

# CREPOSIDONIA

Χαρτογράφηση των λιβαδιών *Posidonia oceanica*  
(Linnaeus) Delile, 1813 στις νήσους Σπέτσες και Βελοπούλα

Τελική Αναφορά προγράμματος



iSea, 2022



**Προτεινόμενη αναφορά:**

Ναασάν Άγα Σπυριδοπούλου, Ρ., Γκίκας, Ρ., Πουρσανίδης Δ., Χαρτογράφηση των λιβαδιών *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, 1813 στις νήσους Σπέτσες και Βελοπούλα, iSea 2022, Ελλάδα, 25pp.



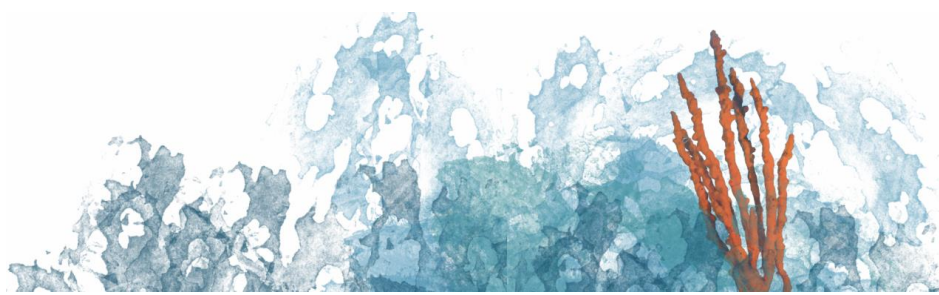
**Δήλωση περί μη σύγκρουσης συμφερόντων:**

Οι συγγραφείς δηλώνουν ότι δεν έχουν γνωστά ανταγωνιστικά οικονομικά συμφέροντα ή προσωπικές σχέσεις που θα μπορούσαν να επηρεάσουν το έργο που αναφέρεται στην παρούσα έκθεση.

Χρηματοδοτείται από:



Σε συνεργασία με:





## Εισαγωγή

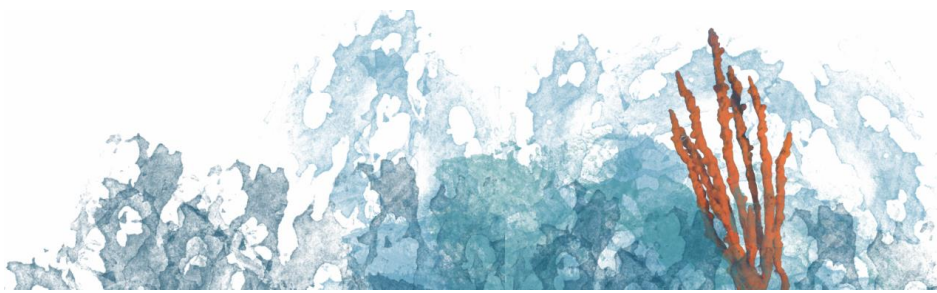
# CREPOSIDONIA

Το πρόγραμμα [REPOSIDONIA](#), είναι ένα από τα κύρια προγράμματα, που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής του πυλώνα των ευάλωτων ειδών της iSea.

Πρόκειται για πρόγραμμα ομπρέλα που στοχεύει στην προστασία και τη διατήρηση του οικοτόπου που αποτελεί η Ποσειδωνία, ώστε να εκπληρώνει τον οικολογικό της ρόλο σε ένα υγιές θαλάσσιο οικοσύστημα. Μέσα από το πρόγραμμα REPOSIDONIA, η iSea έχει ως στόχο να συμβάλει στη διαχείριση και προστασία του βυθού της Ποσειδωνίας στην Ελλάδα, καθώς αποτελεί ένα από τους σημαντικότερους θαλάσσιους οικοτόπους στη Μεσόγειο, παρέχοντας πεδία αναπαραγωγής και κυνηγιού για πολλά είδη (Pergent et al. 2016), μεταξύ άλλων υπηρεσιών. Για να επιτευχθεί αυτό, το πρόγραμμα έχει τέσσερις κύριες θεματικές ενότητες δραστηριοτήτων i) αύξηση της επιστημονικής γνώσης σχετικά με την κατανομή και την κάλυψη των λιβαδιών Ποσειδωνίας στις ελληνικές θάλασσες (ii) διεξαγωγή ερευνών βιοποικιλότητας και αξιολόγηση της υγείας των λιβαδιών (iii) εκτίμηση του δυνητικού Μπλε Άνθρακα των χαρτογραφημένων λιβαδιών ώστε να προταθούν επιστημονικά τεκμηριωμένα μέτρα διαχείρισης και τέλος (iv) εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση των κύριων ενδιαφερόμενων μερών ώστε να προταθούν στοχευμένες δράσεις διαχείρισης για αυτούς τους οικοτόπους, αναδεικνύοντας τις σημαντικές οικοσυστημικές υπηρεσίες που προσφέρουν τα λιβάδια. Στο πλαίσιο αυτό, η iSea ανέλαβε τη χαρτογράφηση της *Posidonia oceanica* στις Σπέτσες και στη νήσο Βελοπούλα, με την υποστήριξη του [Argolic Environment Foundation](#) και σε συνεργασία με την [terraSolutions](#).

## Σημασία της Ποσειδωνίας

Η *Posidonia oceanica*, είναι ένα ενδημικό φυτό της Μεσογείου (Boudouresque et al. 2006). Γνωστό και ως Γρασίδι του Ποσειδώνα (Neptune Grass), είναι ένα από τα πιο κοινά είδη θαλάσσιας βλάστησης, μαζί με την Κυμοδόχη (*Cymodocea nodosa*) και τον Θαλάσσιο Ζωστήρα (*Zostera marina*). Η Ποσειδωνία έχει το μεγαλύτερο μέγεθος μεταξύ των μεσογειακών φανερόγαμων (Traganos et al. 2022). Τα φυτά αποτελούνται από πλαγιοτροπικούς ή όρθιους βλαστούς, συνήθως θαμμένους στο ιζήμα, που ονομάζονται ριζώματα. Τα ριζώματα έχουν επίσης ρίζες που μπορούν να αναπυχθούν έως και 70 εκ κάτω από την επιφάνεια του ιζήματος. Τα φύλλα τους σχηματίζονται όλο το χρόνο έχουν διάρκεια ζωής από 5 έως 8 μήνες. Το μήκος των φύλλων τους φτάνει έως και 1,2 μέτρα και η πυκνότητά τους μπορεί να φτάσει σε πυκνότητα έως και 1.000 ανά τετραγωνικό μέτρο (Díaz-Almela & Duarte, 2008). Στην







## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Ελλάδα, η Ποσειδωνία είναι παρούσα κατά μήκος του μεγαλύτερου μέρους της ηπειρωτικής χώρας και των νησιών, κυρίως στις περιοχές που είναι προστατευμένες από τους κυρίαρχους βορειοδυτικούς ανέμους. Στο Βόρειο Αιγαίο Πέλαγος, τα λιβάδια μπορεί να εκτείνονται μέχρι και τα 25 μέτρα βάθος, ενώ στο Νότιο Αιγαίο μέχρι τα 35 μέτρα βάθος (Gerakaris et al., 2014; Poursanidis et al., 2018), ανάλογα με πολλούς παράγοντες αλλά κυρίως από τη διαύγεια του νερού και τις τοπικές ωκεανογραφικές συνθήκες. Στο Ιόνιο Πέλαγος, που είναι μια ιδιαίτερα ολιγοτροφική περιοχή, το λιβάδι μπορεί να φτάσει σε βάθος έως και 45 μέτρα (Gerakaris et al., 2014; Traganos et al. 2018).

Ο οικότοπος που σχηματίζει η *Posidonia oceanica* μαζί με τους Κοραλλιγενείς/βιογενείς οικοτόπους είναι η πιο σημαντικοί για τα μεσογειακά θαλάσσια οικοσυστήματα (Γιακουμί et al. 2013). Ο ρόλος των λιβαδιών της *Posidonia oceanica* στα θαλάσσια παράκτια περιβάλλοντα συχνά, ορθώς, συγκρίνεται με αυτόν των δασικών οικοσυστημάτων σε χερσαία περιβάλλοντα, καθώς αποτελούν τη βάση του πλούτου των παράκτιων υδάτων της Μεσογείου. Με την παραγωγή τεράστιων ποσοτήτων φυτικής βιομάζας, τα λιβάδια αποτελούν τη βάση του πολλών τροφικών πλεγμάτων (McRoy & McMillan, 1977). Αυτή η πρωτογενής παραγωγή είναι συγκρίσιμη, ακόμα και μεγαλύτερη, από εκείνη άλλων περιβαλλόντων υψηλής παραγωγικότητας, είτε χερσαίων είτε ωκεάνιων (Fergusson et al. 1980). Επιπλέον, τα λιβάδια Ποσειδωνίας αποτελούν πεδίο αναπαραγωγής, νηπιοτροφείο ή μόνιμο οικότοπο για πολλά είδη (πάνω από 400 διαφορετικά είδη φυτών και αρκετές χιλιάδες είδη ζώων κατοικούν στα λιβάδια εκ των οποίων πολλά είδη εμπορικής σημασίας) δημιουργώντας ένα μοναδικό κομβικό σημείο (hotspot) βιοποικιλότητας (Boudouresque et al. 2012). Επιπλέον, η *Posidonia oceanica* θεωρείται «μηχανικός του οικοσυστήματος», καθώς σταθεροποιεί το ίζημα με τις ρίζες της και αλλάζει το υδροδυναμικό καθεστώς της υποπαραλιακής ζώνης και προστατεύει από τη διάβρωση (Pergent et al., 2012). Εκτός αυτού, χρησιμεύει ως «φίλτρο», καθώς βελτιώνει την ποιότητα του νερού μειώνοντας το φορτίο αιωρούμενων σωματιδίων (Hemminga & Duarte, 2000). Επιπλέον, τα φυτά παράγουν μεγάλες ποσότητες ατμοσφαιρικού οξυγόνου, ενώ παράλληλα απομακρύνουν το ατμοσφαιρικό CO<sub>2</sub>. Μέσω αυτής της διαδικασίας, τα λιβάδια μπορούν να αποθηκεύσουν μεγάλες ποσότητες οργανικού άνθρακα, χρησιμεύοντας ως μακροχρόνιες αποθήκες άνθρακα (Pergent et al. 2012). Τέλος, τα ριζώματά τους συγκεντρώνουν ραδιενεργές ουσίες, συνθετικές χημικές ουσίες και βαρέα μέταλλα, μειώνοντας τα επίπεδα συγκέντρωσης αυτών των έμμονων ρύπων από την υδάτινη στήλη. Ως εκ τούτου, η *Posidonia oceanica* χρησιμοποιείται επίσης ως «βιολογικό ποιοτικό στοιχείο» στα μακροπρόθεσμα προγράμματα



