

ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΑΚΤΩΝ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΒΙΣΤΩΝΙΔΑΣ ΤΑ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ 170 ΧΡΟΝΙΑ

Δελημάνη Π. και Ξειδάκης Γ.

Τομέας Γεωτεχνικής Μηχανικής Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δ.Π.Θ. 67.100 Ξάνθη,
pdeliman@civil.duth.gr, xeidakis@civil.duth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η λίμνη Βιστωνίδα είναι μια αβαθής παράκτια λίμνη και αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους υγροτόπους στην περιοχή της Θράκης με πλούσια βιοποικιλότητα. Η υδρολογική λεκάνη της λίμνης της Βιστωνίδας ανήκει στη γεωτεκτονική ζώνη της μάζας της Ροδόπης. Η λίμνη εκτείνεται σένα σύνολο ιζημάτων δελταϊκού περιβάλλοντος με έντονα όμως ποταμοχειμάρρεια χαρακτηριστικά. Οι σπουδαιότεροι χειμάρροι που την τροφοδοτούν είναι ο Κόσυνθος ο Κομφάτος και ο Ασπροπόταμος. Οι κοίτες ροής των χειμάρρων της περιοχής έχουν αλλάξει σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες κυρίως από ανθρώπινες επεμβάσεις, με αποτέλεσμα την μεταβολή των υδρολογικών και γεωμορφολογικών συνθηκών που επηρεάζουν την δυναμική εξέλιξη της λίμνης. Τελευταία υστέρη από τον εγκιβωτισμό και την εκτροπή των χειμάρρων στην υδρολογική λεκάνη παρουσιάζονται προβλήματα, αύξησης του ρυθμού ιζηματογένεσης των Β και Α ακτών και διάβρωσης των Δ και ΝΔ ακτών της λίμνης τα οποία και εξετάζονται στην εργασία.

1 ΚΛΙΜΑ

Το κλίμα της περιοχής είναι μεσογειακό τύπου Cfa ή Ffc κατά Koppen και C_{1d}, B_{2a} κατά Thornthwaite. Όπως προκύπτει από τα βροχομετρικά στοιχεία της υδρολογικής λεκάνης της λίμνης Βιστωνίδας (Πίνακας 1), καταγράφεται σημαντική μέση ετήσια βροχόπτωση στην ορεινή ζώνη της συγκεκριμένης λεκάνης. Η μέση ετήσια βροχόπτωση της πεδινής ζώνης, της ίδιας λεκάνης, καταγράφεται αρκετά περιορισμένη. Η διαφοροποίηση των τιμών μεταξύ της μέσης ετήσιας και της μέγιστης βροχόπτωσης όλων των αναφερομένων σταθμών δικαιολογεί τις έντονες πλημμυρικές καταστάσεις τόσο στη ορεινή ζώνη, όσο και στη πεδινή περιοχή της υδρολογικής λεκάνης της λίμνης της Βιστωνίδας. Τελικός αποδεκτής των πλημμύρων αυτών είναι σήμερα η λίμνη, ενώ πριν τις τεχνικές παρεμβάσεις στο υδρογραφικό δίκτυο της λίμνης ένα μέρος τους κατέληγε απ' ευθείας στη θάλασσα.

Πίνακας 1. Βροχομετρικά στοιχεία σταθμών της λεκάνης απορροής της λίμνης Βιστωνίδας για την περίοδο 1964-1998.

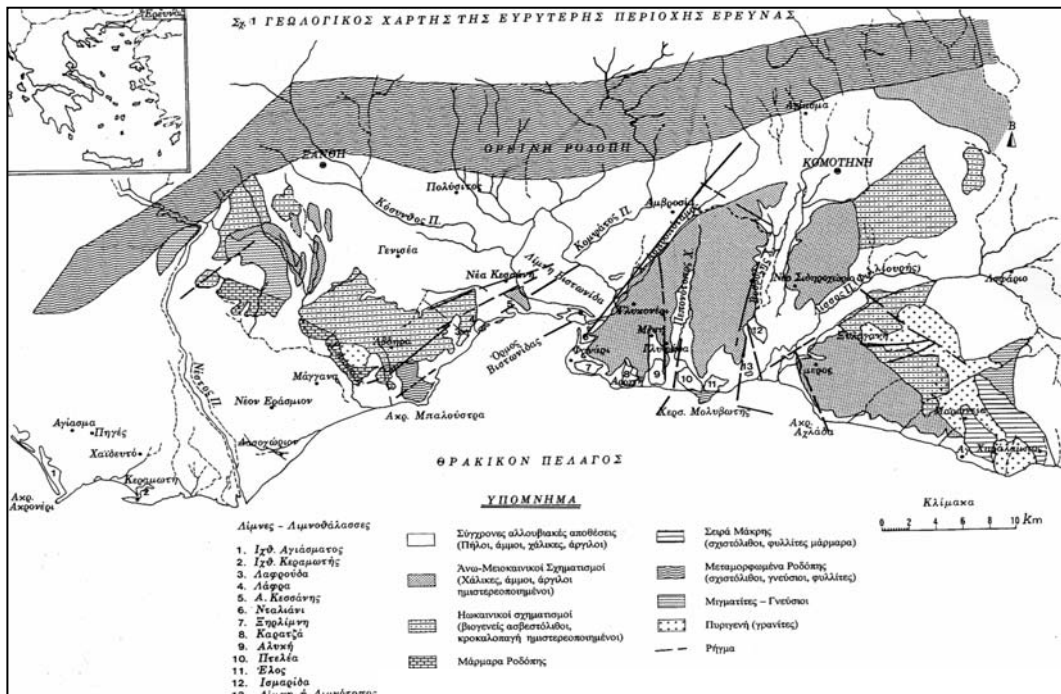
	υψόμετρο (m)	ελάχιστη (mm)	μέγιστη	μέση
<i>ορεινή ζώνη</i>				
Θέρμες	560	413,0	1352,6	942,6
Δημάριο	750	916,1	2014,4	1467,2
Εχίνος	350	353,6	1413,5	843,6
<i>πεδινή ζώνη</i>				
Ιασμος	21	262,2	933,3	639,2
Γενισέα	20	360,5	925,0	594,2

