



**MARINE
REMOTE SENSING
GROUP**

DEPARTMENT OF MARINE SCIENCES
UNIVERSITY OF THE AEGEAN
<http://mrsg.aegean.gr>



Εφαρμογές χαρτογράφησης στο παράκτιο περιβάλλον με τη χρήση μη επανδρωμένων εναέριων συστημάτων

Υπ. Δ: Μιχαέλα Δουκαρή

Marine Remote Sensing Group
Department of Marine Science
University of the Aegean

03/05/2018

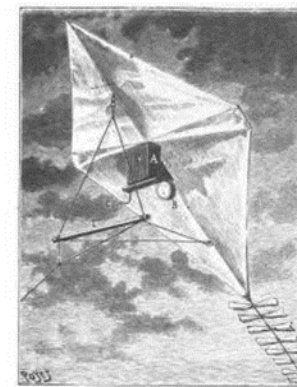
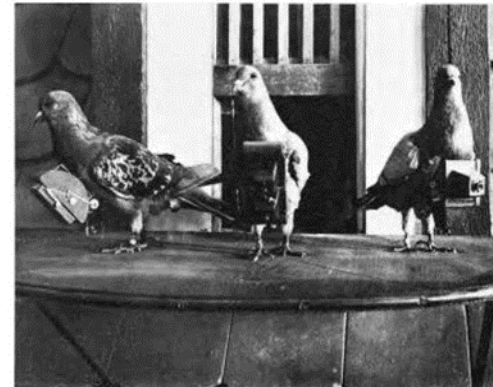
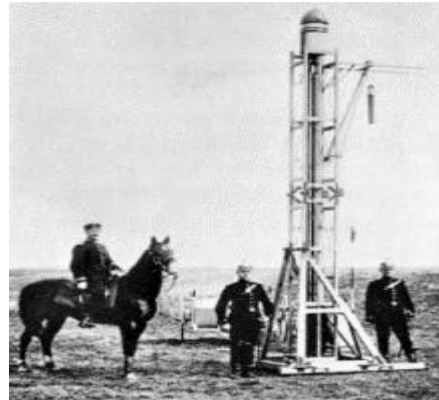
UAV Definition

- **Drone** – Unmanned robotic probe – air, land, sea
 - **UAV** – Unmanned Aerial Vehicle
 - **UAS** – Unmanned Aircraft System
 - **RPV** – remotely piloted vehicle
 - **ROA** – remotely operated aircraft
 - **RPAS** –remotely piloted aircraft systems
 - **SUAV** – small UAV
-
- According to the unmanned vehicle system (UVS) international definition, an unmanned aerial vehicle (UAV) **is a generic aircraft design to operate with no human pilot onboard** <http://www.uvs-international.org/>).

Ο όρος unmanned aerial system περιλαμβάνει το σύνολο του συστήματος που αποτελεί την aerial vehicle/platform (UAV) και το ground control station (GCS).

Επισκόπηση εξέλιξης των UAV

- ❑ 1858 πρώτες αεροφωτογραφίες από επανδρωμένο αερόστατο στο Παρίσι (Gaspard-Félix Tournachon)
- ❑ 1888 χαρταετοί: μετεωρολογία
- ❑ 1903 περιστέρια: πείραμα με μικρές κάμερες
- ❑ 1904 ρουκέτες – πύραυλοι:
αεροφωτογράφιση
- ❑ 1909 επανδρωμένα οχήματα:
στρατιωτικό τομέα, κατασκοπεία



1979 - UAV σταθερών πτερύγων (fixed wing)

- ▣ Ύψος πτήσης: 150μ.
- ▣ Ταχύτητα: 11 m/s
- ▣ Αποτύπωση αρχαιολογικού χώρου

Μήκος 3μ.

Άνοιγμα πτερύγων 2.6μ.

Ωφέλιμο φορτίο 3κ.



Przybilla and Wester-Ebbinghaus

1980 - UAV περιστρεφόμενων πτερύγων (rotary wing)

- ▣ Εύρος Ύψους πτήσης: 10-100μ.
- ▣ Πιλότος: απογείωση, προσγείωση, πτήση
- ▣ Πλοηγός: ενεργοποίηση κλείστρου κάμερας, μέσω ραδιοζεύξης.

Ωφέλιμο φορτίο 3κ.
Μεσαίου μεγέθους
κάμερα



Wester-Ebbinghaus

UAV Typology

Είδος φτερών-Ελίκων



Χαρακτηριστικά Πτήσης

Κατηγορίες UAV Airframe



UAS Payloads Basics



HDL-64E



HDL-32E



VLP-16



SICK LMS-291



Mini MCA Tetracam



Sony DSC-V1

EO Camera



LIDAR



MultiSpectral Camera



Micro-Hyperspec VNIR



Tetracam-ADC



FLIR Thermovision A40M

Thermal IR Camera



Close Range Aerial Photography

Close-range AP ... is a very small part of RS

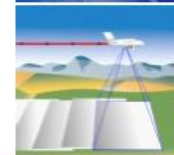
+ satellite (optical) images

+ airborne images

+ helicopter, balloon, kite, blimps, helikite,
UAV, mats, poles, booms and towers

+ terrestrial images

+ underwater images



▲ 600-800 km

Altitude range

0-2 ... m

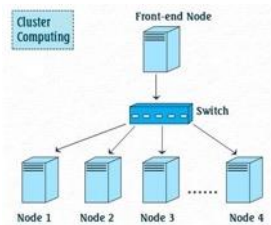
▼ -... m asl

Marine Remote Sensing Group (MRSG)



**MARINE
REMOTE SENSING
GROUP**

DEPARTMENT OF MARINE SCIENCES
UNIVERSITY OF THE AEGEAN
<http://mrsg.aegean.gr>



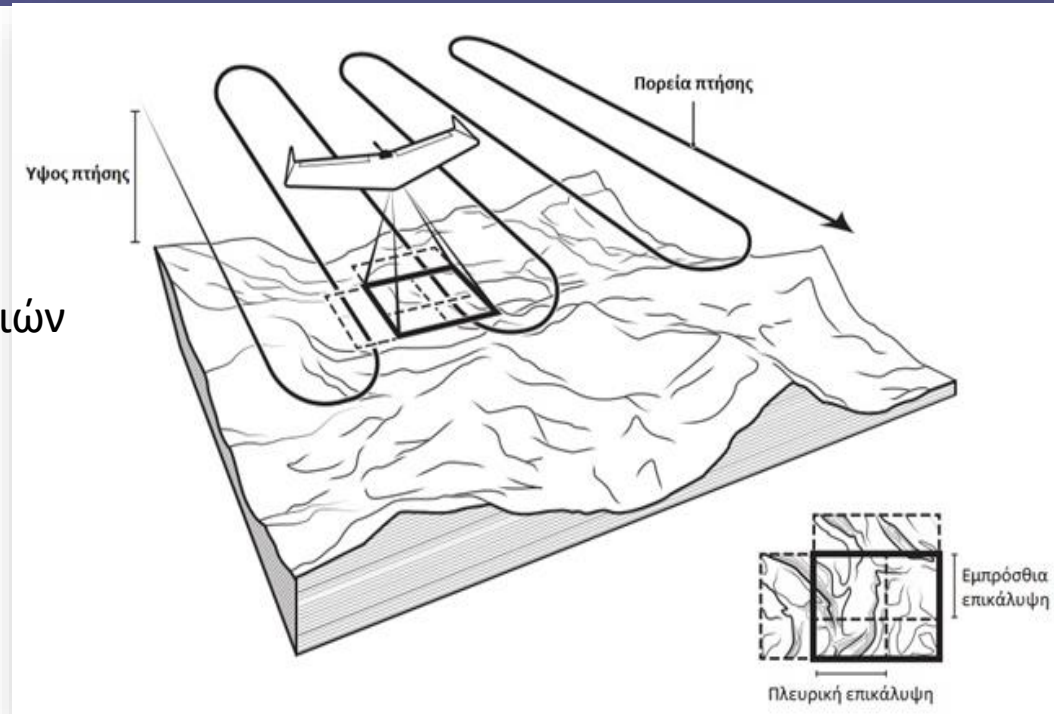
UAV Mapping Parameters

Προγραμματισμός Πτήσης:

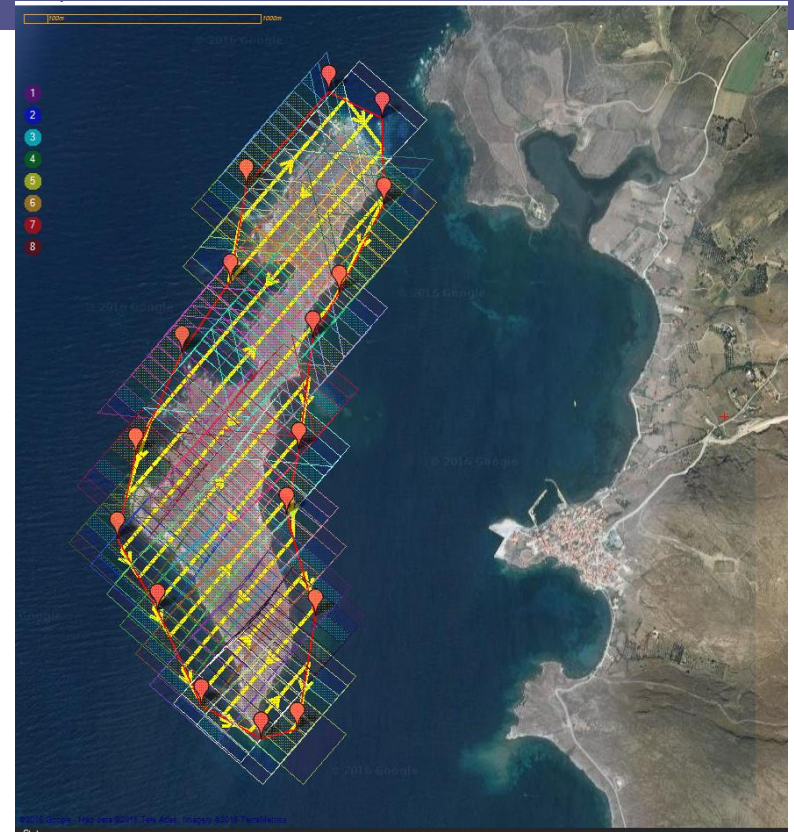
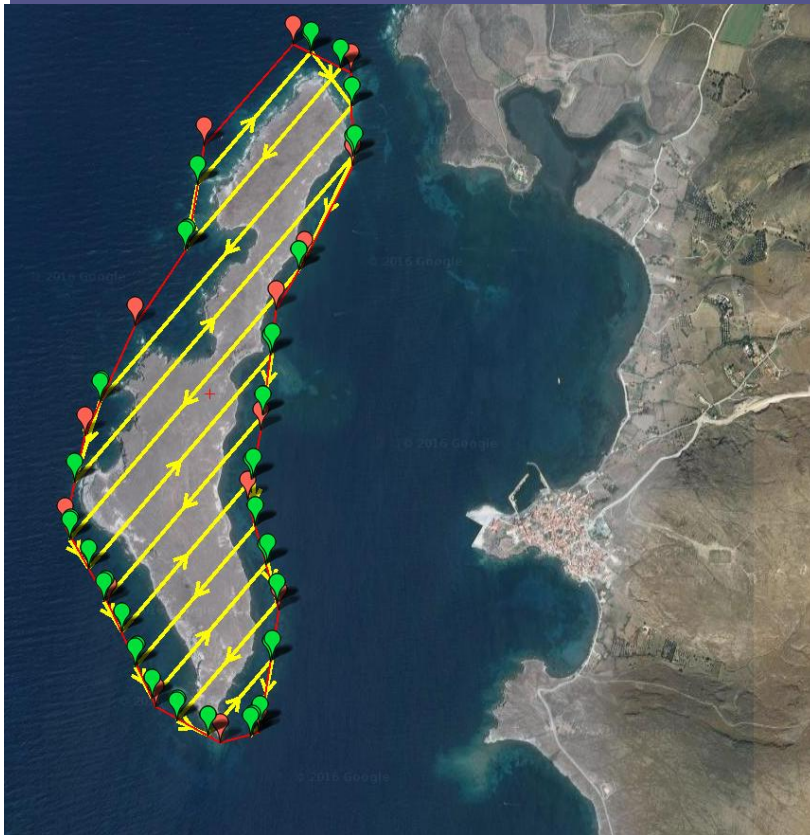
- Επιλογή κατάλληλου UAV
- Επιλογή ωφέλιμου φορτίου
- Γεωμετρία της λήψης,
- Αριθμός - Επικάλυψη αεροφωτογραφιών
- Σημεία ελέγχου (gcps)

Παράμετροι σχεδιασμού πτήσης:

- είδος πτήσης
- ύψος πτήσης
- ανάλυση εικόνων (GSD)
- επικάλυψη εικόνων (60%-80%)
- τρόπος λήψης – θέσης κάμερας (κατακόρυφες ή πλάγιες φωτογραφίες)

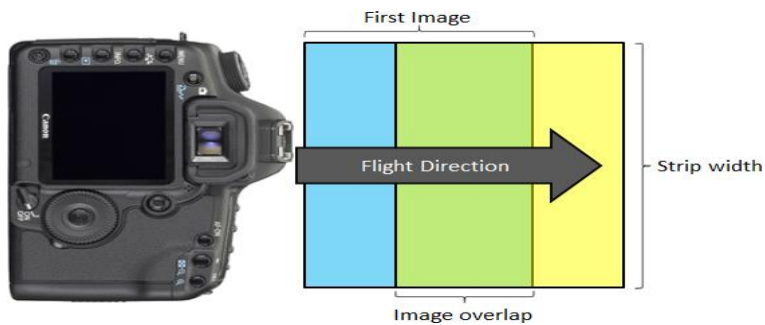
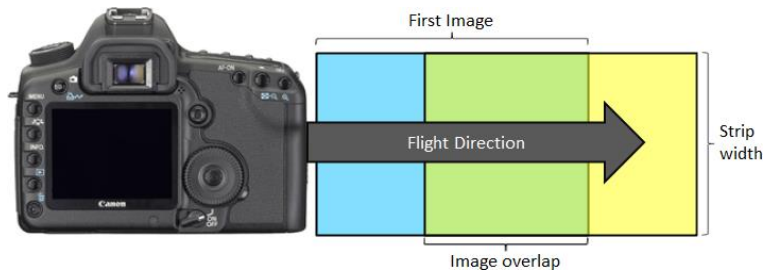
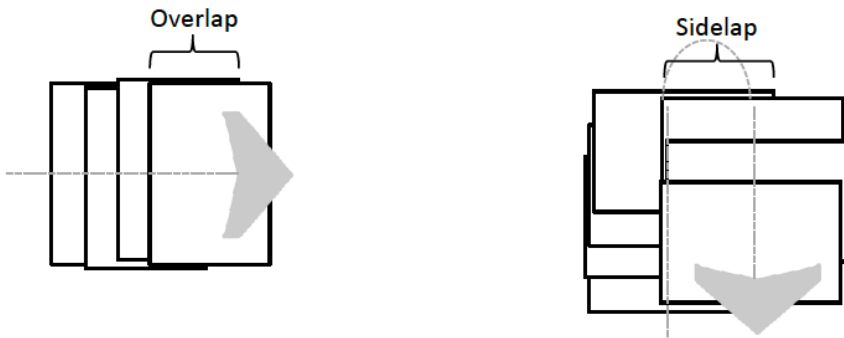


Mission Planning



Area:	1494588 m ²	Pictures:	209	Flight Time (est):	59:36 Minutes
Distance:	14,3 km	No of Strips:	13	Photo every (est):	10,92 Seconds
Distance between images:	55 m	Footprint:	370,2 x 273 m	Turn Dia (at 45d):	7 m
Ground Resolution:	8,89 cm	Dist between lines:	129,57 m	Ground Elevation:	-8-65 m

UAV Image Acquisition



Ground Control Points (Gcps)



