijdingen

Zone 3 werd op basis van de morfologische kaart van 1999 uitgekozen als testgebied voor het opmeten van klifjes (Figuur F-3). In zone 3 bevinden zich echter volgens de SSS data 3 andere morfologische eenheden: afglijdingen, structuurloos bodemoppervlak en middelgrote duinen (zandig). De zone met middelgrote duinen in het oosten is nauwelijks zichtbaar op de MB data. Wat op de SSS data werd aangeduid als een structuurloos bodemoppervlak, kan men op de MB data eerder catalogeren als een zone met afglijdingen.

4.2.4. Zone 4: baggersporen

Net als in zone 2 kan men op de MB data niet uitmaken of de baggersporen getrokken zijn in een slib- of zandrijke omgeving (Figuur F-4). De zone met middelgrote duinen valt net zoals in de vorige zone moeilijk te onderscheiden op de kaart met MB data. Het structuurloos bodemoppervlak in het oosten is duidelijk op dezelfde wijze geclassificeerd.

4.2.5. Zone 5: Grote duinen/middelgrote duinen

Zone 5 werd op basis van de morfologische kaart van 1999 uitgekozen als testgebied voor het opmeten van grote duinen (Figuur F-5). Zone 5 wordt echter gekenmerkt door een structuurloos bodemoppervlak in het westen en een gebied met middelgrote duinen in het noordoosten. Deze indeling komt goed overeen met wat te zien valt op de MB data. Deze duinen zijn wel groter dan in zone 3 en 4, ze zijn in dit gebied dan ook zeer goed zichtbaar.

4.2.6. Zone 6: structuurloos bodemoppervlak

Ook deze indeling afgeleid van de SSS data komt goed overeen met de MB data (Figuur F-6). De afbakening van de zone met klifjes lijkt echter wat te smal gedefinieerd op SSS. En op de MB data is te zien dat er in het zuid-westelijke deel 'structuurloze bodemoppervlak' er wel degelijk structuren te zien zijn, die op de SSS data niet zichtbaar zijn.

4.2.7. Zone 7: onregelmatige structuren - baggerspecie- uitschuringen

Deze zone heeft een onregelmatige bodemstructuur en is een stortplaats voor baggerspecie. Dit is ook te zien op de MB data (Figuur F-7).

4.2.8. Zone 8: kleine tot middelgrote duinen

Zone 8 werd aan de hand van SSS data opgedeeld in twee morfologische eenheden: een structuurloos bodemoppervlak en een groot gebied met middelgrote duinen (Figuur F-8). Ook in deze zone kan men op de MB data de middelgrote duinen goed zien. Deze duineenheden staan loodrecht op de stroomrichting van de Schelde.

4.3. Besluit

Uit de vergelijking van side-scan sonar (SSS) en multibeam (MB) data van acht zones gelegen in de Beneden-Zeeschelde kan men twee algemene besluiten trekken. Enerzijds is de SSS data beter geschikt om verschillen te zien in de korrelgrootte. Witte gebieden duiden op de aanwezigheid van slib (absorptie van energie), donkere gebieden duiden op de aanwezigheid van zand (weerkaatsing van energie). Hierdoor is het mogelijk een onderscheid te maken tussen baggersporen op zand respectievelijk slib. Op de bathymetrische kaarten gebaseerd op MB data kan dit onderscheid niet gemaakt worden. De backscatter gegevens van de MB data geven echter wel deze informatie (cf. het eerste deel van dit rapport).

Anderzijds is het overduidelijk dat de MB data veel meer geschikt is om de morfologie gedetailleerd te bekijken. In zone 3 bvb. (Figuur F-3) zijn op de MB data duidelijk structuren te zien in de zeebodem, terwijl op de SSS data de kleurschakeringen geïnterpreteerd werden als faciesverschillen van een verder structuurloze bodem. De hoogtes en golflengtes van duinstructuren kunnen bovendien eenvoudiger en nauwkeuriger afgemeten worden op MB data.

Een noodzakelijke voorwaarde opdat de MB methode kan dienen voor het detecteren van morfologische eenheden is het genereren van hillshades. Door de visualisatie van de slagschaduw kan men de morfologische contouren duidelijk onderscheiden. Uiteraard stelt de resolutie van de MB data (1x1 m grid) zijn grenzen voor de graad van detail waarmee men de riviervormen kan waarnemen. Morfologische structuren kleiner dan 1x1 m zijn niet waarneembaar.

De multibeam bathymetrische data bieden een duidelijke meerwaarde boven de side-scan sonar data voor het opstellen van een morfologische kaart.

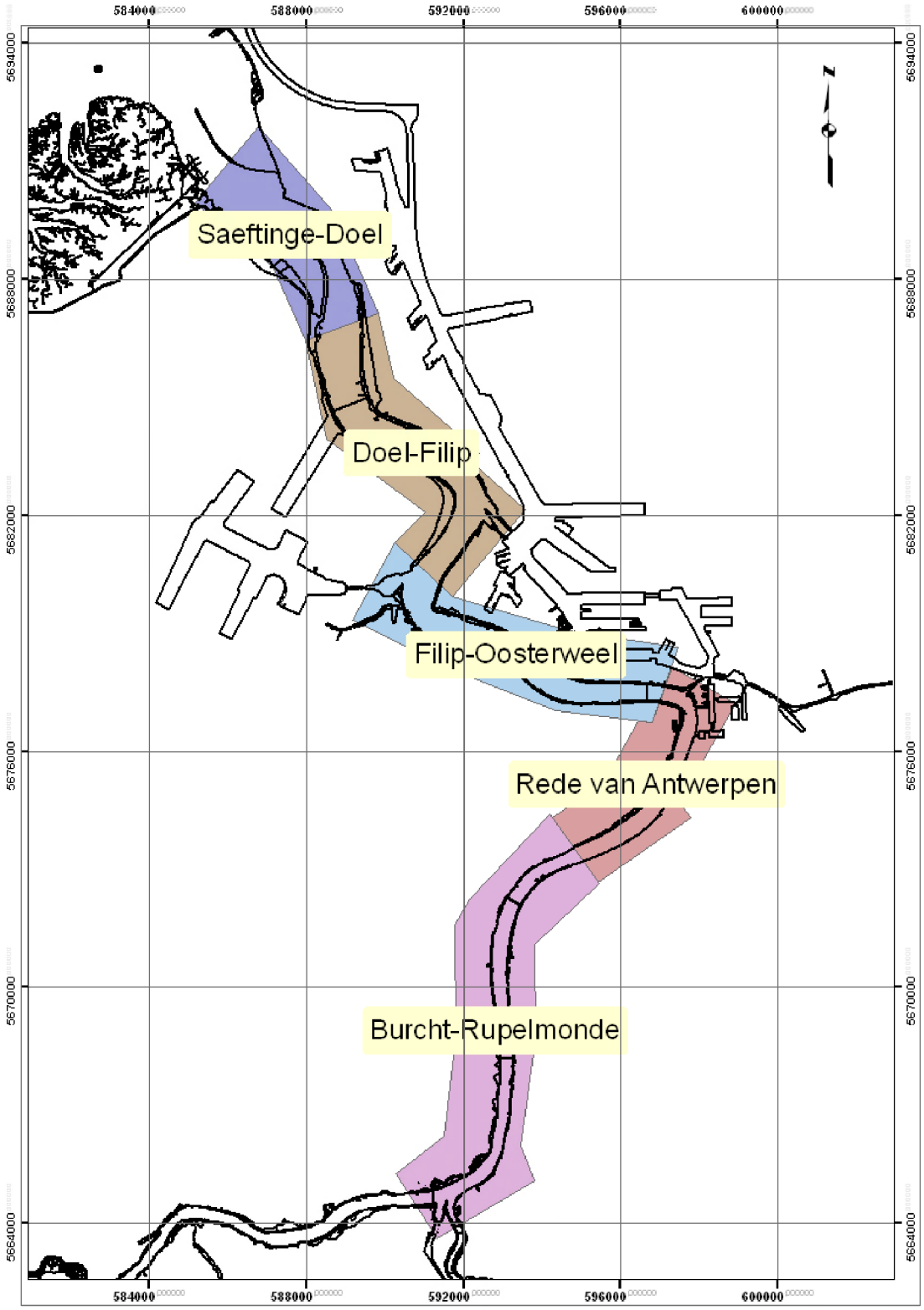
5. REFERENTIELIJST

Bastin, A. 1974. Regionale sedimentologie en morfologie van de zuidelijke Noordzee en van het Schelde estuarium. Instituut voor Aardwetenschappen. Leuven, België, Katholieke Universiteit Leuven: 91pp.

Bastin, A. 1987. Schelde Lithologische kaart 1986-1987. Antwerpen, Ministerie van Openbare Werken, Bestuur de Waterwegen, Antwerpse Zeediensten: 41pp.

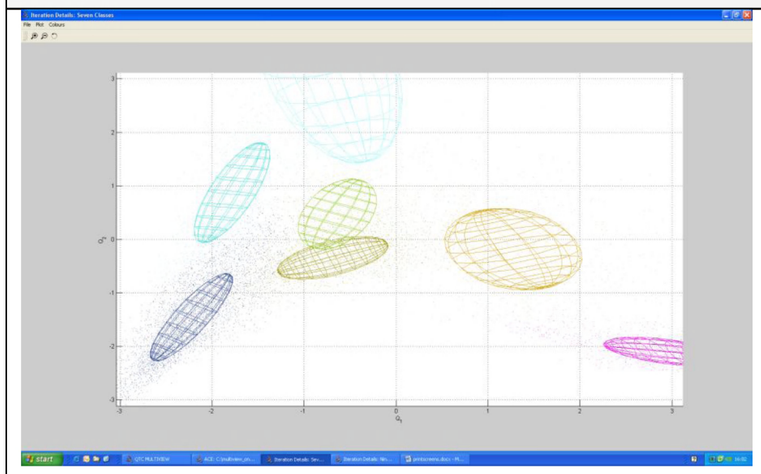
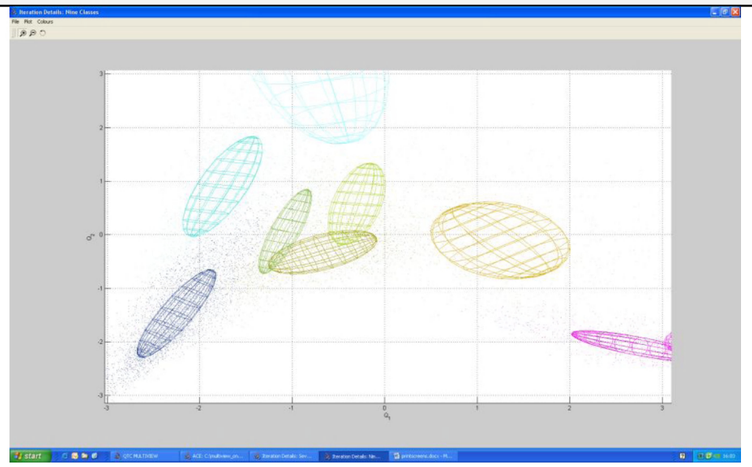
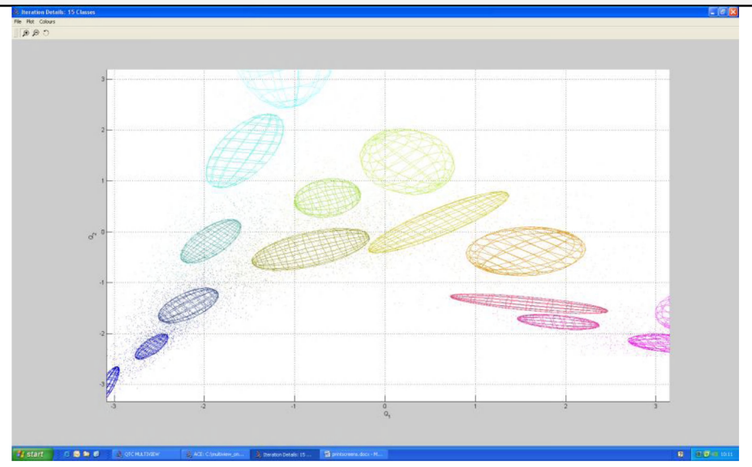
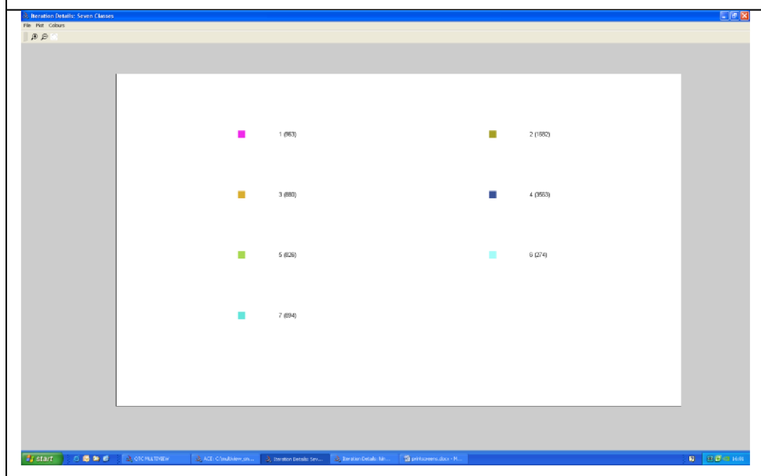
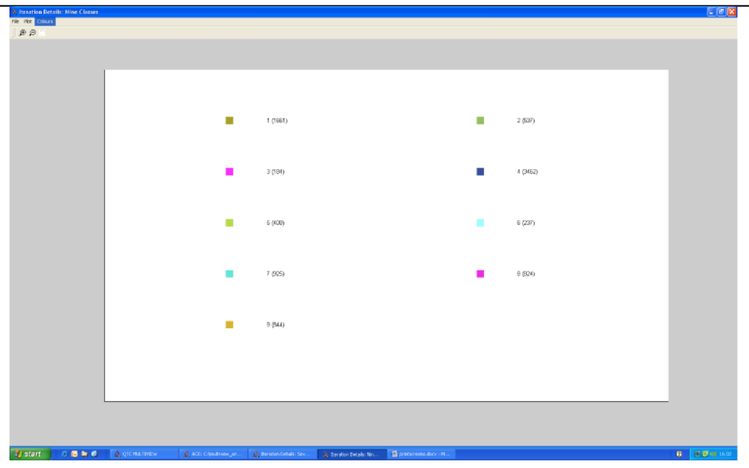
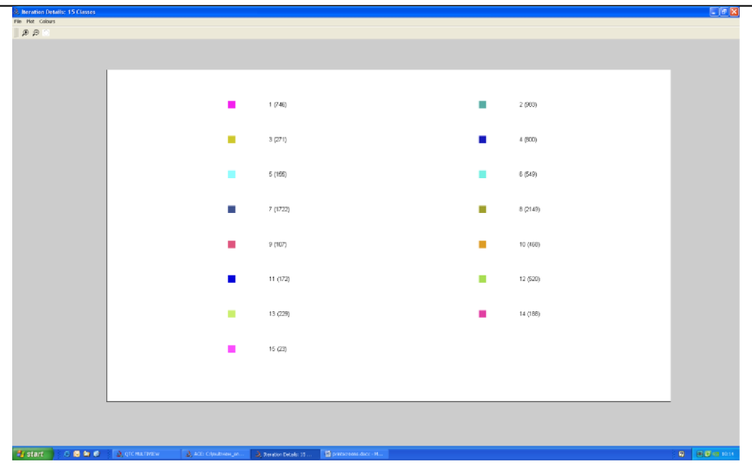
Wartel, S., Parker, R., Francken, F. 2000, Bepaling van de sedimenttypes en opstelling van een lithologische kaart van de Beneden-Zeeschelde. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Waterwegen en Zeewezen, Afdeling Maritieme Toegang en KBIN, Sedimentologie, Brussel: 88pp.

Bijlage A Situering van het studiegebied



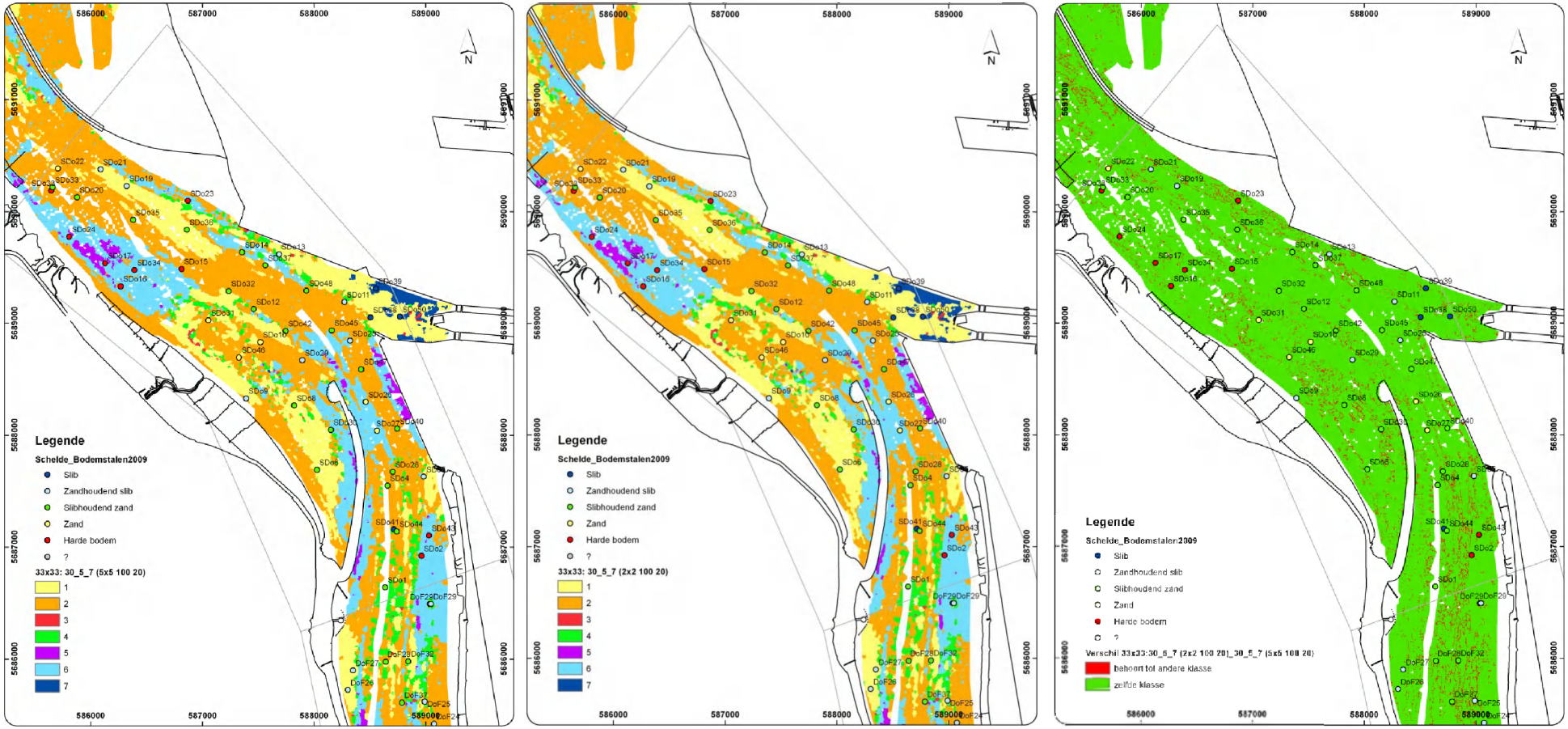
Figuur A-1 Overzichtskaart van de verschillende sectiekaart en binnen Beneden-Zeeschelde (UTM31 ED50).

Bijlage B Voorbeelden clusteranalyse

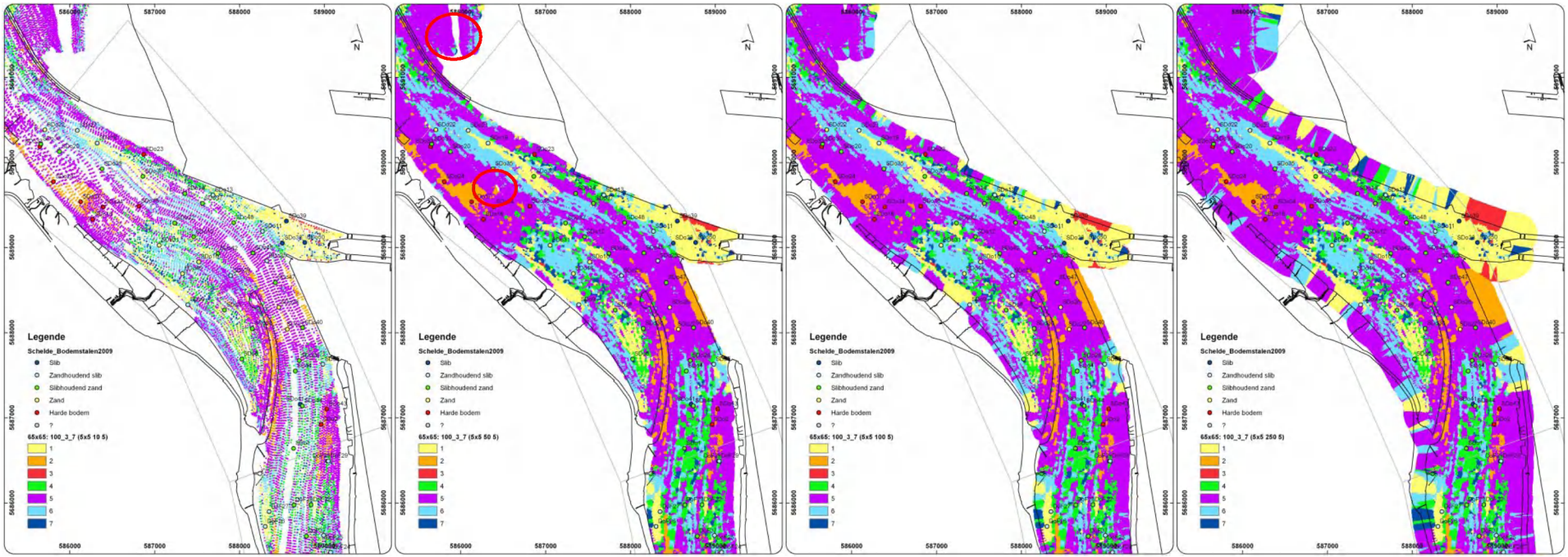
7 klassen	*9 klassen*	*15 klassen*
		
		

Figuur B-1 Clusteranalyse van eenzelfde dataset (9082 records, 5 iteraties). Het optimale aantal klassen is 15.

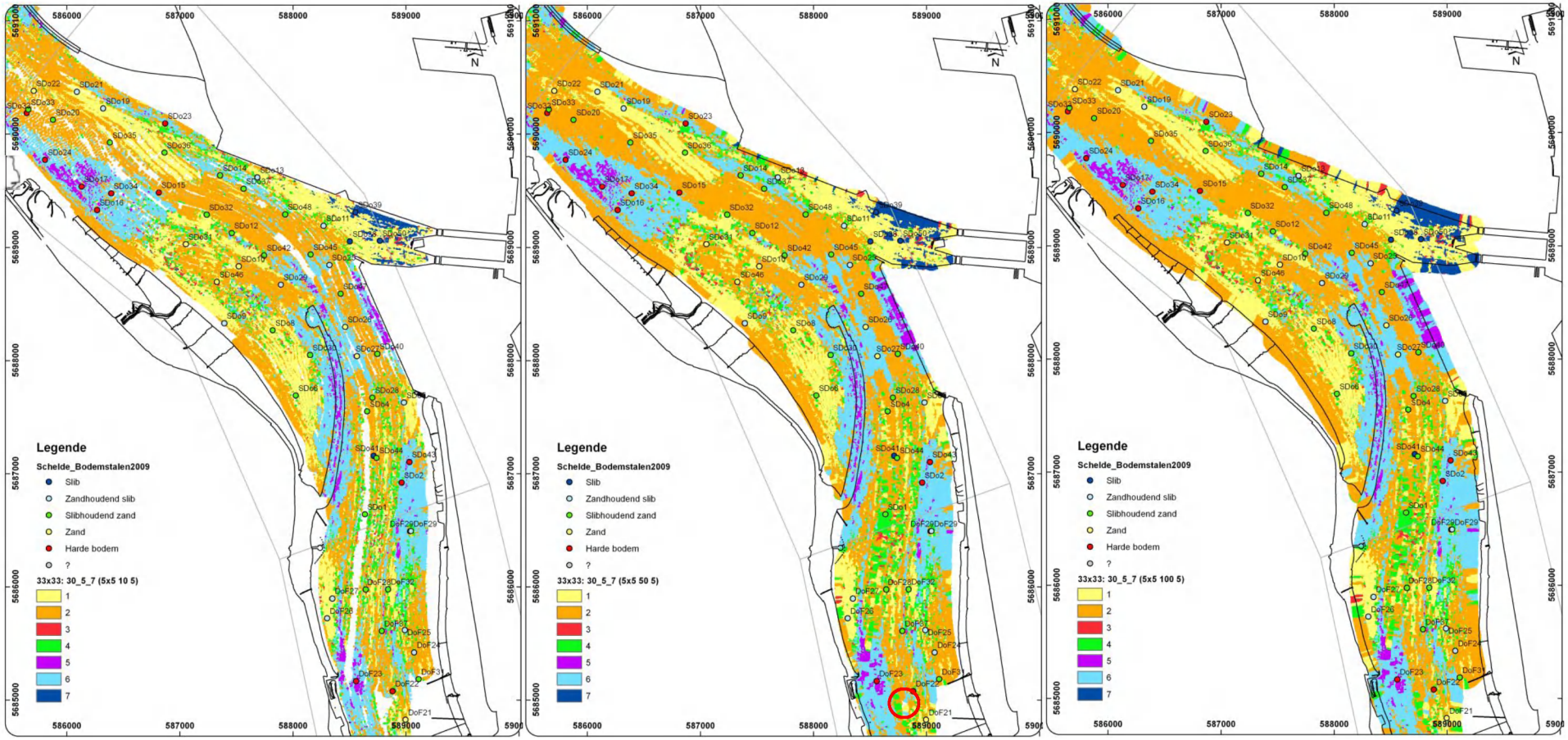
Bijlage C Testen invloed van processing parameters op akoestische klassen



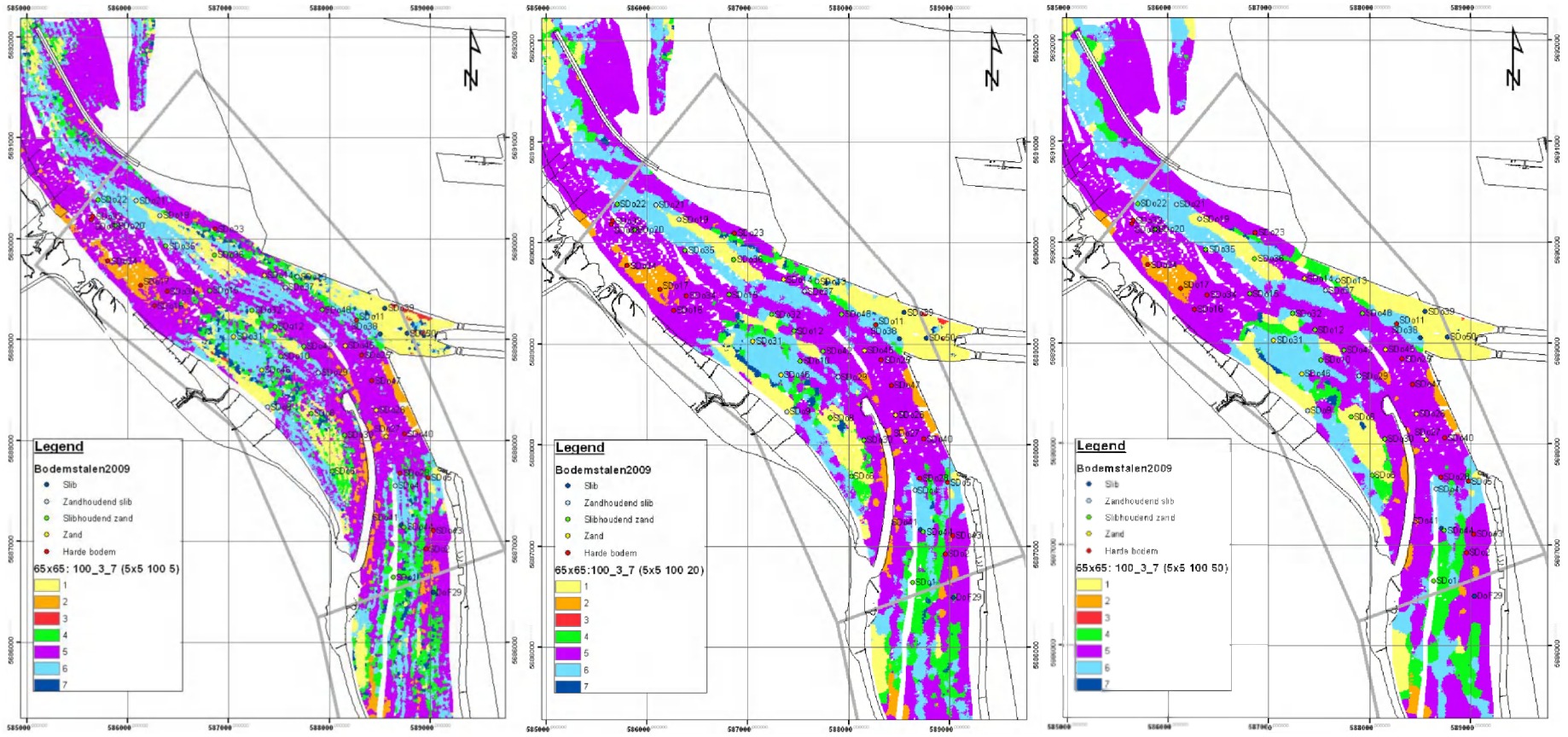
Figuur C-1 Invloed van gebruikte gridcel grootte (bij 33x33 rectangle size); links: 5x5 m, midden: 2x2 m, rechts: verschilkaart (4% verschil).



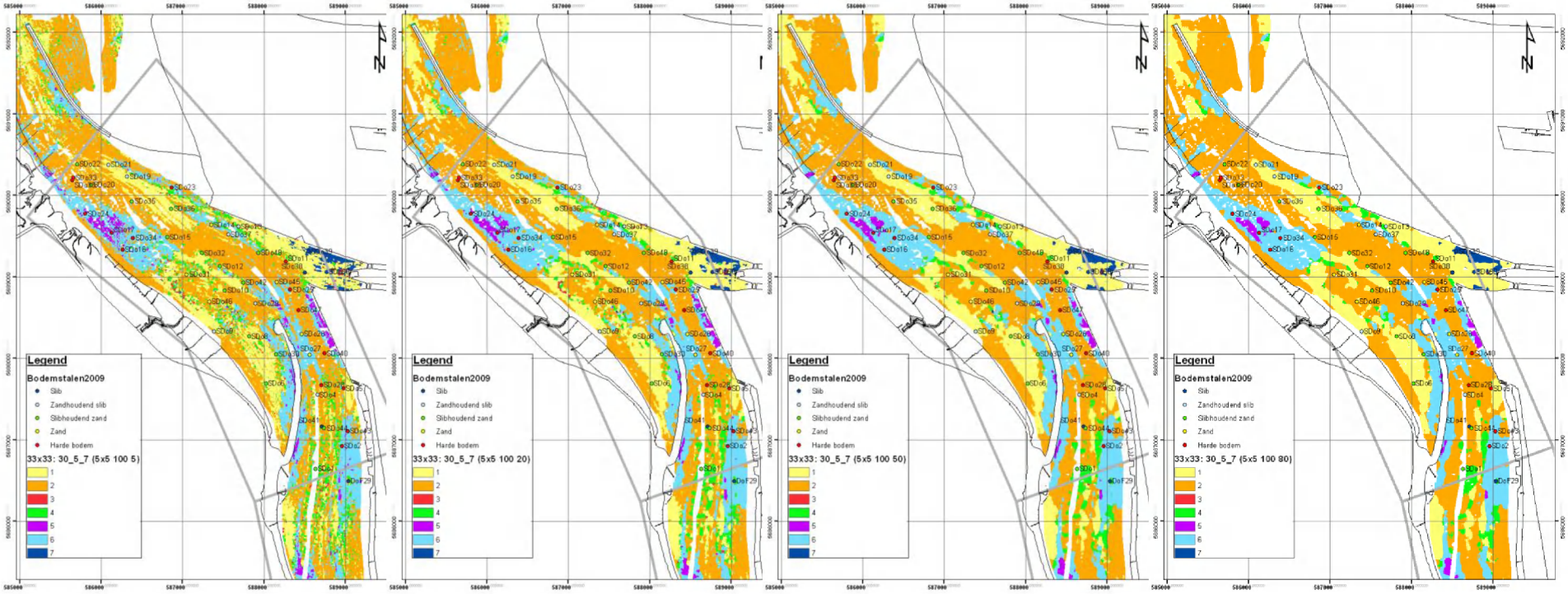
Figuur C-2 Invloed van gebruikte interpolatie radius (bij 65x65 rectangle size); 10 m versus 50 m versus 100 m versus 250m. Aantal datapunten binnen interpolatie radius is 5.



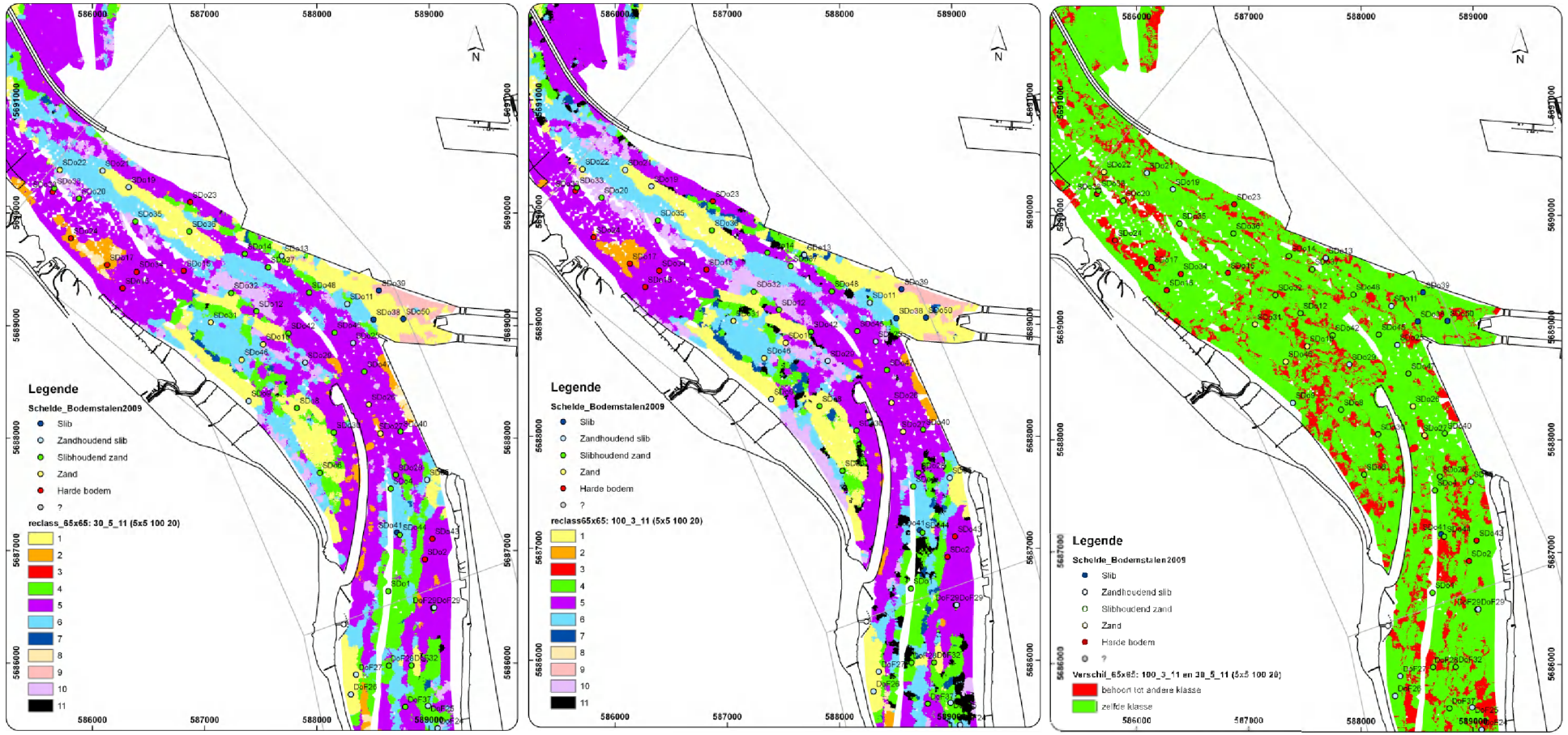
Figuur C-3 Invloed van gebruikte interpolatie radius (bij 33x33 rectangle size); 10 m versus 50 m versus 100 m. Aantal datapunten binnen interpolatie radius is 5.



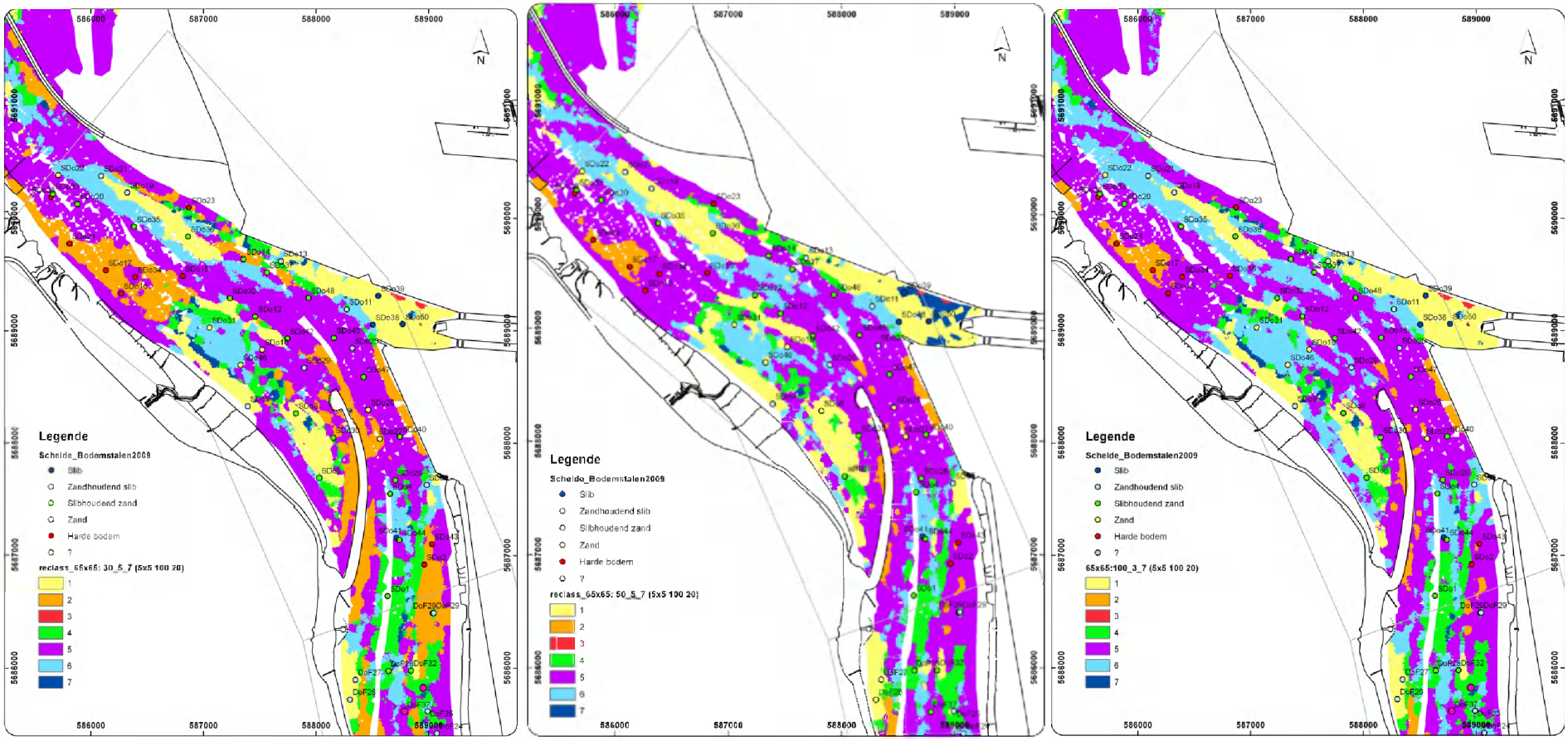
Figuur C-4 Invloed van gebruikte aantal datapunten binnen een interpolatieradius van 100 m (bij 65x65 rectangle size); 5 punten(links) versus 20 (midden) versus 50 punten (rechts).



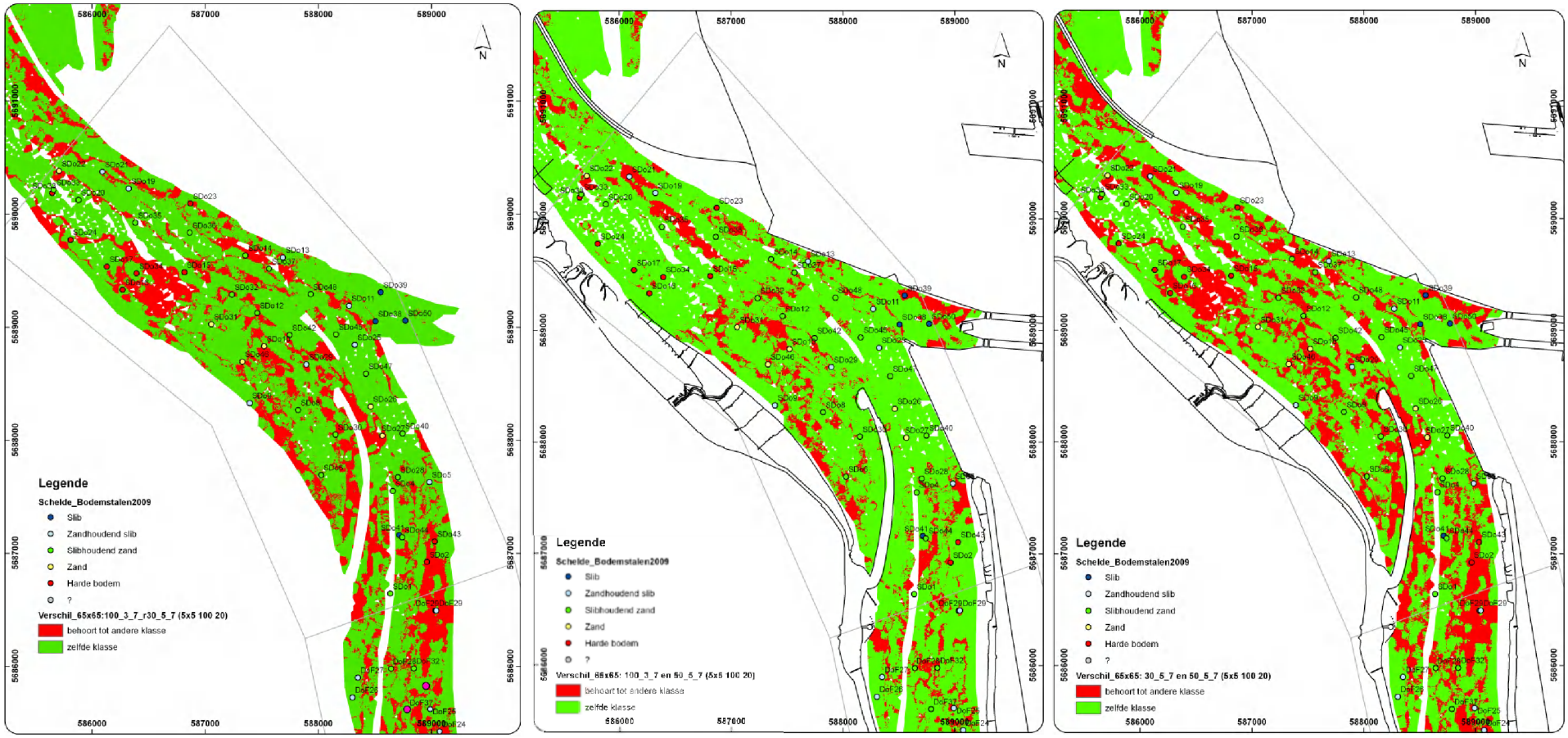
Figuur C-5 Invloed van gebruikte aantal datapunten binnen een interpolatieradius van 100 m (bij 33x33 rectangle size); 5 punten (uiterst links) versus 20 versus 50 versus 80 punten (uiterst rechts).



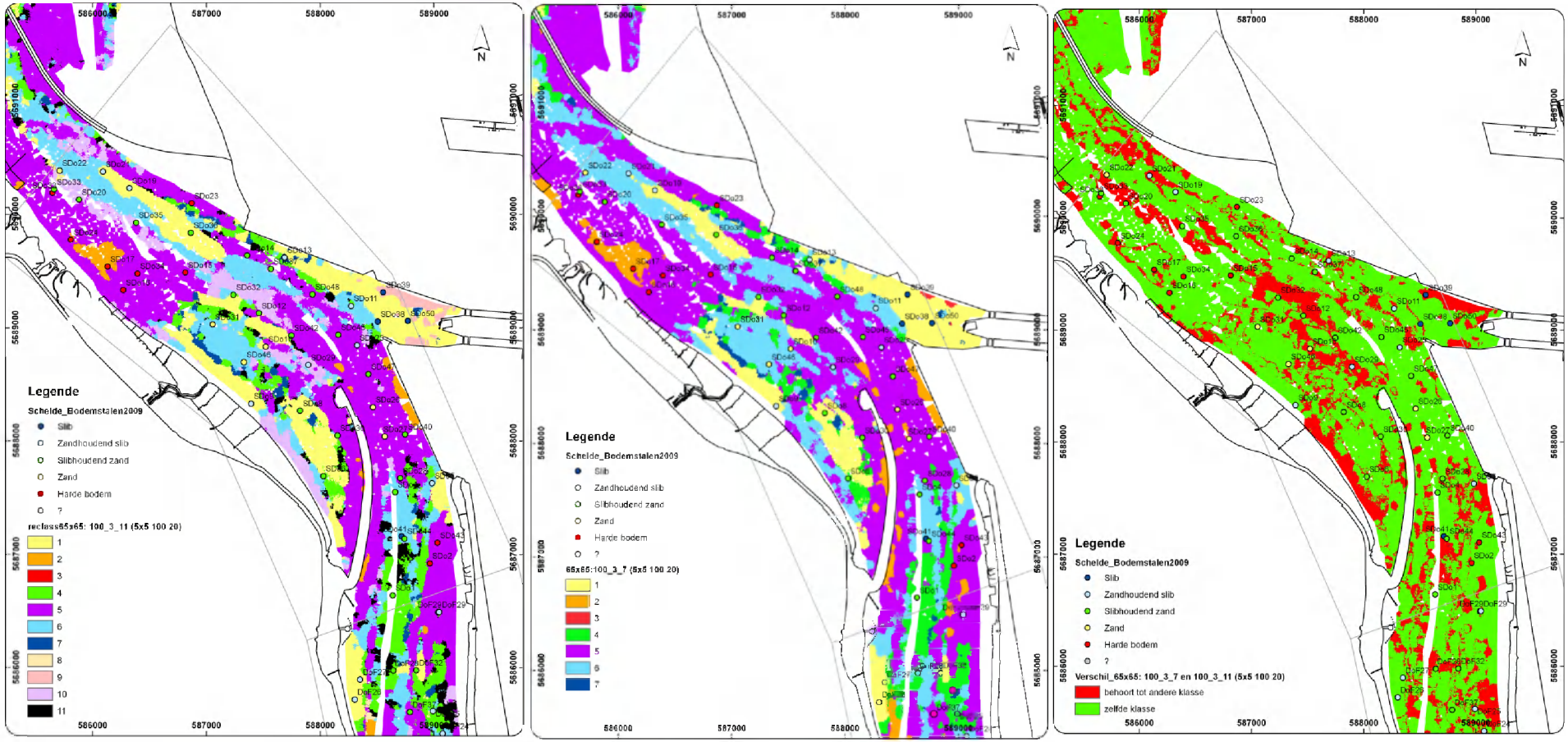
Figuur C-6 Invloed van gebruikte aantal records (bij 65x65 rectangle size, 11 klassen); 30% records (links) versus 100% records (midden). Het ruimtelijk verschil is 17% (rechts).



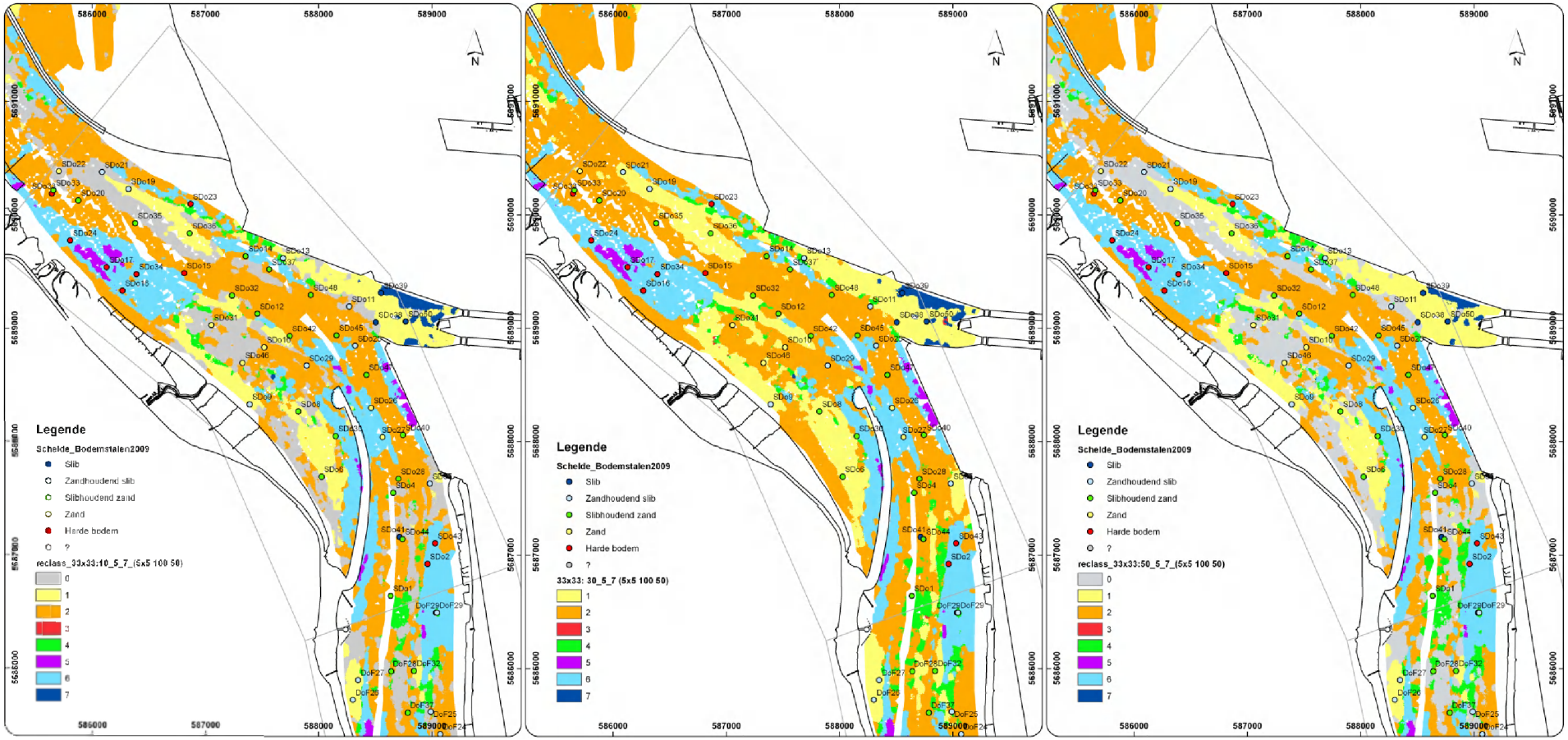
Figuur C-7 Invloed van gebruikte aantal records (bij 65x65 rectangle size, 7 klassen); 30% (links) versus 50% records (midden) versus 100% (rechts).



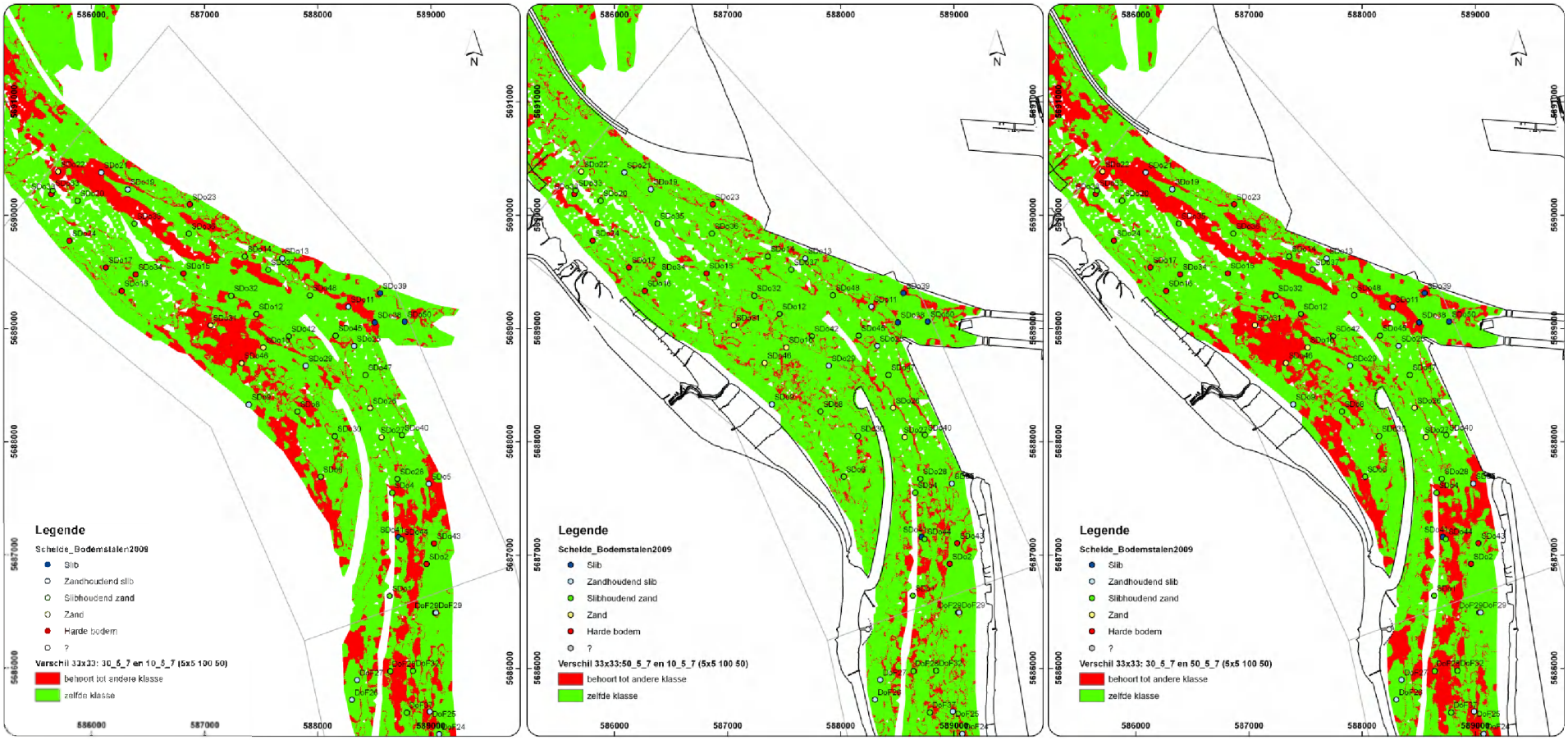
Figuur C-8 Vergelijking classificatiekaarten gebaseerd op verschillend aantal records (bij 65x65 rectangle size, 7 klassen): 30% versus 100% records (links, 25% verschil); 100% versus 50% records (midden, 15% verschil), 30% versus 50% records (rechts, 32% verschil).



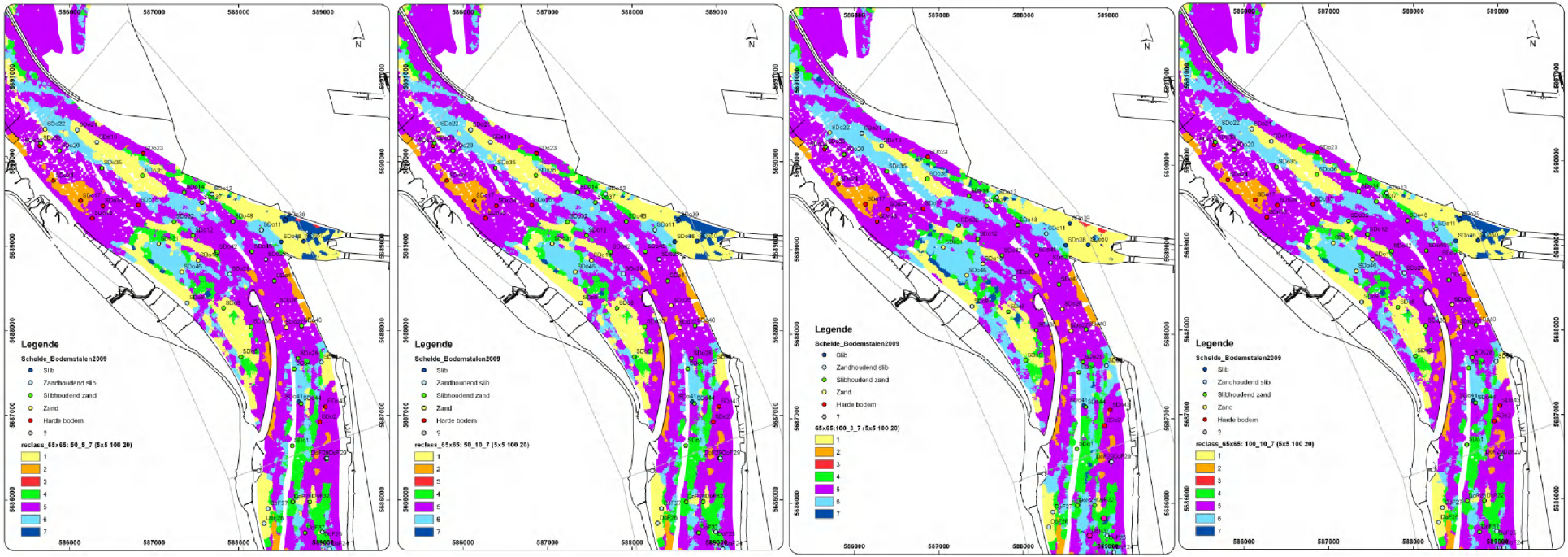
*Figuur C-9 Vergelijking classificatiekaart (bij 65x65 rectangle size) 100% records-3iteraties-**11 klassen** en 100% records-3iteraties-**7 klassen**. Het verschil is 24%.*



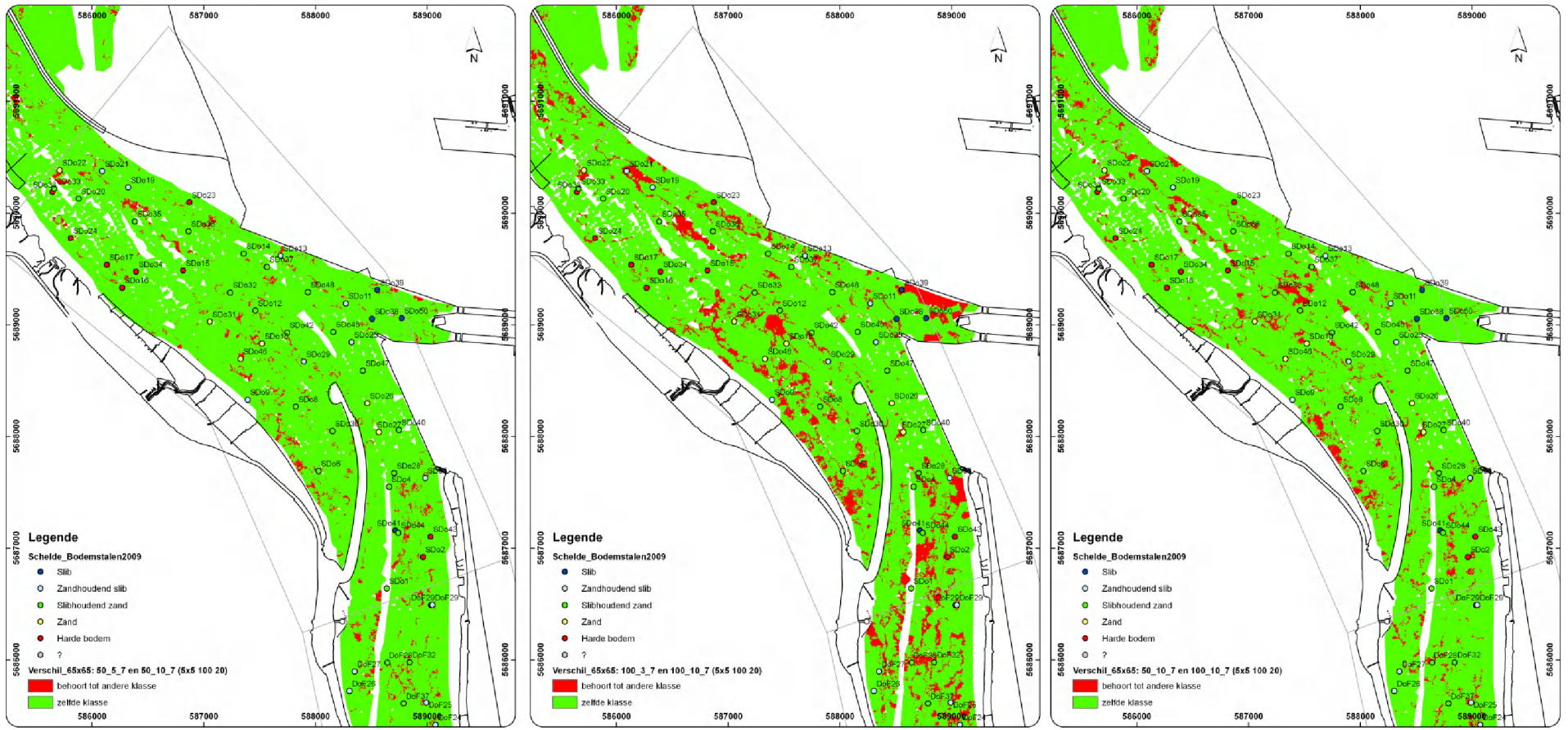
Figuur C-10 Invloed van gebruikte aantal records (bij 33x33 rectangle size); 10% (links) versus 30% records (midden) versus 50% (rechts).



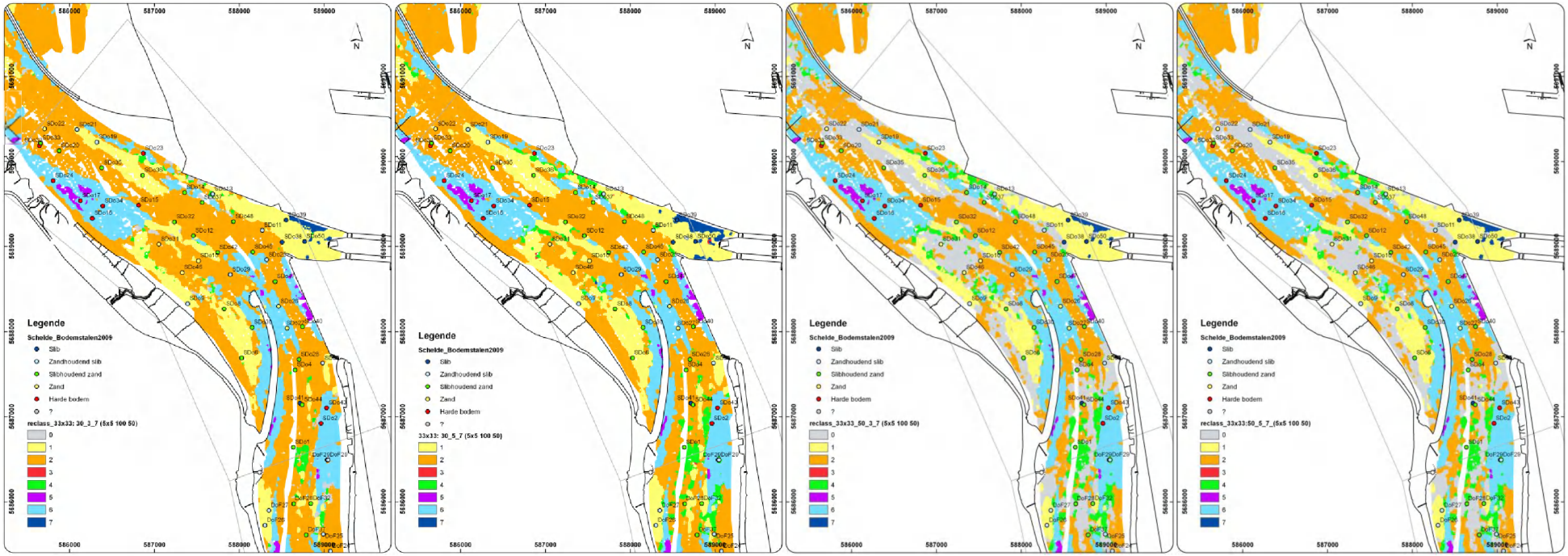
Figuur C-11 Vergelijking classificatiekaarten gebaseerd op verschillend aantal records; in rood: gebieden die niet overeenkomen qua klasse indeling, in groen: gebieden die op beide kaarten tot dezelfde klasse behoren . Vergelijking (bij 33x33 rectangle size):10% versus 30% records (links); 10% versus 50% records (midden), 30% versus 50% records (rechts).



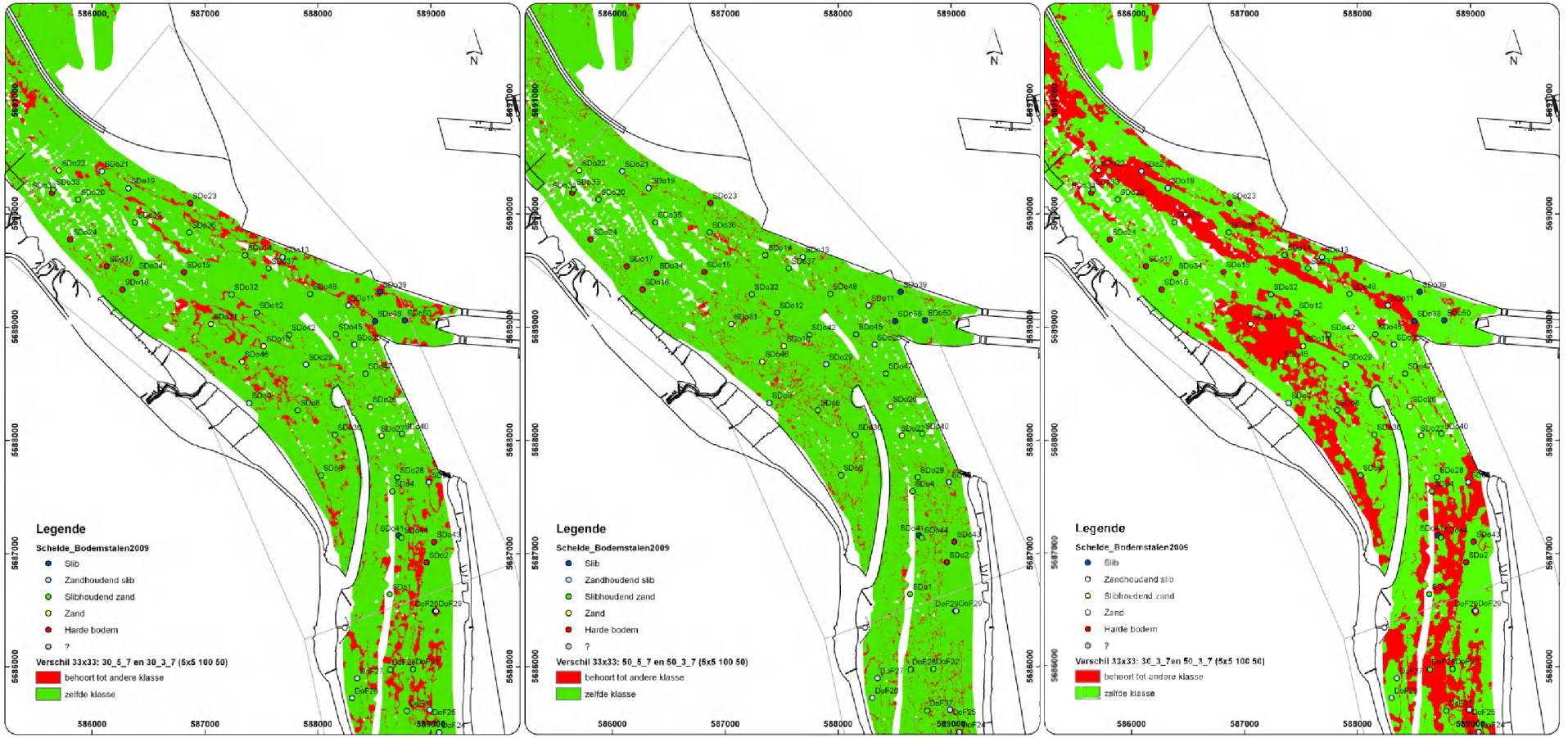
Figuur C-12 Invloed van gebruikte aantal iteraties (bij 65x65 rectangle size); 50% records-5 iteraties versus 50% records -10 iteraties (links) en 100% records-3 iteraties versus 100% records-10 iteraties (rechts).



