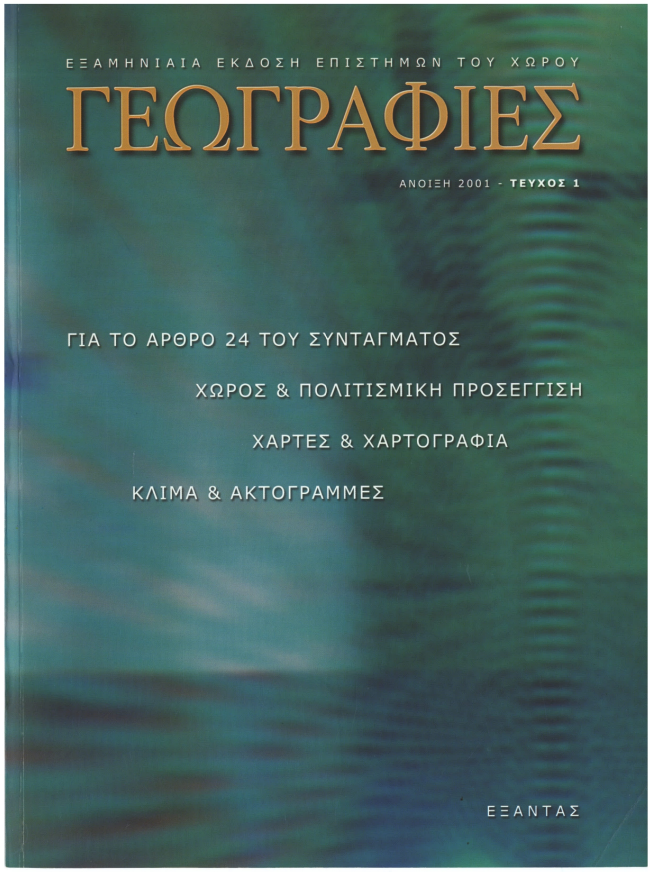
ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Γεωγραφίες

Αρ. 1 (2001)

Γεωγραφίες, Τεύχος 1, 2001



ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΑΝΟΔΟ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΣΤΙΣ ΧΑΜΗΛΕΣ ΠΑΡΑΚΤΙΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΕΠΟΜΕΝΟ ΑΙΩΝΑ

Χ. Μαρουκιάν, Κ. Παυλόπουλος, Κ. Γάκη-Παπαναστασίου, Α. Ζαμάνη

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 19/02/2026 23:45:47

ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΑΝΟΔΟ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΣΤΙΣ ΧΑΜΗΛΕΣ ΠΑΡΑΚΤΙΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΕΠΟΜΕΝΟ ΑΙΩΝΑ

Χ. Μαρουκιάν*
Κ. Παυλόπουλος**
Κ. Γάκη-Παπαναστασίου*
Α. Ζαμάνη*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ
Μια από τις φυσικές καταστροφές που προβλέπεται να επηρεάσει σε παγκόσμια κλίμακα τα παράκτια περιβάλλοντα είναι η αναμενόμενη άνοδος της θαλάσσιας στάθμης κατά 34 εκατοστά μέχρι το έτος 2100. Δεδομένου του μεγάλου μήκους των ακτογραμμών της ηπειρωτικής Ελλάδας, γίνεται μία προσπάθεια διερεύνησης των εκτάσεων γης που θα χαθούν μέσα στα επόμενα εκατό χρόνια. Οι δελταϊκές πεδιάδες, που είναι και οι πιο ευάλωτες, θα χάσουν το 13,16%,της επιφανειακής τους έκτασης, που αντιστοιχεί σε 306,63 χμ^2. Επιπλέον, εξετάζονται οι επιπτώσεις της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης στις ανθρώπινες κατασκευές καθώς και τα αρνητικά αποτελέσματα της δράσης του ανθρώπου στις χαμηλές παράκτιες περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας.

The implications of the expected sea level rise on the low lying areas of continental Greece in the next century

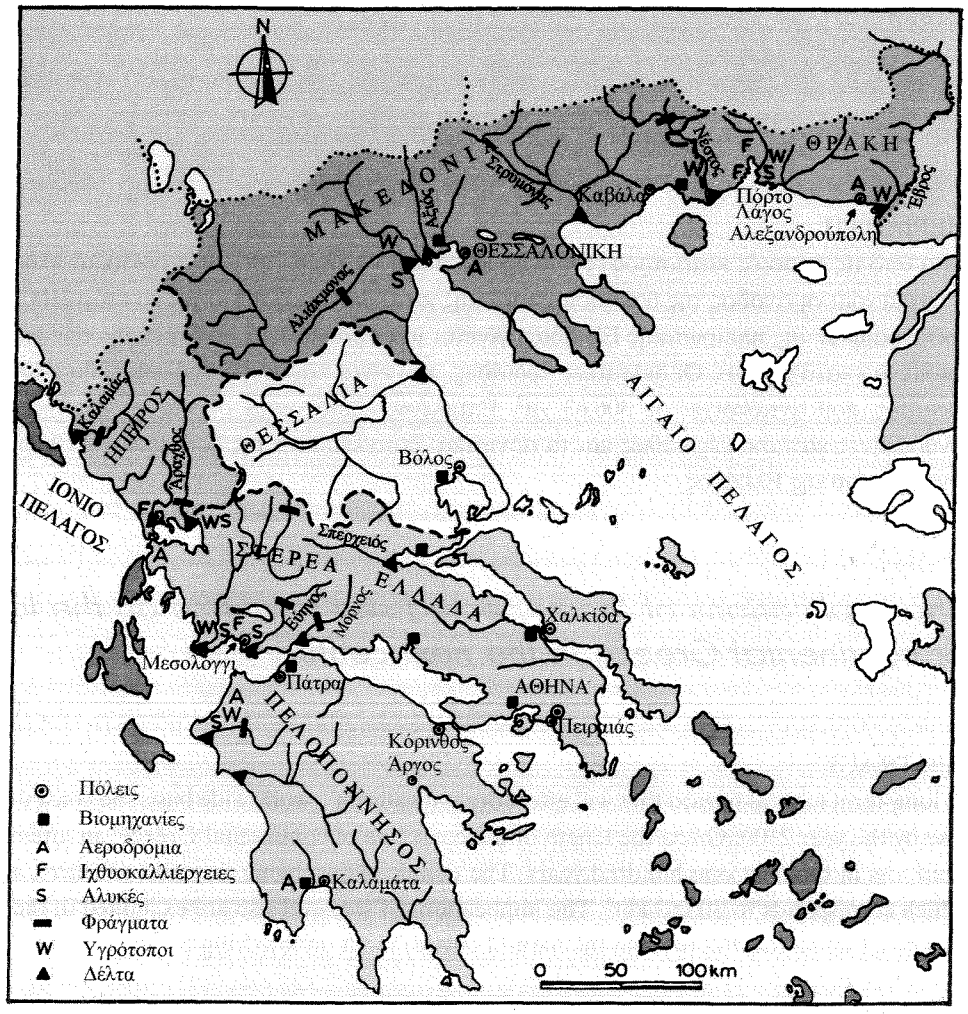
ABSTRACT
A long-term natural hazard that will effect dramatically on a worldwide basis the coastal environment is the projected sea level rise by the year 2100. Given the length of the coast line of continental Greece, an attempt is made to determine the extent of land loss in the next one hundred years. The deltaic plains, being the most sensitive, will lose 13,16% of their surface area, which corresponds to 306,63 km^2. The implications of sea level rise are examined in the coastal man-made structures and the negative human interferences in the natural environment on low-lying coasts.

