

ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΒΙΣΤΩΝΙΔΑΣ

Τσόμπος Π.¹, Μπαθρέλλος Γ.², Σκυλοδήμου Χ.²

¹*Ινστιτούτο Γεωλογικών Μεταλλευτικών Ερευνών, Μεσογείων 70, Τ.Κ. 115 27, Αθήνα*
²*Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος*

Περίληψη

Γεωμορφολογικές και διαχρονικές μεταβολές της ευρύτερης περιοχής της λίμνης Βιστωνίδας διαπιστώθηκαν με τη χρήση, αξιολόγηση και σύγκριση δεδομένων, τα οποία προήλθαν από αεροφωτογραφίες, τοπογραφικούς χάρτες και δορυφορικές εικόνες. Το υλικό από το οποίο ελήφθησαν και αναλύθηκαν τα δεδομένα καλύπτει μία χρονική περίοδο 55 ετών. Συγκεκριμένα: αεροφωτογραφίες κλίμακας 1:42.000 λήψης 1945, τοπογραφικοί χάρτες 1:50 000 έκδοσης ΓΥΣ του 1970, δορυφορικές εικόνες Landsat 5 TM του 1985, του ραδιομέτρου ASTER του δορυφόρου TERRA του 2000 και Landsat 7 TM του 2005. Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με την συνδυασμένη χρήση τεχνικών Τηλεπισκόπησης και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Με τη χρήση των τεχνικών αυτών, πιστοποιούνται και ποσοτικοποιούνται οι μεταβολές των ακτογραμμών. Επιπλέον δίνεται η δυνατότητα της περαιτέρω και συνεχούς διαχρονικής παρακολούθησης των γεωμορφολογικών μεταβολών πολύ οικονομικά και γρήγορα. Στην προκειμένη περίπτωση της λίμνης Βιστωνίδας, οι μεταβολές που διαπιστώθηκαν στο διάστημα 1945 έως 2005 ήταν: προέλαση της ξηράς στο βόρειο και ανατολικό τμήμα της λίμνης επιφάνειας 5.214.050,5 m² και ταυτόχρονη υποχώρηση των ακτών επιφάνειας 1.987.073 m² στα ανατολικά και νοτιοανατολικά της λίμνης.

Οι χωρο-χρονικές αλλαγές της των ορίων της λίμνης οφείλονται κυρίως σε ανθρωπογενείς επεμβάσεις που έγιναν στην περιοχή κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών. Επιπλέον, η διαχρονική παρατήρηση των μεταβολών της ακτογραμμής, δίνει τη δυνατότητα εκτίμησης των θέσεων υποχώρησης της ακτογραμμής σε περιόδους έντονων βροχοπτώσεων ή υψηλού κυματισμού.

SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS OF THE GEOMORPHOLOGIC CHANGES OF THE LAKE VISTONIDA

Tsombos P.¹, Bathrellos G.², Skilodimou H.²

¹*Institute of Geology and Mineral Exploration, Messoghion 70 str., Athens 11527, Greece.*

²*National and Kapodistrian University of Athens, Panepistimioupolis, 15784, Zografou.*

Abstract

The geomorphologic and spatio-temporal changes of the broader area of the lake Vistonida have been analyzed using and assessing multi-temporal data that were resulted from the interpretation of aerial photography, survey maps and satellite imagery. The selected data cover a time interval of 55 years and they are of the following types:

aerial photography of scale 1:42.000 acquired at 1945, survey maps of 1:50.000 scale published by Geographical Military Survey in 1970, Landsat 5 satellite image with acquisition time the year 1985, and ASTER radiometer image of the Terra satellite system that was acquired during 2000 as well as Landsat 7 satellite image TM (2005). The data processing was carried out using a GIS system.

The applying of these techniques, it is possible to verify and quantify the changes of the coastline, as well as to monitor the spatio-temporary geomorphologic changes in a quick and economic way. The following changes have been identified for the case study area of Vistonida Lake during the 1945 - 2005 time interval: land expansion at the northern and eastern part of the lake with an area extension of 5,214,050.5 m², along with simultaneous withdrawal of the coast at the eastern and southeastern part of the lake that is estimated to be of the of 1,987,073 m² order.

The observed spatio-temporal changes of the coastline that have taken place since the last decades are due to human interferences. Additionally, the knowledge of the exact location where changes of the coastline are occurring gives the capability to estimate the future locations of withdrawal of the coast for periods of intense rainfall or high waving.

Λέξεις κλειδιά: λίμνη Βιστωνίδα, διαχρονική παρακολούθηση ακτογραμμών, Γ.Σ.Π.

Key words: lake Vistonida, spatio-temporary analysis of coastline, G.I.S.

