

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΟΥ ΠΥΘΜΕΝΑ ΤΗΣ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑΣ ΤΟΥ ΜΕΣΟΛΛΟΓΓΙΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΓΣΠ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΩΝ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

Αλμπανάκης Κ.¹, Βουβαλίδης Κ.¹, Κορματά Π.¹, Σπανού Σ.¹ και Ψιλοβίκος Αρ.²

¹ Τομέας Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ. 546 21
Θεσσαλονίκη, albanaki@geo.auth.gr, vouval@geo.auth.gr

² Τμήμα Γεωπονίας, Ζωικής Παραγωγής και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η λιμνοθάλασσα του Μεσολογγίου αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους υδροβιότοπους της Ελλάδας με εξαιρετικά μεγάλη οικολογική σημασία. Από γεωμορφολογική άποψη η παράκτια αβαθής ζώνη της λιμνοθάλασσας αποτελεί την μεσοδελταϊκή περιοχή μεταξύ δύο μεγάλων ποταμών της Δυτικής Ελλάδας. Του Αχελώου στα δυτικά και του Ευήνου στα ανατολικά. Η τροφοδοσία της σε υλικά γίνεται τόσο από την πλευρά της θάλασσας, εξαιτίας της κυματικής δράσης, με την διευθέτηση των φερτών υλών των ποταμών, όσο και εσωτερικά από ένα δίκτυο μικρών χειμάρρων που εκβάλουν σ' αυτή. Τα πολύ μικρά βάθη της που συνεχώς μεταβάλλονται, καθώς και οι έντονες ανθρωπογενείς επεμβάσεις σ' αυτήν, δημιούργησαν την ανάγκη μιας νέας μορφολογικής αποτύπωσης της λιμνοθάλασσας. Η αποτύπωση αυτή συμπληρώνει ή ακόμα και διορθώνει την προϋπάρχουσα αποτύπωση της Γ.Υ.Σ. Αντικειμενικές δυσκολίες όπως η ύπαρξη μικρών βαθών και η αδυναμία πρόσβασης με πλωτό μέσο σε πολλά σημεία της, εξαιτίας της οριοθέτησης ελεγχόμενων περιοχών αλιείας (διβάρια), καθιστούν εξαιρετικά δύσκολη την αποτύπωση της μορφολογίας της με επί τόπου μετρήσεις.

Έτσι για την μορφολογική αποτύπωσή της χρησιμοποιήθηκε μια δορυφορική φωτογραφία που διατίθεται δωρεάν στο διαδίκτυο από την NASA, η οποία αφού διορθώθηκε γεωμετρικά, επεξεργάστηκε φασματικά. Οι χρωματικοί τόνοι συγκεκριμένων θέσεων με γνωστό βάθος, οδήγησαν στη χρωματική ταξινόμηση όλων των εικονοστοιχείων της εικόνας με αποτέλεσμα την δημιουργία φασματικών ενοτήτων. Κάθε μία από αυτές αντιστοιχεί σε περιοχές με συγκεκριμένο εύρος διακύμανσης του βάθους τους. Με το τρόπο αυτό επιτεύχθηκε η μορφολογική ταξινόμηση του πυθμένα της λιμνοθάλασσας, παράλληλα όμως αποτυπώθηκαν και όλες οι νέες ανθρωπογενείς επεμβάσεις (νέα αναχώματα, εκβαθύνσεις κλπ) από μία σχετικά πρόσφατη φωτογραφία. Η λεπτομερής αυτή μορφολογική ταξινόμηση των βαθών του πυθμένα της λιμνοθάλασσας οδήγησε επίσης στον προσδιορισμό των ρυθμών ανανέωσης του νερού της για γνωστές παλιρροιακές και μετεωρολογικές μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου είναι η μεγαλύτερη αβαθής λιμνοθάλασσα της Ελλάδας και αποτελεί έναν υδροβιότοπο σημαντικής σπουδαιότητας και διεθνούς ενδιαφέροντος. Για τον λόγο αυτό έχει υπαχθεί στις προστατευόμενες από την σύμβαση του Ραμσάρ περιοχές. Η λιμνοθάλασσα πριν από 30 περίπου χρόνια, προτού υπαχθεί στις προστατευόμενες περιοχές, υπέστη μια σειρά από σημαντικές ανθρωπογενείς επεμβάσεις, που μετέβαλαν τα φυσικά της χαρακτηριστικά. Σήμερα, όπως και στο παρελθόν χρησιμοποιείται σαν φυσικό ιχθυοτροφείο και αποτελεί, μετά την γεωργία, το σημαντικότερο παράγοντα πρωτογενούς παραγωγής στην περιοχή.