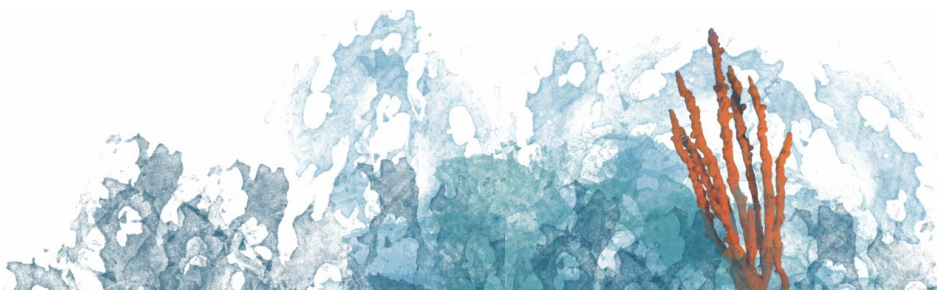
## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

παρακολούθησης της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα (2000/60/ΕΚ) και επίσης σύμφωνα με την Οδηγία Πλαίσιο για τη Θαλάσσια Στρατηγική (2008/56/ΕΚ) χρησιμοποιείται ως δείκτης για την αξιολόγηση της «Καλής περιβαλλοντικής κατάστασης» των παράκτιων υδατικών συστημάτων.

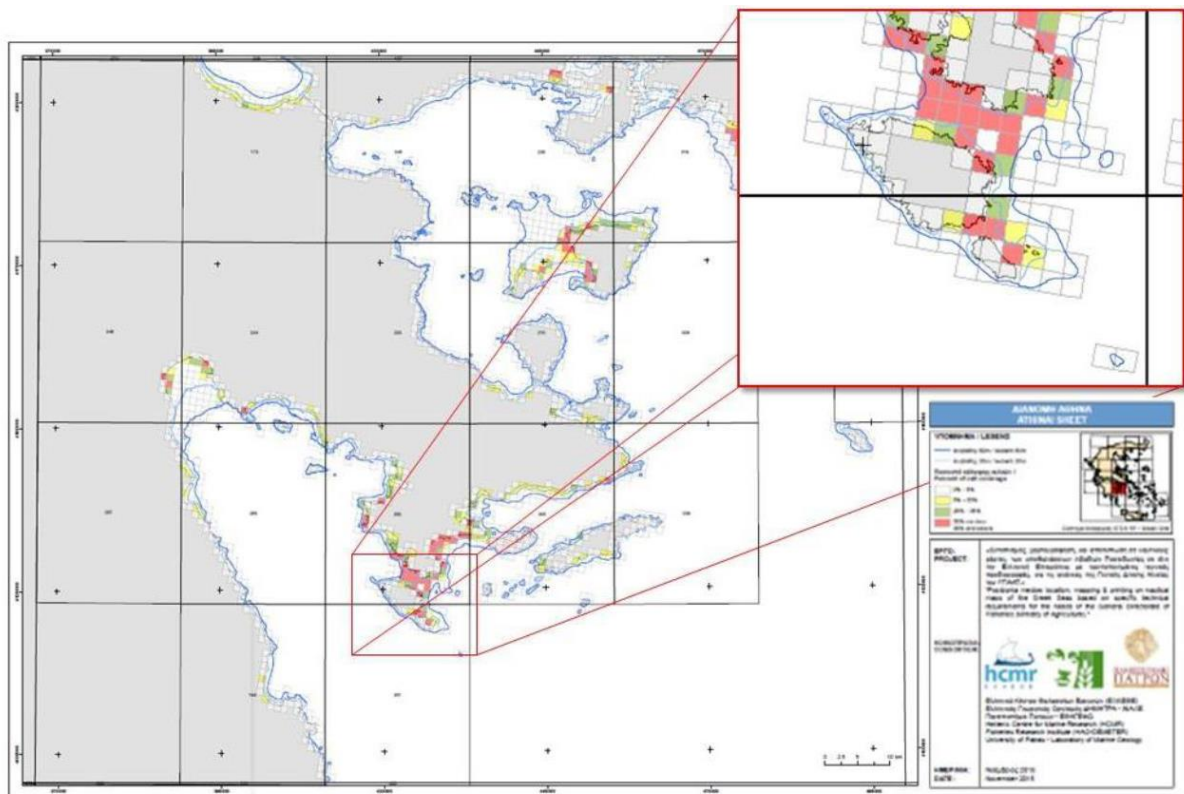
### Περιοχή μελέτης

Οι Σπέτσες είναι ένα σχετικά μικρό νησί με συνολική έκταση 22 τ.χλμ. και ακτογραμμή 40 χλμ., που βρίσκεται στον Αργολικό κόλπο. Οι Σπέτσες ανήκουν στην ομάδα των νησιών του Αργολικού και του Σαρωνικού κόλπου, γεγονός που τις καθιστά ιδανικό τουριστικό προορισμό καθώς είναι εύκολα προσβάσιμη από το από το λιμάνι του Πειραιά, και απέχει λιγότερο από 2 χλμ. από την Πελοπόννησο, από το λιμάνι του Πόρτο Χέλι. Ο δήμος Σπετσών αποτελείται από τέσσερα διαφορετικά νησιά: τις Σπέτσες, τη Σπετσοπούλα, τη Βελοπούλα και τη Φαλκονέρα. Η μοναδική δημοσιευμένη χαρτογράφηση Ποσειδωνίας που υπάρχει για τις Σπέτσες έγινε για τις ανάγκες του Γραφείου Αλιείας του Ελληνικού Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και χρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Θάλασσας, Αλιείας και Υδατοκαλλιέργειας (ΕΤΘΑΥ) και κρατικά κονδύλια για την εφαρμογή της Κοινής Αλιευτικής Πολιτικής (ΚΑΠ). Οι χάρτες που παρήχθησαν δημοσιεύθηκαν το 2015 (Εικόνα 1).

Ωστόσο, η ανάλυση αυτών των χαρτών είναι πολύ χαμηλή και αποτυπώνει ένα ποσοστό κάλυψης, γεγονός που καθιστά αδύνατη τη χρήση τους ως εργαλείο διαχείρισης πέρα από το ρόλο που εξυπηρετεί. Τα αποτελέσματα της έκθεσης έδειξαν ότι η υψηλότερη κάλυψη (>35%) της Ποσειδωνίας εντοπίζεται στα βόρεια τμήματα του νησιού, στο κανάλι Κόστα. Μια άλλη περιοχή που διακρίνεται στα αποτελέσματα του έργου ως περιοχή με υψηλή κάλυψη λιβαδιών βρίσκεται γύρω από τη νήσο Σπετσοπούλα, νοτιοανατολικά των Σπετσών (5%-35% της κάλυψης). Η έκθεση αυτή χρησιμοποιήθηκε για τον εντοπισμό περιοχών όπου θα πρέπει να απαγορευτεί η αλιεία με μηχανότρατα και αφορά ολόκληρη την Ελλάδα.

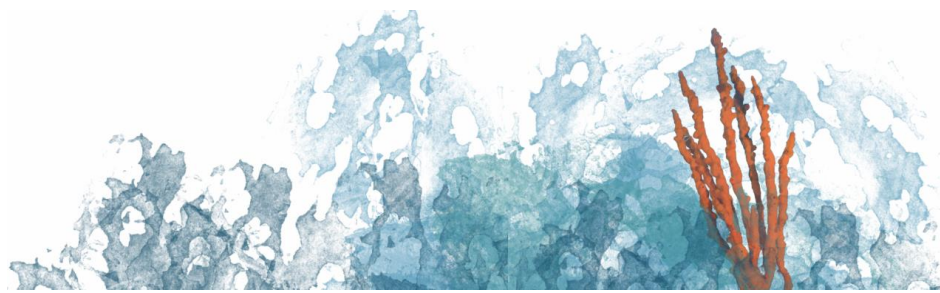


## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ



Εικόνα 1. Προσαρμογή από: Θέση λιβαδιού Ποσειδωνίας, χαρτογράφηση & εκτύπωση σε ναυτικούς χάρτες των Ελληνικών Θαλασσών με βάση ειδικές τεχνικές απαιτήσεις για τις ανάγκες της Γενικής Διεύθυνσης Αλιείας (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων). Νοέμβριος 2015.

Αξίζει να αναφερθεί ότι το κανάλι Κόστα και οι ανατολικές ακτές των Σπετσών απαγορεύεται η αλιεία με τράτα βυθού από το 1966 σύμφωνα με το άρθρο 8§10B από Β.Δ 917/66(ΦΕΚ 248Α) (Εικόνα 2). Οι κύριες πιέσεις που αναμένεται να επηρεάσουν τα λιβάδια της περιοχής προέρχονται από τις τουριστικές δραστηριότητες και τις παράκτιες υποδομές.