Regulations in Greece



Έως 117 μέτρα ή 400 πόδια από την επιφάνεια του εδάφους



3000μ μακριά από αεροδρόμια και μοντελοδρόμια



Μακριά από Ανθρώπους, ζώα κτήρια



Πάνω από προστατευόμενες περιοχές

UAV Mapping

Προετοιμασία – Σχεδιασμός Αποστολής

Παράμετροι χαρτογράφησης & παραδοτέων προϊόντων
Ιδιαιτερότητες περιοχής μελέτης
Επιλογή UAV system (Αεροσκάφος, Αισθητήρας)

Σχεδιασμός Πτήσης

Παράμετροι πτήσης (χρόνος & pattern καταγραφής)
Έλεγχος πρόγνωσης καιρού
Σχεδιασμός αυτόνομων πτήσεων και προγραμματισμός UAS autopilot

Έλεγχος Εξοπλισμού

Έλεγχος UAV & εργαλείων - παρελκομένων (μπαταρίες, φορτιστές κα.)
Έλεγχος, calibration, προγραμματισμός & παραμετροποίηση αισθητήρων

Εκτέλεση Καταγραφής (Πεδίο)

Οπτικός έλεγχος περιοχής μελέτης & συνθηκών καταγραφής
Τοποθέτηση Σημείων ελέγχου (GCPs)
Έλεγχος ποιότητας δεδομένων καταγραφής

UAV-SFM



Χαρτογράφηση

Παραγωγή Γεωχωρικής Πληροφορίας

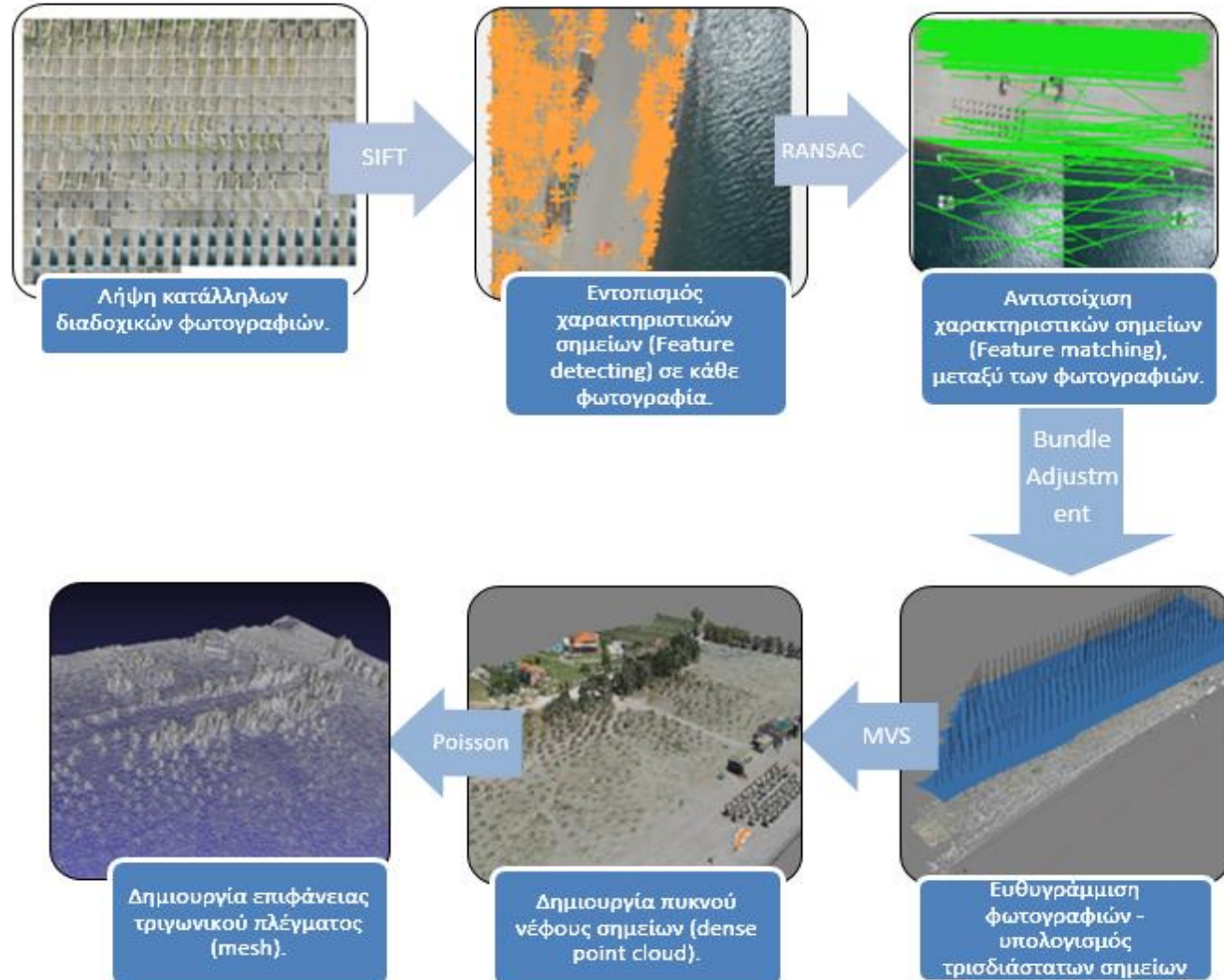
□ Ψηφιακή Φωτογραμμετρία (~1990):

Επιστήμη καταγραφής και τεκμηρίωσης των γεωμετρικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών αντικειμένων, του τρισδιάστατου χώρου, από μετρήσεις σε εικόνες.

□ *Structure from Motion (SFM)*:

Μέθοδος υπολογιστικής όρασης, για την παραγωγή τρισδιάστατων αναπαραστάσεων, από μια αλληλουχία επικαλυπτόμενων δισδιάστατων εικόνων.

Structure from Motion Algorithms

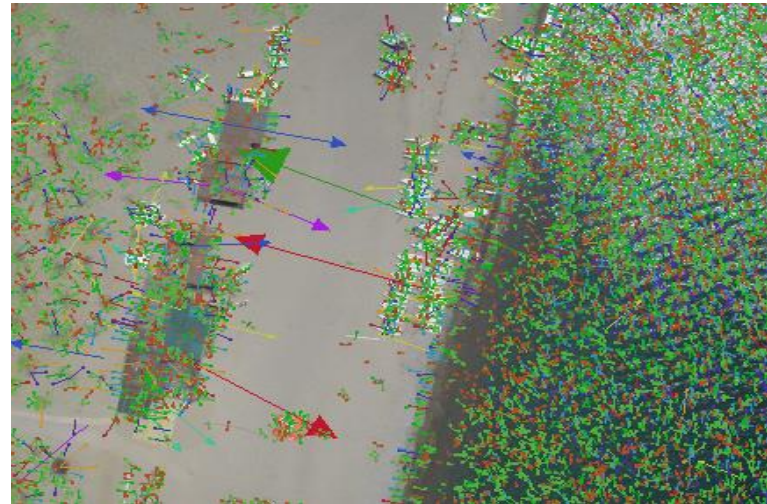


Εντοπισμός χαρακτηριστικών σημείων

- Αλγόριθμος **SIFT** (Scale invariant feature transform)
 - ▣ Εντοπισμός και περιγραφή χαρακτηριστικών σημείων στις εικόνες.



Detecting Features

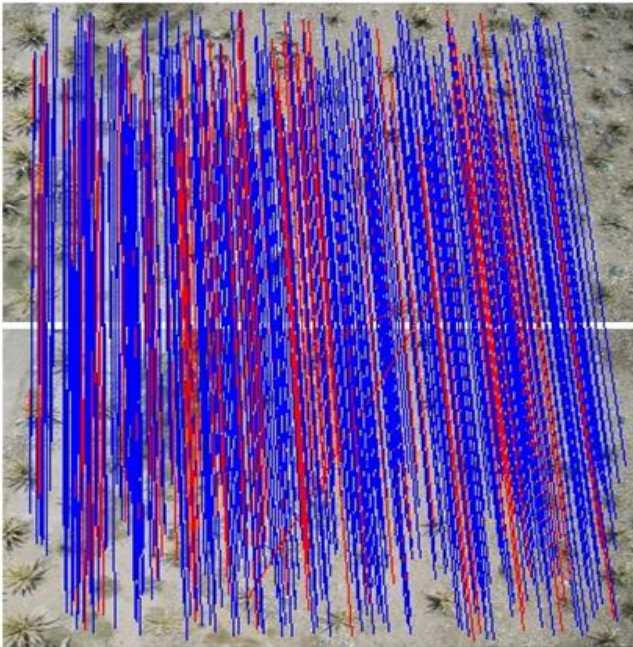


Keypoint descriptors

(David G. Lowe, 2004)

Αντιστοίχιση χαρακτηριστικών σημείων

- Αλγόριθμος RANSAC (Random Sample Consensus)
 - ▣ Φιλτράρισμα αντιστοιχίσεων



Καλή αντιστοίχιση (350/87)



Κακή αντιστοίχιση (5/17)

(Fischler and Bolles, 1987)

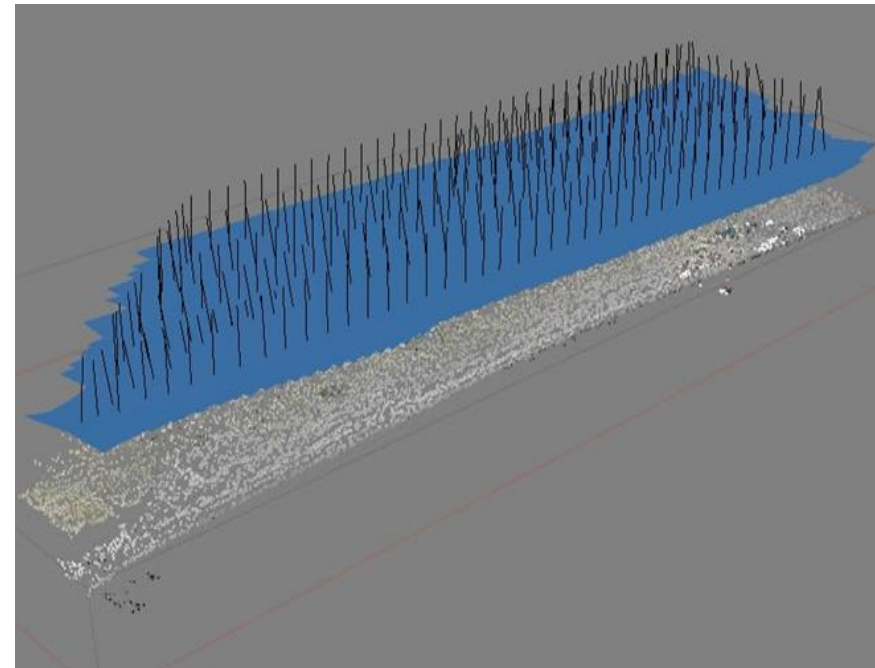
Προσανατολισμός δέσμης

□ Αλγόριθμος Bundle Adjustment

- Υπολογισμός παραμέτρων φωτογραφικής μηχανής (εσωτερικός προσανατολισμός): Ευθυγράμμιση και προσανατολισμός φωτογραφιών.
- Υπολογισμός θέσεων τρισδιάστατων σημείων (sparse point cloud).



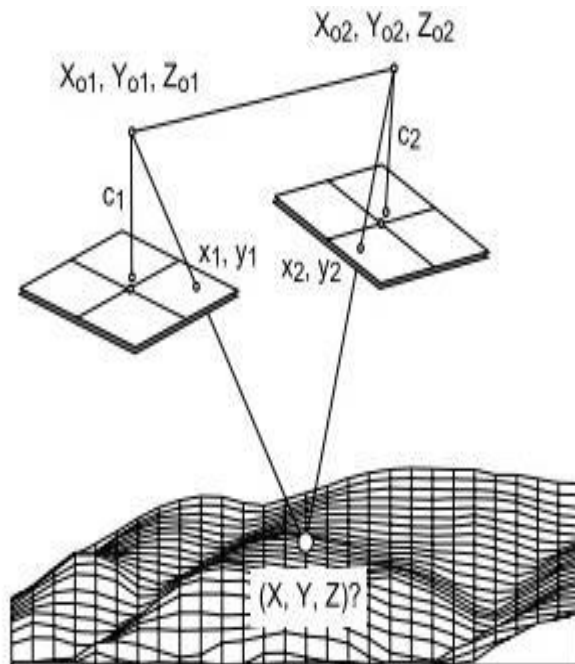
Εφαρμογή αλγόριθμου



Αποτέλεσμα

Ανακατασκευή τρισδιάστατου νέφους σημείων

- Αλγόριθμοι MVS (Multi view stereo) : CMVS/PMVS
 - ▣ Πολλαπλής εμπροσθοτομίας
 - ▣ Δημιουργία πυκνού νέφους σημείων (dense point cloud)



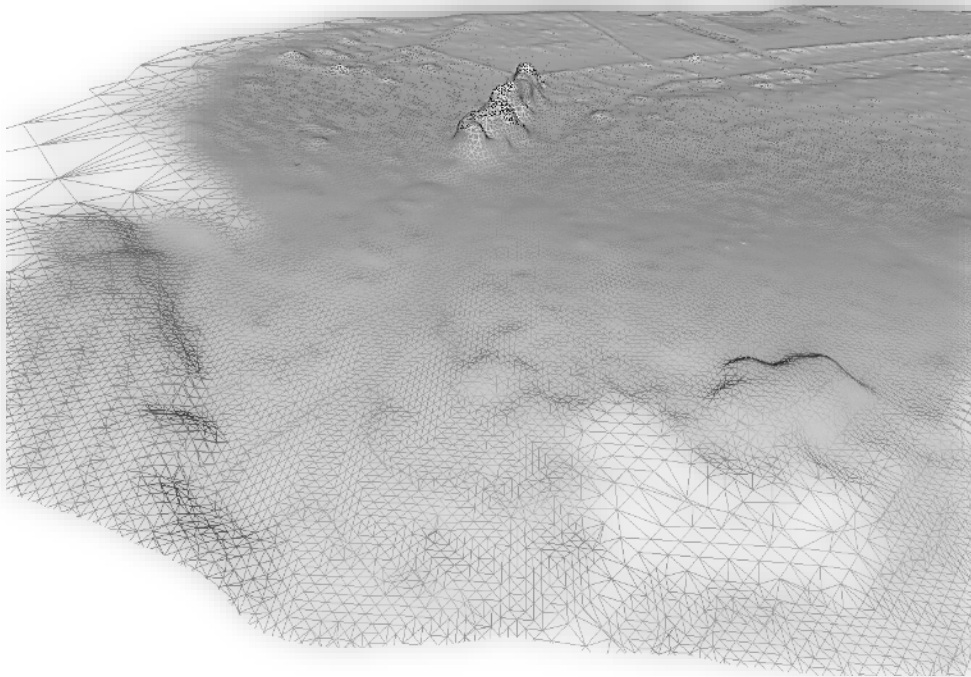
Εμπροσθοτομία



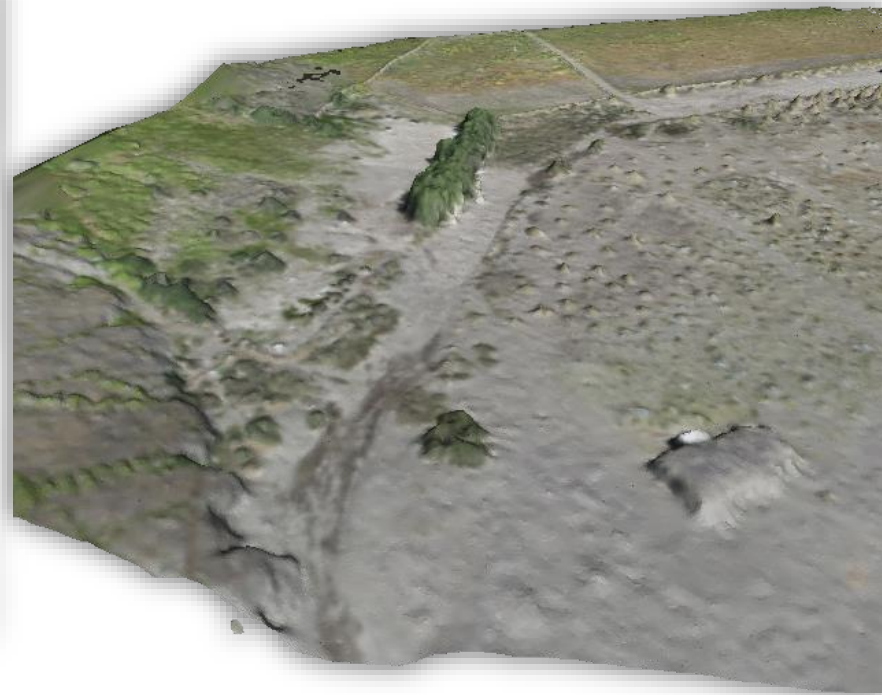
Αποτέλεσμα

Ανακατασκευή τρισδιάστατου μοντέλου

- Ανακατασκευή επιφάνειας: Δημιουργία επιφάνειας τριγωνικού πλέγματος (mesh)
- Μέθοδοι τριγωνισμού: μέθοδος Poisson, τριγωνισμός Delaunay



