ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

Οπτικοποίηση εξέλιξης παλαιογεωγραφικού αναγλύφου παράκτιων περιοχών. Περίπτωση μελέτης: Παλαμάρι Σκύρου

Πτυχιακή εργασία της φοιτήτριας

Σπερελάκη Μαρίας

ΠΤΥ
ΣΠΕ

Αθήνα, Ιούνιος 2004

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

Οπτικοποίηση εξέλιξης παλαιογεωγραφικού αναγλύφου παράκτιων περιοχών. Περίπτωση μελέτης: Παλαμάρι Σκύρου

Πτυχιακή εργασία της φοιτήτριας

Σπερελάκη Μαρίας

Μέλη Τριμελούς Επιτροπής: Παυλόπουλος Κοσμάς (Επιβλέπων Καθηγητής)

Καρύμπαλης Ευθύμιος

Χαλκιάς Χρήστος

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Αθήνα, Ιούνιος 2004

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
Αα. Κτημ.:
Αρ. Εισ.: 13.093
Κωδ. Εγγραφής: 10033
Ταξινομ. Αρ.θμ.: ΠΤΥ 2ΠΕ

Περιεχόμενα

Ευρετήριο πινάκων
Πρόλογος
Περίληψη
Summary
Εισαγωγή 1

1ο μέρος

1. Γεωγραφική θέση 3
1.1 Αρχαιολογικά χαρακτηριστικά 3
1.2 Γεωμορφολογία της περιοχής μελέτης 6
1.3 Κλιματικά στοιχεία 7
1.4 Γεωλογικά χαρακτηριστικά 10

2ο μέρος

2. Πηγές δεδομένων 20
2.1 Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) 20
2.2 Το λογισμικό επεξεργασίας ArcView-Σύντομη περιγραφή 24
2.3 Μέθοδοι απεικόνισης του περιβάλλοντος 26
2.3.1 Γενικά 26
2.3.2 Απαραίτητες λειτουργίες για την εφαρμογή μεθόδων οπτικοποίησης 28
2.3.2.1 Γεωαναφορά 28
2.3.2.2 Ψηφιοποίηση 30
2.3.3. Μέθοδοι Οπτικοποίησης 32
2.3.3.1 Χάρτες 30
2.3.3.2 Δημιουργία ψηφιακών μοντέλων εδάφους 33
2.3.3.2.1 Μέθοδοι υλοποίησης ενός Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους 33
2.3.3.2.2 Προϊόντα που μπορούν να παραχθούν από ένα ψηφιακό μοντέλο εδάφους 37
2.3.3.3 Κινούμενη απεικόνιση εικόνων 37

2.4 Εισαγωγή 39
2.5 Μεθοδολογία επεξεργασίας διαθέσιμων πηγών 40
2.5.1 Πηγές 40
2.5.2 Γεωαναφορά Χαρτών 40
2.5.3 Ψηφιοποίηση 41
2.6 Μέθοδοι Οπτικοποίησης 43
2.6.1 Χάρτες 43
2.6.1.1 Σχεδιασμός παλαιών ακτογραμμών 45
2.6.2 Κινούμενη απεικόνιση εικόνων 52
2.7 Σύγκριση χρησιμοποιούμενων μεθοδολογιών-Συζήτηση 54
2.8 Συμπεράσματα 57
Βιβλιογραφία
Παράρτημα Ι
Παράρτημα ΙΙ
Παράρτημα ΙΙΙ

Ευρετήριο

Χάρτες

Χάρτης 1: το νησί της Σκύρου στο Αιγαίο

Χάρτης 2: η επικοινωνία του όρμου Παλαμαρίου της Σκύρου με τον οικισμό της Πολιόχνης, την Τροία και τη Λήμνο

Χάρτης 3: τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής του όρμου Παλαμαρίου

Χάρτης 4: η γεωλογία στην ευρύτερη περιοχή του όρμου Παλαμαρίου

Χάρτης 5: περιοχές που πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληπτικές γεωτρήσεις και τάφροι για τη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων

Χάρτης 6: οι δώδεκα λεπτομερείς τοπογραφικές τομές της περιοχής του αιγιαλού

Χάρτης 7: η ακτογραμμή της περιοχής και τα όρια της λιμνοθάλασσας πριν από 5.000 χρόνια

Χάρτης 8: η ακτογραμμή και τα όρια της εσωτερικής λιμνοθάλασσας πριν από 2.500 χρόνια

Χάρτης 9: η ακτογραμμή και τα όρια της εσωτερικής λιμνοθάλασσας πριν από 2.000 χρόνια

Χάρτης 10: η ακτογραμμή και η μορφή της εσωτερικής λιμνοθάλασσας πριν από 1.000 χρόνια

Χάρτης 11: η ακτογραμμή και η μορφή της ευρύτερης περιοχής σήμερα

Σχήματα

Σχήμα 1: ο αρχαίος οικισμός βόρεια του όρμου Παλαμαρίου

Σχήμα 2: τοπογραφικές τομές του αιγιαλού από 1-8

Σχήμα 3: τοπογραφικές τομές του αιγιαλού από 9-12

Σχήμα 4: τα μέρη από τα οποία συνίσταται το ArcGIS

Σχήμα 5: τα ΣΓΠ είναι ο «συνδετικός κρίκος» μεταξύ του διαχειριστή των γεωγραφικών δεδομένων και του πραγματικού κόσμου

Σχήμα 6: οι τέσσερις παράγοντες που διαμορφώνουν το φυσικό πλαίσιο των ΣΓΠ

Σχήμα 7: οι κατηγορίες των πηγών των σφαλμάτων των ΣΓΠ
Σχήμα 8: οι ρόλοι της οπτικοποίησης κατά τον MacEachren (1994)
Σχήμα 9: η ανάκλαση του φωτός κατά την πρόσπτωση του στην επιφάνεια του νερού
Σχήμα 10: μέθοδος χάραξης ενός Δικτύου Ακανόνιστων Τριγώνων (TIN)

Γραφήματα

Γράφημα 1: η μέση μέγιστη, μέση ελάχιστη και μέση θερμοκρασία της νήσου Σκύρου την χρονική περίοδο 1955-1997
Γράφημα 2: καμπύλες μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης την περίοδο του Ολοκαίνου
Γράφημα 3: η περισσότερο αποδεκτή παγκοσμίως καμπύλη μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης
Γράφημα 4: καμπύλη μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης κατά τον Lambeck

Πίνακες

Πίνακας 1: η ονομασία, γεωγραφικές συντεταγμένες, υψόμετρο υπηρεσία και περίοδος λειτουργίας του Μετεωρολογικού σταθμού της Σκύρου
Πίνακας 2: ο τύπος κλίματος κατά Corczynski
Πίνακας 3: οι μέσες μηνιαίες και οι μέσες ετήσιες τιμές θερμοκρασίας για τα 42 έτη
Πίνακας 4: η διάρκεια των διαφορετικών περιόδων κατά τον W.B. Harland και κατά τη Geological Society of America
Πίνακας 5: οι οντότητες που ψηφιοποιήθηκαν με σκοπό τη δημιουργία των θεματικών τους επιπέδων
Πίνακας 6: πίνακες με τη μέση, μέση ελάχιστη και μέση μέγιστη θερμοκρασία που παρατηρούνται τη χρονική περίοδο 1955-1997

Εικόνες

Εικόνα 1: απεικόνιση της περιοχής μελέτης με την μέθοδο υλοποίησης TIN. Το επίπεδο της θάλασσας είναι διαφανές με αποτέλεσμα να είναι ορατό το ανάγλυφο του θαλάσσιου πυθμένα

Εικόνα 2: οι ψαμμώδεις αιγιαλοί στην παράκτια ζώνη του όρμου

Εικόνα 3: ο λόφος με τα ερείπια του αρχαιολογικού οικισμού

Εικόνα 4: ο λόφος με τα ερείπια του αρχαιολογικού οικισμού και τμήμα των ψηφιδωπαγών αιγιαλών και των θινών που καλύπτουν την κοιλάδα του ποταμού

Εικόνα 5: αρχαιολογικά όστρακα και κροκάλες συγκολλημένα σε βάθος 1,5m

Εικόνα 6: δομικά υλικά συσσωρευμένα σε βάθη 1,5-2m

Εικόνα 7: δομικά στοιχεία σε βάθος 2m

Εικόνα 8: λαξευμένο δομικό στοιχείο σε βάθος 1,5m

Πρόλογος

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο: «Οπτικοποίηση της εξέλιξης του παλαιογεωγραφικού αναγλύφου παράκτιων περιοχών: Περιοχή μελέτης Όρμος Παλαμαρίου Σκύρου» εκπονήθηκε στα πλαίσια της φοίτησής μου στο Τμήμα Γεωγραφίας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου και μου ανατέθει από τον Επίκουρο Καθηγητή Γεωμορφολογίας κ. Κοσμά Παυλόπουλο.

Έναυσμα για την επιλογή του θέματος ήταν τα ιδιαίτερα γεωμορφολογικά και αρχαιολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής.

Από τη θέση αυτή θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα κ. Κοσμά Παυλόπουλο για την πολύτιμη βοήθειά του.

Ευχαριστίες επίσης θα ήθελα να εκφράσω στα μέλη της τριμελούς επιτροπής κ. Ευθύμιο Καρύμπαλη και κ. Χρήστο Χαλκιά για τις εύστοχες παρατηρήσεις τους στην τελική διαμόρφωση του κειμένου.

Πολύτιμη επίσης ήταν η βοήθεια σε θέματα υλοποίησης του τεχνικού μέρους της πτυχιακής αυτής εργασίας των κ. Γεώργιου-Δημήτριου Κάππο, κ. Βασίλειου Δαλάκα, κ. Νάνσης Αλεξοπούλου και κ. Αντωνίου Κόγια τους οποίους και ευχαριστώ.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές και του καθηγητές για οποιαδήποτε προσφορά τους καθόλη τη διάρκεια των τεσσάρων ετών φοίτησής μου.

Περίληψη

Ο όρμος Παλαμαρίου βρίσκεται στο βορειανατολικό τμήμα τις Σκύρου που ανήκει στις βόρειες Σποράδες. Απέχει 20 ναυτικά μίλια από τις ανατολικές ακτές της Εύβοιας και το λιμάνι της Κύμης και παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον τόσο από αρχαιολογικής όσο και από γεωμορφολογικής πλευράς.

Στα πλαίσια της οπτικής παρουσίασης της παλαιογεωγραφικής εξέλιξης της περιοχής του όρμου Παλαμαρίου δημιουργήθηκε ένα θεωρητικό υπόβαθρο που αφορούσε την παρουσίαση και ανάλυση της παράκτιας αυτής περιοχής από ιστορικής και φυσικογεωγραφικής πλευράς. Στην αναφορά αυτή ελήφθησαν υπόψη οι φυσικές εκείνες διεργασίες που συνέβαλαν στη διαμόρφωση της μορφολογίας του αναγλύφου της και κυρίως στις μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης. Αυτό έγινε με σκοπό την δημιουργία μιας πρώτης εικόνας των χαρακτηριστικών της περιοχής η οποία είναι απαραίτητο στοιχείο για την οπτικοποίηση της εξέλιξής της.

Στη συνέχεια, αφού έγινε αναφορά στις απαραίτητες διαδικασίες επεξεργασίας των διαθέσιμων δεδομένων για την περιοχή με σκοπό την περαιτέρω εκμετάλλευσή τους χρησιμοποιώντας το λογισμικό γραφείου ArcView 8.3, παρουσιάστηκε η μεθοδολογία των πιθανών τρόπων απεικόνισης της περιοχής. Οι τρόποι απεικόνισης που αναλύθηκαν ήταν η δημιουργία χαρτών που παρουσιάζουν τα γεωλογικά και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής σήμερα και η δημιουργία του Ψηφιακού Μοντέλου της βάσει της υψομετρικής της πληροφορίας. Έπειτα, χρησιμοποιώντας την καμπύλη για τη μέση θαλάσσια στάθμη που προτάθηκε από τον Lambeck και δεδομένα δειγματοληπτικών γεωτρήσεων και τάφρων που αναπαριστούν τις παλαιογραφικές συνθήκες της ευρύτερης χερσαίας περιοχής, προσδιορίστηκε η ακτογραμμή και τα όρια της εσωτερικής λιμνοθάλασσας για 5.000BP, 2.500BP, 2.000BP και 1.000BP (έτη πριν από σήμερα) με σκοπό την παρουσίαση της παλαιογεωγραφικής εξέλιξης της περιοχής. Η δεύτερη μέθοδος που εφαρμόστηκε για την επίτευξη του σκοπού αυτού ήταν η κινούμενη απεικόνιση εικόνων (animation).

Summary

The embayment of Palamari bight is located on the north-eastern part of Skyros island which belongs to the northern Sporades. It abstains 20 miles from the eastern coast of Evia island and the harbour of Kymi. The boarder area of the embayment is of great archaeological and geomorphological interest.

In order to create an optical presentation of the paleo-geographical evolution of the study area a theoretical background that concerned the presentation and analysis of this coastal region was created using its historical and geographical view. In this report were taken into consideration both the physical processes that contributed in the evolution of the landscape and the sea-level changes during late Holocene. In order to attempt a first approach of the characteristics of the area the above analysis were illustrated.

In addition the essential processes of treatment of the available data about the region were described using ArcView 8.3 for their further exploitation. The methodologies of visualization were presented. Ways of description which were analyzed included the creation of detailed geological and geomorphological maps of the recent relief and Digital Terrain Model using the Hypsometric information of the area. For the definition of the coastline and the boarders of the enclosed lagoon during the periods of 5.000 years BP, 2.500 years BP, 2.000 years BP and 1.000 yeas BP respectively, data from sediment samples collected from boreholes and trenches as well as the Late Holocene sea-level curve proposed by Lambeck were used. The above data provided useful information about the paleogeographical conditions. Animation was the other method that was applied for the visualization of the area.

Εισαγωγή

Το γήινο ανάγλυφο δεν παραμένει σταθερό αλλά διαμορφώνεται από το συνδυασμό των φυσικών διεργασιών, κάτι βέβαια που είναι εμφανές σε όλο το μήκος της ακτογραμμής του Ελληνικού χώρου. Από το συνδυασμό των διεργασιών αυτών μπορούν να σκιαγραφηθούν αυτές των οποίων η δράση ήταν εντονότερη σε παλαιότερες περιόδους. Η διαμόρφωση των χαρακτηριστικών της παράκτιας ζώνης καθώς και των γεωμορφών που τη χαρακτηρίζουν είναι αποτέλεσμα της συνδυασμένης δράσης φαινομένων μεγάλης κλίμακας, όπως για παράδειγμα παγκόσμιες μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης, και διεργασιών που λαμβάνουν χώρα σε τοπική κλίμακα, όπως τοπικές τεκτονικές κινήσεις.

Η παρούσα εργασία έχει ως βασικό στόχο την εφαρμογή διαφόρων μεθόδων οπτικοποίησης σε περιβάλλοντα παράκτιων περιοχών εστιάζοντας στην παλαιογεωγραφική τους εξέλιξη. Η περίπτωση μελέτης αφορά τον όρμο Παλαμαρίου που βρίσκεται στο βορειοανατολικό τμήμα της νήσου Σκύρου και διαρθρώνεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος γίνεται η ανάλυση της παράκτιας περιοχής ιστορικά και φυσικογεωγραφικά, λαμβάνοντας υπόψη τις φυσικές εκείνες διεργασίες που συνέβαλαν στη διαμόρφωση του αναγλύφου. Το θεωρητικό υπόβαθρο που θα αναπτυχθεί θα αποτελέσει μια πρώτη «εικόνα» των χαρακτηριστικών της περιοχής, βασική για την οπτικοποίηση που θα ακολουθήσει. Τέλος θα διατυπωθούν και εφαρμοστούν διάφορες προτάσεις σχετικά με τη μεθοδολογία που πλεονεκτεί σε ότι αφορά την οπτικοποίηση. Στη συνέχεια, αφού έχει προηγηθεί η όλη μεθοδολογία της εργασίας, αναλύονται οι τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν και οι μεθοδολογίες που ακολουθήθηκαν για την οπτικοποίηση της περιοχής αυτής, δισδιάστατα και τρισδιάστατα . Η γενικότερη επεξεργασία των διαθέσιμων δεδομένων αφορά την διαχείρισή τους με σκοπό την εξαγωγή πληροφοριών και τη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων αναγκαία για την εφαρμογή οποιασδήποτε μεθοδολογίας οπτικοποίησης. Τέλος γίνεται σύγκριση των εναλλακτικών τρόπων με σκοπό την ανάδειξη της βέλτιστης μεθόδου επίτευξη του βασικού στόχου της εργασίας αυτής, που είναι η απεικόνιση της πραγματικότητας και η αντικειμενικότερη οπτική παρουσίαση των διαχρονικών μεταβολών του παράκτιου χώρου της περιοχής μελέτης.