* Τομέας Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
** Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, e-mail: kpavlop@hua.gr.

Εισαγωγή

Μια από τις φυσικές καταστροφές που αναμένεται να επηρεάσει σε παγκόσμια κλίμακα τη Γη στο κοντινό μέλλον είναι η αναμενόμενη άνοδος της θαλάσσιας στάθμης από το λιώσιμο των πάγων των παγετώνων και των ηπειρωτικών περιοχών και τη διαστολή των μαζών του νερού των ωκεανών, που προκαλείται από την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα (κυρίως λόγω της επιδείνωσης του φαινομένου του θερμοκηπίου). Έχει υπολογιστεί, βάσει παγκόσμιων κλιματικών δεδομένων της U.S. Environmental Protection Agency (EPA) και τη χρήση μαθηματικών μοντέλων, ότι μέχρι το έτος 2050 η θερμοκρασία θα αυξηθεί κατά 1°C και η θαλάσσια στάθμη θα είναι κατά 15 εκ. υψηλότερη, ενώ έως το έτος 2100 η θερμοκρασία θα είναι 2°C υψηλότερη από τη σημερινή και η θαλάσσια στάθμη θα έχει αυξηθεί κατά περίπου 34 εκ.

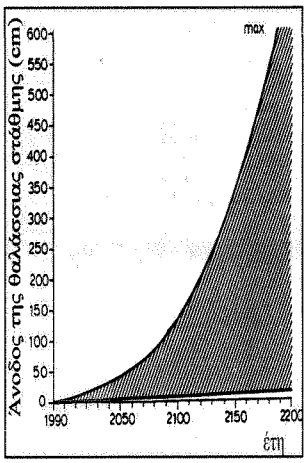
Έτσι, ο ρυθμός ανόδου της θαλάσσιας στάθμης θα είναι 4,2 χιλ./έτος μέχρι το 2100. Στην περίπτωση των δελταϊκών αποθέσεων, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη μια πρόσθετη καθίζηση του εδάφους εξαιτίας της συμπύκνωσης των ιζημάτων.



Σχήμα 1.
Χάρτης της Ελλάδας
με τις σημαντικότερες ανθρώπινες κατασκευές, τους υγρότοπους και τα δέλτα των ποταμών.

Με δεδομένη την εξάπλωση των χαμηλών παράκτιων περιοχών στην ηπειρωτική Ελλάδα με τη μορφή δέλτα ποταμών, λιμνοθαλασσών, παράκτιων αλλουβιακών πεδιάδων και μικρών αιγιαλών και τη σημαντική τους εποίκιση, καθώς και την τουριστική και βιομηχανική τους ανάπτυξη τις τελευταίες δεκαετίες, εξετάζονται οι επιπτώσεις από την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης για τις ακτές της ηπειρωτικής Ελλάδας. Επίσης εκτιμήθηκαν οι οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις και η χρήση γης των παρακτίων ζωνών, όπως αγροτικές εκτάσεις, αλυκές, ιχθυοκαλλιέργειες, τουριστικές εγκαταστάσεις, αεροδρόμια κ.λπ.

Η ανθρώπινη δραστηριότητα έχει επηρεάσει τη φυσική εξέλιξη όχι μόνο του παράκτιου αλλά και του ποτάμιου περιβάλλοντος. Μία πιθανή άνοδος της θαλάσσιας στάθμης θα ενισχύσει τους κινδύνους που σχετίζονται με την αξιοποίηση των ακτών και των δελταϊκών περιοχών των ποταμών. Οι εκτροπές των ποτάμιων κοιτών, η άρδευση, τα φράγματα (υδροηλεκτρικά, αρδευτικά) καθώς και τα παράκτια έργα, όπως οι προβλήτες, οι αποβάθρες, οι επιχωματώσεις, οι αυτοκινητόδρομοι, τα λιμάνια και οι μαρίνες, είναι κατασκευές που σε γενικές γραμμές επηρεάζουν και υποβαθμίζουν (ανάλογα με την περίσταση) το παράκτιο περιβάλλον (Σχ. 1).



