

3.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΧΩΡΟΥ

3.2.1. Κυματικό κλίμα της περιοχής

3.2.1.1. Γενικά

Η κυριότερη συνιστώσα των θαλασσιών ρευμάτων στην περιοχή μελέτης είναι η ανεμογενής. Σύμφωνα με τα στοιχεία γενικής κυκλοφορίας στην Ελλάδα¹, τα ρεύματα στην ευρύτερη περιοχή μελέτης έχουν συνήθως Α-ΒΔ διεύθυνση η ταχύτητά τους κυμαίνεται από 0,1 έως 0,5 κόμβους. Το μέσο εύρος διακύμανσης της στάθμης της θάλασσας στην περιοχή μελέτης είναι μικρό και γενικά η επίδραση της παλίρροιας στην κίνηση των θαλασσιών μαζών είναι ασήμαντη. Σύμφωνα με τις μετρήσεις του παλιρροιομέτρου (για τη χρονική περίοδο 1933 - 1988) του παλιρροιογράφου της Υ.Υ.Π.Ν. στο Λιμένα Πειραιά, που είναι ο πλησιέστερος σταθμός μέτρησης της παλίρροιας στην περιοχή του έργου, τα παλιρροιακά μεγέθη στην ευρύτερη περιοχή μελέτης έχουν ως εξής:

- Μέγιστο εύρος: 0,38M
- Ελάχιστο εύρος: 0,01M
- Μέσο εύρος: 0,05M
- Επάλλαξη: 1,08M

Για την περιοχή του Σαρωνικού κόλπου, είναι προφανές ότι, σε μέση ετήσια βάση, η κυματική συμπεριφορά καθορίζεται από το σύστημα ανέμων, που κάνει πολύπλοκα τα κύματα στο Αιγαίο. Οι κυρίαρχοι άνεμοι πάνω από το Αιγαίο πλήττουν από τα Βόρεια. Δεύτεροι σε συχνότητα είναι οι Νότιοι άνεμοι, ενώ οι Ανατολικοί και οι Δυτικοί άνεμοι έχουν πολύ χαμηλότερη συχνότητα εμφάνισής. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, οι Ετησίες, που είναι σύστημα ανέμων μεγάλης κλίμακας και ανοικτής θάλασσας, πλήττουν από το βορρά και η επίδρασή τους στο κύμα είναι εμφανής, ιδιαίτερα κατά τους μήνες Ιούλιο και Αυγούστου. Στα τέλη του φθινοπώρου, οι Ετησίες μειώνονται και το Αιγαίο έρχεται υπό την επιρροή βίαιων υφesiακών καταιγίδων. Ήρεμες συνθήκες κύματος επικρατούν κατά τη διάρκεια του Μαΐου και κυρίως του Σεπτεμβρίου και Οκτωβρίου. Ο Οκτώβριος είναι προφανώς ένας μεταβατικός μήνας, δεδομένου ότι από Νοέμβριο μέχρι Φεβρουάριο οι προϋποθέσεις κύματος γίνονται ολοένα και πιο έντονες (Ζέρβα, 2011).

3.2.1.2. Ανάλυση

Οι εποχικές αλλαγές στον κόλπο του Σαρωνικού παρατηρούνται συνήθως με α) θέρμανση του επιφανειακού στρώματος από το Μάιο έως τον Αύγουστο και τη μετέπειτα ψύξη, Οκτώβριο και Νοέμβριο και β) μία γενική αύξηση της αλατότητας σε όλα τα βάθη τα μικρότερα των 100 M περίπου (πυκνότητα<29).

Στον κόλπο της Ελευσίνας παρατηρούνται νερά μειωμένης θερμοκρασίας κοντά στον πυθμένα αλλά και νερά μειωμένης αλατότητας και μεγάλης περιεκτικότητας σε αιωρούμενο υλικό (μεγάλη θολερότητα) που εισέρχονται από παράκτιες πηγές και έχουν έντονο σήμα στην επιφάνεια. Τα νερά του Αιγαίου με υψηλότερη αλατότητα

¹ “Ελλάς, Θαλασσινός Οδηγός”, Τόμος Ι, απόσπασμα από τον “Πλοηγό”, Τόμος Δ’.

και μικρότερη θολερότητα εμφανίζονται στα ΝΑ του Εσωτερικού Σαρωνικού (Ν. Φλέβες) κάτω από τα 40 Μ. Τον Ιούνιο παρατηρείται η ισχυροποίηση του θερμοκλινούς με την πύκνωση των ισόθερμων γύρω στα 40 Μ στο Σαρωνικό και γύρω στα 18 Μ στον κόλπο της Ελευσίνας (Αργυρόπουλος και Συνεργάτες, 2014²).

Τα νερά του Αιγαίου εισερχόμενα από τη δίοδο Αίγινας-Φλεβών, εξαπλώνονται ακόμα περισσότερα προς τα βόρεια. Τον Ιούλιο παρατηρείται περαιτέρω ισχυροποίηση του θερμοκλινούς (το μέσο του βρίσκεται στα 30 Μ) ενώ εμφανίζονται στα υποεπιφανειακά στρώματα νέες μάζες αυξημένης αλατότητας στα ΝΑ του Εσωτερικού Σαρωνικού (Ν. Φλέβες). Ο κόλπος της Ελευσίνας κατέχεται από σημαντικά πιο κρύα και πιο αλμυρά νερά από τα νερά του υπόλοιπου Σαρωνικού στα αντίστοιχα βάθη, από 10 Μ περίπου και κάτω, ενώ πάνω από τα 10 Μ έχει παρόμοιες θερμοκρασίες αλλά μεγαλύτερες αλατότητες σε σχέση με τον κυρίως Σαρωνικό κόλπο με αποτέλεσμα σε όλα τα βάθη να έχει μεγαλύτερες πυκνότητες. Παρατηρείται ακόμη γενική αύξηση της αλατότητας σε σχέση με τον Ιούνιο από τα 100 Μ και πάνω, ενώ καμία αλλαγή δεν εμφανίζεται στα βαθιά (βάθος >120 Μ) στρώματα της Δυτικής λεκάνης. Τον Αύγουστο συνεχίζεται η αύξηση της αλατότητας σε όλα τα βάθη από περίπου 100 Μ και πάνω, ενώ στα βαθιά στρώματα τα χαρακτηριστικά παραμένουν τα ίδια. Κατά μήκος της ακτής της Αττικής αλλά και μέσα στον κόλπο της Ελευσίνας σημειώνεται μία γενική ελάττωση της θολερότητας σε σχέση με τους προηγούμενους μήνες.

Στον κόλπο της Ελευσίνας δε, τα πλέον πυκνά (αυξημένης αλατότητας) και θολά νερά εμφανίζονται προς το δυτικό άκρο του κόλπου. Κατά τον Οκτώβριο εμφανίζεται η διάβρωση του πάνω μέρους του θερμοκλινούς (το μέσο του βρίσκεται στα 45 Μ) από ομογενοποίηση έως τα 30 Μ περίπου εξ' αιτίας της ψύξης από την ατμόσφαιρα και με την επίδραση του ανέμου. Νέες μάζες νερών του Αιγαίου πελάγους χαρακτηριζόμενες από μεγαλύτερη αλατότητα και ακόμα μικρότερη θολερότητα εξακολουθούν να εισέρχονται στον Εσωτερικό κόλπο από τα ΝΑ. Στον κόλπο της Ελευσίνας ίσως έχουν εισρεύσει τα πρώτα όμβρια νερά μετά το καλοκαίρι και παρατηρείται μικρή ελάττωση της αλατότητας και αύξηση της θολερότητας. Το Νοέμβριο η ομογενοποίηση της υδάτινης στήλης φτάνει τα 50 Μ περίπου και το θερμοκλινές εμφανίζεται στα 60 Μ περίπου. Στον κόλπο της Ελευσίνας συνεχίζεται η μείωση της αλατότητας, ωστόσο τα νερά στην περιοχή έχουν μικρότερη θερμοκρασία και μεγαλύτερη αλατότητα από τα νερά του Σαρωνικού στα αντίστοιχα βάθη και συνεπώς παραμένουν πυκνότερα. Η μικρότερη θερμοκρασία των νερών του κόλπου της Ελευσίνας το Νοέμβριο οφείλεται στην ψύξη από την ατμόσφαιρα. Κατά το μήνα αυτό δεν εμφανίζονται κρύα καρστικά νερά από τον πυθμένα του κόλπου της Ελευσίνας. Περαιτέρω μείωση της θερμοκρασίας των επιφανειακών στρωμάτων σημειώνεται το Δεκέμβριο όταν η ομογενοποίηση φτάσει τα περίπου 60 Μ και το βάθος του εποχικού θερμοκλινούς είναι περίπου 70 Μ. Πυκνά νερά του κόλπου της Ελευσίνας με ελαττωμένη θερμοκρασία και υψηλότερη αλατότητα ανιχνεύονται έξω από τον κόλπο στα βαθύτερα στρώματα του διαύλου του Κερατσινίου. Εντυπωσιακή βενθική νεφελοειδής στρώση παρατηρείται στη Δυτική λεκάνη, πάνω από τον πυθμένα στα Νότια των Ν. Διαπόριοι (Αργυρόπουλος και Συνεργάτες, 2014).

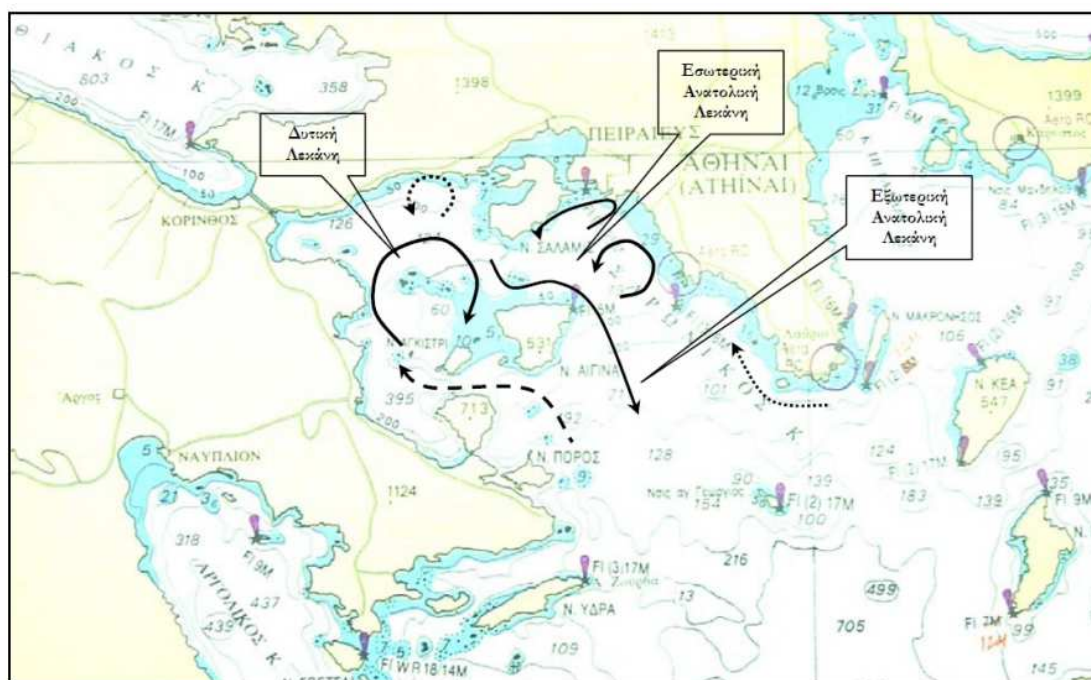
Η ψύξη των επιφανειακών στρωμάτων συνεχίζεται και κατά τον Ιανουάριο όπου η ανάμειξη φτάνει τα περίπου 80 Μ. Στη Δυτική λεκάνη εξακολουθεί να υπάρχει μία ασθενής ένδειξη του εποχικού θερμοκλινούς στα περίπου 80 Μ. Εξακολουθεί να

² Βλέπε: http://www.crete.gov.gr/attachments/article/8418/Kef_8.2_Yfistamenh_Ypothalassia.pdf

ανιχνεύεται η νεφελειδής στρώση στον πυθμένα στα Νότια των Ν. Διαπόριοι, αλλά παρουσιάζει εξασθένηση στα χαρακτηριστικά της σε σχέση με τον προηγούμενη μήνα. Κατά τον Φεβρουάριο παρατηρούνται στον κόλπο της Ελευσίνας τα πλέον ψυχρά νερά απ' όλο το έτος. Αυτή η ομογενοποιημένη μάζα, παρότι έχει μικρότερη αλατότητα από τις γειτονικές μάζες του Σαρωνικού στα αντίστοιχα βάθη, έχει σημαντικά μεγαλύτερη πυκνότητα, εκρέει στον Εσωτερικό Σαρωνικό και ανιχνεύεται κοντά στον πυθμένα Νότια της Ν. Ψυττάλειας. Από δυναμική άποψη είναι πιθανό μέρος των επιφανειακών μαζών του όρμου του Κερατσινίου ακόμη και από την περιοχή της Ψυττάλειας να εισέρχονται στον κόλπο της Ελευσίνας εξισορροπώντας την έξοδο μαζών στα βαθιά. Η υδάτινη στήλη στον Εσωτερικό Σαρωνικό παρουσιάζει πλήρη ομογενοποίηση. Το εποχικό θερμοκλινές έχει καταστραφεί εντελώς και μόνο στη Δυτική λεκάνη υπάρχει μία ασθενής βάρθρωση της πυκνότητας στα 100-120 M περίπου (μόνιμο θερμοκλινές) ενώ εξακολουθεί να υπάρχει νεφελειδής στρώση στον πυθμένα στα Νότια των Ν. Διαπόριοι. Κατά το Μάρτιο εμφανίζεται εικόνα ποιοτικά παρόμοια με αυτή του Φεβρουαρίου.