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του κλίματος του Β. Αιγαίου αποτελεί το σύστημα των Ετησίων ανέμων που επικρατούν στο Αιγαίο και είναι γενικά ισχυροί βόρειοι άνεμοι, οι οποίοι πνέουν πάντα την ίδια εποχή από Μάιο έως Σεπτέμβριο. Για την εξέταση των ανεμολογικών συνθηκών της παράκτιας ζώνης που ερευνάται ελήφθησαν υπ' όψη οι σταθμοί Καβάλας, Θάσου και Αλεξανδρούπολης. Η κυριαρχούσα διεύθυνση των ανέμων στην ευρύτερη περιοχή είναι ΒΑ και γενικότερα οι βόρειοι άνεμοι, ακολουθούν οι ΝΑ και ΝΔ διεύθυνσης άνεμοι και έπονται οι ανατολικής διεύθυνσης. Όσον αφορά τις εντάσεις των ανέμων στο Βόρειο Αιγαίο, η περιοχή αυτή μπορεί να χαρακτηριστεί ιδιαίτε-

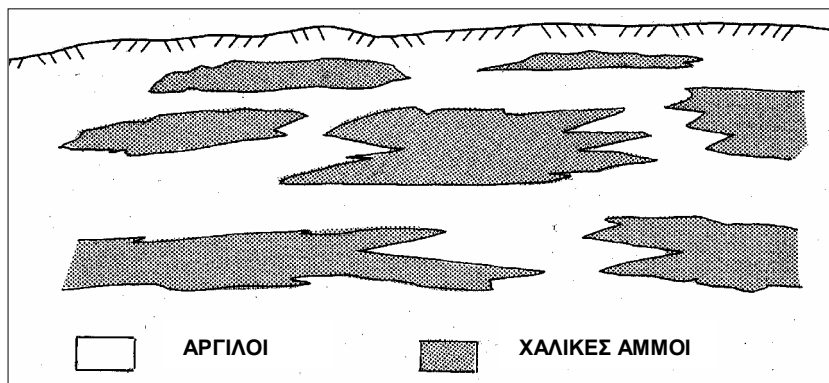
ρα ανεμώδης κατά τη διάρκεια του χειμώνα με την εμφάνιση έως και θυελλωδών ανέμων που δημιουργούν μεγάλη θαλασσοταραχή, με ένταση μέχρι 9-10 Beaufort, και κύματα που φθάνουν τα 5-7 m ύψος, στην ανοικτή θάλασσα (Πλοηγός, Τόμος Δ', 1987). Προς τα παράλια της Θράκης όμως η ένταση των ανέμων ελαττώνεται. (Κατσούλης 1970, Φλόκας 1997, Δελημάνη, 2000). Στο λιμένα του Πόρτο-Λάγος το χειμώνα επικρατούν βορειοανατολικοί άνεμοι και το φθινόπωρο νότιοι ασθενείς. Το χειμώνα με νότιους ανέμους το ύψος του κύματος εξωτερικά του λιμένα φθάνει 1-1,5 m, ενώ μέσα στο λιμένα μέχρι 0,40 m περίπου. (Πλοηγός, Τόμος Δ', 1987). Από τα παραπάνω στοιχεία εκτιμάται ότι δημιουργείται αξιόλογος κυματισμός στη λίμνη.

2 ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Η υδρολογική λεκάνη της λίμνης Βιστωνίδας ανήκει στη γεωτεκτονική ζώνη της μάζας της Ροδόπης και αποτελεί τμήμα της ευρύτερης τριτογενούς λεκάνης Ξάνθης – Κομοτηνής. Ένα μεγάλο μέρος της περιοχής αυτής αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα του κρυσταλλοσχιστώδους συστήματος της μάζας της Ροδόπης και εντοπίζεται στο βόρειο τμήμα της λεκάνης. (Σχήμα 1). Τα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα είναι πετρώματα υψηλού βαθμού μεταμόρφωσης. Αποτελούνται από γνευσίους, αμφιβολιτικούς σχιστόλιθους και μάρμαρα. Τα μεταμορφωμένα πετρώματα της μάζας της Ροδόπης αποτελούν το υπόβαθρο της λεκάνης Ξάνθης – Κομοτηνής το οποίο εντοπίζεται σε μεγάλο βάθος (1700 m) λόγω της μεγάλης μετάπτωσης του ρήγματος με διεύθυνση Α-Δ, που οριοθετεί την ορεινή με την πεδινή ζώνη (Προέδρου & Στυλιανού, 1978). Το μεταμορφωμένο υπόβαθρο επανεμφανίζεται νότια στην περιοχή του ακρωτηρίου Μπαλούστρα και στην περιοχή της Ξυλαγανής ανατολικά. Το βύθισμα είναι πληρωμένο με παλαιογενή και πλειοπλειστοκαινικά ιζήματα. Η λίμνη Βιστωνίδα αποτελεί τμήμα της ευρύτερης τριτογενούς λεκάνης που διαμορφώθηκε από την προοδευτική βύθιση της νότιας περιοχής της μάζας της Ροδόπης. (Σχήμα 1). Η λίμνη εκτείνεται σε μια προσχωσειγενή περιοχή με ιζήματα δελταϊκού περιβάλλοντος, με έντονα ποταμοχειμάρρεια χαρακτηριστικά. Χαρακτηριστική είναι η ανάπτυξη ζωνών με αδρομερή υλικά κατά μήκος των κοιτών των παλαιών και νέων χειμάρρων τα οποία γίνονται λεπτομερέστερα προς την κατεύθυνση της λίμνης. Γύρω από τη λίμνη συναντώνται υλικά με αργιλική ή ιλυοαμμώδη σύσταση. Το σύνολο των ιζημάτων κάτω και γύρω από τη λίμνη αποτελείται από υλικά ποικίλης κοκκομετρικής σύστασης, με έντονη ετερογένεια τόσο κατά την κατακόρυφη όσο και κατά την οριζόντια έννοια. (Σχήμα 2).