Σχήμα 2.
Μέγιστη και ελάχιστη εκτιμώμενη συνεισφορά της αλλαγής του κλίματος στην ανύψωση της θαλάσσιας στάθμης (σε εκ.).

Ταξινόμηση των ακτών της ηπειρωτικής Ελλάδας

Οι ακτογραμμές της ηπειρωτικής Ελλάδας παρουσιάζουν μεγάλο μήκος αλλά και περίπλοκη διαμόρφωση. Είναι δυνατή η ομαδοποίηση των ακτών σε δελταϊκές πεδιάδες, λιμνοθάλασσες, παράκτιες πεδιάδες, παραλίες και απόκρημνες ακτές.

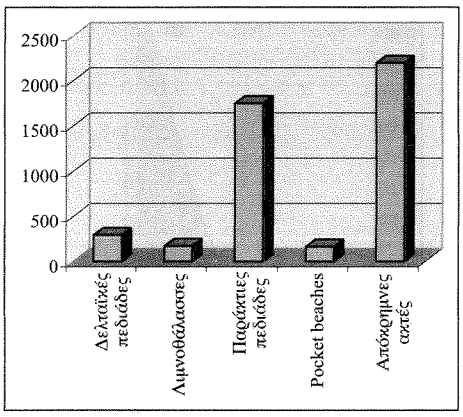
Στη μελέτη αυτή μετρήθηκαν, σε τοπογραφικούς χάρτες κλίμακας 1:50.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού, για την ηπειρωτική Ελλάδα, τα μήκη των ακτών των πέντε κατηγοριών που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Ο Πίν. 1 και το Σχ. 3 δείχνουν τα παράκτια μήκη που αντιστοιχούν σε απόκρημνες ακτές (48,04%), παράκτιες πεδιάδες (38,27%) και σε ένα πολύ μι-

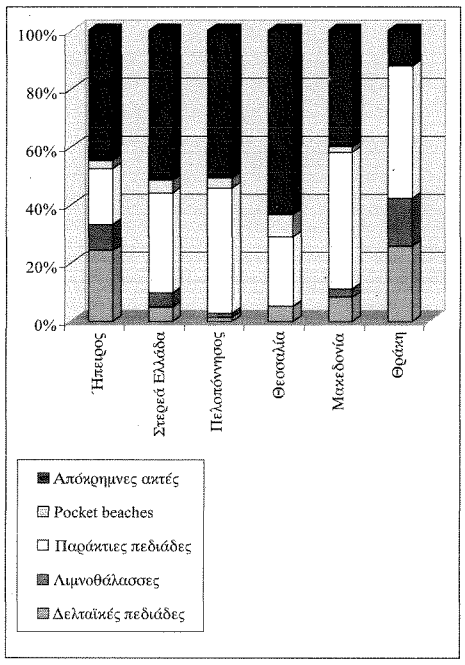
Πίνακας 1.
Διανομή των πέντε τύπων ακτών της ηπειρωτικής Ελλάδας ανά γεωγραφικό διαμέρισμα.

Διοικητικά Γεωγραφικά Διαμερίσματα	Παράκτια μήκη (σε χμ.)					
	Δελταϊκές πεδιάδες	Λιμνοθάλασσες	Παράκτιες πεδιάδες	Pocket beaches*	Απόκρημνες ακτές	Σύνολο
Ήπειρος	74,7	27,2	60,2	8,3	137,9	308,3
%	24,23	8,82	19,53	2,69	44,73	100
Στερεά Ελλάδα	68,0	65,6	474,5	61,1	713,3	1382,5
%	4,92	4,75	34,32	4,42	51,59	100
Πελοπόννησος	16,7	22,1	627,6	49,3	739,3	1455
%	1,15	1,52	43,13	3,39	50,81	100
Θεσσαλία	16,8	0,3	81,1	25,8	214,9	338,9
%	4,96	0,09	23,93	7,61	63,41	100
Μακεδονία	74,7	28,5	431,6	18	368,9	921,7
%	8,11	3,09	46,83	1,95	40,02	100
Θράκη	41,0	26,6	72,5	0,4	19,1	159,6
%	25,69	16,67	45,43	0,25	11,96	100
Σύνολο	291,9	170,3	1747,5	162,9	2193,4	4566
%	6,39	3,73	38,27	3,57	48,04	100

* Περιορισμένες παραλίες στο μυχό των κόλπων, που οριοθετούνται από απόκρημνες ακτές.



Σχήμα 3.
Κατανομή (σε χιλιόμετρα) των πέντε τύπων ακτών της ηπειρωτικής Ελλάδας.



Σχήμα 4.
Διανομή των πέντε τύπων ακτών ανά γεωγραφικό διαμέρισμα.

κρότερο βαθμό σε δελταϊκές πεδιάδες (6,39%), λιμνοθάλασσες (3,73%) και παραλίες (3,57%).

Το Σχ. 4 παρουσιάζει τη διανομή των πέντε τύπων ακτών ανά γεωγραφικό διαμέρισμα. Προφανώς, δεν είναι ομοιόμορφη παντού. Αξιοσημείωτη είναι η μεγάλη έκταση των χαμηλών παράκτιων περιοχών (δελταϊκές πεδιάδες και λιμνοθάλασσες) στην Θράκη (88%). Αντίθετα, οι απόκρημνες ακτές καταλαμβάνουν περίπου τα 2/3 των ακτών της Θεσσαλίας. Οι κύριες περιοχές όπου οι δελταϊκές πεδιάδες καταλαμβάνουν σημαντική έκταση είναι η Ήπειρος (24,23%, Καλαμάς - Άραχθος) και η Θράκη (25,69%, Έβρος).