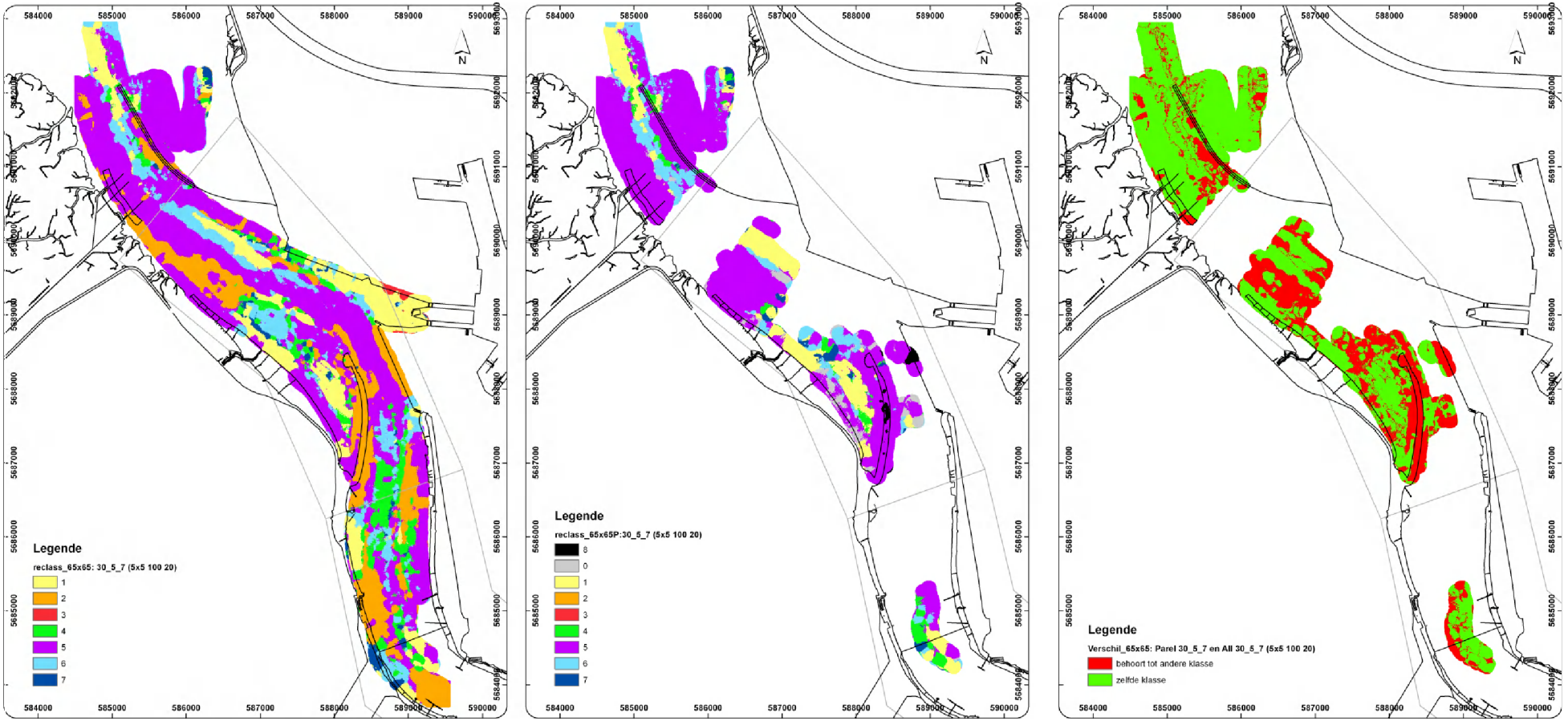
Figuur C-13 Invloed van gebruikte aantal iteraties (bij 65x65 rectangle size); 50% records-5 iteraties versus 50% records -10 iteraties (links, verschil is 4%) en 100% records-3 iteraties versus 100% records-10 iteraties (midden, verschil is 12%) en 50% records-10 iteraties versus 100% records-10 iteraties (rechts, verschil is 6%).



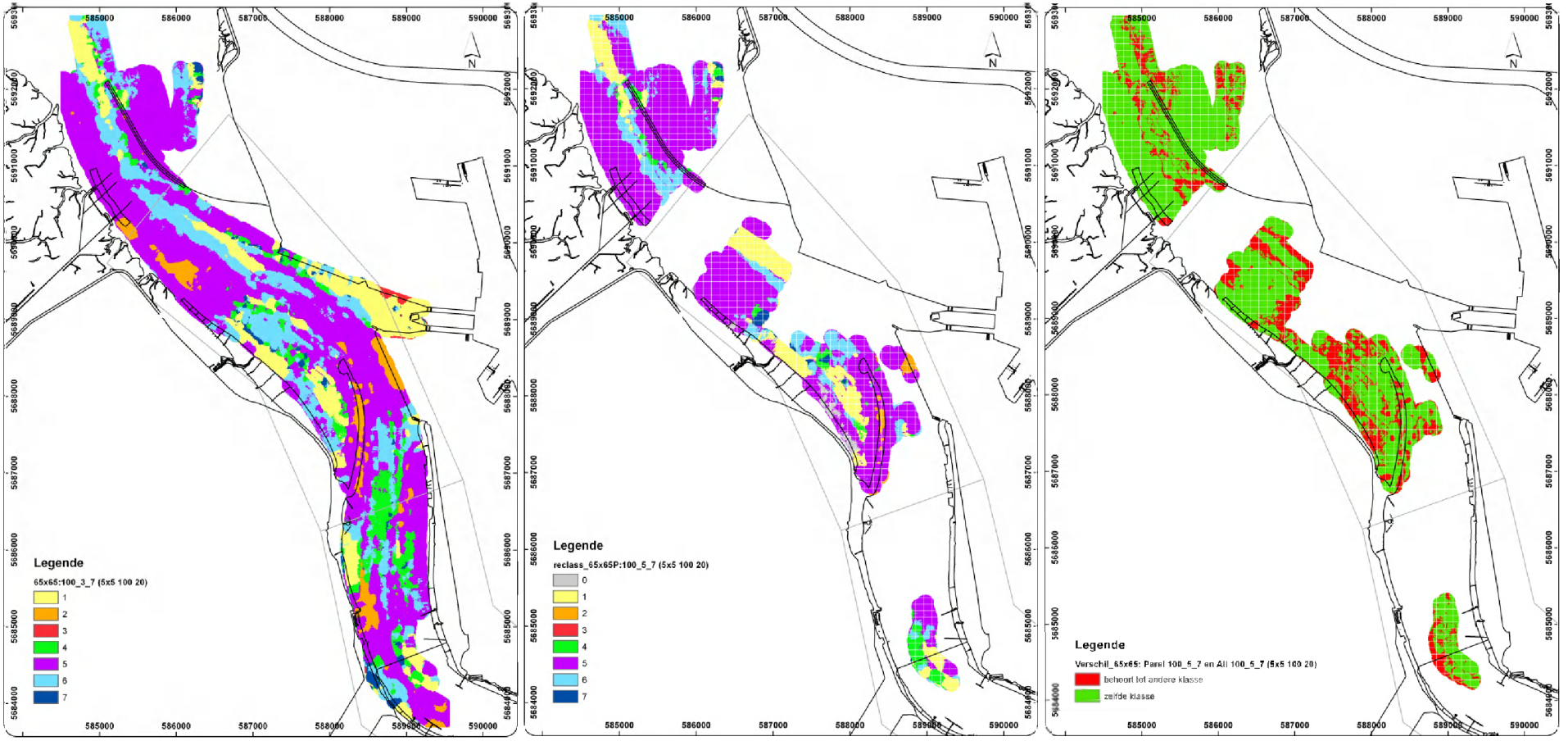
Figuur C-14 Invloed van gebruikte aantal iteraties (bij 33x33 rectangle size); 30% records-3 iteraties (links) versus 30% records -5 iteraties en 50% records-3 iteraties versus 50% records-5 iteraties (rechts).



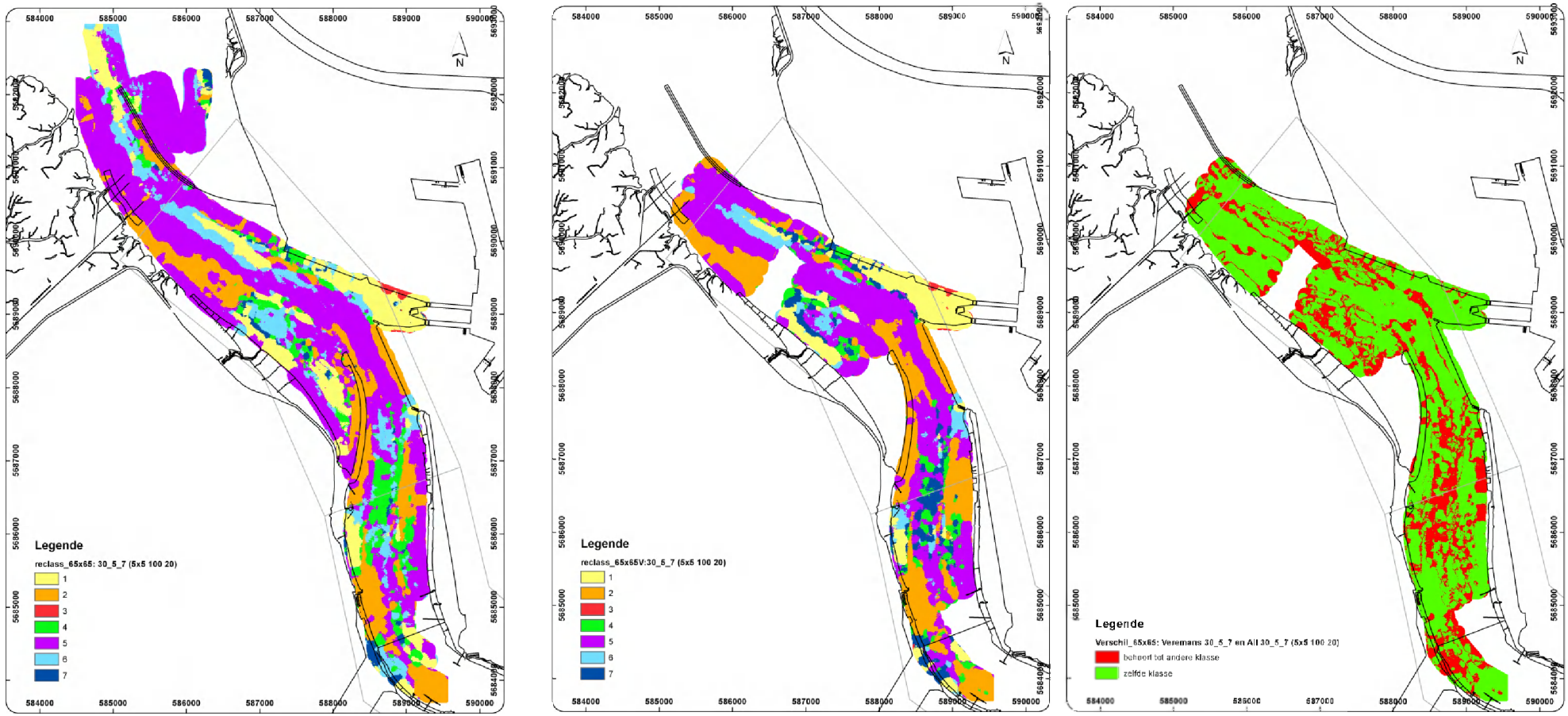
Figuur C-15 Invloed van gebruikte aantal iteraties (bij 33x33 rectangle size); 30% records-3 iteraties versus 30% records -5 iteraties (links, verschil is 10%) en 50% records-3 iteraties versus 50% records-5 iteraties (midden, verschil is 5%) en 30% records-3 iteraties versus 50% records-3 iteraties (rechts, verschil is 28%).



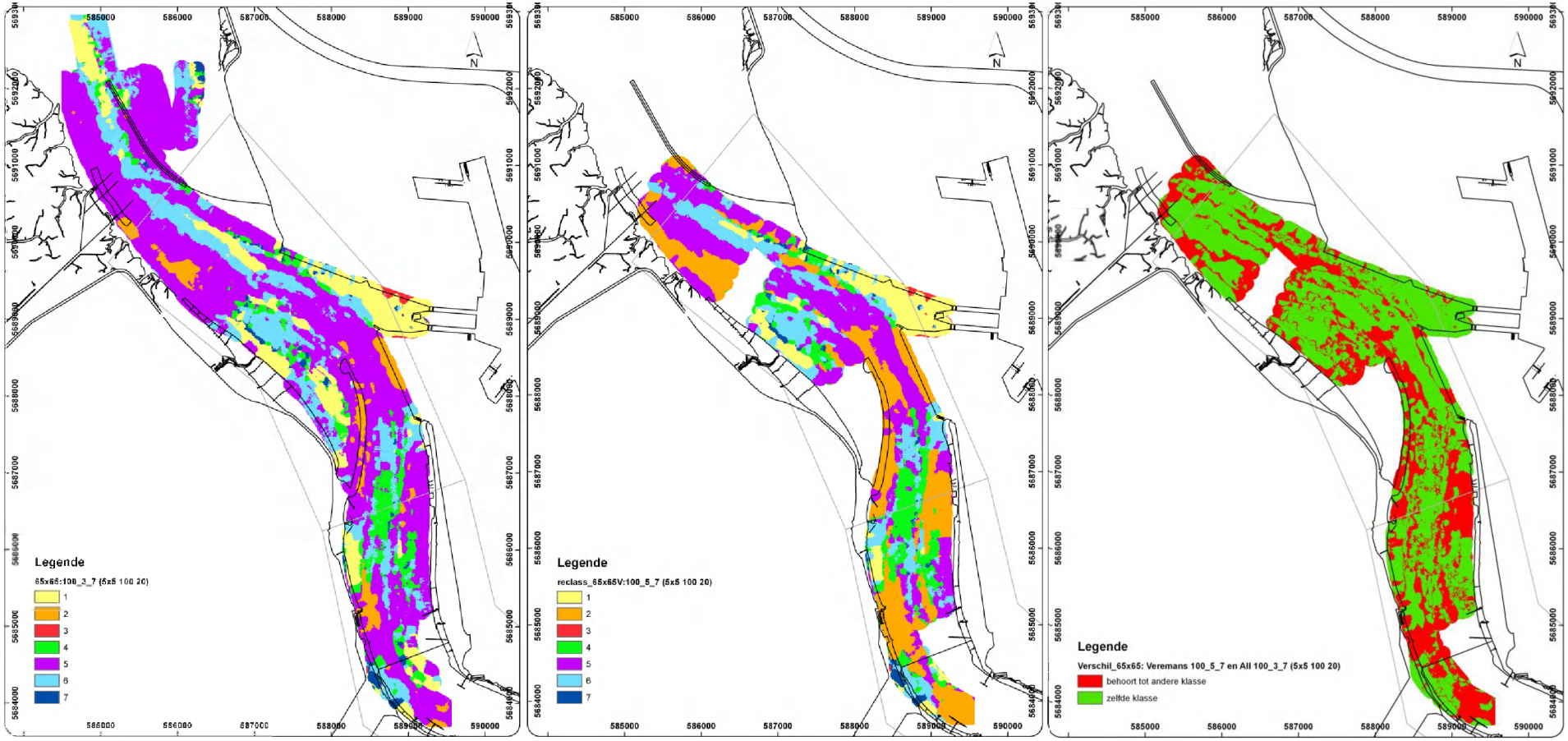
Figuur C-16 Verschilkaart (rechts) van geïntegreerde kaart (links) en overeenkomstige Parel2 data (midden) (bij 65x65 rectangle size), bij 30% geïntegreerde records. Het verschil is 33%.



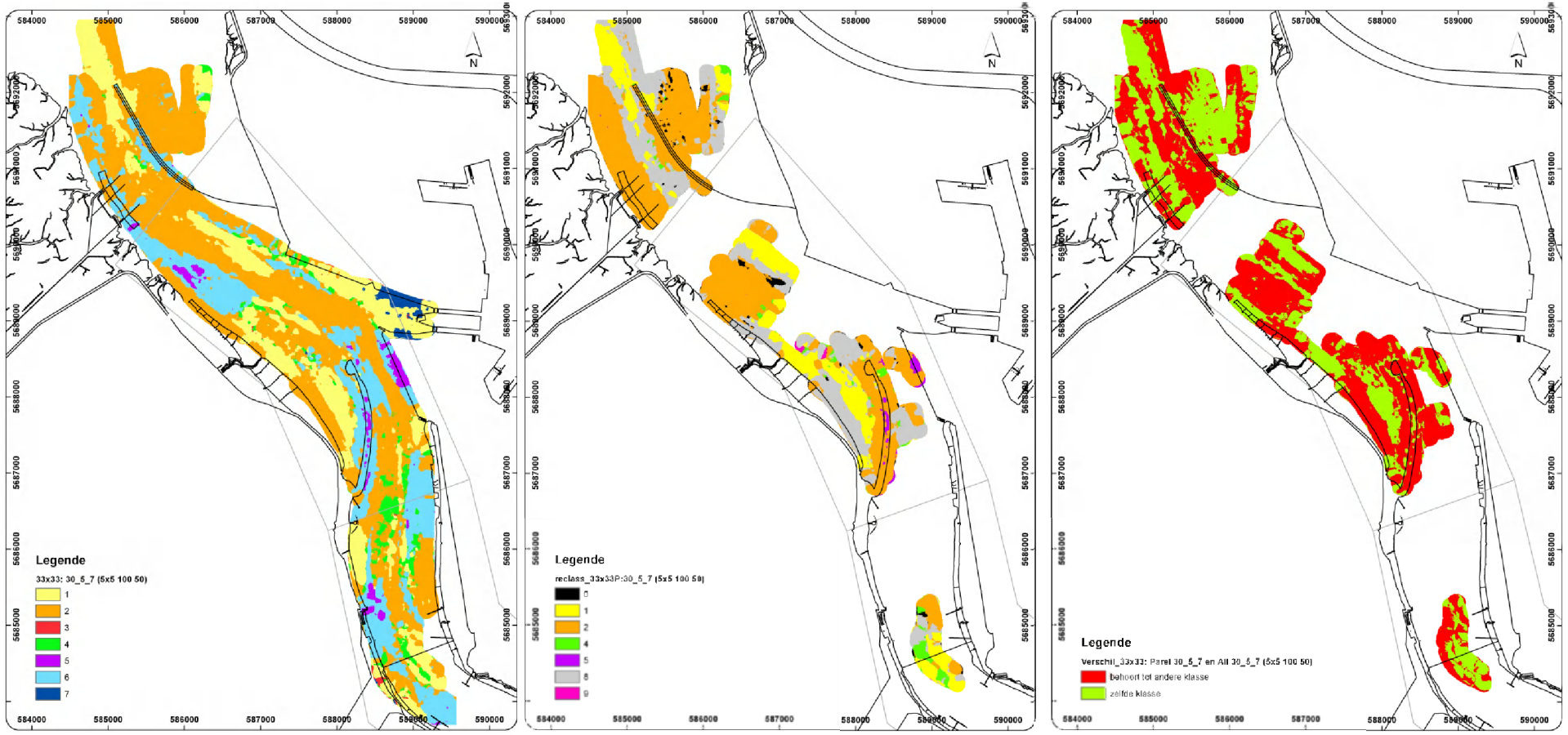
Figuur C-17 Verschilkaart (rechts) van geïntegreerde kaart (links) en overeenkomstige Parel2 data (midden) (bij 65x65 rectangle size), bij 100% geïntegreerde records. Het verschil is 24%.



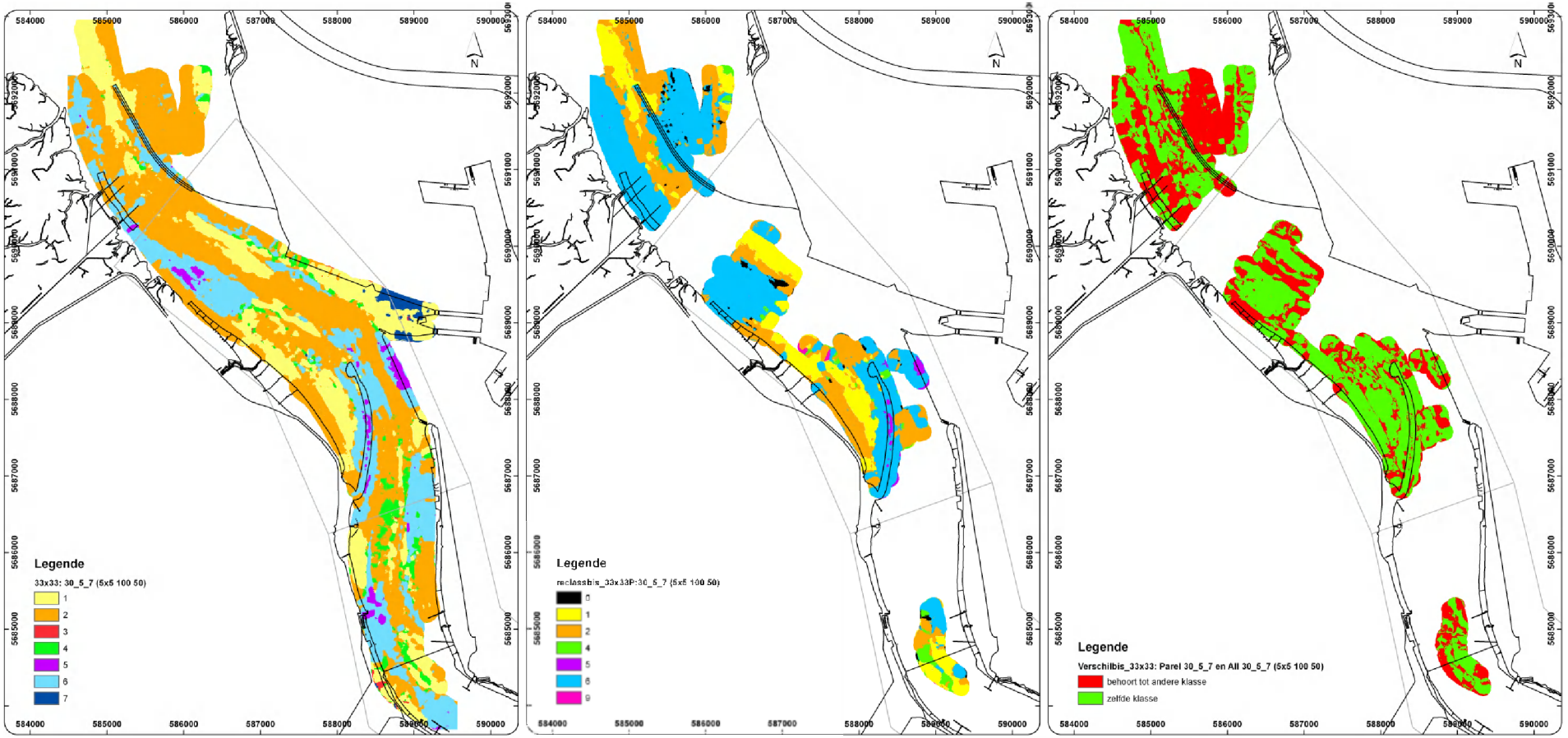
Figuur C-18 Verschilkaart (rechts) van geïntegreerde kaart (links) en overeenkomstige Veremans data (midden) (bij 65x65 rectangle size), bij 30% geïntegreerde records. Het verschil is 27%.



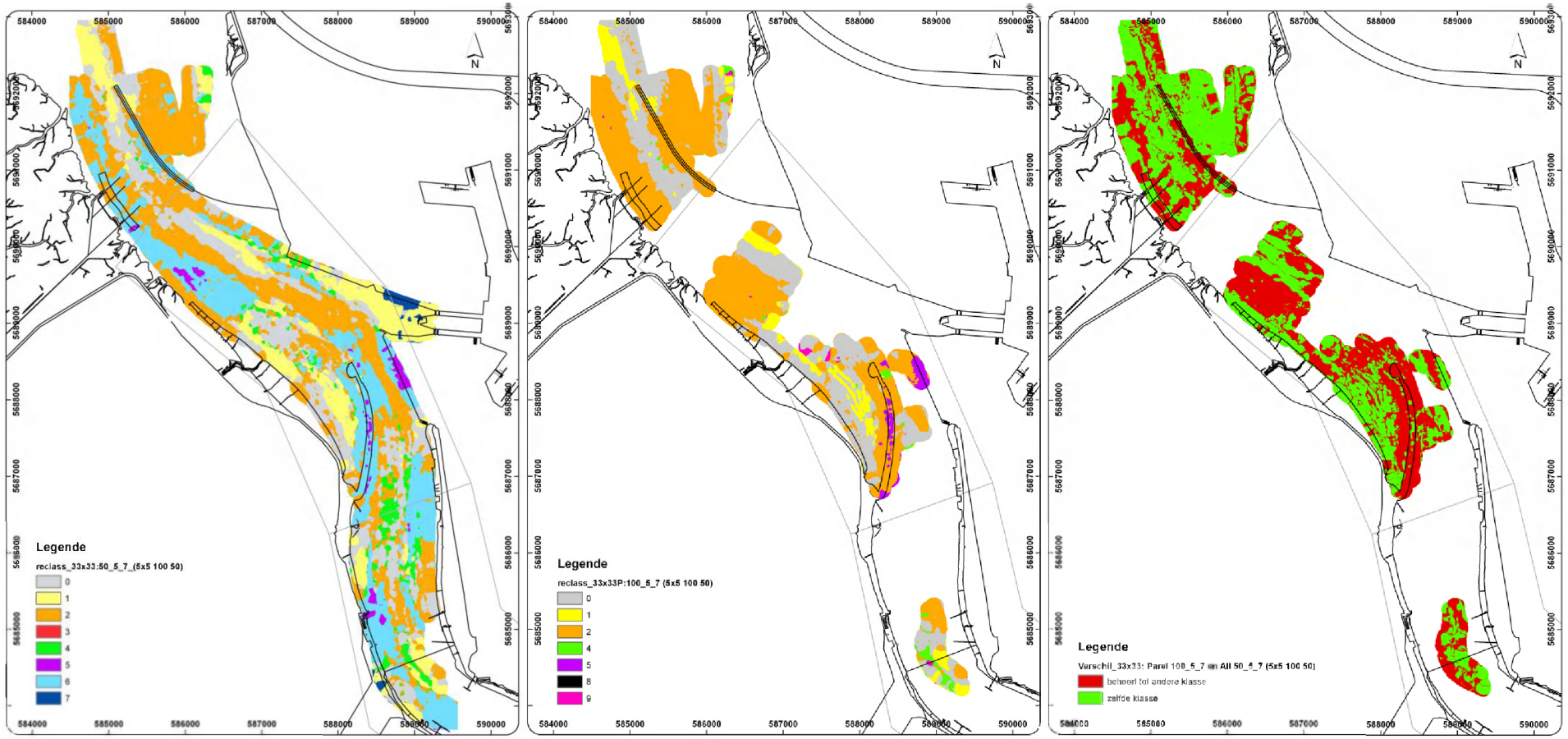
Figuur C-19 Verschilkaart (rechts) van geïntegreerde kaart (links) en overeenkomstige Veremans data (midden) (bij 65x65 rectangle size), bij 100% geïntegreerde records. Het verschil is 35%, maar komt vooral voor aan de randen van de kaart waar geëxtrapoleerd is.



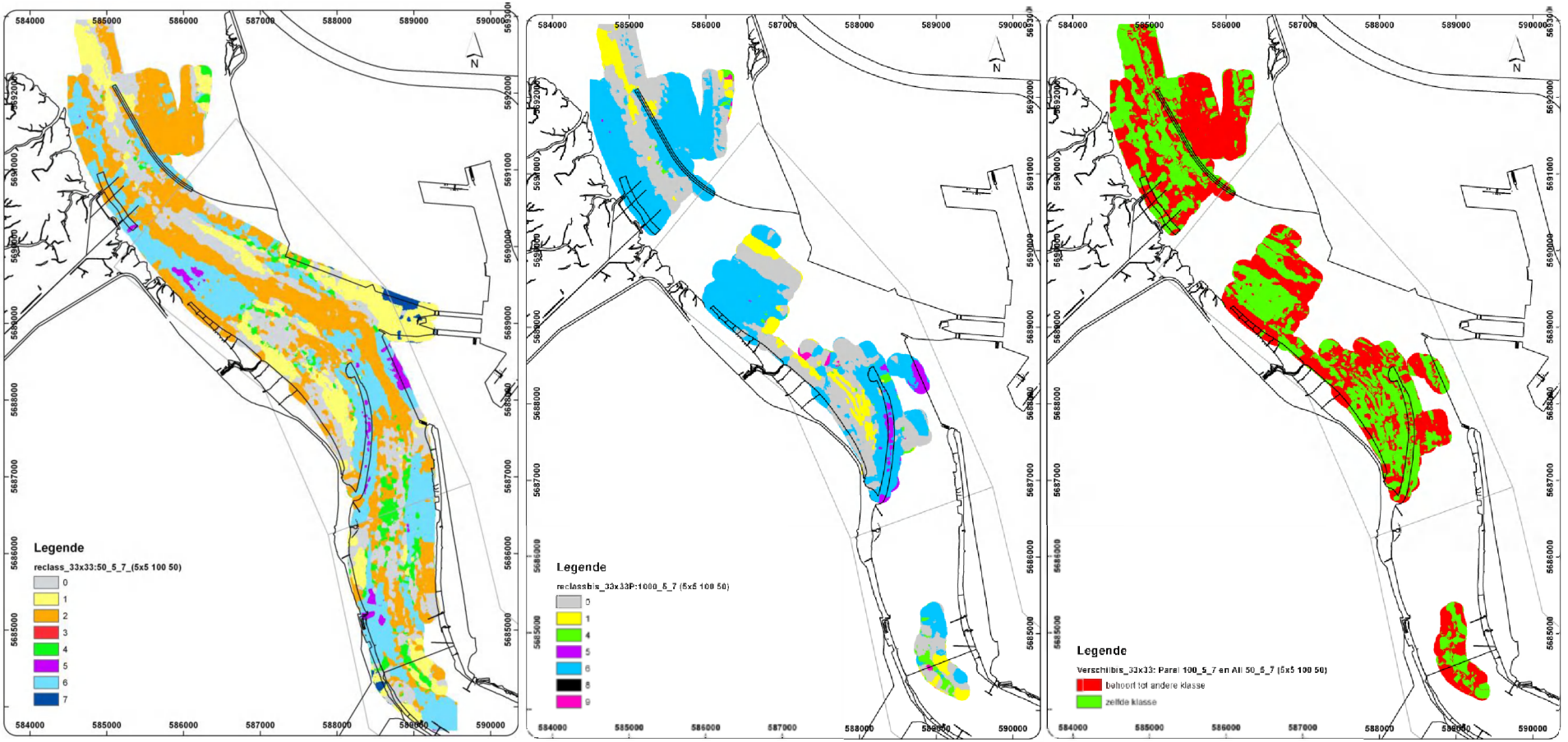
Figuur C-20 Verschilkaart (rechts) van geïntegreerde kaart (links) en overeenkomstige Parel2 data (midden) (bij 33x33 rectangle size), bij 30% geïntegreerde records. Het verschil is 57%.OPTIE 1



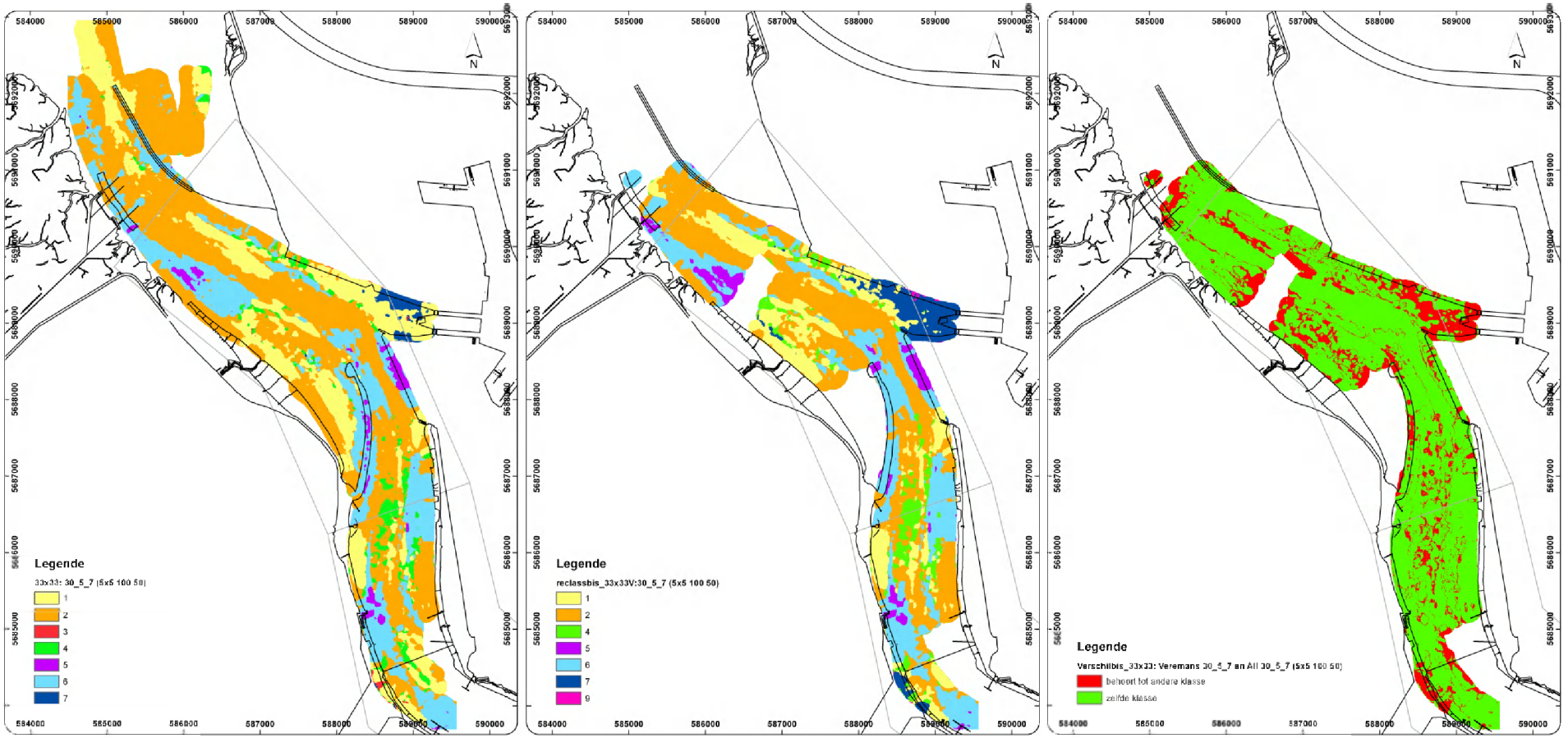
Figuur C-21 Verschilkaart (rechts) van geïntegreerde kaart (links) en overeenkomstige Parel2 data (midden) (bij 33x33 rectangle size), bij 30% geïntegreerde records. Het verschil is 39%.OPTIE 2



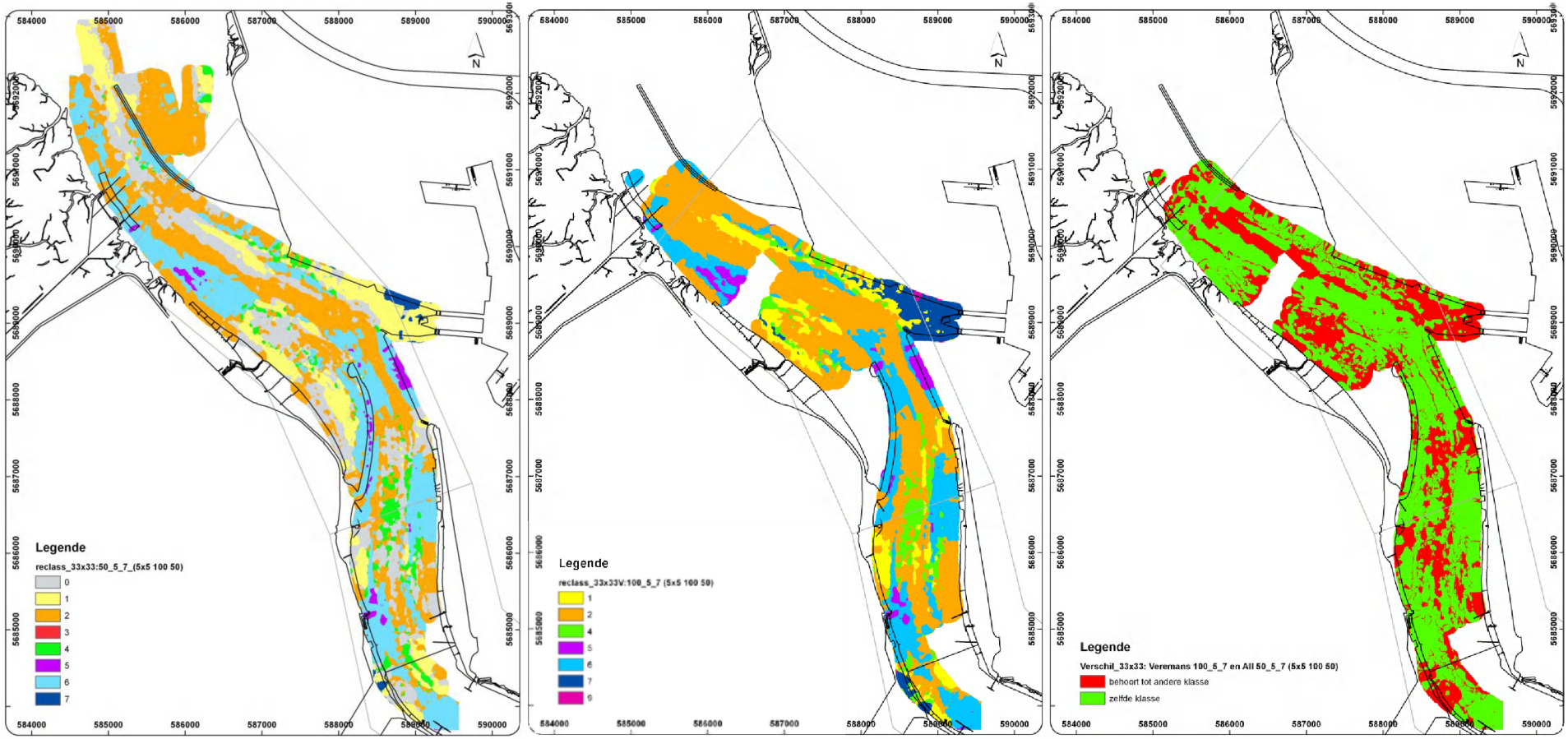
Figuur C-22 Verschilkaart (rechts) van geïntegreerde kaart (links) en overeenkomstige Parel2 data (midden) (bij 33x33 rectangle size), bij 100% geïntegreerde records. Het verschil is 46%. OPTIE 1.



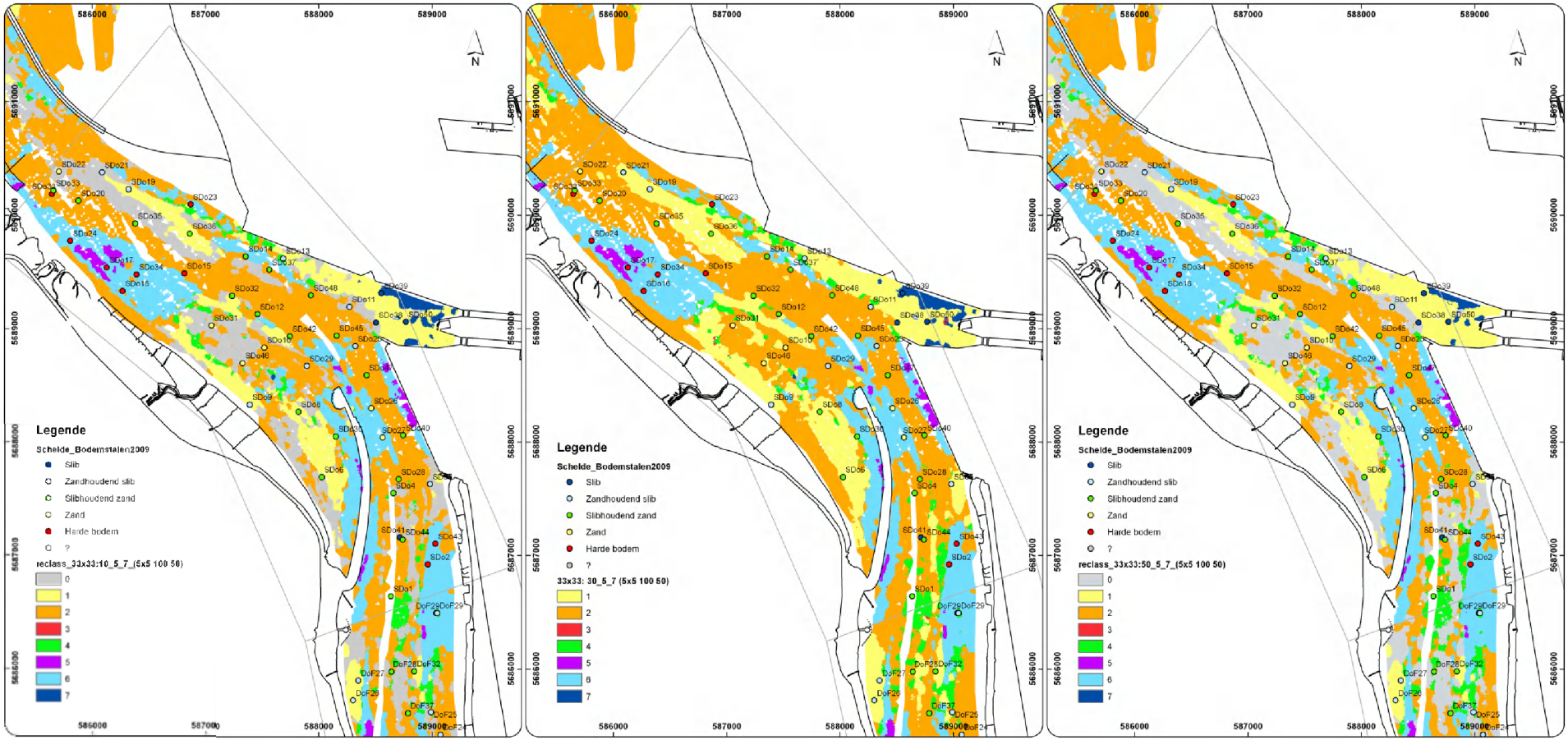
Figuur C-23 Verschilkaart (rechts) van geïntegreerde kaart (links) en overeenkomstige Parel2 data (midden) (bij 33x33 rectangle size), bij 100% geïntegreerde records. Het verschil is 51%. OPTIE 2.



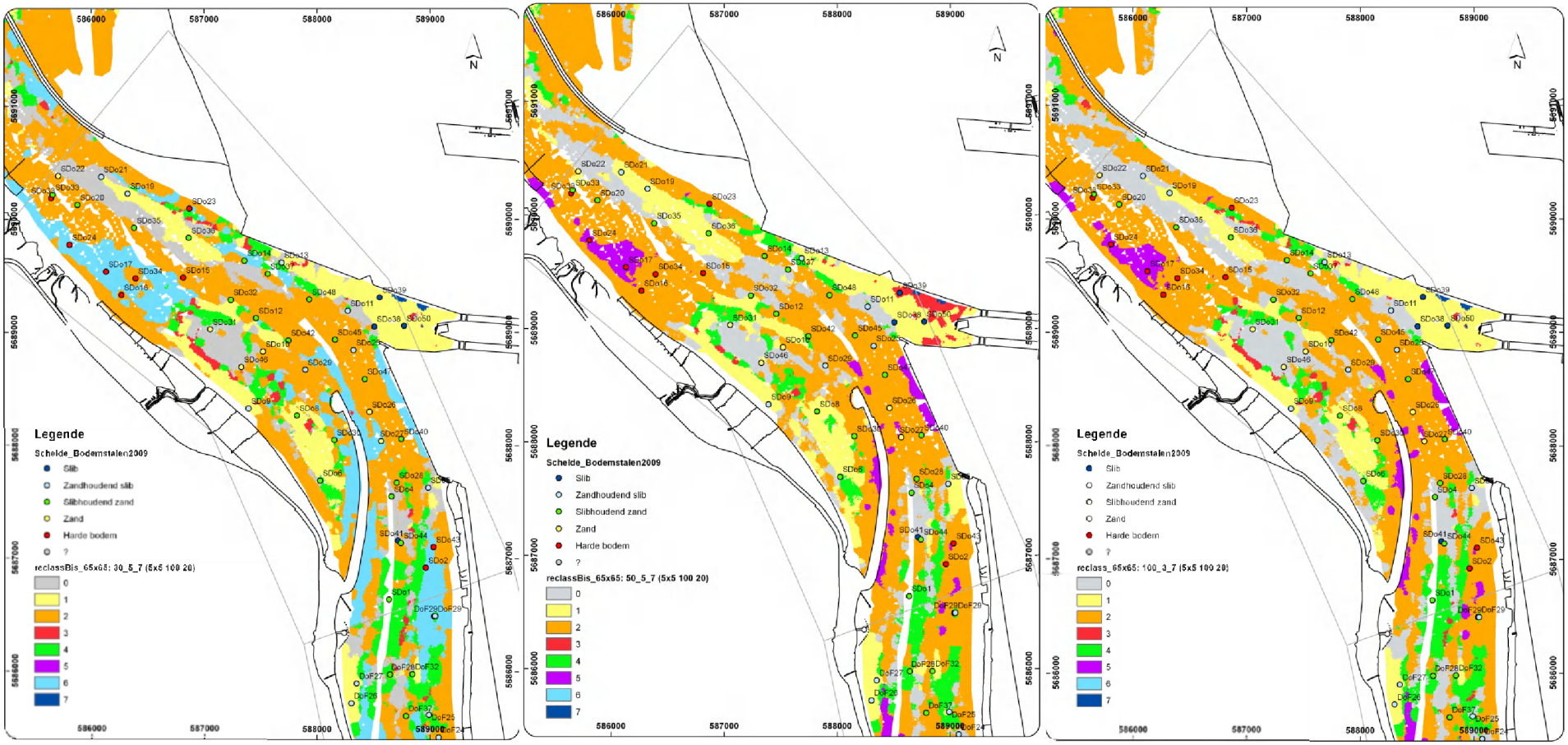
Figuur C-24 Verschilkaart (rechts) van geïntegreerde kaart (links) en overeenkomstige Veremans data (midden) (bij 33x33 rectangle size), bij 30% geïntegreerde records. Het verschil is 20%.



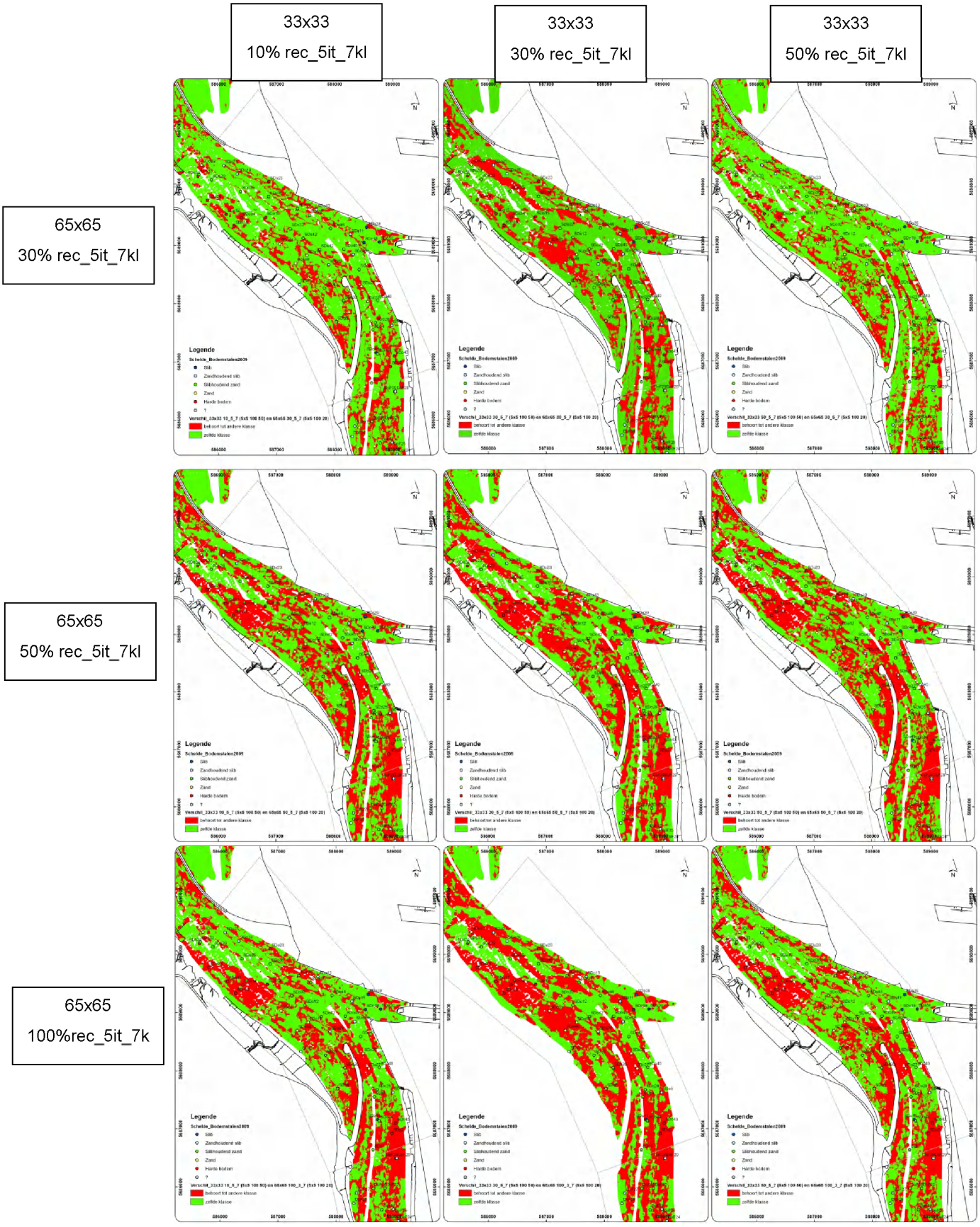
Figuur C-25 Verschilkaart (rechts) van geïntegreerde kaart (links) en overeenkomstige Veremans data (midden) (bij 33x33 rectangle size), bij 100% geïntegreerde records. Het verschil is 35%.



*Figuur C-26 Vergelijking classificatiekaarten met **rectangle size 33x33** (=Figuur C-10) en 65x65 (Figuur C-27). Links: **33x33 10% rec**_5it_7kl (5x5 100 50), midden: **33x33 30% rec**_5it_7kl (5x5 100 50) en rechts: **33x33 50% rec**_5it_7kl (5x5 100 50).*

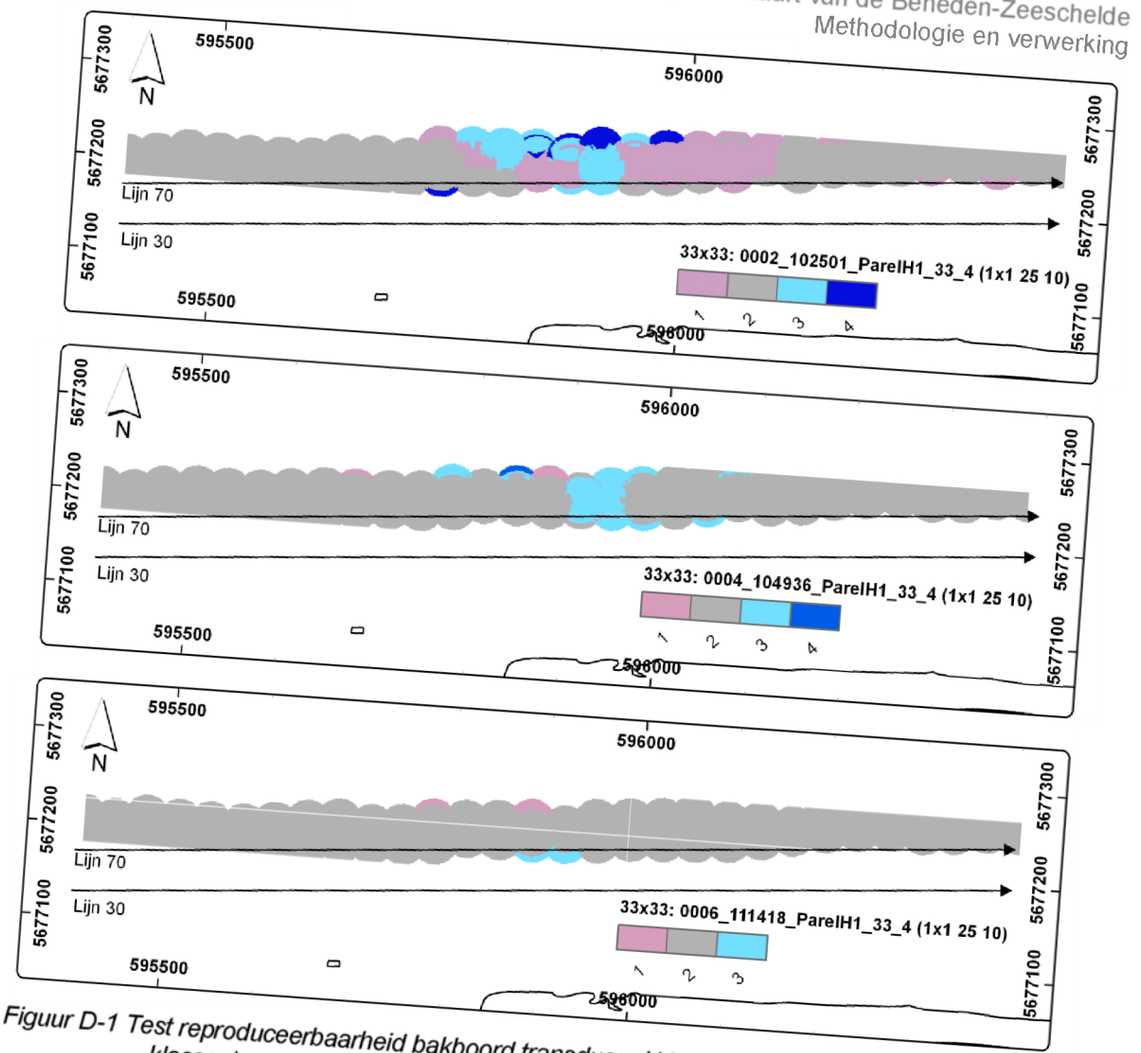


Figuur C-27 Vergelijking classificatiekaarten ***met rectangle size 65x65*** *en 33x33 (=Figuur C-10). Links:* ***65x65 30% rec****_5it_7kl (5x5 100 20), midden:* ***65x65 50% rec****_5it_7kl (5x5 100 20) en rechts:* ***65x65 100%rec****_3it_7kl (5x5 100 20). De kleurenindeling van de klassen is gelijkgesteld tussen 33x33 en 65x65.*

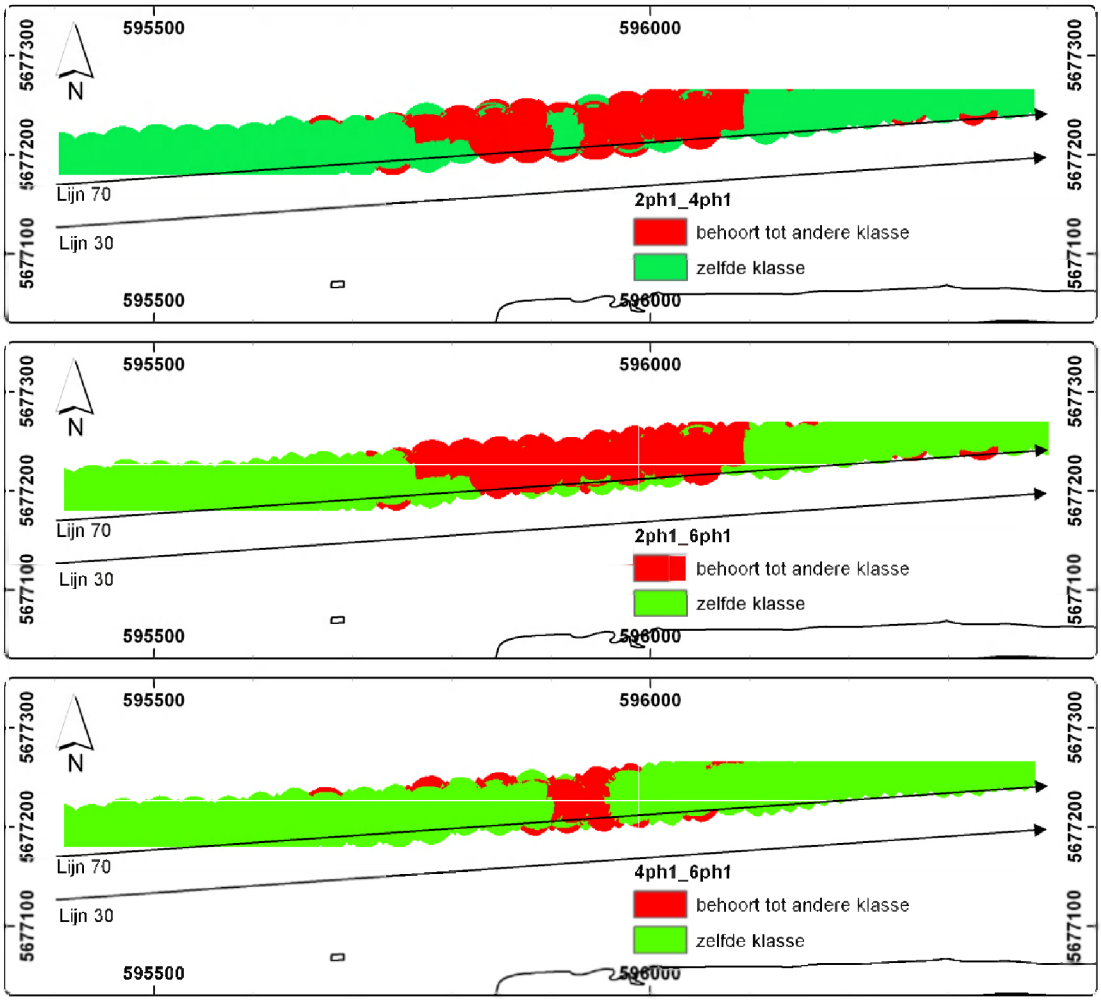


Figuur C-28 Vergelijking tussen 65x65 en 33x33 rectangle size classificatiekaarten, met verschillend aantal records.

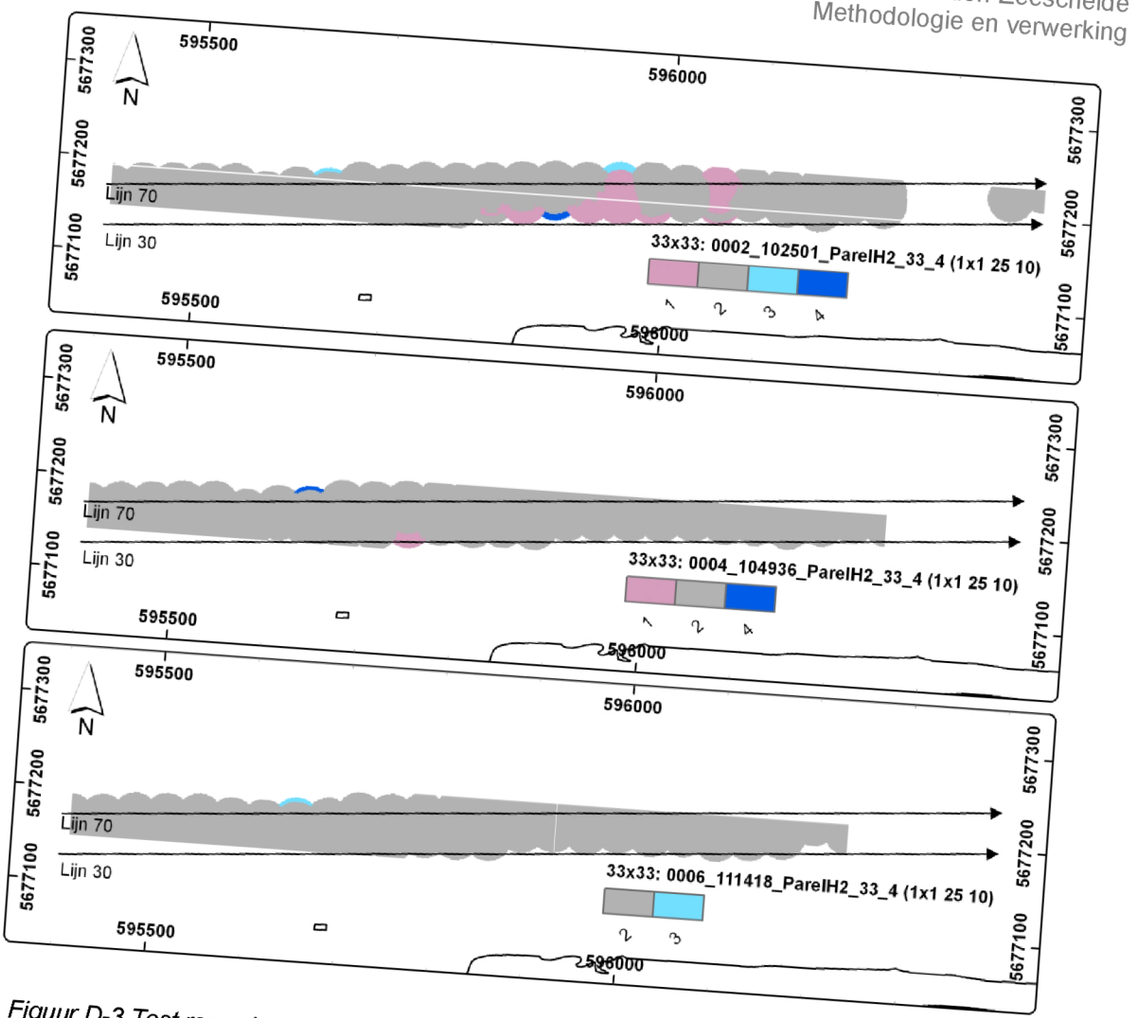
Bijlage D Vergelijkende test Parel2-Veremans



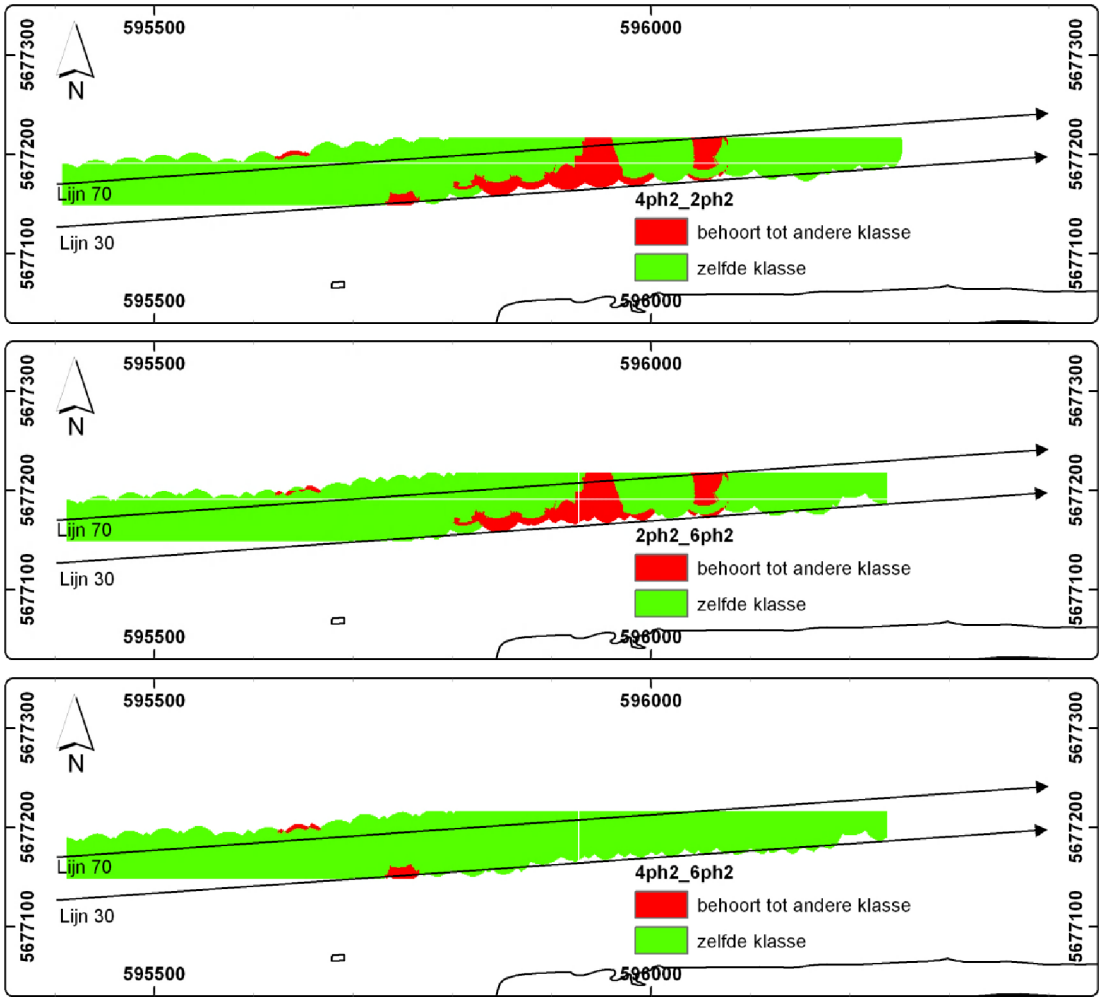
Figuur D-1 Test reproduceerbaarheid bakboord transducer H1 van Parel2. Classificatiekaarten (4 klassen) van opeenvolgende H1 data van Parel2 gevaren over lijn 70.



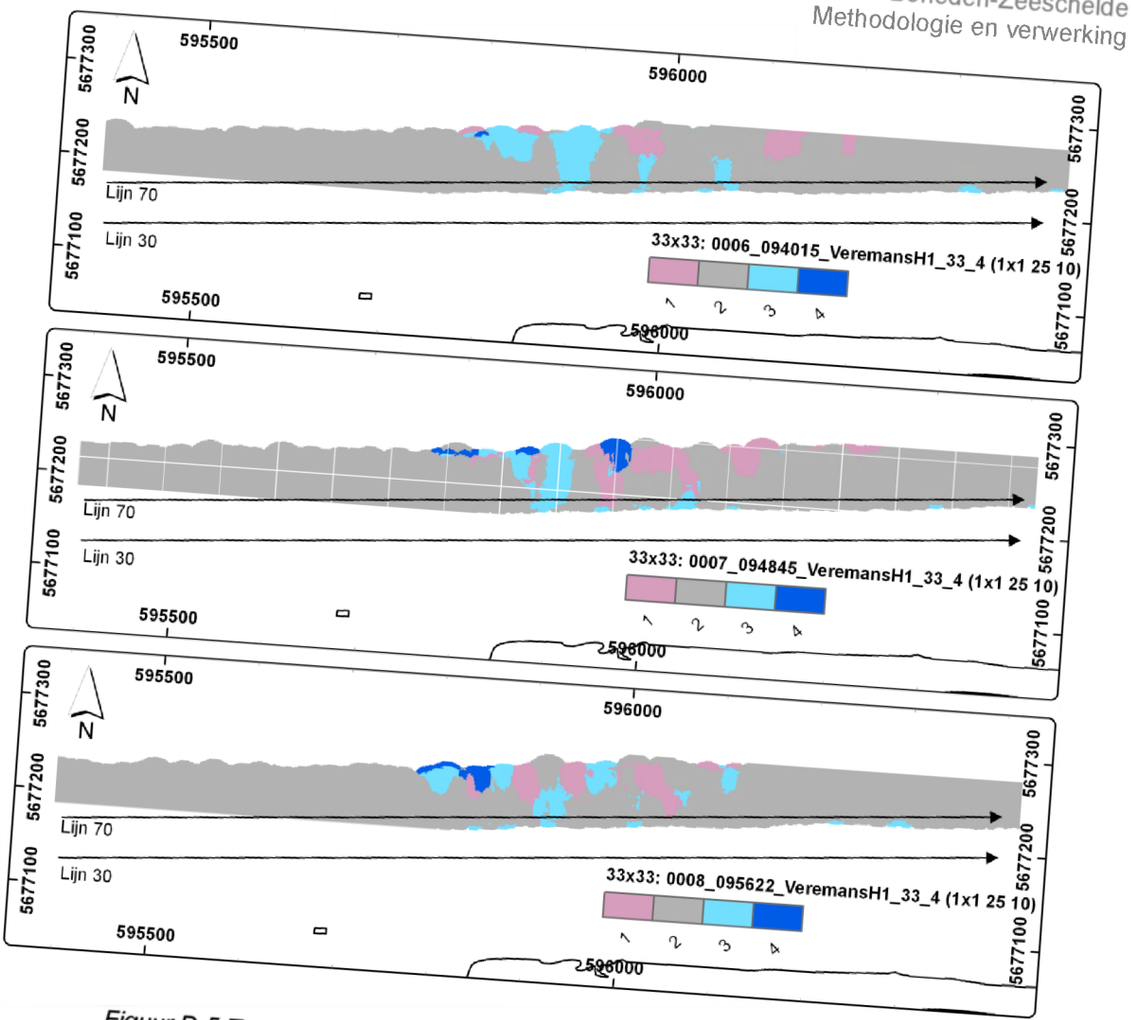
Figuur D-2 Test reproduceerbaarheid bakboord transducer H1 van Parel2. Ruimtelijke verschillen tussen opeenvolgende H1 data van Parel2 gevaren over lijn 70. Boven: verschil tussen lijn 0002 en 0004 is 33%; midden: verschil tussen lijn 0002 en 0006 is 34%; onder: verschil tussen lijn 0004 en 0006 is 10%.