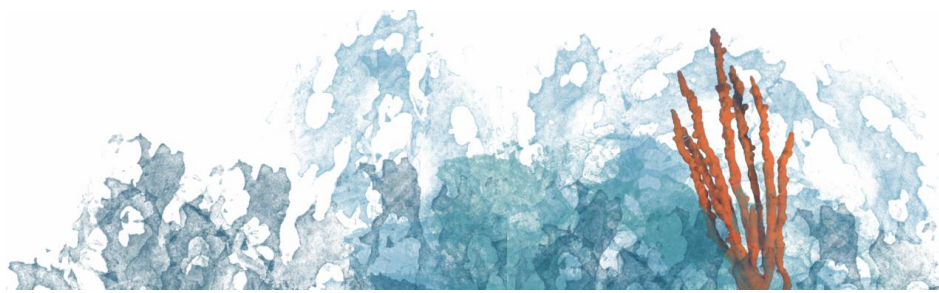




Εικόνα 2. Στην περιοχή που υποδεικνύεται με κόκκινες ρίγες απαγορεύονται τα δίχτυα τράτας  
 Πηγή: Διεύθυνση Ελέγχου Αλιείας

Ειδικότερα, η περιοχή που αναμένεται να έχει τα πιο εκτεταμένα λιβάδια παρουσιάζει την υψηλότερη κίνηση σκαφών γύρω από το νησί (Εικόνα 3), με τον πιο πυκνοκατοικημένο οικισμό και τα πιο πολυσύχναστα λιμάνια των Σπετσών, που βρίσκονται στις ακτές του νησιού και το λιμάνι του Πόρτο Χέλι να βρίσκεται απέναντι από το κανάλι.

Η Βελοπούλα είναι ένα ακατοίκητο νησί, που βρίσκεται στο Μυρτώο Πέλαγος, περίπου 45 χιλιόμετρα νοτιοανατολικά των Σπετσών. Η συνολική της έκταση είναι μικρότερη από 2 τ.χλμ., το νησί δημιουργήθηκε από την έντονη ηφαιστειακή δραστηριότητα της περιοχής και η ακτογραμμή του αποτελείται κυρίως από βραχώδεις γκρεμούς, ενώ το μέγιστο υψόμετρο ξεπερνά τα 200 μ. Σε αντίθεση με τις Σπέτσες, η Βελοπούλα παραμένει αδιατάρακτη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους με ελάχιστη κίνηση σκαφών και λίγες δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στα γύρω ύδατα, όπως η αλιεία κυρίως από μικρής κλίμακας ψαράδες. Η Βελοπούλα και τα γύρω νερά της αποτελούν μέρος του δικτύου NATURA2000, καθώς ανήκουν στην ευρύτερη περιοχή της οδηγίας για τους οικοτόπους: "ΒΡΑΧΟΝΗΣΙΑ ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ: ΒΕΛΟΠΟΥΛΑ, ΦΑΛΚΟΝΕΡΑ, ΑΝΑΝΕΣ, ΧΡΙΣΤΙΑΝΑ, ΠΑΧΕΙΑ, ΦΤΕΝΟ, ΜΑΚΡΑ, ΑΣΤΑΚΙΔΟΝΗΣΙΑ, ΣΥΡΝΑ – ΓΥΡΟ ΝΗΣΙΑ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΖΩΝΗ", (Sitecode: GR4210011). Παρόλο που, πιθανολογείται ότι οι βυθοί



## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

γύρω από τη Βελοπούλα καλύπτονται από σχετικά αδιατάρακτα λιβάδια λόγω της απομόνωσης και της χαμηλής επισκεψιμότητας της περιοχής, τα τυποποιημένα δεδομένα της περιοχής αποδίδουν μόνο 0,032 τ.χλμ. στον οικότοπο 1120 (Λιβάδια Ποσειδωνίας) σε ολόκληρη τη θαλάσσια έκταση της περιοχής. Οι χάρτες που παρέχονται από το ελληνικό Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων δείχνουν επίσης ότι λιγότερο από το 5% των περιοχών γύρω από τη Βελοπούλα καλύπτονται από λιβάδια. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι εκτιμήσεις αυτές είναι πιθανό να υποεκτιμούν την έκταση των λιβαδιών γύρω από τη Βελοπούλα, ενώ τα υπάρχοντα λιβάδια ενδεχομένως να βρίσκονται σε αδιατάραχτη κατάσταση λόγω έλλειψης ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στην περιοχή. Ωστόσο, για την επιβεβαίωση των παραπάνω απαιτούνται στοχευμένες δράσεις για την αξιολόγησή τους και την εκτίμηση της συνολικής έκτασης τους με ακρίβεια.



Εικόνα 3. Κυκλοφορία σκαφών το 2021, υπολογισμένη σε ώρες παρουσίας ανά 0,13 τ.χλμ.  
Πηγή: Global Fishing Watch



## Μεθοδολογία & Αποτελέσματα

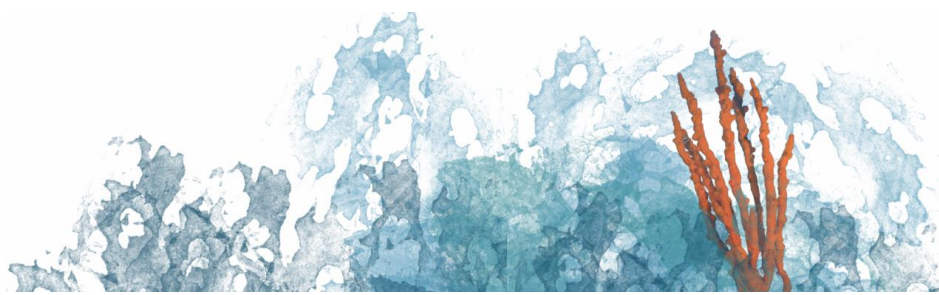
### 1. Εργασίες πεδίου



Εικόνα 4. Καταγραφή των νεκρών στρωμάτων Ποσειδωνίας (*matte morte*), που αποικίζεται από την *Cystoseira* sp., με κάμερα, στη νήσο Βελοπούλα, Απρίλιος 2022

#### 1.1 Συλλογή σημείων επαλήθευσης

Σημαντική πτυχή της διαδικασίας χαρτογράφησης ήταν η λήψη ορθών σημείων επαλήθευσης, που αντιπροσωπεύουν τους διάφορους οικοτόπους του βυθού, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα εκπαίδευσης για την ταξινόμηση των εικονοστοιχείων σε τύπους οικοτόπων καθώς και για την επαλήθευση. Στις 10 Απριλίου, η iSea επισκέφθηκε το νησί των Σπετσών για να πραγματοποιήσει τις εργασίες πεδίου. Για την απόκτηση των σημείων επαλήθευσης η iSea ανέπτυξε ένα σχέδιο για τις δειγματοληψίες χρησιμοποιώντας ελεύθερες δορυφορικές εικόνες από το Google Earth και σύμφωνα με τις συστάσεις του εξωτερικού συνεργάτη, καθώς η δορυφορική εικόνα δεν είχε αγοραστεί ακόμη. Η ομάδα προσπάθησε να καλύψει όσο το δυνατόν



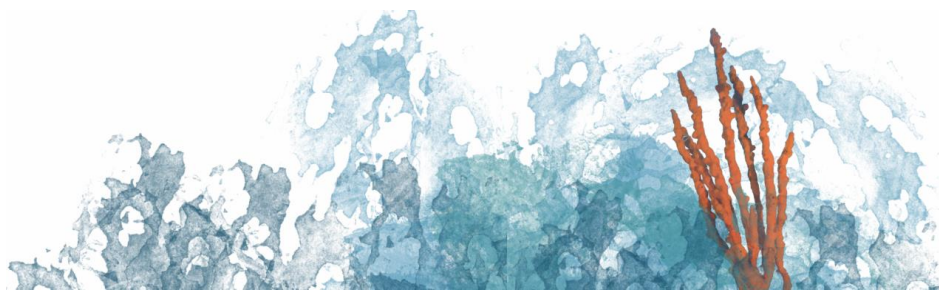
## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

μεγαλύτερη έκταση από τα δύο νησιά, δίνοντας έμφαση στις περιοχές όπου η *Posidonia oceanica* πιθανολογείται ότι έχει μεγαλύτερη εξάπλωση. Οι περιοχές που επισκέφθηκε η ομάδα είναι εμφανείς από τα σημεία επαλήθευσης που συλλέχθηκαν (Εικόνα 7). Καθώς η ομάδα δεν μπορούσε να πραγματοποιήσει καταδύσεις σε όλη την περιοχή του νησιού των Σπετσών λόγω των περιορισμών του λιμενικού σώματος, αναπτύχθηκαν 4 μέθοδοι δειγματοληψίας: i) χρήση ROV, ii) περιήγηση με σκάφος (ύδατα με βάθος μικρότερο των 10 μέτρων.), iii) αυτόνομη κατάδυση και iv) κολύμβηση με αναπνευστήρα και άπνοια. (Εικόνα 5). Για να αποφασιστεί σε ποια τοποθεσία η ομάδα θα χρησιμοποιήσει το ROV, την κολύμβηση ή την κατάδυση, χρησιμοποιήθηκε ένα drone, που παραχωρήθηκε από την Spetses Cruising (την εταιρεία ενοικίασης σκαφών) για να βρεθούν λιβάδια με μεγάλα τμήματα άμμου και μεικτούς οικοτόπους.



Εικόνα 5. Οι τέσσερις μεθοδολογίες που αναπτύχθηκαν για την απόδοση των διαφορετικών οικοτόπων στα σημεία επαλήθευσης. i) χρήση ROV, ii) περιήγηση με σκάφος, iii) αυτόνομη κατάδυση και iv) κατάδυση με αναπνευστήρα και άπνοια.

Οι συντεταγμένες για κάθε σημείο επαλήθευσης καταγράφονταν μαζί με τον τύπο οικοτόπου που παρατηρήθηκε σε κάθε σημείο. Χρησιμοποιήθηκε συσκευή GPS







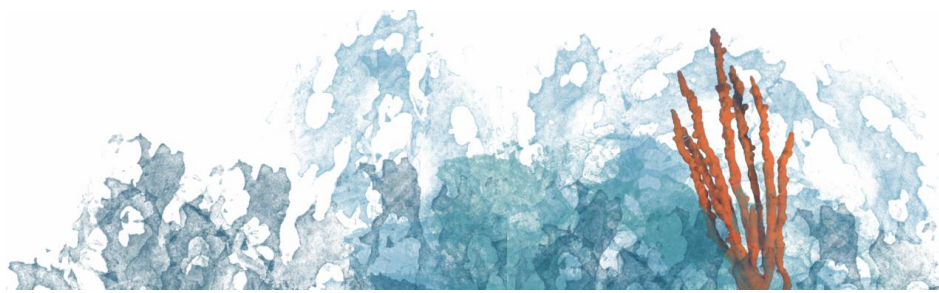
## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

(Garmin 22x) με ακρίβεια 3 μέτρων. Η ομάδα φρόντισε να καταγράψει κάθε σημείο σε οικοτόπους που καλύπτουν περίπου 10 τ.μ., για να αποφευχθεί η μείωση της ακρίβειας καταγραφής λόγω της ακρίβειας του GPS. Στη συνέχεια, όλα τα σημεία μεταφέρθηκαν σε αρχείο κειμένου, μαζί με την ημερομηνία λήψης, τις συντεταγμένες και τον σχετικό οικοτόπο. Τέλος, το αρχείο κειμένου μετατράπηκε σε διανυσματικό αρχείο shapefile με τη χρήση του ArcGIS (έκδοση 10.4).

