

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ

Πετρούλα Δελημάνη*, Γεώργιος Ξειδάκης**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή γίνεται επισήμανση και σχολιασμός των κυριότερων περιβαλλοντικών προβλημάτων της παράκτιας ζώνης της Α. Μακεδονίας και Θράκης και των αιτιών που τα προκαλούν. Τις τελευταίες δεκαετίες ασκούνται όλο και περισσότερες πιέσεις και παρεμβάσεις για την ανάπτυξη της παράκτιας αυτής ζώνης, από τις οποίες λίγες είναι συμβατές με την προστασία και την αξία του φυσικού περιβάλλοντος. Στην περιοχή έρευνας έχουν δημιουργηθεί 22 φυσικοί υγρότοποι εξαιρετικού οικολογικού ενδιαφέροντος με ιδιαίτερα πλούσια βιοποικιλότητα, παρ' όλα αυτά δέχεται σημαντικές ανθρώπινες επεμβάσεις, όπως μεγάλα φράγματα, διευθετήσεις και ευθυγραμμίσεις χειμάρρων, μεγάλο αριθμό υδρογεωτρήσεων, αυθαιρετη δόμηση κ.λπ., που διαταράσσουν την ισορροπία των γεωλογικών, γεωμορφολογικών και υδρογεωλογικών συνθηκών, με αποτέλεσμα τη συρρίκνωση και υποβάθμιση των υγροτόπων, τη διάβρωση και υποχώρηση των ακτών, την υφαλμύρωση των υπόγειων νερών κ.λπ. Η ευνοϊκή γεωμορφολογία (σχεδόν επίπεδο ανάγλυφο σε μικρή απόσταση από την ορεινή ζώνη), το κλίμα της περιοχής και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας συντελούν επίσης στον πλημμυρισμό από επιφανειακά νερά μεγάλων εκτάσεων, κυρίως τη χειμερινή περίοδο.

Environmental Problems in the Coastal Zone of East Macedonia - Thrace

P. Delimani, G. S. Xeidakis

ABSTRACT

The main environmental problems in the coastal zone of East Macedonia and Thrace, Greece, are briefly discussed in this paper. The area under study has the privilege to accommodate some wetlands of great ecological significance with a very rich biodiversity and very productive agricultural fields. However, in the last few decades the area has suffered a variety of human interventions, e.g. the construction of big dams which deprive the coastal zone of sediment supply and water; the entrenchment of rivers and torrents inland with artificial levees; increased water flow velocity and restricted flooding of lowlands; the drilling of many pumping wells for irrigation and over the pumping groundwater; the rise of sea level; the arbitrary construction of structures near the shoreline, like ports, pavilions, etc. This human interference, combined with the natural processes, has had the consequence of drying up many wetlands; is a threat to the survival of many animals living in the area; and has led to the intrusion of sea water inland, the salinization of soils at the coastal zone, the reduction of soil productivity, and the erosion of the coastline by sea waves and long shore currents, especially at river deltas.

* Λέκτορας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, ΔΠΘ, e-mail: pdeliman@civil.duth.gr.

** Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, ΔΠΘ, e-mail: xeidakis@civil.duth.gr.



Χάρτης 1.

Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής μελέτης από τα φύλλα των γεωλογικών χαρτών του ΓΓΜΕ

1. Εισαγωγή

Οι περιβαλλοντικές πιέσεις στον παράκτιο χώρο οφείλονται κυρίως στην υψηλή συγκέντρωση πληθυσμών και ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Η κατοικία, το εμπόριο, η βιομηχανία, οι μεταφορές, η αναψυχή, ο τουρισμός διογκώνονται καθημερινά, οξύνοντας τα προβλήματα σε αυτή τη ζώνη. Η συγκέντρωση πληθυσμού σε παράκτιες περιοχές είναι παγκόσμιο φαινόμενο, αφού ο μισός πληθυσμός της Γης κατοικεί σε μια ζώνη βάθους 100 χμ. από τη θάλασσα (Δουκάκης 1999). Κίνητρο της προσέλκυσης αυτής είναι οι πάρα πολλές δραστηριότητες που μπορούν να αναπτυχθούν στην εν λόγω ζώνη.

Στην εργασία αυτή γίνεται μια ανασκόπηση και μια κριτική θεώρηση των κυριότερων περιβαλλοντικών προβλημάτων της εξεταζόμενης περιοχής.

2. Γεωλογία, γεωμορφολογία της ευρύτερης περιοχής

Η περιοχή που εξετάζεται ανήκει στη γεωτεκτονική ζώνη της Ροδόπης και αποτελείται κυρίως από μεταμορφωμένα πετρώματα της ομώνυμης μάζας, όπως υψηλού βαθμού μεταμόρφωσης γνευσίους, αμφιβολίτες, μαρμαρυγιακούς σχιστολίθους, μάρμαρα, ημιμεταμορφωμένα πετρώματα (φυλλίτες) κ.ά. Από νεότερους σχηματισμούς, που αποτελούνται από παλαιογενή και νεογενή ιζήματα, όπως επίσης από πυριγενή πετρώματα και, τέλος, από τις σύγχρονες ποταμοχειμάρριες αποθέσεις του Τεταρτογενούς (Νουσινάκος κ.ά. 1976, Νουσινάκος 1991, Προέδρου κ.ά. 1978, Pollak 1979, Στουρνάρας 1984, Διαμαντής 1985, Ψιλοβίκος κ.ά. 1986, Γεωλογικοί Χάρτες ΙΓΜΕ) (Χάρτης 1).

Γεωμορφολογικά η περιοχή μπορεί να διακριθεί σε τρεις τύπους αναγλύφου. Τον τύπο του ορεινού αναγλύφου, τον τύπο του λοφώδους (παλαιογενή-νεογενή ιζήματα) και, τέλος, εκείνο του πεδινού (αλλουβιακά ιζήματα). Η διαμόρφωση των τριών αυτών τύπων αναγλύφου είναι αποτέλεσμα της έντονης τεκτονικής δραστηριότητας, της συνδυασμένης δράσης των παραγόντων απόθεσης και διάβρωσης της ευρύτερης περιοχής, και της σύστασης ή της κατάστασης των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την περιοχή (αποσάθρωση-διάβρωση κ.λπ.). Το ορεινό ανάγλυφο εντοπίζεται κυρίως σε περιοχές που δομούνται από τα κρυσταλλικά πετρώματα της μάζας της Ροδόπης, όπως η βόρεια περιοχή και η περιοχή της οροσειράς του Ισμάρου, προς ανατολάς. Το πεδινό ανάγλυφο εμφανίζεται νότια, σε μικρή σχετικά απόσταση από την ορεινή ζώνη, διαμορφώνοντας τις σημερινές λεκάνες απόθεσης της ευρύτερης περιοχής. Οι λεκάνες απόθεσης ταυτίζονται με τις υδρολογικές λεκάνες, οι οποίες έχουν τροποποιηθεί κατά θέσεις από τεχνικές παρεμβάσεις. Οι υδροκρίτες των λεκανών αυτών διαμορφώνονται από τις νεογενείς και πλειστοκαινικές λοφοσειρές, που φθάνουν μέχρι την παραλία και αποτελούν το λοφώδες ανάγλυφο. Το πεδινό τμήμα του δέλτα του ποταμού Νέστου χωρίζεται από τον διευθετημένο ποταμό σε δύο τμήματα, το δυτικό και το ανατολικό. Χαρακτηριστικό του πεδινού τμήματος ολόκληρου του Δέλτα είναι η διαμόρφωση αβαθών τμημάτων, που κατά καιρούς δημιουργούν λιμνάζουσες επιφάνειες (έλη). Τα έλη αυτά ήταν περισσότερα και καταλάμβαναν μεγαλύτερη έκταση στο παρελθόν. Η δημιουργία τους οφείλεται στις απολήξεις των ρευμάτων της ορεινής ζώνης, το χαμηλό τοπογραφικό ανάγλυφο της παράκτιας ζώνης, την κοκκομετρική σύσταση και τις μικρές κλίσεις του εδάφους και το μι-

κρό βάθος από την επιφάνεια του εδάφους του φρεάτιου υδροφόρου ορίζοντα. Σήμερα οι λιμνάζουσες επιφάνειες έχουν περιοριστεί από το δίκτυο των αποστραγγιστικών έργων. Στον περιορισμό των ελωδών εκτάσεων έχουν συντελέσει τα διάφορα τεχνικά έργα που έχουν κατασκευαστεί, όπως ενοποίηση των διάσπαρτων κοιτών, τα φράγματα της ΔΕΗ Θησαυρού και Πλατανόβρυσης, το φράγμα εκτροπής στους Τοξότες στον ποταμό Νέστο, την κατασκευή επενδεδυμένων αρδευτικών καναλιών παράλληλα με την κοίτη του ποταμού κ.λπ. Ένας ακόμη παράγοντας που συντελεί στον περιορισμό των ελωδών εκτάσεων και τη συρρίκνωση των υγροτόπων είναι η πτώση της στάθμης του φρεάτιου υδροφόρου ορίζοντα που οφείλεται κυρίως σε υπεραντλήσεις, στη μειωμένη τροφοδοσία του λόγω περιορισμένης επιφανειακής διήθησης και στην κατασκευή αποστραγγιστικών καναλιών. Οι αποξηραμένες ελώδεις εκτάσεις της παραλιακής ζώνης σήμερα έχουν αποδοθεί για αγροτικές καλλιέργειες.