Η εξαιρετικά αβαθής και εκτεταμένη ανάπτυξη της λιμνοθάλασσας διακόπτεται από τους φραγμούς των ιχθυοτροφείων που περιορίζουν τις περιοχές εκτροφής των ψαριών και οριοθετούν τις ζώνες επιρροής μεταξύ των διαφόρων αλιευτικών συνεταιρισμών. Η κατάσταση αυτή κάνει την χαρτογράφηση με πλωτό μέσο εξαιρετικά δύσκολη έως αδύνατη σε αρκετές θέσεις, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν αξιόπιστοι και ενημερωμένοι χάρτες της λιμνοθάλασσας.

Ο σκοπός της εργασίας είναι διπλός:

1. Να δοκιμαστεί μία τεχνική που να μπορεί να αποτυπώσει πρόσφατες μεταβολές από διαστημικές φωτογραφίες επανδρωμένων πτήσεων της NASA που διατίθενται δωρεάν, με την χρήση κοινών προγραμμάτων ψηφιακής ανάλυσης φωτογραφιών.

2. Να δημιουργηθεί ένας ψηφιακός χάρτης κατανομής των βαθών της λιμνοθάλασσας σε GIS, και να υπολογιστούν οι μεταβολές του όγκου της κατά την πλημμυρίδα και την άμπωτη, στην σύγχρονη μορφή της, με τους περιορισμούς που δημιουργούν τα αναχώματα.

2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

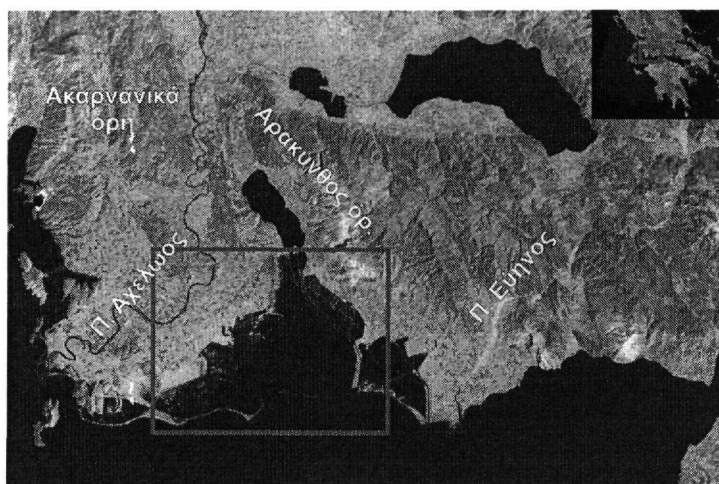
Η λιμνοθάλασσα του Μεσολογίου βρίσκεται στο ΒΔ άκρο του Πατραϊκού κόλπου, έχει σχήμα ισοσκελούς τριγώνου με την βάση του σε διεύθυνση Α-Δ. Καταλαμβάνει μια χαμηλή περιοχή νοτίως των Ακαρνανικών ορέων και του Αράκυνθου, μεταξύ των δελταϊκών προσχώσεων των ποταμών Αχελώου, στα δυτικά και Εύηνου, στα ανατολικά (Σχ. 1).

Πρόκειται για μία αβαθή και πλατιά λιμνοθάλασσα, η οποία προς βορρά, μέσω ενός στενού και ρηχού στομίου, επικοινωνεί με μία άλλη μικρότερη αλλά βαθύτερη λιμνοθάλασσα, αυτή του Αιτωλικού. Προς το νότο οριοθετείται από μια σειρά λουρνησίδες που επιτρέπουν μια περιορισμένη επικοινωνία με τον Πατραϊκό κόλπο.

Η λιμνοθάλασσα έχει δεχθεί σημαντικές ανθρωπογενείς επεμβάσεις με τις οποίες περιορίστηκαν δραστηκά οι ελว์δες περιοχές στην περιφέρειά της με την κατασκευή αναχωμάτων, αποκόπηκαν οι φυσικές απορροές γλυκών νερών και σε αντιστάθμισμα οδηγήθηκαν μέσα στην λιμνοθάλασσα οι απορροές των αποστραγγιστικών καναλιών. Σήμερα η λιμνοθάλασσα είναι αποκλεισμένη από την γύρω χαμηλή χερσαία περιοχή με τεχνητά αναχώματα.