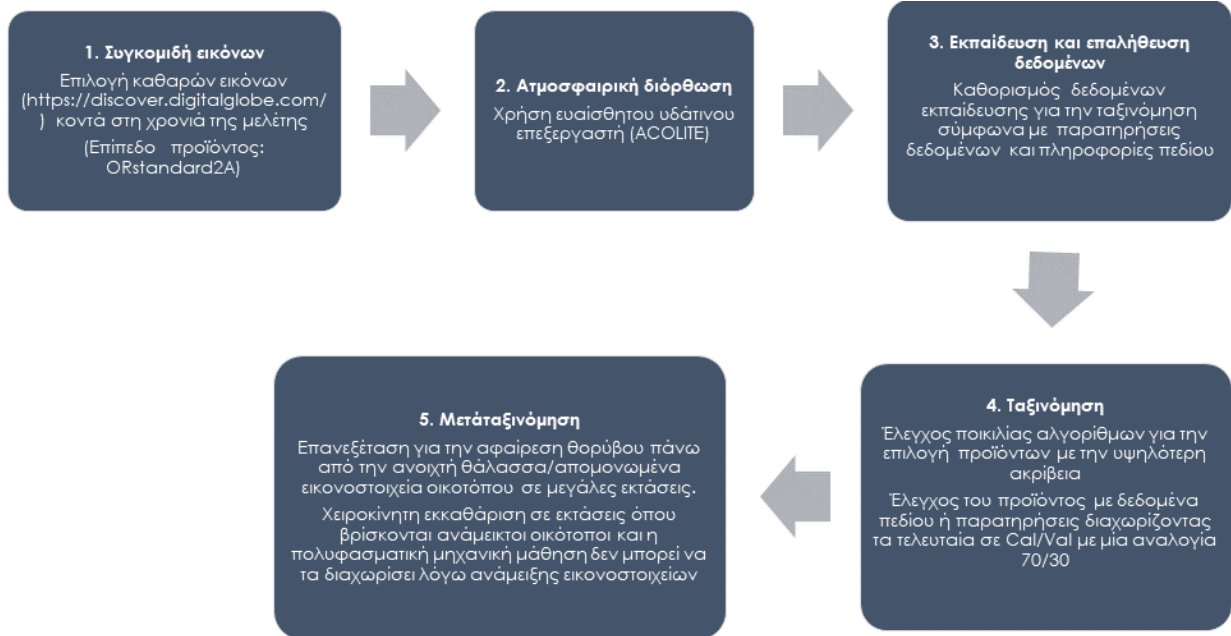
### 1.2. Καθορισμός του κατώτερου ορίου των λιβαδιών

Για να καθοριστεί το κατώτερο όριο των λιβαδιών χρησιμοποιήθηκαν δύο μέθοδοι πεδίου: i) καταδύσεις και ii) το ROV (PowerRay). Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκαν δύο καταδύσεις μία στη δυτική πλευρά των Σπετσών και μία στην ανατολική πλευρά της Βελοπούλας. Στη Βελοπούλα το κατώτερο όριο βρέθηκε στα ~25 μ, ενώ στη δυτική πλευρά των Σπετσών σε βάθος ~18 μ. Ωστόσο, η ομάδα έπρεπε να ελέγξει το κατώτερο όριο σε διαφορετικές περιοχές και γι' αυτό έγιναν άλλες δύο προσπάθειες και στα δύο νησιά με τη χρήση του ROV. Ακολουθώντας, τον χαρακτηριστικό χρωματισμό του λιβαδιού, η iSea πλοήγησε το σκάφος κάθετα από την ακτή και όταν το σκάφος έφτασε σε βάθος 25 μ το ROV βυθίστηκε στον πυθμένα και πλοηγήθηκε στο κατώτερο όριο, όπου καταγράφηκε από την ομάδα το βάθος του κατώτερου ορίου του λιβαδιού.

Συγκεκριμένα, οι δραστηριότητες πεδίου για τη Βελοπούλα διεξήχθησαν στις 12 Απριλίου 2022, ενώ για τις Σπέτσες διεξήχθησαν σε τριήμερη περίοδο (κατά τη διάρκεια της 11ης, 13ης και 14ης Απριλίου 2022), προκειμένου η ομάδα να επισκεφθεί διάφορα σημεία γύρω από το νησί και να λάβει πληροφορίες σχετικά με τους διάφορους τύπους οικοτόπων.



## 2. Ροή εργασίας ανάλυσης



Εικόνα 6. Ροή εργασίας της ανάλυσης που ακολουθήθηκε για την παραγωγή των τελικών χαρτών των λιβαδιών Ποσειδωνίας.

Η ανάλυση περιλάμβανε 6 κύρια βήματα. Τα βήματα περιγράφονται συνοπτικά στην Εικόνα 6 και αναλύονται περαιτέρω στις επόμενες παραγράφους συνοδευόμενα από τα παραγόμενα αποτελέσματα.

### 2.1 Συγκομιδή εικόνων

Προκειμένου να παραχθούν χάρτες υψηλής ανάλυσης για την πλήρη έκταση των λιβαδιών γύρω από τα δύο νησιά, χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες υψηλής ανάλυσης. Συγκεκριμένα, η ομάδα χρησιμοποίησε δύο διαφορετικές εικόνες που συλλέχθηκαν από τον δορυφόρο WorldView 3 της Maxar, ο οποίος προσφέρει πολυφασματικές εικόνες 8 ζωνών με μέση ανάλυση 1,31μ. ανά εικονοστοιχείο (Πίνακας 1).





## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Πίνακας 1. Οι 8 φασματικές ζώνες των εικόνων που χρησιμοποιήθηκαν για τη χαρτογράφηση των λιβαδιών Ποσειδωνίας.

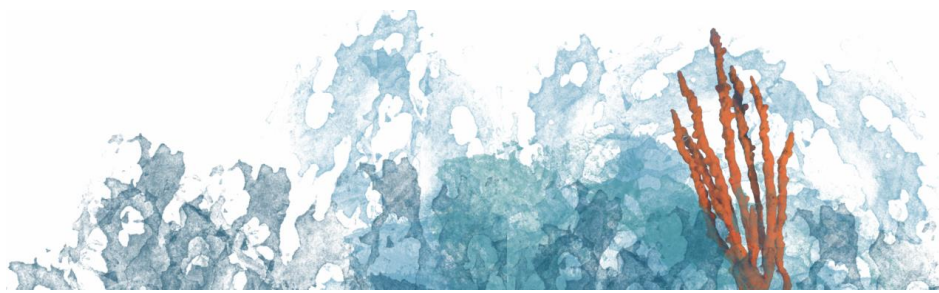
Όνομα καναλιού	Εύρος φάσματος
Παράκτιο μπλε	400 - 450 nm
Μπλε	450 - 510 nm
Πράσινο	510 - 580 nm
Κίτρινο	585 - 625 nm
Κόκκινο	630 - 690 nm
Κόκκινο άκρο <sup>1</sup>	705 - 745 nm
Εγγύς υπέρυθρο 1	770 - 895 nm
Εγγύς υπέρυθρο 2	860 - 1040 nm

Η εικόνα για το νησί των Σπετσών κάλυπτε έκταση 61 τ.χλμ. ενώ για τη Βελοπούλα κάλυπτε έκταση 25 τ.χλμ. Για το πρόγραμμα αγοράστηκε το προϊόν "ORStandard2A". Η εικόνα για τις Σπέτσες λήφθηκε στις 20/01/2021 και για τη Βελοπούλα στις 26/06/2021. Τα κριτήρια για την επιλογή των εικόνων από το αρχείο ήταν i) ο ατμοσφαιρικός θόρυβος, ii) η γωνία λήψης, iii) η παρουσία σκαφών και iv) η οπτική επιθεώρηση για την ελάχιστη παρουσία αντανάκλασης στην επιφάνεια της θάλασσας και κυματικής έντασης. Το τελευταίο δεν μπορεί να αντισταθμιστεί μέσω αλγορίθμων διόρθωσης της εικόνας, ενώ το πρώτο μπορεί να διορθωθεί με την εφαρμογή ειδικών αλγορίθμων.

### 2.2 Ατμοσφαιρική διόρθωση

Και για τις δύο εικόνες πραγματοποιήθηκε ατμοσφαιρική διόρθωση με τη χρήση της εφαρμογής ACOLITE (έκδοση 20220222.0). Χρησιμοποιήθηκαν οι προεπιλεγμένες παράμετροι για την ανάκτηση της ανάκλασης του πυθμένα (Vanhellemont & Ruddick, 2018). Εφαρμόστηκε μάσκα για την αφαίρεση του χερσαίου τμήματος της εικόνας με χρήση της ζώνης του Εγγύς υπέρυθρου (Πίνακας 1). Η περιοχή μελέτης μειώθηκε

<sup>1</sup>Red edge: Αναφέρεται στα μήκη κύματος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, τα οποία ανήκουν στο εγγύς υπέρυθρο και στα οποία αλλάζει δραματικά η ανάκλαση της φυτικής βλάστησης.





## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

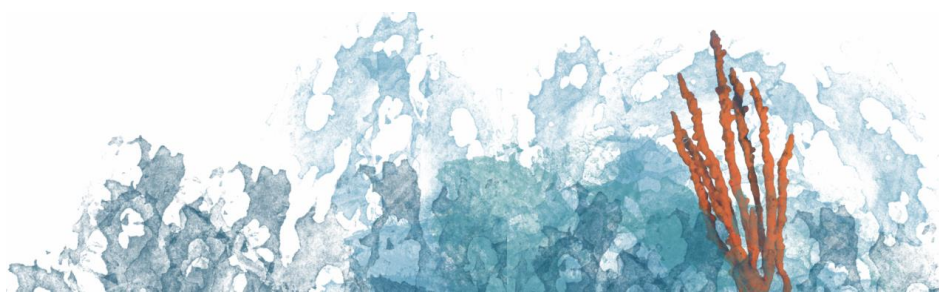
πραιτέρω με την εφαρμογή ενός χειροκίνητα σχεδιασμένου, πολυγώνου κοντά στα βαθιά όρια των λιβαδιών, καθώς αυτά ήταν σαφώς ορατά από τις εικόνες και τα δεδομένα των εργασιών πεδίου.

Επιπλέον, τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τη βαθμονόμηση του αλγορίθμου ακολούθησαν την προσέγγιση των Roursanidis et al., (2018), καθώς εκεί εκτός από τη μείωση των βαθιών περιοχών, συμπεριλήφθηκε στην ανάλυση μια κλάση με την ονομασία «βαθιά ύδατα», ώστε ο αλγόριθμος να μπορεί να διακρίνει ποια εικονοστοιχεία ανήκουν στη βαθιά θάλασσα και όχι στην κατηγορία θαλάσσιου λιβαδιού.

Δημιουργήθηκαν δεδομένα με υπομνηματισμένες εικόνες για να χρησιμοποιηθούν στην επιβλεπόμενη ταξινόμηση εικόνων σύμφωνα με τις προσεγγίσεις των Roursanidis et al.,(2018) και Tragapanos et al., (2018). Στο πλαίσιο αυτό, οι περιοχές με θαλάσσια βλάστηση και άλλους τύπους υποστρώματος αναγνωρίστηκαν στις εικόνες ανάκλασης πυθμένα μετά τη χρήση της εφαρμογής ACOLITE. Έπειτα σχεδιάστηκαν προσεκτικά πολύγωνα για κάθε οικότοπο-στόχο, ώστε οι αλγόριθμοι να έχουν επαρκή αριθμό εικονοστοιχείων για τον διαχωρισμό των σχεδιασμένων κλάσεων. Στην περίπτωση της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκε ένα δυαδικό σχήμα ταξινόμησης παρουσίας/ απουσίας θαλάσσιας βλάστησης (θαλάσσια βλάστηση - όχι θαλάσσια βλάστηση).

### 2.3 Εκπαίδευση αλγορίθμου ταξινόμησης και επαλήθευση δεδομένων

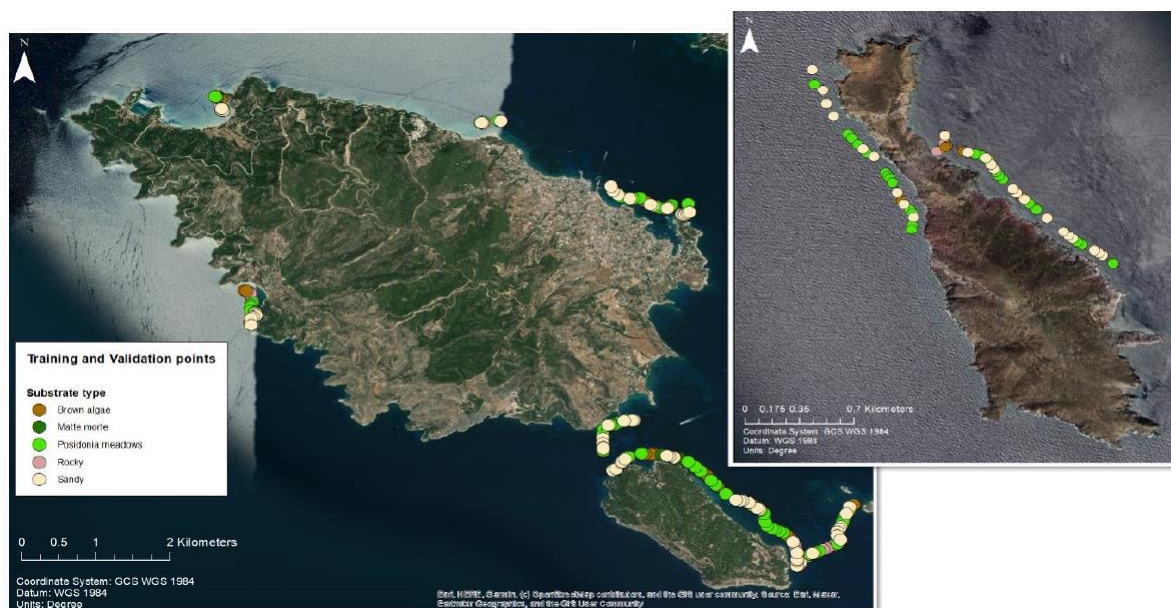
Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, κατά τη διάρκεια των εργασιών πεδίου συλλέχθηκαν σημεία εκπαίδευσης και επαλήθευσης και τους αντιστοιχήθηκε ένας οικότοπος για κάθε ένα από αυτά. Οι οικότοποι χωρίστηκαν σε πέντε κατηγορίες υποστρώματος: i) λιβάδια *Posidonia oceanica*, ii) αμμώδες υπόστρωμα, iii) βραχώδες υπόστρωμα, iv) καφέ άλγη και v) *matte morte* (νεκρά φυτά Ποσειδωνίας) (Πίνακας 2). Συνολικά, συλλέχθηκαν 56 σημεία επαλήθευσης από το νησί Βελοπούλα και 198 σημεία από τέσσερις διαφορετικές περιοχές δειγματοληψίας γύρω από τις Σπέτσες (Εικόνα 7).





Πίνακας 2. Αριθμός σημείων εκπαίδευσης και επαλήθευσης στις δύο τοποθεσίες.

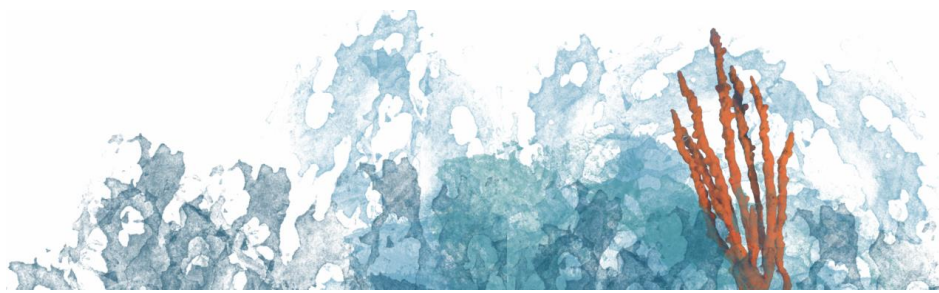
Τύπος υποστρώματος	Σπέτσες	Βελοπούλα	Σύνολο (N;%)
Λιβάδια Ποσειδωνίας	77	24	101; 40%
Αμμώδες υπόστρωμα	66	24	90; 35%
Βραχώδες υπόστρωμα	20	3	23; 9%
Καφέ άλγη	31	5	36; 14%
Matte morte	4	-	4; 2%
Σύνολο	198	56	254; 100%



Εικόνα 7. Σημεία εκπαίδευσης και επαλήθευσης που αποκτήθηκαν τον Απρίλιο του 2022

## 2.4 Ταξινόμηση

Για τις Σπέτσες, η επιβλεπόμενη ταξινόμηση πραγματοποιήθηκε με τον αλγόριθμο Maximum Likelihood (Haynes, 2013) στο λογισμικό ENVI (Έκδοση 5.6.2). Για το νησί Βελοπούλα, χρησιμοποιήθηκε στο QGIS ο Random Forests (RF) (Breiman, 2001), με την εργαλειοθήκη EnMAP (σταθερή έκδοση 3.10.0.20220609T095816).



Χρησιμοποιήθηκαν επίσης οι αλγόριθμοι Support Vector Machines (Vapnik, 1995) και Minimum Distance (Richards, 1999) για να διερευνηθεί εάν θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε ταξινόμηση με μεγαλύτερη ακρίβεια, και στα δύο νησιά σε σύγκριση με τα υπόλοιπα. Ωστόσο, οι υψηλότερες ακρίβειες επιτεύχθηκαν από τους αλγόριθμους Maximum Likelihood και Random Forests για τις Σπέτσες και τη Βελοπούλα, αντίστοιχα (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. Συνολικές ακρίβειες που επιτυγχάνονται από τους διαφορετικούς αλγόριθμους για τις δύο περιοχές μελέτης.

Αλγόριθμοι ταξινόμησης	Σπέτσες	Βελοπούλα
Random Forest	> 86%	> <b>93%</b>
Maximum Likelihood	> <b>93%</b>	> 88%
Support Vector Machines	> 89%	> 90%
Minimum Distance	> 75%	> 78%

## 2.5 Μεταταξινόμηση

Η διαδικασία μετά την ταξινόμηση αποτελείται από δύο βήματα: 1) εφαρμογή ενός χαμηλοπέρατου φίλτρο (φίλτρο με χαμηλό βαθμό διέλευσης) για την απομάκρυνση του φαινομένου «αλατοπίπερου» (salt n' pepper) στις ομοιογενείς περιοχές του θαλάσσιου τοπίου, χρησιμοποιώντας ένα παράθυρο 3x3 εικονοστοιχείων, 2) την επεξεργασία των πολυγώνων θαλάσσιας βλάστησης λόγω εσφαλμένης ταξινόμησης εικονοστοιχείων ως θαλάσσια βλάστηση σε βαθιά νερά (αφαίρεση εικονοστοιχείων πάνω από την ανοιχτή θάλασσα που συμπεριφέρονται φασματικά παρόμοια με την κατηγορία θαλάσσιας βλάστησης λόγω της γωνίας του ήλιου και των χρωστικών του φυτοπλαγκτόν. Για την αξιολόγηση της ακρίβειας χρησιμοποιήθηκε η χρήση των σημείων επαλήθευσης που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια των εργασιών πεδίου ως θαλάσσια βλάστηση - όχι θαλάσσια βλάστηση (δυναμική προσέγγιση), δεδομένου ότι ο στόχος του παρόντος έργου είναι η χαρτογράφηση των θαλάσσιων λιβαδιών.