Η επιλογή της επιστήμης της Γεωγραφίας ως μεθόδου εξέτασης μιας κατάστασης-προβλήματος οφείλεται στο γεγονός ότι παρέχει τη δυνατότητα της

πολυκριτηριακής ανάλυσης. Με άλλα λόγια, ο χώρος μπορεί να αναλυθεί έχοντας κάθε φορά διαφορετικό, ανάλογα με το στόχο της έρευνας, επίπεδο εξέτασης. Οι διαφορετικές όμως αυτές προσεγγίσεις ουσιαστικά είναι συμπληρωματικές «εικόνες» του ίδιου χώρου.

Η προσέγγιση της πραγματικότητας, και η προσπάθεια απεικόνισης τόσο αυτής όσο και της εξέλιξής της, είναι κάτι σχετικό αφού υφίσταται και η παράμετρος του χρόνου. Αναλυτικότερα, αυτό που συμβαίνει είναι ότι το γήινο ανάγλυφο, και γενικότερα ο χώρος, αλλάζει μέσα στο χρόνο λόγω των φυσικών και ανθρωπογενών διεργασιών που επιδρούν σε αυτόν με κάποιο ρυθμό-ταχύτητα. Ο «χώρος» λοιπόν και ο «χρόνος» ουσιαστικά είναι δύο έννοιες στενά συνδεδεμένες μεταξύ τους. Το όλο σύστημα γίνεται πιο σύνθετο όταν προστίθεται σε αυτό η ερμηνεία που δίνει ο «παράγοντας» του παρατηρητή. Αυτό συμβαίνει γιατί ο παρατηρητής «βλέπει» το χώρο σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Με άλλα λόγια, οι ερμηνείες που μπορούν να δοθούν και οι απεικονίσεις που μπορούν να γίνουν για ένα χώρο, είναι διαφορετικές μεταξύ τους. Αυτό συμβαίνει γιατί ο χώρος είναι ένα δυναμικά εξελισσόμενο σύστημα μέσα στο χρόνο ενώ, ο χρόνος δεν είναι απόλυτος.

1ο Μέρος

1. Γεωγραφική θέση

Η περιοχή μελέτης είναι ο όρμος Παλαμαρίου (χάρτης 1), που βρίσκεται βόρειο-ανατολικές ακτές της νήσου Σκύρου που είναι το νοτιότερο και μεγαλύτερο νησί των Σποράδων. Βρίσκεται 20 ναυτικά μίλια από τις ανατολικές ακτές της Εύβοιας και το λιμάνι της Κύμης. Η περιοχή παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον τόσο από αρχαιολογικής όσο και από γεωμορφολογικής-φυσικογεωγραφικής πλευράς.

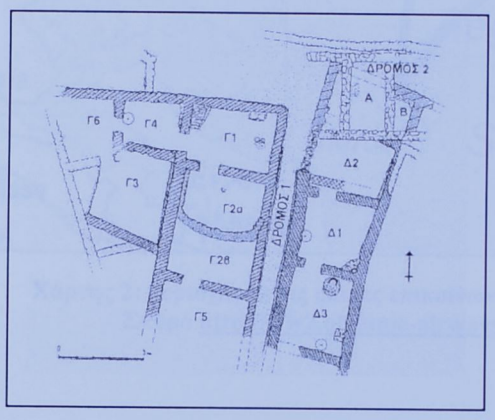
χάρτης 1: το νησί της Σκύρου στο Αιγαίο http://ww2.olympic-airways.gr/passengers_info/oapaxinfdomskugr.htm

1.1 Αρχαιολογικά Χαρακτηριστικά

Η συστηματική ανασκαφή από αρχαιολόγους στην ευρύτερη περιοχή του ακρωτηρίου της βόρειας πλευράς του όρμου, όπου οι επιφανειακές ενδείξεις δεν άφηναν αμφιβολίες για την ύπαρξη ενός αρκετά μεγάλου οικισμού, είχε αρχίσει από το 1981. Μέχρι τότε η περιοχή ήταν καλυμμένη με στρώματα άμμου τα οποία κάλυπταν τα ερείπια και παρέμεινα αδιατάραχτα από μεταγενέστερες επεμβάσεις.

Οι ανασκαφές αυτές έφεραν λοιπόν στο φως έναν ακμαίο οικισμό, των τελευταίων αιώνων της $3^{ης}$ και των αρχών της $2^{ης}$ χιλιετίας π.Χ. (Παράρτημα ΙΙ, εικόνες 3, 4). Ο οικισμός αυτός περιλάμβανε στέγες από σχιστόλιθους, λιθόχτιστους τοίχους, λιθόστρωτα δάπεδα, χτιστές εστίες, αποθηκευτικούς χώρους και τείχος.

Στην κάτοψη του αρχαιολογικού χώρου (σχήμα 1) αυτού φαίνεται καθαρά ο δρόμος που χωρίζει τα δύο συγκροτήματα του οικισμού όπως επίσης και το τείχος που τον περιβάλλει. Το στοιχείο αυτό ώθησε του αρχαιολόγους στην εφαρμογή ειδικών προγραμμάτων έρευνας. Ο συγκεκριμένος τύπος οχύρωσης απαντάται στην περιοχή Καστρί της Σύρου και σε όλη τη λεκάνη της Μεσογείου κατά την 3η χιλιετία π.Χ. Μπροστά από την οχύρωση όμως στην περιοχή του Παλαμαρίου, βάσει των ειδικών ερευνών, υπάρχει τάφρος και φράγμα από πέτρες κάτι που την καθιστά περισσότερο σύνθετη και οι διαδοχικές προσθήκες, μετατροπές και επισκευές της δηλώνουν τη διάρκειά της.

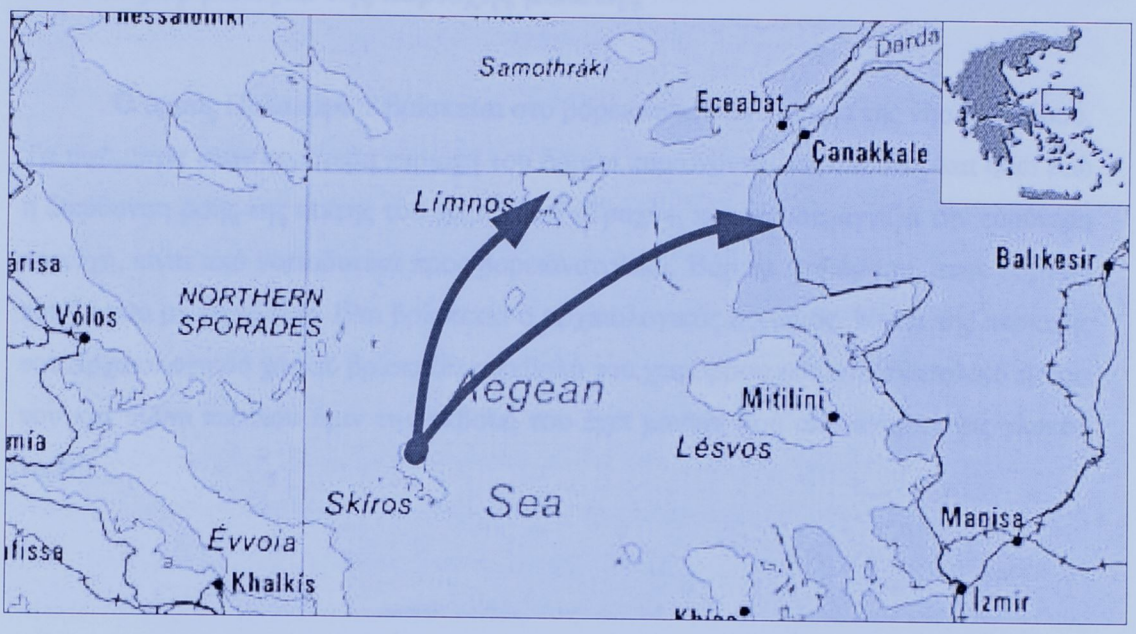


σχήμα 1: ο αρχαίος οικισμός, βόρεια του όρμου (Σαπουνά, 1997)

Η οικία στα αριστερά του δρόμου σύμφωνα με το σχήμα 1, όπου σώζεται πλήρως ένα δωμάτιο με υπολείμματα εστίας, συνδέεται με την πρώιμη φάση της Μέσης Χαλκοκρατίας, περίοδος που ανιχνεύεται δύσκολα στο υπόλοιπο νησί της Σκύρου. Στην οικία που βρίσκεται δεξιά βρέθηκε μια σφραγίδα γεγονός που οδήγησε τους αρχαιολόγους να διατυπώσουν την άποψη ότι αποτελούσε το σπίτι ή την έδρα κάποιου αξιωματούχου (Σαπουνά-Σακελλαράκη 1997: 6-25).

Η έκταση του οικισμού αυτού υπερβαίνει τα 10 στρέμματα και δεν αποκλείει την ανεύρεση στο μέλλον ενδείξεων και άλλων παλαιότερων ή νεότερων φάσεων στην κατοίκηση της θέσης αυτής, στοιχεία που αποδεικνύουν την πρώιμη αστικοποίηση που είχε αρχίσει να συντελείται στην περιοχή. Η έκταση αυτή ήταν μεγαλύτερη από τη σημερινή σωζόμενη έκταση και το ανατολικότερο μέρος του έχει καταπέσει στη θάλασσα από τη διάβρωση. Το στοιχείο που μαρτυρεί την αρχική έκταση του οικισμού είναι η μικρή βραχονησίδα στη μέση του όρμου. Ένα δεύτερο στοιχείο είναι η εύρεση αρχαιοτήτων στην υποθαλάσσια περιοχή ανάμεσα στον οικισμό και στη νησίδα.

Τα άριστα διατηρημένα εσωτερικά αρχιτεκτονικά στοιχεία, οι ενδεικτικές ομάδες κεραμικής καθώς και η εύρεση πλαστικών ανθρωπόμορφων διακοσμήσεων σε πώματα πιθαριών παραπέμπουν στον πολιτισμό του βορειοανατολικού Αιγαίου και συγκεκριμένα στην Πολίχνη, όπου βρέθηκαν όστρακα της πρώιμης Χαλκοκρατίας, την Τροία αλλά και τη Λήμνο (χάρτης 2).



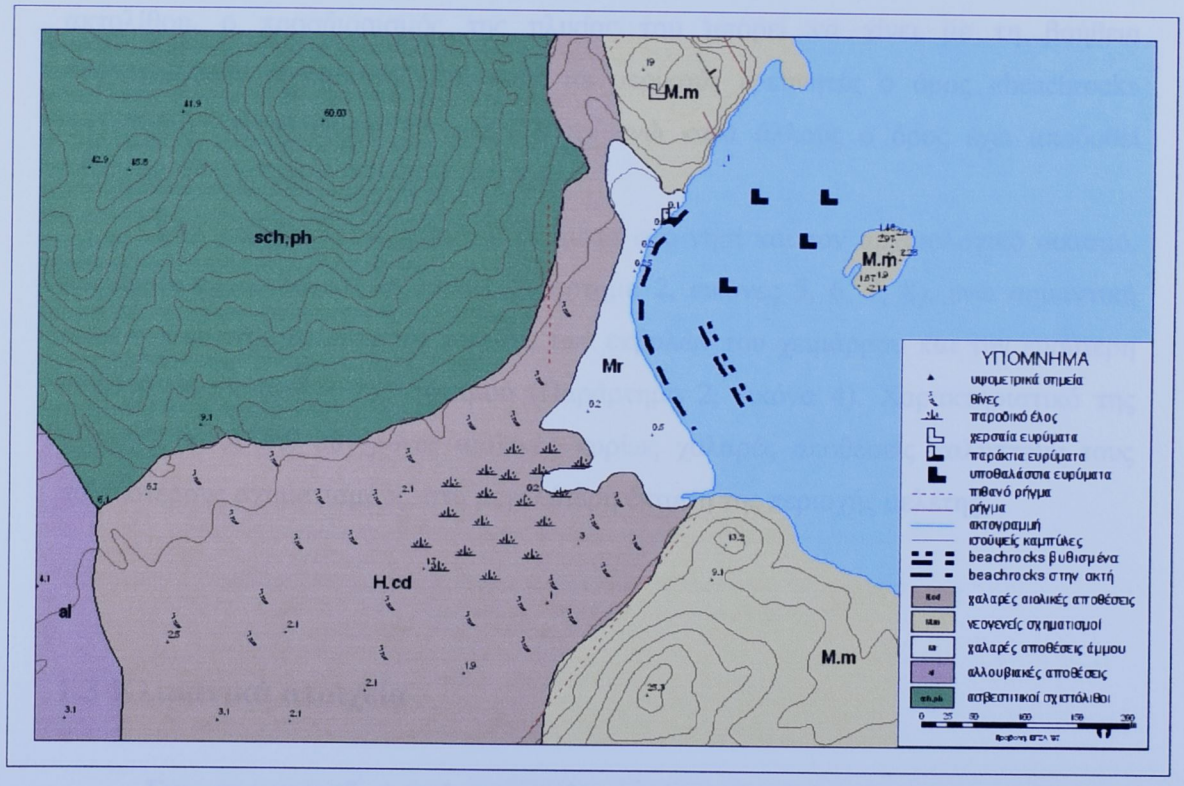
Χάρτης 2: περιοχές με τις οποίες επικοινωνούσε ο αρχαίος οικισμός του όρμου Παλαμαρίου στη Σκύρο http://ww2.olympic-airways.gr/passengers_info/oapaxinfdomskugr.htm

Δεν μπορεί να βέβαια αποκλεισθεί η πιθανότητα ο οικισμός του Παλαμαρίου να είχε μια ακόμη στενότερη σχέση με την Πολιόχνη η οποία χτίστηκε κατά την 4η χιλιετία π.Χ. με σκοπό να εξυπηρετήσει τις προωθητικές ανάγκες, προς το νότο, του κέντρου της Λήμνου. Σε γενικές γραμμές λοιπόν διαπιστώνονται οι χαλαρές σχέσεις του οικισμού με το νότιο Ελλαδικό και Κυκλαδικό κόσμο. Ο σαφής προσανατολισμός προς το βόρειο χώρο έρχεται σε αντίθεση και με την κεραμική της ανατολικής πλευράς του νησιού η οποία όμως έχει άμεση σχέση με την κυκλαδική και είναι παλαιότερη αυτής του Παλαμαρίου.

Επίσης, η πλούσια οικοσυσκευή που έχει διατηρηθεί σχεδόν άθιχτη στα βαθύτερα στρώματα ρίχνει φως στις ασχολίες των κατοίκων αλλά και επιτρέπει την αναγνώριση των δυνατοτήτων-ικανοτήτων τους. Η κτηνοτροφία, η γεωργία, η αλιεία, η επεξεργασία και χρήση του οψιανού (ή οψιδιανού) και των μετάλλων, η επιδεξιότητα στην οικοδομική τέχνη, ο πλούσιος εξοπλισμός σε λίθινα εργαλεία και σκεύη και η αφθονία της κεραμικής – όπου πέρα από τους ευδιάκριτους χαρακτήρες των μεγάλων κέντρων κάνουν εμφανή τον έντονα τοπικό χαρακτήρα – είναι οι κύριοι τομείς στους οποίους επιδίδονταν οι κάτοικοι (Παρλαμά Μάρτιος 1992: 20-23).

1.2 Γεωμορφολογία της περιοχής μελέτης

Ο όρμος Παλαμαρίου βρίσκεται στο βορειοανατολικό τμήμα της νήσου Σκύρου. Τα υψόμετρα στην ευρύτερη περιοχή του όρμου κυμαίνονται από 0m έως και 60m ενώ η διεύθυνση ροής της κοίτης του χειμάρρου «Τραχύ», που αποστραγγίζει την ευρύτερη περιοχή, είναι από νοτιοδυτικά προς βορειανατολικά. Βόρεια του όρμου, στην κορυφή του λόφου με υψόμετρο 19m βρίσκεται ο αρχαιολογικός οικισμός. Νότια της περιοχής του αρχαιολογικού χώρου βρίσκεται η εκβολή του χειμάρρου που στο ανατολικό τμήμα του και 500m περίπου πριν την εκβολή του έχει μόνιμη ροή από αναβλύσεις γλυκού νερού.



Χάρτης 3: τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής του όρμου Παλαμαρίου (Γ.Υ.Σ.)