Στην ανατολική πλευρά της λιμνοθάλασσας έχει κατασκευαστεί διάυλος από την πόλη του Μεσολογίου ως την λιμνοθάλασσα του Αιτωλικού. Ο διάυλος αρχικά είχε σχεδιαστεί να έχει βάθος ικανό για να πλέουν μικρά σκάφη, στη συνέχεια όμως προσχώθηκε σημαντικά. Μέσα στο διάυλο δύο αποστραγγιστικά αντλιοστάσια Β1 και Β3 παροχετεύουν γλυκό νερό από αποστραγγίσεις αρδευόμενης γεωργικής γης καθώς επίσης ρίχνονται τα απόβλητα του βιολογικού καθαρισμού του Αιτωλικού.

Τα τελευταία 30 – 40 χρόνια κατασκευάστηκαν τρία φράγματα-ταμιευτήρες νερού στην κοίτη ροής της ορεινής λεκάνης του Αχελώου, συγκεκριμένα στις θέσεις Καστράκι, Κρεμαστά και Στράτος, για τη λειτουργία ομώνυμων υδροηλεκτρικών σταθμών της Δ.Ε.Η. Επίσης το τμήμα της κοίτης Αχελώου στον Πατραϊκό στην θέση Παλαιοπτόταμος έχει αποκοπεί και η μόνη πλέον κοίτη είναι δυτικά του λόφου Κοτσιλάρης στο Ιόνιο.



Σχήμα 1. Η περιοχή μελέτης της λιμνοθάλασσας Μεσολογίου σε ψευδοέγχρωμη δορυφορική εικόνα LANSAT της δεκαετίας του 1990 .(Βλέπε έγχρωμο ψηφιακό αρχείο πρακτικών) για χρήση ως χάρτης (NASA, 2003).

Εξαιτίας αυτών των ανθρωπινων επεμβάσεων έχει περιοριστεί η ποσότητα του νερού αλλά πολύ περισσότερο η ποσότητα των φερτών υλικών που μεταφέρονται στις εκβολές.

Αποτέλεσμα της μειωμένης ποσότητας υλικών, αλλά και η αδρανοποίηση της εκβολής του στον Πατραϊκό είναι η εξασθένηση των λουρονησίδων και η διάβρωσή τους από την κυματική δράση. Σήμερα οι λουρονησίδες διατηρούνται με γιατί ενισχύθηκαν με λιθορριπή και ομοιάζουν περισσότερο με τεχνητά αναχώματα.

3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η εξαγωγή βυθομετρικών δεδομένων με την χρήση αεροφωτογραφιών και δορυφορικών εικόνων αποτελεί μια μεθοδολογία που έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλές περιπτώσεις (Cracknell & Ibrahim 1988, Roberts & Anderson. 1999, Tripathi & Rao 2002). Όσο το βάθος του πυθμένα μεγαλώνει τόσο η ανακλώμενη από τον πυθμένα ακτινοβολία μειώνεται. Η απουσία αιωρούμενων υλικών και η υψηλή ανακλαστικότητα των υλικών του πυθμένα (Yoshino & Yoshitani 1988) αποτελούν σημαντικές προϋποθέσεις για τον ακριβή προσδιορισμό βαθών με μεθόδους τηλεπισκόπησης. Σύμφωνα με τον Campbell (1996) η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να καταγράψει χαρακτηριστικά κάτω από το νερό μέχρι το βάθος των 20 μέτρων περίπου για διαυγή νερά. Αυτό το βάθος 'διδέσσης' ελαττώνεται σημαντικά στην περίπτωση ύπαρξης αιωρούμενου φορτίου και είναι συνάρτηση τόσο της φασματικής ζώνης, όσο και των χαρακτηριστικών των αιωρούμενων σωματιδίων (Albanakis 1985, 1990).

