



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ – ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΒΙΟΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

**ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΩΝ ΔΙΑΧΕΙΜΑΣΗΣ ΣΤΟ
ΣΥΜΠΛΕΓΜΑ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ – ΑΙΤΩΛΙΚΟΥ:
ΟΙ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΘΟΛΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΛΕΙΣΟΒΑΣ**

Νίκος Δημητρίου

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



Επιβλέπουσα Καθηγήτρια Ελίνα Τράγου

Μυτιλήνη, Οκτώβριος 2019

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αποφοίτου του Τμήματος Ωκεανογραφίας και Θαλασσίων Βιοεπιστημών

Νίκος Δημητρίου

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

**ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΩΝ ΔΙΑΧΕΙΜΑΣΗΣ ΣΤΟ
ΣΥΜΠΛΕΓΜΑ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ – ΑΙΤΩΛΙΚΟΥ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΘΟΛΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΛΕΙΣΟΒΑΣ**

Τριμελής Επιτροπή Επίβλεψης και Κρίσης της Εργασίας

Υπογραφές

Ελίνα Τράγου

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Βασίλης Ζερβάκης

Ευαγγελία Κρασακοπούλου

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ψαράδες των αλιευτικών συνεταιρισμών «Αναγέννηση» και «Προφήτης Ηλίας», χωρίς την γνώση, την υποστήριξη και την συνεργασία των οποίων αυτή η εργασία δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον κύριο Κουτσικόπουλο, καθηγητή του τμήματος Βιολογίας Πατρών, για την καθοδήγηση στην δόμηση της εργασίας και την υποστήριξη με παροχή υλικοτεχνικού εξοπλισμού.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε διερεύνηση των αβιοτικών χαρακτηριστικών των λιμνοθαλασσών Κλείσοβα και Θολή και των εκεί χώρων διαχείμασης αλιευμάτων. Αναπτύχθηκε μόνιμο δίκτυο σταθμών μέτρησης θερμοκρασίας. Οι καταγραφές έδειξαν την ανεπαρκή προστασία από συνθήκες ψύχους στην περίπτωση του χώρου διαχείμασης της Θολής και σε περιοχές περιορισμένης επικοινωνίας με τη θάλασσα. Χρησιμοποιήθηκαν εικόνες από το δορυφόρο Landsat 8 και υπολογίστηκε η επιφανειακή θερμοκρασία νερού για το σύνολο της περιοχής. Εντοπίστηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις ανάμεσα στις δορυφορικές τιμές θερμοκρασίας και τις ταυτόχρονες μετρήσεις από τους μόνιμους σταθμούς. Καταγράφηκαν οι εποχιακές διαφοροποιήσεις της θερμοκρασίας του συμπλέγματος με τον θαλάσσιο χώρο και αποτυπώθηκαν ακραίες τιμές σε ζώνες αποκλεισμού. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις κατακόρυφων προφίλ αλατότητας και θερμοκρασίας από όπου δεν προέκυψε μόνιμη στρωμάτωση της υδάτινης στήλης. Τέλος, τροποποιήθηκε και εφαρμόστηκε η μέθοδος ημίκλειστων λεκανών στις δύο λιμνοθάλασσες. Από την εφαρμογή της μεθόδου προέκυψε ότι η Θολή διατηρεί χαρακτήρα λεκάνης αραίωσης καθ' όλο το έτος, ενώ η Κλείσοβα λαμβάνει χαρακτηριστικά λεκάνης αραίωσης κατά την υγρή περίοδο και συμπύκνωσης κατά την ξηρή.

Abstract

In the present study abiotic characteristics of Kleisova and Tholi lagoons and the additional wintering ponds were investigated. A permanent network of temperature measuring stations was developed. The recordings showed insufficient protection against extreme cold conditions in the case of the Tholi wintering pond and in areas of limited connection with the sea. Surface water temperature was calculated from Landsat 8 satellite images. Systematic differences in temperature values were found between satellite values and temperature *in situ* measurements from the stations. Seasonal temperature variation between lagoonal and marine areas were recorded, while extreme values of temperature were recorded in exclusion zones. Vertical salinity and temperature profiles were measured, which did not indicate permanent stratification of the water column of the lagoons. Finally, the method of semi-enclosed basins was modified and applied in both areas. The results of the method classified Tholi into dilution basin throughout the year, while Kleisova into dilution basin during the wet season and concentration during the dry season.

Πίνακας περιεχομένων

Ευχαριστίες.....	5
Περίληψη.....	7
Abstract	7
1. Εισαγωγή	12
1.1. Σχηματισμός συμπλέγματος λιμνοθαλασσών	12
1.2. Παρεμβάσεις.....	12
1.3. Καθεστώς προστασίας.....	16
1.4. Λεκάνες απορροής- Αρδευτικό δίκτυο.....	17
1.5. Κλίμα.....	18
1.6. Πληθυσμός	20
1.7. Γεωργία.....	21
1.8. Αλυκές.....	25
1.9. Αλιεία.....	25
1.10. Λιμνοθάλασσες Θολή και Κλείσοβα.....	26
1.11. Χώροι διαχείμασης.....	29
1.12. Στόχος	31
2. Υλικά και Μέθοδοι	32
2.1. Δορυφορικά δεδομένα.....	32
2.2. Μόνιμοι σταθμοί καταγραφής θερμοκρασίας	32
2.3. Επιτόπιες μετρήσεις	33
3. Αποτελέσματα	35
3.1. Καταγραφές μόνιμου δικτύου	35
3.2. Δορυφορική αποτύπωση θερμοκρασίας.....	38
3.3. Επιτόπιες μετρήσεις	41

3.3.1.	Κατακόρυφα προφίλ αλατότητας	41
3.3.2.	Διαγράμματα T-S	45
3.4.	Μέθοδος ημίκλειστων λεκανών	46
4.	Συμπεράσματα και συζήτηση	49
5.	Βιβλιογραφία	51
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ		53

1. Εισαγωγή

1.1. Σχηματισμός συμπλέγματος λιμνοθαλασσών

Οι λιμνοθάλασσες αποτελούν αβαθείς υδάτινες εκτάσεις στην παράκτια ζώνη, όπου διαχωρίζονται από τη θάλασσα με αμμονησίδες, ενώ η επικοινωνία με αυτή πραγματοποιείται μέσω στενών στομιών ή μέσω μετώπων μεταξύ των νησίδων. Το μικρό βάθος και η έντονη επίδραση του χερσαίου και του θαλάσσιου περιβάλλοντος διαμορφώνουν ένα καθεστώς ευμετάβλητων οικοσυστημάτων με έντονες διακυμάνσεις των φυσικοχημικών παραμέτρων (αλατότητα, θερμοκρασία, διαλυμένο οξυγόνο, κ.α.) (Karetsky 1984, Aliaume et al. 2007).

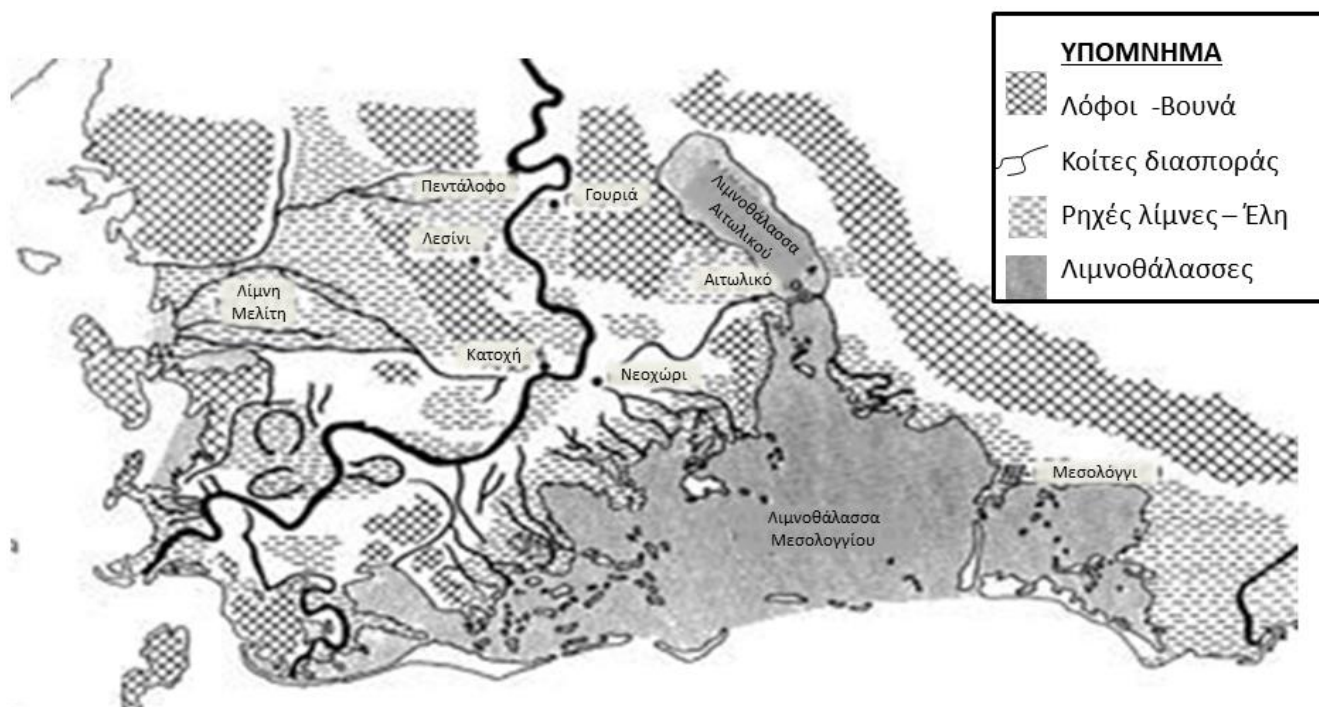
Το σύμπλεγμα λιμνοθαλασσών Μεσολογίου – Αιτωλικού δημιουργήθηκε σαν συνδυασμός των εκβολικών συστημάτων του Αχελώου και του Ευήνου με τη δράση του κυματισμού και της παλίρροιας. Το δυτικό τμήμα του συμπλέγματος δημιουργήθηκε από τα φερτά υλικά του Αχελώου και το ανατολικό από αυτά του Ευήνου. Σταδιακά οι εκβολές των δύο ποταμών απομακρύνθηκαν και πλέον δεν επηρεάζουν άμεσα τα ύδατα του συμπλέγματος (Ψιλοβίκος, 1997).

Η λιμνοθάλασσα του Αιτωλικού δεν δημιουργήθηκε από προσχώσεις, αλλά από βύθισμα κατά την μεταπλειοκαινική περίοδο. Αρχικά ήταν ανοικτή προς το Νότο, αλλά σταδιακά απομονώθηκε λόγω προσχώσεων των χειμάρρων του Αράκυνθου και του Ευήνου (Ψιλοβίκος, 1997).

1.2. Παρεμβάσεις

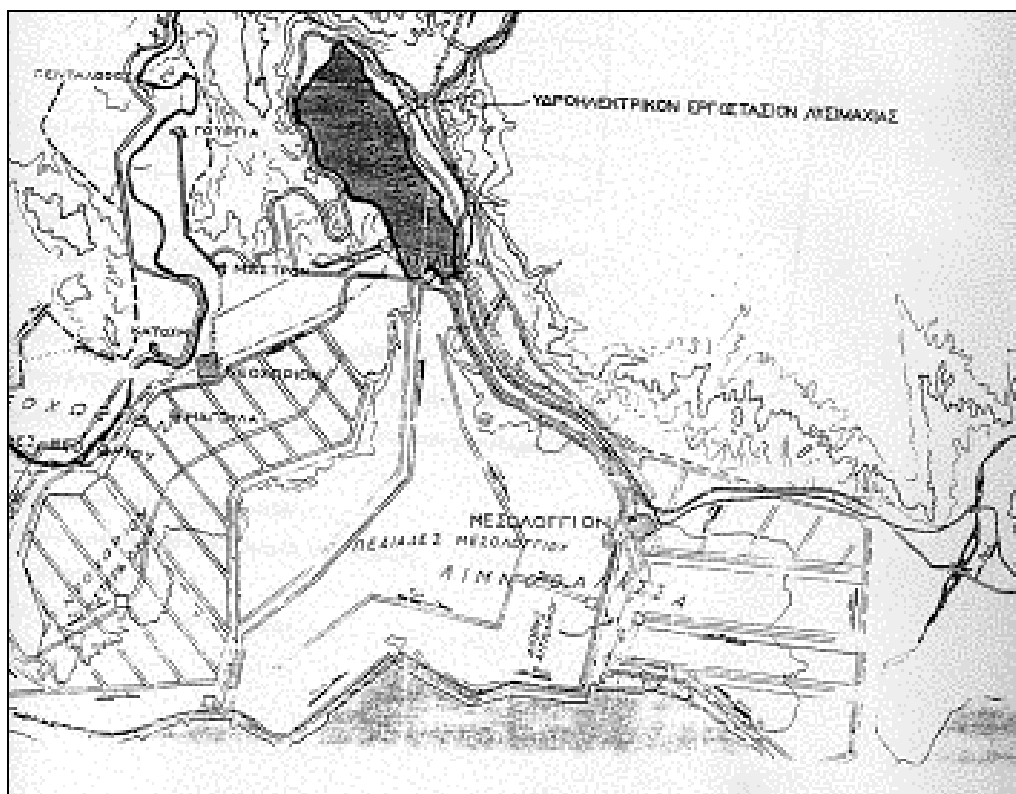
Η ευρύτερη περιοχή του συμπλέγματος λιμνοθαλασσών Μεσολογίου – Αιτωλικού σήμερα υπάρχει ως αποτέλεσμα ευρύτατων ανθρωπογενών παρεμβάσεων.

Οι πρώτες σημαντικές παρεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν ο διαχωρισμός της Κλείσοβας από την υπόλοιπη λιμνοθάλασσα με την δημιουργία δρόμου στα τέλη του 19ου αιώνα και την κατασκευή του λιμανιού του Μεσολογίου στα 1930. Το σύμπλεγμα κάλυπτε έκταση 220.000 στρ. έως τη δεκαετία του 1960 και περιλάμβανε τις λιμνοθάλασσες της Κλείσοβας, του Αιτωλικού και την Κεντρική.



Εικόνα 1 Η περιοχή του συμπλέγματος Μεσολογγίου-Αιτωλικού πριν από τις παρεμβάσεις της περιόδου της δεκαετίας του '60 (1970) (Ψιλοβίκος 1997).

Τη δεκαετία του 1950, στο πλαίσιο του σχεδίου Marshall, αναπτύχθηκε σχέδιο αποξήρανσης του συνόλου της Κεντρικής λιμνοθάλασσας και της κλείσοβας με στόχο την μετατροπή τους σε γεωργικές εκτάσεις, ενώ η βαθιά λιμνοθάλασσα του Αιτωλικού θα δεχόταν τις απορροές υδροηλεκτρικού εργοστασίου.



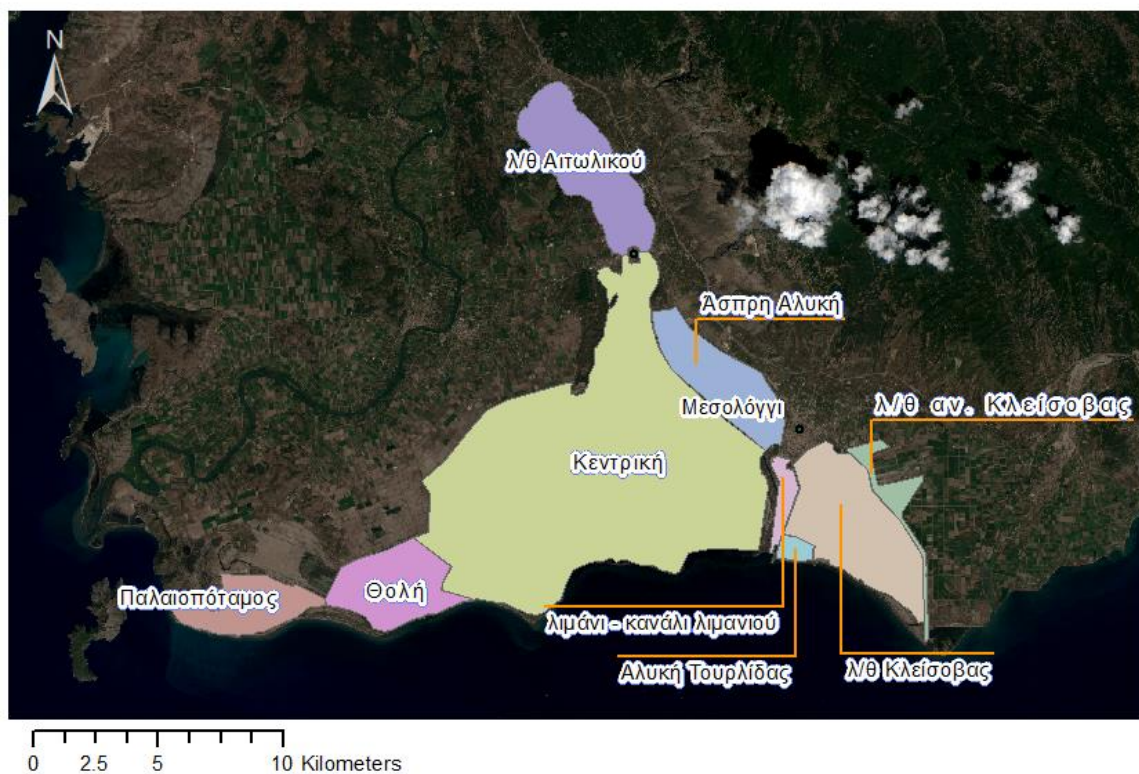
Εικόνα 2 Χάρτης του Υπ. Συντονισμού του έτους 1954 που δείχνει τις προγραμματισμένες παρεμβάσεις για τη δεκαετία του '70 (Ψιλοβίκος 1997).

Το παραπάνω σχέδιο υλοποιήθηκε μόνο μερικώς την περίοδο της δικτατορίας (δεκαετία 1970) και παρότι δεν ολοκληρώθηκε περιόρισε μέσω αποξηράνσεων την έκταση του συμπλέγματος στα 130.000 στρ., δηλαδή στο 60% της αρχικής του (Δημητρίου 2007). Οι αποξηραμένες εκτάσεις αποδόθηκαν μόνο σε ένα βαθμό στη γεωργία και προς οικιστική χρήση, ενώ το μεγαλύτερο τμήμα παραμένει χέρσο λόγω υψηλής αλατότητας και αλκαλικότητας του εδάφους, ενώ τμήματα έχουν μετατραπεί σε σκουπιδότοπους (Ανώνυμος¹ 2010, Ανώνυμος² 2010).

Πέραν της απώλειας υδάτινων εκτάσεων οι παραπάνω παρεμβάσεις δημιούργησαν ένα έντονα τροποποιημένο σύμπλεγμα με πλήθος αναχωμάτων και δρόμων εντός των μέχρι πριν ενιαίων υδάτινων επιφανειών και οι τρεις προϋπάρχουσες λιμνοθάλασσες διαιρέθηκαν σε έξι.

Σήμερα το σύμπλεγμα αποτελείται από τη λιμνοθάλασσα Αιτωλικού, την Κεντρική, την Θολή, τον Παλαιοπόταμο, την Κλείσοβα και την ανατολική Κλείσοβα. Στον χάρτη που ακολουθεί παρουσιάζονται οι λιμνοθάλασσες του συμπλέγματος στην σημερινή του μορφή, οι αλυκές της περιοχής και το λιμάνι του Μεσολογγίου.

Λιμνοθάλασσες συμπλέγματος



Εικόνα 3 οι λιμνοθάλασσες του συμπλέγματος, το λιμάνι του Μεσολογγίου και οι αλυκές της περιοχής

Επιπλέον, στην περίπτωση της Κλείσσοβας μειώθηκαν τα στόμια επικοινωνίας με τον Πατραϊκό και το κανάλι του λιμανιού, από επτά σε πέντε και έπαυσε να δέχεται απορροές γλυκών υδάτων, ώστε να χρησιμοποιείται ως τροφοδότης των αλυκών με νερά αυξημένης αλατότητας.

Η λιμνοθάλασσα της Θολής απομονώθηκε σχεδόν πλήρως από την υπόλοιπη Κεντρική λιμνοθάλασσα την περίοδο το 1994-1995 ενώ το 1992 πραγματοποιήθηκαν παρεμβάσεις στο κύριο στόμιο της, όπου περιελάμβαναν την μείωση του πλάτους του και την κατασκευή μόνιμων ιχθυοσυλληπτικών. Στις εικόνες που ακολουθούν φαίνονται οι μεταβολές στο κύριο στόμιο της λιμνοθάλασσας της Θολής όπως προέκυψαν από τις παραπάνω παρεμβάσεις.



Εικόνα 4 Κεντρικό στόμιο λ/θ Θολής 1945



Εικόνα 5 Κεντρικό στόμιο λ/θ Θολής 1992

Για τη διατήρηση των αποξηραμένων εκτάσεων και για τη διαχείριση των αρδευτικών υδάτων των όμορων με το σύμπλεγμα πεδιάδων στις ακτές των λιμνοθαλασσών είναι εγκατεστημένα επτά αποστραγγιστικά αντλιοστάσια, συνολικής δυναμικότητας $299.420 \text{ m}^3/\text{hr}$ σε κατάσταση πλήρους λειτουργίας. Το παραπάνω δίκτυο ελέγχει σε απόλυτο βαθμό τις εισροές γλυκών υδάτων στο σύμπλεγμα των λιμνοθαλασσών δημιουργώντας ένα καθεστώς απότομων και σημειακών απορροών γλυκού νερού εντός των λιμνοθαλασσών.

Σημαντική παρέμβαση στην περιοχή αποτελεί η δημιουργία δύο αλυκών, η παραγωγή των οποίων καλύπτει το 70% της εθνικής παραγωγής αλατιού.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι εκτάσεις των λιμνοθαλασσών του συμπλέγματος με βάση στοιχεία από τη “Μελέτη Οργάνωσης και Λειτουργίας Αλιευτικής Εκμετάλλευσης των Λιμνοθαλασσών”, από το ΙΧΘΥ.Κ.Α. του 2001 και ο χαρακτηρισμός τους ως προς τον τύπο λιμνοθάλασσας (Σπάλα 2007).