Στη ευρύτερη περιοχή του αιγιαλού (χάρτης 3) παρατηρούνται παράκτιοι και υποθαλάσσιοι σχηματισμοί beachrock (Παράρτημα ΙΙ, εικόνα 2). Οι μορφές beachrock είναι ψαμμιτικά κυρίως πετρώματα, συνεκτικά, κυμαινόμενης αντοχής και πρόσφατης γεωλογικής ηλικίας. Αποτελούνται από υλικά διαφόρων διαστάσεων, όπως άμμοι και κροκάλες, τα οποία είναι συγκολλημένα με συνδετικό υλικό ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$) και ανθρακικό μαγνήσιο ($MgCO_3$). Είναι μορφές θαλάσσιας απόθεσης διότι το υλικό από το οποίο αποτελούνται προέρχεται από τις αποθέσεις του αιγιαλού που συνεκτικοποιήθηκαν δίνοντας τις χαρακτηριστικές μορφές πάγκων κατά μήκος της παραλίας, με μικρή κλίση προς τη θάλασσα. Τα υλικά, από τα οποία αποτελούνται, δεν προέρχονται από τη σημερινή παραλία αλλά από παλαιές θαλάσσιες αποθέσεις. Η ηλικία τους κυμαίνεται από μερικές χιλιάδες έως εκατοντάδες χρόνια και αποτελεί έναν από τους καλύτερους τρόπους για να ορίσει κανείς τις γραμμές των αμμωδών ακτών κατά τα τελευταία 6.000 χρόνια. Εκτός από τη μέθοδο της ραδιοχρονολόγησης ενός ακτολίθου, ο προσδιορισμός της ηλικίας του μπορεί να γίνει με τη βοήθεια αρχαιολογικών ευρημάτων. Σύμφωνα με μερικούς ερευνητές ο όρος «beachrock» αποδίδεται στα ελληνικά ως «ακτόλιθος» ενώ κατά άλλους ο όρος έχει αποδοθεί πληρέστερα σαν «ψηφιδοπαγής αιγιαλός»

Στην υποθαλάσσια περιοχή, ανάμεσα στο νησί και τον αρχαιολογικό οικισμό, βρέθηκαν αρχαιολογικά λείψανα (Παράρτημα 2, εικόνες 5, 6, 7, 8), ενώ σημαντική είναι η παρουσία θινών στην περιοχή των εκβολών του χειμάρρου και την ευρύτερη περιοχή της κοιλάδας του ποταμού (Παράρτημα 2, εικόνα 4). Χαρακτηριστικό της περιοχής είναι ότι σύγχρονες αιολικές κυρίως χαλαρές αποθέσεις καλύπτουν τους παλαιότερους σχηματισμούς, στη μεγαλύτερη έκταση της περιοχής μελέτης.

1.3 Κλιματικά στοιχεία

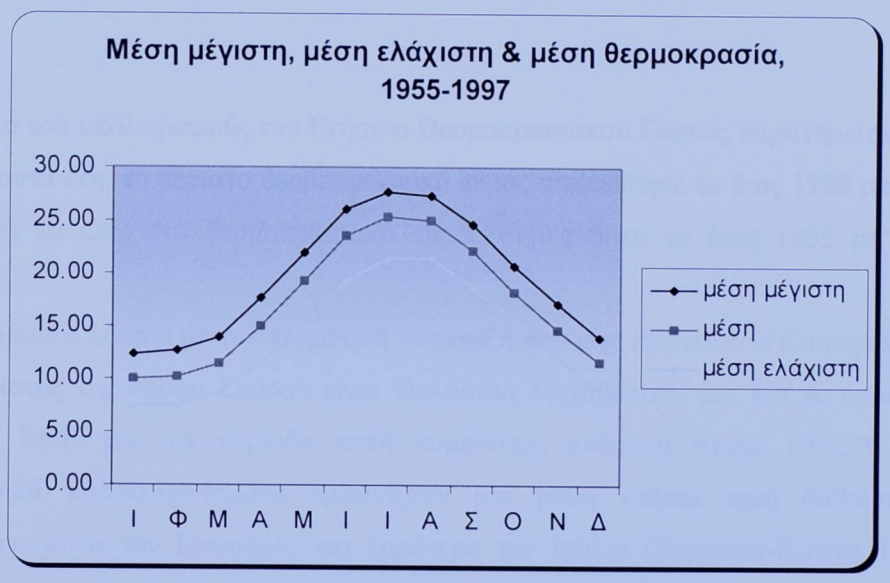
Για τον προσδιορισμό των κλιματικών χαρακτηριστικών της περιοχής χρησιμοποιήθηκαν τα πρωτογενή δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού της Σκύρου που έχει εγκατασταθεί από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία. Τα δεδομένα αφορούν την περίοδο μεταξύ των ετών 1955-1997 και είναι η μέση μηνιαία μέγιστη, ελάχιστη και μέση θερμοκρασία του νησιού που επεξεργάστηκαν για τον προσδιορισμό του θερμοκρασιακού καθεστώτος της περιοχής (Παράρτημα Ι, πίνακες θερμοκρασίας).

Τα στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού ο οποίος έδωσε τα στοιχεία παρουσιάζονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1: η ονομασία, γεωγραφικές συντεταγμένες, υψόμετρο υπηρεσία και περίοδος λειτουργίας του Μετεωρολογικού σταθμού της Σκύρου

ΣΤΑΘΜΟΣ	Γ. ΜΗΚΟΣ	Γ. ΠΛΑΤΟΣ	*ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)*	ΥΠΗΡΕΣΙΑ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ
Σκύρος	24° 33'	38° 54'	17.9	Ε.Μ.Υ.	1955-1997

Πηγή: Ε.Μ.Υ.



γράφημα 1: η μέση μέγιστη, μέση ελάχιστη και μέση θερμοκρασία της νήσου Σκύρου την χρονική περίοδο 1955-1997

Από το γράφημα 1 που απεικονίζει την ετήσια πορεία της θερμοκρασίας του αέρα, φαίνεται ότι το κλιματικό αυτό στοιχείο παρουσιάζει απλή κύμανση με ένα μέγιστο το μήνα Ιούλιο (25.34°C) και ένα ελάχιστο το μήνα Ιανουάριος (9.93°C).

Ο προσδιορισμός του κλίματος της περιοχής θα γίνει με βάση τη μέθοδο που προτείνει ο Corczynski. Η κλιματική κατάταξη που προτείνει φαίνεται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2: ο τύπος κλίματος κατά Corczynski

ΤΥΠΟΣ ΚΛΙΜΑΤΟΣ	ΤΙΜΗ Ε.Θ.Ε.
Ισημερινό	<2.5°C
Ωκεάνιο	2.5-10°C
Θαλάσσιο Μεταβατικό	10-25°C
Ηπειρωτικό	25-40°C
Άκρως Ηπειρωτικό	>40°C

Πηγή: Καρύμπαλης, Παυλόπουλος 2003

Στην κλιματική αυτή κατάταξη τα αρχικά Ε.Θ.Ε. ορίζουν το Ετήσιο Θερμοκρασιακό Εύρος που ορίζεται ως η διαφορά της μέση θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα από τη μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα κατά τη διάρκεια ενός έτους.

Από του υπολογισμούς του Ετήσιου Θερμοκρασιακού Εύρους παρατηρείται ότι, για τα 42 αυτά έτη, το μέγιστο θερμοκρασιακό εύρος σημειώθηκε το έτος 1988 με τιμή 18.2°C ενώ το ελάχιστο θερμοκρασιακό εύρος σημειώθηκε το έτος 1955 με τιμή 13.5°C.

Σύμφωνα λοιπόν με την κλιματική κατάταξη που είχε προτείνει ο Corczynski, ο τύπος κλίματος της νήσου Σκύρου είναι Θαλάσσιο Μεταβατικό, μια και τα όρια της τιμής του ΕΘΕ για την περίοδο αυτή κυμαίνεται ανάμεσα στους 10-25°C. Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα εμφανίζουν μια μέση ετήσια τιμή 600mm με βροχερότερο μήνα τον Ιανουάριο και ξηρότερο τον Ιούλιο (Ζαμπάκα-Κοτίνη 1983: 173-205). Στον πίνακα 3 φαίνονται οι μέσες μηνιαίες και οι μέσες ετήσιες τιμές θερμοκρασίας για τη χρονική περίοδο μεταξύ των ετών 1955-1997.

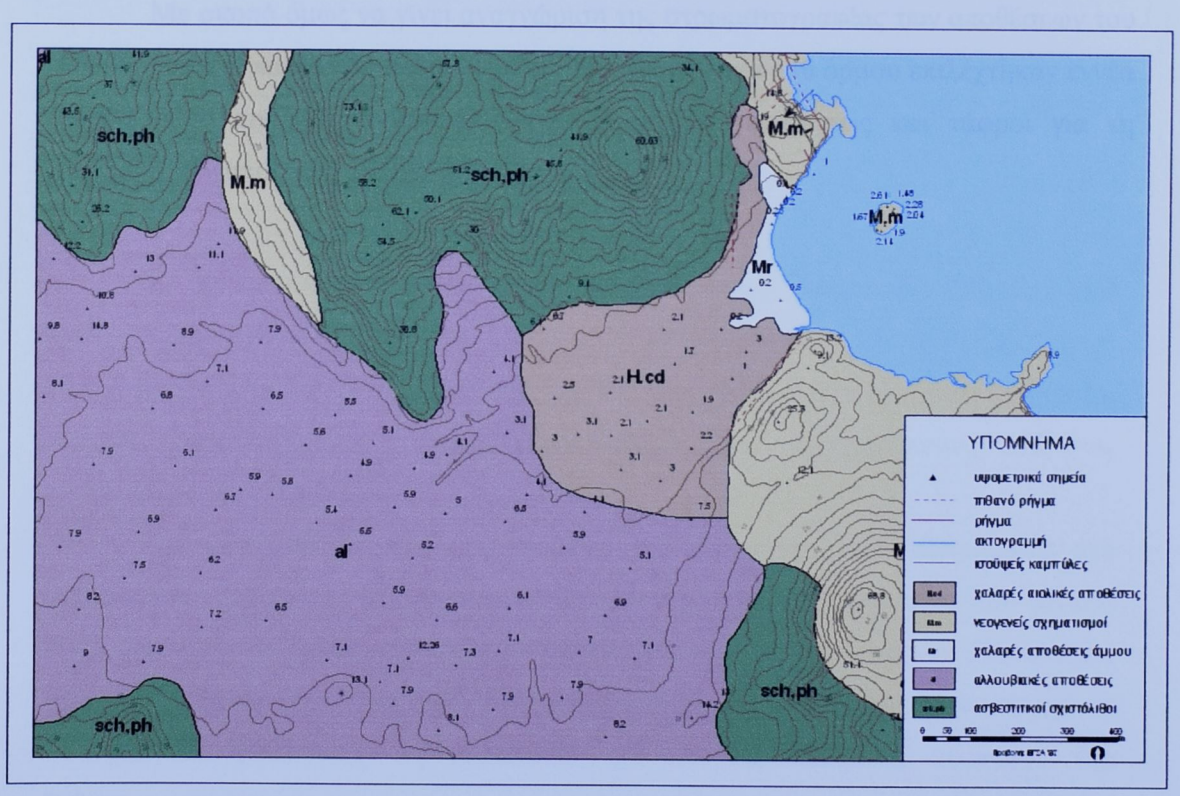
Πίνακας 3: οι μέσες μηνιαίες και οι μέσες ετήσιες τιμές θερμοκρασίας για τα 42 έτη

	Ι.	Φ.	Μ.	Α.	Μ.	Ι.	Ι.	Α.	Σ.	Ο.	Ν.	Δ.	Ε.
Μέση Μέγιστη Τ	12.29	12.66	13.9	17.67	21.91	26.15	27.61	27.31	24.58	20.7	17.09	13.99	19.66
Μέση Τ	9.93	10.2	11.46	14.93	19.29	23.65	25.34	24.98	22.08	18.22	14.59	11.68	17.2
Μέση Ελάχιστη Τ	7.45	7.57	8.68	11.37	15.02	19.28	21.47	21.49	18.78	15.48	12.02	9.16	14.42

Πηγή: Ε.Μ.Υ.

1.4 Γεωλογικά χαρακτηριστικά

Αναφορικά με τη γεωλογία (χάρτης 4), η περιοχή μελέτης ανήκει στην Πελαγονική ενότητα. Βόρεια του όρμου, στο λόφο όπου βρίσκεται ο αρχαίος οικισμός, απαντώνται Νεογενείς σχηματισμοί που αποτελούνται από εναλλαγές ψαμμιτών, κροκαλοπαγών και μαργών. Γενικότερα, τα κατώτερα τμήματα της στρωματογραφίας τους αποτελούνται από εναλλαγές ψαμμιτών και μαργών πάχους 20cm και 50 cm αντίστοιχα. Πάνω από τις εναλλαγές αυτές αναπτύσσεται στρώμα μάργας πάχους 1,8m περίπου και, πάνω από αυτό, ψαμμίτης που περιέχει μικρού μεγέθους κροκάλες πάχους 1m περίπου.



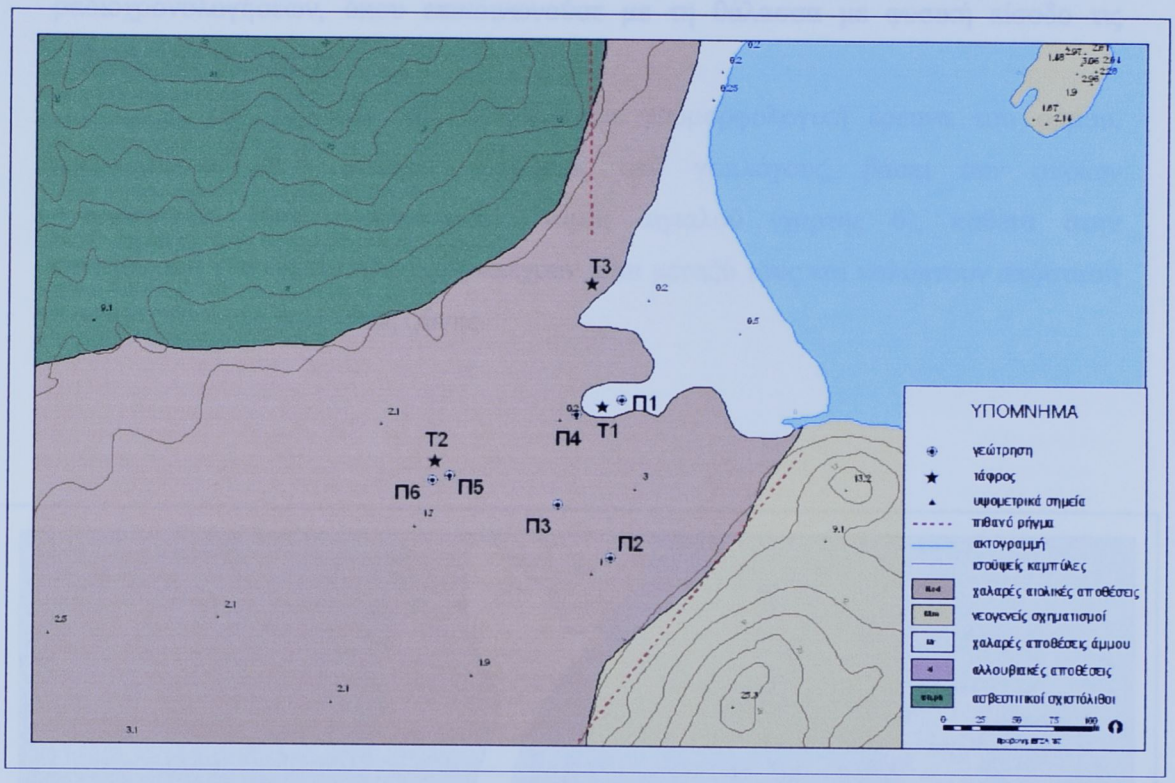
Χάρτης 4: η γεωλογία στην ευρύτερη περιοχή του όρμου Παλαμαρίου (Γ.Υ.Σ.)

Η περιοχή βόρεια της κοιλάδας του χειμάρρου είναι καλυμμένη από ασβεστιτικούς σχιστόλιθους, σερικιτικούς φυλλίτες και «κυανό σχιστόλιθους» με μεταγραουβάκες, λατυποπαγή και παρεμβολές μεταηφαιστιτών. Είναι σχηματισμός που ανήκει στο Ηωελληνικό τεκτονικό κάλυμμα, το οποίο βρίσκεται επωθημένο στους σχηματισμούς της προ Άνω Κρητιδικής Πελαγονικής σειράς. Σε αρκετές θέσεις, πάνω από το σχηματισμό αυτό, αναπτύσσεται ασβεστιτική κρούστα.

Η ευρύτερη περιοχή του αιγιαλού καλύπτεται από χαλαρές αποθέσεις άμμου ενώ η κοιλάδα, που σχηματίζεται λόγω του χειμάρρου, είναι καλυμμένη από χαλαρές αιολικές αποθέσεις άμμου. Η μεγάλη ποσότητα άμμου μπορεί να προέρχεται από την αποσάθρωση των ασβεστιτικών ψαμμιτών της περιοχής και αναδιανομή τους. Πρόκειται για θίνες μη σταθεροποιημένες που είναι αποτέλεσμα μεταφοράς και απόθεσης άμμου από τους επικρατούντες ανέμους που πνέουν στην περιοχή.

Στην περιοχή εμφανίζονται δύο συστήματα ρηγμάτων. Το ένα έχει διεύθυνση ΑΒΑ-ΔΝΔ και θεωρείται νεότερο, ενώ το δεύτερο έχει διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ και θεωρείται παλαιότερο.

Με σκοπό όμως να γίνει αναγνώριση της στρωματογραφίας των αποθέσεων του Ολοκαίνου της παράκτιας πεδιάδας που βρίσκεται δυτικά του όρμου επιλέχτηκαν εννέα θέσεις όπου πραγματοποιήθηκαν δειγματοληπτικές γεωτρήσεις και τάφροι για τη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων (χάρτης 5).



Χάρτης 5: περιοχές που πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληπτικές γεωτρήσεις και τάφροι για τη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων (Γ.Υ.Σ.)