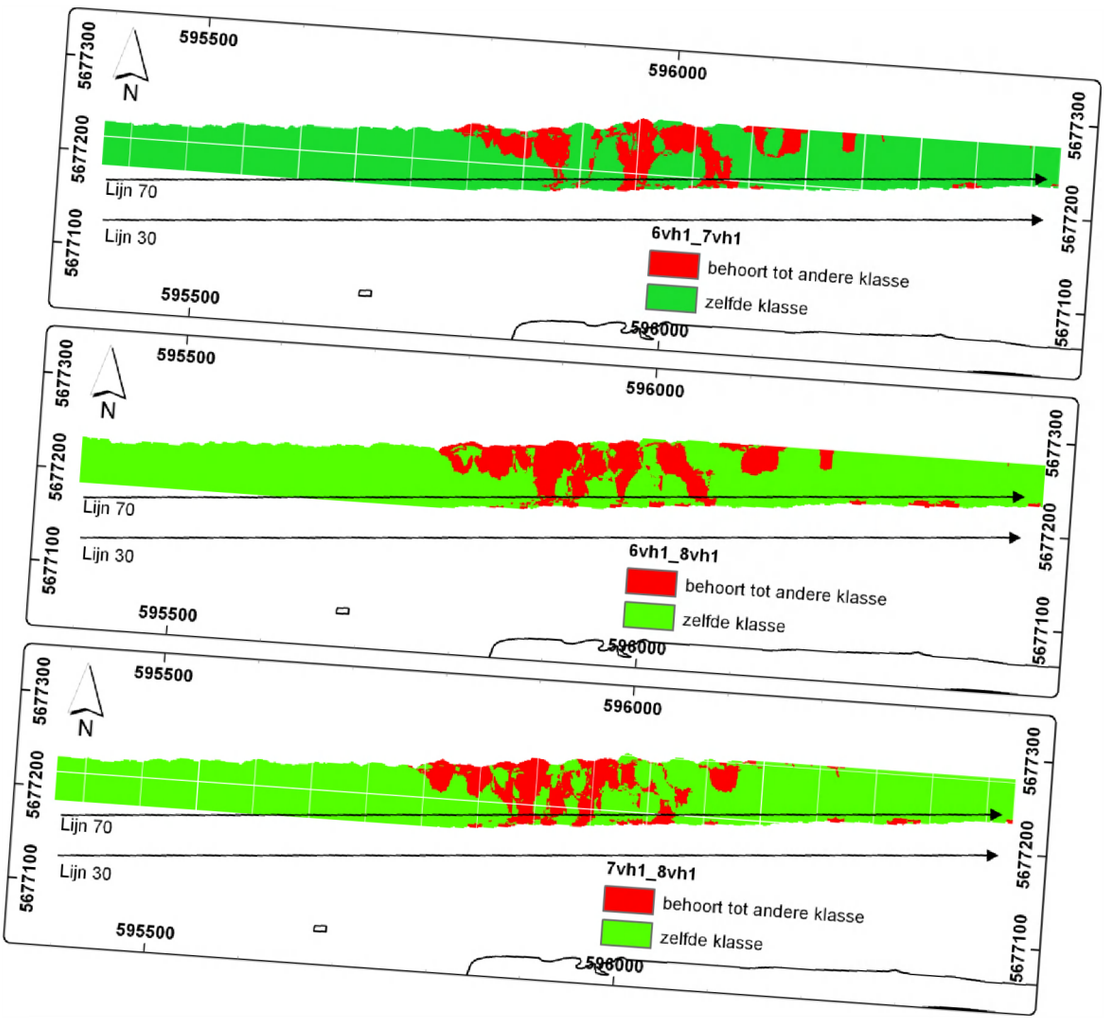
Figuur D-3 Test reproduceerbaarheid stuurboord transducer H2 van Parel2. Classificatiekaarten (4 klassen) van opeenvolgende H2 data van Parel2 gevaren over lijn 70.



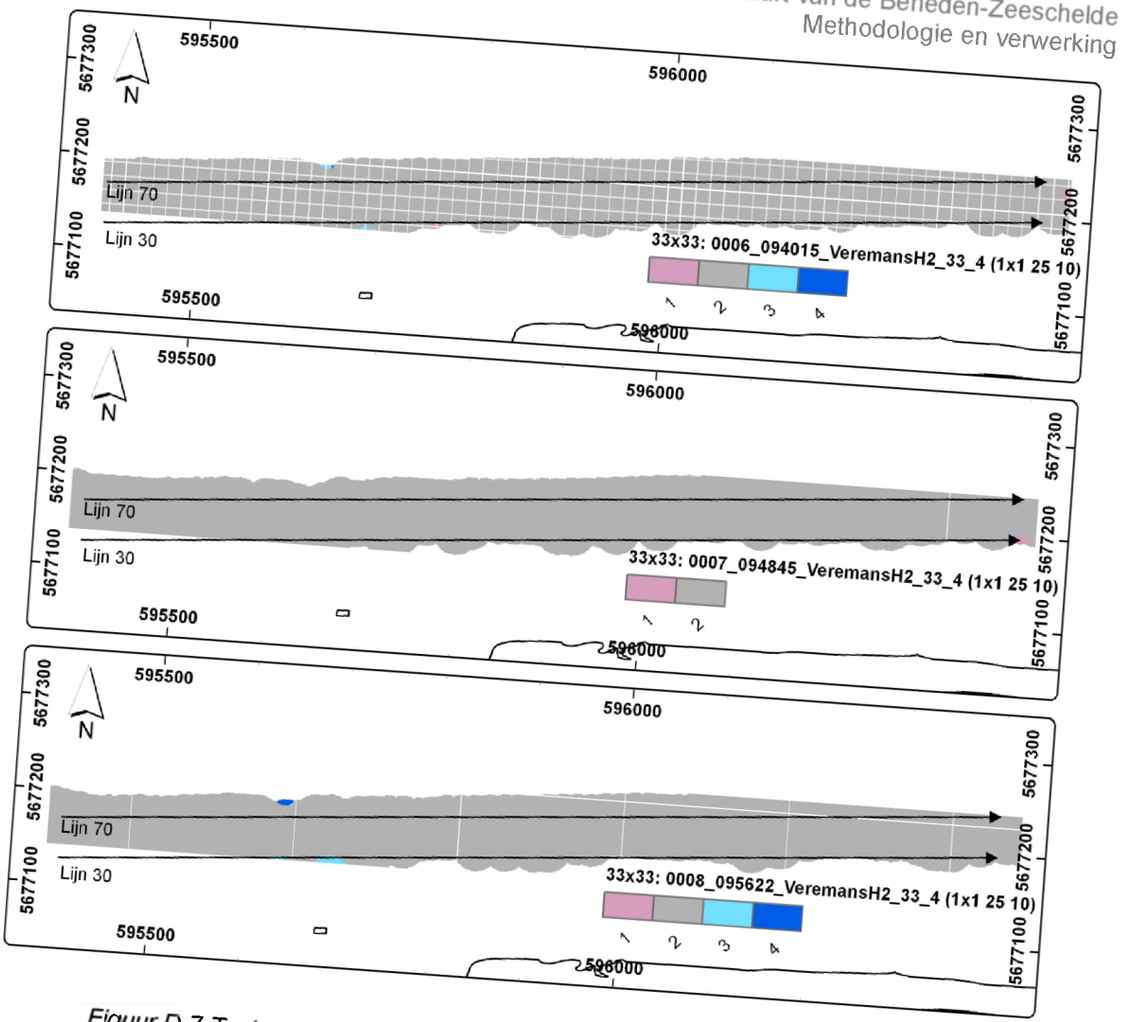
Figuur D-4 Test reproduceerbaarheid bakboord transducer H2 van Parel2. Ruimtelijke verschillen tussen opeenvolgende H2 data van Parel2 gevaren over lijn 70. Boven: verschil tussen lijn 0002 en 0004 is 12%; midden: verschil tussen lijn 0002 en 0006 is 12%; onder: verschil tussen lijn 0004 en 0006 is 1,3%.



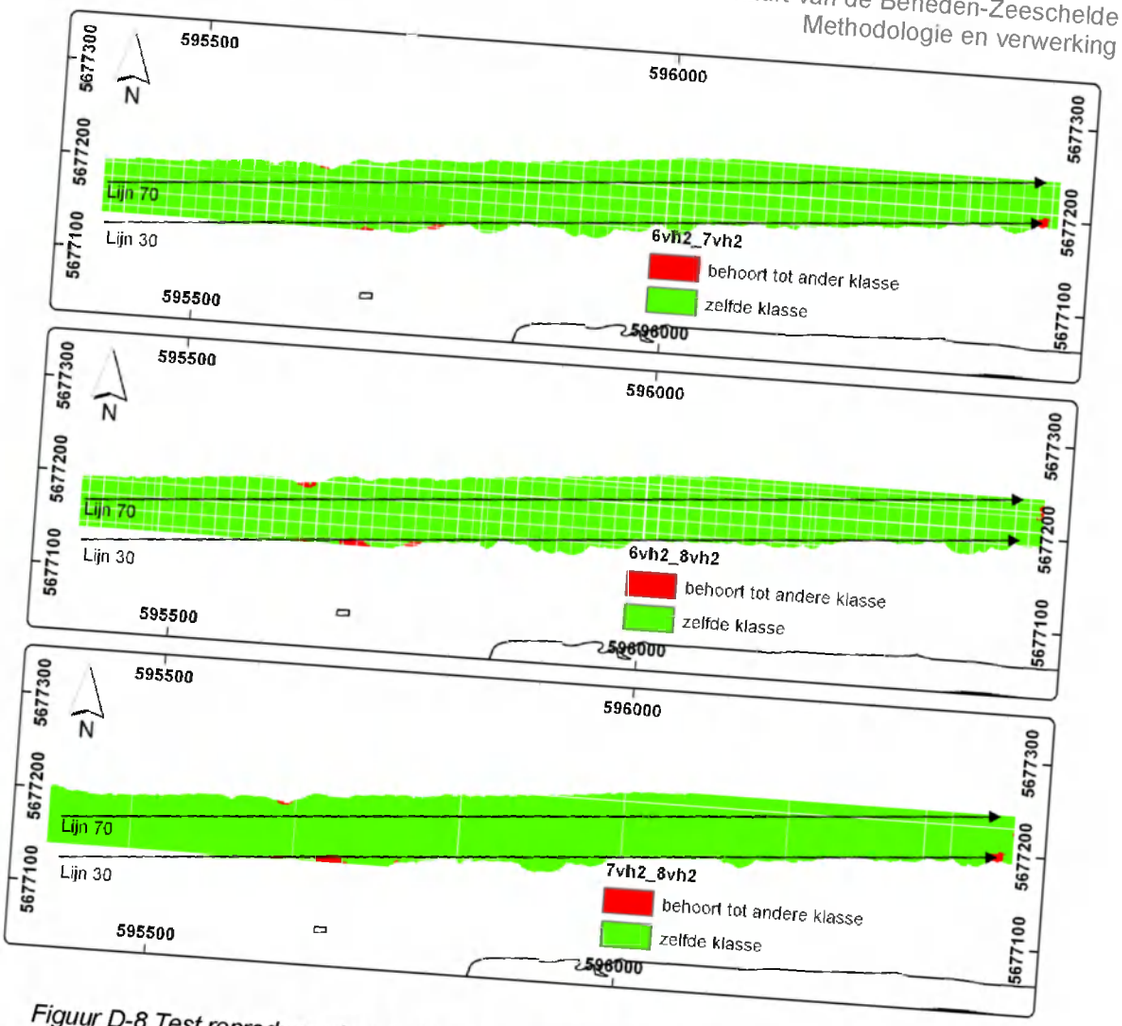
Figuur D-5 Test reproduceerbaarheid bakboord transducer H1 van Veremans. Classificatiekaarten (4 klassen) van opeenvolgende H1 data van Veremans gevaren over lijn 70.



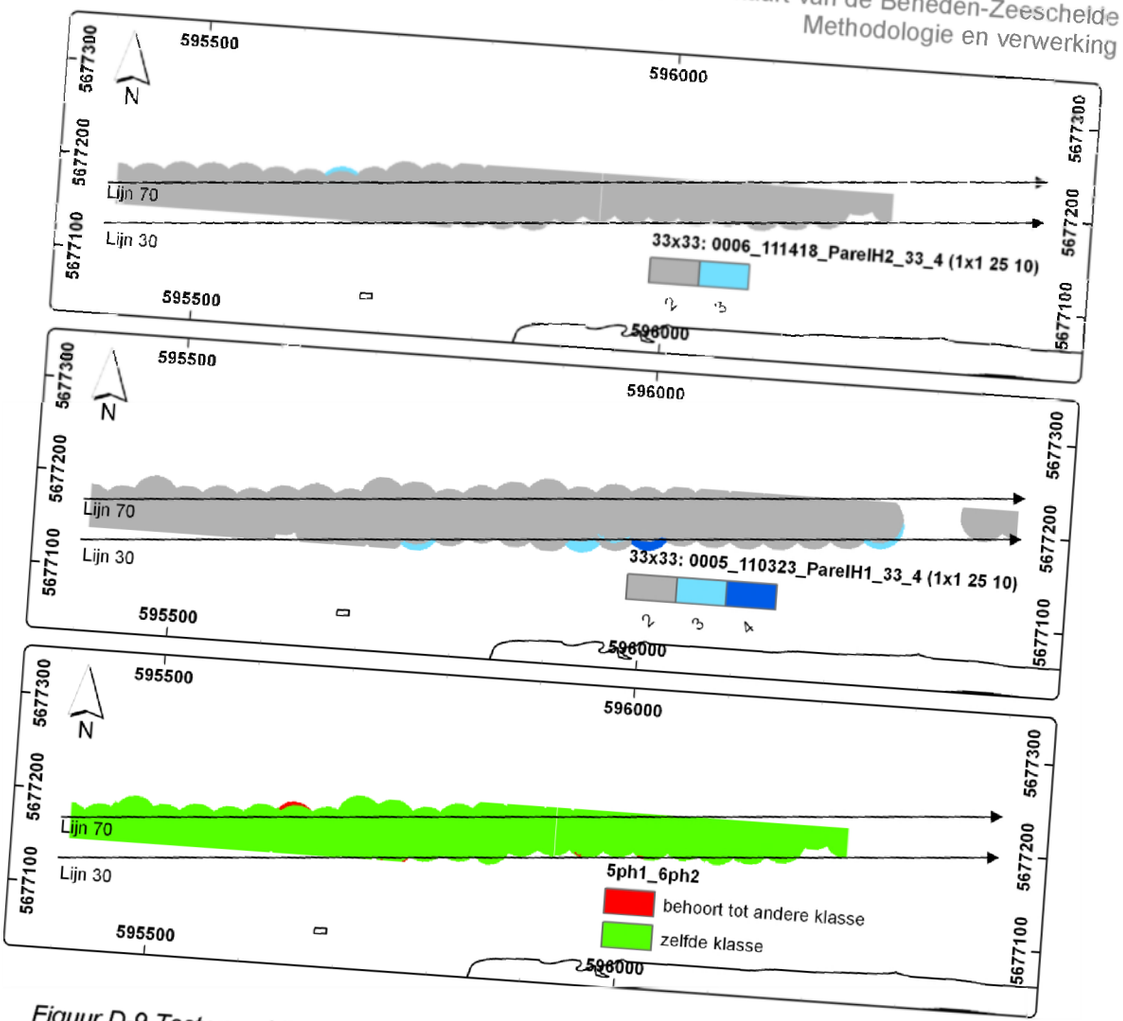
Figuur D-6 Test reproduceerbaarheid bakboord transducer H1 van Veremans. Ruimtelijke verschillen tussen opeenvolgende H1 data van Veremans gevaren over lijn 70. Boven: verschil tussen lijn 0006 en 0007 is 16%; midden: verschil tussen lijn 0006 en 0008 is 19%; onder: verschil tussen lijn 0007 en 0008 is 16%.



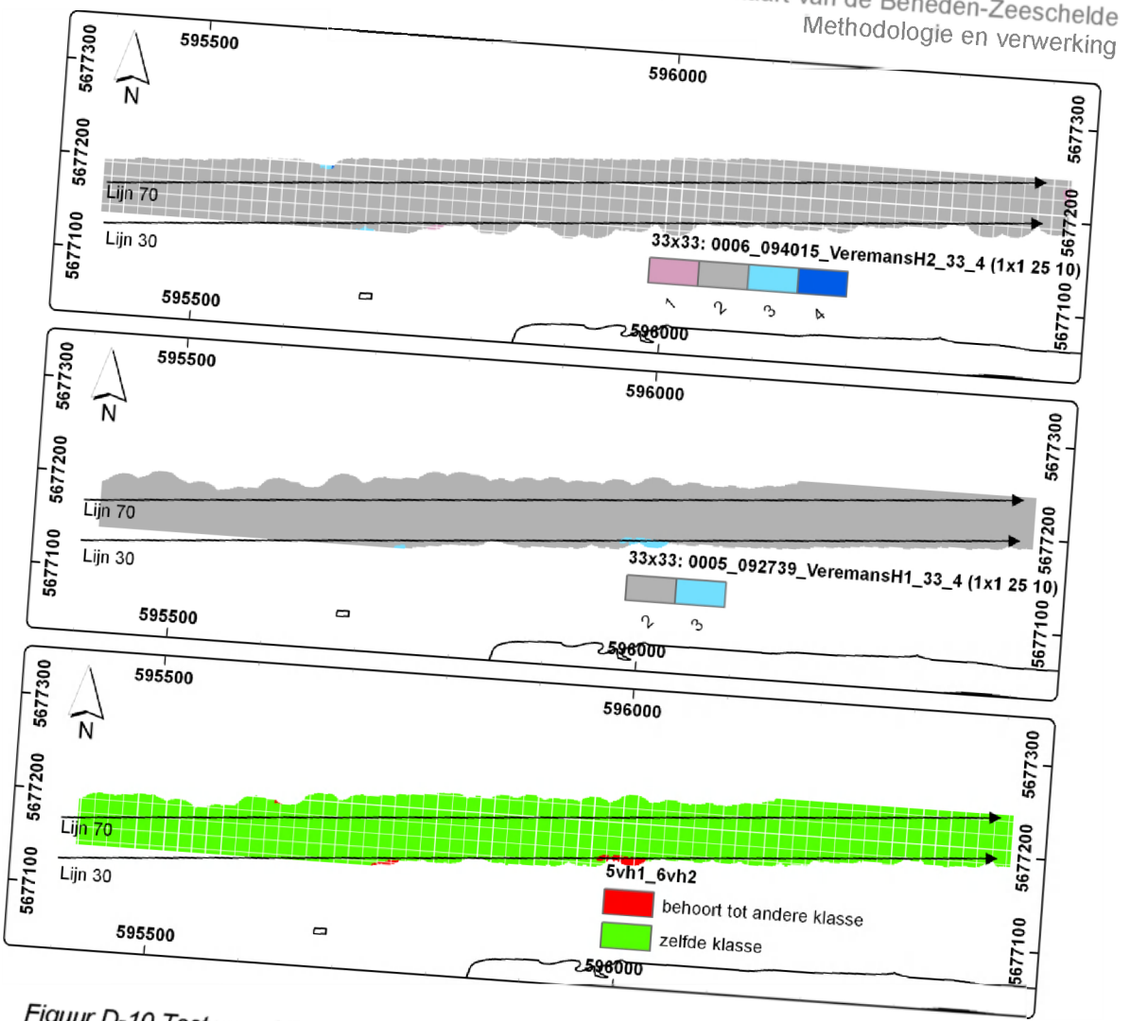
Figuur D-7 Test reproduceerbaarheid stuurboord transducer H2 van Veremans. Classificatiekaarten (4 klassen) van opeenvolgende H2 data van Veremans gevaren over lijn 70.



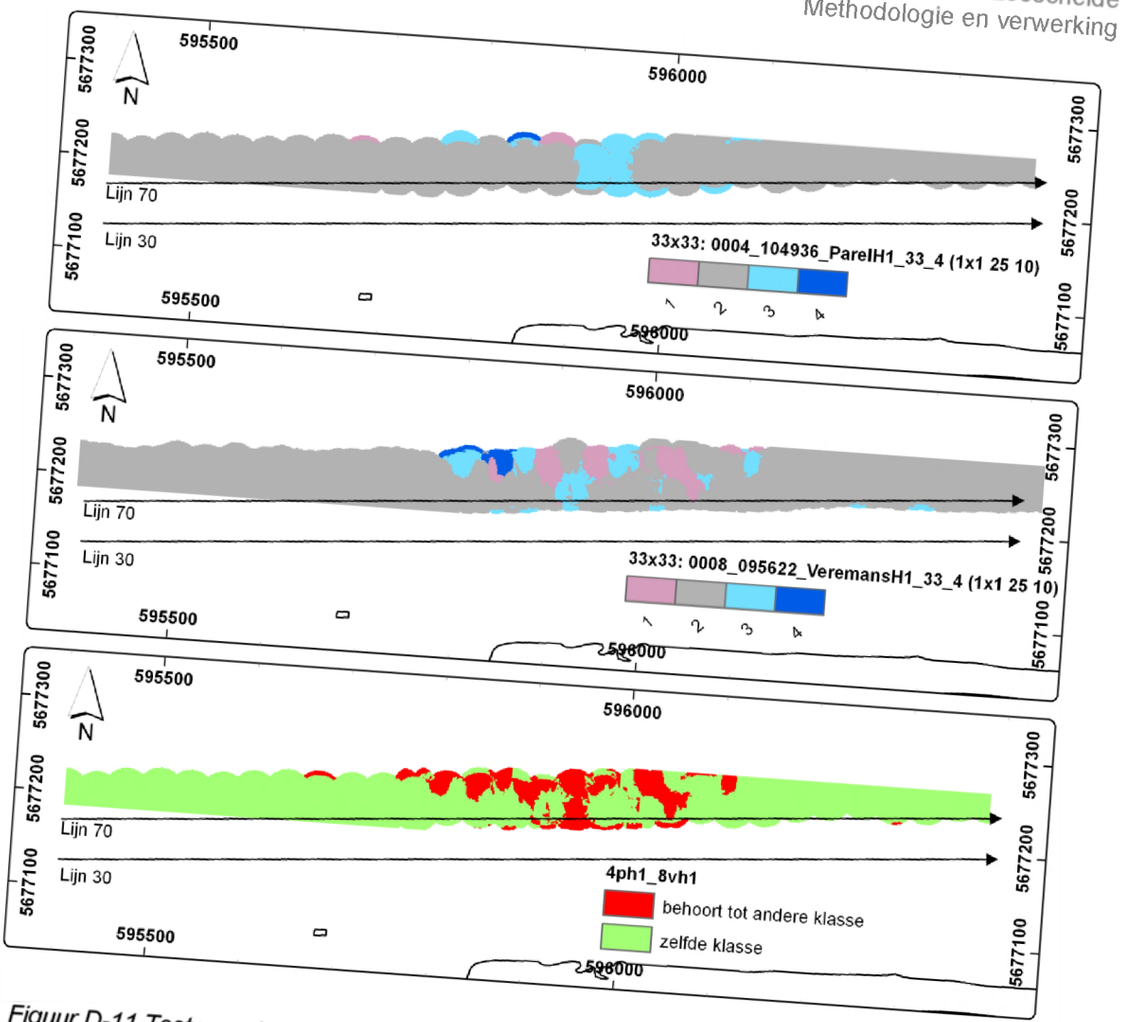
Figuur D-8 Test reproduceerbaarheid bakboord transducer H2 van Veremans. Ruimtelijke verschillen tussen opeenvolgende H2 data van Veremans gevaren over lijn 70. Boven: verschil tussen lijn 0006 en 0007 is 0,4%; midden: verschil tussen lijn 0006 en 0008 is 0,6%; onder: verschil tussen lijn 0007 en 0008 is 0,6%.



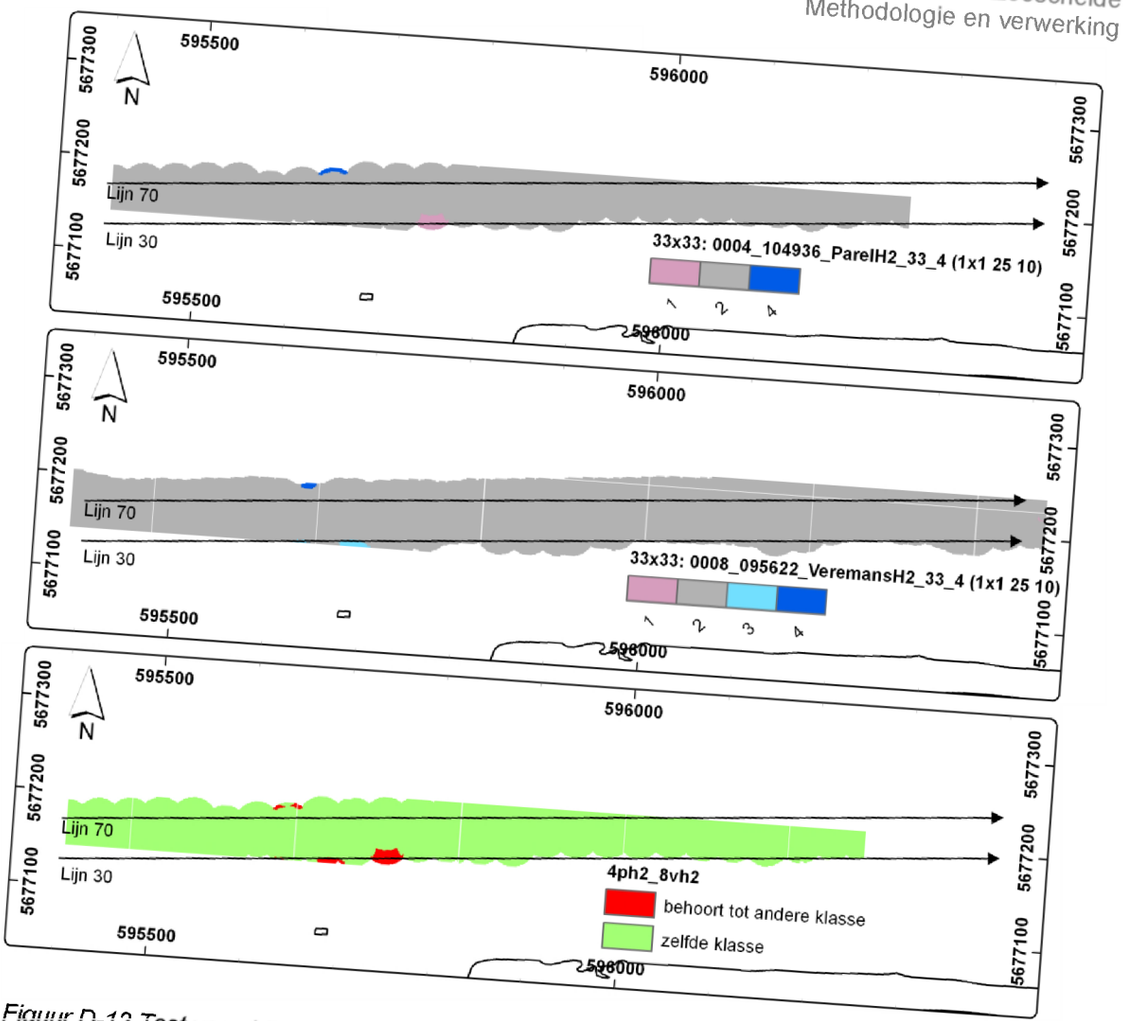
Figuur D-9 Test verschil tussen bakboord transducer H1 en stuurboord transducer H2 van Parel2. Boven: lijn 0006 gevaren over lijn 70; midden: lijn 0005 gevaren over lijn 30; onder: ruimtelijk verschil tussen H1 en H2 kaarten is 0,4%.



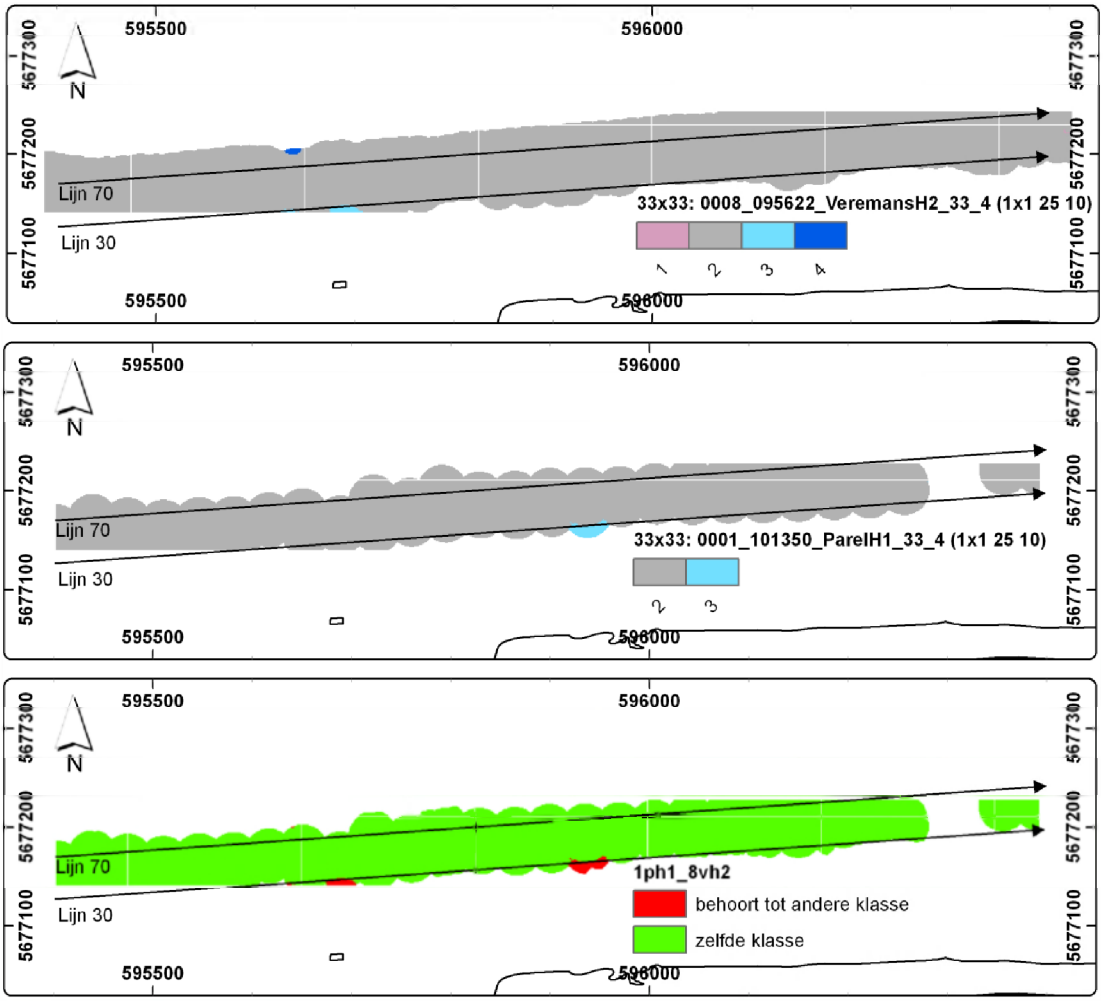
Figuur D-10 Test verschil tussen bakboord transducer H1 en stuurboord transducer H2 van Veremans. Boven: lijn 0006 gevaren over lijn 70; midden: lijn 0005 gevaren over lijn 30; onder: ruimtelijk verschil tussen H1 en H2 kaarten is 0,7%.



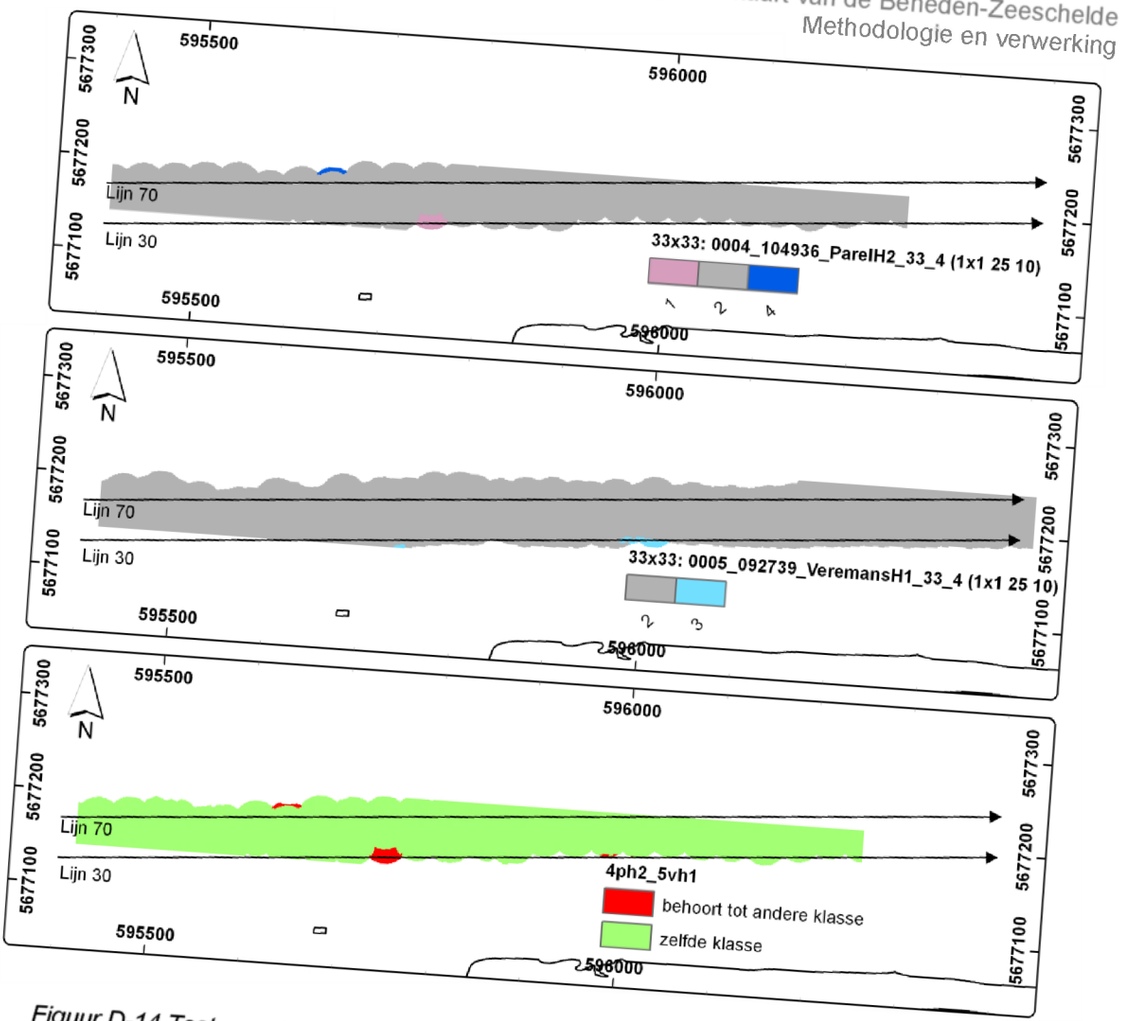
Figuur D-11 Test verschil tussen bakboord transducers H1 van Parel2 en Veremans. De lijnen werden gevaren over lijn 70, dus het heterogene gebied werd vergeleken. Boven: lijn 0004 van Parel2 gevaren over lijn 70; midden: lijn 0008 van Veremans gevaren over lijn 70; onder: ruimtelijk verschil tussen de kaarten is 16%.



Figuur D-12 Test verschil tussen stuurboord transducers H2 van Parel2 en Veremans. De lijnen werden gevaren over lijn 70, dus het homogene gebied werd vergeleken. Boven: lijn 0004 van Parel2 gevaren over lijn 70; midden: lijn 0008 van Veremans gevaren over lijn 70; onder: ruimtelijk verschil tussen de kaarten is 1,5%.



Figuur D-13 Test verschil tussen de stuurboord transducer H2 van Veremans en de bakboord transducer H1 van Parel2. Boven: lijn 0008 van Veremans gevaren over lijn 70; midden: lijn 0001 van Parel2 gevaren over lijn 30; onder: ruimtelijk verschil tussen de kaarten is 1,1%.



Figuur D-14 Test verschil tussen de stuurboord transducer H2 van Parel2 en de bakboord transducer H1 van Veremans. Boven: lijn 0004 van Parel gevaren over lijn 70; midden: lijn 0005 van Veremans gevaren over lijn 30; onder: ruimtelijk verschil tussen de kaarten is 1.3%

Bijlage E Nota I/NO/11341/09.189/JCA

International Marine & Dredging Consultants

Memo

Date: 24/07/09

To: All involved in lithological and geomorphological chart Scheldt surveys

Author: JCA, JME (IMDC)

Documentref: **I/NO/11341/09.189/JCA**

Betreft : 11341 – Lithologische kaart: Tidal, instrument and processing influences on acoustic backscatter and classes

Table of contents

1. INTRODUCTION 2

2. CLEANING & PROCESSING THE DATASETS 2

3. INFLUENCES ON ACOUSTIC BACKSCATTER 2

3.1. SLACK WATER 2

3.1.1. Measurement campaign during slack water around HW on 17/06/2009 2

3.1.2. Measurement campaign during slack water around LW on 24/06/2009 3

3.2. TEMPORAL VARIATION 3

3.3. USING DIFFERENT INSTRUMENTS 4

4. PROCESSING INFLUENCES ON ACOUSTIC CLASSES 4

4.1. USING DIFFERENT INSTRUMENTS AND SPECIFIC CATALOGUE FILES 4

4.2. USING AD RANDOM SELECTION PROCEDURE OF POINTS DURING CLUSTERING 5

4.3. USING DIFFERENT CELL SIZES AND INTERPOLATION RADIA FOR PLOTTING MAPS 6

5. GENERAL CONCLUSIONS 6

International Marine & Dredging Consultants N.V
Coveliersstraat 15 - B 2600, Antwerpen tel. +32 3 270 92 95 - fax +32 3 235 67 11 – E-mail: info@imdc.be

1. INTRODUCTION

This memo describes tidal, instrument and processing influences on acoustic backscatter and acoustic classes generated from a multibeam dataset. The purpose of processing the multibeam dataset in acoustic classes is generating a lithological map of the River Scheldt.

2. CLEANING & PROCESSING THE DATASETS

All the measurements datasets were cleaned and processed in a similar way. In the first step, the data was cleaned with QTC MULTIVIEW 4.5, using following parameters:

- Depth cleaning:
  - Depth threshold: 20
  - Beams to reject: 244-254 (H1) & 1-10 (H2)
- Image masking:
  - Minimum grazing angle: 5
  - Maximum grazing angle: 85

As rectangle size was chosen for a small size of 17x17 which was corresponding to spatial cells of 0.86x0.86m. In a second step, the data were clustered with the auto-clustering (ACE) tool in QTC MULTIVIEW 4.5. The number of classes was depending of the dataset and the best statistical score for that dataset. All the clustering parameters were saved in a catalogue-file.

For the visualization the data were exported to a seabed-file which could be loaded in QTC CLAMS. In CLAMS, the data were interpolated to a regular grid of 5x5m, using an interpolation radius of 10m. In a last step the data was exported to a xyz-file and loaded in MATLAB for making some maps.

3. INFLUENCES ON ACOUSTIC BACKSCATTER

3.1. Slack water

3.1.1. Measurement campaign during slack water around HW on 17/06/2009

Multibeam measurements were conducted on June 17th of 2009 from 10:17 till 11:50 MET to examine a temporal variation in acoustic backscatter during slack water around HW. During this period the vessel Veremans was sailing repeatedly one transect on the River Scheldt nearby ‘Oosterweel’. The tidal gauge in Antwerp detected HW at 10:20 MET. To detect a temporal variation in the dataset every sailed transect was compared to the integrated dataset and was visualized in a difference map. The integrated dataset is the dataset where all the data of that measurement campaign were merged to one general dataset. The merged dataset was used for clustering the data in several acoustic classes (clusters). In this case, 4 ‘acoustic’ classes was chosen and one catalogue file was used for visualizing the acoustic backscatter of every single transect. A 4-classes map and difference map were visualized per transect and are illustrated in Annex A.

All the 4-classes maps show a similar general spatial pattern in the 4 classes with small deviations at the transition zones. The temporal variations around HW are given in Table 3-1. The table shows the time after HW and the percentages of cells which differ with the acoustic classes of the integrated dataset. During the campaign the percentages are varying around 11% with a minimum of 9% and maximum of 12%. There is only a small or no variation in acoustic backscatter around HW or slack water.

Table 3-1: Overview of the spatial variation in acoustic classes for the HW measurement campaign.

Cycle nr.	Time after HW [HH:MM]	Spatial difference in acoustic classes [%]	Cycle nr.	Time after HW [HH:MM]	Spatial difference in acoustic classes [%]
1	-00:03	11	11	01:16	11
2	00:03	11	12	01:26	11
3	00:10	11	13	01:36	11
4	00:18	12	14	01:43	11
5	00:26	11	15	01:51	11
6	00:33	10	16	01:59	11
7	00:41	9	17	02:07	10
8	00:50	11	18	02:15	11
9	01:00	11	19	02:22	12
10	01:08	10	20	02:29	11

3.1.2. Measurement campaign during slack water around LW on 24/06/2009

The measurement campaign during slack water around HW was repeated on June 24th of 2009 from 10:55 till 13:15 MET and was held during slack water around LW. At the tidal gauge Antwerp LW was detected at 11:30 MET. The 4-classes maps and difference maps are illustrated in Annex A. All maps show a similar general spatial pattern with small deviations at the transition zones. The temporal variation around LW is given in Table 3-2 and the differences are varying around 12%. The minimum is 10% and the maximum is 14%. There is only a small or no variation in acoustic backscatter around LW or slack water.

Table 3-2: Overview of the spatial variation in acoustic classes for LW measurement campaign

Cycle nr.	Time after LW [HH:MM]	Spatial difference in acoustic classes [%]	Cycle nr.	Time after LW [HH:MM]	Spatial difference in acoustic classes [%]
1	-00:35	12	10	00:30	11
2	-00:28	14	11	00:38	11
3	-00:21	11	12	00:45	11
4	-00:15	12	13	00:52	11
5	-00:06	11	14	00:59	12
6	00:00	11	15	01:05	12
7	00:08	12	16	01:12	11
8	00:17	12	17	01:18	13
9	00:23	10	18	01:24	12

3.2. Temporal variation

The measurement campaigns to examine the influences of slack water were organized at the same location in the river Scheldt but on a different moment. These datasets were used for determining the temporal variation in acoustic backscatter at Oosterweel.

The spatial difference in backscatter between the two datasets was 13%. The difference can be explained by the time span of one week between the two campaigns. During this period

the physical characteristics of the riverbed could have been changed. The maps are given in Annex B.

3.3. Using different instruments

In this section, the influence of using different multibeam instruments is examined. Each multibeam has his own specific instrument characteristics. A measurement campaign was organized with two different multibeam instruments on June 4th of 2009. One multibeam was installed on vessel Veremans and the other one on vessel Parel2. The vessels were sailing in the same area of the River Scheldt at 'Plaat van de Parel' and at same moment.

Both instruments or datasets were processed separately with one catalogue file to compare the acoustic backscatter. After processing, the data were merged together and an 'integrated' catalogue file was created. The catalogue file was applied to Veremans, Parel2 and integrated dataset resulting in 3 clustering maps and 3 difference maps (see Annex C). This procedure was followed for catalogue files with 4 and 7 classes.

Table 3-3: Spatial difference in acoustic classes (percentage) between 2 multibeam instruments for catalogue file with 4 and 7 classes.

Name Dataset	***4 classes***			***7 classes***		
	Veremans	*Parel2*	*Integrated*	*Veremans*	*Parel2*	*Integrated*
Veremans	-	33%	14%	-	42%	15%
Parel2	33%	-	24%	42%	-	29%
Integrated	14%	24%	-	15%	29%	-

Table 3-3 shows the results of the spatial difference in acoustic backscatter. The difference between the 2 multibeam instruments or between Veremans and Parel2 datasets on the acoustic backscatter is 33% for 4 classes and 42% for 7 classes. Despite of the large spatial variation between the instruments both maps illustrate in general a similar spatial pattern in acoustic classes. Most of the instrument variation arises at transition zones e.g. between navigation channel and bank or at small patches of acoustic classes. The small acoustic patches grow with the number of classes whereby the variation increases.

The dataset of Veremans (97482 records or rectangles) is larger than the dataset of Parel2 (47897 records) which results in a lower spatial difference between integrated and Veremans dataset (14 and 15%) compared to integrated and Parel2 dataset (24 and 29%).

4. PROCESSING INFLUENCES ON ACOUSTIC CLASSES

4.1. Using different instruments and specific catalogue files

Instead of using one catalogue on the dataset of June the 4th 2009, dataset of every instrument was processed with his specific catalogue file for 4 classes. The data were clustered with the auto-clustering (ACE) tool in QTC MULTIVIEW 4.5 running with following settings:

- Parel2 and veremans dataset: 5 iterations per class and for 1000 records;
- Integrated dataset: 5 iterations per class and for 2000 records.

The 3 maps of Veremans, Parel2 and integrated are visualized in Annex D. In general all maps illustrate a similar spatial pattern where class 'light blue' is dominating in map of Parel2 dataset, with an equilibrium between class 'red' and 'light blue' in the map of the Veremans dataset and a dominating class 'red' in the map of the integrated dataset. The maps present a small difference between class 'light blue' and 'red' which result in a large percentage of spatial difference. The percentages of spatial differences are shown in Table 4-1. In this table the spatial difference between Veremans and Parel2 datasets is 41%. The difference is probably caused by the fact that only 1 or 2% of the data and an ad random procedure were used during the clustering process.

Table 4-1: Spatial difference in clustered classes (percentage) between datasets of June the 4th 2009, where the clustering of every dataset is processed with 1000 or 2000 records.

Name Dataset	**4 classes**		
	Veremans (1000)	*Parel2 (1000)*	*Integrated (2000)*
Veremans (1000)	-	41%	21%
Parel2 (1000)	41%	-	44%
Integrated (2000)	21%	44%	-

Table 4-1 show also a spatial difference of 44% between datasets of the Parel2 and the integrated, which is large compared to datasets of the Veremans and integrated (21%). This is probably the effect of the unbalanced number of records between the 2 datasets. The dataset of Veremans (97482 records or rectangles) is larger than the dataset of Parel2 (47897 records).

A similar test was repeated with using 10% of the records of each dataset during the clustering process. Practical, the data was clustered with following settings:

- Parel2 dataset: 5 iterations per class and for 4790 records;
- Veremans dataset: 5 iterations per class and for 9748 records;
- Integrated dataset: 5 iterations per class and for 14538 records.

The results are visualized in Annex D and are compared to the previous results. Class 'light blue' is now more dominating compared to the previous set of maps (except for Parel2 dataset) and in the 'new' map of the Veremans dataset class 'yellow' is moved to the concave bank of the river. The spatial differences are given in Table 4-2. Table 4-2 shows a difference of 37% between datasets of Parel2 and Veremans which is smaller comparing to previous results. The difference between the Veremans dataset clustered with 10% records and clustered with 1000 records is 31% and for the Parel2 dataset 17%. We can conclude that using more records during the clustering process has a positive effect on the final result. It is also possible that effect of the number of records decreases if the rectangle size becomes larger.

Compared to the previous run, the datasets of Veremans and Parel2 versus the integrated dataset are more similar, 24% and 29%. This is the effect of running every clustering process with 10% of the data.

Table 4-2:Spatial difference in clustered classes (percentage) between datasets of June the 4th 2009, where the clustering of every dataset is processed with 10% of the records.

Name Dataset	**4 classes**					
	Veremans (10%)	*Parel2 (10%)*	*Integrated (10%)*	*Veremans (1000)*	*Parel2 (1000)*	*Integrated (2000)*
Veremans (10%)	-	37%	29%	31%	-	-
Parel2 (10%)	37%	-	24%	-	17%	-
Integrated (10%)	29%	24%	-	-	-	23%

4.2. Using ad random selection procedure of points during clustering

Another test was executed to examine the effect of the ad random selection procedure during the clustering. For the Parel2 dataset a new catalogue file was generated by using 1000 records and 5 iterations. The results are illustrated in Annex D. Comparison of the 'new' map

with the 'old' map shows that spatial patterns are similar. The spatial difference between the two maps is 16%. So ad random selection procedure has a small effect on the total result. It is possible that effect of the ad random procedure decreases if the rectangle size becomes larger.

4.3. Using different cell sizes and interpolation radia for plotting maps

To examine the effect of using different cell sizes and interpolation radia 3 different maps of the same dataset were generated with different cell sizes and interpolation radia. The first map was created with cell size of 5x5m and a interpolation radius of 10m, a second map with a cell size of 10x10m and interpolation radius of 20m and the last one with a cell size of 20x20m and a interpolation radius of 40m. The maps are visualized in Annex D and the spatial differences in Table 4-3. Table 4-3 illustrates that there are no differences between maps with cell sizes 10x10m (radius: 20m) and 20x20m (radius: 40m). There is a difference between 5x5m (radius: 10m) and 10x10m (radius: 20m) or 20x20m (radius: 40m).

Table 4-3: Spatial differences between different cell sizes and interpolation radia which are applied to integrated datasets of Parel2 and Veremans with a catalogue file with 7 classes.

Name Dataset	***7 classes***		
	5x5m – 10m	*10x10m – 20m*	*20x20m – 40m*
5x5m – 10m	-	12%	12%
10x10m – 20m	12%	-	0%
20x20m – 40m	12%	0%	-

5. GENERAL CONCLUSIONS

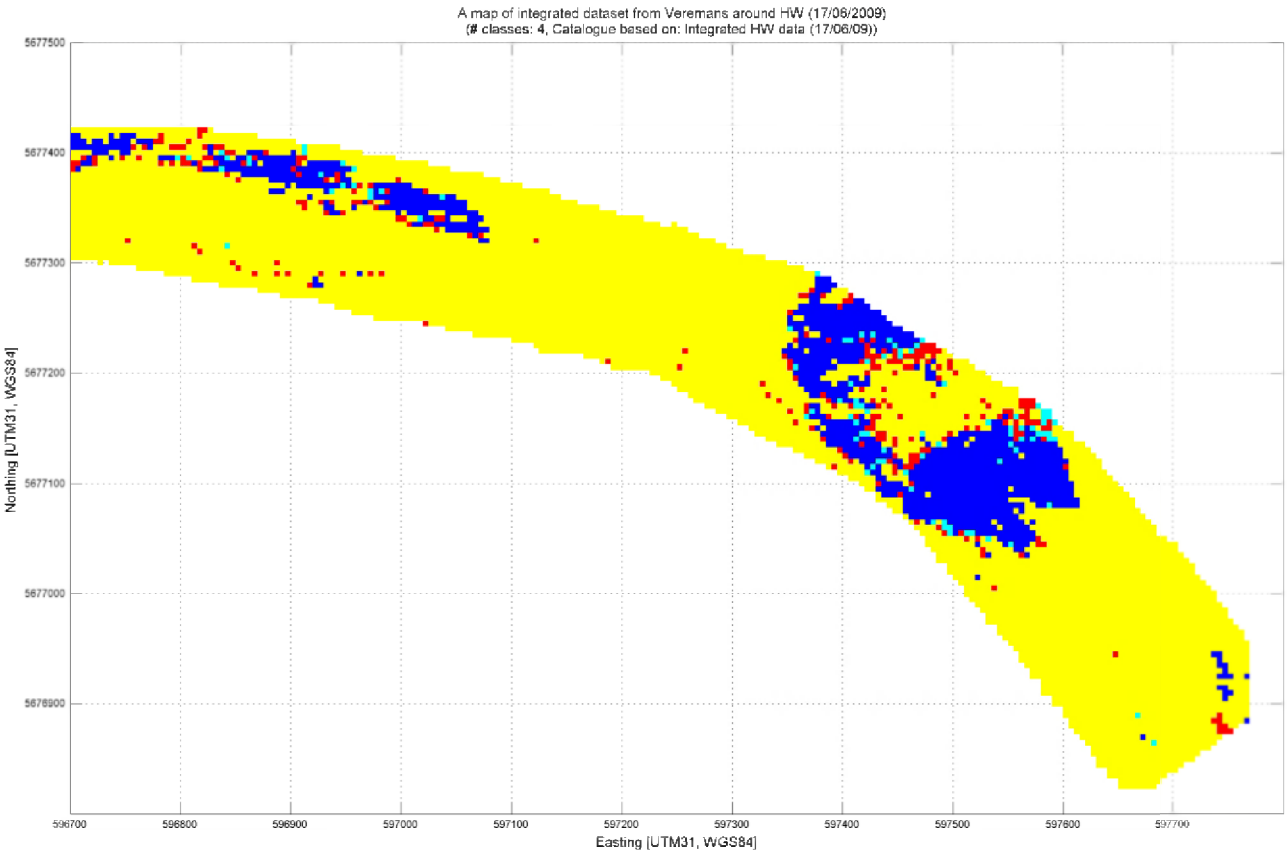
In general we can list some conclusions:

- There is no influence of slack water detected in these datasets
- When using a rectangle size of 17x17, the use of different instruments has an influence on the resulting acoustic backscatter. It is possible that the effect of using different instruments decreases if the rectangle size becomes larger.
- The catalogue file has a large effect on the resulting acoustic classes. It is possible that the effect decreases if the rectangle size of the dataset becomes larger. Anyway, the best strategy to generate a catalogue file is:
    - Using one catalogue file for the whole (integrated) dataset
    - Using a lot of iterations and records
    - Specifying a small range for the number of classes for saving time
    - Processing several catalogue files, comparing them and looking for the stable zones.
- When using a rectangle size of 17x17, interpolation radia of 20m or more give the same result in spatial distribution of acoustic classes.

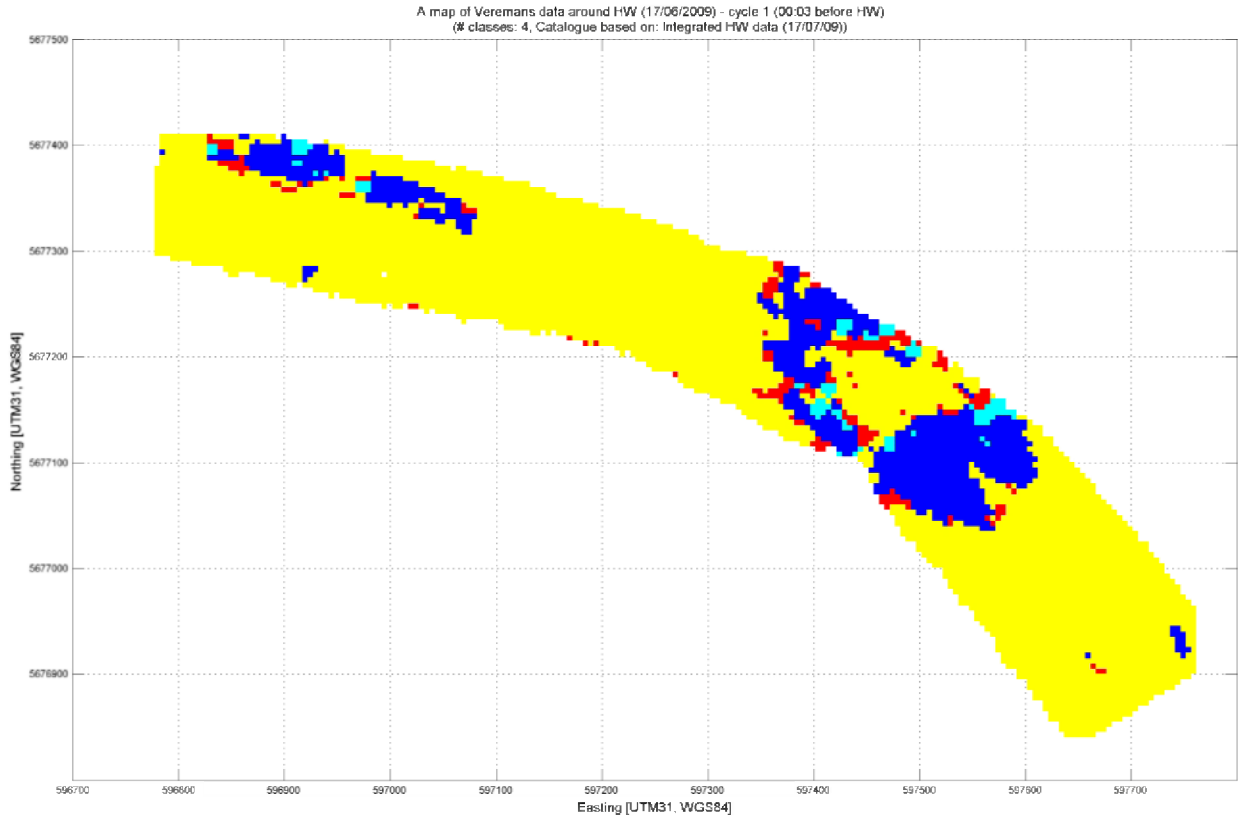
Annex A Maps of measurement campaigns around slack water – Influences of slack water on acoustic backscatter

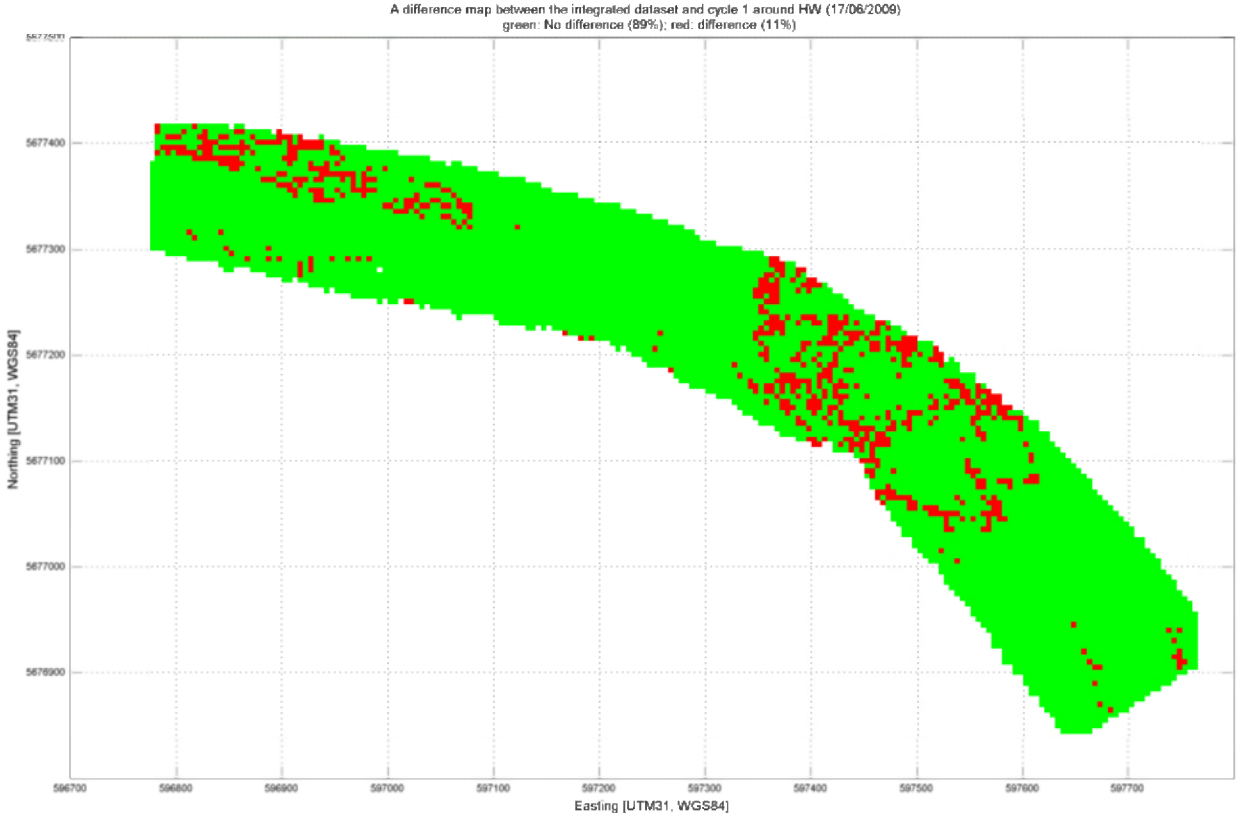
A.1 Measurement campaign around HW on 17/06/2009