Πίνακας 1 Τύπος και έκταση λιμνοθαλασσών του συμπλέγματος Μεσολογγίου - Αιτωλικού

Λιμνοθάλασσα	Έκταση (στρ)	Τύπος
Κεντρική λ/θ Μεσολογγίου	68.500	ανοικτός
Αιτωλικού	21.000	κλειστός
Κλείσοβα	18.000	κλειστός
Θολή	10.000	κλειστός
Ανατολικής Κλείσοβας	4.500	κλειστός
Παλαιοπόταμος	4.500	κλειστός

Με εξαίρεση την περίπτωση του Αιτωλικού, όπου το βάθος είναι περίπου 30 m, το σύνολο των λιμνοθαλασσών είναι ιδιαίτερα ρηχό με βάρη που κυμαίνονται από 0,30 m και έως 2 m σε περιορισμένες εκτάσεις.

Οι παραπάνω παρεμβάσεις έχουν προκαλέσει σειρά ζητημάτων που σχετίζονται με την οικολογική κατάσταση του οικοτόπου. Αυτά προκύπτουν από τον περιορισμό την κυκλοφορίας των υδάτων, την ελεγχόμενη χρονικά και χωρικά απορροή γλυκών υδάτων στις λιμνοθάλασσες και την εκτεταμένη αυθαίρετη δόμηση στην ακτογραμμή του συμπλέγματος.

Τις τελευταίες δεκαετίες πραγματοποιούνται έργα αποκατάστασης της φυσικής μορφολογίας, όπου αυτό είναι εφικτό. Στα έργα αυτά περιλαμβάνονται άρσεις αναχωμάτων και δρόμων, επαναπλημμυρισμός εκτάσεων και εκσκαφή υφαλούκα με στόχο τη βελτίωση της κυκλοφορίας των υδάτων ανάμεσα στις λιμνοθάλασσες του Αιτωλικού και της Κεντρικής (Ανώνυμος¹, 2010).

Όλα τα παραπάνω διαμορφώνουν συνθήκες έντονης διαφοροποίησης τόσο ανάμεσα στις λιμνοθάλασσες του συμπλέγματος, όσο και σε τμήματα της κάθε λιμνοθάλασσας.

1.3. Καθεστώς προστασίας

Παρά το πλήθος παρεμβάσεων, οι οποίες τροποποίησαν και σε πολλές περιπτώσεις υποβάθμισαν τα οικοσυστήματα του συμπλέγματος, η περιοχή αποτελεί έναν ιδιαίτερα σημαντικό υδροβιότοπο τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Έχει ενταχθεί στον κατάλογο προστατευόμενων περιοχών σύμφωνα με τη συνθήκη Ramsar (Φ.Ε.Κ. 350, 1ο τεύχος Ν.Δ 191). Στις λιμνοθάλασσες της περιοχής έχουν καταγραφεί 47 είδη σπάνιων και απειλούμενων πουλιών, που βρίσκονται σε καθεστώς αυστηρής προστασίας από την κοινοτική οδηγία 409/79 (Ανώνυμος² 2010). Η περιοχή, μαζί με τις εκβολές του Ευήνου, το δέλτα του Αχελώου και τις Εχινάδες νήσους έχουν ενταχθεί στο Κοινοτικό Δύκτυο των Ζωνών Ειδικής Προστασίας για την ορνιθοπανίδα (Special Protected Areas) στα πλαίσια της Οδηγίας 79/409/ΕΟΚ. Επιπλέον, το ευρύτερο λιμνοθαλάσσιο σύμπλεγμα, οι εκβολές του Ευήνου, οι Εχινάδες νήσοι και η νήσος Πεταλά έχουν χαρακτηριστεί ως Τόπος

Κοινοτικής Σημασίας (Sites of Community Importance – SCI) στα πλαίσια του οικολογικού δικτύου NATURA 2000, βάσει της Οδηγίας 92/ 43/ ΕΟΚ και αποτελούν Εθνικό Πάρκο (ΦΕΚ 477/Δ/31.5.06).

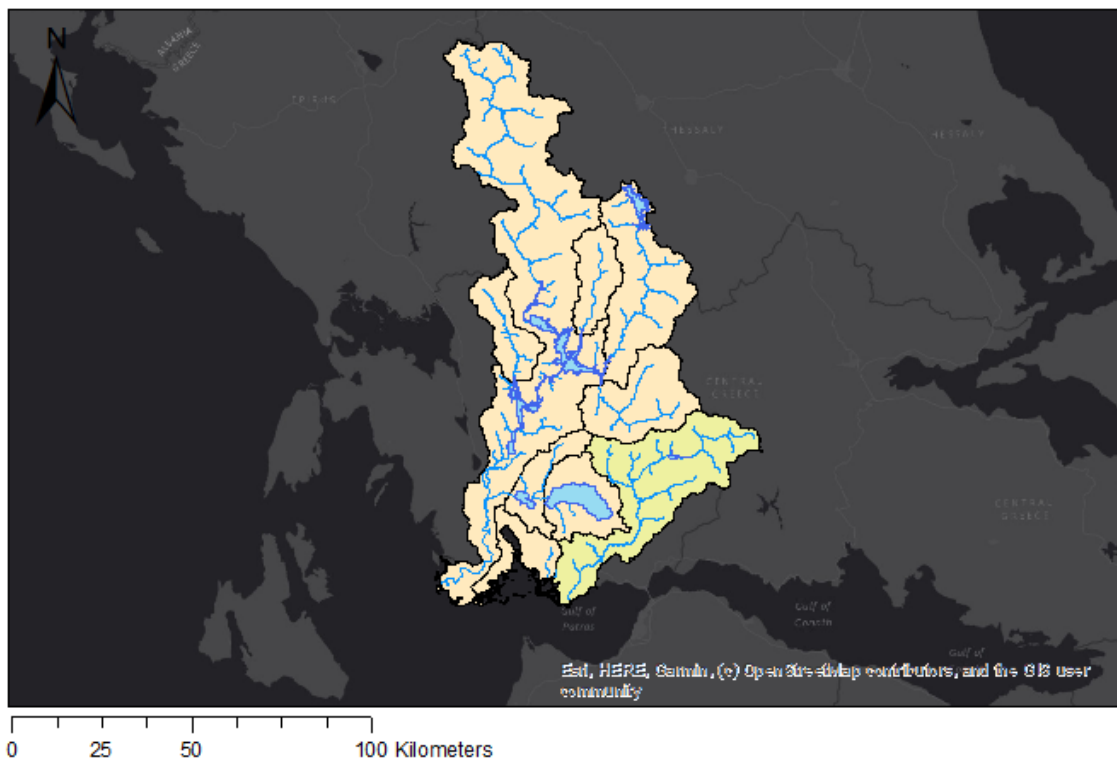
Η ευρύτερη περιοχή περιλαμβάνει οικότοπους μεγάλης ποικιλότητας και σπανιότητας. Εντός αυτής εντοπίζονται αξιόλογες συγκεντρώσεις σπανίων ειδών, μεγάλοι πληθυσμοί υδρόβιων και παρυδάτιων πουλιών, ενώ είναι τόπος διαχείμασης και αναπαραγωγής απειλούμενων ειδών.

Βάσει των παραπάνω το 2003 συστήθηκε ο Φορέας Διαχείρισης Λιμνοθάλασσας Μεσολογίου, βάσει πλαισίου που διέπεται από τους νόμους 3044 (Φ.Ε.Κ. Α' 197/27-08-2002), 1650/1986 για «την προστασία του περιβάλλοντος»

1.4.Λεκάνες απορροής- Αρδευτικό δίκτυο

Η περιοχή μελέτης περικλείεται από τις λεκάνες απορροής των δύο κύριων ποταμών της περιοχής, του Αχελώου και του Εύηνου.

Λεκάνες απορροής περιοχής μελέτης

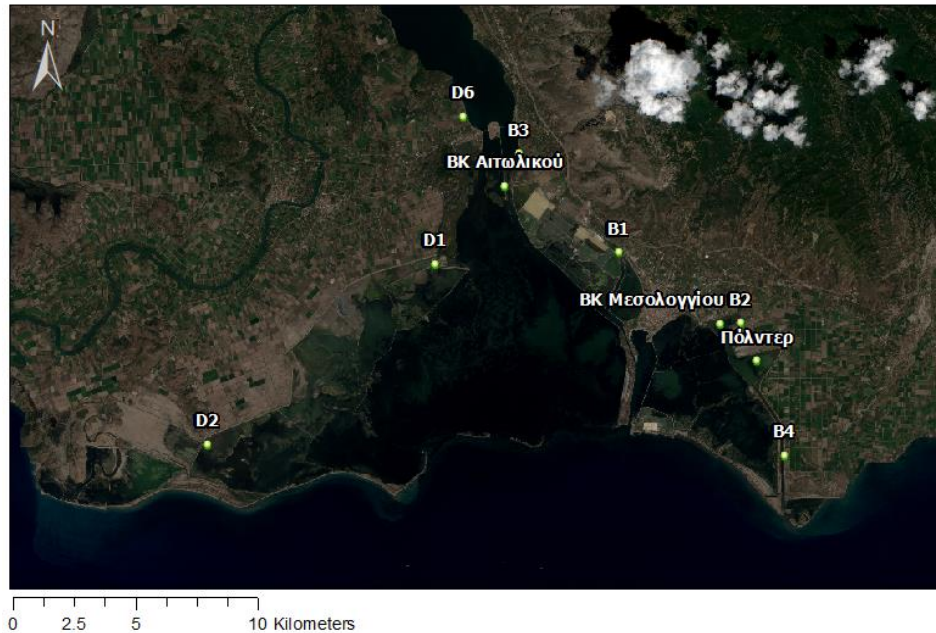


Εικόνα 6 Μορφολογικός χάρτης ΥΔ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας (Σχέδιο διαχείρισης των λεκανών απορροής ποταμών του υδατικού διαμερίσματος Δυτικής Στερεάς Ελλάδας)

Παρά την παρουσία σημαντικών ποταμών και πλήθους χειμάρρων στην περιοχή, οι απορροές των λεκανών δεν επηρεάζουν άμεσα με εκροές γλυκών νερών το σύμπλεγμα των λιμνοθαλασσών. Αυτό συμβαίνει καθώς οι εισροές γλυκών νερών στην περιοχή καθορίζονται σχεδόν σε απόλυτο βαθμό από το αρδευτικό δίκτυο. Το σύμπλεγμα δέχεται ύδατα από τα αποστραγγιστικά αντλιοστάσια, τους βιολογικούς καθαρισμούς των πόλεων του

Μεσολογγίου και του Αιτωλικού, όμβρια ύδατα των παραπάνω πόλεων και τις απορροές από έναν περιορισμένο αριθμό χειμάρρων. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι θέσεις των αποστραγγιστικών αντλιοστασίων και των δύο βιολογικών καθαρισμών που λειτουργούν στην περιοχή.

Θέσεις αντλιοστασίων και Βιολογικών Καθαρισμών



Εικόνα 7 Θέσεις αντλιοστασίων και μονάδων επεξεργασίας λυμάτων στην περιοχή μελέτης

Για τους αναγκαίους υπολογισμούς της παρούσας εργασίας λαμβάνονται υπόψη οι απορροές του αντλιοστασίου που εκρέει στην λιμνοθάλασσα της Θολής. Τα υπόλοιπα αντλιοστάσια του δικτύου άρδευσης και οι βιολογικοί καθαρισμοί απορρέουν σε διαφορετικά τμήματα του συμπλέγματος, που δεν αποτελούν περιοχή ενδιαφέροντος της παρούσας εργασίας.

1.5.Κλίμα

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν μετεωρολογικά δεδομένα σε επίπεδο ημερήσιων τιμών από το σταθμό του αστεροσκοπείου Αθηνών που βρίσκεται στις εγκαταστάσεις του Φορέα Διαχείρισης Λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου – Ακαρνανικών Ορέων (FD) σε υψόμετρο 3 m. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα μετεωρολογικών καταγραφών ανά 10 min από το σταθμό του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας (ΤΕΙ) που είναι τοποθετημένος στις εγκαταστάσεις στο Μεσολόγγι και μετρήσεις εξάτμισης από το σταθμό των αλυκών Μεσολογγίου. Οι θέσεις των παραπάνω σταθμών φαίνονται στην εικόνα που ακολουθεί.

Θέσεις μετεωρολογικών σταθμών



Εικόνα 8 Θέσεις μετεωρολογικών σταθμών

Στον παρακάτω πίνακα δίνεται η ημερολογιακή κάλυψη των δεδομένων ανά σταθμό.

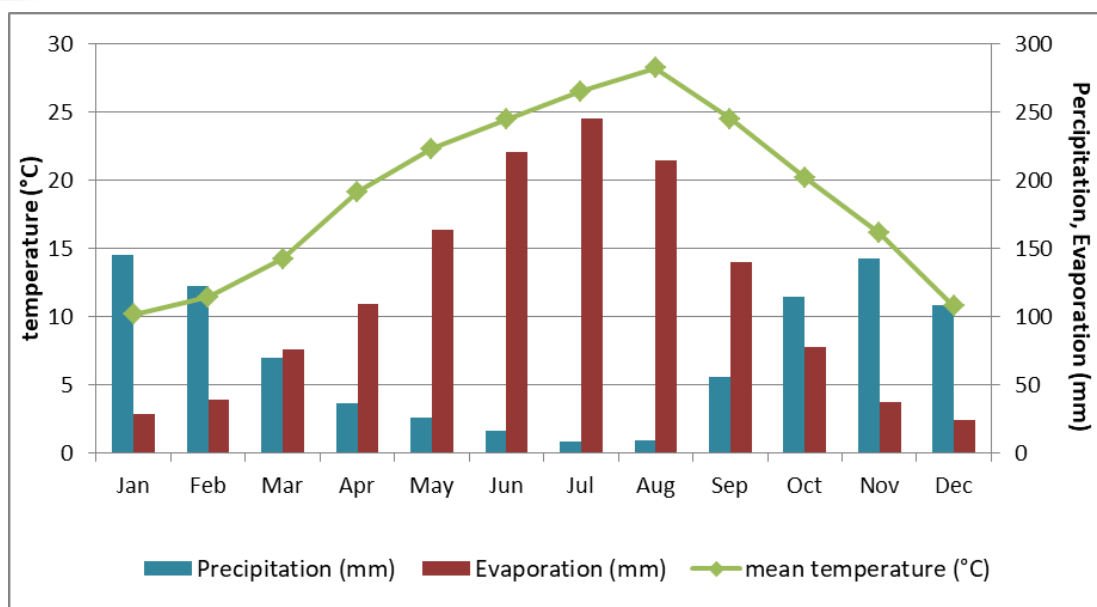
Πίνακας 2 Περίοδος κάλυψης και τύπος μετεωρολογικών δεδομένων

Σταθμός	Από	Έως	Τύπος δεδομένων
FD	1/9/2008	30/4/2019	ημερήσιες τιμές
TEI	10/3/2016	27/5/2019	καταγραφές ανά 10 min
AL	1/7/1995	11/8/2013	ημερήσιες τιμές

Για την ταξινόμηση του κλίματος της περιοχής χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα Köppen. Η κατάταξη έγινε αρχικά βάσει του προφίλ θερμοκρασιών ενός έτους (μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου και θερμότερου μήνα) και κατόπιν βάσει της εποχικής κατανομής και του ετήσιου ύψους βροχόπτωσης (Γκούβας και Σακελλαρίου, 2011).

Από τον σταθμό του Αστεροσκοπείου λήφθηκαν οι τιμές ημερήσιας βροχόπτωσης και μέσης θερμοκρασίας. Από αυτές υπολογίστηκαν η μέση συνολική βροχόπτωση και μέση θερμοκρασία ανά μήνα. Από τα εβδομαδιαία δελτία μετρήσεων αλυκής λήφθηκαν οι τιμές εξάτμισης ανά ημέρα σε mm. Κατόπιν υπολογίστηκε η μέση συνολική εξάτμιση ανά μήνα.

Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζονται η μέση μηνιαία θερμοκρασία και η μέση συνολική μηνιαία βροχόπτωση και εξάτμιση για την περιοχή μελέτης.



Εικόνα 9 Μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας αέρα, βροχόπτωσης και εξάτμισης.

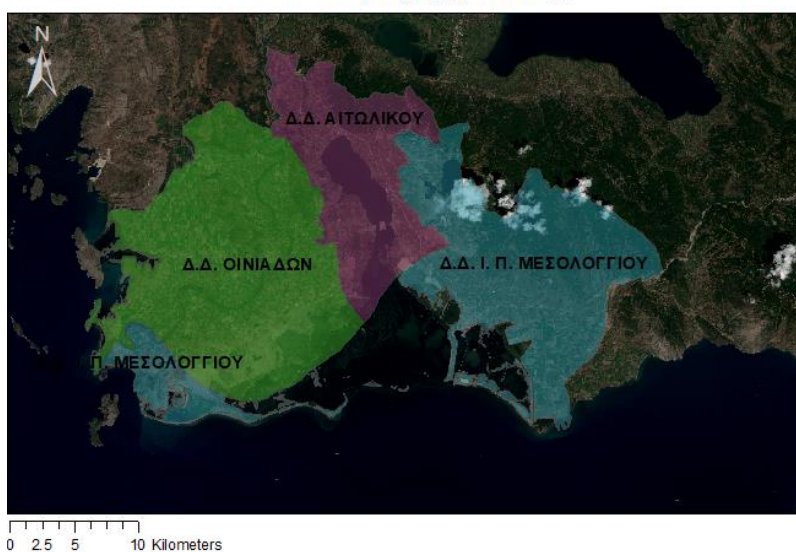
Με βάση τα παραπάνω το κλίμα της περιοχής ταξινομείται στην κατηγορία Csa, δηλαδή θερμό εύκρατο κλίμα, με ξηρό και πολύ θερμό θέρος.

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας το έτος χωρίζεται σε δύο περιόδους, την ξηρή περίοδο το διάστημα Απρίλιο – Σεπτέμβριο και την υγρή το διάστημα Οκτώβριο – Μάρτιο, καθώς κατά την δεύτερη περίοδο καταγράφεται το 82% του ετήσιου ύψους βροχοπτώσεων.

1.6. Πληθυσμός

Η περιοχή μελέτης υπάγεται στον δήμο Ι. Π. Μεσολογγίου, ο οποίος διαιρείται στις δημοτικές ενότητες Ι. Π. Μεσολογγίου, Αιτωλικού και Οινιαδών.

ΟΤΑ περιοχής μελέτης



Εικόνα 10 Διοικητική διαίρεση περιοχής μελέτης

Ο συνολικός πληθυσμός του διευρυμένου δήμου είναι 34.416 κάτοικοι, εκ των οποίων βάσει ΕΛΣΤΑΤ 25.604 διαμένουν σε αστικές περιοχές και 8.812 σε αγροτικές. Επιπλέον, η πλειοψηφία των κατοίκων βρίσκεται σε πεδινές περιοχές (32.046 κάτοικοι), έναντι 1.618 σε ημιορεινές και 752 σε ορεινές. Η μοναδική πόλη της περιοχής είναι το Μεσολόγγι (12.785) και σημαντικότεροι οικισμοί το Αιτωλικό (4.012), η Κατοχή (2.829) και το Νεοχώρι (2.827).

1.7.Γεωργία

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι εκτάσεις της περιοχής βάσει της καταγραφής της ΕΛΣΤΑΤ το διάστημα 1999-2000 ανάλογα με τη χρήση γης. Η κατανομή έχει γίνει με την τότε διοικητική διαίρεση των δήμων.

Πίνακας 3 Χρήση γης ανά Δημοτικό Διαμέρισμα περιοχής μελέτης

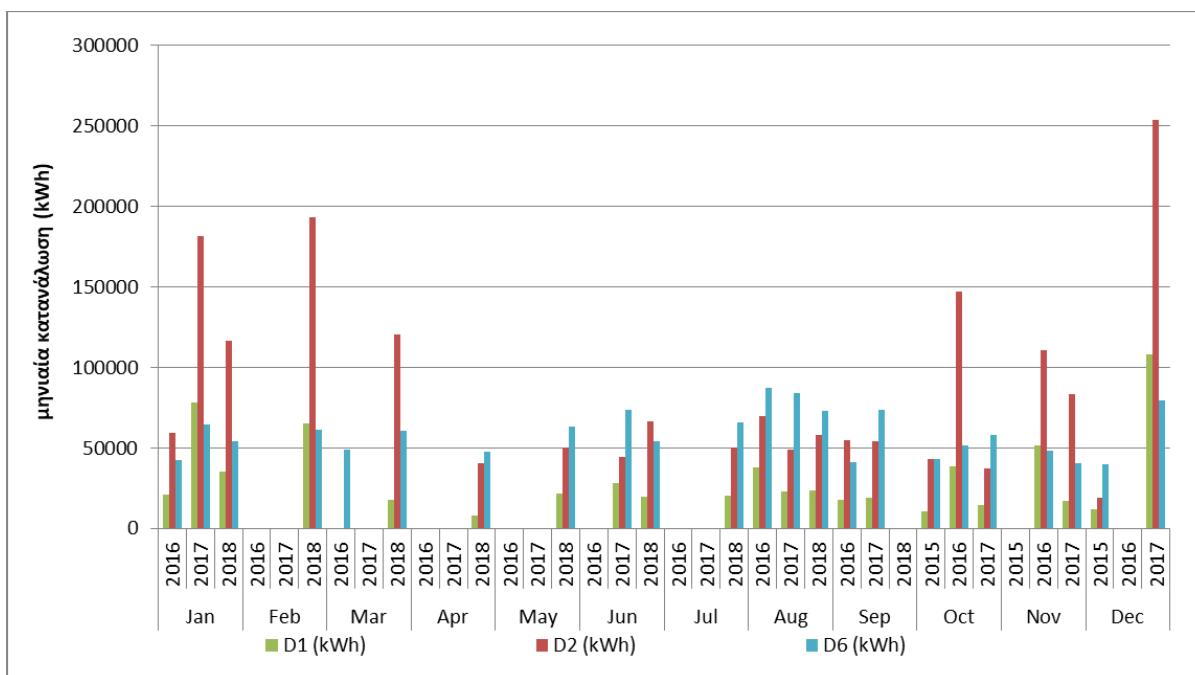
Δήμοι	Σύνολο	Καλλιέργειες / Αγροαπαύσεις	Βοσκότοποι	Δάση	Υδάτινες επιφάνειες	Οικισμοί	Άλλες
ΑΙΤΩΛΙΚΟΥ	113,20	65,98	4,64	34,23	5,07	1,77	1,50
ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ	259,22	111,10	18,62	94,94	21,90	4,08	8,58
ΟΙΝΙΑΔΩΝ	265,85	180,53	12,77	46,01	19,45	1,76	5,33
Σύνολο	638,26	357,61	36,03	175,18	46,43	7,61	15,41
Ποσοστιαία κάλυψη		56,0%	5,6%	27,5%	7,3%	1,2%	2,4%
Εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα						Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ	

Μεγάλη μερίδα του πληθυσμού (31%) ασχολείται με τον γεωργικό κλάδο (γεωργία, δασοκομία και αλιεία), σημαντικά μεγαλύτερη από τον εθνικό μέσο όρο (10%).