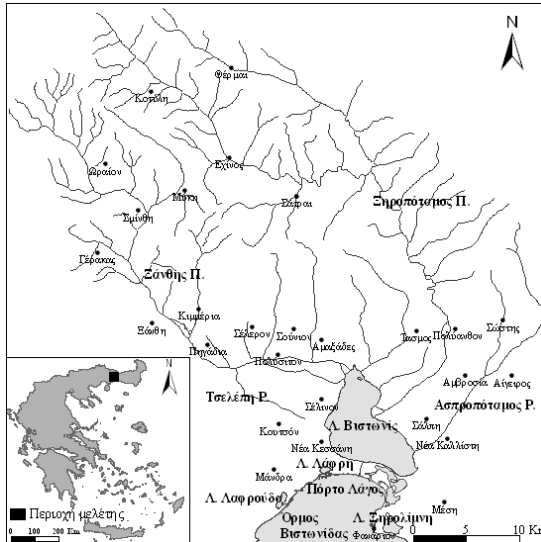
1. Εισαγωγή

Με μεθόδους τηλεπισκόπησης και με τη χρήση τεχνικών γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών μπορούν να ληφθούν πολλές πληροφορίες, οι οποίες είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν στη γεωλογική και γεωμορφολογική έρευνα (Kenny, 1997; Σκυλοδήμου και Μπαθρέλλος, 2002). Η χαρτογράφηση των διαχρονικών διαφοροποιήσεων των ακτογραμμών σε λιμνοθάλασσες και υγροτόπους γενικότερα, για μεγάλα χρονικά διαστήματα είναι εφικτή με τη χρήση δεδομένων από παλαιότερους και νεότερους τοπογραφικούς χάρτες, αεροφωτογραφίες και δορυφορικές εικόνες σε συνδυασμό με τεχνικές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Για το λόγο αυτό συγκρίθηκαν αεροφωτογραφίες και τοπογραφικοί χάρτες (Gunasekera, 1996; Watters and Wiggins, 1999; Skilodimou et al., 2002). Ακόμα συγκρίθηκαν και συσχετίστηκαν με τους χάρτες και τις αεροφωτογραφίες δορυφορικές εικόνες διαφορετικής χρονολογίας λήψης. Η σύγκριση αυτή παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι μεγάλες περιοχές δύνανται να επεξεργαστούν σε πολύ σύντομο χρόνο πολύ οικονομικά και οι πληροφορίες που παρέχονται είναι πολλές και πρόσφατες (Eyles, 1997; Goldberg, 1998; Ulbricht and Heckendorff, 1998; Mason et al., 2000; Gatsis et al., 2001; Winarsa, 2001).

Οι λιμνοθάλασσες και γενικότερα οι υγρότοποι παγκοσμίως είναι περιοχές μεγάλης υδρολογικής, φυσικής, χημικής, βιολογικής, κοινωνικής και κοινο-οικονομικής σημασίας. (Williams, 1990). Παράλληλα όμως αποτελούν και περιοχές οι οποίες κινδυνεύουν άμεσα από τις ανθρώπινες επεμβάσεις, γεγονός που καθιστά αναγκαία και απαραίτητη τη συνεχή καταγραφή και παρακολούθησή τους. Η λίμνη Βιστωνίδα βρίσκεται στα νότια σύνορα των νομών Ξάνθης - Ροδόπης και αποτελεί μία τυπική λιμνοθάλασσα που χωρίζεται από τη θάλασσα με έναν ισθμό από θινες, επικοινωνεί δε με αυτή με τρεις διώρυγες κάθετες προς τον ισθμό. Η συνολική της επιφάνεια είναι περίπου 45.000 στρέμματα με εποχιακή διακύμανση περίπου 6000 στρεμμάτων. Χαρακτηρίζεται ως αβαθής λίμνη, με βάθος κυμαινόμενο από 2-2,5m έως 3,5m. Σύμφωνα με τους Δελημάνη και Ξειδάκη (2004) κατά τις τελευταίες δεκαετίες οι κοίτες ροής των χειμάρρων και των ποταμών που τροφοδοτούν την λιμνοθάλασσα έχουν αλλάξει, εξαιτίας ανθρώπινων παρεμβάσεων με αποτέλεσμα τη μεταβολή των γεωμορφολογικών συνθηκών που επιδρούν στην εξέλιξή της.