Στην περίπτωση της περιοχής μελέτης μας, η λιμνοθάλασσα του Μεσολογίου έχει μικρά βάθη (έως 2 m), ο πυθμένας της αποτελείται από ποτάμιες άμμους που διευθετήθηκαν με την παράκτια κυματική δράση και η προσφορά αιωρούμενων υλικών από τους πλευρικούς χείμαρρους έχει περιοριστεί στο ελάχιστο, εξαιτίας τις διευθέτησής τους και της παρουσίας περιμετρικών αναχωμάτων. Αποτελεί λοιπόν από πλευράς μεθοδολογίας ιδανική περιοχή για την εξαγωγή βυθομετρικών δεδομένων με την χρήση μεθόδων τηλεπισκόπησης.

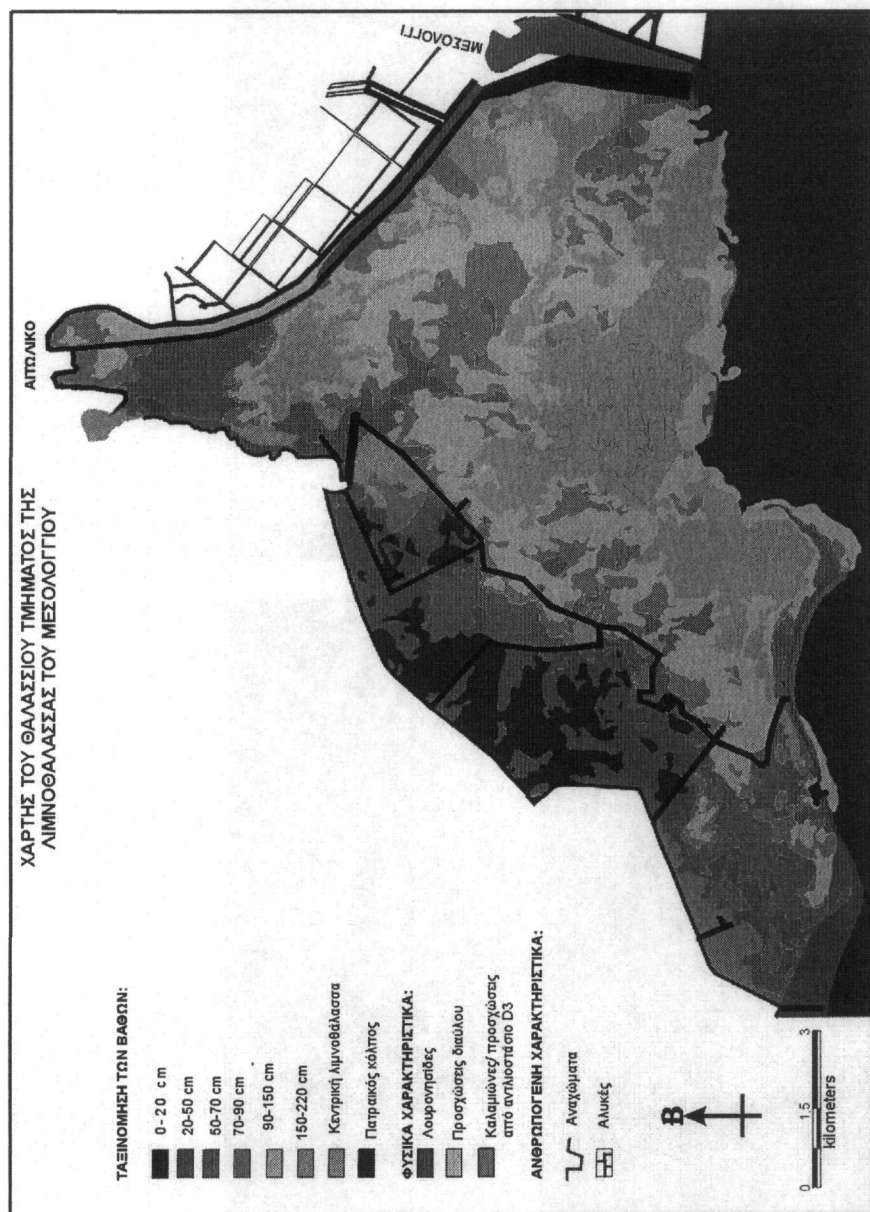
Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε αποτελεί συνδυασμό γνώσεων πεδίου από προηγούμενη ερευνητική δραστηριότητα στην περιοχή (Αλμπανάκης et al., 1995), από πληροφορίες από το σύστημα REMOS συνεχούς παρακολούθησης της λιμνοθάλασσας (Ψιλοβίκος et al., 2000) και μίας πρόσφατης διαστημικής φωτογραφίας (με συμβατική φωτογραφική μηχανή από επανδρωμένες πτήσεις της NASA) που απεικονίζει την λιμνοθάλασσα.