Σχήμα 1. Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής έρευνας. Σύνταξη από τους γεωλογικούς χάρτες του Ι.Γ.Μ.Ε. (Δελημάνη 2000)



Σχήμα 2. Σκαρίφημα δομής των ιζημάτων κάτω από τη λίμνη Βιστωνίδας.

3 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Η λίμνη Βιστωνίδα είναι μια αβαθής, παράκτια λίμνη, μόνιμα κατακλυσμένη, με εκτεταμένες ελώδεις εκτάσεις γλυκού και αλμυρού νερού περιμετρικά της. Αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους υγροτόπους της περιοχής της Θράκης με ιδιαίτερα πλούσια βιοποικιλότητα. Η υδρολογική περιοχή της λεκάνης της Βιστωνίδας από την οποία τροφοδοτείται επιφανειακά η λίμνη Βιστωνίδα έχει συνολική έκταση 1345 km². Αποστραγγίζεται από τους ποταμούς και χειμάρρους που πηγάζουν από την ορεινή Ροδόπη. Οι σπουδαιότεροι χειμάρροι, που την τροφοδοτούν, είναι ο Κόσυνθος, ο Κομψάτος και ο Ασπροπόταμος όπως και κάποιοι μικρότεροι. Από τους χειμάρρους αυτούς οι τρεις μεγαλύτεροι σε μήκος αλλά και σε λεκάνη απορροής είναι ο Κόσυνθος, με εμβαδόν λεκάνης 247 km² και μήκος μισγάγγειας 52 km, ο Κομψάτος με έκταση λεκάνης 567 km² και μήκος 68 km και ο Ασπροπόταμος ή Τράβος με έκταση λεκάνης 158 km² και μήκος 28 km (Delimani and Xeidakis, 2003). Η διεύθυνση απορροής για τους χειμάρρους Κόσυνθο και Κομψάτο είναι από ΒΔ προς ΝΑ, αλλά ο Κομψάτος όπως και ο Ασπροπόταμος μετά την έξοδό τους από την ορεινή περιοχή στρέφονται με διεύθυνση από ΒΑ προς ΝΔ (Σχήμα 3).

Σε περιόδους χαμηλής παροχής των υδατορεμάτων (θερινή περίοδο) η λίμνη επηρεάζεται ιδιαίτερα από τη θάλασσα με την οποία επικοινωνεί στο νότιο τμήμα της μέσω μιας τεχνητής διόδου μήκους 1500 m. Ομοίως η λίμνη επικοινωνεί με τη λιμνοθάλασσα του Πόρτο Λάγους σε άλλα δυο σημεία. Οι ελώδεις εκτάσεις της νότιας περιοχής της Βιστωνίδας επηρεάζονται από παλιρροιακά φαινόμενα εξ αιτίας της παλιρροιας που υπάρχει στο Βιστωνικό κόλπο και είναι της τάξεως περίπου 0, 40 m (Πλοηγός, Τόμος Δ', 1987).

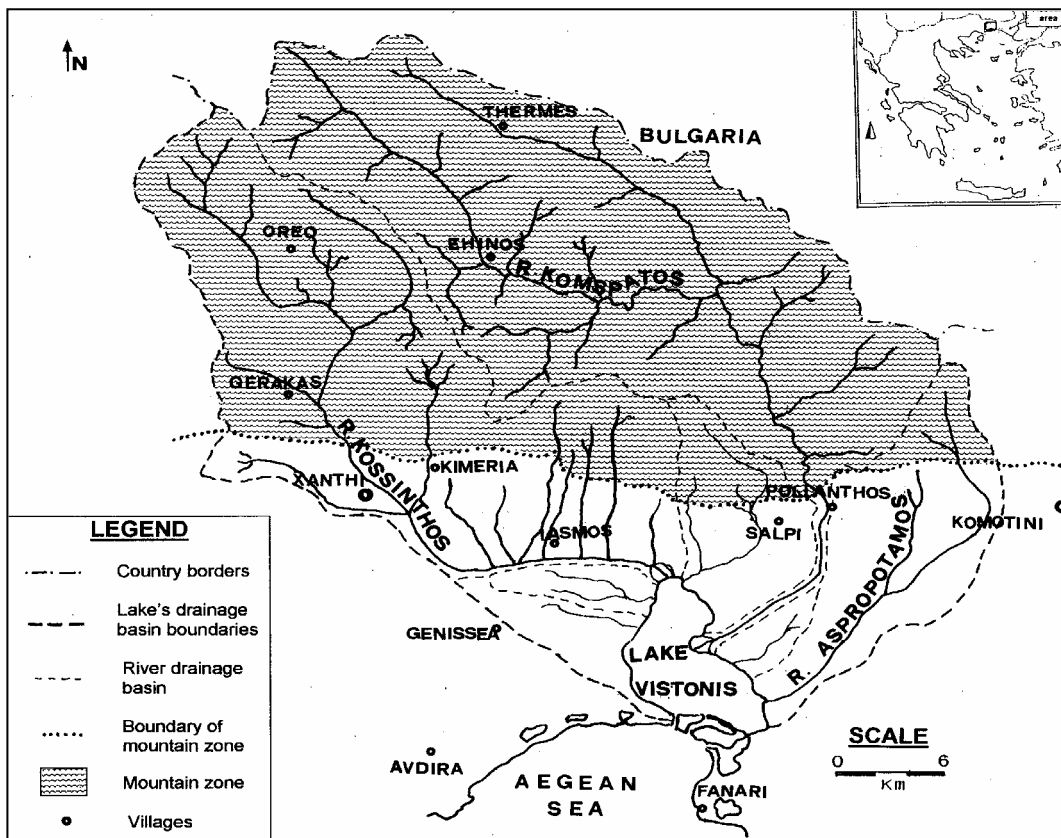
Η δασοκάλυψη της ορεινής ζώνης της υδρολογικής λεκάνης της λίμνης Βιστωνίδας είναι 28,7%, (Ψαλτοπούλου 1992).