Στην παρούσα εργασία εξετάζονται μόνο οι μεταβολές των ορίων της ακτογραμμής της λίμνης Βιστωνίδας και τεκμηριώνονται οι θέσεις και οι διευθύνσεις των μεταβολών της. Κρίθηκε σκόπιμο να μην μελετηθεί η βυθομετρία της λίμνης εξαιτίας της χρήσης διαφορετικών δεδομένων. Σκοπός της μελέτης είναι η ανάπτυξη και παρουσίαση μιας μεθόδου εργασίας με τη συνδυασμένη χρήση συμβατικών και σύγχρονων τεχνικών Τηλεπισκόπησης και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

2. Γεωλογικά και γεωμορφολογικά στοιχεία



Σχήμα 1. Ενδεικτικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής της λίμνης Βιστωνίδας.

το εσωτερικό, δημιουργώντας έτσι μια μορφή κλειστής λιμνοθάλασσας. Στη συνέχεια τα ρεύματα που άρχισαν να δρουν μέσα στη λιμνοθάλασσα με φορά αντίθετη αυτή της ανοικτής θάλασσας, είχαν ως συνέπεια τη δημιουργία του ισθμού που τη χωρίζει από τη θάλασσα.

Η λίμνη Βιστωνίδα είναι μοναδικός αποδέκτης των φερτών υλικών των ανώτερων υδρολογικών λεκανών συνολικής έκτασης 1000 τετραγωνικών χιλιομέτρων. Ο πυθμένας της καλύπτεται από ένα ανομοιόμορφο στρώμα αργιλικών υλικών που αυξάνει σε πάχος από το βορρά προς το νότο. Το αργιλικό αυτό στρώμα δημιουργεί τις συνθήκες στεγανότητάς της, που επιτρέπει όμως την υπογεία επικοινωνία των θαλασσίων υδάτων με αυτά της λίμνης σε πολλά σημεία κατά μήκος του ισθμού του Πόρτο Λάγος.

3. Δεδομένα και Ανάλυση

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής, χρησιμοποιήθηκαν αεροφωτογραφίες του έτους 1945 κλίμακας 1: 42 000, τοπογραφικοί χάρτες της ΓΥΣ κλίμακας 1:50 000, χρονολογίας έκδοσης 1970, οι ψηφιακές δορυφορικές εικόνες Landsat 5 του έτους 1985, του ραδιομέτρου ASTER (Advanced Spaceborn Thermal Emission and Reflecion Radiometer) του δορυφόρου Terra με ημερομηνία λήψης 12/2000 και του Landsat 7 TM του έτους 2005.

Τα αποτελέσματα της ερμηνείας των αεροφωτογραφιών και της δορυφορικής εικόνας, καθώς επίσης και οι σαρωμένοι τοπογραφικοί χάρτες έχουν συνδυαστεί με τη χρήση τεχνικών επεξεργασίας Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Η ανάλυση έγινε σε διάφορα στάδια με την χρήση του λογισμικού πακέτου TNTmips και περιλάμβανε αρχικά, την προ-επεξεργασία των αεροφωτογραφιών των τοπογραφικών χαρτών και των δορυφορικών εικόνων, την γεωαναφορά και τη γεωμετρική διόρθωση των εικόνων καθώς και τη φασματική τους ανάλυση. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι στρεβλώσεις και οι υψομετρικές αποκλίσεις των αεροφωτογραφιών είναι ελάχιστες διότι μελετάται η

μεταβολή της ακτογραμμής η οποία έχει υψόμετρο μηδέν. και η ενδοχώρα που ακολουθεί έχει σχετικά μικρές αποκλίσεις, ενώ κατά την γεωαναφορά των εικόνων η μέση τιμή απόκλισης ήταν <math><1\text{m}</math>. Στη συνέχεια, με τη χρήση του λογισμικού ArcGIS δημιουργήθηκαν ράστερ μωσαϊκά από τα δεδομένα των σαρωμένων τοπογραφικών χαρτών και των αεροφωτογραφιών, ψηφιοποιήθηκαν τα όρια της λίμνης για κάθε έτος χωριστά και έγιναν χαρτογραφικές και ποσοτικές αποδόσεις των αποτελεσμάτων της επεξεργασίας σε σχεσιακή βάση δεδομένων.

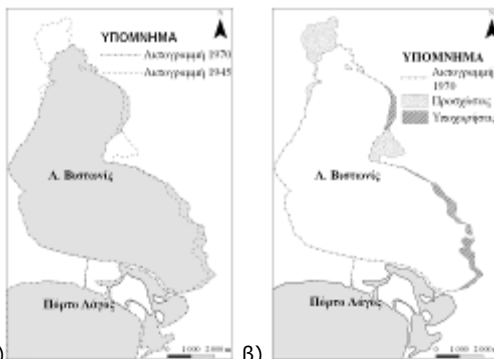
4. Διαχρονική ανάλυση των ορίων της λιμνοθάλασσας

Στην περιοχή μελέτης είναι ενδεικτικές οι διαφοροποιήσεις στις μεταβολές των ακτογραμμών της λιμνοθάλασσας για το χρονικό διάστημα 1945–2005. Στο σχήμα 2 παρουσιάζονται διακρίνονται τα όρια της λίμνης, όπου η κάθε μία ακτογραμμή αντιστοιχεί σε διαφορετικό έτος.