Ωστόσο η ανταλλαγή μαζών μεταξύ του κόλπου της Ελευσίνας και του υπόλοιπου Σαρωνικού είναι μηδαμινή έως ανύπαρκτη. Ως εκ τούτου τα υδρολογικά χαρακτηριστικά του κόλπου της Ελευσίνας εμφανίζονται απομονωμένα από τα χαρακτηριστικά του διαύλου του Κερατσινίου και του υπόλοιπου Εσωτερικού Σαρωνικού. Μάζες από το Αιγαίο με αυξημένη αλατότητα έχουν εισχωρήσει βόρεια κατά μήκος του ανατολικού τμήματος του Εσωτερικού Σαρωνικού στο οποίο εξακολουθεί να εμφανίζεται ομογενοποίηση της υδάτινης στήλης. Στον Εσωτερικό Σαρωνικό κατά τον Απρίλιο, και στα ανώτερα 100 M της Δυτικής λεκάνης, η υδάτινη στήλη εξακολουθεί να εμφανίζει ενδείξεις πρόσφατης ομογενοποίησης παρά δημιουργίας θερμοκλινούς. Τέλος, κατά το Μάιο το θερμοκλινές στον κόλπο της Ελευσίνας ισχυροποιείται και επανεμφανίζονται οι ενδείξεις της ανάβλυσης καρστικών νερών από τον πυθμένα του δυτικού τμήματος του κόλπου της Ελευσίνας. Στο ανατολικό τμήμα του κόλπου ωστόσο τα χαρακτηριστικά των νερών κοντά στον πυθμένα μοιάζουν με αυτά του Απριλίου, δηλαδή εξακολουθούν να έχουν αυξημένη αλατότητα και θερμοκρασία (Καλόσακας Δ., 2000).

Η εικόνα της κυκλοφορίας των θαλασσίων μαζών του Σαρωνικού κόλπου στη Δυτική λεκάνη και πάνω από το θερμοκλινές (βάθος 20M) είναι αντικυκλωνική και το νερό κινείται κατά τη διεύθυνση των δεικτών του ρολογιού με είσοδο νερού από τη δίοδο Μεθάνων- Αίγινας και βόρεια ροή κοντά στη δυτική ακτή και νότια ροή κοντά στη περιοχή της διόδου Σαλαμίνας-Αίγινας. Κατόπιν ένα τμήμα της ροής αυτής διοχετεύεται πιθανότατα νότια-ΝΑ και εξέρχεται από τη δίοδο Αίγινας-Φλεβών, ενώ ένα άλλο διοχετεύεται στον Εσωτερικό Σαρωνικό. Ο αντικυκλώνας αυτός παρουσιάζει μεταβλητότητα στην έντασή του και τείνει ακόμα να επεκταθεί προς τα ανατολικά, επηρεάζοντας όλο και περισσότερο την περιοχή μεταξύ Σαλαμίνας και Αίγινας. Η κυκλοφορία στην Δυτική λεκάνη κάτω από το θερμοκλινές (βάθος 60 M) εμφανίζεται αντίστροφη απ' ότι πάνω απ' το θερμοκλινές. Το νερό κινείται κυκλωνικά και ένα μέρος αυτού εξέρχεται από τη δίοδο Αίγινας-Μεθάνων δεδομένου ότι η μορφολογία του πυθμένα δυτικά από την Αίγινα με βάθη που δεν ξεπερνούν τα περίπου 50 M το εμποδίζει να κινηθεί σε κλειστή τροχιά (Εικόνα 3.2.1.).



Εικόνα 3.2.1. Χάρτης κυκλοφορίας επιφανειακών (έως 20 M) θαλασσιών μαζών Σαρωνικού κόλπου (Πηγή: Καλόσακας Δ., 2000).

Σύμφωνα με παλιότερες μελέτες και βάσει του υδρολογικού του καθεστώτος, ο Σαρωνικός κόλπος διαιρείται σε τρεις διακριτές περιοχές: τον Εσωτερικό, τον Εξωτερικό και το Δυτικό Σαρωνικό. Αναλυτικότερα, το Εσωτερικό τμήμα οριοθετείται από τους νοητούς άξονες Σαλαμίνας-Αίγινας στα δυτικά και Φλεβών-Αίγινας στα νότια. Δυτικότερα του πρώτου άξονα εκτείνεται το Δυτικό τμήμα του κόλπου ενώ ως Εξωτερικός Σαρωνικός ορίζεται το επιμέρους τμήμα νοτίως του δεύτερου άξονα (Coachman *et al.* 1976).

Η κυκλοφορία στον κόλπο είναι ανεμογενής και κατά κανόνα κυκλωνική λόγω της επικράτησης των βορείων ή και βορειοδυτικών ανέμων (Hopkins, 1980). Σύμφωνα με πιο πρόσφατες μελέτες του ΕΛΚΕΘΕ, η κυκλοφορία των επιφανειακών νερών στις επιμέρους περιοχές του Σαρωνικού κόλπου αναλύεται ως εξής (Kontoyiannis & Papadopoulos, 1999):

- Στον Εσωτερικό Σαρωνικό, με την επικράτηση των βορείων ανέμων η κυκλοφορία παραμένει κυκλωνική τόσο κατά τη χειμερινή όσο και κατά τη θερινή περίοδο. Η μακρόχρονη επικράτηση βορειοδυτικών ανέμων ωστόσο, οδηγεί στον παράλληλο σχηματισμό αντικυκλώνα στα Νοτιοανατολικά και κυκλώνα στα Βόρεια και Δυτικά τμήματα.
- Στο Δυτικό Σαρωνικό, η επικράτηση βόρειων και βορειοδυτικών ανέμων, οδηγεί στο σχηματισμό αντικυκλώνα στο κεντρικό τμήμα. Κατά τη χειμερινή περίοδο, ο αντικυκλώνας αυτός εκτείνεται σε βάθος 60 περίπου μέτρων ενώ κατά τη θερινή περίοδο υποχωρεί και περιορίζεται σε ρηχότερα βάθη (30-50M).

Σύμφωνα με την ίδια μελέτη, κατά την περίοδο διαστρωμάτωσης (Μάιος-Δεκέμβριος) το ίχνος λύματος της Ψυττάλειας παγιδεύεται στα χαμηλότερα στρώματα του θερμοκλινούς και διαχέεται στον Εσωτερικό Κόλπο μέσω της επικρατούσας κυκλοφορίας. Ως εκ τούτου, η εξάπλωση παρατηρείται συχνότερα προς

τα δυτικά-νοτιοδυτικά, ενώ σπανιότερα προς τα ανατολικά-νοτιοανατολικά. Τμήμα του λύματος μπορεί ακόμα και να εισχωρήσει στη δυτική υπολεκάνη κοντά στις δυτικές ακτές της Αίγινας. Κατά την περίοδο ομογενοποίησης της υδάτινης στήλης, το λύμα ανέρχεται στην επιφάνεια και κατά περιπτώσεις εξαπλώνεται μέχρι τις περιοχές του Αγίου Κοσμά στα Ανατολικά, τη Σαλαμίνα στα νότια και τον όρμο Ελευσίνας στα Δυτικά.

Πρέπει επίσης να επισημανθεί ότι η εκβολή από το σταθμό επεξεργασίας της Ψυτάλλειας δεν είναι συνεχής. Συνεπώς, υπάρχουν περιπτώσεις όπου το λύμα ανιχνεύεται είτε μόνο κοντά στους διαχυτήρες είτε σε σταθμούς νοτιοδυτικά ή νοτιοανατολικά από την Ψυτάλλεια χωρίς να υπάρχουν ίχνη κοντά στους διαχυτήρες (ΕΚΘΕ, 2002).

Συνοψίζοντας, η γενική κυκλοφορία του Σαρωνικού κόλπου παρουσιάζει έντονη εποχική μεταβλητότητα και σε μεγάλο βαθμό επηρεάζεται από τις ανταλλαγές με το Αιγαίο, ιδίως στην ΝΑ λεκάνη.

3.2.1.3. Στοιχεία κυματικού κλίματος Δυτικού Σαρωνικού Κόλπου

Το ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. το 2009, στα πλαίσια της μελέτης «Καθορισμός Περιοχών Οργανωμένης Ανάπτυξης Θαλάσσιων Υδατοκαλλιεργειών (Π.Ο.Α.Υ.) στην Πελοπόννησο», παρουσίασε αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης τιμών του σημαντικού ύψους κύματος σε μακροχρόνια βάση σε γεωγραφικά σημεία εντός του Σαρωνικού και του Αργολικού κόλπου. Για τις εν λόγω περιοχές δεν υπάρχουν διαθέσιμες κυματικές μετρήσεις και τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν είναι αποτελέσματα προσομοίωσης που προήλθαν από το κυματικό μοντέλο WAM (Σουκισιάν και Χατζηνάκη, 2009³). Η δεδομένη χωρική ανάλυση του κυματικού μοντέλου είναι $0,1^{\circ} \times 0,1^{\circ}$. Να σημειωθεί εδώ ότι η αντιστοιχία μεταξύ μοιρών και μέτρων είναι η $1' = 1.852\text{M}$. Επίσης, εξαιτίας της δεδομένης χωρικής ανάλυσης του μοντέλου δεν υπάρχουν αντιπροσωπευτικές τιμές προσομοίωσης του σημαντικού ύψους κύματος για όλα τα σημεία πλησίον των ακτών.

Ακολουθούν τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των μηνιαίων τιμών του σημαντικού ύψους κύματος για τα 25 κομβικά σημεία του κυματικού μοντέλου εντός του Σαρωνικού κόλπου όπως αυτά παρουσιάστηκαν στη μελέτη του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. η οποία ήταν Παράρτημα στη μελέτη της Π.Ο.Α.Υ. Πελοποννήσου (2009). Τα στατιστικά μεγέθη που παρουσιάζονται στους πίνακες είναι η μέση (mean), μέγιστη (max), και ελάχιστη (min), τιμή του σημαντικού ύψους κύματος στον εκάστοτε κόλπο για τη δεκαετία 1995-2004 όπως επίσης και η τυπική απόκλιση των τιμών από τη μέση τιμή του πληθυσμού (std). Στους πίνακες αυτούς αναγράφεται η διεύθυνση διάδοσης των κυματισμών που αντιστοιχεί στη μέγιστη μηνιαία τιμή του σημαντικού ύψους κύματος.

Επίσης παρουσιάζονται σε χάρτες οι μέσες και μέγιστες μηνιαίες τιμές του σημαντικού ύψους κύματος όπως επίσης και οι τρεις επικρατέστερες διευθύνσεις διάδοσης κυματισμών ανά μήνα.

³ Σουκισιάν, Τ. και Μ. Χατζηνάκη, 2009. Μελέτη Κυματικού Κλίματος Αργολικού και Δυτικού Σαρωνικού Κόλπου.

Πίνακας 3.2.1.: Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για το σημαντικό ύψος, H_s^4 .

Μήνας	N	mean(m)	var	std	max(m)	wave direction (°)
Ιανουάριος	61925	0.36	0.11	0.33	3.14	178.49
Φεβρουάριος	56600	0.35	0.10	0.32	3.94	180.39
Μάρτιος	62000	0.33	0.08	0.29	3.55	130.04
Απρίλιος	60000	0.28	0.04	0.20	2.09	175.45
Μάιος	62000	0.25	0.03	0.18	1.51	171.80
Ιούνιος	60000	0.22	0.02	0.15	1.39	175.86
Ιούλιος	62000	0.22	0.02	0.15	1.50	177.86
Αύγουστος	62000	0.22	0.02	0.15	1.08	196.36
Σεπτέμβριος	60000	0.22	0.03	0.17	1.47	173.64
Οκτώβριος	62000	0.24	0.04	0.20	2.10	179.47
Νοέμβριος	60000	0.29	0.08	0.29	3.5	173.22
Δεκέμβριος	61925	0.39	0.13	0.36	3.81	158.56

Πηγή: Σουκισιάν και Χατζηνάκη, 2009.

Στο Σαρωνικό κόλπο, οι μέγιστες μέσες τιμές κατά τη διάρκεια του έτους εμφανίζονται το Δεκέμβριο, 0,39M, και ακολουθούν αυτές του Ιανουαρίου, 0,36M, και του Φεβρουαρίου, 0,35M. Οι μέσες τιμές του σημαντικού ύψους (H_s) δεν παρουσιάζουν μεγάλες αποκλίσεις από μήνα σε μήνα.

Η μέγιστη τιμή του H_s κύματος τη διάρκεια της δεκαετίας 1995-2004 εμφανίζεται το Φεβρουάριο, 3,94M, ενώ εξίσου υψηλές είναι οι μέγιστες τιμές το Δεκέμβριο, 3,81M, το Μάρτιο, 3,55M, και τον Ιανουάριο, 3,14M. Τα μεγαλύτερα ύψη κύματος εμφανίζονται στη νότια είσοδο του κόλπου και στο μέσο του ενώ στις δυτικές ακτές του, οι τιμές του σημαντικού ύψους κύματος είναι χαμηλές.

