



WWF® ΕΛΛΑΣ

WWF ΕΛΛΑΣ
CYCLADES LIFE
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗ ΦΩΚΙΑ
ΣΤΙΣ ΒΟΡΕΙΕΣ ΚΥΚΛΑΔΕΣ



ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΟΙΚΟΤΟΠΩΝ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΓΥΑΡΟΥ



ΤΕΛΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΦΥΣΙΚΗΣ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΠΑΤΡΑ

Μάρτιος 2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	4
3. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ	6
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΩΝ	7
4.1 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΕΔΙΟΥ	7
4.1.1. ΠΛΗΓΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ	12
4.1.2. ΠΟΛΥΔΕΣΜΙΚΟ ΒΥΘΟΜΕΤΡΟ	15
4.1.3. ΤΟΜΟΓΡΑΦΟΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΠΥΘΜΕΝΑ	17
4.1.4. ΗΧΟΒΟΛΙΣΤΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΣΑΡΩΣΗΣ	20
4.1.5. ΜΟΝΟΔΕΣΜΙΚΟΣ ΗΧΟΒΟΛΙΣΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΩΝ	22
4.1.6. ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΕΠΟΠΤΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΠΥΘΜΕΝΑ	23
4.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ	26
4.2.1. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΝΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	27
4.2.1.1. ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΥΘΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	27
4.2.1.2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΗΧΟΒΟΛΙΣΤΗ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΣΑΡΩΣΗΣ	31
4.2.1.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΠΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΙΖΗΜΑΤΩΝ	34
4.2.2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 2014	34
4.2.2.1. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ	34
4.2.2.2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΟΝΟΔΕΣΜΙΚΟΥ ΗΧΟΒΟΛΙΣΤΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΩΝ	37
5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΥΠΩΝ ΠΥΘΜΕΝΑ	38
6 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΚΤΑΣΗ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΩΝ	54
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	66
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ)	70

ΧΑΡΤΕΣ (Α0) ΠΟΥ ΣΥΝΟΔΕΥΟΥΝ ΤΗΝ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

	ΚΩΔΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗ	ΤΙΤΛΟΣ-ΘΕΜΑ
1	LMG_D950_1214_01	ΒΥΘΟΜΕΤΡΙΚΟΣ
2	LMG_D950_1214_02	
3	LMG_D950_1214_03	ΧΑΡΤΗΣ ΙΣΟΠΑΧΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ
4	LMG_D950_1214_04	ΒΥΘΟΜΕΤΡΙΚΟΣ – ΤΥΠΩΝ ΠΥΘΟΜΕΝΑ
5	LMG_D950_1214_05	
6	LMG_D950_1214_06	ΧΑΡΤΗΣ ΥΨΟΥΣ ΦΥΛΛΩΜΑΤΟΣ <i>P. oceanica</i>
7	LMG_D950_1214_07	ΜΩΣΑΪΚΟ ΗΧΟΓΡΑΦΙΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα έκθεση είναι αποτέλεσμα των δύο ερευνητικών αποστολών που εκτελέστηκαν στη θαλάσσια περιοχή της Νήσου Γυάρου και

- περιγράφει τις θαλάσσιες γεωφυσικές έρευνες και τις εργασίες επόπτευσης του πυθμένα (οπτικής παρατήρησης, δειγματοληψίας) οι οποίες εκτελέστηκαν στον ευρύτερο θαλάσσιο χώρο περιμετρικά της νήσου Γυάρου κατά την διάρκεια των δύο ερευνητικών περιόδων, τον Ιούλιο του 2014 (Τεχνική Έκθεση υποβληθείσα στο WWF/Ελλάς LIFE CYCLADES, Νοέμβριος 2014) και το Νοέμβριο του 2017,
- παρουσιάζει τα αποτελέσματα της ανάλυσης και ερμηνείας των δεδομένων γεωφυσικής και οπτικής διασκόπησης που συλλέχθηκαν.
- παρουσιάζει τις μεταβολές που παρατηρήθηκαν στην έκταση και την ποιότητα των θαλασσιών ενδιαιτημάτων που χαρτογραφήθηκαν σε επιλεγμένες περιοχές κατά την πρώτη ερευνητική αποστολή του Ιουλίου του 2014 σε αντιπαράθεση με τις ίδιες περιοχές που χαρτογραφήθηκαν εκ νέου κατά την ερευνητική αποστολή του Νοεμβρίου του 2017

Η έρευνα εκτελέστηκε για λογαριασμό της μη κυβερνητικής οργάνωσης W.W.F. στο πλαίσιο του προγράμματος **ΚΥΚΛΑΔΕΣ LIFE** : «Ολοκληρωμένη προστασία για τη Μεσογειακή φώκια στις Βόρειες Κυκλάδες» από το Εργαστήριο Θαλάσσιας Γεωλογίας και Φυσικής Ωκεανογραφίας (Ε.Θ.Α.Γ.Ε.Φ.Ω) του Τμήματος Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε μια ευρύτερη περιοχή ανοιχτά της Γυάρου, στην οποία προβλέπεται να δημιουργηθεί καταφύγιο και προστατευόμενο πάρκο παρακολούθησης της Μεσογειακής φώκιας.

2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Ο σκοπός των θαλασσιών ερευνών, σύμφωνα με τη σύμβαση ανάθεσης του ερευνητικού προγράμματος, περιγράφεται και για τις δύο ερευνητικές περιόδους οι οποίες ήταν συμπληρωματικές καθώς οδήγησαν στην αποτύπωση μιας εκτεταμένης περιοχής πυθμένα γύρω από τη Γυάρο αλλά επιπλέον λειτούργησαν και ως μέσο για τον έλεγχο πιθανών μεταβολών στην έκταση των ενδιαιτημάτων αφού αποτύπωσαν κοινές περιοχές. Συγκεκριμένα:

- 1) κατά την πρώτη ερευνητική αποστολή, που έλαβε χώρα τον Ιούλιο του 2014 (Τεχνική Έκθεση υποβληθείσα στο WWF/Ελλάς LIFE CYCLADES, Νοέμβριος 2014), αντικείμενο της θαλάσσιας έρευνας, ήταν η γεωφυσική διασκόπηση του πυθμένα στον ευρύτερο θαλάσσιο χώρο ανοιχτά της Γυάρου, έως την ισοβαθή των 130μ, με την χρήση τομογράφου υποδομής πυθμένα (sub-bottom profiler), ηχοβολιστή πλευρικής σάρωσης (side scan sonar), μονοδεσμικού ηχοβολιστή ανάλυσης υδάτινων ενδιαιτημάτων BioSonics MX Aquatic Habitat Echosounder, δειγματολήπτη ιζήματος και υποβρύχιας κάμερας για την οπτική επισκόπησης του πυθμένα, με σκοπό:
 - i. τον εντοπισμό και ποιοτικό προσδιορισμό λειμώνων Ποσειδώνιας (*P.oceanica*) και ενασβεστωμένων ροδοφυκών (τραγάνας) (coralligene formations),
 - ii. τον προσδιορισμό και εντοπισμό πιθανώς άλλων ενδιαιτημάτων της περιοχής,
 - iii. τον προσδιορισμό της στρωματογραφικής υποδομής και της υφής των επιφανειακών ιζημάτων του πυθμένα.
- 2) κατά την δεύτερη ερευνητική αποστολή, που έλαβε χώρα τον Νοέμβριο του 2017, αντικείμενο ήταν η επανάληψη της γεωφυσικής διασκόπησης και οπτικής παρατήρησης του πυθμένα σε επιλεγμένες περιοχές που είχαν χαρτογραφηθεί κατά την διάρκεια της πρώτης αποστολής και η επέκτασή της σε μια ευρύτερη περιοχή περιμετρικά του νησιού. Αυτό έγινε με την χρήση ηχοβολιστή πλευρικής σάρωσης (side scan sonar), βυθομέτρου

συμβολομετρίας ευρείας σάρωσης (Interferometric Sonar – Swathe bathymetry sonar) και οπτικής επισκόπησης του πυθμένα, με σκοπό:

- i. τον εντοπισμό τυχών μεταβολών στην έκταση και ποιότητα των λειμώνων Ποσειδώνιας (*P.oceanica*) και ενασβεστωμένων ροδοφυκών (τραγάνας) (coralligene formations) σε επιλεγμένες περιοχές που χαρτογραφήθηκαν εκ νέου με βάση την αποτύπωση που προέκυψε από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν το 2014,
- ii. εντοπισμό και ποιοτικό προσδιορισμό λειμώνων Ποσειδώνιας (*P.oceanica*) και ενασβεστωμένων ροδοφυκών (τραγάνας) (coralligene formations) σε περιοχές περιμετρικά του νησιού που δεν χαρτογραφήθηκαν κατά την αποστολή του 2014, με αποτέλεσμα την παραγωγή ενός ολοκληρωμένου χάρτη που θα απεικονίζει την έκταση των ενδιαιτημάτων που βρίσκονται στο σύνολο του θαλάσσιου χώρου που περιβάλλει το νησί.

3. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Η έρευνα εκτελέστηκε από το Εργαστήριο Θαλάσσιας Γεωλογίας και Φυσικής Ωκεανογραφίας (Ε.ΘΑ.ΓΕ.Φ.Ω.) του Τμήματος Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών. Τα μέλη του Ε.ΘΑ.ΓΕ.Φ.Ω που έλαβαν μέρος στην έρευνα, στη συλλογή και ανάλυση των συλλεχθέντων στοιχείων και στη σύνταξη της παρούσας έκθεσης είναι οι:

Dr Παπαθεοδώρου Γεώργιος

Καθηγητής Τμήματος Γεωλογίας, Πανεπιστημίου Πατρών, Διευθυντής Ε.ΘΑ.ΓΕ.Φ.Ω
Επιστημονικός υπεύθυνος έρευνας

Dr Χριστοδούλου Δημήτρης

Γεωλόγος-Ωκεανογράφος, Επιστημονικός συνεργάτης του Ε.ΘΑ.ΓΕ.Φ.Ω

Dr Φακίρης Ηλίας

Γεωλόγος-Ωκεανογράφος, Επιστημονικός συνεργάτης του Ε.ΘΑ.ΓΕ.Φ.Ω

Δήμας Ξενοφών, MSc

Γεωλόγος-Ωκεανογράφος

Υποψήφιος διδάκτωρ Τμήματος Γεωλογίας, Πανεπιστημίου Πατρών

Γεωργίου Νικόλαος, MSc

Γεωλόγος-Ωκεανογράφος

Υποψήφιος διδάκτωρ Τμήματος Γεωλογίας, Πανεπιστημίου Πατρών

Στην ερευνητική αποστολή του Ιουλίου του 2014 πήραν μέρος οι :

Ζούρα Δέσποινα, MSc

Γεωλόγος-Ωκεανογράφος

Μεντόγιαννης Βασίλειος

Υποβρύχια φωτογραφία - video

Αγαθός Αναστάσης

Υποβρύχια φωτογραφία - video

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΩΝ

Για την εκπλήρωση των σκοπών της θαλάσσιας γεωφυσικής έρευνας εκτελέστηκαν δύο αποστολές εργασιών πεδίου. Η πρώτη αφορούσε το χρονικό διάστημα από 01/07/2014 έως 12/07/2014 και η δεύτερη το χρονικό διάστημα από 04/11/2017 έως 11/11/2017. Η ανάλυση – επεξεργασία των δεδομένων και η κατασκευή των θεματικών χαρτών έγιναν στις εγκαταστάσεις του Εργαστηρίου Θαλάσσιας Γεωλογίας και Φυσικής Ωκεανογραφίας (Ε.ΘΑ.ΓΕ.Φ.Ω.) του Τμήματος Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών.

4.1 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΕΔΙΟΥ

1. Για την εκτέλεση της πρώτης χρονικά θαλάσσιας έρευνας, τον Ιούλιο του 2014, χρησιμοποιήθηκε το σκάφος «Αγ. Γεώργιος» νηολογίου Αγ. Νικολάου 92 (Εικόνα 4.1.1), στο οποίο τοποθετήθηκαν: το Δορυφορικό Σύστημα Προσδιορισμού θέσης, ο τομογράφος υποδομής πυθμένα (Sub-Bottom Profiler), ο ηχοβολιστής πλευρικής σάρωσης (Side scan sonar), ο μονοδεσμικός ηχοβολιστής ανάλυσης υδάτινων ενδιαιτημάτων BioSonics MX Aquatic Habitat Echosounder, ο δειγματολήπτης ιζήματος τύπου Van-Veen Hydro-Bios και η υποβρύχια συρόμενη κάμερα (Πίνακας 4.1.1).
2. Ενώ για την εκτέλεση της δεύτερης θαλάσσιας έρευνας, τον Νοέμβριο του 2017, χρησιμοποιήθηκε το σκάφος «ΠΕΡΛΑ 1» νηολογίου Σύρου 1215 (Εικόνα 4.1.1), στο οποίο τοποθετήθηκαν το Δορυφορικό Σύστημα Προσδιορισμού θέσης, ο ηχοβολιστής πλευρικής σάρωσης (Side scan sonar), το βυθόμετρο συμβολομετρικής ευρείας σάρωσης (Interferometric Sonar – Swathe bathymetry sonar) τύπου Bathyswath 1 και μια υποβρύχια συρόμενη κάμερα (Πίνακας 4.1.1).

Πίνακας 4.1.1.

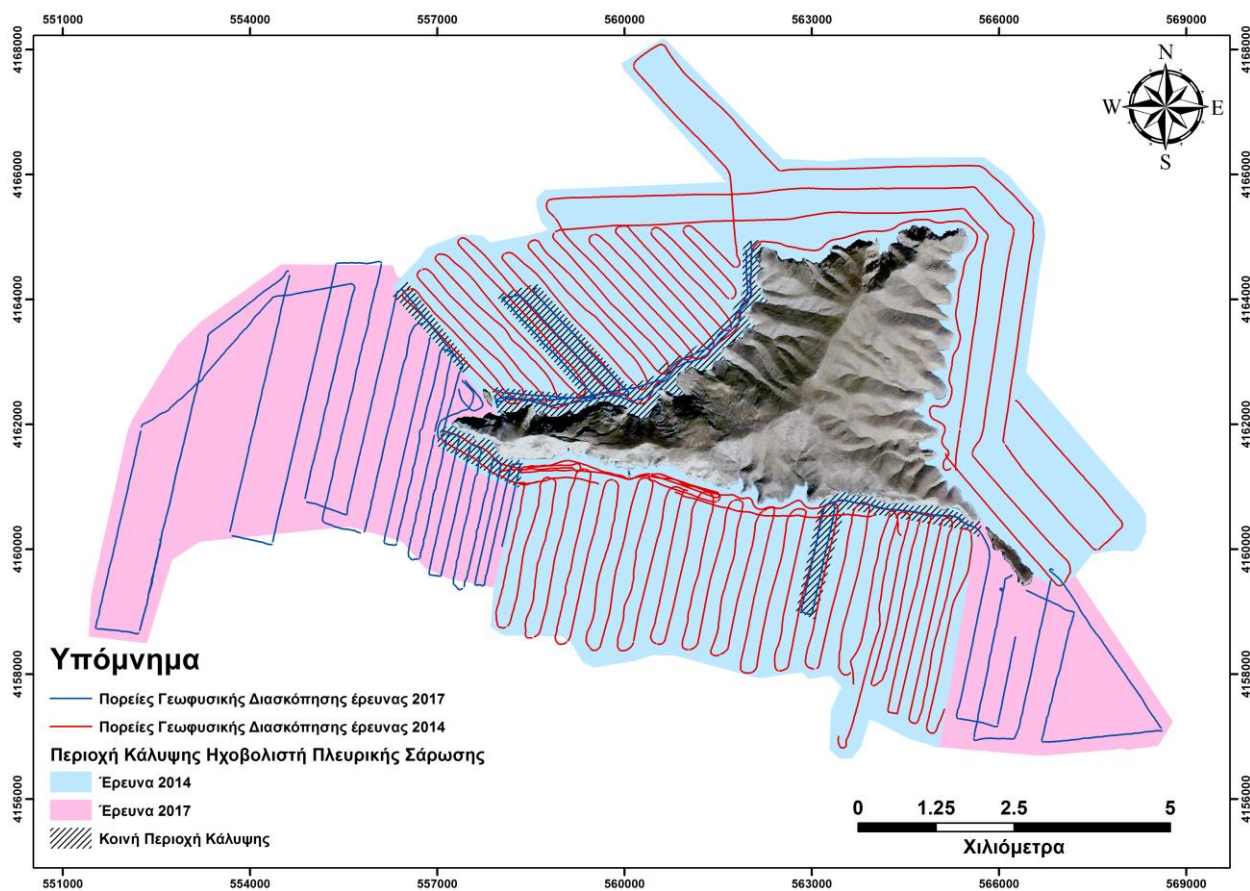
Επιστημονικός εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε στις δύο ερευνητικές περιόδους

Επιστημονικός εξοπλισμός	Ερευνητική περίοδος 2014	Ερευνητική περίοδος 2017
Δορυφορικό Σύστημα Προσδιορισμού θέσης	✓	✓
Πολυδεσμικό Συμβολομετρικό Βυθόμετρο	-	✓
Ηχοβολιστής Πλευρικής Σάρωσης	✓	✓
Τομογράφος Υποδομής Πυθμένα	✓	-
Μονοδεσμικός Ηχοβολιστής Ανάλυσης Υδάτινων Ενδιατημάτων	✓	-
Δειγματολήπτης Ιζήματος	✓	-
Υποβρύχια Συρόμενη Κάμερα	✓	✓

Η περιοχή έρευνας και οι πορείες γεωακουστικής αποτύπωσης του πυθμένα που σαρώθηκε κατά την διάρκεια και των δύο ερευνητικών αποστολών φαίνονται στην εικόνα 4.1.2 και η διάταξη των μονάδων συλλογής των δεδομένων στην εικόνα 4.1.3.

Εικ. 4.1.1. Το
σκάφος «Αγ.
Γεώργιος» (α) που
χρησιμοποιήθηκε
στην ερευνητική
περίοδο 2014 και το
σκάφος «Πέρλα 1» (β)
που χρησιμοποιήθηκε
την ερευνητική
περίοδο του 2017





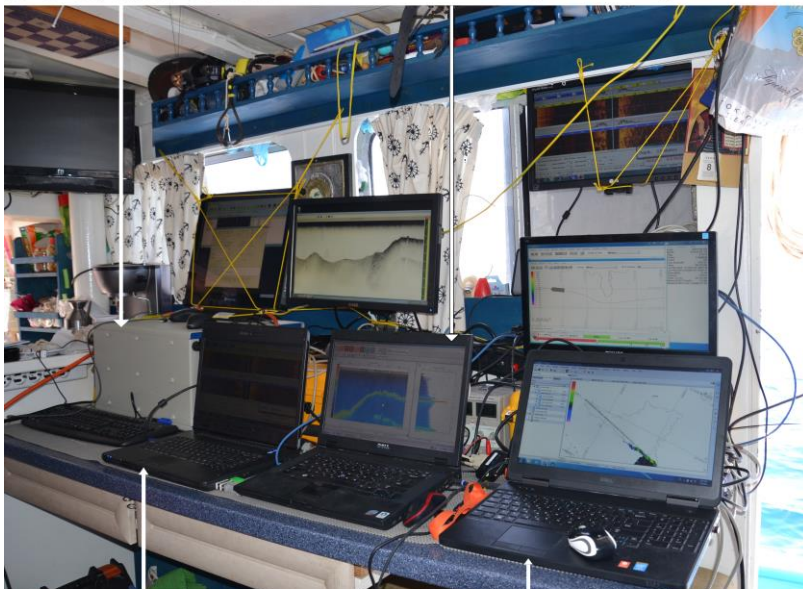
Εικ. 4.1.2. Η περιοχή έρευνας και οι πορείες γεωφυσικής διασκόπησης του πυθμένα.

Εικόνα 4.1.3:

Η διάταξη των μονάδων συλλογής των δεδομένων στο σκάφος «Αγ. Γεώργιος» που χρησιμοποιήθηκε στην ερευνητική περίοδο 2014 και στο σκάφος «Πέρλα 1» που χρησιμοποιήθηκε την ερευνητική περίοδο του 2017

Ψηφιακή μονάδα καταγραφής σήματος T.Y.P. της Kongsberg με το λογισμικό SonarWiz

Φορητός υπολογιστής με εγκατεστημένο το λογισμικό Visual Acquisition της BioSonics



Ψηφιακό σύστημα καταγραφής και επεξεργασίας σήματος Η.Π.Σ. 4200P της Edgetech

Φορητός υπολογιστής με εγκατεστημένο το πρόγραμμα πλοήγησης Hyrack 2014 της Hyrack Inc



Μονάδα επεξεργασίας και συλλογής των δεδομένων του **Πολυδευσμικού Συμβολομετρικού Βυθομέτρου** και των δεδομένων προσδιορισμού και πλοήγησης του σκάφους

Μονάδα επεξεργασίας και συλλογής των δεδομένων του **Ηχοβολιστή Πλευρικής Σάρωσης**

4.1.1. ΠΛΟΗΓΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ

Ο προσδιορισμός της θέσης του πλοίου κατά μήκος των πορειών, οι οποίες καθορίστηκαν και χαράχθηκαν σύμφωνα με τις ανάγκες της έρευνας και τις ιδιαίτερες απαιτήσεις των οργάνων, πραγματοποιήθηκε με το δορυφορικό σύστημα προσδιορισμού θέσης (GPS) Hemisphere VS101 (Εικόνα 4.1.1.1), το οποίο αποτελείται από δύο κεραίες GPS με απόσταση 0.5 μέτρων μεταξύ τους. Το Hemisphere VS101 λαμβάνει επίσης σήμα από γεωστατικούς δορυφόρους της EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) το οποίο βελτιώνει το στίγμα στην περιοχή της Ευρώπης με συμπληρωματικές διορθώσεις σύμφωνα με το σύστημα SBAS (Satellite Based Augmentation System). Επιπρόσθετα το Hemisphere VS101 παρέχει πληροφορίες για την διεύθυνση κίνησης (heading) και την κατακόρυφη και αξονική μετακίνηση του σκάφους (pitch and roll). Η ακρίβεια του προσδιορισμού της θέσης του σκάφους είναι της τάξης των ≤ 0.6 m. Για την πλοήγηση του σκάφους χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Hyrack 2014 της Hyrack inc.



Εικ. 4.1.1.1. Το G.P.S
Hemisphere VS 101 στα
δύο σκάφη ερευνών



Κατά την πρώτη ερευνητική αποστολή, τον Ιούλιο του 2014, στην Γυάρο πραγματοποιήθηκε δίκτυο πορειών αποτελούμενο από παράλληλες κυρίως πορείες ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης στα Νότια και Ανατολικά του νησιού, ενώ στα ΒΔ οι πορείες είχαν διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ με την απόσταση μεταξύ τους να είναι 200 μέτρα. Πραγματοποιήθηκαν επίσης πορείες παράλληλες στην ακτογραμμή και σε κοντινή απόσταση από αυτή, ώστε να αποτυπωθεί καλύτερα ο παράκτιος πυθμένας, δεδομένου των πολύ έντονων κλίσεων του, που στην περίπτωση κάθετων στην ακτή πορειών, ανάγκαζαν σε στροφή το σκάφος πριν αποτυπωθούν

βάθη μικρότερα των 30μ. Η απόσταση μεταξύ του ερευνητικού σκάφους και του Ηχοβολιστή Πλευρικής Σάρωσης που σύρονταν πίσω του διατηρήθηκε σταθερή στα 8 μέτρα κατά την διάρκεια των κάθετων στις ακτές πορειών ενώ για τις παράλληλες ρηχές πορείες η απόσταση ήταν 4 μέτρα. Η απόσταση αυτή είναι αρκετή ώστε ο Ηχοβολιστής Πλευρικής Σάρωσης να λειτουργήσει χωρίς παρεμβολές από την μηχανή του σκάφους.

Η δεύτερη ερευνητική αποστολή τον Νοέμβριο του 2017 είχε διττό σκοπό. Λόγω αυτού του γεγονότος πραγματοποιήθηκαν δύο διαφορετικά δίκτυα πορειών. Το πρώτο συνίσταται από την επανάληψη πορειών που είχαν εκτελεστεί κατά την προηγούμενη αποστολή με σκοπό τον έλεγχο της ποιότητας και της έκτασης των ενδιαιτημάτων που χαρτογραφήθηκαν. Αυτές οι πορείες πραγματοποιήθηκαν με τα ίδια χαρακτηριστικά όπως της πρώτης αποστολής. Για τον δεύτερο σκοπό που ήταν η επέκταση της χαρτογράφησης πραγματοποιήθηκαν δυο επιμέρους δίκτυα στις περιοχές που δεν είχαν χαρτογραφηθεί. Την πρώτη περιοχή αποτελεί ο θαλάσσιος χώρος Νότιο Δυτικά του νησιού και Δυτικά του ακρωτηρίου Φούις, που αποτελεί το δυτικότερο άκρο του νησιού, όπου οι πορείες εκτελέστηκαν με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ και απόσταση μεταξύ τους 200 μέτρα. Κατά την διάρκεια αυτής της έρευνας, διαπιστώθηκε ότι το πεδίο των ενασβεστωμένων ροδοφυκών εκτείνεται σε μεγάλη απόσταση δυτικά του νησιού, με αποτέλεσμα να εκτελεστούν πορείες με απόσταση από 600 έως 900 μέτρα μεταξύ τους, με σκοπό να βρεθούν τα όρια επέκτασης του. Η δεύτερη περιοχή που επεκτάθηκε η χαρτογράφηση ήταν το θαλάσσιο τμήμα Νότια Ανατολικά του νησιού και συγκεκριμένα Νότια της νήσου Γλαρονήσι όπου οι πορείες εκτελέστηκαν με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ και ΒΔ-ΝΑ και απόσταση 300 μέτρων μεταξύ τους. Όπως και στην πρώτη αποστολή η απόσταση μεταξύ του ερευνητικού σκάφους και του Ηχοβολιστή Πλευρικής Σάρωσης που σύρονταν πίσω του διατηρήθηκε σταθερή στα 8 μέτρα κατά την διάρκεια των κάθετων στις ακτές, πορειών, ενώ για τις παράλληλες ρηχές πορείες η απόσταση ήταν 4 μέτρα. Η απόσταση αυτή είναι αρκετή ώστε ο Ηχοβολιστής Πλευρικής Σάρωσης να λειτουργήσει χωρίς παρεμβολές από την μηχανή του σκάφους.

Στον πίνακα 4.1.1.1 φαίνονται τα ποσοτικά και τα στατιστικά στοιχεία για τις πορείες που εκτελέστηκαν και τις καλύψεις του πυθμένα κατά τις δύο ερευνητικές αποστολές.

Πίνακας 4.1.1.1. - Ποσοτικές και στατιστικές
πληροφορίες για τις δύο ερευνητικές περιόδους.

Στατιστικά πορειών και καλύψεων πυθμένα	Ερευνητική περίοδος 2014	Ερευνητική περίοδος 2017	Σύνολο
<i>Αριθμός πορειών:</i>	84	62	146
<i>Ολικό μήκος πορειών (Km):</i>	230,20	141,44	371,64
<i>Απόσταση πορειών(m):</i>	200	200- 900	-
<i>Εμβαδόν περιοχής γεωακουστικής αποτύπωσης (km²):</i>	57,29	35,65	87,30

4.1.2. ΠΟΛΥΔΕΣΜΙΚΟ ΣΥΜΒΟΛΟΜΕΤΡΙΚΟ ΒΥΘΟΜΕΤΡΟ

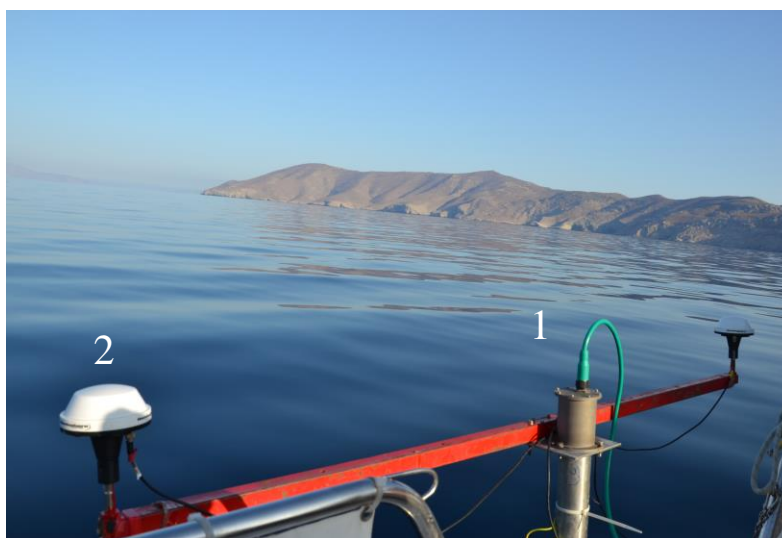
Για την λεπτομερή βυθομετρική αποτύπωση περιοχών του πυθμένα της Γυάρου, την ερευνητική περίοδο 2017, χρησιμοποιήθηκε το συμβολομετρικό βυθόμετρο ευρείας σάρωσης (Interferometric Sonar – Swathe bathymetry sonar) τύπου Bathyswath 1 (Εικόνα 4.1.2.1). Πρόκειται για ένα βυθόμετρο ευρείας σάρωσης (swathe bathymetry) με δυνατότητα σάρωσης ως και εύρους 15 φορές το βάθος του πυθμένα. Η γωνία σάρωσης του βυθομέτρου είναι $>180^\circ$ με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η σάρωση του πυθμένα έως το βάθος 0 (επιφάνεια της θάλασσας). Το Βυθόμετρο Ευρείας Σάρωσης Bathyswath-1, καλύπτει τις προδιαγραφές που έχει θέσει ο Διεθνής Υδρογραφικός Οργανισμός (International Hydrographic Organization - IHO) για αποτυπώσεις υψηλής πιστότητας σε μικρά βάθη. Η ακρίβεια προσδιορισμού του βάθους είναι $<2\text{cm}$.



Εικόνα 4.1.2.1: Το Πολυδεσμικό Συμβολομετρικό Βυθόμετρο

Για την διόρθωση των βαθομετρικών δεδομένων λόγω των κινήσεων του σκάφους χρησιμοποιήθηκαν:

- Ένας αισθητήρας κίνησης (Motion Sensor) SMC IMU-108 ο οποίος καταγράφει όλες τις κινήσεις του σκάφους (pitch, roll, heave) με ακρίβεια 0.001° (pitch, roll) και 0.01m (heave) (Εικόνα 4.1.2.2).
- Ένα δορυφορικό σύστημα προσδιορισμού θέσης με δύο κεραίες Hemisphere Vector VS101 GPS Compass για την καταγραφή του αζιμούθιου με ακρίβεια $< 0.10^\circ$ rms (Εικόνα 4.1.2.2).



Εικόνα 4.1.2.2: Ο αισθητήρας κίνησης (1) και το δορυφορικό σύστημα προσδιορισμού θέσης (2) στο σκάφος «Πέρλα 1».

Τα δεδομένα τόσο από τον αισθητήρα κίνησης όσο και από το δορυφορικό σύστημα προσδιορισμού θέσης καταγράφονται ταυτόχρονα με τα βυθομετρικά δεδομένα από το λογισμικό HYDRACK 2014 όπου πραγματοποιούνται όλες οι διορθώσεις.

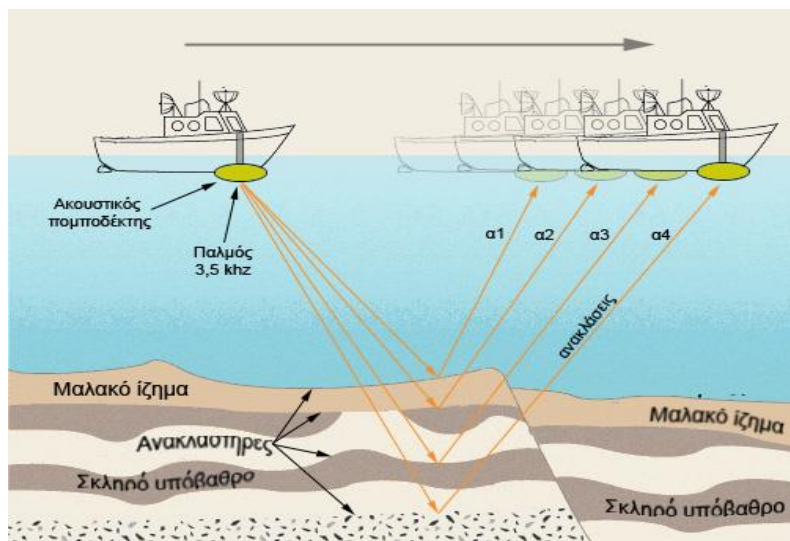
4.1.3. ΤΟΜΟΓΡΑΦΟΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΠΥΘΜΕΝΑ

Για τη μελέτη της υποδομής του πυθμένα χρησιμοποιήθηκε τομογράφος υποδομής πυθμένα (Τ.Υ.Π) τύπου Chirp μεγάλης διακριτικής ικανότητας.

Οι τομογράφοι υποδομής πυθμένα εκπέμπουν κατακόρυφη δέσμη ηχητικών κυμάτων η οποία αφού ανακλαστεί από τον πυθμένα και από επιφάνειες ασυνέχειας (μεταβολής της πυκνότητας) κάτω από αυτόν, επιστρέφει στην επιφάνεια της θάλασσας και προσλαμβάνεται από το δέκτη (Εικόνα. 4.1.3.1). Με τον τρόπο αυτό στοιχειοθετείται μια ακουστική τομογραφία της υποδομής του πυθμένα η οποία συνήθως καλείται «γεωακουστική τομογραφία» η «σεισμική

τομογραφία». Οι επιφάνειες μεταβολής της πυκνότητας που εντοπίζονται κάτω από την επιφάνεια του πυθμένα καταγράφονται στην γεωακουστική τομογραφία με τη μορφή «ακουστικών ή σεισμικών ανακλάσεων».

Οι τομογράφοι έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για τον προσδιορισμό του πάχους των επιφανειακών σύγχρονων (χαλαρών) ιζημάτων, της υφής του υποστρώματος του πυθμένα, τον εντοπισμό ενεργών ρηγμάτων, περιοχών διάβρωσης/απόθεσης, κατολισθητικών φαινομένων, διαπύρων και θυλάκων αέριων υδρογονανθράκων στους πόρους των ιζημάτων και βιογενών συμπαγών σχηματισμών. Επιπλέον χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό της θέσης καλωδίων και αγωγών οι οποίοι βρίσκονται πάνω στον πυθμένα ή είναι θαμμένοι κάτω από αυτόν και γενικώς βρίσκουν εφαρμογή στον εντοπισμό θαμμένων στόχων.



Εικόνα. 4.1.3.1:
Η διαδικασία
εκπομπής –
ανάκλασης – λήψης
του ακουστικού
παλμού

Η δυνατότητα διείσδυσης (penetration) και διακριτικότητας (resolution) του τομογράφου εξαρτάται από την ακουστική διαπερατότητα των ιζηματογενών σχηματισμών της περιοχής και από τον τύπο της ακουστικής πηγής. Η διακριτική ικανότητα του τομογράφου υποδομής πυθμένα είναι η κύρια παράμετρος η οποία ελέγχει την αποτελεσματικότητα του, ιδιαίτερα σε εφαρμογές όπως η αποτύπωση ενδιαιτημάτων του πυθμένα. Οι τομογράφοι υψηλών συχνοτήτων (3.0 – 7.0 kHz) διεισδύουν περίπου μέχρι 40 m κάτω από τον πυθμένα και έχουν υψηλή

διακριτική ικανότητα της τάξης των 50 cm. Στην περίπτωση που ο πυθμένας συνίσταται από σκληρό γεωλογικό υπόβαθρο, η διείσδυση των ηχητικών κυμάτων περιορίζεται σημαντικά.