Η ψηφιακή διαστημική φωτογραφία η οποία διατίθεται δωρεάν από τον δικτυακό τόπο της NASA, έχει χαρακτηριστικά STS104-710-72_3 και ημερομηνία 23/07/2001. Η μορφή του αρχείου που διατίθεται είναι JPEG. Η ψηφιακή αυτή φωτογραφία επεξεργάστηκε και διορθώθηκε γεωμετρικά με το λογισμικό επεξεργασίας φωτογραφιών Photoshop. Η επεξεργασία έγινε ως εξής: Κατ' αρχήν αποκόπηκε από την συνολική δορυφορική φωτογραφία το τμήμα που περιείχε μόνο την περιοχή μελέτης. Στην συνέχεια εισήχθησαν δύο επίπεδα στο Photoshop όπου το ένα ήταν η δορυφορική φωτογραφία και το άλλο ένας ψηφιοποιημένος από σαρωτή (scanner) χάρτης 1:50000 της ΓΥΣ. Το επίπεδο της δορυφορικής εικόνας μετατράπηκε σε ημιδιαφανές έτσι ώστε να φαίνεται από κάτω σαν υπόβαθρο ο τοπογραφικός χάρτης. Η περιοχή έχει αρκετά σταθερά γραμμικά χαρακτηριστικά που επιτρέπουν την χειροκίνητη παραμόρφωση της δορυφορικής φωτογραφίαςώσπου να συμπίσει με τον χάρτη. Στην φάση αυτή έχει επιτευχθεί γεωμετρική διόρθωση, η οποία όμως δεν έχει σχέση με την ειρσισημονική προσέγγιση της γεωμετρικής διόρθωσης των ψηφιακών δορυφορικών εικόνων και αυτό γιατί το πρωτογενές υλικό είναι φιλμ και όχι σαρωτής. Η διορθωμένη φωτογραφία εξάγεται σαν ανεξάρτητο αρχείο χωρίς ημιδιαφανή χαρακτηριστικά για περαιτέρω χρωματική επεξεργασία. Στην συνέχεια σκιάστηκε η ξηρά με χειροκίνητο τρόπο γιατί δεν διατίθεται υπέρυθρο στις φωτογραφίες αυτές. Σε περιοχές με γνωστά βάθη επιλέχθηκε ένα ρίxel και με το εργαλείο "Replace Color" βρέθηκαν τα συγγενή του χρώματα σε όλη την εικόνα, τα οποία και αποτελούν μια χρωματική ενότητα. Σε όλη τη χρωματική ενότητα αντικαταστάθηκε το χρώμα της με χρώμα της επιλογής μας, ώστε να ξεχωρίζει για να μπορεί να χαρτογραφηθεί (Σχ. 2). Η διαδικασία μοιάζει με την "επιβλεπόμενη ταξινόμηση" (supervised classification) στα πακέτα ανάλυσης δορυφορικών εικόνων. Τελικά από την επεξεργασία της φωτογραφίας δημιουργήθηκε μια εικόνα με διάφορα συγκεκριμένα χρώματα-κώδικες βαθών (τάξεις). Η διορθωμένη γεωμετρικά και κωδικοποιημένη χρωματικά φωτογραφία εισήχθηκε στο λογισμικό Mapinfo 6.0 και ταυτοποιήθηκε γεωγραφικά (georegerence) χρησιμοποιώντας συντεταγμένες Γ.Μ. και Γ.Π. σε αναγνωρίσιμα σημεία.

Στην συνέχεια αποτέλεσε το χαρτογραφικό υπόβαθρο για την δημιουργία μιας βάσης γεωγραφικών δεδομένων οργανωμένων σε επίπεδα που αφορούν την μορφολογική ταξινόμηση των βαθών και των ανθρωπογενών παρεμβάσεων.



Σχήμα 2. Αριστερά, η διορθωμένη γεωμετρικά δορυφορική φωτογραφία και δεξιά, η ίδια φωτογραφία όπου pixels γνωστό βάθος νερού σε συγκεκριμένες θέσεις ταξινομήθηκαν με ενιαίο χρωματικό τόνο με άλλα pixels τα οποία είχαν συγγενή απόχρωση στην αρχική φωτογραφία. (Βλέπε έγχρωμο ψηφιακό αρχείο πρακτικών).