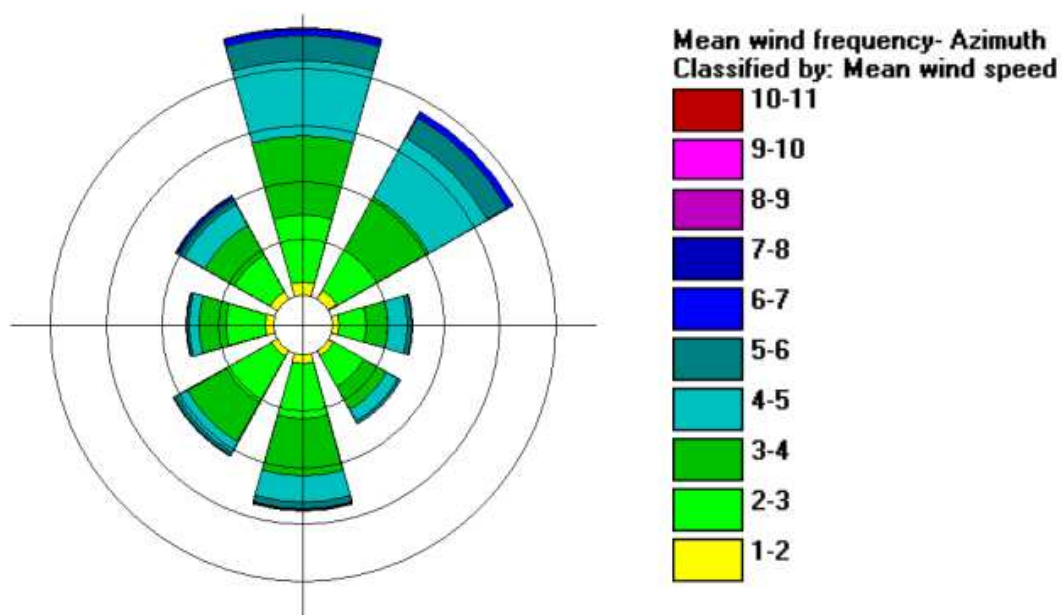
Οι διευθύνσεις διάδοσης του σημαντικού ύψους κύματος με τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης είναι οι νοτιοανατολικές σε όλη την έκταση της υπό μελέτη περιοχής του Σαρωνικού κόλπου και καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Επίσης, οι μέγιστες τιμές του σημαντικού ύψους κύματος αντιστοιχούν σε νοτιοανατολικές διευθύνσεις.

3.2.2. Ανεμολογικό πεδίο

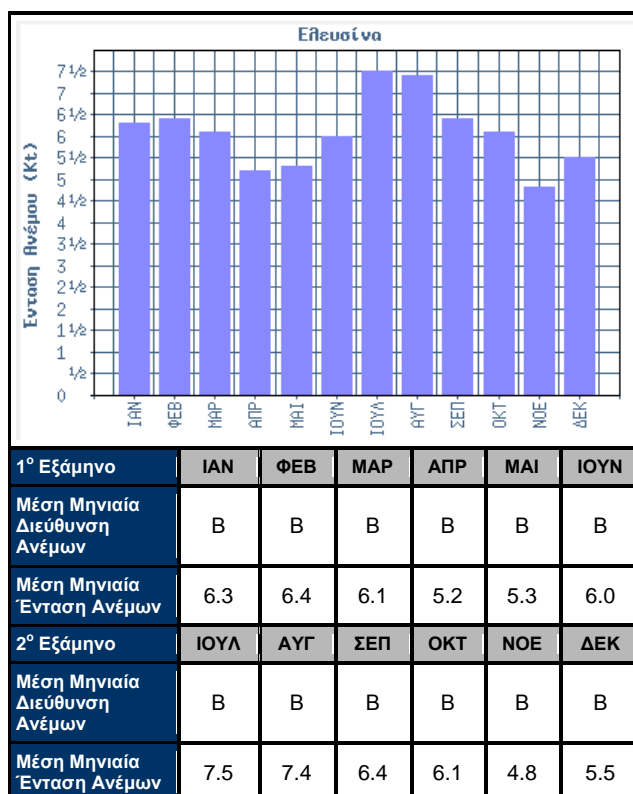
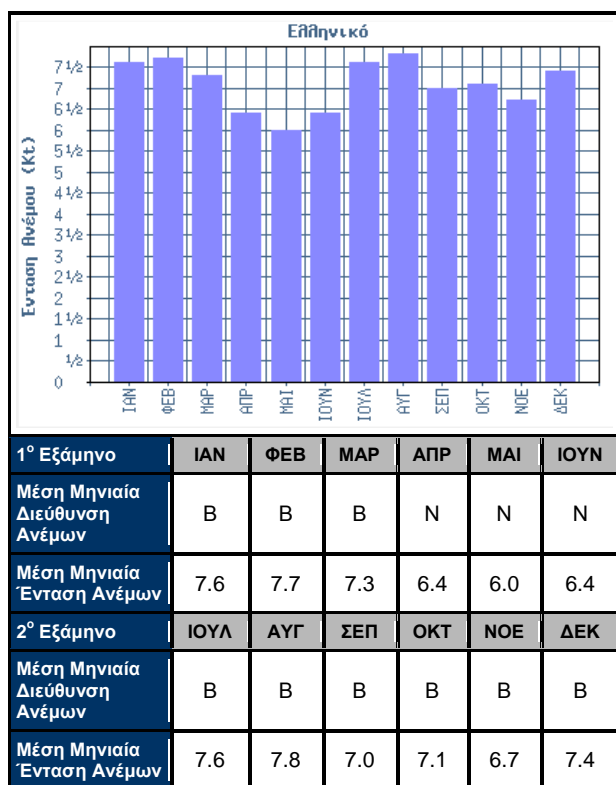
Σύμφωνα με τα ανεμολογικά στοιχεία του Μ.Σ. Αεροδρομίου Ελληνικού, οι επικρατέστεροι άνεμοι στην περιοχή είναι οι Β, οι οποίοι εμφανίζουν μέση ετήσια συχνότητα εμφάνισης περίπου 19%. Σε μικρότερο ποσοστό, πνέουν ΒΑ άνεμοι (με συχνότητα εμφάνισης 16%) και πιο σπάνια από τις υπόλοιπες διευθύνσεις (με συχνότητες που κυμαίνονται από 11% έως 6%). Οι Β, ΒΑ και Ν άνεμοι φθάνουν μέχρι και τα 8Bf (Beaufort), ενώ χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι δεν έχουν καταγραφεί εντάσεις ανέμου ισχυρότερες των 8Bf για καμία διεύθυνση. Το μέσο ποσοστό νηνεμίας στην περιοχή φθάνει το 18%. Στην Εικόνα 3.2.2. δίνεται το ανεμολογικό διάγραμμα του Μ.Σ. Αεροδρομίου Ελληνικού.

⁴ Το σημαντικό ύψος κύματος δεν αποτελεί φυσικό αλλά στατιστικό μέγεθος. Η σχέση που συνδέει το πραγματικό με το σημαντικό ύψος κύματος είναι της μορφής $H = a \cdot \chi \cdot H_s$ όπου ο συντελεστής a λαμβάνει τιμές στο διάστημα [1.0, 1.8]. Είναι πιθανό, λοιπόν, η τιμή του πραγματικού ύψους κύματος, κατά περίπτωση, να είναι μεγαλύτερη από την τιμή του σημαντικού ύψους κύματος. Και επομένως οι επικρατούσες κυματικές συνθήκες είναι δυνατό να είναι εντονότερες από αυτές που περιγράφονται από τα αποτελέσματα του μοντέλου.

Σε σχέση με τις ανεμολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, κύριο χαρακτηριστικό τους αποτελεί η πλήρης επικράτηση των μέσης έντασης ανέμων (μέχρι 7,8 Beauforts). Οι διευθύνσεις είναι κατά κύριο λόγο οι βορειοδυτικές και ακολουθούν οι νοτιοανατολικές.



Εικόνα 3.2.2. Ανεμολογικό διάγραμμα Μετεωρολογικού Σταθμού Ελληνικού.



Εικόνα 3.2.3. Ένταση ανέμων στην περιοχή του Ελληνικού και της Ελευσίνας. Περίοδος δεδομένων: 1955-1997 για Ελληνικό και 1958-1997 για Ελευσίνα. Πηγή: EMY

http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_region_diagrams.html?dr_city=Athens_Hellinikon

http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_region_diagrams.html?dr_city=Elefsina

Διεύθυνση ανέμων

Από την εξέταση των ανεμολογικών στοιχείων για την Ελευσίνα, η διεύθυνση των ανέμων κατανέμεται ως εξής: βόρειοι 29,320%, βορειοανατολικοί 3,091%, ανατολικοί 2,816%, νοτιοανατολικοί 1,930%, νότιοι 10,934%, νοτιοδυτικοί 3,934%, δυτικοί 3,233%, βορειοδυτικοί 6,673% και νηνεμία 36,069%. Οι άνεμοι είναι όλων γενικά των διευθύνσεων με επικρατέστερους τους βόρειους. Άπνοια επικρατεί σε ποσοστό 36% περίπου ετησίως.

Από την εξέταση των ανεμολογικών στοιχείων στο Ελληνικό, η διεύθυνση των ανέμων κατανέμεται ως εξής: βόρειοι 19,282%, βορειοανατολικοί 15,512%, ανατολικοί 5,872%, νοτιοανατολικοί 6,146%, νότιοι 11,219%, νοτιοδυτικοί 8,742%, δυτικοί 6,430%, βορειοδυτικοί 8,688% και νηνεμία 18,109%. Οι άνεμοι που πνέουν στην περιοχή είναι ως επί το πλείστον βόρειοι και βορειοανατολικοί. Άπνοια επικρατεί σε συχνότητα 18% περίπου ετησίως.

3.2.3. Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά

Θρεπτικά άλατα και βαρέα μέταλλα

Στην παρούσα ενότητα περιλαμβάνονται αποτελέσματα μετρήσεων φυσικοχημικών παραμέτρων θαλάσσιων υδάτων που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή των Διαπορίων νήσων και σε μια περιοχή στις νότιες ακτές της Σαλαμίνας τον Ιούλιο του 2015 καθώς και τον Ιούνιο και το Νοέμβριο του έτους 2017 στις νότιες και δυτικές ακτές της νήσου Σαλαμίνας, στα πλαίσια της παρούσας μελέτης ενώ έχουν ληφθεί υπ' όψιν αποτελέσματα χρονοσειρών μετρήσεων, που έχουν πραγματοποιήσει οι φορείς, στο πλαίσιο λειτουργίας των πλωτών μονάδων υδατοκαλλιέργειας στην περιοχή της μελέτης.

Σημειώνεται ότι οι φορείς, κάνουν μετρήσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον για οξυγόνο, θερμοκρασία, pH, αλατότητα, αγωγιμότητα, αμμωνιακά άλατα, νιτρώδη, νιτρικά, ψευδάργυρο, χαλκό, αιωρούμενα στερεά, μαγγάνιο, φωσφόρο, ολικό φωσφόρο και θολερότητα, καθώς και για μικροβιολογικό φορτίο (ολικά κολοβακτηρίδια, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp, στρεπτόκοκκους κοπράνων) τα οποία τηρούνται σε αρχείο μετρήσεων.

3.2.3.1. Υλικά και μέθοδοι

Τα αποτελέσματα αφορούν σε σειρά δεδομένων που προέρχεται από δειγματοληψία που έλαβε χώρα στις 29 Ιουνίου - 1 Ιουλίου του 2015 για τις ανάγκες της παρούσας σε 9 σταθμούς στις Διαπόριες Νήσους και μια περιοχή στις νότιες ακτές της νήσου Σαλαμίνας (Περιοχή I) και σε 7 σταθμούς το έτος 2017 (Ιούνιος και Νοέμβριος) στις νότιες και δυτικές ακτές της νήσου Σαλαμίνας (Περιοχή II), με μεγαλύτερη έμφαση συγκέντρωσης σταθμών στις περιοχές όπου προβλέπεται η εγκατάσταση των πάρκων της Π.Ο.Α.Υ.

Ειδικότερα στο σύνολο των σταθμών έγινε επιτόπου καταγραφή στην στήλη του νερού (σε σχέση με το βάθος: προφίλ κατανομής), της θερμοκρασίας, αλατότητας, θολερότητας (Secchi), του οξυγόνου και του pH. Σε 8 σταθμούς για την Περιοχή I λήφθηκε από το επιφανειακό στρώμα νερού (σε βάθος 4 M) δείγμα νερού για την εκτίμηση θρεπτικών, και σε 6 σταθμούς για την εκτίμηση σειράς βαρέων μετάλλων. Οι ίδιες παράμετροι μετρήθηκαν και για το σύνολο των 7 σταθμών της Περιοχής II. Τα δείγματα λήφθηκαν με εξοπλισμό και αναλύθηκαν σε εργαστήρια του τμήματος Τεχνολογίας Αλιείας-Υδατοκαλλιέργειών του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας.

