

Ανάλυση της μεταβολής μιας ακτογραμμής συναρτήσει της αλλαγής της μέσης στάθμης της θάλασσας και εκτίμηση των επιπτώσεων στην περιοχή του Μαλιακού κόλπου.

ΣΙΓΓΑΛΟΣ Γ., ΑΛΕΞΟΥΛΗ-ΛΕΙΒΑΔΙΤΗ Α.

ABSTRACT

The increase of sea level is assessed to be 15-95 cm within the next century (IPCC 2001). These changes will be considerable for the coastal environment and mainly in gently sloping coastal zones of small elevations, which will face the danger to be inundated by the sea.

The present study investigates the consequences of sea level rise on the coastal region of Maliakos Gulf, where the delta of R. Sperchios has been developed at its West – South west part. The coastline of Maliakos Gulf, has a length of 102 km and it is consisted of slightly cohesive alluvial deposits, semi-permeable, with medium bent, while the resistance of deposits in the erosive's factors is considered to be medium. For the entire area, it is estimating that the coastline is getting stabilized, or even slightly retreating over the past decades.

Regions that are found to be at elevations lower than 4 meters, will be mostly affected by the future rising of sea level and they're considered as high risk areas. Furthermore, coastal strips no higher than 1 m, will probably be inundated until the year 2100.

In the Maliakos Gulf, high risk areas are estimated to be 23.9 km², with the greater part of it placed at the lower reaches of the R. Sperchios delta mouth areas and specifically in the southern and western section of the gulf. It is assessed also apart of these areas, about 13.4 km², are likely to be flooded by the sea, until the year 2100. At the Delta of the R. Sperchios, high risk areas occupy 19.17 % of the total deltaic plain, when areas with high possibility to be submerged occupy the 11.43%. As these regions have an intensive rural and economical activity, their owners and users will be intensively affected by sea level rise and will be possible forced to transfer their activities into "safer" areas. In addition, some important biotopes are likely to be vanished.

Keywords: coastline migration, sea level rise, Maliakos Gulf, coastal zone.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής γίνεται μελέτη των μεταβολών των ακτογραμμών του νομού Φθιώτιδας στο εσωτερικό τμήμα του Μαλιακού κόλπου που βρίσκεται στην κεντρική Ελλάδα.

Εκτός της σημερινής ακτογραμμής, βρέθηκε από τη βιβλιογραφία η θέση της ακτογραμμής στην συγκεκριμένη περιοχή για πέντε διαφορετικές χρονικές περιόδους (480 π.Χ.-1852), (1852-1880), (1880-1945), (1945-1970), (1970-2000).

Ο ρυθμός μεταβολής της ακτογραμμής για τις συγκεκριμένες χρονικές περιόδους υπολογίζεται συνήθως με δύο μεθόδους: Με τη μέθοδο των τομών, που βασίζεται στη μέτρηση αποστάσεων μεταξύ των θέσεων της ακτογραμμής σε διαφορετικές χρονικές περιόδους και με τη μέθοδο των εμβαδών, που βασίζεται στη μέτρηση των εμβαδών των περιοχών που είτε έχουν προσχωθεί είτε έχουν διαβρωθεί.

Ο ρυθμός μεταβολής της ακτογραμμής για όλη την περιοχή με τη μέθοδο των εμβαδών τα τελευταία 30 χρόνια παρουσιάζεται οριακά αρνητικός (υποχώρηση ακτογραμμής).

SHORELINE MIGRATION ANALYSIS DUE TO SEA LEVEL CHANGE, AND ESTIMATION OF ITS IMPACTS-FOR THE MALIAKOS GULF REGION.

Γηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών, Τομέας Γεωλογικών Επιστημών, Ηρώων πολυτεχνείου 9, 157 80 Ζωγράφου, Αθήνα. Email: alexouli@central.ntua.gr

Επίσης ο ρυθμός μεταβολής της ακτογραμμής στα επιλεγμένα σημεία με τη μέθοδο των τομών τα τελευταία 30 χρόνια (1970-2000) παρουσιάζει σημαντική μείωση στο 3% του ρυθμού μεταβολής των προηγούμενων 25 χρόνων (1945-1970) και στο 10% του ρυθμού μεταβολής των τελευταίων 120 χρόνων (1880-2000).