3. Κλίμα της παρακτίας περιοχής

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του κλίματος του Αιγαίου αποτελεί το σύστημα των Ετησίων ανέμων (μελέτμια), που επικρατούν στις ελληνικές θάλασσες και είναι γενικά βόρειοι άνεμοι, οι οποίοι πνέουν πάντα την ίδια εποχή, από τον Μάιο έως τον Σεπτέμβριο. Για την εξέταση των ανεμολογικών συνθηκών της παρακτίας περιοχής που ερευνάται ελήφθησαν υπόψη οι σταθμοί Καβάλας, Θάσου και Αλεξανδρούπολης.

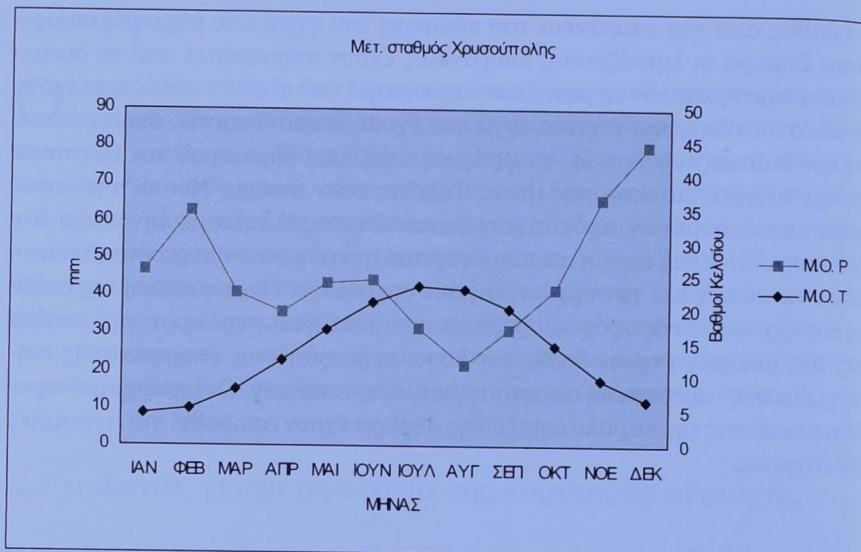
Η κυρίαρχουσα διεύθυνση των ανέμων είναι ΒΑ και γενικότερα επικρατούν οι βόρειοι άνεμοι. Ακολουθούν οι ΝΑ και ΝΔ διεύθυνσης άνεμοι και έπεται η Α διεύθυνση. Όσον αφορά τις εντάσεις των ανέμων στο Βόρειο Αιγαίο, η περιοχή αυτή μπορεί να χαρακτηριστεί ιδιαίτερα ανεμώδης κατά τη διάρκεια του χειμώνα, με την εμφάνιση έως και θυελλωδών ανέμων που δημιουργούν μεγάλη θαλασσοταραχή. Προς τα παράλια της Θράκης όμως η ένταση των ανέμων ελαττώνεται (Κατσούλης 1970).

Για την εξέταση του μικροκλίματος της υπό έρευνα περιοχής από πλευράς βροχόπτωσης και θερμοκρασίας ελήφθησαν υπόψη τα στοιχεία δύο αντιπροσωπευτικών μετεωρολογικών σταθμών, ενός στην περιοχή του δέλτα του ποταμού Νέστου, εκείνου της Χρυσούπολης Καβάλας, και ενός στην πεδινή περιοχή του Ν. Ροδόπης, του Ν. Σιδηροχωρίου. Σύμφωνα με τα ομβροθερμικά διαγράμματα κατά Gaussen-Bagnouls των δύο σταθμών (Διαγράμματα 1, 2), φαίνεται ότι η ξηρή περίοδος αρχίζει από τα μέσα Ιουνίου και φθάνει μέχρι τα μέσα Σεπτεμβρίου (διάρκεια περίπου τρεις μήνες). Με βάση την τιμή του ετήσιου θερμομετρικού εύρους (ΕΘΕ), το κλίμα της περιοχής κατά Cotczynski χαρακτηρίζεται ως θαλάσσιο μεταβατικό, γεγονός που ισχύει για όλη την ελληνική επικράτεια. Από τα στοιχεία των θερμοκρασιών των δύο σταθμών, ο κλιματικός τύπος της περιοχής αυτής ανήκει στην ομάδα των μεσόθερμων κλιμάτων C (Δελημάνη 2000).

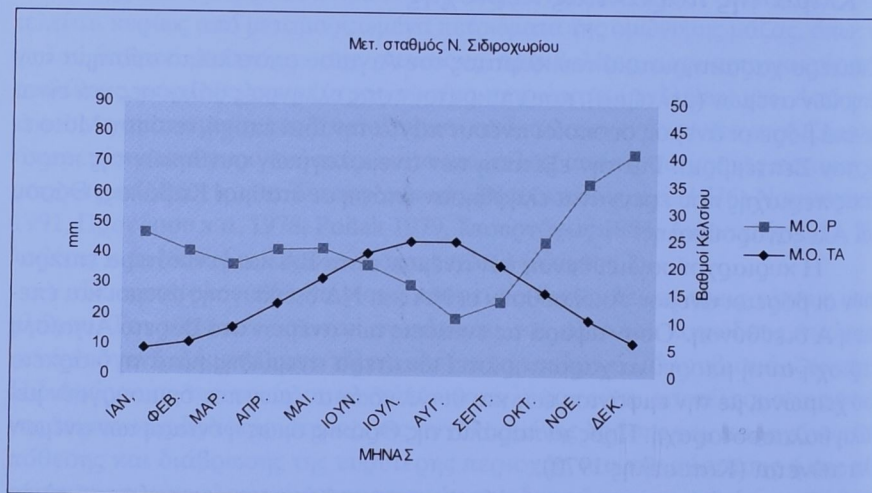
Πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι τα θαλάσσια ρεύματα στην περιοχή της ακτογραμμής του Βορείου Αιγαίου, αν και εξαρτώνται από τους πνέοντες ανέμους, είναι γενικά δυτικής συνιστώσας, με τοπικές μεταβολές οι οποίες εξαρτώνται από τη γεωμορφολογία της ακτογραμμής (κόλπους, ακρωτήρια, νησιά κ.λπ.).

Διάγραμμα 1.

Ομβροθερμικό διάγραμμα μετεωρολογικού σταθμού Χρυσούπολης

**Διάγραμμα 2.**

Ομβροθερμικό διάγραμμα μετεωρολογικού σταθμού Ν. Σιδηροχωρίου



4. Προβλήματα της παραλιακής ζώνης

Τα προβλήματα της παράκτιας ζώνης που εξετάζεται εδώ οφείλονται τόσο σε φυσικούς όσο και σε ανθρωπογενείς παράγοντες και τα κυριότερα είναι:

4.1. Περιβαλλοντικά προβλήματα στις ελώδεις εκτάσεις

Η παράκτια περιοχή που ερευνάται κατά τη μεγαλύτερη έκτασή της είναι πεδινή και μόνο ένα μικρό τμήμα της είναι λοφώδες ή ορεινό. Στις πεδινές περιοχές οι κλίσεις είναι πολύ μικρές, >1%, και με προσανατολισμό προς τη θάλασσα, ενώ σε ορισμένες περιοχές τα υψόμετρα που συναντώνται είναι μηδενικά σε σχέση με το επίπεδο της στάθμης της θάλασσας. Χαρακτηριστικό της περιοχής είναι η ύπαρξη σε μεγάλη έκταση φρεάτιου υδροφόρου οριζοντα, του οποίου η στάθμη, κυρίως τη χειμερινή περίοδο, βρίσκεται σε βάθη μικρότερα των 5 μ., ενώ στην εντελώς παράκτια περιοχή τα βάθη του κυμαίνονται από 1 έως 2 μ. Οι πεδινές αυτές εκτάσεις επίσης δομούνται κατά πλειοψηφία από αλλουβιακά υ-

λικά ποτάμιας, δελταϊκής ή λιμνοθαλάσσιας προέλευσης, με αυξημένη την επιφανειακή παρουσία αργιλικών ή ιλυοαμμωδών υλικών. Στις εκτάσεις αυτές η στράγγιση και η αποχέτευση είναι προβληματική, γιατί το υψόμετρό τους δεν διαφέρει σημαντικά από το επίπεδο της θάλασσας.