Προκειμένου να διαπιστωθούν οι παράγοντες που επέδρασαν στις μεταβολές των ορίων της λιμνοθάλασσας εξετάστηκε η πορεία εξέλιξής της σε πέντε χρονικά διαστήματα. Το πρώτο διάστημα καλύπτει την περίοδο 1945-1970, το δεύτερο από το 1970 έως το 1985, το τρίτο από το 1985 έως το 2000 και το τέταρτο από το 2000 έως το 2005. Τέλος γίνεται η σύγκριση των ορίων της λίμνης το 1945 και το 2005.



Σχήμα 2. Τα όρια της λιμνοθάλασσας από στο 1945 έως το 2005.



Σχήμα 3. α). Τα όρια της λίμνης από το 1945 έως το 1970 και β) οι περιοχές των προσχώσεων και των υποχωρήσεων.

4.1. Τα όρια της λίμνης από το 1945 μέχρι το 1970

Όπως προκύπτει από το σχήμα 3α κατά τη χρονική περίοδο 1945-1970 διαπιστώνονται σαφείς μεταβολές των ορίων της λιμνοθάλασσας. Πρόκειται για αυξομειώσεις της ακτογραμμής κατά μήκος της παραλίμνιας ζώνης.

Στο βόρειο και στο ανατολικό τμήμα της διακρίνεται στο σχήμα 3β πρόσχωση και απόθεση υλικού από τους ποταμούς της περιοχής και συγκεκριμένα στο δέλτα του Ξάνθη και του Ξηροποτάμου. Αντίθετα υποχώρηση των ορίων της λίμνης παρατηρούμε στο ανατολικό τμήμα της και κυρίως στο βόρειο καθώς και στο νότιο τμήμα των εκβολών του Ξηροποτάμου.

Για την χρονική περίοδο 1945-1970 έγινε εμβαδομέτρηση των περιοχών που προσχώθηκαν, όπως επίσης και των τμημάτων όπου παρατηρήθηκε υποχώρηση της χέρσου έναντι της λίμνης. Έτσι η επιφάνεια, την οποία κάλυψαν οι αποθέσεις του δέλτα του ποταμού Ξάνθη έχει εμβαδόν 2.060.781,5 τ.μ., ενώ οι προσχώσεις του δέλτα του Ξηροποτάμου καλύπτουν μία επιφάνεια της τάξης των 1.149.682 τ.μ. Αντίθετα στο βόρειο τμήμα του Ξηροποτάμου η υποχώρηση της ξηράς έχει εμβαδόν 384.023 τ.μ., ενώ στο νότιο τμήμα

καλύπτει μία επιφάνεια με συνολικό εμβαδόν 1.194.289 τ.μ.

Κατά τους Δελημάνη και Ξειδάκη (2004) στο χρονικό αυτό διάστημα έγιναν οι διευθετήσεις στις κοίτες των ποταμών Ξάνθη και Ξηροποτάμου καθώς επίσης και του Ασοποτάμου. Το γεγονός αυτό είχε ως αποτέλεσμα την μεταβολή του ρυθμού απόθεσης ιζημάτων μέσα στη λίμνη. Επιπλέον, η κατασκευή τεχνητής διόδου επικοινωνίας της λίμνης με την θάλασσα, την ίδια χρονική περίοδο, και η αποψίλωση των παραλιμνίων δασικών εκτάσεων είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση της εισροής θαλασσινού νερού και τη δημιουργία προϋποθέσεων υποχώρησης των ορίων της λίμνης.

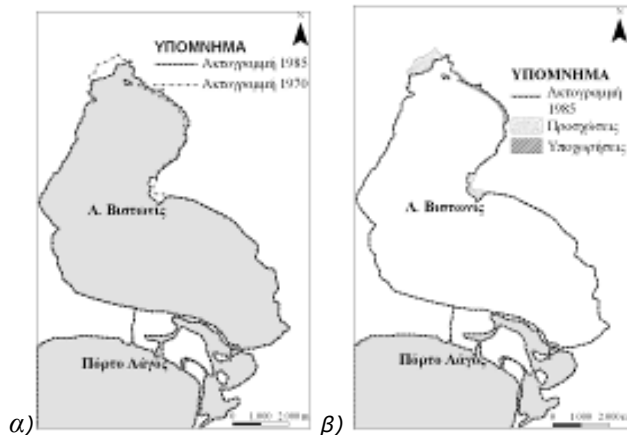
4.2. Τα όρια της λίμνης από το 1970 μέχρι το 1985