Η αξιολόγηση του επιπέδου ευτροφισμού βάση των θρεπτικών στοιχείων έγινε με τον δείκτη ποιότητας παρακτίων υδάτων y των Aguilera et al., (2001) ο οποίος βασίζεται σε μια κλίμακα -1 έως 1 (ολιγότροφο έως εύτροφο σύστημα):

Κλίμακα Ευτροφισμού	Τιμή δείκτη ποιότητας παρακτίων υδάτων y
ολιγότροφο	-1 έως -0,5
κατώτερο μεσότροφο	-0,5 έως 0
ανώτερο μεσότροφο	0 έως 0,5
εύτροφο	0,5 έως 1

Η τιμή y υπολογίζεται από την συγκέντρωση των θρεπτικών βάση του:

$$y = \{[N-NH_4^+] + 0,20[N-NO_2^-] + 0,016[N-NO_3^-] + 0,48[P-PO_4^{3-}] - 0,935\} / 2,175$$

Η συγκέντρωση των βαρέων μετάλλων στην στήλη του νερού συγκρίθηκε με τα όρια αυτών στο πόσιμο νερό σύμφωνα με διαθέσιμους εθνικούς και διεθνείς οργανισμούς ως ακολούθως:

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb
	Ppm								
USEPA,2008	0,01	0,005	0,1	0,1	1,3	0,3	0,05	0,1	0,015
EU,1998 (98/83/EC)	0,01	0,005		0,05	2	0,2	0,05	0,02	0,01
WHO, 2008	0,01	0,003		0,05	2		0,4	0,07	0,01
Iranian, 1997	0,05	0,01		0,05	1	1	0,5		0,05
AUST,1996	0,007	0,002		0,05	2	0,3	0,5	0,02	0,01
Indian,2005	0,05	0,01		0,05	1,5	0,3	0,1	0,02	0,1
New Zealand, 2008	0,01	0,004	1	0,05	2	0,2	0,4	0,08	0,01
Ελάχιστο	0,007	0,002	0,1	0,05	1	0,2	0,05	0,02	0,01
Μέγιστο	0,05	0,01	1	0,05	2	1	0,5	0,08	0,1

3.2.3.2. Θερμοκρασία – Αλατότητα – pH – Διαλυμένο οξυγόνο

Αποτελέσματα

1. Για την περιοχή I, η κατά βάθος κατανομή της θερμοκρασίας (στο επιφανειακό στρώμα των 30M βάθος) παρουσιάζει σχετικά σταθερό πρότυπο σε όλους τους σταθμούς, με βασικά χαρακτηριστικά ένα επιφανειακό στρώμα με μέση θερμοκρασία στα πρώτα 20M ($24 \pm 0,55^\circ\text{C}$) το οποίο ακολουθείται από ένα στρώμα μεταξύ 20 και 30 M βάθους, με μειούμενη κλίση θερμοκρασίας με μέσο ρυθμό μείωσης τους $0,33^\circ\text{C} \cdot \text{m}^{-1}$ καταλήγοντας σε θερμοκρασία $21,5 \pm 0,55^\circ\text{C}$ στο βάθος των 27M. Για την περιοχή II, σε όλους τους σταθμούς η θερμοκρασία παρουσιάζει μείωση με το βάθος από τους $28-30^\circ\text{C}$ τον Ιούνιο, ή $27-28^\circ\text{C}$ τον Νοέμβριο στα επιφανειακά νερά, σε τιμές $20-22^\circ\text{C}$ σε βάθη μεγαλύτερα από τα 10 M.

2. Η κατά βάθος κατανομή της αλατότητας παρουσιάζει το ίδιο γενικό πρότυπο σε όλους τους σταθμούς για την Περιοχή I, με βασικό χαρακτηριστικό μια σταθερή αύξηση με το βάθος από τους $37,5 \pm 0,20 \text{ psu}$, στα επιφανειακά στρώματα σε $37,9 \pm 0,14 \text{ psu}$ στα 27M. Για την Περιοχή II, σε όλους τους σταθμούς, η αλατότητα παρουσιάζει μείωση με το βάθος από τους $38,5 \text{ psu}$ στα επιφανειακά νερά μέχρι $36,5 \text{ psu}$ σε βάθη 30 m.

3. Για την Περιοχή II, η κατά βάθος κατανομή του pH δεν παρουσιάζει μεταβολές κατά βάθος με τιμές που κυμαίνονται μεταξύ $8,2-8,4$

4. Η κατά βάθος κατανομή του διαλυμένου οξυγόνου παρουσιάζει σχετικά σταθερό γενικό πρότυπο σε όλους τους σταθμούς της Περιοχής I, με βασικό χαρακτηριστικό μια ομοιογενή κατανομή της μέσης συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου (εκτός του σταθμού 6) στο επιφανειακό στρώμα του νερού μέχρι τα 20 M με $8,3 \pm 0,3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ που ακολουθείται από ένα στρώμα μεταξύ 20 και 30 M βάθους, με αυξανόμενη μέση συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου μέχρι τα $8,8 \pm 0,24 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Αντίστοιχα, για την Περιοχή II η συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου ήταν μεταξύ $7,2$ έως $8,3 \text{ mg/l}$, στα

επιφανειακό στρώμα έως των 10 m ενόσω στα βαθύτερα στρώματα έως τα 30 m οι τιμές μεταξύ 8,5 έως 9,3 mg/l.

3.2.3.3. Θρεπτικά άλατα -Βαρέα μέταλλα στην στήλη του νερού

Θρεπτικά άλατα - αποτελέσματα

Η εκτίμηση του επιπέδου ευτροφισμού βάσει των θρεπτικών στοιχείων βάσει του δείκτη ποιότητας παρακτίων υδάτων γ, όπως φαίνεται παρακάτω έδειξε ότι όλοι οι σταθμοί κατατάσσονται στο κατώτερο μεσοτροφικό επίπεδο ευτροφισμού υδάτων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι όλοι οι σταθμοί για την Περιοχή Ι, τοποθετούνται στο κάτω μισό των ορίων της κατηγορίας που εντάσσονται ενώ για την Περιοχή ΙΙ όλοι οι σταθμοί, τοποθετούνται στο πάνω μισό των ορίων της κατηγορίας που εντάσσονται.

Βαρέα μέταλλα – αποτελέσματα

Εκτός της περιπτώσεως του μολύβδου όπου σε τρεις σταθμούς η συγκέντρωση του ήταν από οριακά έως 3 φορές μεγαλύτερη του άνω ορίου συγκέντρωσης για το πόσιμο νερό (όπως αυτό δίνονται από διεθνείς φορείς και εθνική νομοθεσία διαφόρων χωρών), η συγκέντρωση αντίστοιχα των υπόλοιπων εξεταζόμενων μετάλλων ήταν τάξη μεγέθους μικρότερη από τα όρια συγκέντρωσης για μέταλλα αυτά στο πόσιμο νερό.

3.2.3.4. Βιολογικές παράμετροι

Χλωροφύλλη α

Στην παρούσα ενότητα περιλαμβάνονται αποτελέσματα μετρήσεων συγκέντρωσης χλωροφύλλης α στα θαλάσσια ύδατα που πραγματοποιήθηκαν κατά το διάστημα 29 Ιουνίου -1 Ιουλίου του 2015 στα πλαίσια της παρούσας μελέτης (Περιοχή Ι). Ειδικότερα σε 8 σταθμούς λήφθηκε από το επιφανειακό στρώμα νερού (σε βάθος 4Μ) δείγμα νερού για την εκτίμηση χλωροφύλλης α. Επιπρόσθετα, στην παρούσα ενότητα περιλαμβάνονται αποτελέσματα μετρήσεων χλωροφύλλης α στα θαλάσσια ύδατα που πραγματοποιήθηκαν στις 27 Ιουνίου 2017 και 9 Νοεμβρίου 2017 (Περιοχή ΙΙ). Τα δείγματα λήφθηκαν με εξοπλισμό τμήματος Τεχνολογίας Αλιείας-Υδατοκαλλιεργειών του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας και αναλύθηκαν σε εργαστήρια του τμήματος.

Για την εκτίμηση του επιπέδου ευτροφισμού και οικολογικής ποιότητας των υδάτων βάσει της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης α, χρησιμοποιήθηκαν οι κλίμακες ευτροφισμού και οικολογικής ποιότητας υδάτων που σχετίζονται με τα επίπεδα συγκέντρωσης χλωροφύλλης α (Chl-a) και προτείνεται για τις Μεσογειακές περιοχές (Simboura et al. 2005).

Η κατάταξη έχει όπως παρακάτω:

Συγκέντρωση Chl-a (mg.m ⁻³)	Κλίμακα Ευτροφισμού υδάτων	Κλίμακα οικολογικής ποιότητας υδάτων
<0,1	Ολιγοτροφικά	Υψηλή
0,1-0,4	Κάτω μεσοτροφικά	Καλή
0,4-0,6	Κάτω μεσοτροφικά	Μεσαία
0,6-2,21	Πάνω μεσοτροφικά	Κακή
>2,21	Ευτροφικά	Πολύ κακή

Ειδικότερα για την Περιοχή II, λαμβάνοντας υπόψη τα όρια P90th percentile Chl-a, mg/m³ σύμφωνα με την [Αξιολόγηση της οικολογικής και χημικής κατάστασης των παράκτιων και μεταβατικών υδατικών συστημάτων](#) (1^η αναθεώρηση) (Ανάρτηση στον ιστότοπο του ΥΠΕΝ) το όριο μεταξύ υψηλού οικολογικού επιπέδου και καλού είναι 0,32 mg/m³ και μεταξύ καλού και ενδιάμεσου είναι το 0,56 mg/m³.

Σύμφωνα όμως με τις Αναλυτικές μεθοδολογίες αξιολόγησης των βιολογικών στοιχείων ποιότητας στα παράκτια και μεταβατικά ύδατα (αναρτημένες στον ιστότοπο του Υπουργείου Περιβάλλοντος & Ενέργειας), για την αξιολόγηση της ποιότητας των παράκτιων και μεταβατικών υδάτων σε 10 χώρες της Μεσογείου, εξετάζεται **η μέση ετήσια βιομάζα του** φυτοπλαγκτού λαμβάνοντας υπ' όψιν την κατανομή στην έμφωτη ζώνη και την εποχική διακύμανση. Από βιβλιογραφικά δεδομένα (<http://epublishing.ekt.gr/sites/ektpublishing/files/ebooks/Sohelme.pdf>) φαίνεται ότι η συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα πρώτα 10 μέτρα της στήλης του νερού είναι μικρότερη κατά 2-8 φορές σε σχέση με τα βαθύτερα στρώματα (50-100 m) καθώς επίσης την άνοιξη είναι μεγαλύτερη κατά 46% του καλοκαιριού. Θεωρώντας ότι η αύξηση της συγκέντρωσης με το βάθος (μέχρι τα 100 m) είναι γραμμική, η μέση ετήσια συγκέντρωση μπορεί να υπολογισθεί από τον τύπο:

$$Chl_a_y = 1,23 Chl_a_s (D_1 + D_2 k) / (D_1 + D_2),$$

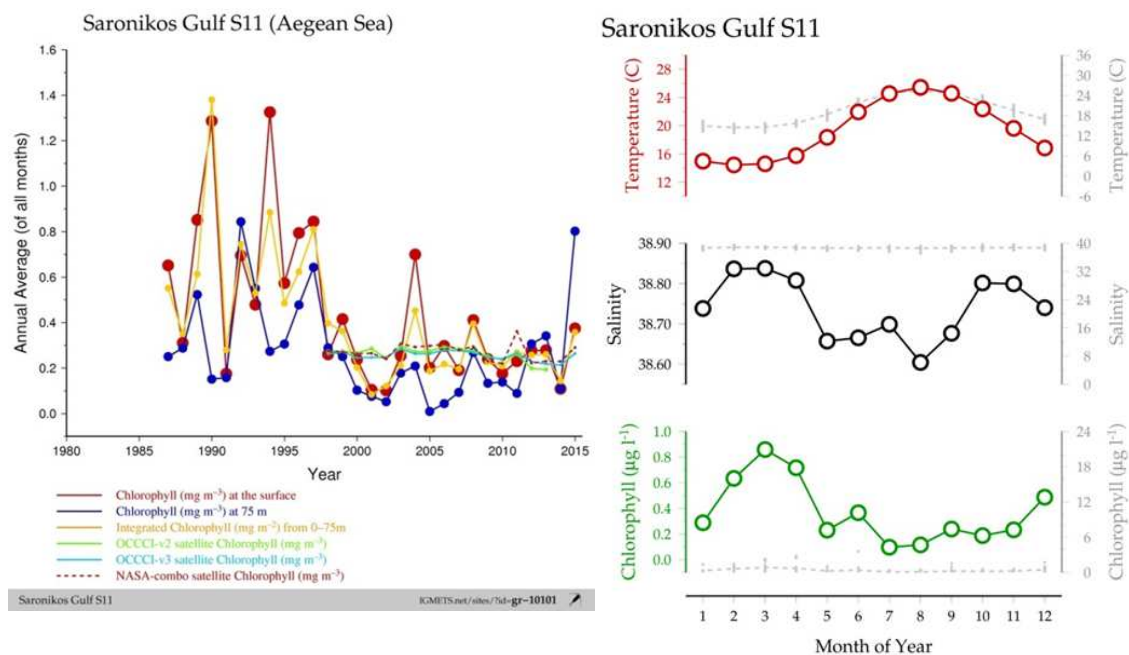
όπου Chl_{a_y} και Chl_{a_s} η μέση ετήσια και δείγματος συγκέντρωση χλωροφύλλης α, αντίστοιχα, D₁ και D₂ βάθος δειγματοληψίας (2m) και βάθος μέγιστης συγκέντρωσης χλωροφύλλης αντίστοιχα και k ο συντελεστής μεγέθυνσης της συγκέντρωσης στο βάθος μέγιστης συγκέντρωσης χλωροφύλλης.

Στην περιοχή μελέτης και σε απόσταση <25 km (S11) λειτουργεί σταθμός παρακολούθησης από το 1987 ο οποίος σε μηνιαία βάση καταγράφει αβιοτικούς παράγοντες στην περιοχή του Σαρωνικού (στοιχεία διαθέσιμα: <https://www.st.nmfs.noaa.gov/copepod/time-series/gr-10101/>). Βάσει των χρονοσειρών από τον παραπάνω σταθμό η μέση ετήσια συγκέντρωση της χλωροφύλλης δεν διαφοροποιείται από αυτή που καταγράφεται στα επιφανειακά στρώματα (Εικόνα 2.4.3.α), ενόσω η μέση μηνιαία κατανομή ακολουθεί εποχική διακύμανση (Εικόνα 2.4.3.β). Θεωρώντας ότι τα ίδια ισχύουν στις θέσεις μελέτης και με βάση το πρότυπο εποχικής κατανομής της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης από τον σταθμό S11, εκτιμηθήκαν οι αντίστοιχες μηνιαίες τιμές σε κάθε σταθμό, όπως παρακάτω:

$Ca_{ij} = Ca_{kj} (Cb_i / Cb_k)$, όπου Ca και Cb οι συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης στους σταθμούς μελέτης και σταθμός S11 αντίστοιχα, i ο κάθε μήνας, j ο σταθμός δειγματοληψίας και k ο μήνας δειγματοληψίας.