Δεδομένου ότι οι χαμηλές παράκτιες περιοχές είναι ευάλωτες σε μία αναμενόμενη αύξηση της θαλάσσιας στάθμης κατά τα επόμενα 100 χρόνια, μελετήθηκαν τέσσερις δελταϊκές πεδιάδες, και συγκεκριμένα του Σπερχειού, του Εύηνου, του Άραχθου και του Καλαμά (Πίν. 2). Χρησιμοποιώντας τοπογραφικούς χάρτες κλίμακας 1:5000 και απεικονίζοντας την ξηρά που βρίσκεται κάτω από την ισοϋψή των 50 εκ., υπολογίστηκε η περιοχή που θα κατακλυστεί από τη θάλασσα μέχρι το έτος 2100 (Σχ. 5). Στα 50 αυτά εκ. συνεκτιμώνται μία αναμενόμενη άνοδος της θαλάσσιας στάθμης 34 εκ. (EPA 1995) και μία αντίστοιχη άνοδος μεγαλύτερη από 15 εκ. λόγω της φυσικής συμπίεσης των δελταϊκών ιζημάτων.

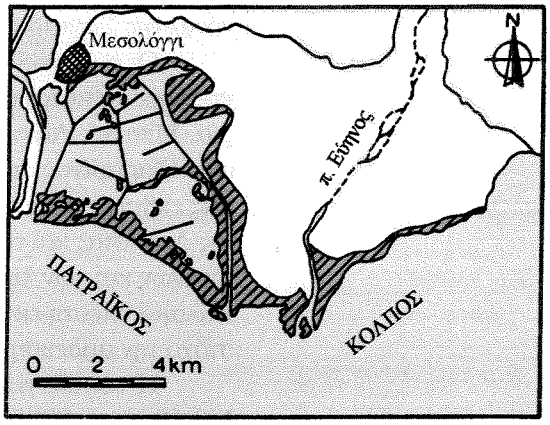
Στον Πίν. 2 φαίνεται ότι οι περιοχές των δελταϊκών πεδιάδων που θα κατακλυστούν θα καταλαμβάνουν κατά μέσο όρο το 13,16% της συνολικής τους έκτασης.

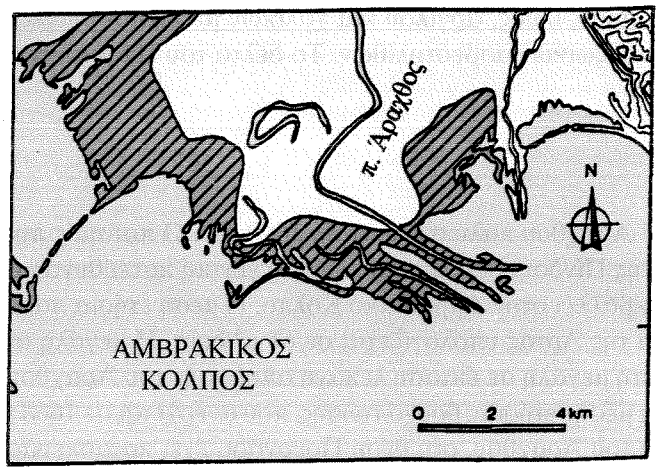
Μελέτη τεσσάρων δελταϊκών περιοχών της Ελλάδας

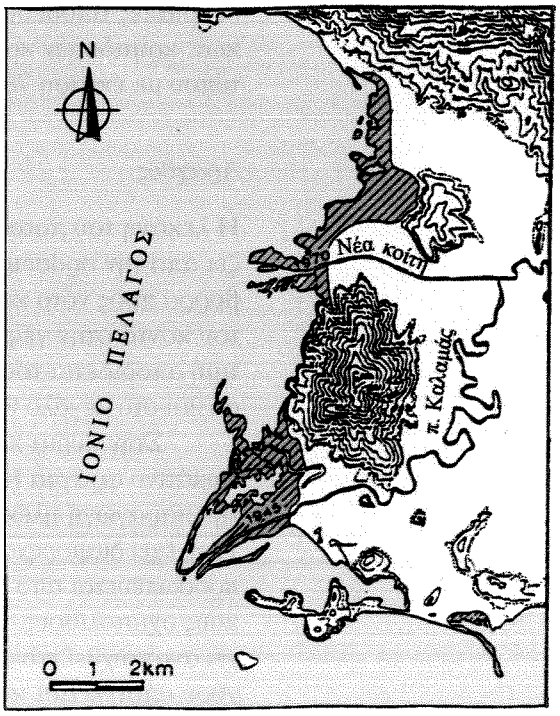
Μελετήθηκαν τέσσερις αντιπροσωπευτικές δελταϊκές περιοχές της Ελλάδας, του Σπερχειού στην ανατολική, του Ευήνου στο νότιο τμήμα της κεντρικής, του Άραχθου και του Καλαμά στη δυτική, καθώς και τα αντίστοιχα υδρογραφικά τους δίκτυα.

Μεθοδολογία: Έγινε προμήθεια των αεροφωτογραφιών και τοπογραφικών διαγραμμάτων από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού. Οι αεροφωτογραφίες αφορούν στις δελταϊκές περιοχές, αλλά σε διαχρονικές λήψεις από το 1945 μέχρι και πρόσφατες. Αναλύθηκαν, με σκοπό να συσχετιστούν και να εντοπιστούν οι αλλαγές τόσο στην κοίτη τους, στη μορφή και στην έκταση των δελταϊκών τους αποθέσεων, όσο και στη μεταβολή της ακτογραμμής κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Παράλληλα, ο συσχετισμός παλαιών χαρτών με σύγχρονους χάρτες και αεροφωτογραφίες μάς έδωσε πολύτιμα συμπεράσματα για τις μεταβολές που υφίστανται αυτές οι δελταϊκές περιοχές, προσδιορίζοντας με ακρίβεια τη χρονική διάρκεια αυτών.