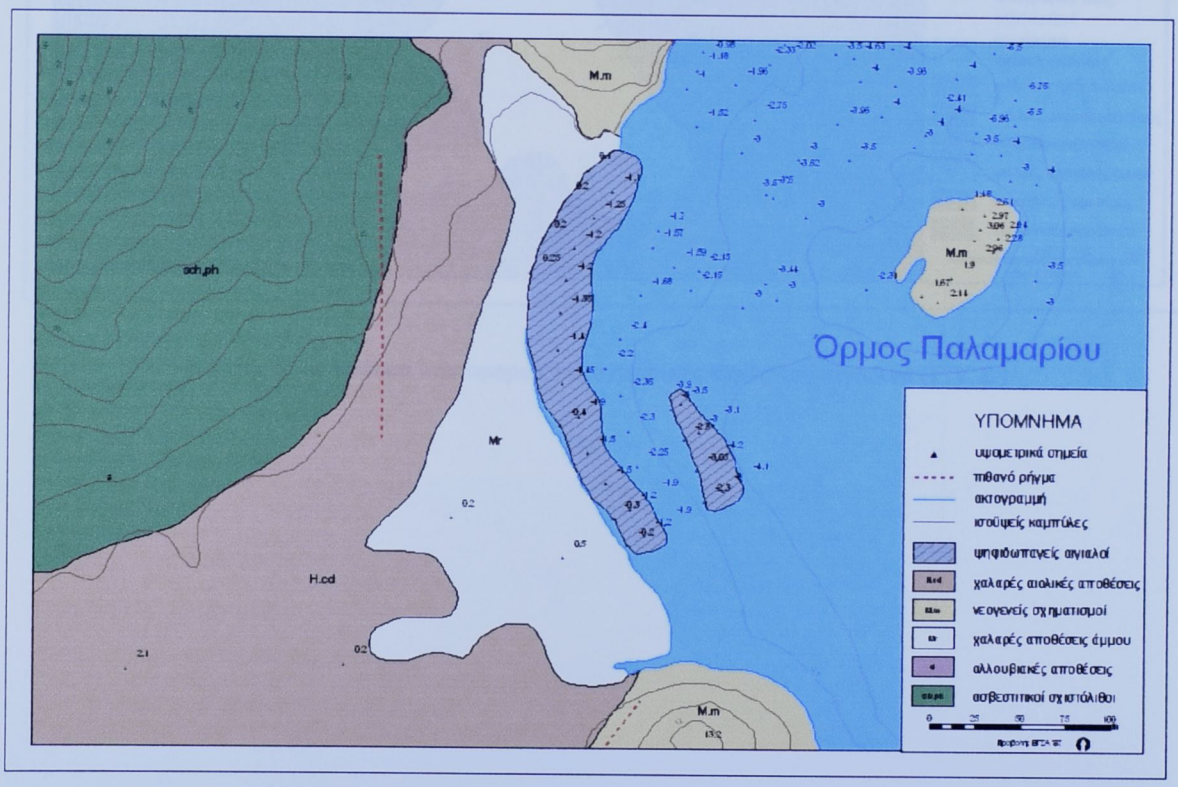
Οι δειγματοληψίες αυτές αφορούσαν τη λήψη δειγμάτων ιζήματος από επιλεγμένους στρωματογραφικούς ορίζοντες των γεωτρήσεων και των τάφρων, με σκοπό τον προσδιορισμό της μικρο-πανίδας και των μικρο-ιζηματολογικών συνθηκών, και τη λήψη δειγμάτων για ραδιοχρονολόγηση από συγκεκριμένους ορίζοντες πλούσιους σε οργανικό υλικό.

Από την ανάλυση της μικροπανίδας των δειγμάτων, που μελετήθηκε στο μικροσκόπιο, βρέθηκε ότι αντιπροσωπεύουν ένα περιβάλλον υφάλμυρο που άλλοτε είναι έντονη η επίδραση του γλυκού και άλλοτε του αλμυρού νερού. Γενικότερα, μπορούν να διακριθούν δύο ιζηματολογικές φάσεις όπου η παλαιότερη αντιστοιχεί σε συνθήκες περιβάλλοντος λιμνοθάλασσας με εποχική επίδραση ποτάμιων και θαλάσσιων διεργασιών.

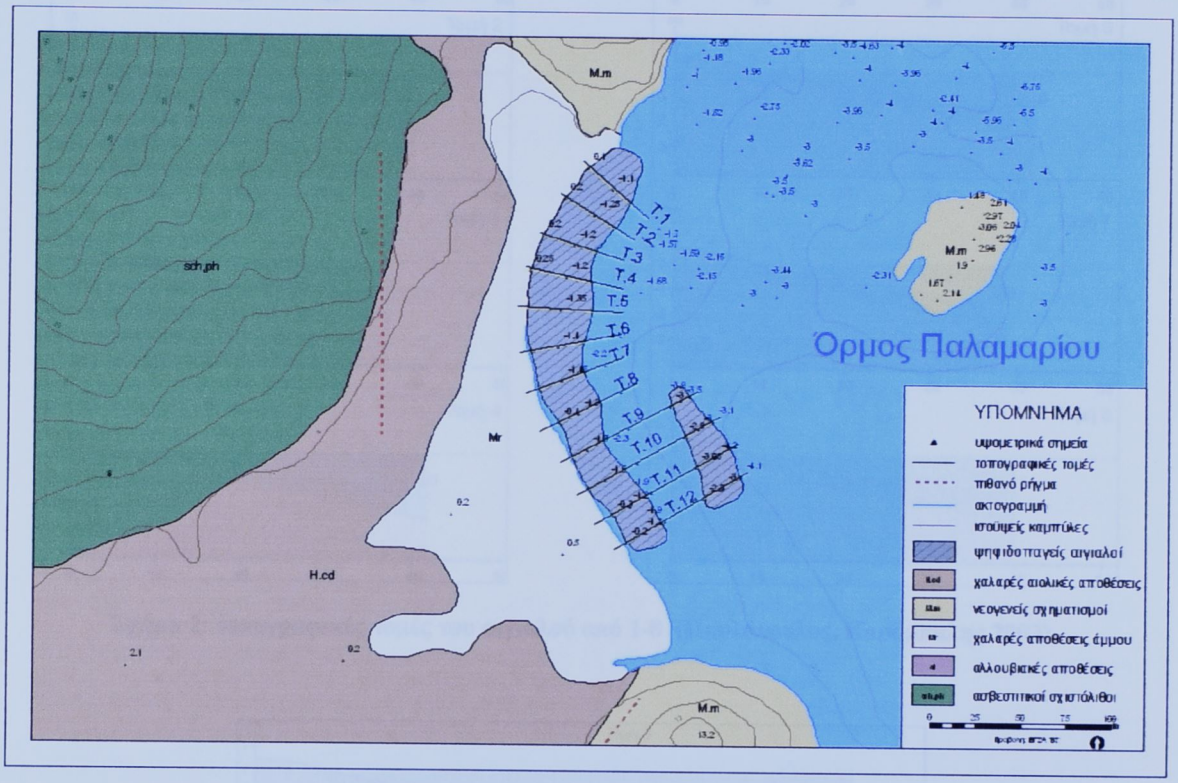
Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι η παράκτια πεδιάδα στις εκβολές του χειμάρρου αποτελούσε μια εσωτερική λιμνοθάλασσα της οποίας η λειτουργία

τοποθετείται 3700BP μέχρι και 710BP, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των ραδιοχρονολογήσεων, όπου επικοινωνούσε με τη θάλασσα με φυσική είσοδο τις εκβολές του χειμάρρου.

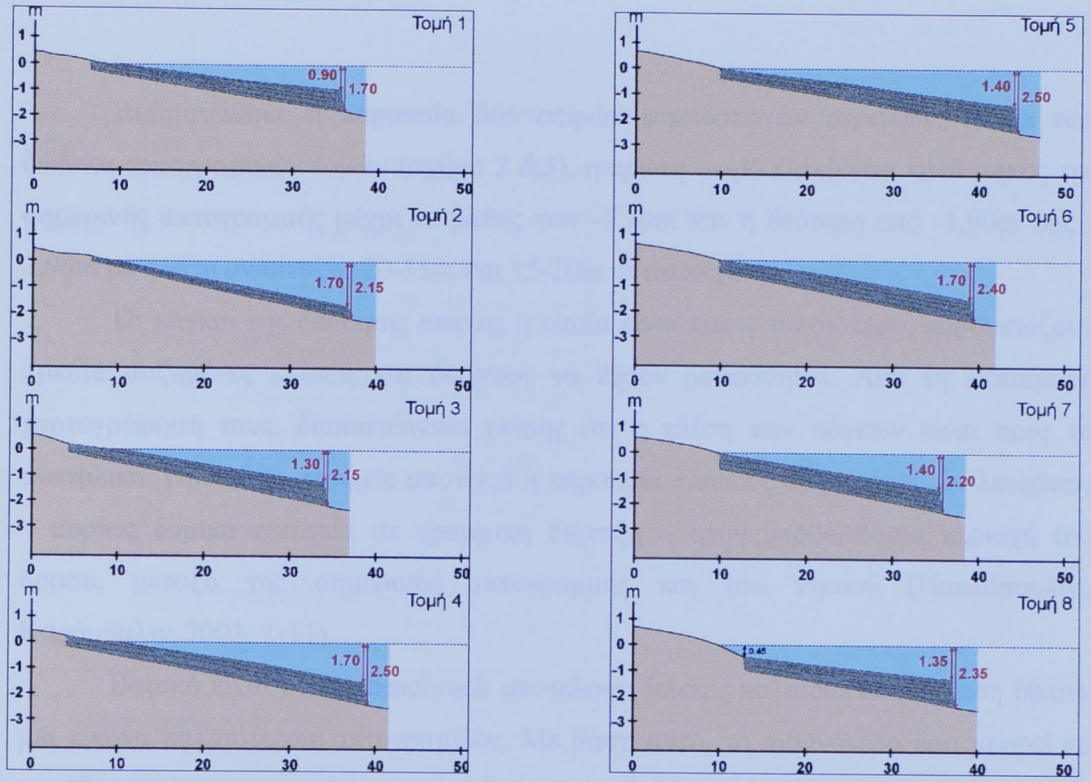
Για την παράκτια και υποθαλάσσια γεωμορφολογική έρευνα του όρμου, πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες μετρήσεις από γεωλόγους, βάσει των οποίων σχεδιάστηκαν δώδεκα λεπτομερείς τομές αιγιαλού (χάρτης 6), κάθετα στην ακτογραμμή του όρμου. Οι τομές απέχουν 20m μεταξύ τους και καλύπτουν απόσταση μήκους 250m της παράκτιας ζώνης.



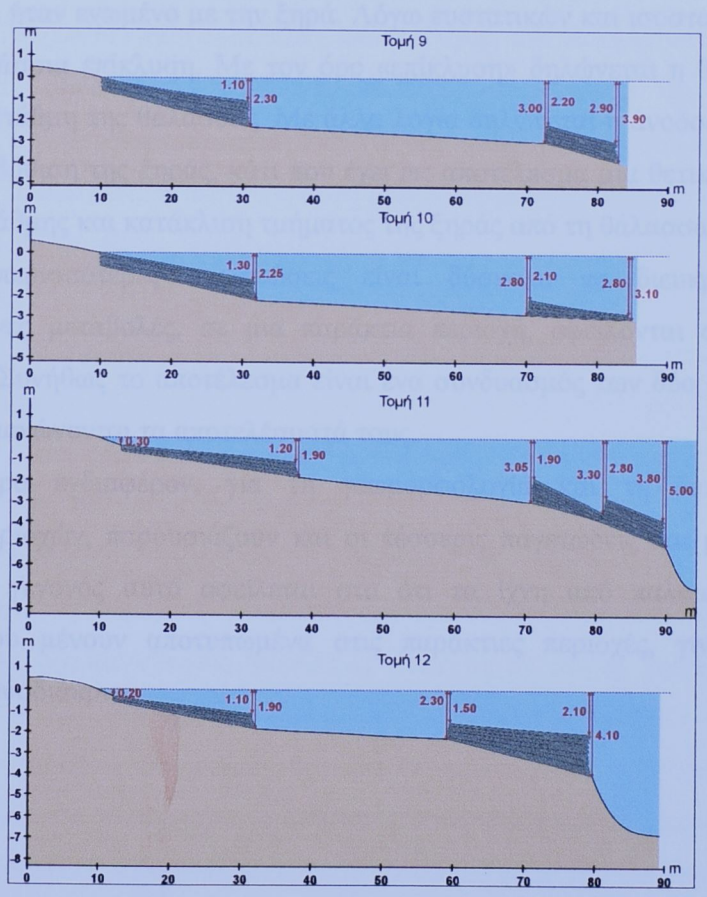
Χάρτης:οι ψηφιδωπαγείς αιγιαλοί στην παράκτια ζώνη (Γ.Υ.Σ.)



Χάρτης 6: οι δώδεκα λεπτομερείς τοπογραφικές τομές του αιγιαλού (Γ.Υ.Σ.)



Σχήμα 2: τοπογραφικές τομές του αιγιαλού από 1-8 (Παυλόπουλος, Καρύμπαλης 2003)



Σχήμα 3: τοπογραφικές τομές του αιγιαλού από 9-12 (Παυλόπουλος, Καρύμπαλης 2003)

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Διαπιστώθηκε η παρουσία δύο σειρών ψηφιδοπαγών αιγιαλών. Βάσει των δώδεκα τοπογραφικών τομών (σχήμα 2 &3), η πρώτη σειρά εκτείνεται κατά μήκος της σημερινής ακτογραμμής μέχρι το βάθος των -1,70m και η δεύτερη από -1,90m έως -2,90m με πλάτη ανάπτυξης 20-35m και 15-20m αντίστοιχα.

Οι πάγκοι της δεύτερης σειράς, η οποία είναι και η παλαιότερη, παρουσιάζουν αρκετά αυξημένες κλίσεις και δείχνουν να έχουν μετακινηθεί. Από τη λεπτομερή χαρτογράφησή τους, διαπιστώνεται επίσης ότι η κλίση των πάγκων είναι προς τα ανατολικά. Πρόσθετο στοιχείο αποτελεί η παρουσία πλήθους αρχαιολογικών λειψάνων – κυρίως δομικά στοιχεία σε γραμμική διάταξη – στην υποθαλάσσια περιοχή του όρμου, μεταξύ της σημερινής ακτογραμμής και του νησιού (Παυλόπουλος, Καρύμπαλης 2003: 1-11).

Βασικό είναι ότι τα beachrock αποτελούν δείκτες παλαιοακτών δηλαδή δίνουν μια εικόνα παλαιότερων ακτογραμμών. Με βάση αυτό, το πιθανότερο που μπορεί να συνέβαινε είναι το νησί, την περίοδο που η θαλάσσια στάθμη, δηλαδή το μέσω υψόμετρο της επιφάνειας της θάλασσας, βρισκόταν στο επίπεδο της δεύτερης σειρά beachrock, να ήταν ενωμένο με την ξηρά. Λόγω ευστατικών και ισοστατικών κινήσεων άρχισε η θαλάσσια επίκλυση. Με τον όρο «επίκλυση» δηλώνεται η θετική μεταβολή στη σχετική στάθμη της θάλασσας. Με άλλα λόγια δηλώνεται η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης ή η βύθιση της ξηράς, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα μια θετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης και κατάκλιση τμήματος της ξηράς από τη θάλασσα.

Στις περισσότερες περιπτώσεις είναι δύσκολο να διευκρινιστεί αν οι παρατηρούμενες μεταβολές, σε μια παράκτια περιοχή, οφείλονται σε ευστατικά ή τοπικά αίτια. Συνήθως το αποτέλεσμα είναι ένα συνδυασμός των δύο διεργασιών ενώ δύσκολα απομονώνονται τα αποτελέσματά τους.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον, για τη γεωμορφολογία και τη διαμόρφωση των παράκτιων περιοχών, παρουσιάζουν και οι τέσσερις παγετώδεις και μεσοπαγετώδεις περίοδοι. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι τα ίχνη από παλαιότερες στάθμες θάλασσας, που μένουν αποτυπωμένα στις παράκτιες περιοχές, γίνονται όλο και περισσότερο δυσδιάκριτα.