Την χρονική περίοδο αυτή τα όρια της λίμνης δεν παρουσιάζουν μεγάλες μεταβολές όπως διακρίνεται και στο σχήμα 4α στο οποίο αποτυπώνονται οι δύο ακτογραμμές και οι διαφορές τους. Όπως και στην χρονική περίοδο 1945 έως 1970, μεταβολές διαπιστώνονται επίσης, στο βόρειο και ανατολικό τμήμα της λιμνοθάλασσας. Οι προσχώσεις όπως φαίνεται στο σχήμα 4β, οφείλονται στην μεταφορά και στην απόθεση υλικού από τους χείμαρρους και τα ποτάμια, που εκβάλουν στις περιοχές αυτές.

Το εμβαδόν της επιφάνειας, το οποίο έχει επεκταθεί στο δέλτα του Ξάνθη ποταμού είναι 561.730,6 τ.μ., ενώ οι προσχώσεις του δέλτα του Ξηροποτάμου καλύπτουν μία επιφάνεια με εμβαδόν 282.503 τ.μ.

Επίσης στο χρονικό αυτό διάστημα, όπως φαίνεται στο σχήμα 4β εμφανίζονται υποχωρήσεις της χέρσου έναντι της λίμνης. Οι υποχωρήσεις αυτές διαπιστώθηκαν όπως και στην προηγούμενη χρονική περίοδο, στο βόρειο και νότιο τμήμα του δέλτα του Ξηροποτάμου. Συγκεκριμένα βόρεια του δέλτα του Ξηροποτάμου το εμβαδόν της επιφάνειας που έχει υποχωρήσει είναι 328.855 τ.μ., ενώ το εμβαδόν της επιφάνειας του νότιου

τμήματος είναι 85.721 τ.μ. Οι υποχωρήσεις της χέρσου έναντι της λίμνης στο χρονικό διάστημα 1970 έως 1985, όπως προκύπτει από τις εμβαδομετρήσεις είναι περιορισμένες σε σχέση με την περίοδο 1945-1970.



Σχήμα 4. α). Τα όρια της λίμνης από το 1970 έως το 1985 και β) οι περιοχές των προσχώσεων και των υποχωρήσεων.

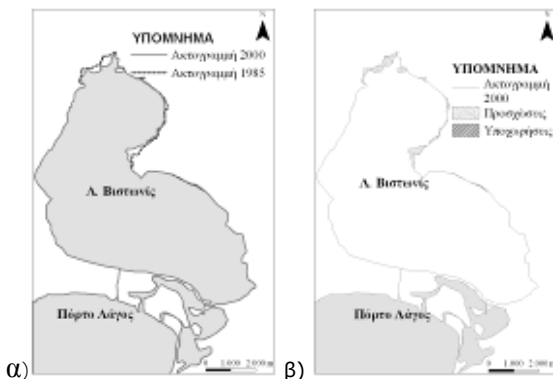
4.3. Τα όρια της λίμνης από το 1985 μέχρι το 2000

Στο σχήμα 5α αποτυπώνονται οι μεταβολές των ορίων της λίμνης για τη χρονική περίοδο

1985-2000. Οι αποκλίσεις των ορίων εντοπίζονται κυρίως στο βόρειο και ανατολικό τμήμα της λιμνοθάλασσας όπως διακρίνεται στο σχήμα 5β.

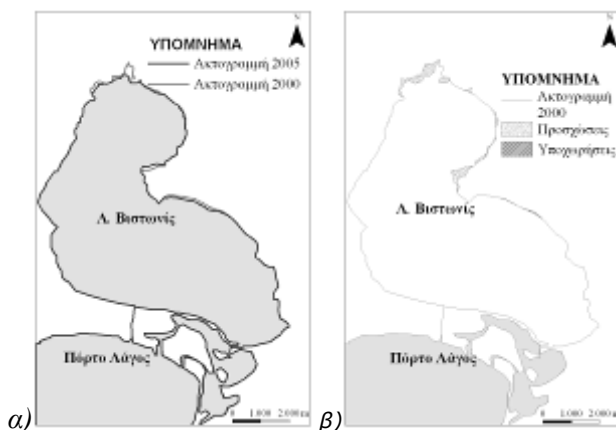
Κατά τη χρονική περίοδο 1985 έως 2000 παρατηρήθηκαν προσχώσεις στις περιοχές των δέλτα του Ξάνθη ποταμού και του Ξηροποτάμου. Έτσι το συνολικό εμβαδόν της επιφάνειας που καλύπτουν αυτή τη περίοδο οι αποθέσεις του δέλτα του Ξάνθη ποταμού είναι 317.881 τ.μ., ενώ του Ξηροποτάμου είναι 310.798 τ.μ.