Και οι δύο μέθοδοι μας δίνουν στοιχεία για την σταθεροποίηση της ακτογραμμής ή ακόμη και ελαφρά υποχώρηση αυτής. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στην μείωση των φερτών υλικών του ποταμού, στη διάνοξη αποστραγγιστικής τάφρου βόρεια των σωστών εκβολών, που συμβαίνει λόγω των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στην παράκτια περιοχή και στη δημιουργία αρδευτικών έργων στη λεκάνη απορροής αλλά και στη μείωση των βροχοπτώσεων στην περιοχή.

Λέξεις κλειδιά: Μεταβολή ακτογραμμής, Άνοδος στάθμης θάλασσας, Μαλιακός κόλπος, Παράκτιες περιοχές.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σταθερότητα ή η μεταβολή μιας ακτογραμμής είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων, όπως κυματική ενέργεια, παράκτια ρεύματα, τεκτονικές κινήσεις, άνοδος στάθμης της θάλασσας, διάβρωση, προσφορά φερτών υλικών, ανθρωπογενείς επεμβάσεις, κλπ.

Στην παρούσα εργασία απομονώνεται και αναλύεται ο παράγοντας της αλλαγής της μέσης στάθμης της θάλασσας με την παραδοχή ότι όλοι οι άλλοι παράγοντες είναι σταθεροί και δεν επηρεάζουν τους υπολογισμούς.

Από γεωλογικής άποψης, αλλαγές στη μέση στάθμη της θάλασσας, μπορούν να οφείλονται σε δύο σημαντικούς παράγοντες:

A) Σε τεκτονικές αλλαγές, που σχετίζονται είτε με την επέκταση του πυθμένα της θάλασσας ή με μετακινήσεις του φλοιού, φαινόμενο το οποίο διαρκεί από εκατοντάδες χιλιάδες έως εκατομμύρια χρόνια και οι μεταβολές στη μέση στάθμη της θάλασσας μπορεί να είναι εκατοντάδες μέτρα

B) Σε κλιματικές μεταβολές, που έχουν σχέση με τους με την ανάπτυξη ή μείωση των παγετώνων, φαινόμενο το οποίο διαρκεί δεκάδες χιλιάδες χρόνια και οι αντίστοιχες αλλαγές στη στάθμη φτάνουν μέχρι τα 100 μέτρα

Στην παρούσα εργασία μελετάται η μεταβολή της μέσης στάθμης της θάλασσας η οποία αποδίδεται στη σύγχρονη κλιματική μεταβολή, όπως αυτή περιγράφεται από τη Διακυβερνητική Επιτροπή για τη κλιματική αλλαγή IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) και η οποία εκτιμά ότι η μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια του πλανήτη θα αυξηθεί από 1,5ο έως 6ο C ως το 2100. Για να αντιληφθούμε το

εύρος των μεταβολών που θα επέλθουν, αρκεί να αναφέρουμε ότι ο ετήσιος ρυθμός της αύξησης αυτής είναι ο μεγαλύτερος που έχει συμβεί τα τελευταία 10.000 χρόνια.

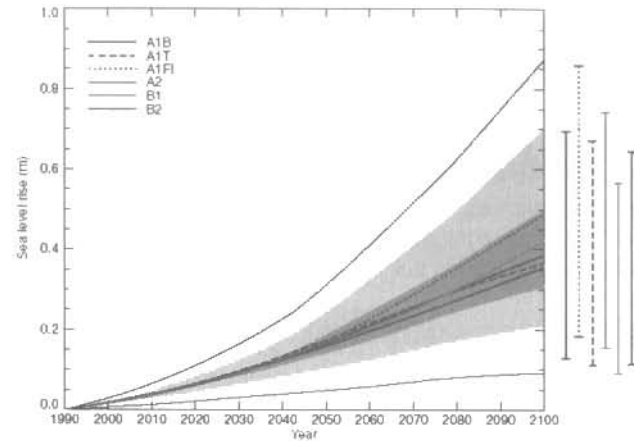
Μία από τις σοβαρότερες επιπτώσεις από την αύξηση της θερμοκρασίας, που είναι αποτέλεσμα του φαινομένου του θερμοκηπίου, αναμένεται να είναι και η αύξηση της μέσης στάθμης της θάλασσας, η οποία εκτιμάται ότι θα είναι 15-95 cm στον επόμενο αιώνα (IPCC 2001) όπως φαίνεται στο σχήμα 1.