Πίνακας 4: η διάρκεια των διαφορετικών περιόδων κατά τον W.B. Harland και κατά τη Geological Society of America

Αιώνας	Περίοδος			10^6 χρόνια BP (W.B. Harland)	10^6 χρόνια BP (Geological Society of America)
Καινοζωικός	Τεταρτογενές	Ολόκαινο		0.01	0.01
		Πλειστόκαινο		1.64	1.6
	Νεογενές	Πλειόκαινο		5.2	5.3
		Μειόκαινο	Ανώτερο	14.2	15.8
			Κατώτερο	23.3	23.7
	Παλαιογενές	Ολιγόκαινο		35.4	36.6
		Ηώκαινο		56.5	57.8
		Παλαιόκαινο		65.0	66.4

Πηγή: Summerfield 1991: 517

Η τελευταία από τις παγετώδεις περιόδους τελείωσε περίπου 12.000 χρόνια πριν από σήμερα. Το χρονικό διάστημα αυτό, από την αρχή του Τεταρτογενούς έως το τέλος της τελευταίας παγετώδους περιόδου, αποτελεί την περίοδο του Πλειστοκαίνου (πίνακας 4). Το τέλος της τελευταίας παγετώδους περιόδου σηματοδοτεί την αρχή της περιόδου του Ολοκαίνου. Η περίοδος αυτή θεωρείται μεσοπαγετώδης και φθάνει μέχρι σήμερα. Όλες οι καμπύλες θαλάσσιας στάθμης, που έχουν προταθεί για την περίοδο του Ολοκαίνου, έχουν παρόμοια μορφή. Οι μικροδιαφορές σε λεπτομέρειες οφείλονται στις δυσκολίες διαχωρισμού των ευστατικών από τα τοπικά αίτια, στις περιοχές όπου πραγματοποιήθηκαν οι μελέτες για τη συλλογή των στοιχείων που οδήγησαν στον σχεδιασμό της κάθε καμπύλης (Lambeck 1995: 1042). Η γενική μορφή της καμπύλης, για της στάθμη της θάλασσας σε συνάρτηση με το χρόνο, δείχνει ότι κατά το τέλος της τελευταίας παγετώδους περιόδου, η στάθμη της θάλασσας βρισκόταν 120m χαμηλότερα από τη σημερινή. Το τέλος της περιόδου αυτής συνοδεύτηκε από μια γρήγορη άνοδο της παγκόσμιας θαλάσσιας στάθμης με ρυθμό περίπου 1m/100 έτη μέχρι τα 7.000-5.000 χρόνια πριν από σήμερα. Στη συνέχεια ο ρυθμός ελαττώθηκε στα 2-3cm/100 έτη περίπου. Σημαντικό είναι ότι οι κατακόρυφες τεκτονικές κινήσεις, σε ορισμένες παράκτιες περιοχές, οδηγούν σε υπερβολικά μεγάλες θετικές ή αρνητικές μεταβολές. Πρόκειται για περιπτώσεις όπου το τοπικό αίτιο του τεκτονισμού κυριαρχεί στις μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης (Lambeck 1996: 597-600).

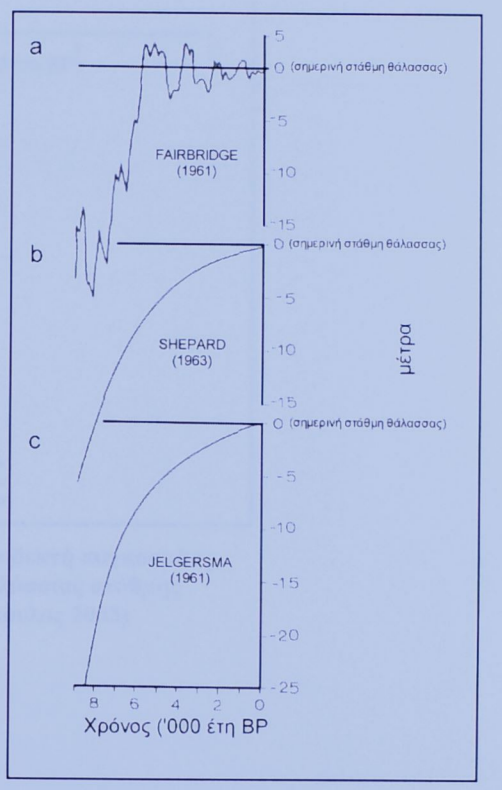
Διάφορες καμπύλες μεταβολών της θαλάσσιας στάθμης έχουν προταθεί από ερευνητές. Οι καμπύλες αυτές έχουν παρόμοια μορφή με κάποιες μικροδιαφορές οι οποίες οφείλονται στην αδυναμία διαχωρισμού των ευστατικών από τα τοπικά αίτια στις περιοχές όπου πραγματοποιήθηκαν οι μελέτες για τη συλλογή των στοιχείων.

Ο Farbridge (1961) πρότεινε την πρώτη καμπύλη του γραφήματος 2 στην οποία ασκήθηκε έντονη κριτική γιατί δεν λαμβάνει υπόψη της την επίδραση των τοπικών στοιχείων της περιοχής στη διαμόρφωση της θαλάσσιας στάθμης (Fairbridge 1961: 4, 99-185),.

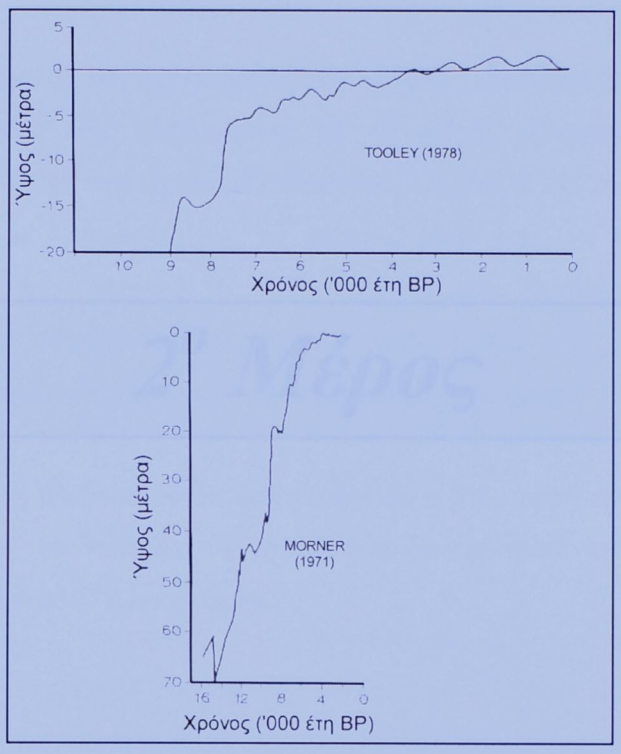
Την δεύτερη καμπύλη του γραφήματος 2 όρισε ο Shepard (1963). Τα στοιχεία για τον καθορισμό της τα πήρε από εννέα περιοχές οι οποίες ήταν τεκτονικά και ισοστατικά σταθερές (Shepard, 1963).

Ο Jelgersma (1961) βασίστηκε σε στοιχεία από την Ολλανδία και όρισε την τρίτη καμπύλη μεταβολής θαλάσσιας στάθμης του γραφήματος 2 (Jelgersma, 1966).

Η περισσότερο αποδεκτή καμπύλη παγκοσμίως, για την περίοδο του Ολόκαινου, είναι αυτή που όρισε το 1971 ο Morner ο οποίος βασίστηκε σε δεδομένα από τη νότια Σουηδία (γράφημα 3) (Morner 1973: 13, 1-14.).



γράφημα 2: καμπύλες μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης την περίοδο του Ολοκαίνου (Καρύμπαλης, Παυλόπουλος 2003)



Γράφημα 3: η περισσότερο αποδεκτή παγκοσμίως καμπύλη μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης (Καρύμπαλης, Παυλόπουλος 2003)

2° Μέρος

2. Πηγές δεδομένων

Η αναπαράσταση της μορφολογίας του εδάφους, είτε αυτή γίνεται δισδιάστατα με τη χρήση χάρτη είτε τρισδιάστατα με τη χρήση προοπτικών γραφημάτων, προϋποθέτει τη συλλογή των σχετικών δεδομένων. Οι τρόποι συλλογής των στοιχείων αυτών ποικίλουν με επικρατέστερες τις επίγειες μετρήσεις, τις φωτογραμμετρικές εργασίες και μέσω της ψηφιοποίησης υπαρχόντων χαρτών. (Κάβουρας 2002: 360) Οι πληροφορίες αυτές αναφέρονται σε συγκεκριμένες θέσεις του χώρου, σε φυσικά φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα και στην υψομετρική πληροφορία που απαντάται στην περιοχή.

Η διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων και η μετατροπή του σε αξιοποιήσιμη πληροφορία μπορεί να γίνει με τη χρήση των δυνατοτήτων που προσφέρουν τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών.

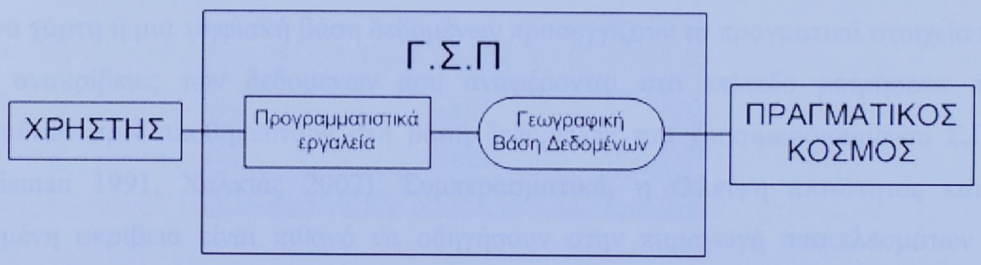
2.1 Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ)

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) είναι η σύγχρονη τεχνολογία η οποία υποστηρίζει σημαντικό αριθμό εφαρμογών ανάλυσης παρέχοντας την ικανότητα διαχείρισης μεγάλου όγκου δεδομένων και μετατροπή της σε αξιοποιήσιμη πληροφορία. Ένα από τα βασικά τμήματά τους είναι ένα σύνθετο πακέτο λογισμικού το οποίο βασίζεται σε μια αρχιτεκτονική της οποίας ο πυρήνας αποτελείται από μια βάση δεδομένων με γεωγραφικά-χωρικά στοιχεία. Τα γεωγραφικά αυτά στοιχεία αποτελούν τον τύπο της πληροφορίας που αφορά αντικείμενα, ανθρώπους ή φυσικά φαινόμενα τα οποία συνδέονται με μια περιοχή μελέτης.

Οι κυριότεροι λόγοι που έδωσαν ώθηση στην τεχνολογία των ΣΓΠ ήταν καταρχήν η μεγάλη ανάπτυξη της πληροφορικής και το διαρκώς μειούμενο κόστος του χρησιμοποιούμενου υλικού και λογισμικού, η βελτίωση των μαθηματικών μεθόδων ανάλυσης, ερμηνείας και πρόβλεψης των συνθηκών του γήινου περιβάλλοντος. Λύση έδωσαν επίσης στο βασικό πρόβλημα αδυναμίας διαχείρισης του τεράστιου όγκου στοιχείων. Με τη διαχείριση των δεδομένων έγινε δυνατή η εφαρμογή σύνθετων επεξεργασιών που απαιτούνται για τη μελέτη των φυσικών, κοινωνικών και

οικονομικών μεγεθών των σύγχρονων πολύπλοκων προβλημάτων ανάπτυξης (Δημοπούλου-Βαγιανού, 1998). Ένας περιεκτικός ορισμός είναι αυτός που έχει δοθεί από το F.I.G. (Federation Internationale des Geometres – 1983) για τα ΣΓΠ . Στον ορισμό αυτό τα ΣΓΠ ορίζονται ως *«ένα εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων νομικής, διοικητικής και οικονομικής υφής και ένα όργανο για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη, το οποίο αποτελείται από μια Βάση Δεδομένων που περιέχει για μια έκταση στοιχεία προσδιορισμένα στο χώρο και τα οποία σχετίζονται με τη γη και από την άλλη αποτελείται από διαδικασίες και τεχνικές για τη συστηματική συλλογή, ενημέρωση, επεξεργασία και διανομή των στοιχείων. Η βάση ενός Σ.Γ.Π. είναι ένα ενιαίο σύστημα (γεωγραφικής) αναφοράς, το οποίο επίσης διευκολύνει τη σύνδεση των στοιχείων μεταξύ τους καθώς και με άλλα συστήματα που περιέχουν στοιχεία για τη γη»* (Burrough 1986: 39-42).

Από τη φυσική πραγματικότητα, η οποία είναι αρκετά σύνθετη, υπάρχει η δυνατότητα εξαγωγής στοιχείων που συνεισφέρουν την πληροφόρηση γύρω από τα αντικείμενα, φαινόμενα και μεγέθη για τα οποία παρουσιάζεται ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Αυτό υλοποιείται με διαδικασίες αφαίρεσης και απλοποίησης. Το βασικό χαρακτηριστικό είναι ότι αποτελεί το βασικό «συνδετικό κρίκο» μεταξύ ποιοτικών χαρακτηριστικών, περιγραφικών χαρακτηριστικών και της αντίστοιχης θέσης τους στο χώρο (σχήμα 5).

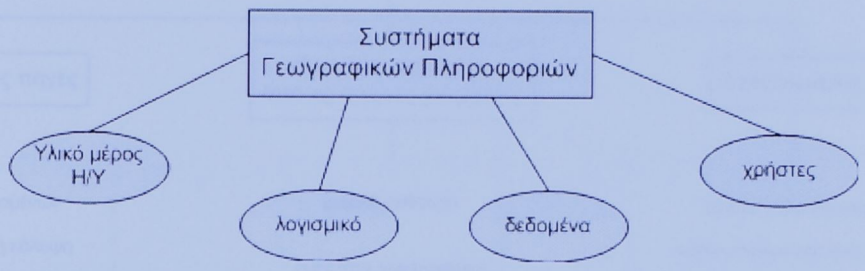


Σχήμα 5: τα ΣΓΠ είναι ο «συνδετικός κρίκος» μεταξύ του διαχειριστή των γεωγραφικών δεδομένων και του πραγματικού κόσμου (Chrisman 1991)

Ένα Σ.Γ.Π. δεν είναι απλά ένα μέσο με το οποίο παράγονται χάρτες, διαγράμματα, ή κατάλογοι με τα περιγραφικά χαρακτηριστικά τους, αλλά μια ολοκληρωμένη τεχνολογία απαραίτητη για την ανάλυση και μελέτη του χώρου καθώς και τη λήψη αποφάσεων που αφορούν τη γη, το περιβάλλον αλλά και τον άνθρωπο.

Οι τέσσερις σημαντικοί παράγοντες των ΣΓΠ είναι το υλικό μέρος, που αναφέρεται στα συστατικά του υπολογιστή τα οποία διαμορφώνουν το φυσικό πλαίσιο λειτουργίας του, το λογισμικό των υπολογιστών, τα δεδομένα και τέλος οι χρήστες, που

είναι απαραίτητοι για τη λειτουργία του συστήματος (σχήμα 6). (Chrisman 1991, Χαλκιάς 2002)

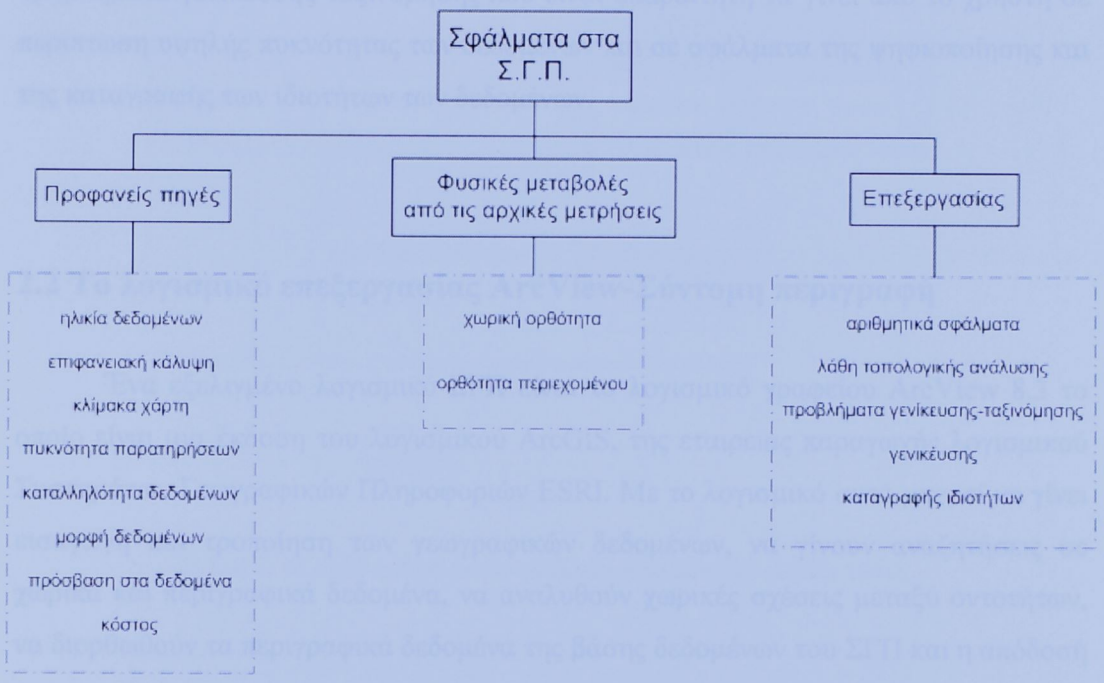


Σχήμα 6: οι τέσσερις παράγοντες που διαμορφώνουν το φυσικό πλαίσιο των ΣΓΠ (Chrisman 1991, Χαλκιάς 2002)

Οι λειτουργίες δε, που το συνθέτουν και που εκτελούνται κατά τη λειτουργία του, αφορούν τη συλλογή των δεδομένων, την κωδικοποίηση και εισαγωγή τους, την αποθήκευση, διαχείριση τους και ανάκτησή τους, την επεξεργασία και ανάλυση και τέλος την απεικόνισή τους. Τα δεδομένα αυτά είναι πολλών ειδών για τα αντικείμενα, φαινόμενα και μεγέθη που ενδιαφέρουν το σύστημα. (Μανιάτης 1996).