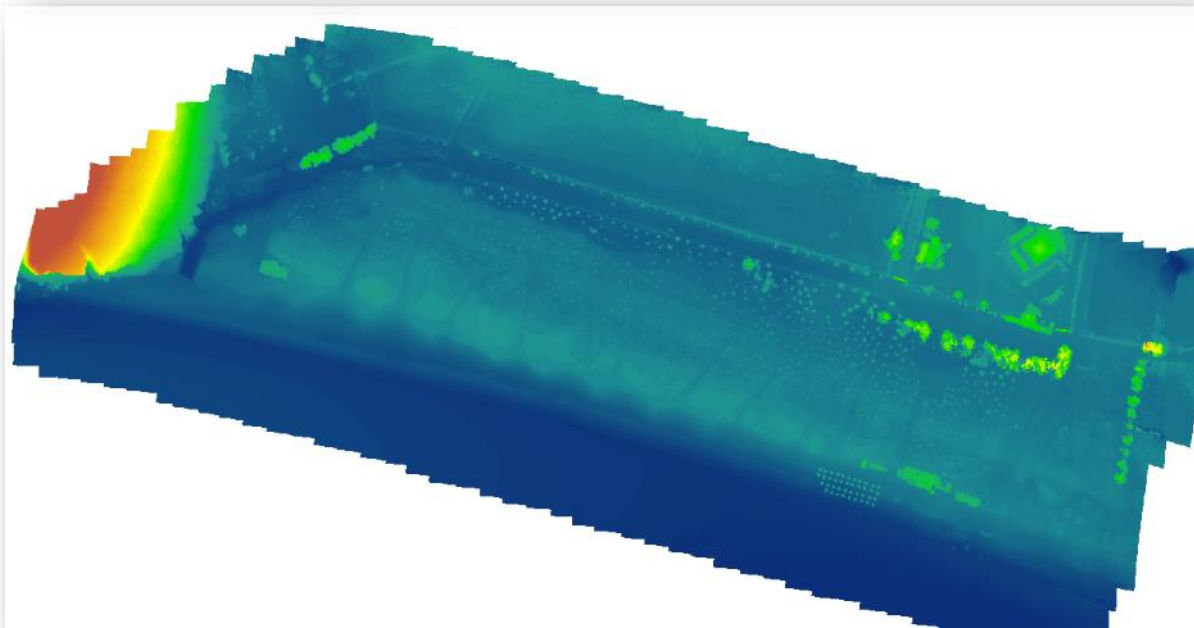
Τριγωνικό πλέγμα (mesh)



3D μοντέλο με υφή



Ορθοφωτοχάρτης



Ψηφιακό Μοντέλο
Εδάφους (DTM, DSM)

Agisoft Photoscan





Εφαρμογές

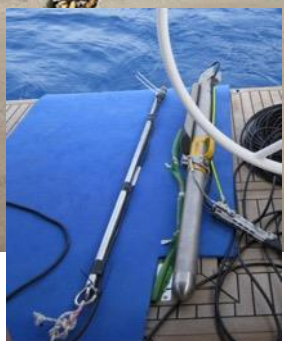
Χαρτογράφηση θαλάσσιας βλάστησης

Seagrass mapping



MARISCA Project: MARitime Spatial planning for the protection and Conservation of the biodiversity in the Aegean sea

Aegean GeoSensing Team (AGST)

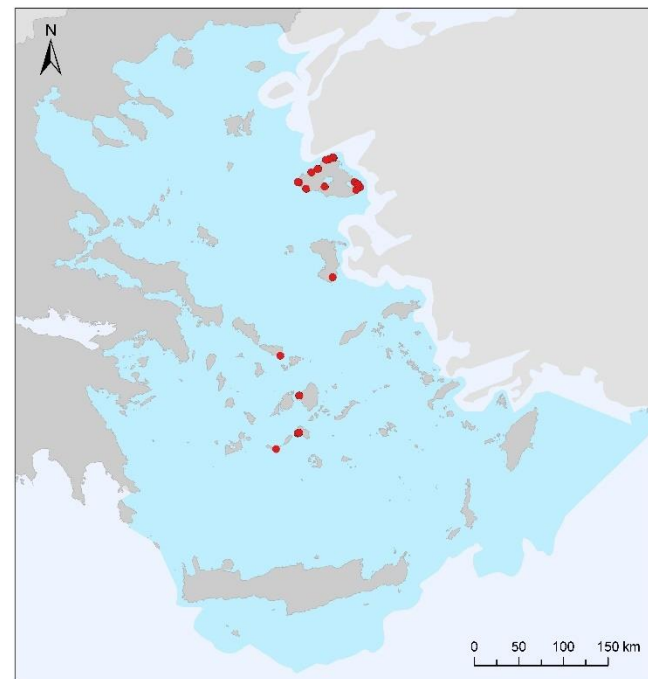


MRSG Aerial mapping

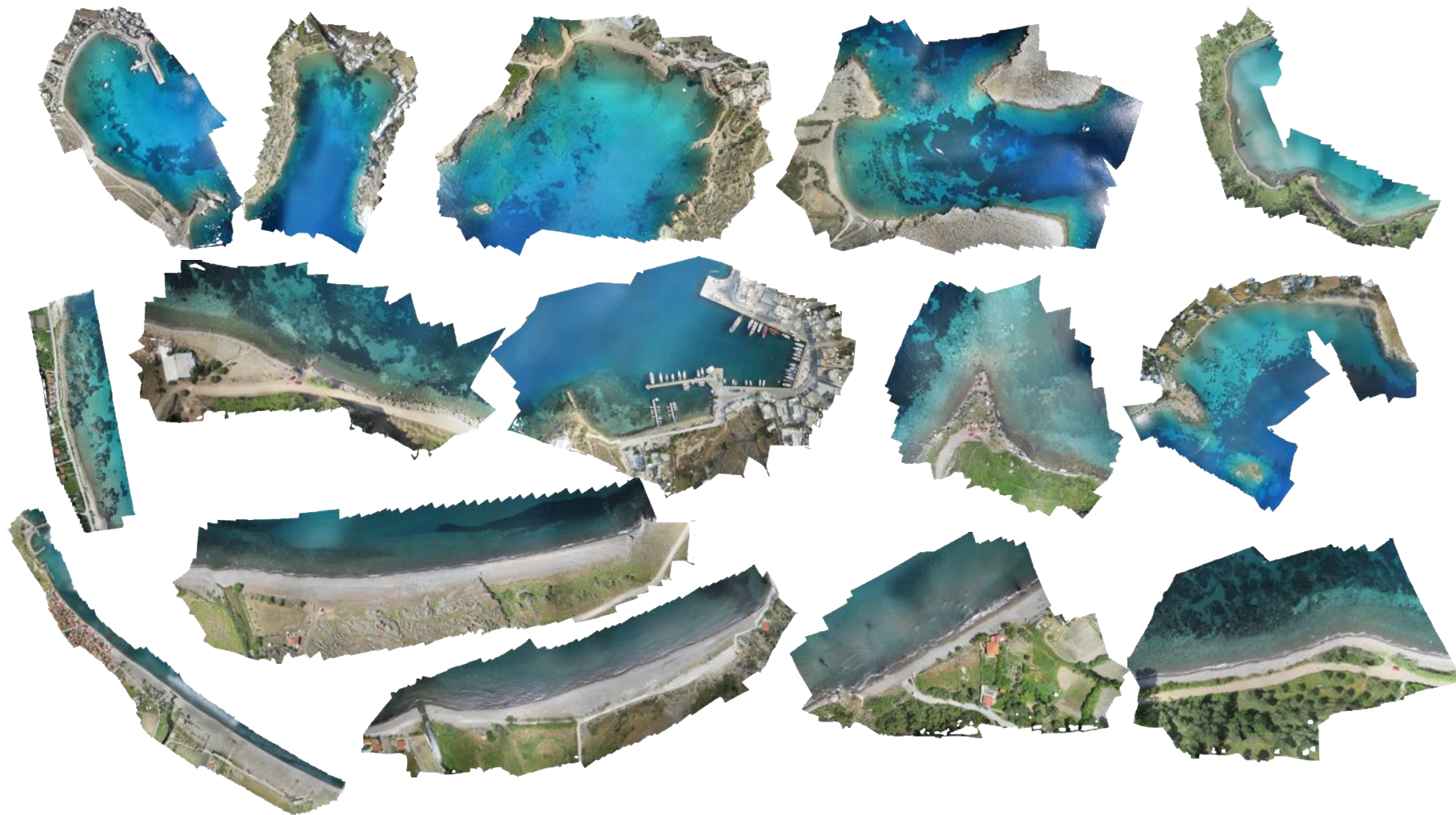
Αεροφωτογράφιση

Δημιουργία της μεγαλύτερης συλλογής με δεδομένα υψηλής ανάλυσης για το παράκτιο περιβάλλον στην Ελλάδα.

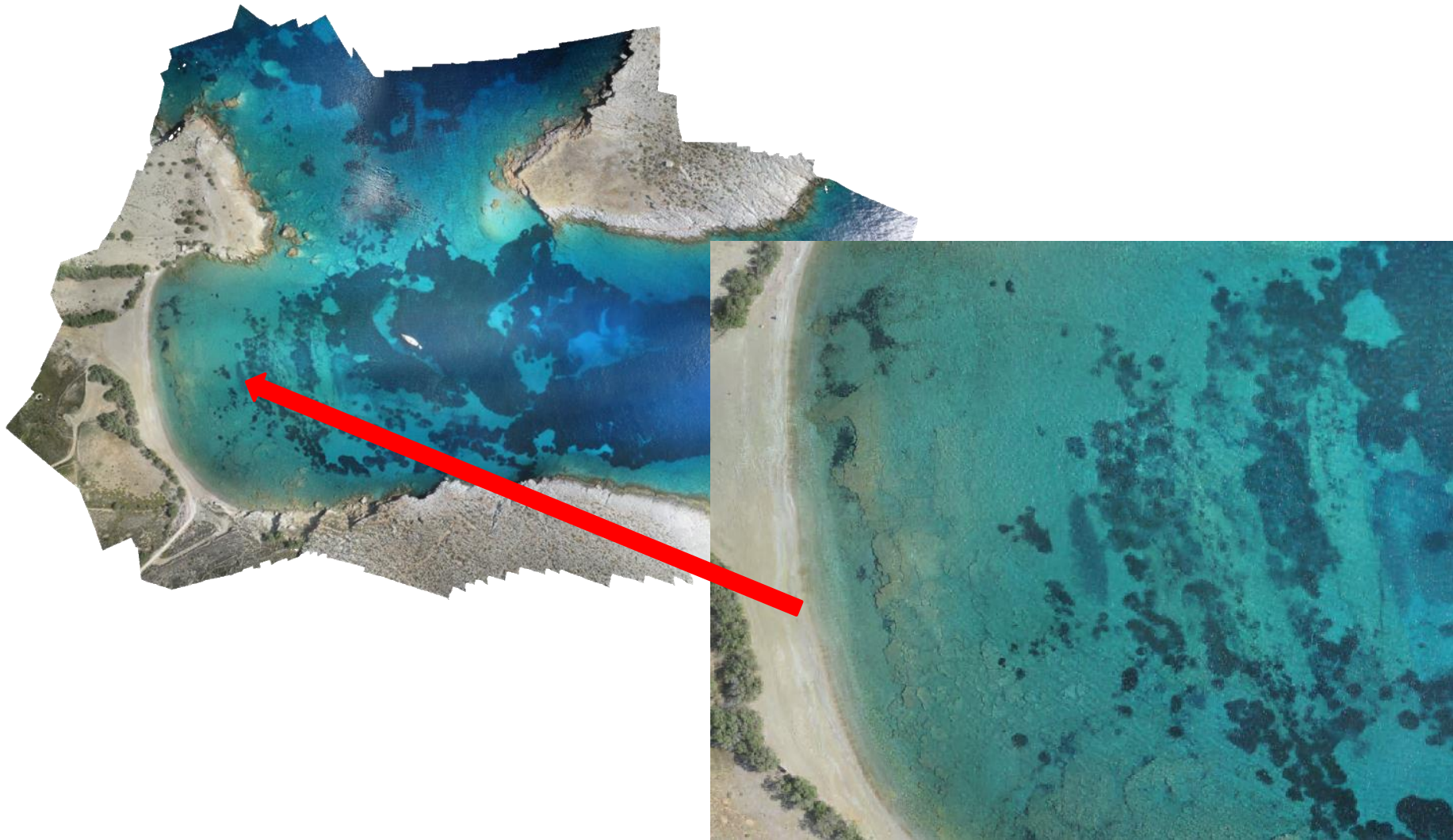
Περιοχή /Νησί	Ορθο	Αριθμός Πτήσεων	Σύνολο Φωτογραφιών	Επιφάνεια (m ²)	Χρόνος Πτήσης (min)	Διανυθείσα Απόσταση (km)
ΧΙΟΣ	2	4	477	193.993	00:22:11	5,76
ΝΑΞΟΣ	2	3	338	162.759	00:19:55	3,77
ΙΟΣ	3	6	946	723.085	01:08:53	16,16
ΦΟΛΕΓΑ ΝΔΡΟΣ	2	5	673	236.343	00:25:01	6
ΣΙΦΝΟΣ	1*	1	238	82.282	00:09:00	2,16
ΤΗΝΟΣ	1	5	606	335.768	00:28:46	6,91
ΛΕΣΒΟΣ	12	23	3510	4.401.210	03:04:09	43,03
ΣΥΝΟΛΑ	23	47	6788	6.135.440	05:57:55	67,63 Km



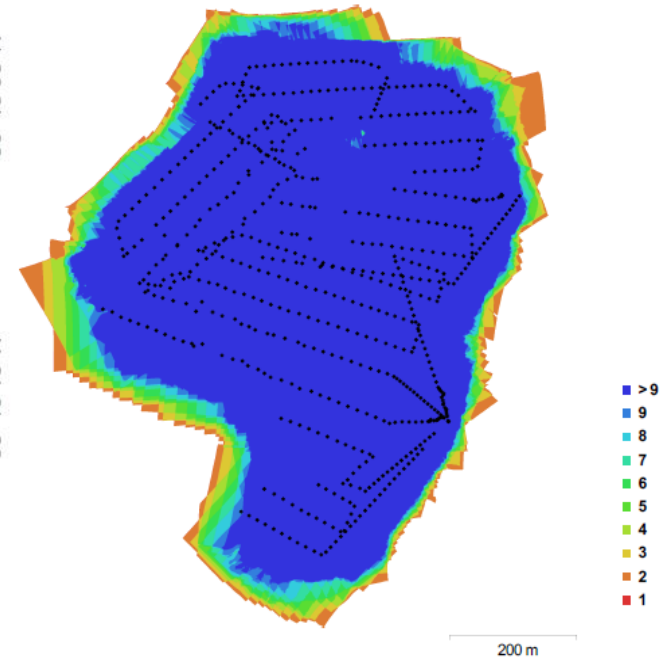
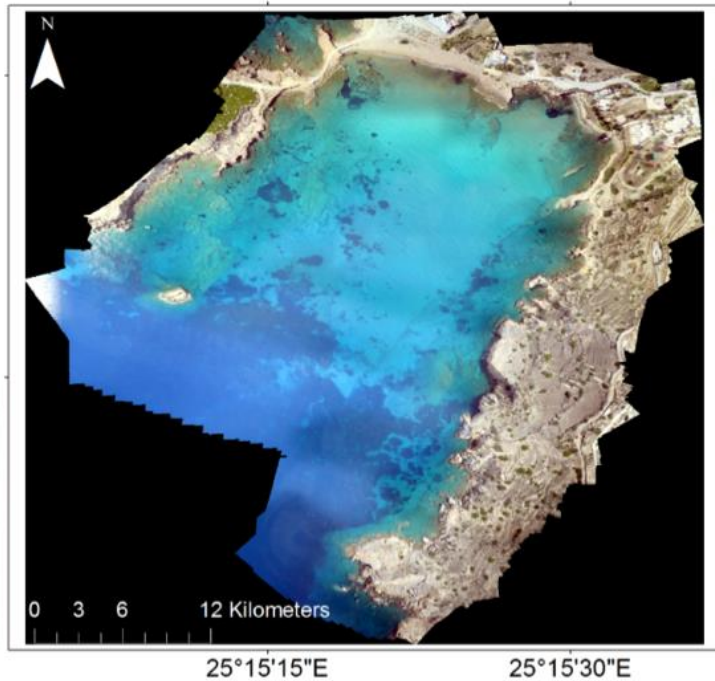
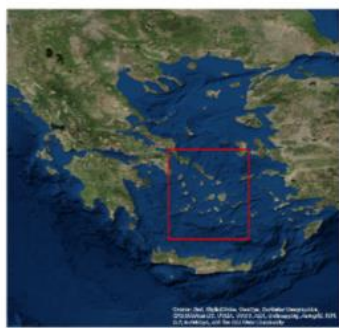
Ορθοφωτοχάρτες