Η αύξηση αυτή οφείλεται κυρίως στη διαστολή του θαλασσινού νερού λόγω αύξησης της θερμοκρασίας, στο λιώσιμο των αλπικών παγετώνων και στο λιώσιμο των πάγων της Γροιλανδίας και της Ανταρκτικής. Χαρακτηριστικά, αναφέρεται ότι η αύξηση της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας κατά 0,4° -0,8° C τα τελευταία 140 χρόνια, είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της μέσης στάθμης των ωκεανών κατά 10-20 cm.

Σύμφωνα με τις ίδιες εκτιμήσεις (IPCC, 2001), εάν οι συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου παρέμεναν σταθερές στα τωρινά επίπεδα, η στάθμη της θάλασσας θα συνέχιζε να αυξάνεται για εκατοντάδες χρόνια.

Μετά δε από 500 έτη, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας από τη θερμική διαστολή, μπορεί να φθάσει σύμφωνα με τα μοντέλα πρόβλεψης τα 2 – 4 m. (Titus & Richman, 2000).

Οι μεταβολές αυτές θα είναι ελάχιστες στις παράκτιες περιοχές και κυρίως στις παραλιακές ζώνες με μικρή κλίση, που θα αντιμετωπίσουν τον κίνδυνο να επικλυστούν από το θαλασσινό νερό. Τα νερά που θα εισχωρήσουν στην χέρσο θα προκαλέσουν φυσικές και υλικές καταστροφές στις παράκτιες πόλεις, στις τουριστικές



Σχήμα 1. Σενάρια μεταβολής της στάθμης της θάλασσας έως το έτος 2100 (πηγή: IPCC. Climate Change 2001 Synthesis Report).

εγκαταστάσεις, στις καλλιέργειες, στα δέλτα των ποταμών, κλπ.

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να εκτιμηθεί ο κίνδυνος που διατρέχουν οι παράκτιες περιοχές και κυρίως οι παραλιακές ζώνες στην περιοχή του Μαλιακού Κόλπου να επικλυστούν από το θαλασσινό νερό.

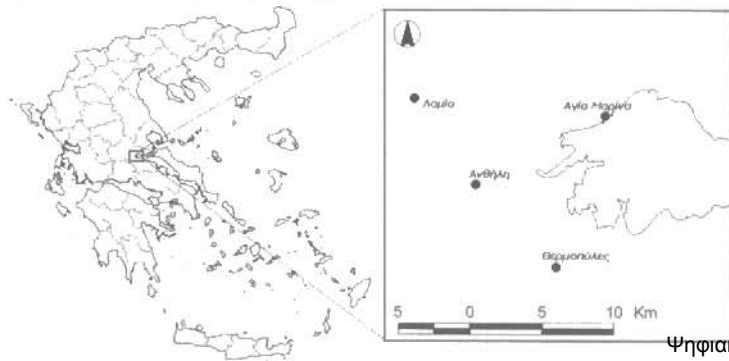
2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η παράκτια ζώνη με μήκος ακτογραμμής 102 Km (εσωτερικός Μαλιακός Κόλπος), αποτελείται από χαλαρά αλυβιακά εδάφη, ημιπερατά με ήπιες κλίσεις, ενώ η αντοχή των σχηματισμών στους παράγοντες διάβρωσης χαρακτηρίζεται ως μέτρια (ΣΙΓΓΑΛΟΣ, ΑΛΕΞΟΥΛΗ – ΛΕΙΒΑΔΙΤΗ 2005).

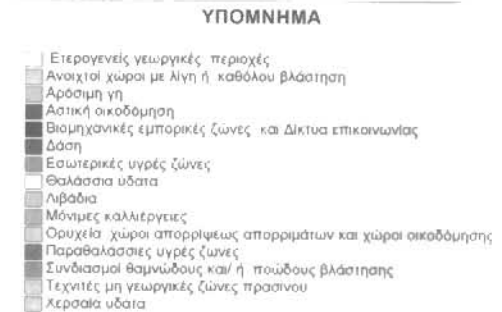
Ο Μαλιακός κόλπος βρισκόταν υπό την επίδραση ενός μηχανισμού διαρκούς πρόσχω-

σης (ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΥ, ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ 1994), όπου στο δυτικό τμήμα οφειλόταν στην επίδραση του Σπερχειού ποταμού, ενώ στο βόρειο και νότιο τμήμα οφειλόταν στην επίδραση των ποταμοχειμάρρων.