Σήμερα οι περισσότερες από αυτές τις περιοχές αποτελούν είτε ακαλλιέργητες εκτάσεις είτε γεωργικές εκτάσεις στις οποίες έχει κατασκευαστεί αποστραγγιστικό δίκτυο, το οποίο όμως δεν είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό. Οι μικρές κλίσεις του εδάφους, σε συνδυασμό με το μικρό βάθος από την επιφάνεια του φρεάτιου υδροφόρου ορίζοντα και το είδος των σχηματισμών, διαμορφώνουν στην παραλιακή περιοχή ευνοϊκές συνθήκες ύπαρξης ελωδών εκτάσεων, οι οποίες κατακλύζονται από νερό για μεγάλη χρονική περίοδο του έτους. Οι εκτάσεις αυτές είναι προβληματικές για την εγκατάσταση ή την επέκταση οικιστικών ζωνών.

Κατά μήκος της παραλιακής ζώνης, από το ακρωτήριο Ακρονέρι μέχρι το ακρωτήριο Αχλάδα, υπάρχει μια σειρά μικρών ή μεγάλων λιμνοθαλασσών με μόνιμη παραμονή επιφανειακών νερών σ' αυτές. Περιμετρικά των μόνιμων αυτών επιφανειακών νερών, εξαιτίας των προαναφερόμενων αιτιών, παρατηρούνται έλη και υγρά εδάφη. Η παρουσία επιφανειακού νερού στις περιοχές αυτές μπορεί γενικά να διακριθεί σε δύο ζώνες. Η πρώτη από αυτές παρουσιάζει παραμονή επιφανειακών νερών για μεγάλο διάστημα κατά τη διάρκεια ενός υδρολογικού έτους που ξεκινά αμέσως μετά τις φθινοπωρινές βροχοπτώσεις, από τα μέσα σχεδόν του Οκτωβρίου, μέχρι το τέλος της άνοιξης, το μήνα Μάιο. Η δεύτερη από αυτές παρουσιάζει παραμονή επιφανειακών νερών κατά την υγρή περίοδο του υδρολογικού έτους που αρχίζει από τον Νοέμβριο και διαρκεί μέχρι τον Μάρτιο. Στην περιοχή έρευνας έγινε χαρτογράφηση των ελωδών εκτάσεων της παραλιακής ζώνης κατά την περίοδο του φθινοπώρου και του χειμώνα και συντάχθηκε ο Χάρτης 2. Στο χάρτη αυτόν παρουσιάζεται η δυνατότητα πλημμυρισμού από επιφανειακά νερά της παραλιακής ζώνης με τέσσερις κατηγορίες περιοχών δυνατότητας πλημμυρισμού:

α) Στην πρώτη κατηγορία αποτυπώνονται οι περιοχές όπου υπάρχει μόνιμη παραμονή επιφανειακών νερών καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου.

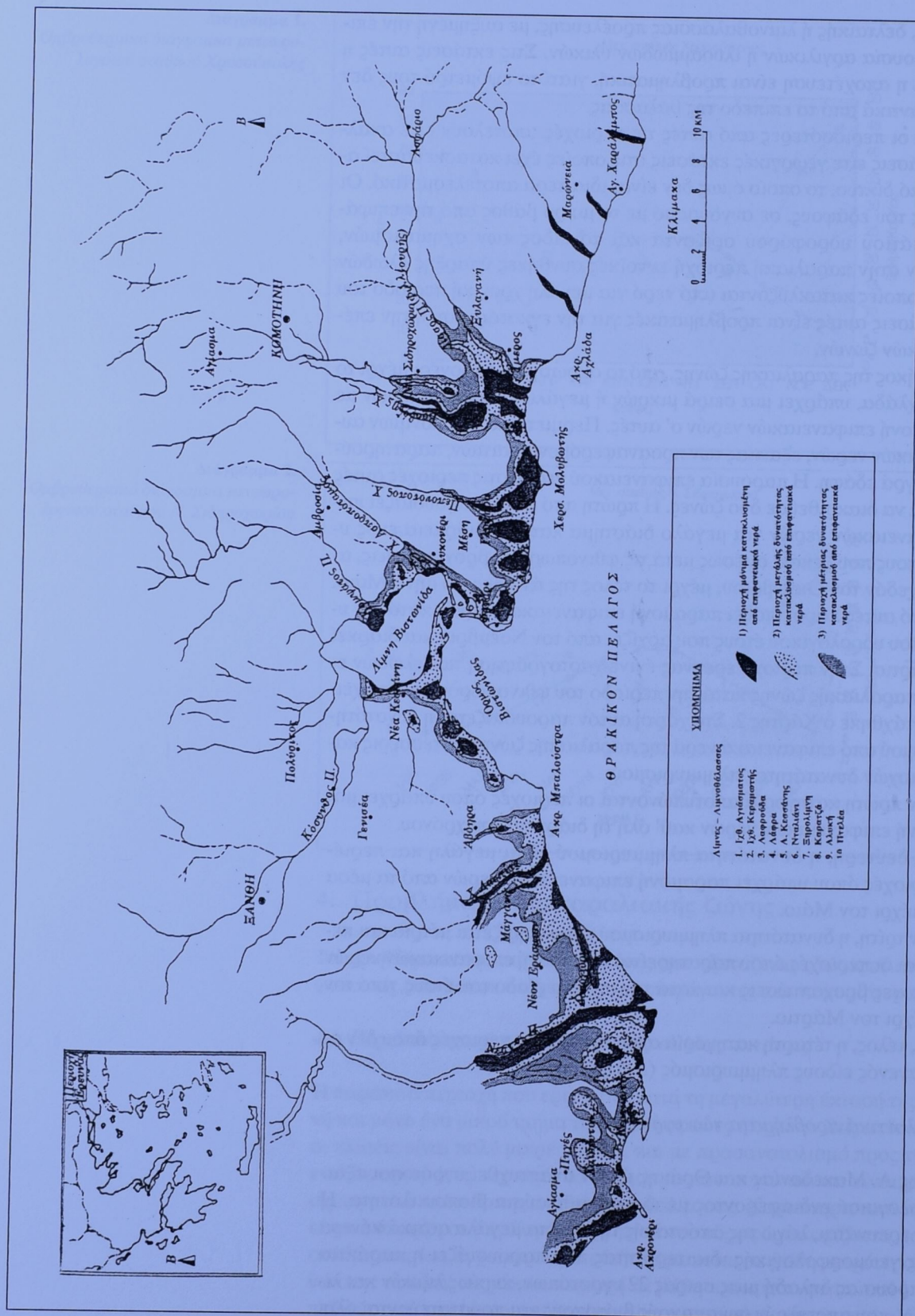
β) Στη δεύτερη, η δυνατότητα πλημμυρισμού είναι μεγάλη και περιέχονται οι περιοχές όπου υπάρχει παραμονή επιφανειακών νερών από τα μέσα Οκτωβρίου μέχρι τον Μάιο.

γ) Στην τρίτη, η δυνατότητα πλημμυρισμού χαρακτηρίζεται μέτρια και περιλαμβάνονται οι περιοχές όπου παρατηρείται παραμονή επιφανειακών νερών μετά από έντονες βροχοπτώσεις και κατά την υγρή περίοδο του έτους, από τον Νοέμβριο μέχρι τον Μάρτιο.

δ) Και, τέλος, η τέταρτη κατηγορία αναφέρεται στις περιοχές όπου δεν αναμένεται κανενός είδους πλημμυρισμός (Δελημάνη 2000).

4.2. Περιβαλλοντικά προβλήματα των υγροτόπων

Στις ακτές της Α. Μακεδονίας και Θράκης έχουν αναπτυχθεί υγρότοποι εξαιρετικού οικολογικού ενδιαφέροντος με ιδιαίτερα πλούσια βιοποικιλότητα. Η περιοχή που ερευνάται, λόγω της απόστασής της από τα μεγάλα αστικά κέντρα και λόγω της γεωμορφολογικής ιδιαιτερότητας που παρουσιάζει η παράκτια ζώνη (της παρουσίας δηλαδή μιας σειράς 22 υγροτόπων, κυρίως λιμνών και λιμνοθαλασσών, που αποτελούν σημαντικούς βιότοπους και προστατεύονται όλοι



από τις διεθνείς συνθήκες Ramssar και το δίκτυο Natura 2000), στο μεγαλύτερο μέρος της διατηρεί ακόμη καλή περιβαλλοντική ποιότητα, γιατί οι οχλήσεις κατά το παρελθόν ήταν συνήθως μικρές. Σήμερα όμως ασκούνται όλο και περισσότερο αυξημένες πιέσεις για την ανάπτυξη αυτής της περιοχής, και οι περισσότεροι από τους υδροτόπους αυτούς χρησιμοποιούνται για υδατοκαλλιέργειες και ιχθυοκαλλιέργειες, για βόσκηση, συλλογή άλατος, αμμοληψίες κ.λπ., με αποτέλεσμα να παρατηρείται διατάραξη των οικοσυστημάτων από ανθρώπινες δραστηριότητες και επεμβάσεις. Τέτοιες επεμβάσεις είναι:

α) Οι συνεχώς επεκτεινόμενες προς τα όρια των λιμνών και λιμνοθαλασσών αρδεύσιμες καλλιεργούμενες εκτάσεις επιφορτίζουν τις λιμνοθάλασσες με νερά επιβαρημένα από λιπάσματα και φυτοφάρμακα.