Η ορεινή ζώνη της συγκεκριμένης λεκάνης, όπως προέκυψε από εμβαδομέτρηση σε χάρτη με κλίμακα 1:50.000, καταλαμβάνει τη βόρεια περιοχή της λεκάνης και καλύπτει το μεγαλύτερο σε έκταση τμήμα της, 895 km². Η περιοχή παρουσιάζει αδρό και πολυσχιδές ανάγλυφο με κλίσεις εδάφους >20%. Στην περιοχή αυτή κυριαρχούν κυρίως μεταμορφωμένα πετρώματα, τα οποία παρουσιάζουν επιφανειακή αποσάθρωση και κατά θέσεις, όπως προέκυψε από την γεωλογική παρατήρηση, σε φυσικές εδαφικές τομές, η αποσάθρωση ορισμένων γεωλογικών σχηματισμών, είναι της τάξεως 20-30m. Αποτέλεσμα αυτών είναι η σημαντική παρουσία φερτών υλών στους χειμάρρους που καταλήγουν στη λίμνη Βιστωνίδα κυρίως κατά την περίοδο των πλημμυρικών καταστάσεων. Οι μικρές διαδρομές των χειμάρρων και η μικρή τους κλίση εντός της πεδινής ζώνης συνηγορούν στην άποψη ότι ένας από τους κύριους και υπολογίσιμους φυσικούς παράγοντες της γεωμορφολογικής εξέλιξης της λίμνης τόσο κατά το παρελθόν, όσο και σήμερα είναι ο όγκος των φερτών υλικών που προέρχονται από την ορεινή ζώνη. (Delimani and Xeidakis, 2003). Σύμφωνα βιβλιογραφία έχει υπολογιστεί ο όγκος των ιζημάτων των τριών χειμάρρων Κοσύνθου, Κομψάτου και Ασπροπόταμου στις εξόδους τους από την ορεινή ζώνη (Hrissanthou, 2001, 1998, 1997).

Το λοφώδες ανάγλυφο εκτείνεται περιμετρικά του πεδινού τμήματος της λεκάνης της Βιστωνίδας, νότια της ορεινής ζώνης. Η Δ και ΝΔ λοφώδης περιοχή αποτελεί τον υδροκρίτη της λεκάνης της Βιστωνίδας με την γειτονική της λεκάνη, δηλ. εκείνη του ποταμού Νέστου, επιτρέποντας όμως μια επικοινωνία μεταξύ των λεκανών από το άνοιγμα που υπάρχει μεταξύ Κυψέλης – Μέλισσας (Διαμαντής 1985). Η νότια λοφώδης περιοχή χωρίζει τη λεκάνη της Βιστωνίδας από την θάλασσα, επιτρέποντας και εδώ την επικοινωνία των επιφανειακών νερών της λεκάνης της

Βιστωνίδας με τη θάλασσα από το άνοιγμα στην περιοχή Πόρτο - Λάγος. Η ΝΑ λοφώδης περιοχή χωρίζει την λεκάνη της Βιστωνίδας από τη λεκάνη του Βοζβόζη Κομοτηνής.

Η πεδινή ζώνη της λεκάνης της Βιστωνίδας έχει έκταση περίπου 450 km² και μπορεί να διαιρεθεί σε δύο τμήματα, την δυτική υπολεκάνη (υπολεκάνη του κάμπου της Ξάνθης) και την ανατολική υπολεκάνη (υπολεκάνη του κάμπου της Κομοτηνής), με όριο των υπολεκανών την λίμνη Βιστωνίδα. Η δυτική περιοχή έχει σχετικά αδρό ανάγλυφο με κλίσεις που κυμαίνονται από 6 - 20 % και μέγιστο υψόμετρο περίπου 105 m. Η ΝΔ περιοχή παρουσιάζει πολυσχιδές ανάγλυφο με μεγαλύτερη ανάπτυξη σε έκταση από εκείνο της δυτικής περιοχής, με κλίσεις πρηνών που κυμαίνονται και εδώ από 6 - 20 % και μέγιστο υψόμετρο περίπου 70 m. Η ανομοιομορφία του λοφώδους αναγλύφου οφείλεται στη διαφορετική γεωλογική δομή και σύσταση των σχηματισμών που την αποτελούν, όπως και στο διαφορετικό βαθμό διάβρωσης των σχηματισμών λόγω διαφορετικής συνοχής των υλικών τους.