Ακολούθησε μια σειρά εργασιών υπαίθρου, με επιτόπου παρατηρήσεις, χαρτογραφήσεις, δειγματοληψίες νερών και ιζημάτων καθώς και γεωτρήσεις μικρού βάθους στις δελταϊκές περιοχές. Στόχος ήταν η συλλογή γεωλογικών, γεωμορφολογικών στοιχείων υπαίθρου για την πιθανή εξέλιξη της περιοχής κατά το Α. Πλειστόκαινο και Ολόκαινο. Η συλλογή δειγμάτων νερού έγινε με σκοπό να προσδιοριστεί η τυχόν υποβάθμιση και παράλληλα ο έλεγχος ποιότητας του υπόγειου νερού στις δελταϊκές περιοχές. Οι γεωτρήσεις αποσκοπούσαν στη συλλογή υπεδαφικών στρωματογραφικών και ιζηματολογικών στοιχείων που με περαιτέρω ανάλυση μας δίνουν στοιχεία για την εξέλιξη των πα-







Σχήμα 5.
Περιοχές που θα κατακλυστούν από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας κατά 0,5 μ. στα δέλτα των Σπερχειού, Εύηνου, Άραχθου και Καλαμά μέσα στον επόμενο αιώνα.

λαιοπεριβαλλόντων των δελταϊκών περιοχών. Μετά τη συλλογή στοιχείων και δειγμάτων υπαίθρου έγινε για τα μεν γεωλογικά, γεωμορφολογικά στοιχεία αξιολόγηση και συσχέτιση με τη βοήθεια των αεροφωτογραφιών και των χαρτών, για τα δε δείγματα εργαστηριακή ανάλυση.

Καλαμάς

Η λεκάνη του ποταμού Καλαμά καλύπτει έκταση 1747 χμ^2. Ο ποταμός πηγάζει από την οροσειρά της Πίνδου, κοντά στα Δολιανά, ρέει ακολουθώντας αρχική κατεύθυνση από βορρά πρός νότο, για μήκος 25 χμ. περίπου, μέχρι την πεδιάδα Σουλόπουλου και μετά στρέφεται ακολουθώντας κατεύθυνση απο ανατολι-

κά πρός τα δυτικά για μήκος 70 χμ. περίπου εκβάλλοντας στο Ιόνιο Πέλαγος, νότια της Σαγιάδας (βορειοδυτικά της Ηγουμενίτσας).

Οι σημαντικότεροι παραπόταμοι του Καλαμά είναι (με σειρά από τα ανάντη προς τα κατάντη): Γόρμος, Μέζερος, Βελτσίστικος, Σμόλιτσας, Κούτσης, Τύρια, Μπανιά, Λαγκαβίτσα, Καλπακιώτικος. Μέσα στη λεκάνη υπάρχει και η λίμνη Τζαραβίνας, που είναι μικρή σε έκταση. Η μέση ετήσια παροχή του κοντά στις εκβολές του φτάνει τα 57 μ^3/δευτ. Στον Καλαμά οδηγούνται μέσω της τάφρου της Λαψίστας και της σήραγγας της Λαψίστας οι υπερχειλίσεις της λίμνης των Ιωαννίνων και των λυμάτων της πόλης των Ιωαννίνων. Η κύρια κοίτη του ποταμού Καλαμά υπέστη εκτροπή με παράλληλη κατασκευή φράγματος το 1962, με κύριο στόχο την άρδευση των καλλιεργειών και την προστασία από τις πλημμύρες.

Η υδρολογική λεκάνη του Καλαμά είναι μία από τις πλουσιότερες της Ελλάδας στη δίαιτα των βροχοπτώσεων, με μέση ετήσια βροχόπτωση της λεκάνης 1359,3 χιλ. Η δελταϊκή του περιοχή αποτελείται κυρίως από πρόσφατες αλλουβιακές αποθέσεις άμμου, ιλύος, αργίλου και χαλίκων με νησίδες ηωκαινικών, κρητιδικών και μεσοζωικών ασβεστολίθων. Το δέλτα του είναι ακιδωτού τύπου με έκταση 78 $\chi\mu^2$.

Άραχθος

Η λεκάνη του ποταμού Άραχθου καλύπτει έκταση 1890 $\chi\mu^2$. Ο ποταμός πηγάζει από την οροσειρά της Πίνδου, ρέει ακολουθώντας γενική κατεύθυνση από βορρά προς νότο και εκβάλλει στον Αμβρακικό Κόλπο. Η μέση ετήσια παροχή του κοντά στην γέφυρα της Άρτας υπολογίζεται σε 61 μ^3/δευτ. Η μεγάλη αυτή τιμή αποδίδεται τόσο στη μεγάλη σε έκταση λεκάνη απορροής του Άραχθου όσο και στο μεγάλο ύψος μέσης ετήσιας βροχόπτωσης, που ανέρχεται σε 1668 χιλ.

Στην κύρια κοίτη του Άραχθου, στη θέση Πουρνάρι, έχει κατασκευαστεί χωμάτινο φράγμα (1981), για ρύθμιση των παροχών του ποταμού και κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η υδρολογική λεκάνη του ποταμού Άραχθου έχει διαμορφωθεί πάνω στο πετρογραφικό σύμπλεγμα του φλύσχη που αντιπροσωπεύεται απο λεπτοστρωματώδεις ψαμμίτες, που εναλλάσσονται με αργιλικούς σχιστολίθους. Εξαίρεση αποτελεί το βορειότερο τμήμα της λεκάνης, που έχει αναπτυχθεί πάνω σε ασβεστολιθικά πετρώματα. Η δελταϊκή περιοχή του Άραχθου αποτελείται κυρίως από πρόσφατες αλλουβιακές αποθέσεις άμμου, ιλύος, αργίλου και χαλίκων. Το δέλτα του είναι λοβοειδούς τύπου με έκταση 244 $\chi\mu^2$.