INTEGRATED MAP OF ALL SAILED TRANSECTS

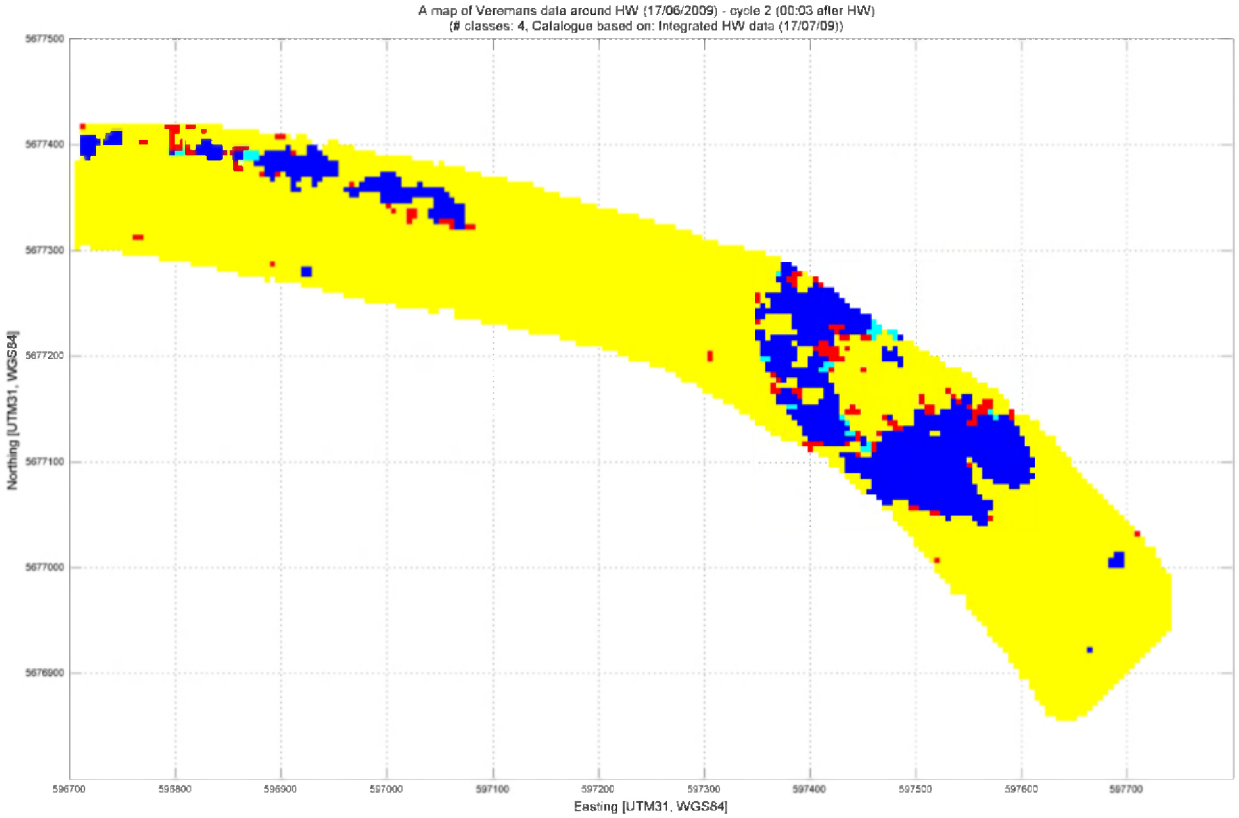


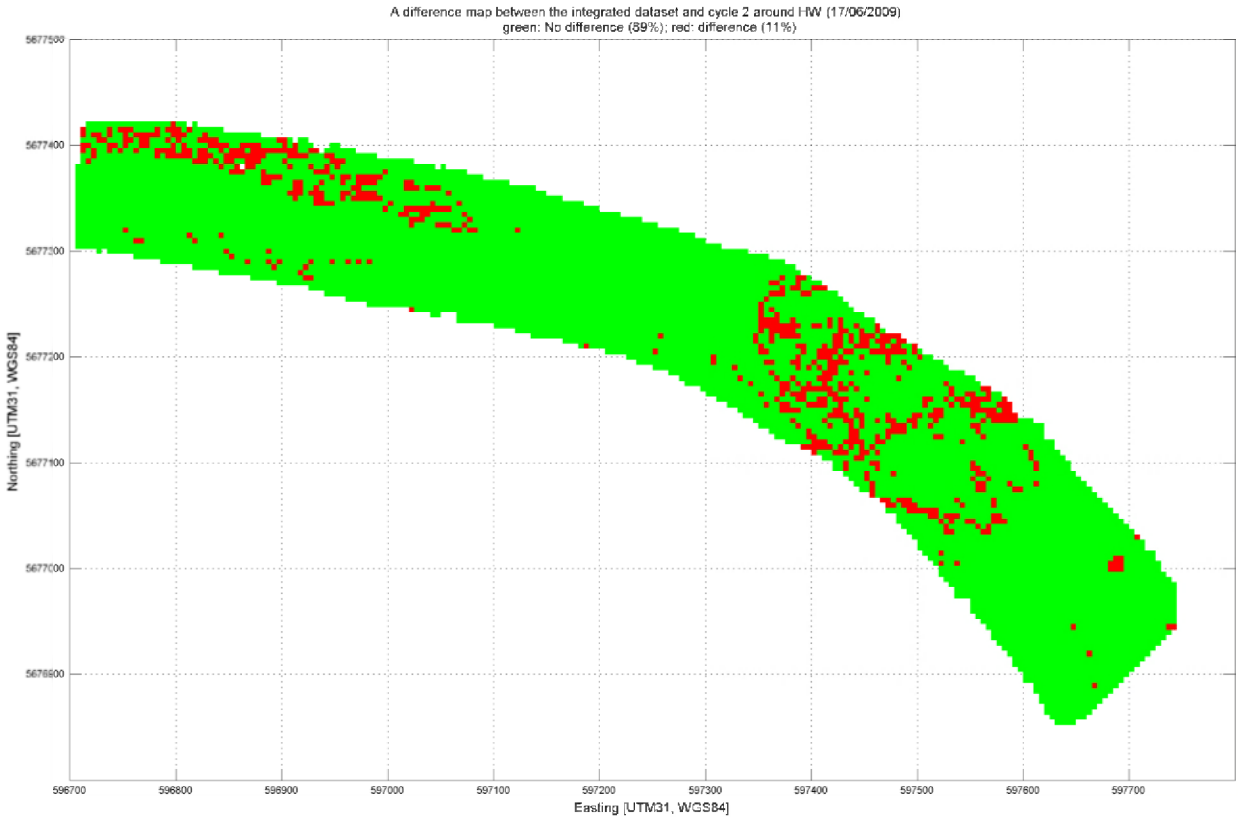
CYCLE 1 – 00:03 before HW



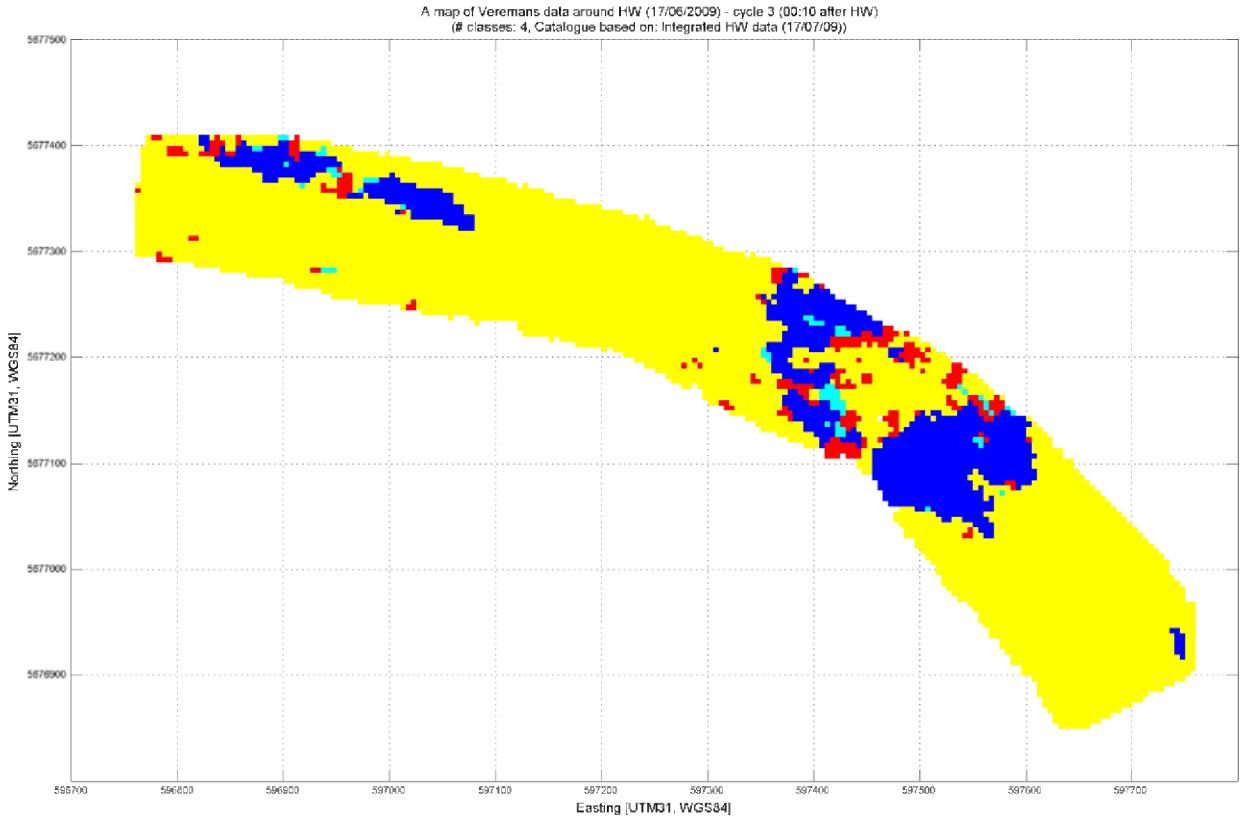


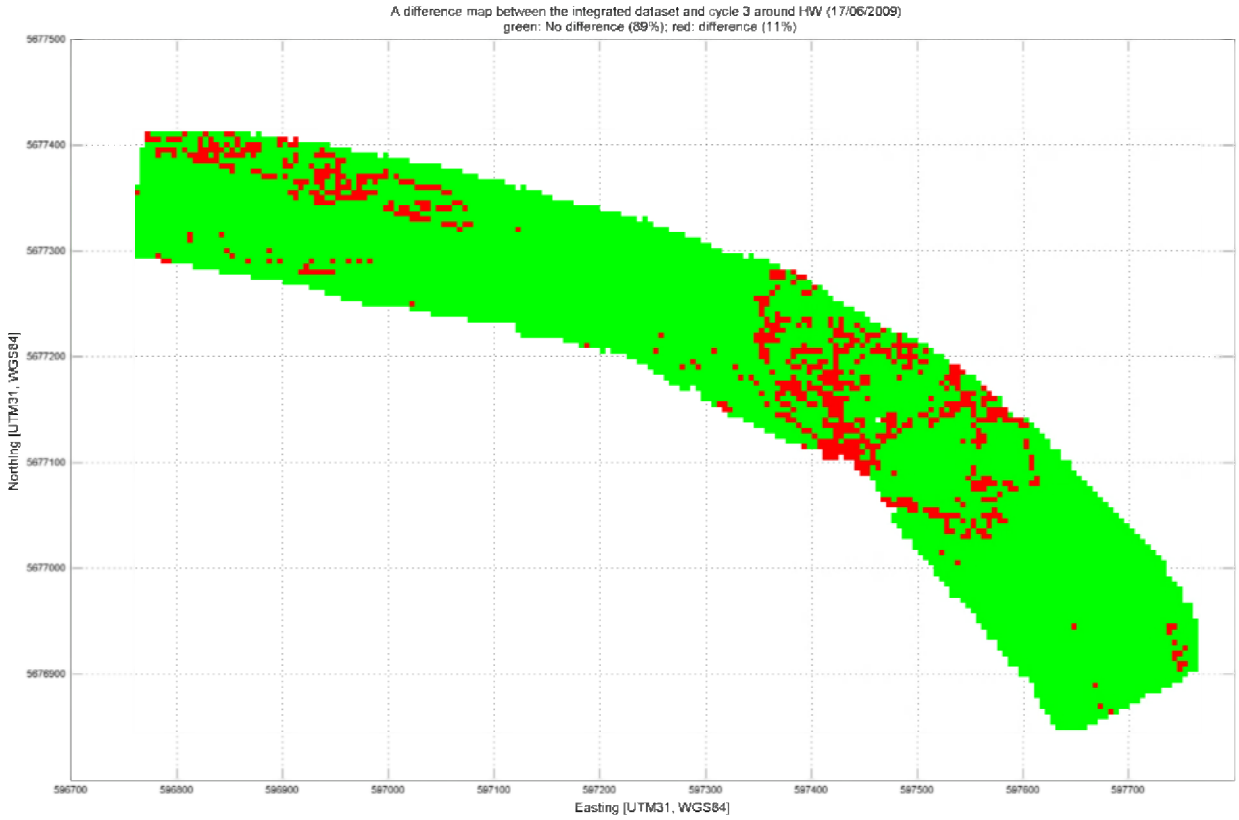
CYCLE 2 – 00:03 after HW



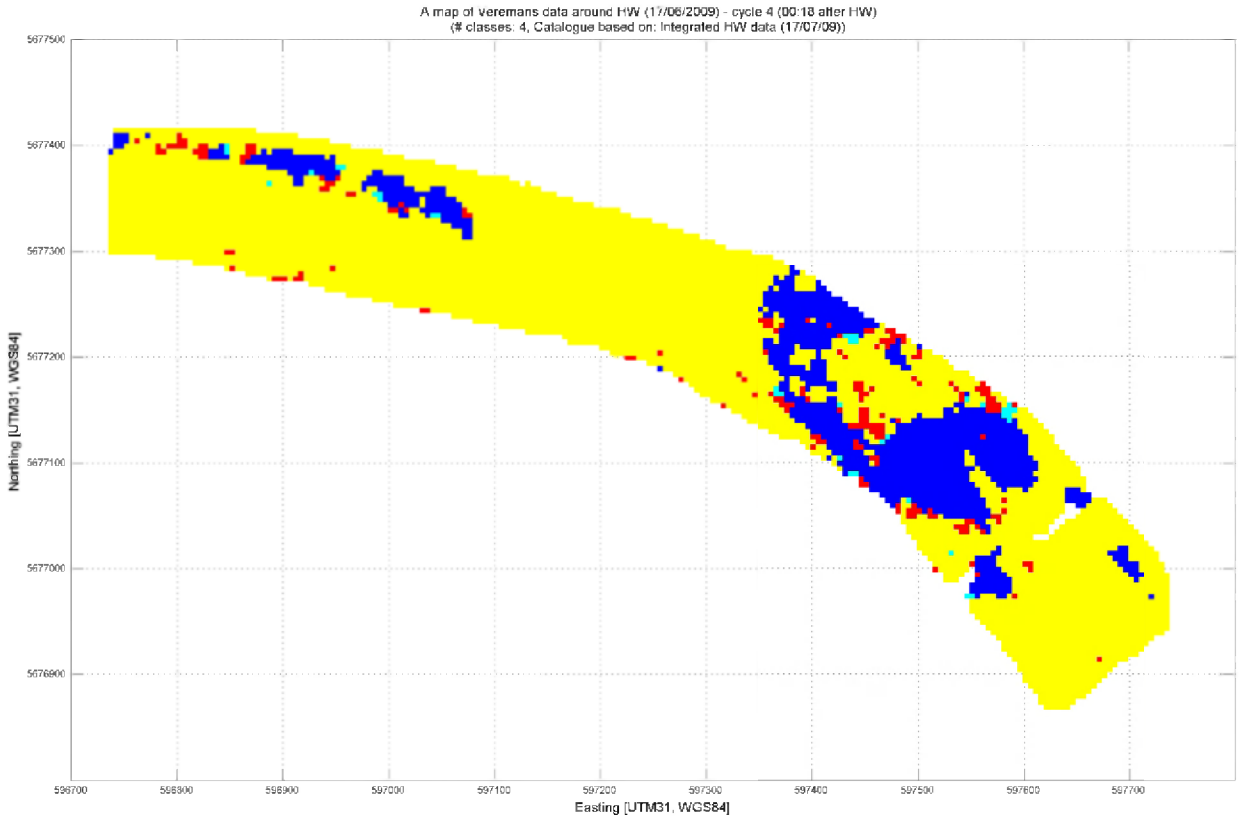


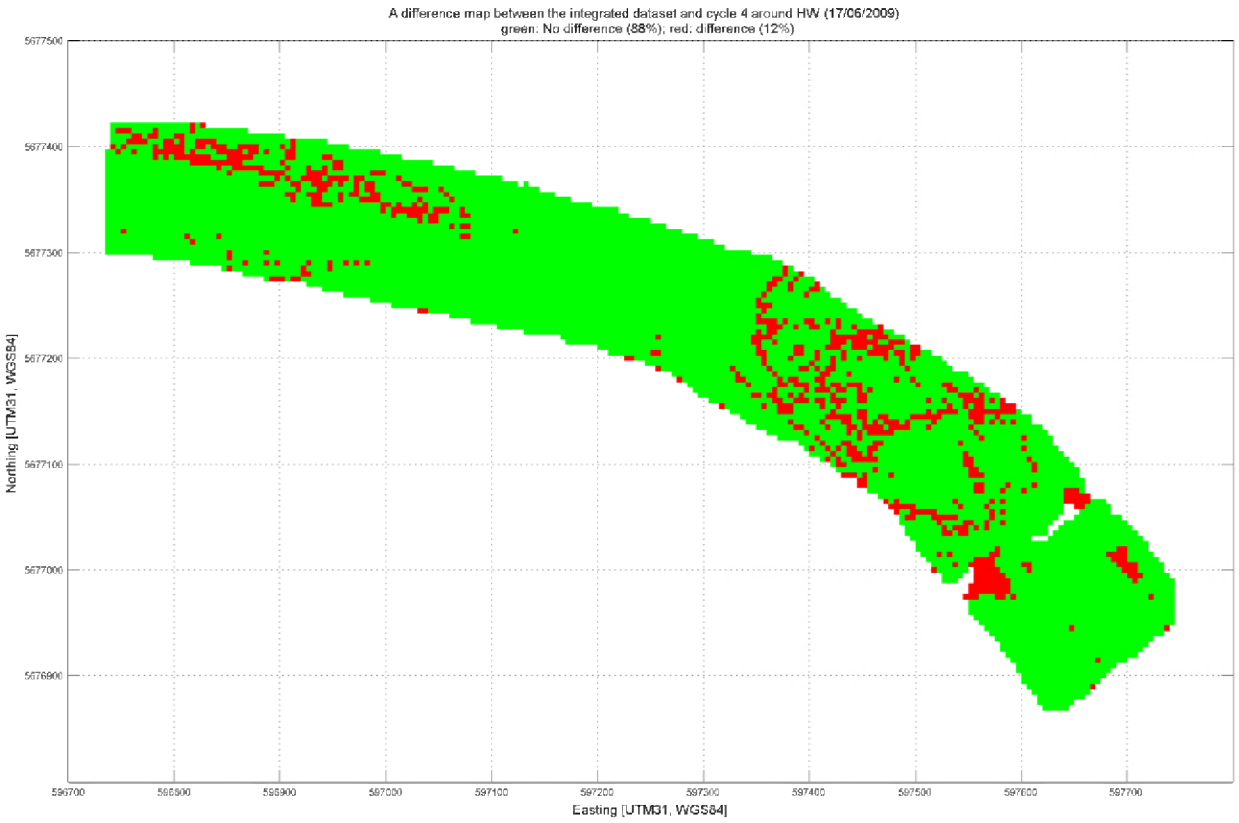
CYCLE 3 – 00:10 after HW



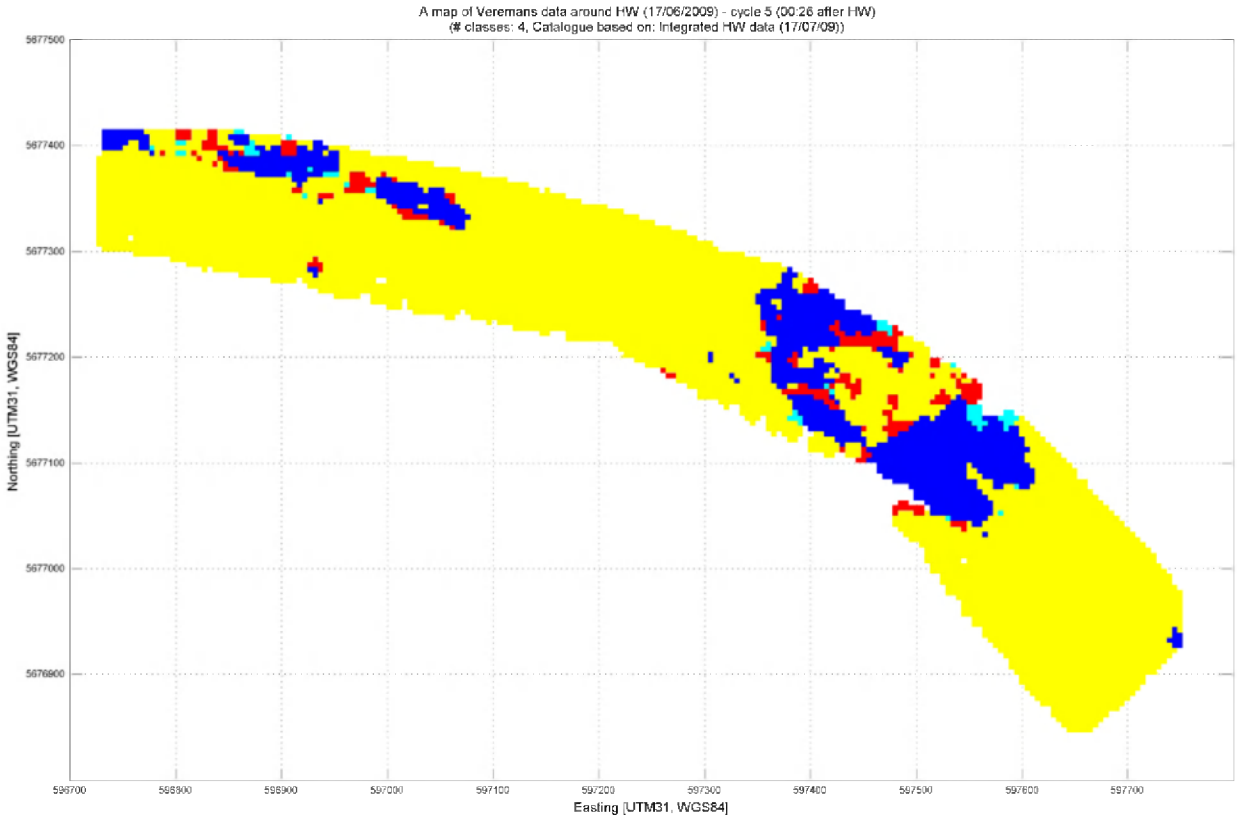


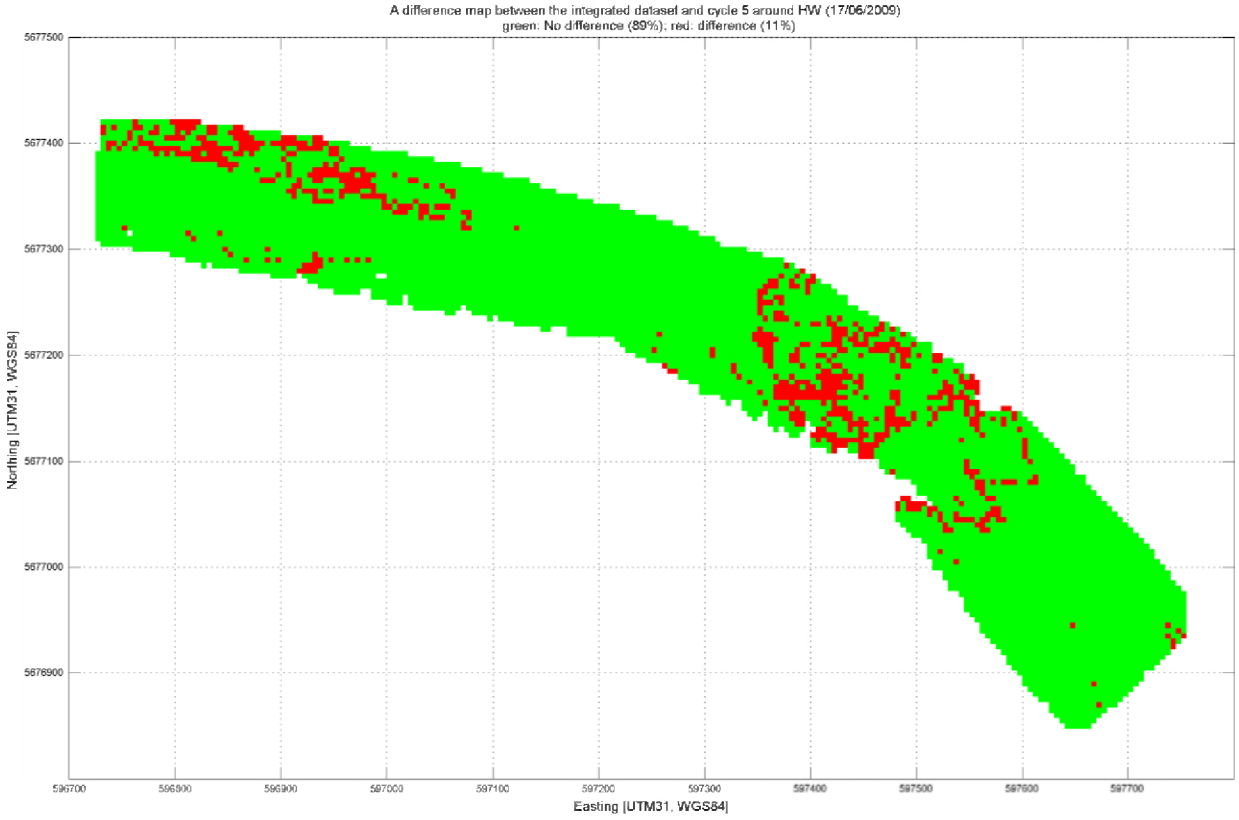
CYCLE 4 – 00:18 after HW



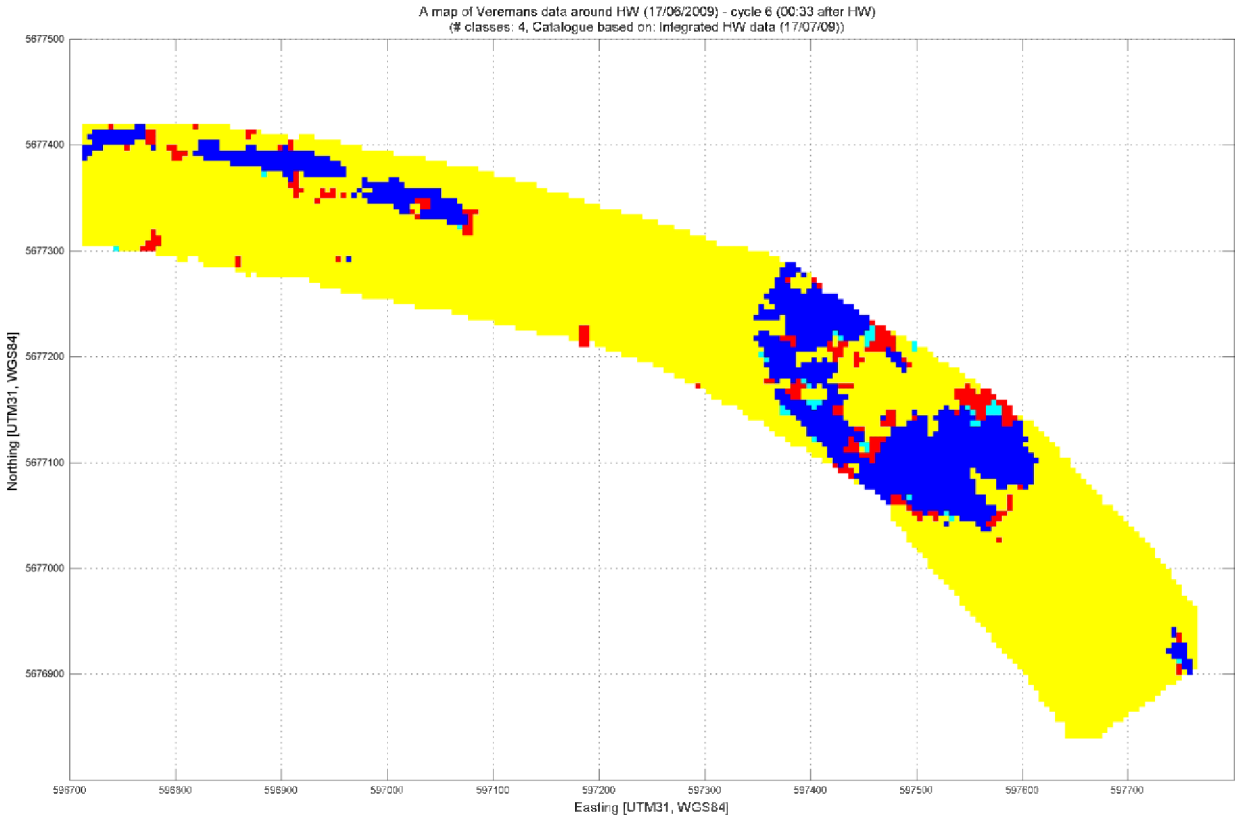


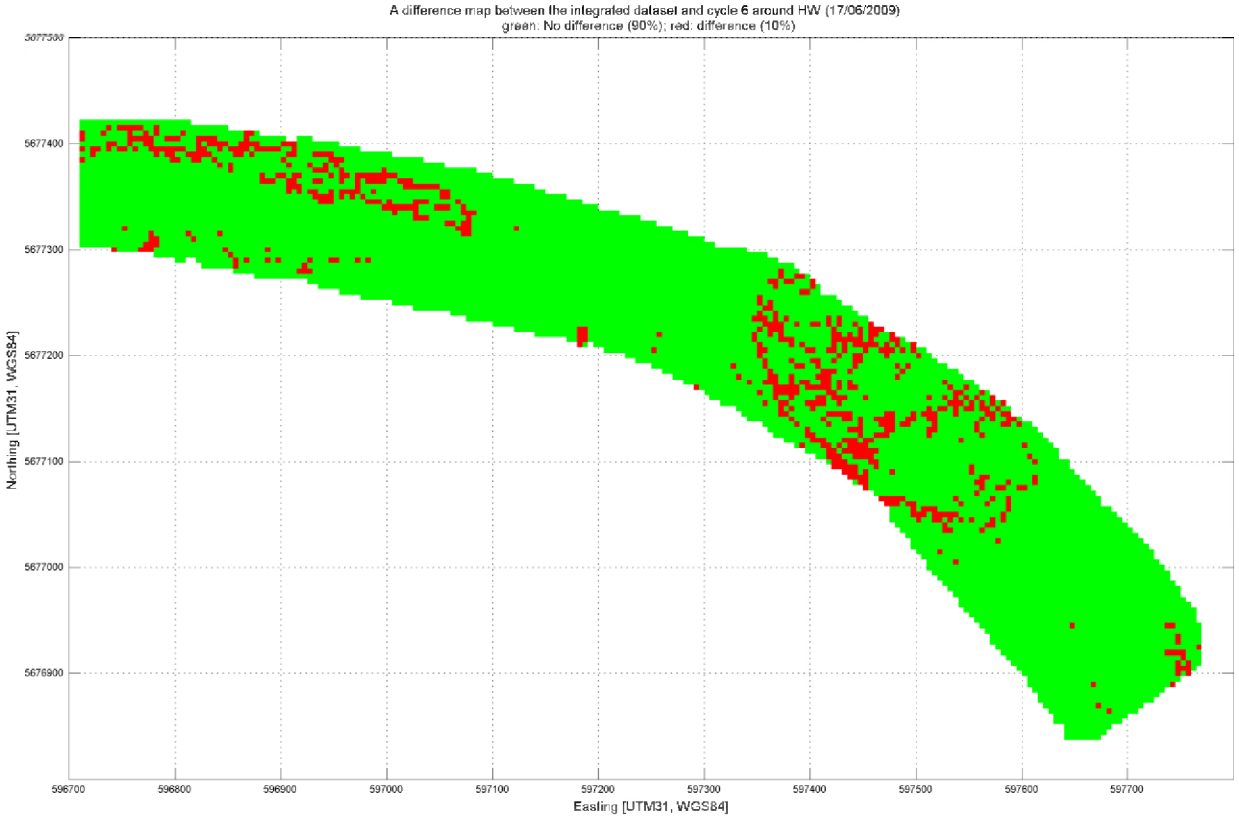
CYCLE 5 – 00:26 after HW



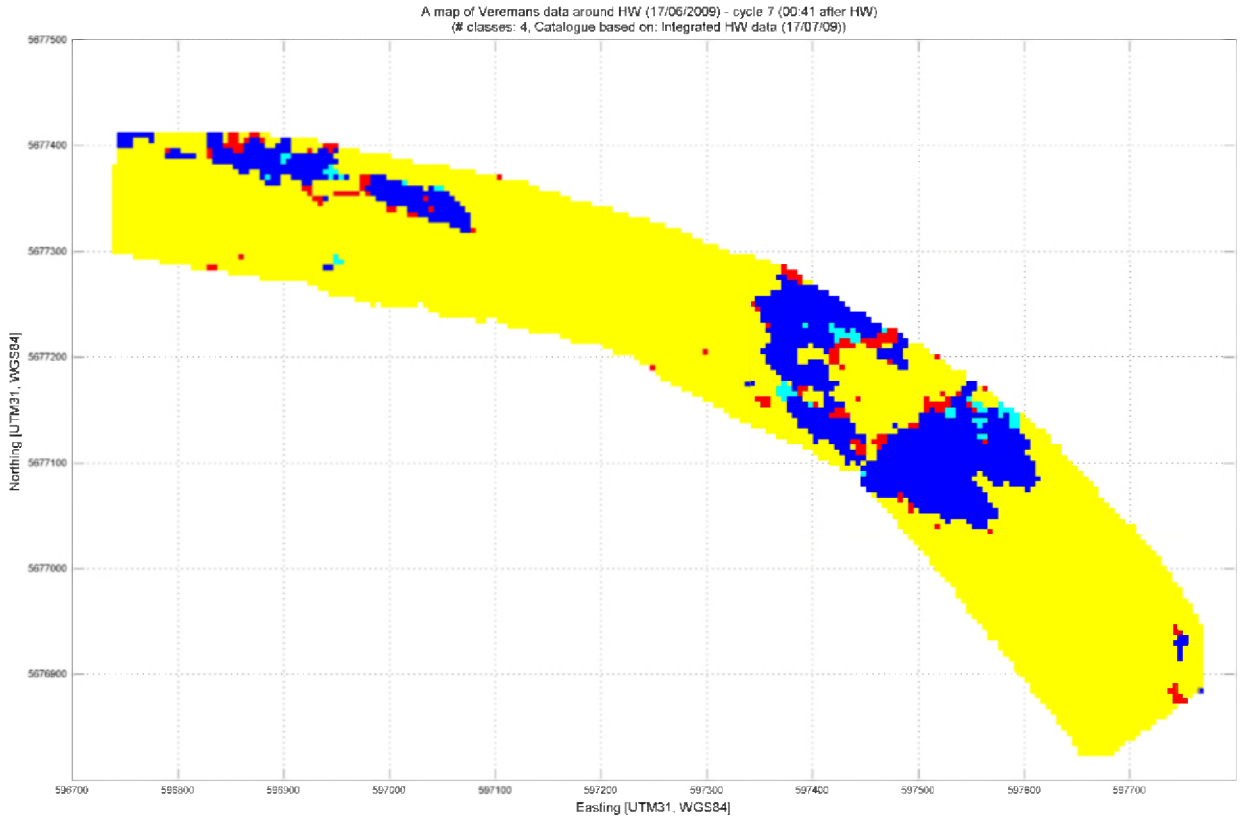


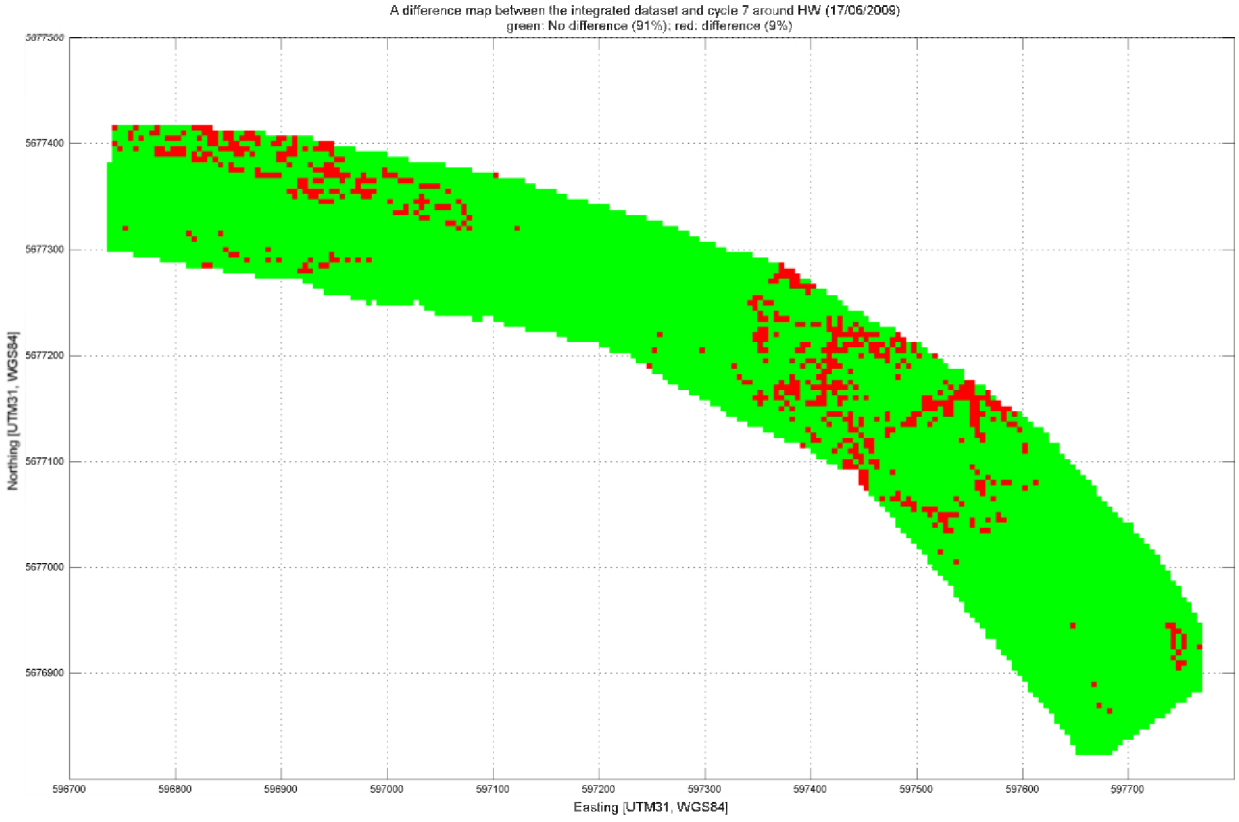
CYCLE 6 – 00:33 after HW



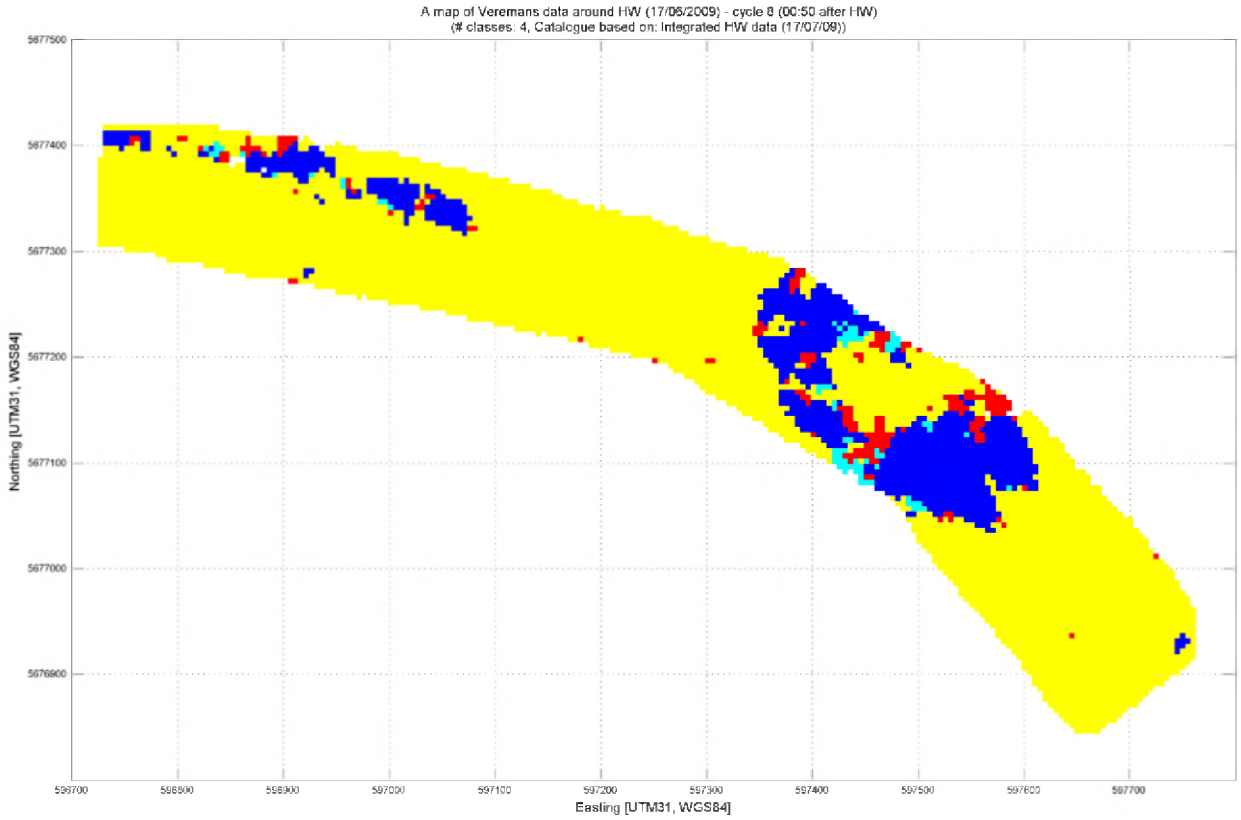


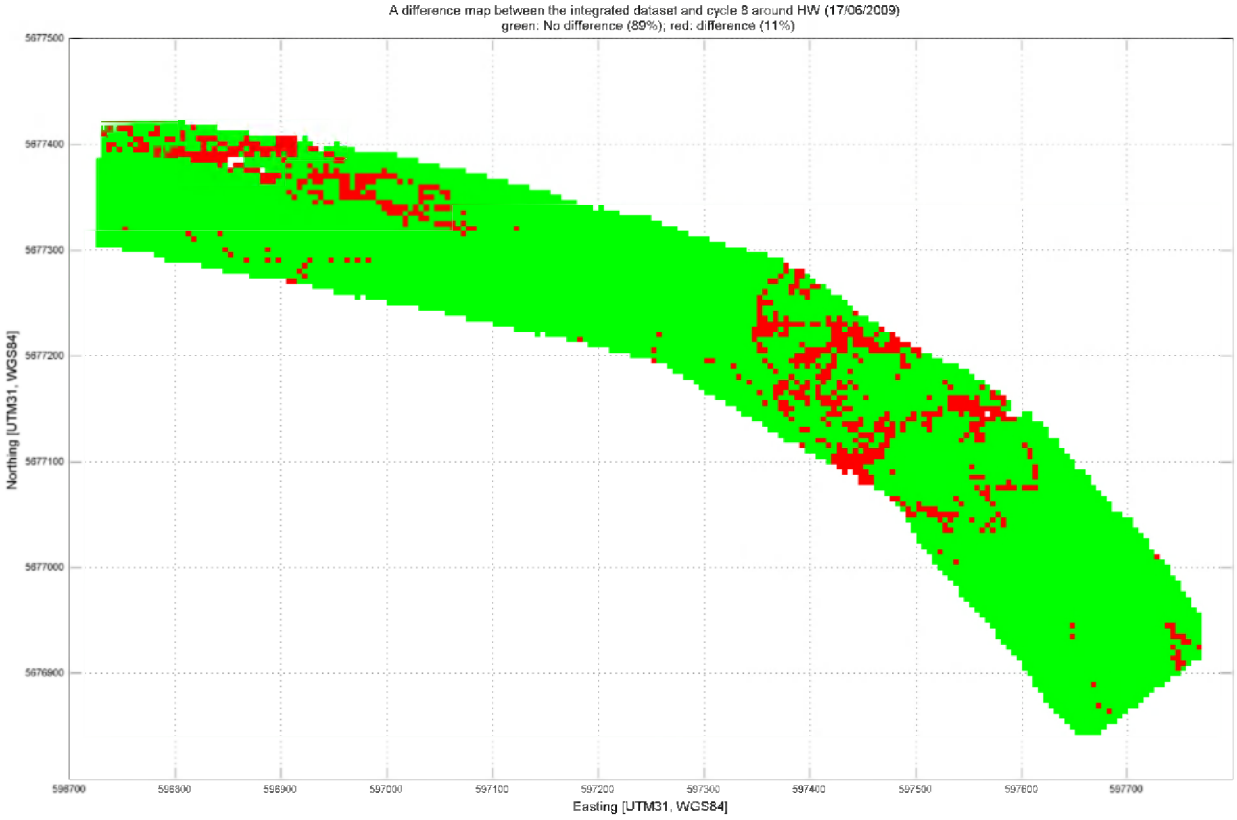
CYCLE 7 – 00:41 after HW



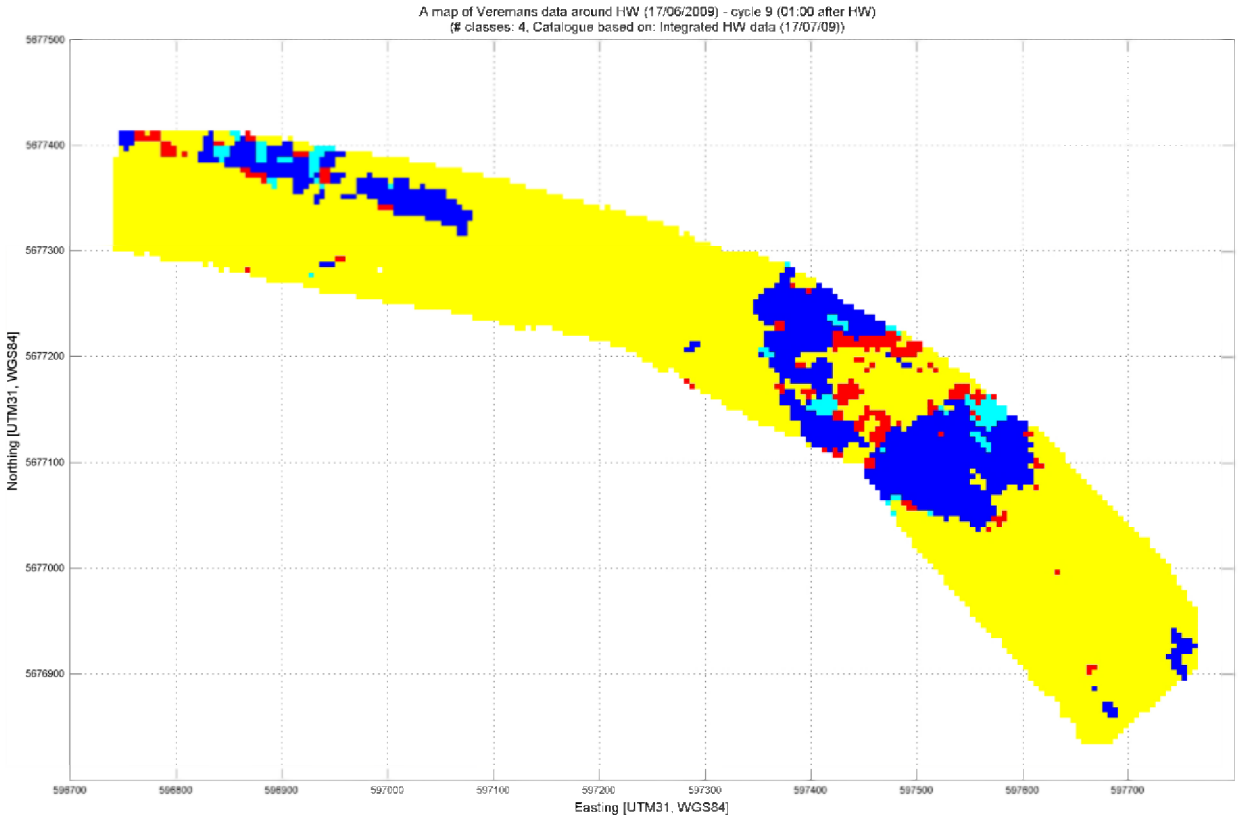


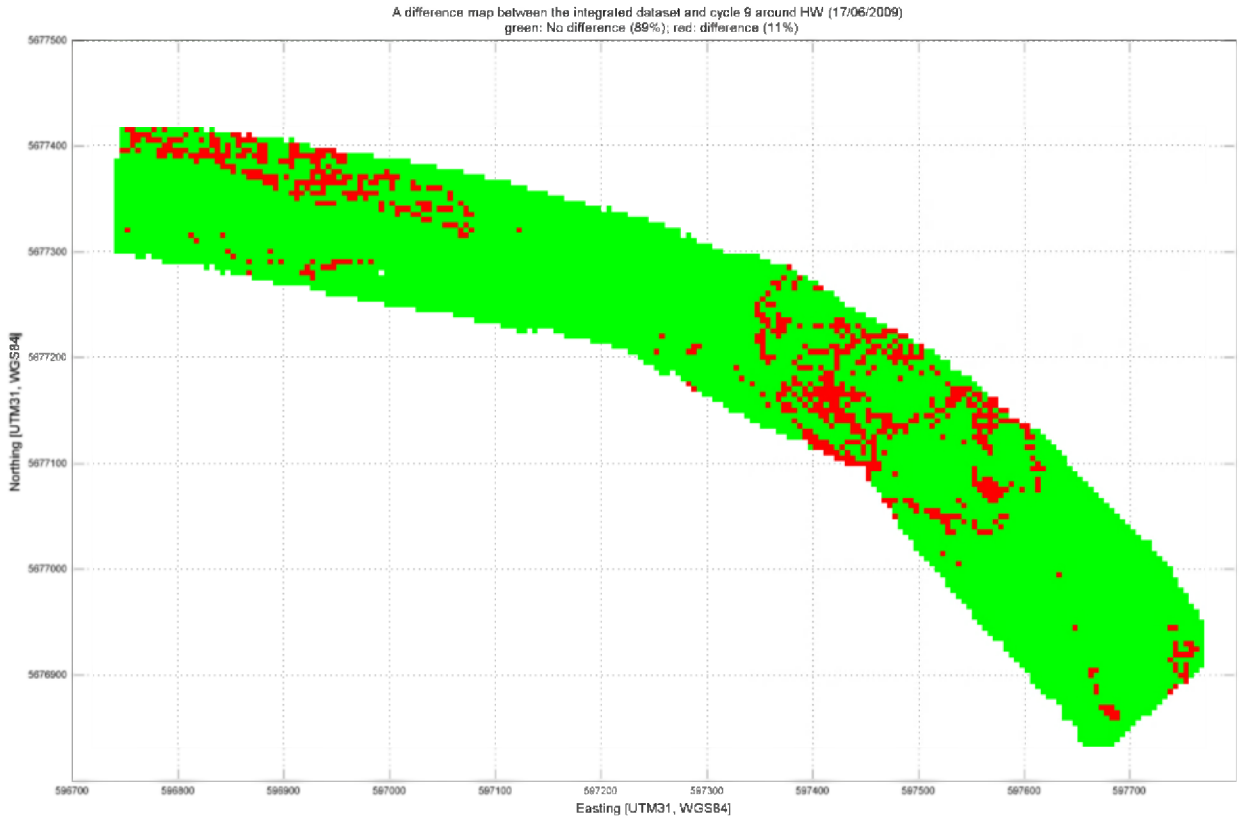
CYCLE 8 – 00:50 after HW



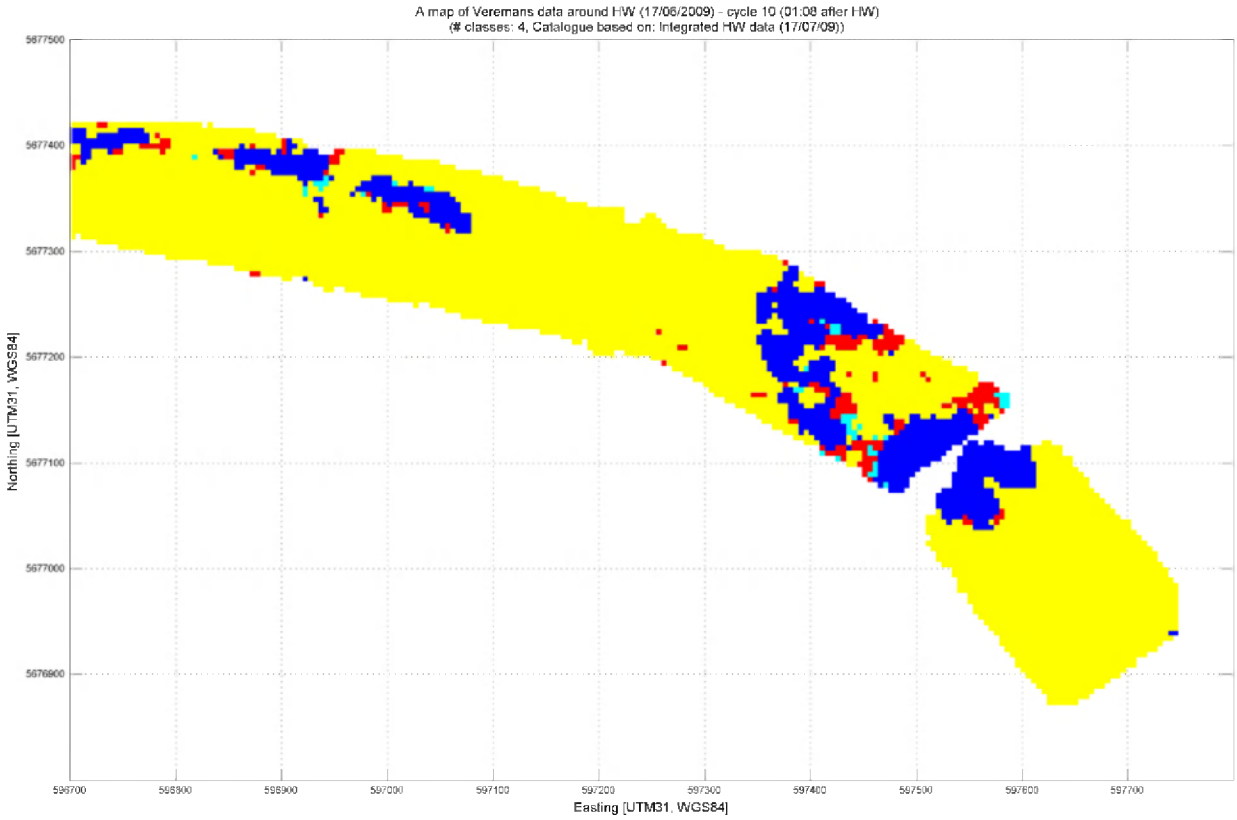


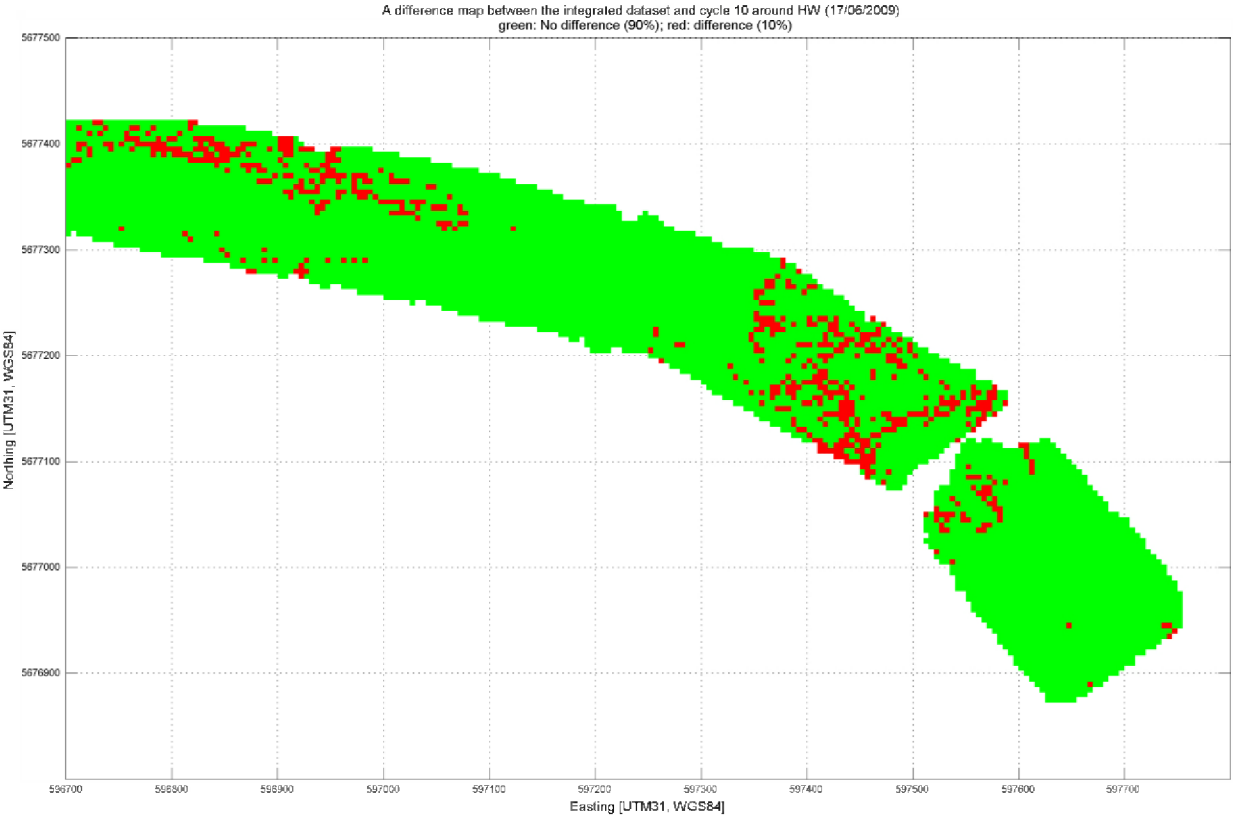
CYCLE 9 – 01:00 after HW



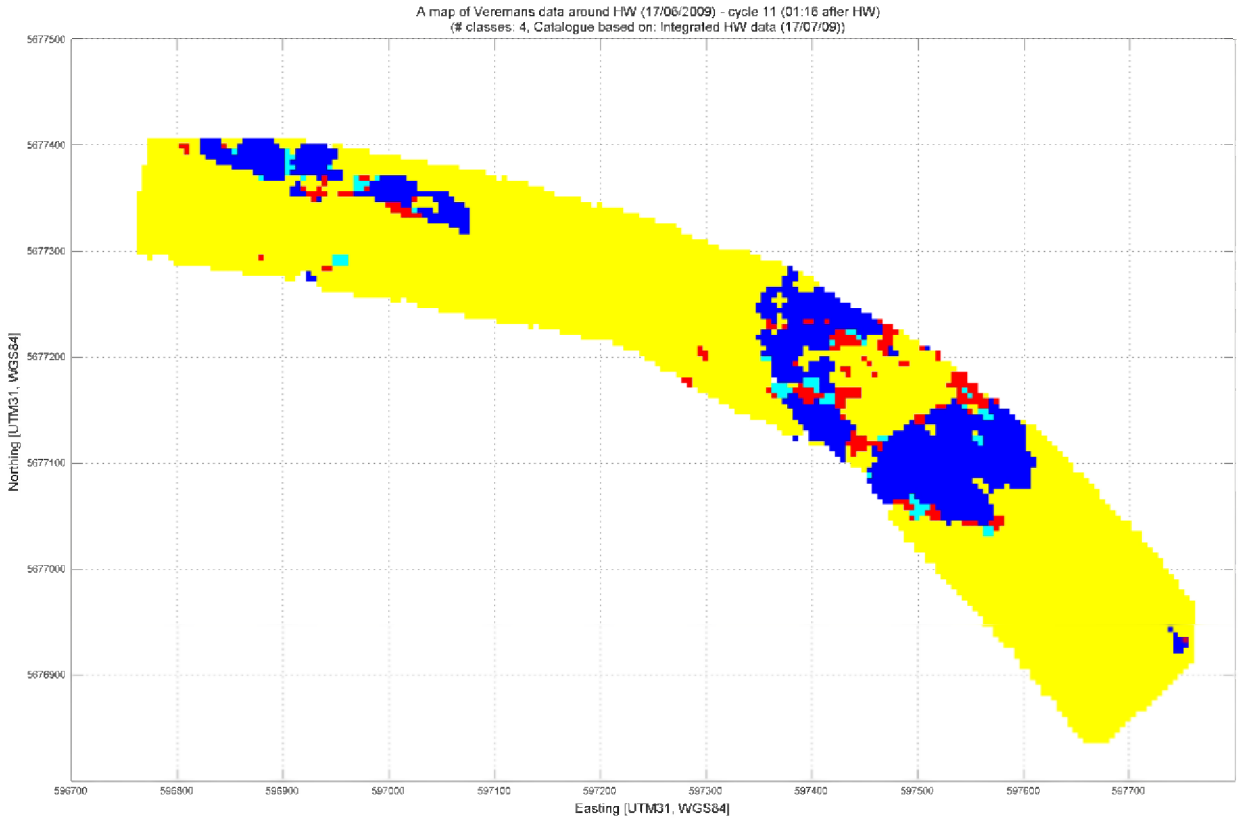


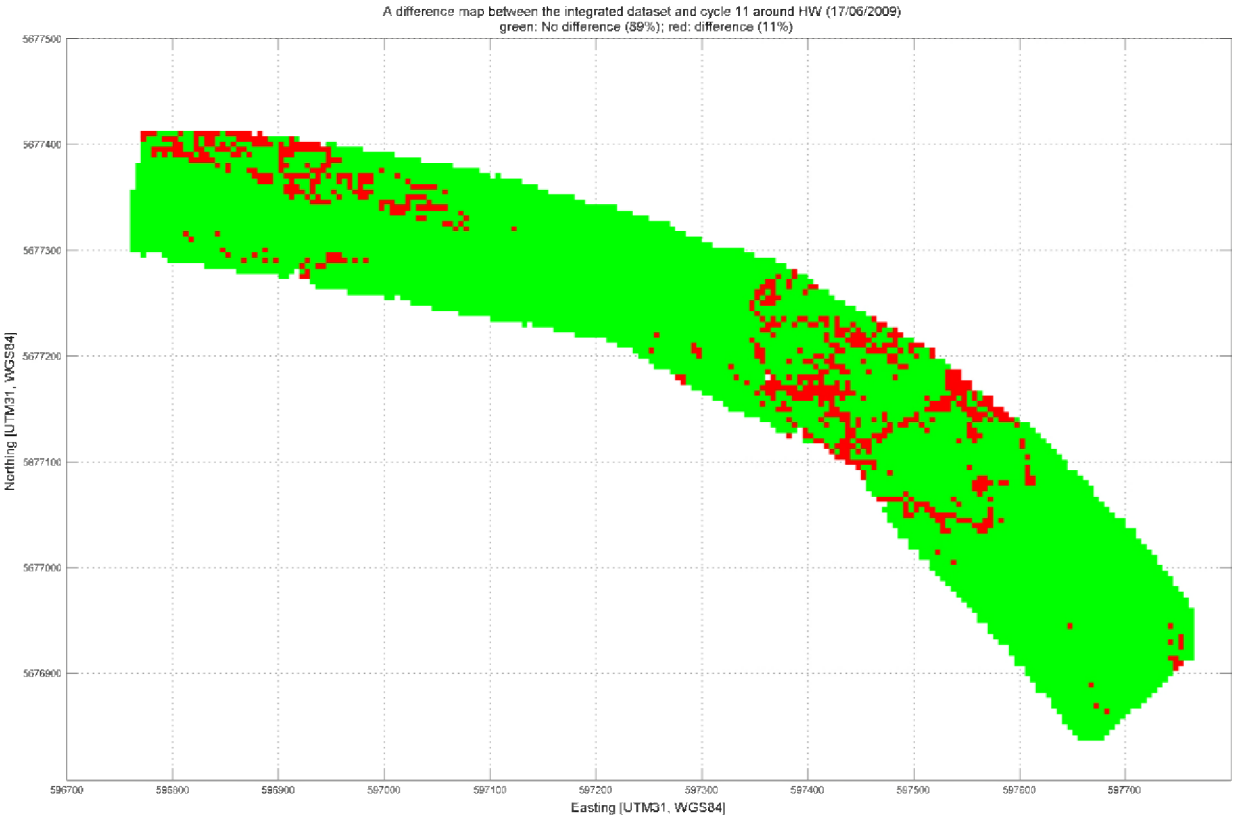
CYCLE 10 – 01:08 after HW



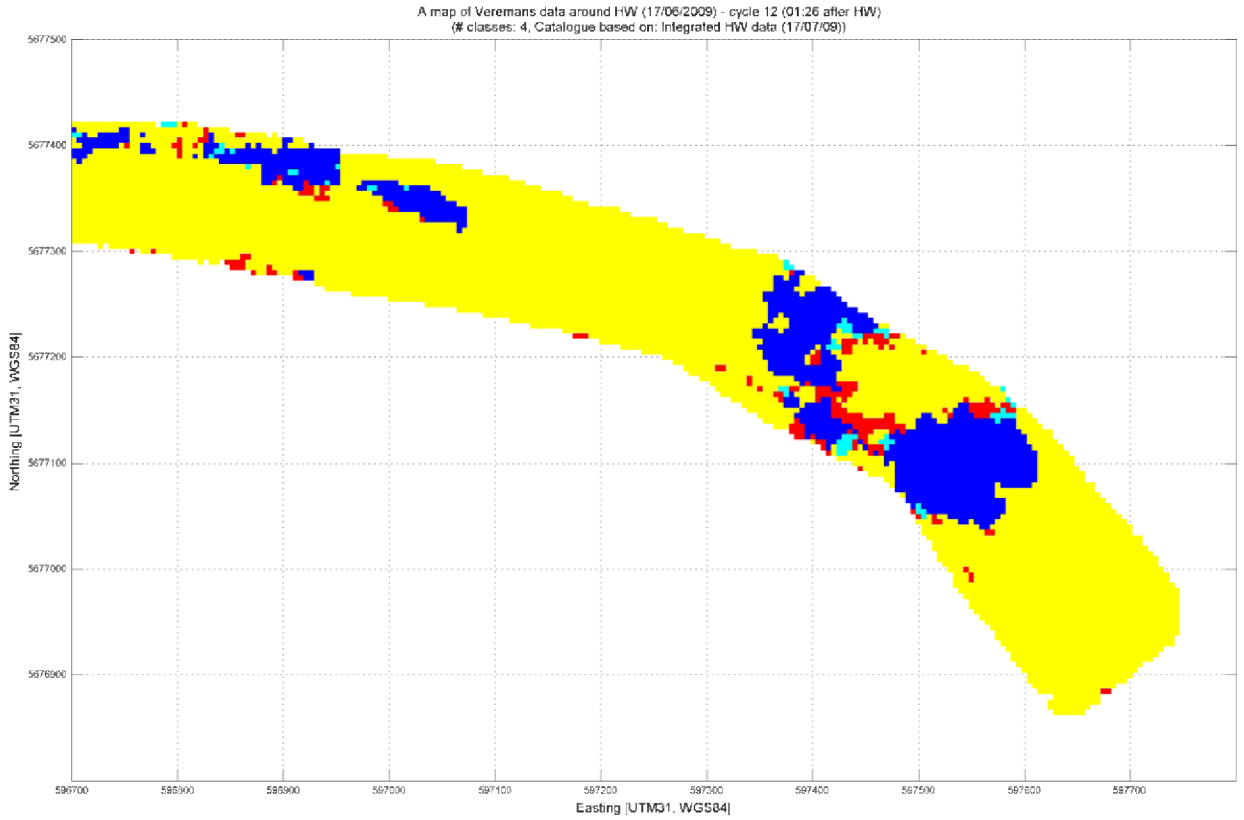