Σφάλματα γίνονται με κάθε χρησιμοποιούμενο λογισμικό και στην περίπτωση των ΣΓΠ σχετίζονται με την έλλειψη πιστότητας, που είναι ο βαθμός στον οποίο οι πληροφορίες σ' ένα χάρτη ή μια ψηφιακή βάση δεδομένων προσεγγίζουν τα πραγματικά στοιχεία και στις ανακρίβειες των δεδομένων που αναφέρονται στο επίπεδο μετρήσεων των δεδομένων πριν αποθηκευτούν στη βάση δεδομένων του χρησιμοποιούμενου Σ.Γ.Π (Chrisman 1991, Χαλκιάς 2002). Συμπερασματικά, η έλλειψη πιστότητας και η μειωμένη ακρίβεια είναι πιθανό να οδηγήσουν στην παραγωγή αποτελεσμάτων τα οποία δεν προσεγγίζουν την πραγματικότητα.

Υπάρχουν πολλές πηγές που επηρεάζουν την ποιότητα των δεδομένων ενός Σ.Γ.Π. και μπορούν να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές είναι οι προφανείς πηγές σφαλμάτων, τα σφάλματα που προέρχονται από φυσικές μεταβολές από τις αρχικές μετρήσεις και τα σφάλματα που προκύπτουν από τις επεξεργασίες.



Σχήμα 7: οι κατηγορίες των πηγών των σφαλμάτων των ΣΓΠ (Chrisman 1991, Χαλκιάς 2002)

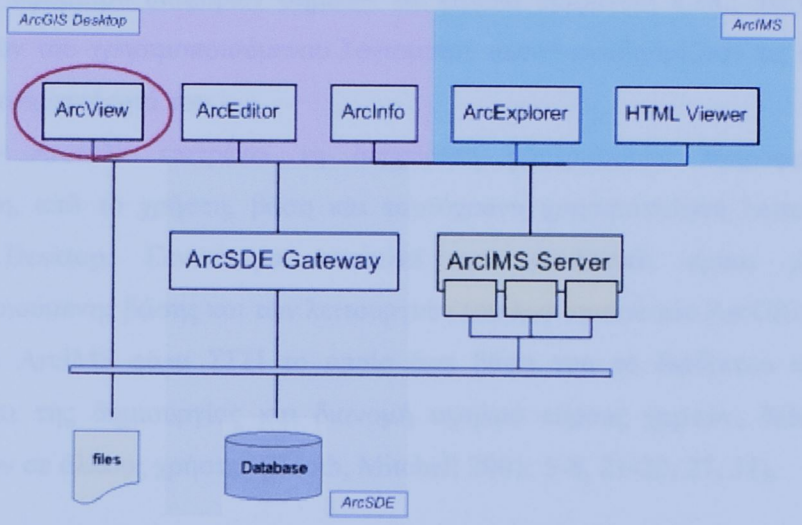
Αναλυτικότερα, οι προφανείς πηγές σφαλμάτων (σχήμα 7) αναφέρονται στην ηλικία των δεδομένων, στην επιφανειακή επικάλυψη αφού τα δεδομένα μιας περιοχής μπορεί να είναι ελλιπή, στην κλίμακα του χάρτη ανάλογα με την οποία γίνεται η κατάδειξη λεπτομερειών, στην πυκνότητα των παρατηρήσεων στις πηγές που χρησιμοποιούνται και επηρεάζει την ποιότητα των δεδομένων, στην καταλληλότητα των δεδομένων, στη μορφή τους η οποία θα πρέπει τις περισσότερες φορές να μετασχηματιστεί έτσι ώστε να είναι δυνατή η οποιαδήποτε επεξεργασία τους, στην πρόσβαση στα δεδομένα το οποίο εξαρτάται από την περιοχή μελέτης κάθε φορά αλλά και στο κόστος απόκτησής τους ανάλογα την ποιότητα. Τα σφάλματα φυσικών μεταβολών οφείλονται στο βαθμό απόκλισης των στοιχείων του χάρτη από τις πραγματικές τους θέσεις, δηλαδή στη χωρικής τους ορθότητα, και στην ορθότητα του περιεχομένου που αφορά τη σωστή καταγραφή του περιεχομένου των στοιχείων. Τέλος, τα σφάλματα λόγω διαδικασιών-επεξεργασιών οφείλονται σε αριθμητικά σφάλματα και προκύπτουν από τις διαφορετικές δυνατότητες εκτέλεσης υπολογισμών στα διαφορετικά υπολογιστικά συστήματα. Επίσης οφείλονται σε λάθη τοπολογικής

ανάλυσης τα οποία προκύπτουν από το συνδυασμό επιπέδων πληροφορίας, σε προβλήματα γενίκευσης-ταξινόμησης που είναι απαραίτητη να γίνει από το χρήστη σε περίπτωση υψηλής πυκνότητας των δεδομένων και σε σφάλματα της ψηφιοποίησης και της καταγραφής των ιδιοτήτων των δεδομένων.

2.2 Το λογισμικό επεξεργασίας ArcView-Σύντομη περιγραφή

Ένα εξελιγμένο λογισμικό ΣΓΠ είναι το λογισμικό γραφείου ArcView 8.3 το οποίο είναι μια έκδοση του λογισμικού ArcGIS, της εταιρείας παραγωγής λογισμικού Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών ESRI. Με το λογισμικό αυτό μπορεί να γίνει εισαγωγή και τροποίηση των γεωγραφικών δεδομένων, να γίνουν αναζητήσεις σε χωρικά και περιγραφικά δεδομένα, να αναλυθούν χωρικές σχέσεις μεταξύ οντοτήτων, να διορθωθούν τα περιγραφικά δεδομένα της βάσης δεδομένων του ΣΓΠ και η απόδοσή τους καθώς και την παροχή της δυνατότητας χρησιμοποίησης του διαδικτύου για την αναζήτηση πληροφορίας.

Το ArcGIS είναι συνίσταται από τρία μέρη (σχήμα 2). Τα μέρη αυτά είναι το ArcGIS Desktop που είναι μια ακολουθία εφαρμογών ΣΓΠ, το ArcSDE που αφορά τη διαχείριση χωρικών δεδομένων μέσα από μια βάση δεδομένων και, το ArcIMS που είναι ΣΓΠ το οποίο έχει ως βάση του το διαδίκτυο για τη «διανομή» πληροφορίας και υπηρεσιών. Βασικό χαρακτηριστικό τους είναι ότι μπορούν να διαχειριστούν τους ίδιους τύπους δεδομένων.



Σχήμα 4: τα μέρη από τα οποία συνίσταται το ArcGIS (ESRI, 2001)

Όπως φαίνεται και στο με το σχήμα 4, το ArcView είναι τμήμα του ArcGIS Desktop το οποίο περιλαμβάνει μια ομάδα εφαρμογών. Οι εφαρμογές αυτές καλούνται ArcMap, ArcCatalog και ArcToolbox. Το ArcMap είναι η κεντρική εφαρμογή του λογισμικού αυτού και περιλαμβάνει και τις βασικές δυνατότητες ψηφιακής χαρτογραφίας, επεξεργασία και οπτικοποίησης. Αναλυτικότερα, οι δυνατότητες που παρέχει είναι επεξεργασία, διορθώσεις στα δεδομένα και εφαρμογή αναλυτικών λειτουργιών. Η εφαρμογή του ArcCatalog παρέχει βοήθεια στην οργάνωση και διαχείριση των γεωγραφικών πληροφοριών ενώ η εφαρμογή του ArcToolbox αποτελεί κατάλληλο εργαλείο για γεωμετρικούς μετασχηματισμούς καθώς και μετασχηματισμούς μορφής δεδομένων.

Το λογισμικό ArcView προσφέρει πολλές δυνατότητες όπως η δημιουργία χαρτών, η ανάλυση, δημιουργία και διαχείριση της διαθέσιμης πληροφορίας. Πρόσθετες επεκτάσεις του ArcGIS είναι το Spatial Analyst, που προσφέρεις ένα εύρος δυνατοτήτων χωρικής μοντελοποίησης και ανάλυσης χαρακτηριστικών βασιζόμενα σε πληροφορία ψηφιδωτής ή διανυσματικής μορφής, και το 3D Analyst το οποίο παρέχει τη δυνατότητα της οπτικοποίησης και ανάλυσης των Ψηφιακών Μοντέλων Εδάφους (Ψ.Μ.Ε.). Σημαντικό στοιχείο του λογισμικού του 3D Analyst είναι η εφαρμογή ArcScene, η οποία παρέχει τη δυνατότητα να παρουσιάσει επίπεδα σε τρισδιάστατη μορφή, να δημιουργεί νέες και να αναλύει ήδη υπάρχουσες επιφάνειες. Επίσης μπορεί

να δημιουργήσει χάρτες κλίσεων και προσανατολισμού, τοπογραφικές τομές και να ορίσει το υψόμετρο διαφόρων σημείων σε κάποια επιφάνεια κ.λπ.. Το σύνολο των επεκτάσεων του χρησιμοποιούμενου λογισμικού αυτού αναβαθμίζουν τις δυνατότητες και τη λειτουργικότητά του.

Το ArcSDE επιτρέπει τη διαχείριση γεωγραφικών πληροφοριών στην επιλεγμένη, από το χρήστη, βάση και ταυτόχρονη χρησιμοποίηση λειτουργιών του ArcGIS Desktop. Γενικότερα αποτελεί τον συνδετικό κρίκο μεταξύ της χρησιμοποιούμενης βάσης και των λειτουργιών του λογισμικού του ArcGIS.

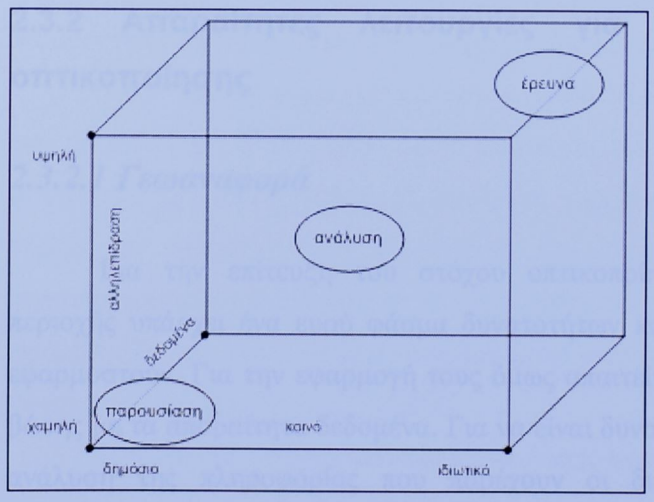
Το ArcIMS είναι ΣΓΠ το οποίο έχει βάση του το διαδίκτυο και δίνει τη δυνατότητα της δημιουργίας και διανομή υψηλού εύρους χαρτών, δεδομένων και εφαρμογών σε άλλους χρήστες (Booth, Mitchell 2001: 5-8, 21-22, 27, 31).

2.3 Μέθοδοι απεικόνισης του περιβάλλοντος

2.3.1 Γενικά

Ο ρόλος της οπτικοποίησης γεωγραφικών δεδομένων (Taylor 1994) διακρίνεται καταρχήν στην παρουσίαση της χωρικής πληροφορίας. Μια μέθοδος παρουσίασης της χωρικής αυτής πληροφορίας είναι η προβολή της σε χάρτες, μικρής συνθετότητας, των οποίων βασικό πλεονέκτημα είναι ότι μπορούν να γίνουν κατανοητοί στο ευρύ κοινό. Κατά δεύτερον, μπορεί να γίνει παρουσίαση της πληροφορίας που προκύπτει από την ανάλυση των ίδιων των δεδομένων. Με τις μεθόδους αυτές επιτυγχάνεται η διαχείριση των διαθέσιμων δεδομένων αλλά και της πληροφορίας που μπορεί να εξαχθεί από την ανάλυσή τους. Στην περίπτωση που ο όγκος των δεδομένων αυτών είναι μεγάλος, με την απλή παρουσίασή τους δεν γίνονται κατανοητές οι μεταξύ τους χωρικές σχέσεις. Στην περίπτωση αυτή εφαρμόζονται λειτουργίες όπως οι διαδικασίες της χωρικής ανάλυσης ή η οπτική επικάλυψη των δεδομένων με σκοπό την κατανοητή παρουσίαση των μεταξύ τους σχέσεων. Αξίζει να σημειωθεί ότι επιλογή της κατάλληλης μεθόδου οπτικοποίησης είναι σημαντική σε περιπτώσεις που τα αναγκαία για την παρουσίαση δεδομένα δεν είναι διαθέσιμα ή είναι πρωτογενούς φύσεως με αποτέλεσμα να χρειάζεται να γίνουν κάποιες παραδοχές σχετικά με τον προσδιορισμό τους.

Η λογική της υλοποίησης της οπτικής παρουσίασης μιας περιοχής μπορεί να συνοψιστεί σε τρία βήματα (Keller & Keller 1992). Το πρώτο βήμα αφορά τον καθορισμό του στόχου για την υλοποίηση της οπτικοποίησης ενός συγκεκριμένου χώρου, το δεύτερο την επιτυχή αντιμετώπιση των προβλημάτων-εμποδίων που μπορεί να παρουσιαστούν πριν και κατά τη διάρκεια υλοποίησης και τέλος το τρίτο τον λεπτομερή σχεδιασμό της. Αναλυτικότερα, στο πρώτο βήμα η συνηθισμένη ερώτηση που απαντάται είναι το *«τι πρέπει να προβληθεί από την οπτικοποίηση αυτή»* και *«σε ποιόν θα απευθύνεται»*. Αυτό είναι άμεσα συνδεδεμένο με την απήχηση που θα πρέπει να έχει στο κοινό το οποίο απευθύνεται. Στη συνέχεια οι περιορισμοί που αντιμετωπίζονται σε κάθε εργασία δεν λαμβάνονται υπόψη, οι οποίοι μπορεί να αφορούν για παράδειγμα την έλλειψη δεδομένων για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο ή τη μη προσβασιμότητα σε αναγκαία για την οπτικοποίηση δεδομένα ενώ μπορεί να είναι γνωστό ένα φυσικό φαινόμενο το οποίο επιδρά στην εξέλιξη της υπό έρευνας περιοχής. Η μέθοδος που ακολουθείται συνήθως είναι ο προσεγγιστικός καθορισμός τους με σκοπό την ικανοποίηση του στόχου (βήμα 1°) μέσα στα όρια του εφικτού. Τέλος ο σχεδιασμός των μεθόδων οπτικοποίησης ποικίλει και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Η οπτικοποίηση καταρχήν μπορεί να υλοποιηθεί με μια σειρά χαρτών ή να πραγματωθεί σε τρεις διαστάσεις. Ο τρόπος οπτικοποίησης καθορίζεται από το βασικό στόχο (βήμα 1°). Με άλλα λόγια, επιλέγεται η μέθοδος εκείνη η οποία τον ικανοποιεί σε μεγαλύτερο βαθμό (Kraak 1999: 157-172).



Σχήμα 8: οι συνιστώσες της οπτικοποίησης κατά τον MacEachren (1994)

Οι συνιστώσες αυτές της οπτικοποίησης παρουσιάζονται και στον σχήμα 8 το οποίο προτείνεται από τον MacEachren (1994).

Σύμφωνα με αυτό, στους τρεις άξονες του κύβου παρουσιάζονται αντίστοιχα α) τα δεδομένα, τα οποία μπορεί να είναι γνωστά και άγνωστα, β) το κοινό, το οποίο είναι ο αποδέκτης της οπτικοποίησης και μπορεί να είναι από κάποιο άτομο επιστημονικά εξειδικευμένο μέχρι ένα ευρύτερο σύνολο ατόμων και τέλος γ) την αλληλεπίδραση που θα δημιουργήσει αυτή η απεικόνιση των δεδομένων που εξαρτάται από τη δυναμική που θα έχει η επιλεγμένη μέθοδος οπτικοποίησης (MacEachren, Taylor (eds) 1994). Η παρουσίαση, ανάλυση και έρευνα αποτελούν τις τρεις στρατηγικές που ακολουθούνται στην υλοποίηση της οπτικοποίησης ενός συγκεκριμένου χώρου. Η διαγώνια θέση τους στον κύβο αναδεικνύει τη σχέση του αποτελέσματος της οπτικοποίησης, είτε ο σκοπός είναι η παρουσίαση, η ανάλυση των δεδομένων είτε η ώθηση της έρευνας. Αυτά γίνονται πάντα σε συνάρτηση με τα ίδια τα δεδομένα, την δυναμική του χάρτη και το κοινό στο οποίο απευθύνεται. Όταν στην οπτικοποίηση γίνεται μια απλή παρουσίαση τότε τα δεδομένα είναι γνωστά, η αλληλεπίδραση είναι υψηλή και μπορεί να γίνει κατανοητό από το ευρύ κοινό. Στην περίπτωση της έρευνας, τμήμα των δεδομένων δεν είναι διαθέσιμα και η προσέγγιση έχει γίνει με παραδοχές που έχει κάνει είτε ο ίδιος ο χρήστης είτε το λογισμικό επεξεργασίας. Βασικό χαρακτηριστικό είναι ότι η οπτικοποίηση παίρνει μια άλλη διάσταση και αναφέρεται σε ένα ειδικευμένο κοινό ή πρόσωπο (Kraak 1999: 157-172).