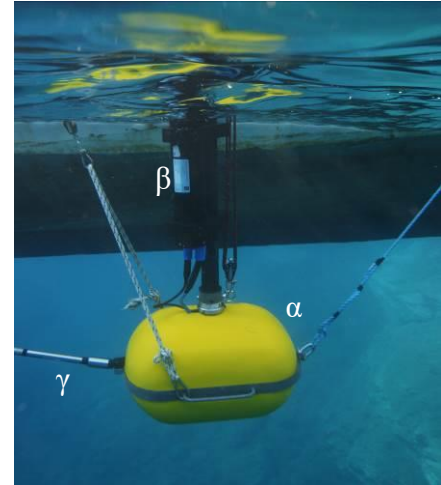
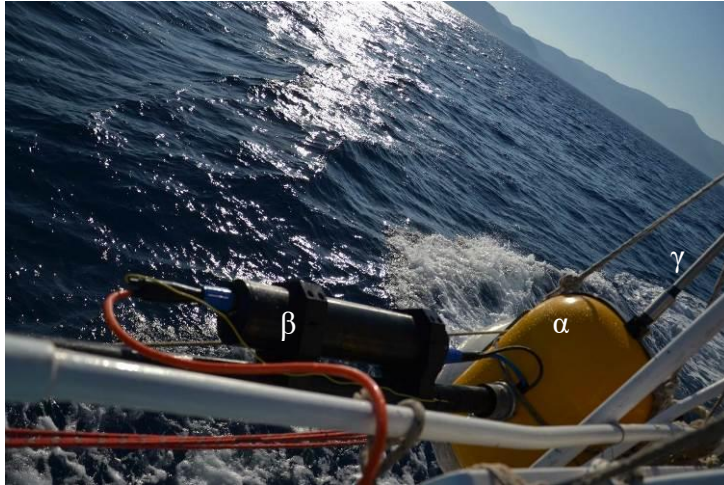
Το σύστημα τομογράφου υποδομής πυθμένα που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα είναι τύπου Chirp και αποτελείται από:

- ημιπλωτή συστοιχία 4 πομποδεκτών O.R.E model 138C (Εικόνα. 4.1.3.2.α),
- στεγανή συσκευή ψηφιακής επεξεργασίας σήματος (Digital profiler electronics bottle) (Εικόνα 4.1.3.2.β),
- πλωτό υδρόφωνο μικρού μήκους (Εικόνα 4.1.3.2.γ),

• ψηφιακή καταγραφική μονάδα συλλογής και επεξεργασίας του σεισμικού σήματος GEOPULSE model 5430P της Kongsberg (Εικόνα. 4.1.3)

Το πλεονέκτημα του συγκεκριμένου τύπου Τομογράφου Υποδομής Πυθμένα έγκειται στην δυνατότητα να εκπέμπει ένα παλμό που αποτελείται από κύματα διαφορετικής συχνότητας με το εύρος των συχνοτήτων να είναι μεταξύ 0.5kHz και 13.5kHz συνδυάζοντας έτσι την μεγαλύτερη διείσδυση που προσφέρουν οι χαμηλές συχνότητες με την υψηλή διακριτική ικανότητα που προσφέρουν οι υψηλές συχνότητες. Ταυτόχρονα υπάρχει δυνατότητα της συλλογής δεδομένων τόσο από τους πομποδέκτες όσο και από το υδρόφωνο ταυτόχρονα η ξεχωριστά. Το εύρος των συχνοτήτων που επιλέχθηκε είναι μεταξύ 2kHz και 11kHz. Το μήκος ή η χρονική διάρκεια του παλμού ελέγχει τη διακριτική ικανότητα του τομογράφου. Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκε η μικρότερη δυνατή χρονική διάρκεια του παλμού, δηλαδή 1ms. Με αυτή τη χρονική διάρκεια επιτυγχάνεται διακριτική ικανότητα περίπου 20cm.

Τα δεδομένα υψηλής ανάλυσης συλλέχθηκαν με το ψηφιακό σύστημα καταγραφής και επεξεργασίας ακουστικών κυμάτων SonarWiz της Chesapeake Technology Inc. Η ψηφιακή καταγραφική μονάδα πραγματοποιεί εξειδικευμένη επεξεργασία και συνέλιξη του πολυσυχνотικού ακουστικού σήματος που λαμβάνεται από τον ακουστικό πομποδέκτη και καταχωρεί τελικά την προκύπτουσα πληροφορία σε ψηφιακά αρχεία τύπου *.sgy. Τα αρχεία αυτά παρέχουν τα εξής κύρια επίπεδα πληροφορίας: 1) την ακουστική ανακλαστικότητα (σε db με ύψος πληροφορίας 24 bits) του κάθε ακουστικού παλμού, συναρτήσει του βάθους από την επιφάνεια της θάλασσας, και 2) τις γεωγραφικές συντεταγμένες του κάθε παλμού από το GPS.



Εικόνα. 4.1.3.2: (α) Η ημιπλωτή συστοιχία 4 πομποδεκτών O.R.E model 138C, (β) το στεγανό δοχείο ψηφιακής επεξεργασίας σήματος και (γ) το υδρόφωνο.

4.1.4. ΗΧΟΒΟΛΙΣΤΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΣΑΡΩΣΗΣ

Η ακουστική αποτύπωση της επιφάνειας του πυθμένα και ο προσδιορισμός και οριοθέτηση των διαφορετικών ακουστικών του τύπων επιτεύχθηκε με τη χρήση του ηχοβολιστή πλευρικής σάρωσης (Η.Π.Σ.).

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί την ηχητική ενέργεια προκειμένου να αποδώσει δισδιάστατες απεικονίσεις της επιφάνειας του πυθμένα που καλούνται «ηχογραφίες». Οι ηχογραφίες στοιχειοθετούνται με βάση την ηχητική ανακλαστικότητα που παρουσιάζει τοπικά ο πυθμένας, η οποία εξαρτάται κυρίως από τη λιθολογία, την υφή (τραχύτητα) και τα μορφολογικά στοιχεία του πυθμένα. Η λειτουργία του συστήματος δίνει τη δυνατότητα στις δυο πρώτες περιπτώσεις για τον εντοπισμό περιοχών με διαφορετικό μικροανάγλυφο (εξάρσεις - υβώματα) σε σχέση με τις περιβάλλουσες και στη δεύτερη, ανάλογα την ένταση επιστροφής των ηχητικών κυμάτων, πληροφορίες για τη λιθολογική σύσταση των επιφανειακών ιζημάτων (χοντρόκοκκο-λεπτόκοκκο, μαλακής- σκληρής υφής). Ο ηχοβολιστής πλευρικής σάρωσης είναι το καταλληλότερο ηχητικό σύστημα για την αποτύπωση και τον εντοπισμό των διαφορετικών

ενδιαιτημάτων που στοιχειοθετούν του πυθμένα λόγω της υψηλής διακριτικής ικανότητας ακουστικών εικόνων που προσφέρει.

Το ψηφιακό σύστημα του ηχοβολιστή πλευρικής σάρωσης DISCOVER 4200 MP της Edgetech (side scan sonar) που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα αποτελείται από:

- ηχοβολιστική τορπίλη 4200MP (Εικ. 4.1.4.1).
- ένα καλώδιο έλξης ελαφρού τύπου (Kevlar), μήκους 150m
- ψηφιακό σύστημα καταγραφής και επεξεργασίας σήματος Edgetech 4200 P (Εικ. 4.1.4.).



Εικόνα. 4.1.4.1: Η ηχοβολιστική τορπίλη 4200MP

Το συγκεκριμένο μοντέλο ψηφιακού ηχοβολιστή πλευρική σάρωσης έχει την δυνατότητα να εκπέμπει ταυτόχρονα δύο παλμούς διαφορετικών συχνοτήτων, μίας υψηλής 400kHz και μίας χαμηλής 100kHz. Η υψηλή συχνότητα αυξάνει την διακριτική ικανότητα του οργάνου επιτρέποντας έτσι την καλύτερη διάκριση των διάφορων σχηματισμών βιολογικής, λιθολογικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης του πυθμένα. Η χαμηλή ακουστική συχνότητα έχει μεγαλύτερη ενέργεια και δίνει την δυνατότητα καταγραφής του πυθμένα σε μεγαλύτερα εύρη και βάθη. Το σύστημα ήταν συνδεδεμένο με το GPS ώστε ο γεωγραφικός προσδιορισμός των ηχογραφιών να γίνεται σε πραγματικό χρόνο σε όλη τη διάρκεια της έρευνας. Οι πορείες πλοήγησης

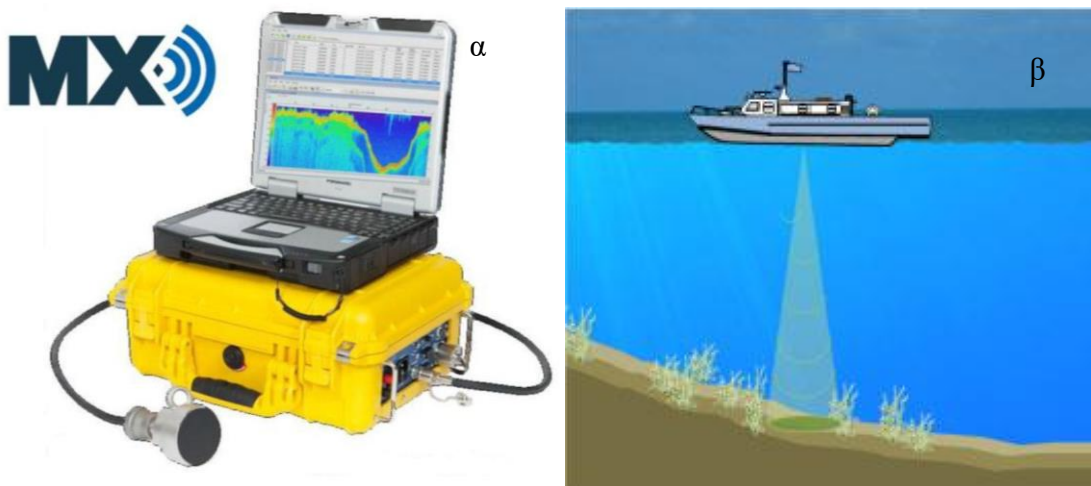
σχεδιάστηκαν ώστε να σαρώνονται 100 m εκατέρωθεν του ναδύρ πλεύσης της ηχοβολιστικής τορπίλης.

4.1.5. ΜΟΝΟΔΕΣΜΙΚΟΣ ΗΧΟΒΟΛΙΣΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΩΝ

Για την αναλυτικότερη ακουστική αποτύπωση *P.oceanica* και τον προσδιορισμό του ύψους της φυτοκάλυψης, χρησιμοποιήθηκε ο μονοδεσμικός ηχοβολιστής ανάλυσης υδάτινων ενδιαιτημάτων MX ECHOSOUNDER της BioSonics. Το σύστημα αποτελείται από :

- Την καταγραφική μονάδα (Εικ. 4.1.5.1.α)
- Φορητό υπολογιστή με φορτωμένο το λογισμικό καταγραφής Visual Acquisition MX συνδεδεμένο με την καταγραφική μονάδα μέσω καλωδίου Ethernet για πραγματικού χρόνου εμφάνιση και αποθήκευση των δεδομένων (Εικ. 4.1.3)
- Πομποδέκτη συχνότητας 204.8 kHz (Εικ. 4.1.5.1.β)
- Καλώδιο σύνδεσης του πομποδέκτη με την καταγραφική μονάδα.

Το σύστημα αυτό είναι ειδικά σχεδιασμένο για την ακουστική αποτύπωση της φυτοκάλυψης του πυθμένα αλλά και την ταξινόμηση του υποστρώματος του, ενώ παρέχει και πολύ μεγάλης ακρίβειας βυθομετρικά δεδομένα.

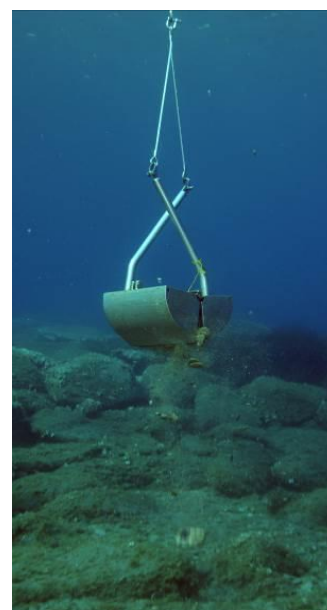


Εικόνα. 4.1.5.1: Ο μονοδεσμικός ηχοβολιστής ανάλυσης υδάτινων ενδιαιτημάτων MX ECHOSOUNDER της BioSonics και η αρχή λειτουργίας του.

Η συχνότητα, το μήκος και η γωνία κωνικής δέσμης του ακουστικού παλμού είναι 204.8 kHz, 0.4 ms και 8.5°, αντίστοιχα. Τα παραπάνω οδηγούν σε υψηλής ανάλυσης ακουστικές αποτυπώσεις του πυθμένα, με την κατακόρυφη διακριτική ικανότητα του οργάνου να δίνεται από τον τύπο $1,7\text{cm} \pm 0.2\% \times d$, όπου d το βάθος, παρέχοντας τη δυνατότητα διεξόδου κάτω από τα φυλλώματα της φυτοκάλυψης και κατ' επέκταση εκτίμησης του ύψους της (π.χ. το ύψος φυλλωμάτων της *P.oceanica*). Το μέγιστο βάθος λειτουργίας του είναι τα 100 m. Η απευθείας σύνδεση της καταγραφικής μονάδας με το δορυφορικό σύστημα προσδιορισμού θέσης (GPS) Hemisphere VS101 επέτρεψε την γεωαναφορά των δεδομένων με ακρίβεια λίγων εκατοστών.

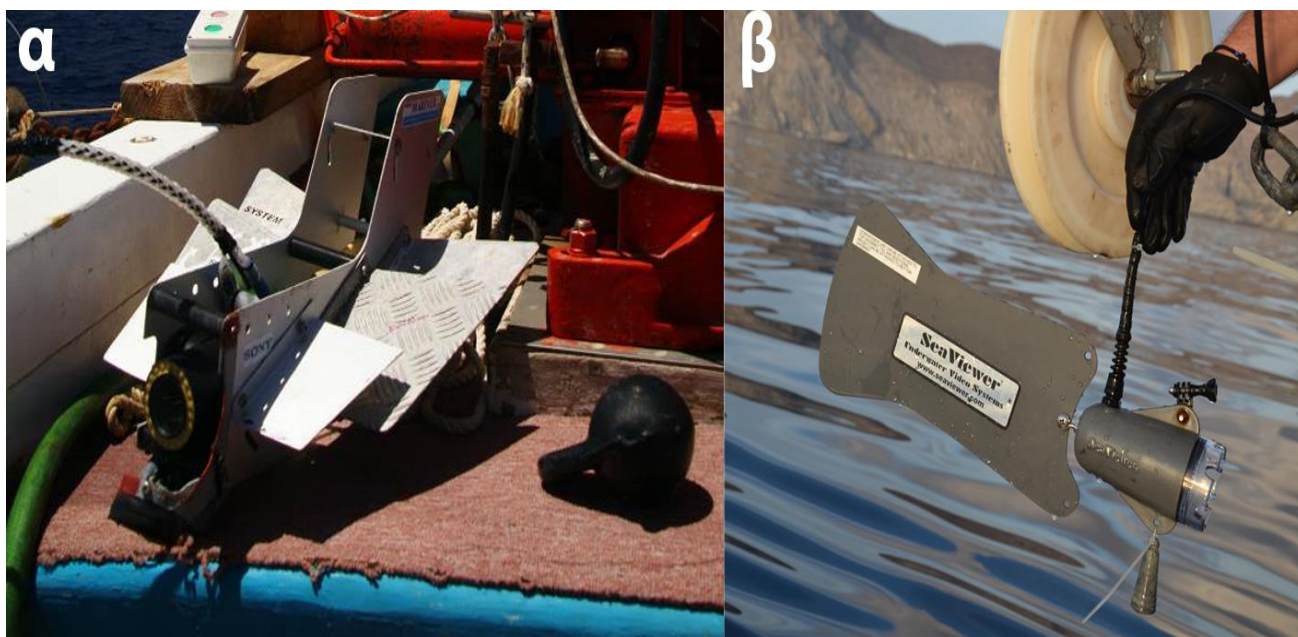
4.1.6. ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΕΠΟΠΤΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΠΥΘΜΕΝΑ

Για τον χαρακτηρισμό και τεκμηρίωση των διαφορετικών περιοχών που εντοπίζονται κατά την ανάλυση των γεω-ακουστικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε συστηματική στοχευμένη δειγματοληψία επιφανειακού ιζήματος και οπτική παρατήρηση του πυθμένα με υποβρύχια συρόμενη κάμερα. Η συλλογή δειγμάτων ιζήματος πραγματοποιήθηκε με αρπάγη τύπου Van-Veen Hydro-Bios (Εικόνα 4.1.6.1) και η οπτική παρατήρηση με την χρήση αυτοσχέδιας υποβρύχιας συρόμενης κάμερας για την αποστολή του 2014(Εικόνα 4.1.6.2.) και με την χρήση της υποβρύχιας κάμερας SeaViewer για την αποστολή του 2017(Εικόνα 4.1.6.2.).

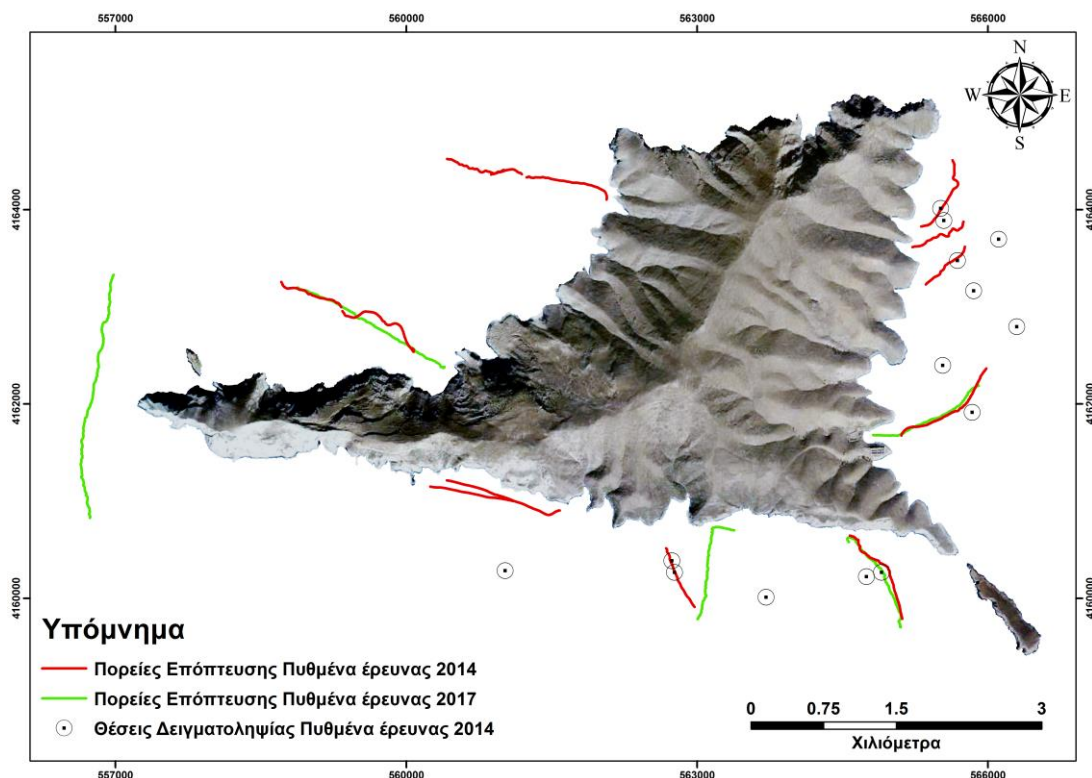


Εικόνα 4.1.6.1.: Ο δειγματολήπτης τύπου Van-Veen Hydro-Bios που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή επιφανειακών δειγμάτων ιζήματος

Για τις ανάγκες της έρευνας του 2014 συλλέχτηκαν 14 δείγματα με την χρήση της αρπάγης και πραγματοποιήθηκαν 10 πορείες οπτικής παρακολούθησης με την υποβρύχια συρόμενη κάμερα, ενώ την ερευνητική περίοδο του 2017 πραγματοποιήθηκαν 5 πορείες οπτικής παρακολούθησης, όπως συγκεντρωτικά παρουσιάζονται στην εικόνα 4.1.6.3.



Εικόνα 4.1.6.2: (α) Η αυτοσχέδια υποβρύχια κάμερα που χρησιμοποιήθηκε στην αποστολή του 2014 και (β) η υποβρύχια κάμερα SeaViewer που χρησιμοποιήθηκε στην αποστολή του 2017.



Εικόνα 4.1.6.3: Θέσεις δειγματοληψίας με την χρήση της αρπάγης και πορείες πλεύσης με χρήση των υποβρύχιων καμερών και για τις δύο ερευνητικές αποστολές .

4.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ

Η επεξεργασία και ανάλυση όλων αυτών των διαφορετικών τύπων δεδομένων (γεωφυσικών και οπτικών) που προέκυψαν από τις δυο ερευνητικές αποστολές και η εξαγωγή των πολυδιάστατων πληροφοριών από αυτά, οδήγησε σε μια πολυεπίπεδη ερμηνεία για τις φυσικούς σχηματισμούς και τα ενδιαίτηματα που απαντώνται στην περιοχή έρευνας. Κάθε ένα από τα επίπεδα πληροφορίας αναφέρεται σε διαφορετικά χαρακτηριστικά του πυθμένα. Ενώ τα δεδομένα του ηχοβολιστή πλευρικής σάρωσης, της βυθομετρίας και της οπτικής παρακολούθησης περιγράφουν τα επιφανειακά γνωρίσματα του πυθμένα, όσον αφορά την

αναγνώριση γεωμορφών και κυρίως την αναγνώριση και υπολογισμό της έκτασης των ενδιαιτημάτων που καλύπτουν των πυθμένα, τα δεδομένα των ακουστικών τομογραφιών παρέχουν πληροφορίες για την στρωματογραφία που υπόκειται του πυθμένα με πάχος διείδυσης μεγαλύτερο των 10 μέτρων για περιοχές που καλύπτονταν από ιδιαίτερα λεπτόκοκκα ιζήματα με έμφαση την υφή των ιζημάτων των ανώτερων στρωμάτων του πυθμένα.

Λόγω του διαφορετικού σκοπού των δύο αποστολών και του διαφορετικού εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτές, τα δεδομένα των δύο αποστολών όσων αφορά στον Ηχοβολιστή Πλευρικής Σάρωσης και της βυθομετρίας είναι δυνατόν να ενοποιηθούν, να επεξεργαστούν και να παρουσιαστούν συγκεντρωτικά και να παραχθούν χάρτες που θα στηρίζονται και στις δύο βάσεις δεδομένων. Το αντίστοιχο δεν είναι δυνατόν να γίνει για τα δεδομένα του Τομογράφου Υποδομής Πυθμένα και του Μονοδεσμικού Ηχοβολιστή Ανάλυσης Υδάτινων Ενδιαιτημάτων καθώς έγινε χρήση τους μόνο κατά την πρώτη ερευνητική αποστολή. Για το λόγο αυτό η παρουσίαση των αποτελεσμάτων διακρίνεται επιμέρους στα δεδομένα που μπορούν να ενοποιηθούν και στα δεδομένα που συλλέχθηκαν κατά την πρώτη ερευνητική αποστολή του 2014

4.2.1. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΝΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

4.2.1.1. ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΥΘΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η δημιουργία του βυθομετρικού χάρτη έγινε μέσω του συγκερασμού δύο βάσεων βυθομετρικών δεδομένων.

Η πρώτη βάση βυθομετρικών δεδομένων στοιχειοθετήθηκε μέσω του συνδυασμού των βυθομετρικών δεδομένων που προέκυψαν από την ψηφιοποίηση (α) της πρώτης ακουστικής ανάκλασης των σεισμικών καταγραφών του τομογράφου υποδομής πυθμένα και (β) των δεδομένων εντοπισμού του πυθμένα του Μονοδεσμικού Ηχοβολιστή Ανάλυσης Υδάτινων

Ενδιατημάτων. Ενώ η ψηφιοποίηση των τομογραφιών απέδωσε ένα συνολικό αρχείο Excel το οποίο είχε ένα βυθομετρικό σημείο ανά μέτρο επί των πορειών του Τομογράφου Υποδομής Πυθμένα μέχρι και το βάθος των 160 μέτρων, ο εντοπισμός του πυθμένα και η εξαγωγή της πληροφορίας όσον αφορά στο βάθος μέσω του Μονοδεσμικού Ηχοβολιστή Ανάλυσης Υδάτινων Ενδιατημάτων απέδωσε συνολικό αρχείο Excel το οποίο είχε έως και 4 βυθομετρικά σημεία ανά μέτρο επί των πορειών, καθώς το όργανο λειτουργεί με μεγαλύτερη συχνότητα δειγματοληψίας από τον Τ.Υ.Π. αλλά το μέγιστο επιχειρησιακό του βάθος είναι τα 100 μέτρα.

Η δεύτερη βάση δεδομένων αποτελούνταν από τα βυθομετρικά δεδομένα που προέκυψαν από την επεξεργασία των βυθομετρικών δεδομένων του πολυδεσμικού βυθόμετρου. Τα στάδια της επεξεργασίας των δεδομένων είναι τα εξής:

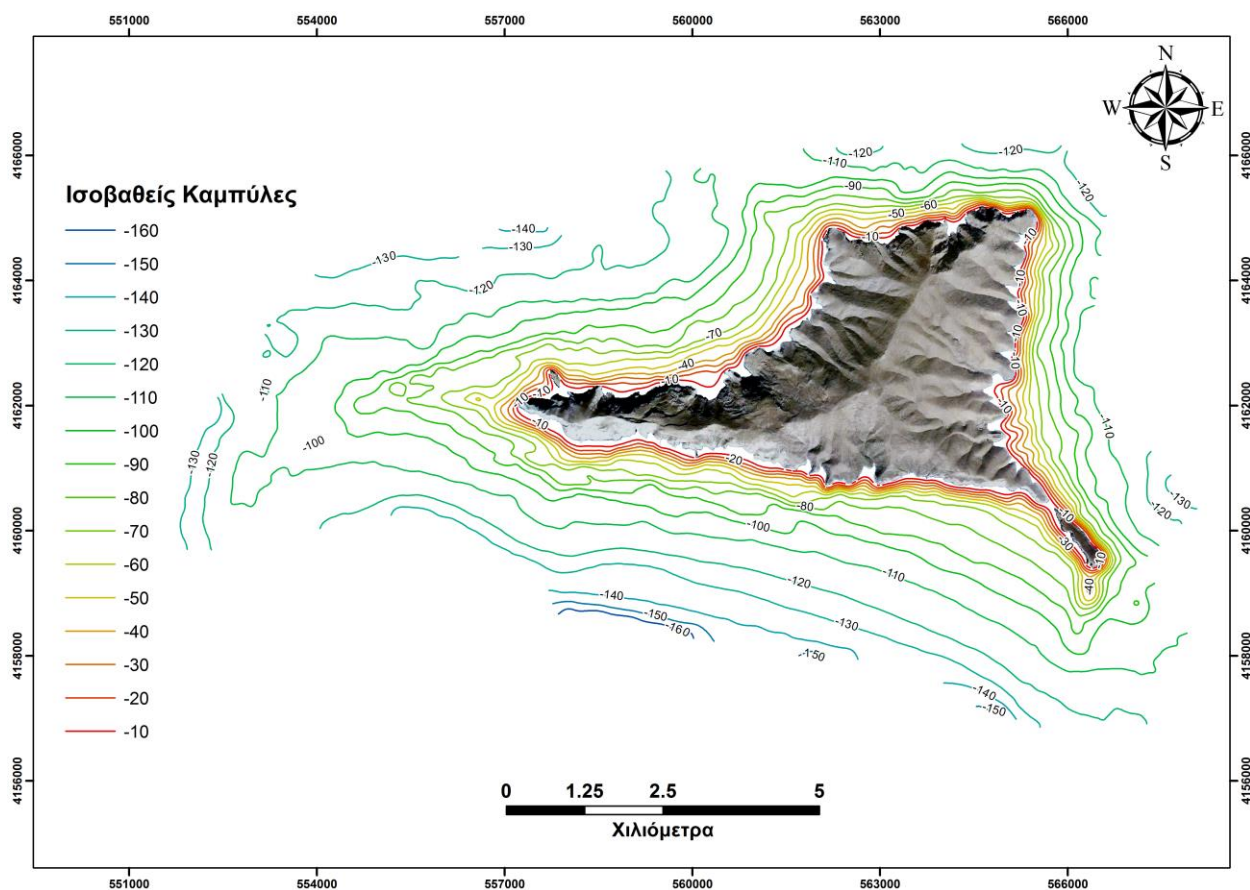
Στάδιο 1- Ανασκόπηση Δεδομένων: Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει την ανασκόπηση των πορειών που εκτελέστηκαν, των αξονικών κινήσεων του σκάφους (heave-pitch-roll), των παλιρροιακών δεδομένων και των προφίλ ταχύτητας του ήχου. Τα βυθομετρικά δεδομένα αναθεωρήθηκαν και βελτιστοποιήθηκαν με την χρήση των δεδομένων ταχύτητας διάδοσης του ήχου, των παλιρροιακών δεδομένων και της κατακόρυφης κίνησης του σκάφους (True Heave) όπως αυτή καταγράφηκε από τον αισθητήρα κίνησης (MRU).

Στάδιο 2 – Επεξεργασία Βυθομετρικών Δεδομένων ανά Σάρωση: Σε αυτό το στάδιο έγινε ο ακριβής έλεγχος των λεπτομερειών του πυθμένα και εξάλειψη λαθών. Επίσης εφαρμόστηκαν αυτόματα γεωμετρικά φίλτρα για την απαλοιφή σημείων που διαφέρουν υπερβολικά από τα υπόλοιπα.

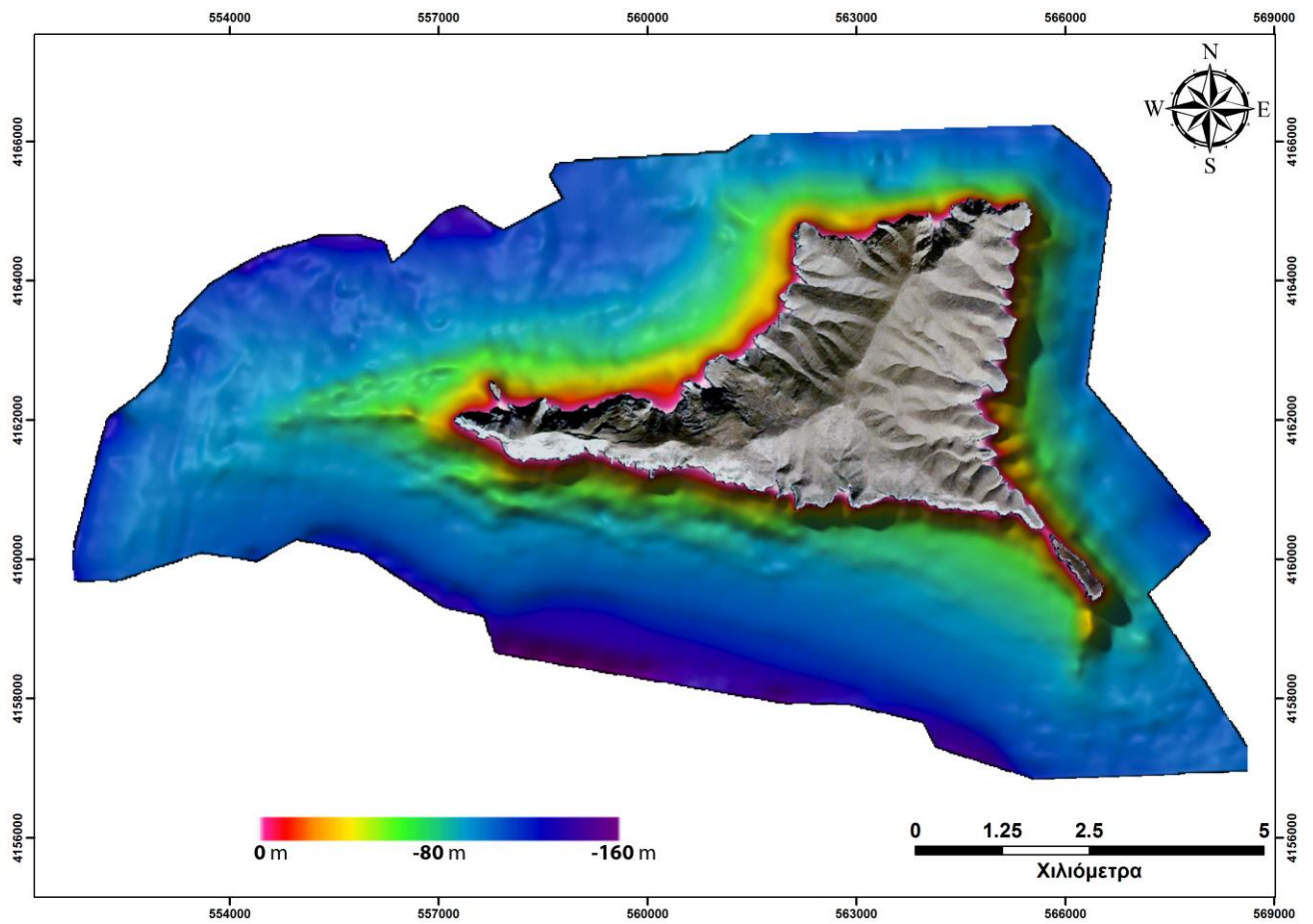
Στάδιο 3 - Επεξεργασία Βυθομετρικών Δεδομένων ανά Περιοχή: Στο στάδιο αυτό τα σημεία συγκροτήθηκαν σε ομάδες που ονομάζονται “ κελιά” στις οποίες εφαρμόστηκαν στατιστικά φίλτρα για την εκτίμηση της διανομής των βυθομετρικών στοιχείων εντός του κάθε κελιού.

Στάδιο 4 - Cube: Η CUBE μέθοδος επεξεργασίας και φιλτραρίσματος των βυθομετρικών δεδομένων αναπτύχθηκε από τον B. Calder του UNH-CCOM. Η CUBE μία σχεδόν αυτόματη επεξεργασία των δεδομένων, επιτρέποντας έτσι την ταχύτερη εξαγωγή δεδομένων. Η CUBE παράγει έναν κίναβο από δεδομένα βυθομετρίας τύπου XYZ τα οποία αντιπροσωπεύουν με μεγάλη ακρίβεια τα πραγματικά δεδομένα της έρευνας.

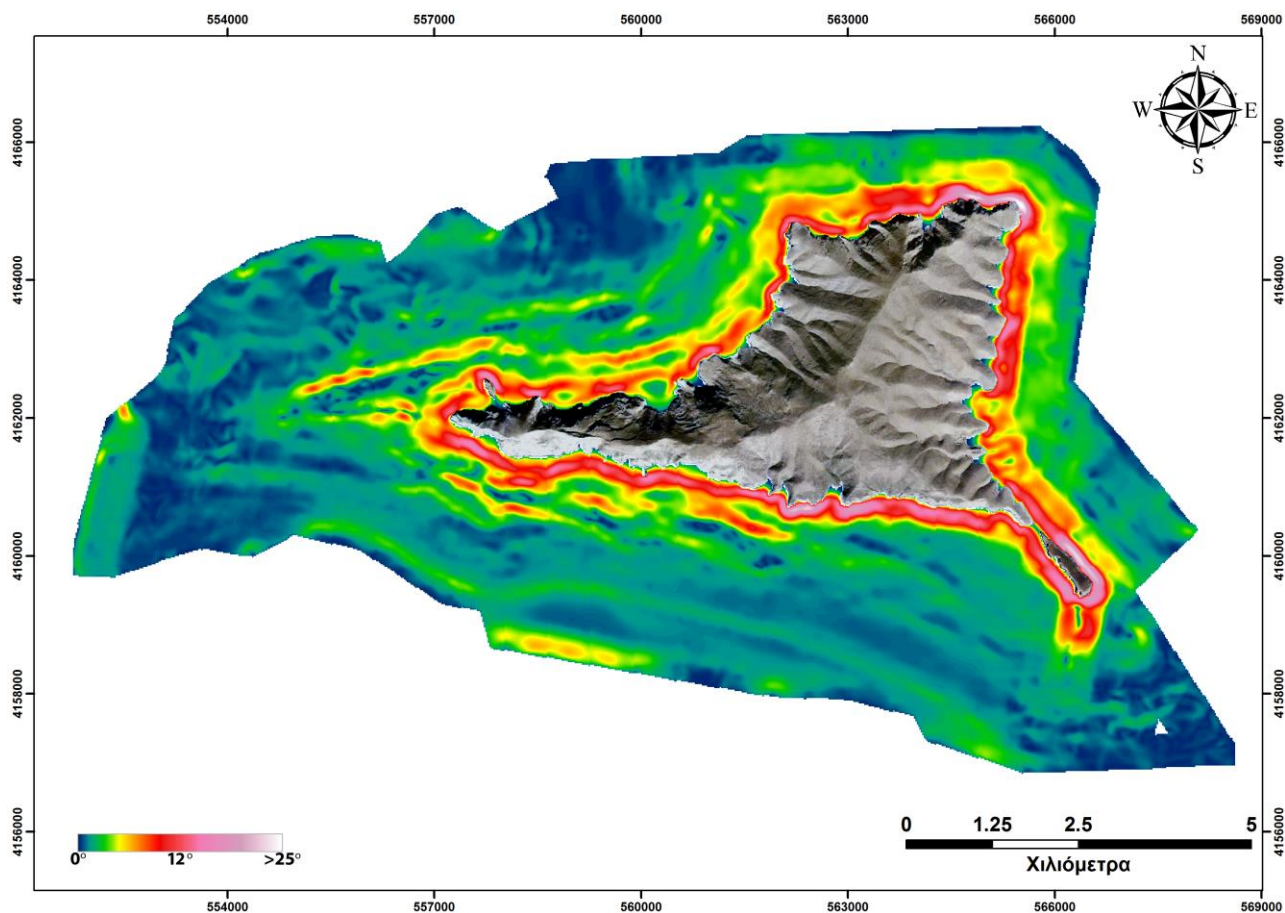
Τα δεδομένα που προέκυψαν από τις δύο αυτές βάσεις ενοποιήθηκαν και στην συνέχεια επεξεργάστηκαν με το πρόγραμμα Surfer 9 της Golden Software ώστε να προκύψει αρχείο ψηφιακού ανάγλυφου (DEM) ανάλυσης 1μ, μέσω της μεθόδου χωρικής παρεμβολής Kriging. Το αρχείο αυτό εισάχθηκε σε περιβάλλον ArcGis της Esri έτσι ώστε να παραχθεί ο βυθομετρικός χάρτης (Εικόνες 4.2.1.1.1 και 4.2.1.1.2). Ο βυθομετρικός χάρτης παρουσιάζει εύρος βαθών από 0 έως 160μ (Εικόνες 4.2.1.1.1 και 4.2.1.1.2). Ταυτόχρονα, μέσω επεξεργασίας του ψηφιακού ανάγλυφου, δημιουργήθηκε χάρτης κλίσεων του πυθμένα (Εικόνα 4.2.1.1.3).