Η μέση ετήσια συγκέντρωση (MCa) σε κάθε σταθμό j υπολογίστηκε από τον τύπο:

$$MCa_j = (Ca_{1j} + Ca_{2j} + \dots + Ca_{12j}) / 12$$



Εικόνα 3.2.3. Αριστερά α) Χρονοσειρά συγκέντρωσης χλωροφύλλης και δεξιά β) μέση μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας, αλατότητας και χλωροφύλλης στον σταθμό παρακολούθησης S11.

Για την Περιοχή Ι, οι μετρούμενες συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης α κυμαίνονται από 0,04-0,46 mg.m⁻³ (μέση τιμή 0,18 mg.m⁻³).

Οι εκτιμώμενες συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης α κυμαίνονται από 0,04-0,50 mg.m⁻³ (μέση τιμή 0,20 mg.m⁻³). Η εκτίμηση του επιπέδου ευτροφισμού και οικολογικής ποιότητας των υδάτων βάσει της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης α, δείχνει ότι οι σταθμοί μελέτης κατατάσσονται σε ολιγοτροφικά και κάτω μεσοτροφικά ύδατα ενόσω η οικολογική κατάσταση των υδάτων κατατάσσεται από υψηλή μέχρι μεσαία, κατά μέσο όρο καλή.

Θέση	Chl-a (mg/m ³)	Κλίμακα Ευτροφισμού υδάτων	Κλίμακα οικολογικής ποιότητας υδάτων
1	0,04	Ολιγοτροφικά	Υψηλή
2	0,24	Κάτω μεσοτροφικά	Καλή
3	0,08	Ολιγοτροφικά	Υψηλή
4	0,50	Κάτω μεσοτροφικά	μεσαία
5	0,35	Κάτω μεσοτροφικά	καλή
6	0,27	Κάτω μεσοτροφικά	Καλή
7	0,04	Ολιγοτροφικά	Υψηλή
8	0,08	Ολιγοτροφικά	Υψηλή
Μέση τιμή	0,20	Κάτω μεσοτροφικά	Καλή

Για την Περιοχή II, οι μετρούμενες συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης α κυμαίνονται από 0,05-0,41mg,m⁻³ (μέση τιμή 0,20 mg,m⁻³).

Θέση	Chl-a (mg/m ³)	Κλίμακα Ευτροφισμού υδάτων	Κλίμακα οικολογικής ποιότητας υδάτων
S1	0,553	Κάτω μεσοτροφικά	μεσαία
S2	0,423	Κάτω μεσοτροφικά	μεσαία
		Κάτω μεσοτροφικά	μεσαία
S3	0,423		
S4	0,303	Κάτω μεσοτροφικά	καλή
S5	0,444	Κάτω μεσοτροφικά	μεσαία
S6	0,502	Κάτω μεσοτροφικά	μεσαία
S7	0,381	Κάτω μεσοτροφικά	καλή
S11	0,444	Κάτω μεσοτροφικά	μεσαία
Μέση τιμή	0,43	Κάτω μεσοτροφικά	μεσαία

Συνολικά, η εκτίμηση του επιπέδου ευτροφισμού και οικολογικής ποιότητας των υδάτων βάσει της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης α, δείχνει ότι σε όλους τους σταθμούς μελέτης η μέση ετήσια συγκέντρωση της εκτιμάται ότι είναι μικρότερη του ορίου καλής-μέτριας οικολογικής κατάστασης (0,56 mg/m³: [Αξιολόγηση της οικολογικής και χημικής κατάστασης των παράκτιων και μεταβατικών υδατικών συστημάτων](#) (1^η αναθεώρηση)) και συνεπώς κατατάσσονται στην κατηγορία καλής οικολογικής κατάστασης των υδάτων, ενόσω η ομάδα θέσεων 1-8 (Περιοχή I) κατατάσσονται στα κάτω олиγοτροφικά έως κάτω μεσοτροφικά συστήματα και η ομάδα θέσεων S1 έως S7 και S11 (Περιοχή II) στα κάτω μεσοτροφικά συστήματα.

Μικροβιολογικές παράμετροι

Από μικροβιολογικές αναλύσεις σε δείγματα θαλασσινού νερού σε διάφορες θέσεις εγκατάστασης των υφιστάμενων μονάδων, δεν υπάρχει ένδειξη οποιουδήποτε μικροβιολογικού προβλήματος των υδάτων μια και η περιοχή χαρακτηρίζεται από γενικότερη απουσία ρύπανσης..

3.2.4. Θαλάσσια ρεύματα

Τα θαλάσσια ρεύματα που καταγράφηκαν στην περιοχή της μελέτης τον Ιούλιο - Αύγουστο του 2009, το 2010, τον Ιούνιο του 2011 και τον Αύγουστο του 2012, (Πίνακας 3.2.8.) στην περιοχή εγκατάστασης των μονάδων ιχθυοκαλλιέργειας.

Πίνακας 3.2.8.: Αποτελέσματα Μετρήσεων Ταχύτητας Θαλασσίων Ρευμάτων στην Περιοχή Μελέτης.

α/α	Ζώνη	Ημερομηνία Μέτρησης	Μέση Ταχύτητα Ρευμάτων (cm/sec)	Μέσος Όρος Μετρήσεων (cm/sec)
1	Ζώνη 1 Εξωτερικά όρμου Βαθύ ν. Σαλαμίνας	26/1/2010	3,5	3,5
2	Ζώνη 2 Θενιό Αιαντείου	9/6/2011	3,39	3,64
		21/6/2011	3,76	
		29/6/2011	3,78	
3	Ζώνη 3 Φόκα Αιαντείου	9/6/2011	3,43	3,55
		21/6/2011	3,66	
		29/6/2011	3,19	
4	Ζώνη 4 Πυριακόνι Αιαντείου	6/8/2009	4,96	5,40
		12/8/2009	5,52	
		24/8/2009	5,72	
5	Ζώνη 5 Λαμπρανό Αιαντείου	2009	2,25	2,25
6	Ζώνη 6 Δυτικά Νήσου Αγίου Ιωάννη	29/7/2009	4,03	3,92
		11/8/2009	3,78	
		28/8/2009	3,94	
7	Ζώνη 8 Βόρεια Νήσου Αγίου Θωμά	7/8/2012	9,37	14,26
		23/8/2012	12,49	
		30/8/2012	20,93	
8	Ζώνη 9: Νοτιοδυτικά Νήσου Αγίου Θωμά	7/8/2012	14,45	15,24
		23/8/2012	11,05	
		30/8/2012	20,24	
9	Ζώνη 9 Νοτίως και Νοτιοδυτικά Νήσου Τραγονησίου	7/8/2012	9,28	12,06
		23/8/2012	14,78	
		30/8/2012	12,12	
10	Ζώνη 9 Νοτίως και Νοτιοδυτικά Νήσου Τραγονησίου	7/8/2012	8,18	10,29
		23/8/2012	12,68	
		30/8/2012	10,02	
11	Ζώνη 10 -11: Βορείως νήσου Λεδού	30/7/2009	3,87	4,34
		11/8/2009	4,20	
		29/8/2009	4,96	
12	Ζώνη 10 -11: Νοτίως Νήσου Λεδού	7/8/2012	9,27	12,99
		23/8/2012	13,93	
		30/8/2012	15,77	
13	Ζώνη 12 Νήσος Δέλτα (νότιο πάρκο)	30/7/2009	5,44	5,20
		11/8/2009	5,66	
		29/8/2009	4,49	

Πηγή: μετρήσεις ΤΕΙ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ και ΙΝΑΛΕ

Τα ρεύματα που μετρήθηκαν χαρακτηρίζουν την περιοχή τοπικά ως κλειστό κόλπο (όπου η ταχύτητα των θαλασσίων ρευμάτων είναι κάτω των 3 cm/sec), ως ανοικτό κόλπο (όπου η ταχύτητα των θαλασσίων ρευμάτων είναι μεταξύ 3-5 cm/s), πολύ εκτεθειμένη (όπου η ταχύτητα των θαλασσίων ρευμάτων είναι μεταξύ 5-10 cm/s) και ως ταχείας ροής (όπου η ταχύτητα των θαλασσίων ρευμάτων είναι μεγαλύτερη από 10 cm/s), σύμφωνα με την υπ' αριθμ. 121570/1866/12-6-2009 Κοινή Εγκύκλιο. Περίπου το 57% των μετρήσεων ταχύτητας θαλασσίων ρευμάτων αντιστοιχεί σε περιοχές πολύ εκτεθειμένες και περιοχές ταχείας ροής.

Τα ρεύματα που επικρατούν στην περιοχή μελέτης, όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα μετρήσεων της ταχύτητας των θαλασσίων ρευμάτων στην θαλάσσια περιοχή των προτεινόμενων θαλασσίων ζωνών, συμβάλλουν στην ανανέωση των υδάτων, στην απομάκρυνση των υπολειμμάτων των τροφών και των προϊόντων μεταβολισμού των ψαριών και είναι κατάλληλα για την εκτροφή των ψαριών.

Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τα ικανοποιητικά βάθη στη θέση των προτεινόμενων θαλασσίων ζωνών ελαχιστοποιούνται οι επιπτώσεις στο περιβάλλον, εφ' όσον τα απόβλητα διασπείρονται στην ευρύτερη θαλάσσια περιοχή.

3.2.5. Είδος βυθού

Στην παρούσα ενότητα περιλαμβάνονται τα αποτελέσματα και η αξιολόγηση της ζωοβενθικής βιοκοινωνίας, της φυτοβενθικής βιοκοινωνίας καθώς και της *Posidonia oceanica*, ενώ αναλυτικότερα στοιχεία σχετικά με τους τρόπους δειγματοληψίας και τις μεθόδους αναφέρονται στην Ενότητα 2.1. της Οικονομοτεχνικής Μελέτης. Επιπρόσθετα, στην παρούσα ενότητα περιλαμβάνονται και αποτελέσματα που αφορούν την κοκκομετρική και γεωλογική ανάλυση του ιζήματος στην περιοχή μελέτης.

3.2.5.1. Ζωοβενθική βιοκοινωνία

Οι βιολογικές παράμετροι που εντάχθηκαν στο πλαίσιο της μελέτης και εξετάζονται ακολούθως αφορούν στη μακροβενθική πανίδα. Οι δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή μελέτης έχουν ως στόχο την αποτύπωση της υφιστάμενης οικολογικής κατάστασης στη θαλάσσια περιοχή των Διαπορίων Νήσων στο βορειοδυτικό τμήμα του Σαρωνικού Κόλπου καθώς και σε τέσσερις συνολικά θέσεις, στο νότιο και το δυτικό τμήμα της Νήσου Σαλαμίνας.

Για την Περιοχή Ι, οι δειγματοληψίες για την εκτίμηση των βιολογικών παραμέτρων πραγματοποιήθηκαν στις 27 και 28 Ιουνίου 2015. Το πρωτόκολλο περιελάμβανε συνολικά ένα δίκτυο 7 σταθμών στους οποίους πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία ιζήματος για την ανάλυση της μακροβενθικής πανίδας. Η επιλογή των σημείων πραγματοποιήθηκε με κριτήρια το βάθος, τη γεινίαση στις υπάρχουσες μονάδες πάχυνσης ψαριών στην περιοχή, τις προβλεπόμενες θέσεις επέκτασης της ιχθυοκαλλιεργητικής δραστηριότητας, καθώς και την χωρική κάλυψη της περιοχής μελέτης.

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν από πλωτό μέσο με τη χρήση αρπάγης τύπου Van-Veen με επιφάνεια δειγματοληψίας 0,04m². Σε κάθε σημείο δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκαν τρεις επαναλήψεις. Το ίζημα που συνέλεγε η αρπάγη

κοσκινιζόταν επιτόπου σε κόσκινο με μεταλλικό πλέγμα διαμέτρου 0,5mm ώστε να αφαιρεθεί όλο το λεπτόκοκκο υλικό του ιζήματος. Όλο το υλικό που απέμενε στο κόσκινο τοποθετούνταν σε δοχείο με ουδετεροποιημένο διάλυμα φορμαλδεΰδης 4% και ερυθρό της Βεγγάλης ώστε να πραγματοποιηθεί επιλεκτική χρώση των ζωντανών οργανισμών.

Ακολούθως, τα δείγματα επεξεργάστηκαν και αναλύθηκαν στο εργαστήριο. Από κάθε δείγμα απομονώθηκαν όλοι οι χρωματισμένοι οργανισμοί οι οποίοι καταμετρήθηκαν και αναγνωρίστηκαν σε επίπεδο ταξινομικής ομάδας (taxa) με τη χρήση στερεοσκοπίου.

Το νωπό βάρος των οργανισμών σε κάθε δείγμα μετρήθηκε σε ζυγό ακριβείας ($\pm 0,0001g$).

Τέλος, μετρήθηκε το μήκος των αέριων οργανισμών κάθε δείγματος απευθείας με τη χρήση της μικρομετρικής κλίμακας του στερεοσκοπίου (ακρίβεια 0,5mm). Οι μετρήσεις μήκους των οργανισμών των ταξινομικών ομάδων (πλην της ομάδας των πολυχαίτων) μετατράπηκαν απευθείας σε ξηρό βάρος (AFDW- Ash Free Dry Weight) σύμφωνα με τις σχέσεις μετατροπής που δίδονται από τη βιβλιογραφία (Ricciardi & Bourget, 1998; Ara, 2001; McKinney et al, 2004; Rosati et al, 2012). Για την ταξινομική ομάδα των πολυχαίτων δημιουργήθηκε σχέση μήκους-νωπού βάρους από τους υπάρχοντες οργανισμούς των δειγμάτων με χρήση ζυγού ακριβείας (ακρίβεια 0,0001g) και ακολούθως πραγματοποιήθηκε μετατροπή του νωπού βάρους σε ξηρό βάρος (AFDW) σύμφωνα με τη σχέση που δίνεται από τους Ricciardi & Bourget (1998).