Το σημαντικά εκτεταμένο αρδευτικό και αποστραγγιστικό δίκτυο εκτείνεται στον κάμπο μεταξύ Ευήνου και Αχελώου και καταλήγει σε 7 αντλιοστάσια συνολικής δυναμικότητας 299.420 m³/h και συνολικής ετήσιας παροχής 46.398.351 m³, τα οποία εκβάλουν στις λιμνοθάλασσες Θολή, Κεντρική, Αιτωλικού και Ανατολικής Κλείσοβας. Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι εισροές γλυκών υδάτων στο σύμπλεγμα των λιμνοθαλασσών είναι σχεδόν σε απόλυτο βαθμό καθορισμένες από την λειτουργία αυτών των αντλιοστασίων.

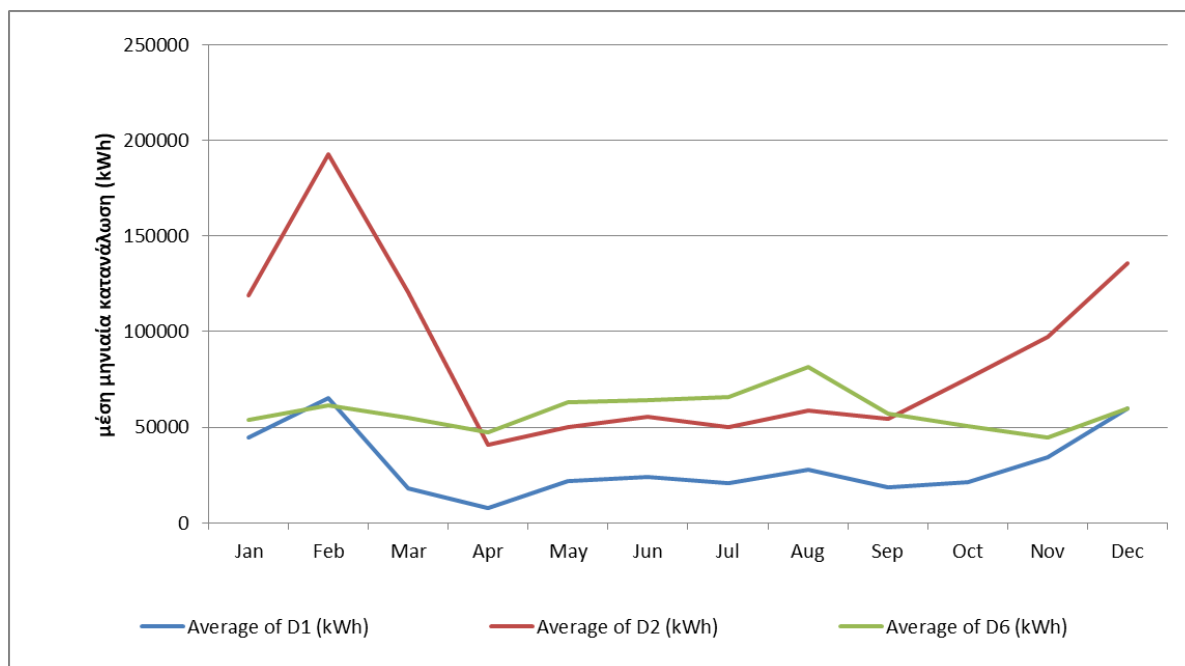
Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι μέσες μηνιαίες απορροές των αντλιοστασίων. Για τα αντλιοστάσια Β1, Β2, Β3 και Β4 τα δεδομένα προέρχονται από την "ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΩΝ" του Φορέα Διαχείρισης της περιοχής (Ανώνυμος², 2010) και για τα D1, D2 και D6 υπολογίστηκαν από τις μηνιαίες καταναλώσεις ρεύματος, όπως δόθηκαν από τον αρμόδιο Τοπικό Οργανισμό Εγγείων Βελτιώσεων (ΤΟΕΒ) και βάσει των χαρακτηριστικών των αντλιών όπως περιγράφηκαν από τον αρμόδιο Γενικό Οργανισμό Εγγείων Βελτιώσεων (ΓΟΕΒ).

Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι μηνιαίες καταναλώσεις ρεύματος ανά αντλιοστάσιο, όπως προέκυψαν από το αρχείο του ΤΟΕΒ Νεοχωρίου.



Εικόνα 11 Μηνιαίες καταναλώσεις ρεύματος για τα αντλιοστάσια D1, D2 και D6

Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνονται οι μέσες μηνιαίες καταναλώσεις ρεύματος, όπως υπολογίστηκαν για τα τρία αντλιοστάσια D1, D2 και D6.



Εικόνα 12 Μέσες τιμές μηνιαίων καταναλώσεων ρεύματος για τα αντλιοστάσια D1, D2 και D6.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των αντλιών των αντλιοστασίων για τα D1, D2 και D6.

Πίνακας 4 Χαρακτηριστικά ισχύος και παροχής για τα αντλιοστάσια D1, D2 και D6.

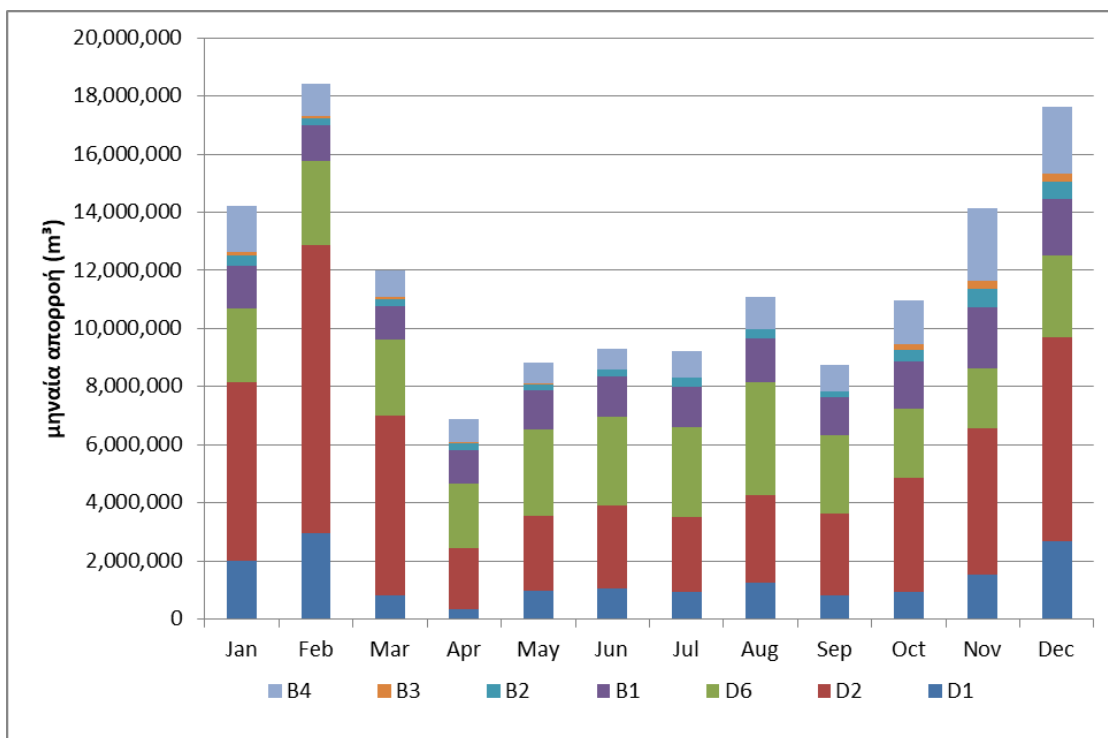
Αντλιοστάσιο	Ισχύς (kW)	Παροχή (m ³ /hr)
D1	315	16.200
	315	16.200
	160	3.060
D2	315	16.200
	315	16.200
	315	16.200
D6	70	4.540
	90	4.540
	102	4.540
	90	3.060

Για την μετατροπή των μηνιαίων καταναλώσεων ρεύματος σε μηνιαία απορροή χρησιμοποιήθηκε ο παρακάτω τύπο.

$$Fl = \frac{\sum Q \cdot mc}{\sum N}$$

, όπου Fl η μηνιαία εκροή,
 Q η παροχή ανά αντλία,
 mc η μηνιαία κατανάλωση και
 N η ισχύς ανά αντλία.

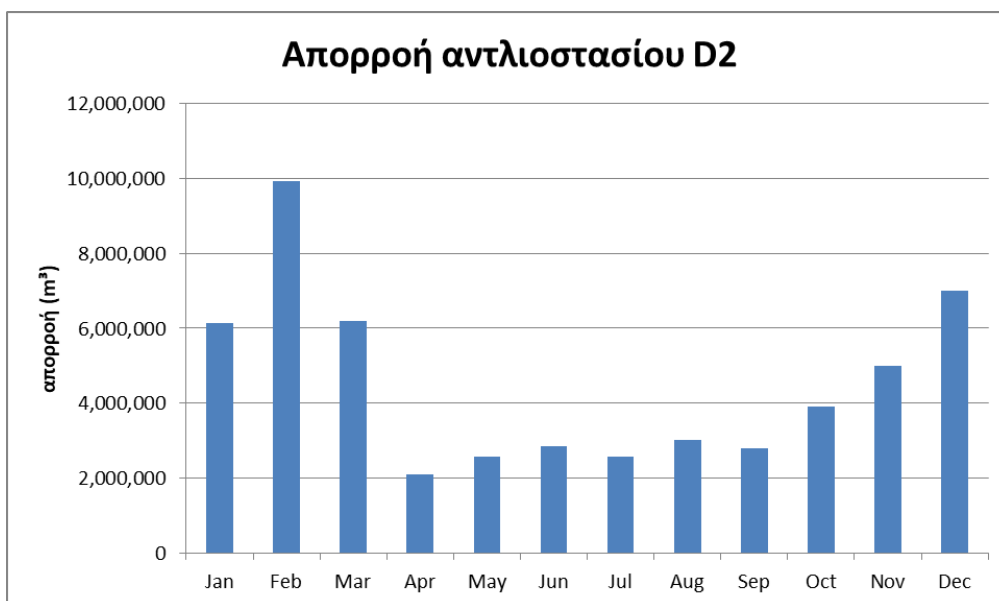
Με τη χρήση των παραπάνω υπολογίστηκαν οι μέσες μηνιαίες απορροές για τα αντλιοστάσια D1, D2 και D6. Επιπλέον λήφθηκαν δεδομένα απορροής (Μπούρος 2008) για τα υπόλοιπα αντλιοστάσια εκβάλουν εντός του συμπλέγματος.



Εικόνα 13 μηνιαίες απορροές αντλιοστασίων στην περιοχή μελέτης

Από άποψη απορροής, το αντλιοστάσιο D2 είναι το σημαντικότερο του δικτύου αποστράγγισης, με εκτιμώμενη ετήσια απορροή 2.793.428 m³, που προκύπτουν από την αποστράγγιση του κάμπου των Οινιάδων. Αυτό αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο για την υδρολογική συμπεριφορά της λιμνοθάλασσας της Θολής, καθώς είναι αποδέκτης του παραπάνω όγκου νερού.

Η μηνιαία κατανομή των απορροών του αντλιοστασίου D6 παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 14 Μηνιαίες απορροές αντλιοστασίου D2

Ο κύριος όγκος των απορροών του αντλιοστασίου D2 εντοπίζεται κατά την χειμερινή περίοδο, λόγω βροχοπτώσεων, όμως καταγράφονται σημαντικές παροχές και κατά το θέρος, ως αποτέλεσμα της άρδευσης.

1.8.Αλυκές

Στην περιοχή μελέτης λειτουργούν δύο μονάδες παραγωγής αλατιού, οι Άσπρες αλυκές και οι αλυκές της Τουρλίδας. Τροφοδότης θαλάσσιου νερού είναι και για τις δύο η λιμνοθάλασσα της Κλείσοβας. Ο συνολικός όγκος νερού που αντλείται κατά την περίοδο λειτουργίας είναι της τάξης των 8.520.000 m³, ο οποίος αναπληρώνεται με εισροή υδάτων χαμηλότερης αλατότητας από τον Πατραϊκό κόλπο. Αν δεν πραγματοποιούνταν η άντληση, η Κλείσοβα με τη σύγχρονη μορφή της θα μετατρέπεται σε υπεράλυμη νεκρή ζώνη κατά το θέρος (Ανώνυμος², 2010).

1.9.Αλιεία

Οι λιμνοθάλασσες εν γένει χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα αυξημένη παραγωγικότητα όσον αφορά στην πρωτογενή παραγωγή και ως εκ τούτου υποστηρίζουν μεγάλη πυκνότητα ιχθυοπληθυσμών και ορνιθοπανίδας (Adams & Ebersole, 2002), (Feldheim et al., 2002), (Franco et al., 2010). Στις λιμνοθάλασσες της περιοχής ασχολείται αποκλειστικά με την αλιεία ένα πλήθος περίπου 700 ατόμων είτε ενταγμένος σε κάποιον συνεταιρισμό είτε ως ελεύθερος αλιέας. Αυτός ο αριθμός αυξάνεται αν συμπεριληφθούν οι ερασιτέχνες αλιείς, για τους οποίους όμως δεν υπάρχουν στοιχεία. Η παραγωγική αξία του συμπλέγματος αποτυπώνεται στη δηλούμενη αλιευτική παραγωγή των αλιευτικών συνεταιρισμών (200 tn αλιευμάτων ετησίως) (Δημητρίου, 2007). Η συνολική παραγωγή είναι σημαντικά υψηλότερη αν ληφθεί υπόψη και αυτή των ελεύθερων αλιέων.

Η ιχθυοπανίδα των λιμνοθαλασσών διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες. Στα είδη που χαρακτηρίζονται ως μόνιμα και περνούν ολόκληρο τον κύκλο ζωής τους στις λιμνοθάλασσες, στα είδη που πραγματοποιούν εποχιακές μεταναστεύσεις εντός και εκτός αυτών σε κάποια στάδια της ζωής τους και εν τέλει σε ευκαιριακούς επισκέπτες που δεν ακολουθούν κάποιο συγκεκριμένο πρότυπο μετανάστευσης. Από τις παραπάνω κατηγορίες επικρατούν τα εποχιακά μεταναστευτικά είδη (Pauly & Yanez-Arancibia 1994).

Ο ιδιαίτερα παραγωγικός χαρακτήρας των λιμνοθαλασσών τις καθιστά κατάλληλο τόπο συγκέντρωσης και ανάπτυξης του γόνου για μεγάλη ποικιλία ειδών. Έτσι, στις λιμνοθάλασσες αποδίδεται συχνά ο χαρακτηρισμός βρεφοκομείο – “nursery” (Adams & Ebersole (2002), Feldheim et al., (2002), Franco et al. (2010)).

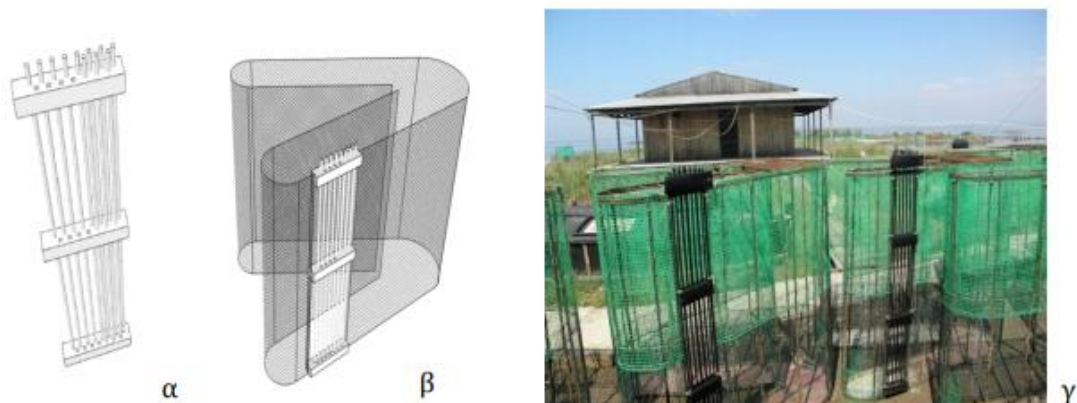
Οι δύο βασικοί λόγοι μετανάστευσης από τις λιμνοθάλασσες προς τη θάλασσα είναι η αποφυγή αντίξων συνθηκών (λ.χ. τιμές θερμοκρασίας ή αλατότητας εκτός ορίων ανοχής) και η αναζήτηση κατάλληλου περιβάλλοντος για αναπαραγωγή.

Η αλιεία στην περιοχή μελέτης πραγματοποιείται κατά κύριο λόγο με χρήση μόνιμα εγκατεστημένων ιχθυοπαγίδων στα σημεία επικοινωνίας των λιμνοθαλασσών με την θάλασσα, όπου το αλίευμα παγιδεύεται και κατόπιν συλλέγεται κατά την μετανάστευσή του προς την ανοικτή θάλασσα. Τις ιχθυοσυλληπτικές εγκαταστάσεις

διαχειρίζονται αλιευτικοί συνεταιρισμοί όπου μισθώνουν το χώρο. Η μεν Θολή ανήκει στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας, η δε Κλείσοβα στο δήμο Ι. Π. Μεσολογγίου.

Η χρονική κατανομή του αλιεύματος καθορίζεται από τα μεταναστευτικά πρότυπα που ισχύουν για τα διαφορετικά είδη. Λόγω της λειτουργίας των λιμνοθαλασσών ως βρεφοκομείο, σημαντικό τμήμα του αλιεύματος αποτελείται από άτομα με μέγεθος μικρότερου του Ελάχιστου Επιτρεπόμενου Μεγέθους.

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού από το 2011 στις περισσότερες λιμνοθάλασσες του συμπλέγματος έχει αντικατασταθεί τμήμα του πλέγματος των ιχθυοπαγίδων με θυρίδες διαφυγής ρυθμιζόμενου ανοίγματος, ώστε να επιτυγχάνεται η αυτόματη διαφυγή υπομεγεθών αλιευμάτων.



Εικόνα 15 Σχεδιάγραμμα της διάταξης με τις ράβδους διαφυγής (α), Σχεδιάγραμμα τροποποιημένης ιχθυοπαγίδας (β), Φωτογραφία τροποποιημένων ιχθυοπαγίδων (γ)

Όπως φάνηκε από την μελέτη της λειτουργία των τροποποιημένων ιχθυοπαγίδων (Ηλιοπούλου, 2013) η επιλεκτικότητα και η οικονομική απόδοση της αλιείας βελτιώθηκε, σημειώνεται όμως ότι υπάρχει αρνητική επίδραση στην επιλεκτικότητα όταν υπάρχει αυξημένη αφθονία αλιεύματος, καθώς η μεγάλη συγκέντρωση ψαριών εντός των ιχθυοπαγίδων περιορίζει την δυνατότητα διαφυγής μέσω των θυρίδων.

1.10. Λιμνοθάλασσες Θολή και Κλείσοβα

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στις περιπτώσεις των λιμνοθαλασσών Θολή και Κλείσοβα. Πρόκειται για δύο κλειστές λιμνοθάλασσες σημαντικά τροποποιημένες από ανθρωπογενείς παρεμβάσεις και με σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ως προς τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά. Η μεν Θολή δέχεται τα γλυκά ύδατα του αντλιοστασίου D2, ενώ η Κλείσοβα στερείται εισροών γλυκών υδάτων και είναι τροφοδότης των δύο αλυκών που λειτουργούν στην περιοχή.

Ακολουθούν χάρτες υδάτινης επιφάνειας για τις δύο λιμνοθάλασσες, όπως προέκυψαν μετά από επεξεργασία και εφαρμογή μάσκας στεριάς, με χρήση των λογισμικών Envi 5.3 και ArcMap 10.4, σε εικόνα από τον δορυφόρο Sentinel (17/8/2018).