Οι υποχωρήσεις της χέρσου έναντι της λιμνοθάλασσας που διαπιστώθηκαν αυτή τη χρονική περίοδο, είναι εξαιρετικά περιορισμένες και εμφανίζονται μόνο στο νότιο τμήμα του δέλτα του Ξηροποτάμου ποταμού όπως φαίνεται και στο σχήμα 5β. Το συνολικό τους εμβαδόν είναι ίσο με 30.186 τ.μ.



Σχήμα 5. α). Τα όρια της λίμνης από το 1985 έως το 2000 και β) οι περιοχές των προσχώσεων και των υποχωρήσεων.

4.4. Τα όρια της λίμνης από το 2000 μέχρι το 2005



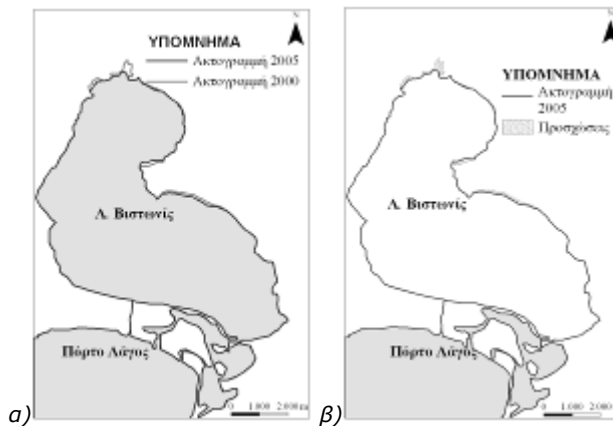
Σχήμα 6 α). Τα όρια της λίμνης από το 2000 έως το 2005 και β) οι περιοχές των προσχώσεων.

Οι μεταβολές που παρατηρήθηκαν στα όρια της λιμνοθάλασσας κατά το χρονικό διάστημα 2000 έως 2005 παρουσιάζονται στα σχήματα 6α και 6β. Συγκεκριμένα καταγράφονται μόνο

προσχώσεις στις περιοχές των δέλτα των ποταμών Ξάνθη και Ξηροποτάμου καθώς και βόρεια και νότια του δέλτα του Ξηροποτάμου, σε σημεία όπου σε προηγούμενες χρονικές περιόδους έχουν διαπιστωθεί υποχωρήσεις της ακτογραμμής. Το εμβαδόν των προσχώσεων είναι για τον Ξάνθη ποταμό ίσο με 244.714 τ.μ., ενώ για τον Ξηροπόταμο ίσο με 285.960 τ.μ. Οι σημαντικές παρεμβάσεις που έγιναν το χρονικό αυτό διάστημα στα βόρεια και ανατολικά τμήματα της λίμνης όπως τα έργα διευθέτησης των ποταμών, η κατασκευή αποστραγγιστικών δικτύων καθώς επίσης και οι εκτενείς αμμοληψίες από την κοίτη του Ξηροποτάμου είχαν πιθανόν ως αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου των φερτών υλών προς την λίμνη και την κατά τόπους πρόσχωσή της.

Υποχωρήσεις της χέρσου έναντι της λιμνοθάλασσας δεν διαπιστώθηκαν αυτή τη χρονική περίοδο, όπως φαίνεται και στο σχήμα 6β.

4.4. Τα όρια της λίμνης από το 1945 μέχρι το 2005



Σχήμα 7α). Τα όρια της λίμνης από το 2000 έως το 2005 και β) οι περιοχές των προσχώσεων.

Στα σχήματα 7α και 7β παρουσιάζονται οι ακτογραμμές του 1945 και του 2005 καθώς και οι συνολικές μεταβολές που παρατηρήθηκαν αυτή τη χρονική περίοδο προκειμένου να τεκμηριωθούν οι αλλαγές που έλαβαν χώρα στο διάστημα αυτό.

Οι προσχώσεις την χρονική αυτή περίοδο, όπως έχει αναφερθεί αναλυτικά και προηγούμενως, εντοπίζονται στο δέλτα του Ξάνθη ποταμού και του Ξηροποτάμου. Η συνολική έκταση που κάλυψαν οι αποθέσεις του δέλτα Ξάνθη είναι 3.185.107,5 τ.μ. Οι αποθέσεις του Ξηροποτάμου καλύπτουν συνολικά τη χρονική αυτή περίοδο μία έκταση μικρότερη από εκείνη του Ξάνθη ποταμού, η οποία έχει εμβαδόν 2.028.943 τ.μ. Επιπλέον, για τη χρονική αυτή περίοδο, εμβαδομετρήθηκαν οι συνολικές υποχωρήσεις της χέρσου έναντι της λίμνης (Σχήμα 7β). Η επιφάνεια του τμήματος της χέρσου που υποχώρησε έναντι της λίμνης, έχει στο βόρειο τμήμα του δέλτα του Ξηροποτάμου συνολικό εμβαδόν 676.878 τ.μ., ενώ στο νότιο τμήμα του το εμβαδόν είναι 1.310.196 τ.μ.