Σπερχειός

Η λεκάνη του ποταμού Σπερχειού καλύπτει έκταση 1780 $\chi\mu^2$. Ο ποταμός πηγάζει από τον ορεινό όγκο του Τυμφρηστού, της Όθρυος, των Βαρδουσίων, του Καλλιδρόμου και της Οίτης. Η κεντρική του κοίτη έχει διεύθυνση ροής απο τα δυτικά πρός τα ανατολικά και εκβάλλει στον Μαλιακό Κόλπο. Το δέλτα του είναι πελματοειδούς τύπου με έκταση 104 $\chi\mu^2$. Οι σημαντικότεροι παραπόταμοι του Σπερχειού είναι (με σειρά από τα ανάντη προς τα κατάντη): Λεπτοκαρυάς, Ρουστιανίτης, Βίστριτσα, Γοργοπόταμος, Ασωπός, Βαθύρεμμα, Ξεριάς. Η μέγιστη παροχή του κοντά στις εκβολές του φτάνει τα 1540 μ^3/δευτ, ενώ η ελάχιστη παρατηρούμενη είναι 8 μ^3/δευτ. Το μέσο ετήσιο ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων της υδρολογικής λεκάνης του Σπερχειού ανέρχεται στα 1200 χιλ. περίπου.

Η δελταϊκή περιοχή του Σπερχειού αποτελείται κυρίως απο πρόσφατες

αλλουβιακές αποθέσεις άμμου, ιλύος, αργίλου και χαλίκων. Το υδρογραφικό δίκτυο τέμνει σχεδόν κάθετα τους γεωλογικούς σχηματισμούς του φλύσχη, των οφιολίθων, των ασβεστολίθων και των νεογενών και τεταρτογενών αποθέσεων. Διέρχεται από τις γεωτεκτονικές ενότητες της Πίνδου, του Παρνασσού, τη Μαλιακή, τη Βοιωτική και την Πελαγονική. Η κύρια διεύθυνση ροής του υδρογραφικού δικτύου ελέγχεται από τη ρηξιγενή τεκτονική.

Εύηνος

Η λεκάνη του ποταμού Εύηνου καλύπτει έκταση 1093 χμ^2. Ο ποταμός πηγάζει από τον ορεινό όγκο των Βαρδουσίων και διανύοντας μια διαδρομή 110 χμ περίπου εκβάλλει στον Πατραϊκό Κόλπο. Το δέλτα που δημιουργεί έχει έκταση 91,84 χμ^2. Το μέσο ετήσιο ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων της υδρολογικής λεκάνης του Εύηνου κυμαίνεται από 750 χιλ. μέχρι 1200 χιλ. περίπου. Η δελταϊκή περιοχή του καλύπτεται κύρια από πρόσφατες αλλουβιακές αποθέσεις άμμου, ιλύος, αργίλου και χαλίκων. Το υδρογραφικό δίκτυο αναπτύσσεται στους γεωλογικούς σχηματισμούς του φλύσχη, των ασβεστολίθων και των τεταρτογενών αποθέσεων. Διέρχεται από τις γεωτεκτονικές ενότητες του Γαβρόβου και της Πίνδου και η κλιμακωτή μορφή του υδρογραφικού του δικτύου ελέγχεται από τη ρηξιγενή τεκτονική.

Από τη μελέτη αυτών των τεσσάρων αντιπροσωπευτικών δέλτα εντοπίστηκαν ορισμένα προβλήματα που οφείλονται κυρίως στις ανθρώπινες επεμβάσεις και προβλέπεται να επιδεινωθούν από την προβλεπόμενη ανύψωση της θαλάσσιας στάθμης.

- Διάβρωση των παράκτιων περιοχών.
- Υποβάθμιση της ποιότητας των επιφανειακών νερών και των υπογείων υδροφόρων οριζόντων των δελταϊκών περιοχών.
- Προοδευτική εξάντληση των υδατικών αποθεμάτων των δελταϊκών περιοχών λόγω υπερεκμετάλλευσης των υπογείων υδροφόρων.
- Έλλειψη συντονισμένου προγράμματος διαχείρισης των υδατικών πόρων των λεκανών απορροής και των τριών ποταμών.
- Οι γεωργικές καλλιέργειες και ιχθυοκαλλιέργειες θα υποστούν τις πρώτες αρνητικές επιδράσεις της ανύψωσης της θαλάσσιας στάθμης, με την κατάκλιση των χαμηλών περιοχών.

Πίνακας 2.
Έκταση που αναμένεται να καλυφθεί από προβλεπόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης κατά 0,5 μ., ως ποσοστό της συνολικής έκτασης των δελταϊκών πεδιάδων σε τέσσερα αντιπροσωπευτικά δέλτα της Ελλάδας.

Δελταϊκές πεδιάδες	Εμβαδόν δελταϊκών πεδιάδων, χμ^2	Έκταση (χμ^2) που αναμένεται να καλυφθεί με μία άνοδο της θαλάσσιας στάθμης κατά 0,5 μ. μέχρι το έτος 2100	% της συνολικής δελταϊκής πεδιάδας
Σπερχειός	104	13,22	12,71
Άραχθος	244	29,72	12,18
Καλαμάς	78	11,04	14,15
Εύηνος	92	12,50	13,59

Γενικεύοντας για τις 15 πιο σημαντικές δελταϊκές πεδιάδες της ηπειρωτικής Ελλάδας (Καλαμά, Λούρου, Άραχθου, Αχελώου, Εύηνου, Μόρνου, Πηνειού Πελοποννήσου, Αλφειού, Σπερχειού, Πηνειού Θεσσαλίας, Αλιάκμονα, Αξιού, Στρυμόνα, Νέστου και Έβρου) και δεχόμενοι ότι η επιφάνεια των δελταϊκών περιοχών που αναμένεται να καλυφθεί από τη θάλασσα είναι 13,16%, βγαίνει το συμπέρασμα ότι περίπου 306,63 χμ^2 ξηράς θα χαθούν έως το έτος 2100.