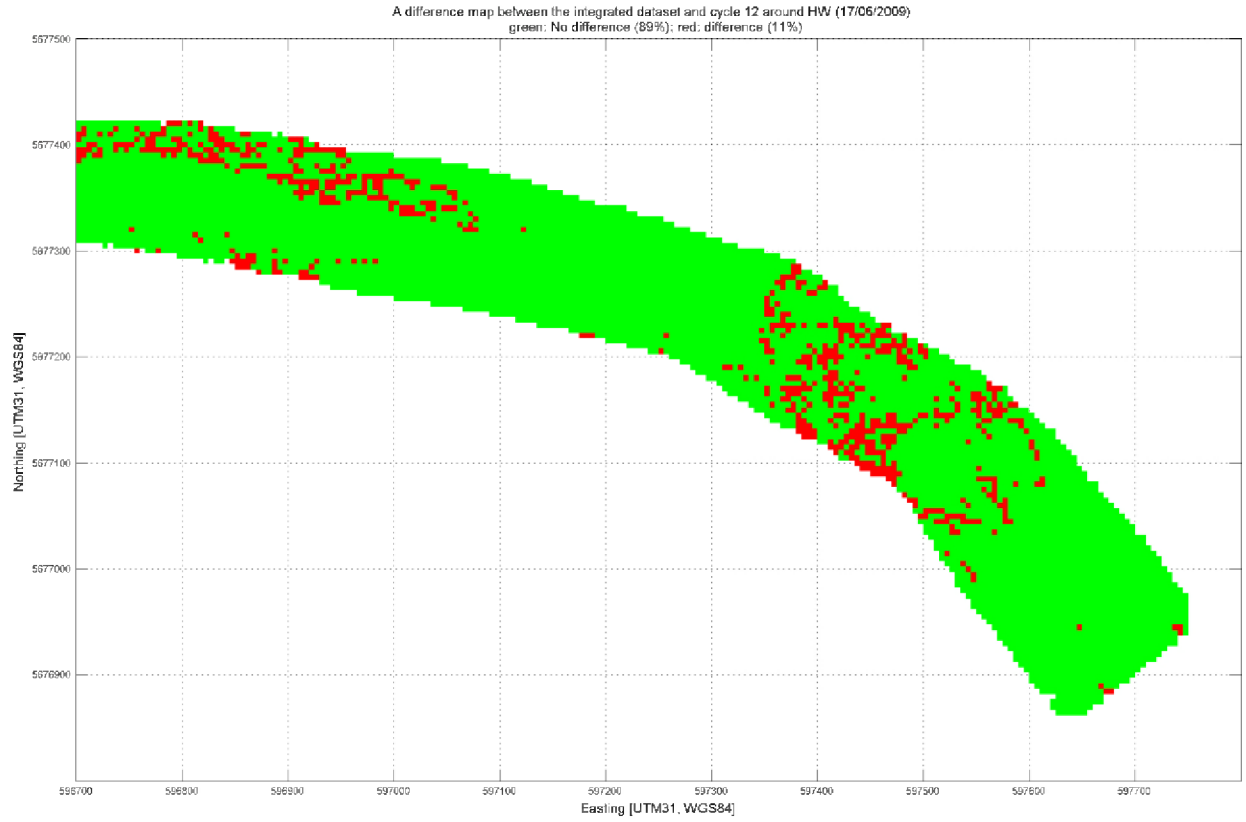
CYCLE 11 – 01:16 after HW



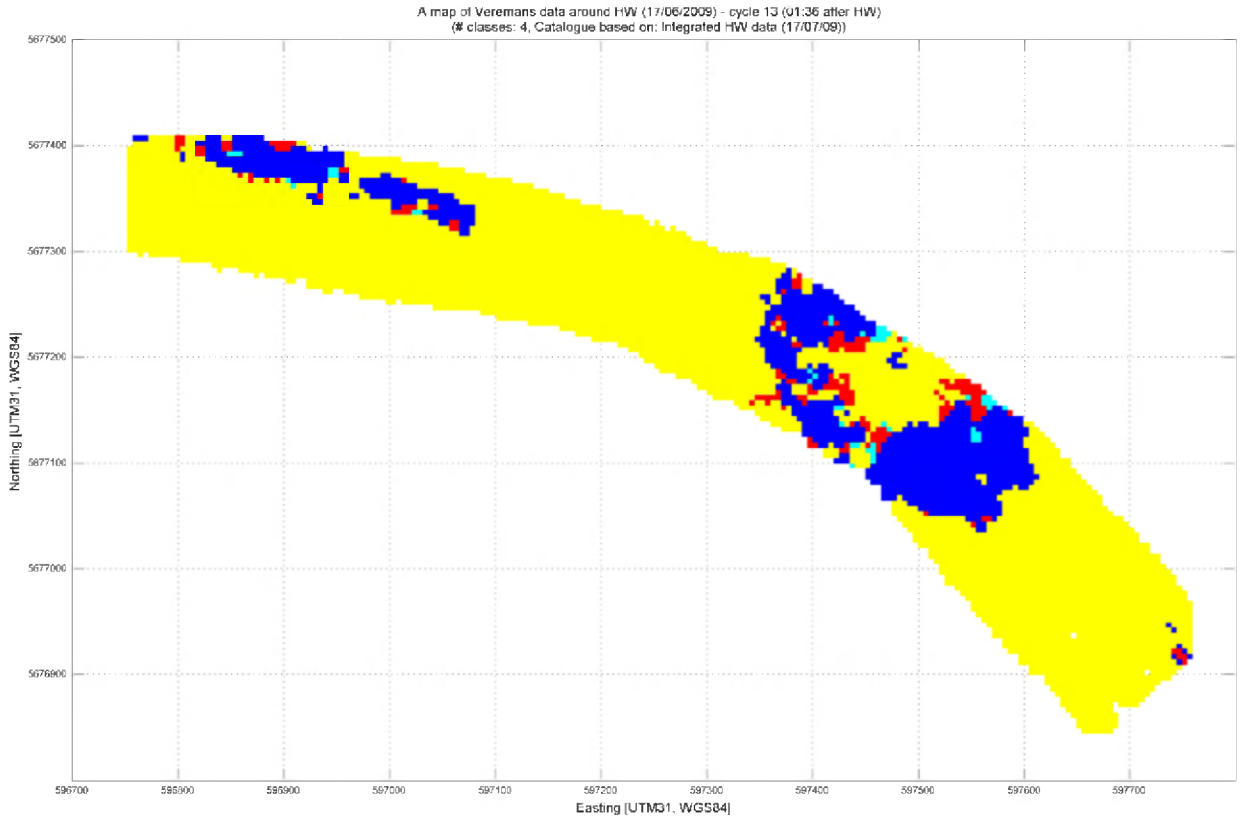


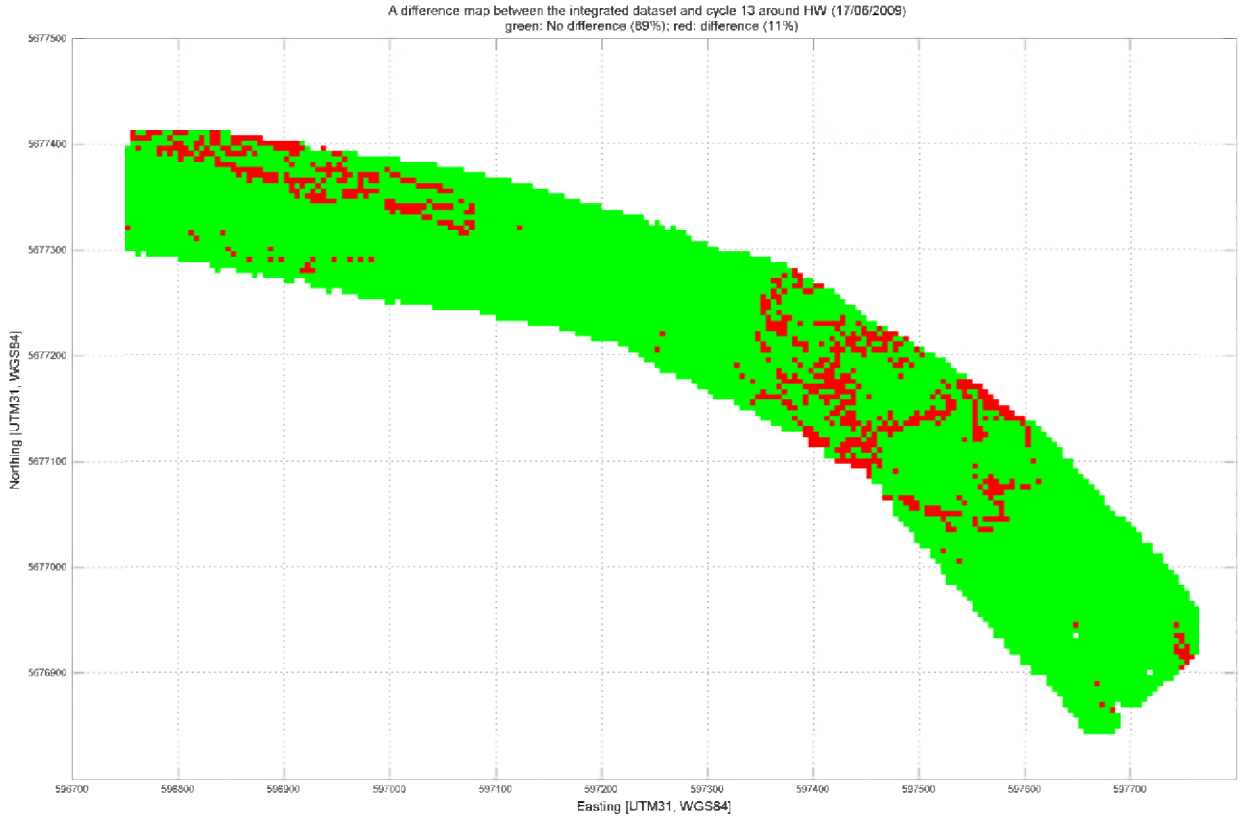
CYCLE 12 – 01:26 after HW



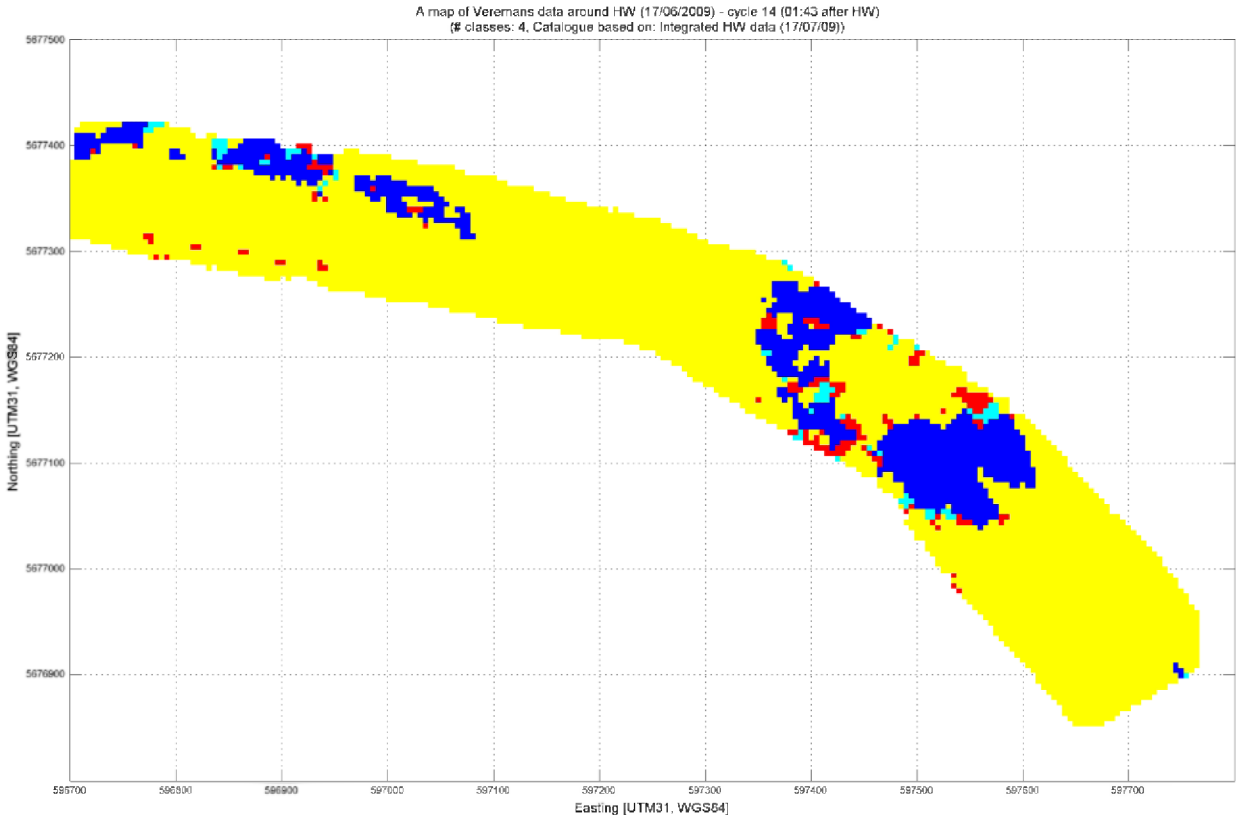


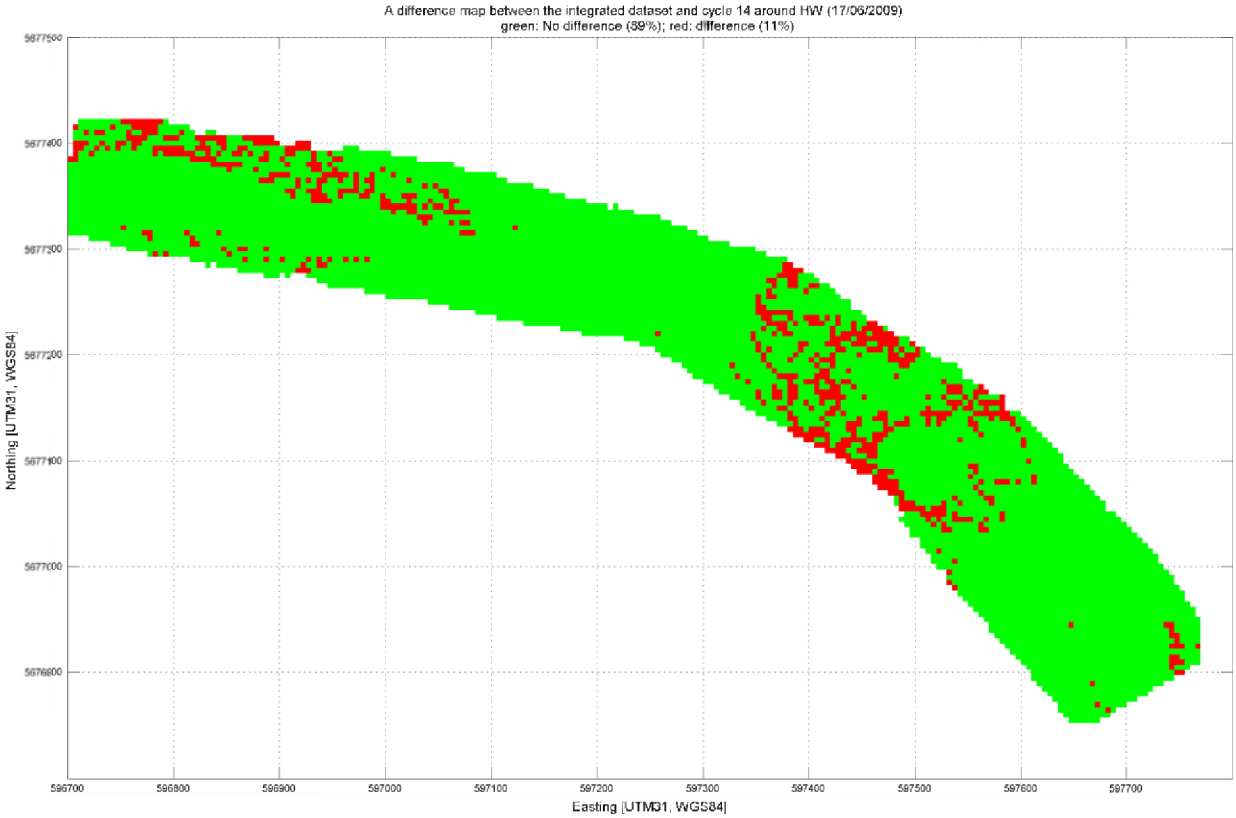
CYCLE 13 – 01:36 after HW



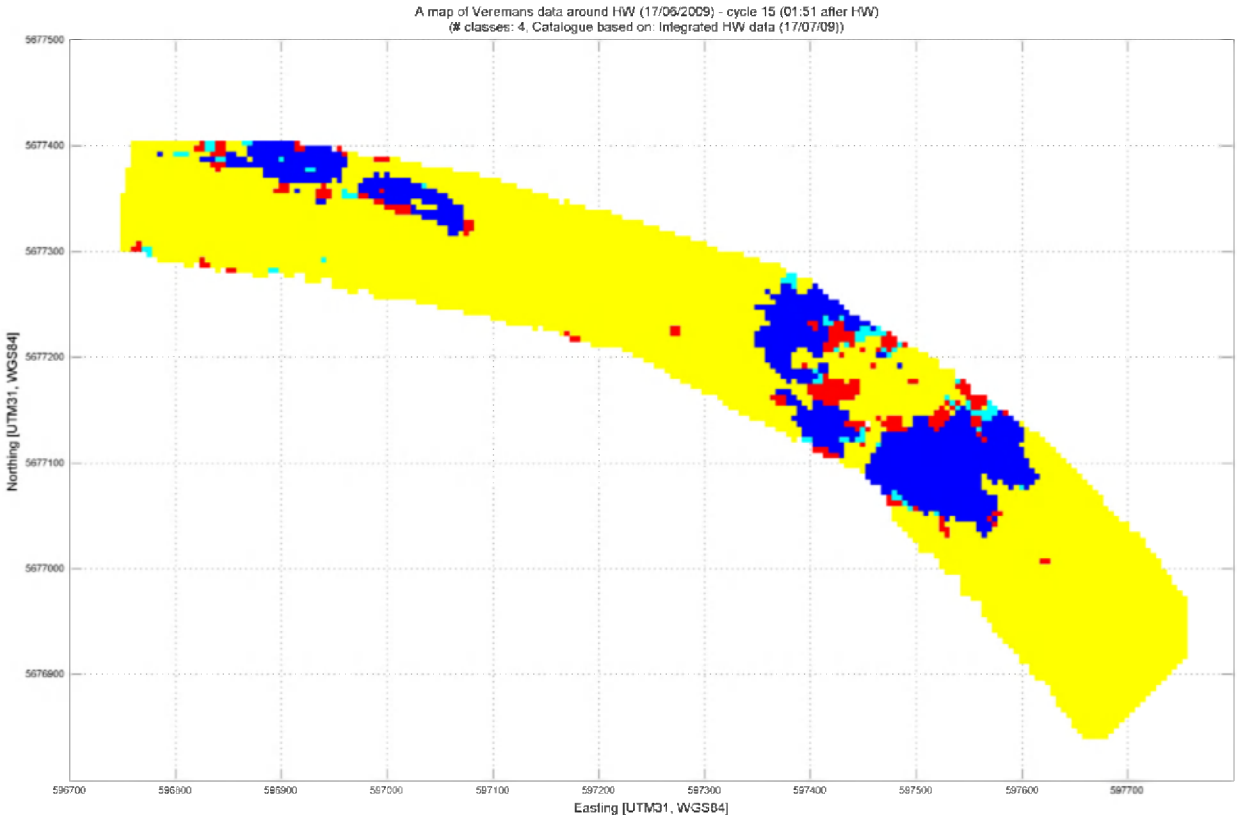


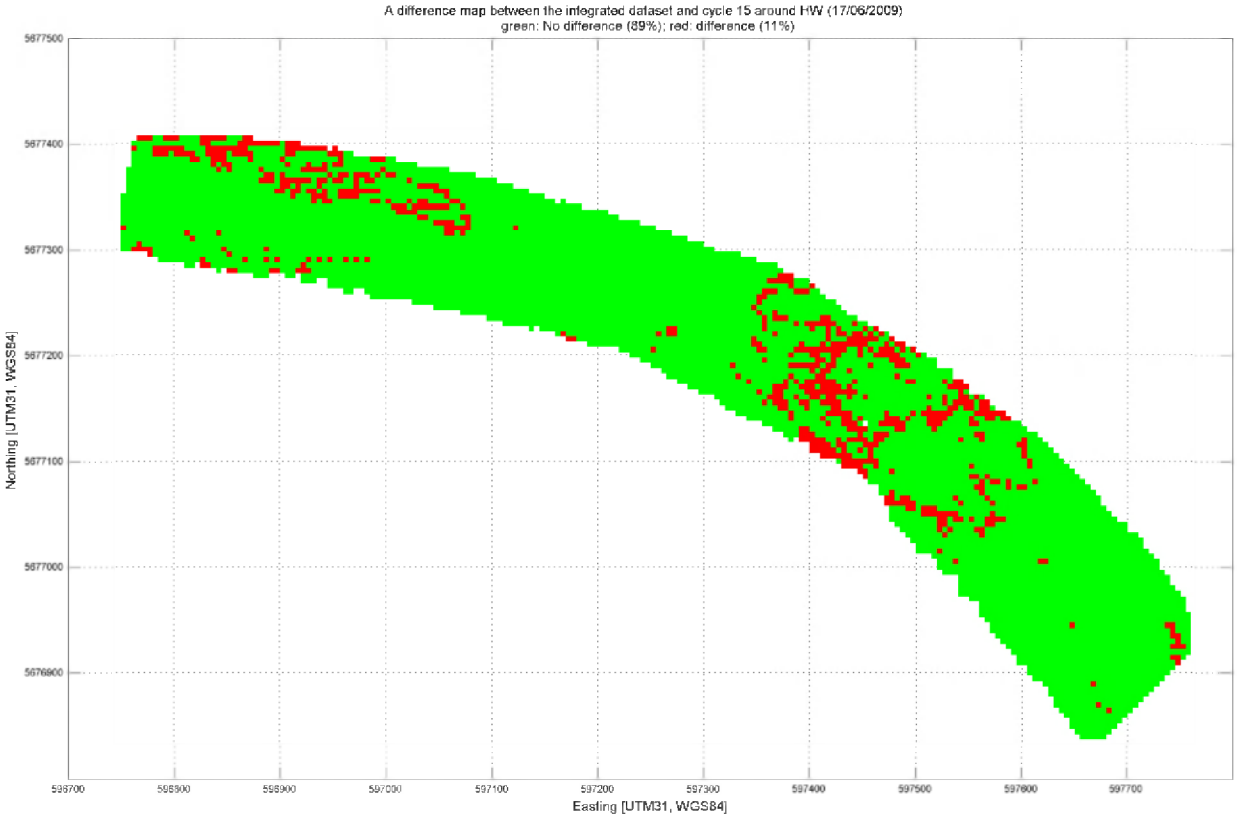
CYCLE 14 – 01:43 after HW



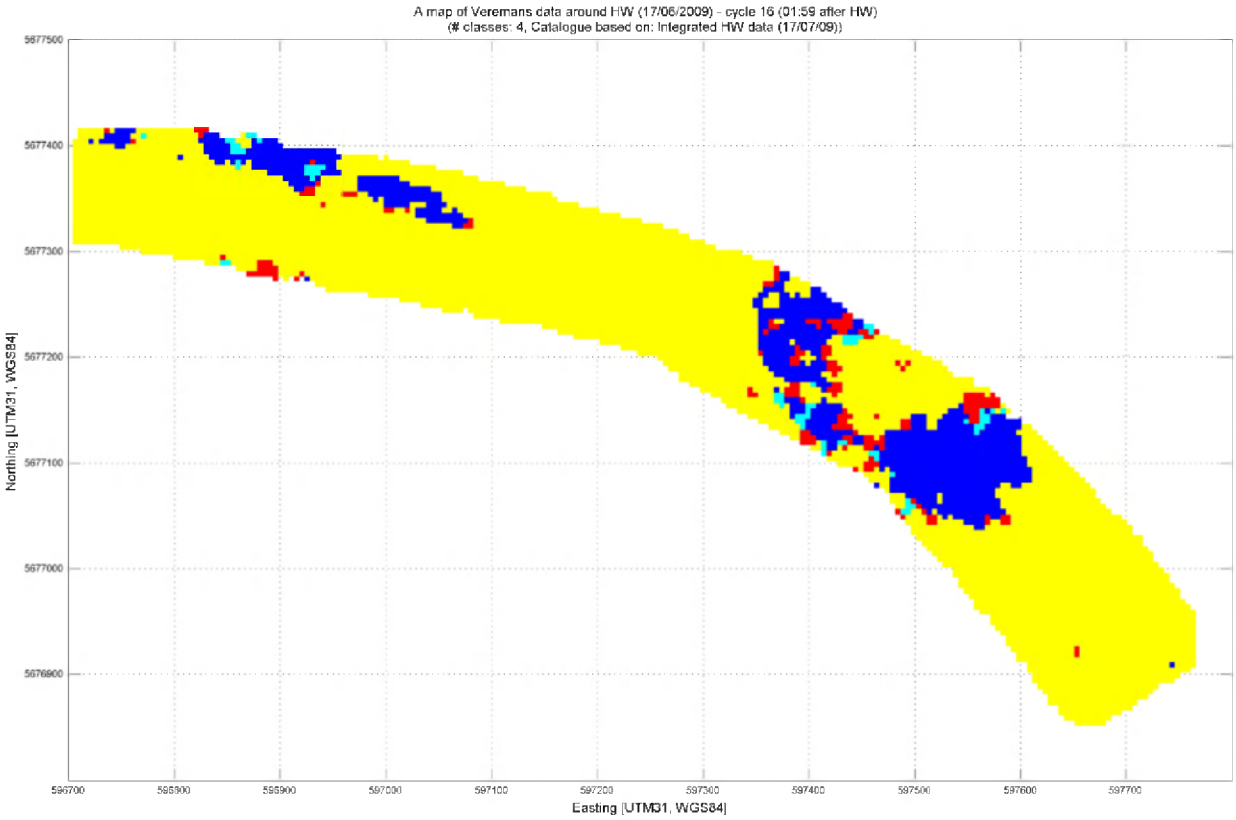


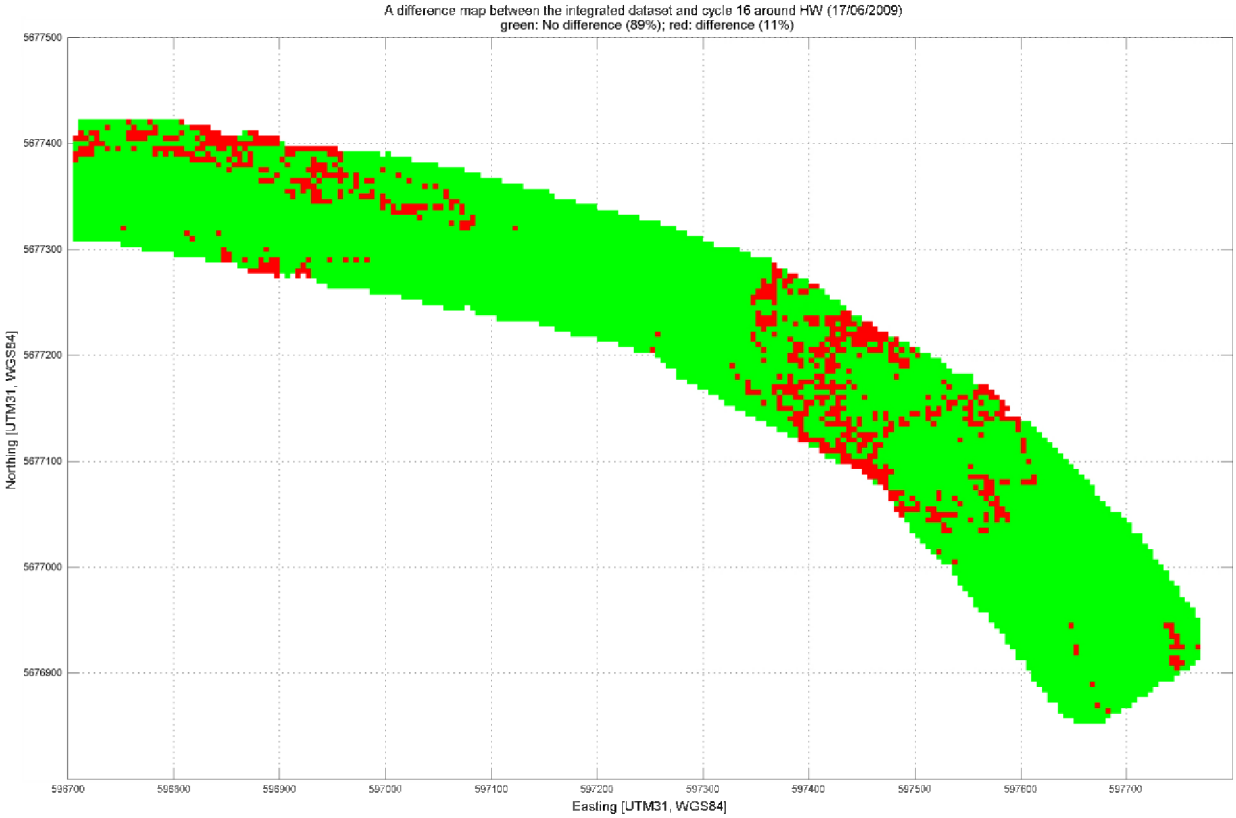
CYCLE 15 – 01:51 after HW



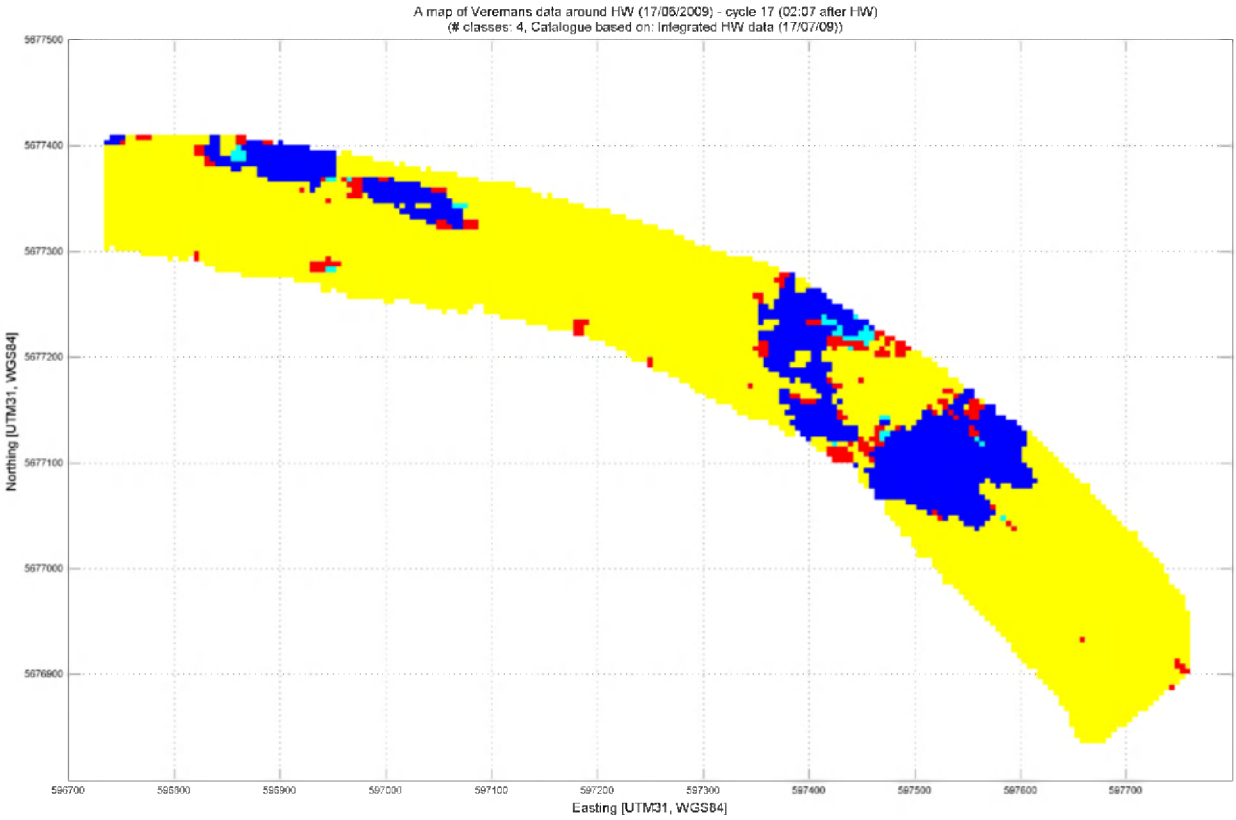


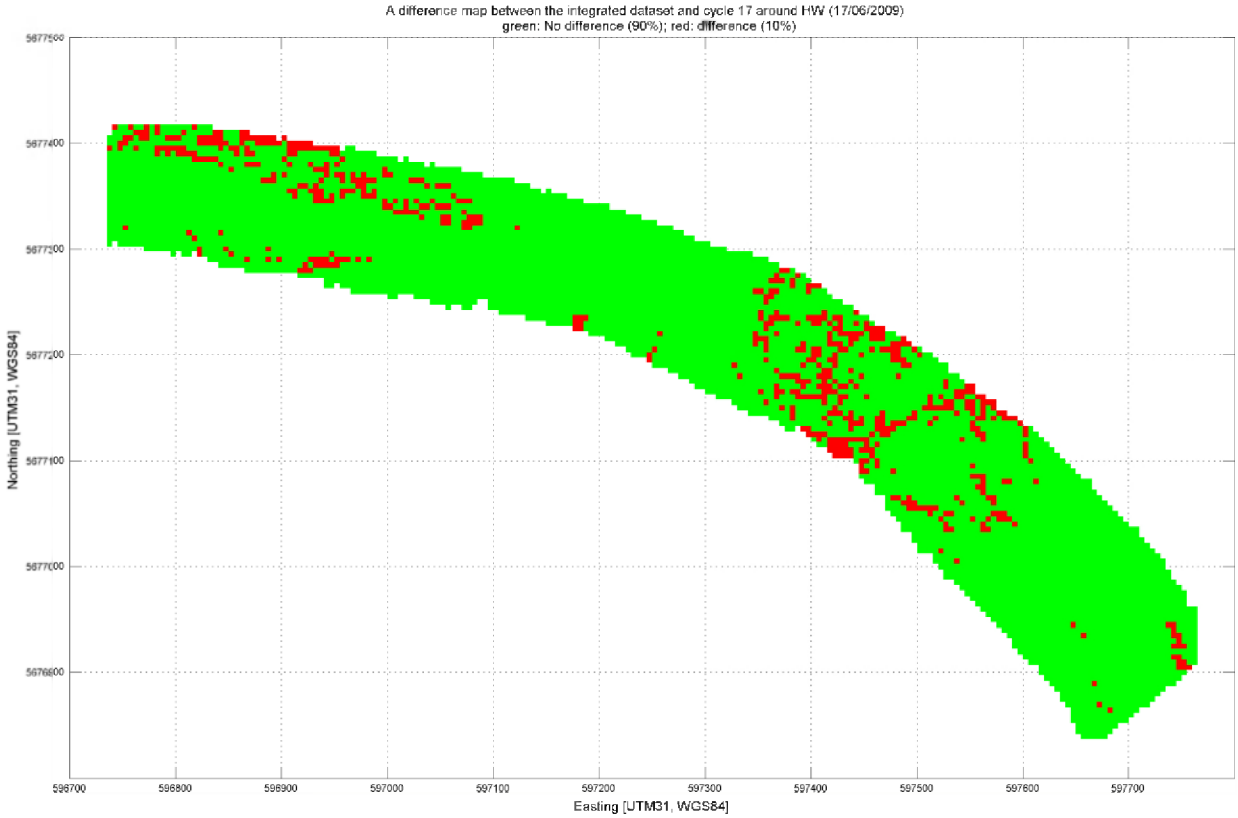
CYCLE 16 – 01:59 after HW



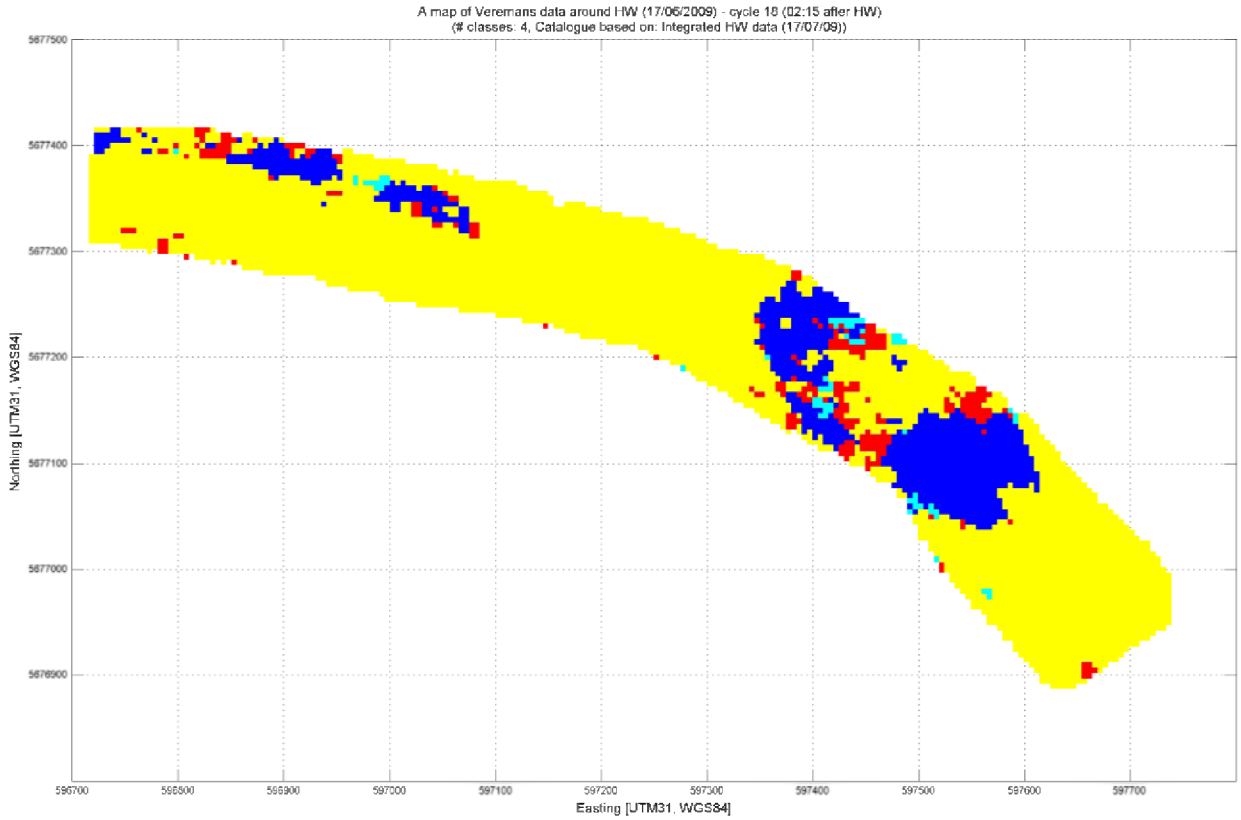


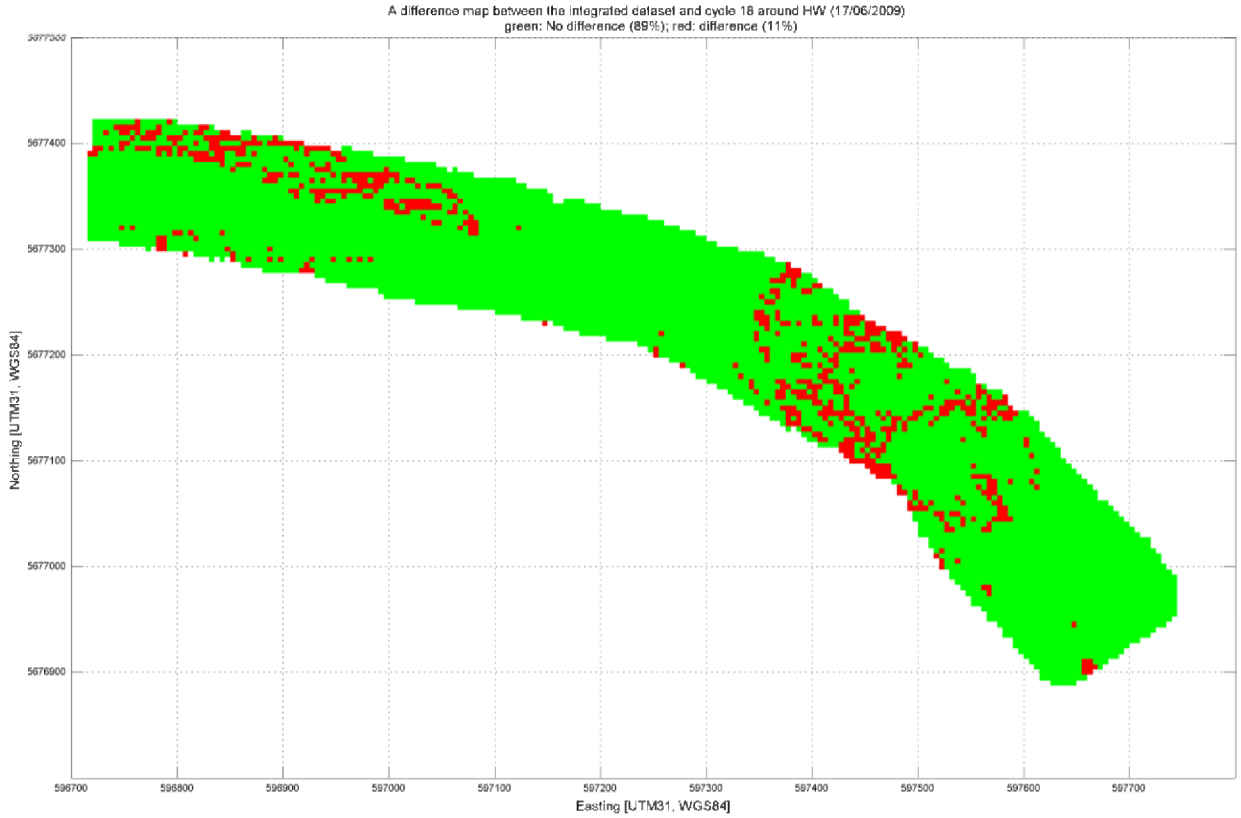
CYCLE 17 – 02:07 after HW



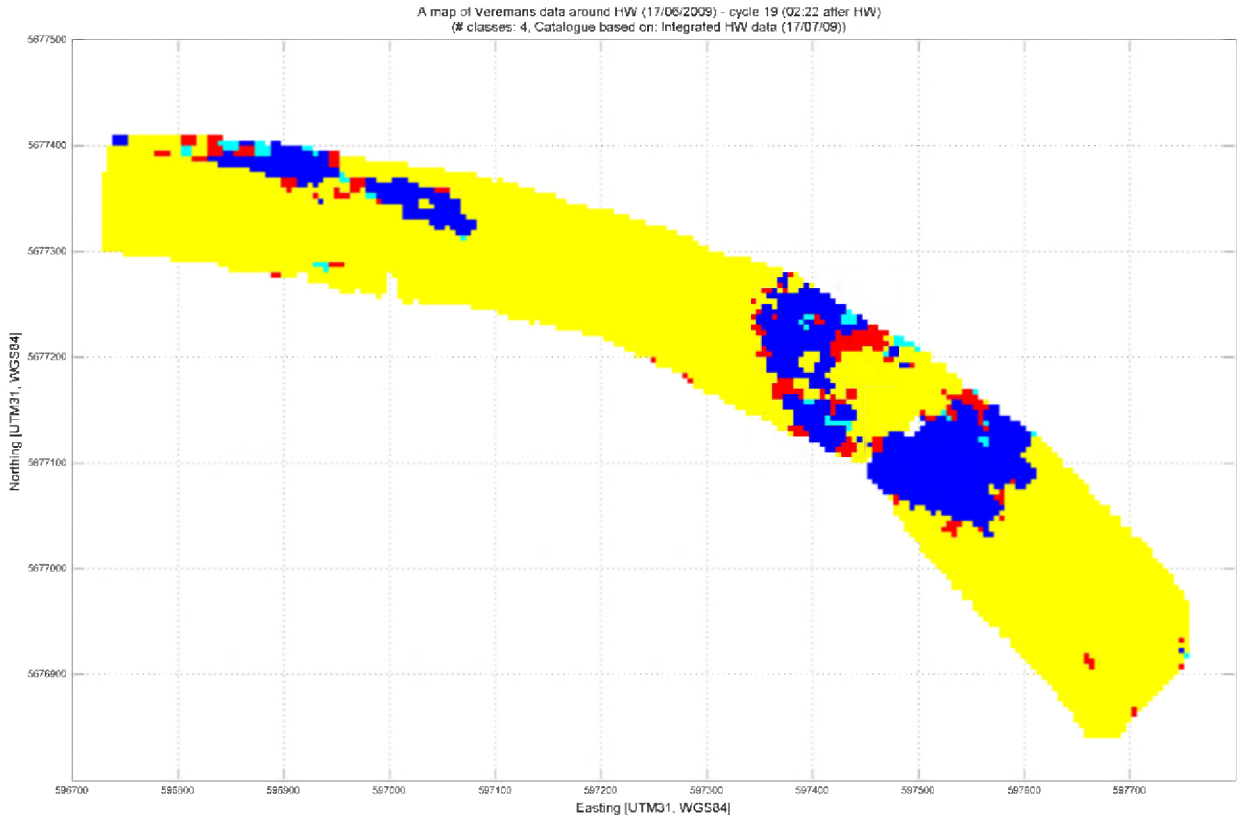


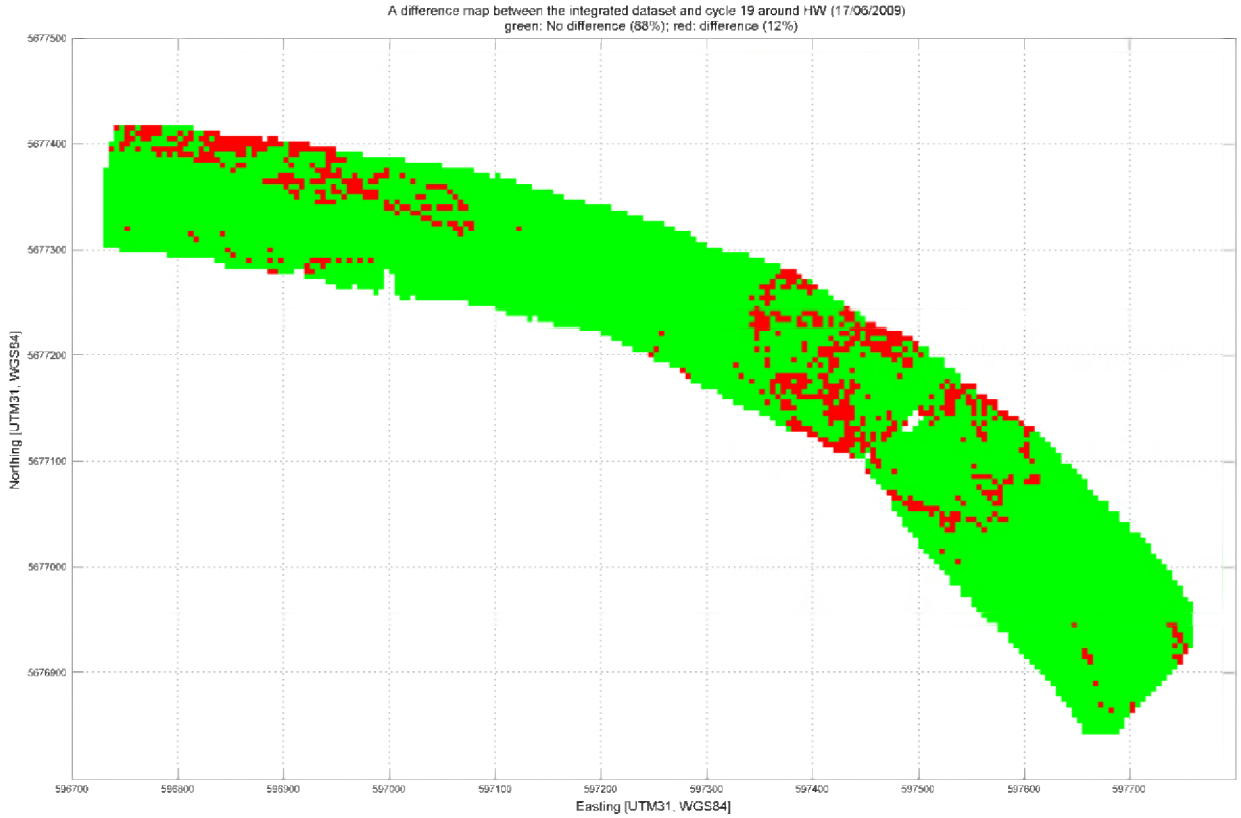
CYCLE 18 – 02:15 after HW



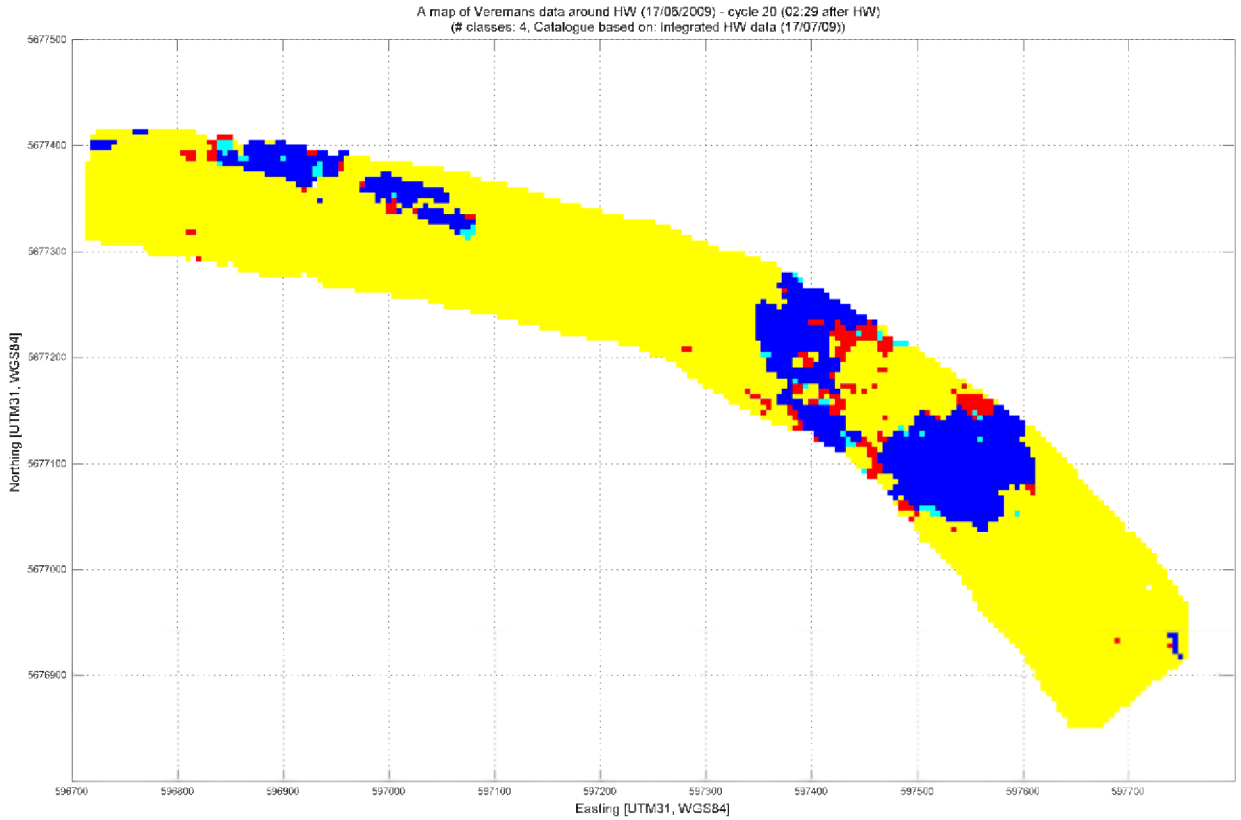


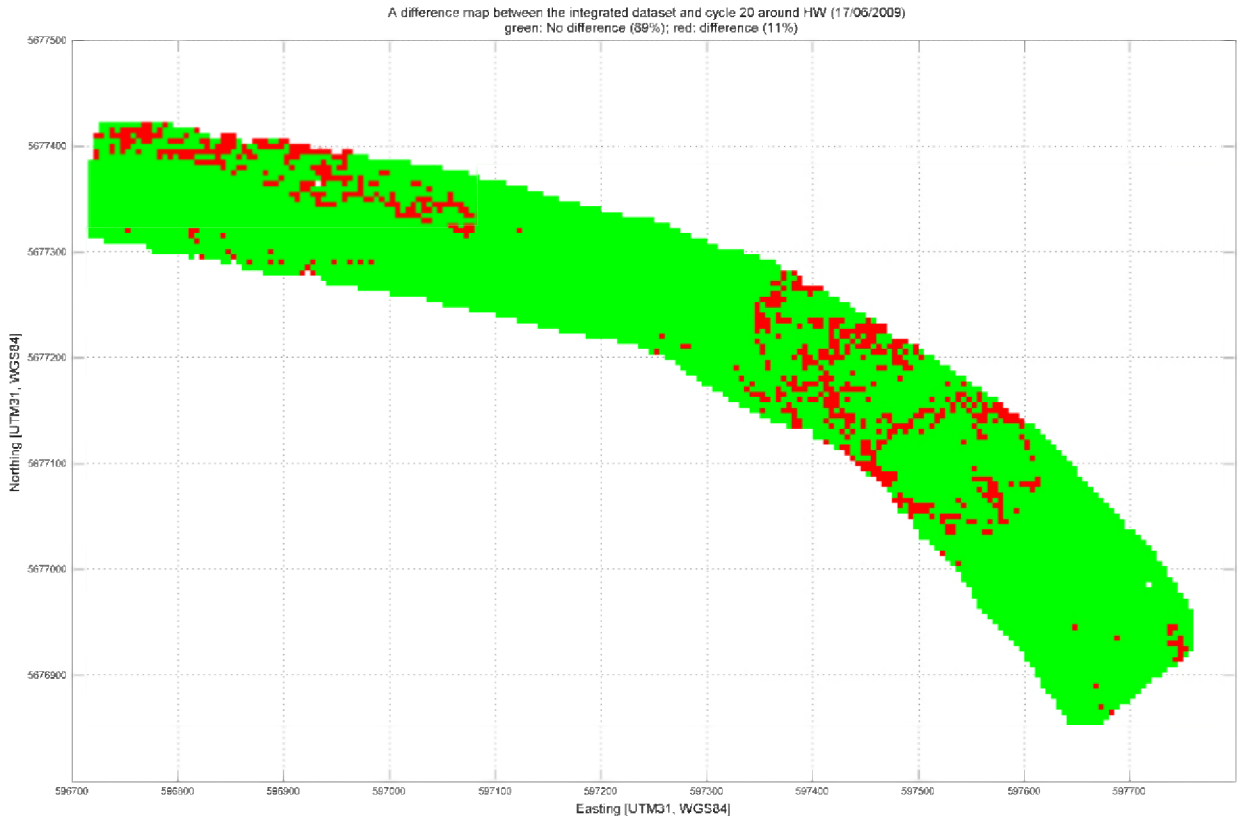
CYCLE 19 – 02:22 after HW





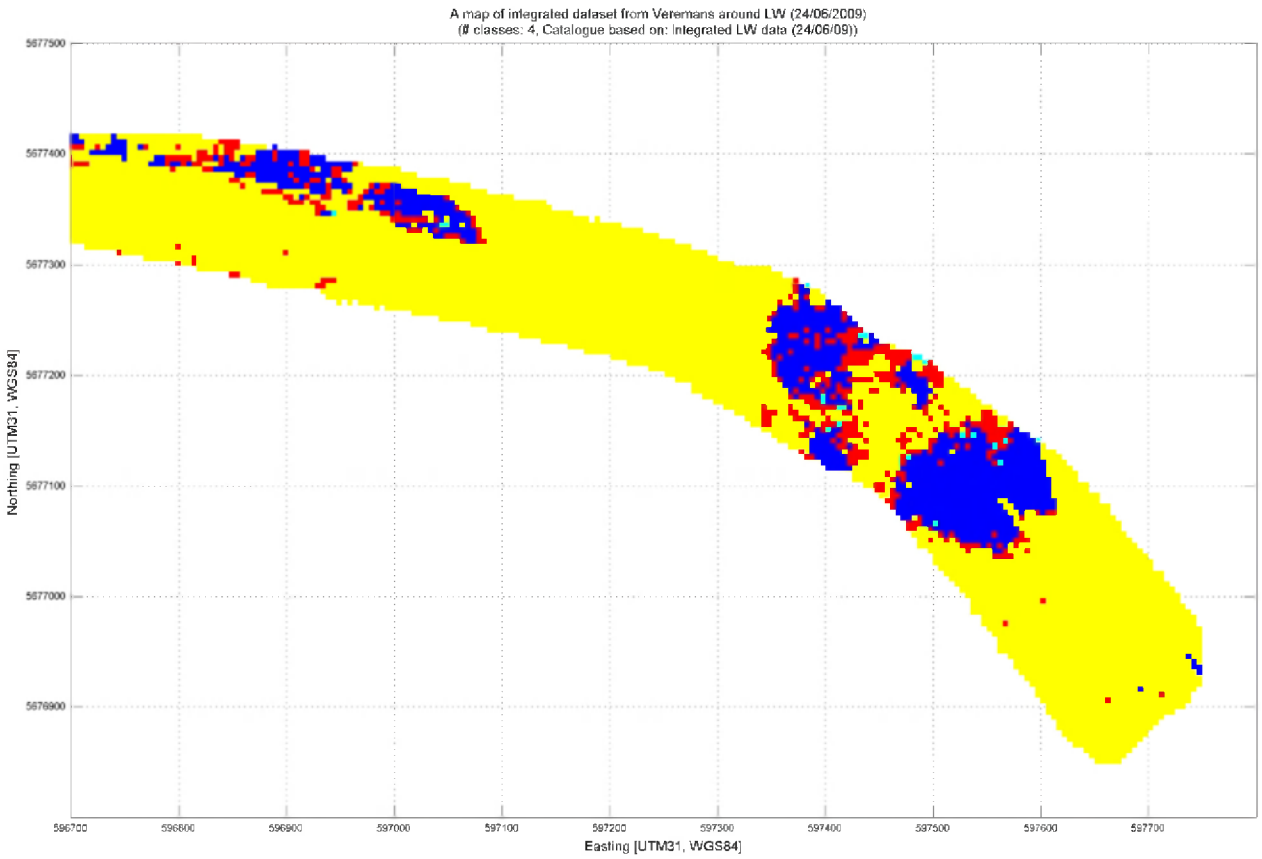
CYCLE 20 – 02:29 after HW



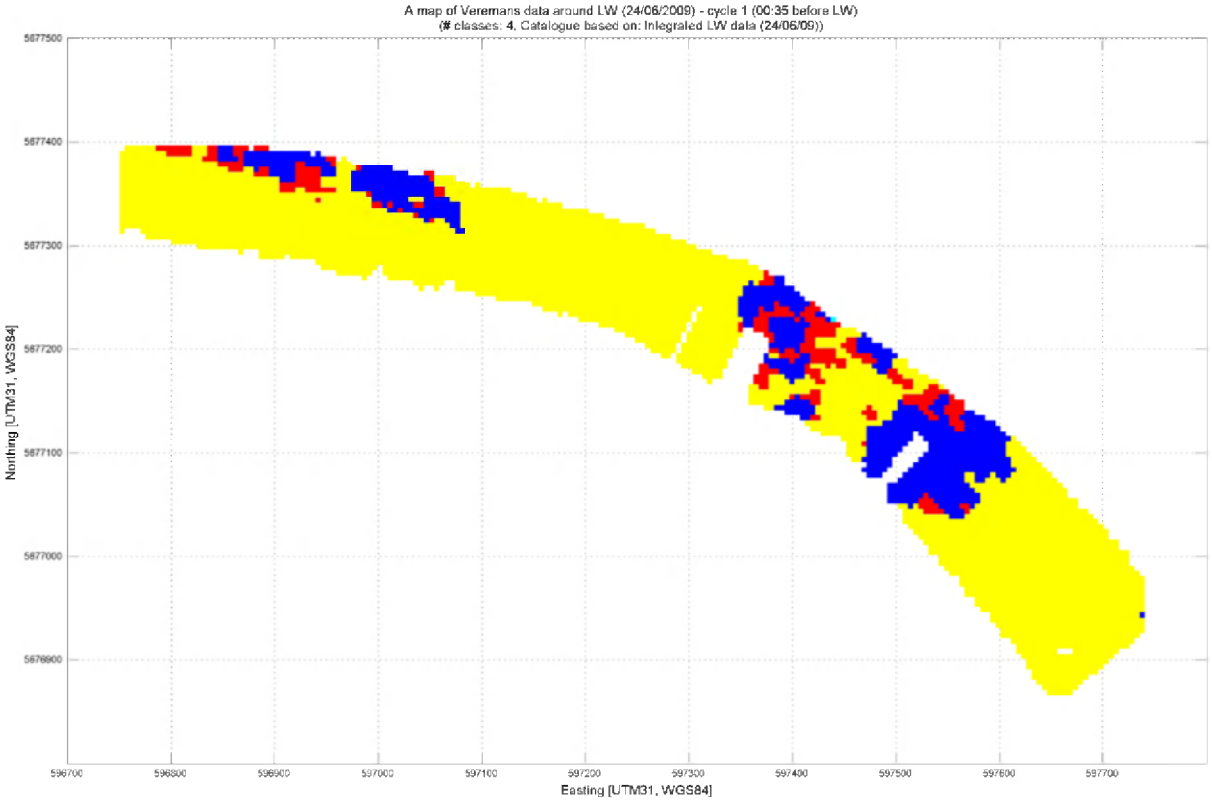


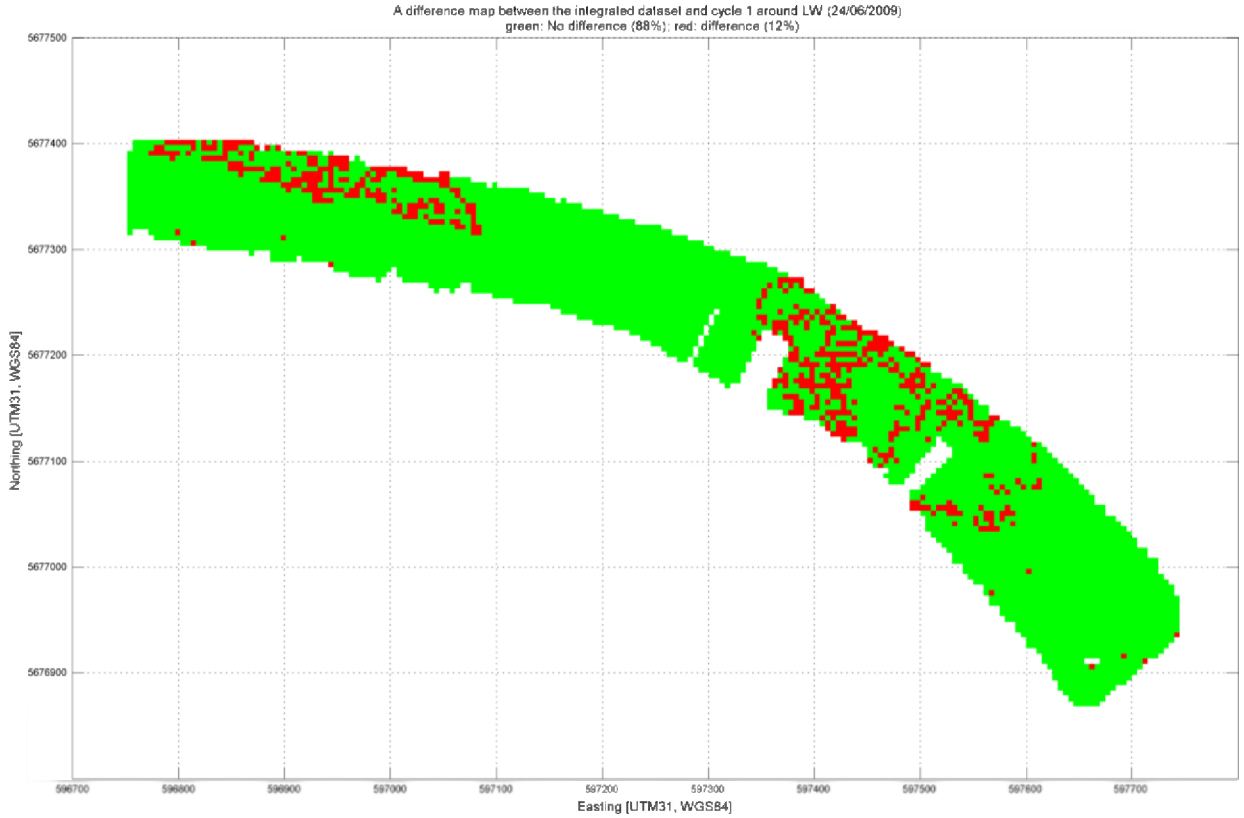
A.2 Measurement campaign around LW on 24/06/2009