β) Τα γλυκά νερά των χειμάρρων που φθάνουν στις λιμνοθάλασσες είναι επιβαρημένα με βιομηχανικά, γεωργικά και αστικά λύματα.

γ) Η υπεραλίευση της παράκτιας περιοχής της ανοικτής θάλασσας έχει ως αποτέλεσμα η είσοδος ψαριών στα ιχθυοτροφεία να παρουσιάζει μείωση του αριθμού τους.

Για την περιοχή του Δέλτα του Νέστου περιοριστικοί παράγοντες για την εξέλιξη των οικοσυστημάτων των υδατοκαλλιεργειών σε όλη την περιοχή είναι:

α) Η κατασκευή ηλεκτροπαραγωγικών-αρδευτικών φραγμάτων και ταμιευτήρων στον ποταμό Νέστο. Επιστημονικά είναι αναμενόμενο ότι τέτοιου είδους κατασκευές επιφέρουν σοβαρές επιπτώσεις στα κατάντη του ποταμού, και ιδιαίτερα στο δέλτα. Το φράγμα λειτουργεί ως δεξαμενή απόθεσης των φερτών υλών, που αποτελούν βασικό κρίκο της τροφικής αλυσίδας των θαλάσσιων οργανισμών, με αποτέλεσμα τη μείωση της ιχθυοπαραγωγής στην ευρύτερη περιοχή και επομένως και των λιμνοθαλασσών. Επίσης, δημιουργεί σοβαρά προβλήματα στα είδη των ψαριών που ακολουθούν ανοδική πορεία στον ποταμό.

β) Η ρύπανση που δέχεται η περιοχή από το λιμένα της Κεραμωτής (αστικά λύματα, λύματα πλοίων, απώλειες καυσίμων και ορυκτελαίων κατά την εκφόρτωσή τους στο λιμένα κ.λπ.).

γ) Οι απώλειες των εγκαταστάσεων αργού πετρελαίου της θαλάσσιας περιοχής του Πρίνου.

δ) Η μεταβολή του ρυθμού της ποιοτικής και μορφολογικής εξέλιξης των ακτών του δέλτα του Νέστου, λόγω της συγκράτησης των φερτών υλών στα φράγματα, που διαταράσσει την ισορροπία της παράκτιας χλωρίδας και πανίδας.

ε) Η ρύπανση από βιομηχανικά απόβλητα, αποδέκτες πολλών από τα οποία είναι οι χειμάρροι της περιοχής (π.χ. Λασπίας).

στ) Η σημαντική ρύπανση των νερών του Νέστου από τις επιστροφές των νερών των αρδεύσεων. Ομοίως σημαντική πρέπει να είναι η ρύπανση των νερών του ποταμού από τη Βουλγαρία, για την οποία δεν υπάρχουν στοιχεία.

Για την περιοχή του κόλπου της Βιστωνίδας τα προβλήματα ρύπανσης προέρχονται:

α) Από τη ρύπανση των νερών της λίμνης της Βιστωνίδας που οφείλεται στην επιβάρυνση που δέχεται μέσω των ποταμών Κόσυνθου, Κομπάτου και Ασπροποτάμου, που καταλήγουν σ' αυτήν. Η επιβάρυνση αυτή οφείλεται στη διάλυση των χειμάρρων αυτών από τους ΧΥΤΑ των οικισμών, στις επιστροφές των νερών των αρδεύσεων και των κτηνοτροφικών μονάδων, όπως και σε φερτά υλικά, πλούσια σε οργανικά συστατικά και θρεπτικά άλατα, με αποτέλεσμα τον ευτροφισμό των νερών της λιμνοθάλασσας (συγκέντρωση σε NO_3^- και PO_3^-

πάνω από τα επιτρεπτά όρια, Γιαννακοπούλου 2000) και τη συνεχή μείωση του βάθους αυτών από τα ιζήματα, με επίπτωση τον κακό αερισμό τους.

β) Από τα λύματα του οικισμού του Πόρτο Λάγος και των πλοίων του λιμένα του Πόρτο Λάγος, όπως επίσης και από τις απώλειες κατά την εκφόρτωση καυσίμων και ορυκτελαίων στο λιμένα του Πόρτο Λάγος.

Προβλήματα ρύπανσης υπάρχουν και στις εκβολές του ποταμού Λίσσου, ο οποίος διασχίζει τον κάμπο του Ν. Ροδόπης διερχόμενος από ΧΥΤΑ (σκουπιδοτοπους) και δεχόμενος τα υγρά απόβλητα της βιομηχανικής περιοχής της Κομοτηνής.

4.3. Επεμβάσεις στο υδρογραφικό δίκτυο

Η υπό διερεύνηση περιοχή κατά το μεγαλύτερο μέρος της χρησιμοποιείται σήμερα κυρίως για δραστηριότητες του πρωτογενούς τομέα παραγωγής, όπως γεωργία, κτηνοτροφία, υδατοκαλλιέργειες, αλιεία, παραγωγή άλατος από αλυκές κ.λπ. Η προοπτική για όλο και μεγαλύτερη παραγωγή των προϊόντων αυτών προϋποθέτει έργα υποδομής τα οποία τις περισσότερες φορές προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις ή οχλήσεις στο παράκτιο περιβάλλον, αλλά και στην ευρύτερη περιοχή. Η εξεύρεση υδάτινων πόρων για την ανάπτυξη της γεωργίας αλλά και η ανάγκη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κατέστησαν επιτακτική την ανάγκη κατασκευής μεγάλων φραγμάτων στον άνω ρου του ποταμού Νέστου. Ταυτόχρονα, ο πλημμυρισμός μεγάλων εκτάσεων γεωργικής γης αλλά και οικιστικών περιοχών κατά την περίοδο των βροχών οδήγησε στην ανάγκη να διευθετηθούν οι κοίτες των ποταμών και των χειμάρρων της περιοχής, αλλά και να κατασκευαστούν μεγάλα αποστραγγιστικά έργα, με αποτέλεσμα τη διατάραξη των υδρογεωλογικών και γεωμορφολογικών συνθηκών της ευρύτερης περιοχής, και ιδιαίτερα της παράκτιας ζώνης.

4.4. Υπερεκμετάλλευση και υφαλμύρυνση παράκτιων υδροφορέων

Στην παράκτια περιοχή που ερευνάται παρατηρούνται άμεσα, επιβαρυντικά αποτελέσματα της υπερεκμετάλλευσης του νερού για γεωργική χρήση. Στο παράκτιο αλλουβιακό πεδίο του ποταμού Νέστου οι μεταβολές που παρατηρούνται στη στάθμη των υδρογεωτρήσεων που αντλούν τους βαθείς υπό πίεση υδροφόρους ορίζοντες είναι μικρές στις περιοχές που βρίσκονται στην παράκτια περιοχή, σε σχέση με ό,τι συμβαίνει σε υδρογεωτρήσεις της ενδοχώρας (Διαμαντής 1999) που παρουσιάζουν συνεχή πτώση στάθμης χρόνο με το χρόνο. Το φαινόμενο αυτό αποδίδεται στη διεύσδυση της θάλασσας στην παράκτια περιοχή, όπου και παρατηρείται η υφαλμύρυνση. Η διεύσδυση της θάλασσας αναπληρώνει σταδιακά την απώλεια του υπόγειου νερού, λόγω του αρνητικού ισοζυγίου των υπόγειων νερών, με αποτέλεσμα την ποιοτική υποβάθμιση του νερού (υφαλμύρυνση). Γεωτρήσεις με μικρή διακύμανση της στάθμης παρατηρούνται σε περιοχές σοβαρά επιβαρυνμένες με αλμυρό νερό και είναι ακατάλληλες για οποιαδήποτε χρήση.