λιμνοθάλασσα Κλείσοβα



Εικόνα 16 Υδάτινη επιφάνεια της λιμνοθάλασσας Κλείσοβας

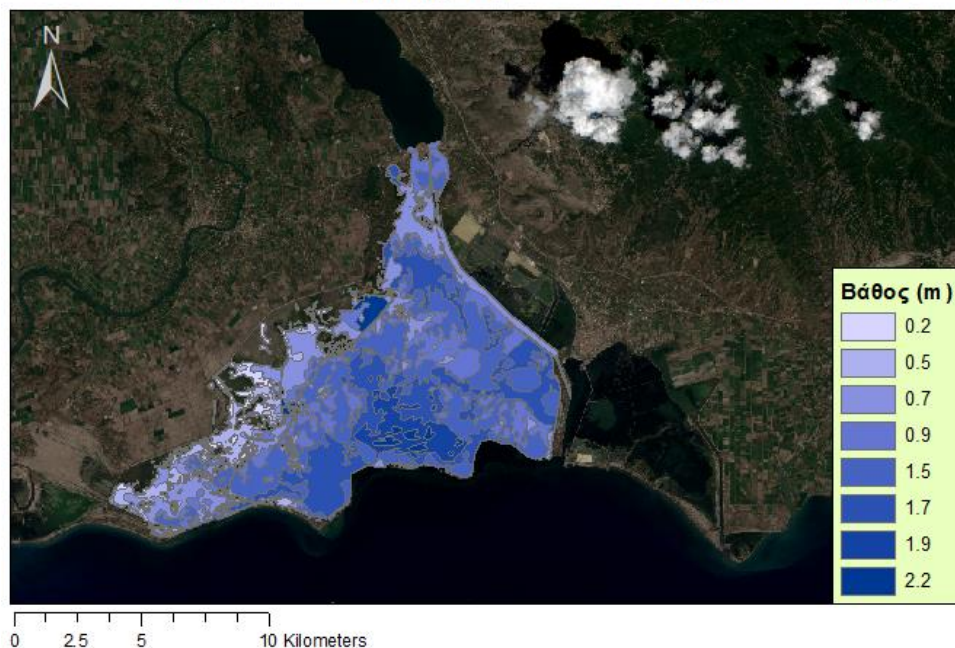
λιμνοθάλασσα Θολή



Εικόνα 17 Υδάτινη επιφάνεια της λιμνοθάλασσας Θολή

Λόγω χαμηλού βάθους στην περιοχή μελέτης δεν υπάρχει διαθέσιμη λεπτομερής βαθυμετρία. Στην περίπτωση της λιμνοθάλασσας Θολή χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα της εργασίας των Αλμπανάκης κ.α. 2004, όπου εξήγαγαν βυθομετρικά δεδομένα με χρήση αεροφωτογραφιών και δορυφορικών εικόνων. Στην εν λόγω εργασία οι δύο λιμνοθάλασσες Κεντρική λιμνοθάλασσα και Θολή αντιμετωπίστηκαν ως ενιαίο σύνολο, για το λόγο αυτό στην παρούσα εργασία ψηφιοποιήθηκαν τα αποτελέσματά ώστε να γίνουν εκ νέου υπολογισμοί.

Βαθυμετρία Κεντρικής λιμνοθάλασσας και Θολής



Εικόνα 18 Αποτύπωση βαθυμετρίας των λιμνοθαλασσών Κεντρική και Θολή από δορυφορικά δεδομένα

Βάσει των παραπάνω, ο όγκος νερού της Θολής υπολογίστηκε $5.706.114 \text{ m}^3$, ενώ το μέσο βάθος υπολογίστηκε $0,63 \text{ m}$.

Για τη λιμνοθάλασσα της Κλείσοβας, όπου δεν βρέθηκαν στοιχεία βαθυμετρίας χρησιμοποιήθηκε το μέσο βάθος $0,8 \text{ m}$, όπως αναφέρεται στην βιβλιογραφία (Δημητρίου, 2007). Η υδάτινη επιφάνεια υπολογίστηκε ίση με $16.988.400 \text{ m}^2$ και ο όγκος των υδάτων υπολογίστηκε ως το γινόμενο της επιφάνειας επί το μέσο βάθος, ίσος με $13.590.720 \text{ m}^3$.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται βασικά στοιχεία της μορφολογίας των δύο λιμνοθαλασσών.

Πίνακας 5 Βασικά στοιχεία μορφολογίας των λιμνοθαλασσών Θολή και Κλείσοβα

	Έκταση (km^2)	Μέσο βάθος (m)	Αριθμός στομίων	Εισροές γλ. υδάτων
Θολή	9,06	0,63	2	Ναι
Κλείσοβα	16,99	0,80	5	Όχι

Αξίζει να σημειωθεί ότι τόσο η επιφάνεια όσο και το βάθος των λιμνοθαλασσών μεταβάλλεται ως αποτέλεσμα της δράσης της παλίρροιας, διαδραματίζοντας σημαντικό ρόλο, καθώς η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα μικρό βάθος. Αυτό αναδεικνύεται στην εργασία των Αλμπανάκης κ.α. 2004, όπου υπολογίστηκε η μεταβολή του όγκου υδάτων της κεντρικής λιμνοθάλασσας και της Θολής για διαφορετικά σενάρια μεταβολής της στάθμης. Τα αποτελέσματα της παραπάνω εργασίας παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 6 Υπολογισμοί μεταβολής όγκου υδάτων λόγω μεταβολή της στάθμης του νερού (Αλμπανάκης κ.α. 2004)

Μεταβολή στάθμης (m)	Μεταβολή όγκου, ΔV (m ³)	Μεταβολή όγκου %
+0,3	16.506.225	12,82
+0,2	4.532.025	3,52
-0,2	43.364.775	33,70
-0,3	55.338.975	43,00

Η ανανέωση των υδάτων στις δύο λιμνοθάλασσες πραγματοποιείται μέσω τεχνητών στομιών επικοινωνίας. Στην περίπτωση της Θολής υπάρχει περιορισμένη επικοινωνία, λόγω σειράς φραγμών, στο ανατολικό τμήμα της με την γειτονική Κεντρική λιμνοθάλασσα.

Ένα σημαντικό πρόβλημα που παρουσιάζεται στην λιμνοθάλασσα της Θολής είναι η παρουσία ουσιών στον ιστό των αλιευμάτων που προσδίδουν δυσάρεστη οσμή και γεύση. Αυτό αποδίδεται στην παρουσία γεωσμίνης (trans-1,10-dimethyl-trans-(9)-decalol) και 2-μεθυλοισοβορνεόλη (1,2,7,7-tetramethyl-exo-bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol)-MIB. Η παρουσία των δύο ουσιών εξαρτάται από την παρουσία των κατάλληλων ειδών μικροοργανισμών που τις παράγουν, που με τη σειρά της καθορίζεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, επάρκεια θρεπτικών, αλατότητα κλπ). Προκειμένου να εξαλειφτεί ή να μειωθεί η δυσάρεστη οσμή απαιτούνται παρεμβάσεις που σχετίζονται με τη βελτίωση της ποιότητας των υδάτων (Lindholm-Lehto, 2018).

Οι οικονομικές επιπτώσεις του φαινομένου είναι σημαντικές. Τα ψάρια δεν εμπορεύονται είτε γιατί δεν μπορούν να πουληθούν είτε γιατί αποφεύγεται η πώληση προκειμένου να προστατευτεί η φήμη του προϊόντος.

1.11. Χώροι διαχείμασης

Ήδη από τη δεκαετία του 1980 έχουν χωροθετηθεί και κατασκευαστεί χώροι διαχείμασης στις λιμνοθάλασσες της Κλείσοβας και της Θολής, με στόχο την διατήρηση του αλιεύματος με μικρότερο μέγεθος από το επιθυμητό έως ότου αποκτήσει εμπορεύσιμο μήκος και αλιευθεί εκ νέου. Στην περίπτωση της Κλείσοβας πρόκειται για τεχνητή τάφρο βάθους 2 – 3 m και συνολικού μήκους τριών χιλιομέτρων με ελεγχόμενη επικοινωνία με δύο στόμια της λιμνοθάλασσας (Καινούργιο και Τιτιμπίλι), όπου βρίσκονται ιχθυοσυλληπτικές εγκαταστάσεις και με το εσωτερικό της.

Τάφρος διαχείμασης Κλείσοβας



Εικόνα 19 Τάφρος διαχείμασης (κόκκινη γραμμή) στην Κλείσοβα

Στην περίπτωση της Θολής χώρο διαχείμασης αποτελεί ένα περιφραγμένο τμήμα της λιμνοθάλασσας, χωρίς περαιτέρω επεμβάσεις, έκτασης 23,4 στρεμμάτων και βάθους περίπου 0,5 m. Υπάρχει ελεγχόμενη επικοινωνία με το στόμιο όπου βρίσκονται οι ιχθυοσυλληπτικές εγκαταστάσεις και με το εσωτερικό της λιμνοθάλασσας.

Χώρος διαχείμασης Θολής (Τέντο)



Εικόνα 20 Χώρος διαχείμασης (κόκκινο πολύγωνο) στην Θολή

Βασικό ζήτημα στην διατήρηση τμήματος του αλιεύματος στους χώρους διαχείμασης αποτελούν τα ψαροφάγα πουλιά και ιδιαίτερα ο Κορμοράνος (*Phalacrocorax carbo*). Για την αποφυγή απώλειας αποθέματος λόγω πουλιών και στους δύο χώρους έχει τοποθετηθεί από τους αλιευτικούς συνεταιρισμούς δίκτυ προστασίας.

Έως σήμερα δεν έχει πραγματοποιηθεί μελέτη για τη λειτουργία και την αποδοτικότητα των δύο χώρων διαχείμασης, έτσι δεν υπάρχουν δεδομένα για το κατά πόσο οι συγκεκριμένοι χώροι μπορούν να ανταποκριθούν στον σκοπό για τον οποίο δημιουργήθηκαν.

Πρωταρχικό ζήτημα για τη χρήση και λειτουργία μιας τάφρου διαχείμασης είναι το κατά πόσον διασφαλίζονται συνθήκες εντός των ορίων ανοχής των διαφόρων ειδών που πρόκειται να διατηρηθούν μέσα σε αυτή. Βασικές παράμετροι ενός υδάτινου συστήματος, όσον αφορά τη διαβίωση των ψαριών αποτελούν η θερμοκρασία του νερού, η αλατότητα, η συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου και το pH. Εφόσον η επιλογή της θέσης της τάφρου διασφαλίζει την επαρκή ανανέωση των υδάτων η μόνη παράμετρος που μπορεί να αποκτήσει τιμές εκτός των ορίων ανοχής για τη διαβίωση ιχθυοπληθυσμού είναι η θερμοκρασία του νερού. Αυτό προκύπτει καθώς σε ρηχά υδάτινα σώματα, όπως οι λιμνοθάλασσες, η θερμοκρασία νερού και αέρα σχετίζονται με γραμμική σχέση (Χώτος κ.α., 1994).

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα θερμοκρασιακά όρια αντοχής για τα κυριότερα είδη ψαριών που απαντώνται στη λιμνοθάλασσα της Κλείσοβας και γενικότερα του συμπλέγματος λιμνοθαλασσών Μεσολογίου-Αιτωλικού.

Πίνακας 7 Κατώτερα θερμοκρασιακά όρια αντοχής για διάφορα εμπορικά είδη της περιοχής μελέτης

Είδος	Όρια αντοχής °C
<i>Liza aurata</i> (μυξινάρι)	3-4
<i>Mugil cephalus</i> (κέφαλος)	2-3
<i>Liza saliens</i> (ψωμόνι)	1-2
<i>Liza ramada</i> (μαυράκι)	2-3
<i>Sparus aurata</i> (τσιπούρα)	5
<i>Dicentrarchus labrax</i> (λαβράκι)	2
<i>Anguilla anguilla</i> (χέλι)	0-1

1.12. Στόχος

Στόχος της παρούσας εργασίας αποτελεί η διερεύνηση των ιδιαίτερων αβιοτικών χαρακτηριστικών των λιμνοθαλασσών Κλείσοβα και Θολή, καθώς και η διερεύνηση της λειτουργίας των χώρων διαχείμασης που βρίσκονται εκεί με την εφαρμογή ενός εργαλείου υπολογισμού του χρόνου ανανέωσης ημίκλειστων παράκτιων λεκανών.

2. Υλικά και Μέθοδοι

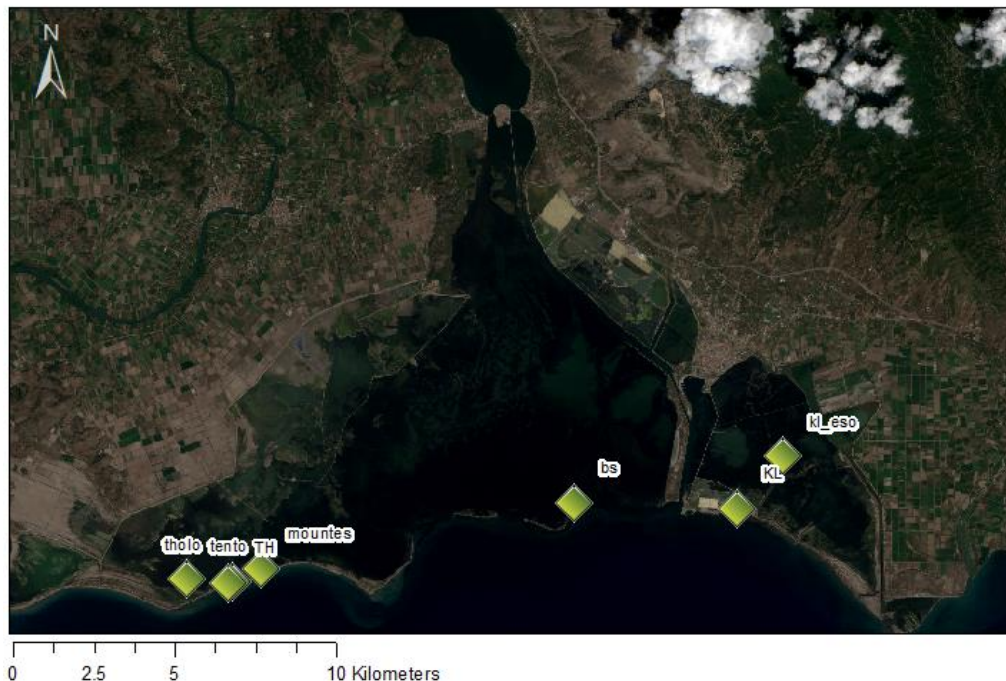
2.1. Δορυφορικά δεδομένα

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας συλλέχθηκαν εικόνες Level 1 του δορυφόρου Landsat 8, από τη σελίδα του United States Geological Survey (USGS) (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), για τις ημερομηνίες 22/6/2018, 31/7/2018, 13/11/2018, 16/1/2019 και 23/3/2019. Οι ημερομηνίες επιλέχθηκαν βάσει της ανέφελης εικόνας από τον δορυφόρο και της ικανοποιητικής κάλυψης διαφορετικών εποχών του έτους. Κατόπιν εφαρμόστηκε το μοντέλο “Land Surface Temperature Model” σε περιβάλλον ArcGIS ώστε να γίνει μετατροπή των δορυφορικών δεδομένων σε δεδομένα επιφανειακής θερμοκρασίας νερού (LST).

2.2. Μόνιμοι σταθμοί καταγραφής θερμοκρασίας

Τοποθετήθηκαν μόνιμοι σταθμοί καταγραφής θερμοκρασίας (HOBO Pendant® Temperature/Light 64K Data Logger) στις θέσεις που φαίνονται στον παρακάτω χάρτη.

Θέσεις σταθμών



Εικόνα 21 Θέσεις σταθμών του μόνιμου δικτύου καταγραφής θερμοκρασίας νερού

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται η περίοδος καταγραφής ανά σταθμό. Επιπλέον, αναφέρεται ο η κατάταξη της θέσης ως προς τον χαρακτήρα (περιοχή επικοινωνίας με θάλασσα, εσωτερικό τμήμα λιμνοθάλασσας, χώρος διαχείμασης) και το βάθος που ήταν τοποθετημένος ο αισθητήρας.

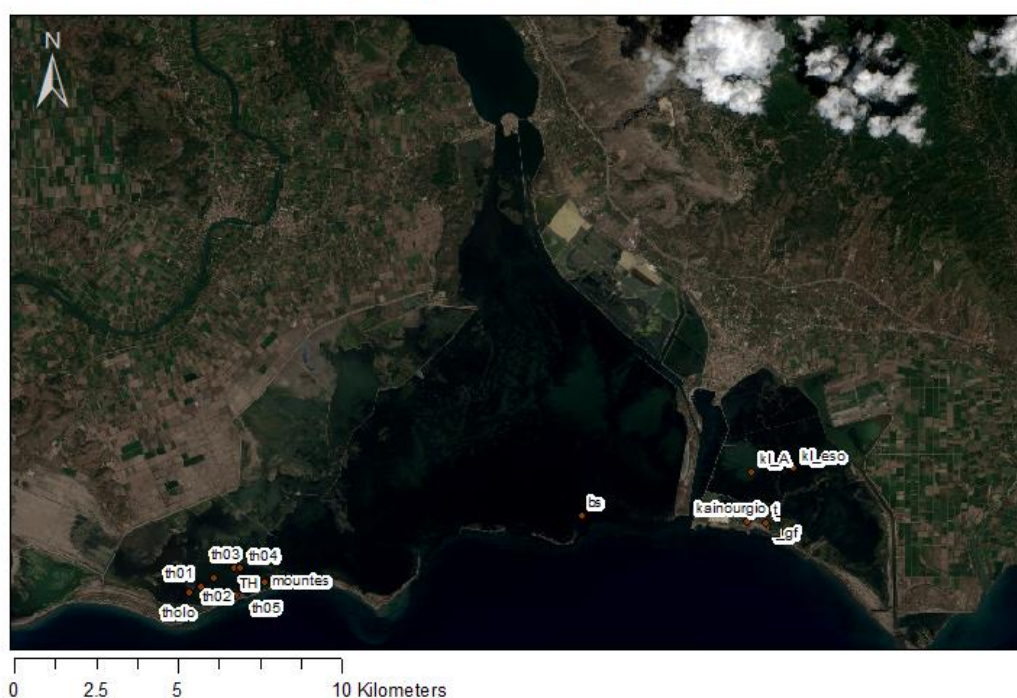
Πίνακας 8 Περίοδος καταγραφής θερμοκρασίας νερού από τους μόνιμους σταθμούς και βάθος τοποθέτησης του αισθητήρα

Λιμνοθάλασσα	Σταθμός	Τύπος θέσης σταθμού	Βάθος αισθητήρα (cm)	Εγκατάσταση	Έως
Κεντρική	bs	Μέτωπο επικοινωνίας	10	22-01-18	3-5-2019
Κλείσοβα	Kainourgio (KL)	Στόμιο επικοινωνίας	20	14-01-18	20-11-18
	kl_eso	Εσωτερικό τμήμα	15	11-02-18	10-09-18
	t_gf_0	Τάφρος διαχείμασης	20	16-01-18	3-5-2019
	t_gf_80	Τάφρος διαχείμασης	80	14-01-18	22-02-19
Θολή	TH	Στόμιο επικοινωνίας	20	20-01-18	7-3-2019
	tento	Χώρος διαχείμασης	10	21-06-18	2-5-2019
	tholo	Εσωτερικό τμήμα	20	20-06-18	2-5-2019
	mountes	Εσωτερικό τμήμα	10	20-06-18	21-3-2019

2.3.Επιτόπιες μετρήσεις

Πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες μετρήσεις κατακόρυφων προφίλ θερμοκρασίας και αλατότητας (EcoSense EC300A Conductivity/Temperature) σε επιλεγμένες θέσεις που φαίνονται στον χάρτη που ακολουθεί.

Θέσεις επιτόπιων μετρήσεων



Θέσεις επιτόπιων καταγραφών θερμοκρασίας νερού και αλατότητας

Εικόνα 22

Στον πίνακα παρουσιάζονται οι ημερομηνίες επισκέψεων ανά θέση και το μέσο βάθος στην κάθε θέση.