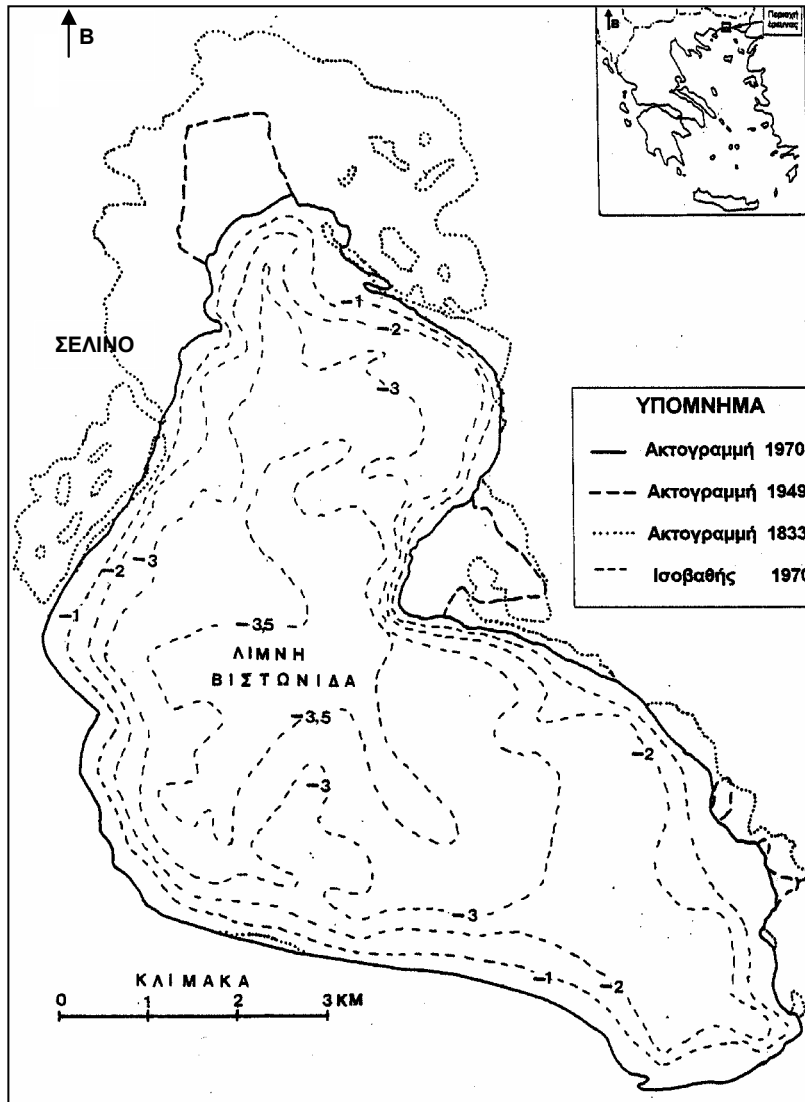


Σχήμα 3. Λεκάνη απορροής της λίμνης Βιστωνίδας (Delimani and Xeidakis, 2003)

Οι κοίτες ροής των χειμάρρων έχουν αλλάξει σημαντικά τα τελευταία χρόνια από ανθρώπινες επεμβάσεις. Η κυριότερη είναι εκείνη του εγκιβωτισμού και της πλήρους εκτροπής της κοίτης του Κόσυνθου το 1953 δυτικά της Βιστωνίδας. Ο Κόσυνθος κατά το παρελθόν εξέβαλε νότια στην λίμνη Λάφρα. Στη συνέχεια έγιναν ο εγκιβωτισμός και η εκτροπή των ποταμών Κομψάτου και Ασπροποτάμου ανατολικά. Ακολούθησε η κατασκευή (ανεπαρκούς) αποστραγγιστικού δικτύου ανατολικά της λίμνης. Σαν αντιστάθμισμα αυτών κατασκευάστηκε η τεχνητή διόδος της λίμνης προς τη θάλασσα στο νοτιοδυτικό τμήμα της, μήκους 1500 m. Έτσι σήμερα η λίμνη επικοινωνεί με τη θάλασσα μέσω τριών διόδων επικοινωνίας με αποτέλεσμα την αυξημένη εισροή θαλασσινού νερού κυρίως την ξηρή εποχή του έτους που η τροφοδοσία της λίμνης με γλυκό νερό από τους χειμάρρους είναι περιορισμένη. Η διαδικασία εισροής αλμυρού νερού δημιουργεί ρεύματα κυκλοφορίας διαφορετικής πυκνότητας που συντελούν επίσης και στον αυτοκαθαρισμό της λίμνης. Αυτό συμβαίνει γιατί η λίμνη είναι αβαθής και το νερό που εισρέει συνολικά σε μία χρονιά είναι τρεισήμισι φορές περισσότερο από τον όγκο του νερού της λίμνης. Από βιβλιογραφικά στοιχεία εκτιμάται ότι η μέση ετήσια πα-

ροχή του νερού που εισρέει στη λίμνη είναι $Q=11,4 \text{ m}^3/\text{sec}$ και κατά τη χειμερινή περίοδο η παροχή είναι $Q=30 \text{ m}^3/\text{sec}$. Αν δεν υπήρχαν οι έξοδοι στο Πόρτο Λάγος τότε η στάθμη της λίμνης θα ανέβαινε 8 m για το ίδιο εμβαδόν επιφάνειας λίμνης δηλ. 45 km^2 (Κωτσοβίνος 1986).

Ο υπολογισμός των μορφομετρικών στοιχείων της λίμνης που ακολουθούν (πίνακας 2), έγινε με βάση τους υπάρχοντες τοπογραφικούς χάρτες της λίμνης Βιστωνίδας. Χρησιμοποιήθηκαν οι χάρτες: Βρετανικό αρχηγείο στρατού, 1833, (με γραφική κλίμακα), τοπογραφικός χάρτης λίμνης Βιστωνίδας, Γ.Υ.Σ. 1970, τοπογραφικός χάρτης 1:50.000, φύλλο Μέσης, Γ.Υ.Σ. 1970, τοπογραφικός χάρτης 1:50.000, φύλλο Ιάσμου, Γ.Υ.Σ. 1949, τοπογραφικός χάρτης 1:50.000, φύλλο Ιάσμου, Γ.Υ.Σ. 1949, τοπογραφικός χάρτης 1:50.000, φύλλο Μέσης. (Delimani, Xeidakis. 2003).



Σχήμα 4. Χάρτης μεταβολής της ακτογραμμής της λίμνης Βιστωνίδας για τα έτη 1833, 1949 και 1970. Ισοβαθείς 1970.

Πίνακας 2. Μορφομετρικά στοιχεία της λίμνης Βιστωνίδας

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΕΤΟΣ		
	1833	1949	1970
ΕΚΤΑΣΗ (m ²)	59×10 ⁶	48×10 ⁶	45×10 ⁶
ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ (m)	56×10 ⁶	40×10 ⁶	35×10 ⁶
ΜΕΣΟ ΒΑΘΟΣ (m)	2,358	2,350	2,348
ΟΓΚΟΣ ΝΕΡΟΥ (m ³)	140×10 ⁶	*113×10 ⁶	106×10 ⁶

Τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά της έχουν μεταβληθεί σημαντικά, μετά το 1833, λόγω των ιζημάτων που δέχεται (Πίνακας 2). Η περίμετρος της λίμνης Βιστωνίδας, (σύμφωνα με τον νεώτερο τοπογραφικό χάρτη που κυκλοφορεί της Γ.Υ.Σ. του 1970) είναι 35 km, η έκταση της 45 km², ο όγκος της 106×10⁶ m³ και το μέσο βάθος της 2,348 m και δέχεται σημαντικό όγκο ιζημάτων κατ' έτος. Ο μέσος ρυθμός της ιζηματογένεσης για το χρονικό διάστημα 1970-1949 υπολογίζεται σε 347.000 m³ /χρόνο ενώ για την χρονική περίοδο 1949-1833 σε 233.000 m³ /χρόνο, ήτοι αύξηση κατά 48,8%. Η αύξηση του ρυθμού της ιζηματογένεσης οφείλεται κυρίως στην εκτροπή προς τη λίμνη του Κόσυνθου, αλλά και των υπολοίπων τεχνικών παρεμβάσεων που έγιναν μετά το 1950 στην υδρολογική λεκάνη της λίμνης Βιστωνίδας.

4. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΑΚΤΩΝ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΒΙΣΤΩΝΙΔΑΣ

Οι ακτές στο βόρειο-βορειοδυτικό άκρο της λίμνης Βιστωνίδας (εκβολές Κοσύνθου) εμφανίζουν πρόσχωση και προώθηση. Όμοια διαμόρφωση παρατηρείται και βορειοανατολικά. Η πρόσχωση των ακτών σε ολόκληρη τη περιοχή αυτή είναι μεγάλη, της τάξεως 1000-2000 m στο χρονικό διάστημα 1833-1970. Οι ακτές είναι χαμηλές, ομαλές, με βλάστηση από καλαμώνες και σε όλο το τμήμα αυτό οι κλίσεις του εδάφους είναι σχεδόν μηδενικές. Στο βορειοανατολικό άκρο της λίμνης, τοπικά, σε αμμώδη βραχίονα από παλαιότερης χαρτογράφησης χάρτες (1833) εντοπίζεται διάβρωση και υποχώρηση των ακτών, της τάξεως περίπου 20 m, που πιθανόν να οφείλεται σε τοπική διευθέτηση του χειμάρρου που είχε έξοδο στο σημείο αυτό. Λίγο νοτιοανατολικότερα, στην περιοχή της Διαλαμπής, παρατηρείται πρόσχωση σε μικρό νησάκι της λίμνης το οποίο συνδέθηκε σχεδόν με αμμώδη βραχίονα της ακτής που εξηγείται από την απόθεση των ιζημάτων του χειμάρρου της Διαλαμπής στο σημείο αυτό. Οι ακτές χαρακτηρίζονται ως ομαλές, χαμηλές ακτές, με βλάστηση από καλαμώνες στο μεγαλύτερο τμήμα τους.

Ανατολικά, στις εκβολές του Κομψάτου, παρατηρείται συνεχής και έντονη πρόσχωση σε βάρος της λίμνης, της τάξεως 1500 m για το χρονικό διάστημα 1833-1970.



Σχήμα 5 . Σχηματισμός αμμώδη βραχίονα στις εκβολές Κομψάτου ΒΔ τμήμα της λίμνης Βιστωνίδας

(* Ψαλτοπούλου, 1992)

Οι παλαιότερες προσχώσεις, όπως παρατηρείται από τους χάρτες, διαμόρφωναν δέλτα. Σήμερα λόγω του εγκιβωτισμού της κοίτης του οι σημερινές προσχώσεις διαμορφώνουν αμμώδη βραχίονα (bar) με βλάστηση, που προχωρεί με ρυθμό περίπου 3-4 m το χρόνο (Σχήμα 5).

Νοτιότερα, στην περιοχή της Σάλπης, οι ακτές εμφανίζονται ομαλές, χαμηλές με βλάστηση από καλάμινες με μικρή σήμερα προώθηση προς τη λίμνη. Οι ίδιες ακτές κατά θέσεις παρουσίαζαν και κατά το παρελθόν πρόσχωση και προώθηση σε βάρος της λίμνης. Στη ΝΔ περιοχή της λίμνης εντοπίζονται οι ακτές που διαμορφώνονται από την εγκιβωτισμένη κοίτη του Αστροπόταμου που προσχώνουν τοπικά την θέση αυτή.

Ακολουθούν οι υψηλές ακτές της περιοχής του Γλυκονερίου με ύψος 3-5 m. Η περιοχή στη θέση αυτή παρουσιάζει λοφώδες ανάγλυφο. Αποτελείται από συνεκτικούς γεωλογικούς σχηματισμούς νεογενών ιζημάτων που δικαιολογεί την παρουσία υψηλών ακτών. Στο βόρειο τμήμα των ακτών του Γλυκονερίου μπροστά από τις υψηλές ακτές παρατηρείται αποθετική παραλία, ενώ το νότιο τμήμα τους δεν παρουσιάζει απόθεση. (Σχήμα 6). Οι ακτές παρουσιάζουν τοπικές κατολισθήσεις από ρωγμές εφελκυσμού που παρατηρούνται ακόμη και την άνοιξη λόγω αφυδάτωσης του γεωλογικού υλικού τους (χαμηλής συνεκτικότητας κροκαλοπαγή και ψαμμίτες του νεογενούς).



Σχήμα 6. Υψηλές ακτές της περιοχής Γλυκονερίου



Σχήμα 7. Η νότια περιοχή των ακτών της λίμνης Βιστωνίδας που προστατεύονται από αναχώματα

Η νότια περιοχή των ακτών της λίμνης Βιστωνίδας αποτελείται στο μεγαλύτερο μέρος της από ομαλές ακτές, χαμηλού αναγλύφου, με βλάστηση κατά θέσεις, που προστατεύονται από αναχώματα. Δυτικά του διαύλου επικοινωνίας της λίμνης με τη θάλασσα η ακτή παρουσιάζει αναβαθμό ύψους περίπου 1 m, ενώ στην ίδια θέση από παλαιότερο χάρτη (1833) εμφανίζει υποχώρηση, η οποία σήμερα δεν είναι δυνατόν να επιβεβαιωθεί λόγω της παρουσίας των αναχωμάτων. (Σχήμα 5) Σήμερα η προστασία των ακτών της περιοχής από τη διάβρωση εξασφαλίζεται από αναχώματα σε όλο το μήκος των νότιων ακτών της λίμνης. Τα αναχώματα κατασκευάστηκαν κυρίως για την προστασία του οδικού άξονα Ξάνθης-Κομοτηνής από την υπερχειλίση των νερών της λίμνης την περίοδο των πλημμυρικών καταστάσεων. (Σχήμα 7).