2.3.2 Απαραίτητες λειτουργίες για την εφαρμογή μεθόδων οπτικοποίησης

2.3.2.1 Γεωαναφορά

Για την επίτευξη του στόχου οπτικοποίησης των χαρακτηριστικών μιας περιοχής υπάρχει ένα ευρύ φάσμα δυνατοτήτων και μεθοδολογιών που μπορούν να εφαρμοστούν. Για την εφαρμογή τους όμως απαιτείται η δημιουργία μιας κατάλληλης βάσης με τα απαραίτητα δεδομένα. Για να είναι δυνατή η οποιαδήποτε επεξεργασία και ανάλυση της πληροφορίας που παρέχουν οι διαθέσιμοι αναλογικοί χάρτες, σε ερευνητικό επίπεδο, θα πρέπει να αναφέρονται σε ένα κοινό σύστημα αναφοράς-απεικόνισης. Η διαδικασία αναφοράς των χαρτών αυτών σε ένα κοινό σύστημα αναφοράς ονομάζεται γεωαναφορά.

Γεωαναφορά είναι η διαδικασία της αντιστοίχησης των συντεταγμένων μιας ψηφιακής εικόνας σε ένα χαρτογραφικό σύστημα συντεταγμένων έτσι ώστε να έχει γεωγραφική υπόσταση και να είναι άμεσα αξιοποιήσιμη. Με τη διαδικασία αυτή τα θεματικά επίπεδα που θα δημιουργηθούν από του αναλογικούς χάρτες, θα αντιστοιχούν σε ένα κοινό σύστημα αναφοράς, παρέχοντας πλέον τη δυνατότητα επεξεργασίας τους.

Η λογική της λειτουργίας αυτής είναι ότι οι συντεταγμένες που δίνει το ίδιο το χρησιμοποιούμενο λογισμικό επεξεργασίας στις χρησιμοποιούμενες εικόνες, οι οποίες μπορεί να προέρχονται από τη σάρωση χαρτών ή ορθοφωτοχαρτών ή δορυφορικών εικόνων, αντιστοιχούνται στην τιμή που θα έχουν στο επιλεγμένο σύστημα απεικόνισης. Με σκοπό να γίνει αυτό, επιλέγονται σημεία στους χάρτες για τα οποία είναι γνωστές οι συντεταγμένες τους, είτε από επιτόπια έρευνα με GPS είτε από χάρτες ή εικόνες με γεωαναφορά, στον πραγματικό χώρο. Συνήθως τα σημεία αυτά αποτελούν χαρακτηριστικές οντότητες όπως οι διασταυρώσεις δρόμων ή κάποιο χαρακτηριστικό σημείο στην ακτογραμμή τα οποία είναι ευδιάκριτα στην εικόνα υπό επεξεργασία. Η επιλογή των σημείων αυτών είναι άμεσα συνδεδεμένη, κατά κύριο λόγο, με την κλίμακα του χάρτη γιατί αυτή καθορίζει τη λεπτομέρεια και την πυκνότητα απεικόνισης των οντοτήτων.

Τα σφάλματα στην επιλογή τους μπορεί να οφείλονται τόσο στον παρατηρητή όσο και στα ίδια τα χρησιμοποιούμενα όργανα. (Κάβουρας et al (επιμ.) 2002: 360). Σημαντικό χαρακτηριστικό της διαδικασίας της γεωαναφοράς είναι η παροχή της δυνατότητας σύγκρισης της συμβατότητας δεδομένων που προέρχονται όμως από διαφορετικές πηγές αλλά και από διαφορετικές χρονικές περιόδους.

Κάθε γεωαναφορά συνοδεύεται και από το Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (RMS) που αποτελεί τον βαθμό στον οποίο επιτυγχάνεται η απόδοση των πραγματικών της συντεταγμένων στην εικόνα. Η σύγκριση της απόστασης μεταξύ της πραγματικής θέσης των συντεταγμένων του χάρτη, του σημείου που χρησιμοποιείται για τη γεωαναφορά, και του ζεύγους συντεταγμένων που έχει στο ψηφιδωτό δίνει το υπόλοιπο σφάλμα. Το συνολικό σφάλμα υπολογίζεται από το μέσο τετραγωνικό σφάλμα των επιμέρους υπολοίπων.

Γενικότερα ο όρος σύστημα απεικόνισης αναφέρεται σε ένα σύστημα αναφοράς του γεωγραφικού χώρου που αποτελεί μια απεικόνιση εφαρμοσμένη σε ένα συγκεκριμένο ελλειψοειδές. Η επιλογή του συστήματος απεικόνισης πρέπει να γίνεται έτσι ώστε να προσαρμόζεται όσο το δυνατόν καλύτερα στο γεωειδές της περιοχής. Το γεωειδές είναι μια φανταστική επιφάνεια που προσεγγίζει την επιφάνεια της γης και

είναι η ισοδύναμη επιφάνεια του γήινου πεδίου βαρύτητας. Η επιφάνεια αυτή προσαρμόζεται καλύτερα στη μέση στάθμη των θαλασσών. Με άλλα λόγια το γεωειδές είναι η επιφάνεια που σχηματίζεται αν επεκτείνουμε τη θάλασσα, η οποία είναι ηρεμούσα στη μέση στάθμη της, κάτω από τις ηπείρους. Στην Ελλάδα εφαρμόζονται τα συστήματα Hatt, UTM-6°, ΕΜΠ-3° και ΕΓΣΑ'87.

Το σύστημα ΕΓΣΑ'87 (Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς) αποτελεί το επίσημο γεωδαιτικό σύστημα της χώρας. Εφαρμόζεται στην εγκάρσια μερκατορική προβολή και στο ελλειψοειδές GRS80. Με το σύστημα αυτό η χώρα απεικονίζεται σε μία μόνο ζώνη με κεντρικό μεσημβρινό $\lambda_o = 24^o$ από το μεσημβρινό του Greenwich. Ο συντελεστής κλίμακας είναι 0,9996, ενώ στις τετμημένες προστίθεται η σταθερά 500.000m για την αποφυγή αρνητικών τιμών. (Στεφανάκης 2003).

2.3.2.2 Ψηφιοποίηση

Από τη στιγμή που θα έχει γίνει η γεωαναφορά των χρησιμοποιούμενων εικόνων-χαρτών, σε ένα κοινό σύστημα αναφοράς, θα πρέπει να γίνει η επιλογή των χαρακτηριστικών που παρουσιάζουν αυτοί και που θα πρέπει να ψηφιοποιηθούν έτσι ώστε να είναι δυνατή η οποιαδήποτε επεξεργασίας τους συμπεριλαμβανομένου της διαγραφής, ενημέρωσης και μετατροπής των ήδη υπαρχόντων στοιχείων.

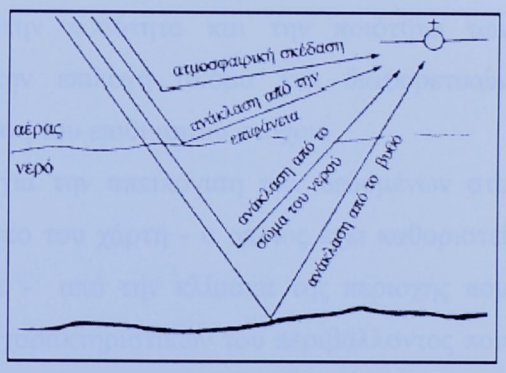
Με τη διαδικασία της ψηφιοποίησης μετατρέπονται τα στοιχεία από αναλογική μορφή σε μορφή η οποία θα μπορεί να επεξεργαστεί από το χρησιμοποιούμενο υπολογιστικό σύστημα. Δημιουργούνται θεματικά επίπεδα τα οποία μαζί με τα διανυσματικά τους στοιχεία αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων που δημιουργείται. Η βάση αυτή αποτελεί το απαραίτητο στοιχείο για την αναπαράσταση των οντοτήτων του πραγματικού χώρου οι οποίες είναι αντικείμενα που έχουν φυσική υπόσταση και είναι συγκεκριμένου τύπου. Συγκεκριμένα μπορεί να είναι σημειακού, γραμμικού ή πολυγωνικού τύπου.

Οι πληροφορίες που παρέχουν οι εικόνες-χάρτες εξαρτώνται από τον σκοπό για τον οποίο έχουν δημιουργηθεί. Παραδείγματος χάριν, τα δεδομένα ενός αναλογικού χάρτη, που αναδεικνύει τη γεωλογία μια περιοχής, είναι τα υψομετρικά σημεία, οι ισοϋψείς καμπύλες, κλίσεις του εδάφους ή ακόμα και ρήγματα που μπορεί να απαντώνται. Οι αναλογικοί χάρτες δεν είναι οι μόνες πηγές δεδομένων. Πηγή μπορούν

να αποτελέσουν και οι επιτόπιες έρευνες που έχουν γίνει στην ίδια περιοχή υπό ενδιαφέρον. Ένα παράδειγμα είναι η μέτρηση των διαφορετικών βαθών του θαλάσσιου πυθμένα. Μία μέθοδος είναι η μέτρηση του βάθους του θαλάσσιου πυθμένα με ηχοβολιστικές συσκευές που βασίζονται στην εκπομπή μιας ηχητικής συχνότητας και την ανίχνευση της ανάκλασής της από σώματα διαφορετικής πυκνότητας. Τα ηχοβολιστικά συστήματα μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες. Στη μια κατηγορία ανήκουν οι συσκευές εκείνες που οι ηχητικές συχνότητες που εκπέμπουν ανακλώνται μόνο στο όριο του πυθμένα και στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι συσκευές που εκπέμπουν χαμηλότερης συχνότητας ηχητικά κύματα τα οποία διαπερνούν τον πυθμένα και ανακλώνται από τις διαφορές των στρωμάτων. Η μέθοδος αυτή όμως είναι αρκετά χρονοβόρα και ακριβή ενώ απαιτεί πολλές μετρήσεις. (Αλμπανάκης 1999)

Έχουν γίνει έρευνες για το αν μπορεί να μετρηθεί το βάθος σε ρηχά νερά με τη χρήση δορυφορικών πολυφασματικών δεδομένων. Η πολυφασματική βαθυμετρία στηρίζεται στο γεγονός ότι η διαπερατότητα του νερού εξαρτάται από το μήκος κύματος της ηλιακής ακτινοβολίας (σχήμα 9).

Η μέθοδος αυτή όμως εφαρμόζεται για πολύ μικρά βάθη, έκτασης λίγων εκατοστών, και υπάρχει η πιθανότητα της μειωμένης ακρίβειας των μετρήσεων του βάθους του πυθμένα λόγω του θορύβου των πολυφασματικών δεδομένων, της μειωμένης ακρίβειας κατά τον προσδιορισμό της θέσης των σημείων για τα οποία έχει μετρηθεί το βάθος τους και οι διαφορές που υπάρχουν και οφείλονται στον τύπο του βυθού (Ζήθρου et al 2000: 99-110).



Σχήμα 9: η ανάκλαση του φωτός κατά την πρόσπτωση του στην επιφάνεια του νερού (Ζήθρου et al, 2000)

2.3.3 Μέθοδοι Οπτικοποίησης

2.3.3.1 Χάρτες

Οι χάρτες αποτελούν την απλούστερη μορφή παρουσίασης δεδομένων. Με τη χρησιμοποίησή τους ως μέσο απεικόνισης προσφέρεται η δυνατότητα εντοπισμού συμπληρωματικών, στα ήδη υπάρχοντα, γεωγραφικών δεδομένων ενώ γενικά ο συμβολισμός που χρησιμοποιείται για την παρουσίαση γίνεται με σκοπό την παροχή επιπρόσθετης πληροφορίας σχετικά με τα θεματικά χαρακτηριστικά τους. Με βάση το σκοπό για τον οποίο δημιουργείται η βάση με τα δεδομένα που είναι ο ίδιος με τον σκοπό δημιουργίας ενός χάρτη, επιλέγονται από την πραγματικότητα συγκεκριμένα αντικείμενα και παρουσιάζονται με την καταλληλότερη, κατά τον χρήστη, επιλεγμένη μορφή και κλίμακα. Παραδείγματος χάριν, τα δεδομένα που παρουσιάζονται σε ένα χάρτη τουριστικό θα έχουν διαφορετική δομή, μορφή αλλά και βαρύτητα σε σχέση με τα ίδια δεδομένα τα οποία έχουν επιλεχθεί να παρουσιαστούν και σε ένα οδικό χάρτη της ίδιας περιοχής. Οι βασική διαφορά των δύο χαρτών είναι ότι η δημιουργία τους έχει διαφορετικό σκοπό, κάτι που καθορίζει την ποσότητα και την ποιότητα των παρουσιαζόμενων δεδομένων αλλά και την επιλογή ακόμα και διαφορετικών δεδομένων του ίδιου χώρου για την ικανοποίηση του επιθυμητού στόχου.

Οι στρατηγικές που ακολουθούνται για την απεικόνιση των δεδομένων στο χώρο ποικίλουν γιατί εξαρτώνται από τον τύπο του χάρτη - ο οποίος έχει καθοριστεί από το σκοπό για τον οποίο δημιουργήθηκε - από την κλίμακα της περιοχής που παρουσιάζεται και από τη συνθετότητας των χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος που θα απεικονιστούν. Βασικός παράγοντας στην όλη διαδικασία είναι η προσβασιμότητα στα αναγκαία, γι' αυτή τη διαδικασία, δεδομένα.

Βασιζόμενοι στην παρουσίαση πληροφοριών σε χάρτες, μπορούν να δοθούν απαντήσεις σε ερωτήματα που τίθενται κατά τη διαδικασία ανάλυσης. Ένα μεγάλος αριθμός ερωτημάτων μπορούν να αναφέρονται στη σχέση μεταξύ των δεδομένων. Κάποιες από αυτές μπορεί να είναι προφανείς ενώ άλλες να μην είναι εμφανείς και ξεκάθαρες με την απλή παρουσίαση τους στο χάρτη. Αυτό συνδέεται άμεσα με τον όγκο των δεδομένων που χρησιμοποιούνται και κάνουν ακόμα και τη δισδιάστατη απεικόνισή τους συνθετότερη. Προφανώς θα είναι συνθετότερες και οι μεταξύ τους σχέσεις.

Προσεγγίζοντας έτσι την πραγματικότητα δημιουργείται μια βάση η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίλυση και εμβάθυνση σε θέματα που παρουσιάζουν ερευνητικό ενδιαφέρον.

2.3.3.2 Δημιουργία ψηφιακών μοντέλων εδάφους (Ψ.Μ.Ε.)

Από τη στιγμή που έχει δημιουργηθεί μια βάση δεδομένων διευκολύνεται η τρισδιάστατη απεικόνισή τους. Μία μέθοδος τρισδιάστατης απεικόνισης μιας περιοχής είναι με την αξιοποίηση του Ψηφιακού της Μοντέλου.

Τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους αποτελούν ένα χρήσιμο βοήθημα στη διαδικασία ανάλυσης, επεξεργασίας και παρουσίασης των Γεωγραφικών πληροφοριών και θεωρείται πως είναι κάθε «ψηφιακή αναπαράσταση της συνεχούς μεταβολής του αναγλύφου στο χώρο». Ο όρος DEM (digital elevation models) είναι πιο ειδικός και αναφέρεται μόνο στην ψηφιακή αναπαράσταση του αναγλύφου, ενώ ο όρος DTM είναι γενικότερος και χρησιμοποιείται επίσης και για οποιαδήποτε άλλη αναπαράσταση ενός χαρακτηριστικού συνεχούς μεταβολής στο χώρο.

2.3.3.2.1 Μέθοδοι υλοποίησης ενός Ψηφιακού μοντέλου Εδάφους (Ψ.Μ.Ε.)

Οι διαφοροποιήσεις του υψομέτρου σε μια περιοχή μπορούν να αναπαρασταθούν με πολλούς τρόπους. Τα Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους μπορούν να παρουσιαστούν είτε από επιφάνειες οι οποίες έχουν επεξεργαστεί με μαθηματική μέθοδο είτε από σημειακά ή γραμμικά στοιχεία.