## Συμπεράσματα

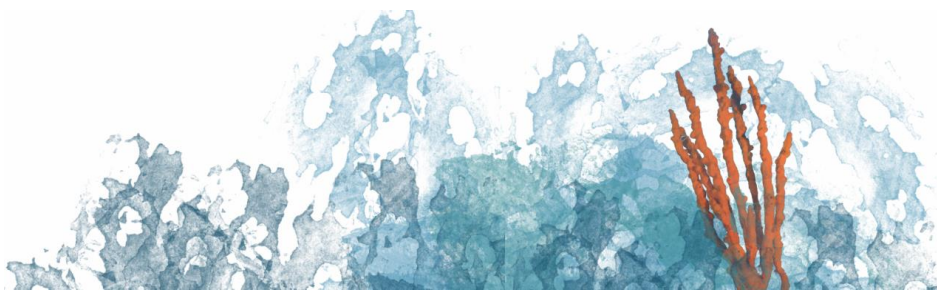
### Νήσος Σπέτσες

Τα αποτελέσματα της χαρτογράφησης για το νησί των Σπετσών παρουσιάζονται στο Παράρτημα 1, Χάρτης 1. Τα λιβάδια καλύπτουν συνολικά 3,73 τ.χλμ. του βυθού που περιβάλλει το νησί. Ο παραγόμενος χάρτης έχει ακρίβεια ~93% και βασίστηκε στον αλγόριθμο Μέγιστης Πιθανοφάνειας (Maximum Likelihood) σε συνδυασμό με τις χειροκίνητες διορθώσεις. Οι χειροκίνητες διορθώσεις εφαρμόστηκαν κυρίως στο βορειοδυτικό τμήμα και στα νοτιοανατολικά, όπου το φαινόμενο ζώνης (banding effect) της εικόνας είναι πολύ έντονο και οι τεχνολογίες Maxar δεν το ξεχωρίζουν.

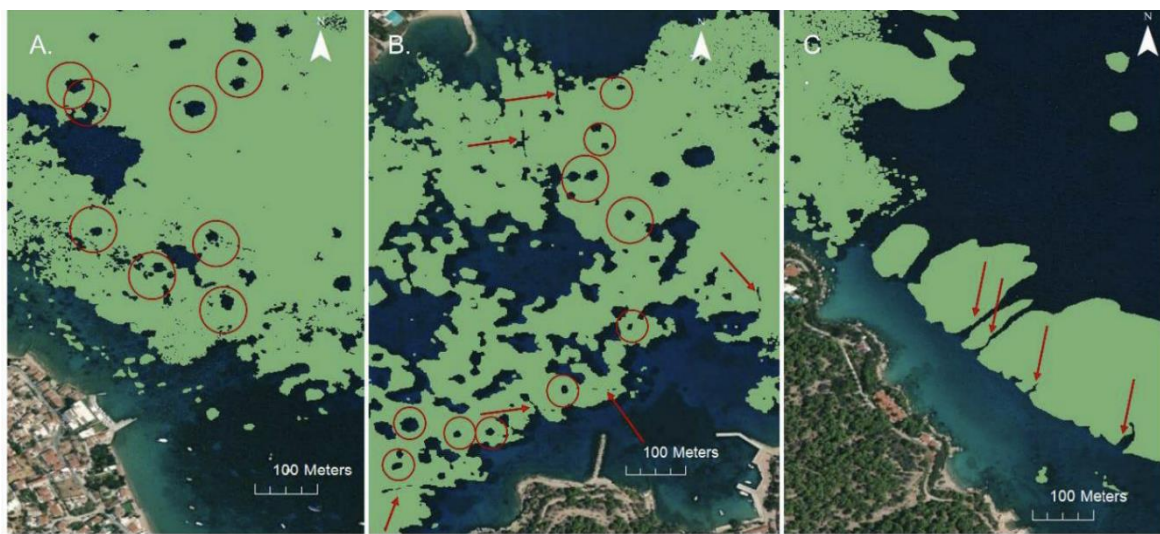
Το βαθύ όριο των λιβαδιών οριοθετήθηκε από τη δορυφορική εικόνα μετά την ατμοσφαιρική διόρθωση και έφτασε σε μέγιστο βάθος 32 μέτρων, το οποίο συμφωνεί με τα δεδομένα πεδίου. Αξίζει να αναφερθεί ότι η αξιοπιστία του κατώτερου ορίου, όπως αυτό έχει οριοθετηθεί από την παρούσα εργασία, είναι πολύ υψηλή, καθώς η εικόνα δεν έχει ιζηματογενή ύλη στην υδάτινη στήλη που μπορεί να εμποδίσει την ορατότητα του πυθμένα.

Η υψηλότερη κάλυψη του πυθμένα από λιβάδια εντοπίζεται στα ανοικτά της βόρειας ακτής του νησιού και μεταξύ των Σπετσών, της Σπετσοπούλας και των γύρω νησιών στο νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης. Όπως ήταν αναμενόμενο, τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τον χάρτη του Ελληνικού Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Εικόνα 8), αν και τα λιβάδια *Posidonia oceanica* εμφανίζονται πολύ κατακερματισμένα.

Το υπόλοιπο νησί περιβάλλεται επίσης από λιβάδια, αλλά η έκτασή τους είναι σχετικά περιορισμένη, ιδίως στα νοτιοδυτικά του νησιού, πιθανώς λόγω της επίδρασης των κυμάτων και των σκληρών ωκεανογραφικών συνθηκών του χειμώνα και όχι λόγω ανθρωπογενούς πίεσης. Ωστόσο, στο ανατολικό τμήμα του νησιού η επίδραση της ανθρωπογενούς πίεσης είναι εμφανής ακόμη και από τις δορυφορικές εικόνες και τη χαρτογράφηση (ίχνη άγκυρας >1,2 μ. σε μήκος και πλάτος).



Συγκεκριμένα, στις περιοχές με τα πιο εκτεταμένα λιβάδια, στο κανάλι Κόστα, τα λιβάδια είναι κατακερματισμένα με κυκλικές κηλίδες άμμου που πιθανότατα προκλήθηκαν από την αγκυροβόληση (Εικόνα 8; Α.). Ενώ μεταξύ της νήσου Σπετσοπούλα και των Σπετσών, όπου το μέγιστο βάθος είναι 15 μέτρα, παρατηρούνται ίχνη αγκυροβόλησης μπροστά από το λιμάνι (Εικόνα 8; Β.) και μπροστά από βίλες που είναι προσβάσιμες μόνο από τη θάλασσα (Εικόνα 8; Γ.)

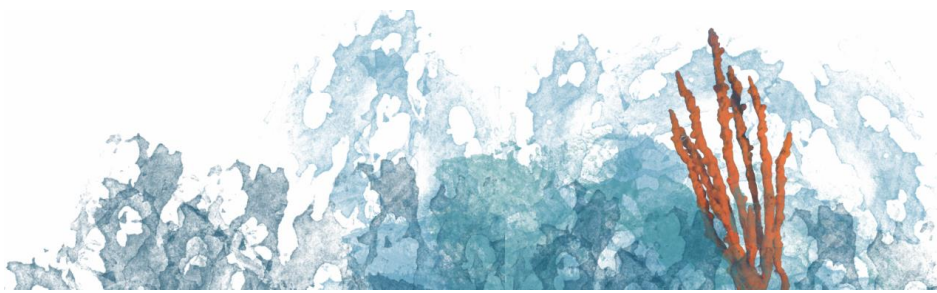


Εικόνα 8. Παρουσιάζονται τρεις διαφορετικές τοποθεσίες με τα χαρτογραφημένα λιβάδια Ποσειδωνίας, με τους κόκκινους κύκλους να υποδεικνύουν τις κηλίδες άμμου που προκλήθηκαν από τις άγκυρες και τα βέλη τα ίχνη των αγκυρών: Α. Τα λιβάδια Ποσειδωνίας μπροστά από την παραλία των Σπετσών- Β. Τα λιβάδια Ποσειδωνίας μπροστά από το λιμάνι της Σπετσοπούλας- Γ. τα λιβάδια Ποσειδωνίας μεταξύ της Σπετσοπούλας και του μικρού νησιού του Αγίου Ιωάννη.

Αξίζει να αναφερθεί ότι τα λιβάδια στις Σπέτσες υποβαθμίστηκαν σε ορισμένες περιοχές και λόγω της ρύπανσης. Συγκεκριμένα, τα λιβάδια γύρω από την έκταση νότια του παλιού λιμανιού είχαν διάφορα απορρίμματα πάνω τους και στον περιβάλλοντα χώρο τους, όπως καρέκλες, λάστιχα, και πλαστικά μπουκάλια.

### **Νήσος Βελοπούλα**

Τα αποτελέσματα της διαδικασίας χαρτογράφησης για τη Βελοπούλα παρουσιάζονται στο Παράρτημα 1 Χάρτης 2. Συγκεκριμένα, από τη διαδικασία χαρτογράφησης προέκυψαν 0,356 τ.χλμ. υγιή και αδιατάρακτα λιβάδια που απλώνονται σε όλο το νησί. Το τελικό προϊόν χαρτογράφησης υπολογίζεται ότι έχει ακρίβεια 93%.







## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Το κατώτερο όριο των λιβαδιών Ποσειδωνίας μπορούσε να προκύψει από τη δορυφορική εικόνα μετά από ατμοσφαιρική διόρθωση και έφτασε σε μέγιστο βάθος 34 μ. Τα λιβάδια δεν εκτείνονται μακριά από την ακτογραμμή καθώς το οροπέδιο βαθαίνει απότομα. Από τα 2 τ.χλμ. που αποτελούν την περιοχή μελέτης, περίπου το 18% καλύπτεται από Ποσειδωνία. Τα λιβάδια είναι πιο εκτεταμένα και συνεκτικά στην ανατολική πλευρά του νησιού σε αντιστοιχία με τη μορφολογία του πυθμένα, καθώς η κλίση του πυθμένα είναι ηπιότερη. Στη Βελοπούλα παρατηρήθηκαν νεκρά λιβάδια που ήταν καλυμμένα με *Cystoseira* sp. και εποχιακά φύκια (Εικόνα 4), αλλά δεν καταγράφηκαν ανθρωπογενείς επιπτώσεις (π.χ. ίχνη από άγκυρες, απορρίμματα κ.λπ.).