Εικόνα 4.2.1.1.1: Βυθομετρικός χάρτης υπό την μορφή ισοβαθών καμπυλών



Εικόνα 4.2.1.1.2: Βυθομετρικός χάρτης υπό την μορφή ψηφιακού αναγλύφου (DEM)

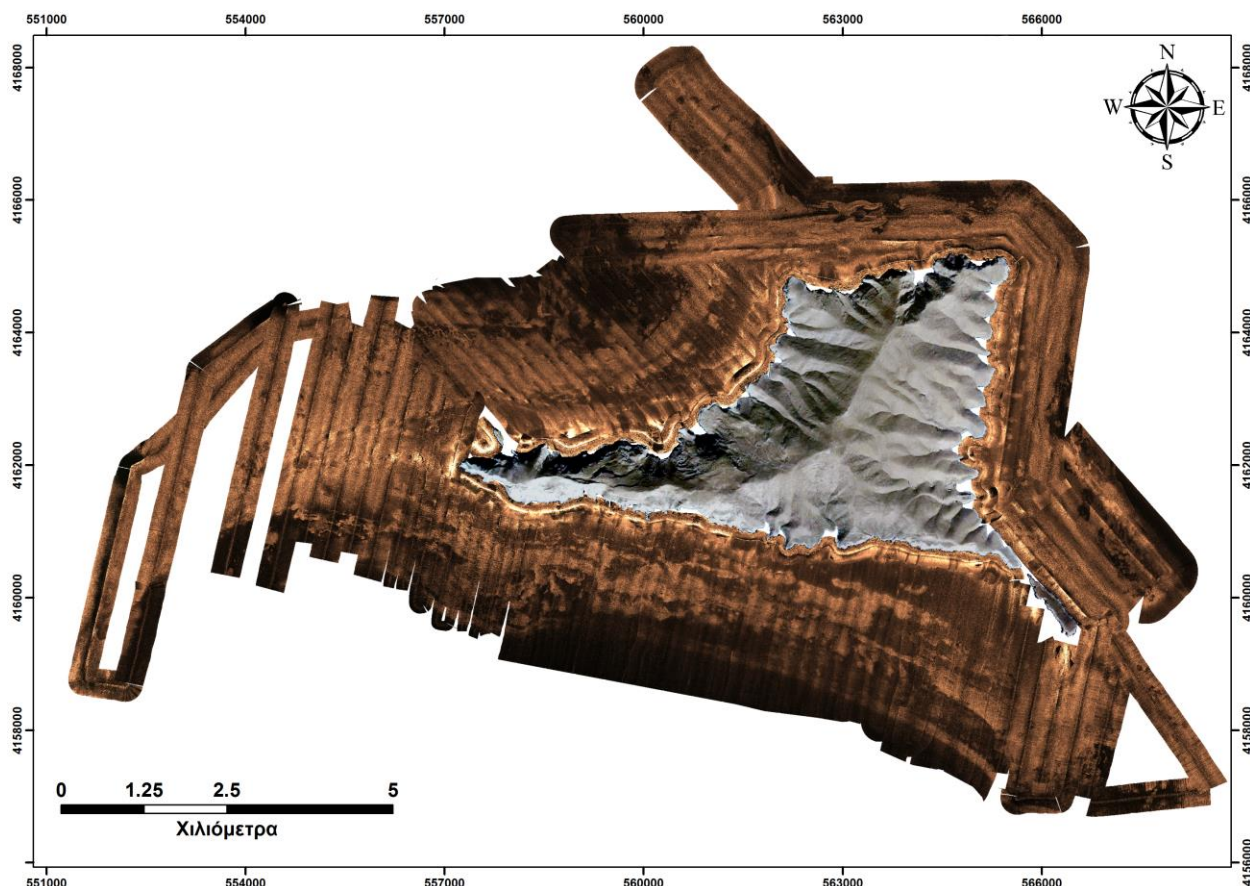


Εικόνα 4.2.1.1.3: Χάρτης κλίσεων του πυθμένα.

4.2.1.2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΗΧΟΒΟΛΙΣΤΗ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΣΑΡΩΣΗΣ

Η επεξεργασία των ψηφιακών δεδομένων του Ηχοβολιστή Πλευρικής Σάρωσης, που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια και των δύο ερευνητικών αποστολών για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης, περιλαμβάνει: (α) τη διόρθωση των ηχογραφιών και (β) τη κατασκευή μωσαϊκών από τις ηχογραφίες για τη δημιουργία χαρτών ακουστικής αποτύπωσης του πυθμένα. Στο πλαίσιο της διόρθωσης των ηχογραφιών χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό “Isis Sonar” της “Triton Imaging inc.” και ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα:

- Εφαρμογή χρονομεταβλητής ενίσχυσης του ακουστικού σήματος (**TVG: Time Varied Gain**). Περιοχές του πυθμένα με υψηλή ανακλαστικότητα αποτυπώνονται με ανοιχτόχρωμους τόνους καταγραφής ενώ περιοχές του πυθμένα με χαμηλή ανακλαστικότητα με σκοτεινόχρωμους τόνους καταγραφής.
- Εντοπισμός του πυθμένα (**bottom tracking**) με την μέθοδο Amplitude και όπου χρειάστηκε, λόγω μεγάλης διαταραχής της υδάτινης στήλης, χειροκίνητος εντοπισμός. Το στάδιο αυτό είναι απαραίτητο για την γεωμετρική διόρθωση των ηχογραφιών.
- Διόρθωση του εύρους της ζώνης σάρωσης (**slant range correction**) για την αφαίρεση της υδάτινης στήλης από την ηχογραφία και μετατροπή της χρονικής κλίμακας σε μετρική (ms εκπομπής-επιστροφής του ακουστικού παλμού → πλάτος του πυθμένα εκατέρωθεν της τορπίλης). Η διόρθωση γίνεται θεωρώντας την ταχύτητα του ήχου στο νερό ίση με 1500 m/sec και λαμβάνοντας την υπόθεση του επίπεδου πυθμένα.



Εικόνα 4.2.1.2.1: Χάρτης του μωσαϊκού ηχογραφιών Η.Π.Σ.

Η δημιουργία των μωσαϊκών (Εικόνα 4.2.1.2.1) πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό “DelphMap” της ίδιας εταιρίας. Η ανάλυση (resolution) των μωσαϊκών ορίστηκε στα 0,5 μέτρα ώστε να γίνεται δυνατή η βέλτιστη αποτύπωση των ορίων μεταξύ των διάφορων τύπων πυθμένα. Η αξιοπιστία της γεωαναφοράς διαπιστώθηκε από την επιτυχή επικάλυψη όμοιων στόχων που είχαν αποτυπωθεί από διαδοχικές παράλληλες πορείες του ερευνητικού σκάφους, στη ζώνη επικάλυψής τους. Τα μωσαϊκά αποθηκεύτηκαν ως αρχεία γεωαναφερμένων εικόνων (GEO-TIFF image file) υψηλής ανάλυσης ώστε να εισαχθούν σε λογισμικό γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών και συγκεκριμένα στο «ArcGis, της ESRI» για την παράθεσή τους με τα υπόλοιπα διαθέσιμα χωρικά δεδομένα (ακτογραμμές, βυθομετρία ,δεδομένα επόπτευσης πυθμένα). Η ψηφιοποίηση των διάφορων ακουστικών τύπων έγινε σε περιβάλλον ArcGis της Esri, ενώ η

συσχέτιση αυτών με πραγματικούς τύπους πυθμένα έγινε στο ίδιο λογισμικό εργαλείο με συνεκτίμηση και όλων των υπολοίπων διαθέσιμων δεδομένων (σεισμικής στρωματογραφίας, οπτικής παρακολούθησης και δειγματοληψίας ιζημάτων).

4.2.1.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΠΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΙΖΗΜΑΤΩΝ

Τα βίντεο της υποβρύχιας συρόμενης κάμερας, των δύο ερευνητικών περιόδων, επεξεργάστηκαν μέσω ειδικού λογισμικού εργαλείου που δημιουργήθηκε στην γλώσσα προγραμματισμού Matlab ώστε να μετατραπούν σε εικόνες στιγμιότυπων χρονικής απόστασης 1 δευτερολέπτου μεταξύ τους, οι οποίες έπειτα συνδυάστηκαν με τα δεδομένα του γεωγραφικού συστήματος πλοήγησης (G.P.S) ώστε να τοποθετηθούν στην πραγματική γεωγραφική θέση λήψης τους (βλ. εικόνα 4.1.6.3).

Τα δείγματα ιζήματος που συλλέχτηκαν με την αρπάγη φωτογραφήθηκαν και περιγράφηκαν επιτόπου, ενώ η ακριβής γεωγραφική τους θέση προσδιορίστηκε από την ένδειξη του γεωγραφικού συστήματος προσδιορισμού θέσης (GPS) κατά τη στιγμή επαφής της αρπάγης με τον πυθμένα (βλ. εικόνα 4.1.6.3).

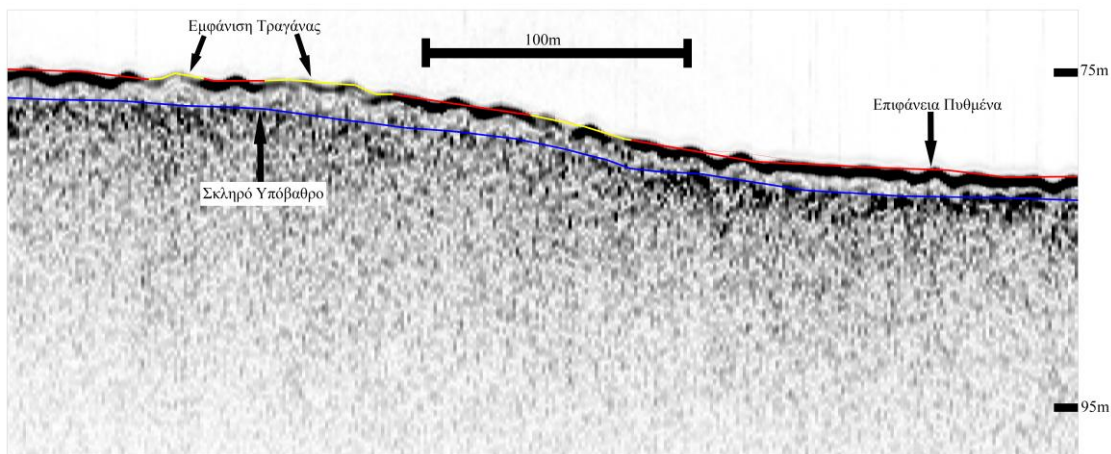
4.2.2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 2014

4.2.2.1. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ

Τα ψηφιακά δεδομένα του τομογράφου υποδομής πυθμένα επεξεργάστηκαν κατάλληλα με το λογισμικό SB-Interpreter της TritonImaging Inc, εισάγοντας φίλτρα χρονομεταβλητής ενίσχυσης

σήματος (Time Varying Gain - TVG) και αυτόματου ελέγχου σήματος (Automatic Gain Control - AVG). Παράλληλα, όπου θεωρήθηκε απαραίτητο, εφαρμόστηκε φίλτρο διόρθωσης διαταραχής της καταγραφής λόγω ρεστίας και κυματισμών (Swell correction).

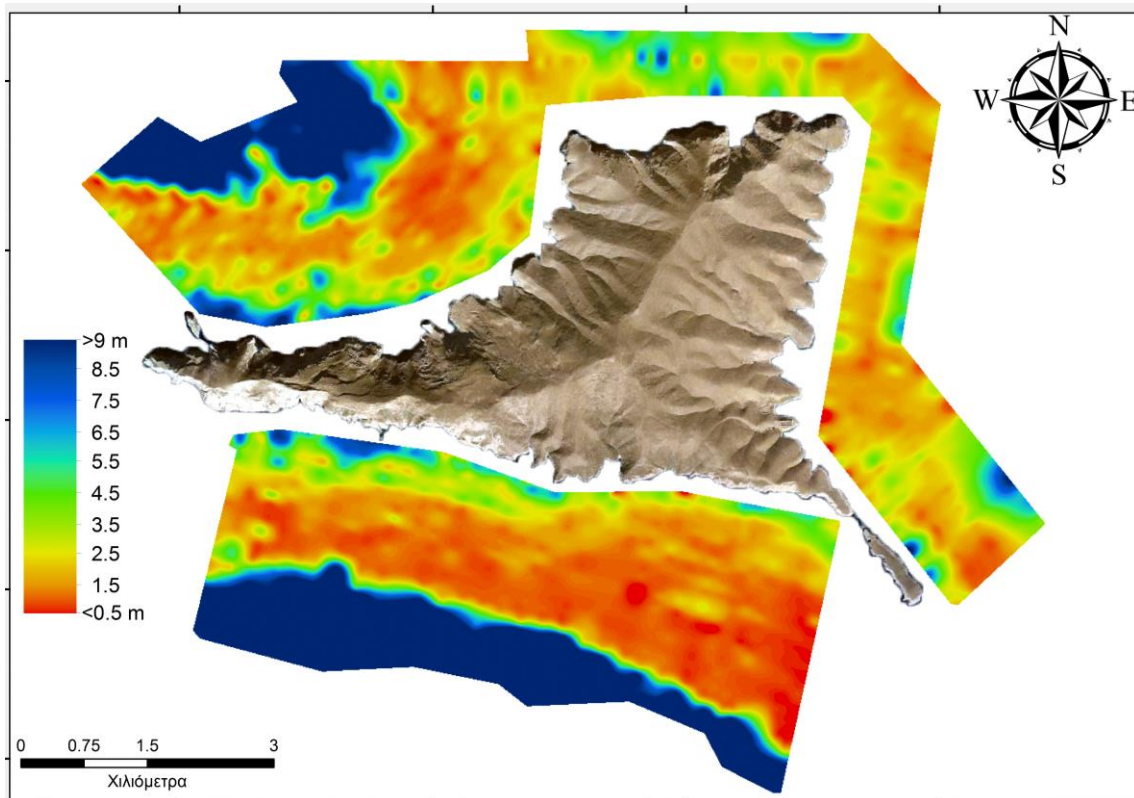
Η ερμηνεία και ο προσδιορισμός της στρωματογραφίας στις γεωακουστικές τομογραφίες βασίστηκε στον καθορισμό του ακουστικού ή σεισμικού χαρακτήρα των σεισμικών ανακλάσεων. Ο ακουστικός ή σεισμικός χαρακτήρας (acoustic character) των σεισμικών ανακλάσεων καθορίστηκε με βάση τη σαφήνεια, συνέχεια και το εύρος της. Ο καθορισμός του ακουστικού χαρακτήρα των επιφανειακών και υποεπιφανειακών ακουστικών ανακλάσεων και η διάκριση τους σε επιμέρους στρωματογραφικές ενότητες είναι ένα ιδιαίτερα αποτελεσματικό μέσο για την αξιόπιστη εκτίμηση των λιθολογικών και γεωτεχνικών ιδιοτήτων των ανώτερων 10-20m των χαλαρών ιζημάτων του πυθμένα. Η ψηφιοποίηση των διάφορων τύπων πυθμένα πραγματοποιήθηκε επίσης στο λογισμικό SB-Interpreter της TritonImaging Inc.



Εικόνα 4.2.2.1.1: Χαρακτηριστικοί ανακλαστήρες σε τομογραφία που αποτυπώνει ιζήματα μικρού πάχους και ενασβεστωμένα ροδοφύκη (τραγάνα) που υπέρκεινται σκληρού (ακουστικού) υποβάθρου.

Για τη δημιουργία του χάρτη ισοπαχών, ψηφιοποιήθηκαν στο περιβάλλον SBInterpreter οι παρατηρούμενοι υποεπιφανειακοί ανακλαστήρες καθώς και ο ανακλαστήρας του πυθμένα, ώστε να προσδιοριστεί η κατακόρυφη απόστασή τους και κατ' επέκταση το πάχος τους. Είναι

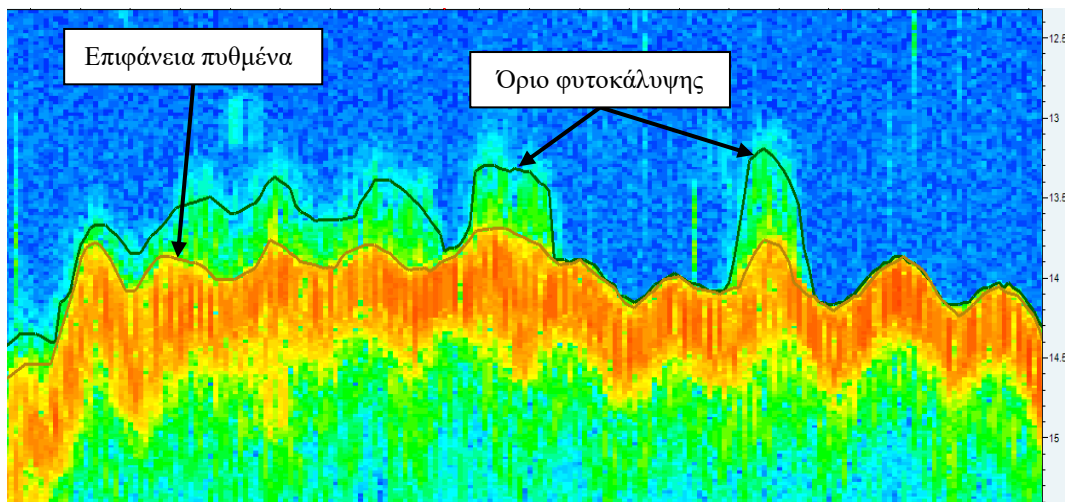
χαρακτηριστικό να αναφερθεί πως σε κάθε περίπτωση, εκτός του πεδίου χαλαρών ιζημάτων στα βαθύτερα όρια τις περιοχής μελέτης, παρατηρήθηκε μόνο ένας ανακλαστήρας ουσιαστικά στην διεπαφή του βραχώδους υποβάθρου με την ενότητα των ολοκαινικών ιζημάτων. Ως εκ τούτου, η εξαχθείσα πληροφορία αναφέρεται αποκλειστικά στο πάχος των ολοκαινικών ιζημάτων και κατ' επέκταση των ιζημάτων από την επιφάνεια του πυθμένα μέχρι και το σκληρό υπόβαθρο. Η σημειακή πληροφορία του πάχους ιζημάτων εισήχθη στο περιβάλλον του ArcGIS, όπου εφαρμόστηκε η γεωστατιστική μέθοδος χωρικής παρεμβολής Kriging για να προκύψει ο χάρτης της εικόνας 4.2.2.1.2.



Εικόνα 4.2.2.1.2: Ο χάρτης πάχους ιζημάτων όπως προέκυψε από την ανάλυση των δεδομένων τομογράφου υποδομής πυθμένα τύπου Chirp.

4.2.2.2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΟΝΟΔΕΣΜΙΚΟΥ ΗΧΟΒΟΛΙΣΤΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΩΝ

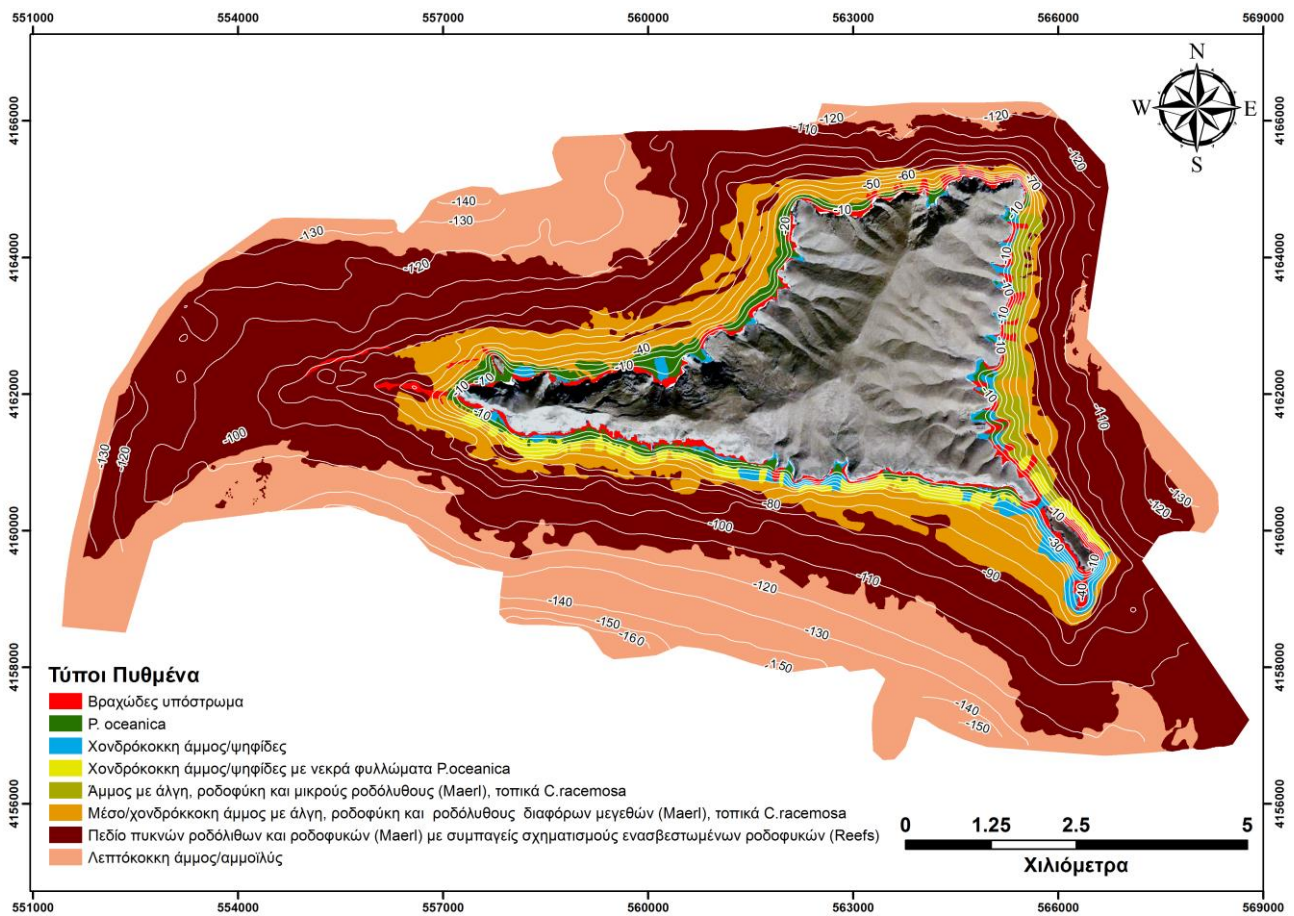
Για την επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχτηκαν με τη χρήση του μονοδεσμικού ηχοβολιστή ανάλυσης υδάτινων ενδιαιτημάτων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Visual Habitat της BioSonics. Μέσω του λογισμικού αυτού έγινε προσδιορισμός του ύψους της φυτοκάλυψης (canopy height) (με έμφαση στη *P. oceanica* – Εικ.4.2.2.2.), μέσω της ψηφιοποίησης του πυθμένα και της επιφάνειας του υπερκείμενου, περισσότερο ακουστικά διάφανου, στρώματος φυτοκάλυψης. Τέλος το Visual Habitat παρείχε την δυνατότητα εξαγωγής βαθυμετρικών δεδομένων μέχρι τα 100μ βάθους (όριο λειτουργίας οργάνου), τα οποία συνεκτιμήθηκαν με αυτά του τομογράφου υποδομής πυθμένα για την δημιουργία του βαθυμετρικού χάρτη της περιοχής μελέτης.



Εικόνα 4.2.2.2.: Παράδειγμα προσδιορισμού του ύψους φυτοκάλυψης (canopy height) της *P.oceanica* μέσω δεδομένων του μονοδεσμικού ηχοβολιστή Biosonics, στο λογισμικό VisualHabitat.

5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΥΠΩΝ ΠΥΘΜΕΝΑ

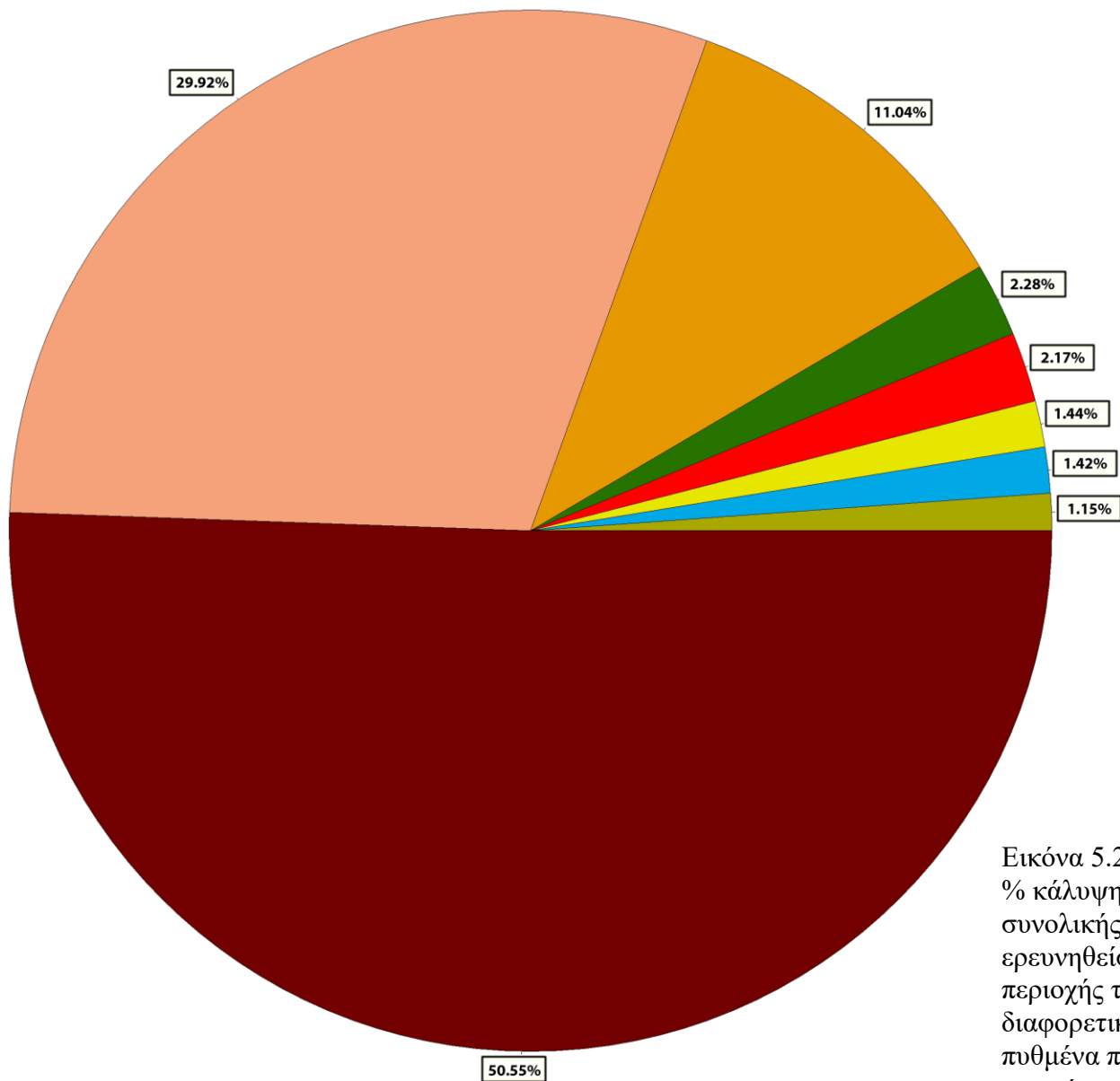
Ο προσδιορισμός των τύπων πυθμένα της περιοχής έρευνας έγινε συναρτήσεσι όλων των συλλεχθέντων πληροφοριών από τις δύο ερευνητικές περιόδους, με συνεκτίμηση τόσο των δεδομένων γεω-ακουστικής αποτύπωσης όσο και οπτικής /δειγματοληπτικής επισκόπησης του. Η συνδυαστική ανάλυση των δεδομένων έγινε σε περιβάλλον ArcGis, όπου και πραγματοποιήθηκε η δημιουργία του θεματικού χάρτη ταξινόμησης του ευρύτερου πυθμένα περιμετρικά της Γυάρου. Εντοπίστηκαν οκτώ τύποι πυθμένα, η γεωγραφική εξάπλωση και η % κάλυψη επί της συνολικής περιοχής έρευνας των οποίων παρουσιάζεται στις εικόνες 5.1 και 5.2 αντίστοιχα.



Εικόνα 5.1: Ο χάρτης τύπων πυθμένα που προέκυψε από την ανάλυση και τη συνεκτίμηση όλων των πληροφοριών που συλλέχθηκαν στις δύο ερευνητικές περιόδους, με υπέρθεση των ισοβαθών.

Οι οκτώ τύποι πυθμένα παρουσιάζουν χαρακτηριστική ζωνώδη κατανομή περιφερειακά του νησιού. Ακολουθεί σύντομη περιγραφή για κάθε έναν τύπο πυθμένα με ταυτόχρονη παράθεση χαρακτηριστικών εικόνων τόσο από την γεωακουστική αποτύπωση όσο και από την επόπτευση του πυθμένα.

Κατανομή Τύπων Πυθμένα



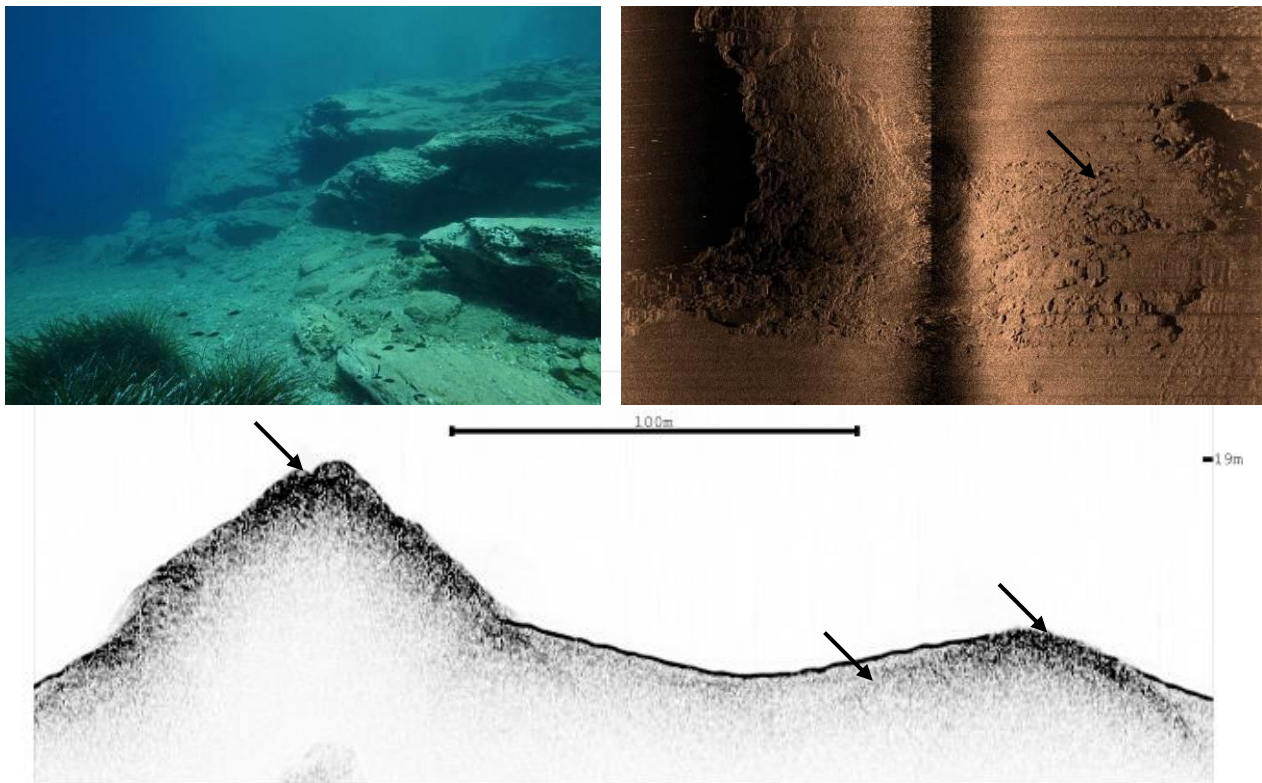
Εικόνα 5.2: Η % κάλυψη επί της συνολικής ερευνηθείσας περιοχής των διαφορετικών τύπων πυθμένα που εντοπίστηκαν.