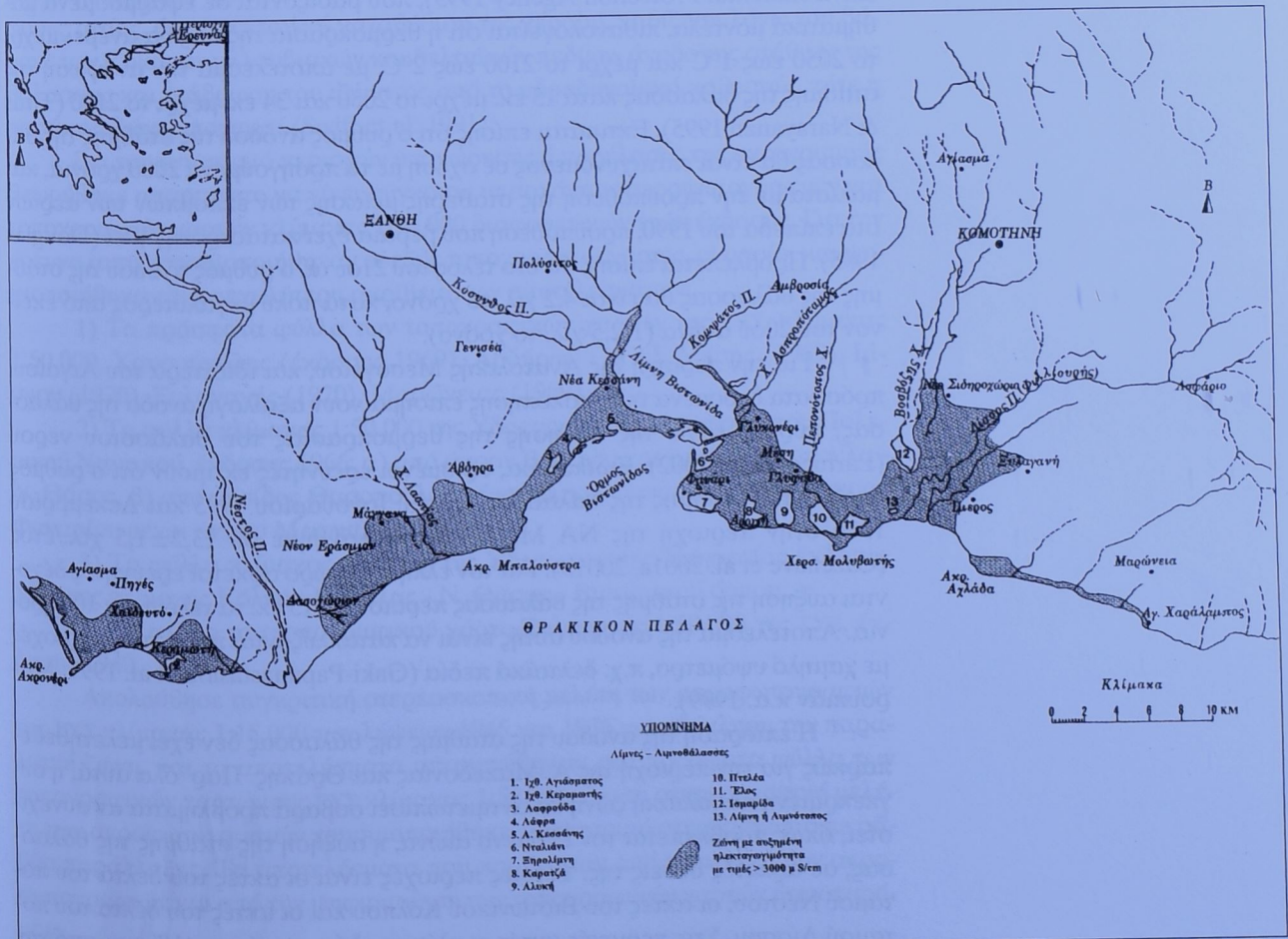
Στην παράκτια περιοχή του δέλτα παρατηρείται πτώση και του φρεάτιου υδροφόρου ορίζοντα, με αποτέλεσμα να παρατηρείται συρρίκνωση, έως και εξαφάνιση, ορισμένων ελών και υγροβιοτόπων της περιοχής, όπως και υφαλμύρυνση του φρεάτιου υδροφόρου. Στην παράκτια περιοχή του Ν. Ροδόπης παρατηρούνται επίσης μεταβολές στις στάθμες των υδρογεωτρήσεων που αντλούν

τους βαθείς υπό πίεση υδροφορείς, λόγω της υπεράντλησης αυτών. Τα υδροφόρα αυτά στρώματα της περιοχής, παρόλο που συνεχώς δέχονται τροφοδοσίες, εμφανίζουν συνεχή πτώση της στάθμης των υδρογεωτρήσεων. Ο ρυθμός πτώσης στάθμης για την τελευταία δεκαετία είναι 10 μ. περίπου (Διαμαντής 1999, Δελημάνη κ.ά. 2002), με αποτέλεσμα τη δημιουργία σοβαρών οικονομικών προβλημάτων από την αύξηση του κόστους των καλλιεργειών. Στην ίδια περιοχή παρατηρείται επίσης και υφαλμύρυνση των υδροφόρων οριζόντων που οφείλεται κατά κύριο λόγο στο αρνητικό ισοζύγιο λόγω της υπερεκμετάλλευσης των γεωτρήσεων.

Ως παράμετρος της ποιότητας των νερών ελήφθη η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα (SEC). Στην παράκτια περιοχή έρευνας, όπως προκύπτει από τα υδροχημικά στοιχεία των γεωτρήσεων, οι τιμές της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας υπερβαίνουν το όριο των 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ και θεωρούνται ακατάλληλα για οποιαδήποτε χρήση σε μια ζώνη που σε μερικές περιπτώσεις ξεπερνά τα 5 χμ. πλάτος σε όλο σχεδόν το μήκος της περιοχής (Χάρτης 3). Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει προσπάθεια μείωσης της κατανάλωσης του νερού με αντικατάσταση των υδροβόρων καλλιεργειών με άλλες λιγότερο υδροβόρες σε ορισμένες θέσεις της παράκτιας περιοχής. Συνέπεια αυτού είναι μια σταδιακή βελτίωση της ποιότητας του νερού των υδροφόρων οριζόντων στις θέσεις αυτές.

Χάρτης 3.

Περιοχή αυξημένης ηλεκτραγωγιμότητας υπόγειας και επιφανειακής υδροφορίας με τιμές $>30000 \mu\text{S}/\text{cm}$ (Δελημάνη 2000)



4.5. Άνοδος του επιπέδου της στάθμης της θάλασσας

Σύμφωνα με το Διεθνές Πρόγραμμα για τις κλιματικές αλλαγές (IPCC) που εκτέλεσαν το UNEP και ο WMO, προέκυψε ότι τον τελευταίο αιώνα η μέση θερμοκρασία του πλανήτη μας αυξήθηκε κατά 0,3-0,6°C, και ιδιαίτερα κατά τα τελευταία 40 χρόνια (IPCC 1995, UNEP-WMO 1996). Η παρατηρούμενη άνοδος της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας σε παγκόσμια κλίμακα οδηγεί σε μια ανακατανομή των αερίων μαζών γύρω από τη Γη και σε αύξηση των ακραίων μετεωρολογικών φαινομένων. Ταυτόχρονα με την αύξηση της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας, θερμαίνεται και διαστέλλεται το επιφανειακό στρώμα των ωκεανών και λειώνουν οι παγετώνες των πόλων αλλά και της ενδοχώρας, με αποτέλεσμα την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, που υπολογίζεται σε 10-25 εκ. τον τελευταίο αιώνα από παλιρροιακές μετρήσεις, στις οποίες όμως υπάρχει σοβαρός βαθμός αβεβαιότητας λόγω των κατακόρυφων κινήσεων του στέρεου φλοιού της Γης (ισοστασία, τεκτονισμός, καταβύθιση δελταϊκών πεδίων λόγω του βάρους των ιζημάτων). Την τελευταία δεκαετία έχουν προταθεί διάφορα σενάρια για τις μεταβολές της στάθμης της θάλασσας. Με βάση τα σενάρια που έλαβαν υπόψη, για τη μεταβολή της θερμοκρασίας του πλανήτη, τις εκπομπές των αερολυμάτων, εκτιμάται ότι η μεταβολή της στάθμης της θάλασσας θα είναι 13-94 εκ. (IPCC 1995, UNEP-WMO 1996), ενώ σύμφωνα με τους μελετητές της EPA (U.S. Environmental Protection Agency 1995), που βασίζονται σε εφαρμοσμένα μαθηματικά μοντέλα, πιθανολογείται ότι η θερμοκρασία της Γης θα ανέβει μέχρι το 2050 έως 1°C και μέχρι το 2100 έως 2°C, με αποτέλεσμα την ανύψωση της στάθμης της θάλασσας κατά 15 εκ. μέχρι το 2050 και 34 εκ. μέχρι το 2100 (Titus & Narayanan 1995). Εκτιμάται επίσης ότι ο ρυθμός ανόδου της στάθμης της θάλασσας θα είναι επιταχυνόμενος σε σχέση με τα προηγούμενα 2000 χρόνια, και μάλιστα με την προϋπόθεση της σταθερής μείωσης των εκπομπών των αερίων στα επίπεδα του 1990, προϋπόθεση που βέβαια έχει καταστρατηγηθεί (Douglas 1995). Προβλέπεται επίσης ότι στο τέλος του 21ου αι. ο ρυθμός ανόδου της στάθμης της θάλασσας θα είναι 4,2 χιλ. το χρόνο, κατά πολύ μεγαλύτερος από εκείνον του 20ού αιώνα (1-2,5 χιλ. το χρόνο).