Σχήμα 3. Χάρτης του θαλάσσιου τμήματος της Λιμνοθάλασσας Μεσολογίου με ταξινόμηση των βαθών και απεικόνιση φυσικών ανθρωπογενών χαρακτηριστικών της λιμνοθάλασσας. (Βλέπε έγχρωμο ψηφιακό αρχείο πρακτικών).

Η λεπτομερής αυτή μορφολογική αποτύπωση του πυθμένα της λιμνοθάλασσας στο λογισμικό ΓΣΠ (GIS) οδήγησε στον υπολογισμό αριθμητικών στοιχείων, όπως η ταξινόμηση των βαθών ανά επιφάνεια, ο υπολογισμός του όγκου του νερού της Λ/Θ αλλά και ο υπολογισμός του όγκου για διάφορα επίπεδα της στάθμης της θάλασσας εξαιτίας της παλίρροιας και των μετεωρολογικών μεταβολών.

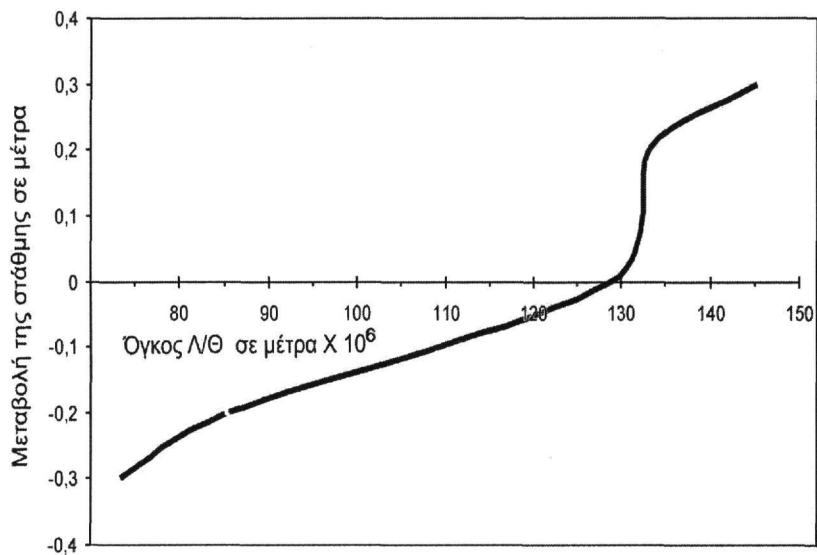
4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της εργασίας είναι ο χάρτης (Σχ. 3) του θαλάσσιου τμήματος της λιμνοθάλασσας, όπου φαίνονται τα φυσικά μορφολογικά χαρακτηριστικά, οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις με τα αναχώματα και τα βάθη ταξινομημένα με χρωματικούς κώδικες.

Στον Πίνακα 1 φαίνεται ο όγκος της λιμνοθάλασσας και η απόλυτη και ποσοστιαία μεταβολή του για άνοδο και πτώση της στάθμης της θάλασσας. Η γραφική παράσταση της μεταβολής της στάθμης και του όγκου φαίνονται στο σχήμα 4.

Πίνακας 1. Συνολικός όγκος και μεταβολές του όγκου της λιμνοθάλασσας για άνοδο και πτώση της στάθμης της θάλασσας κατά 20 και 30 εκατοστά.		
Όγκος για άνοδο στάθμης 0.3m	$V_{+0,3} (m^3)$	145187175
Όγκος για άνοδο στάθμης 0.2m	$V_{+0,2} (m^3)$	133212975
	Συνολικός όγκος $V_0 (m^3)$	128680950
Όγκος για πτώση στάθμης 0.2m	$V_{-0,2} (m^3)$	85316175
Όγκος για πτώση στάθμης 0.3m	$V_{-0,3} (m^3)$	73341975