Τύποι Πυθμένα

- Βραχώδες υπόστρωμα
- P. oceanica
- Χονδρόκοκκη άμμος/ψηφίδες
- Χονδρόκοκκη άμμος/ψηφίδες με νεκρά φυλλώματα P.oceanica
- Άμμος με άλγη, ροδοφύκη και μικρούς ροδόλυθους (Maerl), τοπικά C.racemosa
- Μέσο/χονδρόκοκκη άμμος με άλγη, ροδοφύκη και ροδόλυθους διαφόρων μεγεθών (Maerl), τοπικά C.racemosa
- Πεδίο πυκνών ροδόλιθων και ροδοφυκών (Maerl) με συμπαγείς σχηματισμούς ενασβεστωμένων ροδοφυκών (Reefs)
- Λεπτόκοκκη άμμος/αμμοιλύς

A. Βραχώδες υπόστρωμα

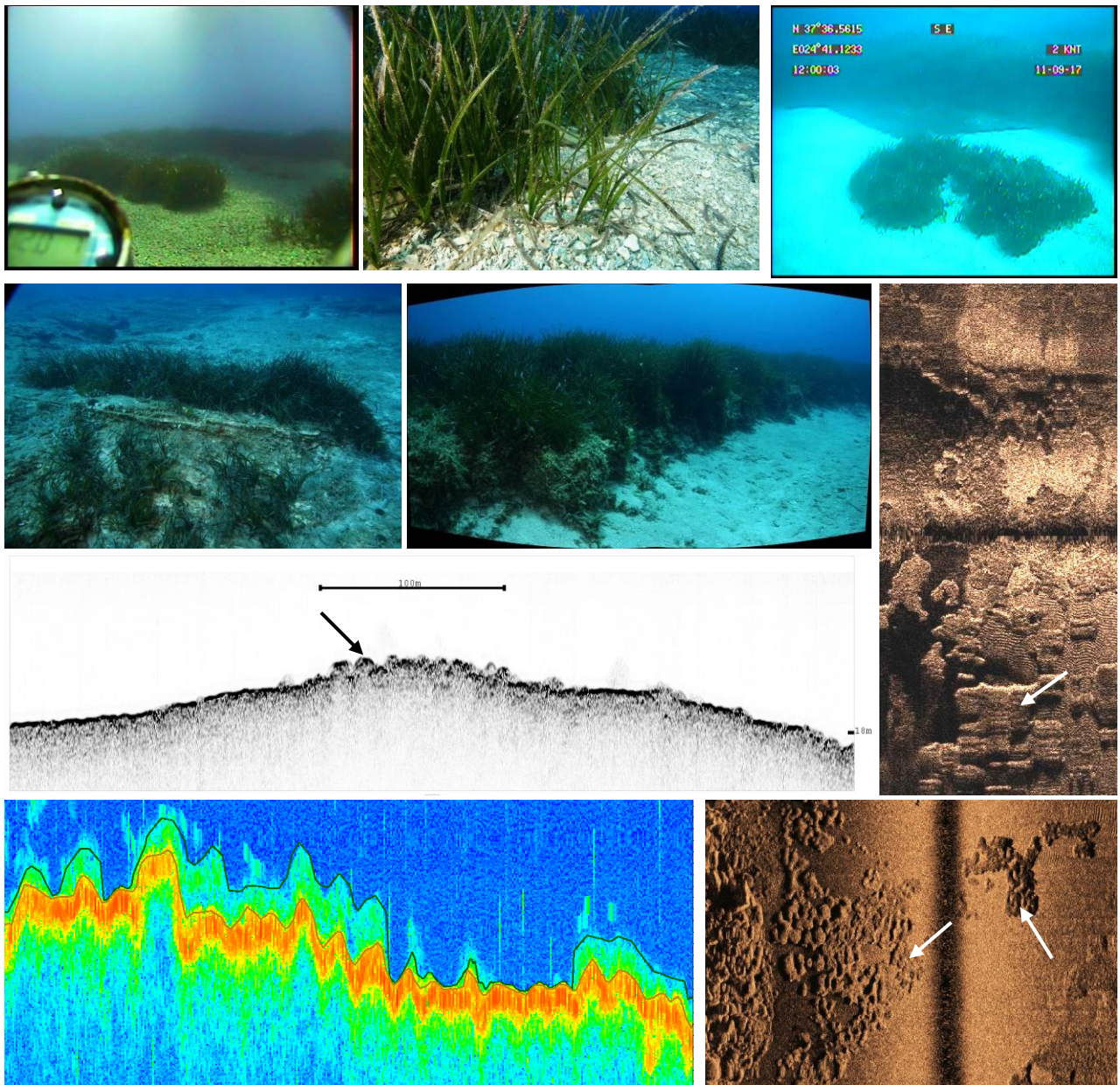
Αποτελεί το 2.2% της περιοχής έρευνας και εντοπίζεται κοντά στις ακτές από βάθη μεταξύ 0 και -80μ το μέγιστο. Χαρακτηρίζεται ως η προέκταση του χερσαίου βραχώδους ανάγλυφου στη θάλασσα, με κλίσεις μεγαλύτερες των 15° και ελλείπει άλλων μορφολογικών ή βιογενών στοιχείων. Η ηχοαναγνώριση αυτού του τύπου πυθμένα είναι ιδιαίτερα άμεση, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.3, λόγω της έντονης σεισμοκονιασμένης επιφανειακής ανάκλασης που δίνει καθώς και την παρατήρηση της σταδιακής ανόδου του βραχώδους υποβάθρου μέχρι της έξαρσής του.



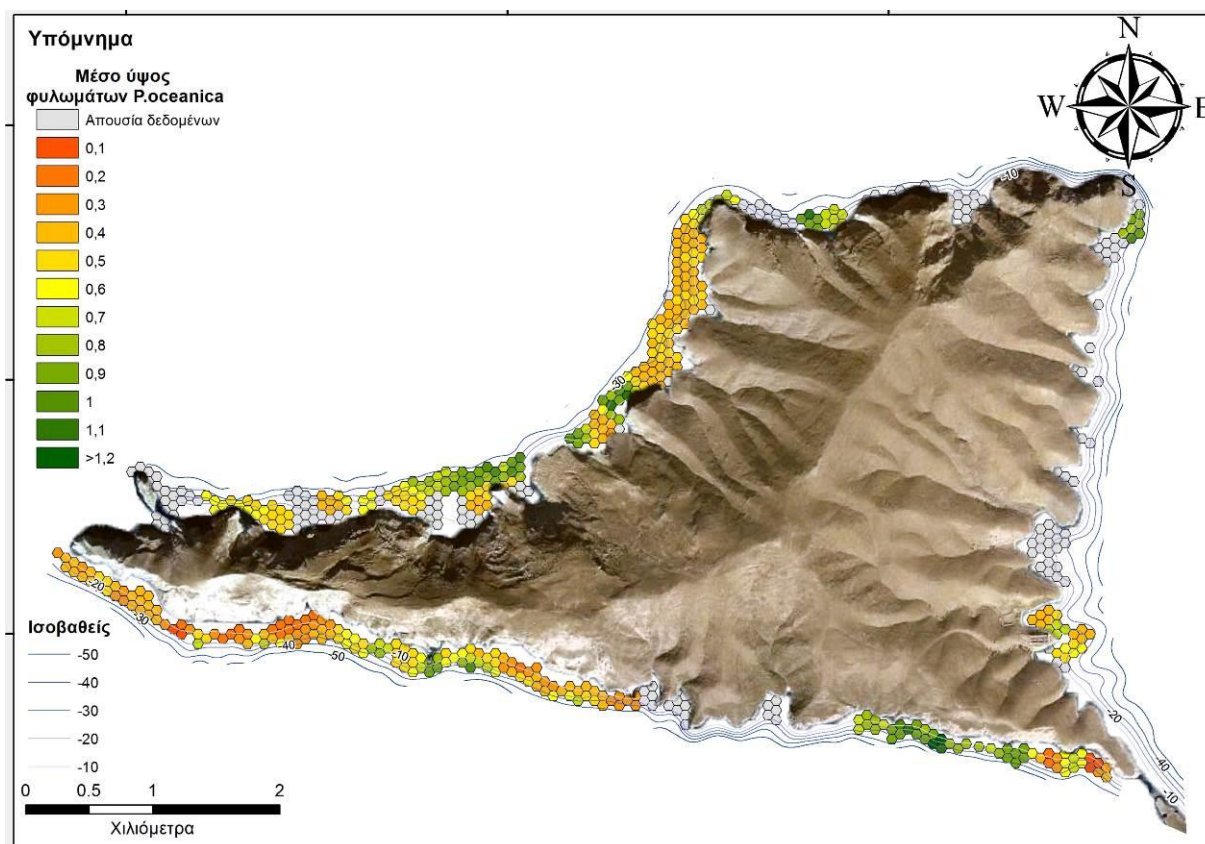
Εικόνα 5.3: Χαρακτηριστική υ/β εικόνα, ηχογραφία και τομογραφία για τον τύπο πυθμένα «βραχώδες υπόστρωμα»

B. P. oceanica

Αποτελεί το 2,3% της περιοχής έρευνας και εντοπίζεται στις παράκτιες περιοχές μεταξύ 1 και 40μ, με μέσο βάθος τα 16μ. Πρόκειται για το ενδημικό μεσογειακό αγγειόσπερμο *Posidonia oceanica* (*P. oceanica*) το οποίο στην περιοχή μελέτης εμφανίζεται είτε με την μορφή λειμώνων (πυκνών ή με αμμώδη κενά), είτε μεμονωμένων συστάδων πάνω σε αμμώδες υπόστρωμα. Στα Ν της Γυάρου το υπόστρωμα της *P.oceanica* είναι κατά κανόνα της κοκκομετρικής κλάσης της ψηφίδας, στα Β-Δ και Β-Α της μέσο/χονδρόκοκκης άμμου ενώ συχνά παρατηρείται ασθενής ανάπτυξη της σε βραχώδες υπόστρωμα. Συχνά στα αμμώδη κενά παρατηρούνται εκτεταμένα πεδία αμμωδών ρυτιδώσεων. Ο ακουστικός τύπος της *P.oceanica* είναι χαρακτηριστικός τόσο στις καταγραφές του Ηχοβολιστή Πλευρικής Σάρωσης, όσο και του Τομογράφου Υποδομής Πυθμένα, όπου στον πρώτο εμφανίζεται με ετερογενή, στικτή υφή με έντονες ακουστικές σκιές και στον δεύτερο με έντονα σεισμοκονιασμένη την πρώτη ακουστική επιστροφή (επίπεδο πυθμένα), ανώμαλο ανάγλυφο και παντελή σκίαση του ακουστικού υποβάθρου (εικ. 5.4).



Εικόνα 5.4: Χαρακτηριστικές υ/β εικόνες, ηχογραφία , τομογραφία και καταγραφή του μονοδεσμικού ηχοβολιστή χαρτογράφησης ενδαιτημάτων Biosonics για τον τύπο πυθμένα «*P.oceanica*».



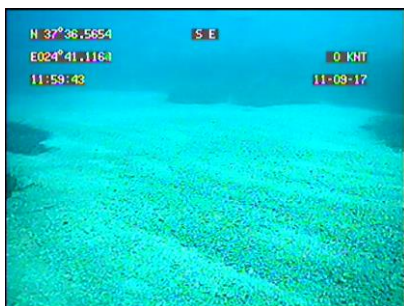
Εικόνα 5.5: Το μέσο ύψος φυλλώματος της *P.oceanica* όπως καταγράφηκε κατά την ερευνητική αποστολή 2014 σε κάναβο εξαγωνικών περιοχών 75x75μ.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ανάλυση των δεδομένων του ηχοβολιστή ανάλυσης ενδαιτημάτων Biosonics όσον αφορά στη χωρική κατανομή του ύψους φυλλώματος (canopy height) της *P.oceanica*. Στην εικόνα 5.5 παρουσιάζεται μια εκτίμηση του μέσου ύψους φυλλώματος της σε κάναβο εξαγωνικών περιοχών 75x75μ. Δεδομένου ότι το συγκεκριμένο ηχοβολιστικό σύστημα δεν παρέχει τη δυνατότητα διάκρισης της *P.oceanica* από διαφορετικούς τύπους φυτοκάλυψης ή και παχίων στρωμάτων νεκρών φυλλωμάτων, η εξαγωγή της πυκνής σημειακής πληροφορίας ύψους φυλλώματος από το Biosonics περιορίστηκε αποκλειστικά εντός των χαρτογραφημένων ως *P.oceanica* περιοχών από τον Ηχοβολιστή Πλευρικής Σάρωσης. Για την ευκολότερη ερμηνεία και παρουσίαση των δεδομένων εκτιμήθηκε η μέση τιμή του ύψους φυλλώματος ανά εξάγωνο διαστάσεων 75x75μ σε κάναβο που καλύπτει μόνο τις περιοχές με

P.oceanica. Ο βαθμός αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων της μεθόδου αυτής είναι υπό διερεύνηση καθώς είναι η πρώτη φορά (σε βιβλιογραφικό επίπεδο) που εφαρμόζεται στο είδος *P.oceanica* και μάλιστα σε ένα περιβάλλον με ακραίες κλίσεις πυθμένα και έντονες εναλλαγές ακουστικών τύπων, όπως είναι ο πυθμένας περιμετρικά της νήσου Γυάρου. Παρόλα αυτά οι γενικές τάσεις του ύψους της φυτοκάλυψης από *P.oceanica* φαίνεται να ικανοποιούν σημειακές μετρήσεις που έγιναν από τους δύο της ερευνητικής ομάδας. Μια πρώτη ανάλυση φανερώνει πως το ύψος φυλλώματος της *P.oceanica* είναι σημαντικότερο στα ΒΔ του νησιού, όπου άλλωστε οι κλίσεις του πυθμένα είναι μικρότερες, ενώ στα ανατολικά δεν φαίνεται να ευνοείται ο σχηματισμός της, παρά τις ομαλές κλίσεις, σε αντίθεση με άλλα είδη ενδαιτημάτων, όπως η χαρακτηριστική πράσινη άλγη, πυκνά πεδία μικρών ροδόλιθων, κοραλλιογενών σχηματισμών και *C.racemosa*, που φαίνεται να ευδοκίμουν σε ασυνήθιστα μικρά βάθη.

Γ. Χονδρόκοκκη άμμος/ψηφίδες

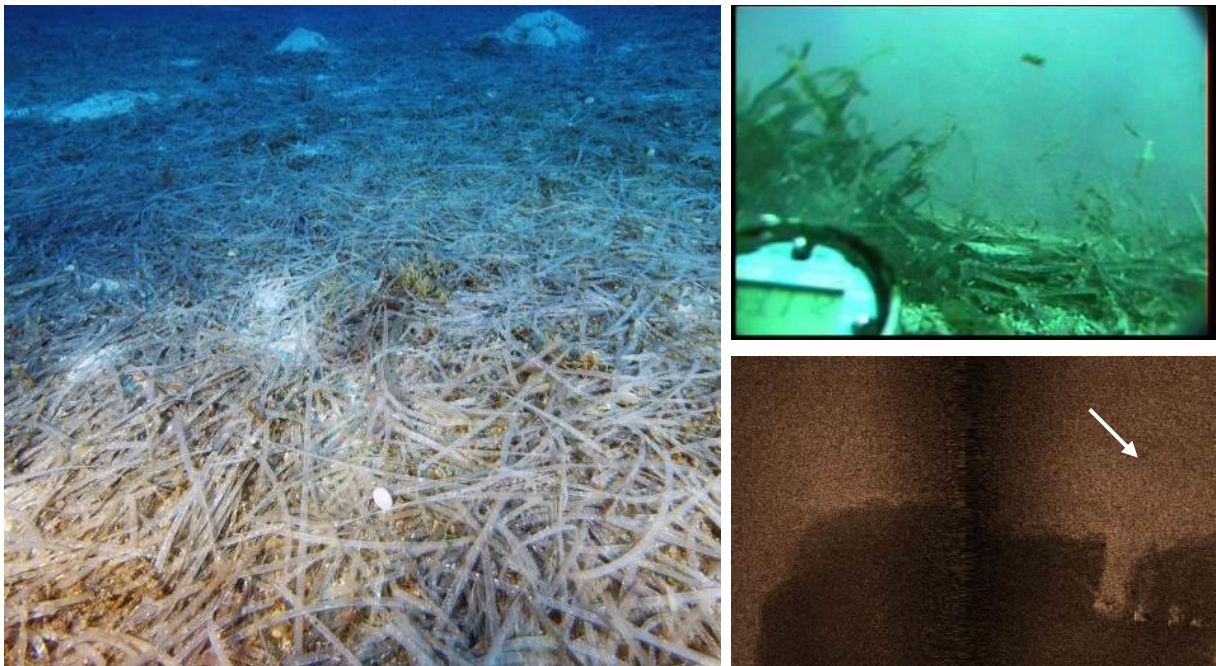
Παρατηρείται στο 1.4% της περιοχής έρευνας, σε βάθη μέχρι 79μ και μέσο βάθος τα 23μ. Πρόκειται για περιοχές πυθμένα που χαρακτηρίζονται από ομοιογενές υλικό, έλλειψη μορφολογικών και βιογενών στοιχείων, με κοκκομετρικό μέγεθος μεταξύ χονδρόκοκκης άμμου και ψηφίδας. Η υψηλότερη συμμετοχή της ψηφίδας εντοπίζεται κυρίως στις παράκτιες περιοχές Β. της Γυάρου. Η χαρτογράφηση των ορίων του τύπου αυτού έγινε μέσω ερμηνείας των εικόνων της συρόμενης κάμερας και παρέκταση των σημείων όπου εντοπίστηκε σε περιοχές παρόμοιου ακουστικού τύπου στα μωσαϊκά Ηχοβολιστή Πλευρικής Σάρωσης.



Εικόνα 5.6:
Χαρακτηριστικές υ/β
εικόνες για τον τύπο
πυθμένα «Χονδρόκοκκη
άμμος/ψηφίδες»

4. Χονδρόκοκκη άμμος/ψηφίδες με νεκρά φυλλώματα *P. oceanica*

Πρόκειται στην πραγματικότητα για τον τύπο πυθμένα Γ (Χονδρόκοκκη άμμος/ψηφίδες) αλλά με εκτεταμένη επικάλυψη από νεκρά φυλλώματα *P. oceanica*. Προφανώς πρόκειται για εποχικό τύπο πυθμένα, που η εμφάνισή του εξαρτάται από την φυλλοβολία της *P. oceanica* και το εκάστοτε υδροδυναμικό καθεστώς. Αυτός ο τύπος πυθμένα εντοπίζεται στα Ν και ΝΑ της νήσου, σε περιοχές κατάντη εκτεταμένων λειμώνων *P. oceanica*. Καλύπτει το 1,4% της περιοχής έρευνας και εντοπίζεται σε βάθη μεταξύ 8 και 80μ, με μέσο βάθος τα 42μ. Το πάχος του υποκείμενου υποστρώματος εκτιμάται μεταξύ 0 και 10μ με μέση τιμή τα 2μ. Η χαρτογράφηση των ορίων του τύπου αυτού έγινε μέσω ερμηνείας των εικόνων της συρόμενης κάμερας και παρέκταση των σημείων όπου εντοπίστηκε σε περιοχές παρόμοιου ακουστικού τύπου στα μωσαϊκά Ηχοβολιστή Πλευρικής Σάρωσης.



Εικόνα 5.7: Χαρακτηριστικές υ/β εικόνες και ηχογραφία για τον τύπο πυθμένα «Χονδρόκοκκη άμμος/ψηφίδες με νεκρά φυλλώματα *P. oceanica*»

E. Άμμος με άλγη, ροδοφύκη και μικρούς ροδόλιθους (Maerl), τοπικά *C. racemosa*

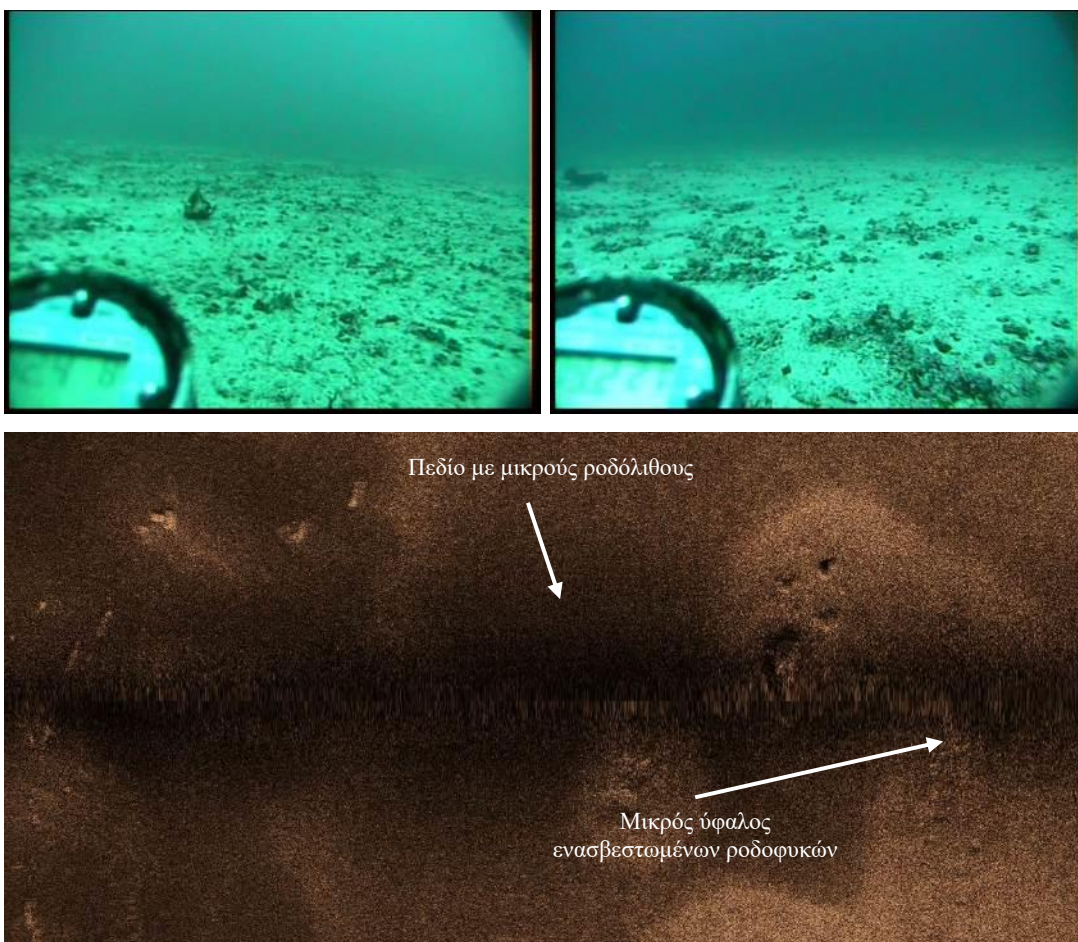
Πρόκειται για τύπο πυθμένα που καλύπτει το 1,2% της περιοχής μελέτης, εντοπίζεται στα ΒΑ της Γυάρου και σε βάθη 13 έως 75μ, με μέσο βάθος τα 47μ. Το πάχος του υποκείμενου υποστρώματος εκτιμάται μεταξύ 0 και 4 με μέση τιμή το 1μ. Χαρακτηρίζεται από υπόστρωμα μέσο/χονδρόκοκκης άμμου το οποίο είναι κατά τόπους καλυμμένο με μια χαρακτηριστική πράσινη άλγη, πυκνούς βλαστούς του ξενικού χλωροφύκου *Caulerpa racemosa* (*C.racemosa*) ή/και διάσπαρτους μικρούς ροδόλιθους ενασβεστωμένων ροδοφυκών. Η χαρτογράφηση των ορίων του τύπου αυτού έγινε μέσω ερμηνείας των εικόνων της συρόμενης κάμερας και παρέκταση των σημείων όπου εντοπίστηκε σε περιοχές παρόμοιου ακουστικού τύπου στα μωσαϊκά Ηχοβολιστή Πλευρικής Σάρωσης.



Εικόνα 5.2.8: Χαρακτηριστικές υ/β εικόνες για τον τύπο πυθμένα «Άμμος με άλγη και μικρούς ροδόλιθους, τοπικά *C. racemosa*»

ΣΤ. Μέσο/χονδρόκοκκη άμμος με άλγη, ροδοφύκη και ροδόλυθους διαφόρων μεγεθών (Maerl), τοπικά *C. racemosa*

Ο τύπος αυτός πυθμένα εντοπίζεται σε βάθη από -20 έως -95μ, με μέσο βάθος τα -68μ και είναι ο τρίτος σε έκταση τύπος, καλύπτοντας το 11% της περιοχής έρευνας. Το μέσο πάχος του υποστρώματος είναι 2μ με μικρή διακύμανση μεταξύ 1,2 και 3,1μ. Αποτελείται από ένα υπόστρωμα μέσο/χονδρόκοκκης άμμου, στο οποίο σχηματίζονται διάσπαρτοι ροδόλιθοι ενασβεστωμένων ροδοφυκών ποικίλων μεγεθών. Στον τύπο αυτό πυθμένα συμπεριλήφθηκαν και περιοχές όπου παρατηρείται εκτενής ανάπτυξη μη ενασβεστωμένων ροδοφυκών και στο σύνολο αποτελεί μια μεταβατική περιοχή από τους παράκτιους τύπους πυθμένα στην βαθύτερη ζώνη των συμπαγών σχηματισμών ενασβεστωμένων ροδοφυκών (τραγάνα). Και σε αυτό τον τύπο πυθμένα κατέστη συχνά δυνατός ο οπτικός εντοπισμός εκτεταμένων πεδίων όπου συνυπάρχει το ξενικό χλωροφύκος *C.racemosa* σε σημαντικές πυκνότητες. Η χαρτογράφηση των ορίων του τύπου αυτού έγινε μέσω οπτικής ερμηνείας των εικόνων της συρόμενης κάμερας και δειγμάτων αρπάγης και παρέκταση των σημείων όπου εντοπίστηκε σε περιοχές παρόμοιου ακουστικού τύπου στα μωσαϊκά Ηχοβολιστή Πλευρικής Σάρωσης.



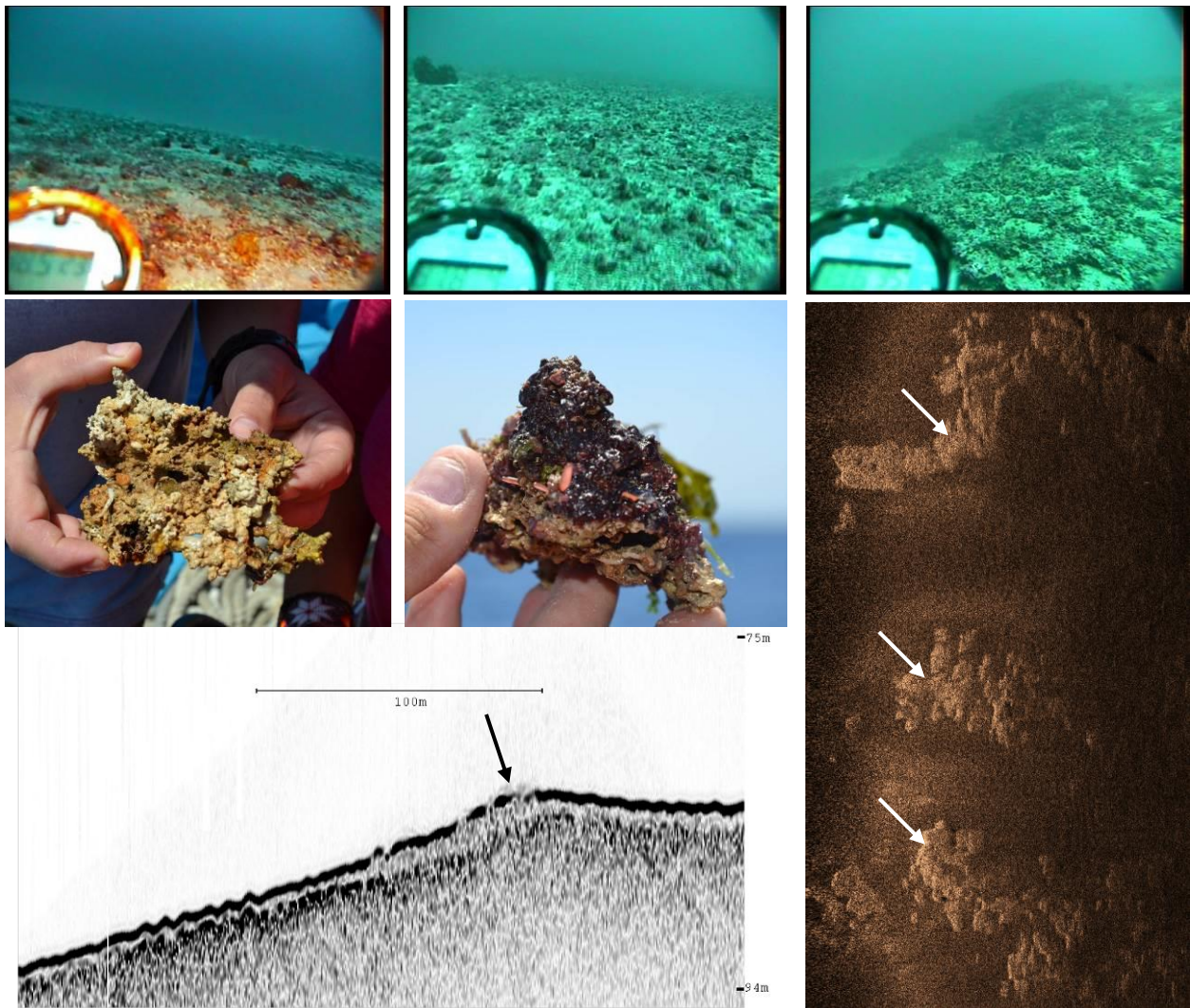
Εικόνα 5.9: Χαρακτηριστικές υ/β εικόνες και ηχογραφία για τον τύπο πυθμένα «Μέσο/χονδρόκοκη άμμος με άλγη, ροδοφύκη και ροδόλυθους διαφόρων μεγεθών (Maerl), τοπικά *C. racemosa*»

Z. Πεδίο πυκνών ροδόλιθων και ροδοφυκών (Maerl) με συμπαγείς σχηματισμούς ενασβεστωμένων ροδοφυκών (Reefs)

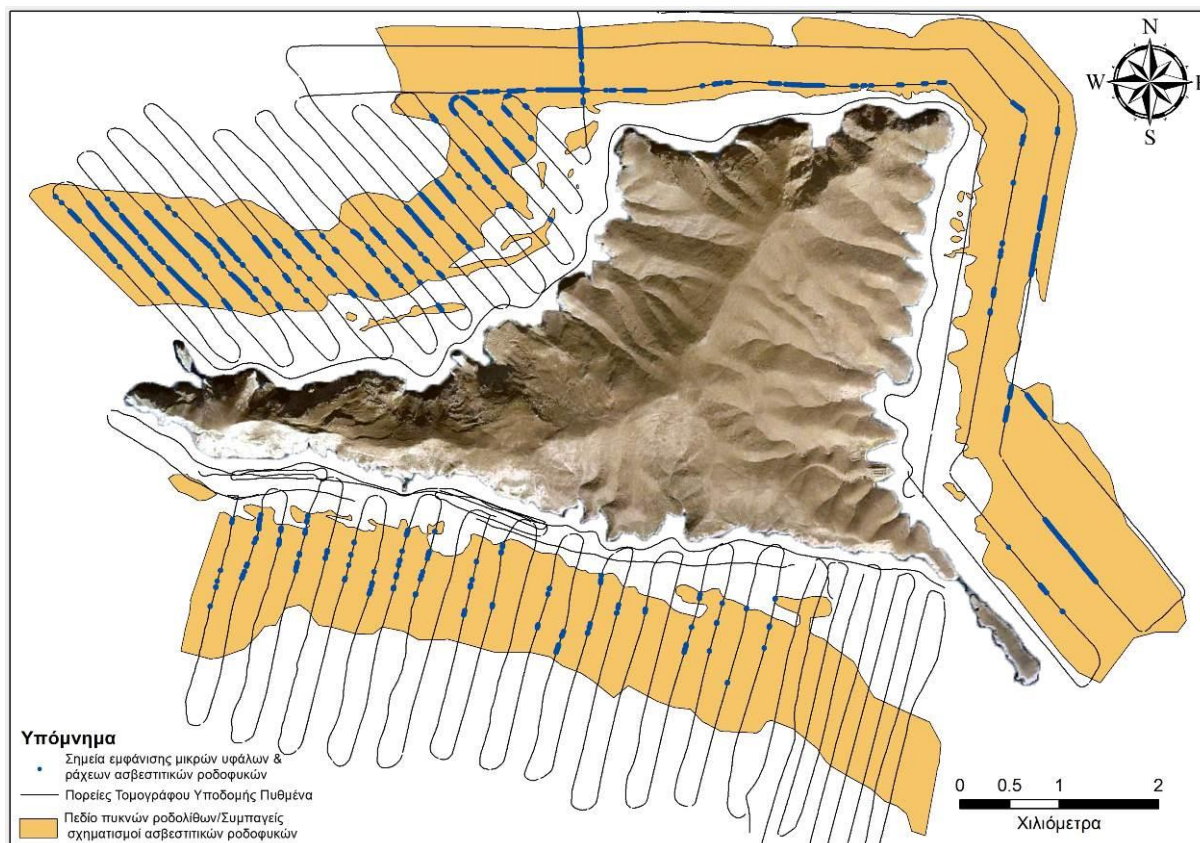
Πρόκειται για τον επικρατέστερο στην περιοχή έρευνας τύπο πυθμένα (50,6% της περιοχής έρευνας), η εμφάνιση του οποίου είναι σχεδόν καθολική από τα -70 έως τα -115μ (μέσο βάθος τα 100μ), ενώ στα ανατολικά παρατηρείται ακόμα και από τα -40μ ως και τα -138μ βάθος. Το μέσο πάχος των υποκείμενων ιζημάτων εκτιμάται στα 1,8μ με πολύ μικρή διακύμανση μεταξύ 1,3 και 2,7μ. Ο ακουστικός αυτός τύπος αναφέρεται σε κοραλλιογενείς σχηματισμούς είτε με την μορφή ευμεγεθών ροδόλιθων μεγάλης πυκνότητας πάνω σε αμμοϊλουόχο υπόστρωμα (Maerl), είτε μικρών υφάλων και ράχων συμπαγών ενασβεστωμένων ροδοφυκών (αντίστοιχων των *minute reef* όπως προτάθηκαν από τους Georgiadis et al., 2009). Οι τομογραφίες που συλλέχθηκαν στην ενότητα αυτή έδειξαν ότι το βραχώδες/ακουστικό υπόβαθρο βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του πυθμένα (βλ. εικ.4.2.1.2. και 6.1.β), χωρίς όμως να αναδύεται, στοιχείο που δηλώνει ότι οι ύφαλοι/ράχες των ενασβεστωμένων ροδοφυκών αναπτύσσονται πιθανώς σε μαλακό υπόστρωμα με απαραίτητη την παρουσία ρηχού υποβάθρου.

Η ηχοαναγνώριση των μικρών υφάλων και ράχων ενασβεστωμένων ροδοφυκών έγινε με εμπειρικά κριτήρια, και συγκεκριμένα: α) την χαρακτηριστική ασθενή ακουστική οπισθοσκέδαση (backscatter) της επιφάνειας του πυθμένα σε σημεία όπου αναπτύσσονται μικροί ύφαλοι ή ράχες σε δεδομένα του τομογράφου υποδομής πυθμένα, ενδεικτική της χαοτικής δομής τους και β) την δαιδαλώδη αλλά γεωμετρικά καθορισμένη, έντονης ανακλαστικότητας εμφάνισή τους στον ηχοβολιστή πλευρικής σάρωσης, με χαρακτηριστική περιφερειακή άλω (εικ. 5.10.). Η ηχοαναγνώριση των πεδίων πυκνών ροδόλιθων ήταν πιο έμμεσος και στηρίχτηκε στην οπτική ερμηνεία των εικόνων της συρόμενης κάμερας και των δειγμάτων αρπάγης και την παρέκταση των σημείων όπου εντοπίστηκε σε γειτονικές περιοχές έντονης ανελαστικότητας. Επίσης σημαντικά κριτήρια αποτέλεσαν η ύπαρξη ρηχού υποβάθρου και η γειτνίαση με περιοχές όπου έχουν εντοπιστεί μικροί ύφαλοι και ράχες. Στην εικόνα 5.11 φαίνεται η χωρική εξάπλωση αυτών των σχηματισμών, όπως προέκυψε από την ανάλυση των δεδομένων του ΤΥΠ της έρευνας του 2014, με την μορφή σημείων που καταδεικνύουν τις περιοχές όπου παρατηρήθηκε στις καταγραφές του τομογράφου υποδομής πυθμένα η χαρακτηριστική ακουστική υπογραφή

συμπαγών σχηματισμών ενασβεστωμένων ροδοφυκών με την μορφή μικρών υφάλων και ράχων. Μια πρώτη ανάλυση των δεδομένων αυτών δείχνει πως η χωρική πυκνότητα αυτών των σχηματισμών είναι σαφώς υψηλότερη στα Β-Δ της περιοχής μελέτης, γεγονός το οποίο υποδηλώνει την επικράτηση συνθηκών που ευνοούν την δημιουργία πιο ανεπτυγμένων κοραλλιογενών σχηματισμών.