Στη ΝΔ περιοχή της λίμνης από τις αλυκές της Ν. Κεσσάνης μέχρι και 600 m βόρεια της εκκλησίας της Αγ. Παρασκευής εμφανίζονται υψηλές ακτές που αποτελούνται από συνεκτικό γεωλογικό υλικό. Το ανάγλυφο της περιοχής αυτής είναι λοφώδες. Στις περισσότερες θέσεις τα πρανή των ακτών παρουσιάζουν σπηλαιώσεις και διαβρώσεις λόγω υποσκαφής τους, αλλά και μικρές τοπικές κατολισθήσεις από ρωγμές εφελκυσμού. (Σχήμα 9, 10). Δεν εμφανίζουν ιδιαίτερη βλάστηση, γεγονός που διευκολύνει ακόμη περισσότερο τη διάβρωσή τους. Η περιοχή αυτή καλύπτεται σε βάθος 1,5-3 m από μαύρα διογκούμενα εδάφη. Το ύψος των ακτών κυμαίνεται από 3-5 m.

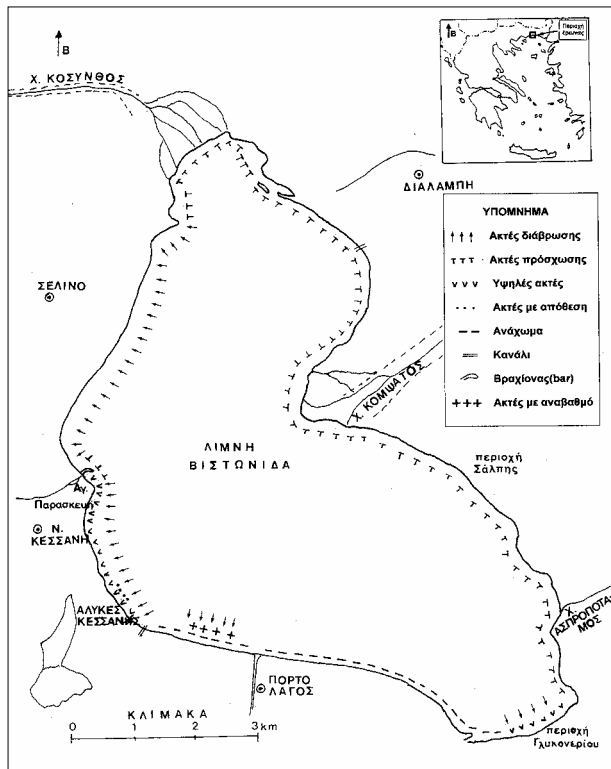
Οι ακτές από την περιοχή του Σέλινου μέχρι τις εκβολές του Κόσυνθου χαρακτηρίζονται ως ομαλές ακτές, χαμηλού αναγλύφου. (Σχήμα 11, σχήμα 12). Κατά το παρελθόν, όπως παρατηρείται από τους χάρτες, παρουσίαζαν πρόσχωση και προώθηση της τάξεως των 500-1000 m για το χρονικό διάστημα 1833-1949, αλλά σήμερα παρουσιάζουν σε όλο σχεδόν το μήκος τους, διάβρωση και υποχώρηση. Η διάβρωση και υποχώρηση αυτή οφείλεται κυρίως στη μείωση της τροφοδοσίας της περιοχής, τοπικά, με ιζήματα. Η μείωση του όγκου των ιζημάτων στη θέση αυτή είναι αποτέλεσμα της διευθέτησης όλων των μικρών διάσπαρτων κοιτών της εκβολής του Κόσυνθου που εξέβαλαν παλαιότερα λίγο βορειότερα και εγκιβωτίστηκαν στη διευθετημένη κοίτη του. Μέρος των ιζημάτων

που κατέληγαν στις ακτές της λίμνης παλιότερα σήμερα εγκλωβίζονται από το σχεδόν παράλληλο με τις ακτές ανάχωμα, το οποίο κατασκευάστηκε για τον έλεγχο των πλημμύρων της λίμνης στις αγροτικές εκτάσεις του Σέλινου. Επίσης η τοπική αυτή διάβρωση είναι δυνατόν να οφείλεται σε μικρότερο βαθμό και στην επίδραση του ανεμογενούς κυματισμού της λίμνης στην θέση αυτή. Η αποψίλωση των παρυδάτιων δασών που υπήρχαν τις περασμένες δεκαετίες στις εκβολές των χειμάρρων που εξέβαλαν στη λίμνη έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της επιφανειακής διάβρωσης και την αποσταθεροποίηση του εδάφους, κυρίως στις περιοχές των ακτών με έμμεση επίπτωση τη διάβρωση υποχώρηση τους. Στην περιοχή του Σέλινου υπήρχε το περίφημο Σελινοδάσος, το οποίο σήμερα δεν υπάρχει. Σε αρκετές θέσεις των ακτών της περιοχής του Σέλινου παρατηρούνται συσσωρεύσεις οστράκων, ενώ η θαμνώδης βλάστηση τους είναι στα περισσότερα σημεία κατακλυσμένη από τα νερά της λίμνης. (Σχήμα 11, Σχήμα 12).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι κυριότερες αιτίες της μεταβολής των ακτών της λίμνης Βιστωνίδας είναι :

- Ο όγκος των φερτών υλικών που προέρχονται κυρίως από την ορεινή ζώνη.
- Οι συχνές πλημμυρικές καταστάσεις που οφείλονται στη δίαυτα των βροχοπτώσεων και τις ανθρωπογενείς επεμβάσεις στην υδρολογική λεκάνη της λίμνης.
- Ο εγκιβωτισμός και οι διευθετήσεις των χειμάρρων της υδρολογικής λεκάνης έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση του ρυθμού της ιζηματογένεσης κατά 48,8% τη μεταβολή της θέσης απόθεσης των ιζημάτων μέσα στη λίμνη.
- Η αποψίλωση των παρυδάτιων δασών που υπήρχαν τις περασμένες δεκαετίες στις εκβολές των χειμάρρων έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της επιφανειακής διάβρωσης και την αποσταθεροποίηση του εδάφους, κυρίως στις περιοχές των ακτών, με έμμεση επίπτωση τη διάβρωση υποχώρηση τους.
- Η παρουσία κυματισμού στη λίμνη λόγω των ισχυρών ΒΑ και ΝΑ ανέμων, ιδίως κατά τη χειμερινή περίοδο με ύψος κύματος >0,5 m δημιουργεί προϋποθέσεις διάβρωσης και υποχώρησης.