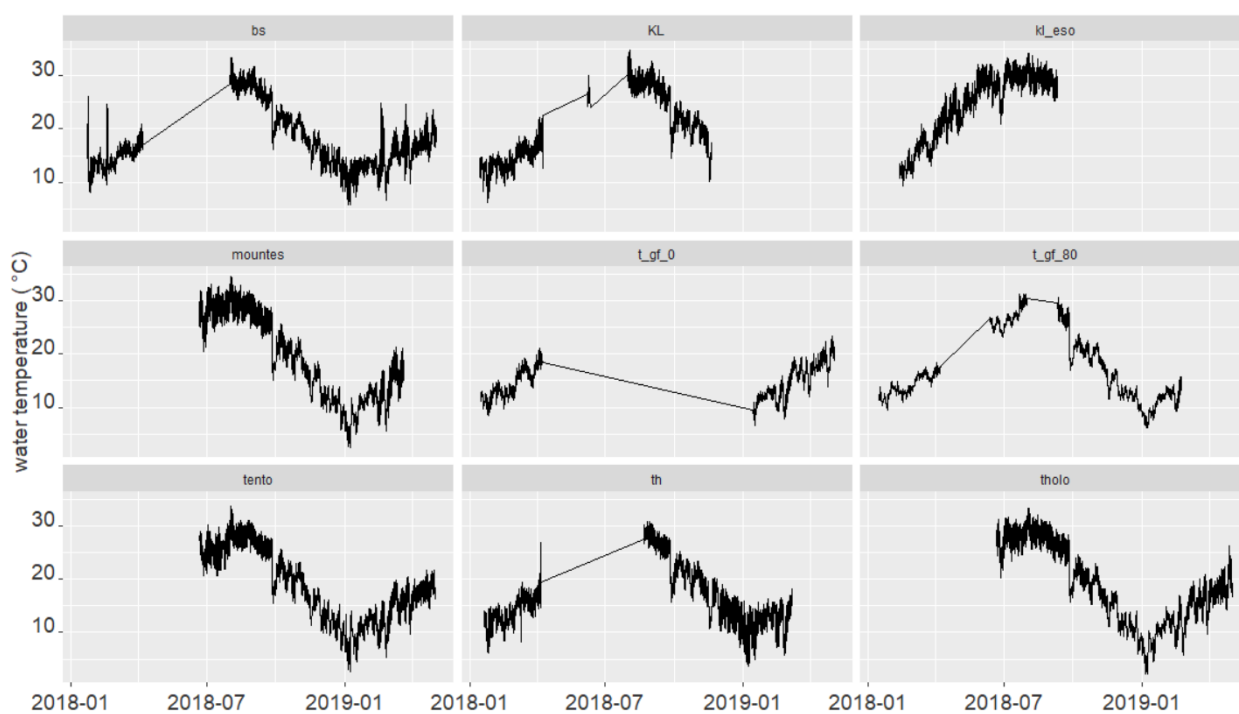
Πίνακας 9 Ημερομηνίες επίσκεψης και μέτρησης κατακόρυφου προφίλ θερμοκρασίας αλατότητας ανά θέση

Λιμνοθάλασσα	Σταθμός	Βάθος σημείου (cm)	Ημερομηνία επίσκεψης			
Κεντρική	bs	78,00	10-09-18	20-11-18	14-01-19	03-05-19
Κλείσοβα	Kainourgio (KL)	146,50	10-09-18	20-11-18	14-01-19	03-05-19
	kl_A	100,00		20-11-18		
	kl_eso	82,50	10-09-18	20-11-18		
	t_gf	153,75	10-09-18	20-11-18	14-01-19	03-05-19
Θολή	mountes	59,25	10-09-18	19-11-18	29-12-18	02-05-19
	tento	56,25	10-09-18	19-11-18	29-12-18	02-05-19
	TH	66,00	10-09-18	19-11-18	29-12-18	02-05-19
	tholo	79,50	10-09-18	19-11-18	29-12-18	02-05-19
	th01	82,25	10-09-18	19-11-18	29-12-18	02-05-19
	th02	91,00	10-09-18	19-11-18	29-12-18	02-05-19
	th03	67,50	10-09-18	19-11-18	29-12-18	02-05-19
	th04	65,25	10-09-18	19-11-18	29-12-18	02-05-19
	th05	48,25	10-09-18	19-11-18	29-12-18	02-05-19

3. Αποτελέσματα

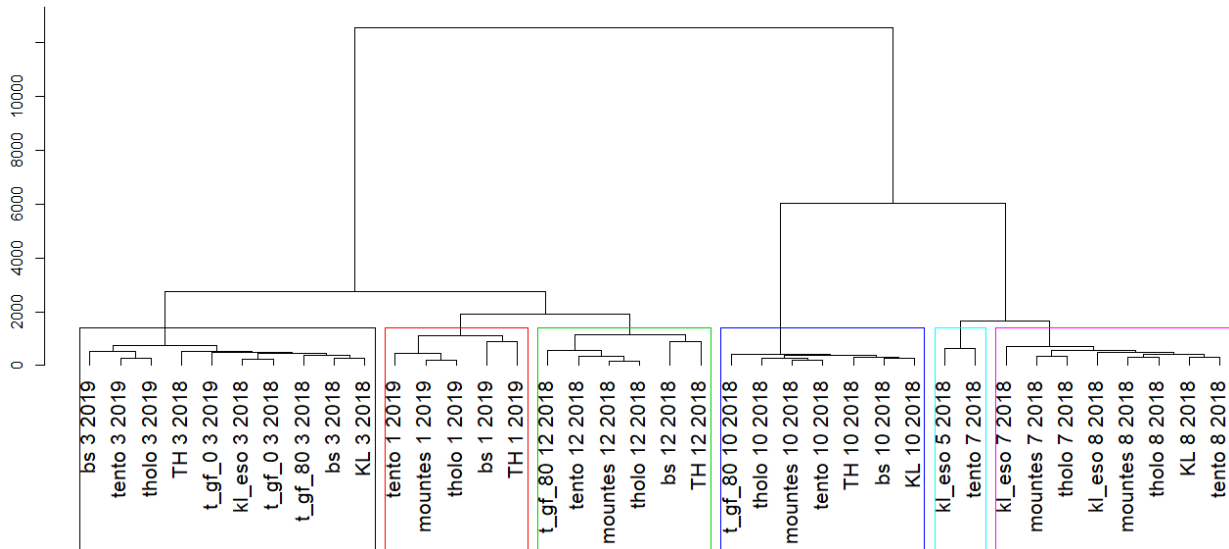
3.1. Καταγραφές μόνιμου δικτύου

Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται το σύνολο των καταγραφών θερμοκρασίας όπως προέκυψε από τους σταθμούς του δικτύου της παρούσας εργασίας. Οι ελλείψεις σε κάποιες χρονοσειρές προέκυψαν κατά περίπτωση από απώλεια αισθητήρα ή βλάβες.



Εικόνα 23 Καταγραφές θερμοκρασίας νερού από του σταθμούς του δικτύου

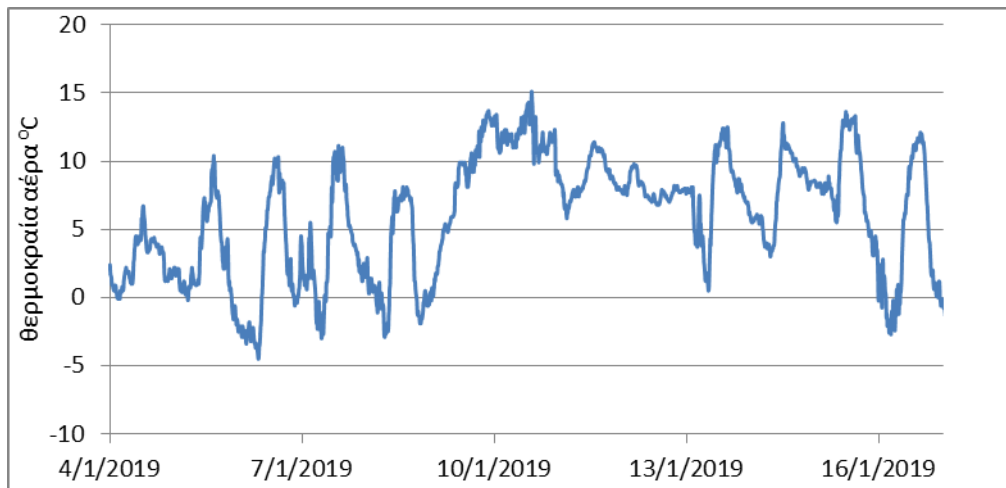
Από τις καταγραφές των μόνιμων σταθμών προέκυψε το δενδρόγραμμα που ακολουθεί. Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα μηνών χωρίς κενά στις καταγραφές. Οι ονομασίες των κλάδων περιγράφουν κατά σειρά τον σταθμό, τον μήνα και το έτος (π.χ. bs 3 2019 αντιστοιχεί στις καταγραφές του σταθμού bs κατά τον Μάρτιο του 2019).



Εικόνα 24 Δενδρόγραμμα καταγραφών ανά σταθμό και μήνα

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι τα ύδατα στο σύνολο των θέσεων ανταποκρίνονται όμοια στις μεταβολές του καιρού σε κλίμακα μήνα, όμως δεν παρατηρείται κάποια χωρική ταξινόμηση των σταθμών. Αυτό αποδίδεται στα διαφορετικά χαρακτηριστικά των επιμέρους τμημάτων των λιμνοθαλασσών, όπως ορίζονται από το βάθος και την υδραυλική επικοινωνία με την θάλασσα και την υπόλοιπη λιμνοθάλασσα.

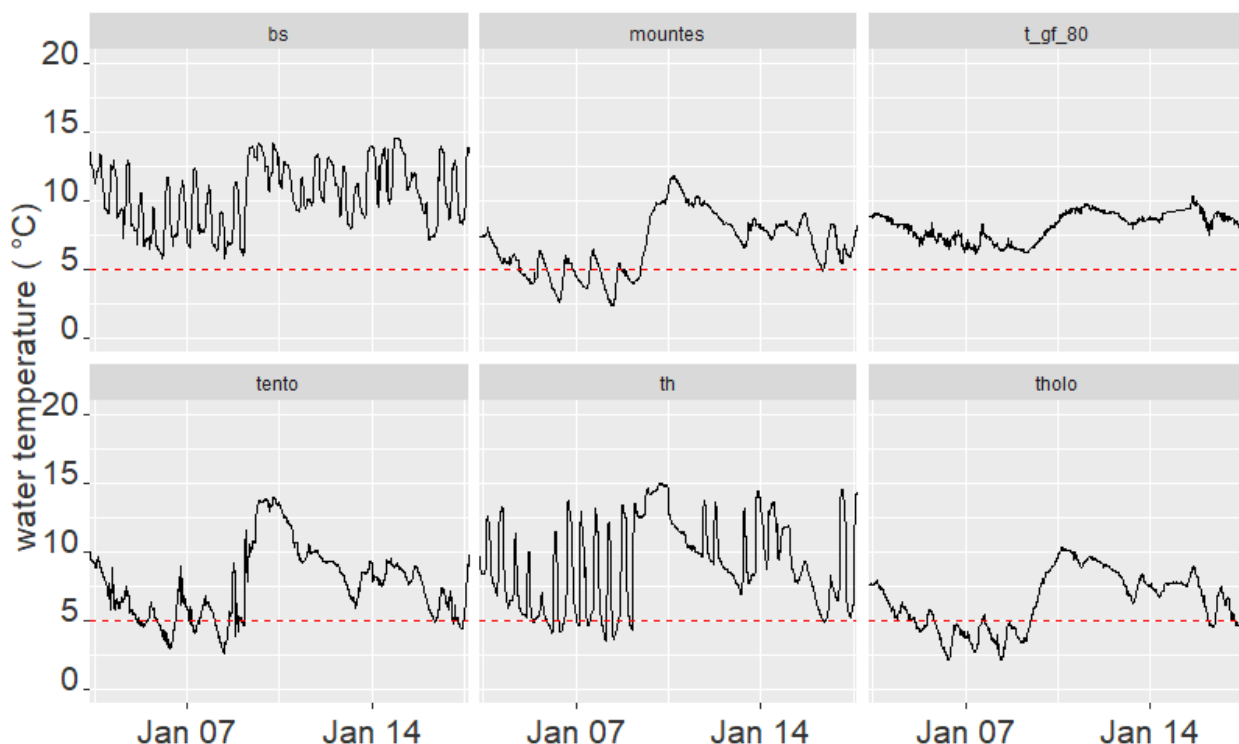
Κατά την περίοδο από 4/1/2019 έως 17/1/2019 στην περιοχή μελέτης (μετεωρολογικός σταθμός ΤΕΙ) καταγράφηκαν ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες αέρα, που προσέγγισαν τους -5 °C.



Εικόνα 25 Καταγραφές θερμοκρασίας αέρα την περίοδο 4/1/2019 έως 17/1/2019

Κατά την ίδια περίοδο καταγράφηκαν οι χαμηλότερες θερμοκρασίες νερού στους σταθμούς του δικτύου της παρούσας εργασίας. Σε κάποιες περιπτώσεις μετρήθηκαν θερμοκρασίες κάτω των 5 °C, όπου θεωρείται τιμή κατωφλίου για την διαβίωση της Τσιπούρας και οριακή για το σύνολο σχεδόν των εμπορικών ειδών της

λιμνοθάλασσας. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι καταγραφές για την παραπάνω περίοδο από τους σταθμούς για τους οποίους υπήρχαν μετρήσεις.



Εικόνα 26 Καταγραφές θερμοκρασίας νερού την περίοδο 4/1/2019 έως 17/1/2019 από τους σταθμούς του δικτύου

Στον πίνακα παρουσιάζονται ανά σταθμό η συνολική διάρκεια όπου καταγράφηκαν συμβάντα ακραία χαμηλών θερμοκρασιών.

Πίνακας 10 Διάρκεια σε ώρες και πλήθος ημερών των συμβάντων ακραία χαμηλών θερμοκρασιών ανά σταθμό

Σταθμός	Διάρκεια συμβάντων (ώρες)	Ημέρες
bs	0,00	0
mountes	79,00	7
t_gf_80	0,00	0
tento	50,25	7
th	28,75	6
tholo	105,25	7

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι στην περιοχή του σταθμού bs δεν καταγράφονται συνθήκες ακραία χαμηλών θερμοκρασιών, γεγονός που αποδίδεται στην καλή επικοινωνία με τον Πατραϊκό κόλπο. Στην τάφρο διαχείμασης της Κλείσοβας (t_gf) σε βάθος 80 cm, επίσης δεν καταγράφηκε θερμοκρασίας νερού κάτω από το όριο των 5 °C.

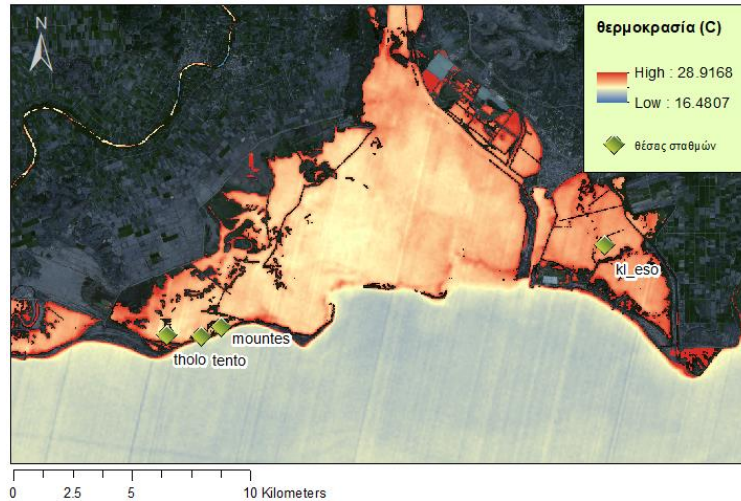
Αυτό το γεγονός αναδεικνύει την αποτελεσματικότητα της μεθόδου των βαθιών τάφρων, ως προς την διατήρηση κατάλληλων θερμοκρασιακών συνθηκών κατά την χειμερινή περίοδο.

Σε όλες τις περιπτώσεις των σταθμών στην λιμνοθάλασσα της Θολής καταγράφηκαν θερμοκρασίες νερού κάτω από το όριο των 5 °C. Επιπλέον, είναι εμφανής η σχέση ανάμεσα στην απόσταση από το στόμιο επικοινωνίας με την θάλασσα του Ιονίου και της διάρκειας των συμβάντων ακραία χαμηλής θερμοκρασίας, καθώς στους σταθμούς στα εσωτερικά τμήματα της λιμνοθάλασσας (tholo και mountes) καταγράφηκαν συμβάντα σημαντικά μεγαλύτερης διάρκειας σε σχέση με το σταθμό του στομίου (th). Αξίζει να σημειωθεί ότι τα συμβάντα στον σταθμό tento, παρά την εγγύτητά με το στόμιο, ήταν περίπου διπλάσιας συνολικής διάρκειας και παρατηρήθηκαν σε 7 ημέρες έναντι 6 του στομίου. Το παραπάνω αναδεικνύει την ανάγκη παρεμβάσεων για την βελτίωση της επικοινωνίας του χώρου διαχείμασης με την θάλασσα με στόχο την προστασία από συμβάντα ακραία χαμηλών θερμοκρασιών.

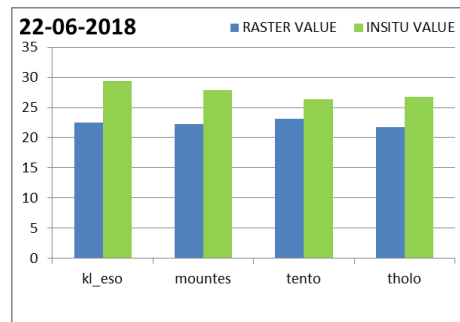
3.2. Δορυφορική αποτύπωση θερμοκρασίας

Από εικόνες Level 1 του δορυφόρου Landsat 8 για την περιοχή υπολογίστηκε και παρουσιάζεται η θερμοκρασία νερού. Επιπλέον, αντιπαραβάλλονται οι τιμές θερμοκρασίας που καταγράφηκαν από το δίκτυο σταθμών μόνιμης καταγραφής θερμοκρασίας με τις τιμές που προέκυψαν από τις δορυφορικές εικόνες.

Αποτύπωση θερμοκρασίας νερού από Landsat 8
22/6/2018

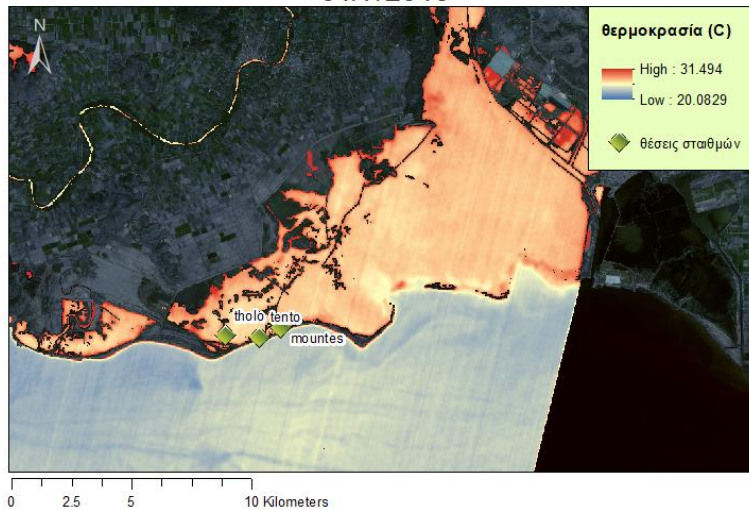


Εικόνα 27 Αποτύπωση επιφανειακής θερμοκρασίας από Landsat 8

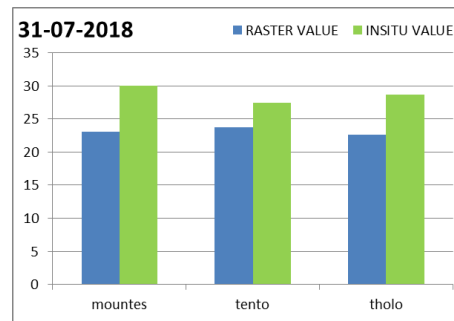


Εικόνα 28 Ταυτόχρονες μετρήσεις θερμοκρασίας νερού από Landsat 8 και από τους μόνιμους σταθμούς καταγραφής στις αντίστοιχες θέσεις

Αποτύπωση θερμοκρασίας νερού από Landsat 8 31/7/2018

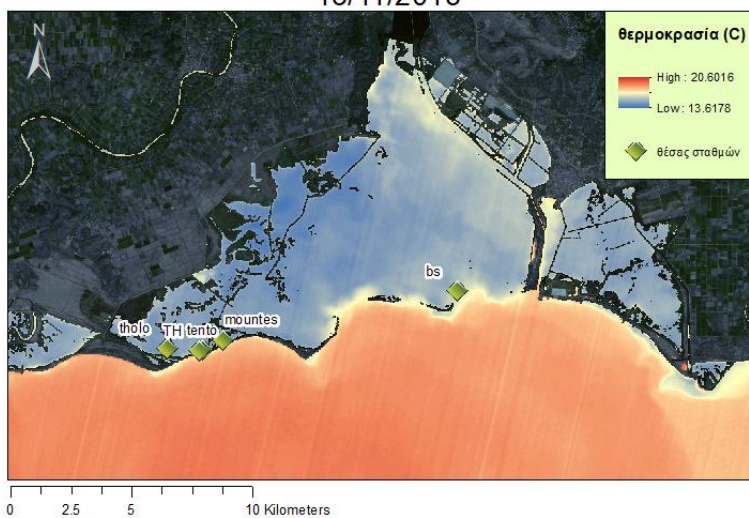


Εικόνα 29 Αποτύπωση επιφανειακής θερμοκρασίας από Landsat 8

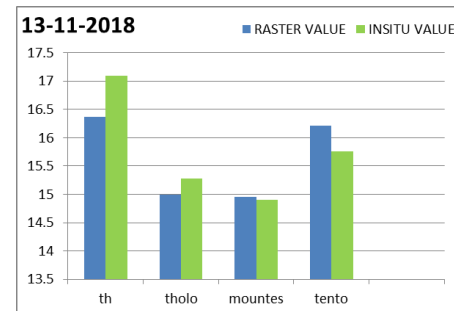


Εικόνα 30 Ταυτόχρονες μετρήσεις θερμοκρασίας νερού από Landsat 8 και από τους μόνιμους σταθμούς καταγραφής στις αντίστοιχες θέσεις

Αποτύπωση θερμοκρασίας νερού από Landsat 8 13/11/2018

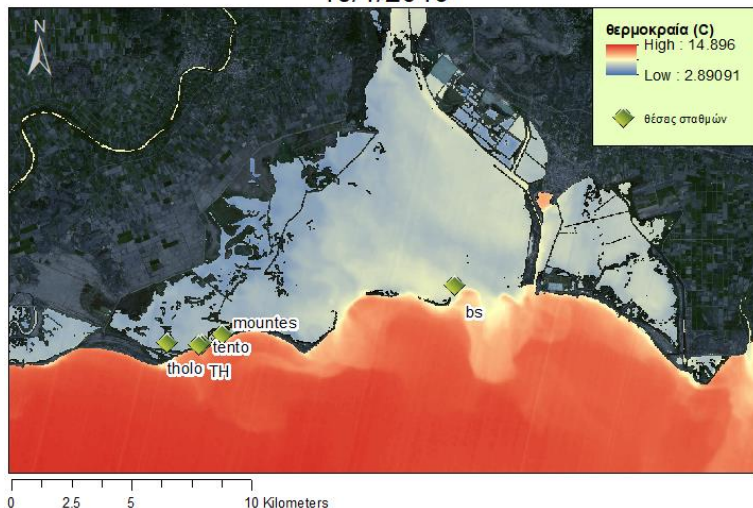


Εικόνα 31 Αποτύπωση επιφανειακής θερμοκρασίας από Landsat 8

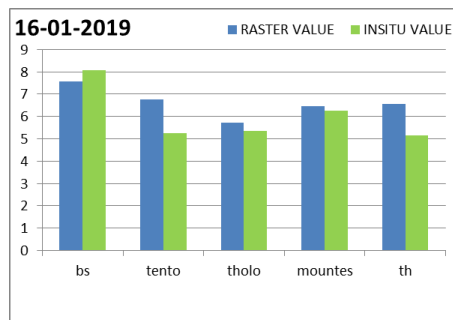


Εικόνα 32 Ταυτόχρονες μετρήσεις θερμοκρασίας νερού από Landsat 8 και από τους μόνιμους σταθμούς καταγραφής στις αντίστοιχες θέσεις

Αποτύπωση θερμοκρασίας νερού από Landsat 8
16/1/2019

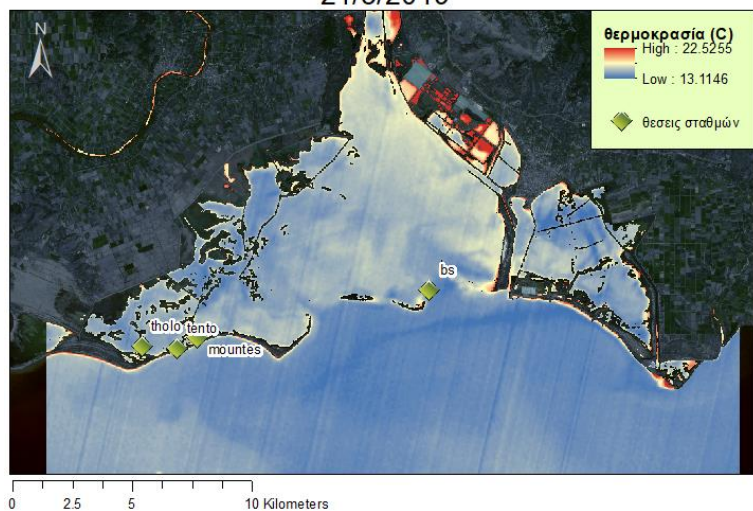


Εικόνα 33 Αποτύπωση επιφανειακής θερμοκρασίας από Landsat 8

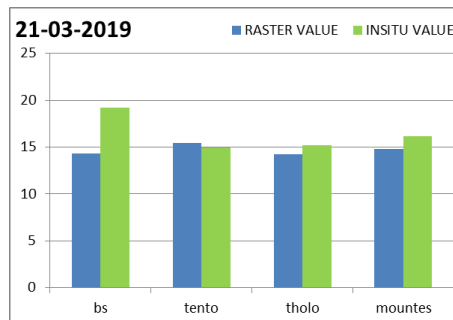


Εικόνα 34 Ταυτόχρονες μετρήσεις θερμοκρασίας νερού από Landsat 8 και από τους μόνιμους σταθμούς καταγραφής στις αντίστοιχες θέσεις

Αποτύπωση θερμοκρασίας νερού από Landsat 8
21/3/2019



Εικόνα 35 Αποτύπωση επιφανειακής θερμοκρασίας από Landsat 8



Εικόνα 36 Ταυτόχρονες μετρήσεις θερμοκρασίας νερού από Landsat 8 και από τους μόνιμους σταθμούς καταγραφής στις αντίστοιχες θέσεις

Παρατηρούνται σημαντικές αποκλίσεις ανάμεσα στην δορυφορική αποτύπωση της θερμοκρασίας και στις επιτόπου καταγραφές, στο σύνολο των περιπτώσεων. Κάτι τέτοιο έχει σημειωθεί και από άλλους ερευνητές (Smale and Wernberh, 2009, Kozlov et al, 2012, Brewin et al, 2018). Το σφάλμα φαίνεται να είναι συστηματικό και να προκύπτει από ελλιπή βαθμονόμηση της μεθόδου μετατροπής των δορυφορικών καταγραφών σε δεδομένα θερμοκρασίας υδάτων ρηχών παράκτιων συστημάτων, ως εκ τούτου φαίνεται να τηρούνται οι κατ' αναλογία θερμοκρασιακές διακυμάνσεις εντός της κάθε εικόνας, παρά την απόκλιση από την εκάστοτε πραγματική τιμή θερμοκρασίας. Παρόλα αυτά, η συστηματική και μακροχρόνια καταγραφή των in situ θερμοκρασιών καθιστά την περιοχή ιδανική για την μελλοντική εξέλιξη της μεθόδου μετατροπής, βαθμονόμησης και αξιολόγησης των δορυφορικών καταγραφών.