Η προέλαση του δέλτα του Σπερχειού φαίνεται να έχει σταματήσει (ΠΟΥΛΟΣ, ΨΩΜΙΑΔΗΣ, ΠΑΡΧΑΡΙΔΗ 2004) και για την περιοχή υπάρχει η εκτίμηση για σταθεροποίηση της ακτογραμμής ή ακόμη και οριακής υποχώρησης (ΣΙΓΓΑΛΟΣ, ΑΛΕΞΟΥΛΗ – ΛΕΙΒΑΔΙΤΗ 2006). Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται η περιοχή μελέτης και στο σχήμα 3 περιγράφονται τα βασικά υδρογεωλογικά, εδαφολογικά, μορφολογικά χαρακτηριστικά όπως και οι χρήσεις γης της παράκτιας (χερσαίας) ζώνης του Μαλιακού Κόλπου.



Σχήμα 2. Περιοχή μελέτης



Σχήμα 3. Χάρτες δεδομένων περιοχής μελέτης

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Συλλογή Δεδομένων

Για την εκτίμηση και αξιολόγηση των επιπτώσεων από την αναμενόμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσας αρχικά έγινε συλλογή στοιχείων για την περιοχή.

Τα στοιχεία αφορούν τοπογραφικούς χάρτες ΓΥΣ, (κλίμακας 1:50.000 & 1:5.000), υδρο-

γεωλογικούς και εδαφολογικούς χάρτες, χάρτες χρήσεων γης, κάλυψης γης, προστατευόμενων περιοχών, δορυφορικές εικόνες και βιβλιογραφικά στοιχεία.

Με τα στοιχεία που συλλέχθηκαν δημιουργήθηκε μια αρχική βάση δεδομένων σε ένα Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών. Η ανάλυση και επεξεργασία των αρχικών δεδομένων έδωσε τα απαραίτητα στοιχεία για την εκτίμηση και αξιολόγηση των επιπτώσεων στην περιοχή.

3.2 Ανάλυση της μεταβολής μιας ακτογραμμής συναρτήσει της αλλαγής της μέσης στάθμης της θάλασσας

Σε μία σταθερή γεωλογικά παράκτια ζώνη με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας προκαλείται υποχώρηση της ακτογραμμής.

Το μέγεθος της απόστασης Z που εκφράζει την οριζόντια μετατόπιση της ακτογραμμής, είναι ανάλογο με την αύξηση της μέσης στάθμης της θάλασσας και αντιστρόφως ανάλογο με την κλίση της επιφάνειας του εδάφους.

Προφανώς, η μεταβολή της ακτογραμμής είναι μεγαλύτερη όταν υπάρχει αύξηση της μέσης στάθμης της θάλασσας και μικρότερη όταν υπάρχει μείωση της μέσης στάθμης της θάλασσας.

Όταν παρατηρείται το φαινόμενο της προέλασης σε μία ακτογραμμή μεταξύ δύο χρονικών περιόδων (στιγμών) λόγω φερτών υλικών και στο χρονικό αυτό διάστημα υπάρχει άνοδος της στάθμης της θάλασσας, τότε η προέλαση είναι μεγαλύτερη από τη φαινομενική άρα και η ποσότητα των φερτών μεγαλύτερη.

Στο Σχήμα 4, παρουσιάζεται η ακτογραμμή μιας περιοχής που βρίσκεται σε προέλαση σε κάτοψη και τομές.

Αρχικά, στην κάτοψη του σχήματος διακρίνονται οι τρεις φάσεις της ακτογραμμής ως προς τη θέση της σε διαφορετικές χρονικές

στιγμές. Η Φάση 1 είναι η θέση της αρχικής ακτογραμμής και η Φάση 3 είναι η θέση της νέας ακτογραμμής. Υπάρχει και η θεωρητική Φάση 2 στην οποία θα βρισκόταν η ακτογραμμή αν επιδρούσε μόνο ο παράγοντας αύξησης της μέσης στάθμης της θάλασσας.