### Συζήτηση και μελλοντικά βήματα

Η χαρτογράφηση γύρω από τη νήσο Βελοπούλα οδήγησε σε κάλυψη έκτασης 0,356 τ.χλμ. λιβαδιών Ποσειδωνίας που δεν έχουν διαταραχθεί και που είναι 11 φορές μεγαλύτερη από την εκτιμώμενη κάλυψη στο τυποποιημένο έντυπο δεδομένων NATURA 2000 (SDF), για ολόκληρη την περιοχή "ΒΡΑΧΟΝΗΣΙΔΑ ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ: ΒΕΛΟΠΟΥΛΑ, ΦΑΛΚΟΝΕΡΑ, ΑΝΑΝΕΣ, ΧΡΙΣΤΙΑΝΑ, ΠΑΧΕΙΑ, ΦΤΕΝΟ, ΜΑΚΡΑ, ΑΣΤΑΚΟΝΗΣΙΑ, ΣΥΡΝΑ - ΓΟΥΡΟ ΝΗΣΙΑ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΖΩΝΗ", η οποία περιλαμβάνει τρεις θαλάσσιες περιοχές που περιβάλλουν τα νησιά. Η χαρτογράφηση των υπολοίπων περιοχών θα οδηγήσει πιθανότατα σε πολύ μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ της αναφερόμενης και της πραγματικής κάλυψης των λιβαδιών στην περιοχή αυτή.

Αν και η χωρική έκταση των λιβαδιών στο νησί των Σπετσών είναι αρκετά μεγάλη, καλύπτοντας 3,73 τ.χλμ. τα λιβάδια πλήττονται από κατακερματισμό και υποβαθμίζονται λόγω ανθρωπογενών πιέσεων. Είναι πιθανό ότι η περιοχή στο κανάλι Κόστα και στον κόλπο της Ζογγερίας ήταν παλαιότερα καλυμμένη με λιβάδια, καθώς και για τις δύο περιοχές, το βάθος και οι ωκεανογραφικές συνθήκες επιτρέπουν την ανάπτυξη της Ποσειδωνίας. Σύμφωνα με την Τοπική Οικολογική Γνώση (Local Ecological Knowledge) αυτό είναι πολύ πιθανό, λαμβάνοντας υπόψη την έντονη κίνηση σκαφών και τα ίχνη αγκυροβολίων στον χάρτη που προέκυψε (Εικόνα 8). Για να επιβεβαιωθεί αυτό, θα μπορούσε να διεξαχθεί μια μελέτη με τη χρήση ερωτηματολογίων των χρηστών της θάλασσας της περιοχής και, εάν είναι δυνατόν, με τη σύγκριση παλαιών αεροφωτογραφιών με την τρέχουσα έκταση των λιβαδιών. Αντίθετα, τα λιβάδια που βρίσκονται στα δυτικά τμήματα του νησιού φαίνεται να περιορίζονται από την απότομη πτώση του υψόμετρου του πυθμένα. Το βυθομετρικό περίγραμμα των 50 μέτρων σε αυτές τις περιοχές βρίσκεται μερικές εκατοντάδες μέτρα από την ακτή.



## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα για τα δύο νησιά, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι αν και τα λιβάδια της Βελοπούλας έχουν περιοχές που είναι ανομοιογενείς, η ανομοιογένεια στα λιβάδια των Σπετσών είναι πολύ πιο εκτεταμένη. Σύμφωνα με τους Montefalcone et al. (2010), ο κατακερματισμός στα λιβάδια Ποσειδωνίας επηρεάζεται έντονα από την ανθρώπινη παρουσία, ενώ είναι μικρότερος στα φυσικά λιβάδια από ό,τι στα ανθρωποποιημένα και η ανομοιομορφία επηρεάζεται ελάχιστα από τη μορφοδυναμική κατάσταση της ακτής.

Επιπλέον, μια λεπτομερής σύγκριση των λιβαδιών στα δύο νησιά θα βοηθούσε στην ανάδειξη των ζημιών που προκαλεί η ανεξέλεγκτη αγκυροβόληση και η αστικοποίηση, με την αξιολόγηση στην υγεία των λιβαδιών και την ηλικία και στις δύο περιοχές, συγκεντρώνοντας επίσης ιστορικά στοιχεία σχετικά με την προηγούμενη επέκταση.

Ο χάρτης αυτός θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη λήψη αποφάσεων από τις διαχειριστικές αρχές και θα μπορούσε να βοηθήσει στις προσπάθειες του δήμου Σπετσών για την τοποθέτηση φιλικών προς το περιβάλλον αγκυροβολιών που, εκτός από την προστασία αυτού του σημαντικού οικοτόπου, θα μπορούσαν να ρυθμίσουν την κίνηση σκαφών στην περιοχή. Τέλος, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από τις τοπικές εταιρείες ενοικίασης σκαφών για την αποφυγή αγκυροβόλησης πάνω από τα λιβάδια.

### Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Δήμο Σπετσών για την υποστήριξή του στο έργο και για την παροχή της απαραίτητης άδειας που μας επέτρεψε να πραγματοποιήσουμε τις δράσεις του έργου στο νησί των Σπετσών. Επιπλέον, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την εταιρεία [Spetses Cruising](#) που μας παρείχε drone και θαλάσσιο σκούτερ που διευκόλυναν τις εργασίες μας στο πεδίο, την ομάδα [Ergo Dive-Loumis Diving Team](#) για την αναπλήρωση στις μπουκάλες και το [Πανεπιστήμιο Πατρών](#) για την παροχή του PowerRay ROV που χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα. Τέλος, θα θέλαμε να εκφράσουμε την ιδιαίτερη ευγνωμοσύνη και τις ευχαριστίες μας στο ξενοδοχείο [Poseidonion Grand Hotel](#) που μας φιλοξένησε για τη διάρκεια της επιτόπιας έρευνας του έργου.





## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

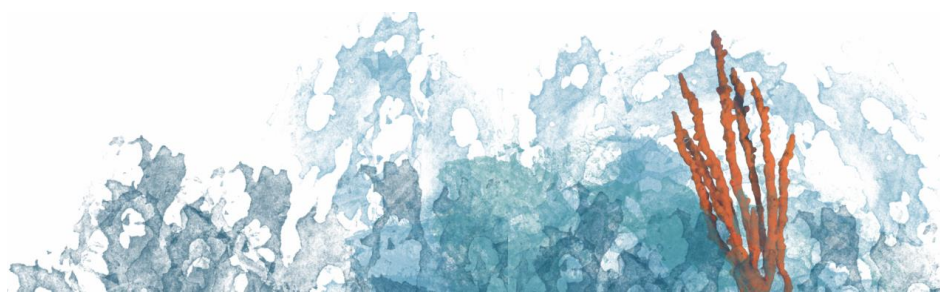
### Αναφορές

- Boudouresque, C. F., Mayot, N., & Pergent, G. (2006). The outstanding traits of the functioning of the *Posidonia oceanica* seagrass ecosystem. *Biol Mar Medit*, 13(4), 109-113.
- Boudouresque, C. F., Bernard, G., Bonhomme, P., Charbonnel, E., Diviacco, G., Meinesz, A., ... & Tunesi, L. (2012). *Protection and conservation of Posidonia oceanica meadows* (p. 202). RAMOGE and RAC/SPA.
- Breiman, L. (2001) Random forests. *Machine Learning*, 45, 5–32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- Díaz-Almela, E., & Duarte, C. M. (2008). Management of Natura 2000 habitats. 1120\* *Posidonia beds (Posidonion oceanicae)*. *European Commission*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076449>
- Gerakaris, V., Panayotidis, P., Tsiamis, K., Nikolaidou, A., & Economou-Amili, A. (2014, October). *Posidonia oceanica meadows in Greek seas: Lower depth limits and meadow densities*. In *Proceedings of the 5th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation, Portorož, Slovenia* (pp. 27-28).
- Giakoumi, S., Sini, M., Gerovasileiou, V., Mazor, T., Beher, J., Possingham, H. P., ... & Katsanevakis, S. (2013). Ecoregion-based conservation planning in the Mediterranean: dealing with large-scale heterogeneity. *PloS one*, 8(10), e76449. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076449>
- Haynes W. (2013) Maximum Likelihood Estimation. In: Dubitzky W., Wolkenhauer O., Cho KH., Yokota H. (eds) *Encyclopedia of Systems Biology*. Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9863-7\\_1235](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9863-7_1235)
- Hemminga, M.A. and Duarte, C.M., 2000. *Seagrass ecology*. Cambridge University Press.
- McRoy, C. P. (1977). Production ecology and physiology of seagrass. *Seagrass ecosystems: a scientific perspective*, 53-81.
- Montefalcone, M., Parravicini, V., Vacchi, M., Albertelli, G., Ferrari, M., Morri, C., & Bianchi, C. N. (2010). Human influence on seagrass habitat fragmentation in NW Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 86(2), 292-298. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2009.11.018>
- Pasqualini, V., Pergent-Martini, C., Pergent, G., Agreil, M., Skoufas, G., Sourbes, L., & Tsirika, A. (2005). Use of SPOT 5 for mapping seagrasses: An application to *Posidonia oceanica*. *Remote sensing of environment*, 94(1), 39-45. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2004.09.010>
- Pergent, G., Bazairi, H., Bianchi, C.N., Boudouresque, C.F., Buia, M.C., Clabaut, P., Harmelin-Vivien, M., Mateo, M.A., Montefalcone, M., Morri, C., Orfanidis, S., Pergent-Martini, C., Semroud, R., Serrano, O. and Verlaque, M. (eds). (2012). *Mediterranean Seagrass Meadows: Resilience and Contribution to Climate Change Mitigation. A Short Summary / Les herbiers de Magnoliophytes marines de Méditerranée: resilience et contribution à l'atténuation des changements climatiques, Résumé*. IUCN, Gland, Switzerland and Málaga, Spain, 40.