Διαχωρίζοντας τις παραπάνω εικόνες σε μεγάλες εποχιακές κατηγορίες (θερινές, χειμερινές, εαρινές) φαίνεται κατά αρχήν η θερμοκρασιακή διαφοροποίηση των λιμνοθαλασσών από τις γειτονικές θαλάσσιες περιοχές. Κατά την ψυχρή περίοδο αποτυπώνονται σημαντικά χαμηλότερες τιμές θερμοκρασίας εντός των λιμνοθαλασσών σε σχέση με την θάλασσα και την θερμή περίοδο σημαντικά υψηλότερες. Αυτές οι θερμοκρασιακές διαφοροποιήσεις αποτελούν βασικό παράγοντα ώθησης των διαφορετικών ειδών ψαριών των λιμνοθαλασσών στην εποχιακή μετανάστευση προς την ανοικτή θάλασσα.

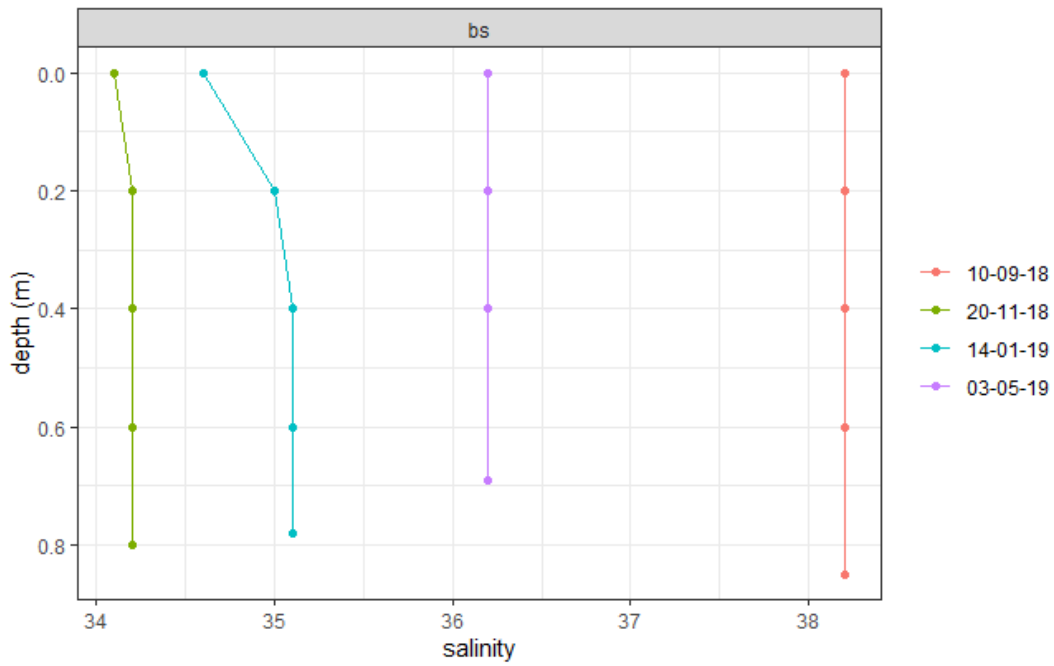
Στις εικόνες των δύο παραπάνω περιόδων φαίνεται να αποτυπώνονται οι πλέον ακραίες τιμές σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από μεγάλη απόσταση από τα στόμια και μέτωπα επικοινωνίας των λιμνοθαλασσών ή από καθεστώς περιορισμένης επικοινωνίας (ζώνες αποκλεισμού). Βάσει του παραπάνω αναδεικνύεται η ανάγκη άρσης τεχνητών εμποδίων (δρόμοι, αναχώματα) με στόχο τη βελτίωση της κυκλοφορίας των υδάτων και την προφύλαξη του συστήματος από συμβάντα σχετιζόμενα με ακραίες θερμοκρασίες.

Στην περίπτωση της εαρινής εικόνας (Μάρτιος 2019) καταγράφεται θερμοκρασιακή ομογένεια ανάμεσα στο θαλάσσιο και λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον. Εξάλλου κατά την άνοιξη πραγματοποιείται η μετακίνηση ψαριών προς τις λιμνοθάλασσες (εσοδευτική περίοδος), καθώς τα πλουσιότερα νερά ως προς την θρέψη και σταδιακά θερμότερα αποτελούν ευνοϊκότερο περιβάλλον για την διαβίωση και ανάπτυξη των διαφόρων ειδών.

3.3.Επιτόπιες μετρήσεις

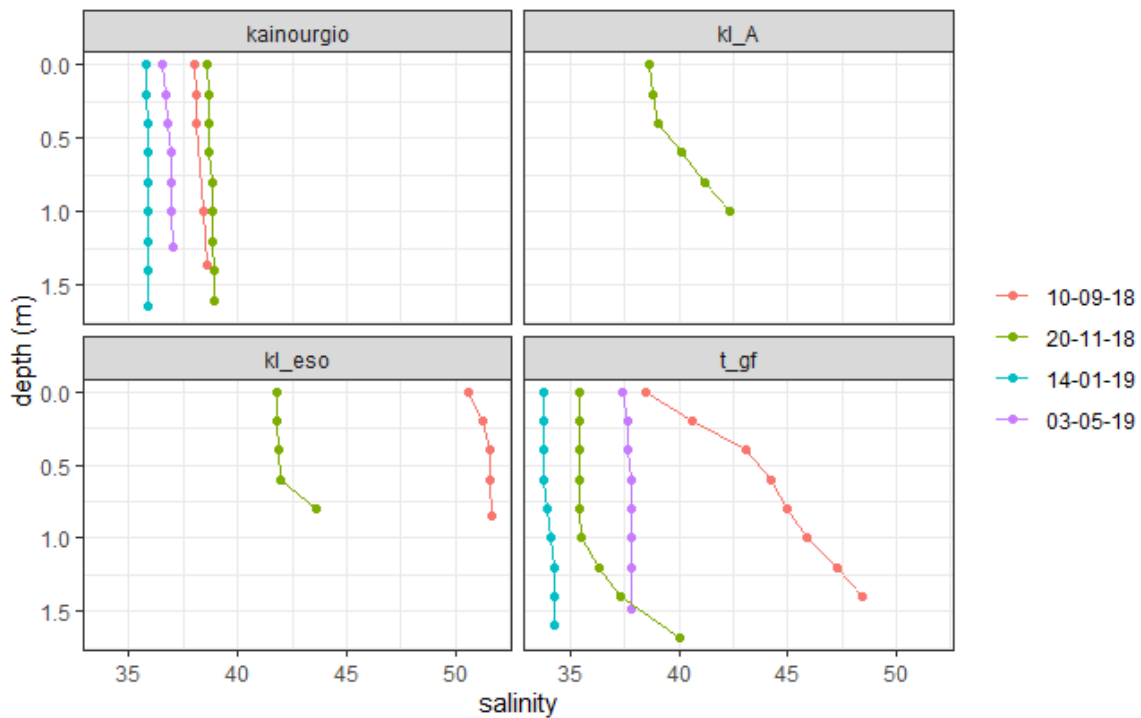
3.3.1. Κατακόρυφα προφίλ αλατότητας

Τα κατακόρυφα προφίλ αλατότητας από τις θέσεις επιτόπιων μετρήσεων θερμοκρασίας και αλατότητας παρουσιάζονται στην εικόνα που ακολουθεί.



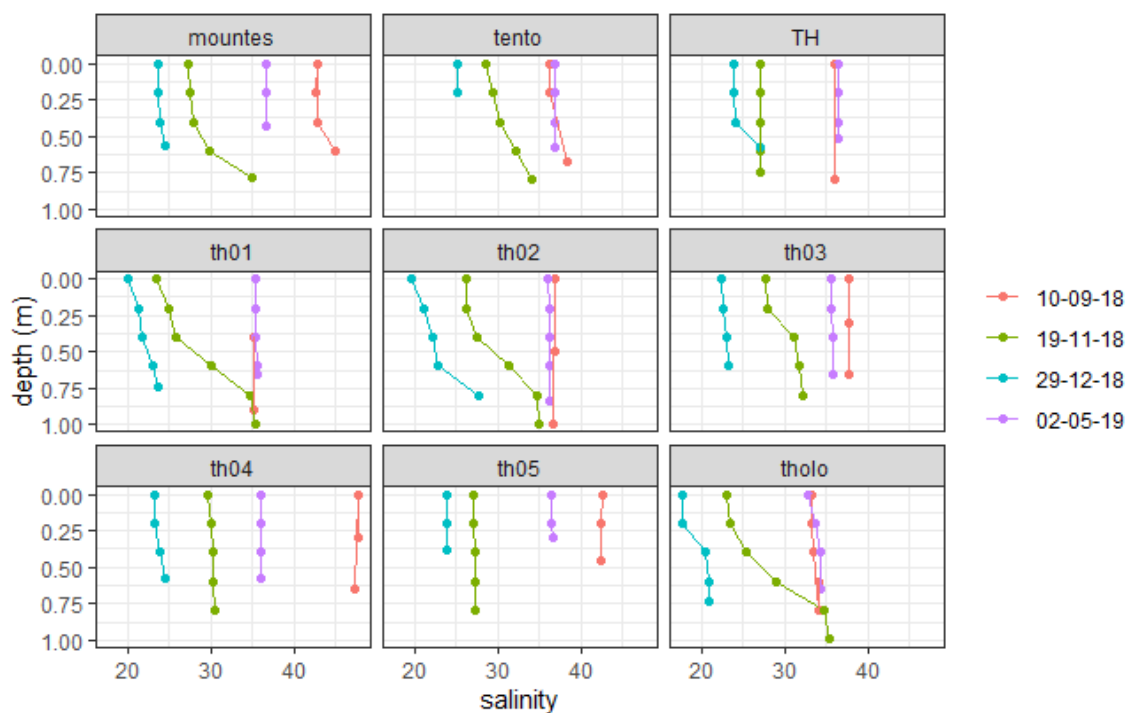
Εικόνα 37 Κατακόρυφο προφίλ αλατότητας στον σταθμό BS στην Κεντρική λιμνοθάλασσα

Ο σταθμός bs, που βρίσκεται σε ανοικτό στόμιο της Κεντρικής λιμνοθάλασσας, θεωρείται ότι επηρεάζεται σημαντικά από τα ύδατα του Πατραϊκού κόλπου. Κάτι τέτοιο επιβεβαιώνεται από την μικρή εποχιακή διακύμανση της αλατότητας, σε σχέση με τους άλλους σταθμούς.



Εικόνα 38 Κατακόρυφο προφίλ αλατότητας στους σταθμούς της Κλείσοβας

Στην περίπτωση της Κλείσοβας παρατηρείται οριζόντια ζώνωση της αλατότητας καθώς οι τιμές της αλατότητας αυξάνονται σταδιακά (kl_A, kl_eso) με την απομάκρυνση από το στόμιο (kainourgio - KL). Στην τάφρο διαχείμασης της Κλείσοβας εντοπίστηκε εποχιακή στρωμάτωση της αλατότητας. Αυτό το γεγονός αποδίδεται στις εισροές υδάτων διαφορετικής πυκνότητας, ελαφρύτερα από το στόμιο και βαρύτερα από το εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας (περιοχή του σταθμού kl_eso).



Εικόνα 39 Κατακόρυφο προφίλ αλατότητας στους σταθμούς της Θολής

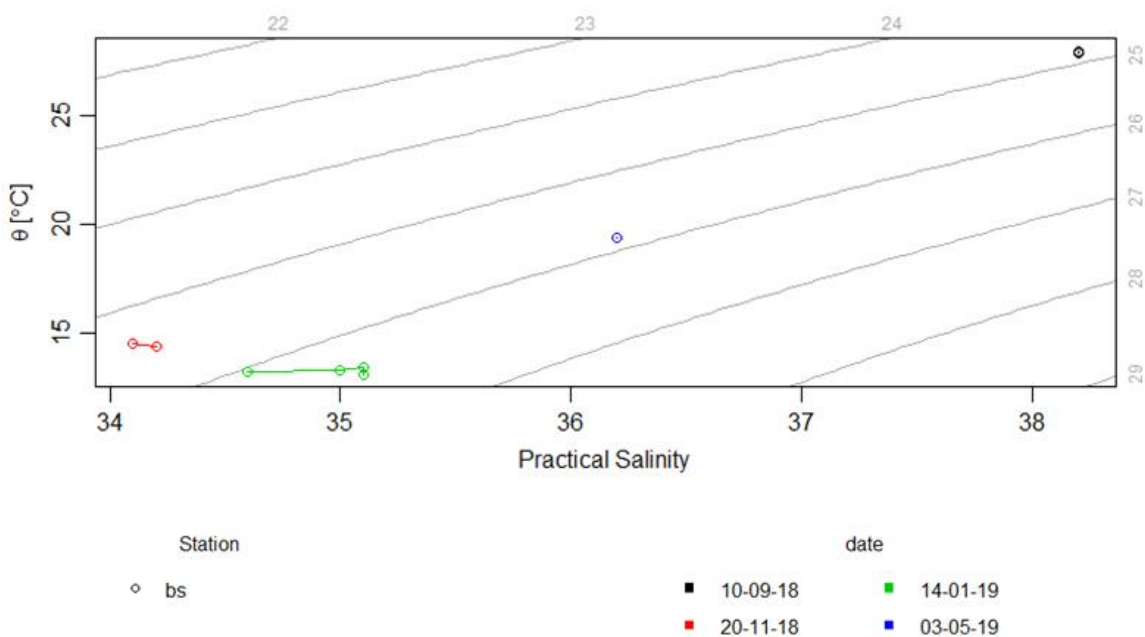
Στις καταγραφές στην λιμνοθάλασσα της Θολής εντοπίζονται δύο διακριτές περιοχές ως προς την αλατότητα. Η πρώτη αποτελεί την κυρίως έκταση της λιμνοθάλασσας και περιλαμβάνει τους σταθμούς tholo, th01, th02, th03, tento και TH. Οι σταθμοί αυτοί είναι τοποθετημένοι από το εσωτερικό τμήμα της λιμνοθάλασσας, εγγύτερα στο αντλιοστάσιο D2 (δυτικά) προς το στόμιο (ανατολικά). Οι καταγραφές κατακόρυφων προφίλ αλατότητας αποτυπώνουν την εποχική διαφοροποίηση της παραμέτρου ανάλογα με την θέση, καθώς από τα δυτικά προς τα ανατολικά μειώνεται η επίδραση του αντλιοστασίου και αυξάνεται αυτή του στομίου επικοινωνίας με το Ιόνιο πέλαγος.

Η δεύτερη ομάδα σταθμών της Θολής αποτελείται από τους th04, th05 και mountes. Αυτοί βρίσκονται στα ανατολικά του στομίου της λιμνοθάλασσας και εντός περιοχής που διαχωρίζεται με φυσικές νησίδες, τεχνητά αναχώματα και εσωτερικό φραγμό από την κυρίως λιμνοθάλασσα της Θολής και την Κεντρική λιμνοθάλασσα. Οι σημαντικά χαμηλές τιμές αλατότητας κατά την υγρή περίοδο και οι ιδιαίτερα αυξημένες τιμές κατά την ξηρή υποδεικνύουν την ύπαρξη καθεστώτος σχετικού αποκλεισμού των υδάτων και καθορισμό των τιμών της αλατότητας από το ισοζύγιο βροχόπτωσης - εξάτμισης. Η καταγραφή υψηλότερων τιμών αλατότητας στην θέση mountes σε δύο δειγματοληψίες μπορεί να αποδοθεί σε υποζώνες επιπλέον αποκλεισμού εντός του συγκεκριμένου τμήματος της λιμνοθάλασσας.

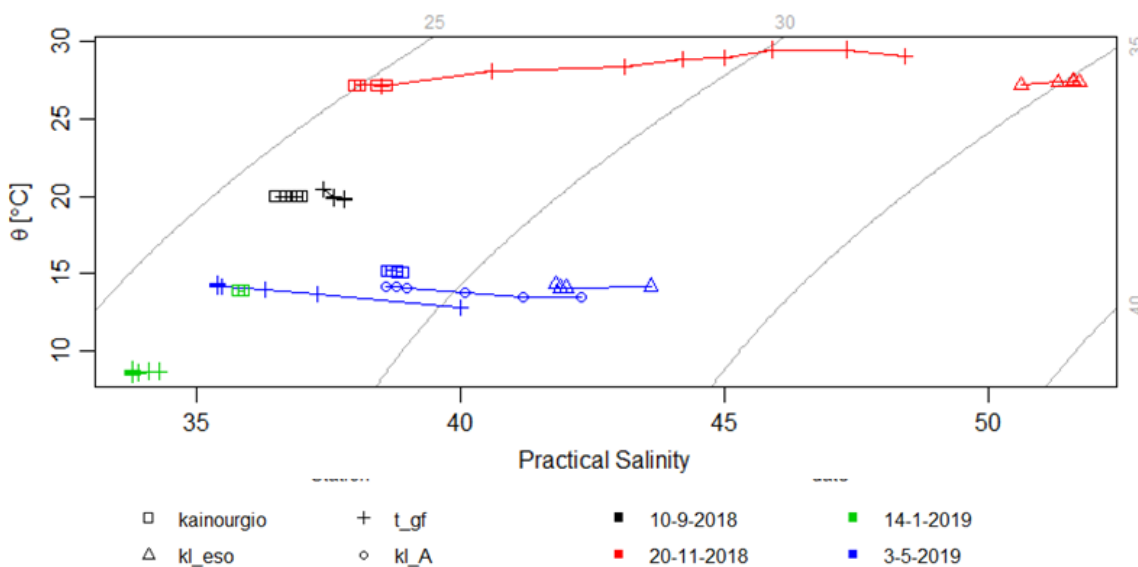
Η περιοχή διαχείμασης (θέση tento) διακρίνεται από την κατακόρυφη μεταβολή της αλατότητας ως αποτέλεσμα της επίδρασης των υδάτων τόσο του στομίου, όσο και του ανατολικού τμήματος της λιμνοθάλασσας.