Για την περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου, και ιδιαίτερα του Αιγαίου, πρόσφατα δεδομένα τηλεπισκόπησης επισημαίνουν αξιόλογη άνοδο της θάλασσας, κυρίως λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του θαλάσσιου νερού (Larnicol et al. 2002). Ειδικότερα, ορισμένοι ερευνητές εκτιμούν ότι ο ρυθμός ανόδου της στάθμης της θάλασσας μεταξύ Ιανουαρίου 1993 και Δεκεμβρίου 1996 στην περιοχή της ΝΑ Μεσογείου κυμάνθηκε σε $13,2 \pm 1,5$ χιλ./έτος (Cazenave et al. 2001a, 2001b). Για τον ελληνικό χώρο αρκετοί ερευνητές δέχονται αύξηση της στάθμης της θάλασσας περίπου 13-15 εκ. τα τελευταία 100 χρόνια. Αποτέλεσμα της ανόδου αυτής είναι να κατακλύζονται παράκτιες περιοχές με χαμηλό υψόμετρο, π.χ. δελταϊκά πεδία (Gaki-Papanastasiou et al. 1997, Μαρουκιάν κ.ά. 1999).

Η επίδραση της ανόδου της στάθμης της θάλασσας δεν έχει μελετηθεί επαρκώς για την περιοχή της Α. Μακεδονίας και Θράκης. Παρ' όλα αυτά, η συγκεκριμένη παραλιακή ζώνη θα αντιμετωπίσει σοβαρά προβλήματα αν συνεχιστεί, όπως προβλέπεται τον επόμενο αιώνα, η αύξηση της στάθμης της θάλασσας, σε αρκετές θέσεις της. Τέτοιες περιοχές είναι οι ακτές του δέλτα του ποταμού Νέστου, οι ακτές του Βιστωνικού Κόλπου και οι ακτές του δέλτα του ποταμού Λίσσου. Στις περιοχές αυτές οι κλίσεις εδάφους είναι <1% και από την

εξέταση των τοπογραφικών διαγραμμάτων 1:5.000 της ΓΥΣ εμφανίζονται πολύ μικρά υψόμετρα (περίπου στο σημερινό επίπεδο της θάλασσας ή και σε ορισμένες θέσεις χαμηλότερα) ή μικρότερα του 1 μ. (Δελημάνη 2000). Οι ακτές των περιοχών αυτών είναι χαμηλές, ευθύγραμμες, αμμώδεις ως ιλυοαμμώδεις, με μικρό εύρος παλίρροιας, δεδομένα που τις καθιστούν περισσότερο ευάλωτες στην επίκλυση της θάλασσας.

4.6. Διάβρωση-υποχώρηση των ακτών

Οι ακτές της Θράκης από το ακρωτήριο Ακρονέρι (Αμμώδης Άκρα) του δυτικού τμήματος του δέλτα του ποταμού Νέστου μέχρι την περιοχή της Μαρώ-νειας παρουσιάζουν σημαντικές μεταβολές κατά τα τελευταία 50 χρόνια. Οι ακτές της περιοχής στο μεγαλύτερο μήκος τους είναι ευθύγραμμες, χαμηλές, αποτελούμενες από λεπτόκοκκα υλικά (αμμώδεις ως ιλυοαμμώδεις αποθέσεις), χαμηλού αναγλύφου, με μικρές κλίσεις πυθμένα, και υπόκεινται σε καθεστώς υψηλής κυματικής ενέργειας (Δελημάνη 2000).

Η αναδιάταξη των ιζημάτων της παράκτιας ζώνης εξαρτάται από το δείκτη παροχής ιζήματος, που εκφράζεται ως ο λόγος της προσφοράς ιζήματος προς το υδροδυναμικό καθεστώς της περιοχής (Swift & Thorne 1991). Στις περιπτώσεις που η ποσότητα του ιζήματος που εισέρχεται στην παράκτια ζώνη δεν αντισταθμίζει την ελάττωση του ανάγλυφου (όγκου) της παραλίας από διάφορες αιτίες, όπως τεκτονική καταβύθιση της χέρσου, καθίζηση λόγω του βάρους των ιζημάτων αλλουβιακών και δελταϊκών πεδίων, άνοδο της στάθμης της θάλασσας και διάβρωση του ιζήματος από το υδροδυναμικό καθεστώς, τότε η παράκτια ζώνη υποχωρεί (Swift et al. 1991).

Για τον εντοπισμό περιοχών υποχώρησης ή προέλασης της ακτογραμμής θεωρήθηκε απαραίτητο να γίνει σύγκριση υπαρχόντων αεροφωτογραφιών και τοπογραφικών χαρτών κλίμακας 1:50.000 διαφορετικών ετών έκδοσης. Για την έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκαν οι εξής τοπογραφικοί χάρτες, οι οποίοι και ψηφιοποιήθηκαν για μεγαλύτερη ακρίβεια των αποτελεσμάτων:

1) Τα πρόσφατα φύλλα των τοπογραφικών χαρτών της ΓΥΣ, κλίμακας 1:50.000, Χρυσούπολης (έκδοσης 1969), Αβδήρων (1970), Μέσης (1969), Ιάσμου (1970), Ξυλαγανής (1970), Μαρώνειας (1969).

2) Τα φύλλα κλίμακας 1:50.000 της Υδρογραφικής Υπηρεσίας του Πολεμικού Ναυτικού, έκδοσης 1966: α) από άκρον Βρασίδας μέχρι Ν. Θασούλα - Ν. Θάσος, β) από νησίδος Θασοπούλας μέχρι άκρου Φαναρίου, γ) από άκρον Φαναρίου μέχρι άκρου Μεσημβριάς.

3) Τα φύλλα κλίμακας 1:50.000 της Υδρογραφικής Υπηρεσίας έκδοσης 1939 της περιοχής Κόλπου Καβάλας - Ν. Θάσου - Βιστωνικού όρμου.

4) Το φύλλο του τοπογραφικού χάρτη Ξυλαγανής 1:50.000 της ΓΥΣ, έκδοσης 1940.

Ακολούθησε συγκριτική στερεοσκοπική μελέτη των αεροφωτογραφιών της ΓΥΣ κλίμακας 1:15.000 των λήψεων 1945 και 1976 για ολόκληρη την παραλιακή ζώνη, και τα αποτελέσματα αποτυπώθηκαν στα πρόσφατα φύλλα των τοπογραφικών χαρτών της ΓΥΣ κλίμακας 1:50.000. Για τη στερεοσκοπική μελέτη των αεροφωτογραφιών χρησιμοποιήθηκε κατοπτρικό στερεοσκόπιο με ράβδο παράλλαξης. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη μελέτη των αεροφωτογραφιών και από την ψηφιοποίηση των τοπογραφικών χαρτών ήταν παρόμοια.

Στη συνέχεια έγινε γεωμορφολογική χαρτογράφηση ολόκληρης της εξεταζόμενης περιοχής σε τοπογραφικά διαγράμματα 1:5.000 της ΓΥΣ και φωτογραφική αποτύπωση των χαρακτηριστικών σχηματισμών όλων των ακτών της περιοχής το 1997. Εγκαταστάθηκαν κατακόρυφοι, ατσάλινοι πάσσαλοι ανά 500 μ. σε όλο το μήκος των αμμωδών ακτών (Εικ. 1) και εγκάρσιοι μήκους 1,5 μ. κάθε 25 εκ., στα απότομα πρανή των υψηλών ακτών του ανατολικού τμήματος της υπό εξέταση περιοχής (10-12 πάσσαλοι για κάθε θέση πρανού, Εικ. 2). Από το 1997 έως το 2003 μετρώνται και φωτογραφίζονται οι ακτές τις τέσσερις εποχές του έτους. Έτσι, διαπιστώθηκε μια γενική υποχώρηση των ακτών της περιοχής την τελευταία περίοδο, με διαφορετικό ρυθμό υποχώρησης από θέση σε θέση.

Τμήματα έντονης διάβρωσης και υποχώρησης της ακτής εντοπίστηκαν:

- Από το ακρωτήριο Ακρονέρι (Αμμόδης Άκρα) του δυτικού τμήματος του δέλτα του ποταμού Νέστου μέχρι δυτικά του λιμανιού της Κεραμωτής, με ρυθμό διάβρωσης 0,5-1,0 μ. ανά έτος.