Στην περίπτωση των παράκτιων πεδιάδων, υπολογίζεται και διατηρείται η ελπίδα ότι οι εκτάσεις γης που θα χαθούν από τη θάλασσα θα είναι αμελητέες, λόγω κυρίως των μεγαλύτερων κλίσεων. Στη βόρεια και δυτική Πελοπόννησο, για παράδειγμα, η υποχώρηση της ακτογραμμής θα είναι ασήμαντη σε έκταση, εξαιτίας των μεγάλων υψομέτρων και των κλίσεων των θινών και των αλλουβιακών κώνων και ριπιδίων.

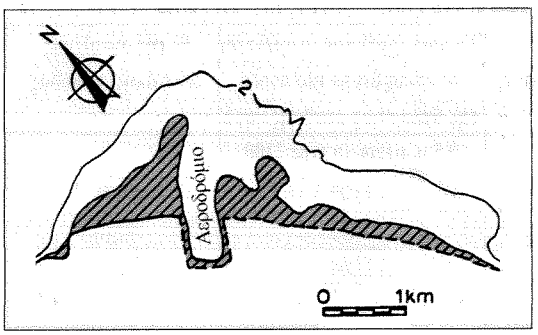
Στη Βόρεια Ελλάδα, στην περιοχή της Μίκρας, νότια της Θεσσαλονίκης, η έκταση που αναμένεται ότι θα καλυφθεί από τη θάλασσα θα είναι μια στενή λωρίδα γης περίπου 12 χμ^2 (Σχ. 6).

Παράκτιοι υγρότοποι θα καλυφθούν από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και ένας σημαντικός φυσικός πόρος του περιβάλλοντος της Ελλάδας θα ελαττωθεί δραματικά. Η λιμνοθάλασσα Κοτύχι, η λιμνοθάλασσα του Μεσολογγίου, ο Αμβρακικός Κόλπος και το Πόρτο Λάγος, που είναι σημαντικές για τις ιχθυοκαλλιέργειες και για την αλιεία περιοχές, θα μεταβληθούν σε ρηχούς όρμους ή κόλπους. Οι εκτεταμένες αλυκές του Μεσολογγίου και άλλων περιοχών της Ελλάδας θα πρέπει να μεταφερθούν σε εσωτερικές περιοχές.

Οι ανθρώπινες παρεμβάσεις στο παράκτιο περιβάλλον

Μία άνοδος της θαλάσσιας στάθμης θα προκαλούσε σοβαρά προβλήματα σε παράκτιες κατοικημένες περιοχές, βιομηχανίες, οικισμούς, λιμενικές εγκαταστάσεις, τουριστικά συμπλέγματα, παράκτια δίκτυα επικοινωνίας, αεροδρόμια και άλλες κατασκευές (Σχ. 2). Οι περιοχές που πιθανά θα απειληθούν περισσότερο είναι τα μεγάλα λιμάνια της χώρας: Πειραιάς, Θεσσαλονίκη, Πάτρα, Βόλος, Αλεξανδρούπολη κ.λπ. Πολλά αεροδρόμια όπως αυτά της Αλεξανδρούπολης και της Θεσσαλονίκης βρίσκονται σχεδόν στη στάθμη της θάλασσας και είναι σίγουρο ότι θα απειληθούν.

Στην περίπτωση της Θεσσαλονίκης, τμήμα του αεροδρομίου εκτείνεται μέσα στη θάλασσα. Προβλήματα επίσης θα έχουν οι παραλιακοί αυτοκινητόδρομοι στη βόρεια Πελοπόννησο, στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης, στο δέλτα του Σπερχειού και στο Πόρτο Λάγος.



Σχήμα 6.
Περιοχή που θα κατακλυστεί από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας κατά 0,5 μ. στην περιοχή Μίκρας (Θεσσαλονίκη) μέσα στον επόμενο αιώνα.

Η θαλάσσια επίκλυση θα δημιουργήσει ένα ακόμη πολύ σοβαρό πρόβλημα για το παράκτιο περιβάλλον, αυτό της διάβρωσης. Η διεργασία αυτή θα επηρεάσει με μεγάλη βεβαιότητα πυκνοκατοικημένες παράκτιες περιοχές με μικρές έως μεσαίες κλίσεις. Στις πρόσφατες δεκαετίες, περισσότερες από ένα εκατομμύριο εξοχικές κατοικίες έχουν χτιστεί πάνω ή κοντά στην παράκτια ζώνη. Αρκετές από αυτές ήδη αντιμετωπίζουν προβλήματα διάβρωσης, αφού κατασκευάστηκαν χωρίς προηγουμένως τη γνώση των συνθηκών που επικρατούν στο περιβάλλον. Έτσι, μια άνοδος της στάθμης της θάλασσας μόλις λίγων δεκάδων εκατοστών θα ήταν καταστροφική για όλες αυτές τις κατασκευές, εξαιτίας της εντεινόμενης θαλάσσιας διάβρωσης. Δυστυχώς, δεν έχει γίνει ακόμη καμία ενέργεια ώστε να μπουν περιορισμοί στην οικιστική ανάπτυξη στις παράκτιες περιοχές.

Αντίστοιχα παρόμοια προβλήματα αναμένεται να εμφανιστούν σε παράκτιες καλλιεργήσιμες εκτάσεις όπως η δελταϊκή πεδιάδα του Σπερχειού, η πεδιάδα της Θεσσαλονίκης, το Αργολικό πεδίο, η πεδιάδα του Αχελώου και η πεδιάδα του Λούρου και του Άραχθου. Εκτιμάται ότι τμήματα των εκτεταμένων αρδευτικών και αποστραγγιστικών δικτύων των περιοχών αυτών θα αχρηστευτούν. Ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας θα επηρεαστεί επίσης από την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. Το θαλάσσιο νερό θα εισχωρήσει στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες, υποβαθμίζοντας την ποιότητα των υπόγειων νερών (πηγαδιών, γεωτρήσεων), και κατά συνέπεια τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Αυτό έχει γίνει ήδη στην Αργολική πεδιάδα, λόγω της υπεράντλησης του γλυκού νερού, και σε πολλά νησιά των Κυκλάδων.