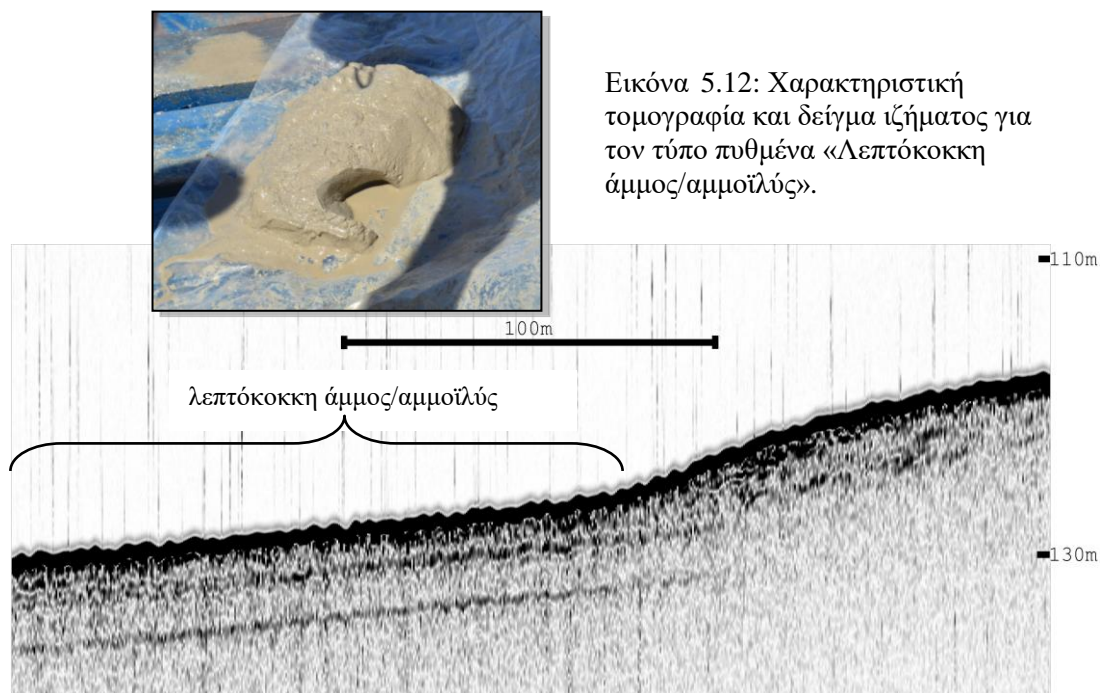
Εικόνα 5.10: Χαρακτηριστικές υ/β εικόνες, ηχογραφία και τομογραφία για τον τύπο τυθμένα «Πεδίο πυκνών ροδόλιθων/Συμπαγείς σχηματισμοί ενασβεστωμένων ροδοφυκών».



Εικόνα 5.11: Χάρτης όπου παρουσιάζονται τα σημεία που παρατηρήθηκε στις καταγραφές του τομογράφου υποδομής πυθμένα η χαρακτηριστική ακουστική υπογραφή συμπαγών σχηματισμών ενασβεστωμένων ροδοφυκών με την μορφή μικρών υφάλων και ράχων όπως προέκυψε από τα δεδομένα της αποστολής του 2014.

H. Λεπτόκοκκη άμμος/αμμοϊλός

Πρόκειται για τον βαθύτερο τύπο πυθμένα που ακολουθεί αυτόν των συμπαγών ενασβεστωμένων ροδοφυκών και αποτελείται από λεπτόκοκκη άμμο και αμμοϊλύ με παρουσία χερσογενών και βιογενών θραυσμάτων. Αποτελεί τον δεύτερο σε εμφάνιση τύπο πυθμένα καθώς καλύπτει το 29,9% της περιοχής έρευνας και παρατηρείται βαθύτερα των 100μ. Σε αυτή την ενότητα, οι τομογραφίες έδειξαν ότι το πάχος του επιφανειακού στρώματος ιζήματος είναι σημαντικό (>5μ) (εικ. 5.12 και 6.1.β).



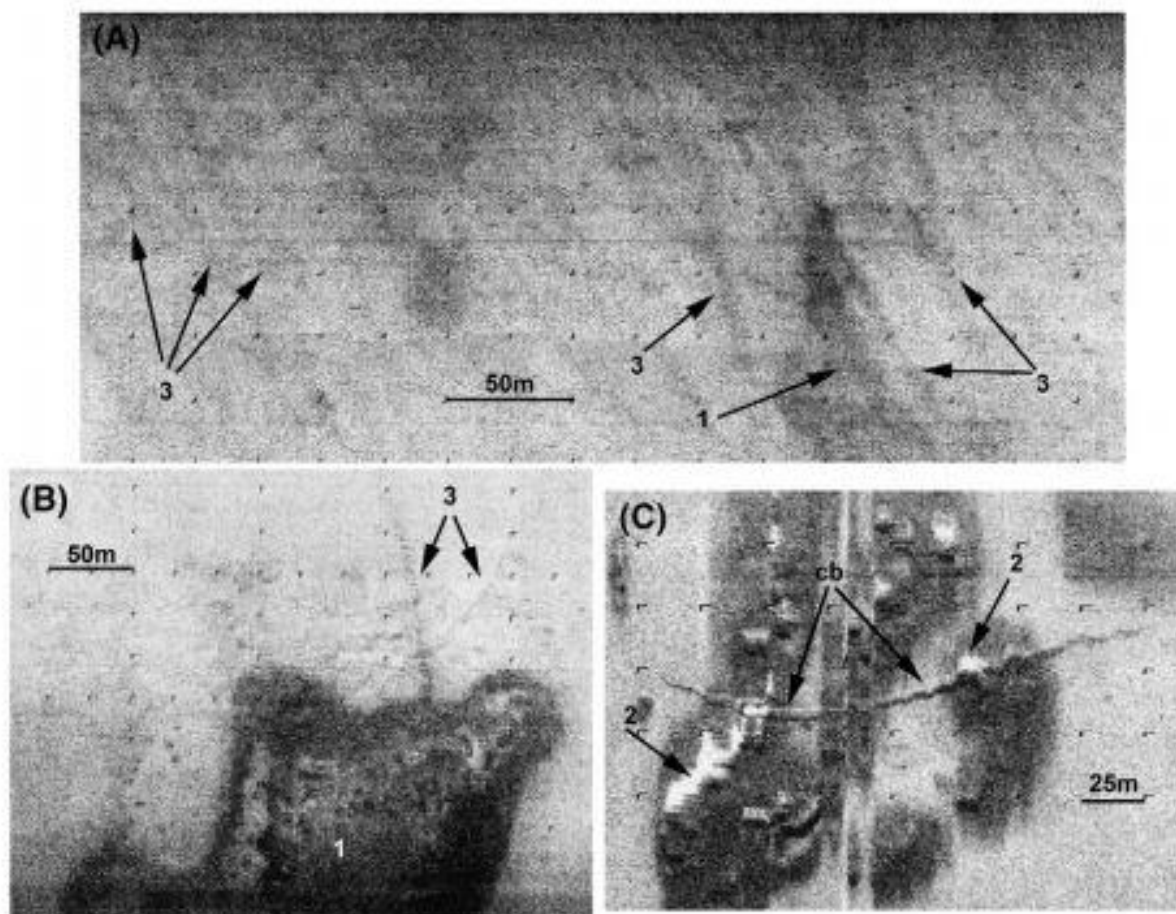
6. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΚΤΑΣΗ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΩΝ

Μια ενδιαφέρουσα παράμετρος των ερευνητικών αποστολών στη Γυάρο αποτέλεσε ο έλεγχος των πιθανών μεταβολών στην ποιότητα και στην έκταση των δύο σημαντικών ενδιαιτημάτων (*P. oceanica*, ενασβεστωμένα ροδοφύκη) που αναπτύσσονται περιφερειακά του νησιού. Το χρονικό διάστημα μεταξύ των δύο ερευνητικών περιόδων (περίπου 3,5 έτη) είναι σχετικά μικρό για μεταβολές στην έκταση και την ποιότητα των ενδιαιτημάτων, αλλά αποτελεί αναμφίβολα μια ενδιαφέρουσα ερευνητική υπόθεση εργασίας.

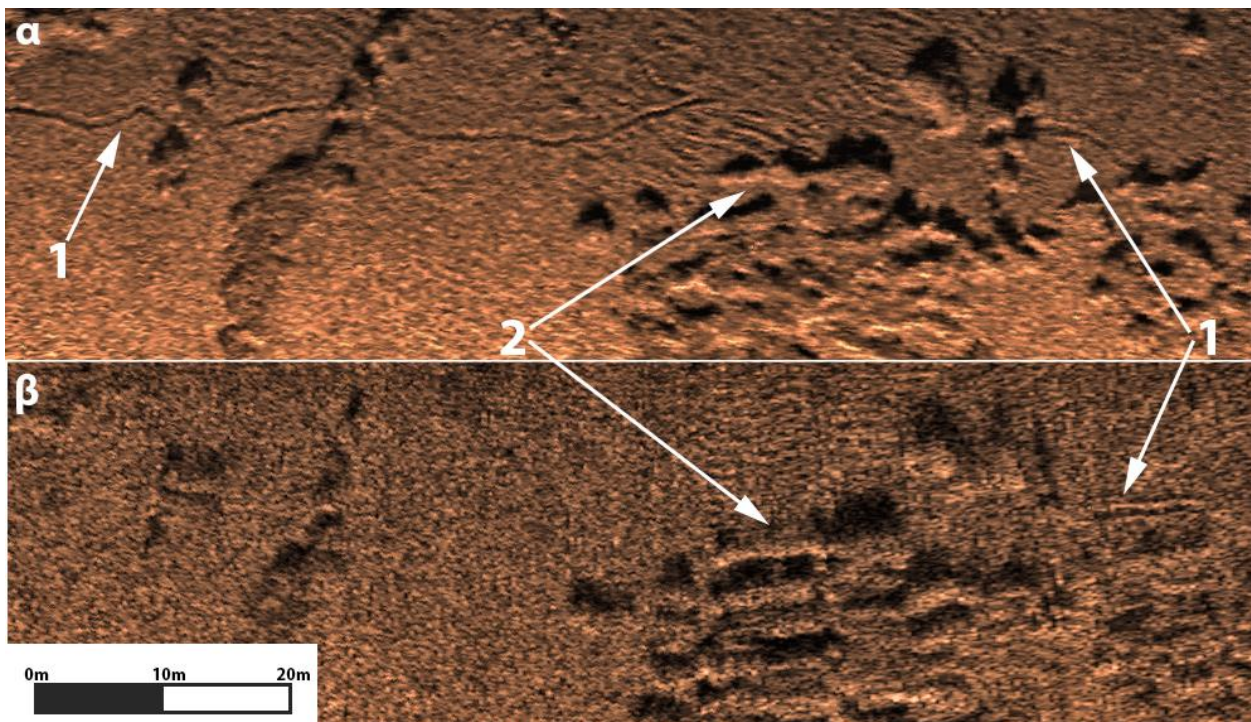
Κατά την πρώτη ερευνητική περίοδο (2014) έγινε η χαρτογράφηση του πυθμένα έκτασης ίσης με 57,291 km² (Πίνακας 4.1.1.1) περιμετρικά του νησιού, εκ της οποίας διαπιστώθηκε ότι ένα ποσοστό μεγαλύτερο του 50% και ίσο με 24 km² (Τεχνική Έκθεση υποβληθείσα στο WWF/Ελλάς LIFE CYCLADES, Νοέμβριος 2014) καλύπτεται από τους προστατευόμενους οικότοπους της *P. oceanica* και των πυκνών κοραλλιογενών σχηματισμών (τραγάνια). Λόγω της ιδιαίτερα μεγάλης έκτασης αλλά και της χωρικής εξάπλωσης τους, η οποία εμφανίζεται με τη μορφή δύο ζωνών περιφερειακά του νησιού, μία ρηχή από την ακτή έως τα 40 μέτρα όσον αφορά στην Ποσειδώνια και μία στα βαθιά από τα 60 έως και τα 110 μέτρα όσον αφορά στα ενασβεστωμένα ροδοφύκοι (τραγάνες), επιλέχθηκαν δύο αντιπροσωπευτικές περιοχές (περιοχές «μάρτυρες»), συνολικής έκτασης 5,64 τετρ. χλμ, μία στον Βορειοδυτικό και μία στον Νότιο θαλάσσιο χώρο του νησιού, στις οποίες επαναλήφθηκαν οι πορείες γεωακουστικής αποτύπωσης του πυθμένα, της περιόδου 2014, με την χρήση ΗΠΣ (Εικόνα 4.1.6.3). Επιπλέον κριτήριο για την επιλογή των συγκεκριμένων περιοχών είναι το γεγονός ότι σε αυτές τις περιοχές είχαν πραγματοποιηθεί πορείες οπτικής παρατήρησης του πυθμένα, με την χρήση υποβρύχιας κάμερας. Αυτές οι πορείες οπτικής παρατήρησης επαναλήφθηκαν, όπως επίσης επαναλήφθηκε και μία πορεία οπτικής παρατήρησης του πυθμένα στην ανατολική πλευρά του νησιού και συγκεκριμένα μπροστά από τον όρμο όπου βρίσκονται τα κτήρια των φυλακών (Εικόνα 4.1.6.3). Η διαδικασία για τον έλεγχο και την εκτίμηση των πιθανών αλλαγών ακολούθησε τα εξής μεθοδολογικά βήματα:

1. Συλλογή γεωακουστικών και οπτικών δεδομένων πυθμένα σε κοινές περιοχές (περιοχές «μάρτυρες») με τον ίδιο ακριβώς εξοπλισμό, με τις ίδιες τεχνικές προδιαγραφές και τις ίδιες παραμέτρους πεδίου και συλλογής δεδομένων, έτσι ώστε τα δεδομένα να είναι όσον το δυνατόν περισσότερο συγκρίσιμα μεταξύ τους.
2. Η επεξεργασία των γεωακουστικών δεδομένων ΗΠΣ που συλλέχθηκαν το 2017 και η επαν-επεξεργασία των γεωακουστικών δεδομένων του 2014, με ακριβώς ίδιες παραμέτρους, για την παραγωγή όσον το δυνατόν συγκρίσιμων ηχογραφιών αποτύπωσης και μωσαϊκών της ίδιας περιοχής του πυθμένα.
3. Η επεξεργασία των καινούργιων δεδομένων οπτικής παρατήρησης και η ακριβής γεωαναφορά τους.
4. Η σύνθεση των αποτελεσμάτων των βημάτων 2 και 3 και η ακόλουθη σύγκριση των δεδομένων των δύο ερευνητικών περιόδων για την εκτίμηση των πιθανών αλλαγών στα οικοσυστήματα.

Πιο συγκεκριμένα, μέσω των δεδομένων του ΗΠΣ εξάχθηκαν εικόνες ηχητικής αποτύπωσης, της ίδιας περιοχής του πυθμένα, για τις δύο περιόδους, μέσω των οποίων μπορούν να ανιχνευτούν τυχόν αλλαγές στην έκταση εξάπλωσης των ενδιαιτημάτων, είτε λόγω φυσικών παραγόντων όπως αλλαγή των φυσικοχημικών συνθηκών της θαλάσσιας στήλης (Ph, θερμοκρασία, αλατότητα, ρεύματα κ.λ.π.) είτε ανθρωπογενών πιέσεων (αλιεία με δυναμικά εργαλεία, αγκυροβολήσεις). Οι κύριες ανθρωπογενείς δραστηριότητες που επιφέρουν την υποβάθμιση των συγκεκριμένων ενδιαιτημάτων είναι η σύρση αλιευτικών εργαλείων στον πυθμένα (κυρίως τράτες με υδραετούς «πόρτες») και η σύρση αγκυρών σκαφών αναψυχής και άλλων σκαφών. Ο ΗΠΣ είναι το αποτελεσματικότερο μέσο για τον εντοπισμό αλιευτικών ιχνών από σύρση αλιευτικών εργαλείων (trawlmarks) και ουλών από τις σύρσεις αγκυρών (Georgiadis et al 2009, Kiparissis et al 2011), (Εικόνα 6.1. και Εικόνα 6.2).



Εικόνα 6.1: Ηχογραφίες ΗΠΣ με χαρακτηριστικά παραδείγματα ανθρωπογενών δραστηριοτήτων πάνω σε κοραλλιογενείς σχηματισμούς. (Α.Β) Αλιευτικά ίχνη και (C) αιωρούμενο καλώδιο πάνω από υφάλους ενασβεστωμένων ροδοφυκών (1: Πεδίο με ροδόλιθους, 2: Ύφαλοι τραγάνας 3: Σύρσεις αλιευτικών εργαλείων)(Georgiadis et al 2009) .

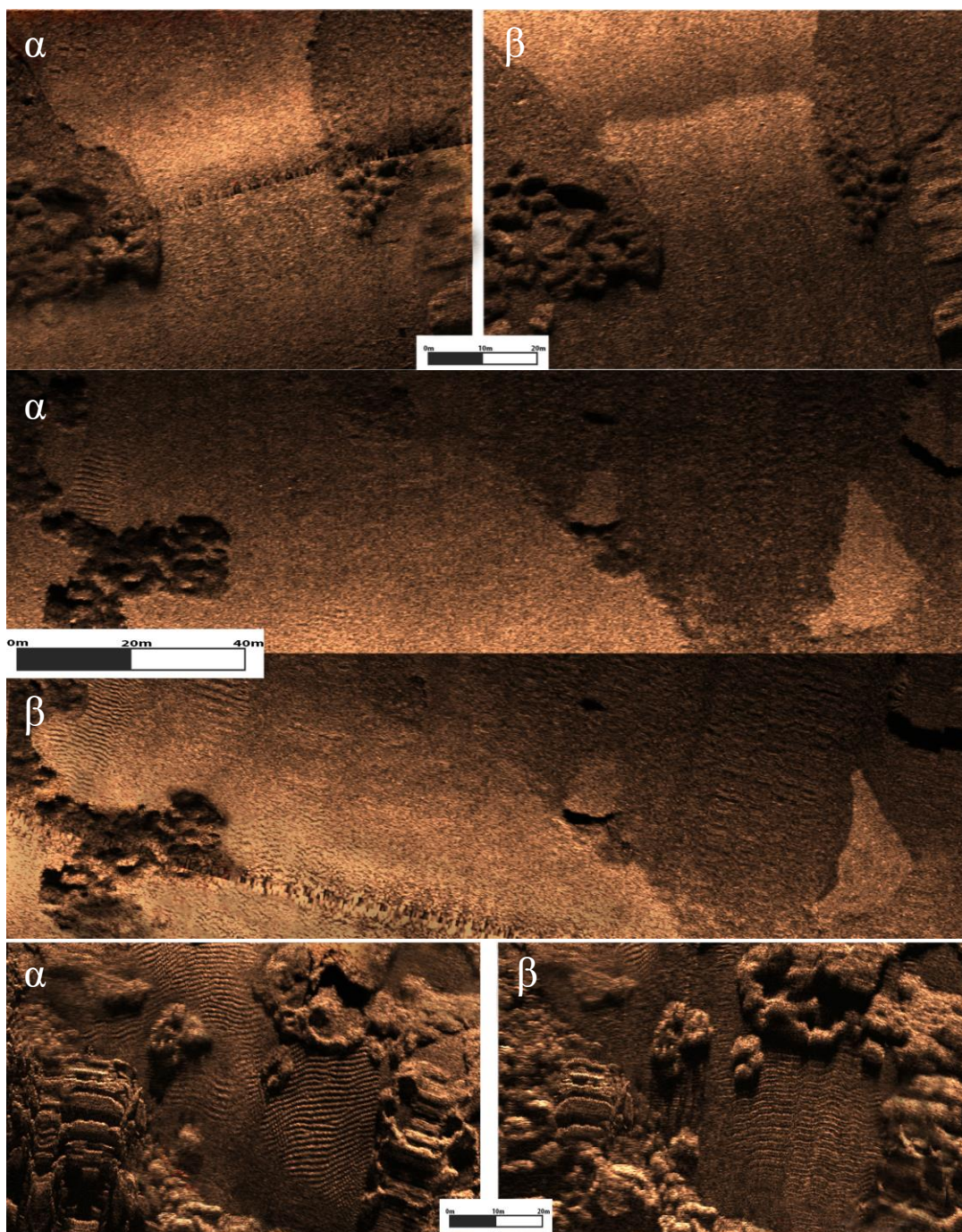


Εικόνα 6.2: Ηχογραφίες ΗΠΣ που συλλέχθηκαν (α) στην έρευνα του 2017 και (β) του 2014 όπου διακρίνεται ουλή (1) από την σύρση άγκυρας πάνω στην Ποσειδώνια (2).

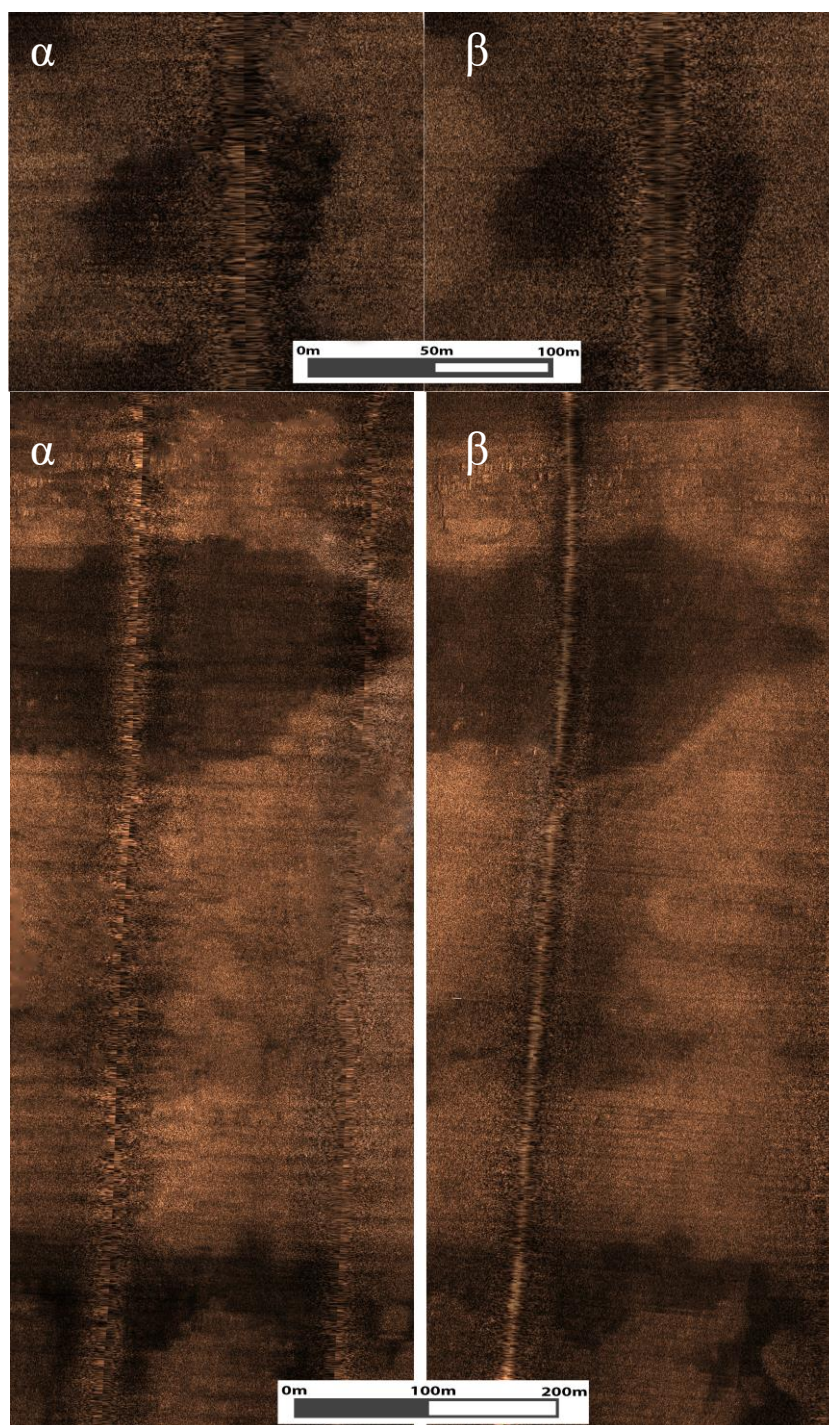
Μέσω των οπτικών δεδομένων παρατήρησης του πυθμένα μπορεί να γίνει εκτίμηση της ποιότητας των ενδιατημάτων τόσο σε ευρεία κλίμακα, όπως είναι ο εντοπισμός των ουλών από τις σύρσεις αλιευτικών εργαλείων και αγκυρών όσο και σε μικρότερη κλίμακα όπως είναι η οικολογική κατάσταση των ενδιατημάτων. Για παράδειγμα, εξαιρετικής οικολογικής κατάστασης Ποσειδώνια αποτυπώνεται με τη μορφή πυκνών λιβαδιών βαθυπράσινου χρώματος πάνω στα οποία παρατηρείται η ανάπτυξη χαρακτηριστικών επίφυτων ενώ συνήθως συνδυάζονται με την πυκνή παρουσία ιχθυοπληθυσμών. Το αντίστοιχο για τα ενασβεστωμένα ροδοφύκη αποτυπώνεται κυρίως μέσω της πυκνότητας στον χώρο τον ροδόλιθων αλλά και του χρώματος τους, το οποίο είναι χαρακτηριστικό βαθυκόκκινο, τόσο για αυτά όσο και για τους υφάλους. Όπως και στην Ποσειδώνια έτσι και για τα πεδία τραγάνας σημαντική ένδειξη υγείας αποτελεί η πυκνή συγκέντρωση ιχθυοπληθυσμών στις αντίστοιχες περιοχές. Επιπλέον, η οπτική παρατήρηση, με υποβρύχιες κάμερες/οχήματα, εύκολα εντοπίζει αλιευτικά εργαλεία (δίχτυα,

παραγάδια) που έχουν αφεθεί ή εμπλακεί σε αυτά τα ενδιατήματα, αποτελώντας ενδείξεις για την αλιεία σε αυτά.

Η λεπτομερής σύγκριση των δεδομένων του ΗΠΣ στις περιοχές που ερευνήθηκαν δεν έδειξε καμία μεταβολή στα όρια εξάπλωσης των ενδιατημάτων, λαμβάνοντας υπόψη την ακρίβεια αποτύπωσης του ΗΠΣ. Ταυτόχρονα, δεν εντοπίστηκαν σημάδια υποβάθμισης τους λόγω αλιευτικών δραστηριοτήτων και αγκυροβολήσεων (Εικόνα 6.3 και 6.4). Αυτό μόνο ως θετικό μπορεί να ερμηνευθεί καθώς τόσο τα ενασβεστωμένα ροδοφύκη όσο και η Ποσειδωνία ως χαρακτηριστικό τους έχουν τους πολύ αργούς ρυθμούς ανάπτυξης



Εικόνα 6.3: Συγκριτικές ηχογραφίες ΗΠΣ που αποτυπώνουν λειμώνες Ποσειδωνίας που συλλέχθηκαν στην ερευνητική αποστολή (α) του 2017 και (β) του 2014.



Εικόνα 6.4: Συγκριτικές ηχογραφίες ΗΠΣ που αποτυπώνουν πεδία ροδόλιθων και ενασβεστωμένων ροδοφυκών που συλλέχθηκαν στην ερευνητική αποστολή (α) του 2017 και (β) του 2014.

ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΟΙΚΟΤΟΠΩΝ
ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΓΥΑΡΟΥ

WWF ΕΛΛΑΣ CYCLADES LIFE
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗ
ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗ ΦΩΚΙΑ ΣΤΙΣ ΒΟΡΕΙΕΣ
ΚΥΚΛΑΔΕΣ



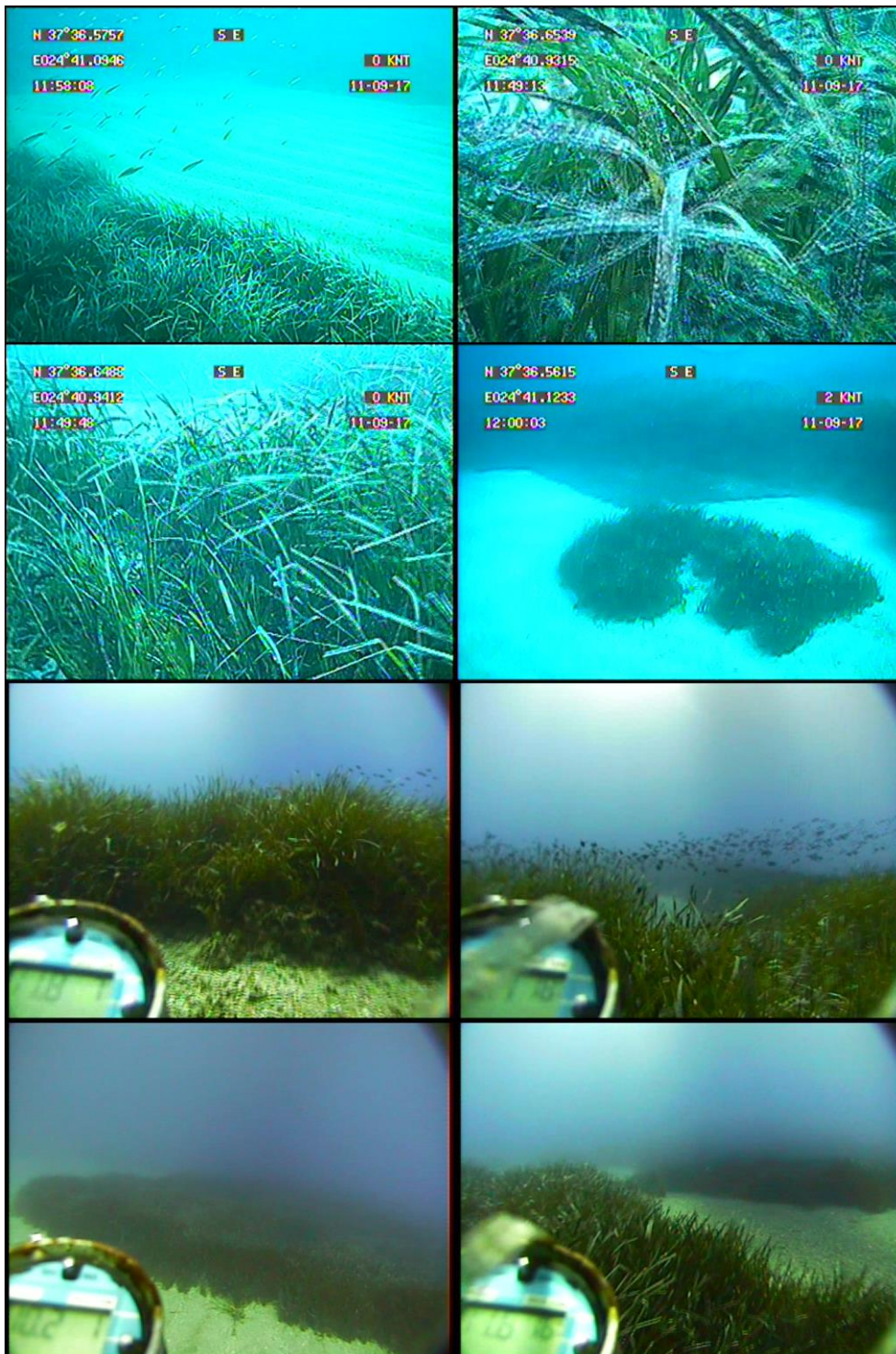
Η εξέταση των υποβρύχιων βίντεο και των φωτογραφικών στιγμιότυπων που λήφθηκαν από αυτά, έδειξαν την εξαιρετική οικολογική κατάσταση τους, όπως άλλωστε είχε διαπιστωθεί και στην έρευνα του 2014, με όλα τα χαρακτηριστικά που το υποστηρίζουν να είναι εμφανή (Εικόνα 6.5 έως 6.8).



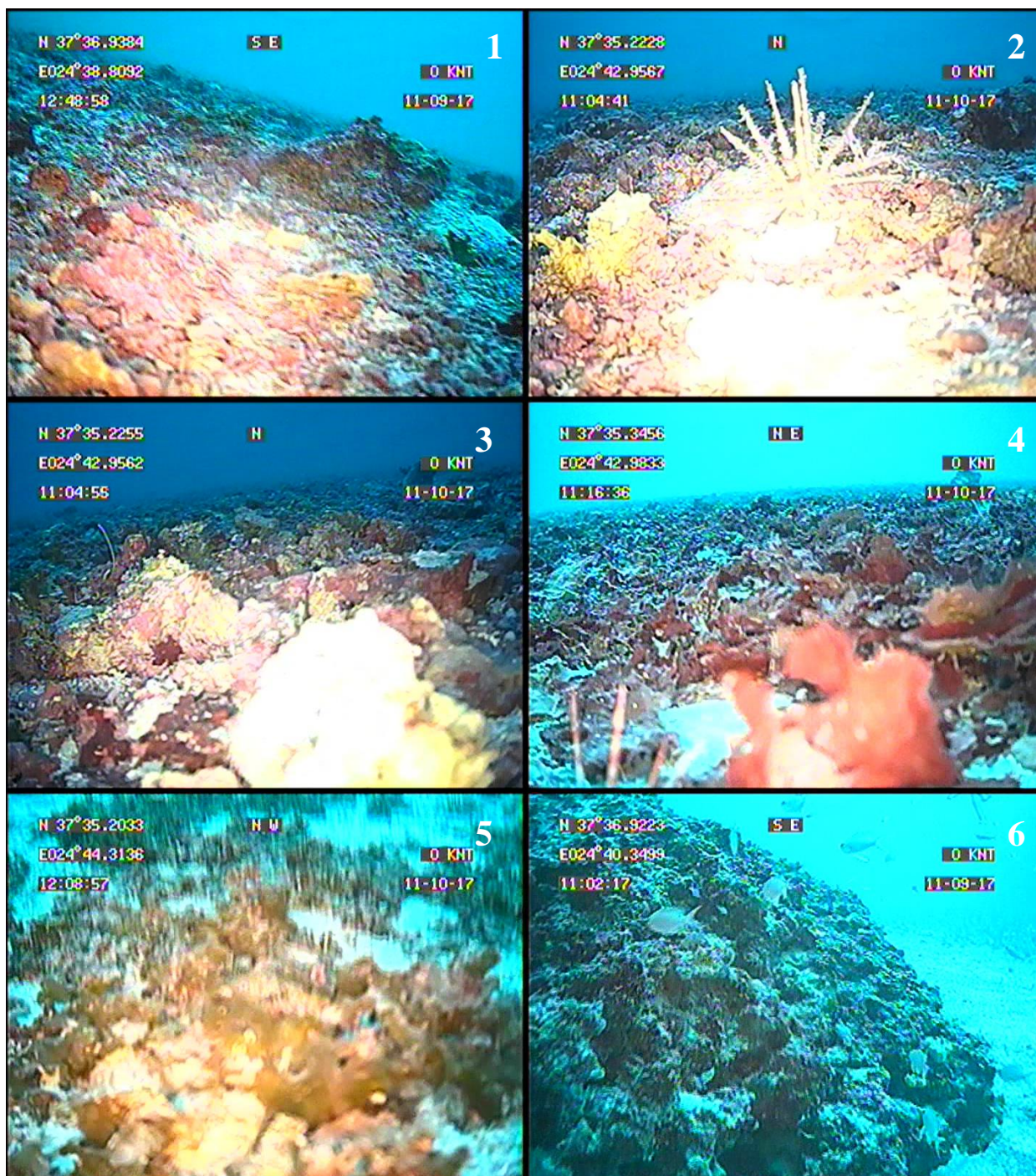
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΦΥΣΙΚΗΣ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ - ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

Φεβρουάριος 2017

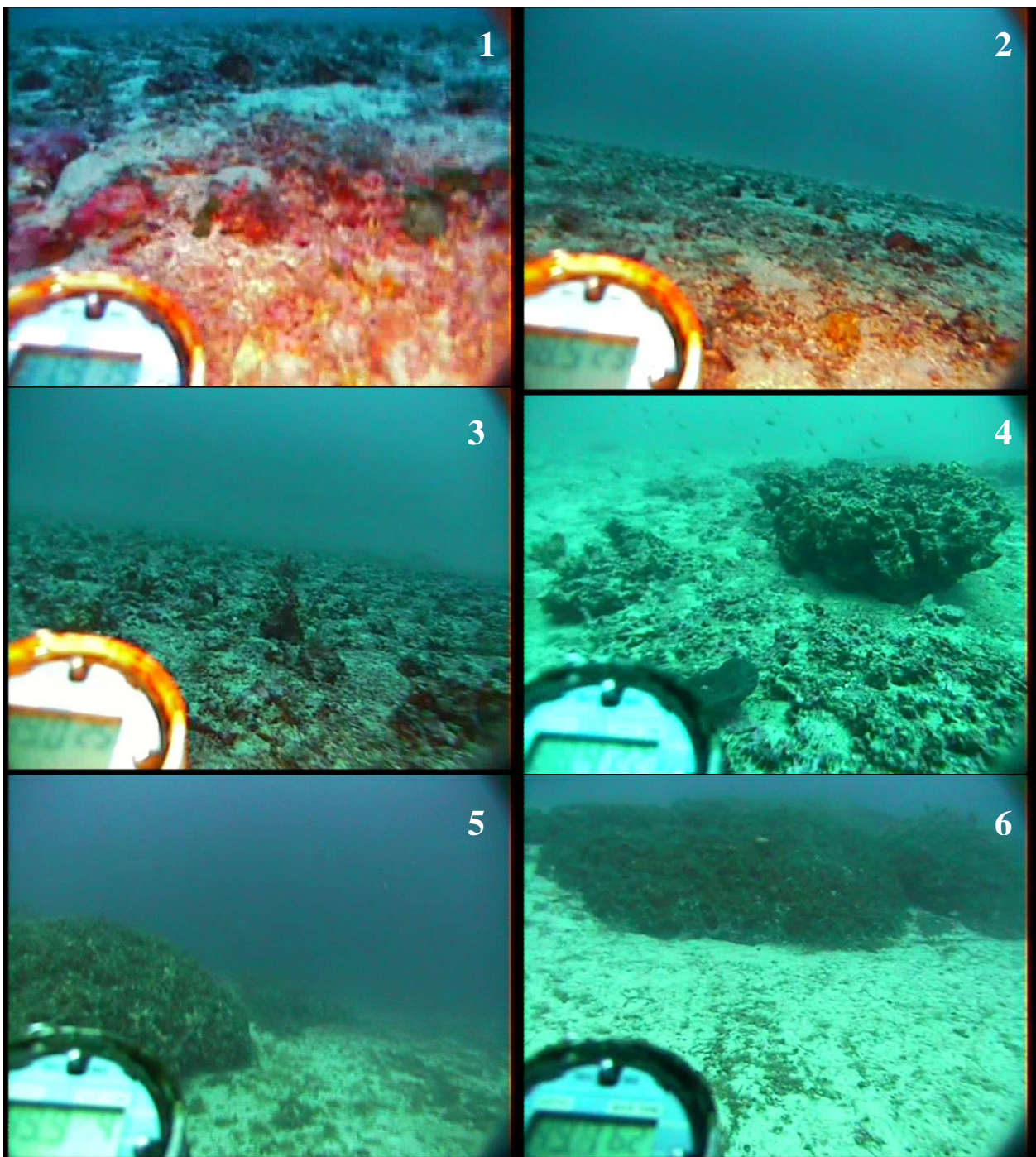
σελ. 61



Εικόνα 6.5:
Χαρακτηριστικές
εικόνες
Ποσειδωνίας όπως
αποτυπώθηκαν
στην ερευνητική
αποστολή (α) του
2017 και (β) του
2014.