Χωρική ανάλυση cm



Ακτή Κουμπάρα, Ίος



Data acquisition: 31-05-2016 and 01-06-2016.
No of flights: 6
Ground resolution: 3.55 cm/pixel.
Height flight: 120 m

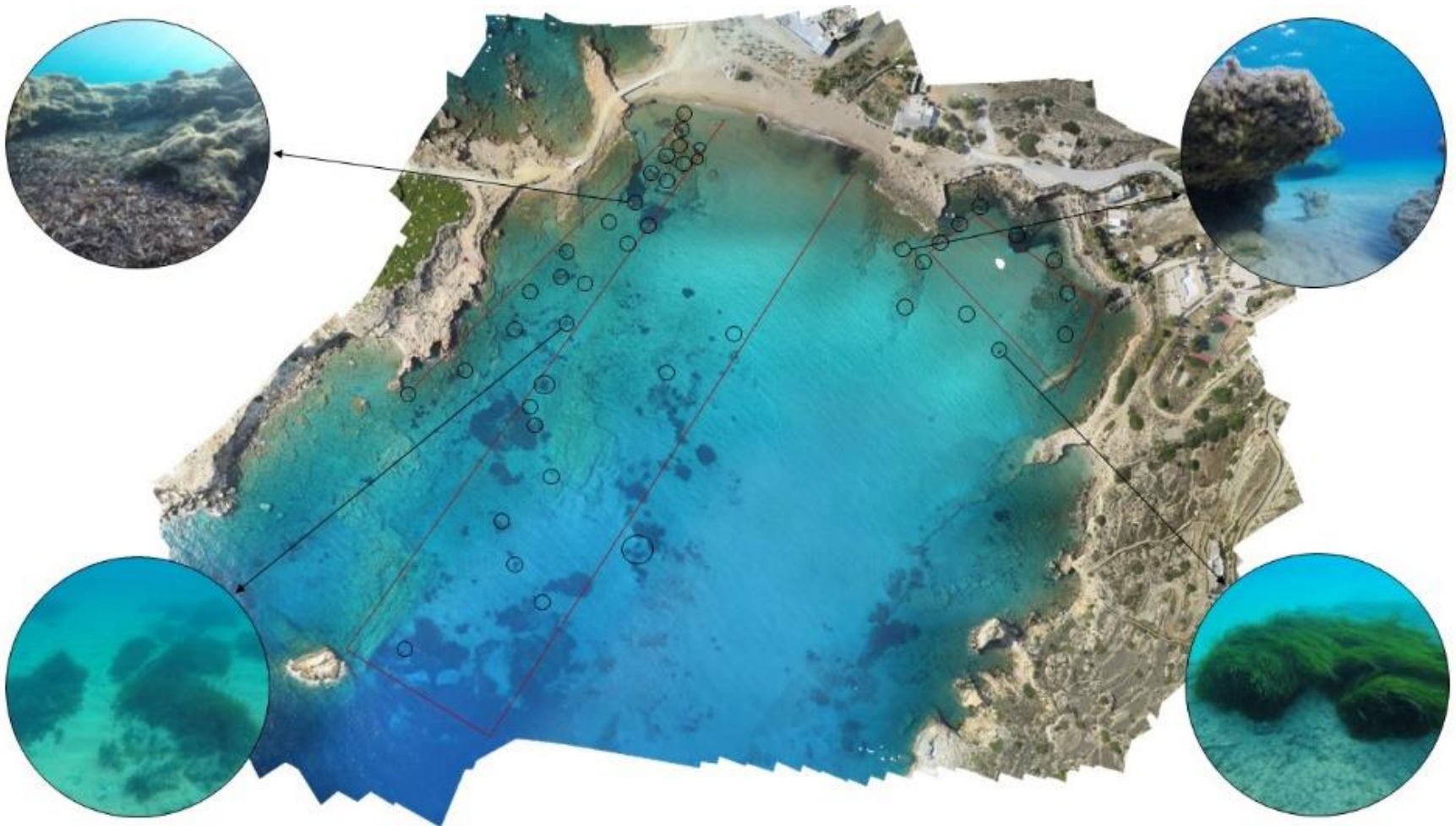
Flight time: 41:20 min.
Images: 795 images
Overlap: 80% forward and 70% side
Image size 4608x3456 pixels.

Δεδομένα Πεδίου

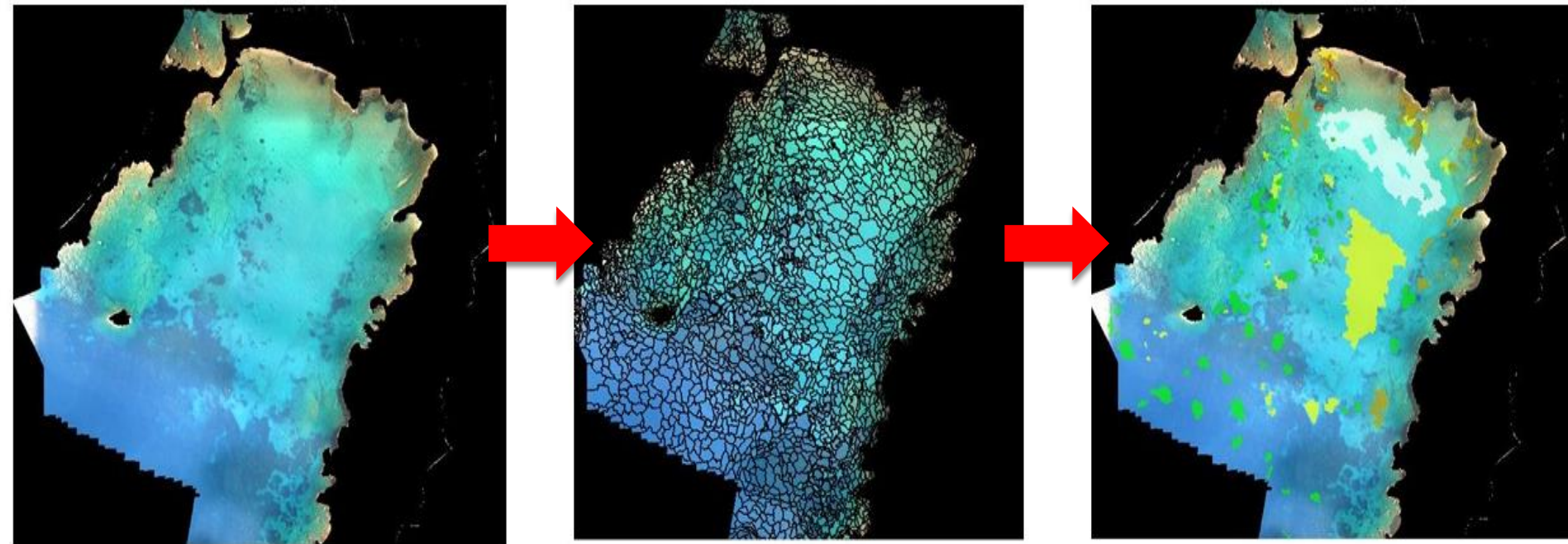
Οπτική / επιβεβαίωση δειγματοληψίας με δεδομένα πεδίου (ground-truth) για τα τηλεπισκοπικά δεδομένα.



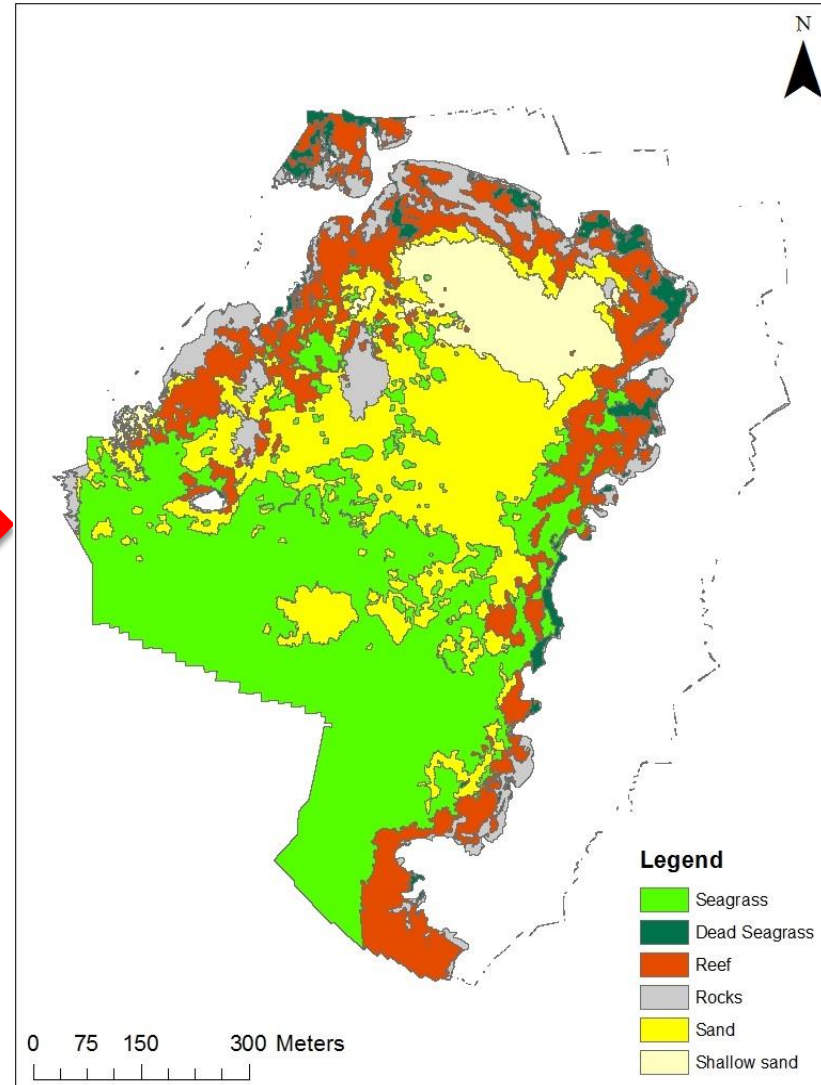
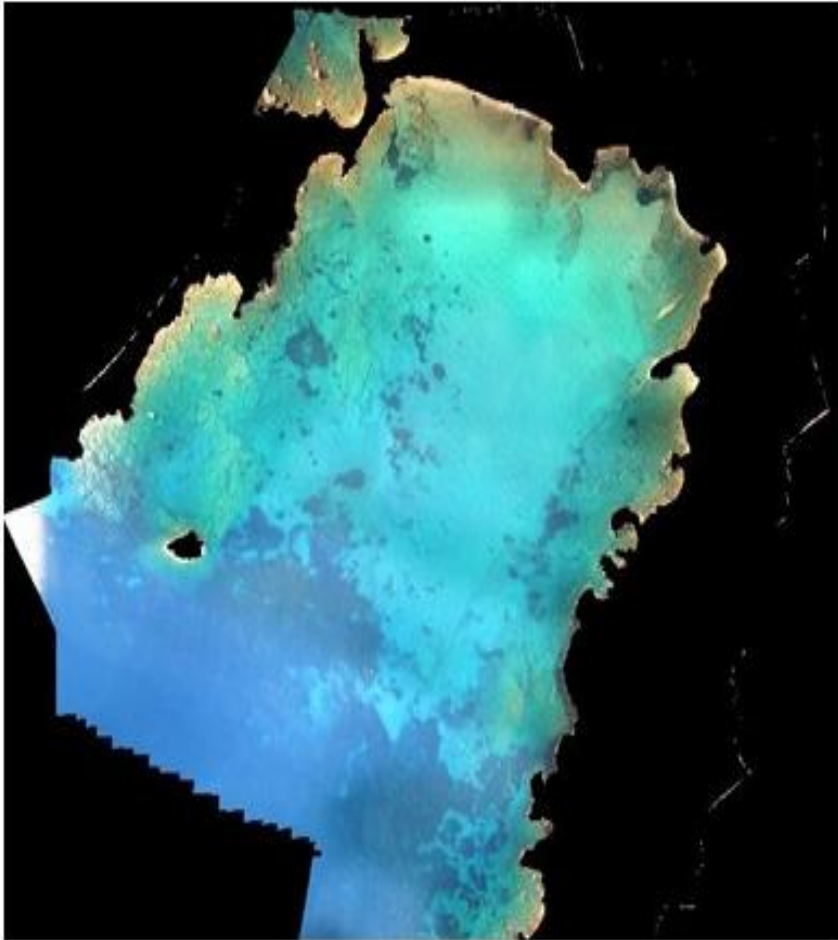
Ακτή Κουμπάρα, Ίος