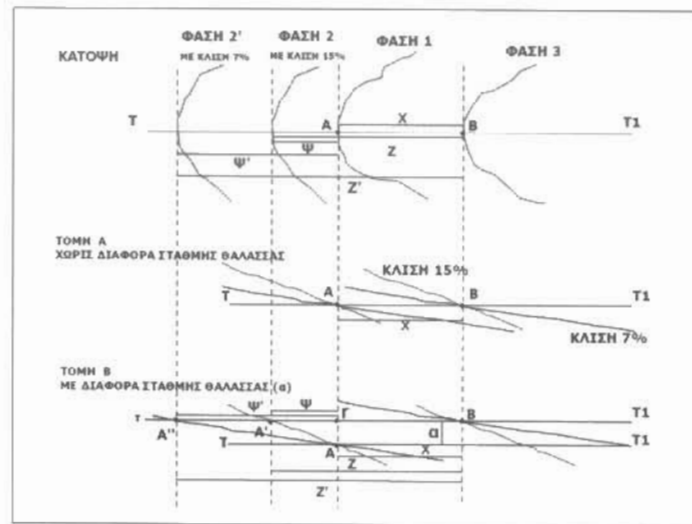
Στην πρώτη εκδοχή στην οποία δεν υπάρχει διαφορά στη μέση στάθμη της θάλασσας, παρατηρείται μεταβολή της ακτογραμμής (προέλαση) κατά το διάστημα AB (απόσταση X), όπως φαίνεται στην κάτοψη και την τομή A του Σχήματος 4.

Κατά τη δεύτερη εκδοχή στην οποία υπάρχει μεταβολή στη μέση στάθμη της θάλασσας (αύξηση κατά το διάστημα AG με απόσταση α), η πραγματική μεταβολή της ακτογραμμής είναι ίση με την απόσταση Z ($X+\Psi$), κατά το διάστημα A'B, όπως φαίνεται στην κάτοψη και στην τομή B του Σχήματος 4. Αυτό συμβαίνει επειδή υπάρχει η θεωρητική Φάση 2 στην οποία θα βρισκόταν η ακτογραμμή από την αύξηση της μέσης στάθμης της θάλασσας και θα δημιουργούσε υποχώρηση της ακτογραμμής κατά το διάστημα ΓΑ' (απόσταση Ψ).

Στο Σχήμα 5 παρουσιάζεται η ίδια κατάσταση με το Σχήμα 4, με μόνη διαφορά την προσθήκη στην ανάλυση της κλίσης της επιφάνειας του εδάφους.



Σχήμα 4. Θέση μιας ακτογραμμής σε διαφορετικές χρονικές στιγμές



Σχήμα 5. Θέση μιας ακτογραμμής σε διαφορετικές χρονικές στιγμές σε συνδυασμό με διαφορετικές κλίσεις επιφάνειας εδάφους

Παρουσιάζονται δύο περιπτώσεις επιφανειών με διαφορετική κλίση που αντιστοιχούν σε δύο διαφορετικές φάσεις (Φάση 2 για κλίση 15% και Φάση 2' για κλίση 7%). Παρατηρώντας την τομή B του Σχήματος 5, φαίνεται ότι η κλίση του εδάφους είναι αντιστρόφως ανάλογη με την απόσταση Z που εκφράζει την πραγματική μεταβολή της ακτογραμμής.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σύμφωνα με τους TITUS & RICHMAN (2000) οι παράκτιες περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο χαμηλότερο των τεσσάρων μέτρων, είναι πιθανόν αυτές που θα πληγούν περισσότερο από την μελλοντική άνοδο της στάθμης της θάλασσας και χαρακτηρίζονται ως περιοχές υψηλού κινδύνου. Για το λόγο αυτό, με βάση την προαναφερόμενη μεθοδολογία προσδιορίστηκαν στην περιοχή μελέτης οι περιοχές με υψόμετρο < 4 μέτρα και χαρακτηρίστηκαν περιοχές υψηλού κινδύνου ή περιοχές μεγίστων επιπτώσεων (Σχήμα 6), ενώ εντοπίστηκαν ακόμη οι περιοχές με υψόμετρο < 1 μέτρου (Σχήμα 7) και χαρακτηρίστηκαν ως περιοχές που πιθανόν να κατακλυσθούν από θάλασσα μέχρι το έτος 2100.