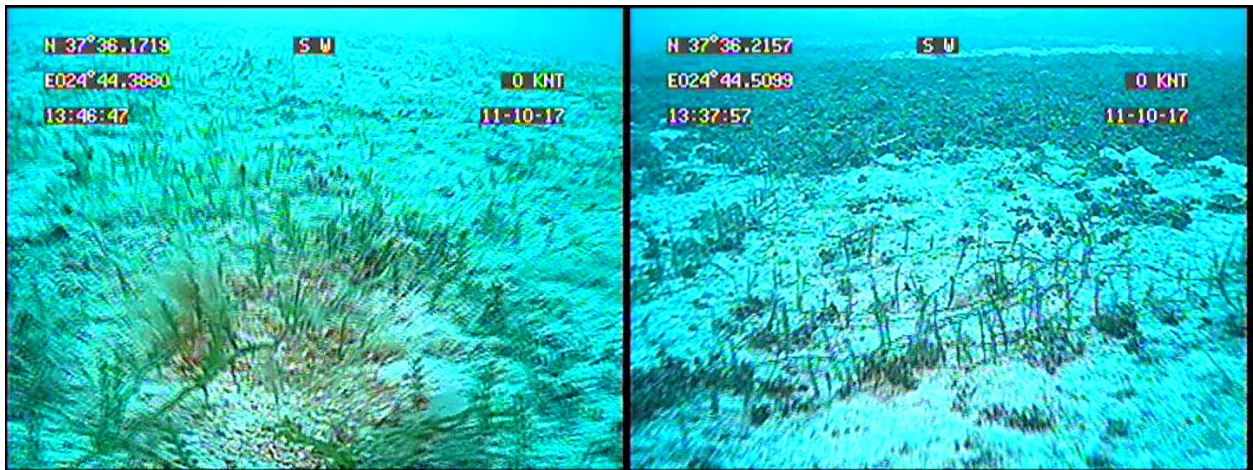


Εικόνα 6.6: Χαρακτηριστικές εικόνες ροδόλιθων (1-3), ροδοφυκών (4-5) και συμπαγής σχηματισμών ενασβεστωμένων ροδοφυκών (6) όπως αποτυπώθηκαν στην ερευνητική αποστολή του 2017.

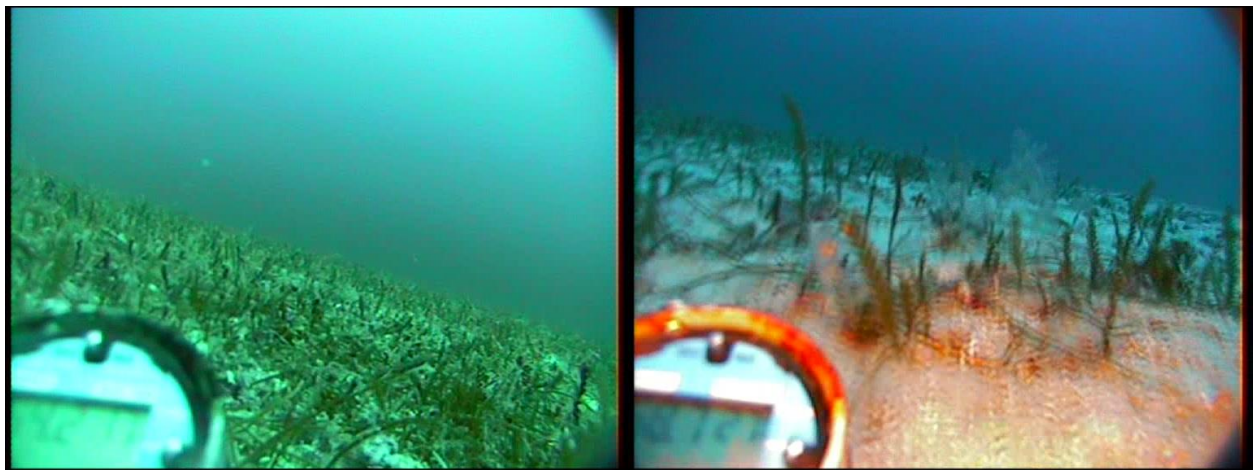


Εικόνα 6.7: Χαρακτηριστικές εικόνες ροδόλιθων (1-4), ροδοφυκών (1-2) και συμπαγής σχηματισμών ενασβεστωμένων ροδοφυκών (4-6) όπως αποτυπώθηκαν στην ερευνητική αποστολή του 2014

Όπως προέκυψε από τα αποτελέσματα της έρευνας του 2014 (Τεχνική Έκθεση υποβληθείσα στο WWF/Ελλάς LIFE CYCLADES, Νοέμβριος 2014) έτσι και από τα αποτελέσματα της ερευνητικής περιόδου του 2017, το μοναδικό στοιχείο υποβάθμισης της ποιότητας του πυθμένα παραμένει η παρουσία του ξενικού γλωροφύκου *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J.Agardh, 1873 (*C.racemosa*) (Εικόνα 6.8).



Εικόνα 6.8: Χαρακτηριστικές εικόνες του ξενικού γλωροφύκου *Caulerpa racemosa* όπως αποτυπώθηκαν στην ερευνητική αποστολή του 2017 και του 2014.



7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την γεωφυσική και οπτική διασκόπηση του πυθμένα περιμετρικά της νήσου Γυάρου διαπιστώθηκε η έντονη ποικιλομορφία του και η μεγάλη οικολογική του αξία. Συγκεκριμένα πάνω από 50% της χαρτογραφημένης περιοχής και με συνολική έκταση πάνω από 46.1 χμ², καλύπτεται από τους προστατευόμενους οικότοπους της *P.oceanica* και των πυκνών κοραλλιογενών σχηματισμών (τραγάνα). Μόνη ένδειξη υποβάθμισης του οικοσυστήματος του πυθμένα της Γυάρου αποτελεί η κατά τόπους ευδοκίμηση και εξάπλωση του ξενικού χλωροφύκου *Caulerpa racemosa*, το οποίο άλλωστε φαίνεται τις τελευταίες δεκαετίες να έχει εξαπλωθεί επικίνδυνα σε όλη την Μεσόγειο.

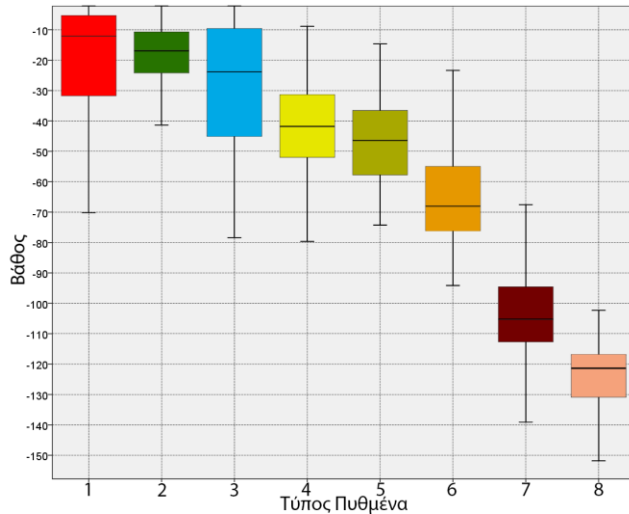
Στο θαλάσσιο χώρο της Μεσογείου, το φανερόγαμο *P. oceanica* δημιουργεί εξαιρετικά σημαντικούς θαλάσσιους βιότοπους, που καταλαμβάνουν το 23% (2,5-4,5 εκατ. εκτάρια) του πυθμένα σε βάθη μεταξύ 0-50 m (Pasqualini et al., 1998). Ο οικολογικός ρόλος των λιβαδιών *P. oceanica* είναι πολύ σημαντικός και αναφέρεται στους πιο κάτω άξονες: 1) Παράγουν υψηλά επίπεδα οξυγόνου ανά τετραγωνικό μέτρο παράκτιου περιβάλλοντος, 2) Τα φύλλα της *P. oceanica* ανανεώνονται συνεχώς προσφέροντας τεράστιες ποσότητες οργανικής ύλης στο θαλάσσιο οικοσύστημα, 3) Τα ριζώματα της *P. oceanica* είναι πολυετή, συγκρατούν το ίζημα και προστατεύουν τον πυθμένα και τις ακτές από τη διάβρωση και 4) Τέλος, το σύνολο φύλλων και ριζωμάτων φιλοξενεί έναν πολύ μεγάλο αριθμό φυτικών και ζωικών ειδών, περίπου 300 είδη φυτών και 700 είδη ζώων. Τα ζωικά είδη βρίσκουν προστασία, τρέφονται και αναπαράγονται μέσα στο υποθαλάσσιο λιβάδι. 69 συνολικά παράκτιες περιοχές της Ελλάδας, στις οποίες εντοπίζονται λιβάδια Ποσειδωνίας συμπεριλαμβάνεται στο Δίκτυο προστατευόμενων περιοχών NATURA 2000 με κωδικό GR2210002. Ταυτόχρονα, τον Ιούνιο του 2007, με το Φ.Ε.Κ. 241 και την υπουργική απόφαση Αριθμ. 167378 έγινε ο ορισμός των θαλάσσιων περιοχών με λιβάδια Ποσειδωνίας, στις οποίες απαγορεύτηκε η αλιεία με συρόμενα εργαλεία. Η περιοχή της Γυάρου φαίνεται να πληροί όλες τις προϋποθέσεις για να συμπεριλαμβάνεται στο δίκτυο αυτό.

Οι κοραλλιογενείς σχηματισμοί αποτελούν πολύ σημαντικό αλιευτικό πεδίο στην Μεσόγειο. Παρόλα αυτά η δομή τους είναι ιδιαίτερα εύθραυστη και η επίδραση των αλιευτικών εργαλείων πάνω τους είναι καταστροφική. Ως αποτέλεσμα, η σχετικά πρόσφατη διάταξη 1967/2006 της

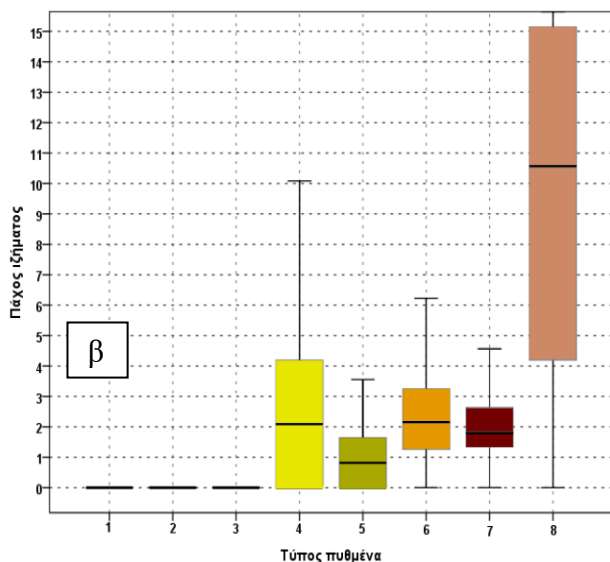
Ευρωπαϊκής Ένωσης για την διαχείριση των Μεσογειακών ιχθυοαποθεμάτων (European Commission, 2006) τους ανακήρυξε προστατευόμενο ενδιαίτημα. Στην Ελλάδα οι κοραλλιογενείς σχηματισμοί αποτελούσαν ανέκαθεν πολύ σημαντικά αλιευτικά πεδία και είναι γνωστοί ως «τραγάνες». Παρότι οι σχηματισμοί με την μεγαλύτερη έκταση και συνέχεια της Μεσογείου εντοπίζονται στο Αιγαίο πέλαγος, καμία συστηματική έρευνα δεν έχει δημοσιευτεί σχετικά με την μελέτη τους. Εξαιρεση αποτελεί η εργασία των Georgiadis et al (2009) όπου γεωακουστικά δεδομένα συλλεγμένα από παλαιότερη έρευνα του Ε.Θ.Α.Γ.Ε.Φ.Ω, χρησιμοποιούνται για την συστηματική ποιοτική καταγραφή και κατανόηση της μορφολογίας και διασποράς τους στις Κυκλάδες νήσους.

Αντί κατακλείδας, εκτός του ποσοστού κάλυψης της ευρύτερης θαλάσσιας περιοχής της Γυάρου από κάθε τύπο πυθμένα που αναγνωρίστηκε (εικ. 5.1), για την καλύτερη αξιολόγηση των μηχανισμών που καθορίζουν την εξάπλωση τους παρατίθεται η εικόνα 7.1.α και β, που δίνονται διαγράμματα συνθετικού τύπου Box-Plot όπου φαίνονται το εύρος, η μέση τιμή και τα ακρότατα

όρια των βαθών και του πάχους ιζημάτων, ανά τύπο πυθμένα.



Εικόνα 7.1.: Διαγράμματα τύπου Box-Plot όπου φαίνονται το εύρος, η μέση τιμή και τα ακρότατα όρια: (α) των βαθών και (β) του πάχους ιζημάτων, ανά τύπο πυθμένα.



Τύποι Πυθμένα

- 1 Βραχώδες υπόστρωμα
- 2 *P. oceanica*
- 3 Χονδρόκοκκη άμμος/ψηφίδες
- 4 Χονδρόκοκκη άμμος/ψηφίδες με νεκρά φυλλώματα *P. oceanica*
- 5 Άμμος με άλγη, ροδοφύκη και μικρούς ροδόλυθους (*Maerl*), τοπικά *C. racemosa*
- 6 Μέσο/χονδρόκοκκη άμμος με άλγη, ροδοφύκη και ροδόλυθους διαφόρων μεγεθών (*Maerl*), τοπικά *C. racemosa*
- 7 Πεδίο πυκνών ροδόλυθων και ροδοφυκών (*Maerl*) με συμπηγείς σχηματισμούς ενασβεστωμένων ροδοφυκών (*Reefs*)
- 8 Λεπτόκοκκη άμμος/αμμοαίλις

Τα συνθετικά διαγράμματα Box-Plot δείχνουν ότι στην ευρύτερη περιοχή της Γύαρου:

Η *P. oceanica* περιορίζεται μέχρι ένα βάθος περίπου 25μ. στοιχείο που οφείλεται πιθανώς στις μεγάλες και απότομες κλίσεις του πυθμένα.

Οι τύποι πυθμένα «Άμμος με άλγη, ροδοφύκη και μικρούς ροδόλυθους (*Maerl*), τοπικά *C. racemosa*» και «Μέσο/χονδρόκοκκη άμμος με άλγη, ροδοφύκη και ροδόλυθους διαφόρων μεγεθών (*Maerl*), τοπικά *C. racemosa*» περιορίζονται μεταξύ των βαθών 37 και 75μ. ενώ

φαίνεται να αναπτύσσονται σε οριακό έως μικρό πάχος χαλαρών ιζημάτων (0-3μ.) πάνω από το σκληρό υπόβαθρο.

Ο σημαντικότερος και πιο εκτεταμένος τύπος πυθμένα «Πεδίο πυκνών ροδόλιθων και ροδοφυκών (Maerl) με συμπαγείς σχηματισμούς ενασβεστωμένων ροδοφυκών (Reefs)» περιορίζεται μεταξύ των βαθών 94-113μ. και φαίνεται να αναπτύσσεται σε πολύ μικρό πάχος χαλαρών ιζημάτων (1,5-2,5μ.) πάνω από το σκληρό υπόβαθρο.

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας επιχειρήθηκε η αποτύπωση του ύψους των φυλλωμάτων της *P.oceanica* με μονοδεσμικό ηχοβολιστή Biosonic και κατασκευάστηκε ένας χάρτης που παρουσιάζει μια εκτίμηση του μέσου ύψους φυλλώματος της σε κάναβο εξαγωνικών περιοχών 75x75μ. Πρέπει να τονισθεί ότι ο βαθμός αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων της μεθόδου αυτής είναι υπό διερεύνηση καθώς είναι η πρώτη φορά (σε βιβλιογραφικό επίπεδο) που εφαρμόζεται στο είδος *P.oceanica* και μάλιστα σε ένα περιβάλλον με ακραίες κλίσεις πυθμένα και έντονες εναλλαγές ακουστικών τύπων, όπως είναι ο πυθμένας περιμετρικά της νήσου Γυάρου. Οι γενικές τάσεις του ύψους της φυτοκάλυψης από *P.oceanica* φαίνεται να είναι συμβατές με τις σημειακές μετρήσεις που έγιναν από τους δύτες της ερευνητικής ομάδας. Η επιφανειακή κατανομή που προέκυψε δείχνει πως το ύψος φυλλώματος της *P.oceanica* είναι σημαντικότερο στα ΒΔ του νησιού, όπου άλλωστε οι κλίσεις του πυθμένα είναι μικρότερες, ενώ στα ανατολικά δεν φαίνεται να ευνοείται ο σχηματισμός της, παρά τις ομαλές κλίσεις, σε αντίθεση με άλλα είδη ενδαιτημάτων, όπως η χαρακτηριστική πράσινη άλγη, πυκνά πεδία μικρών ροδόλιθων, κοραλλιογενών σχηματισμών και *C.racemosa*, που φαίνεται να ευδοκούν σε ασυνήθιστα μικρά βάθη.

Ο περιορισμός του τύπου πυθμένα «Πεδίο πυκνών ροδόλιθων και ροδοφυκών (Maerl) με συμπαγείς σχηματισμούς ενασβεστωμένων ροδοφυκών (Reefs)» μεταξύ των βαθών 94 και 113μ. είναι απολύτως συμβατός με τα αποτελέσματα των Georgiadis et al (2009) επιβεβαιώνοντας την κυρίαρχη τάση βυθομετρικής παρουσίας των ροδοφυκών στις Κυκλάδες. Οι καλά σχηματισμένες ράχες των ενασβεστωμένων ροδοφυκών παρουσιάζουν αυξημένη χωρική πυκνότητα στα ΒΔ και Δ της Γυάρου, γεγονός το οποίο υποδηλώνει ότι στην περιοχή αυτή επικρατούν συνθήκες που ευνοούν τον σχηματισμό καλύτερα ανεπτυγμένων κοραλλιογενών σχηματισμών. Επιπλέον η παρουσία μικρών έως διαφόρων μεγεθών ροδόλιθων επιβεβαιώθηκε

σε εύρος βαθών μεταξύ 35 και 75μ. στοιχείο το οποίο δεν είχε διαπιστωθεί από τους Georgiadis et al (2009) καθώς είχαν περιορίσει την έρευνά τους σε μεγαλύτερα βάθη.

Δύο θαλάσσιες περιοχές, Βοριοδυτικά και Νότια της Νήσου Γυάρου, συνολικής έκτασης πυθμένα 5,6 τετρ. Χλμ. χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες για τον έλεγχο πιθανών μεταβολών της έκτασης και της ποιότητας των δύο σημαντικών ενδιαιτημάτων (Ποσειδώνια και ενασβεστωμένων ροδοφυκών) για μια χρονική περίοδο 3,5 ετών (μεταξύ των δύο ερευνητικών αποστολών).

Η σύγκριση της αποτύπωσης με ηχοβολιστή πλευρικής σάρωσης των δύο αυτών περιοχών που πραγματοποιήθηκε στις δύο ερευνητικές περιόδους δεν έδειξε καμία διαφορά στην έκταση των δύο ενδιαιτημάτων, λαμβάνοντας υπόψη την ακρίβεια της ηχοβολιστικής αποτύπωσης. Επιπλέον, η σύγκριση των οπτικών παρατηρήσεων των δύο περιοχών στις δύο ερευνητικές περιόδους δεν έδειξε καμία διαφορά στην πολύ καλή οικολογική κατάσταση των ενδιαιτημάτων, όπως αυτή είχε διαπιστωθεί και κατά την ερευνητική περίοδο του 2014.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ)

1. **Christia Chrysoula, Eva Papastergiadou, George Papatheodorou, Maria Geraga, Emmanouil Papadakis**, (2014). Seasonal and spatial variations of water quality, substrate and aquatic macrophytes based on side scan sonar, in an eastern Mediterranean lagoon (Kaiafas, Ionian Sea). Environmental Earth Science DOI 10.1007/s12665-013-2746-8.
2. **Damuth J.E.**, (1980). Use of high-frequency (3.5-12 kHz) echograms in the study of near- bottom sedimentation processes in the deep-sea: a review. *Marine Geology*, Volume 38, 1-3, p 51-75.
3. **Fakiris E., Chalari A., Papatheodorou G.** (2007): A convenient MATLAB graphical

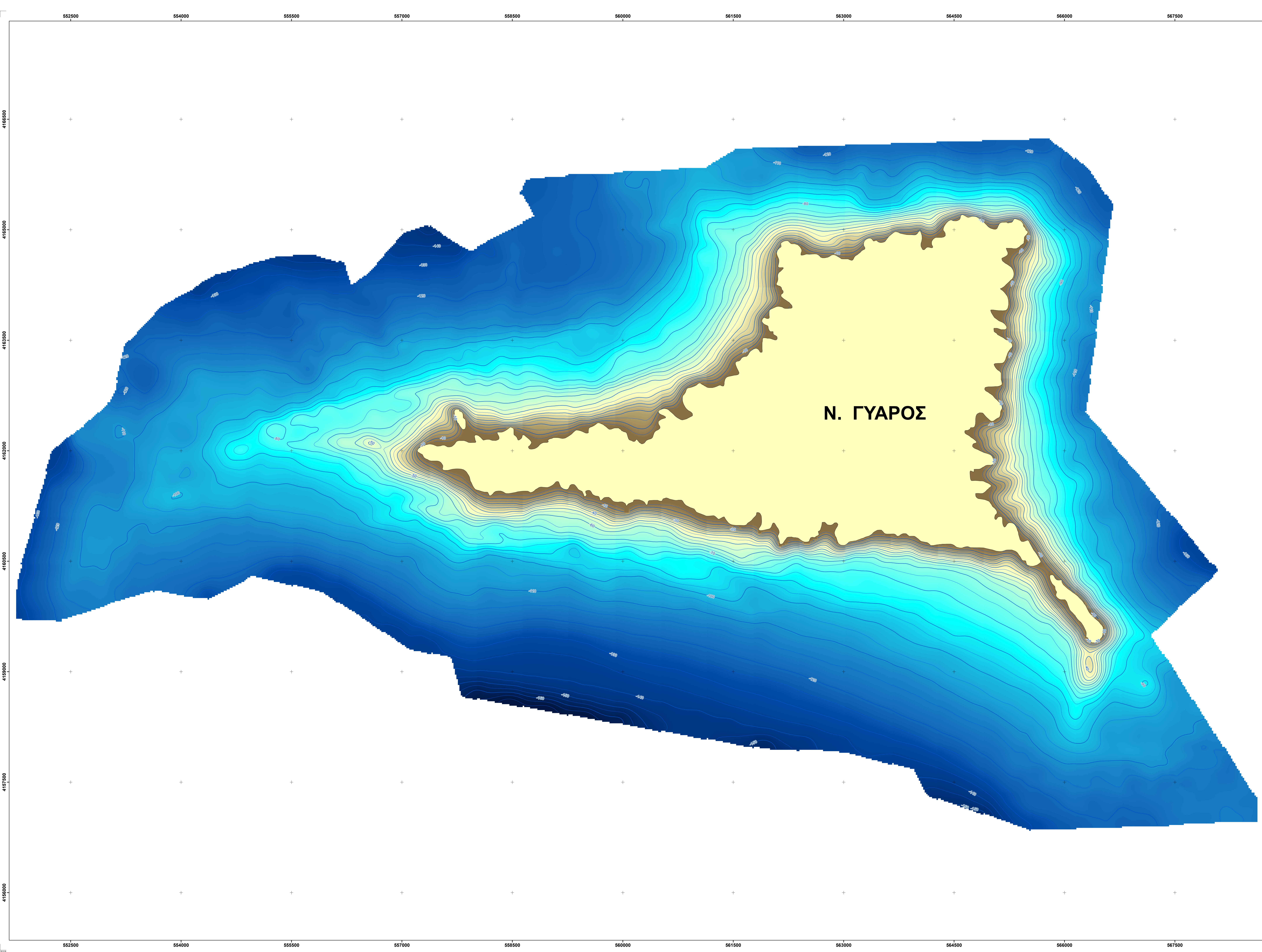
user interface for the analysis of analog sub-bottom profiles. In Proceedings of the 2nd International Conference & Exhibition on "Underwater Acoustic Measurements: Technologies & Results" Papadakis and Bjorno (eds), vol. I, p.p 239-246.

4. **Fakiris E., Papatheodorou G., Geraga M., Patsourakis M., Ferentinos G. Kiparisis S., Kapareliotis A., Ramfos A., Trifonopoulos G.** (2008) «Mapping of *Posidonia Oceanica* in the Laganas and Alikes bays (Zakinthos Island, Greece), using a combination of geoacoustical imaging and biological sampling techniques» «Κατασκευή βιοκοινωνικών χαρτών στους κόλπους Λαγανά και Αλυκών (Ν. Ζακύνθου) με συνδυαστική εφαρμογή ακουστικής μεθόδου και βιολογικών δειγματοληψιών» GoW – Water Governance (Final Report) Implementation of means aimed at improving the water governance and the coastal ecosystem protection, p. 57-69.
5. **Fakiris E., Papatheodorou G.** (2007): Calibration of textural analysis parameters towards valid classification of sidescan sonar imagery. In Proceedings of the 2nd International Conference & Exhibition on "Underwater Acoustic Measurements: Technologies & Results" Papadakis and Bjorno (eds), vol. III, p.p 1253-1264.
6. **Fakiris, E., Papatheodorou G.,** (2009) Sonar Class: A MATLAB toolboxes for the classification of side scan sonar imagery, using local textural and reverberational characteristics. In Proceedings of 3rd International Conference on Underwater acoustic measurements: Technologies & results (eds. Papadakis and Bjorno) Nafplion Greece, 21st-26th June 2009, vol. III, p. 1445-1450.
7. **Fakiris Elias and George Papatheodorou** (2011). TargAn: A Matlab toolbox for the parameterization of Side-Scan Sonar image targets, using regional gray-level statistics and shape descriptives. Proceedings of the 10th European Conference on Underwater Acoustics (ed. Tuncay Akal), Istanbul, Turkey July 5-9, 2010, vol. 3, pp. 1279-1287.
8. **Fakiris Elias and George Papatheodorou** (2011). AUTOMATIC TARGET DETECTION IN SIDE-SCAN SONAR IMAGERY, USING FEATURE BASED ACOUSTIC CLASSIFICATION AND INDEPENDENT COMPONENT ANALYSIS. Proceedings of 4th International Conference and Exhibition on "Underwater Acoustic Measurements: Technologies & Results", pp. 261-269.

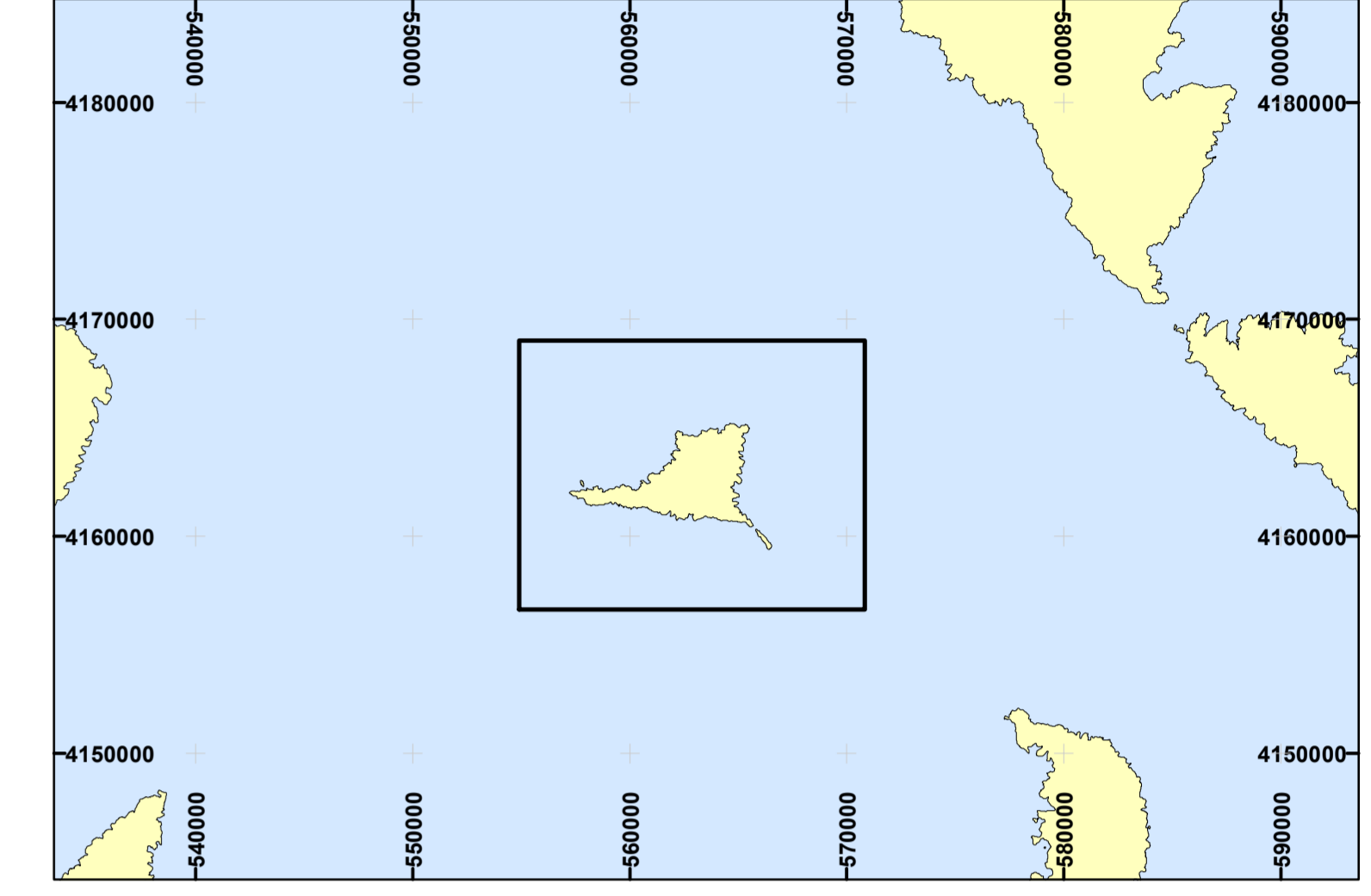
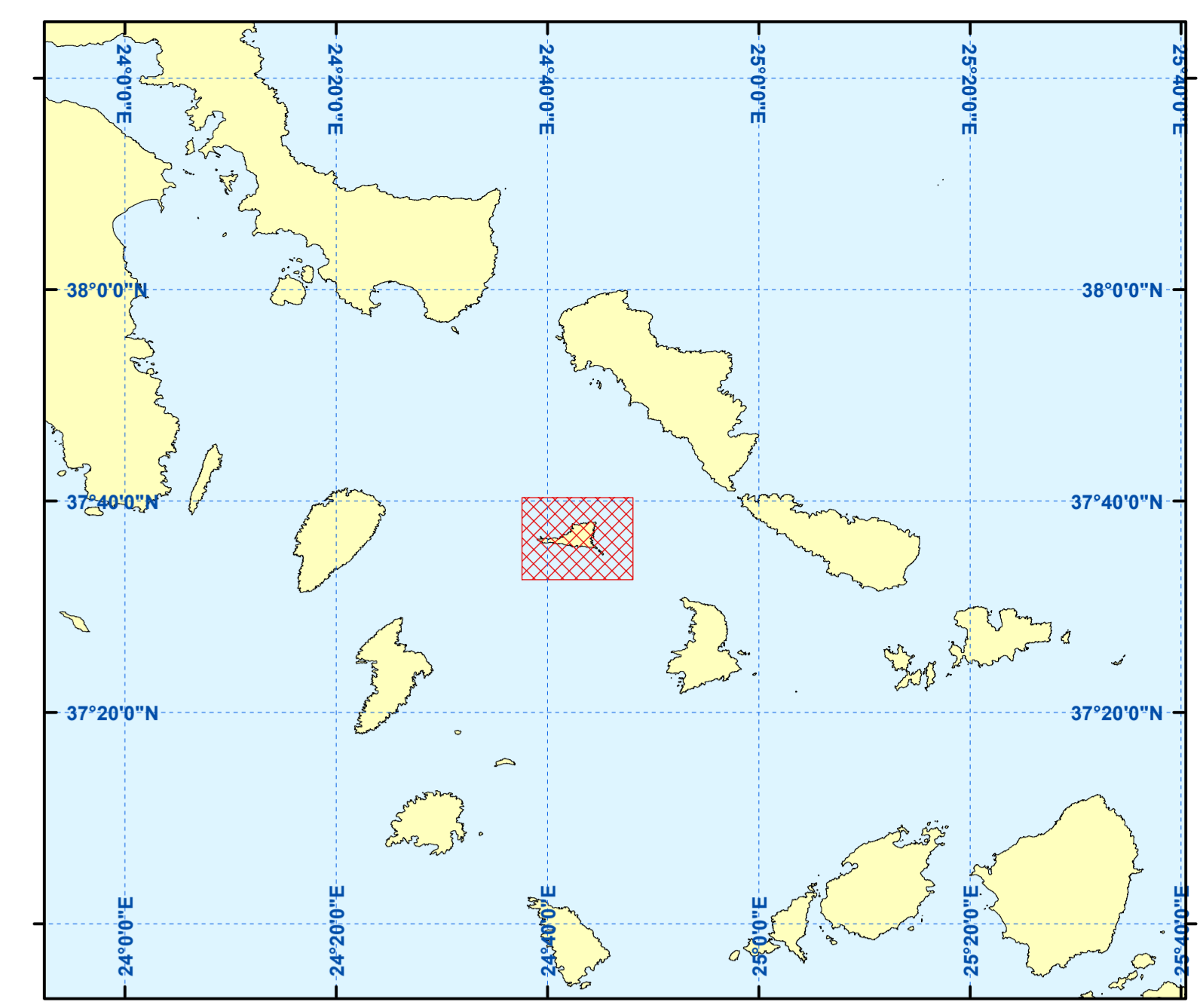
9. **Fakiris E., G. Papatheodorou** (2012). Quantification of regions of interest in swath sonar backscatter images using grey-level and shape geometry descriptives - The TargAn software. *Marine Geophysical Research* 33 (2), pp. 169-183.
10. **Fakiris, E., E. Tzanatos, G. Papatheodorou, C. Koutsikopoulos and G. Ferentinos** (2014). AN ASSESSMENT OF HABITAT CONNECTIVITY AMONG CORALLIGENOUS AGGREGATIONS. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 40, 516.
11. **Fakiris Elias, Zoura Despina, Ferentinos George, Papatheodorou George** (2014). TOWARDS JOINT USE OF SIDE SCAN SONAR AND SUBBOTTOM PROFILER DATA FOR THE AUTOMATIC QUANTIFICATION OF MARINE HABITATS. CASE STUDY: LOURDAS GULF, KEFALONIA ISL, GREECE. *Proceedings of 2nd International conference and exhibition on Underwater Acoustic (UA2014)*, Rhodes 22-27 June, 2014 pp. 497-504.
12. **Georgiadis, M., G., Papatheodorou, E., Tzanatos, M., Geraga, A., Ramfos, C., Koutsikopoulos, G., Ferentinos** (2009): Coralligène formations in the eastern Mediterranean Sea: Morphology, distribution, mapping and relation to fisheries in the southern Aegean Sea (Greece) based on high-resolution acoustics. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 368, 44-58.
13. **Kiparissis Sotiris, Elias Fakiris, George Papatheodorou, Maria Geraga, Michael Kornaros, Apostolos Kapareliotis and George Ferentinos** (2011). Illegal trawling and induced invasive algal spread as collaborative factors in a *Posidonia oceanica* meadow degradation. *Biological Invasions* DOI 10.1007/s10530-010-9858-9.
14. **Papatheodorou G., Avramidis P., Fakiris E., Christodoulou D. and N. Kontopoulos** (2012). Bed diversity in the shallow water environment of Pappas lagoon in Greece. *International Journal of Sedimentary Research*, vol. 27, no 1, pp. 1-17.
15. **Pasqualini V., Pergent-Martini C., Clabaut P., Pergent G.** (1998). Mapping of *Posidonia oceanica* using aerial photographs and side-scan sonar: application of the island of Corsica (France). *Estuar Coast Shelf Sci*, 47:359–367.
16. **Γεωργιάδης Μ., Παπαθεοδώρου Γ., Κατσέλης Γ., Τζανάτος Ε., Ράμφος, Δ. Βαβούλης και Κ. Κουτσικόπουλος** (2001): "Μορφολογικά χαρακτηριστικά και

κατανομή αλιευτικών πεδίων τραγάνας (ροδοφύκη) στη θαλάσσια περιοχή των Κυκλάδων". Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων "Διαχείριση και Αειφορική ανάπτυξη υδατίνων και παραυδατίνων περιοχών", Χανιά, 18-20 Οκτωβρίου 2001, σελ. 333-336.