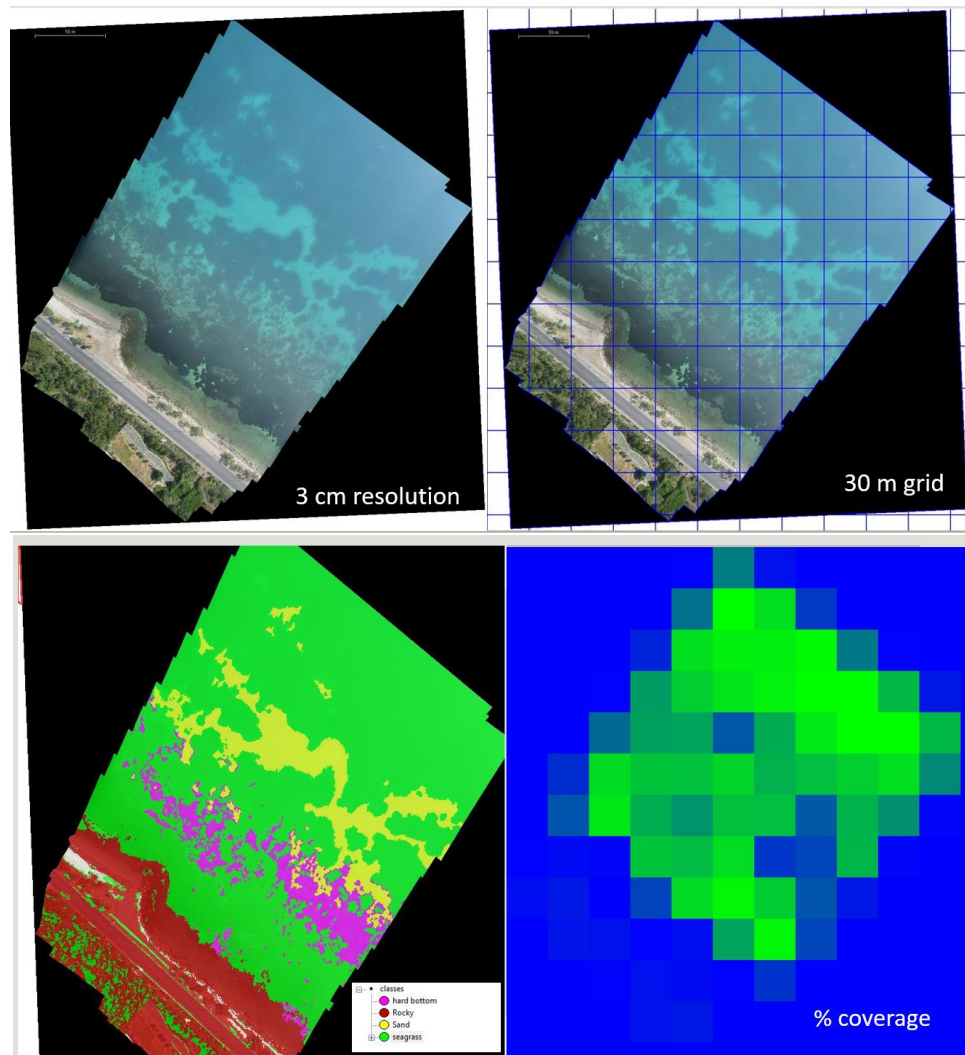
GEOBIA



Αποτελέσματα



Ποσοστά κάλυψης



Μεταναστευτικές Ροές

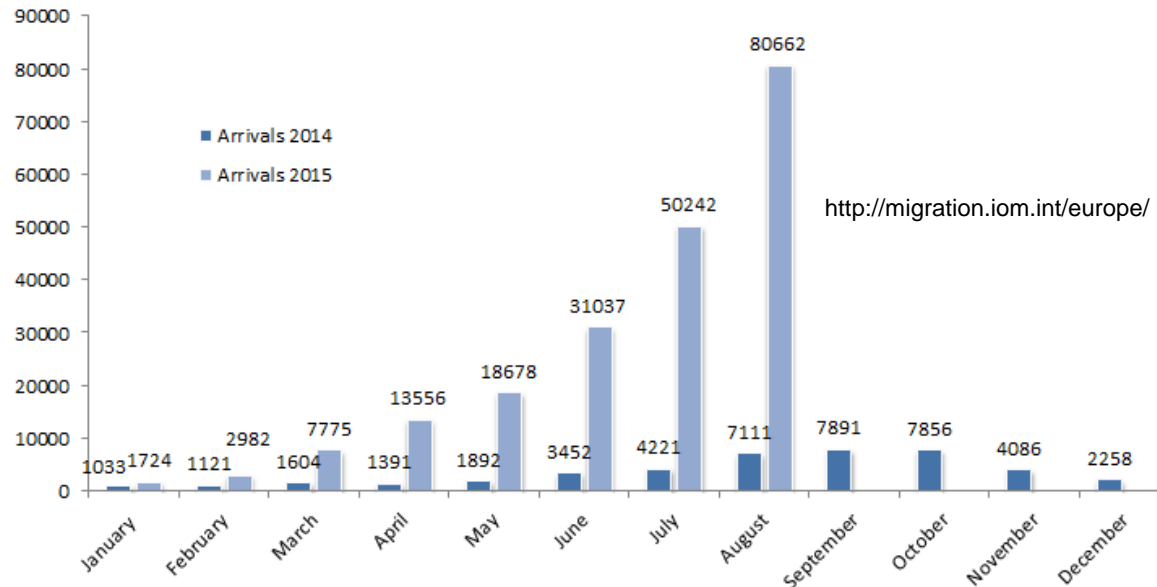
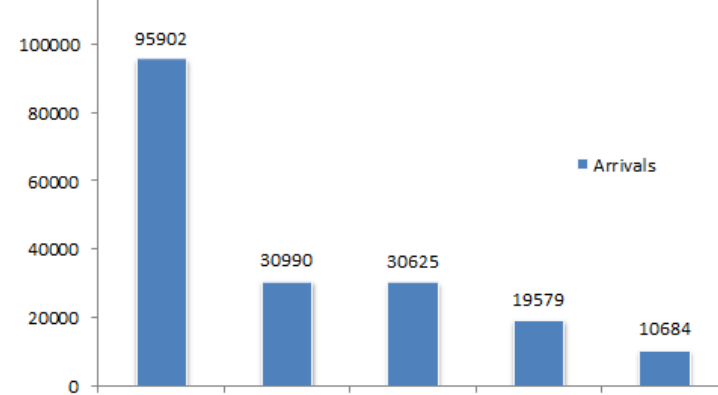
Monitoring sea litter in Lesvos coast



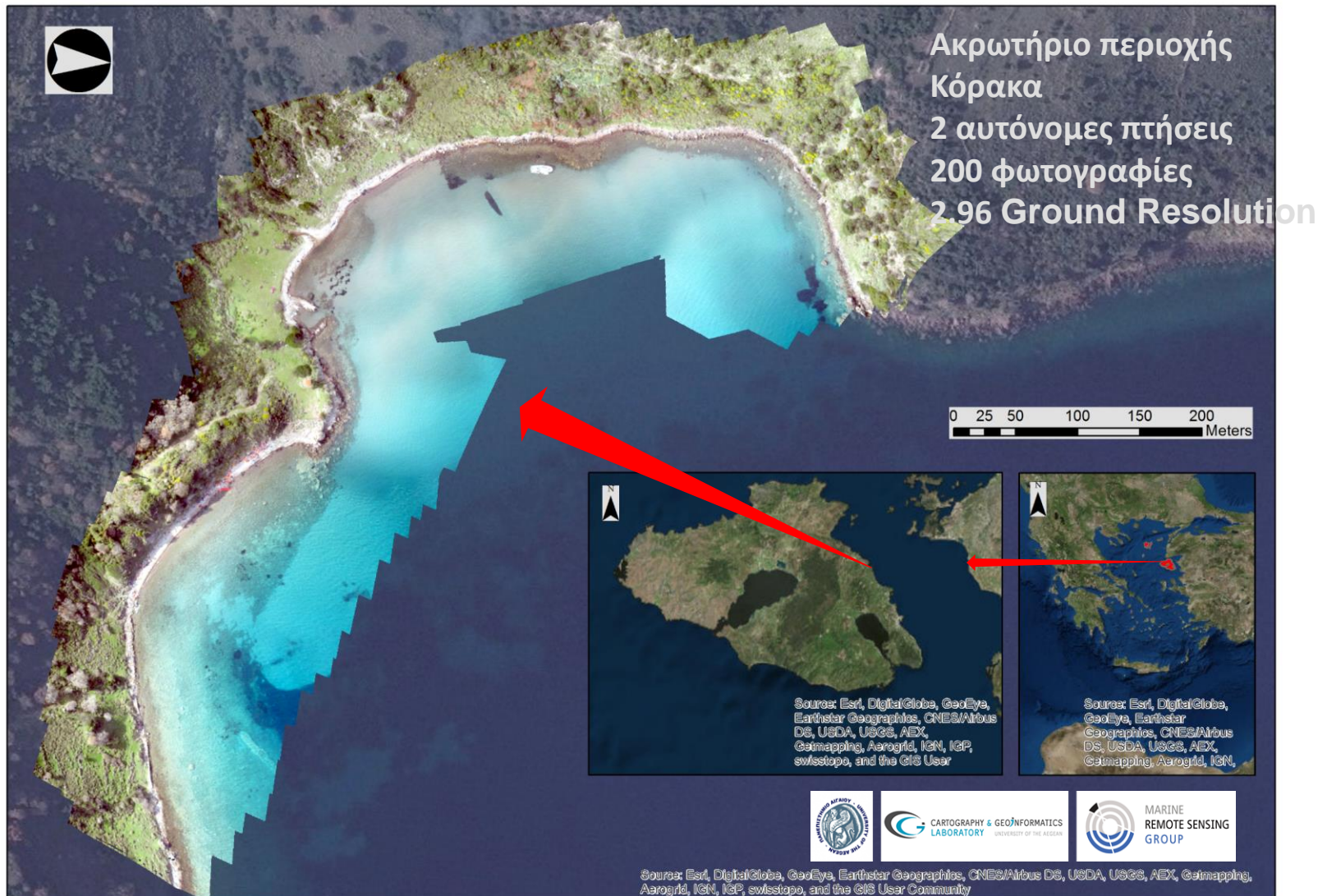
Μεταναστευτικές Ροές

- **1.025.270** αφίξεις μεταναστών και προσφύγων στην Ελλάδα το διάστημα Ιανουαρίου 2015 – Σεπτεμβρίου 2016. (ΔΟΜ)
- **95.902** αφίξεις στη Λέσβο το 2016.
- **850%** αύξηση αφίξεων το διάστημα Ιανουαρίου – Αυγούστου 2015 έναντι του 2014. (Υ.Α.)
- **8 τόνοι ρύπων ανά 1000 αφίξεις** υπολογίστηκε ο όγκος απορριμμάτων στις παραλίες του Ανατολικού Αιγαίου.

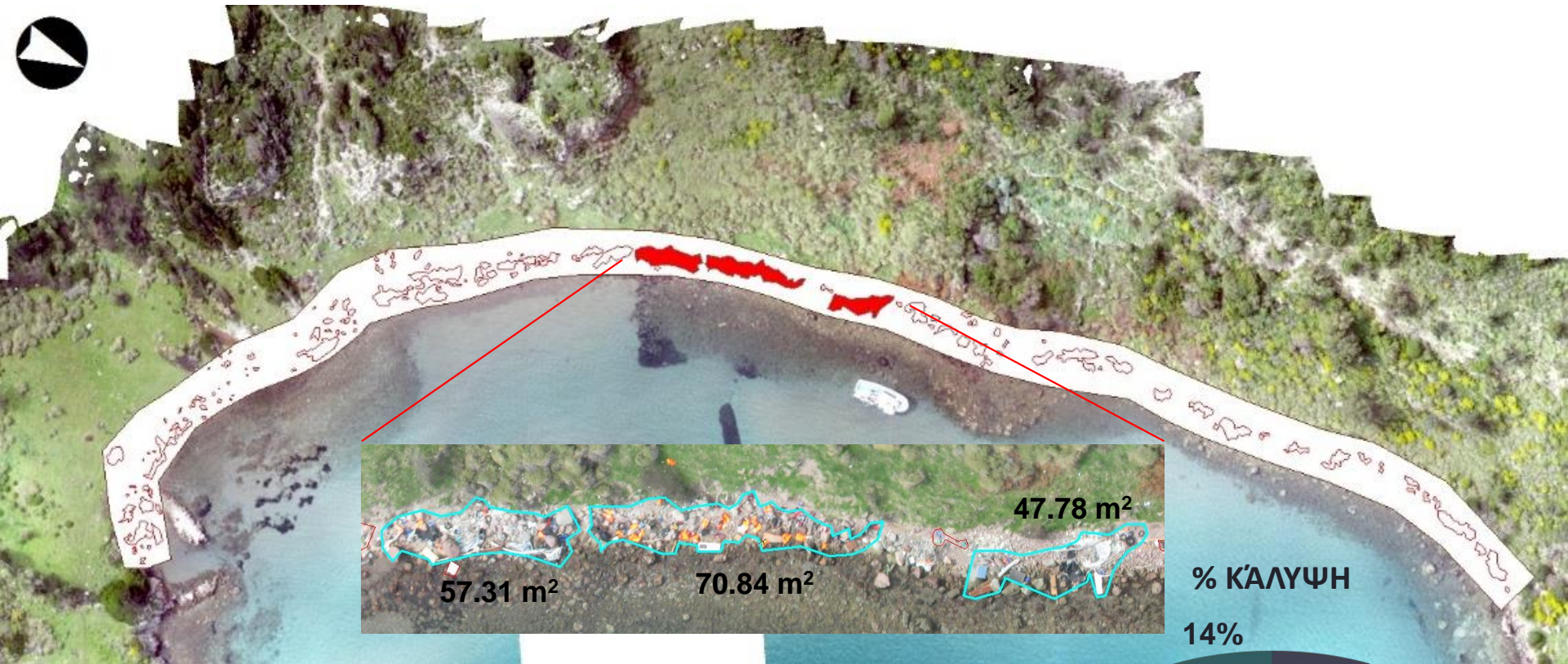
Islands receiving most arrivals Jan - 28 August



1^η Περιοχή μελέτης

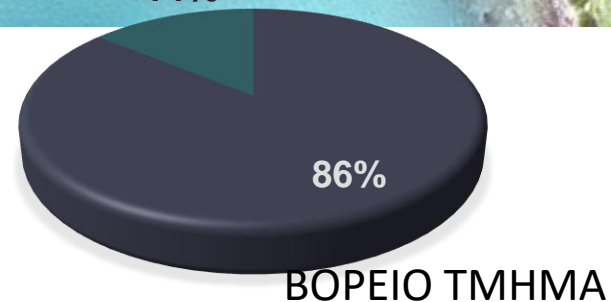


Αποτελέσματα Χαρτογράφησης ΒΑ Τμήμα

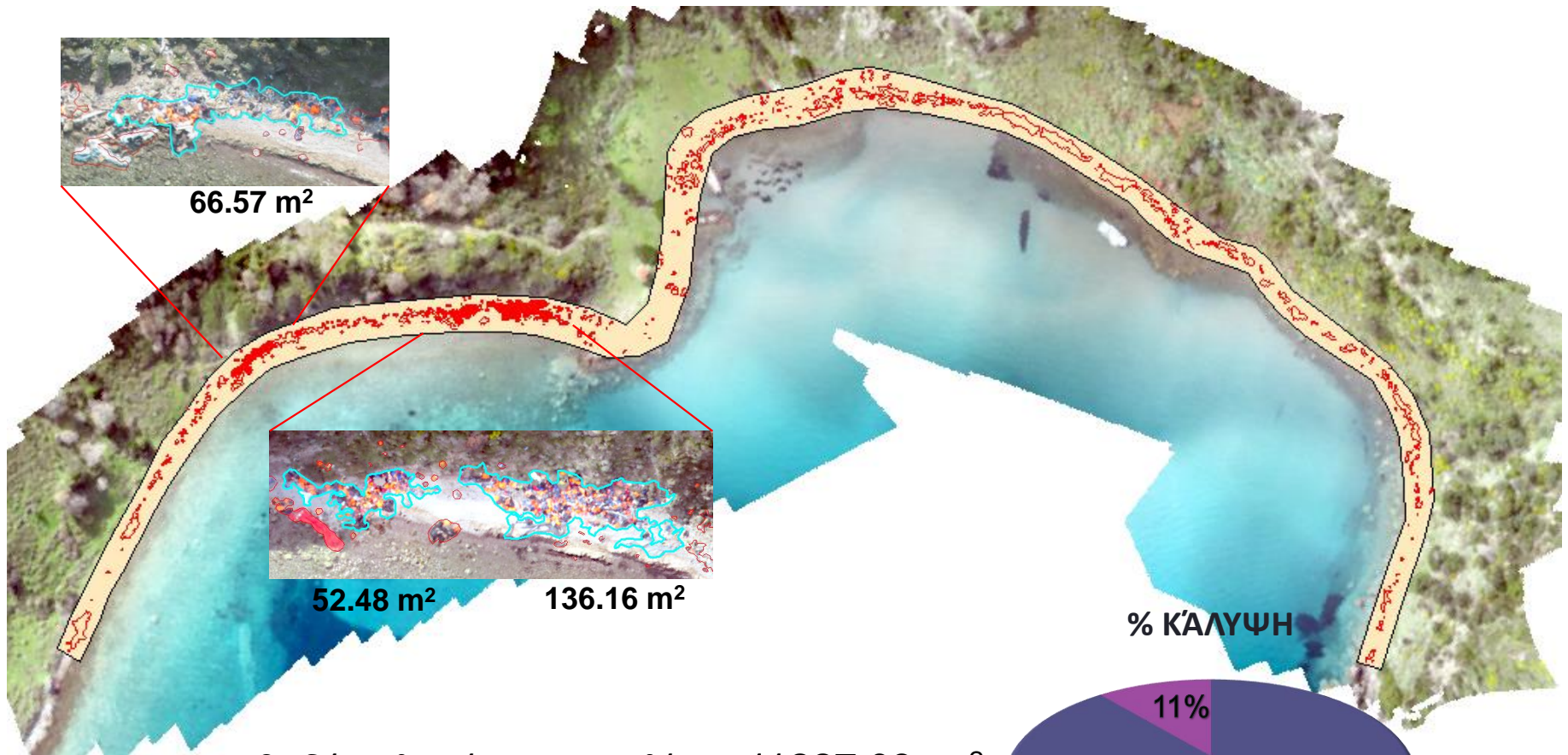


% ΚΑΛΥΨΗ
14%

Εμβαδό πολυγώνου παραλίας : 4605.90 m²
Εμβαδό πολυγώνων ρύπων : 644.52 m²
Ποσοστό ρύπων : 14%