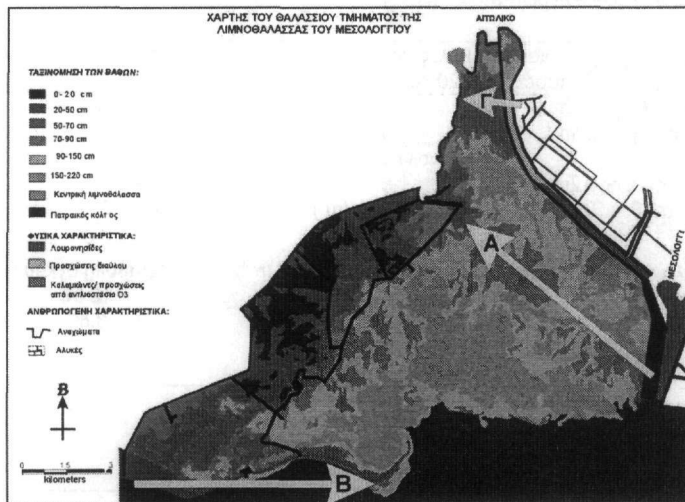
Μεταβολή στάθμης	Μεταβολή όγκου, $\Delta V (m^3)$	Μεταβολή όγκου %
0.3	16506225	12.82
0.2	4532025	3.52
-0.2	43364775	33.7
-0.3	55338975	43



Σχήμα 4. Γραφική αναπαράσταση της καμπύλης μεταβολής στάθμης – όγκου της λιμνοθάλασσας.

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του πυθμένα μπορούμε να διακρίνουμε τρεις αβαθείς ζώνες (Σχ. 5) οι οποίες σήμερα είναι ανενεργές και διέρχονται από επάνω τους αναχώματα: Α) Η πρώτη αρχίζει από το ΝΑ άκρο της λιμνοθάλασσας και με διεύθυνση ΒΔ διασχίζει το κέντρο της λιμνοθάλασσας. Φαίνεται να είναι υπολειμματική μορφή κυματογενούς παράκτιας δελταϊκής στερεομεταφοράς από την εκβολή του Εύηνου πριν τον περιορισμό της λιμνοθάλασσας από νότο με τις λουρνησιδές οι οποίες περιορίζουν την κυματική δράση. Β) Η δεύτερη ξεκινά από το ΝΔ άκρο με διεύθυνση προς Α, δημιουργεί τις σημερινές λουρνησιδές και οριοθετεί την λιμνοθάλασσα από Ν. Οφείλεται στην εκβολή του Αχελώου όταν αυτός εξέβαλλε στην θέση Παλαιοπόταμος και Γ) Μια τρίτη στα Β της λιμνοθάλασσας στην είσοδο του δίαυλου του Αιτωλικού που οφείλεται σε εκβολή τοπικού πλευρικού χειμάρρου και περιορίζει την διατομή επικοινωνίας της Ν/Θ Μεσολογίου με την Ν/Θ Αιτωλικού. Ο όγκος της Ν/Θ είναι $128,681 \times 10^6 \text{ m}^3$. Αυξάνεται κατά 3,52 % για αύξηση της στάθμης κατά 20cm, αλλά ελαττώνεται κατά 33,70 % για ελάττωση της στάθμης κατά 20cm.



Σχήμα 5. Οι θέσεις των τριών αβαθών ζωνών που διασχίζουν την Ν/Θ του Μεσολογίου.

Αυτό συμβαίνει γιατί η Ν/Θ έχει περιοριστεί με αναχώματα και η αύξηση της στάθμης δεν συνεπάγεται και αύξηση της επιφάνειας. Αντίθετα στην πώση της στάθμης της θάλασσας αποκαλύπτονται περιοχές του πυθμένα και ελαττώνεται η επιφάνεια της Ν/Θ. Από αυτό μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο ημερήσιος ρυθμός ανανέωσης της Ν/Θ εξαιτίας της παλίρροιας είναι κατά πολύ μεγαλύτερος κατά την διάρκεια βαρομετρικών υψηλών που κρατούν χαμηλά την μέση ημερήσια στάθμη παρά κατά την διάρκεια βαρομετρικών χαμηλών και νότιων ανέμων. Το διαδοχικό πέρασμα βαρομετρικών μεταβολών (+/- 20cm) ανανεώνει το 50% περίπου του νερού της Ν/Θ. Το νούμερο αυτό θα ήταν πολύ μεγαλύτερο αν δεν είχαν γίνει τα αναχώματα.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Αλμπανάκης, Κ., Ψιλοβίκος, Α., Βουβαλίδης, Κ., Παλικαρίδης, Χ., 1995. Η ευξεινική λεκάνη του Αιτωλικού σε σχέση με τη λιμνοθάλασσα του Μεσολογίου. Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου, Αθήνα, 12-14 Οκτωβρίου. 27-41.
- Αλμπανάκης Κ., Ψιλοβίκος Α., 2000, Διακυμάνσεις της αλατότητας στην λιμνοθάλασσα της Θολής, Μεσολογίου. 6^ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας, Χίος, Μάιος
- ΓΥΣ. Χάρτης κλίμακας 1:50.000 Φύλλο Μεσολογίων
- ΓΥΣ. Χάρτης κλίμακας 1:50.000 Φύλλο Εχινάδες
- Ψιλοβίκος Α., Αλμπανάκης Κ., Κοσματόπουλος Κ., Σουβατζόγλου Γ. & Νεοφώτιστος Π., 2000. Διαχείριση λειτουργίας σταθμών μέτρησης περιβαλλοντικών παραμέτρων στην περιοχή της λιμνοθάλασσας Μεσολογίου – Αιτωλικού. Πρακτικά 9^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων. Μεσολόγγι 20-23 Ιανουαρ. 201-204