17. **Δημητρίου Δ., Περλίδης Ν., Γεραγά Μ., Παπαθεοδώρου Γ., Φερεντίνος Γ., Ξένος Κ.** (2006) Εφαρμογή μεθόδων θαλάσσιας τηλεπισκόπησης στη διαχείριση πεδίων *Posidonia Oceanica* στο στενό Κεφαλληνίας-Ζακύνθου. 8ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας, Θεσσαλονίκη 4-8 Ιουνίου 2006 (in CD-format). Παπαθεοδώρου Γ. (1997): "Εφαρμογές των ωκεανογραφικών μεθόδων έρευνας του πυθμένα στην Αλιεία". Πρακτ. 5ου Πανελ. Συμπ. Ωκεανογρ. & Αλιείας, σελ. 37-40.
18. **Παπαδάκης Ε., Φακίρης Η. Χρησιά Χ. Παπαστεργιάδου Ε., Παπαθεοδώρου Γ.** (2007) Αποτύπωση της μακροφυτικής βλάστησης και του πυθμένα της λιμνοθάλασσας Καϊάφα (Ν. Ηλείας) με χρήση ηχοβολιστή πλευρικής σάρωσης. Πρακτικά 13ο Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων, 27-30 Σεπτεμβρίου 2007, Μυτιλήνη σελ. 487-490.
19. **Πατσουράκης Μ., Φακίρης Η., Παπαθεοδώρου Γ.** (2007): Μέθοδος εντοπισμού και ποσοτικής εκτίμησης των αλιευτικών ιχνών στον πυθμένα: Εφαρμογή στον Πατραϊκό κόλπο. Πρακτικά 13ο Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων, 27-30 Σεπτεμβρίου 2007, Μυτιλήνη σελ. 455-458.
20. **Φακίρης Η., Παπαθεοδώρου Γ., Γεραγά Μ., Πατσουράκης Μ., Φερεντίνος Γ. Κυπαρίσσης Σ., Καπαρελιώτης Α, Ράμφος Α, Τρυφωνόπουλος Γ., Κορνάρος Μ., Ραλλάτος Δ.** (2009) Ακουστική χαρτογράφηση λειμώνων *Posidonia Oceanica* με χρήση του λογισμικού αυτόματης ταξινόμησης εικόνας TextureAn: Εφαρμογή στους κόλπους Λαγανά και Αλυκών (Ν. Ζακύνθου) Πρακτικά 9ου Συμποσίου Ωκεανογραφίας & Αλιείας, 13-16 Μαΐου Πάτρα, σελ. 128-133.

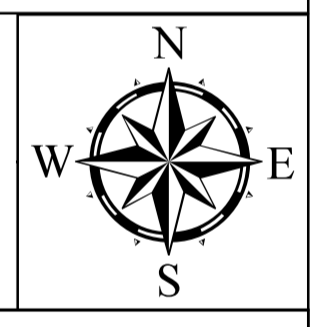


Ν. ΓΥΑΡΟΣ

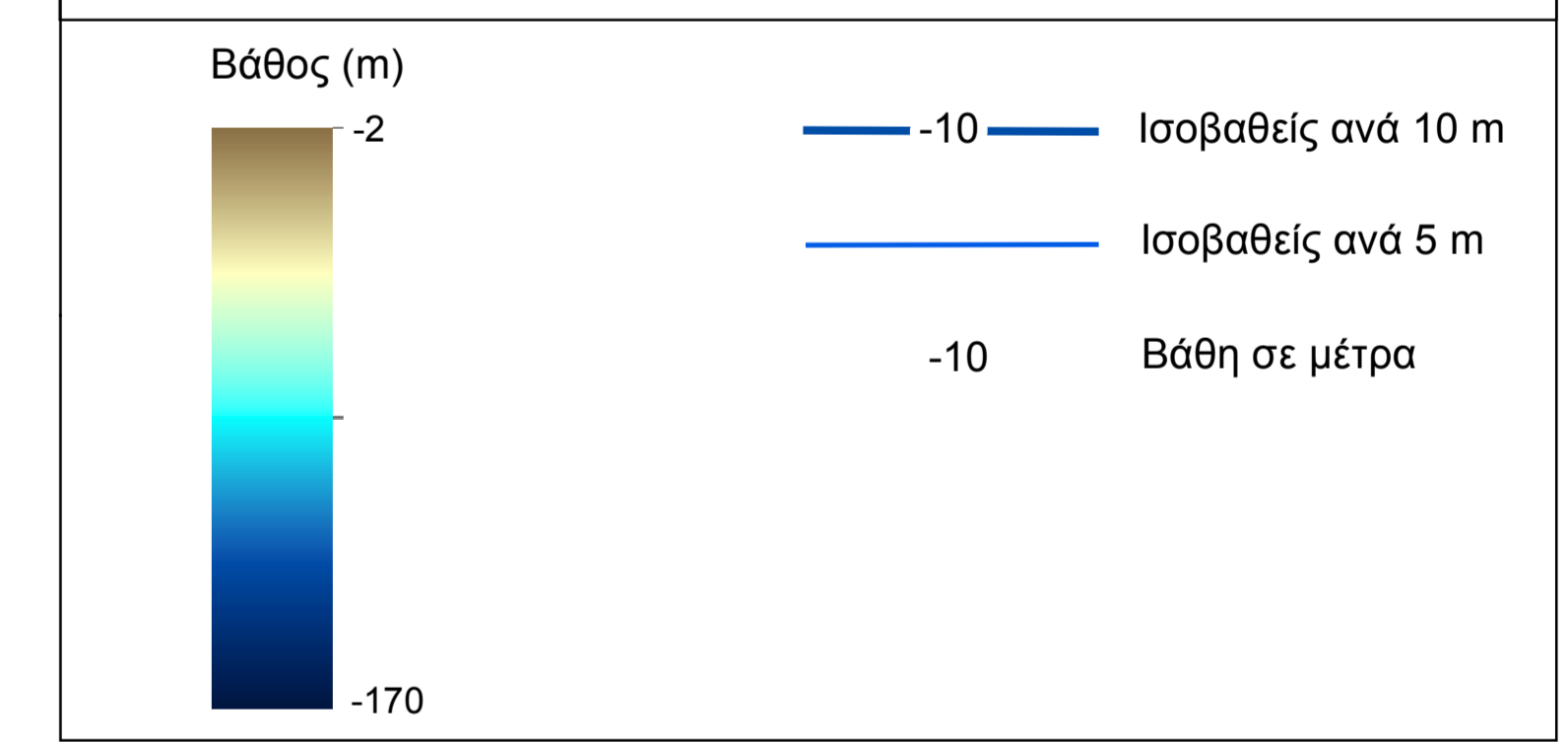


ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

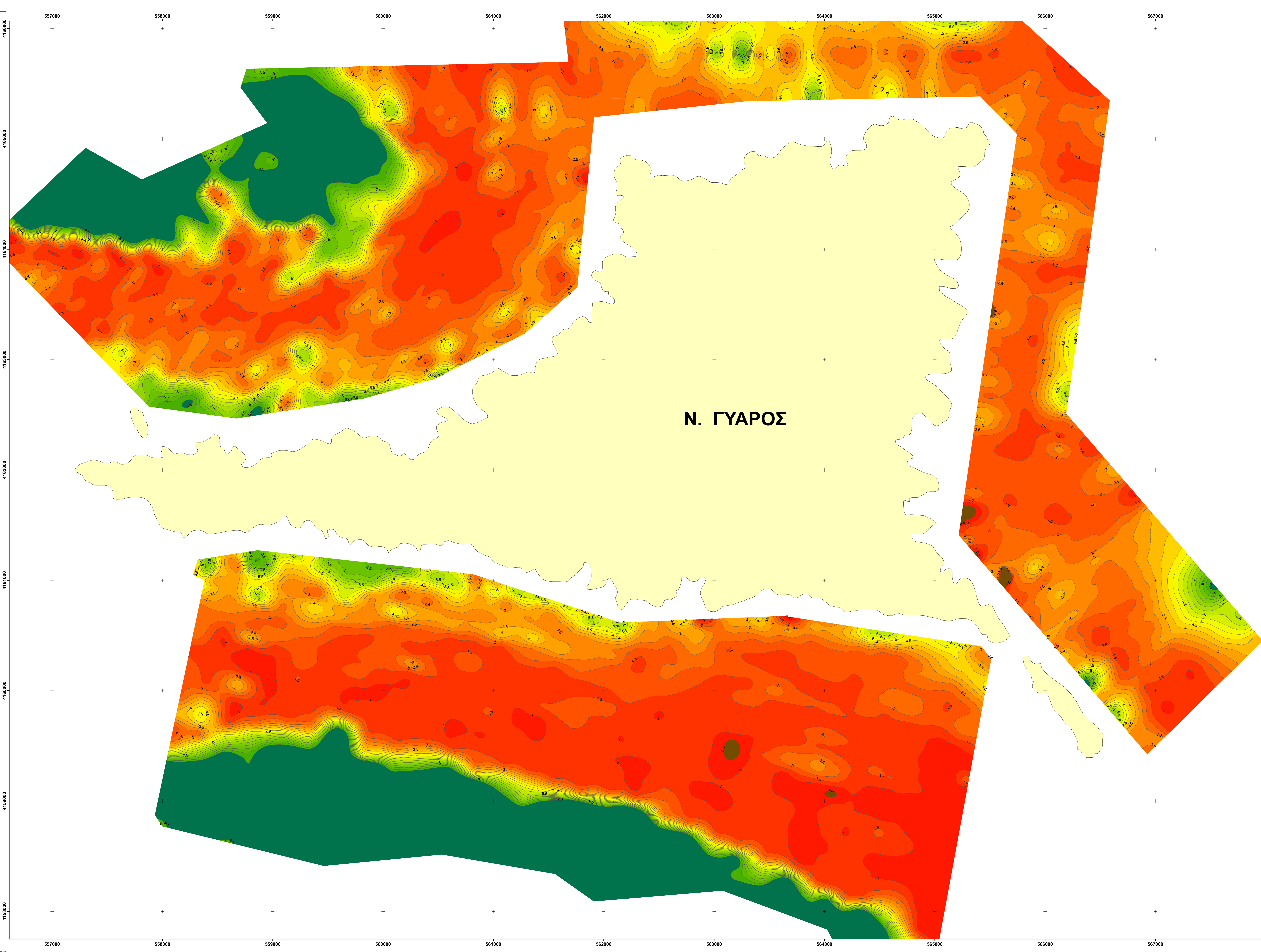
<p>ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΟ ΕΓΣΑ-87</p> <p>Ελληνικό Γεωδοτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 Γεωδελική Ασφύρα: GRS-80 Πρωτόλη: Εγκάρσια Μερκατορική Κεντρικός Μεσημβρινός: 24° Ε Κεντρική Παράλληλος: 0° Χ0: 500.000 Υ0: 0 Συντελεστής Κλίμακας: 0.9996</p>	<p>ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Κόμβος (σταυρά) σε ΕΓΣΑ '87 2. Συντεταγμένες Κόμβου σε μέτρα σε ΕΓΣΑ '87 3. Γεωγραφικός Κόμβος (γραμμές) σε WGS-84 4. Γεωγραφικές Συντεταγμένες σε Μόιρες Πρώτα Δεύτερα (' ' ') σε WGS-84.
--	---



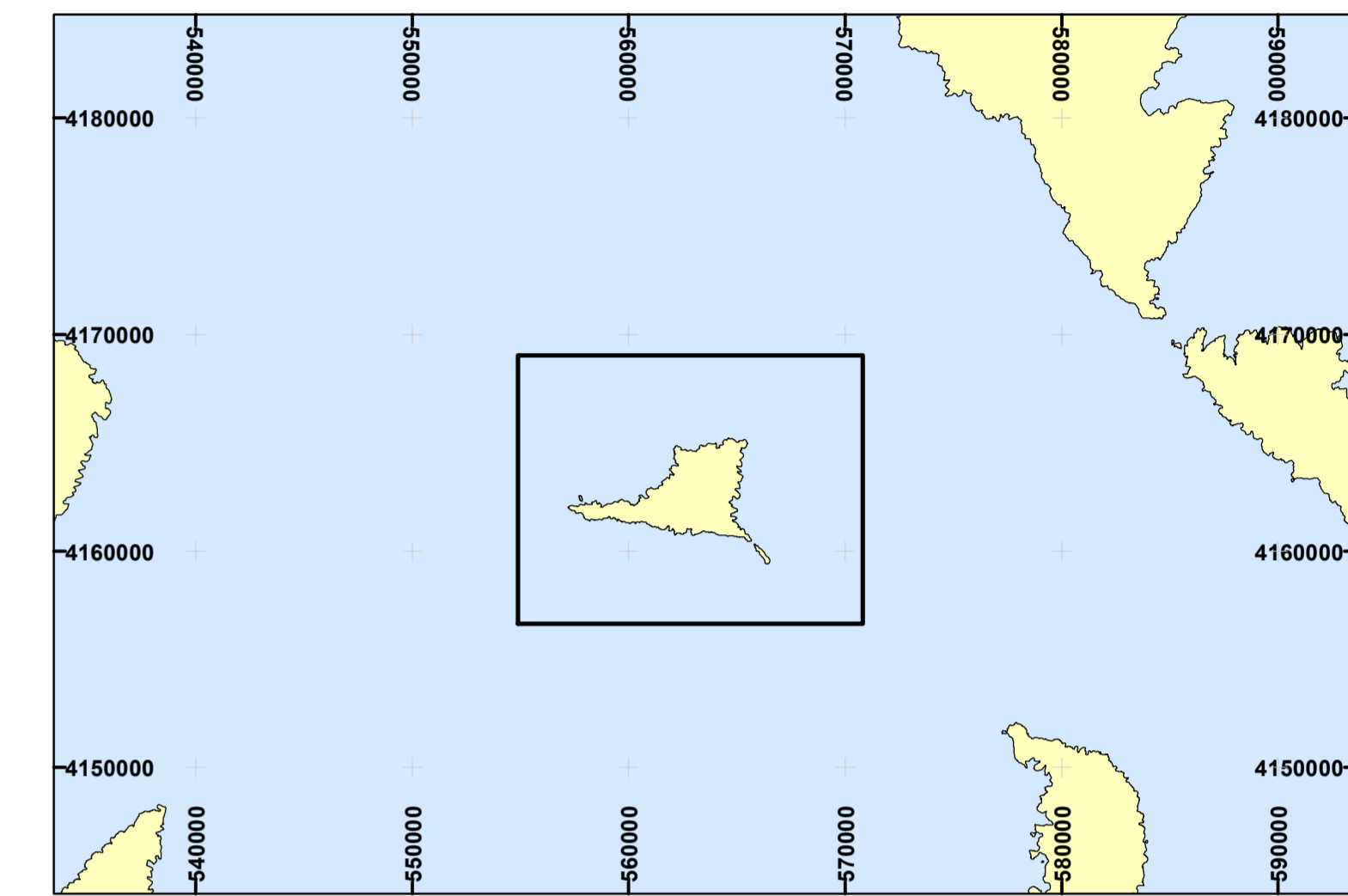
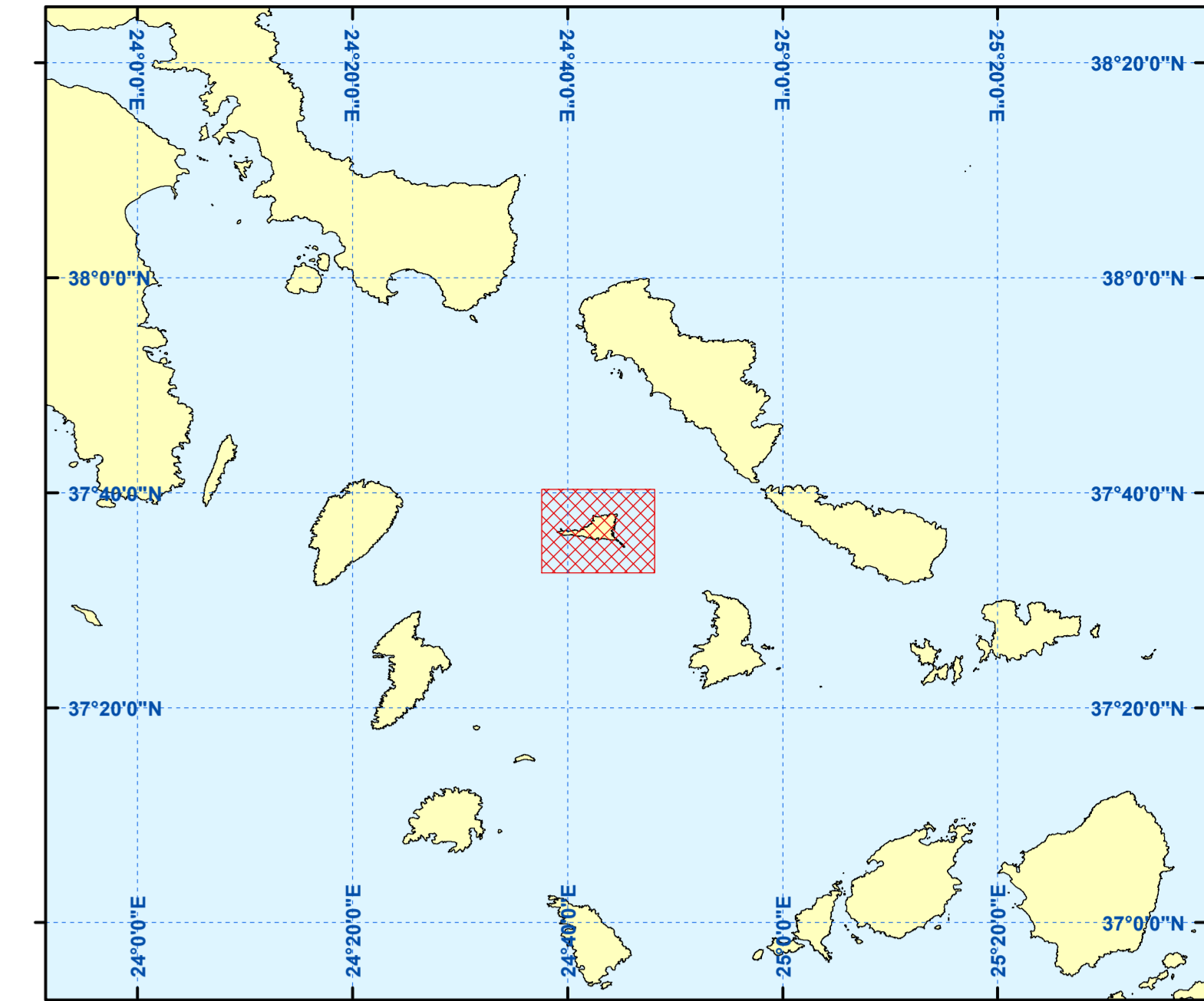
ΣΥΜΒΟΛΑ



<p>WWF ΕΛΛΑΣ CYCLADES LIFE ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗ ΦΩΚΙΑ ΣΤΙΣ ΒΟΡΕΙΕΣ ΚΥΚΛΑΔΕΣ</p>		
<p>ΕΡΓΟ: ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΟΙΚΟΤΟΠΩΝ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΛΙΕΥΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΓΥΑΡΟΥ</p>		
<p>ΣΧΕΔΙΟ: ΒΥΘΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΓΥΑΡΟΥ</p>		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;"> <p>ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ: LMG-D950-0318-01</p> </td> <td style="width: 50%; padding: 2px;"> <p>ΚΛΙΜΑΚΑ: 1 : 15 000</p> </td> </tr> </table>	<p>ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ: LMG-D950-0318-01</p>	<p>ΚΛΙΜΑΚΑ: 1 : 15 000</p>
<p>ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ: LMG-D950-0318-01</p>	<p>ΚΛΙΜΑΚΑ: 1 : 15 000</p>	
<p>ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ & ΦΥΣΙΚΗΣ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ</p>		



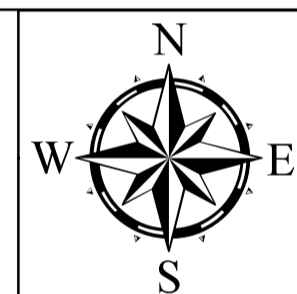
Ν. ΓΥΑΡΟΣ



ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΟ ΕΓΣΑ-87
 Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987
 Γεωδαιτική Ακρίβεια: GRS-80
 Πρωτότυπο: Εγκάρσια Μερκατορική
 Κεντρικός Μεσημβρινός: 24° Ε
 Κεντρική Παραλλήλος: 0°
 Χ0: 500.000 Υ0: 0
 Συντελεστής Κλίμακας: 0.9996

- ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ**
1. Κόμβος (σταυρά) σε ΕΓΣΑ '87
 2. Συντεταγμένες Κόμβου σε μέτρα σε ΕΓΣΑ '87
 3. Γεωγραφικός Κόμβος (γραμμές) σε WGS-84
 4. Γεωγραφικές Συντεταγμένες σε Μόλις Πρώτα Δεύτερα (' ' ') σε WGS-84.



ΣΥΜΒΟΛΑ

Πάχος Ιζημάτων (m)		— 1 —
<math>< 0.5</math>	5.0 - 5.5	Ισοπαχείς ανά 0.5 m
0.5 - 1.0	5.5 - 6.0	
1.0 - 1.5	6.0 - 6.5	
1.5 - 2.0	6.5 - 7.0	
2. - 2.5	7.0 - 7.5	
2.5 - 3.0	7.5 - 8.0	
3.0 - 3.5	8.0 - 8.5	
3.5 - 4.0	8.5 - 9.0	
4.0 - 4.5	9.0 - 9.5	
4.5 - 5.0	> 9.5	


WWF ΕΛΛΑΣ
CYCLADES LIFE
 ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
 ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗ ΦΩΚΙΑ
 ΣΤΙΣ ΒΟΡΕΙΕΣ ΚΥΚΛΑΔΕΣ

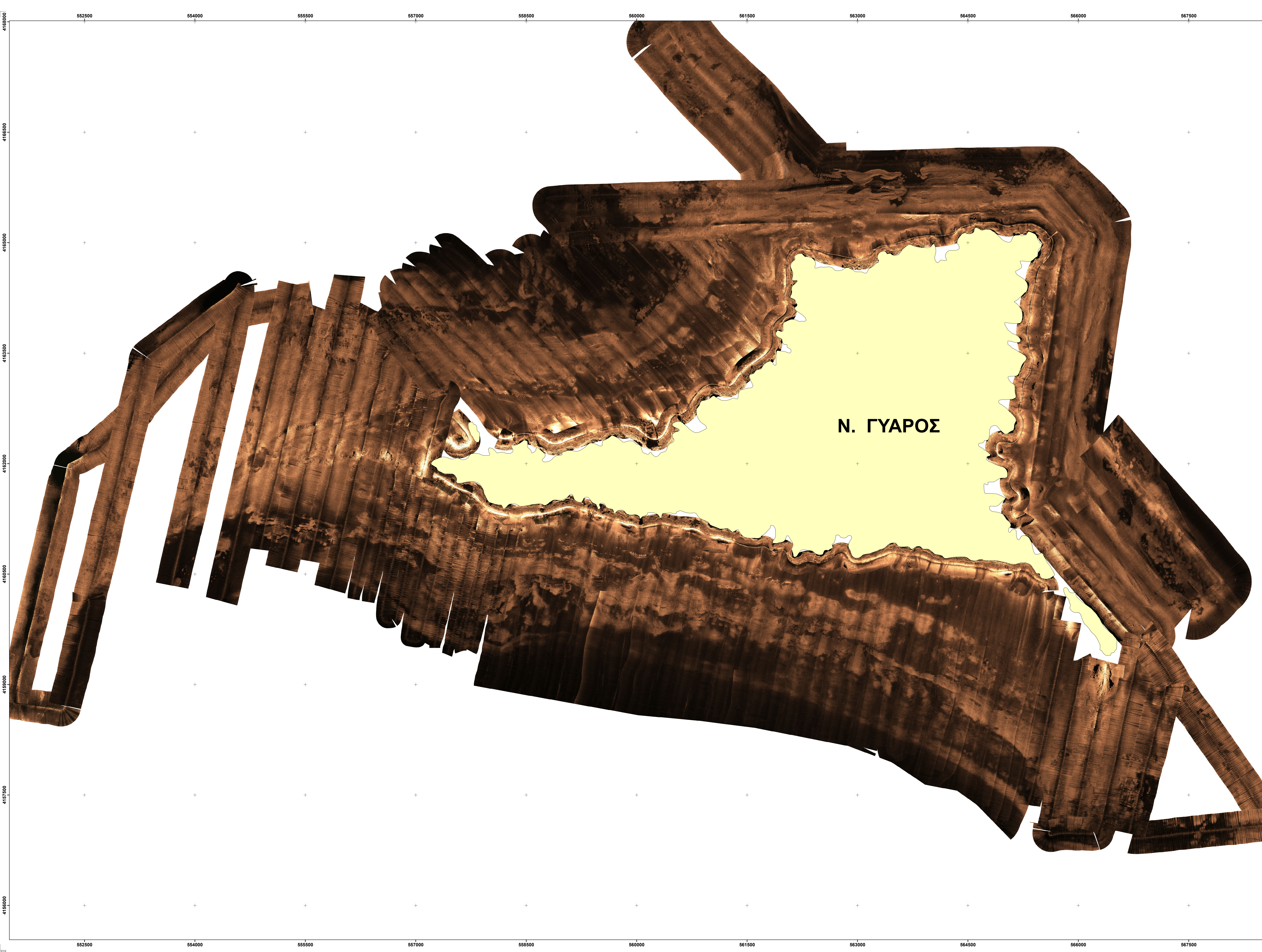
ΕΡΓΟ:
 ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΟΙΚΟΤΟΠΩΝ
 ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΛΙΕΥΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ
 ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΓΥΑΡΟΥ

ΣΧΕΔΙΟ:
 ΧΑΡΤΗΣ ΙΣΟΠΑΧΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ
 ΝΗΣΟΥ ΓΥΑΡΟΥ

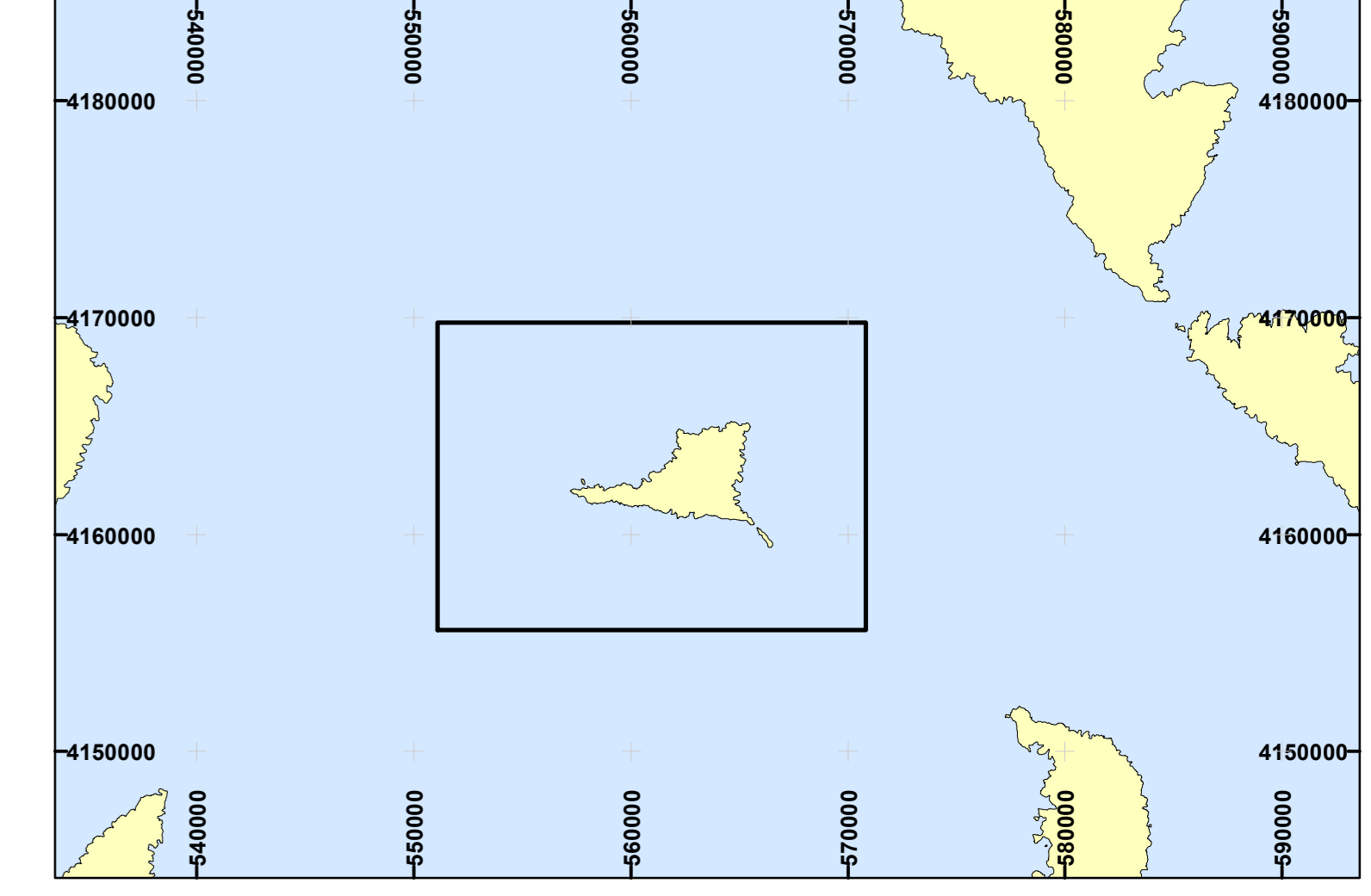
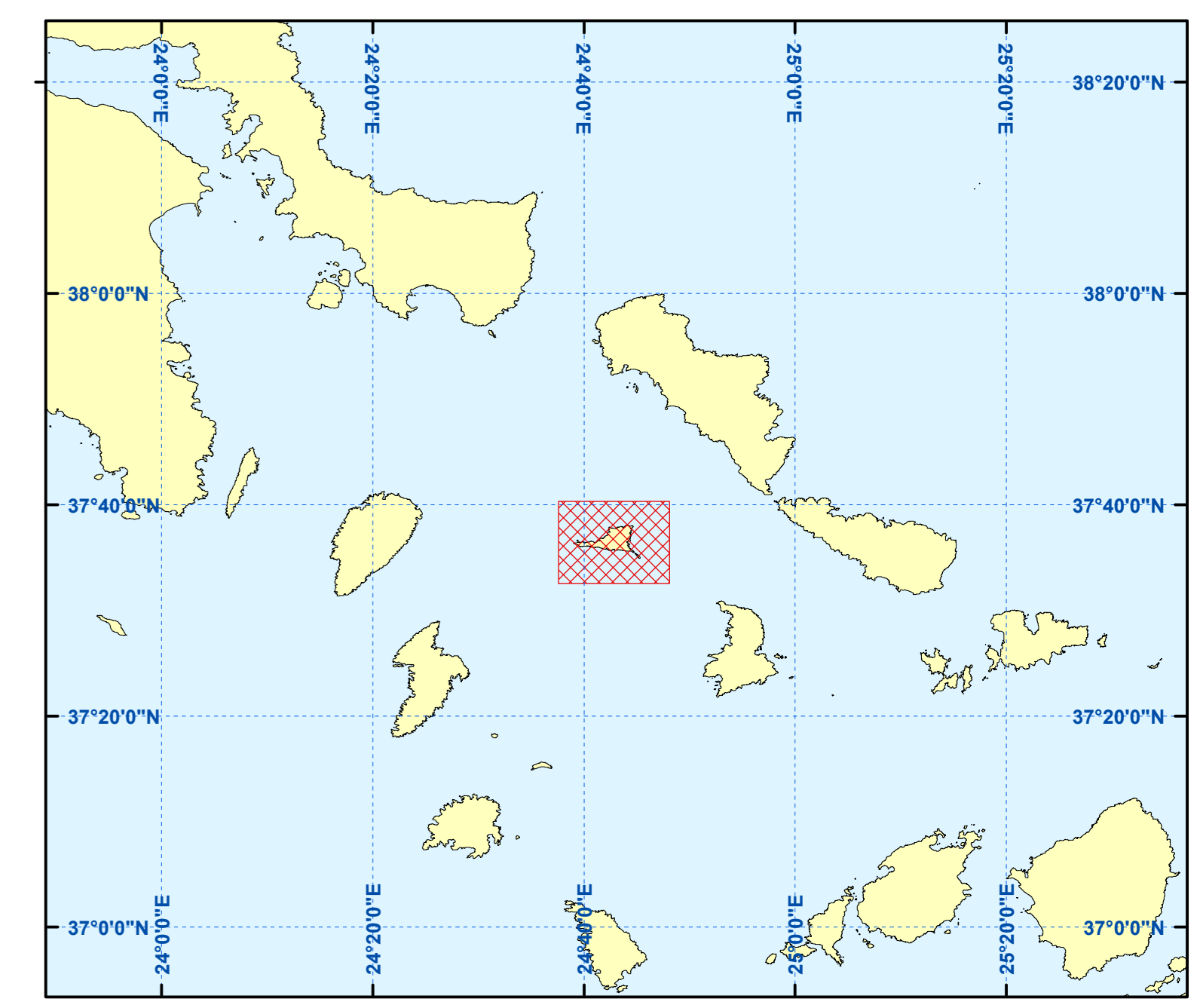
ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ:
LMG-D950-0318-02

ΚΛΙΜΑΚΑ:
1 : 10 000

 **ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
 & ΦΥΣΙΚΗΣ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ
 ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
 ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ**