Αποτελέσματα Χαρτογράφησης



Εμβαδό πολυγώνου παραλίας : 11227.03 m²

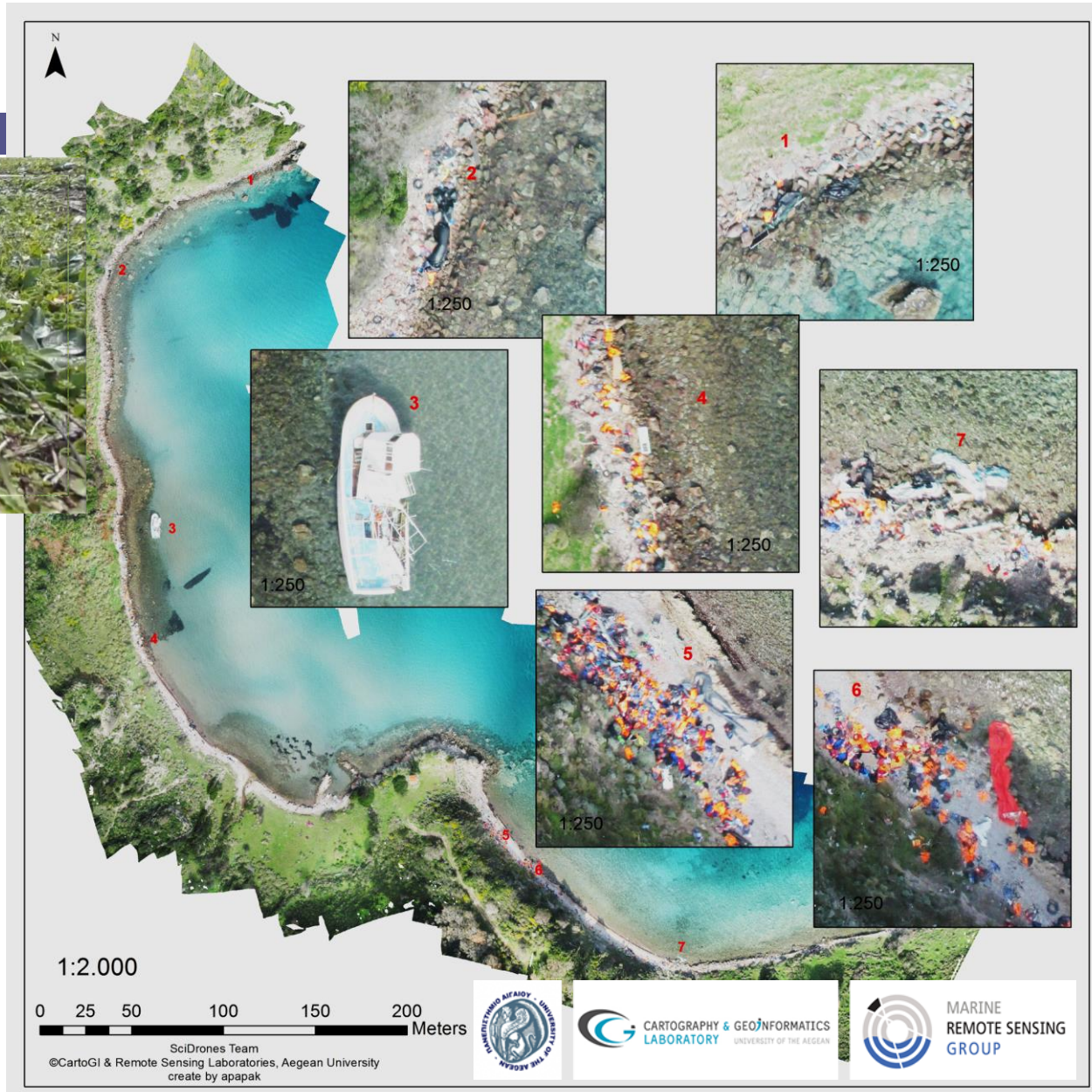
Εμβαδό πολυγώνων ρύπων : 1271.82 m²

Ποσοστό ρύπων : 11%

ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΙΑΣ

Καλοκαίρι 2015
Προσφυγικές Ροές
5000/day
100-120 boats/day

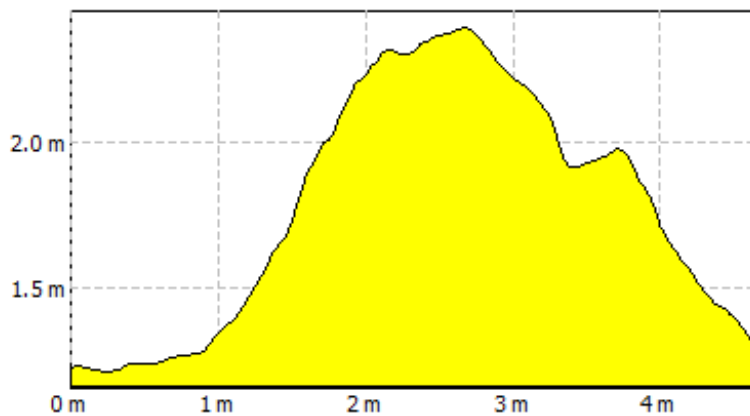
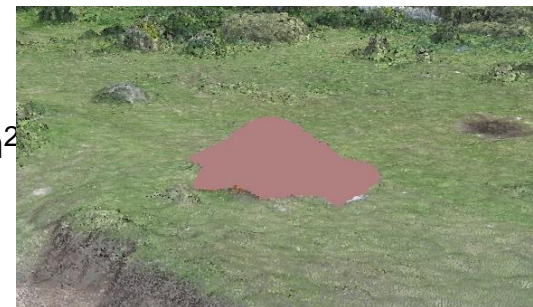
White paper for Municipality of Lesvos:
"Preliminary study on the emerging marine
litter problem along the eastern coast of
Lesvos", April 2016.



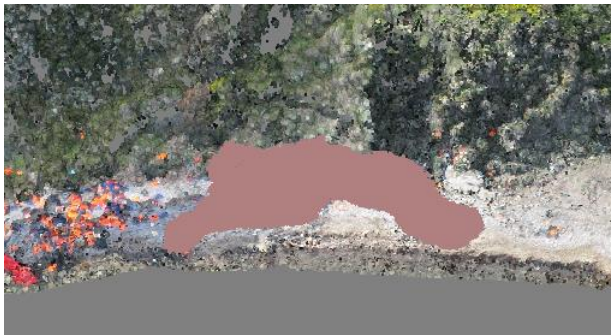
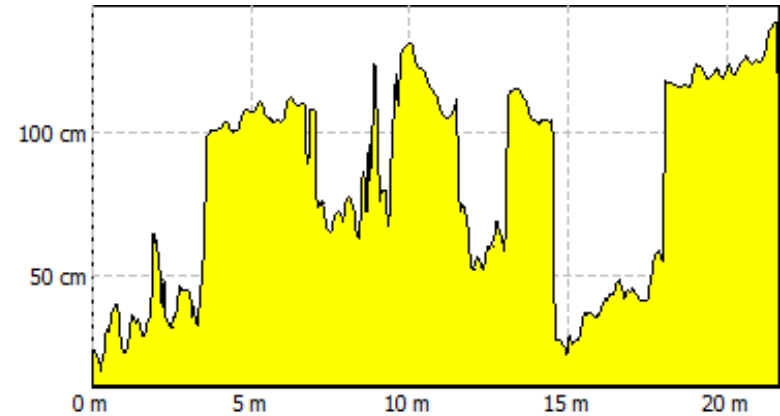
Αποτελέσματα Χαρτογράφησης ΒΑ Τμήμα



Όγκος ρύπων: 3.721 m^3
Εμβαδό ρύπων: 10.741 m^2
Περίμετρος: 16.781 m
Μέγιστο ύψος: 2.4 m



Αποτελέσματα Χαρτογράφησης ΝΑ τμήμα



Όγκος ρύπων: 23.752 m³
Εμβαδό ρύπων: 136.263 m²
Περίμετρος: 119.589 m
Μέγιστο ύψος: 1,35 m



2^η Περιοχή μελέτης

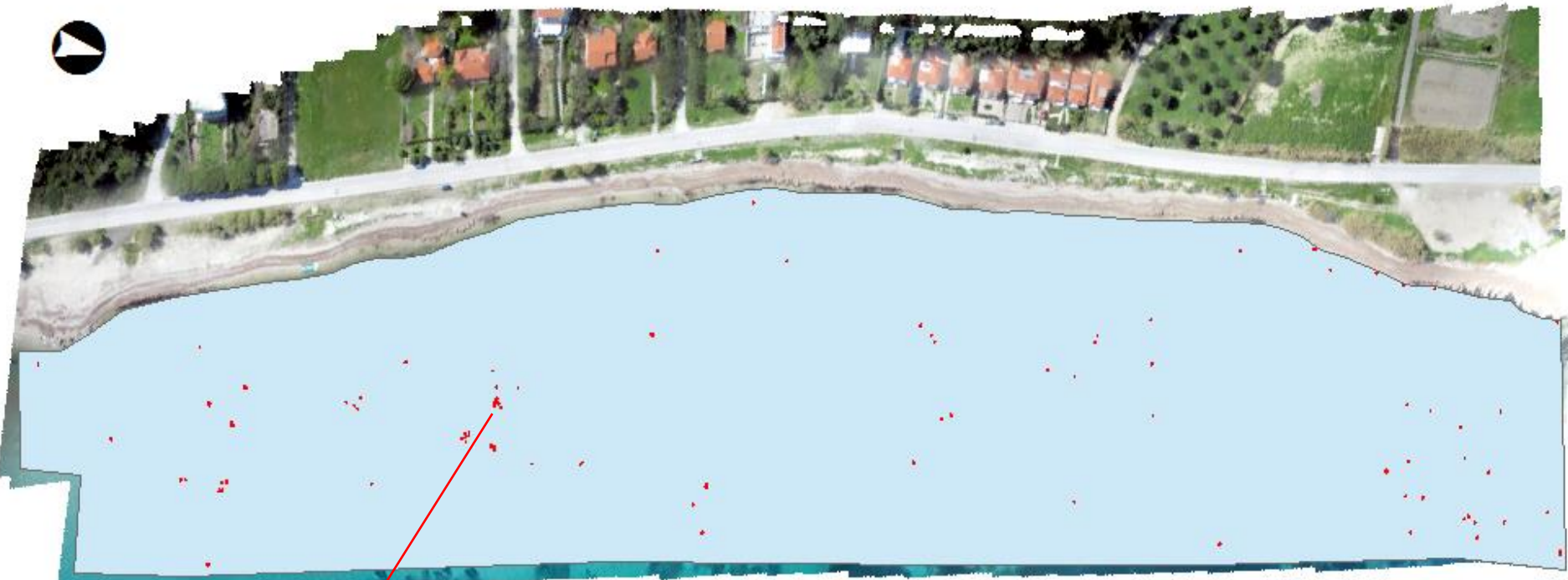


Αποτελέσματα Χαρτογράφησης Παραλίας



Εμβαδό πολυγώνου παραλίας : 8367.23 m²
Εμβαδό πολυγώνων ρύπων : 37.14 m²
Ποσοστό ρύπων : 0.44%
Αριθμός ρύπων: 67

Αποτελέσματα Χαρτογράφησης Θαλάσσιας περιοχής



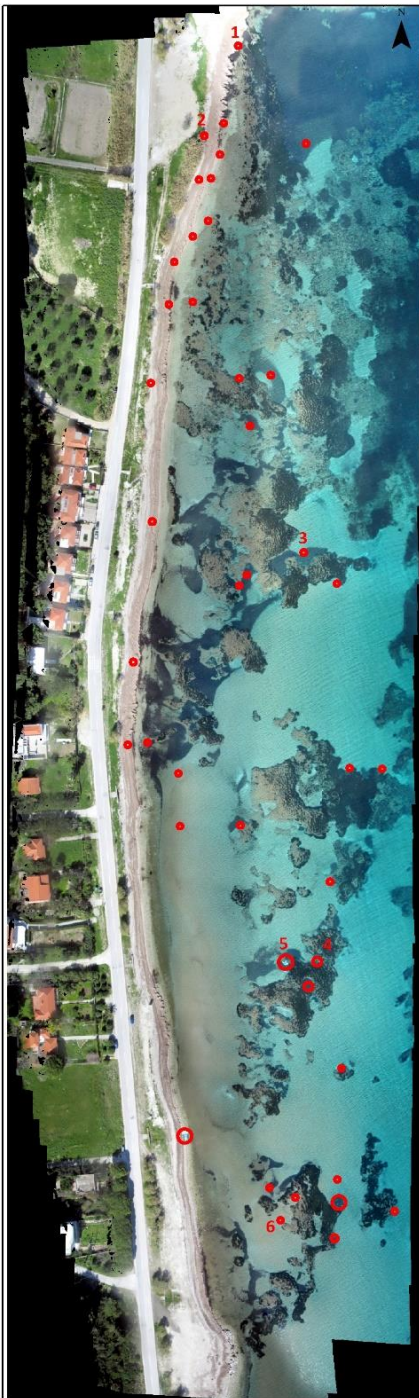
4.65 m²

Εμβαδό πολυγώνου θάλασσας : 79642.05 m²

Εμβαδό πολυγώνων ρύπων : 40.61 m²

Ποσοστό ρύπων : 0.05%

Αριθμός ρύπων: 87

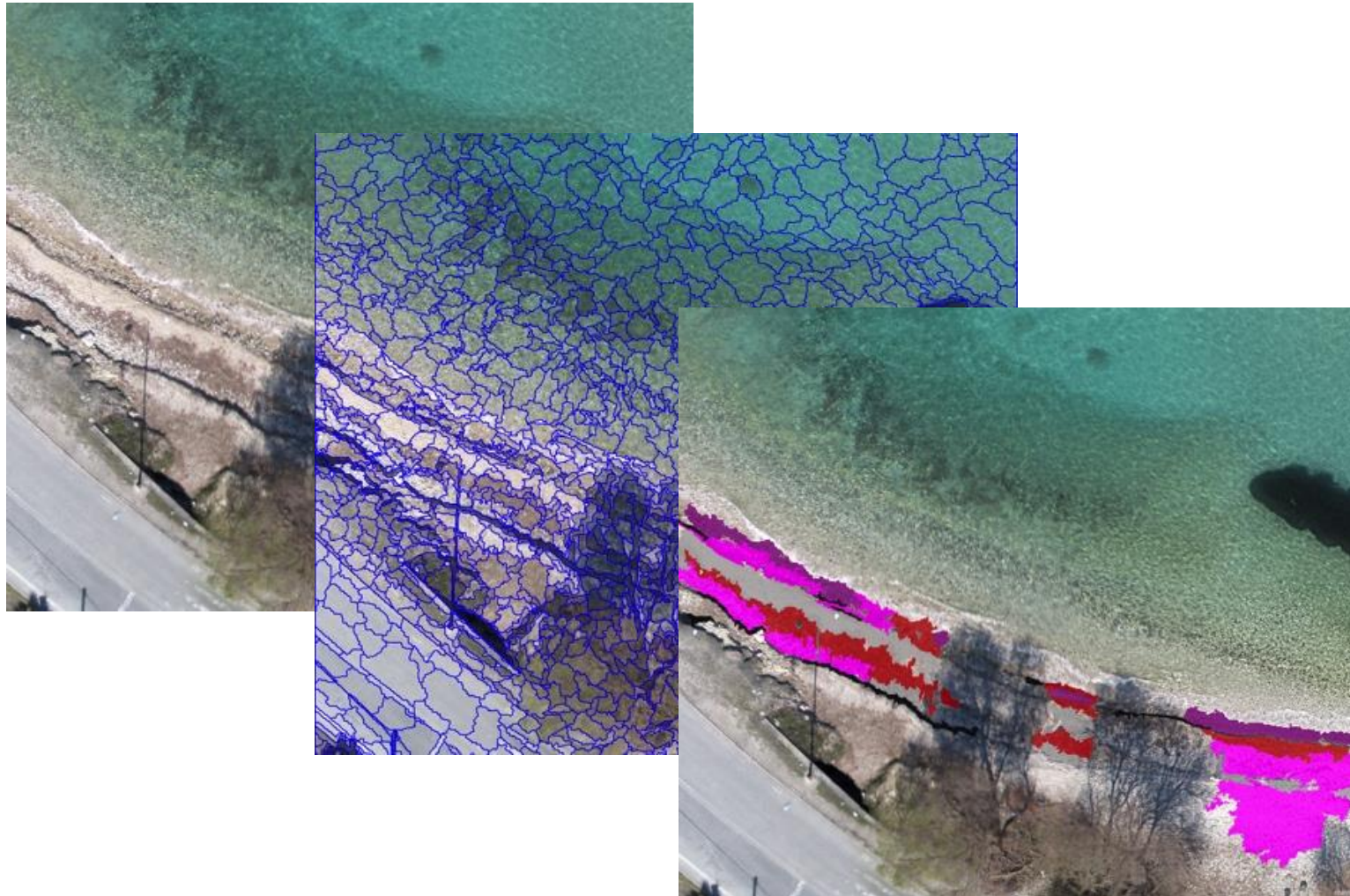
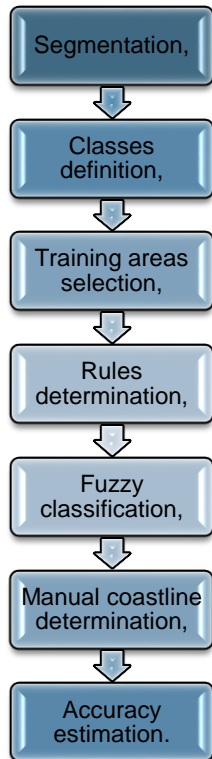