- Στις εκβολές του ποταμού Νέστου, και κυρίως στο δυτικό τμήμα του δέλτα, στην παραλία του οικισμού Μοναστηράκι, η υποχώρηση είναι 1-2 μ. ανά έτος (Εικ. 3). Στις θέσεις αυτές υποχωρούν κυρίως οι βαλτώδεις περιοχές των ακτών όπου παλαιότερα κατέληγαν μικρότερες κοίτες του ποταμού Νέστου λόγω του εγκιβωτισμού και της μεταφοράς του ανατολικότερα οι υποχωρήσεις είναι εντονότερες.

- Στην περιοχή ανατολικά του ποταμού Λίσσου, από το ακρωτήριο Αχλάδα μέχρι τον Αγ. Χαράλαμπο Μαρώνειας (Ν. Ροδότης) διαμορφώνονται υψηλές ακτές, με ύψος 3-40 μ., συνεκτικών σχηματισμών και κλίσεις πρανών 70°-85°, οι οποίες λόγω της γεωμετρίας τους (ρωγματούσεις) και της υποσκαφής της βάσης τους από την επίδραση του θαλάσσιου υδροδυναμικού συστήματος διαβρώνονται και υποχωρούν έντονα κατά θέσεις. Έντονα προβλήματα διάβρωσης και υποχώρησης των ακτών παρατηρήθηκαν κυρίως στην περιοχή της Μαρώνειας, στη θέση Εσοχή Πλατανίτη, με υποχώρηση 1-2 μ. ανά έτος, όπου υποχωρούν τα μειοκαινικά ιζήματα (ημιστεροποιημένα κροκαλοπαγή, άμμοι, ιλύες, άργιλοι).

Σε άλλες περιοχές της ακτογραμμής ο ρυθμός διάβρωσης είναι μικρότερος, της τάξεως των 0-30 εκ. ανά έτος, εξαρτώμενος από τη μορφολογία της ακτής και του πυθμένα της θάλασσας, τον τοπικό κυματισμό, τα θαλάσσια ρεύματα και τη συνεκτικότητα των υλικών της ακτής.

Η υποχώρηση των ακτών στο μεγαλύτερο μήκος της περιοχής, η οποία έχει μήκος 150 χμ., οφείλεται σε συνδυασμό παραγόντων που ο καθένας τους συμμετέχει με διαφορετική βαρύτητα σε κάθε θέση της υπό εξέταση περιοχής. Οι καθοριστικότεροι από αυτούς είναι:

- Το είδος των εδαφικών υλικών και η διαφορετική γεωμετρία τους σε κάθε θέση ακτής.

- Η διαβρωτική δράση του θαλάσσιου υδροδυναμικού συστήματος (των κυμάτων, των παρακτιών ρευμάτων, της παλίρροιας), που επίσης διαφοροποιείται από θέση σε θέση, ανάλογα με την έκθεση της ακτής στην κυριαρχούσα διεύθυνση των ανέμων και, κατά συνέπεια, και των κυματισμών.

- Η ανύψωση της στάθμης της θάλασσας.

- Η κυκλοφορία των νερών του Βορείου Αιγαίου (τα θαλάσσια ρεύματα ανοικτής θάλασσας έχουν κυρίαρχη διεύθυνση από Α προς Δ).

- Οι τοπικές ανοδικές-καθοδικές τεκτονικές κινήσεις, οι οποίες φαίνεται ότι συμβαίνουν στην περιοχή (Μπορνόβας 1973), φαίνεται ότι επηρεάζουν αλ-λά σε μικρότερο βαθμό.



Εικόνα 1.
Τοποθέτηση πασσάλου για τη μέτρηση της υποχώρησης της ακτής στην παραλία Αγιάσματος Καβάλας

• Επίσης, οι τεχνικές παρεμβάσεις στην παραλιακή ζώνη και στην ακτογραμμή, π.χ. δημιουργία παράκτιων οικισμών, κατασκευή λιμενοβραχιόνων, κρηπιδοτοίχων, εκβαθύνσεων ή αποξηράνσεων των λιμνοθαλασσών της περιοχής, επεμβάσεις στο υδρογραφικό δίκτυο κ.λπ. μεταβάλλουν τη δίαιτα των ιζημάτων και τη δυναμική ισορροπία στην ακτογραμμή.

Η μείωση του όγκου των ιζημάτων που μεταφέρονται από τα νερά λόγω της κατασκευής μεγάλων φραγμάτων στην ενδοχώρα, όπως και οι κάθε είδους παρεμβάσεις στο υδρογραφικό δίκτυο, είναι από τις κυριότερες αιτίες διάβρωσης των ακτών. Όπως προκύπτει από τη συγκριτική μελέτη τόσο των αεροφωτογραφιών όσο και των τοπογραφικών χαρτών, στους οποίους ψηφιοποιήθηκε και το υδρογραφικό δίκτυο της παραλιακής ζώνης, οι εντονότερες υποχωρήσεις των ακτών των δελταϊκών και αλλουβιακών πεδίων εντοπίστηκαν (μετά από μετρήσεις πεδίου) στις περιοχές όπου κατέληγαν παλαιότερα κάποιοι χείμαρροι, των οποίων σήμερα έχει αποκοπεί η τροφοδοσία σε νερό και κατά συνέπεια έχει σταματήσει και η παροχή της ακτής με ιζήματα ή έχουν γίνει παρεμβάσεις στην ακτή π.χ. κατασκευή λιμενοβραχιόνων.

Θέσεις πρόσχωσης εντοπίστηκαν στο ακρωτήριο της Κεραμωτής (αμμολωρίδα), με ρυθμό αύξησης 3-4 μ. ανά έτος, στην παραλία των Μαγγάνων και στην παραλία του Μυρωδάτου, με μικρότερο ρυθμό, όπως και δυτικά των στομών των λιμενίσκων Αβδήρων Ξάνθης, Πόρτο Λάγος, Φαναρίου και Ιμέρου Ροδότης (Xeidakis & Delimani 2002, Δελημάνη & Ξειδάκης 2002α, 2002β). Πρέπει να σημειωθεί ότι οι προσχώσεις των ακτών στις δυτικές περιοχές των στομών των λιμενίσκων δημιουργήθηκαν μετά την κατασκευή των λιμενοβραχιόνων ως αποτέλεσμα της διατάραξης της ισορροπίας της παράκτιας κίνησης των ιζημάτων, ενώ η περίπτωση του ακρωτηρίου της Κεραμωτής έχει σχέση με την κυκλοφορία των νερών του Βορείου Αιγαίου, τις τοπικές γεωμορφολογικές



Εικόνα 2.
Οριζόντια καρφιά μήκους 1,5 μ. σε κατακόρυφο πρηνές κοραλοπαγών της παραλίας Εσοχής (Ροδόπη) για τη μέτρηση της υποχώρησης της ακτής

Εικόνα 3.
Καταστροφή αναχώματος γέφυρας και παραλιακού δρόμου από την υποχώρηση και διάβρωση της ακτής στην περιοχή Μοναστηράκι Καβάλας (2002)



συνθήκες των ακτών (διάλυτος της Ν. Θάσου) και του πυθμένα, τον όγκο της στερεοπαροχής που καταλήγει στις εκβολές του Νέστου και το ανεμολογικό καθεστώς της περιοχής.

Οι μεταβολές αυτές της ακτογραμμής του Θρακικού Πελάγους πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό των παράκτιων έργων στην περιοχή.

5. Συμπεράσματα

Τα κυριότερα περιβαλλοντικά προβλήματα της περιοχής που ερευνάται οφείλονται σε φυσικούς και ανθρωπογενείς παράγοντες και είναι:

- η διάβρωση και υποχώρηση των ακτών
- η συρρίκνωση και υποβάθμιση των υδροτόπων
- η απειλή της βιοποικιλότητας
- η κατάκλυση μεγάλων εκτάσεων από επιφανειακά νερά, κυρίως τη χειμερινή περίοδο
- η πτώση της στάθμης των φρεατίων υδροφόρων και η μείωση του φυσικού εμπλουτισμού τους με γλυκό νερό
- η θαλάσσια διείσδυση, τόσο στα επιφανειακά νερά των υδροτόπων όσο και στους υπόγειους υδροφορείς
- η διατάραξη της ισορροπίας των ιζημάτων των υδροτόπων, αλλά και της παράκτιας ζώνης
- η χημική επιβάρυνση των γλυκών νερών με λιπάσματα, φυτοφάρμακα κ.λπ. από τις επιστροφές των αρδεύσεων, τα οικιστικά και βιομηχανικά απόβλητα, όπως και του θαλασσινού νερού από τα λυμενικά απόβλητα και τη θαλάσσια ρύπανση
- η οικιστική ανάπτυξη της παράκτιας ζώνης σε βάρος των υδροτόπων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Γιαννακοπούλου, Τ. (2000), «Ο ευτροφισμός. Τρόποι αντιμετώπισης και εφαρμογές», Περιβαλλοντική στο θαλάσσιο περιβάλλον, Περιβαλλοντική εκπαίδευση για αειφορία, *Πρακτικά ημερίδων Ξάνθης - Κύπρου - Ρόδου και Συμπόσιο Ξάνθης, δράση του προγράμματος «Θράκη - Αιγαίο - Κύπρος»*, Υπουργείο Μακεδονίας-Θράκης.
- Cazenave, A., Bonnefond, P., Dominh, K., Mercier, F. (2001a), «Sea-Level Changes in the Mediterranean and Black Seas from Satellite Altimetry», *Global and Planetary Change*.
- Cazenave, A., Bonnefond, P., Dominh, K., Mangiarotti, S. (2001b), «Recent Sea-Level Changes in the Mediterranean Sea Revealed by Satellite Altimetry», *Geophys. Res. Letters*.
- Δελημάνη, Π. (2000), *Γεωλογικές μεταβολές της ακτογραμμής στη περιοχή της Θράκης και επιπτώσεις στη χρήση γης της παραλιακής ζώνης*, διδακτορική διατριβή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή ΔΠΘ, Ξάνθη, σ. 423.
- Δελημάνη, Π., Ξειδάκης, Γ. (2002α), «Περιβαλλοντικά προβλήματα στην παράκτια περιοχή Αν. Μακεδονίας και Θράκης», *Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου, Θεσσαλονίκη, 3-6 Οκτωβρίου 2002, τόμ. Β', σ. 351-362*.
- Δελημάνη, Π., Ξειδάκης, Γ. (2002β), «Ανθρώπινες επεμβάσεις και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους στην παραλιακή ζώνη Αν. Μακεδονίας και Θράκης», *Περίληψεις 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διαχείριση και βελτίωση παράκτιων ζωνών»*, Αθήνα, 25-28 Νοεμβρίου 2002, Εργαστήριο Λιμενικών Έργων, ΕΜΠ, σ. 103-106.
- Δελημάνη, Π., Πλιάκας, Φ., Διαμαντής, Ι., Ξειδάκης, Γ. (2002), «Καταγραφή, ταξινόμηση και αξιολόγηση των υδροτόπων της ζώνης της Αν. Μακεδονίας και Θράκης από το ακρωτήριο Ακρονέρι του Ν. Καβάλας έως τη Μαρώνια του Ν. Ροδόπης», *Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Υδρογεωλογικού Συνεδρίου, με έμφαση στην υφαλμύρυνση των υπόγειων νερών*, Ξάνθη, 8-10 Νοεμβρίου 2002, σ. 299-310.

- Διαμαντής, Ι. (1999), *Επιλεγμένα θέματα υδρογεωλογίας*, πανεπιστημιακές σημειώσεις για το μάθημα της Υδρογεωλογίας του Δ' εξαμήνου του Τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος, ΑΠΘ, Ξάνθη.
- Δουκάκης, Ε. (1999), «Ο δυναμικός χαρακτήρας του αιγιαλού και της παραλίας», *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου «Διαχείριση και βελτίωση παράκτιων ζωνών»*, Αθήνα, 22-25 Νοεμβρίου 1999, Εργαστήριο Λιμενικών Εργων, ΕΜΠ.
- Douglas B. C. (1995), «Global Sea Level Change: Determination and Interpretation», *Reviews of Geophysics*, 33.
- Gaki-Papanastasiou, K., Maroukian, H., Pavlopoulos, K., Zamani, A. (1997), «The Implication of the Sea Level Rise on the Low-Lying Areas of Continental Greece in the Next Century», *Proceedings of the International Symposium on Engineering Geology and Environment*, Αθήνα, επιμ. Ρ. G. Marinos, G. C. Koukis, G. C. Stournaras, σ. 121-126.
- ΓΓΜΕ (1980), *Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος 1:50.000*, φύλλο Άβδηρα-Μέση.
- ΓΓΜΕ (1980), *Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος 1:50.000*, φύλλο Μέση-Ξυλαγανή.
- ΓΓΜΕ (1982), *Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος 1:50.000*, φύλλο Μαρώνια.
- ΓΓΜΕ (1982), *Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος 1:50.000*, φύλλο Χρυσούπολις.
- IPCC (1995), *Climate Change 1994*, New York: Cambridge University Press.
- Κατσούλης, Β. (1970), *Αι ανεμολογικά συνθήκαι εις το Αιγαίο Πέλαγος*, διδακτορική διατριβή, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, σ. 168.
- Larnicol, G., Ayoub, N., Le Traon, P. Y. (2002), «Major Changes in Mediterranean Sea Level Variability from 7 Years of TOPEX/Poseidon and ERS-1/2 Data», *Journal of Marine Systems*, 33-34: 63-89.
- Μαρουκιάν, Χ. (1999), «Η εξέλιξη των δελταϊκών πεδιάδων και άλλων χαμηλών ακτών της ηπειρωτικής Ελλάδος τον 21ο αιώνα», *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου «Διαχείριση και βελτίωση παράκτιων ζωνών»*, Αθήνα, 22-25 Νοεμβρίου 1999, Εργαστήριο Λιμενικών Εργων, ΕΜΠ, σ. 229-235.
- Μπορνόβας, Ι. (1973), *Νεοτεκτονικός χάρτης της Θράκης*, ΓΓΜΕ.
- Νουσινάκος, Θ. Α. (1991), «Ταξινόμηση πετρελαιοπιθανών λεκανών ΒΑ Ελλάδος», *Ορυκτός Πλούτος*, 73.
- Νουσινάκος, Θ., Λιβαδάς, Γ., Καραολίδης, Χ., Στυλιανού, Φ. (1976), *Γεωλογική μελέτη λεκάνης Ξάνθης-Κομοτηνής*, Αθήνα: ΔΕΠ.
- Ξειδάκης, Γ., Δελημάνη, Π. (2001), «Γεωμορφολογική ταξινόμηση των ακτών της Θράκης κατά Nalentin», *Πρακτικά*, 9ο Διεθνές Συνέδριο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2001, τόμ. XXXIV/1, σ. 423-432.
- Προέδρου, Π., Στυλιανού, Φ. (1978), *Συνθετική γεωλογική έκθεση γεωτρήσεως Α ΚΟΜΟΤΗΝΗ 1*, Αθήνα.
- Pollak, W. (1979), «Structural and Lithological Development of the Prinos-Kavala Basin, Sea of Thrace, Greece», *Annales Géologiques des Pays Helléniques*.
- Stournaras, G. (1984), *Evolution et comportement d'un système aquifère hétérogène. Géologie et hydrogéologie du delta du Nestos (Grèce) et de ses bordures*, διδακτορική διατριβή, Grenoble, σ. 276.
- Swift, D. J. P., Phillips, S., Thorne, I. A. (1991), «Sedimentation on Continental Margins. IV. Lithofacies and Depositional System», *Spec. Publ. Int. Ass. Sediment.*, 14, επιμ. D. J. P. Swift, G. F. Oertel, R. W. Tillman, J. A. Thorne, Oxford: Blackwell Scientific Publication, σ. 3-31.
- Titus, J. G., Narayanan, N. K. (1995), *The Probability of Sea Level Rise*, Washington, D.C.: U.S. Geological Survey.
- Swift, D. J. P., Thorne, I. A. (1991), «Sedimentation on Continental Margins. I. General Model for Shelf Sedimentation in Self Sand and Sandstone Bodies: Geometry, Facies and Sequence Stratigraphy», *Spec. Publ. Int. Ass. Sediment.*, 14, επιμ. D. J. P. Swift, G. F. Oertel, R. W. Tillman, J. A. Thorne, Oxford: Blackwell Scientific Publication, σ. 3-31.
- Environmental Protection Agency.
- UNEP-WMO (1996), *Climate Change 1995*, New York: Cambridge University Press.
- Xeidakis, G., Delimani, P. (2000), «Coastal Erosion Problems in Northern Aegean Coastline. The Case of Nestos River Delta and Adjacent Coastlines», *Proceedings of 1st International Conference «Soft Shore Protection»*, Studium of Mechanics, University of Patras, σ. 233-241.
- Xeidakis, G., Delimani, P. (2002), «Coastal Erosion Problems in Northern Aegean Coastline, Greece. The Case of the Rhodes Prefecture Coasts», *Proceedings, Conference «Coastal Environment. Environmental Problems in Coastal Regions»*, Ρόδος, 16-18 Σεπτεμβρίου 2002, Wessex Institute of Technology, σ. 151-159.
- Ψιλοβίκος, Α., Βαβλιάκης, Ε., Λάγγαλης, Θ. (1986), «Φυσικές και ανθρωπογενείς διεργασίες της πρόσφατης εξέλιξης του Δέλτα του Νέστου», *Δελ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.*, Αθήνα 1988, XX: 313-324.