INTEGRATED MAP OF ALL SAILED TRANSECTS

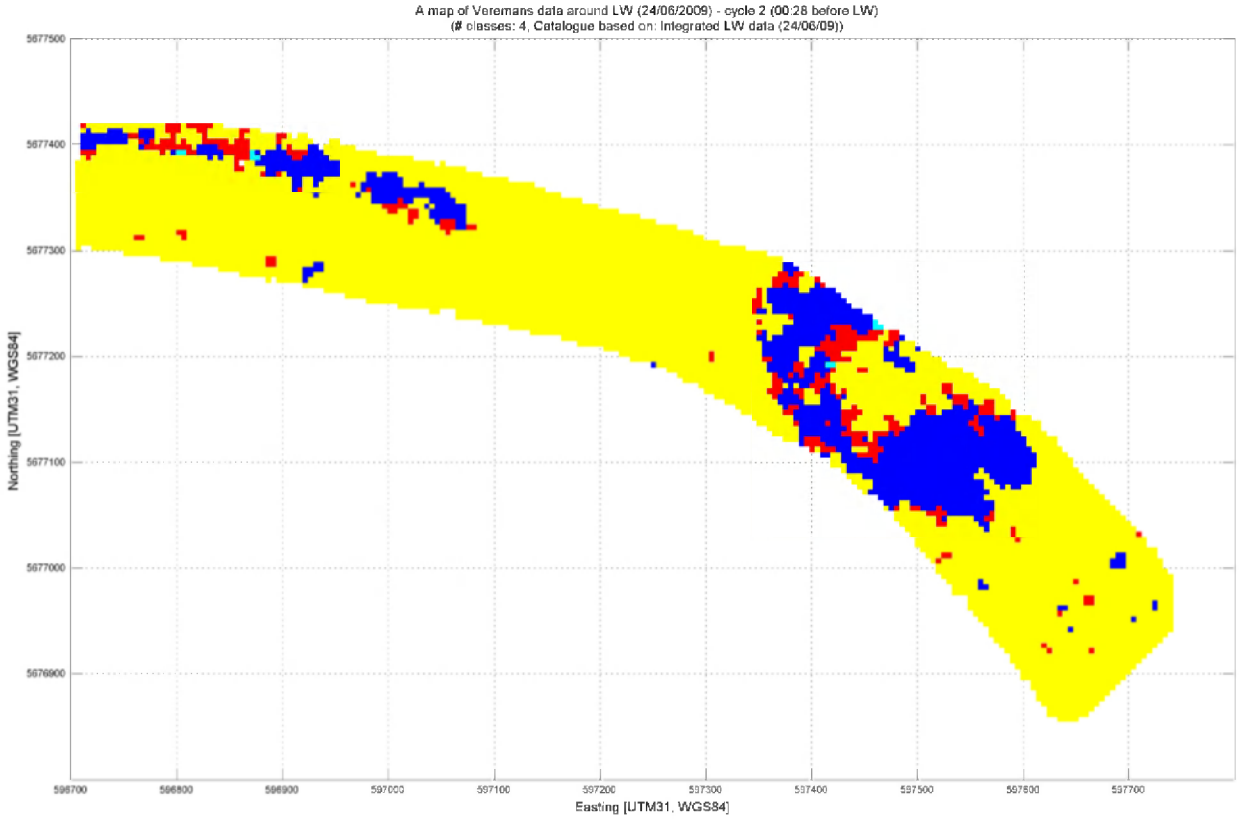


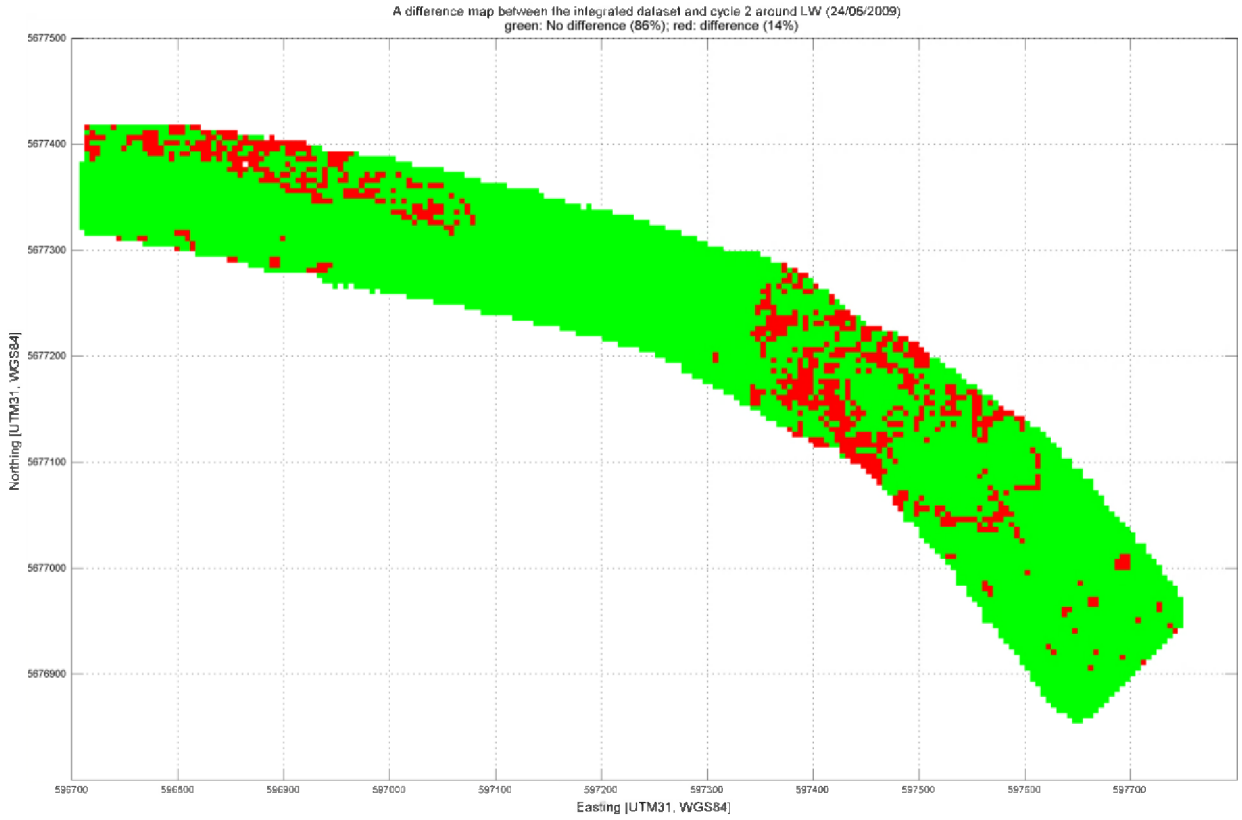
CYCLE 1 – 00:35 before LW



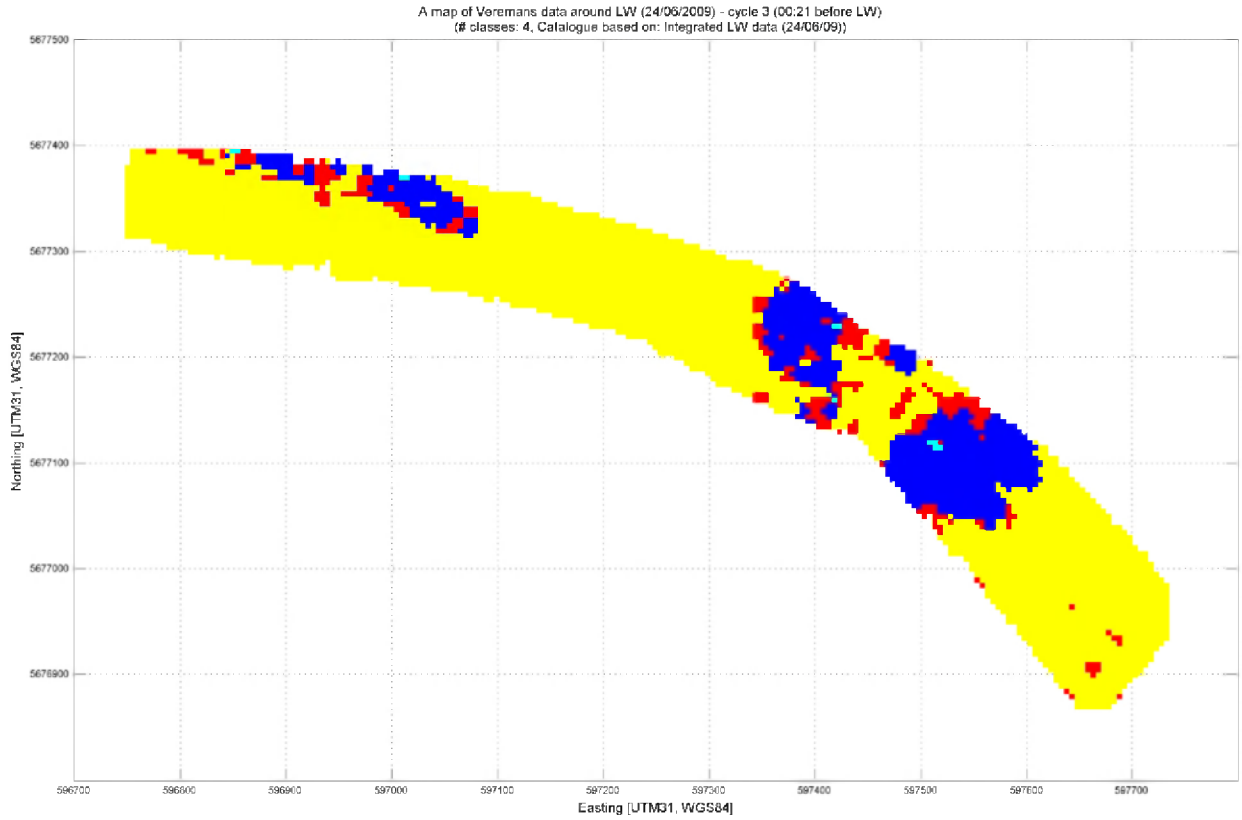


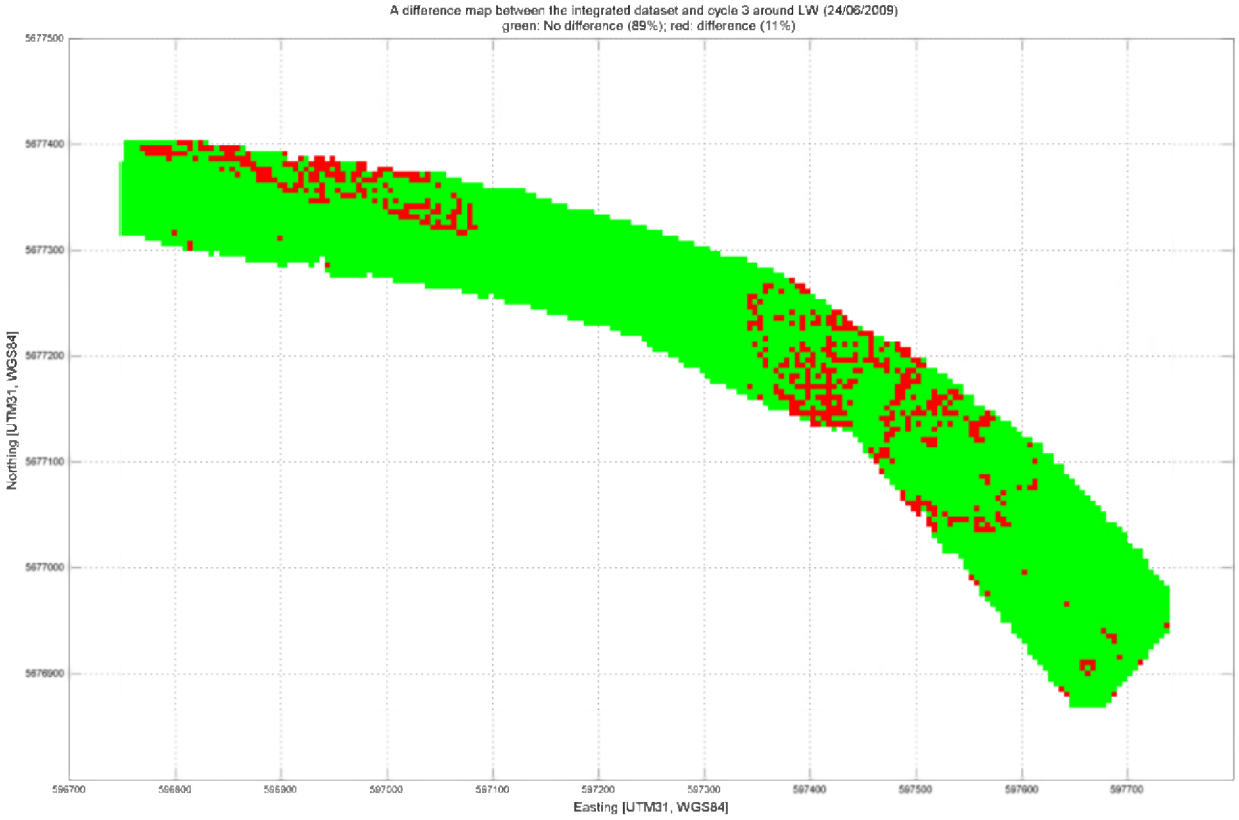
CYCLE 2 – 00:28 before LW



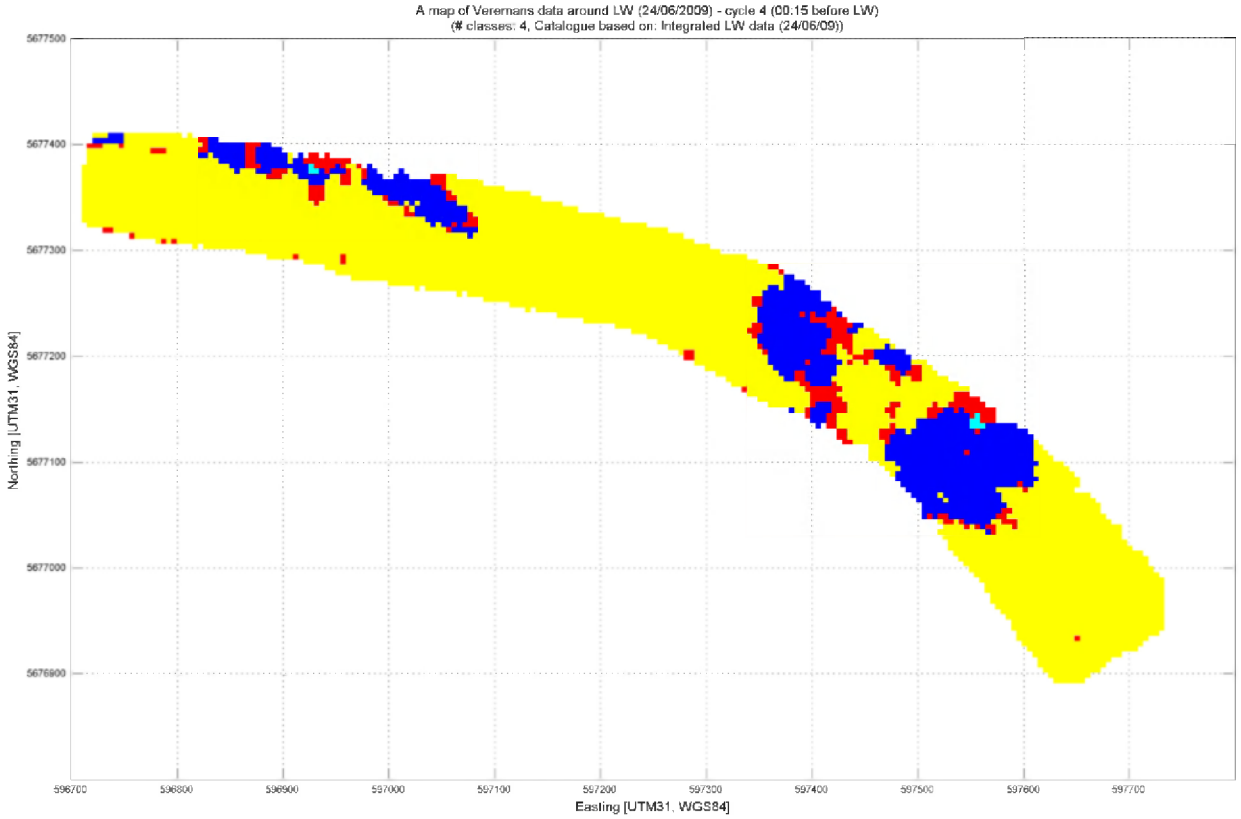


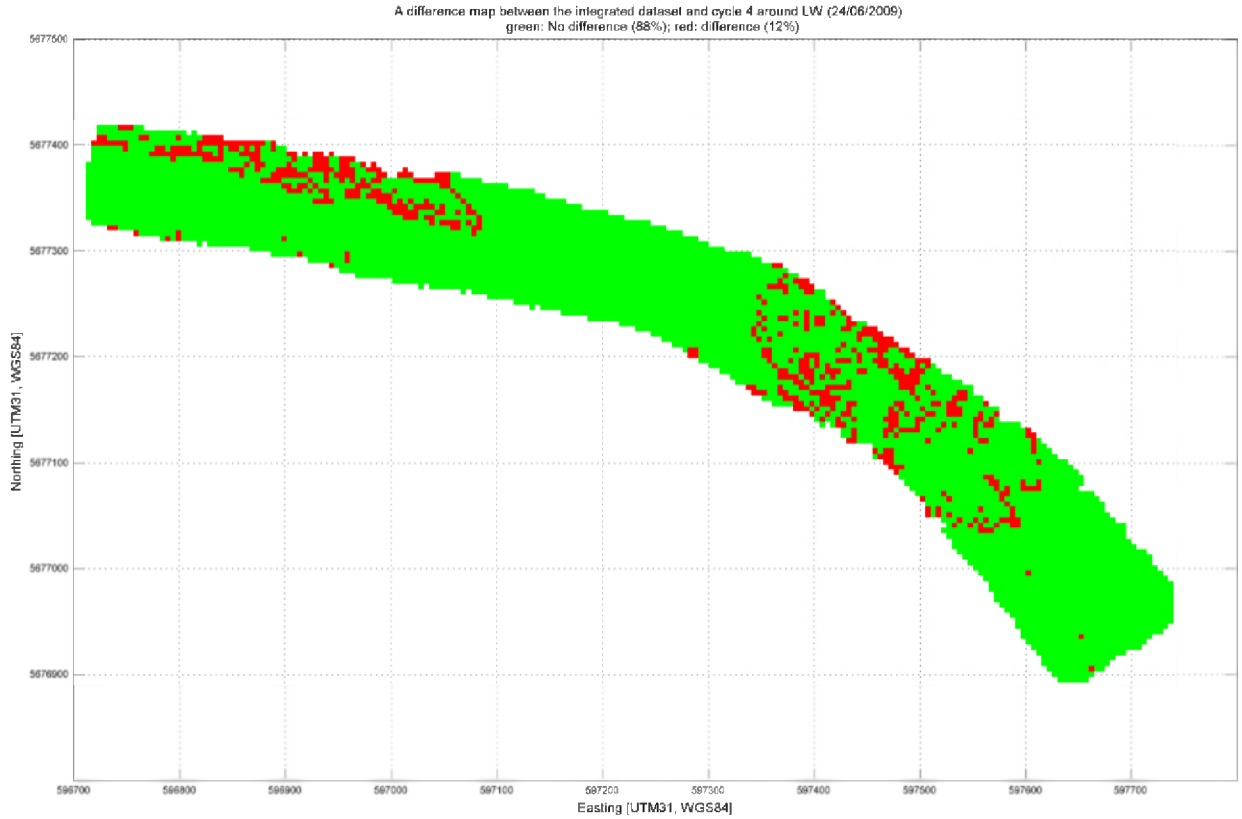
CYCLE 3 – 00:21 before LW



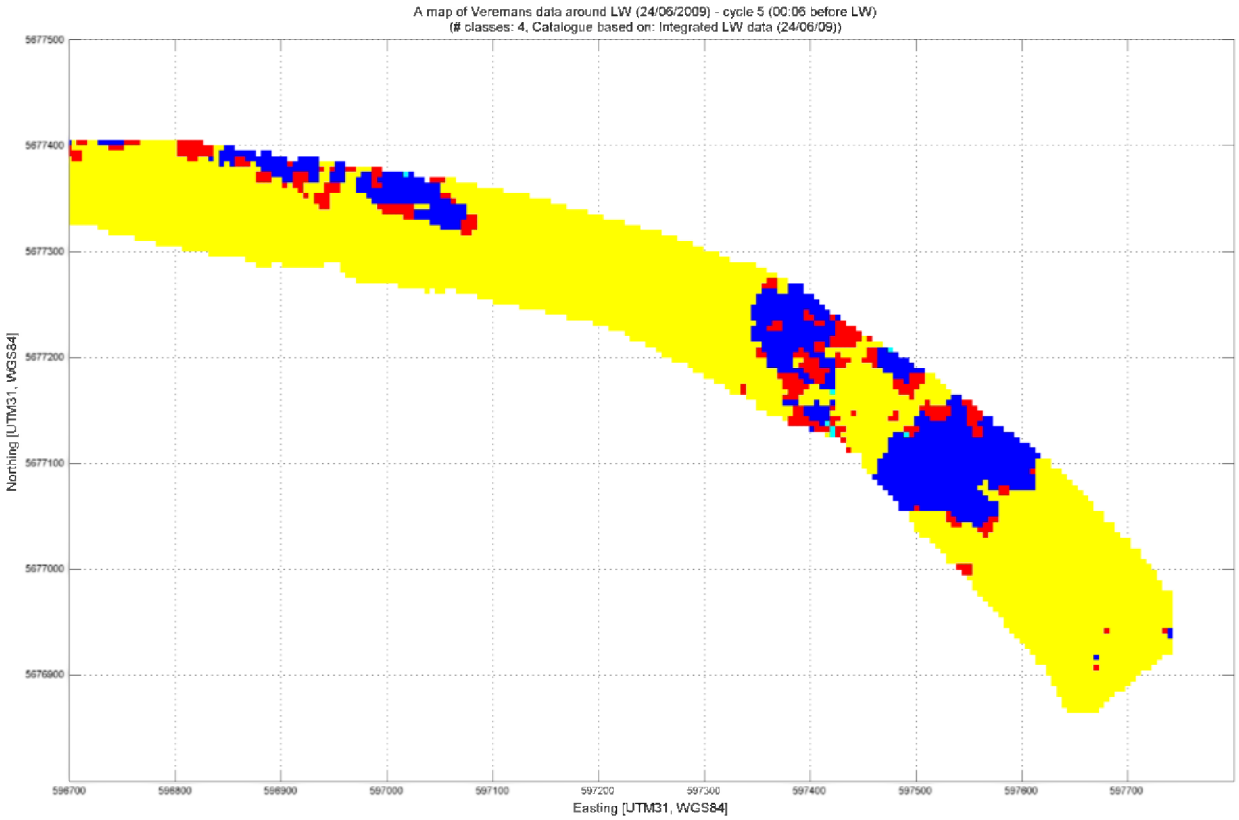


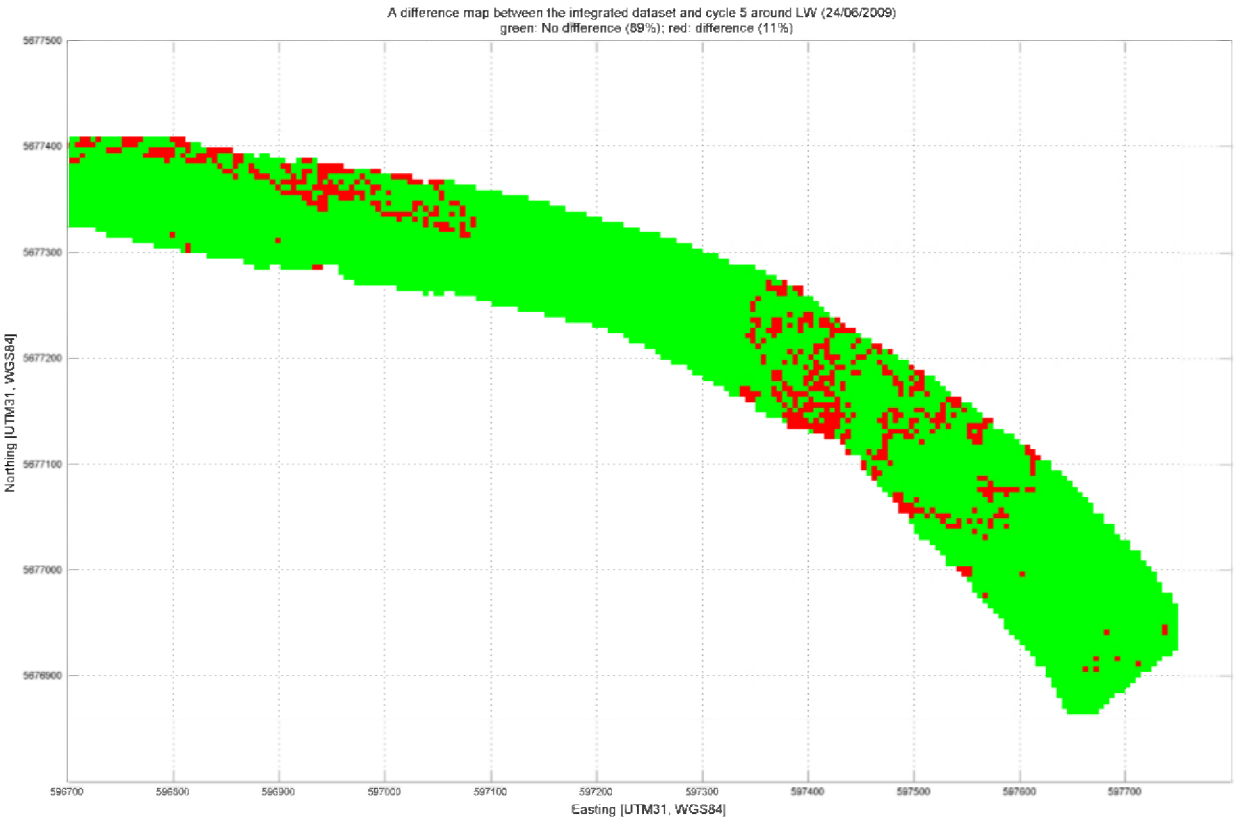
CYCLE 4 – 00:15 before LW



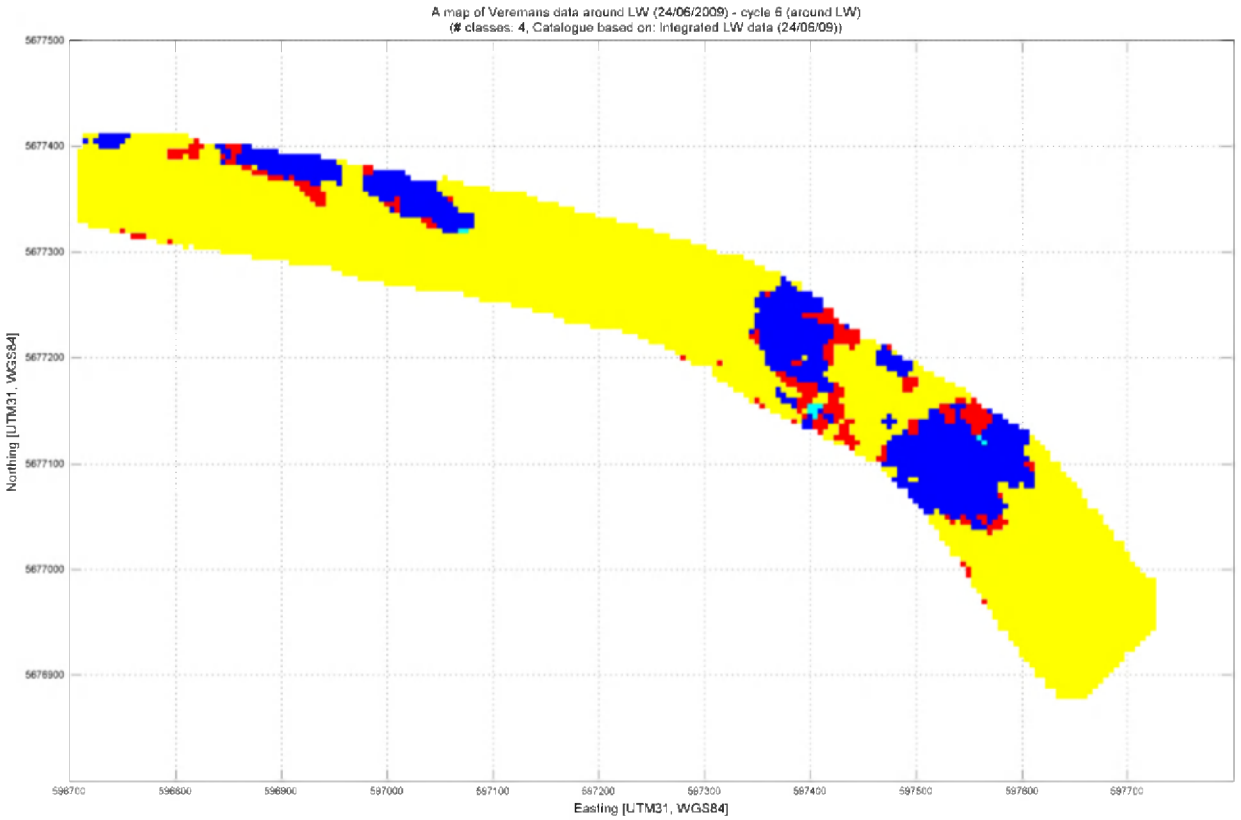


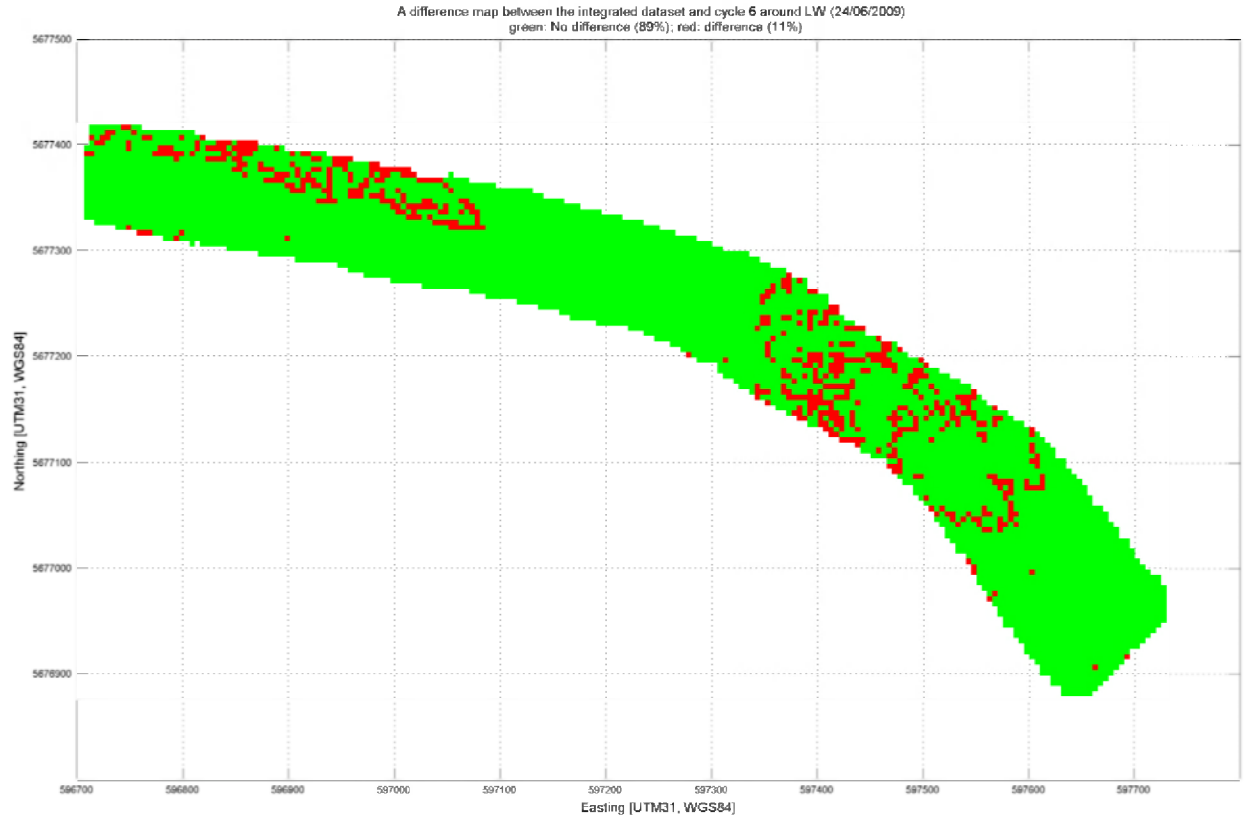
CYCLE 5 – 00:06 before LW



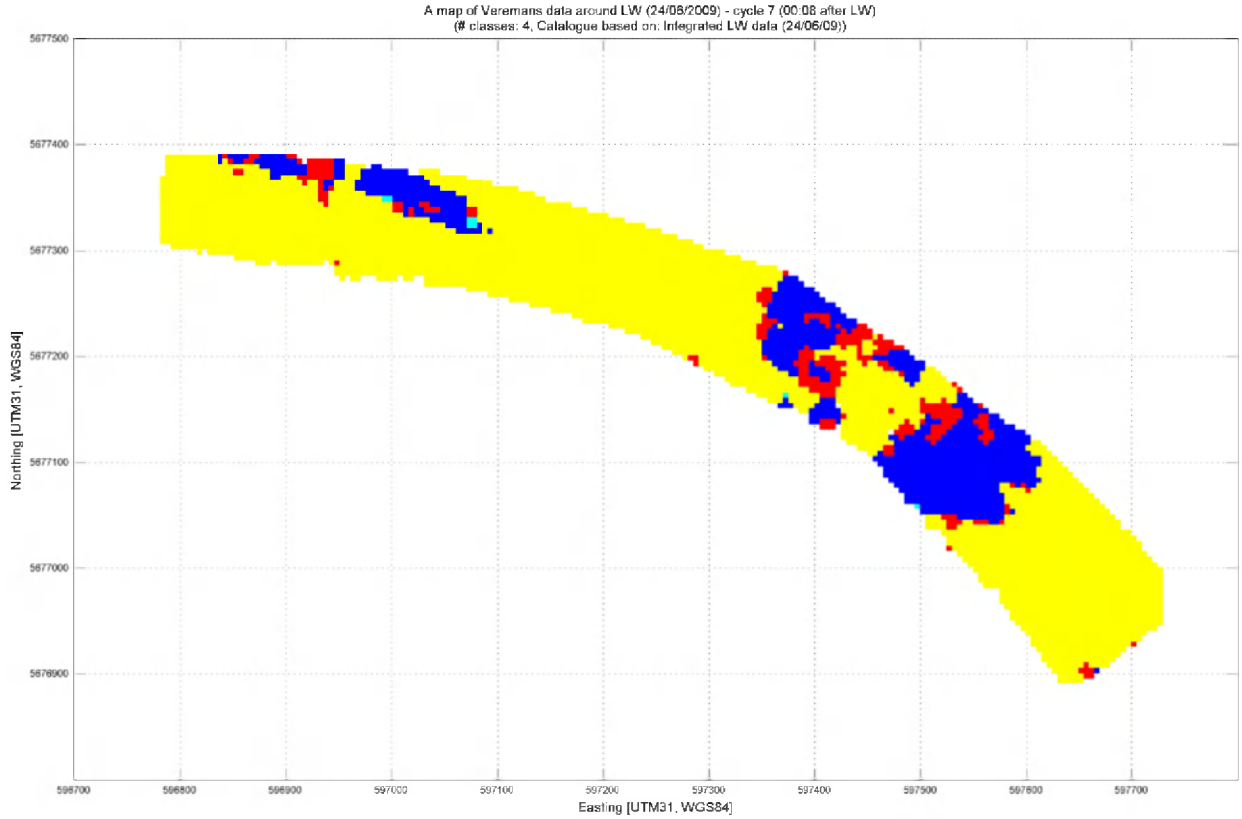


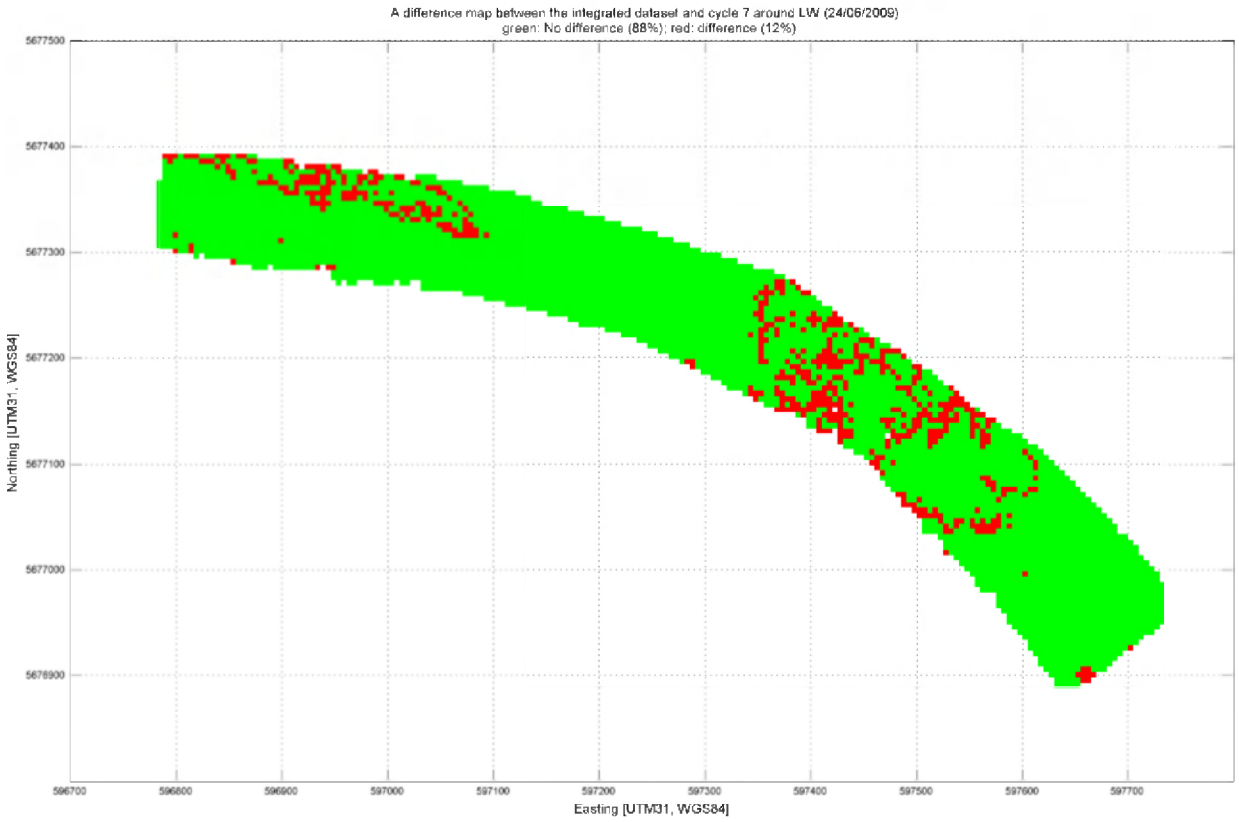
CYCLE 6 – around LW



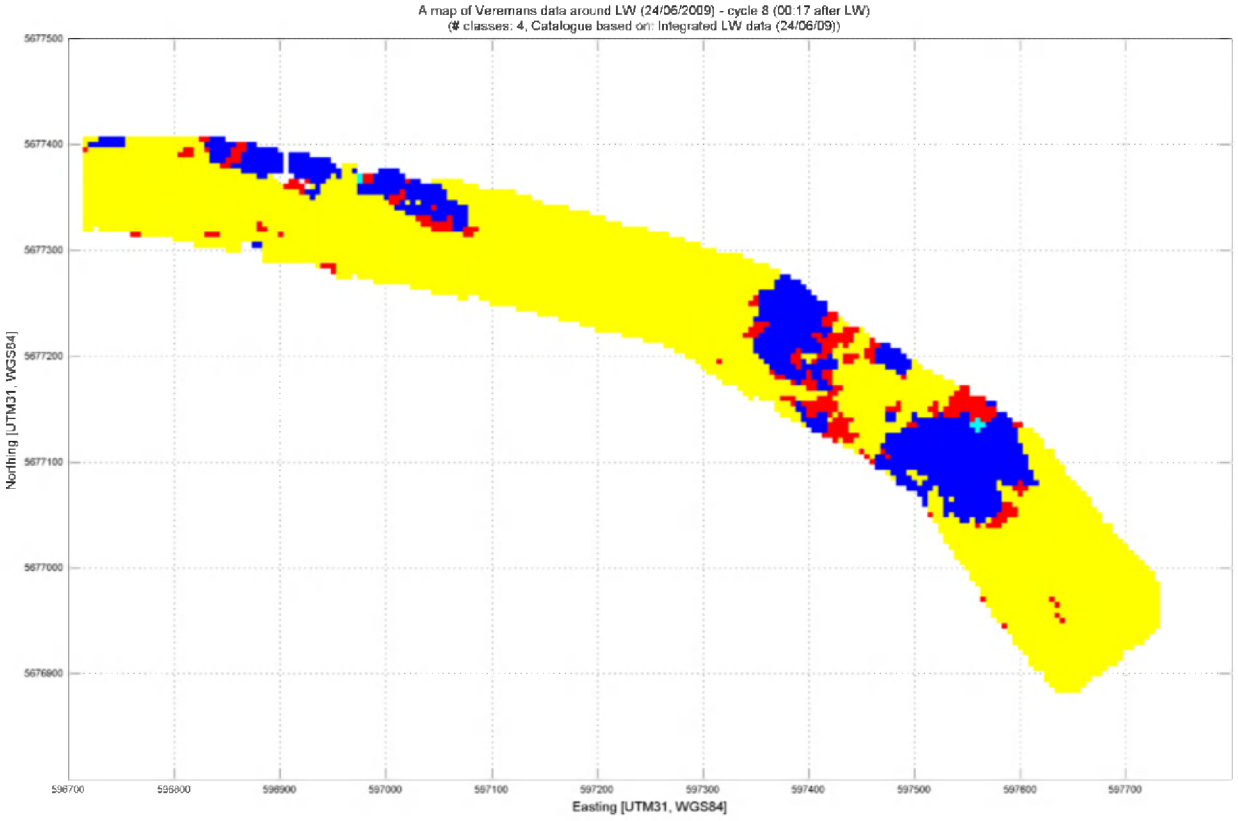


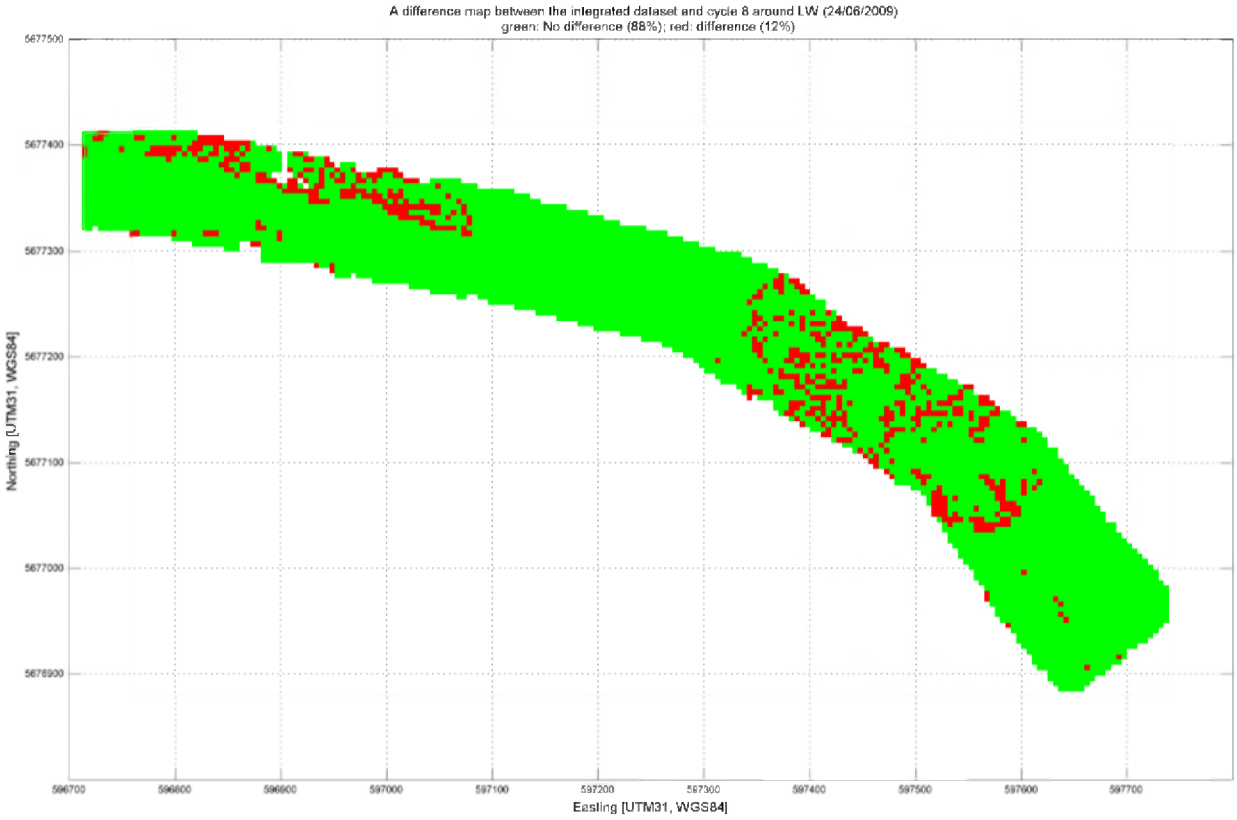
CYCLE 7 – 00:08 after LW



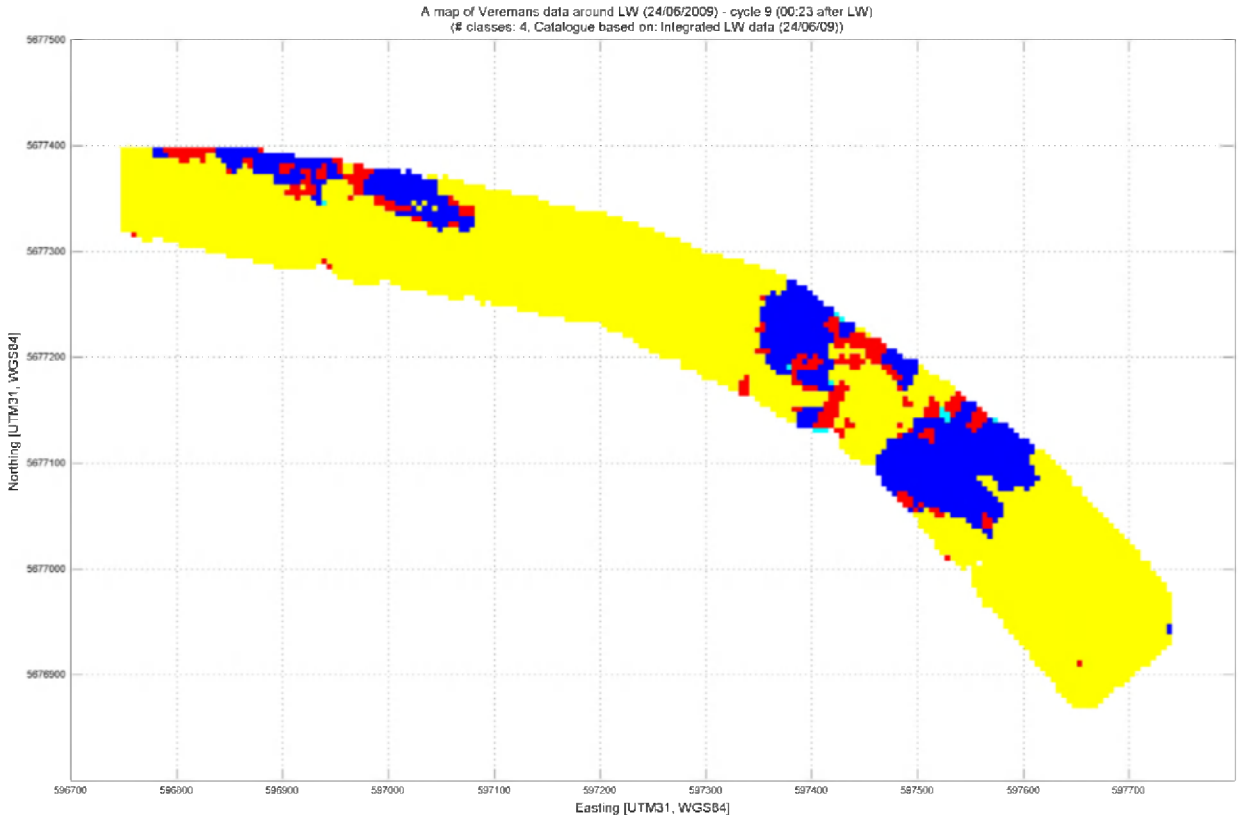


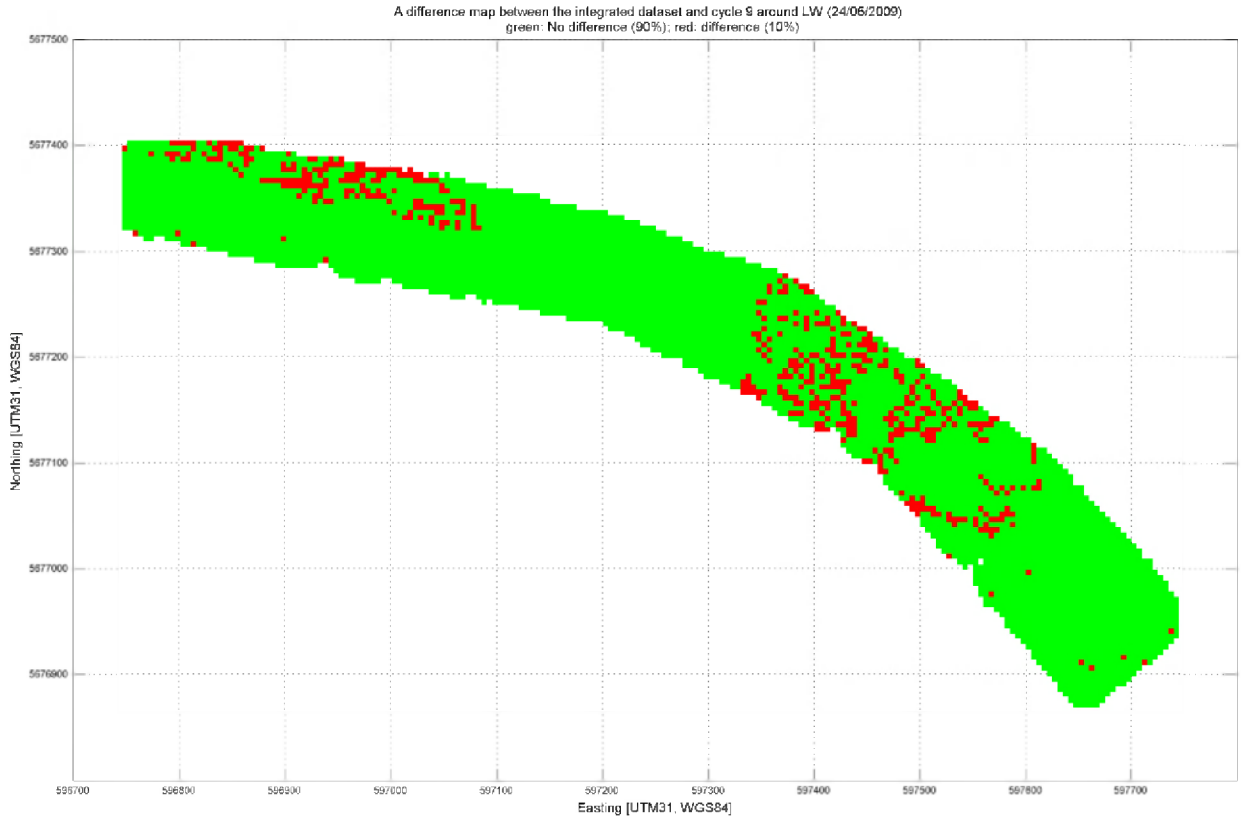
CYCLE 8 – 00:17 after LW



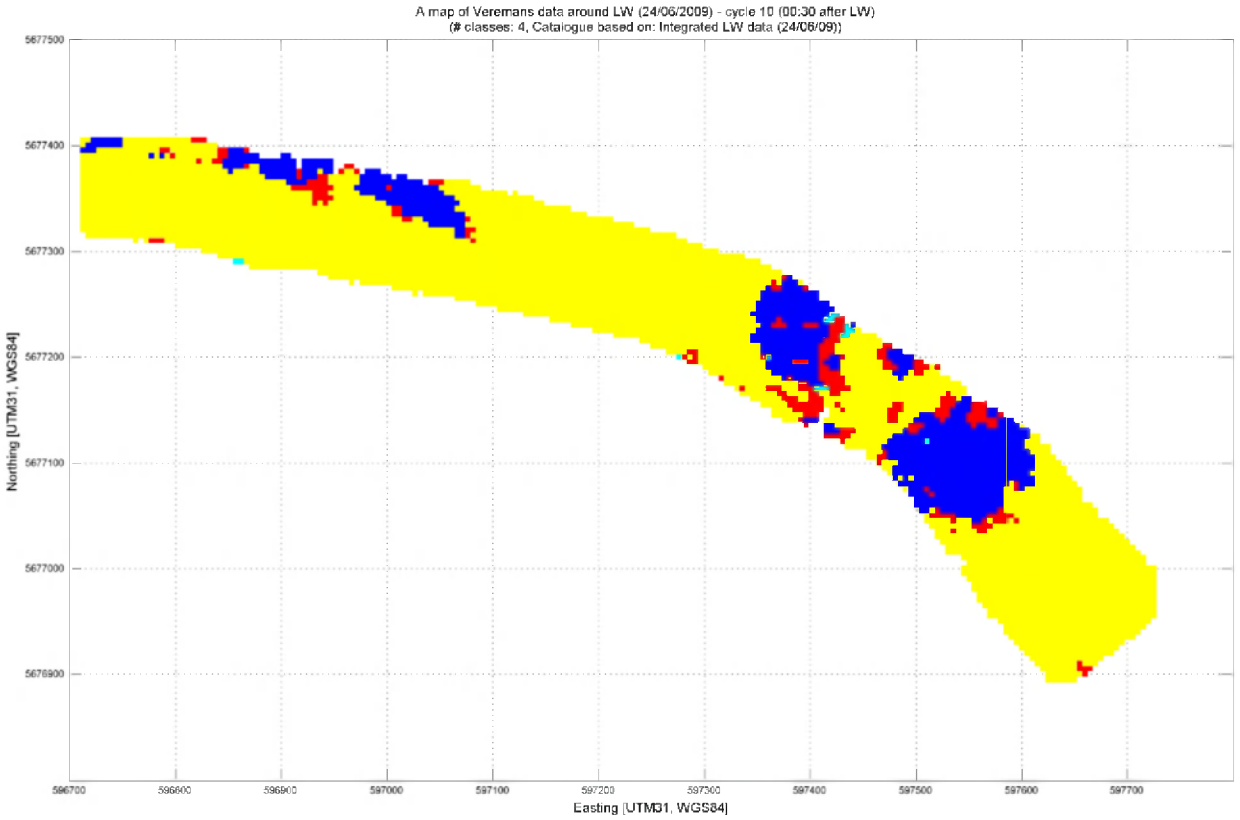


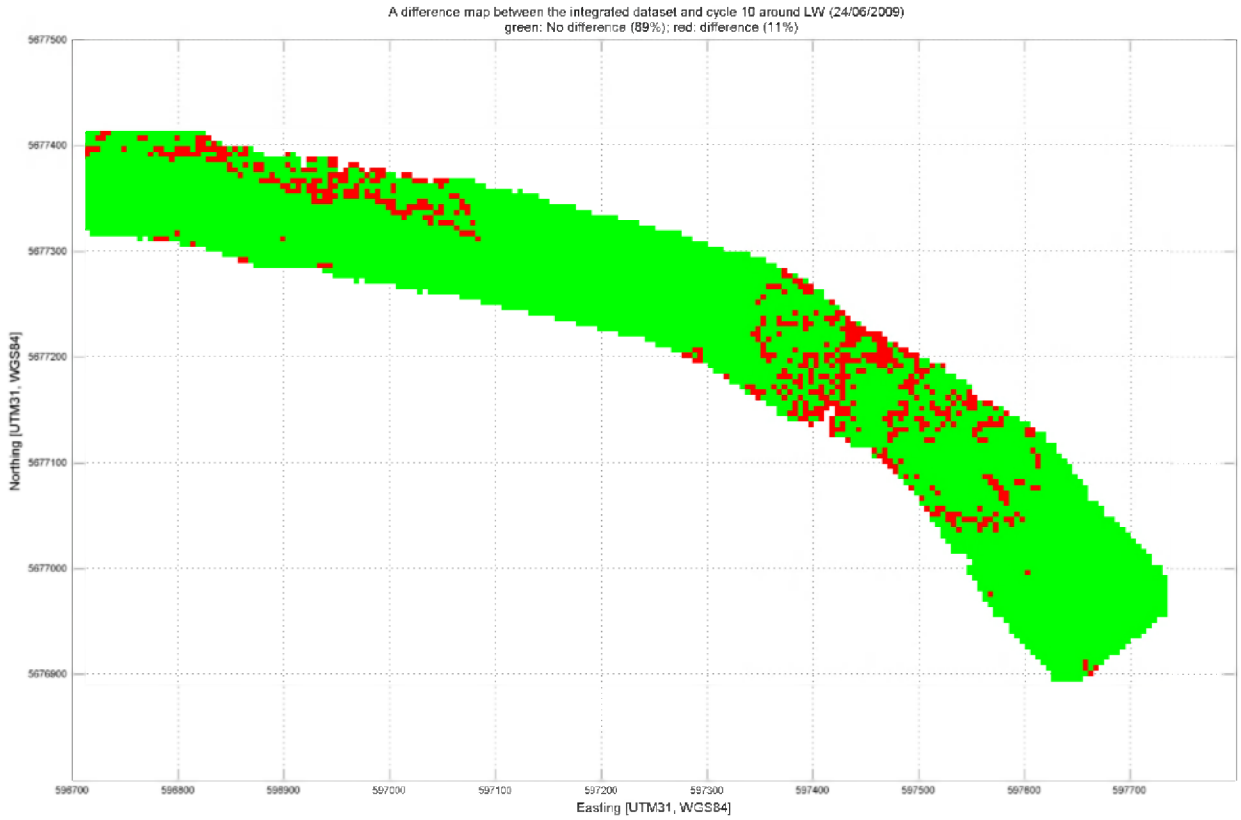
CYCLE 9 – 00:23 after LW



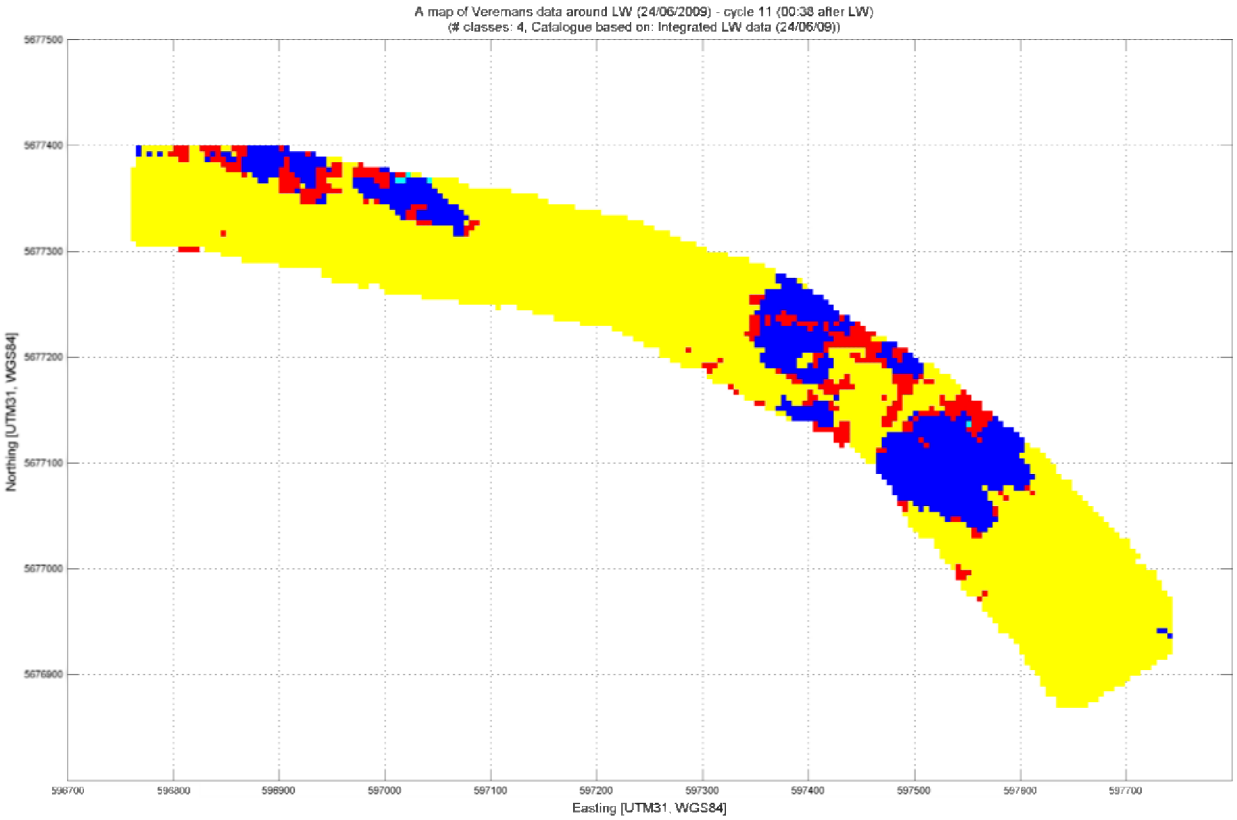


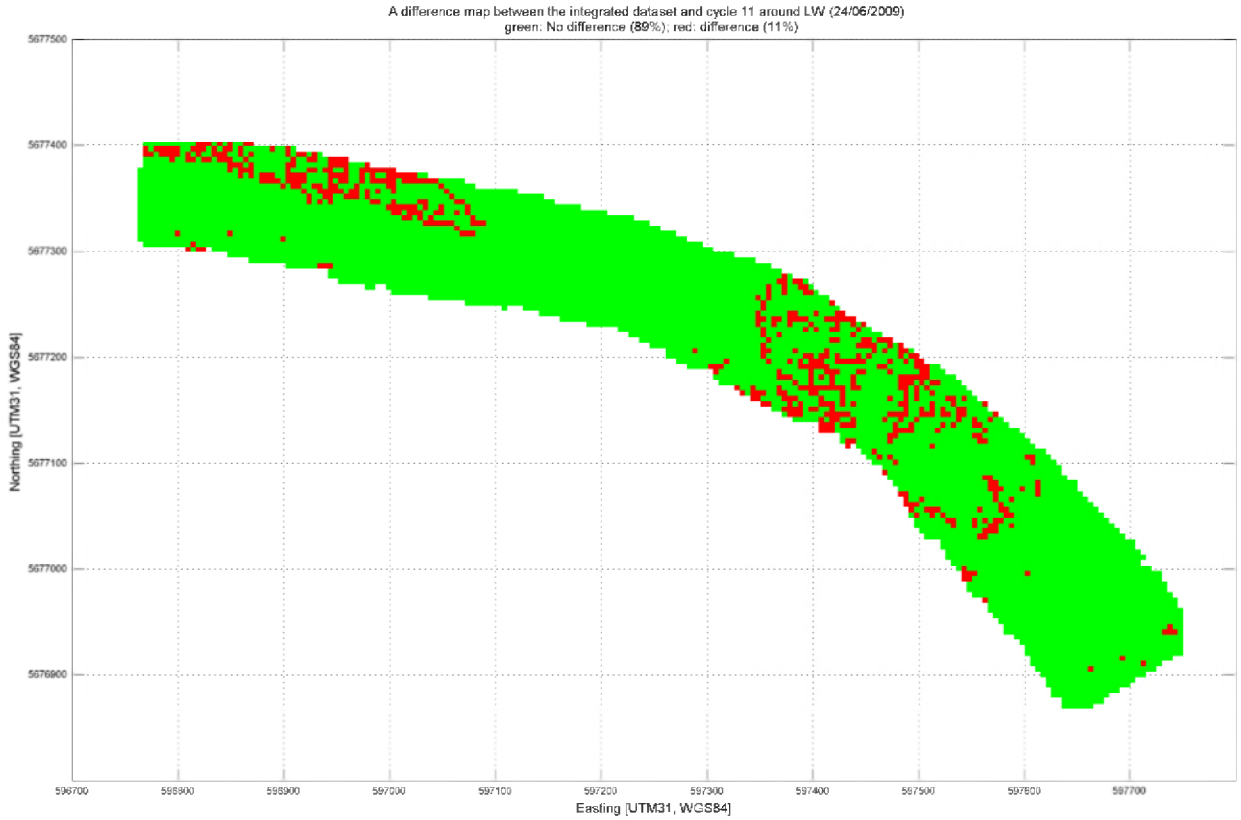
CYCLE 10 – 00:30 after LW



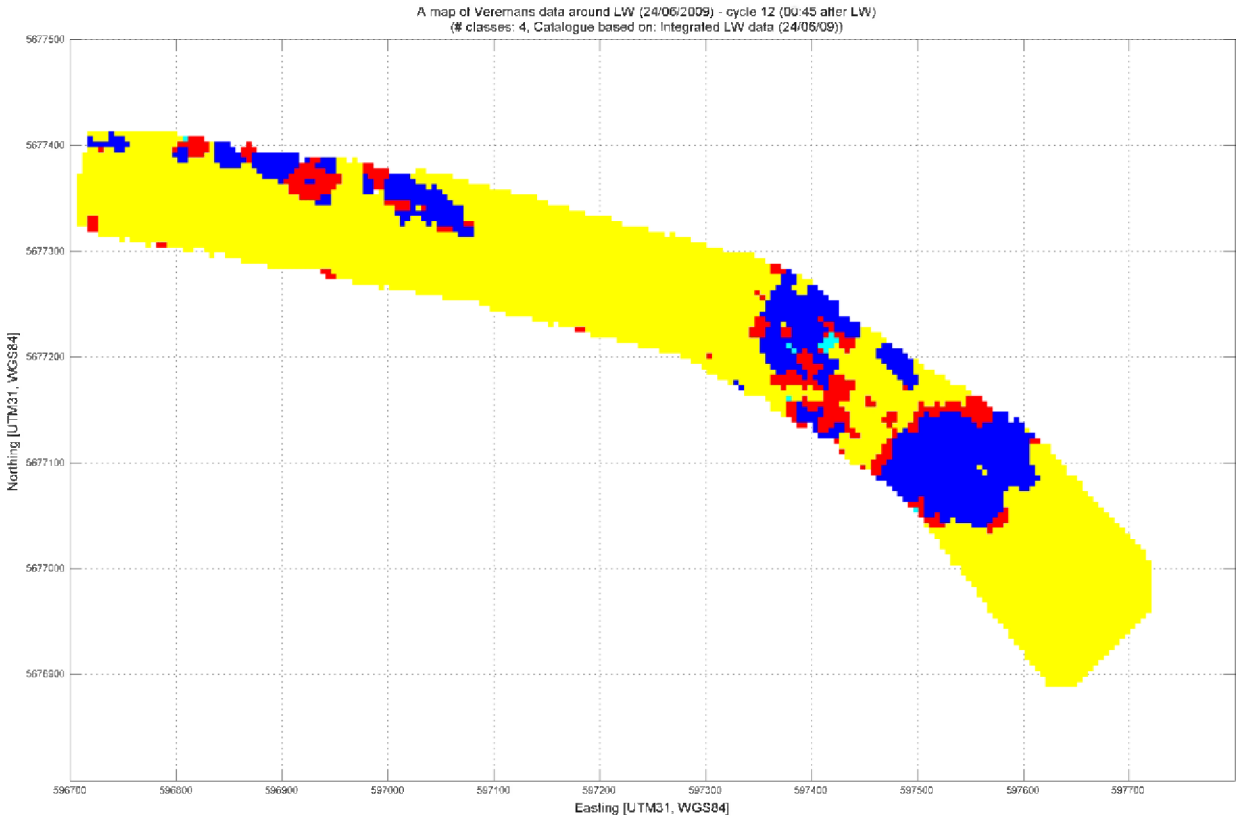


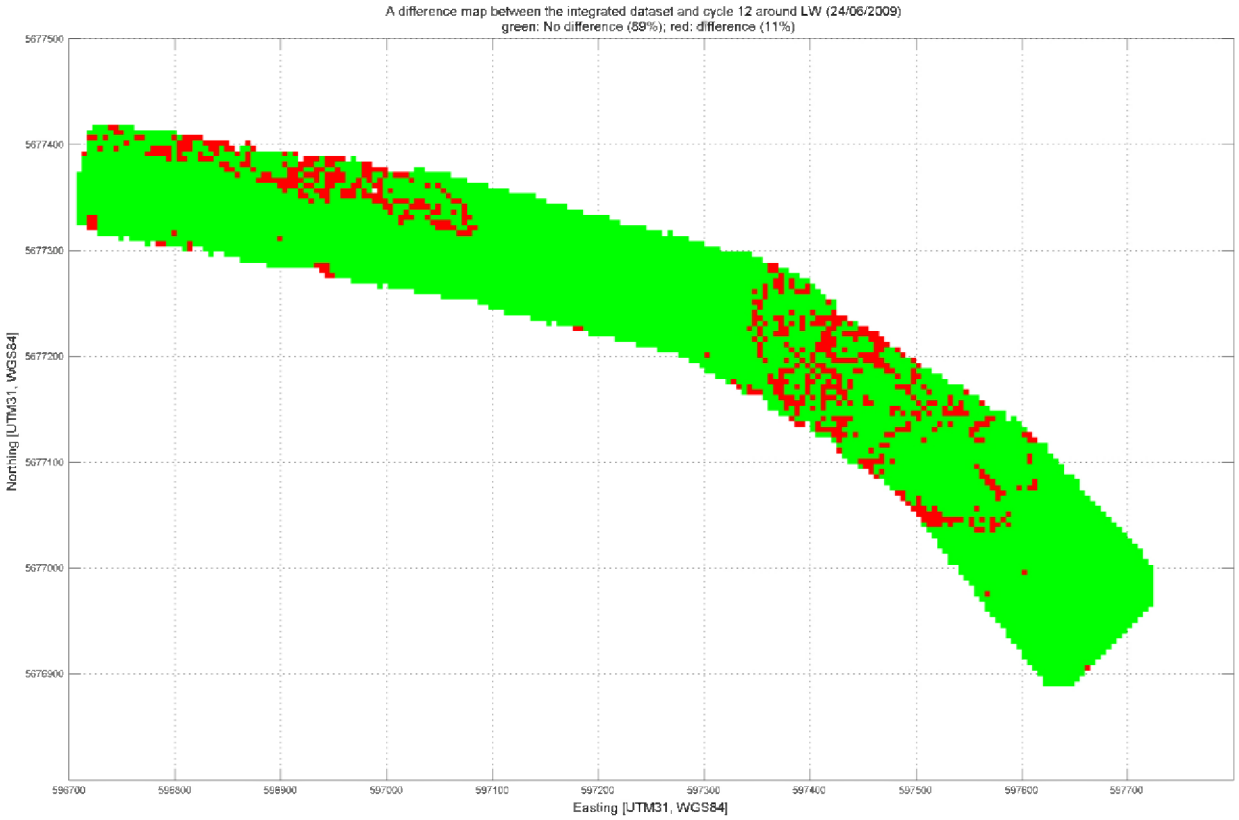
CYCLE 11 – 00:38 after LW



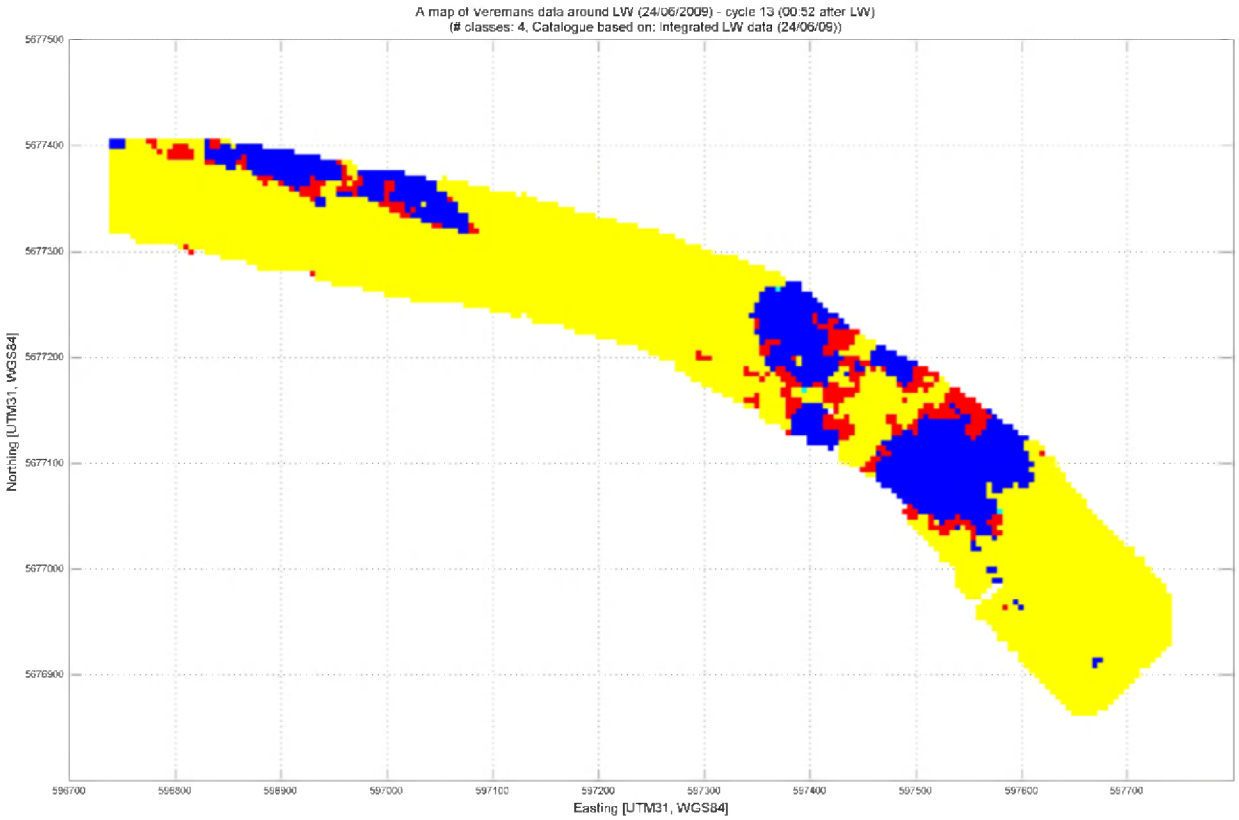


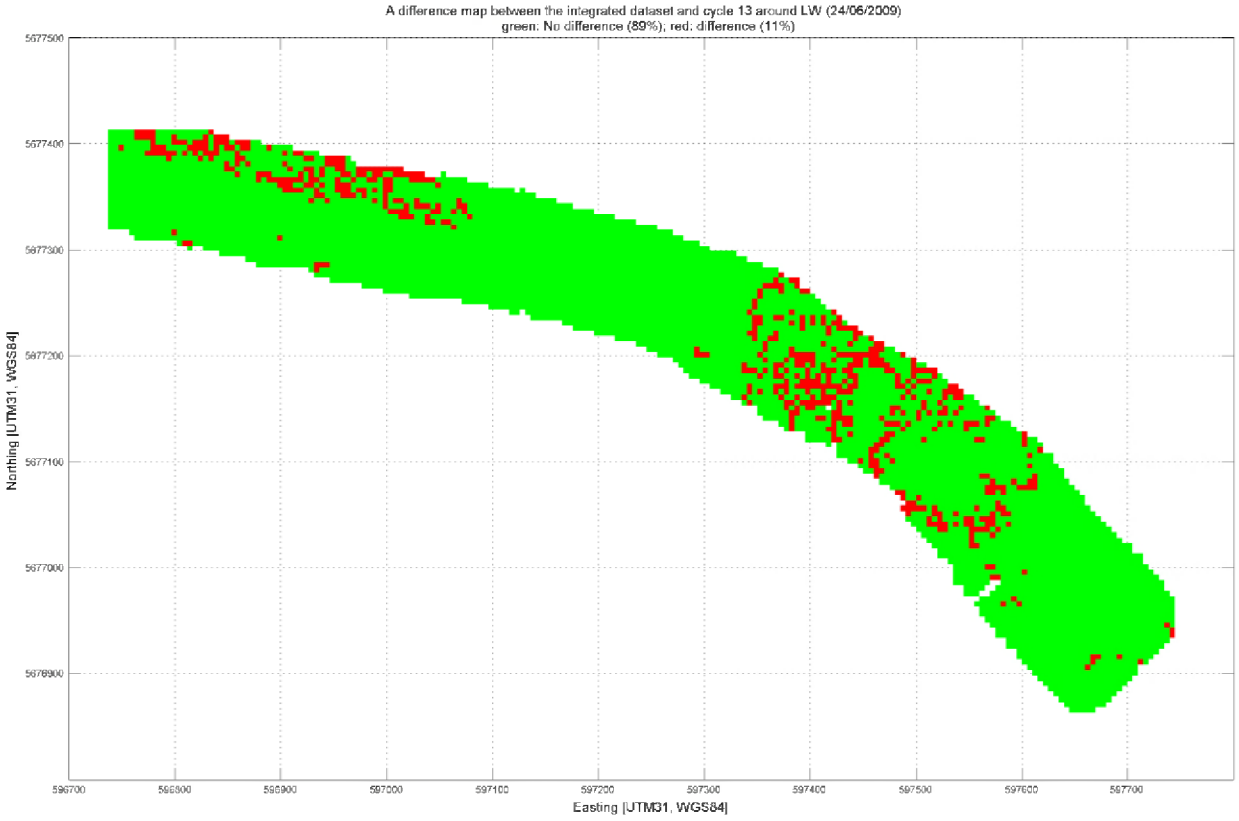
CYCLE 12 – 00:45 after LW



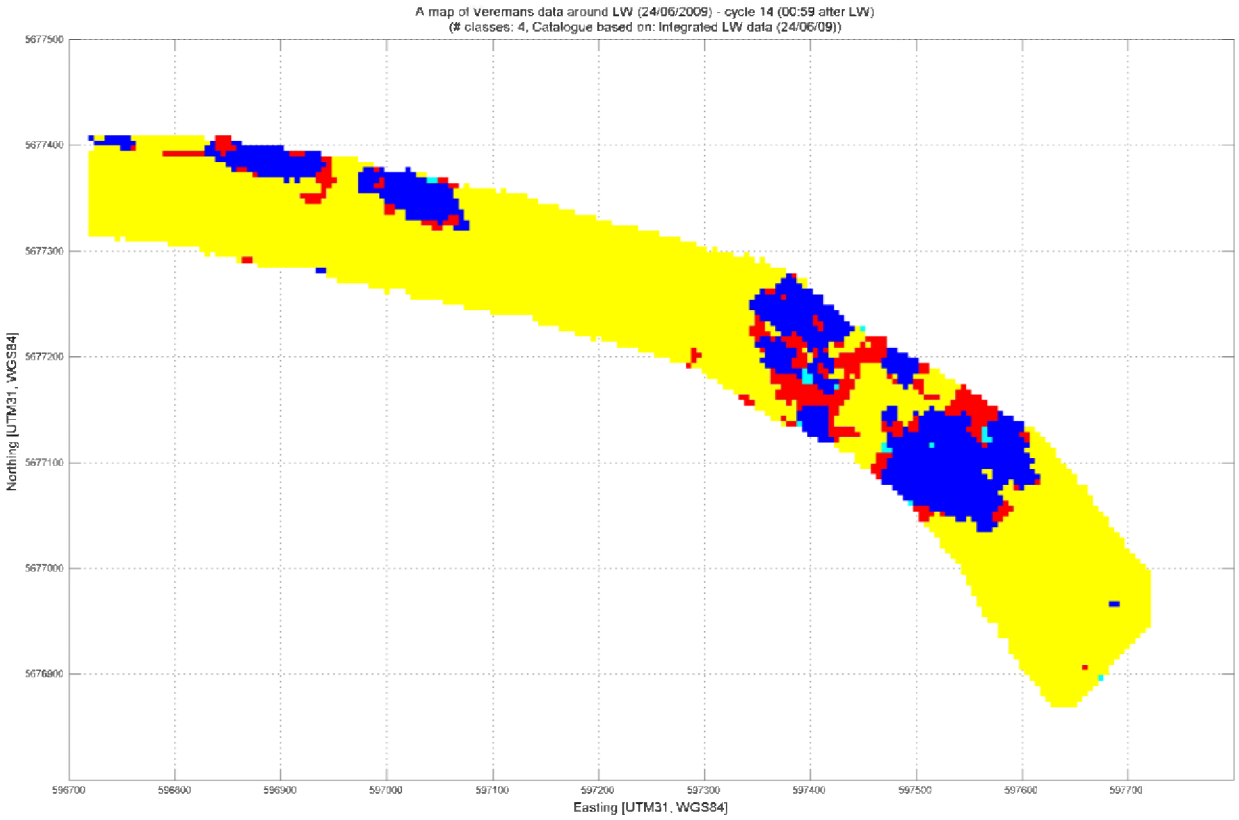


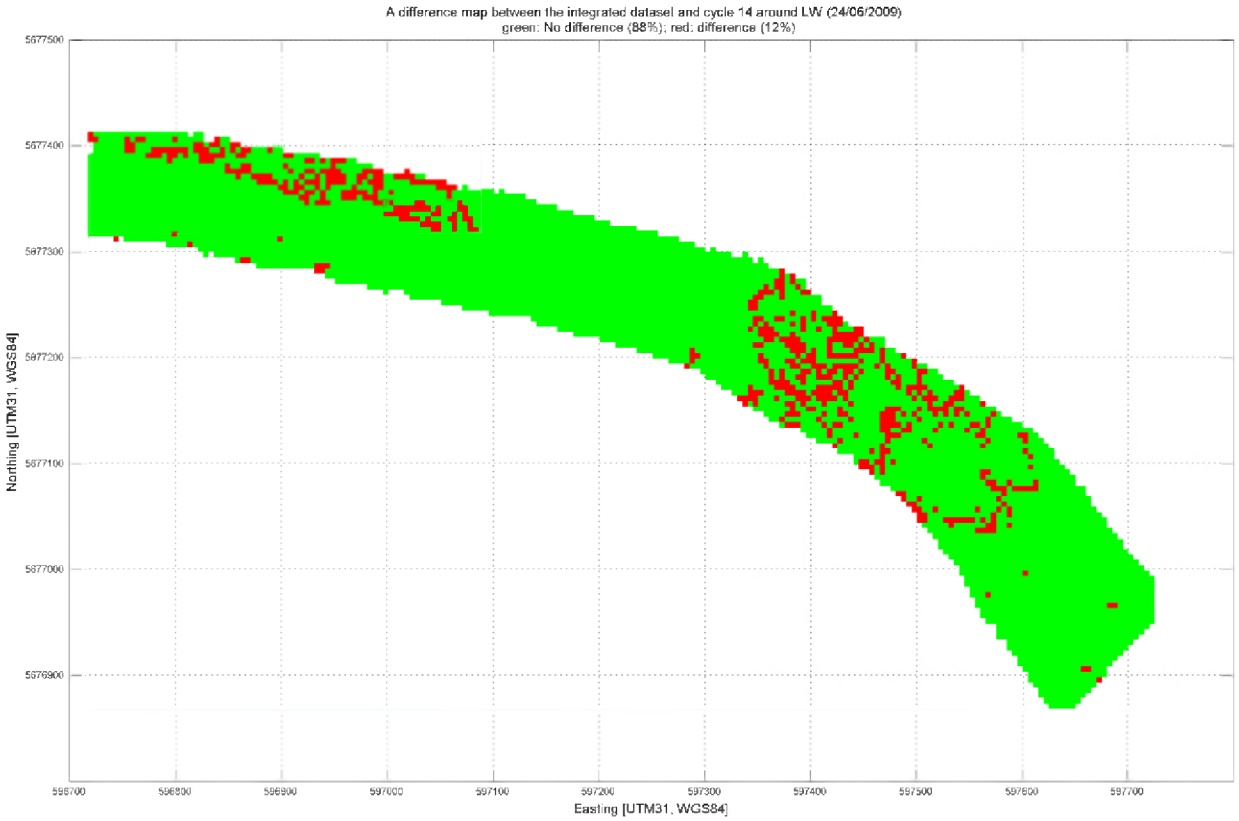
CYCLE 13 – 00:52 after LW



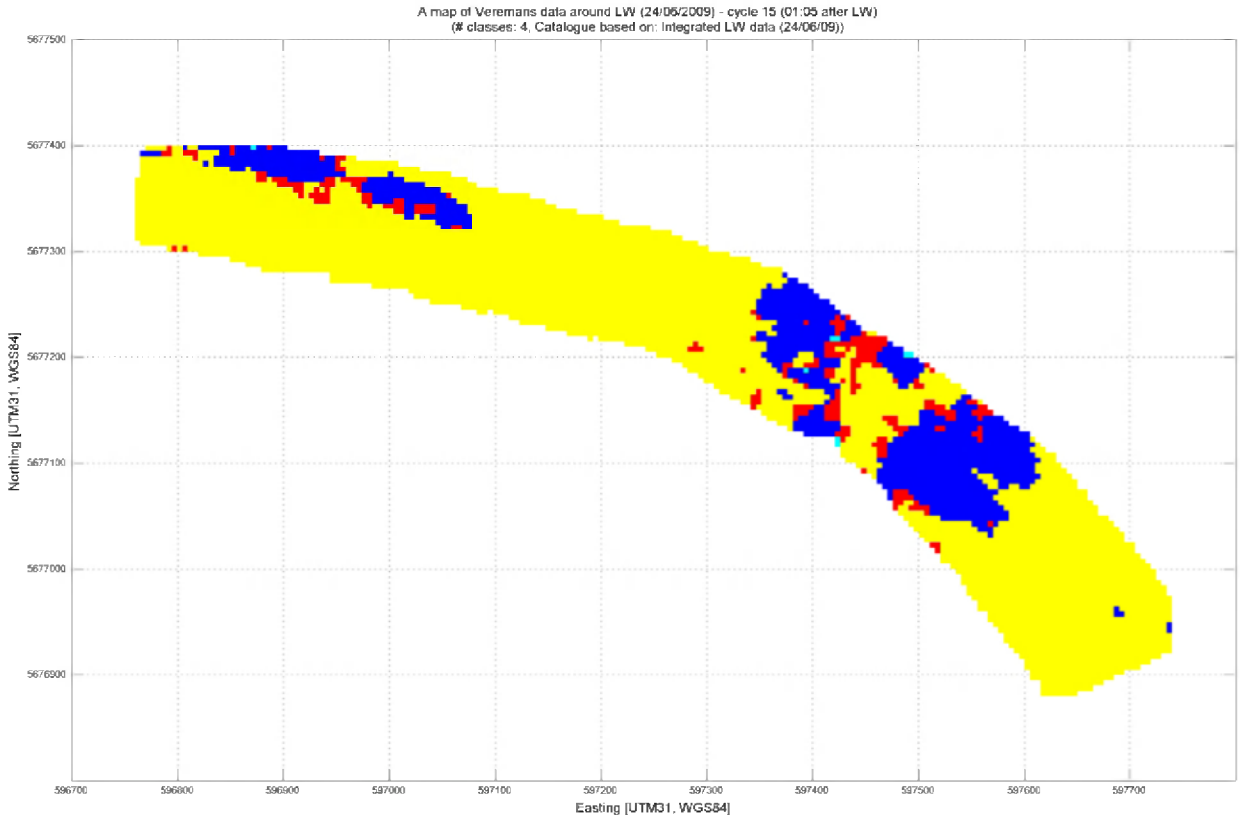


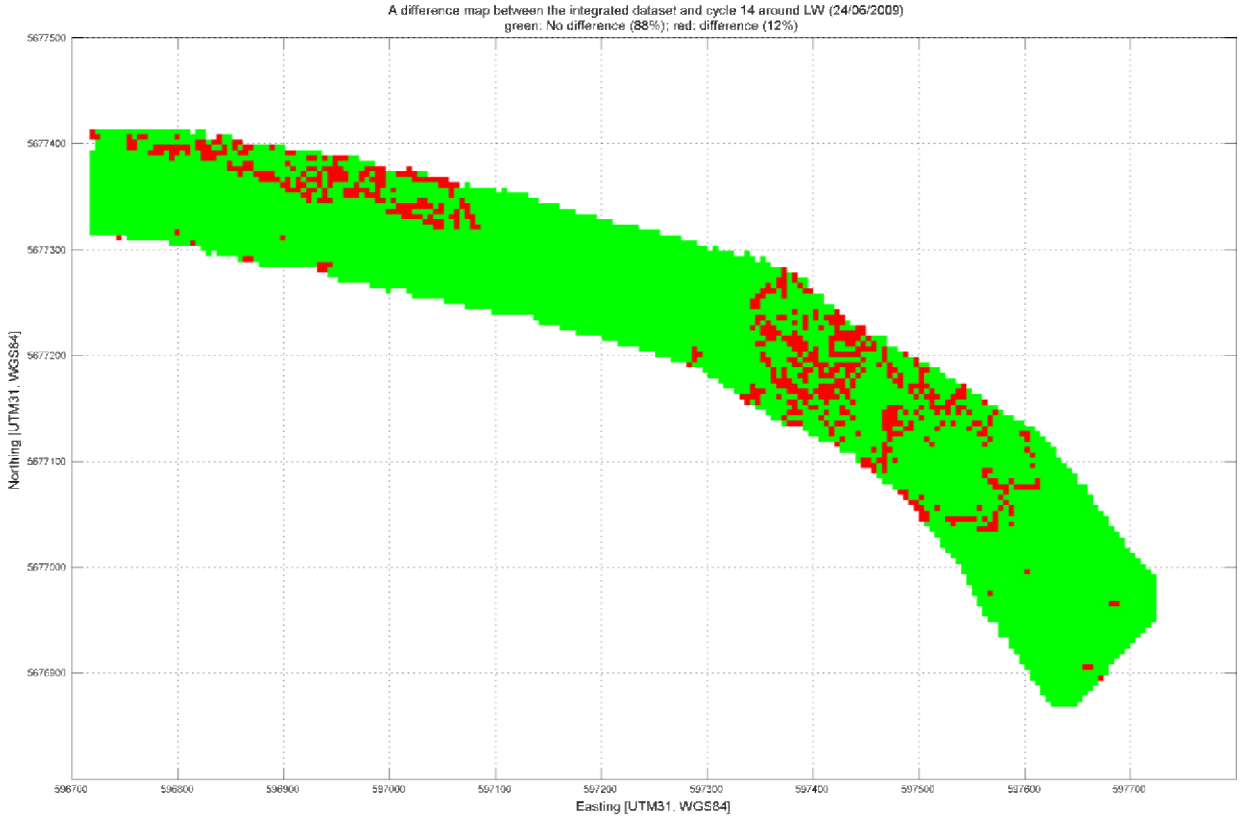
CYCLE 14 – 00:59 after LW



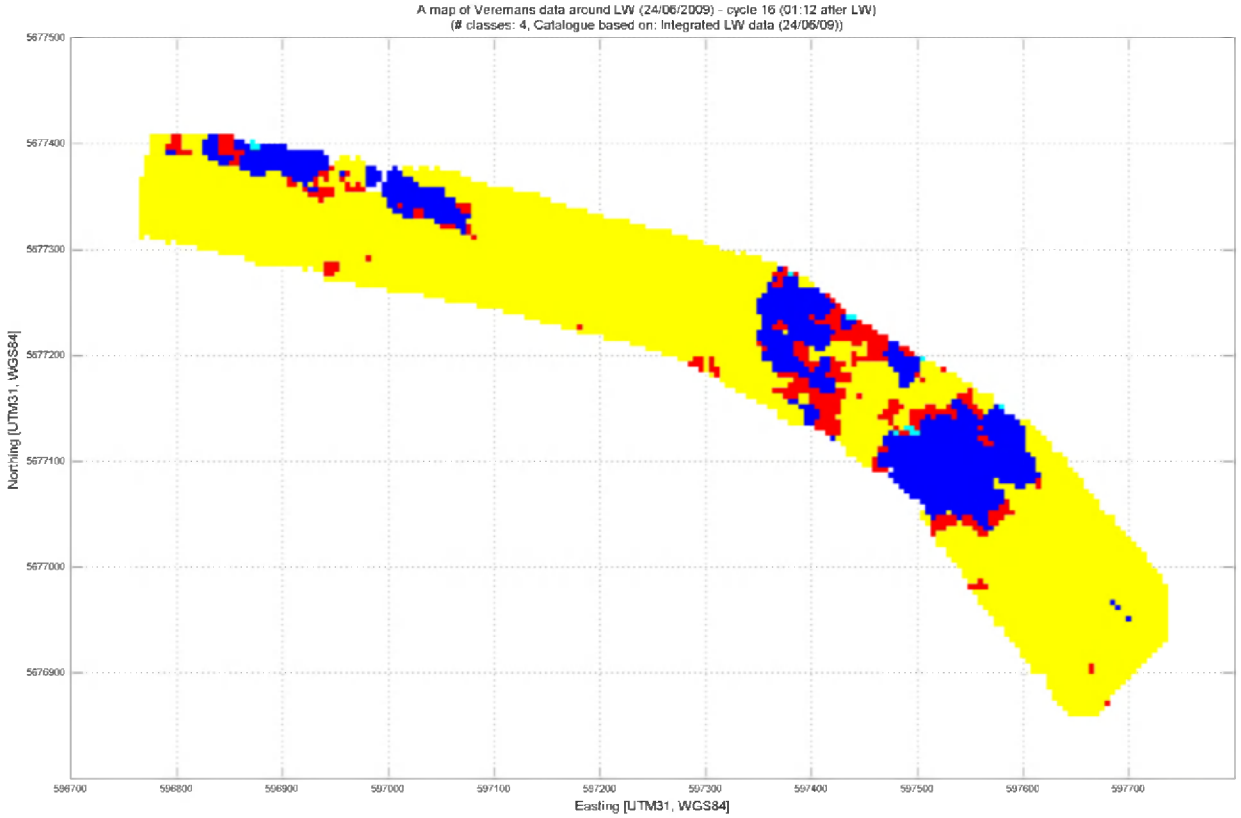


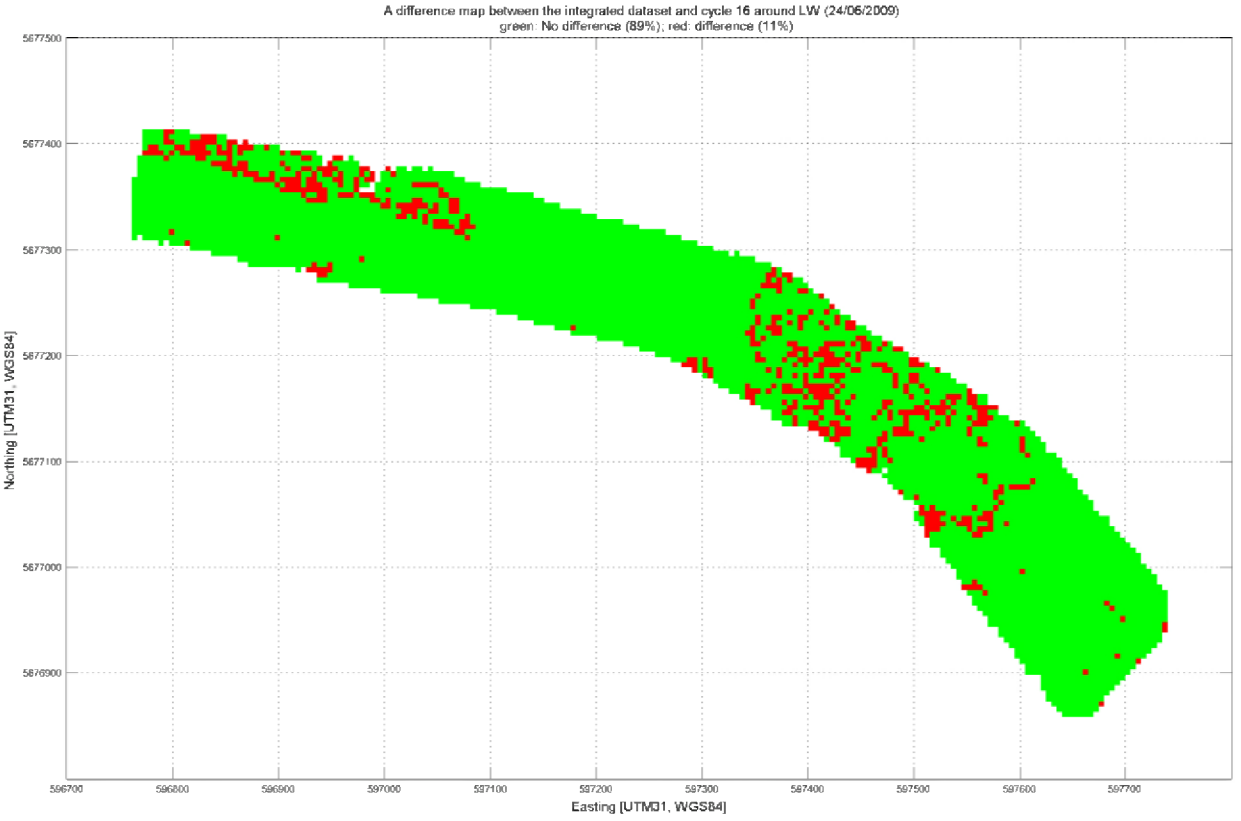
CYCLE 15 – 01:05 after LW



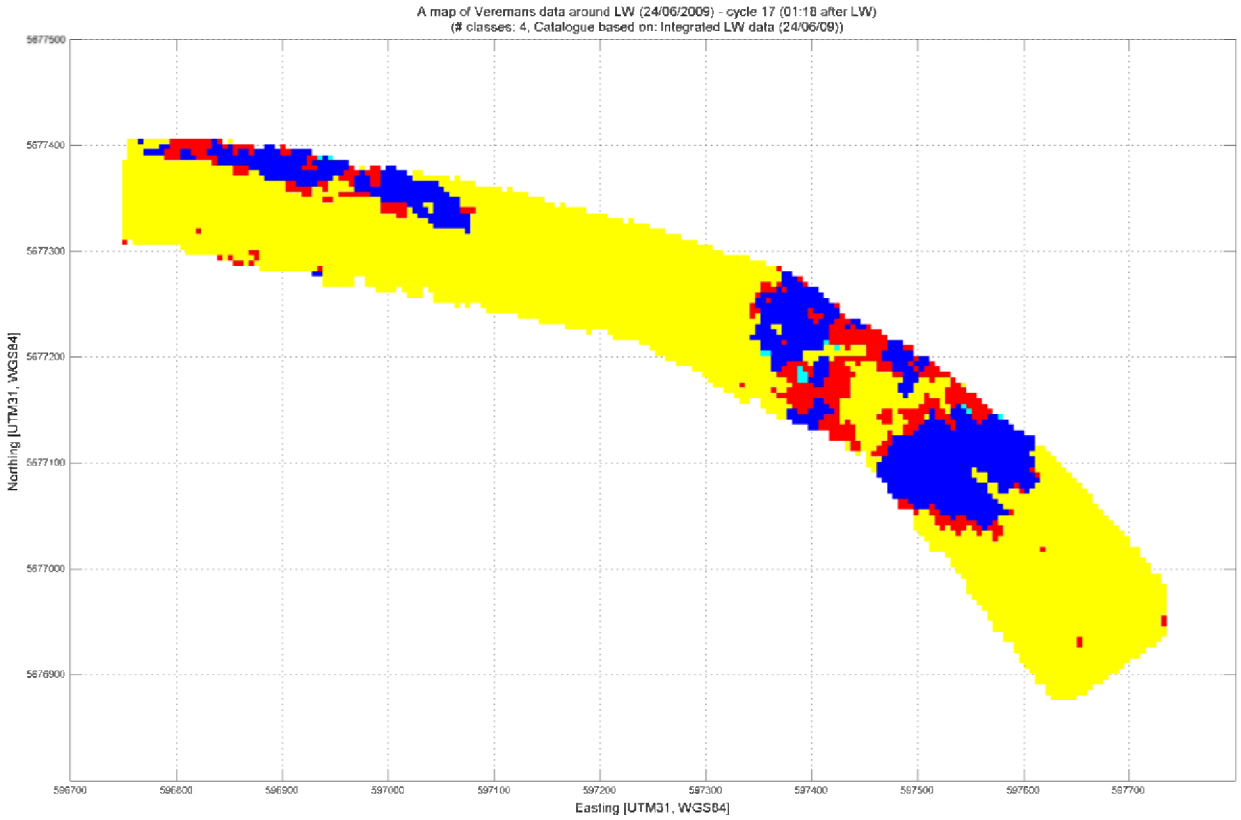


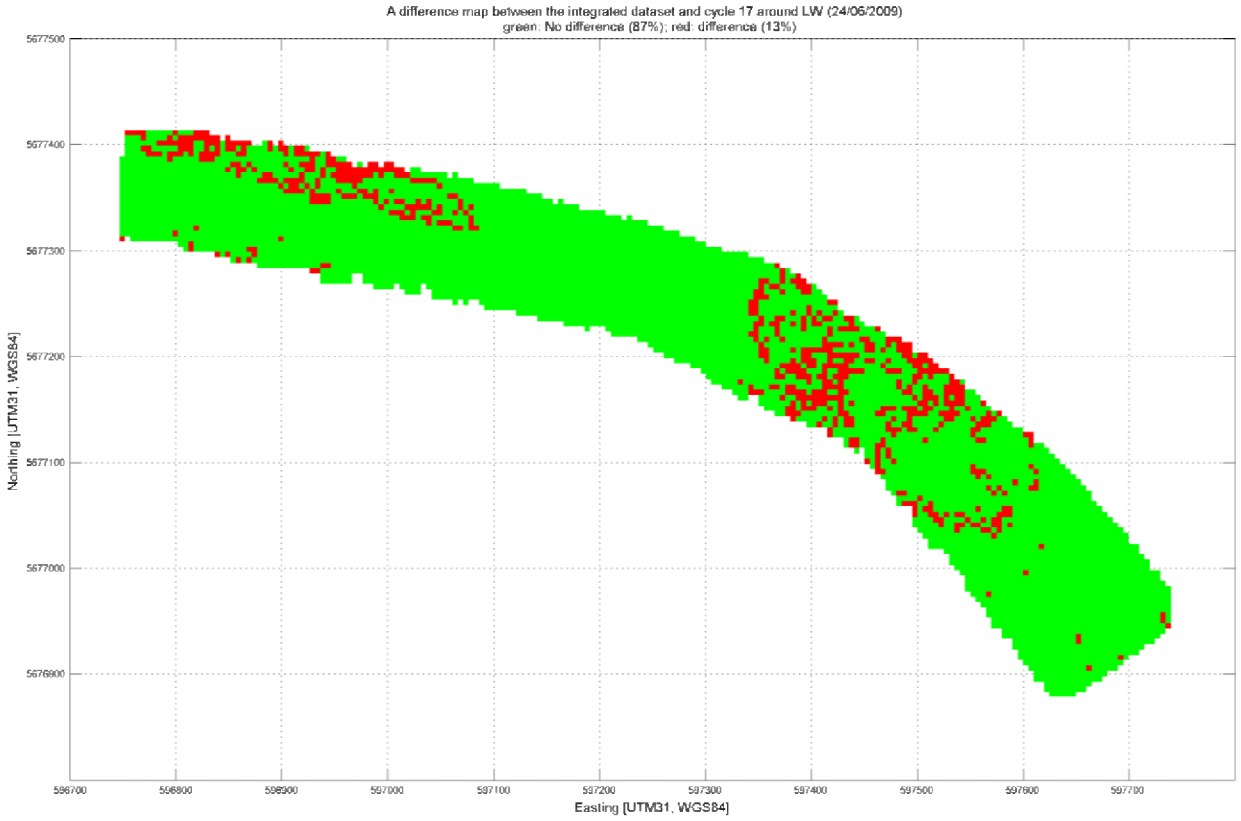
CYCLE 16 – 01:12 after LW



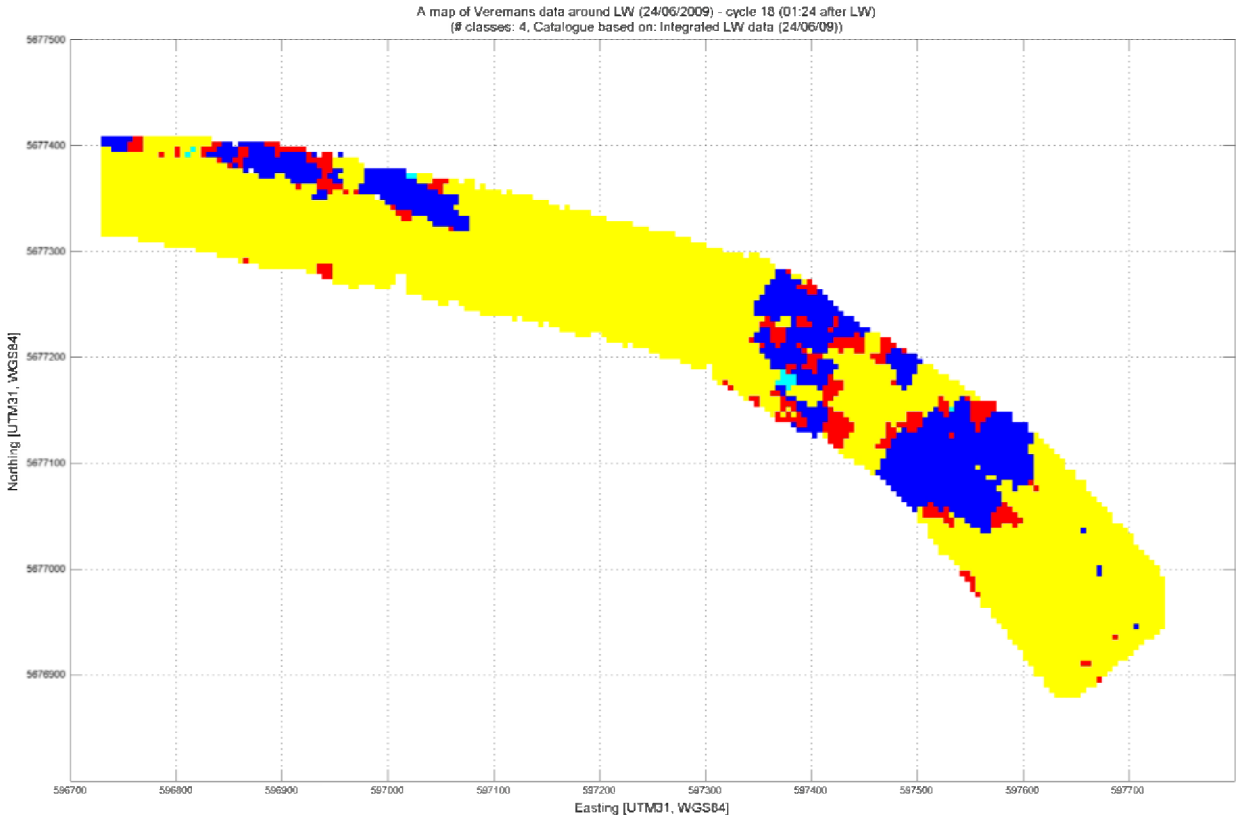


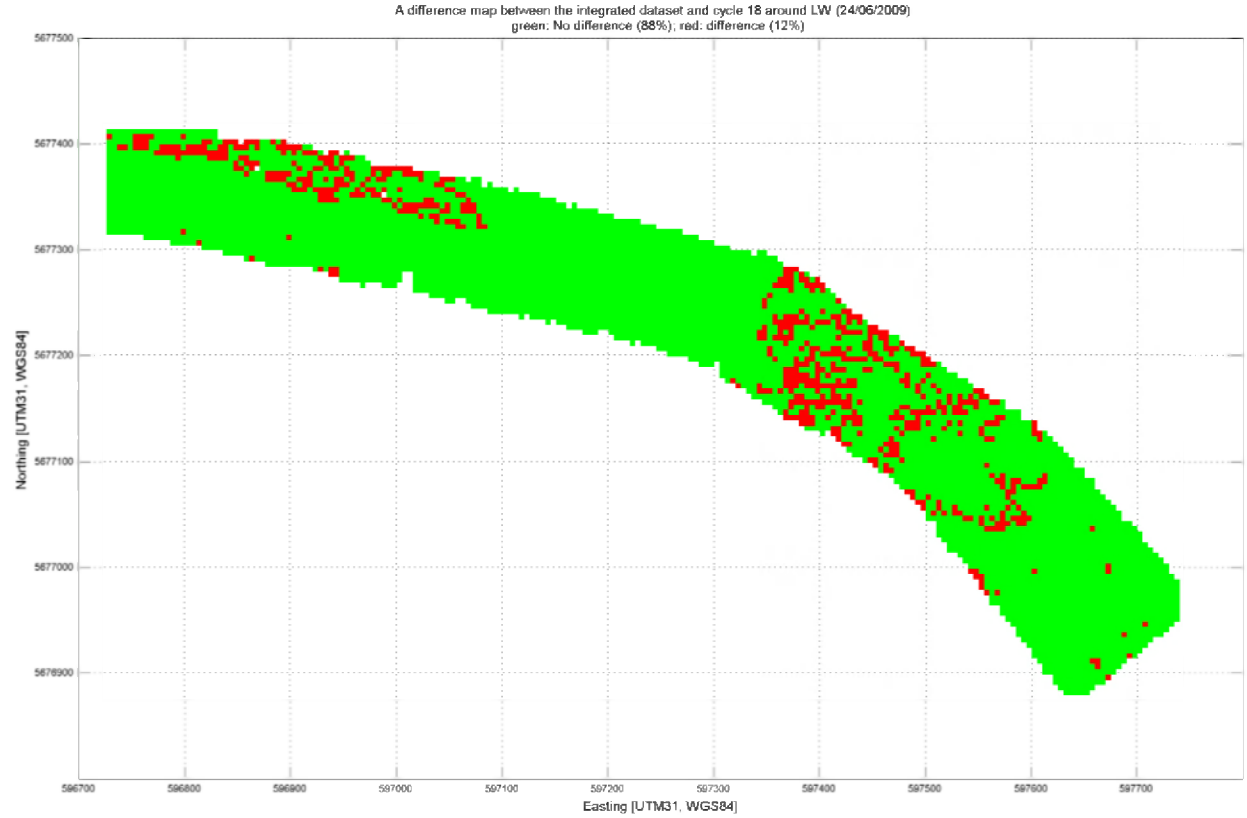
CYCLE 17 – 01:18 after LW





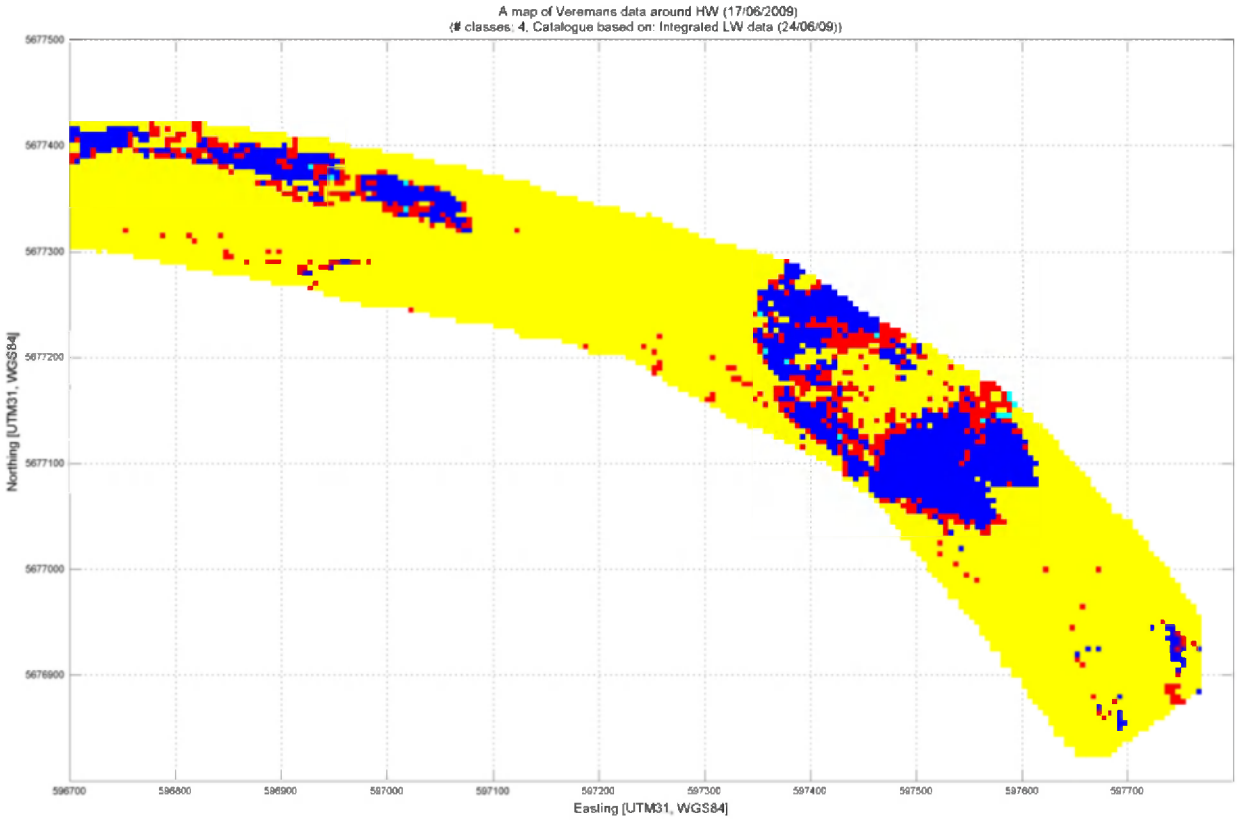
CYCLE 18 – 01:24 after LW

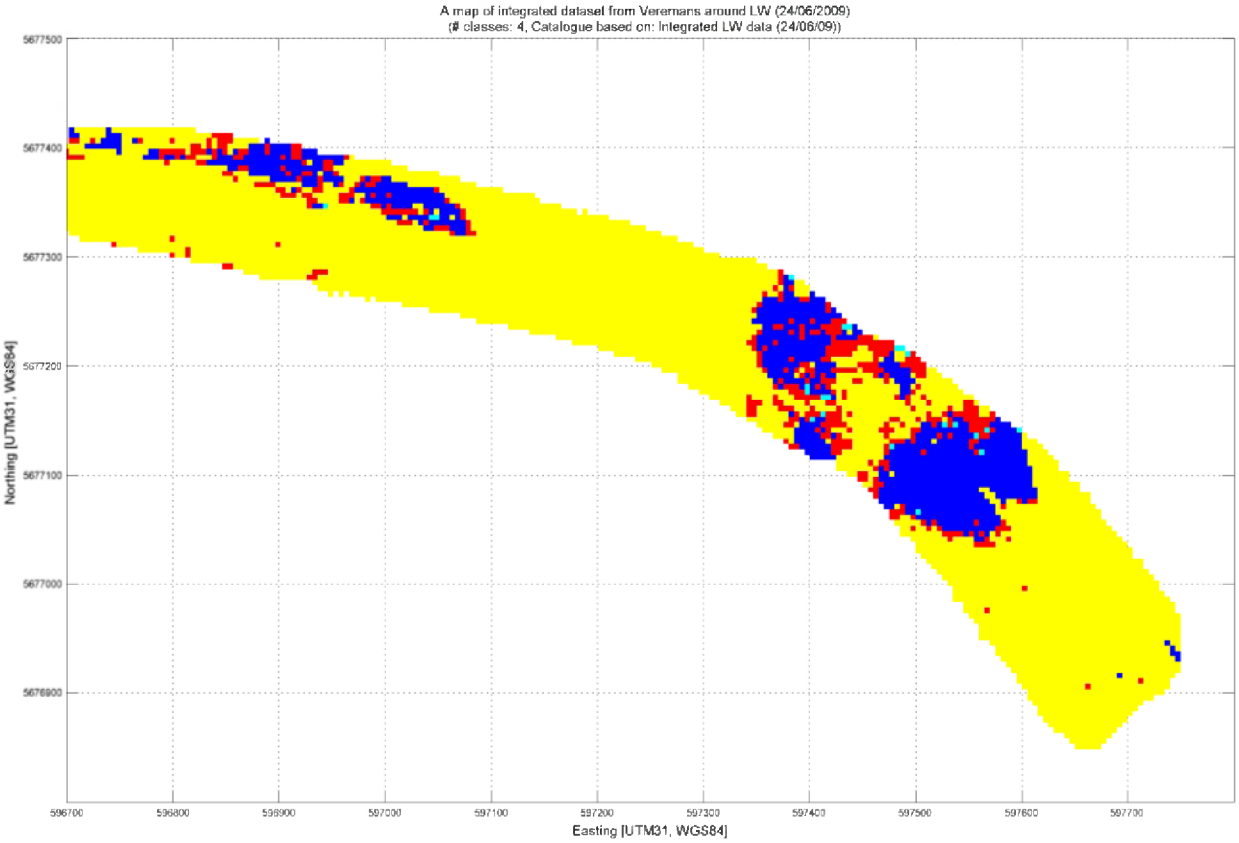


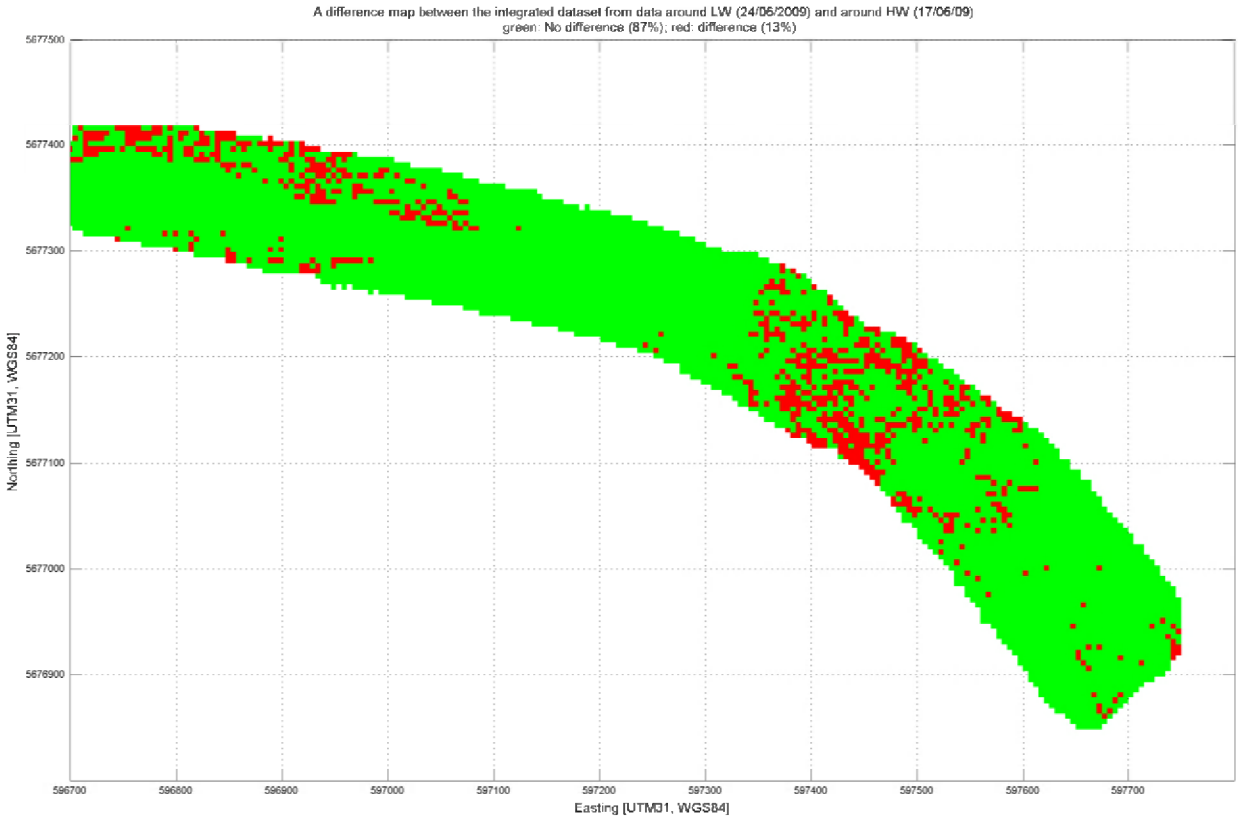


Annex B Maps of measurement campaign of June 4th 2009 – Temporal variation

Maps of integrated data HW (17/06/2009) and integrated data LW (24/06/2009), both processed with catalogue file of LW