Σχήμα 8. Γεωμορφολογικός χάρτης των ακτών της λίμνης Βιστωνίδας.



Σχήμα 9 Υψηλές ακτές Ν. Κεσσάνης



Σχήμα 10. Υψηλές ακτές Ν. Κεσσάνης



Σχήμα 11. Διαβρωσιγενείς ακτές περιοχής Σέλινου



Σχήμα 12. Διαβρωσιγενείς ακτές περιοχής Σέλινου

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Βρετανικό αρχηγείο στρατού. 1833. Τοπογραφικός χάρτης λίμνης Βιστωνίδας.
 Γ.Υ.Σ. 1970. Τοπογραφικός χάρτης 1:50.000, φύλλο Μέσης
 Γ.Υ.Σ. 1949. Τοπογραφικός χάρτης 1:50.000, φύλλο Μέσης.
 Γ.Υ.Σ. 1970. Τοπογραφικός χάρτης 1:50.000, φύλλο Ιάσμου.
 Γ.Υ.Σ. 1949. Τοπογραφικός χάρτης 1:50.000, φύλλο Ιάσμου.
 Δελημάνη, Π. 2000. Γεωλογικές μεταβολές της ακτογραμμής στη περιοχή της Θράκης και επιπτώσεις στη χρήση της παραλιακής ζώνης. Διδακτορική διατριβή, Δημοκρίτειο Πανεπ/μιο Θράκης. Πολυτεχνική Σχολή. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. Ξάνθη 2000.
 Διαμαντής Ι.Β., 1985. Υδρογεωλογική μελέτη λεκάνη λίμνης Βιστωνίδας. Μελέτη υδροφόρων οριζόντων μέσα σε ένα ευρύ ετερογενές πεδίο Διδακτορικής διατριβής. Ξάνθη 1985.
 Ι.Γ.Μ.Ε., 1980. "Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος 1:50.000, φύλλο Μέση - Ξυλαγανή.
 Ι.Γ.Μ.Ε., 1980. "Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος 1:50.000, φύλλο Μαρώνεια.
 Ι.Γ.Μ.Ε., 1980. "Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος 1:50.000, φύλλο Χρυσούπολη.
 Ι.Γ.Μ.Ε., 1980. "Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος 1:50.000, φύλλο Αβδηρα - Μέση".
 Κατσούλης Β., 1970. "Αι ανεμολογικά συνθήκαι εις το Αιγαίον Πέλαγος", Διδακτορική διατριβή, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα. σελ. 168
 Κωτσοβίνος, Ν., 1986. Εκτιμήσεις για τον αυτοκαθαρισμό της λίμνης Βιστωνίδας Θρακικά Χρονικά . Τεύχ. 41. σελ. 166-173.
 Προέδρου, Π., & Στυλιανού, Φ. 1978. Συνθετική γεωλογική έκθεση γεωτρήσεως ΚΟΜΟΤΗΝΗ 1, Αθήνα
 Υδρογραφική Υπηρεσία, 1987. Ναυπλιακές οδηγίες των ελληνικών ακτών. «Πλοηγός», Δ τόμος, Βόρειες και ανατολικές ακτές του Αιγαίου Πελάγους. Γ΄ έκδοση, Αθήνα.
 Φαλοπούλου Χ., 1992. Υδάτινο Περιβάλλον - Ρύπανση - Ιχθυοπαραγωγή Βιστωνίδας. Θρακικά Χρονικά . Τεύχ. 461. σελ. 201-207
 Delimani P., Xeidakis G. 2003 Environmental problems in lake Vistonis Thrace region, Northern Greece. Proceedings of the 8th international conference on Environmental science and technology . 8-10 September 2003. Lemnos p.p 119-126

- Grissanthou V., 1997. "Comparison between two mathematical models for the computation of sediment yield from a basin". International Symposium on Modelling Soil Erosion, Sediment Transport and Closely Related Hydrological Processes. Vienna. IAHS Publication no 249, pp. 137-142
- Grissanthou V., 1998. "Application of an erosion model to a basin". Proceedings, Third International Conference on Hydro-Science and Engineering (CD-ROM), Cottbus, Berlin.
- Grissanthou V., 2001. "Vegleichende berchnung der bodenerosion und des feststofftrasportes in einem einzgs-gebiet". Wasserwirtschaft 91 (2001) 4, s. 212-217.

ABSTRACT

GEOMORPHOLOGIC CHANGES IN THE COASTLINE OF VISTONIS LAKE, THRACE, N GREECE.

Delimani P. and Xeidakis G.

Department of Civil Engineering Democritus of Thrace, 67100, Xanthi, Greece,
xeidakis@civil.duth.gr, pdeliman@civil.duth.gr

The lake Vistonis is a shallow coastal lake about 20 km SE of the city of Xanhti; in Greek Thrace. It constitutes one of the most important hydrobiotope of Thrace. The lake has an area $45 \times 10^6 \text{ m}^2$ and a total volume of water $106 \times 10^6 \text{ m}^3$. It accepts today around 330.000 m^3/yr sediments and a total volume of $360 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{sec}$ fresh water from the surrounding basin. Due to human intervention to drainage system of the basin i.e. entrenchment of the torrent channels and diversion of their courses (river Kosinhtos), etc., the solid load reaching the lake increased a lot during the last decades resulting in the increase sedimentation inside the lake. As a result the rate of the lake shrinkage increased. Besides that the lake suffer from eutrophication due to fertilizers brought with river waters. In this paper the changes in the lake's shoreline the last 170 year is discussed. As it is shown the lake's coastline exhibits progradation (advance) at its north and east side and erosion and retreat at the south and west side. This is attributed to the distribution of the incoming sediment and to the prevailing, in the area, NE and SE winds.