3.3.2. Διαγράμματα T-S

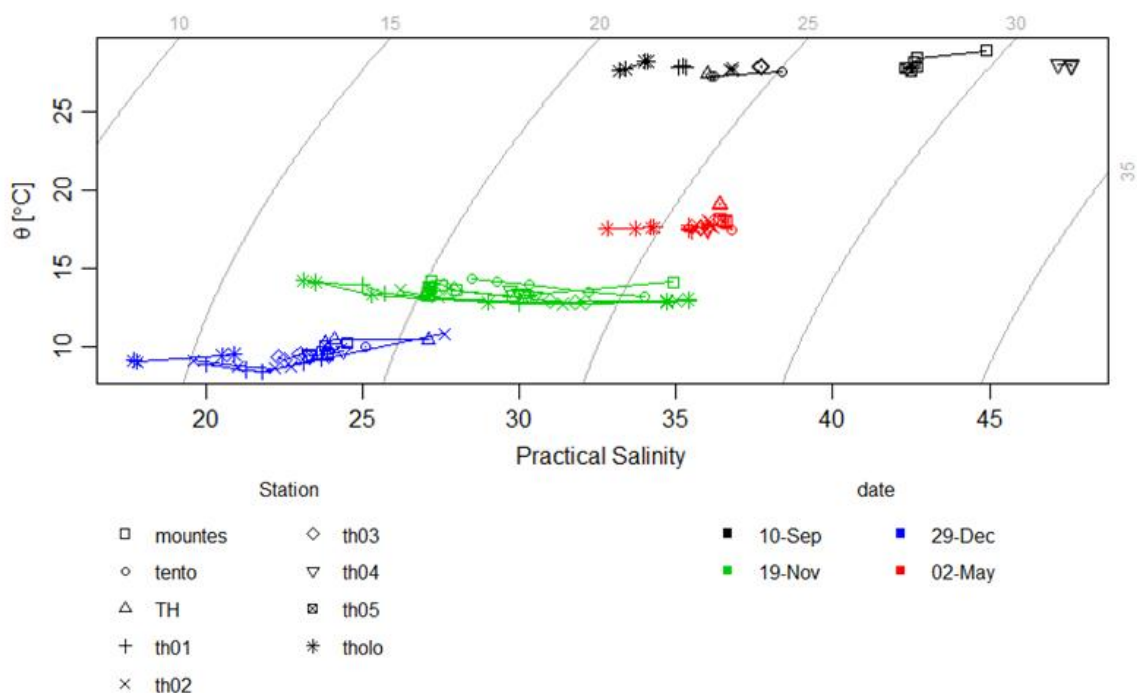
Στις επόμενες εικόνες δίνονται, ανά λιμνοθάλασσα, τα T-S διαγράμματα που προέκυψαν από τις επιτόπιες μετρήσεις. Αναλυτικά TS διαγράμματα ανά σταθμό βρίσκονται στο παράρτημα της εργασίας.



Εικόνα 40 T-S διάγραμμα για την θέση bs στην Κεντρική λιμνοθάλασσα, ανά ημερομηνία επίσκεψης



Εικόνα 41 T-S διάγραμμα για τους σταθμούς στην λιμνοθάλασσα της Κλείσοβας



Εικόνα 42 T-S διάγραμμα για τους σταθμούς στην λιμνοθάλασσα της Θολής

Από τα παραπάνω T-S διαγράμματα προκύπτει για το σύνολο σχεδόν των περιπτώσεων ότι η όποια μεταβολή αλατότητας πραγματοποιείται σταδιακά με το βάθος, χωρίς να διαμορφώνεται καθεστώς ισχυρής στρωμάτωσης. Εξαιρεση αποτελεί η θέση kl_A, όπου αποτυπώνεται η παρουσία δύο διακριτών στρωμάτων (επιφανειακό – βαθύτερο) και αποδίδεται στην παρουσία των υδάτων από τα στόμια στα επιφανειακά στρώματα και υδάτων που προέρχονται από σχεδόν αποκλεισμένες ζώνες στο εσωτερικό της λιμνοθάλασσας στα βαθύτερα στρώματα της στήλης.

Ο μη εντοπισμός μόνιμων στρωματώσεων, παρά την επίδραση των στομιών, των αντλιοστασίων και την παραγωγή ιδιαίτερα αλμυρού νερού σε ζώνες αποκλεισμού, μπορεί να αποδοθεί στην καλή ανάμειξη της υδάτινης στήλης μέσω επίδρασης του ανέμου και του κυματισμού.

3.4. Μέθοδος ημίκλειστων λεκανών

Προκειμένου να υπολογιστούν για τις δύο λιμνοθάλασσες οι ποσότητες υδάτων και αλατιού που ανταλλάσσονται μέσα από τα στόμια επικοινωνίας, οι δύο περιοχές αντιμετωπίστηκαν ως ημίκλειστες λεκάνες. Πραγματοποιήθηκε η παραδοχή ότι ο όγκος των υδάτων και η αλατότητα παραμένουν σταθεροί.

Στην παρούσα εργασία εφαρμόστηκε η μεθοδολογία ημίκλειστων λεκανών (Ζερβάκης, 2016) για τον υπολογισμό των ποσοτήτων ύδατος και αλατιού που ανταλλάσσονται ανάμεσα στις δύο λιμνοθάλασσες και τα γειτονικά θαλάσσια περιβάλλοντα. Χρησιμοποιήθηκαν δύο περίοδοι, η ξηρή (Απρίλιος – Σεπτέμβριος) και η υγρή (Οκτώβριος – Μάρτιος).

Για την εφαρμογή της μεθόδου χρησιμοποιήθηκε η αλατότητα του Πατραϊκού ως ωκεάνια παροχή. Ο Πατραϊκός κόλπος παρουσιάζει μια κατακόρυφη στρωμάτωση κατά τη θερινή περίοδο και η υδάτινη στήλη του διακρίνεται σε δύο στρώματα: i) ένα επιφανειακό πάχους 15 m, θερμοκρασίας 25 °C και αλατότητας 38,3 ‰ ii) ένα υποεπιφανειακό που εκτείνεται μέχρι τον πυθμένα, θερμοκρασίας 13,8 °C και αλατότητας 38,5 ‰. Κατά το χειμώνα η υδάτινη στήλη ομογενοποιείται μέχρι τον πυθμένα (θερμοκρασία 12,6 °C και αλατότητα 38,5 ‰) λόγω της επίδρασης των ανέμων που πνέουν στην περιοχή από ανατολικές και δυτικές νοτιοδυτικές διευθύνσεις (Παπαηλιού, 1982).

Οι βασικοί τύποι διατήρησης μάζας νερού και αλατιού τροποποιήθηκαν ώστε να συνυπολογιστούν οι ποσότητες υδάτων που αντλούνται από τις αλυκές. Έτσι προέκυψαν:

$$\text{Για τη διατήρηση μάζας νερού} \quad Q_{in} - Q_{out} = E + SW - (P + R)$$

$$\text{Για τη διατήρηση μάζας αλατιού} \quad \rho_1 \cdot Q_{in} \cdot S_1 = \rho_2 \cdot Q_{out} \cdot S_2 + \rho_2 \cdot SW \cdot S_2,$$

Όπου Q_{in} και Q_{out} οι εισερχόμενες και εξερχόμενες ροές νερού στις λεκάνες, E, P και R η εξάτμιση, η βροχόπτωση και οι εισροές γλυκών υδάτων, SW οι αντλούμενες ποσότητες νερού από την λεκάνη και ρ_1 , ρ_2 , S_1 και S_2 η πυκνότητα του νερού και η αλατότητα για το θαλάσσιο περιβάλλον και την λεκάνη αντίστοιχα. Οι πυκνότητες ρ_1 και ρ_2 θεωρούνται πρακτικά ίσες.

Όσον αφορά στους χρόνους παραμονής του νερού και του αλατιού στις λιμνοθάλασσες χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω τύποι:

$$\text{Χρόνος παραμονής του νερού στην λεκάνη:} \quad t_w = \frac{V}{Q_{in} + P + R}$$

$$\text{Χρόνος παραμονής του αλατιού στην λεκάνη:} \quad t_{sal} = \frac{\rho_2 \cdot S_2 \cdot V}{\rho_1 \cdot S_1 \cdot Q_{in}}$$

Επιπλέον υπολογίστηκαν ανά περίοδο και λιμνοθάλασσα το ισοζύγιο ανταλλαγής νερού Q_r ως η διαφορά των εισερχόμενων υδάτων από το στόμιο μείον των εξερχόμενων και η ποσότητα αλατιού που προστίθεται ή αφαιρείται ως το γινόμενο του Q_r επί την αντίστοιχη αλατότητα.

Για την Θολή χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες τιμές αλατότητας που προέκυψαν από τους σταθμούς th1, th02, th03 και th010, όπου βρίσκονται στο κυρίως τμήμα της λιμνοθάλασσας. Για την ξηρή περίοδο υπολογίστηκε ίση με 35,584 psu και για την υγρή 25,914 psu. Για την εφαρμογή της μεθόδου δεν λήφθηκε υπόψη η επικοινωνία με την κεντρική λιμνοθάλασσα στα ανατολικά, μέσω της περιοχής Μούντες, καθώς οι ιδιαίτερα αυξημένες αλατότητες (44,9 psu) στο εν λόγω τμήμα υποδεικνύουν την ιδιαίτερα ισχνή κυκλοφορία των υδάτων και έτσι η συμβολή των ροών αυτών στα ισοζύγια νερού και αλατιού θεωρήθηκε αμελητέα.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν κατά την εφαρμογή των παραπάνω.

Πίνακας 11 Παράμετροι για την εφαρμογή της μεθόδου ημίκλειστων λεκανών στις λιμνοθάλασσες Θολή και Κλείσοβα

Λιμνοθάλασσα	Περίοδος - ημέρες	V ($10^3 \cdot \text{m}^3$)	P (mm)	E (mm)	R ($10^3 \cdot \text{m}^3$)	SW ($10^3 \cdot \text{m}^3$)	S ₁ (psu)	S ₂ (psu)
Θολή	ξηρή – 183	5.706,114	152,60	1.093,90	15885,165	0,00	38,30	35,58
Θολή	υγρή - 182	5.706,114	703,82	282,46	38147,145	0,00	38,50	25,91
Κλείσοβα	ξηρή – 183	13.590,720	152,60	1.093,90	0,00	8.520,00	38,30	44,05
Κλείσοβα	υγρή - 182	13.590,720	703,82	282,46	0,00	0,00	38,50	31,78

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την εφαρμογή των παραπάνω.

Πίνακας 12 Αποτελέσματα από την εφαρμογή της μεθόδου ημίκλειστων λεκανών στις λιμνοθάλασσες Θολή και Κλείσοβα

Λιμνοθάλασσα	Περίοδος	Q _{in} (m^3/day)	Q _{out} (m^3/day)	Q _r (m^3/day)	S _{ex} ($\text{psu} \cdot \text{m}^3/\text{day}$)	t _w (days)	t _{sal} (days)
Θολή	ξηρή	526.890	567.106	-40.216	-1.431.034	9.18	10.06
Θολή	υγρή	474.731	705.300	-230.569	-5.974.965	7.93	8.09
Κλείσοβα	ξηρή	669.437	535.495	133.941	5.129.951	19.88	23.35
Κλείσοβα	υγρή	185.836	225.167	-39.331	-1.249.746	54.03	60.36

Από τα αποτελέσματα της μεθόδου των ημίκλειστων λεκανών φαίνεται ότι η λιμνοθάλασσα της Θολής διατηρεί χαρακτήρα λεκάνης αραιώσης καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ως αποτέλεσμα της συμβολής της βροχόπτωσης και των ιδιαίτερα σημαντικών απορροών του αντλιοστασίου D2.

Στην περίπτωση της Κλείσοβας φαίνεται να λαμβάνει χαρακτήρα λεκάνης συμπύκνωσης κατά την ξηρή περίοδο, ως αποτέλεσμα της στέρησης εισροών γλυκών υδάτων. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ένταση του χαρακτήρα της λιμνοθάλασσας ως λεκάνη συμπύκνωσης μετριάζεται από την άντληση υδάτων προς την αλυκή και την αναπλήρωσή τους από εισοδο υδάτων ανοιχτής θάλασσας. Την υγρή περίοδο ο χαρακτήρας της αντιστρέφεται και λόγω της βροχόπτωσης και της μειωμένης εξάτμισης μετατρέπεται σε λεκάνη αραιώσης.

Οι χρόνοι παραμονής νερού και αλατιού στην Θολή είναι σημαντικά μικρότεροι από ότι στην Κλείσοβα, ως αποτέλεσμα του μικρότερου όγκου υδάτων. Ιδιαίτερα, στην περίπτωση της Κλείσοβας προκύπτει σημαντική διαφοροποίηση στους χρόνους ανάμεσα στην ξηρή και την υγρή περίοδο, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην επίδραση της άντλησης υδάτων προς την αλυκή.

4. Συμπεράσματα και συζήτηση

Το σύμπλεγμα λιμνοθαλασσών Μεσολογίου – Αιτωλικού στη σύγχρονη μορφή του αποτελεί ένα σημαντικά τροποποιημένο οικοσύστημα, καθώς πλήθος ανθρωπογενών παρεμβάσεων έχουν μεταβάλει τη μορφολογία σε εκτεταμένο βαθμό. Παρά τα όποια προβλήματα έχουν δημιουργήσει οι παραπάνω παρεμβάσεις παραμένει ένας από τους σημαντικότερους υδροβιότοπους της Μεσογείου και ένας τόπος σημαντικής αλιευτικής παραγωγής.

Παρατηρούνται σημαντικές διαφοροποιήσεις των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών τόσο ανάμεσα στις διαφορετικές λιμνοθάλασσες όσο και σε επιμέρους τμήματα της κάθε λιμνοθάλασσας ξεχωριστά. Αυτό προκύπτει καθώς τα χαρακτηριστικά των κλειστών ή ημίκλειστων λιμνοθαλασσών καθορίζονται ως προς το υδάτινο ισοζύγιο από τις μετεωρολογικές παραμέτρους, τον βαθμό επικοινωνίας με την θάλασσα, την λειτουργία αλυκών και την εισροή γλυκών υδάτων είτε φυσικά (χείμαρροι) είτε τεχνητά (αποστραγγιστικά αντλιοστάσια).

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν εικόνες από το δορυφόρο Landsat 8 Level 1 και πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί ώστε να εξαχθούν δεδομένα επιφανειακής θερμοκρασίας νερού για το σύνολο της περιοχής. Τα παραπάνω αποτελέσματα αποκλίνουν από τις σύγχρονες καταγραφές θερμοκρασίας του μόνιμου δικτύου σταθμών, γεγονός που αποδίδεται σε ελλιπή βαθμονόμηση της μεθόδου μετατροπής της μετρούμενης ακτινοβολίας σε θερμοκρασία, όσον αφορά στα ρηχά παράκτια περιβάλλοντα. Παρά ταύτα, θεωρήθηκε ότι εντός της κάθε εικόνας καταγράφονται οι κατά τόπους διαφοροποιήσεις θερμοκρασίας. Η συστηματική και μακροχρόνια καταγραφή των *in situ* θερμοκρασιών καθιστά την περιοχή ιδανική για την μελλοντική εξέλιξη της μεθόδου μετατροπής, βαθμονόμησης και αξιολόγησης των δορυφορικών καταγραφών.

Οι δορυφορικές απεικονίσεις θερμοκρασίας κατέγραψαν την θερμοκρασιακή διαφοροποίηση του συμπλέγματος από την γύρω θαλάσσια περιοχή κατά την θερινή και τη χειμερινή περίοδο και την ομοιογένεια κατά την εαρινή. Το θερμοκρασιακό καθεστώς των λιμνοθαλασσών αποτελεί μία από τις κινητήριες παραμέτρους για την μεταναστευτική κίνηση των ψαριών από και προς την λιμνοθάλασσα, με μετακινήσεις προς αυτήν κατά την άνοιξη και προς την θάλασσα τους θερμούς και τους ψυχρούς μήνες.

Επιπλέον, στις χειμερινές και θερινές εικόνες οι πλέον ακραίες τιμές αποτυπώνονται σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από μεγάλη απόσταση από τα στόμια και μέτωπα επικοινωνίας των λιμνοθαλασσών ή από καθεστώς περιορισμένης επικοινωνίας (ζώνες αποκλεισμού).

Παρά τις ζώνες αποκλεισμού που εντοπίστηκαν και στις δύο λιμνοθάλασσες δεν εντοπίστηκε μόνιμη στρωμάτωση στην υδάτινη στήλη, γεγονός που αποδίδεται στην ισχυρή επίδραση του κυματισμού και του ανέμου στην ανάμιξη.

Από την ανάλυση στο σύνολο των καταγραφών θερμοκρασίας από το δίκτυο σταθμών, προέκυψε χρονική ομοιογένεια. Αυτό προκύπτει καθώς στα ρηχά υδάτινα συστήματα οι μετεωρολογικές συνθήκες επιδρούν σημαντικά στην διαμόρφωση του καθεστώτος θερμοκρασίας. Δεν προέκυψαν όμως σταθερές ομαδοποιήσεις

ανάμεσα στους σταθμούς της κάθε λιμνοθάλασσας. Αυτό αναδεικνύει τις σημαντικές διαφοροποιήσεις ανάμεσα στα διάφορα τμήματα των λιμνοθαλασσών.

Κατά τις ιδιαίτερα ψυχρές ημέρες του χειμώνα του 2019 καταγράφηκαν στην λιμνοθάλασσα της Θολής θερμοκρασίες νερού στα όρια ή και εκτός των ορίων ανοχής για κάποια από τα σημαντικά εμπορικά είδη αλιευμάτων. Φάνηκε να υπάρχει σχέση ανάμεσα στην μη διατήρηση ασφαλών θερμοκρασιών και την κακή υδραυλική κυκλοφορία (μειωμένη επίδραση θαλάσσιων υδάτων).

Η ύπαρξη φραγμών, δρόμων και αναχωμάτων στα εσωτερικά τμήματα των λιμνοθαλασσών διαμορφώνει ζώνες αποκλεισμού, εκθέτοντας μεταξύ των άλλων τις περιοχές αυτές σε καθεστώς ακραίων θερμοκρασιών, που μπορεί να προκαλέσουν μαζικούς θανάτους της ιχθυοπανίδας. Τέτοιες περιπτώσεις έχουν σημαντικό αντίκρυσμα τόσο στην οικολογική κατάσταση της περιοχής, όσο και απώλεια εισοδήματος στους αλιείς (συνεταιρισμούς και ελεύθερους αλιείς) που δραστηριοποιούνται εντός των λιμνοθαλασσών.

Η τάφρος διαχείμασης της Κλείσοβας παρείχε καθεστώς ασφαλών θερμοκρασιών, ενώ στον χώρο διαχείμασης στην Θολή καταγράφηκαν θερμοκρασίες εκτός των ορίων ανοχής. Η αστοχία του χώρου αυτού αναδεικνύει την ανάγκη παρεμβάσεων βελτίωσης της επικοινωνίας του με την θάλασσα προκειμένου να διασφαλιστεί η ασφαλής διατήρηση ιχθυοπληθυσμού. Τέτοιες παρεμβάσεις θα αποδώσουν διπλό όφελος, καθώς η καλύτερη κυκλοφορία των υδάτων αποτελεί καίριο σημείο για το ζήτημα της παρουσίας γεωσμίνης στον ιστό των αλιευμάτων.

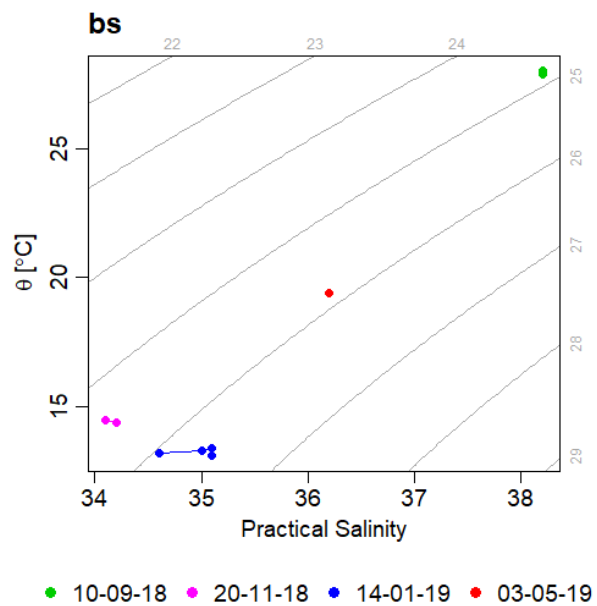
Οι λιμνοθάλασσες Θολή και Κλείσοβα είναι δύο κλειστές λιμνοθάλασσες, όπου έχουν υποστεί σημαντικές και εκτεταμένες παρεμβάσεις (τροποποίηση μετώπου και στομιών, εσωτερικοί δρόμοι και αναχώματα, λειτουργία αντλιοστασίων και τροφοδοσία αλυκών). Στη μεν Θολή εκβάλλει το μεγαλύτερο αποστραγγιστικό αντλιοστάσιο της περιοχής, ενώ η Κλείσοβα λειτουργεί ως τροφοδότης αλυκών και στερείται πλήρως εισροών γλυκών υδάτων. Η μεν Θολή χαρακτηρίζεται ως λεκάνη αραίωσης καθ' όλη τη διάρκεια του έτους με μικρούς χρόνους παραμονής της τάξης των 10 ημερών περίπου, ενώ η Κλείσοβα αλλάζει τρόπο λειτουργίας ανάλογα με την εποχή και χαρακτηρίζεται ως λεκάνη πύκνωσης κατά την ξηρή περίοδο (με χρόνο παραμονής περίπου 20 ημέρες) και λεκάνη αραίωσης κατά την υγρή (με σχεδόν τριπλάσιο χρόνο παραμονής). Ιδιαίτερα στην Κλείσοβα, παύση της άντλησης νερών από τις αλυκές θα οδηγούσε σε εκτεταμένες νεκρές ζώνες υπεράλυμων υδάτων κατά το θέρος.