Παρακολούθηση παράκτιας μορφοδυναμικής

Monitoring Coastal Morphology



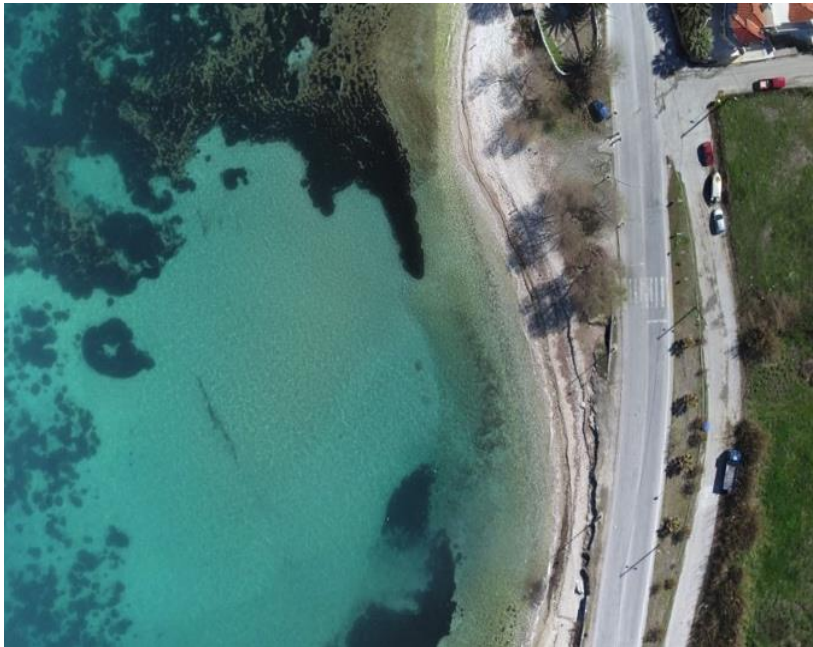
Παρακολούθηση παράκτιας μορφοδυναμικής



2D & 3D visualization

of Neapoli Istoriko Beach

The generated orthophoto from the Neapolis study site has a spatial resolution of 3 cm



Swash zone, wrack lines, and berm zone are illustrated in 3D.

3D visualisations clearly show the structure of coastal zone.

Σύγκριση με δεδομένα Landsat



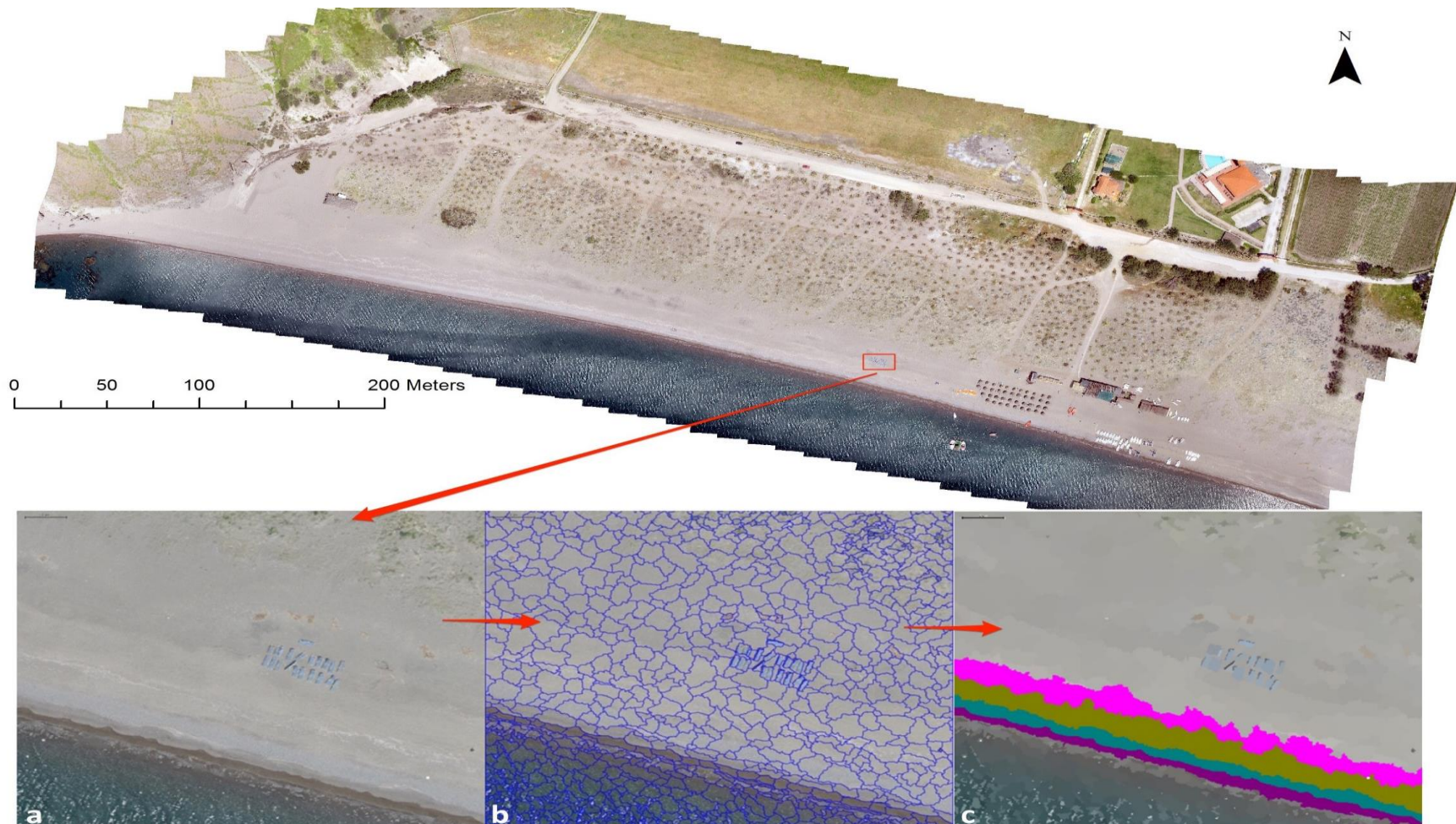
GSD 5 cm



pixel 30x30 m

pixel 5x5 cm

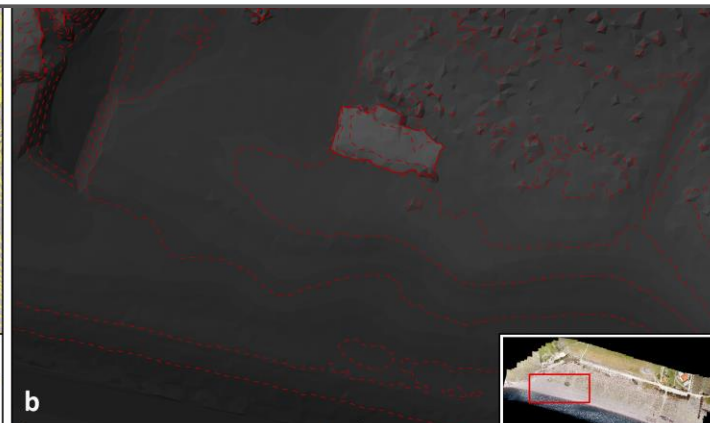
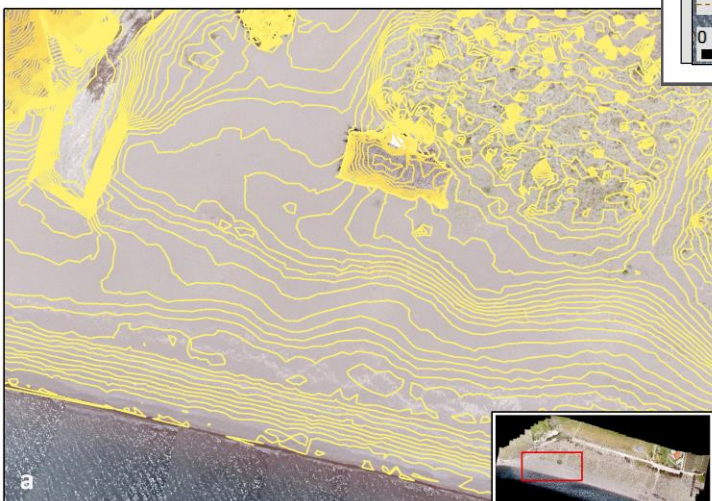
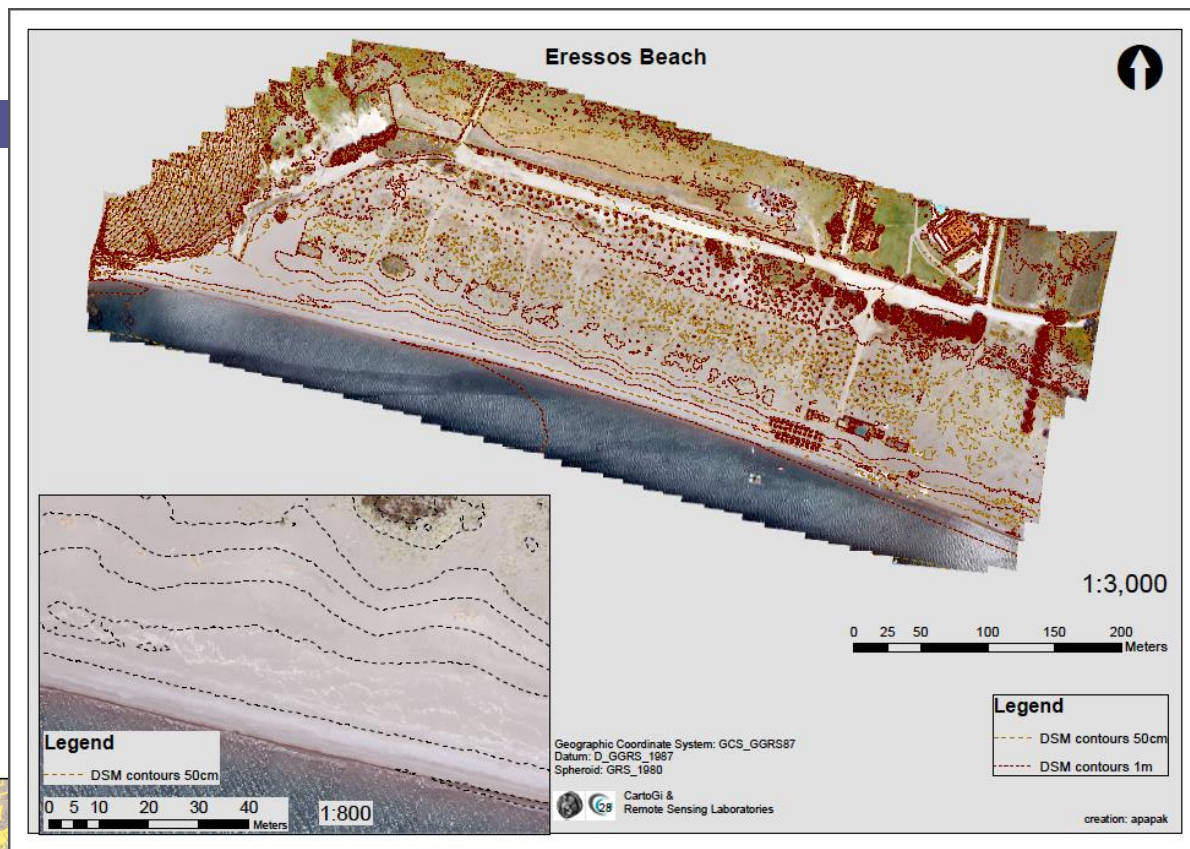
Παρακολούθηση παράκτιας μορφοδυναμικής



2&3D visualization

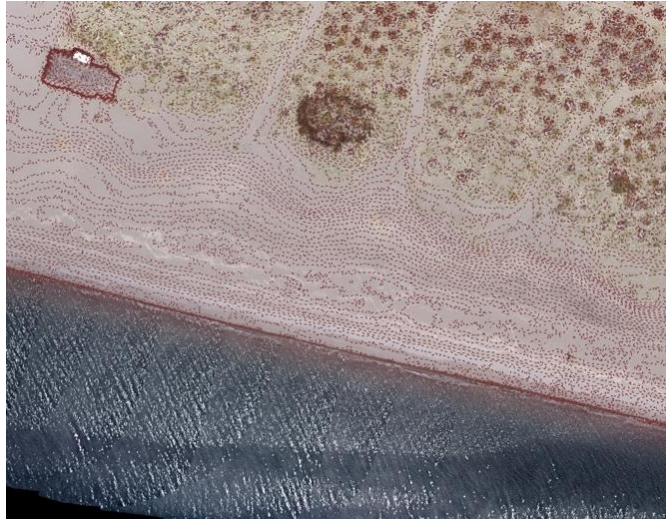
Eressos Beach

- Orthophoto maps
- 50 cm and 1 m
- Isolines
- Digital Surface modelM



3D visualization

Eressos Beach



The generated orthophoto for Eressos study has a spatial resolution of 3 cm

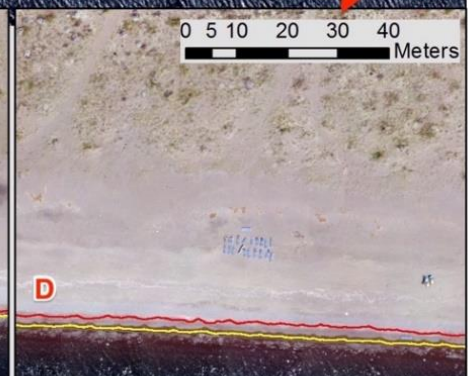
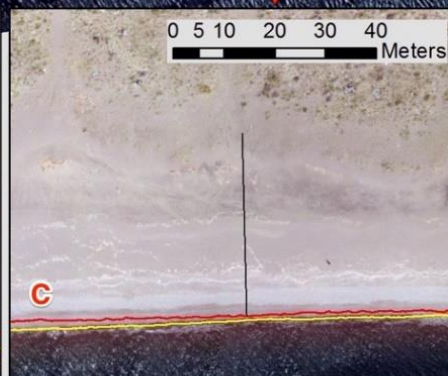
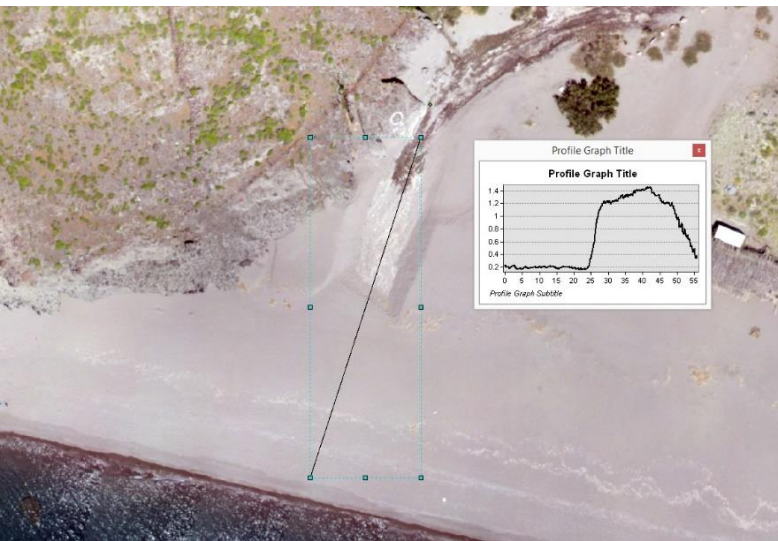


Χαρτογράφηση μεταβολής ακτογραμμής

Monitoring Coastline change detection



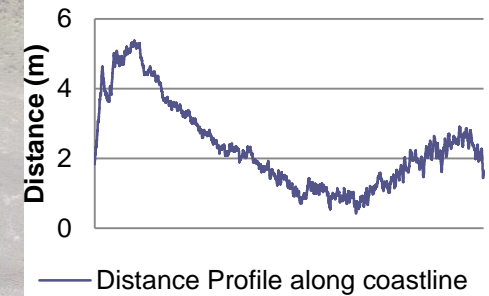
Χαρτογράφηση μεταβολής ακτογραμμής



Χαρτογράφηση μεταβολής ακτογραμμής



Shoreline Evolution



Doukari M., Papakonstantinou A., Topouzelis K., **The integration of UAS and Structure for Motion pipeline for High-Resolution 3D visualization of beach zone topography**, *ISISA Islands of the World XIV Conference 2016*, 23-27/5/2016, Mytilini, Lesvos Island, Greece.