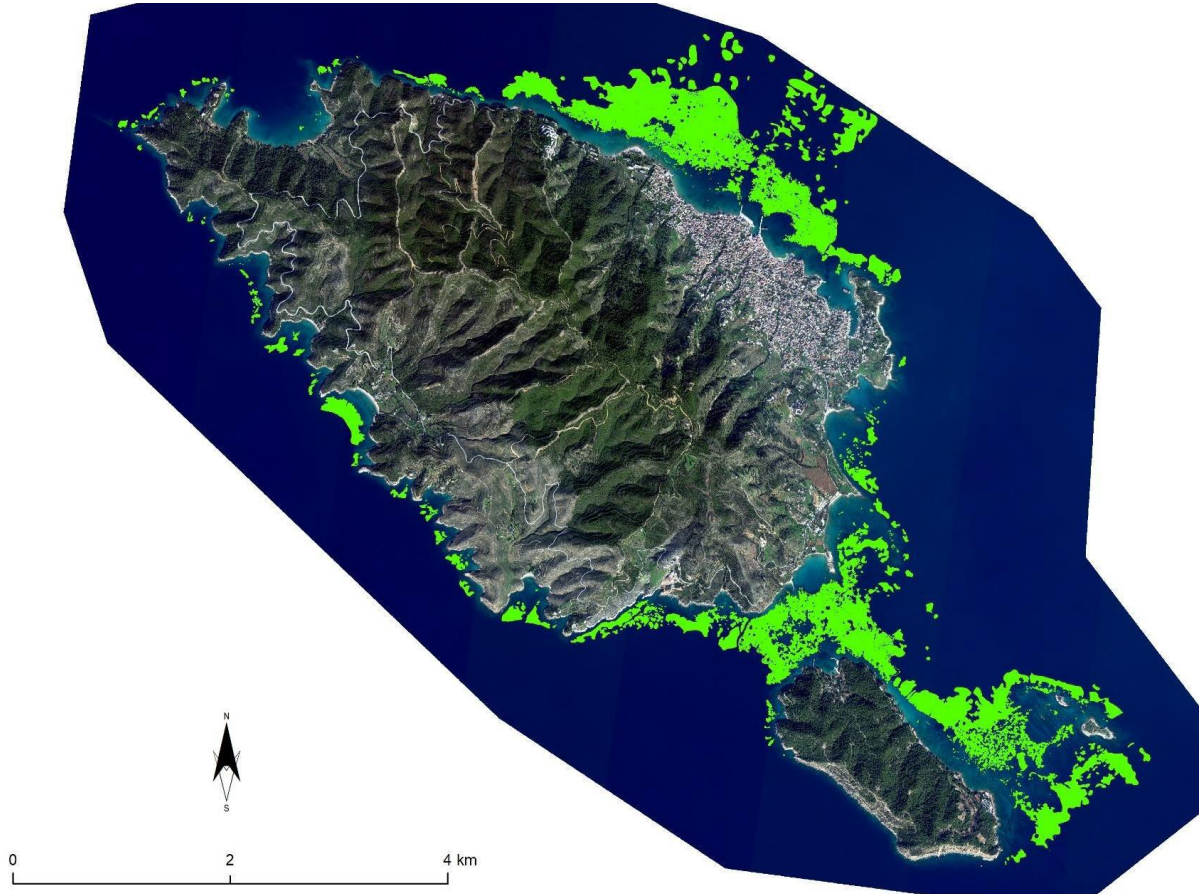
## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

- Pergent, G., Gerakaris, V., Sghaier, Y.R., Zakhama-Sraier, R., Fernández Torquemada, Y., & Pergent-Martini, C. (2016). *Posidonia oceanica* (errata version published in 2018). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T153534A135156882. <https://doi.org/10.1080/01431161.2018.1490974>
- Poursanidis, D., Topouzelis, K., & Chrysoulakis, N. (2018). Mapping coastal marine habitats and delineating the deep limits of the Neptune's seagrass meadows using very high resolution Earth observation data. *International journal of remote sensing*, 39(23), 8670-8687. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.871799>
- Richards, J. G. (1999). The measurement of human motion: A comparison of commercially available systems. *Human movement science*, 18(5), 589-602. [https://doi.org/10.1016/S0167-9457\(99\)00023-8](https://doi.org/10.1016/S0167-9457(99)00023-8)
- Traganos, D., Aggarwal, B., Poursanidis, D., Topouzelis, K., Chrysoulakis, N., & Reinartz, P. (2018). Towards global-scale seagrass mapping and monitoring using Sentinel-2 on Google Earth Engine: The case study of the aegean and ionian seas. *Remote Sensing*, 10(8), 1227. <https://doi.org/10.3390/rs10081227>
- Traganos, D., Lee, C.B., Poursanidis, D., Čížmek, H., Deter, J., Mačić, V., Montefalcone, M., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Ricart, A.M., & Reinartz, P. (2022). Spatially Explicit Seagrass Extent Mapping at 10 m Across the Entire Mediterranean. *Frontiers in Marine Science*.
- Vanhellemont, Q., & Ruddick, K. (2018). Atmospheric correction of metre-scale optical satellite data for inland and coastal water applications. *Remote sensing of environment*, 216, 586-597. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.07.015>
- Vapnik, V. N. (1995). Conclusion: What is Important in Learning Theory?. In *The Nature of Statistical Learning Theory* (pp. 167-175). Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-4757-2440-0\\_7](https://doi.org/10.1007/978-1-4757-2440-0_7)

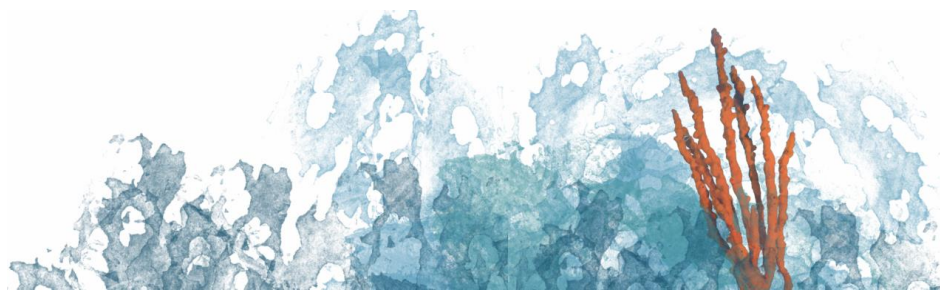




Παράρτημα 1



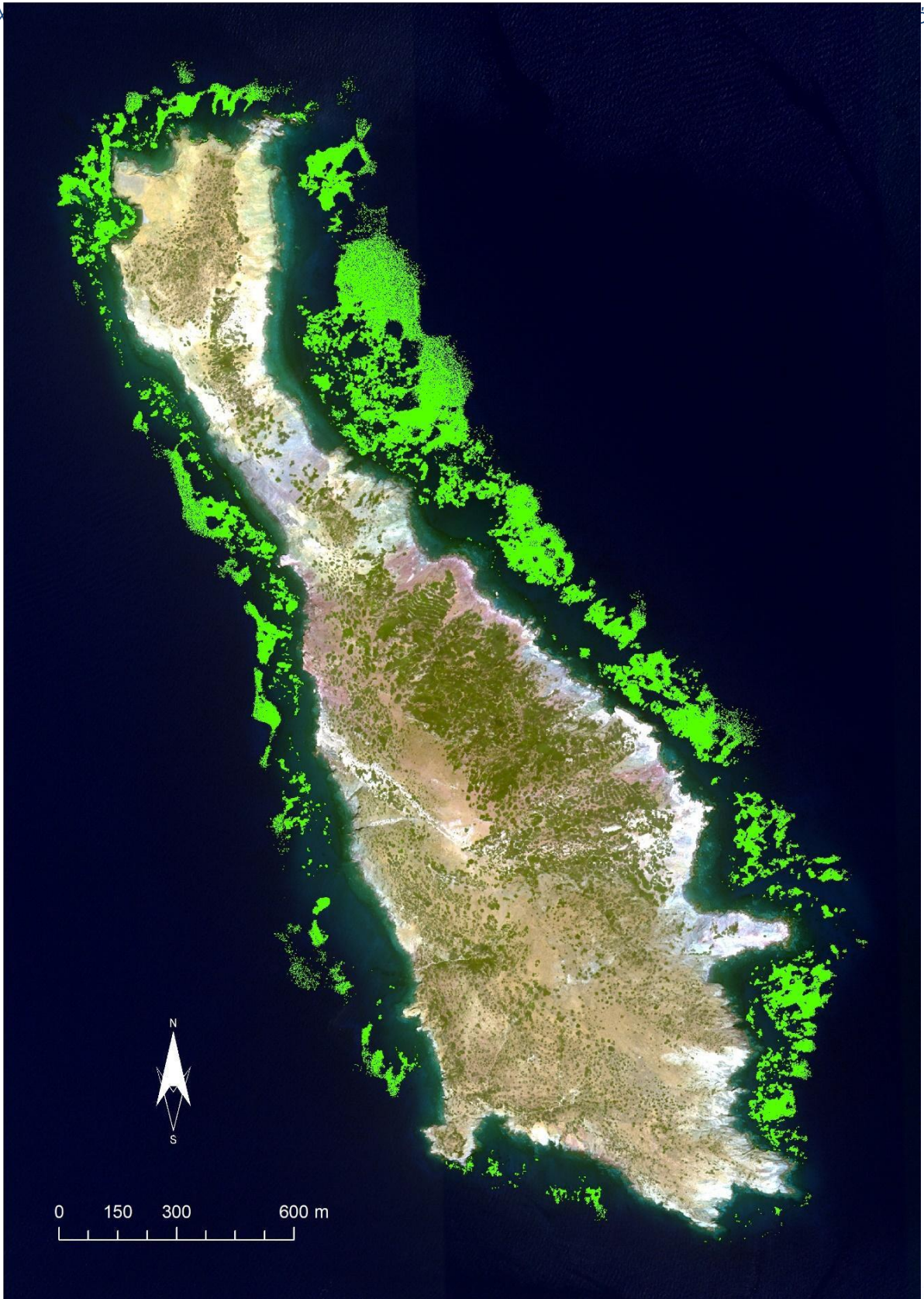
Χάρτης 1. Τα λιβάδια της Ποσειδωνίας γύρω από το νησί των Σπετσών, που προέκυψαν από τη χαρτογράφηση που έγινε στο πλαίσιο του παρόντος προγράμματος.







ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ







iSea, 2022