Οι άμεσες επιπτώσεις που θα ακολουθήσουν μια ταχεία άνοδο της θαλάσσιας στάθμης για τις παράκτιες περιοχές, περιλαμβάνουν την αύξηση της αλατότητας των υπογείων υδροφόρων οριζόντων, επιταχυνόμενη από την υπερβολική και ανεξέλεγκτη άντληση νερού, τη συμπύκνωση των ιζημάτων των ποτάμιων και θαλάσσιων αποθέσεων, καθώς και την προέλαση της θάλασσας, που θα καλύψει εκτεταμένες, συνήθως πολύτιμες, εκτάσεις εδαφών.

Μια σειρά από μέτρα που θα πρέπει άμεσα να εφαρμοστούν είναι τα παρακάτω:

- Τα δεδομένα και οι επιπτώσεις της ανόδου της στάθμης της θάλασσας από ανάλογες μελέτες να λαμβάνονται υπόψη στο σχεδιασμό και στα προγράμματα τοπικής και περιφερειακής ανάπτυξης.
- Οι κοίτες των ποταμών πρέπει να παραμείνουν στη φυσική τους κατάσταση.
- Να δημιουργούνται έργα μικρής κλίμακας (φράγματα χαμηλού ύψους) στους κύριους παραποτάμους και άνω ρού των ποταμών, με στόχο τη ρύθμιση της ροής και των φερτών υλών του ποταμού (μετά από αντίστοιχη γεωμορφολογική μελέτη).
- Αυστηρή προστασία των υφιστάμενων δασών και συνέχιση των έργων αναδάσωσης των ορεινών περιοχών και ιδιαίτερα των περιοχών με μεγάλες μορφολογικές κλίσεις.
- Ορθολογιστική διαχείριση των υδατικών πόρων της περιοχής και οριοθέτηση ζωνών προστασίας, ιδιαίτερα για τα αποθέματα ποσίμου νερού.

Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει εμφανές ότι οι παράκτιες γεωμορφικές-περιβαλλοντικές μελέτες είναι απαραίτητες τόσο για δημόσιους οργανισμούς και

δημόσιες επιχειρήσεις όσο και για τους ιδιώτες. Ιδιαίτερα όταν κάθε αναπτυξιακό πρόγραμμα εμπλέκεται με το ευρύτερο παράκτιο περιβάλλον, δεδομένου ότι η σημερινή οικονομική ανάπτυξη της Ελλάδας είναι κατ' εξοχήν παράκτια. Έτσι, εκτιμώντας την παρούσα κατάσταση και τη συνεχιζόμενη ανάπτυξη της παράκτιας ζώνης, *η διάκριση ζωνών χαμηλού, μεσαίου και υψηλού κινδύνου από την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης* ώστε να παρθούν τα απαραίτητα μέτρα για τη μακροπρόθεσμη βελτίωση του παράκτιου περιβάλλοντος είναι απαραίτητη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Gorgi, L. (1961), *Μελέτη επί της υδρογεωλογίας των υπογείων υδάτων της πεδιάδος της Άρτης*, Αθήνα.

Καρύμπαλης, Ε. (1996), *Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις στη λεκάνη απορροής του Εύηνου ποταμού*, Διδακτορική διατριβή αδημοσίευτη, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Αθήνα.

Knappen Tippetts Abbett Eng. Co. (1952), *Σχέδιο αξιοποιήσεως της λεκάνης του ποταμού Καλαμά*, Αθήνα.

Μαρουκιάν, Χ. (1987), *Φυσικογεωγραφικές παρατηρήσεις στη λεκάνη απορροής του ποταμού Σπερχειού*, Διδακτορική διατριβή αδημοσίευτη, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Αθήνα.

Maroukian, H. (1990), «Implications of Sea Level Rise for Greece», *Report of the IPCG Miami Conference*, 2: 161-181.

Maroukian, H., A. Zamani and K. Pavlopoulos (1993), «Coastal Retreat in the Plain of Marathon, East Attica, Greece: Cause and Effects», *Geologica Balcanica*, 23 (2): 67-71.

Maroukian, H., K. Gaki-Papanastassiou, K. Pavlopoulos and A. Zamani (1995), «Comparative Geomorphological Observations in the Kalamas Delta in Western Greece and the Sperchios Delta in Eastern Greece», Rapp. Comm. *Int. Mer. Medit.*, 34: 110.

Moutzouris, K., and H. Maroukian (1988), «Greece», στο: H. J. Walker (ed.), *Artificial Structures and Shorelines*, New York: Academic Publishers, 207-215.

Παυλόπουλος, Κ. (1992), *Γεωμορφολογική εξέλιξη της νότιας Αττικής*, Διδακτορική διατριβή αδημοσίευτη, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Αθήνα.

Titus, G.J., and V.K. Narayanan (1995), *The Probability of Sea Level Rise*, U.S. EPA, Washignton, D.C.

SCET-COOP (1970), *Hydrogeological Study and Feasibility Report on Hydrological Engineering and Agricultural Development of Arta Plain Greece*, Μελέτη για λογαριασμό του ΥΠΓΕ, Αθήνα.

Χριστούλας, Δ., και Θ. Ξανθόπουλος (1985), *Επεξεργασία και διάθεση λυμάτων ευρύτερης πόλης Ιωαννίνων*, Μελετη Δήμου Ιωαννίνων, Αθήνα.