Χαρτογράφηση μεταβολής ακτογραμμής

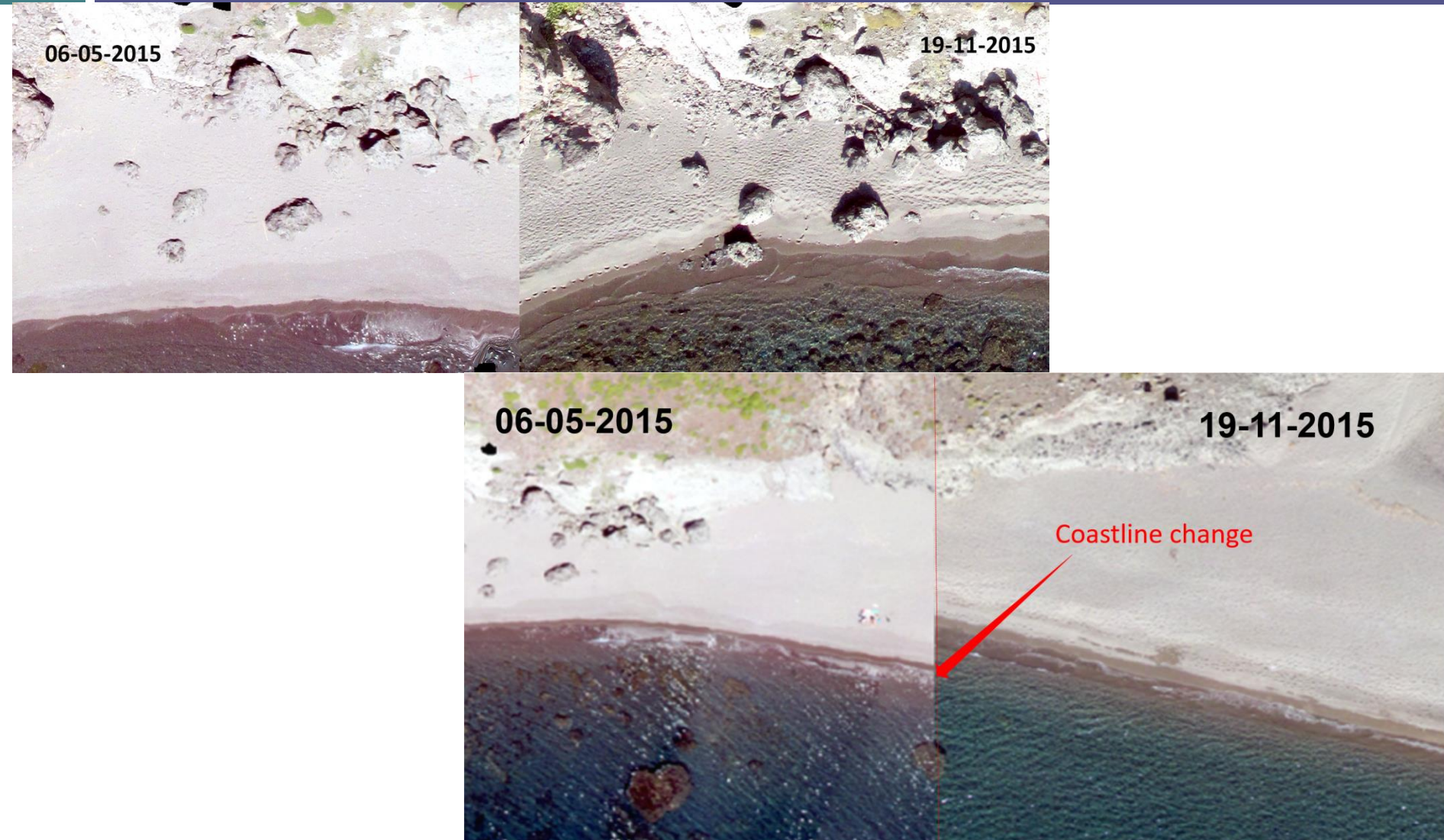
06-05-2015

19-11-2015

06-05-2015

19-11-2015

Coastline change



Αποτύπωση Λιμένα Πολιχνίτου

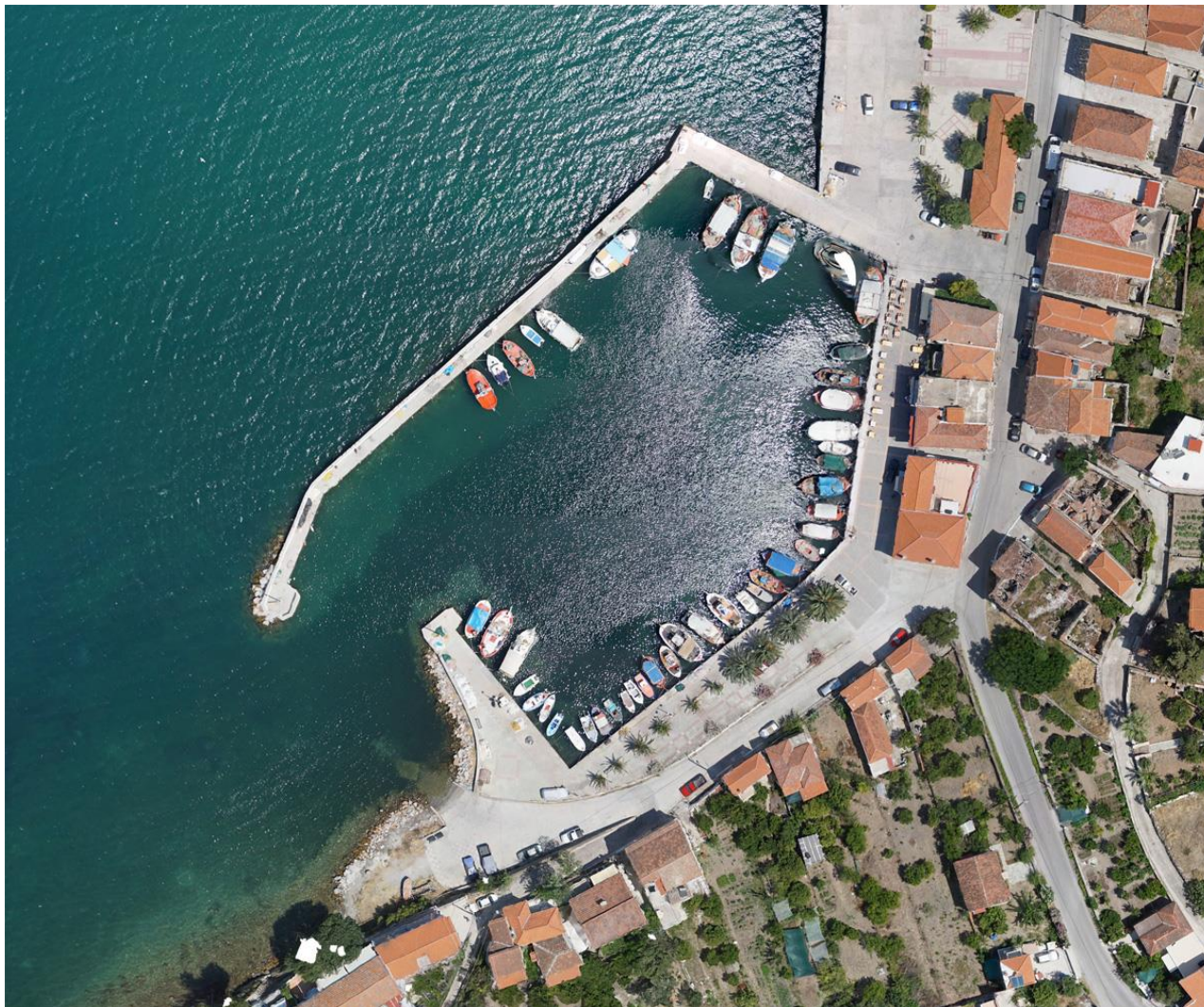
Mapping Polichnitos port



Αποτύπωση Λιμένα Πολιχνίτου



Αποτύπωση Λιμένα Πολιχνίτου



Χαρτογράφηση παράκτιων ποταμών

Coastal river mapping



Χαρτογράφηση παράκτιων ποταμών

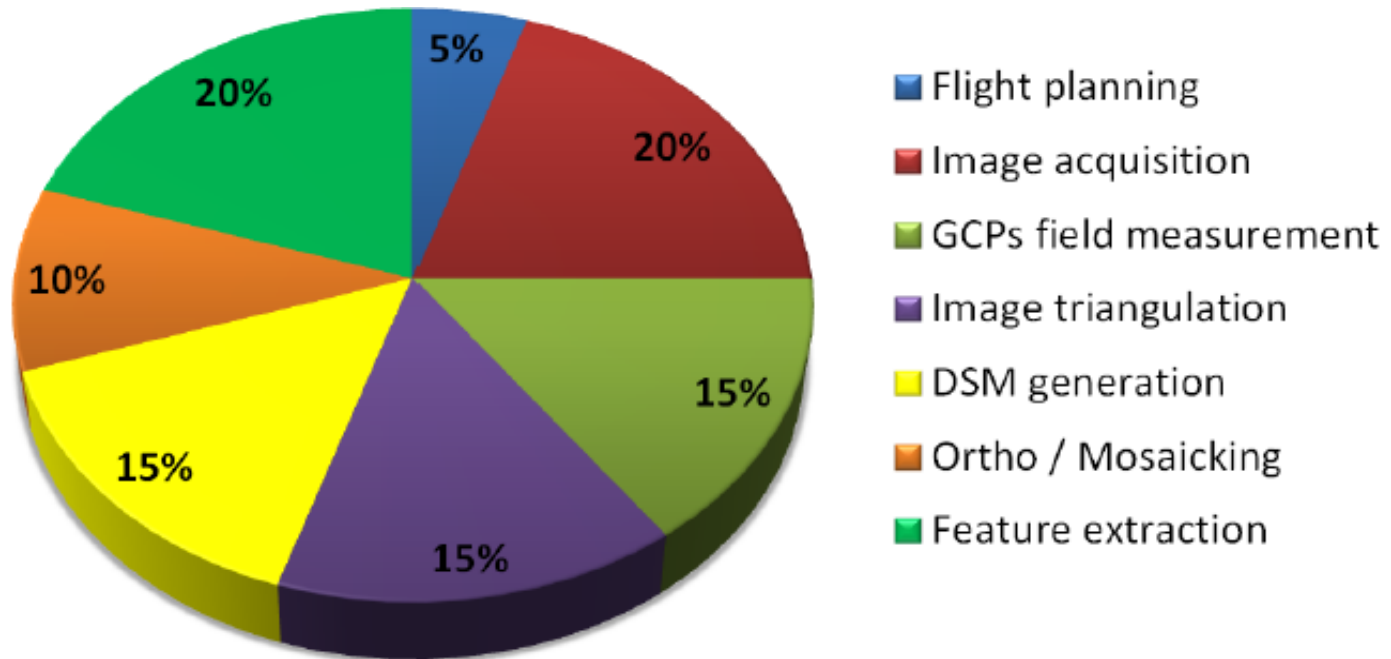
Περιοχή Γέρας

- Έκταση: 500 στρέμματα.
- 3 αυτόνομες πτήσεις
- Συνολικός χρόνος πτήσεων 30 min
- 12 σημεία ελέγχου
- 158 φωτογραφίες
- Επικάλυψη: 65% πλευρική 60% εμπρόσθια
- Ύψος πτήσης: 150 μ.
- Ανάλυση εδάφους (GSD): 4.44 cm





UAV Mapping Time Effort



Time effort in UAV-SfM survey (approximation)

Marine Remote Sensing Group (MRSG)

<http://mrsg.aegean.gr/>

The screenshot shows a web browser window displaying the MRSG website. The browser's address bar shows the URL <http://mrsg.aegean.gr/>. The website header includes the MRSG logo (Department of Marine Sciences, University of the Aegean) and navigation links for RESEARCH, PEOPLE, EQUIPMENT, PUBLICATIONS, and CONTACT. A language selector for 'Ελληνικά' and a 'login' link are also present. The main content area is titled 'RESEARCH' and contains several project descriptions, each with a representative image:

- Marine Spatial Planning:** Image of a coastal map with blue and green areas. Description: *MRSGroup using UAV collects spatial data for the study of coastal areas and seamedows.*
- High Precision Survey of coastal areas:** Image of a port area. Description: *Geospatial data production for the Port of Skala Polichnitos using UAV surveys.*
- Coastal Mapping:** Image of a 3D coastal model. Description: *Coastline Zones Identification and 3D Coastal Mapping Using UAV Spatial Data*
- Marine Litter Detection:** Image of a coastline with litter markers. Description: *Mapping and detecting the extent of the refugee arrival related marine litter problem along the eastern coast of Lesbos.*
- Mapping mesoscale phenomena in SAR images:** Image of SAR data with labels for 'Atmospheric gravity waves' and 'Low wind area'. Description: *Detection and classification of mesoscale atmospheric phenomena above sea in SAR imagery*
- H2020, SEO-DWARF:** Image of a satellite in orbit. Description: *SEO-DWARF: Semantic EO Data Web Alert and Retrieval Framework, Marie Skłodowska-Curie Research & Innovation Staff Exchange (RISE), H2020*
- Seagrass mapping:** Image of a seagrass field. Description: *Local area mapping, regional scale, country scale, ground truth*
- Dragon-4, Oceans & coastal zones:** Image of a globe with '10 YEARS OF COOPERATION' text. Description: *Monitoring from space for ocean and coast sustainability*

The browser's taskbar at the bottom shows a file named 'tomes.zip' and a paused download of 'ERC-Archaeology-....zip' (248 MB).



MARINE
REMOTE SENSING
GROUP

DEPARTMENT OF MARINE SCIENCES
UNIVERSITY OF THE AEGEAN

<http://mrsg.aegean.gr>

Υπ. Δ: Δουκαρή Μιχαέλα