5. Βιβλιογραφία

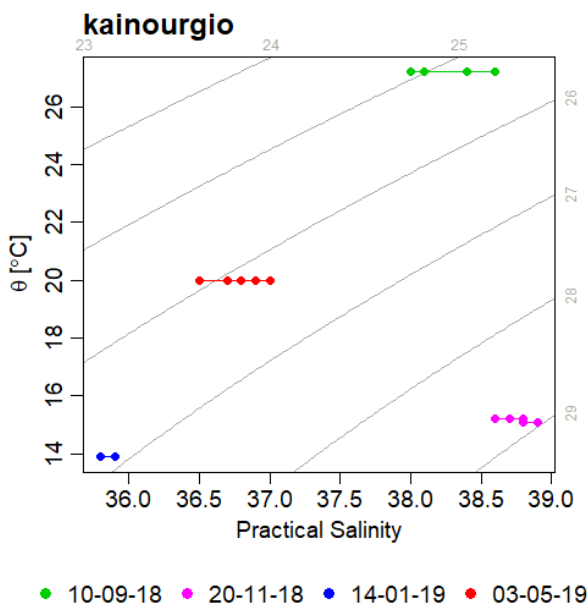
- Adams, A. J. & Ebersole, J. P., 2002. Use of back-reef and lagoon habitats by coral reef fishes. *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 228, pp. 213–226.
- Aliaume, C., Do Chi, T., Viaroli, P. & Zaldívar, J. M., 2007. Coastal lagoons of Southern Europe: recent changes and future scenarios. *Transitional Waters Monographs*, 1: 1-12.
- Brewin, R.J.W., Smale, D.A., Moore, P.J., Dall’Olmo, G., Miller, P.I., Taylor, B.H., Smyth, T.J., Fishwick, J.R. & Yang, M., 2018. Evaluating Operational AVHRR Sea Surface Temperature Data at the Coastline Using Benthic Temperature Loggers. *Remote Sens.* 10, 925.
- Feldheim, K. A., Gruber, S. H. & Ashley M. V., 2002. The breeding biology of lemon sharks at a tropical nursery lagoon. *Proceedings of the Royal Society, Biological Science* 269, pp. 1655- 1661.
- Franco, A., Fiorin, R., Zucchetta, M., Torricelli, P. & Franzoi P., 2010. Flounder growth and production as indicators of the nursery value of marsh habitats in a Mediterranean lagoon. *Journal of Sea Research* 64, pp. 457–464.
- Kapetsky, J.M., 1984. Coastal lagoon fishery around the world: some perspectives on fishery yields, and other comparative fishery characteristics. In: Kapetsky J.M. & G. Lasserre, editors. *Management of coastal lagoon fisheries*. Stud. Rev. GFCM/Etud.Rev.CGPM (61). pp. 98-116.
- Kozlov, I., Dailidienė, I., Korosov, A., Klemas, V. & Dabuleviciene, T., 2012). MODIS-based sea surface temperature of the Baltic Sea Curonian Lagoon. *Journal of Marine Systems*. 129.
- Lindholm-Lehto, PC. & Vielma, J., 2019. Controlling of geosmin and 2-methylisoborneol induced off-flavours in recirculating aquaculture system farmed fish—A review. *Aquac Res.* 50: 9– 28.
- Pauly, D. & Yanez-Arancibia, A., 1994. Fisheries in coastal lagoons. *Coastal Lagoon Processes*, 4(4.9), pp. 363-376 .
- Smale, Dan & Wernberg, Thomas., 2009. Satellite-derived SST Data as a Proxy for Water Temperature in Nearshore Benthic Ecology. *ECU Publications*. 387.
- Αλμπανάκης, Κ., Βουβαλίδης, Κ., Κομματά, Π., Σπανού, Σ. & Ψιλοβίκος, Α., 2004. Μορφολογική αποτύπωση του πυθμένα της λιμνοθάλασσας του Μεσολογίου με την χρήση ΓΣΠ και διαστημικών φωτογραφιών. Πρακτικά 10ου Διεθνούς Συνεδρίου της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας. Θεσσαλονίκη, 15-17 Απριλίου 2004. σελ. 950 – 957.
- Ανώνυμος, 2001. Μελέτη οργάνωσης και λειτουργίας αλιευτικής εκμετάλλευσης λιμνοθαλασσών. ΙΧΘΥΚΑ Α.Ε., Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων. Τελική έκθεση έργου.
- Ανώνυμος¹, 2010. Μελέτη Αντιμετώπισης Προβλημάτων Ποιότητας Νερών από τη Λειτουργία των Αντλιοστασίων. Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Αιτωλοακαρνανίας. Τελική έκθεση έργου.

- Ανώνυμος², 2010. Σχέδιο Διαχείρισης, Κανονισμός Διοίκησης και Λειτουργίας Προστατευόμενης Περιοχής «Λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου-Αιτωλικού και Εχινάδων Νήσων». Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Αιτωλοακαρνανίας. Τελική έκθεση έργου.
- Γκούβας, Μ. & Σακελλαρίου, Ν., 2011. Κλίμα και δασική βλάστηση της Ελλάδας. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης. Τεχνική Βιβλιοθήκη, μελέτη υπ' αριθ. 01/2011.
- Δημητρίου, Ε., 2007. Συμβολή στη μελέτη της αύξησης και της ηθολογίας της τσιπούρας (*Sparus aurata*, L.) στο σύμπλεγμα των λιμνοθαλασσών Μεσολογγίου-Αιτωλικού. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Ζερβάκης, Β., 2016. Περιγραφική Φυσική Ωκεανογραφία. Σημειώσεις Μαθήματος. Πανεπιστήμιο Αιγαίου – Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας – ΠΜΣ «Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιων Περιοχών».
- Ηλιοπούλου, Ν., 2013. Τροποποιήσεις των τεχνικών χαρακτηριστικών των ιχθυοπαγίδων και μελέτη των επιπτώσεών τους στην αλιευτική διαχείριση της λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Μπούρος Κ., 2008. Εκτίμηση του Ρυπαντικού Φορτίου στη Λιμνοθάλασσα του Μεσολογγίου– Αιτωλικού, Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Αγρίνιο.
- Παπαηλιού, Δ., 1982. Ωκεανογραφική μελέτη Πατραϊκού κόλπου. Τεχνική Έκθεση ΕΤΒΑ.
- Σπάλα, Κ., 2007. Χρονισμός των αλιευτικών ενεργειών στις παραδοσιακές ιχθυοσυλληπτικές εγκαταστάσεις της λιμνοθάλασσας της Κλείσοβας με τον ημερήσιο παλιρροϊκό κύκλο. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Χώτος, Γ., Βορεινάκης, Θ., Αβραμίδου, Δ., Αυτζής, Σ., Καπίρης, Α., Καλαντζόπουλος, Δ., Καζάρας, Δ., Χατήρας, Δ., Παπαχρήστου, Ε., Κωνσταντόπουλος, Ι., Βλήσμα, Α. & Ανδριοπούλου, Α., 1994. Περιβαλλοντική μελέτη λιμνοθάλασσας Κλείσοβας με μέτρηση επιλεγμένων φυσικοχημικών παραμέτρων. Επιτροπή Ερευνών Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου.
- Ψιλοβίκος Α., Βαβλιάκης Ε., Μπαλαφούτης Χ., & συνεργάτες, 1997. Έρευνα εκτίμησης και διαχείρισης του υδατικού δυναμικού της λεκάνης του κάτω Αχελώου για την ανάπτυξη και την περιβαλλοντική αναβάθμιση του δέλτα των λ/θ του και του συνόλου της περιοχής. Ερευνητικό Πρόγραμμα Α.Π.Θ., Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. - Γεν. Γραμ. Δημ. Έργων - Δ/ση Εγγειοβελτιωτικών Έργων (Δ7) - Τμ. Τεχνικής Υποστήριξης & Υδρολογίας.

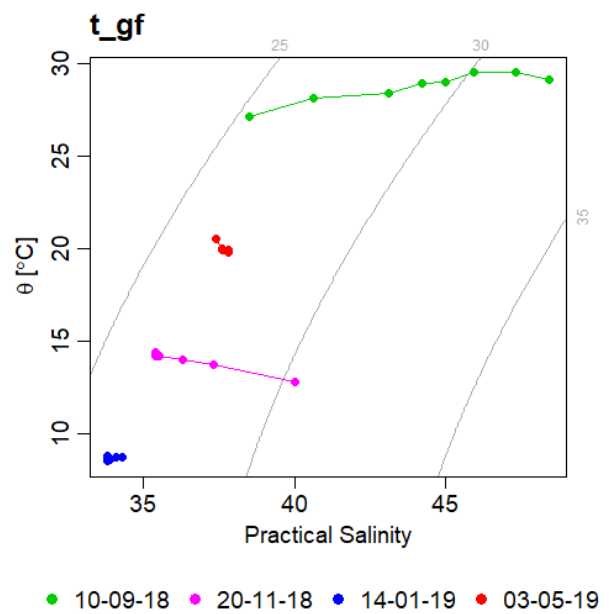
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



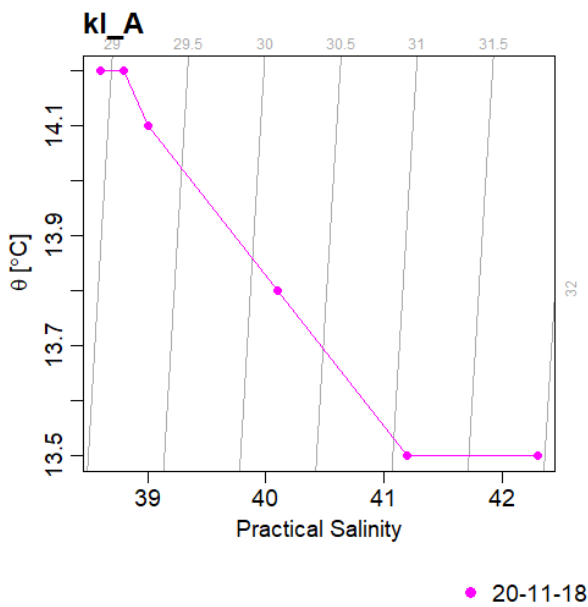
Εικόνα 43 T-S διάγραμμα για την θέση bs ανά ημερομηνία επίσκεψης



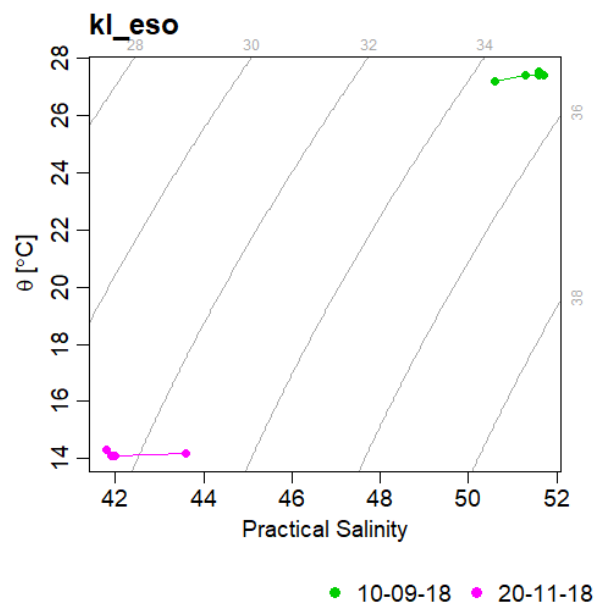
Εικόνα 44 T-S διάγραμμα για την θέση kainourgio (KL) ανά ημερομηνία επίσκεψης



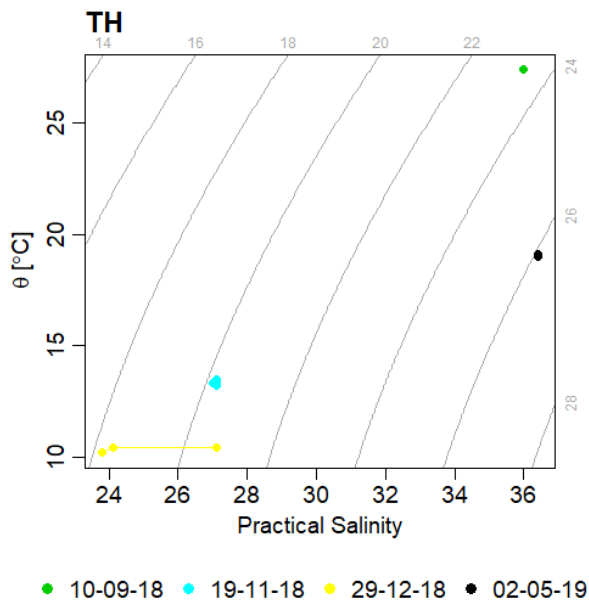
Εικόνα 45 T-S διάγραμμα για την θέση t_gf ανά ημερομηνία επίσκεψης



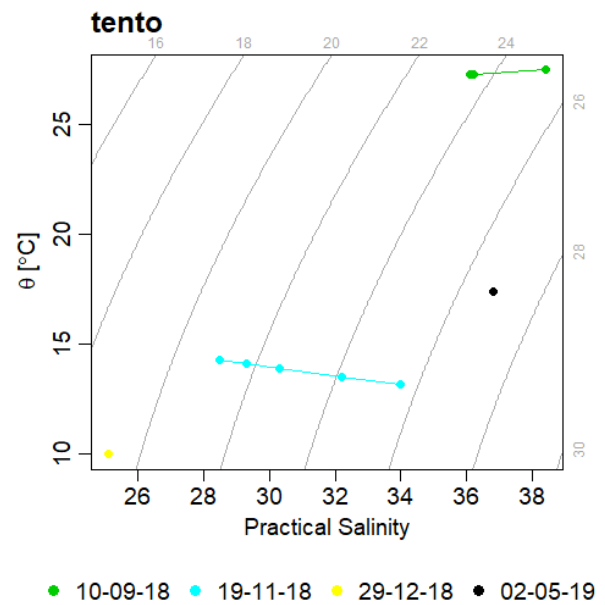
Εικόνα 46 T-S διάγραμμα για την θέση kl_A ανά ημερομηνία επίσκεψης



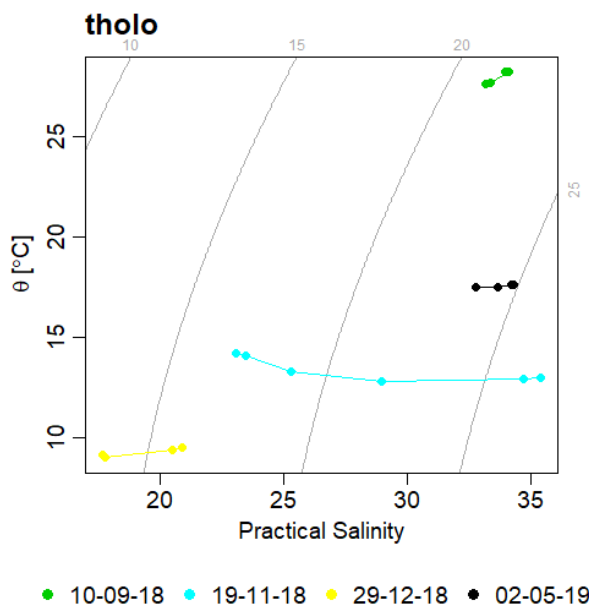
Εικόνα 47 T-S διάγραμμα για την θέση kl_eso ανά ημερομηνία επίσκεψης



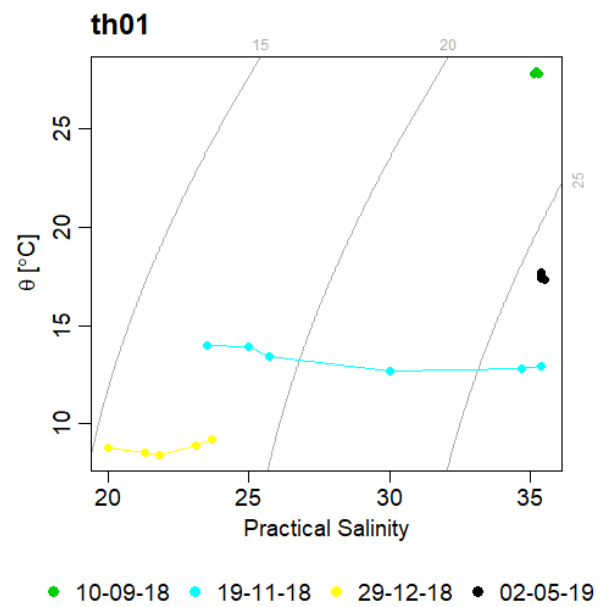
Εικόνα 48 T-S διάγραμμα για την θέση TH ανά ημερομηνία επίσκεψης



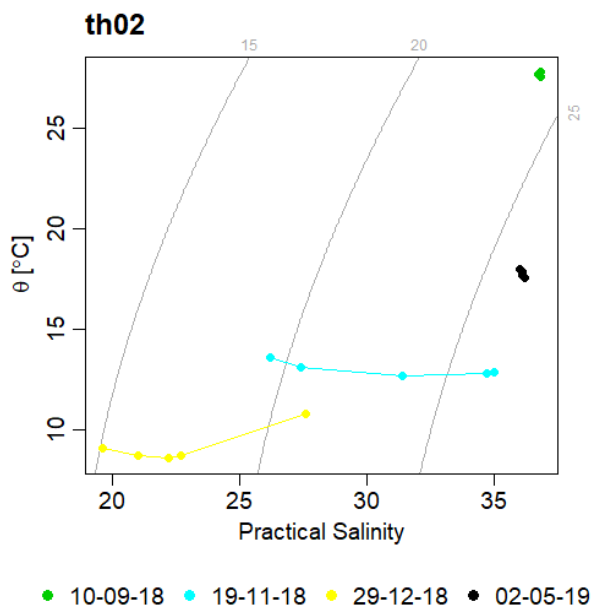
Εικόνα 49 T-S διάγραμμα για την θέση tento ανά ημερομηνία επίσκεψης



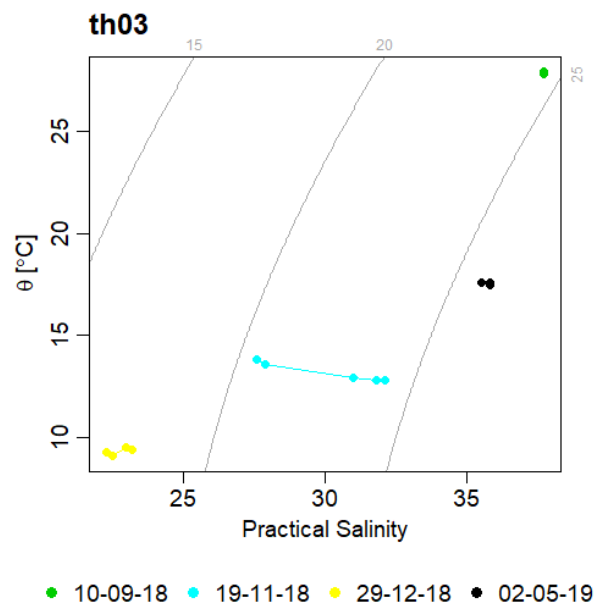
Εικόνα 50 T-S διάγραμμα για την θέση tholo ανά ημερομηνία επίσκεψης



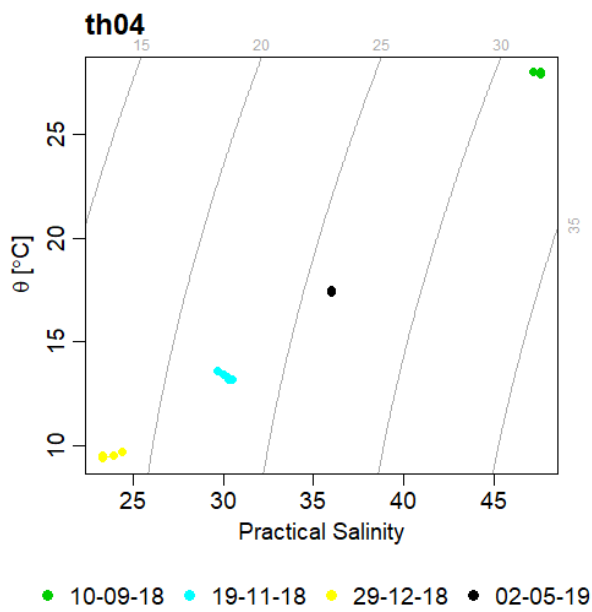
Εικόνα 51 T-S διάγραμμα για την θέση th01 ανά ημερομηνία επίσκεψης



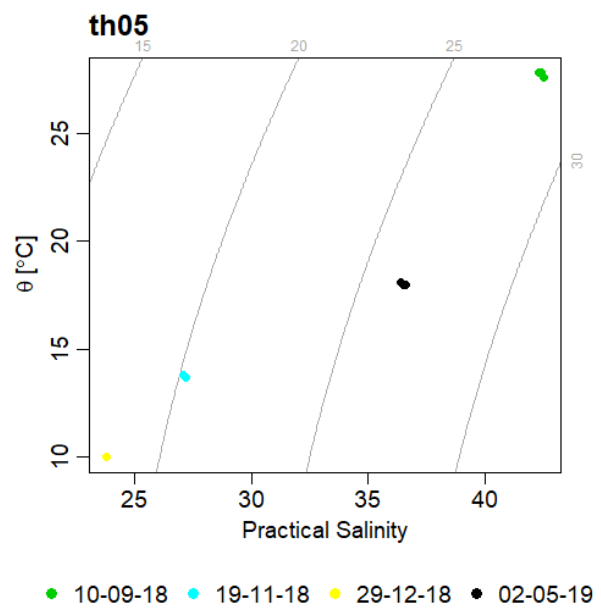
Εικόνα 52 T-S διάγραμμα για την θέση th02 ανά ημερομηνία επίσκεψης



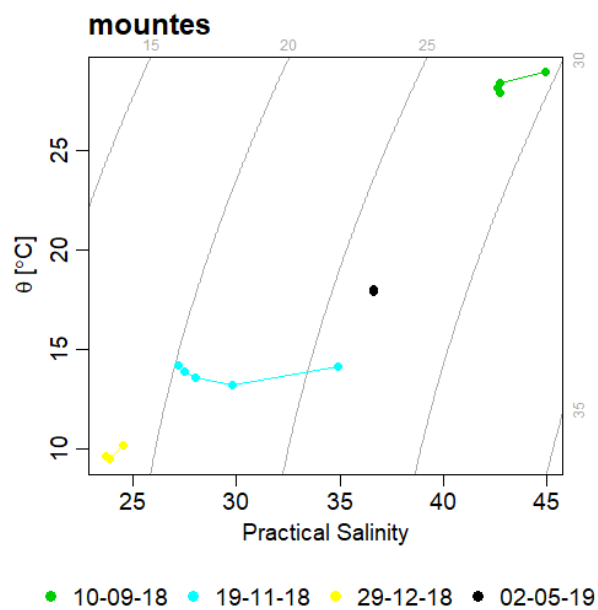
Εικόνα 53 T-S διάγραμμα για την θέση th03 ανά ημερομηνία επίσκεψης



Εικόνα 54 T-S διάγραμμα για την θέση th04 ανά ημερομηνία επίσκεψης



Εικόνα 55 T-S διάγραμμα για την θέση th05 ανά ημερομηνία επίσκεψης



Εικόνα 56 T-S διάγραμμα για την θέση mountes ανά ημερομηνία επίσκεψης