- Albanakis, K., 1985, *Monitoring of Suspended Sediment Concentration using Optical Methods and Remote Sensing*. Ph.D. Thesis, University of Nottingham, U.K.
- Albanakis, K., 1990, *Testing of a model for the simulation of the volume reflectance of water due to suspended sediment under controlled conditions, for various sediment types*. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 11, no. 9, 1533-1547.
- Campbell, J. B., 1996, *Introduction to Remote Sensing*, 2nd edn (New York: The Guilford Press).
- Cracknell, A. P., and Ibrahim, M., 1988, Bathymetry studies on the coastal waters (Red Sea) of Jeddah, Saudi Arabia, using shuttle MOMS-01 data. *International Journal of Remote Sensing*, 9, 1161-1165.
- NASA 2003. zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl
- Roberts, A. C. B., and Anderson, J. M., 1999: Shallow water bathymetry using integrated airborne multi-spectral remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 20, no. 3, 497-510.
- Tripathi, N. K. and Rao, A. M., 2002, Bathymetric mapping in Kakinada Bay, India, using IRS-1D LISS-III data. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 23, no. 6, 1013-1025.
- Yoshino, F., and Yoshitani, J., 1988, Water depth estimation based on attenuation and bottom reflectance. *Proceedings of the Ninth Asian Conference on Remote Sensing, Bangkok, Thailand* (Asian Association of Remote Sensing, University of Tokyo, Japan), pp. F-9-1-F-9-8.

ABSTRACT

MORPHOLOGICAL MAPPING OF THE BOTTOM OF MESOLOGGI LAGOON WITH THE USE OF ASTRONAUT PHOTOGRAPHY AND GIS

Albanakis K.¹, Vouvalidis K.¹, Komata P.¹, Spanou S.¹ and Psilovikos Ar.²

¹ Department of Physical and Environmental Geography, School of Geology, Aristotle University of Thessaloniki, 546 21, Thessaloniki, albanaki@geo.auth.gr, vouval@geo.auth.gr,

² Department of Agriculture, Animal Production and Marine Environment, School of Agricultural Sciences, University of Thessaly, Argonaton & Filellinon 38 221 Volos, psiloviko@apae.uth.gr

Mesologi lagoon is a large and shallow environment with intense fish farming applications and the consequent enclosing of very large areas with fish fences and nets, which make field mapping almost impossible. Anthropogenic influence is eminent and a recent and updated morphological map was necessary. A mapping technique is presented based on the use of astronaut photography that is distributed freely by the Internet site of NASA. The digital photograph was geometrically corrected, visually, as semi transparent layer over a scanned map image by the use of PHOTOSHOP software. The areas of known depth were used to classify the depths of the lagoon with the PHOTOSHOP tool "replace color". An image therefore was produced with the depths classified as solid colors. This image was used as base map in MAPINFO, to produce a digital map in GIS environment, where all anthropogenic influence and depths (as depth ranges) are exist as separate layers and reveal the morphological background of the lagoon. The GIS map was used to calculate the water volume of the lagoon and the changes of the volume, as the sea level fluctuates with the tide. The depth-volume diagram was created and shows that during low water (-30cm) the volume is reduced by 43%, in contrast an increase of only 12% when sea level become 30cm higher. This is the result of the construction of peripheral embankments that restricts extension of the lagoon in high water. The implication of this situation is that the water renewal is restricted when sea level is kept high by a barometric low or an onshore wind, in contrast to very good renewal time when sea level is kept low by a barometric high.