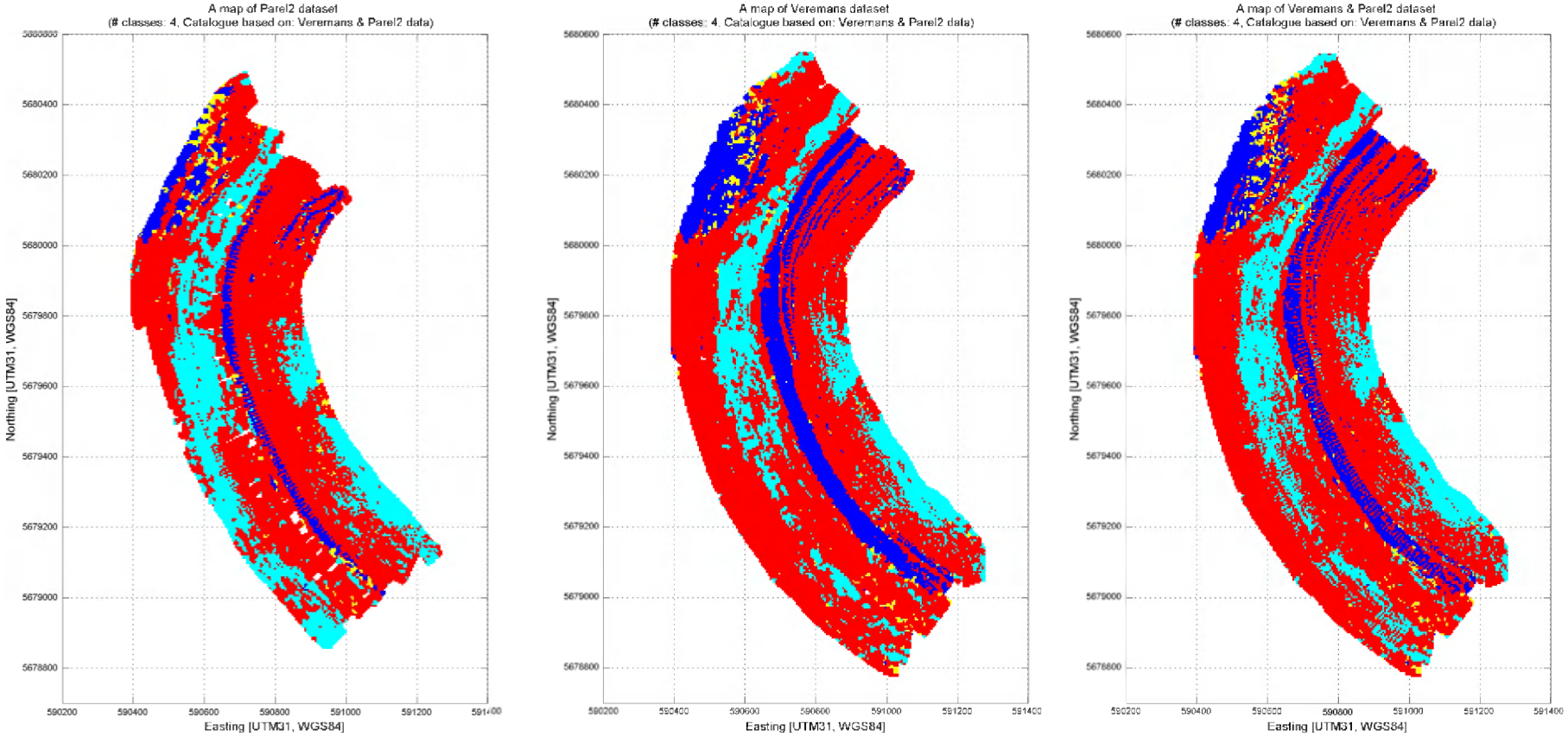




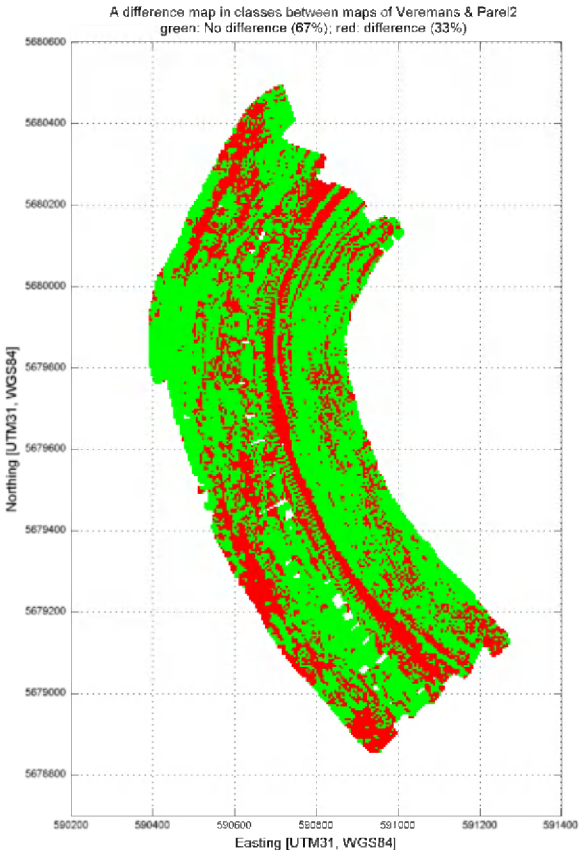

A difference map between the integrated dataset from data around LW (24/06/2009) and around HW (17/06/09)
green: No difference (87%); red: difference (13%)
Northing [UTM31, WGS84]
Easting [UTM31, WGS84]
5677500
5677400
5677300
5677200
5677100
5677000
5676900
596700
596800
596900
597000
597100
597200
597300
597400
597500
597600
597700

Annex C Maps of measurement campaign of June 4th 2009 – Influences of using different instruments on acoustic backscatter

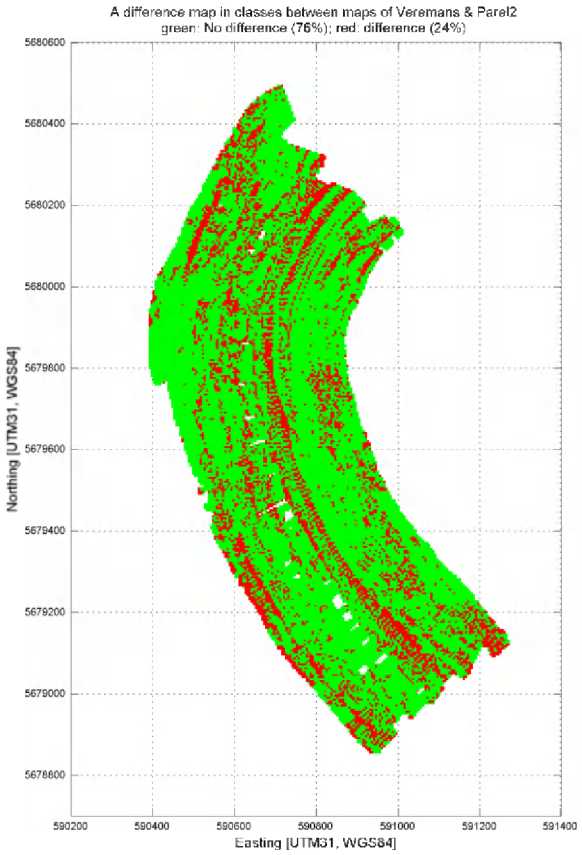
4-Clusters maps for datasets of Parel2 (1), Veremans (2) and integrated (3) processed with one (integrated) catalogue



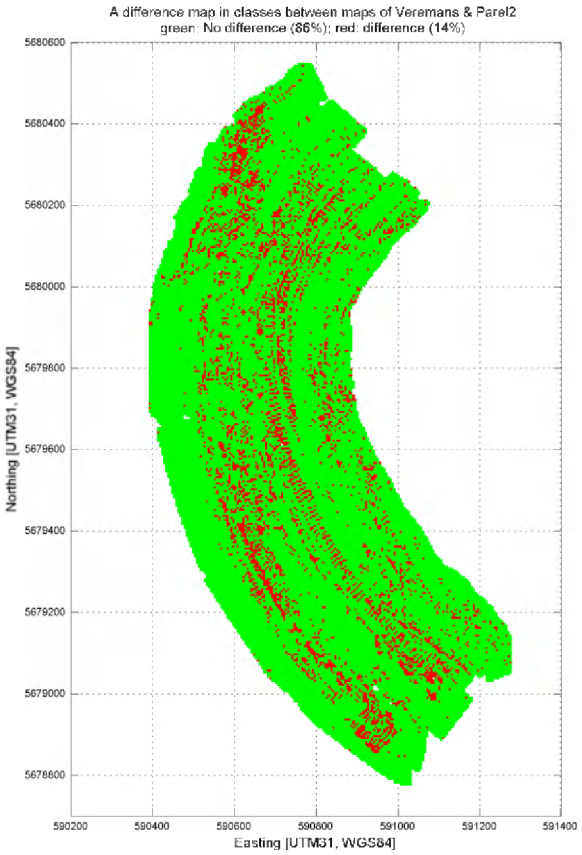
Difference maps of the 4-clusters maps for datasets of Parel2 (1), Veremans (2) and integrated (3) processed with one (integrated) catalogue



Parel 2 vs Veremans datasets

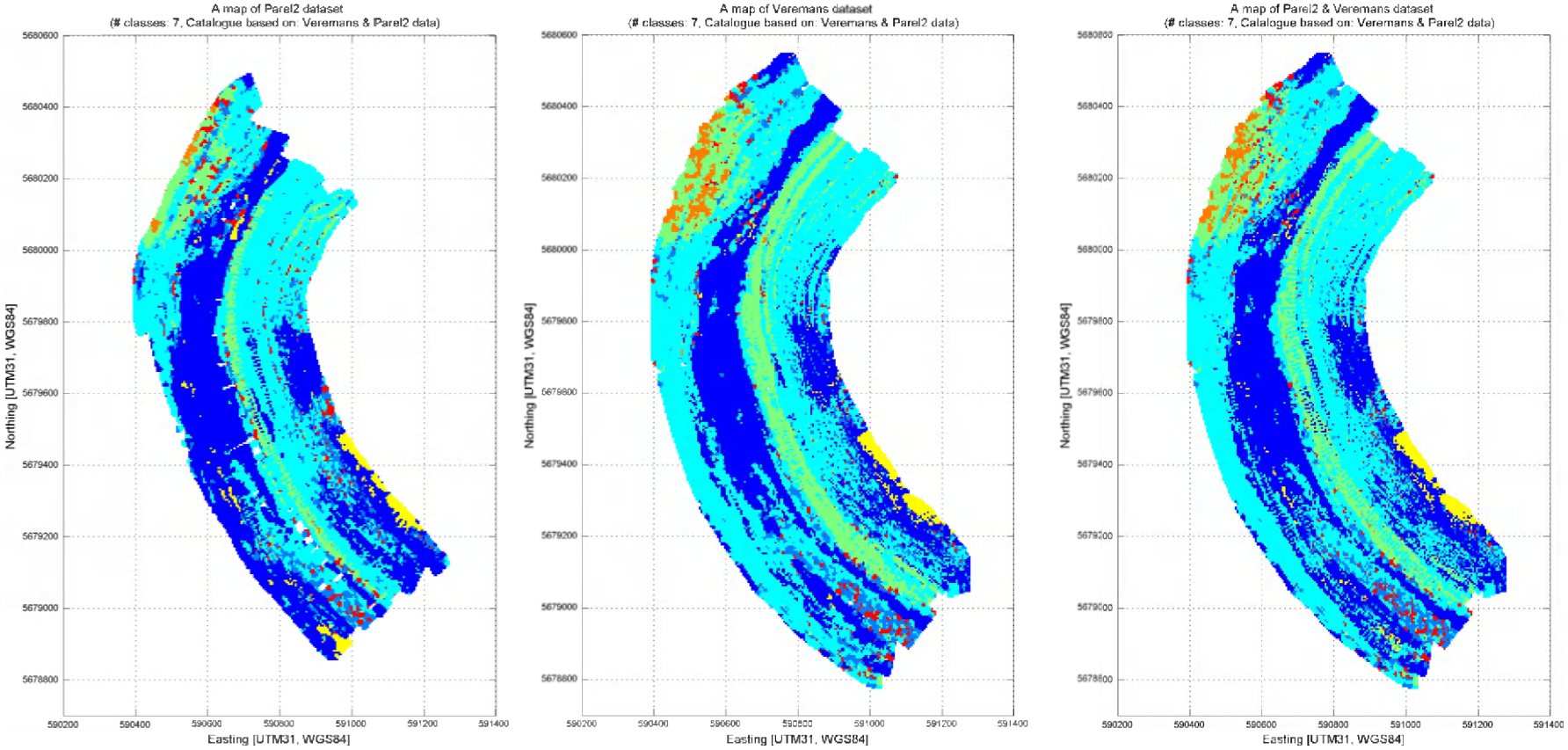


Parel2 vs integrated datasets

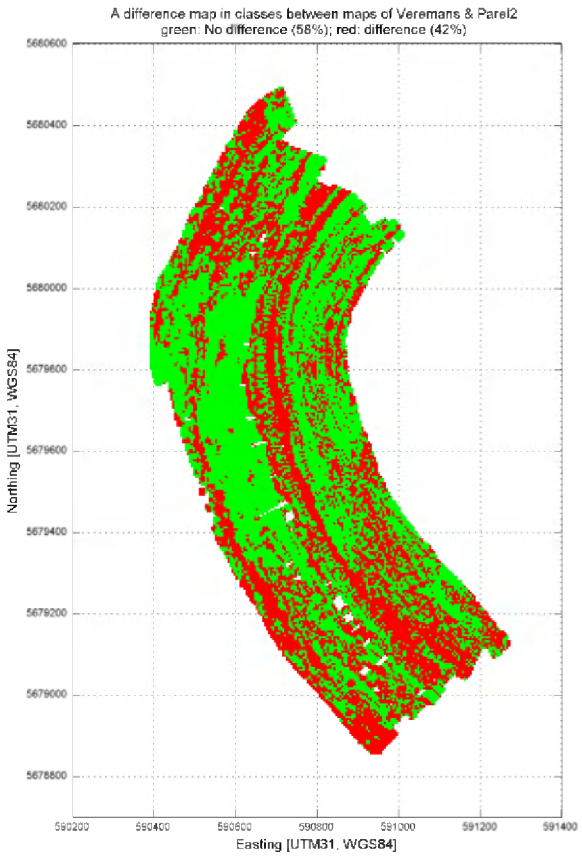


Veremans vs integrated datasets

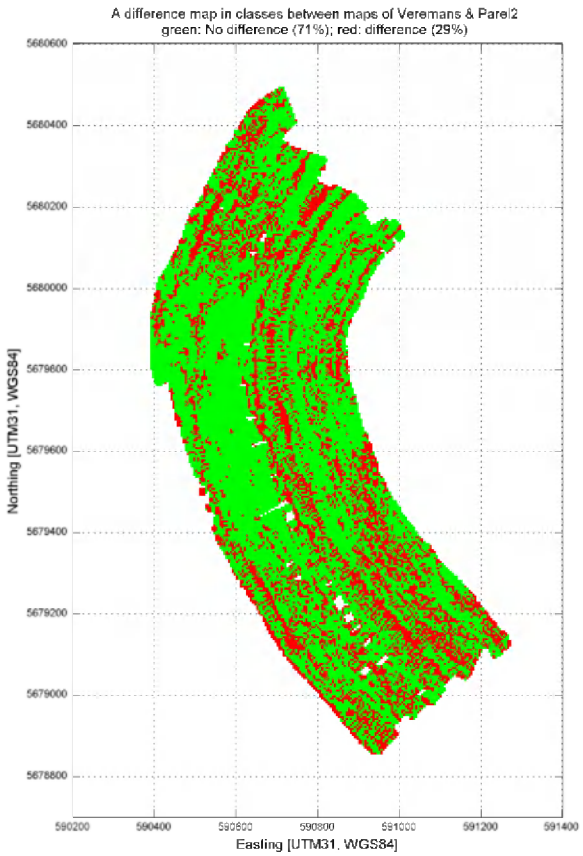
7-Clusters maps for datasets of Parel2 (1), Veremans (2) and integrated (3) processed with one (integrated) catalogue



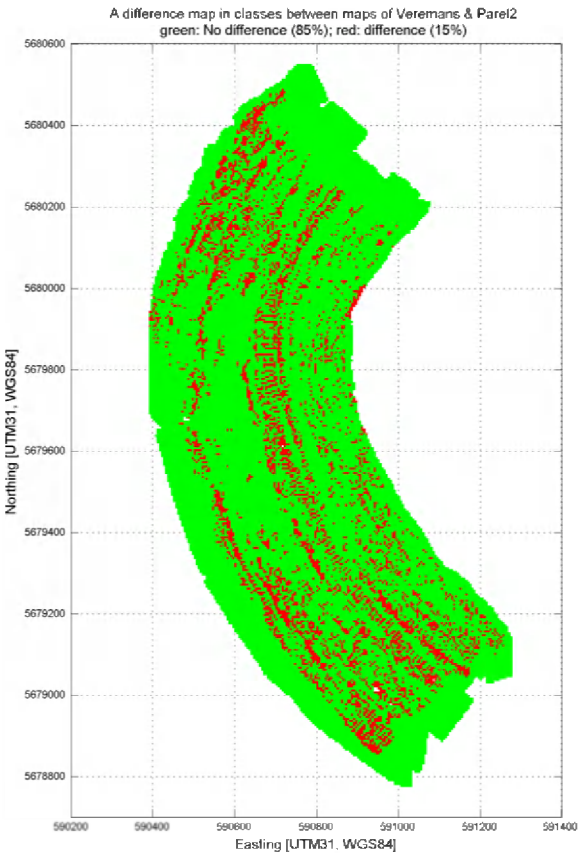
Difference maps of 7-Clusters maps for datasets of Parel2 (1), Veremans (2) and integrated (3) processed with one (integrated) catalogue



Parel 2 vs Veremans datasets



Parel2 vs integrated datasets

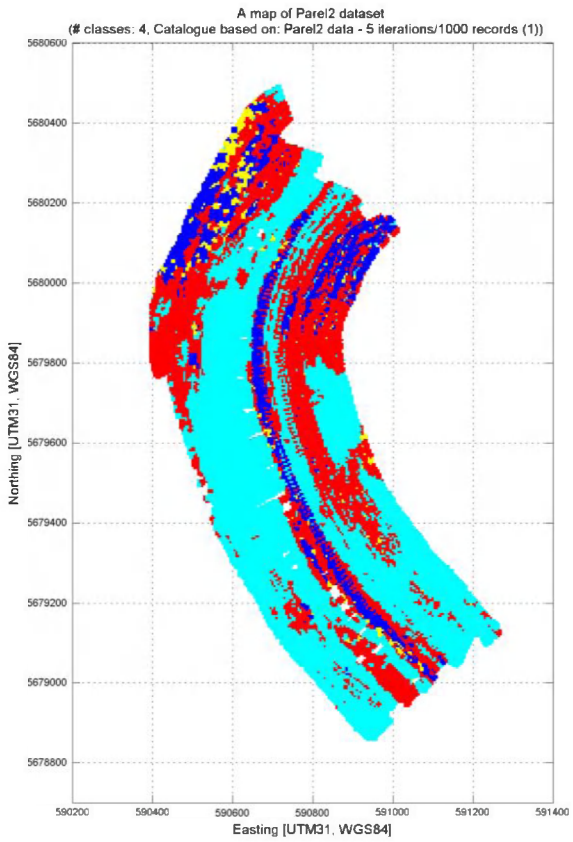


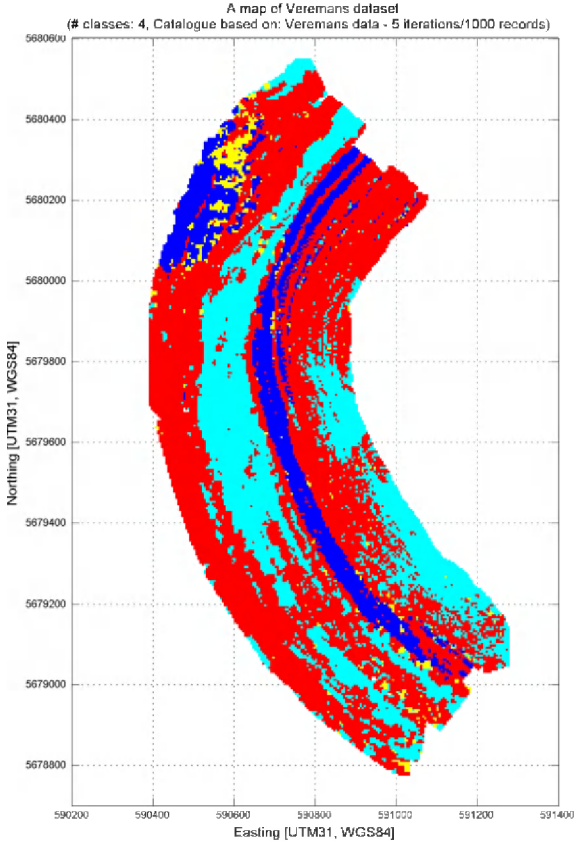
Veremans vs integrated datasets

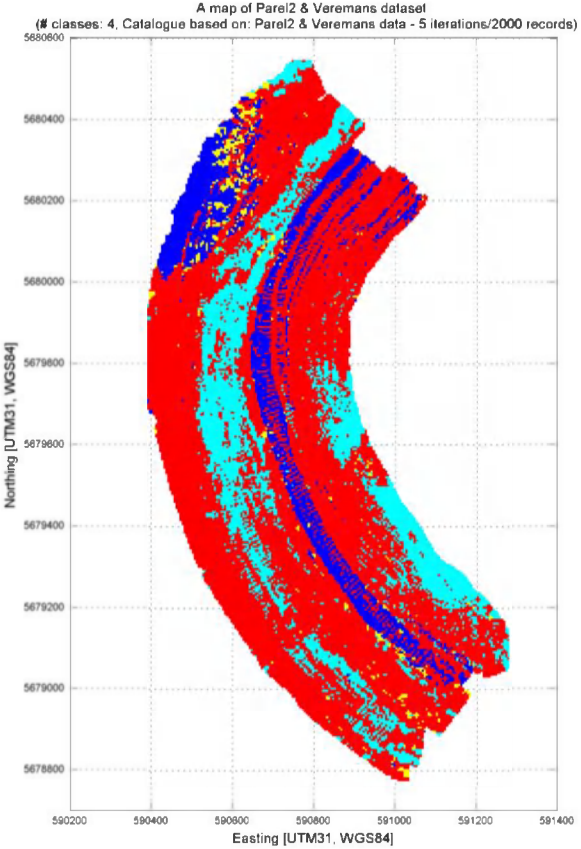
Annex D Maps of measurement campaign of June 4th 2009 – Influences of processing procedure on acoustic classes

D.1 Using different instruments and specific catalogue files

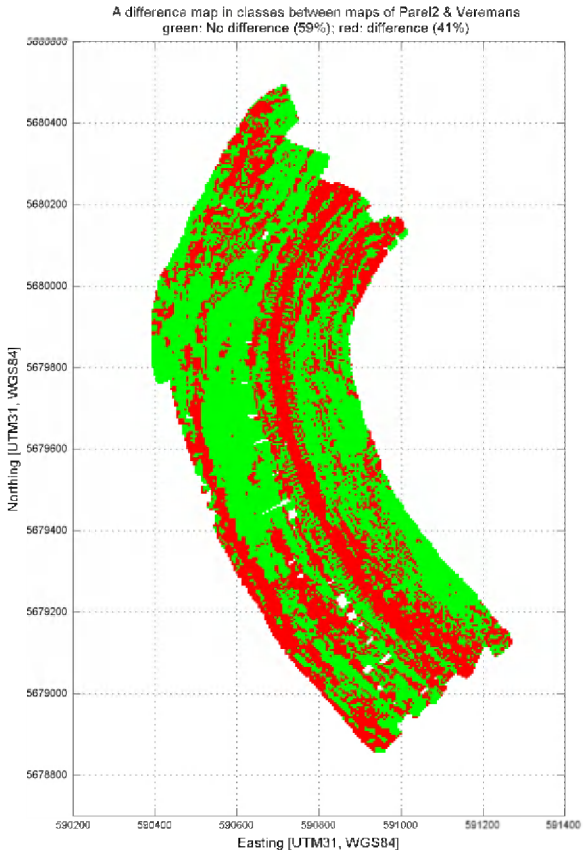
4-Clusters maps for datasets of Parel2 (1), Veremans (2) and integrated (3) processed with specific catalogue files



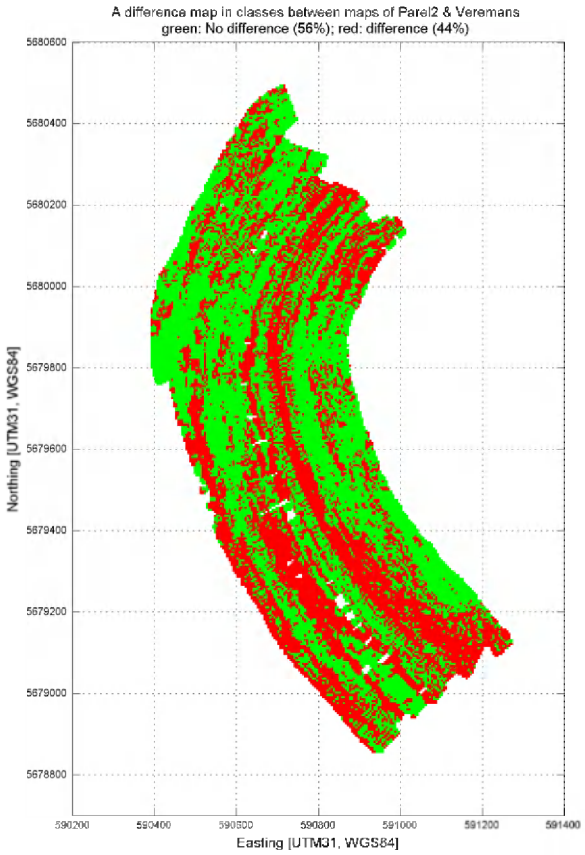




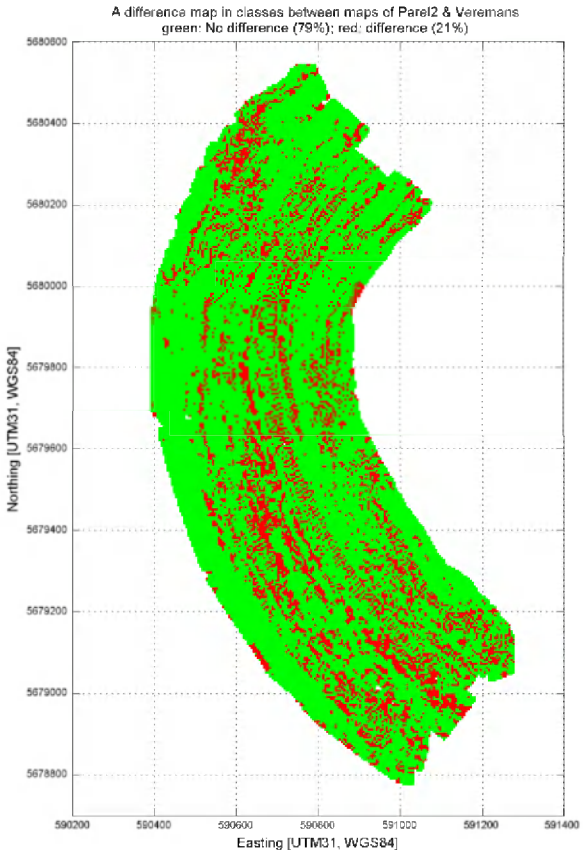
Difference maps of 4-Clusters maps for datasets of Parel2 (1), Veremans (2) and integrated (3) processed with specific catalogue files