Οι περιοχές υψηλού κινδύνου ή μεγίστων επιπτώσεων στον Μαλιακό Κόλπο καταλαμβάνουν μια έκταση περίπου 23,9 Km² (Πίνακας 1), το μεγαλύτερο τμήμα της οποίας είναι στις ε-

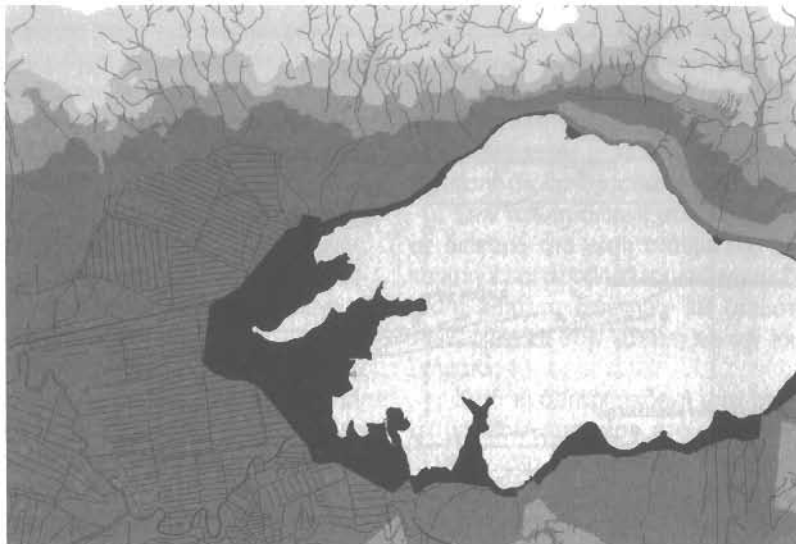
κβολές του Σπερχειού ποταμού και γενικά στο νότιο και δυτικό τμήμα του κόλπου.

Ανάλογη είναι και η χωροθέτηση των περιοχών που πιθανόν να κατακλυσθούν από θάλασσα μέχρι το έτος 2100 (επίσης στο νότιο και δυτικό τμήμα του κόλπου) με έκταση περίπου 13,4 Km² (Πίνακας 1).

Σε σχέση με την έκταση της συνολικής λεκάνης που απορρέει στο Μαλιακό κόλπο οι περιοχές υψηλού κινδύνου καταλαμβάνουν το 1,19% του συνόλου ενώ οι περιοχές που πιθανόν να κατακλυσθούν καταλαμβάνουν το 0,67% του συνόλου.

Αντιστοίχως, σε συσχέτισμό με την έκταση του δέλτα του Σπερχειού ποταμού, οι περιοχές υψηλού κινδύνου στην περιοχή του δέλτα καταλαμβάνουν το 19,17% του συνόλου, ενώ οι περιοχές που πιθανόν να κατακλυστούν στην περιοχή του δέλτα καταλαμβάνουν το 11,43% του συνόλου. Το ποσοστό του δέλτα που είναι πιθανόν να κατακλυστεί προσεγγίζει τις προβλέψεις (Gaki - Papanastassiou et al., 1997) ότι το 13,16% των δέλτα της ελληνικής επικράτειας, θα κατακλυσθεί από νερό.

Από την ανάλυση της κάλυψης γης στις περιοχές υψηλού κινδύνου αλλά και στις περιοχές που πιθανόν να κατακλυσθούν από θάλασσα προκύπτει ότι βρίσκεται σε κίνδυνο το μεγαλύτερο τμήμα των προστατευόμενων φυσικών οικοσυστημάτων (ποτάμια, έλη, λιμνοθάλασσες,



Σχήμα 6. Χάρτης περιοχών υψηλού κινδύνου



Σχήμα 7. Χάρτης περιοχών που πιθανόν να κατακλισθούν από θάλασσα μέχρι το έτος 2100

κλπ) που αναφέρονται στον Πίνακα 1 ως Υδάτινες επιφάνειες (CORINE 1999). Το ποσοστό φτάνει το 91,39% για το δέλτα του Σπερχειού ποταμού.

Οι τεχνητές επιφάνειες (αστική οικοδόμηση) που βρίσκονται σε περιοχή υψηλού κινδύνου είναι περίπου 1% των συνολικών τεχνητών επιφανειών και περιορίζονται εκτός του δέλτα του Σπερχειού ποταμού.

Το ποσοστό των γεωργικών εκτάσεων που κινδυνεύουν, είναι 1,77% για τη συνολική περιοχή, αλλά πολύ μεγαλύτερο 9,93% για την περιοχή του δέλτα.

Τα δάση και οι ημι-φυσικές επιφάνειες υφίστανται τον μικρότερο κίνδυνο με χαμηλά ποσοστά.

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

Πίνακας 1. Εμβαδά και αντίστοιχα ποσοστά των παράκτιων χερσαίων εκτάσεων που χαρακτηρίζονται ως περιοχές υψηλού κινδύνου και περιοχές υψηλής επίκλυσης.

ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ	ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ (km ²)	Περιοχές Υψηλού Κινδύνου < 4 m (km ²)	% του συνόλου	Περιοχές πιθανής επίκλυσης < 1 m (km ²)	% του συνόλου
Τεχνητές επιφάνειες	15,407	0,168	1,09%	0,052	0,34%
Γεωργικές περιοχές	688,493	12,163	1,77%	3,637	0,53%
Δάση ημιφυσικές περιοχές	1291,905	0,249	0,02%	0,047	0,00%
Υδάτινες επιφάνειες	13,001	11,357	87,35%	9,643	74,17%
ΣΥΝΟΛΟ	2008,806	23,937	1,19%	13,379	0,67%

ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ	ΔΕΛΤΑ ΣΠΕΡΧΕΙΟΥ (km ²)	Περιοχές Υψηλού Κινδύνου < 4 m (km ²)	% του συνόλου	Περιοχές πιθανής κατάκλυσης < 1 m (km ²)	% του συνόλου
Τεχνητές επιφάνειες	0,640	0,000	0,00%	0,000	0,00%
Γεωργικές περιοχές	88,786	8,818	9,93%	2,464	2,78%
Υδάτινες επιφάνειες	11,527	10,534	91,39%	9,073	78,71%
ΣΥΝΟΛΟ	100,953	19,352	19,17%	11,537	11,43%

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εκτίμηση των επιπτώσεων από την αναμενόμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσας δίνει σημαντικό ποσοστό περιοχών υψηλού κινδύνου στην περιοχή μελέτης.

Σε σχέση με την έκταση του δέλτα, το ποσοστό 19,17% των περιοχών υψηλού κινδύνου είναι μεγάλο, σε συνδυασμό με το επίσης μεγάλο ποσοστό 11,43% των περιοχών επίκλυσης.

Στις περιοχές αυτές υπάρχει έντονη γεωργική και οικονομική δραστηριότητα που θα υποστούν τις επιπτώσεις της μεταφοράς των χρήσεων αυτών σε άλλες ασφαλείς περιοχές.

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η ύπαρξη προστατευόμενων οικοτόπων στην περιοχή του δέλτα. Ειδικά από τους υδροβιότοπους (λιμνοθάλασσες, έλη, ποτάμια, κλπ) κινδυνεύει το 91,39% και θα κατακλυστεί το 78,71%. Αυτά τα ποσοστά είναι εξαιρετικά υψηλά και εκτιμάται ότι κάποιοι σημαντικοί οικοτόποι πιθανόν να εξαφανιστούν.

Το ποσοστό 1,19% των περιοχών υψηλού κινδύνου ή μεγάλων επιπτώσεων σε σχέση με τη λεκάνη απορροής είναι μικρό, δεδομένου ότι

σε μια μεγάλη έκταση περίπου 2000 Km² το μήκος της ακτογραμμής άρα και της παράκτιας ζώνης είναι μικρό.

Στην συνολική περιοχή εκτός από τις γεωργικές, οικονομικές και φυσικές δραστηριότητες, είναι πιθανόν να κινδυνέψουν και παραθαλάσσιες οικιστικές-κοινωνικές-αναπτυξιακές δραστηριότητες.

Μπορεί το ποσοστό αυτό να είναι μικρό 1,09% και το ποσοστό των περιοχών πιθανής επίκλυσης να είναι ακόμη μικρότερο 0,34%, αλλά σε απόλυτα νούμερα θα κινδυνέψουν οικονομικές, κοινωνικές, αναπτυξιακές, οικιστικές δραστηριότητες περίπου 2000 ατόμων. Για το λόγο αυτό καλό θα είναι να υπάρξει μέριμνα για αντιμετώπιση του πιθανού προβλήματος.

Η εκτίμηση για τις επιπτώσεις στην περιοχή μελέτης έγιναν με βάση τον παράγοντα της αύξησης της στάθμης της θάλασσας, χωρίς να γίνει συνδυασμός με άλλους παράγοντες που μπορεί να διαμορφώνουν την παράκτια περιοχή.