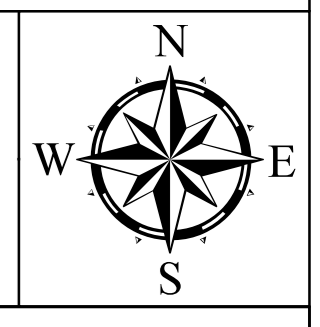


Ν. ΓΥΑΡΟΣ

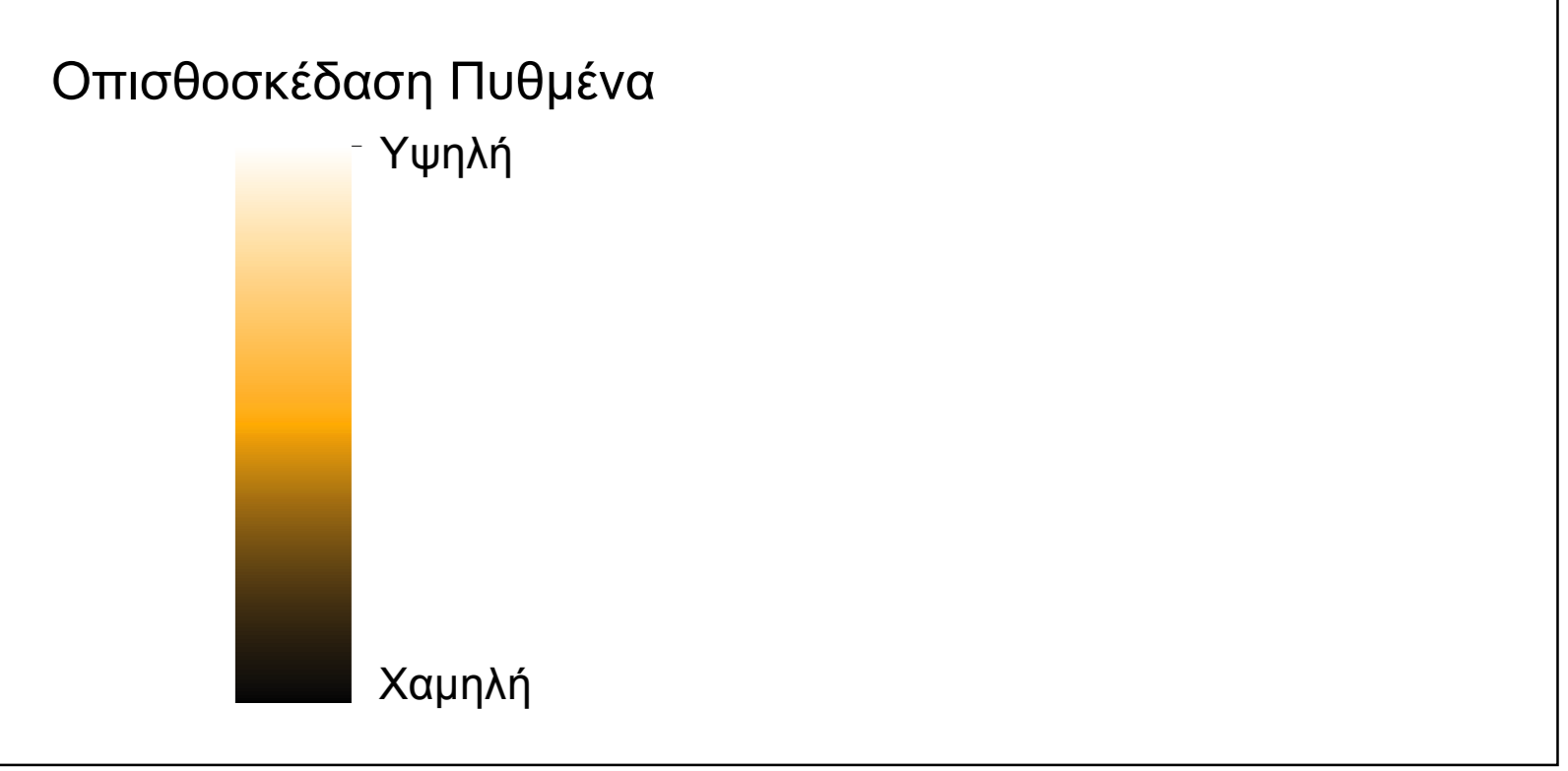


ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

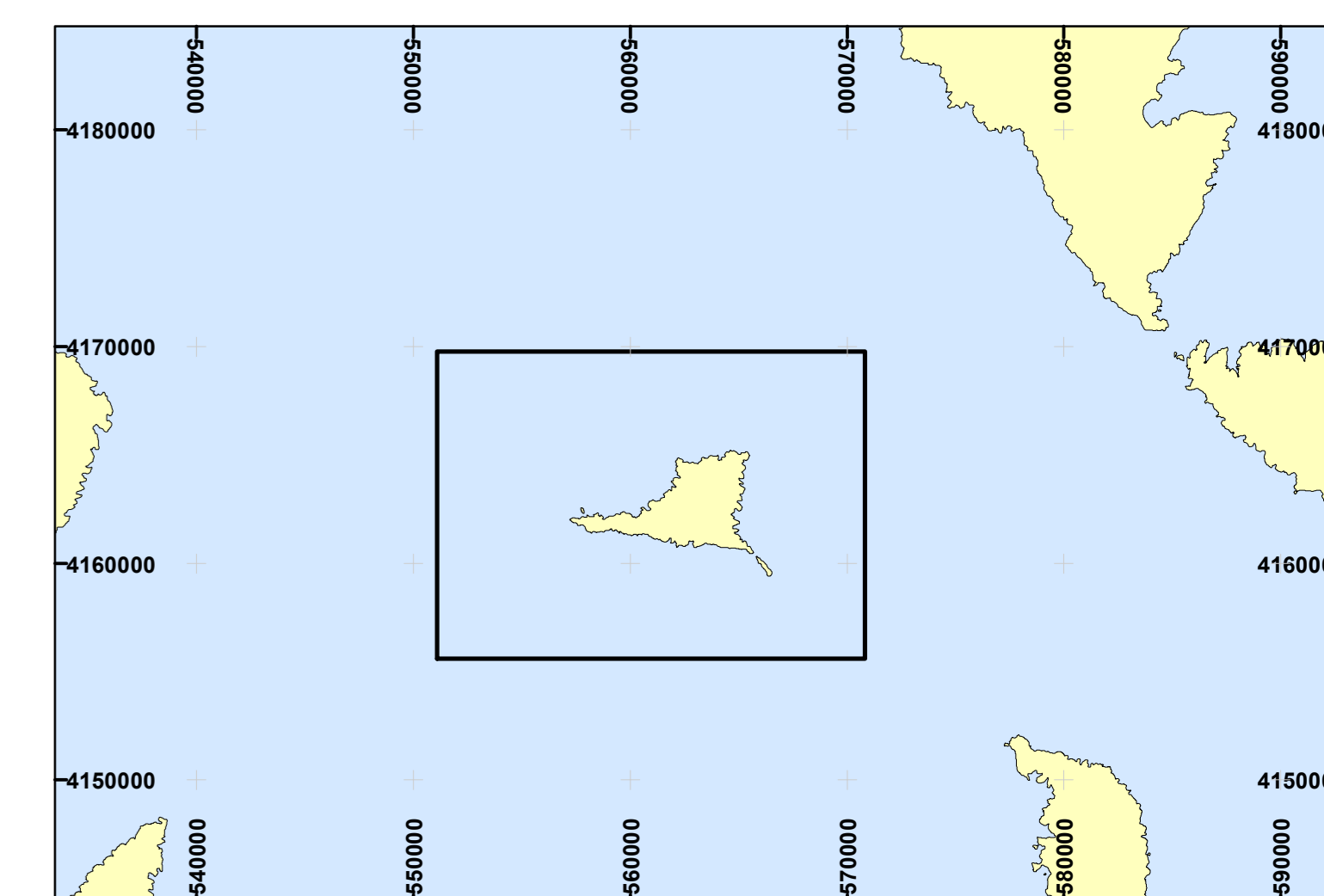
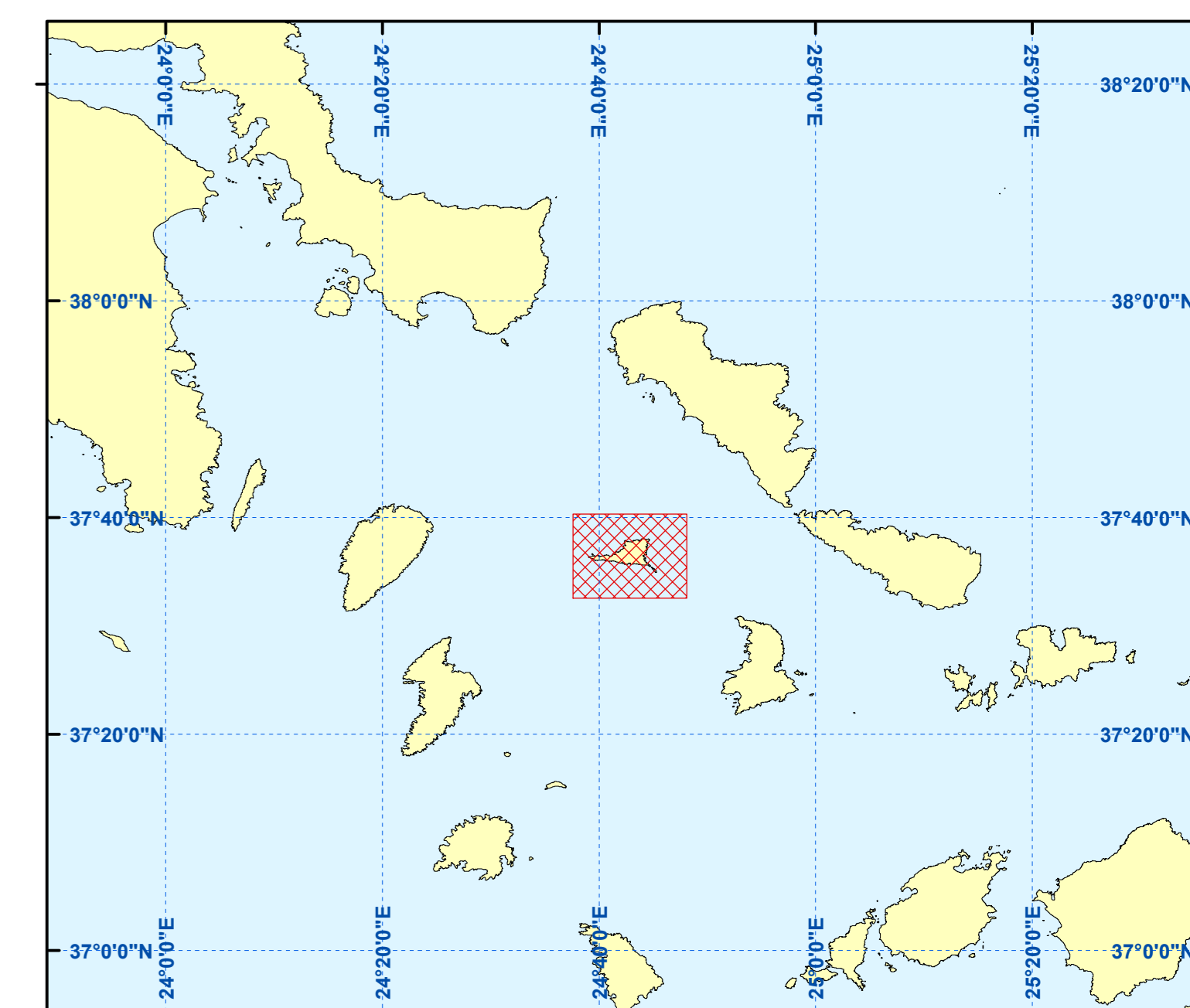
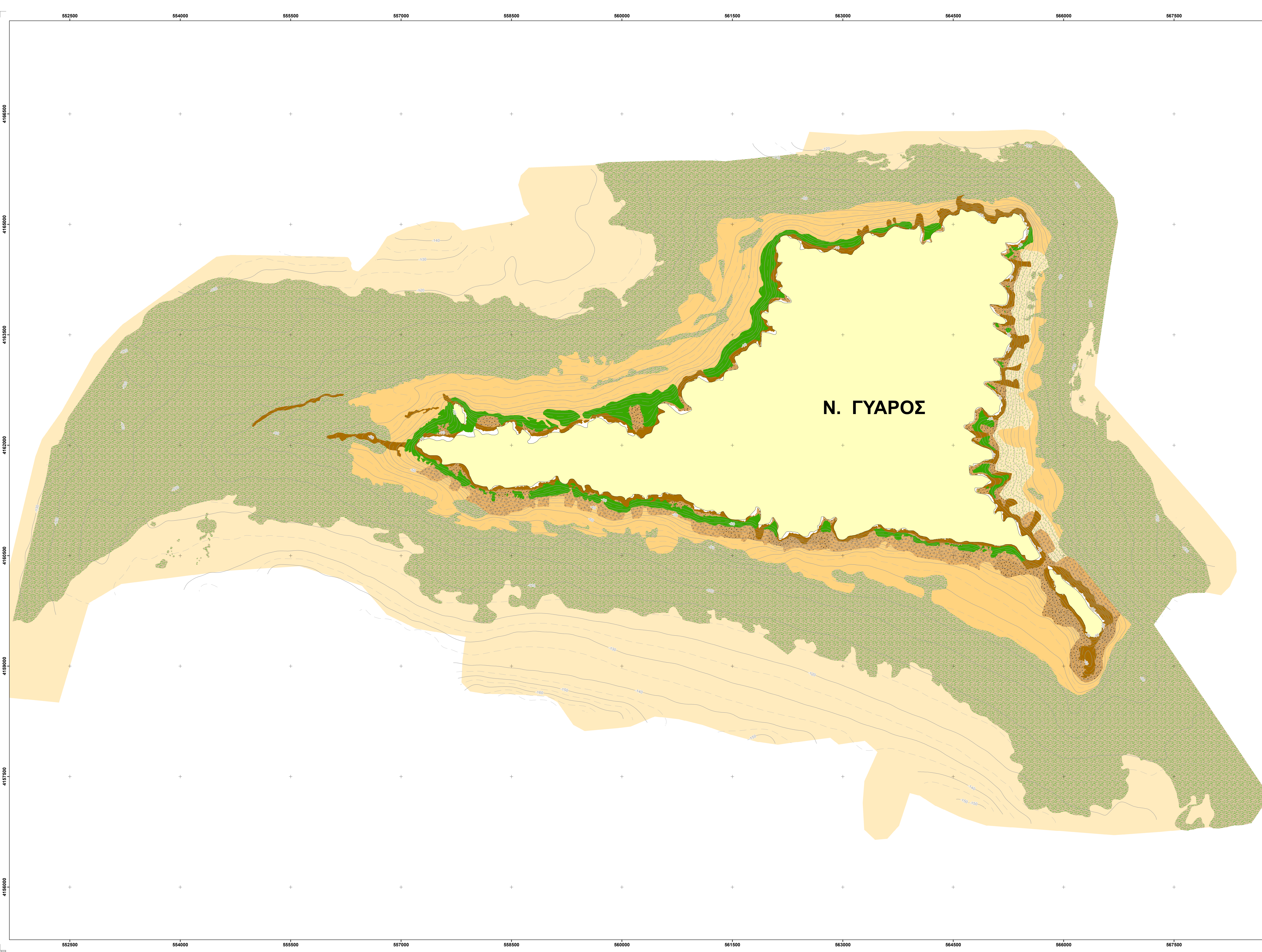
<p>ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΟ ΕΓΣΑ-87</p> <p>Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 Γεωδαιτική Απειρία: GRS-80 Πρωτόλη: Εγκάρσια Μερατορική Κεντρικός Μεσημβρινός: 24° Ε Κεντρική Παράλληλος: 0° Χ0: 500.000 Υ0: 0 Συντελεστής Κλίμακας: 0.9996</p>	<p>ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Κόμβος (σταυρά) σε ΕΓΣΑ '87 2. Συντεταγμένες Κόμβου σε μέτρα σε ΕΓΣΑ '87 3. Γεωγραφικός Κόμβος (γραμμές) σε WGS-84 4. Γεωγραφικές Συντεταγμένες σε Μίλες Πρώτα Δέυτερα (") σε WGS-84.
---	--



ΣΥΜΒΟΛΑ



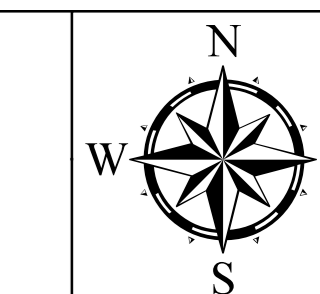
 <p>WWF ΕΛΛΑΣ CYCLADES LIFE ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗ ΦΩΚΙΑ ΣΤΙΣ ΒΟΡΕΙΕΣ ΚΥΚΛΑΔΕΣ</p>	
<p>ΕΡΓΟ: ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΟΙΚΟΤΟΠΩΝ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΛΙΕΥΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΓΥΑΡΟΥ</p>	
<p>ΣΧΕΔΙΟ: ΜΩΣΑΙΚΟ ΗΧΟΓΡΑΦΙΩΝ ΝΗΣΟΥ ΓΥΑΡΟΥ</p>	
<p>ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ: LMG-D950-0318-03</p>	<p>ΚΛΙΜΑΚΑ: 1 : 15 000</p>
 <p>ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ & ΦΥΣΙΚΗΣ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ</p>	



ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΟ ΕΓΣΑ-87
 Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987
 Γεωδαιτική Ασφαιρίδα: GRS-80
 Προβολή: Εγκάρσια Μερκατορική
 Κεντρικός Μεσημβρινός: 24° Ε
 Κεντρική Παραλλήλος: 0°
 Χ0: 500.000 Υ0: 0
 Συντελεστής Κλίμακας: 0.9996

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ
 1. Κόμβος (σταυρά) σε ΕΓΣΑ '87
 2. Συντεταγμένες Κόμβου σε μέτρα σε ΕΓΣΑ '87
 3. Γεωγραφικός Κόμβος (γραμμές) σε WGS-84
 4. Γεωγραφικές Συντεταγμένες σε Μείρες Πρώτα Δεύτερα (' '') σε WGS-84.



ΣΥΜΒΟΛΑ

- Τύπος Πυθμένα**
- Βραχώδες υπόστρωμα
 - Ασπιδόκοκκη άμμος/αμμοίλος
 - Άμμος με άλη, ροδωφική και μικρούς ροδολιθούς (Μαετ), τοπικά C. fasciata
 - Μέσο/χονδρόκοκη άμμος με άλη, ροδωφική και ροδολιθούς διαφόρων μεγεθών (Μαετ), τοπικά C. fasciata
 - Χονδρόκοκη άμμος/ψηφίδες
 - Χονδρόκοκη άμμος/ψηφίδες με νεκρά φυλλώματα P. ocellata
 - P. ocellata
 - Πεδίο πυκνών ροδολιθών και ροδωφικών (Μαετ) με συμπταγείς σχηματισμούς ενασβεστωμένων ροδωφικών (Reefs)
- Ισοβαθείς ανά 10m
 - - - - - Ισοβαθείς ανά 5m
 - - - - - Βάθος σε μέτρα

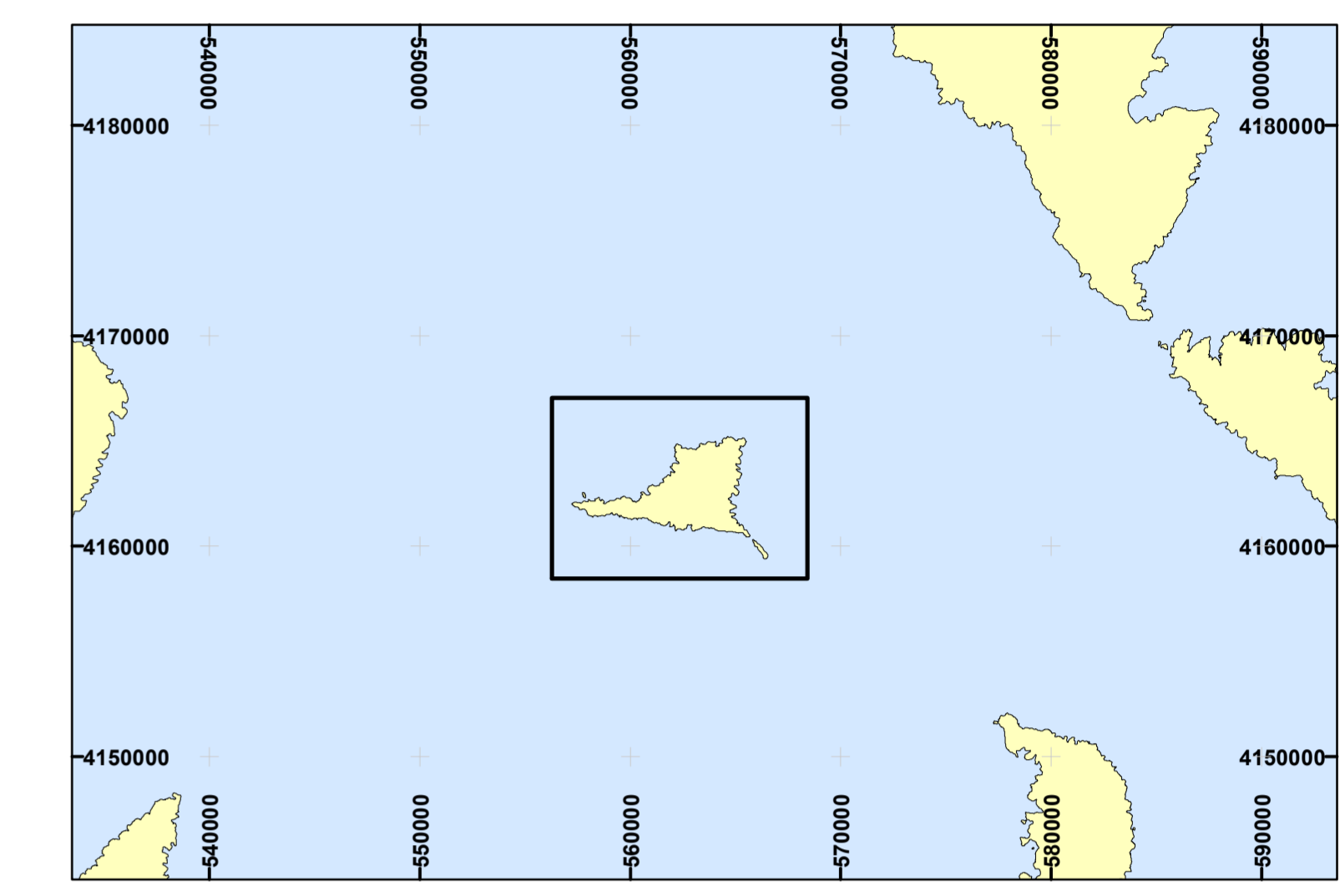
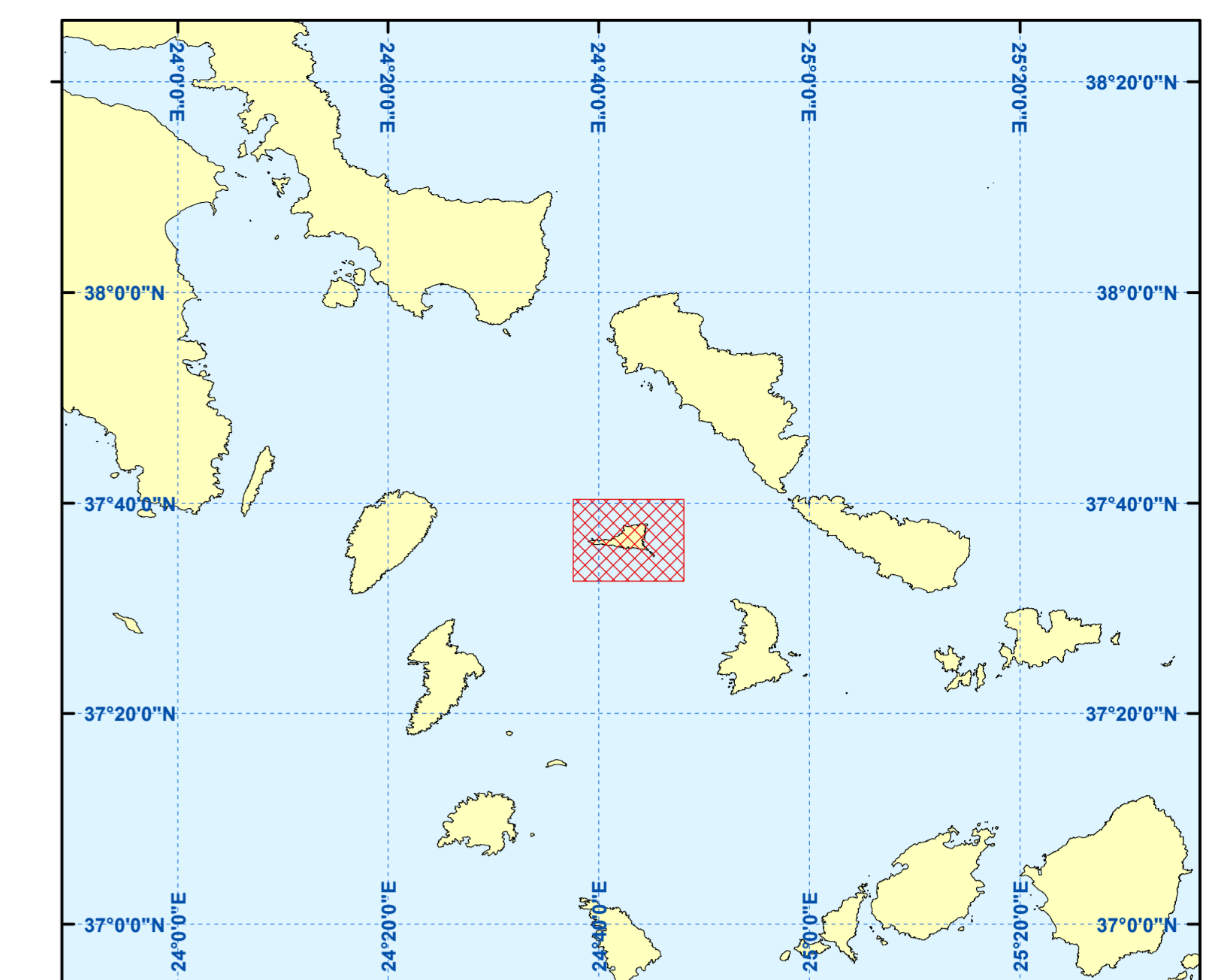
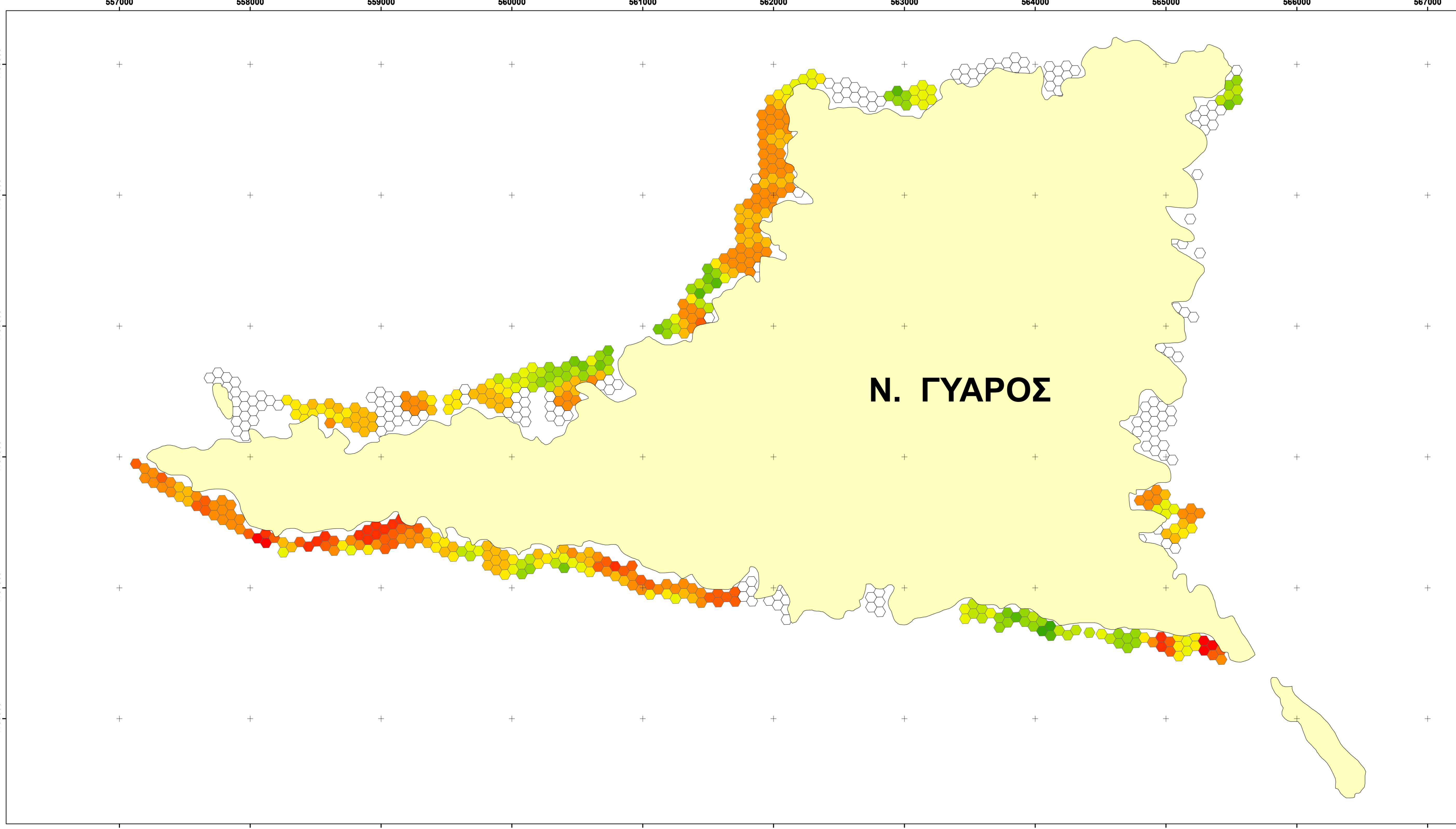
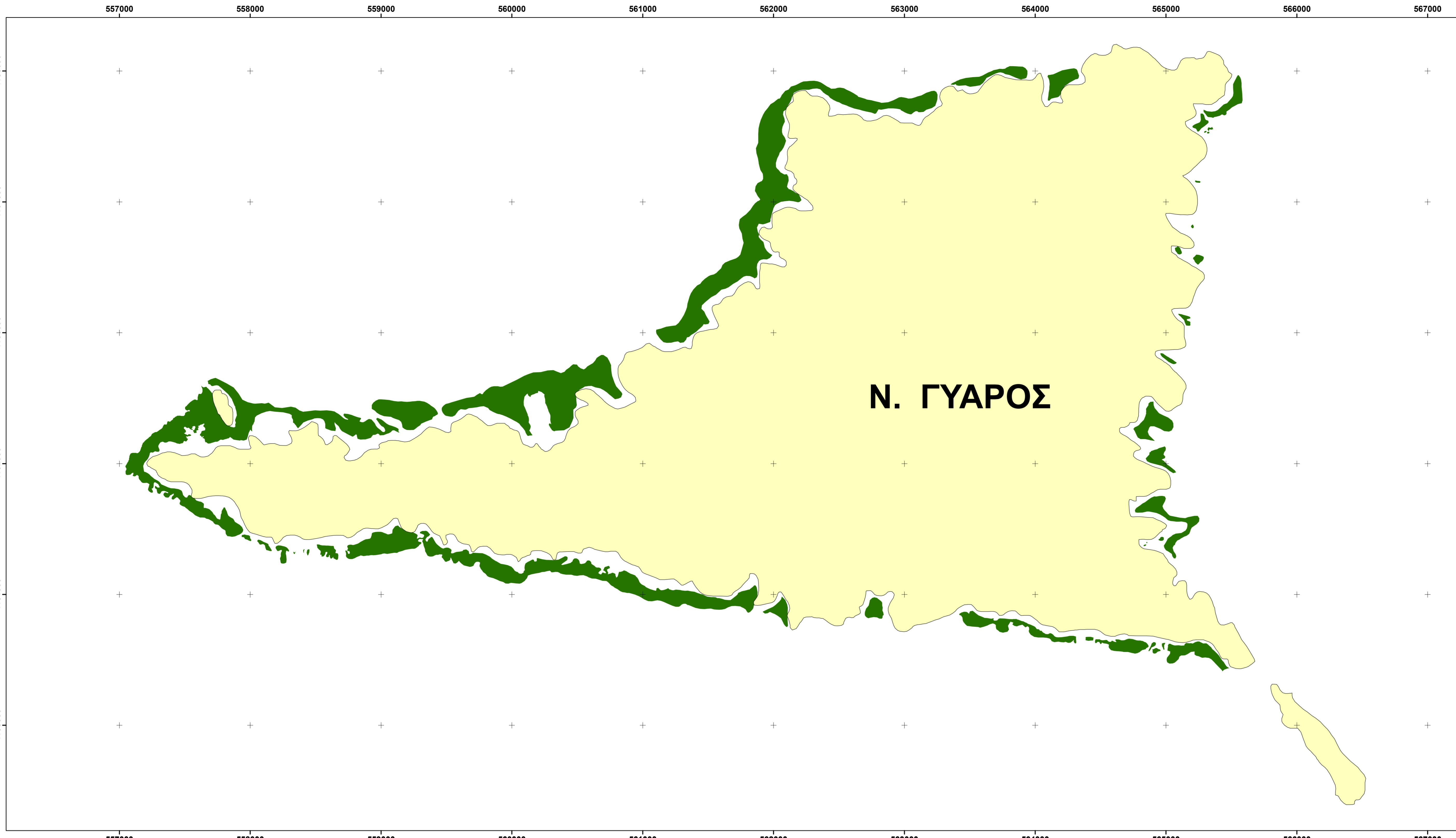
WWF ΕΛΛΑΣ
CYCLADES LIFE
 ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
 ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗ ΦΩΚΙΑ
 ΣΤΙΣ ΒΟΡΕΙΕΣ ΚΥΚΛΑΔΕΣ

ΕΡΓΟ:
 ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣ ΟΙΚΟΤΟΠΩΝ
 ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΛΙΕΥΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ
 ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΓΥΑΡΟΥ

ΣΧΕΔΙΟ: **ΧΑΡΤΗΣ ΤΥΠΩΝ ΠΥΘΟΜΕΝΑ
 ΝΗΣΟΥ ΓΥΑΡΟΥ**

ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ: **LMG-D950-0318-04** ΚΛΙΜΑΚΑ: **1 : 15 000**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
 & ΦΥΣΙΚΗΣ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ
 ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
 ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ**

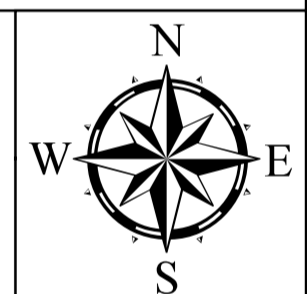


ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΟ ΕΓΣΑ-87
 Ελληνικό Γεωδατικό Σύστημα Αναφοράς 1987
 Γεωδετική Αφθερία: GRS-80
 Προβολή: Εγκάρσια Μερκατορική
 Κεντρικός Μεσημβρινός: 24° Ε
 Κεντρική Παράλληλος: 0°
 Χ0: 500.000 Υ0: 0
 Συντελεστής Κλίμακας: 0.9996

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

1. Κάνναβος (σταυροί) σε ΕΓΣΑ '87
2. Συντεταγμένες Κανναβού σε μέτρα σε ΕΓΣΑ '87
3. Γεωγραφικός Κανναβός (γραμμές) σε WGS-84
4. Γεωγραφικές Συντεταγμένες σε Μοίρες Πρώτα Δεύτερα (° ' ") σε WGS-84.



ΣΥΜΒΟΛΑ

	P. oceanica	Μέσο υψος φυλλωμάτων P. Oceanica (m)			No Data
			0.2		0.8
			0.3		0.9
			0.4		1.0
			0.5		1.1
			0.6		1.2
			0.7		1.3

WWF ΕΛΛΑΣ
CYCLADES LIFE
 ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
 ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗ ΦΩΚΙΑ
 ΣΤΙΣ ΒΟΡΕΙΕΣ ΚΥΚΛΑΔΕΣ

ΕΡΓΟ: ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΟΙΚΟΤΟΠΩΝ
 ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΛΙΕΥΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ
 ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΓΥΑΡΟΥ

ΣΧΕΔΙΟ: ΧΑΡΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΚΑΙ
 ΥΦΟΥΣ ΦΥΛΛΩΜΑΤΟΣ P. ΟCEANICA
 ΝΗΣΟΥ ΓΥΑΡΟΥ

ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ: **LMG-D950-0318-05** ΚΛΙΜΑΚΑ: **1 : 15 000**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
 & ΦΥΣΙΚΗΣ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ
 ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
 ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