Parel 2 vs Veremans datasets

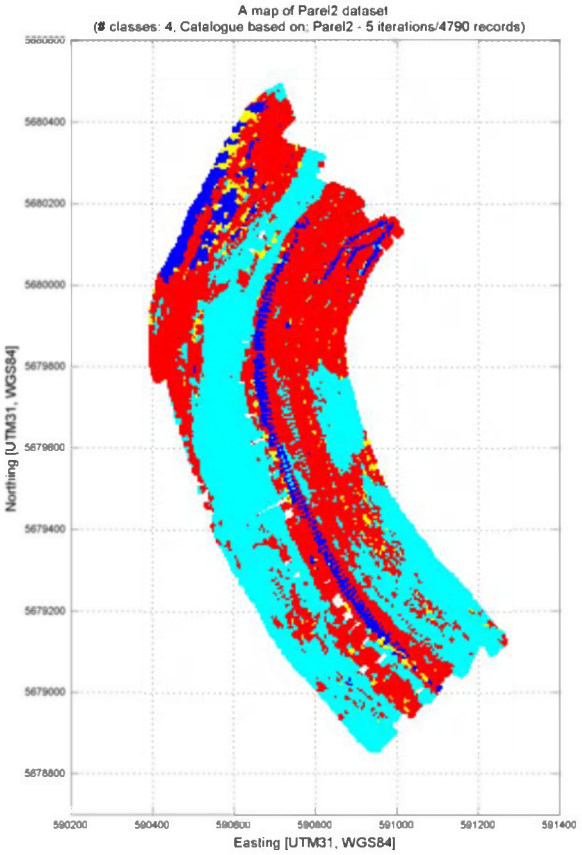


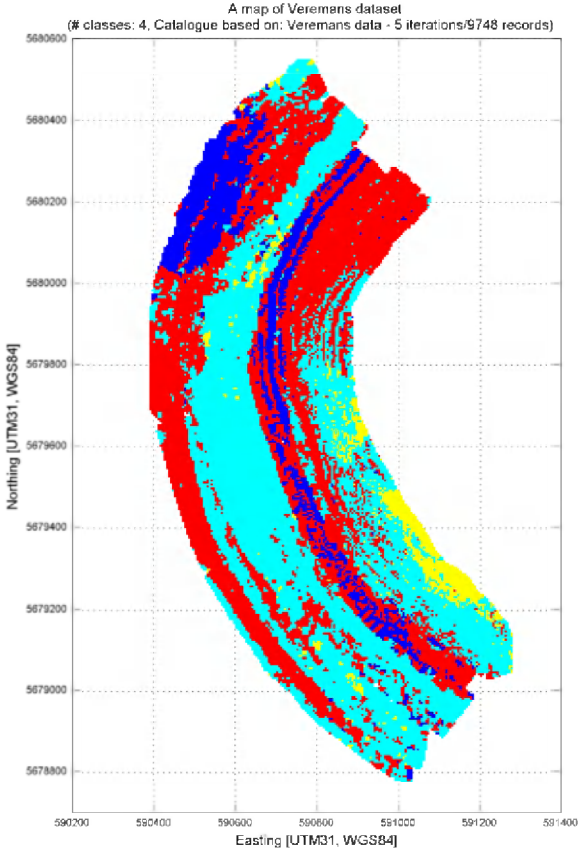
Parel2 vs integrated datasets

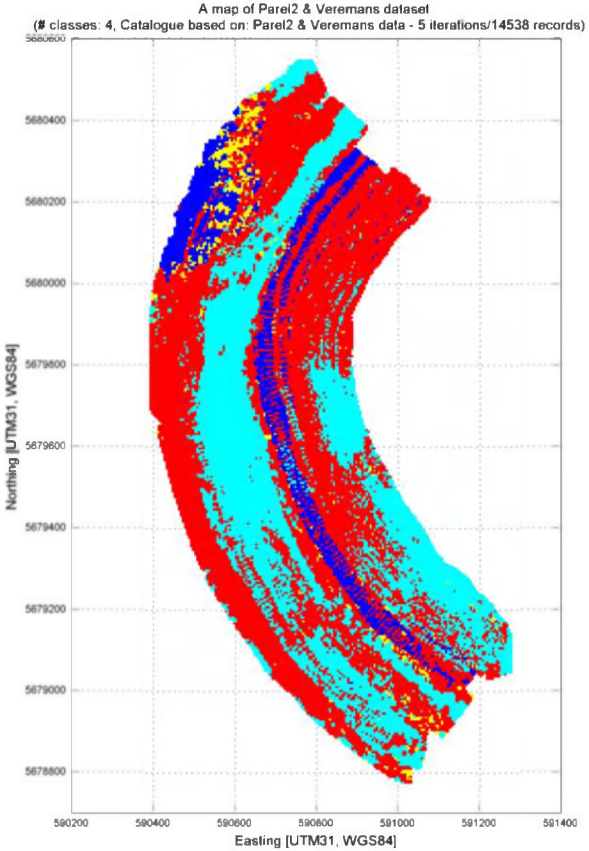


Veremans vs integrated datasets

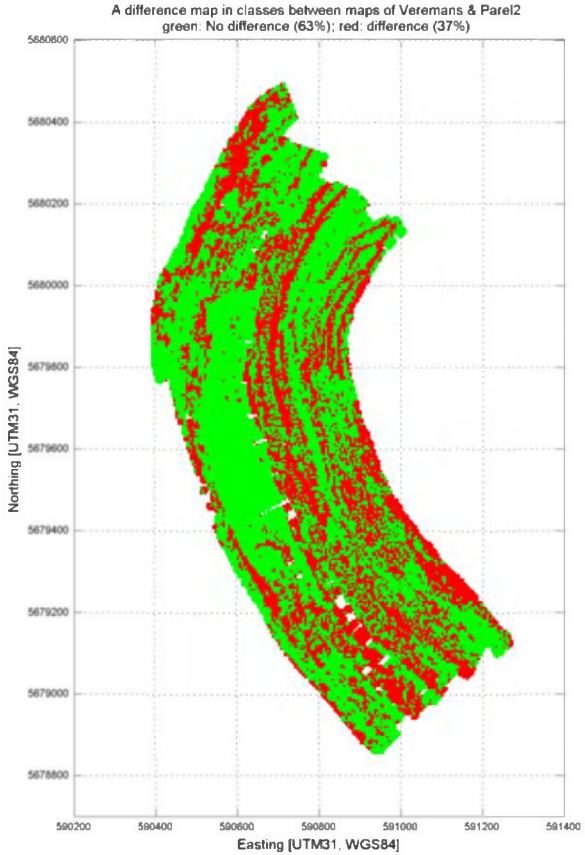
4-Clusters maps for datasets of Parel2 (1), Veremans (2) and integrated (3) processed with specific catalogue files (10% of the total amount of records)



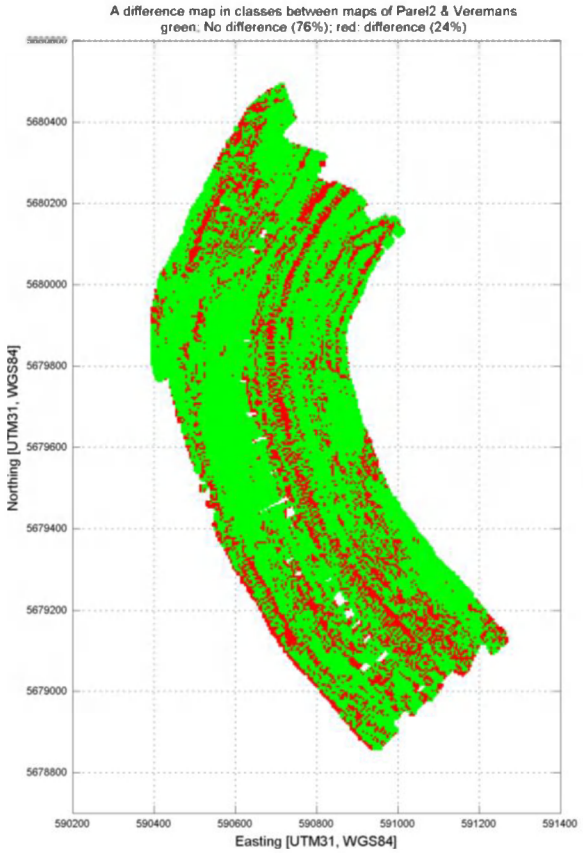




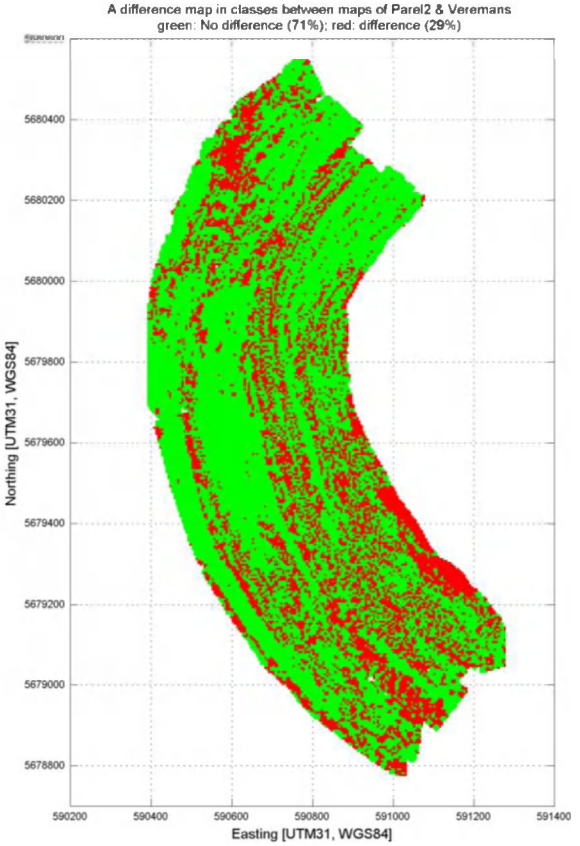
Difference maps of 4-Clusters maps for datasets of Parel2 (1), Veremans (2) and integrated (3) processed with specific catalogue files (10% of the total amount of records)



Parel 2 vs Veremans datasets

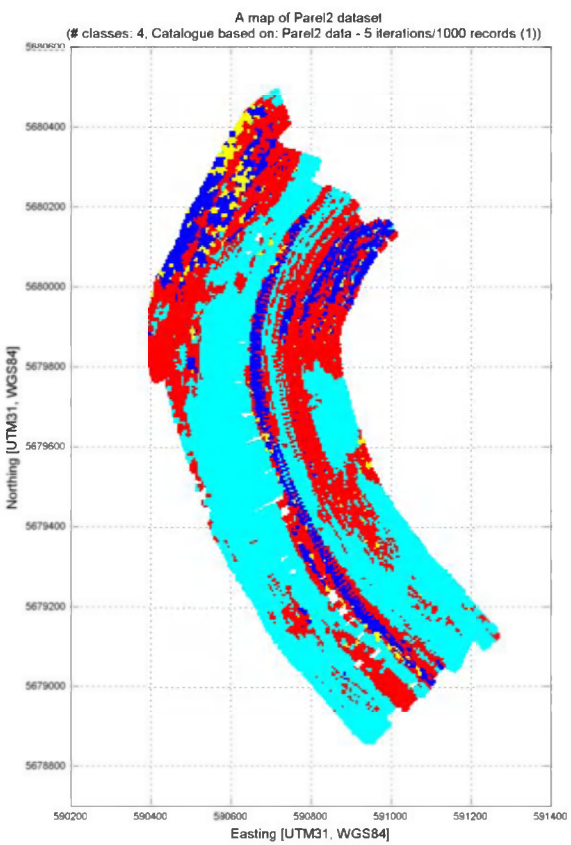


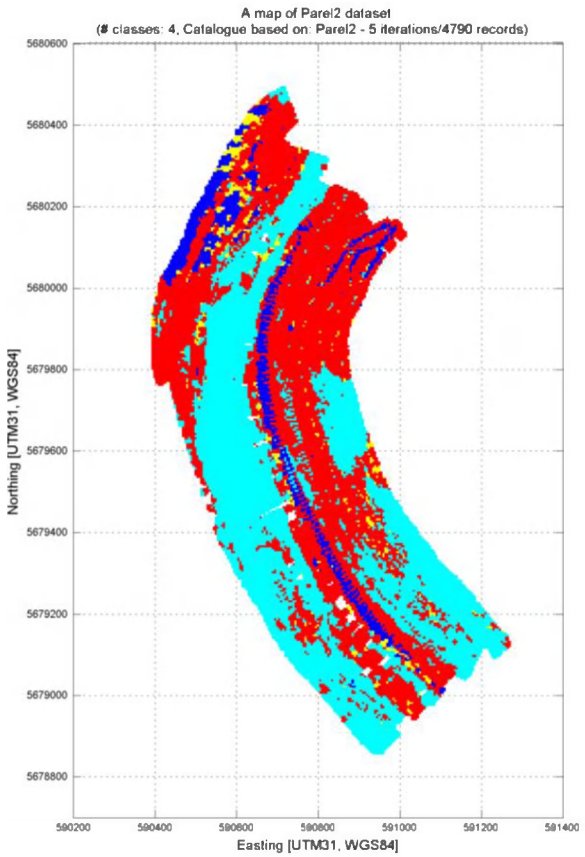
Parel2 vs integrated datasets

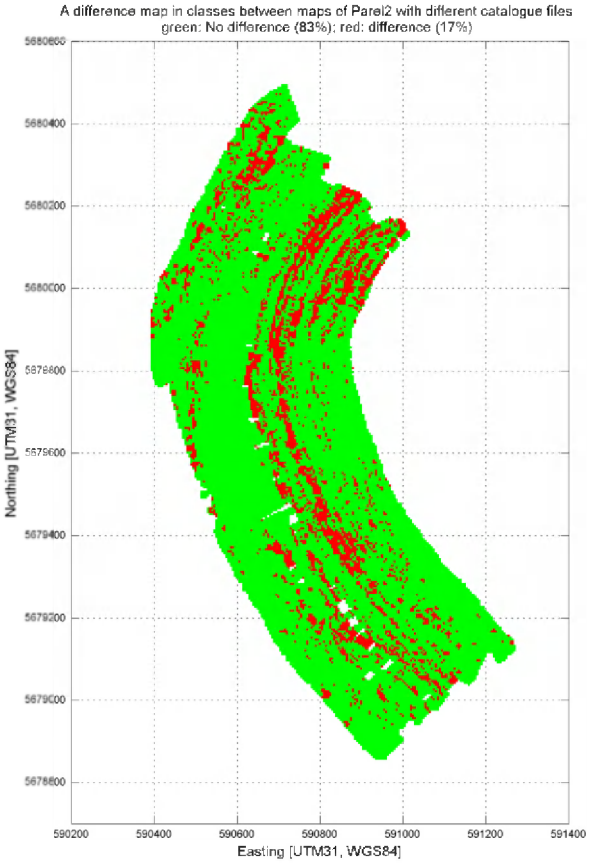


Veremans vs integrated datasets

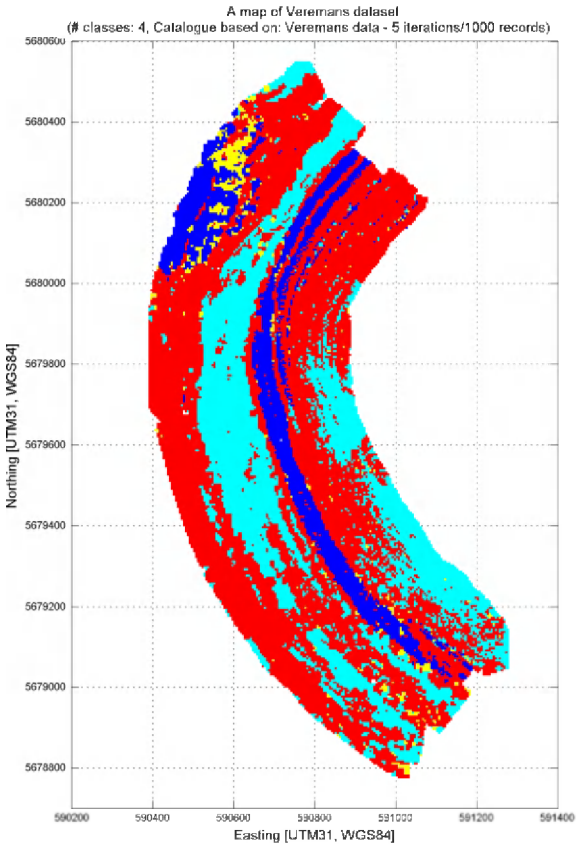
4-Clusters maps for Parel2 datasets with generated catalogue files based on 1000 records and 10% of the total amount of records and the difference map

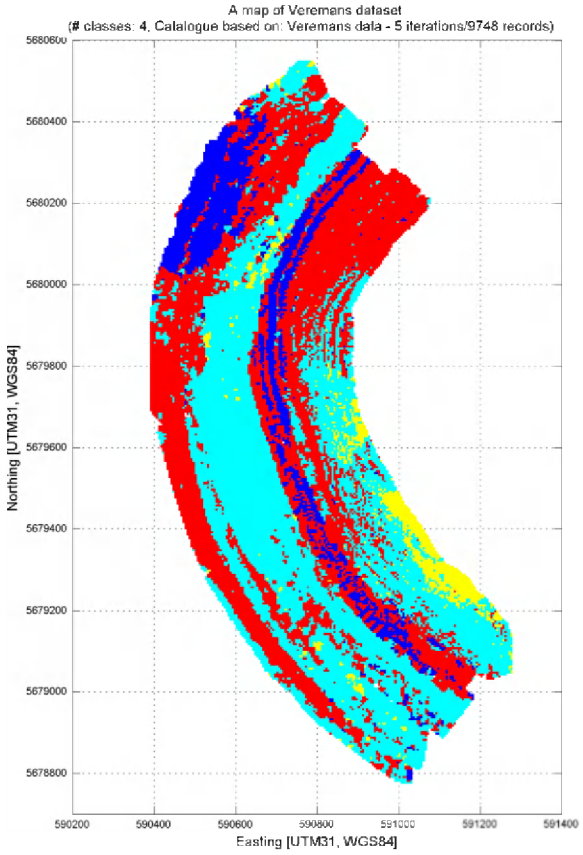


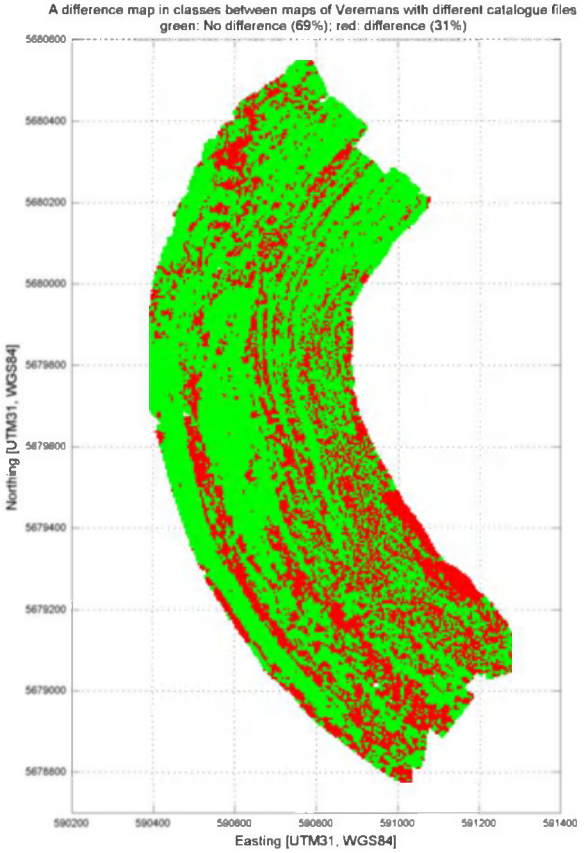




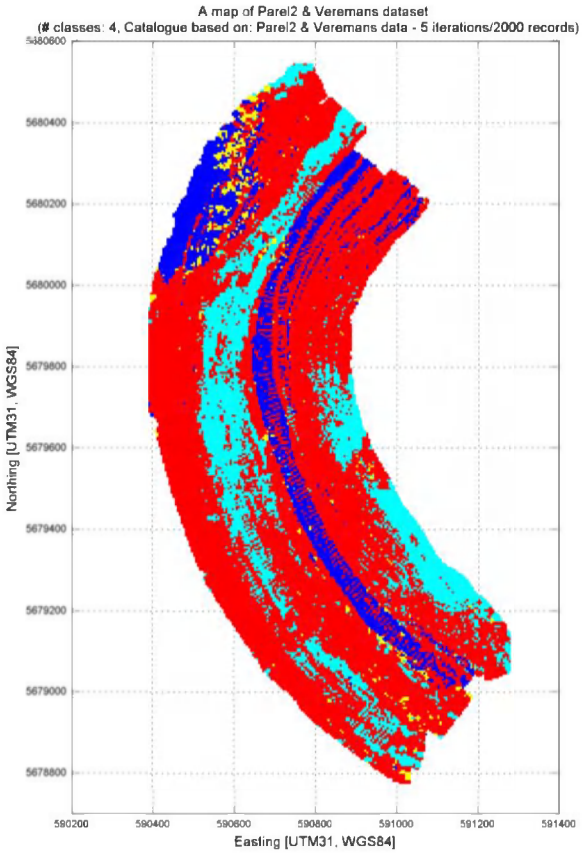
4-Clusters maps for Veremans datasets with generated catalogue files based on 1000 records and 10% of the total amount of records and the difference map

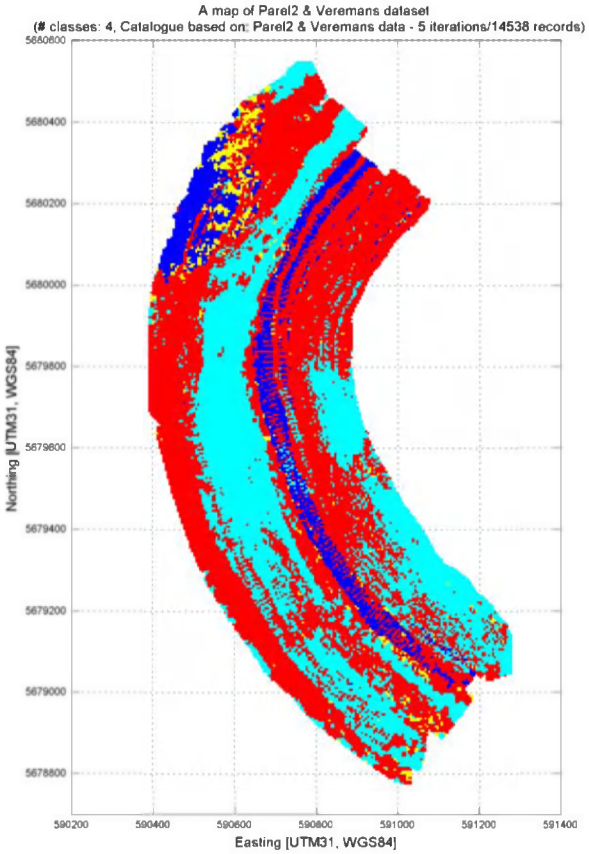


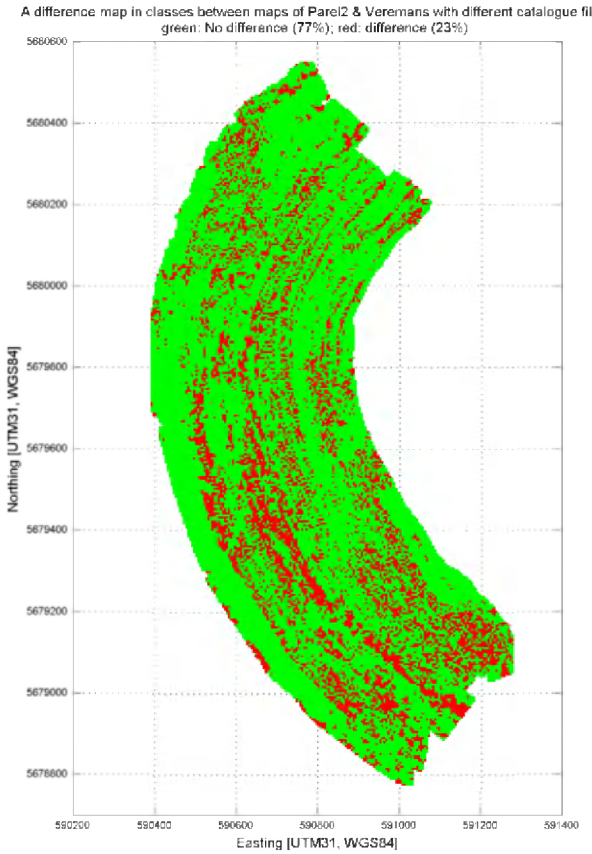




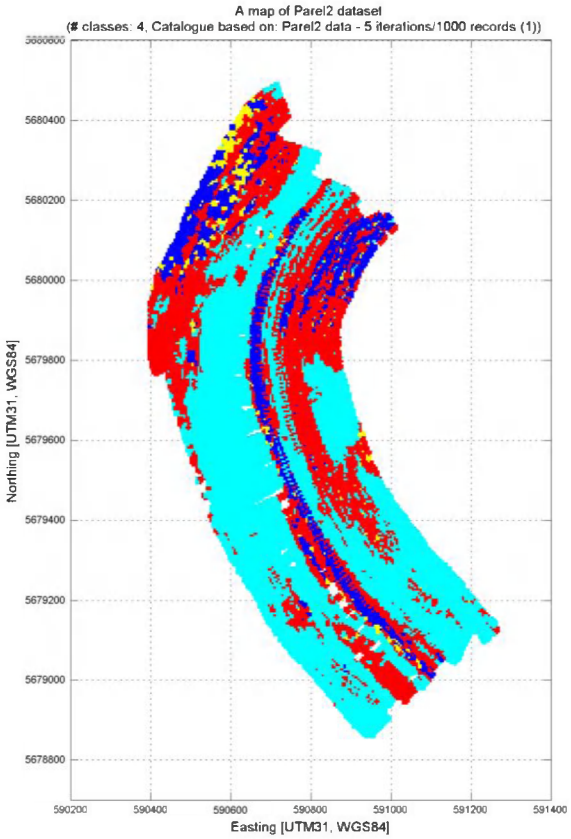
4-Clusters maps for integrated datasets with generated catalogue files based on 2000 records and 10% of the total amount of records and the difference map

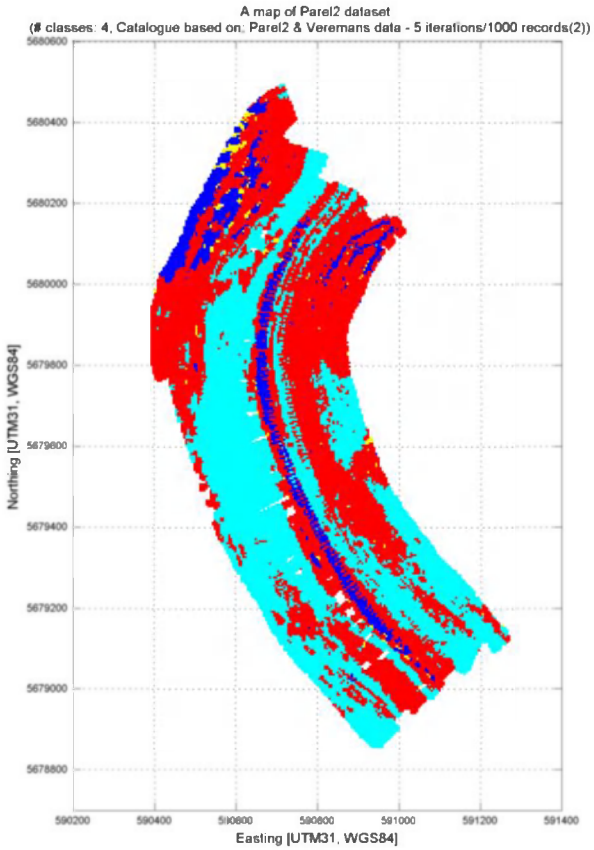


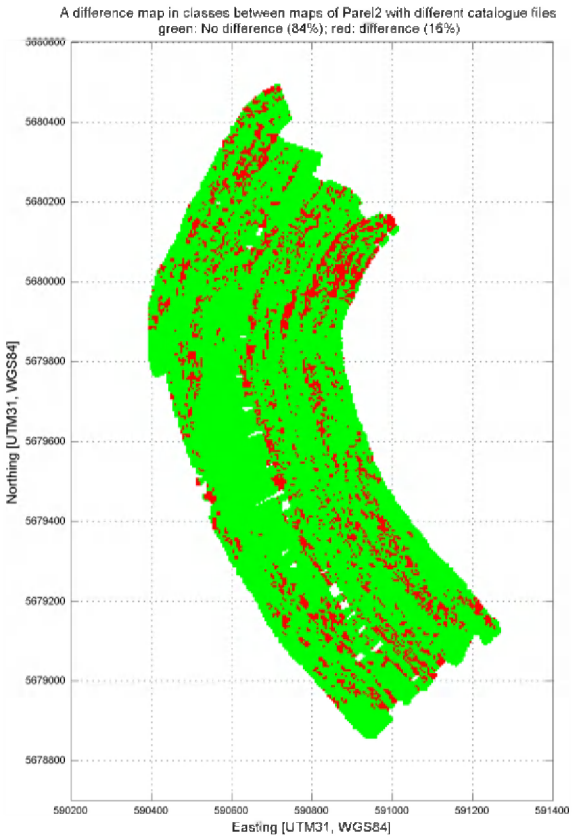




4-Clusters maps for Parel2 datasets with generated catalogue files where both are based on 1000 records and 5 iterations and the difference map

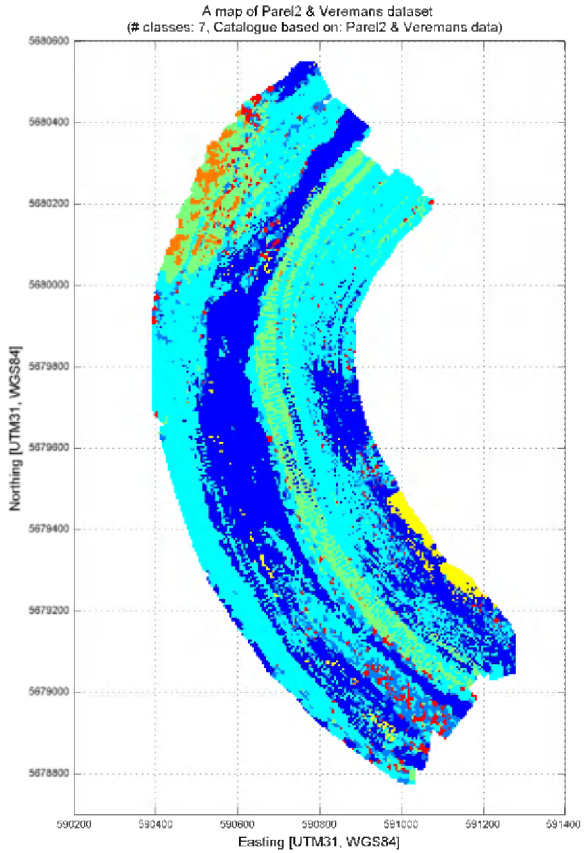




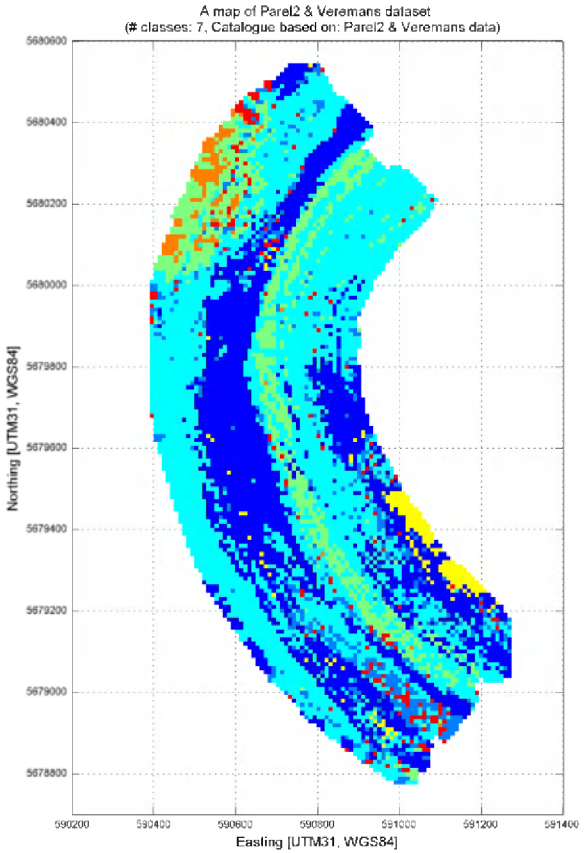


D.2 Using different cell sizes and interpolation radia for plotting the map

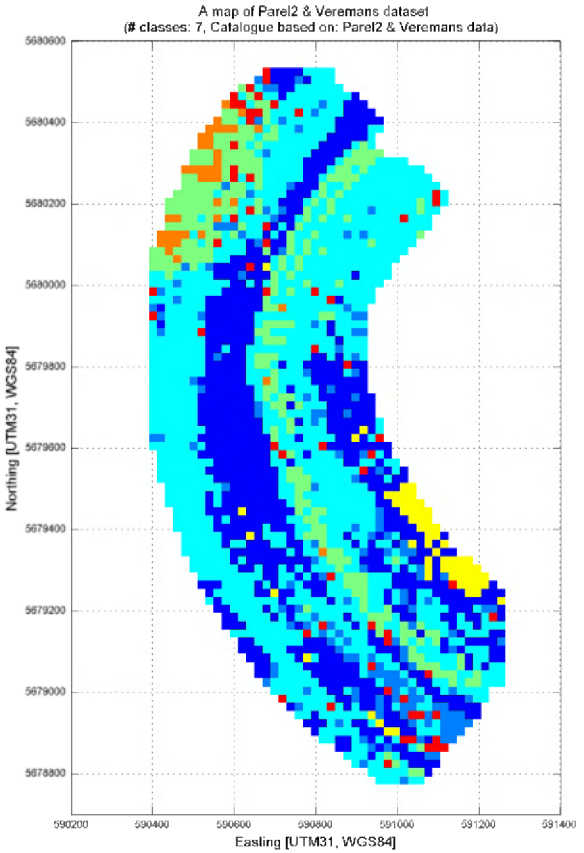
7-Clusters maps for integrated datasets of Parel2 & Veremans processed with different cell sizes and interpolation radia (using the same catalogue)



[cell size: 5x5m; interpolation radius: 10m]

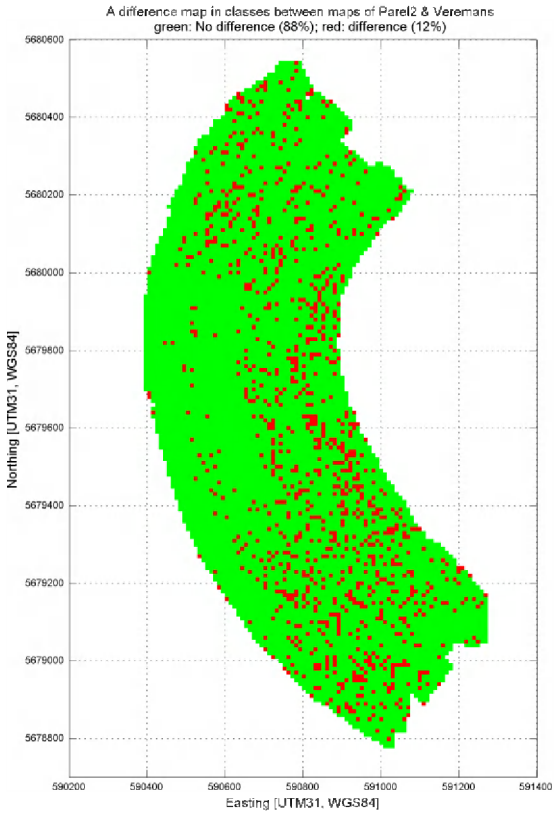


[cell size: 10x10m; interpolation radius: 20m]

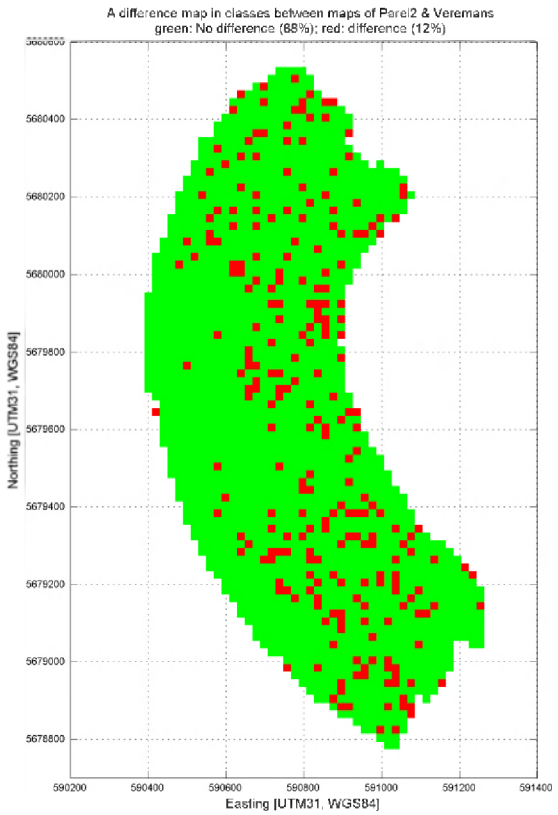


[cell size: 20x20m; interpolation radius: 40m]

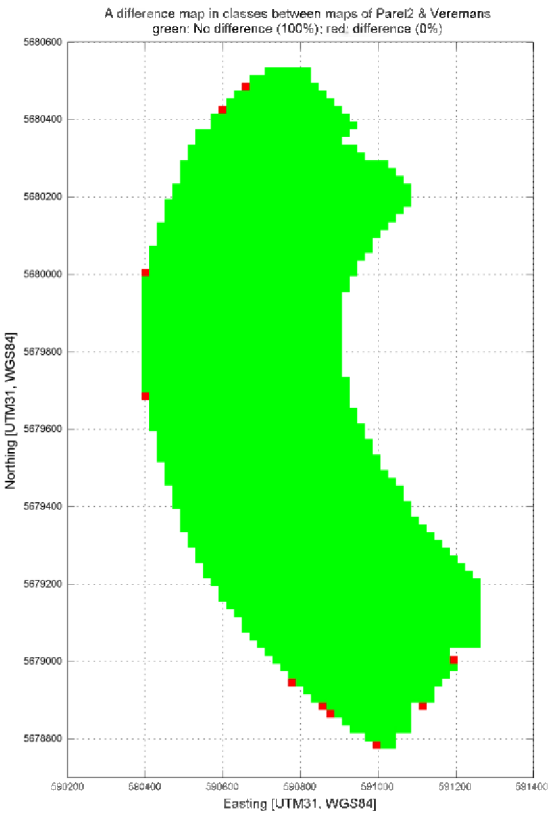
Difference maps of 7-Clusters maps for integrated datasets of Parel2 & Veremans processed with different cell sizes and interpolation radia (using the same catalogue)



Cell size 10x10m vs cell size 5x5m

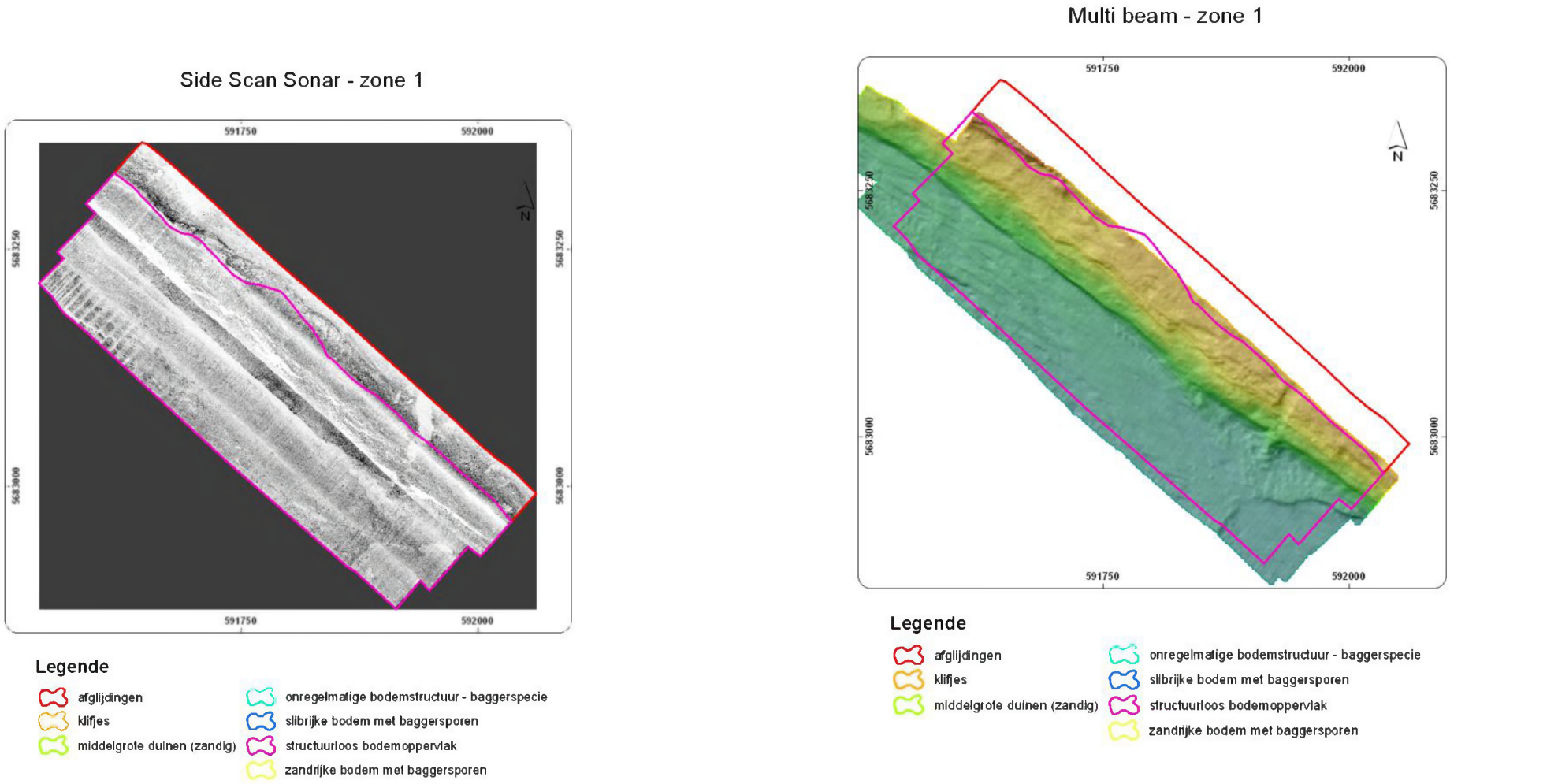


Cell size 20x20m vs cell size 5x5m

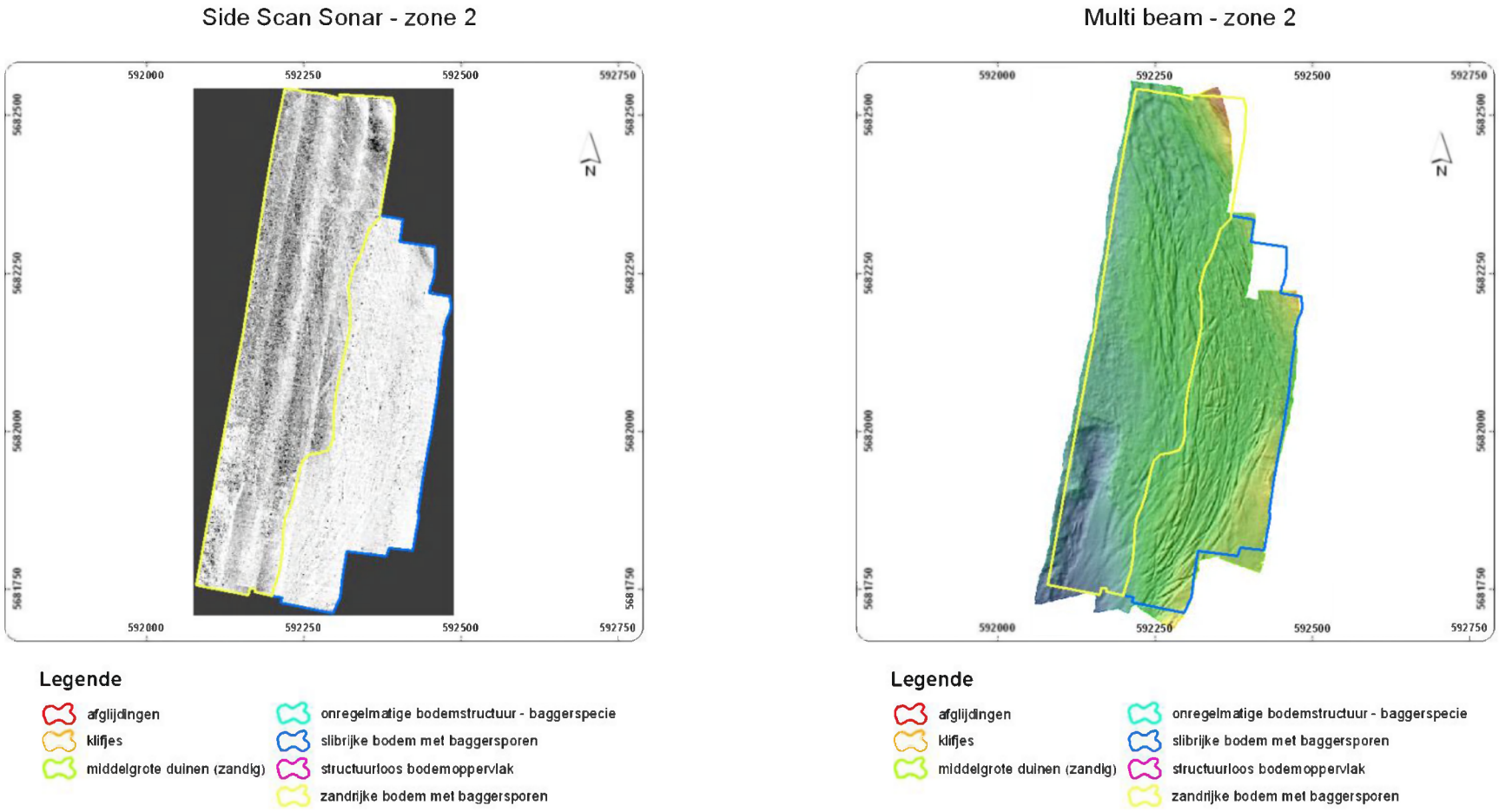


Cell size 20x20m vs cell size 10x10m

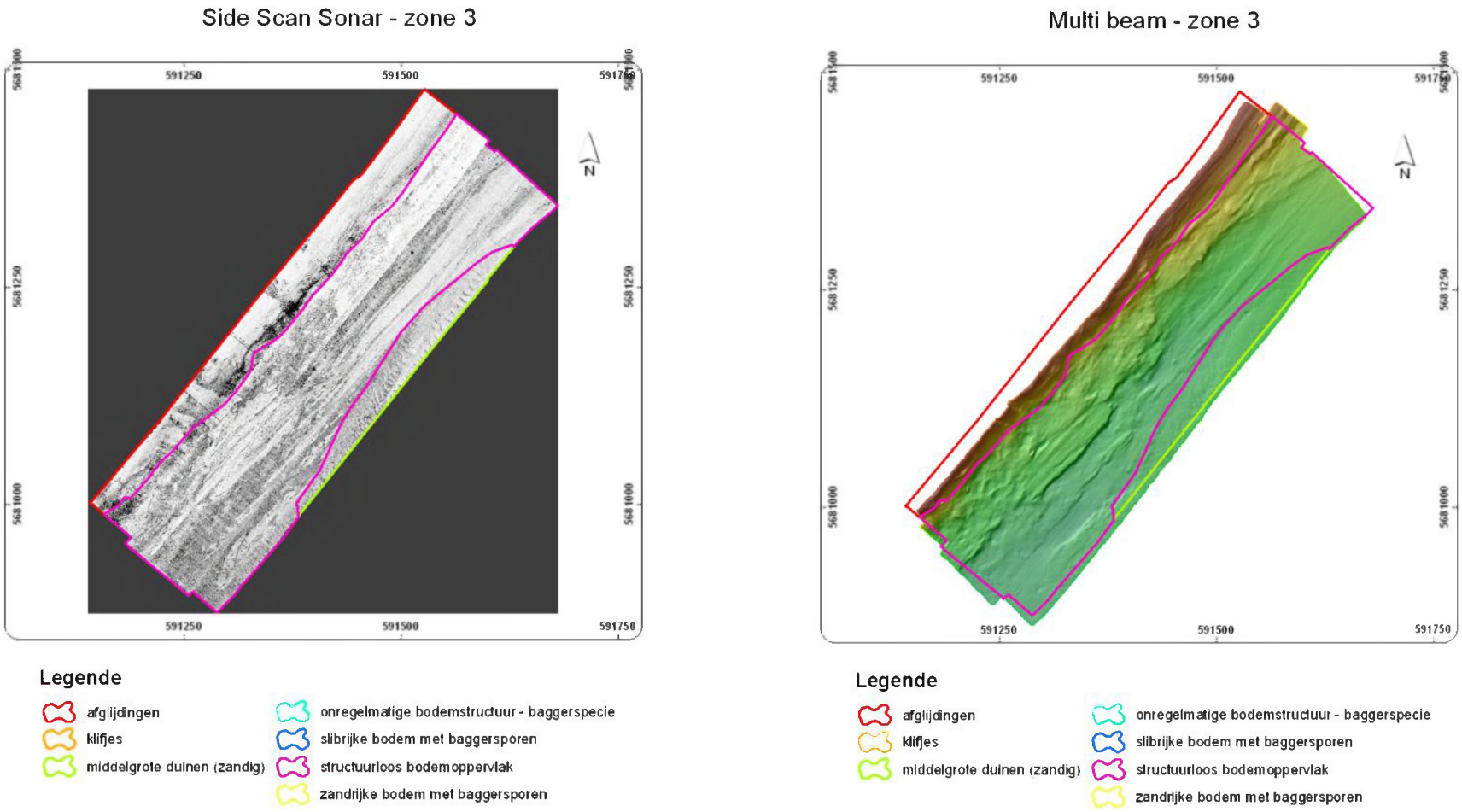
Bijlage F Vergelijking side-scan sonar met multibeam data



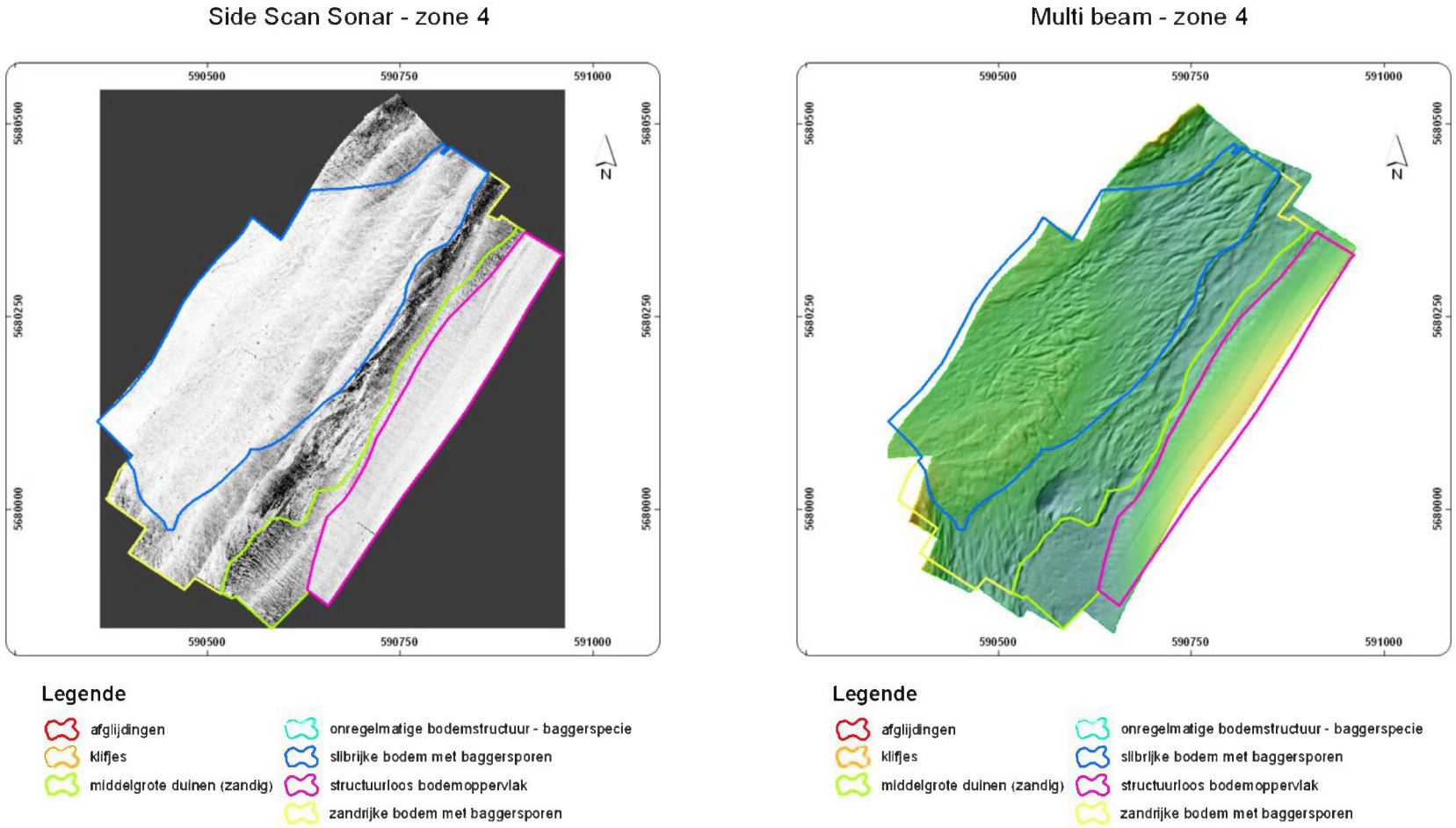
Figuur F-1 Vergelijking SSS met MB in zone 1: afglijdingen



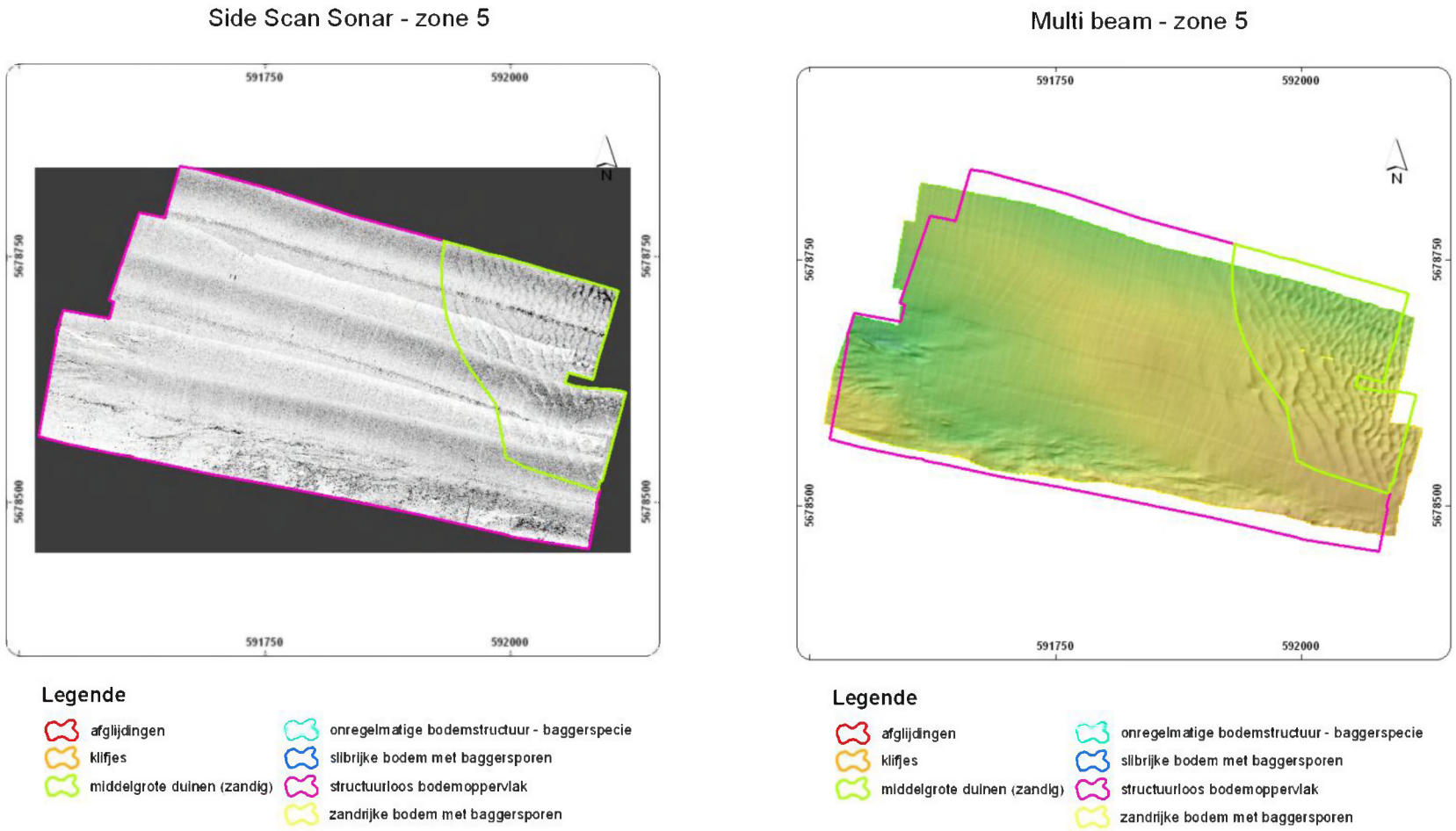
Figuur F-2 Vergelijking SSS met MB in zone 2: slibrijke bodem met baggersporen



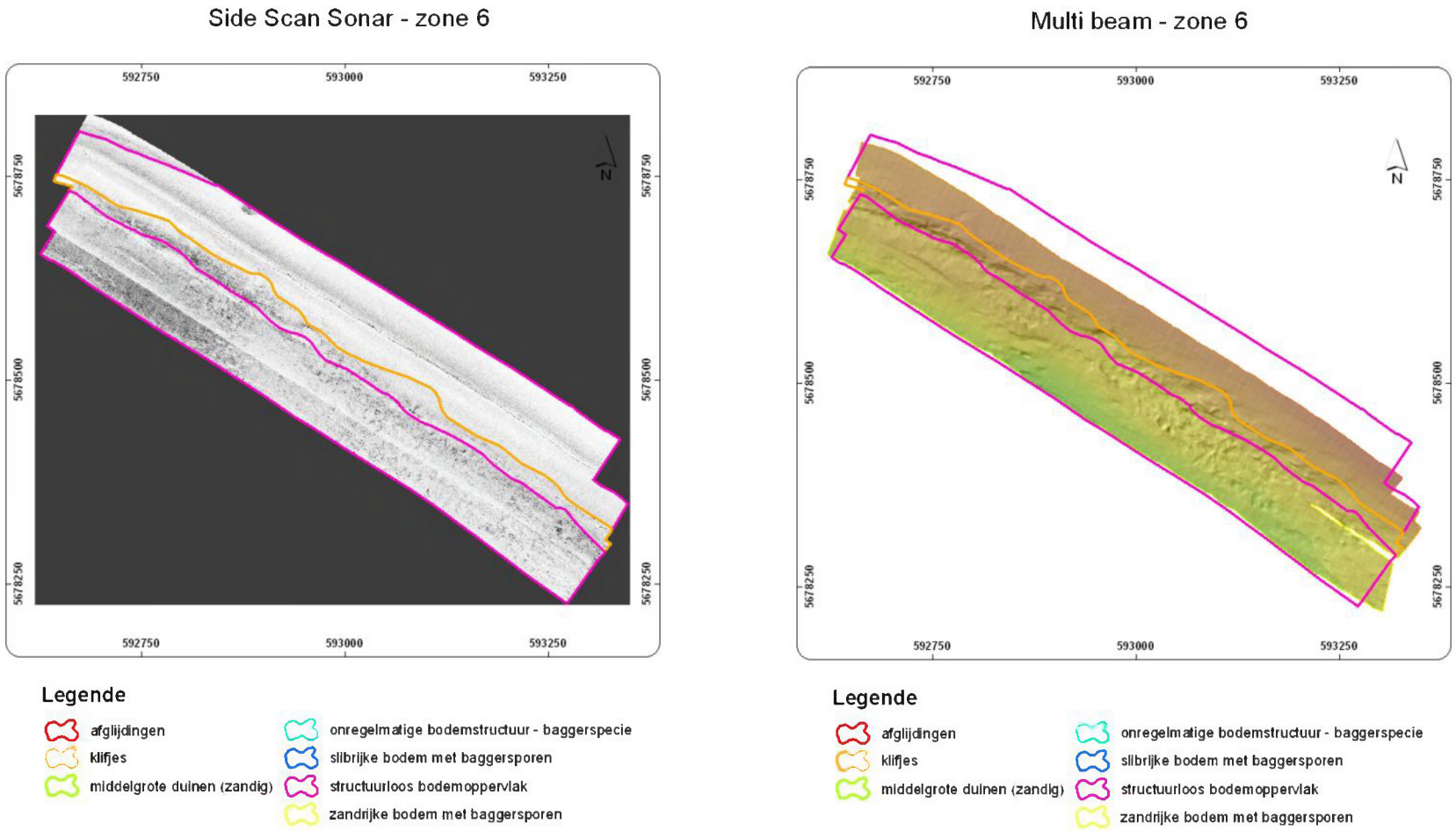
Figuur F-3 Vergelijking SSS met MB in zone 3: klifjes/afglijdingen



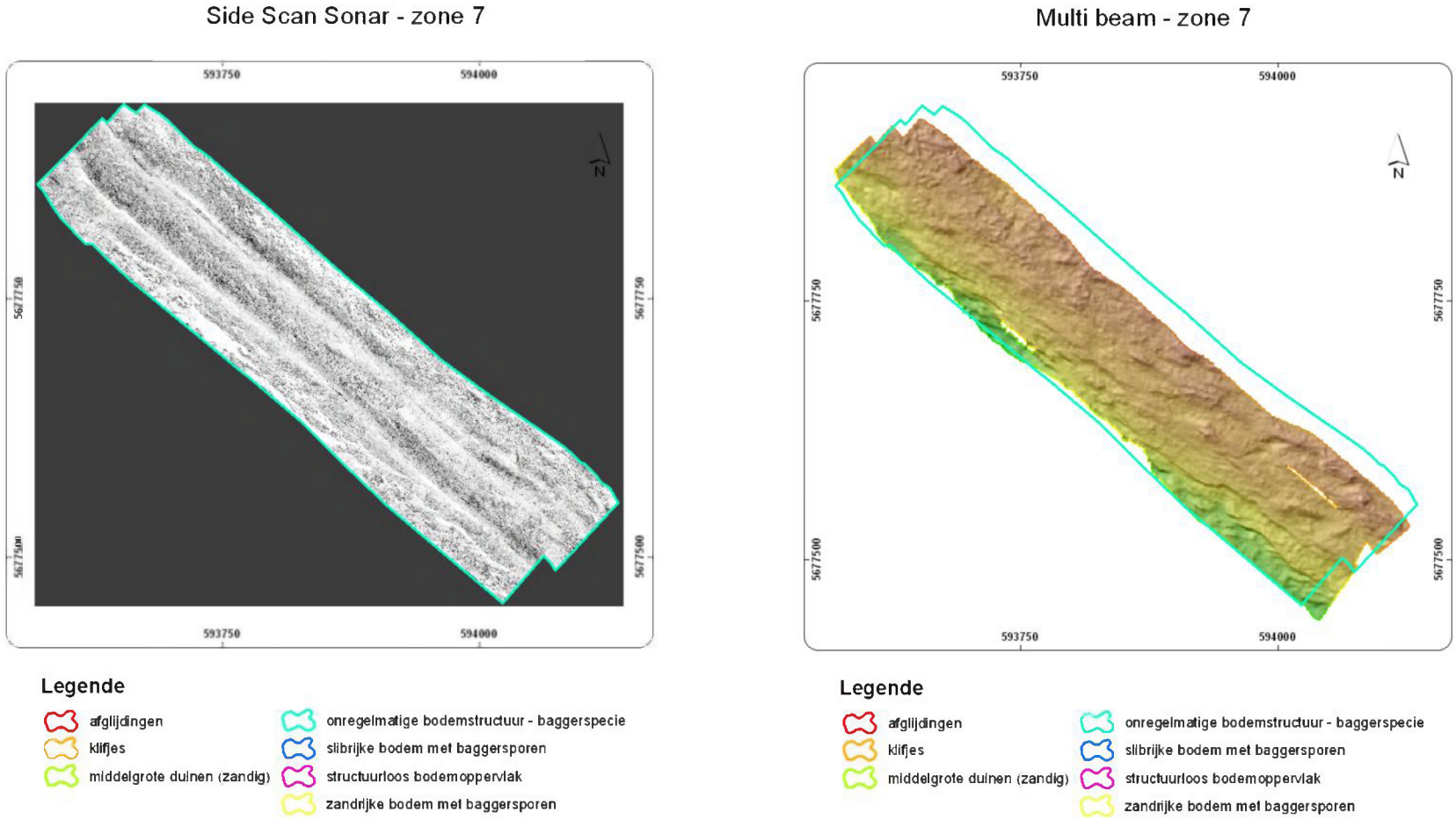
Figuur F-4 Vergelijking SSS met MB in zone 4: baggersporen



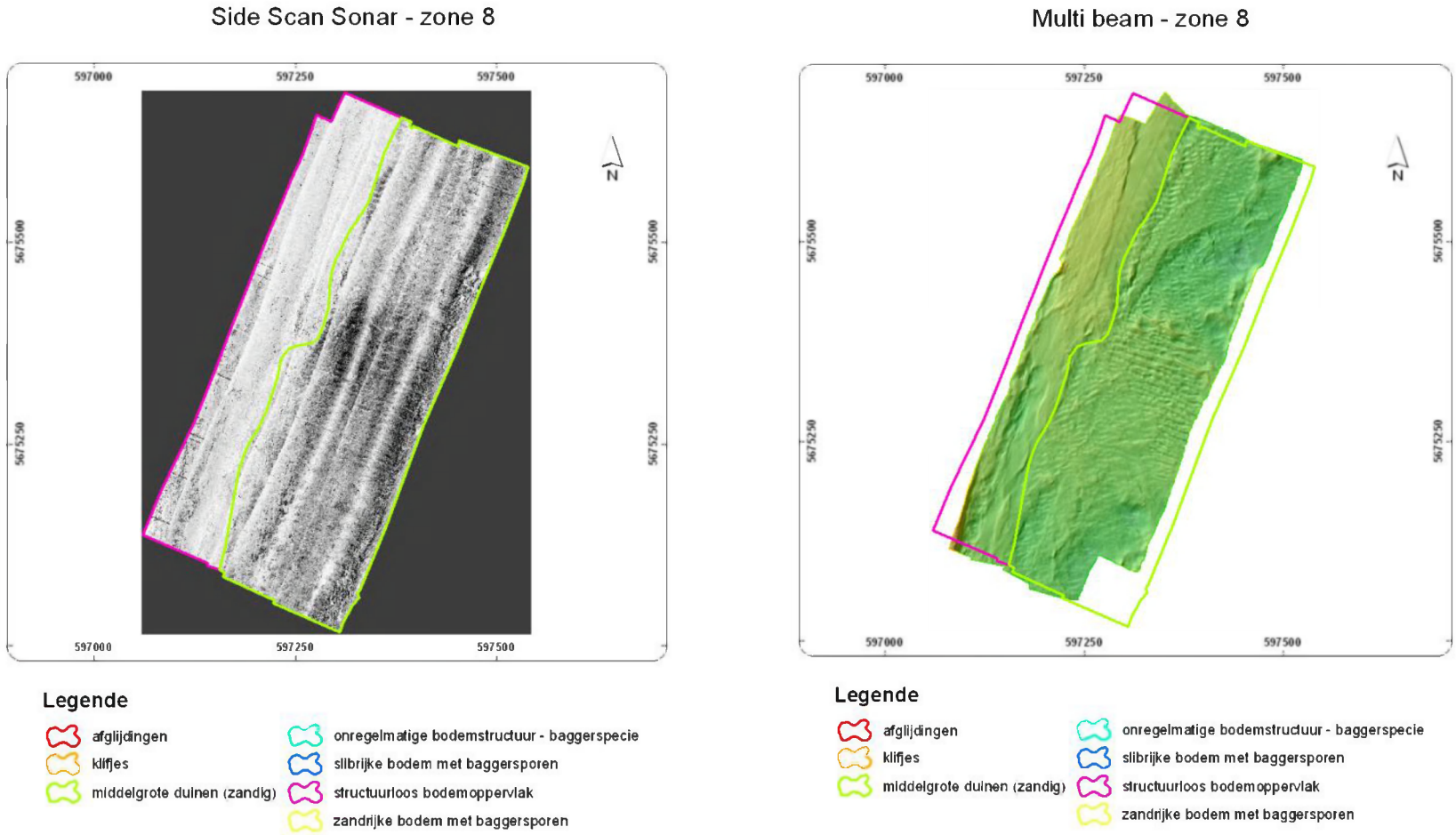
Figuur F-5 Vergelijking SSS met MB in zone 5: grote/middelgrote duinen



Figuur F-6 Vergelijking SSS met MB in zone 6: structuurloos bodemoppervlak



Figuur F-7 Vergelijking SSS met MB in zone 7: onregelmatige structuren –baggerspecie- uitschuringen



Figuur F-8 Vergelijking SSS met MB in zone 8: kleine tot middelgrote duinen