Όπως ήδη αναφέρθηκε οι ανθρώπινες επεμβάσεις στην περιοχή, που περιλαμβάνουν τις διευθετήσεις των χειμάρρων αλλά και κατασκευές τεχνητών διόδων επικοινωνίας μεταξύ της θάλασσας και της λίμνης είχαν ως αποτέλεσμα την μεταβολή των ορίων της λίμνης κατά το χρονικό διάστημα που εξετάζεται. Επίσης η αλλαγή των χρήσεων γης των παραλίμνιων περιοχών και η μετατροπή τους από δασικές σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις, όπως διαπιστώθηκε από τη διαχρονική μελέτη των αεροφωτογραφιών και των δορυφορικών εικόνων επέδρασε στις μεταβολές της ακτογραμμής.

Από την παρατήρηση των χωρο-χρονικών μεταβολών των ορίων διαπιστώνεται μία τάση μετακίνησης των ορίων της λιμνοθάλασσας προς τα βόρεια και ανατολικά. Έτσι στην περίπτωση αυτή έγινε μία προσπάθεια να εκτιμηθούν οι ενδεικτικές περιοχές που μπορούν να υποχωρήσουν σε περιπτώσεις ανύψωσης υδάτων της λιμνοθάλασσας όπως για παράδειγμα σε περιόδους έντονου κυματισμού ή έντονων βροχοπτώσεων.



Σχήμα 8. Οι περιοχές της λίμνης με τάση να πλημμυρίσουν.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η επικοινωνία της Βιστωνίδας με την θάλασσα έχει ως συνέπεια την αυξημένη εισροή θαλασσινού νερού. Κατά την βροχερή περίοδο που η τροφοδοσία της λιμνοθάλασσας με γλυκό νερό από τους χειμάρους, που βρίσκονται στην λεκάνη απορροής της, είναι μεγάλη, αυξάνεται και η παροχή του νερού με αποτέλεσμα κατά περιόδους να δημιουργούνται οι προϋποθέσεις για την εκδήλωση πλημμυρικών φαινομένων.

Στο σχήμα 8 παρουσιάζονται ενδεικτικά οι περιοχές της ευρύτερης περιοχής της λίμνης Βιστωνίδας, οι οποίες σε περιόδους ανύψωσης των υδάτων της λίμνης δύναται να κατακλισθούν από αυτά. Οι πιθανές περιοχές να πλημμυρίσουν εντοπίζονται στο βόρειο και στο ανατολικό τμήμα της λίμνης όπου παρατηρήθηκαν οι μεγαλύτερες προσχώσεις και συμπεριλαμβάνονται οι εκβολές των ποταμών. Οι περιοχές αυτές έχουν υποστεί σημαντικές ανθρώπινες επεμβάσεις με αποτέλεσμα να είναι ευάλωτες σε πλημμυρικά φαινόμενα.

5. Συμπεράσματα

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής εφαρμόστηκε μία σύγχρονη μέθοδος με τη συνδυασμένη χρήση συμβατικών και σύγχρονων τεχνικών τηλεπισκόπησης και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Η μέθοδος αυτή προσφέρει γρήγορα, οικονομικά και αξιόπιστα αποτελέσματα στην έρευνα των μεταβολών των ακτογραμμών των λιμνοθαλασσών και μπορεί να εφαρμοστεί για τη συνεχή διαχρονική παρακολούθηση και καταγραφή των μεταβολών των υγροτόπων αλλά και των παράκτιων ζωνών γενικότερα.

Με τη διαχρονική μελέτη των ακτογραμμών της λίμνης Βιστωνίδας διαπιστώθηκε προέλαση της ξηράς κατά τη διάρκεια της χρονικής περιόδου 1945-2005 μεγέθους 5.214.050,5 τ.μ. Οι επεκτάσεις των ορίων της ξηράς οφείλονται κυρίως στις προσχώσεις των δέλτα των ποταμών Ξάνθη και Ξηροποτάμου, λόγω απόθεσης ιλύος στο βόρειο και ανατολικό τμήμα της λίμνης. Συγχρόνως οι ακτές υποχώρησαν στα ανατολικά και νοτιοανατολικά της λίμνης κατά 1.987.073 τ.μ.