Οι μετρήσεις ξηρού βάρους που προέκυψαν χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του δείκτη κατανομής μεγεθών (**Index of Size Distribution – ISD**) όπως περιγράφεται από τους Reizopoulou & Nicolaidou (2007). Η κατανομή του σωματικού μεγέθους των βενθικών βιοκοινωνιών έχει χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του βαθμού της διαταραχής που προκαλείται στη βιοκοινωνία από οργανική ρύπανση (Warwick, 1986). Σύμφωνα με τη βασική θεώρηση, η αύξηση του οργανικού φορτίου στο ίζημα οδηγεί στην επικράτηση μικρών σε μέγεθος, ευκαιριακών ειδών έναντι των μεγαλύτερων και μακροβιότερων οργανισμών (Pearson & Rosenberg, 1978). Ο δείκτης ISD υπολογίζεται από την ασυμμετρία της κατανομής των μεγεθών των βενθικών οργανισμών. Όσο υψηλότερη η ασυμμετρία (συνεπώς και η τιμή του δείκτη) τόσο πιο έντονη η παρουσία των μικρών ευκαιριακών ειδών και συνεπώς και ο βαθμός της διαταραχής. Τιμές του δείκτη μεταξύ του -1 και 1 αντιστοιχούν σε υψηλό καθεστώς οικολογικής ποιότητας, μεταξύ 1 και 2 σε καλό καθεστώς οικολογικής ποιότητας, μεταξύ 2 και 3 σε ενδιάμεσο και μεγαλύτερο του 3 σε φτωχό καθεστώς οικολογικής ποιότητας (Reizopoulou & Nicolaidou, 2007).

Για την Περιοχή II, οι δειγματοληψίες για τη βενθική μακροπανίδα πραγματοποιήθηκαν σε τέσσερις θέσεις εντός της θερμής περιόδου του έτους (Ιούνιος 2017) και σε τρεις θέσεις το Νοέμβριο 2017 στη Ν. Σαλαμίνα, όπου δραστηριοποιούνται μονάδες πάχυνσης ιχθύων. Σε κάθε θέση πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία εντός του πάρκου υδατοκαλλιεργειών καθώς και σε μια θέση απομακρυσμένη από τους κλωβούς (θέση «μάρτυρας»). Η επιλογή των σημείων πραγματοποιήθηκε με κριτήρια το βάθος και τη γειτνίαση στις υπάρχουσες μονάδες πάχυνσης ψαριών στην περιοχή.

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν από πλωτά μέσα των εταιριών με τη χρήση αρπάγης τύπου Van-Veen με επιφάνεια δειγματοληψίας 0.04 m². Σε κάθε σημείο δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκαν τρεις επαναλήψεις. Το ίζημα που συνέλεγε η αρπάγη κοσκινιζόταν επιτόπου σε κόσκινο με μεταλλικό πλέγμα διαμέτρου 0,5 mm ώστε να αφαιρεθεί όλο το λεπτόκοκκο υλικό του ιζήματος. Όλο το υλικό που απέμενε στο κόσκινο τοποθετούνταν σε δοχείο με ουδετεροποιημένο διάλυμα φορμαλδεΰδης 4% και ερυθρό της Βεγγάλης ώστε να πραγματοποιηθεί επιλεκτική χρώση των ζωντανών οργανισμών.

Ακολούθως, τα δείγματα επεξεργάστηκαν και αναλύθηκαν στο εργαστήριο. Από κάθε δείγμα απομονώθηκαν όλοι οι χρωματισμένοι οργανισμοί οι οποίοι καταμετρήθηκαν και αναγνωρίστηκαν σε επίπεδο ταξινομικής ομάδας (taxa) με τη χρήση στερεοσκοπίου. Οι οργανισμοί αναγνωρίστηκαν και κατηγοριοποιήθηκαν ανάλογα με την ευαισθησία τους σε περιβαλλοντικές πιέσεις (Simboura & Zenetos, 2002). Οι νηματώδεις αν και καταμετρήθηκαν, δεν συμμετείχαν στην ανάλυση των αποτελεσμάτων γιατί λόγω του μικρού τους μεγέθους δεν συλλέγονται ποσοτικά με το συγκεκριμένο τρόπο συλλογής.

Για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης στις διάφορες θέσεις χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης **Bentix (Simboura & Zenetos, 2002)**. Σύμφωνα με το δείκτη, οι οργανισμοί της μακροβενθικής πανίδας κατηγοριοποιούνται σε δύο ομάδες ανάλογα με την ευαισθησία τους σε περιβαλλοντικές πιέσεις (π.χ. οργανική ρύπανση). Η πρώτη ομάδα (G-I) περιλαμβάνει τους «ευαίσθητους» οργανισμούς οι οποίοι βρίσκονται σε περιβάλλοντα χωρίς πίεση καθώς και τους «αδιάφορους» οργανισμούς οι οποίοι βρίσκονται σε όλα τα περιβάλλοντα. Η δεύτερη ομάδα (G-II) περιλαμβάνει τους «ανθεκτικούς» οργανισμούς οι οποίοι επικρατούν σε αντίξοες συνθήκες όπως π.χ. υψηλές τιμές οργανικού φορτίου ή υποξικές συνθήκες. Η τιμή του δείκτη υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{BENTIX} = (6 \times \% \text{G-I} + 2 \times \% \text{G-II}) / 100 \text{ όπου:}$$

%G-I η σχετική αφθονία των ειδών που εντάσσονται στην ομάδα G-I

%G-II η σχετική αφθονία των ειδών που εντάσσονται στην ομάδα G-II.

Οι τιμές του δείκτη κυμαίνονται από 0 έως 6 και σύμφωνα με τους Simboura & Zenetos (2002) η βαθμονόμηση των τιμών του δείκτη αντιστοιχεί στο οικολογικό καθεστώς που καθορίζεται από την Ευρωπαϊκή οδηγία για τα νερά (WFD 2000/60) όπως φαίνεται παρακάτω:

Οικολογικό καθεστώς	Τιμές δείκτη BENTIX
Υψηλό	4.5 < Bentix < 6
Καλό	3.5 < Bentix < 4.5
Μέτριο	2.5 < Bentix < 3.5
Φτωχό	2 < Bentix < 2.5
Κακό	0

Αξιολόγηση αποτελεσμάτων

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο εσωτερικό τμήμα του Σαρωνικού Κόλπου και χωρίζεται σε δύο υποπεριοχές: Α: Τις Διαπόριες Νήσους στο ΒΔ τμήμα τους Σαρωνικού και Β: Το Δυτικό τμήμα της Ν. Σαλαμίνας.

Το εσωτερικό τμήμα του Σαρωνικού Κόλπου χαρακτηρίζεται από τις υπάρχουσες μελέτες ως ένα ολιγότροφο παράκτιο Μεσογειακό οικοσύστημα σε καλή κατάσταση (Evangelίου & Florou, 2013; Tsiamis et al., 2013; Simboura et al., 2014). Σύμφωνα με τους παραπάνω συγγραφείς, μετά τη λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού στην Ν. Ψυτάλλεια, κατά την τελευταία δεκαετία το οικολογικό καθεστώς έχει βελτιωθεί σημαντικά και φτωχό οικολογικό καθεστώς παρατηρείται μόνο πλησίον της Ελευσίνας στο Ανατολικό τμήμα του Κόλπου και σε ακτίνα περίπου 8km από τη Ν. Ψυτάλλεια. Αντίθετα, το Δυτικό τμήμα του Κόλπου όπου εισέρχεται το νερό από το Αιγαίο Πέλαγος, χαρακτηρίζεται από χαμηλές τιμές χλωροφύλλης και ολικού οργανικού άνθρακα (Evangelίου & Florou, 2013).

Όσον αφορά στη ζωοβενθική πανίδα, σημαντική επιβάρυνση εντοπίζεται περιμετρικά της Ν. Ψυτάλλειας και στον Κόλπο της Ελευσίνας, ενώ σε απόσταση μεγαλύτερη των 8km, το οικολογικό καθεστώς σύμφωνα με τη ζωοβενθική βιοκοινωνία χαρακτηρίζεται ως καλό και η ζωοβενθική βιοκοινωνία χαρακτηρίζεται από **υψηλή βιοποικιλότητα** και από την απουσία ειδών-δεικτών επιβάρυνσης (Simboura et al., 2014).

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης συμφωνούν με τα παραπάνω. Όσον αφορά τα αποτελέσματα που αφορούν την περιοχή Ι ((Ι) ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΑΠΟΡΙΩΝ ΝΗΣΩΝ ΚΑΙ ΝΟΤΙΩΝ ΑΚΤΩΝ ΣΑΛΑΜΙΝΑΣ (Α-Β, ΙΟΥΝΙΟΣ 2015), η ζωοβενθική βιοκοινωνία στις θέσεις που μελετήθηκαν χαρακτηρίστηκε από την παρουσία υψηλού αριθμού ταξινομικών ομάδων και σχετικά χαμηλή συνολική αφθονία και βιομάζα συγκριτικά με αντίστοιχες παράκτιες περιοχές (Karakassis et al., 1999, 2000). Εξάιρεση αποτέλεσε η θέση Σ3 στις Διαπόριες Νήσους. Στη θέση αυτή όπου δραστηριοποιείται μονάδα πάχυνσης ιχθύων, βρέθηκε σημαντικά υψηλότερη τιμή συνολικής αφθονίας και βιομάζας καθώς σημαντικός αριθμός πολύχαιτων του γένους *Capitella*. Τα στοιχεία αυτά είναι χαρακτηριστικά της επίδρασης της υδατοκαλλιεργητικής δραστηριότητας. Σύμφωνα με τους Karakassis et al. (2000), σε περιοχές με χονδρόκοκκο υπόστρωμα (όπως αυτό της περιοχής μελέτης), η προσθήκη οργανικού υλικού δεν οδηγεί σε ανοξικές συνθήκες μέσα στο ίζημα και η μικροβιακή αποικοδόμηση του οργανικού υλικού δεν δημιουργεί αντίξοες συνθήκες για τη μακροπανίδα. Η ικανοποιητική οξυγόνωση στο ίζημα, σε συνδυασμό με την προσθήκη οργανικού υλικού, δίνει τη δυνατότητα σε κάποια ευκαιριακά είδη να αναπτυχθούν, με αποτέλεσμα την αύξηση της αφθονίας και της βιομάζας των μακροβενθικών ειδών κάτω από, και κοντά στα κλουβιά σε απόσταση που δεν ξεπερνά τις μερικές δεκάδες μέτρα (Karakassis et al, 2000; Papageorgiou et al., 2010). Τα παραπάνω συμφωνούν με τις τιμές του δείκτη ISD όπου σε όλους τους σταθμούς που εξετασθήκαν υποδηλώνουν **υψηλό καθεστώς οικολογικής ποιότητας υδάτων**.

Συμπερασματικά, φαίνεται ότι η περιοχή μελέτης αναφορικά με τους Σταθμούς που εξετάστηκαν στην Περιοχή Ι, **βρίσκεται σε καλό οικολογικό καθεστώς**. Η υπάρχουσα ιχθυοκαλλιεργητική δραστηριότητα φαίνεται να έχει μικρές επιπτώσεις στη μακροβενθική πανίδα λόγω αφενός της κοκκομετρικής σύστασης του ιζήματος και αφετέρου λόγω του μεγάλου βάθους της περιοχής μελέτης.

Όσον αφορά στην Περιοχή II ((II) ΠΕΡΙΟΧΗ ΝΟΤΙΩΝ ΚΑΙ ΔΥΤΙΚΩΝ ΑΚΤΩΝ ΣΑΛΑΜΙΝΑΣ (Α-Β-Γ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2017 – ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2017)), στην παρούσα μελέτη, στις θέσεις «μάρτυρα» το οικολογικό καθεστώς χαρακτηρίστηκε **«καλό» στις δύο θέσεις και «μέτριο» στην τρίτη θέση**, αποτέλεσμα το οποίο συμφωνεί με την γενικότερη εκτίμηση για την οικολογική κατάσταση στο Σαρωνικό Κόλπο. Στις θέσεις όπου λειτουργούν οι μονάδες πάχυνσης ιχθύων το οικολογικό καθεστώς βρέθηκε σε όλες τις περιπτώσεις υποβαθμισμένο κατά μία κατηγορία σε σχέση με τη θέση μάρτυρα.

Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο ως αποτέλεσμα της ιχθυοκαλλιεργητικής δραστηριότητας ενώ ταυτόχρονα επιβεβαιώνεται ότι η επίδραση είναι περιορισμένη σημειακά στο χώρο κάτω από τους κλωβούς. Η βενθική μακροπανίδα επηρεάζεται έντονα σε πολύ μικρή απόσταση από τους κλωβούς (<100m) ενώ σε μεγαλύτερες αποστάσεις, η επίδραση είναι αμελητέα. Ο βαθμός επίδρασης εξαρτάται τόσο από τη σύσταση του ιζήματος όσο και από τα ρεύματα και την τοπογραφία της περιοχής. Σημαντικότερη επίδραση εμφανίζεται σε περιοχές όπου ο πυθμένας χαρακτηρίζεται από λεπτόκοκκα ιζήματα ενώ σε περιοχές με πιο αδρομερή πυθμένα η επίδραση είναι λιγότερη σημαντική, κυρίως λόγω της καλύτερης οξυγόνωσης του ιζήματος (Karakassis et al., 1999, 2000; Tomassetti et al., 2016).