Η πραγματική εικόνα της περιοχής θα παρουσιάσει διαφορές από την εικόνα που περιγράφουμε λόγω του συνδυασμού και άλλων

παραγόντων, όπως τεκτονισμός, μείωση στερεοπαροχής Σπερχειού, ανθρώπινες παρεμβάσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αναγνώστου Χ. & Παπαθανασίου Ε. (1994), "Μελέτη εντοπισμού Ρύπανσης του Μαλιακού Κόλπου σε συνδυασμό με τις Ιχθυοπαραγωγικές και Αλιευτικές Δυνατότητες Ανάπτυξής του", Εθνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΚΘΕ), Αύγουστος 1994.
- Bruun P. (1962), "Sea-level rise as a cause of shore erosion", *Journal of Waterways and Harbour Division*, 88, 117-130.
- Γάκη - Παπαναστασίου Κ., Καρύμπαλης Ε. & Σένη Α. (2005), "Εκτίμηση επιπτώσεων από την αναμενόμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσας κατά τον παρόντα αιώνα στο Αργολικό Πεδίο (Πελοπόννησος)", Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διαχείριση και Βελτίωση Παράκτιων Ζωνών, Αθήνα, 213-223.
- Gaki - Papanastassiou K., Maroukian H., Pavlopoulos K. and Zamani A. (1997), "The implications of the expected sea level rise on the low lying areas of continental Greece in the next century", *Proceedings International Symposium on Engineering Geology and the Environment*, 121-126.
- Coordinate Information on the Environment (CORINE), European Commission Programme, 1999.
- Doukakis E. (2003), "The potential consequences of climate change on Kotychi lagoon", *CEST 2003*, 170-175.
- I.P.C.C. (2001), "Climate Change, Synthesis Report. (Stand-alone edition)", Watson, R.T. and the Core Writing Team (eds.), Geneva, 184 p.
- Μαρουκίαν Χ., Παυλόπουλος Κ., Γάκη- Παπαναστασίου Κ. & Ζαμάνη Α. (2001), "Οι επιπτώσεις από την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης στις χαμηλές παράκτιες περιοχές της Ηπειρωτικής Ελλάδας κατά τον επόμενο αιώνα", *Περιοδικό Γεωγραφίας*, τομ. 1, 73-82.
- Παυλόπουλος Κ., Χαλκιάς Χ. & Καρύμπαλης Ε. (2002), "Εκτίμηση επιπτώσεων από τη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης στα νησιά Μύκονο Δήλο Ρήγεια", Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου Θεσσαλονίκη, τομ. ΙΙ, 469-476.
- Πούλος Ε., Ψωμιδάς Ε. & Παρχαρίδη Ι. (2004), "Το γεωπεριβάλλον του Σπερχειού ποταμού", Πρακτικά Δημηρίδας - Natura Σπερχειού - Μαλιακού, Λαμία, 121-127.
- Σιγαλός Γ., Αλεξούλη-Λειβαδίτη Α. (2005), "Εκτίμηση της τρωτότητας στη διάβρωση των γεωλογικών σχηματισμών και της παραγωγής φερτών υλών στη λεκάνη απορροής του Εσωτερικού Μαλιακού Κόλπου", Πρακτικά 1ης Επιστημονικής Συνεδρίας της Επιτροπής Γεωμορφολογίας και Περιβάλλοντος της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας Θεσσαλονίκη τομ. 38, 115-122.
- Σιγαλός Γ., Αλεξούλη-Λειβαδίτη Α. (2006), "Διερεύνηση της διαχρονικής εξέλιξης μιας ακτογραμμής - προβλέψεις μελλοντικών αλλαγών. Εφαρμογή στην περιοχή του Μαλιακού κόλπου", 2η Συνάντηση της επιτροπής Γεωμορφολογίας & Περιβάλλοντος της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας - Περιλήψεις Εργασιών, Αθήνα.
- Titus J.G., Park R.A., Leatherman S., Weggel R., Green M.S., Trehan M., Brown S., Gaunt C. and Yohe G. (1991), "Greenhouse Effect and sea level rise: The cost of holding back the sea", *Coastal Management*, 19(3): 171-204.
- Titus J.G., and Narayanan V.K. (1995), "The probability of sea level rise", U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C.
- Titus J.G., and Richman C. (2000), "Maps of lands vulnerable to sea level rise: Modeled elevations along the US Atlantic and gulf coasts", *Climate Research* (in press).
- Τσανάκας Κ., Καρύμπαλης Ε. & Παρχαρίδης Ι. (2005), "Διαχρονική παρατήρηση των μεταβολών της ακτογραμμής τμήματος της παράκτιας ζώνης του νομού Πιερίας και εκτίμηση των επιπτώσεων από την μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης", Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, τομ.38, 182-193.