Οι διαχρονικές μεταβολές των ορίων της λιμνοθάλασσας οφείλονται κυρίως σε ανθρώπινες επεμβάσεις. Οι επεμβάσεις αυτές αφορούν τις διευθετήσεις των χειμάρρων που απολήγουν στην λιμνοθάλασσα με συνέπεια τη μεταβολή του καθεστώτος απόθεσης των ιζημάτων, την κατασκευή τεχνητών έργων που επιτρέπουν την επικοινωνία της λίμνης με τη θάλασσα και την αύξηση της εισροής θαλασσινού ύδατος καθώς επίσης και την αλλαγή των χρήσεων γης των παραλιμνίων περιοχών με αποτέλεσμα τα δημιουργούνται οι κατάλληλες συνθήκες για την υποχώρηση των ορίων.

Επιπλέον από την παρατήρηση των χωρο-χρονικών μεταβολών της ακτογραμμής, οι οποίες καταγράφηκαν μέχρι το 2005, διαπιστώνεται μια τάση μετακίνησης των ορίων της λιμνοθάλασσας προς βόρεια και ανατολικά. Οι περιοχές αυτές εκτιμήθηκε ότι μπορούν να υποχωρήσουν σε περιπτώσεις ανύψωσης υδάτων της λιμνοθάλασσας όπως για παράδειγμα σε περιόδους υψηλού κυματισμού ή έντονων βροχοπτώσεων.

Βιβλιογραφία

Δελημάνη Π. και Ξειδάκης Γ. 2004. Γεωμορφολογικές μεταβολές των ακτών της Λίμνης Βιστωνίδας τα τελευταία 170 χρόνια. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, 36/2, 988-997.

Σκυλοδήμου Χ. και Γ. Μπαθρέλλος, 2002: Τεκμηρίωση μεταβολών των φυσικών χαρακτηριστικών της παράκτιας ζώνης της Νοτιοδυτικής Αττικής με τη χρήση σύγχρονων μεθόδων αυτοματοποιημένης χαρτογραφίας: Εφαρμογή στις ακτές Αγίου Κοσμά, Βούλας και Λαγονησίου. 6ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο της Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρείας, Θεσσαλονίκη 3-6 Οκτωβρίου 2002.

Eyles N., 1997: Environmental Geology of a Supercity: The Greater Toronto Area. In Environmental Geology of urban areas, Geological Association of Canada, publ., Newfoundland, Canada.

Gatsis I., Is. Parharidis and K. Serelis, 2001: Monitoring of coastline changes using multitemporal satellite data: the case of Messologi lagoon system and Acheloos-Evinos Deltas (W.Greece). Bull. Geol. Soc. of Greece, 35/5, 2039-2046.

Goldberg J., (1998). Remote Sensing of Wetlands: Procedures and Considerations. From: <http://www.vims.edu/rmaps/cers/tutorial/rsecol.htm>

Gunasekera R., 1996: Feasibility studies of changes in Costline, Sri Lanka. 17th Asian Conference on Remote Sensing, Sri Lanca, Refer from: <http://gisdevelopment.net/aars/acrs/1996/ts/ts7002pf.htm>.

Kenny F., 1997: Geographic information systems and remote sensing Techniques in environmental assessment. In Environmental Geology of urban areas, Geological Association of Canada publ, Newfoundland, Canada.

Mason D. C., C. Gurvey and M., Kennett, 2000: Beach topography mapping - a comparison of techniques. Journal of Coastal Conservation, 6, 113-124.

Shaghude Y.W., Wannas K.O., and Lunden B. Assessment of shoreline changes in the western side of Zanzibar channel using satellite remote sensing. Int. J. Remote Sensing, 24/23, 4953-4967.

Skilodimou H., M. Stefouli and G. Bathrellos, 2002: Spatio-temporal analysis of the coastline of Faliro Bay, Attica, Greece». Estudios Geológicos,, 58, 83-89.

Ulbricht K. A. and W. D Heckendorff., 1998: Satellite images for recognition of landscape and land use changes. Journal of Photogrammetry and remote Sensing. 53, 235-243.

Waters T. and E. Wiggins, 1999: Utilization of remote sensing methods for management of Florida's coastal zone. Refer. from: <http://csdnta.erim-int.com/CONF/marine/5thmarine.htm>.

Williams M., 1990: Wetlands: a threatened landscape. Special publications series, Institute of British Geographers. Oxford.

Winarso G., 2001. The potential application remote sensing data for coastal study. Singapore. 22nd Asian Conference on Remote Sensing. Singapore. Refer from: <http://gisdevelopment.net/aars/acrs/>