Το σωματιδιακό οργανικό υλικό που εναποτίθεται κάτω από τους κλωβούς πάχυνσης και αποτελείται από τα περιττώματα των εκτρεφόμενων ψαριών και από υπολείμματα τροφής επιδρά στη βενθική μακροπανίδα με τη μείωση της βιοποικιλότητας και την επικράτηση κάποιων ευκαιριακών ειδών (όπως π.χ. πολυχαίτων του γένους Capitella) (Karakassis et al., 1999, 2000; Papageorgiou et al., 2010). Οι πληθυσμοί των ευκαιριακών αυτών ειδών μπορούν λόγω της αυξημένης διαθέσιμης τροφής, να αυξηθούν ιδιαίτερα. Σε περιπτώσεις όπου η συσσώρευση του οργανικού υλικού στον πυθμένα είναι παρατεταμένη, παρατηρείται μείωση της αφθονίας και της βιομάζας της βενθικής πανίδας λόγω της δημιουργίας ανοξικών συνθηκών κάτω από τους κλωβούς και της συσσώρευσης τοξικών παραπροϊόντων της αναερόβιας αποικοδόμησης του οργανικού υλικού (Hall et al., 1990). Σε συνθήκες παρατεταμένης ανοξίας στο ιζήμα το βενθικό περιβάλλον καταλήγει σε αζωική κατάσταση.

Στους Σταθμούς που εξετάστηκαν στην Περιοχή II της περιοχής μελέτης η επίδραση των μονάδων πάχυνσης φάνηκε ότι δεν έχει προκαλέσει ιδιαίτερα έντονη επιβάρυνση στις θέσεις κάτω από τους κλωβούς ώστε να επικρατήσουν ανοξικές συνθήκες και συνεπώς αζωικό περιβάλλον. Η σύνθεση της βιοκοινωνίας στις θέσεις των κλωβών φάνηκε να βρίσκεται σε ενδιάμεσες συνθήκες επιβάρυνσης όπου επικρατούν ευκαιριακά είδη οργανισμών (κυρίως πολυχαίτων).

Οι επιπτώσεις της συσσώρευσης του οργανικού αυτού φορτίου στη μακροβενθική πανίδα κάτω από τους κλωβούς της ιχθυοκαλλιέργειας, αν και είναι πλέον αρκετά μελετημένες (Grigorakis & Rigos, 2011 και αναφορές σε αυτούς), έχουν δώσει σε πολλές περιπτώσεις διαφορετικά αποτελέσματα σχετικά με την ένταση και την χωρική κατανομή των επιπτώσεων (Kalantzi & Karakassis, 2006). Η ιχθυοκαλλιεργητική δραστηριότητα στη Μεσόγειο παρουσιάζει έντονη ποικιλομορφία τόσο στα τοπογραφικά χαρακτηριστικά των περιοχών που συντελείται όσο και ως προς τις πρακτικές που ακολουθούνται στην εκτροφή. Επιπρόσθετα, οι επιπτώσεις της δραστηριότητας αυτής εξαρτώνται από πολλές παραμέτρους όπως η

τοπογραφία και το υδροδυναμικό καθεστώς της περιοχής, τα γεωχημικά χαρακτηριστικά του υποστρώματος, η θερμοκρασία, το βάθος, το φορτίο των θρεπτικών, ο τύπος της τροφής και οι υδατοκαλλιεργητικές πρακτικές (Karakassis et al., 1999; 2000; Tomassetti et al., 2016).

3.2.5.2. Κοκκομετρική ανάλυση

Σε 5 σταθμούς της Περιοχής I λήφθηκαν δείγματα ιζήματος για κοκκομετρική ανάλυση, εκτίμηση ολικού οργανικού άνθρακα, αζώτου και φωσφόρου, καθώς και βαρέων μετάλλων. Τέλος σε κάθε σταθμό της Περιοχής II λήφθηκαν δείγματα υποστρώματος τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για κοκκομετρική ανάλυση και την εκτίμηση των παραμέτρων TOC, TN και TP στο υπόστρωμα. Τα δείγματα λήφθηκαν με εξοπλισμό τμήματος Τεχνολογίας Αλιείας-Υδατοκαλλιεργειών του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας και αναλύθηκαν σε εργαστήρια του τμήματος.

Αποτελέσματα

1. Η κοκκομετρική ανάλυση του ιζήματος έδειξε σχετική ομοιογένεια υποστρώματος. Οι σταθμοί εντάσσονται κατά FOLK στις κατηγορίες του **χαλικώδη άμμου έως ελαφρώς χαλικώδη άμμου**.
2. Από την αξιολόγηση της **σύνθεσης σε οργανικό υλικό του ιζήματος** για τις συγκεντρώσεις του ολικού αζώτου και φωσφόρου στο ίζημα οι σταθμοί μελέτης κατατάσσονται στο **ανεκτό επίπεδο**.

3.2.5.3. Φυτοβενθική βιοκοινωνία - *Posidonia oceanica*

Το παρόν κεφάλαιο αφορά σε αποτελέσματα και αξιολόγηση της φυτοβενθικής βιοκοινωνίας και υλοποιήθηκε από το εργαστήριο Υδροβιολογίας και Αλιευτικής Διαχείρισης του τμήματος Τεχνολογίας Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, για τις ανάγκες ίδρυσης της ΠΟΑΥ στην περιοχή μελέτης.

Η περιοχή μελέτης αφορά στις Διαπόριες Νήσους, ένα σύμπλεγμα νησιών πέντε ακατοίκητων νήσων, στο βορειοδυτικό τμήμα του Σαρωνικού Κόλπου μεταξύ Αίγινας, Αγίων Θεοδώρων και της ακτής της Πελοποννήσου και το νότιο και δυτικό παράκτιο τμήμα της νήσου Σαλαμίνας.

*Χαρτογράφηση – *Posidonia oceanica**

Για την Περιοχή I, η αποτύπωση του πυθμένα στην περιοχή μελέτης πραγματοποιήθηκε στις 26-29 Ιουνίου 2015 με το σύστημα ταξινόμησης πυθμένα RoxAnn GD-X. Το σύστημα αφορά σε ηχοβολιστικό που χρησιμοποιείται ευρέως στην διεθνή επιστημονική κοινότητα σε μελέτες αποτύπωσης-ταξινόμησης πυθμένα και δομών (Chivers et al., 1990; Greenstreet et al., 1997; Cholwek et al., 2000; Bers et al., 2013), ενόσω έχει χρησιμοποιηθεί από τα μέλη της ερευνητικής ομάδας της παρούσας για την χαρτογράφηση υποθαλάσσιων λιβαδιών φανερόγαμων σε διάφορες περιοχές της χώρας (Σπίνος κα. 2012 α,β).

Για την Περιοχή II, ο έλεγχος για την παρουσία του θαλάσσιου φανερόγαμου *Posidonia oceanica* στην περιοχή μελέτης Α-Β-Γ πραγματοποιήθηκε στις 27 Ιουνίου 2017 (Θέσεις Α & Β) και στις 9 Νοεμβρίου 2017 (Θέση Γ) με βιντεοσκόπηση του

πυθμένα με τη χρήση υποβρύχιας κάμερας τύπου 6000HD Camera Sea Drop της εταιρίας Sea Viewer Inc®.

Ο στόχος της παρούσας μελέτης ήταν ο εντοπισμός του προστατευόμενου ενδιαιτήματος του είδους *Posidonia oceanica* (ποσειδωνία). Αναλυτικά η μεθοδολογία των δειγματοληψιών παρουσιάζεται στην Ενότητα 2.1.4.4. της Οικονομοτεχνικής Μελέτης.

Αποτελέσματα

Τα στοιχεία της μελέτης δείχνουν ότι για την Περιοχή Ι όπου οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν το 2015, ο πυθμένας στην περιοχή ενδιαφέροντος αποτελείται τόσο από αμμόδες λεπτόκοκκο-μεσόκοκκο υπόστρωμα χωρίς βλάστηση σε βάθη μεγαλύτερα των 30M όσο και από δύο τύπους σκληρού υποστρώματος. Ο πρώτος τύπος σκληρού υποστρώματος βρίσκεται στη ζώνη βάθους 0-25M και έχει σχετικά ήπιο ανάγλυφο και μικρή κάλυψη από φυτικούς και ζωικούς επιβενθικούς οργανισμούς. Ο δεύτερος τύπος, βραχώδης ή/και βιογενούς προέλευσης, βρίσκεται βαθύτερα (25-70M) έχει έντονο ανάγλυφο και σημαντική κάλυψη από επιβενθικούς οργανισμούς. Σε όλη την περιοχή μελέτης η κλίση του πυθμένα είναι ιδιαίτερα έντονη. Όσον αφορά την περιοχή II όπου οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν το 2017, σε όλες τις θέσεις ο πυθμένας ήταν αμμόδης, χωρίς κάλυψη από θαλάσσια φανερόγαμα ή μακροφύκη και με σχετικά ήπια κλίση, με εξαίρεση μία θέση όπου η κλίση ήταν έντονη (Θέση Β).

Το είδος *Posidonia oceanica* (ποσειδωνία) δεν εντοπίστηκε στην περιοχή μελέτης.

Φυτοβενθική βιοκοινωνία και εκτίμηση οικολογικής Ποιότητας

Για την Περιοχή Ι, η φυτοβενθική βιοκοινωνία στην περιοχή μελέτης μελετήθηκε σε τέσσερις θέσεις στις Διαπόριες Νήσους και σε μια θέση στο νοτιοδυτικό τμήμα της Νήσου Σαλαμίνας (Εικ. 2.1.31). Στις Διαπόριες Νήσους επιλέχθηκαν δύο θέσεις (Σ2 & Σ3) πλησίον των μονάδων πάχυνσης ιχθύων που λειτουργούν στην περιοχή καθώς και δύο θέσεις απομακρυσμένες από τις μονάδες (Σ1 & Σ7). Στη Ν. Σαλαμίνα επιλέχθηκε μια θέση (Σ6) πλησίον της μονάδας πάχυνσης. Η επιλογή των θέσεων πραγματοποιήθηκε με κριτήριο τη γειτνίαση τους στις υπάρχουσες μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας (κλωβοί πάχυνσης τσιπούρας και λαβρακιού) ούτως ώστε να αποτυπωθεί η οικολογική κατάσταση στην περιοχή και να εντοπισθεί τυχόν επιβάρυνση από τη λειτουργία των μονάδων στην οικολογική ποιότητα της περιοχής.

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν στις 27 έως 29 Ιουνίου 2015 σε βραχώδες υπόστρωμα σε βάθος από 0–1M με ελεύθερη κατάδυση.

Για την Περιοχή II, η φυτοβενθική βιοκοινωνία μελετήθηκε κατά τη θερμή περίοδο του έτους 2017 (Ιούνιος) σε δύο θέσεις στην περιοχή την Ν. Σαλαμίνας (Θέσεις Α & Β), όπου δραστηριοποιούνται μονάδες πάχυνσης. Στις 9 Νοεμβρίου 2017 πραγματοποιήθηκε επίσκεψη στη θέση Γ. Σε κάθε θέση πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία στο πλησιέστερο σε κάθε πάρκο υδατοκαλλιεργειών βραχώδες υπόστρωμα, καθώς και σε μια θέση απομακρυσμένη από τους κλωβούς (θέση «μάρτυρας») (Εικόνες 2.1.32 έως 2.1.34) ούτως ώστε να αποτυπωθεί η οικολογική κατάσταση στην περιοχή και να εντοπισθεί τυχόν επιβάρυνση από τη λειτουργία των μονάδων στην οικολογική ποιότητα της περιοχής.

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν στο ανώτερο τμήμα της υποπαραλιακής ζώνης σε περιοχές με σκληρό υπόστρωμα και σε βάθη από 0–1m με ελεύθερη κατάδυση.

Σε κάθε θέση δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκε οπτική δειγματοληψία με φωτογράφιση τετράγωνων πλαισίων διαστάσεων 20x20cm με υποβρύχια ψηφιακή φωτογραφική μηχανή Olympus. Σε κάθε σταθμό φωτογραφήθηκαν δέκα πλαίσια. Το πρώτο πλαίσιο τοποθετήθηκε τυχαία και τα υπόλοιπα εννέα τοποθετήθηκαν κατά μήκος ευθείας γραμμής, στο ίδιο βάθος, ανά 1m. Παράλληλα, σε κάθε σταθμό πραγματοποιήθηκε συμβατική δειγματοληψία όσο το δυνατόν περισσότερων ειδών μακροφυκών, για την υποβοήθηση της αναγνώρισης των ειδών.

Η ταυτοποίηση των ειδών πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο σε επίπεδο γένους. Για την ταυτοποίηση χρησιμοποιήθηκαν οι λίστες γενών και ειδών που αναφέρονται στους Gomez-Garreta et al. (2001), Orfanidis et al. (2003), Tsiamis et al. (2013), Panayotidis et al. (2004) καθώς και ο ιστότοπος <http://www.algaebase.org>. Η κατηγοριοποίηση των ειδών τα οποία δεν ήταν δυνατόν να αναγνωρισθούν από τις φωτογραφίες ή/και από τα δείγματα που συλλέχθηκαν, πραγματοποιήθηκε ταξινόμηση σε επίπεδο παρόμοιων ταξινομικά ομάδων.

Η επεξεργασία των φωτογραφιών πραγματοποιήθηκε με το ελεύθερο λογισμικό ImageJ v.147. Με τη χρήση του λογισμικού πραγματοποιήθηκε για κάθε πλαίσιο η εκτίμηση της κάλυψης των ειδών. Τα δεδομένα της κάλυψης χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του Δείκτη Οικολογικής Εκτίμησης (EEI) όπως περιγράφεται από τους Orfanidis et al. 2001 και Orfanidis et al. 2003. Σύμφωνα με την συγκεκριμένη μεθοδολογία, το οικολογικό καθεστώς κάθε περιοχής μπορεί να χαρακτηριστεί ως «Υψηλό», «Καλό», «Μέτριο», «Χαμηλό» ή «Κακό». Ο χαρακτηρισμός αυτός προϋποθέτει το διαχωρισμό των βενθικών ειδών φυκών και φανερόγαμων σε δύο ομάδες οικολογικής κατάστασης (Ecological State Groups I & II ή ESG-I & ESG-II) ανάλογα με τα μορφολογικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά τους.

Αποτελέσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης για την περιοχή I, το καθεστώς οικολογικής ποιότητας στην περιοχή σύμφωνα με τη βιοκοινωνία των μακροφυκών μπορεί να χαρακτηριστεί στην περιοχή των Διαπορίων Νήσων από «Καλό» έως «Υψηλό» ενώ στη Ν. Σαλαμίνα «Μέτριο». Από τα αποτελέσματα των στοιχείων της μακροφυτικής βιοκοινωνίας στην περιοχή II της περιοχής μελέτης (νότιες και δυτικές ακτές νήσου Σαλαμίνας), το οικολογικό καθεστώς στις θέσεις Α και Β χαρακτηρίζεται ως μέτριο τόσο κοντά στους κλωβούς όσο και στις θέσεις μάρτυρα. Αντίστοιχα στη θέση Γ το οικολογικό καθεστώς χαρακτηρίστηκε ως καλό ή υψηλό. Η διαφορά αυτή στο οικολογικό καθεστώς μεταξύ των θέσεων Α, Β και της θέσης Γ είναι πιθανό να οφείλεται στη διαφορετική περίοδο του έτους όπου πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες (Θέσεις Α και Β: Ιούνιος, Θέση Γ: Νοέμβριος).

Η γενική εικόνα της βιοκοινωνίας στην περιοχή των Διαπορίων Νήσων, υποδεικνύει μια περιοχή με χαμηλό επίπεδο επιβάρυνσης. Όλα τα είδη που βρέθηκαν και εντάσσονται στην ομάδα ESG-I (πολυετή είδη με αργό ρυθμό ανάπτυξης, δενδρόμορφα είδη με παχύ θαλλό και είδη με ασβεστοποιημένο θαλλό) συνέβαλαν

σημαντικά στη διαμόρφωση των «υψηλών» τιμών του δείκτη και είναι χαρακτηριστικά είδη περιοχών με χαμηλά ή ενδιάμεσα επίπεδα ρύπανσης (π.χ. Ασβεστολιθικά φύκη κρούστας, *Corallina elongata*, *Jania* sp.). Παράλληλα όμως, η απουσία ή η περιορισμένη εξάπλωση των πλέον ευκαιριακών ειδών όπως *Ulva* sp. και *Cladophora* sp. (Arevalo et al., 2007; Pinedo et al., 2007), καθώς και η απουσία άλλων ευκαιριακών ειδών όπως το *Caulerpa racemosa* υποδηλώνουν χαμηλά επίπεδα επιβάρυνσης.

Σύμφωνα με σχετικές μελέτες στην περιοχή του Σαρωνικού Κόλπου, μετά το 1998 και τη λειτουργία του σταθμού επεξεργασίας λυμάτων στη Ν. Ψυτάλλεια, τα επίπεδα θρεπτικών στον Κόλπο έχουν μειωθεί σημαντικά και το οικολογικό καθεστώς σε ολόκληρο τον Κόλπο έχει βελτιωθεί αισθητά (Tsiamis et al., 2013). Οι βιοκοινωνίες των μακροφυκών επηρεάστηκαν σημαντικά από τη μείωση των διαθέσιμων θρεπτικών με αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση της παρουσίας των νιτρόφιλων ειδών των γενών *Ulva* και *Cladophora* και την παράλληλη επανεμφάνιση πιο ευαίσθητων ειδών (π.χ. *Cystoseira* sp.) τα οποία είχαν σχεδόν εξαφανισθεί (Tsiamis et al., 2013). Παρά τη σημαντική βελτίωση της κατάστασης σε όλο το Κόλπο, οι βιοκοινωνίες των μακροφυκών συνεχίζουν να δείχνουν μικρή αλλά σταθερή μείωση στην κάλυψη του βραχώδους υποστρώματος ενώ υπάρχουν όλο και περισσότερες παρατηρήσεις για την ύπαρξη απογυμνωμένων περιοχών (barrens) στο βραχώδες υπόστρωμα με παράλληλη παρουσία αχινών σε υψηλή αφθονία. Στο απογυμνωμένο από βλάστηση υπόστρωμα επικρατούν ασβεστολιθικά ροδοφύκη με τη μορφή κρούστας τα οποία δεν μπορούν να θηρεύσουν οι αχινοί. Η θήρευση από αχινούς αποτελεί την κύρια αιτία της απογύμνωσης του βραχώδους υποστρώματος από τη βλάστηση και αποτελεί σημαντικό οικολογικό πρόβλημα σε όλη τη Μεσόγειο καθώς και σε άλλες περιοχές του παγκόσμιου ωκεανού (Flukes et al., 2012; Sala et al., 2012). Η έντονη παρουσία των αχινών, όπως παρατηρήθηκε και στην παρούσα μελέτη, έχει βρεθεί να σχετίζεται με την απουσία κορυφαίων θηρευτών και μεγαλόσωμων ειδών ψαριών (όπως είδη των οικογενειών Sparidae, Labridae και Serranidae). Η απουσία των θηρευτών ευνοεί την αύξηση των πληθυσμών των αχινών και ταυτόχρονα μεταβάλλει τη θηρευτική συμπεριφορά τους, με αποτέλεσμα την σχεδόν ολοκληρωτική κατανάλωση των μακροφυκών στην ανώτερη υποπαραλιακή ζώνη (Guidetti & Sala, 2007). Αν και δεν υπάρχουν μελέτες που να συσχετίζουν την υδατοκαλλιεργητική δραστηριότητα με την έντονη παρουσία αχινών, στην περιοχή μελέτης φάνηκε ότι το φαινόμενο αυτό είναι εκτεταμένο και δεν σχετίζεται με την παρουσία των μονάδων πάχυνσης στην περιοχή.

Στη Ν. Σαλαμίνα (θέση Σ6) η παρουσία ευκαιριακών ειδών γρήγορης ανάπτυξης (όπως τα είδη *Dictyota* sp. και *Aspragopsis* sp.) ήταν πιο έντονη με αποτέλεσμα το οικολογικό καθεστώς να χαρακτηριστεί ως «μέτριο». Παρόλα αυτά, και σε αυτή την περιοχή απουσίαζαν ή είχαν μικρή παρουσία τα πλέον ευκαιριακά και νιτρόφιλα είδη των γενών *Ulva* και *Cladophora*. Η περιοχή αυτή βρίσκεται στο εσωτερικό τμήμα του Κόλπου και αρκετά κοντά στο πλέον επιβαρυνόμενο τμήμα του Κόλπου (Κόλπος Ελευσίνας) και χαρακτηρίζεται από υψηλότερη αφθονία ευκαιριακών ειδών μακροφυκών (Tsiamis et al., 2013). Στην περιοχή II, κατά τη θερμή περίοδο του έτους ευκαιριακά φύκη όπως τα *Cladophora* sp. και τα *Dictyota* sp. που βρέθηκαν αρκετά άφθονα στις θέσεις Α και Β αναπτύσσονται περισσότερο ενώ κατά την ψυχρή περίοδο απαντώνται πιο σπάνια.

Συμπερασματικά, από τα αποτελέσματα της ανάλυσης για τη φυτοβενθική βιοκοινωνία δείχνει ότι το οικολογικό καθεστώς στην περιοχή των Διαπορίων Νήσων είναι «Καλό» έως «Υψηλό» ενώ στην περιοχή της Σαλαμίνας είναι «Μέτριο».

3.2.6. Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά των ακτών

Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει τις ακτές των Διαπορίων Νήσων, Δ. Αίγινας, Π.Ε. Νήσων (Άγιος Ιωάννης, Άγιος Θωμάς, Τραγονήσι, Νήσος Λεδού και Νήσος Δέλτα), καθώς και τη νήσο Σαλαμίνα.

Σαρωνικός Κόλπος – γενικά στοιχεία

Οι ακτές του Σαρωνικού παρουσιάζουν έντονο οριζόντιο και κατακόρυφο διαμελισμό. Οι βορειοανατολικές ακτές του είναι στο μεγαλύτερο τμήμα τους ομαλές και έχουν σχηματιστεί από ποταμοθαλάσσιες αποθέσεις. Σ' αυτές τις ακτές περιλαμβάνονται και οι εκβολές του Κηφισού και του Ιλισσού, οι οποίοι αποστραγγίζουν το μεγαλύτερο μέρος του Λεκανοπέδιου της Αττικής. Αντίθετα, στο βορειοδυτικό τμήμα του Σαρωνικού, οι ακτές είναι απότομες και βραχώδεις, ενώ μικρά τμήματα αμμωδών ή χαλικωδών ακτών απαντούν μόνο κοντά στην Παλαιά και τη Νέα Επίδαυρο και στο νότιο τμήμα του Κόλπου Επιδαύρου. Στη νότια πλευρά του Σαρωνικού εναλλάσσονται βραχώδεις και αμμώδεις χαλικώδεις ακτές.

Στον Σαρωνικό σχηματίζονται πολλοί μικρότεροι κόλποι και όρμοι, καθώς και μικρά ακρωτήρια. Στο βορειοανατολικό τμήμα του διανοίγονται οι όρμοι της Αναβύσσου, της Βάρης, της Βουλιαγμένης και του Φαλήρου. Στη συνέχεια δημιουργούνται ο Κόλπος της Ελευσίνας και ο βαθύς Όρμος της Σαλαμίνας, ενώ δυτικά, κοντά στη Διώρυγα της Κορίνθου, σχηματίζονται οι όρμοι Καλαμακίου, Κεχριών, Αλμυρής και το Φραγκολίμανο, και νοτιότερα ο Όρμος Σοφικού, ο Κόλπος Επιδαύρου και η Χερσόνησος των Μεθάνων.

Διαπόριοι νήσοι

Τα ερημονήσια μεταξύ Αίγινας - Αργολίδας έχουν διεύθυνση Δ-Α και σχηματίζουν δύο αλυσίδες. Οι Διαπόριοι νήσοι είναι η δυτικότερη από τις τρεις ομάδες νησιών της βορειότερης αλυσίδας και απέχουν 5-6 χλμ. από τις ακτές της Αργολίδας. Αποτελούνται από πέντε νησίδες: τον Άγιο Θωμά, τον Άγιο Ιωάννη, το Τραγονήσι, τη Λεδού και το Μολάδι. Ο Άγιος Θωμάς (υψόμετρο 42Μ) και ο Άγιος Ιωάννης (υψόμετρο 81 Μ) είναι τα μεγαλύτερα νησιά, τα οποία διακρίνονται για τον έντονο διαμελισμό των ακτών τους. Ο Άγιος Θωμάς είναι η δυτικότερη και ο Άγιος Ιωάννης η βορειότερη από τις πέντε νησίδες. Ανατολικότερη είναι η βραχονησίδα Μολάδι, η οποία χαρακτηρίζεται από τις απόκρημνες ακτές της. Η νήσος Πρασσού (ή νήσος Δέλτα) είναι μια μικρή, σχεδόν επίπεδη βραχονησίδα ανατολικά του Αγίου Θωμά και νότια του Αγίου Ιωάννη.

Νήσος Σαλαμίνα

Η Σαλαμίνα βρίσκεται στο βόρειο τμήμα του Σαρωνικού κόλπου και αποτελεί το πλησιέστερο μεγάλο νησί του προς την Αττική. Βρίσκεται βορείως της Αίγινας και απομονώνει από το ανοικτό πέλαγος τον κόλπο της Ελευσίνας, ο οποίος διανοίγεται βορείως του νησιού. Ανατολικά του κόλπου της Ελευσίνας χωρίζεται από το όρος Αιγάλεω με μία θαλάσσια δίοδο πλάτους περισσότερο από ένα χιλιόμετρο

(ενδεικτικά, η απόσταση Παλουκίων - Περάματος είναι 1.200 Μ), δυτικά όμως του κόλπου το πλάτος της διόδου περιορίζεται στα 500 Μ περίπου, που είναι η ελάχιστη απόσταση από τη Μεγαρίδα.

Οι ακτές της παρουσιάζουν έντονο διαμελισμό, ιδιαίτερα δε οι ανατολικές όπου βρίσκονται οι όρμοι Παλουκίων, Αμπελακίων, Σεληνίων, Κακής Βίγλας και Πέρανη καθώς και τα ακρωτήρια Πέτρα Καλογήρου, Αράπης, Πούντα, Κυνόσουρα, Τρόπαια, Τούρλα, Πέρανη (Περάνι, Περανός), Μερτζάνη και Κόγχη (Κόχη), καταγραφόμενα όπως αυτά συναντώνται από Βορρά προς Νότο. Το ανατολικότερο σημείο του νησιού είναι το ακρωτήριο Κυνόσουρα (Κάβο Βάρβαρο) στην άκρη της ομώνυμης χερσονήσου.

Χαρακτηριστικό των δυτικών ακτών είναι η ύπαρξη του μεγάλου όρμου της Σαλαμίνας ή Κούλουρης. Μέσα στον όρμο αυτό σχηματίζονται δύο μικρότεροι όρμοι, το Μούλκι και ο Τούρκος. Βορειοδυτικά βρίσκονται οι όρμοι Βασιλικών και Αγίου Γεωργίου και νοτιοδυτικά ο όρμος Κανάκια.

Σημαντικότερα ακρωτήρια στο δυτικό τμήμα του νησιού, καταγραφόμενα από Βορρά προς Νότο είναι τα ακρωτήρια Καράς, Πετρίτης και Κανάκια.