Ο μαθηματικός τρόπος υλοποίησης ενός ψηφιακού μοντέλου εδάφους στηρίζεται σε συνεχείς λειτουργίες που πραγματοποιούνται σε τρεις διαστάσεις και είναι κατάλληλες για απεικονίσεις σύνθετων τύπων με υψηλό βαθμό ομαλοποίησης. Οι κλασσικοί μέθοδοι έχουν την εξής λειτουργίας: χωρίζουν την επιφάνεια σε τετράγωνα κελιά (κάναβο) ή σε ανομοιόμορφα τμήματα. Η επιφάνεια με την πληροφορία του υψομέτρου εφαρμόζει στην επιφάνεια που ορίζει ο κάναβος ή κάθε ανομοιόμορφο τμήμα της χωρισμένης επιφάνειας αντίστοιχα. Για να εξασφαλιστεί ότι τα διαφορετικά τμήματα, στα οποία έχει χωριστεί η επιφάνεια του εδάφους, είναι ενωμένα στις επαφές

τους, εφαρμόζονται λειτουργίες βαρύτητας. Το σύνηθες γραμμικό μοντέλο που χρησιμοποιείται για την απεικόνιση του αναγλύφου είναι το σύνολο των ισοϋψών καμπυλών. Η πληροφορία που παρέχει είναι αναγκαία για την εκπόνηση περαιτέρω λειτουργιών ανάλυσης όπως για παράδειγμα την εξέταση ή τον υπολογισμό των κλίσεων που παρουσιάζονται στην υπό έρευνα περιοχή. Οι ισοϋψείς καμπύλες ουσιαστικά αποτελούν έτοιμη πληροφορία για τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους λόγω του ότι σχεδιάζονται στους περισσότερους χάρτες. Επίσης έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για την αυτόματη καταχώρηση της πληροφορίας που παρέχουν με τη μέθοδο της σάρωσης. Με τη μέθοδο της ψηφιοποίησης των ισοϋψών καμπυλών υποστηρίζεται, μετά από έρευνες, ότι παράγεται ένα ψηφιακό μοντέλο εδάφους χαμηλής ποιότητας συγκριτικά με το ψηφιακό μοντέλο εδάφους το οποίο προκύπτει έπειτα από ευθείς φωτογραμμετρικές μετρήσεις. Επιπροσθέτως οι ψηφιοποιημένες ισοϋψείς δεν είναι κατάλληλες για τον υπολογισμό κλίσεων ή για την εφαρμογή μοντέλων φωτοσκίασης γι αυτό και συνήθως ανάγονται σε σημειακά μοντέλα όπως η καναβική μήτρα υψομέτρων (discrete altitude matrix) .

Η μήτρα υψομέτρων ή το κανονικό ορθογώνιο ψηφιδωτό αρχείο είναι η πιο συνηθισμένη μορφή ψηφιακού μοντέλου εδάφους. Η καναβική μήτρα υψομέτρων μπορεί να δημιουργηθεί από ποσοτικές μετρήσεις που έχουν γίνει από αεροφωτογραφίες με στερεοσκοπική παρατήρηση ή με εφαρμογή της μεθόδου της παρεμβολής από ομοιόμορφα ή ανομοιόμορφα κατανεμημένη σημειακή πληροφορία.

Η δημιουργία μιας τέτοιας μήτρας είναι χρήσιμη για υπολογισμό γωνιών κλίσεων, δημιουργία ισοϋψών, δημιουργία φωτοσκίασης και αυτόματη αναπαράσταση-απόδοση του αναγλύφου. Αποτελούν όμως μέθοδο με μειονεκτήματα βαρύτητας (Burrough 1986: 39-42). Τα κυριότερα από αυτά είναι ο μεγάλος όγκος πλεονάζουσας πληροφορίας σε περιοχές που το ανάγλυφο είναι σύνθετο, η αδυναμία προσαρμογής του μοντέλου, χωρίς να αλλάξει το μέγεθος του κανάβου, σε περιοχές όπου το ανάγλυφο παρουσιάζει διαφορετική κατανομή της ανομοιομορφίας του και δίνει η μεγάλη έμφαση κατά μήκος των αξόνων του κανάβου σε συγκεκριμένους υπολογισμούς .

Το πρόβλημα της πλεονάζουσας πληροφορίας παρουσιάζεται κατά τη διαδικασία αποθήκευσης. Αυτό γίνεται γιατί το υψόμετρο της επιφάνειας, το οποίο μεταβάλλεται συνεχώς, δεν μπορεί να κωδικοποιηθεί εύκολα σε οποιαδήποτε μέθοδο και αν εφαρμοστεί για την αποθήκευση πληροφορίας ενός ψηφιδωτού αρχείου. Επίσης, η καναβική μήτρα υψομέτρων είναι μια όχι τόσο κατάλληλη μέθοδος απεικόνισης του

αναγλύφου γιατί δεν μπορεί να αποδώσει ομοιόμορφα τα χαρακτηριστικά του όπως κορυφές, κοιλάδες και οροσειρές. Η λανθασμένη απεικόνισή αυτών των χαρακτηριστικών μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένα αποτελέσματα, στην περίπτωση γεωμορφολογικής ανάλυσης μιας επιφάνειας, τα οποία δεν θα έχουν πρακτική αξία. Μια δεύτερη μέθοδος δημιουργίας ψηφιακών μοντέλων εδάφους αφορά τη χρησιμοποίηση των ανομοιόμορφων σημειακών δειγμάτων ενός συνεχούς φαινομένου ως τη βάση εφαρμογής ενός συστήματος τριγωνισμού (Burrough 1986: 39-42).

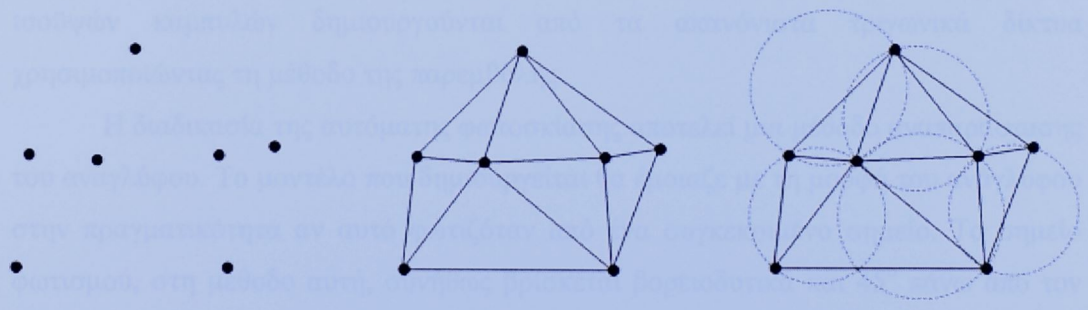
Το ακανόνιστο δίκτυο τριγώνων (TIN Triangular Irregular Network) είναι ένα σύστημα σχεδιασμένο από τον Peuker και τους συνεργάτες του για τη δημιουργία ψηφιακών μοντέλων εδάφους τα οποία τα διακρίνουν δύο βασικά πλεονεκτήματα. Τα πλεονεκτήματα αφορούν την απουσία της πλεονάζουσας πληροφορίας της καναβικής μήτρας και ταυτόχρονα τα ψηφιακά αυτά μοντέλα είναι κατάλληλα για διάφορους υπολογισμούς όπως ο υπολογισμός των κλίσεων μιας περιοχής. Αντίθετα από την καναβική μήτρα, το ακανόνιστο δίκτυο τριγώνων επιτρέπει τη συγκέντρωση επιπλέον πληροφορίας σε περιοχές με σύνθετο ανάγλυφο, χωρίς όμως αυτό να εφαρμόζεται σε περιοχές με ήπιο ανάγλυφο. Συνεπώς, μπορεί να γίνει η απεικόνιση κορυφών, κοιλάδων, οροσειρών όπως και άλλων τοπολογικών χαρακτηριστικών έχοντας τη δυνατότητα ψηφιοποίησής τους με αρκετά μεγάλη ακρίβεια αν και οι αλγόριθμοι και οι διαχείριση των δεδομένων που αποθηκεύει χαρακτηρίζονται από μεγάλη πολυπλοκότητα.

Είναι μια διανυσματική τοπολογική δομή και μοιάζει, όσον αφορά την αρχιτεκτονική του, στις τοπολογικές δομές που έχουν οριστεί για απεικόνιση πολυγωνικών δικτύων. Η μόνη διαφορά τους είναι ότι στο τριγωνικό ακανόνιστο δίκτυο δεν χρειάζεται να εφαρμοστούν ειδικές λειτουργίες για νησίδες. Η κυρίαρχη οντότητα του μοντέλου αυτού είναι οι κόμβοι ή τα σημεία πληροφορίας του δικτύου, το οποίο δημιουργείται από την ένωσή τους και το σχηματισμό τριγώνων. Οι κορυφές των τριγώνων αυτών αποθηκεύουν τις τιμές υψομέτρου. Οι τοπολογικές σχέσεις των κόμβων-σημείων πληροφορίας αποθηκεύονται στη βάση τοποθετώντας δείκτες σε κάθε κόμβο-σημείο σε σχέση με τον κάθε γειτονικό του κόμβο. Ξεκινώντας από τον βορρά οι «γείτονες» του κάθε κόμβου ταξινομούνται γύρω από αυτόν ακολουθώντας τη φορά κίνησης των δεικτών του ρολογιού.

Η δημιουργία ενός TIN (Triangulated Irregular Network) είναι η πλέον γνωστή μέθοδος εκτίμησης της τιμής ενός χαρακτηριστικού με μη-μαθηματικό τρόπο. Αυτό στην πράξη σημαίνει ότι όλα τα σημεία, στην περιοχή μελέτης, για τα οποία

γνωρίζουμε την τιμή ενός φαινομένου, ενώνονται μεταξύ τους, μετατρεπόμενα σε ένα σύνολο πλευρών τριγώνων όπου το κάθε τρίγωνο καθορίζει μια επίπεδη επιφάνεια. Κάθε πλευρά τριγώνου θεωρείται ότι έχει ομοιόμορφες χωρικές ιδιότητες. Με άλλα λόγια, η τιμή του φαινομένου, μεταξύ δύο κορυφών ενός τριγώνου, μεταβάλλεται με ένα καθορισμένο και σταθερό τρόπο ενώ κάθε κορυφή του τριγώνου κωδικοποιείται βάσει της θέσης του και της τιμής που έχει για το υπό εξέταση φαινόμενο. Η όλη διαδικασία αφορά τη δημιουργία ενός πλέγματος τριγώνων και τον καθορισμό της χωρικής συνάρτησης διαφοροποίησης των τιμών και αναφέρεται με τη διαδικασία της χωρικής παρεμβολής. Ουσιαστικά εξάγονται συμπεράσματα για τη χωρική διαφοροποίηση του υπό εξέταση φαινομένου, σε όλη την περιοχή μελέτης, με βάση τις τιμές στα σταθερά σημεία/ θέσεις του δείγματος, δημιουργώντας μια συνεχή επιφάνεια. (Κουτσόπουλος 2002: 317-324).

Μια μέθοδος τριγωνισμού είναι ο τριγωνισμός κατά Delaunay. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή ο τριγωνισμός γίνεται ως εξής: σε ένα σύνολο σημείων, τα οποία έχουν αποθηκευμένη την πληροφορία του υψομέτρου, μιας επιφάνειας, τρία σημεία αποτελούν κορυφές ενός τριγώνου κατά Delaunay εάν ο κύκλος που διέρχεται από τα σημεία αυτά δεν περικλείει άλλα σημεία του συνόλου (σχήμα 10).



σχήμα 10: μέθοδος χάραξης ενός Δικτύου Ακανόνιστων Τριγώνων (TIN)

Η δομή του ακανόνιστου δικτύου τριγώνων (TIN) μπορεί να δομηθεί από πληροφορία ανακτημένη από ψηφιοποίηση ή από αυτόματη επιλογή σημείων και τριγωνισμό πυκνής ψηφιδωτής πληροφορίας η οποία έχει συγκεντρωθεί από μηχανήματα ορθοφωτογραφίας. Επίσης η δομή του μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη

δημιουργία χαρτών κλίσεων, χάρτες με φωτοσκιασμένο ανάγλυφο, χάρτες ισοϋψών. Οι τελικοί αυτοί χάρτες όμως διατηρούν ίχνη του τριγωνισμού του Delaunay .

2.3.3.2.2 Παραγόμενα ενός ψηφιακού μοντέλου εδάφους

Πολλά είναι τα προϊόντα που μπορούν να δημιουργηθούν από ένα ψηφιακό μοντέλο εδάφους είτε αυτό έχει δημιουργηθεί με τη μέθοδο μήτρας υψομέτρων είτε σημείων με ανομοιόμορφη κατανομή ή τη μέθοδο σχηματισμού ακανόνιστου δικτύου τριγώνων.

Κάποια από τα προϊόντα αυτά οι προοπτικές απεικονίσεις του ορίζοντα της περιοχής μελέτης, τοπογραφικές τομές, χάρτες οι οποίοι θα έχουν την υψομετρική πληροφορία με την καταγραφή των ισοϋψών καμπυλών, χάρτες κλίσεων και χάρτες φωτοσκίασης.

Οι χάρτες ισοϋψών καμπυλών μπορούν να δημιουργηθούν εύκολα από την καναβική μήτρα υψομέτρων. Η διαδικασία που υλοποιείται είναι μια επαναταξινόμηση των κελιών στις κατάλληλες τιμές υψομέτρου. Οι ισοϋψείς αυτές, παρόλο που θεωρούνται επαρκείς για έγχρωμα διαγράμματα και για την απλή απεικόνιση του εδάφους, θεωρούνται ακατάλληλες για χαρτογραφικές επεξεργασίες. Συνήθως οι χάρτες ισοϋψών καμπυλών δημιουργούνται από τα ακανόνιστα τριγωνικά δίκτυα χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της παρεμβολής.

Η διαδικασία της αυτόματης φωτοσκίασης αποτελεί μια μέθοδο αναπαράστασης του αναγλύφου. Το μοντέλο που δημιουργείται θα έμοιαζε με τη μορφή του ανάγλυφου στην πραγματικότητα αν αυτό φωτιζόταν από ένα συγκεκριμένο σημείο. Το σημείο φωτισμού, στη μέθοδο αυτή, συνήθως βρίσκεται βορειοδυτικά και 45° πάνω από τον ορίζοντα (Burrough 1986: 39-42).

2.3.3.3 Κινούμενη απεικόνιση εικόνων (Animation)

Από τη στιγμή που θα έχουν δημιουργηθεί στιγμιότυπα για την περιοχή μελέτης, είτε αυτά είναι κάποιου τύπου χαρτών είτε το Ψ.Μ.Ε. διαφορετικών χρονικών περιόδων, μπορεί να εφαρμοστεί η μέθοδος της κινούμενης απεικόνισής τους (animation).

Τα βασικά πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι ότι με τη διαδοχική παρουσίασή τους δίνεται μια ξεκάθαρη εικόνα των σχέσεων των διαφορετικών χαρακτηριστικών που παρουσιάζονται και ταυτόχρονα δίνεται μια εικόνα της εξέλιξής τους στο χρόνο. Επίσης, με σκοπό την αναζήτηση των αιτίων που συμβάλλουν στη διαμόρφωση του αναγλύφου ωθεί το ερευνητικό ενδιαφέρον (Kraak 1999: 157-172).

2.4 Εισαγωγή

Σκοπός της μελέτης είναι η οπτικοποίηση της ευρύτερης περιοχής του όρμου Παλαμαρίου, στο βόρειο-ανατολικό τμήμα της νήσου Σκύρου, για τη χρονική περίοδο πριν από 5.000 χρόνια μέχρι σήμερα, με την αξιοποίηση των δυνατοτήτων που παρέχονται από τις τεχνολογίες των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών και της ψηφιακής χαρτογραφίας. Για να υλοποιηθούν ρεαλιστικά χωρικά μοντέλα με την αξιοποίηση των τεχνολογιών είναι απαραίτητη τόσο η ψηφιακή καταγραφή όλων των χαρακτηριστικών των χωρικών αντικειμένων και των σχέσεών τους, όσο και η αξιοποίηση των αναλυτικών λειτουργιών του χρησιμοποιούμενου λογισμικού. Παίρνοντας αυτό σαν βάση, υλοποιήθηκε μια σειρά μοντέλων οπτικοποίησης του παράκτιου περιβάλλοντος του όρμου με στόχο την αναπαράσταση των συνθηκών που διαμόρφωσαν το σημερινό ανάγλυφο στην περιοχή. Η μοντελοποίηση βασίστηκε στα χωρικά δεδομένα του αναγλύφου που είναι η τοπογραφία και η γεωλογία και υλοποιήθηκε με τη χρήση των εργαλείων που προσφέρει το λογισμικό ArcView 8.3 και οι επεκτάσεις του 3D Analyst και Spatial Analyst. Οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία της βάσης με τα αναγκαία, γι' αυτή την εργασία δεδομένα ήταν αναλογικοί χάρτες και μελέτες αρχαιολόγων και γεωλόγων που έχουν ήδη εκπονηθεί για την περιοχή.

Με γνώμονα τη βάση αυτή, δημιουργήθηκαν χάρτες και ψηφιακά μοντέλα εδάφους με σκοπό την παρουσίαση της σημερινής κατάστασης της περιοχής. Επίσης, με την αξιοποίηση των μελετών που έχουν γίνει από ομάδα γεωλόγων προσδιορίστηκαν και σχεδιάστηκαν τα όρια της ακτογραμμής 5.000BP, 2.500BP, 2.000BP, και 1.000BP (έτη πριν από σήμερα) (Παυλόπουλος, Καρύμπαλης, 2003). Προέκυψαν χάρτες που παρουσιάζουν διαχρονική αυτή εξέλιξη και στη συνέχεια προτάθηκαν εναλλακτικοί τρόποι παρουσίασής της. Τέλος έγινε σύγκριση των μεθόδων απεικόνισης που χρησιμοποιήθηκαν προβάλλοντας τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους.

2.5 Μεθοδολογία επεξεργασίας διαθέσιμων πηγών

2.5.1 Πηγές

Η βάση με τα απαραίτητα για την εκπόνηση της εργασίας στοιχεία προέκυψε από τη συλλογή και ψηφιοποίηση υπαρχόντων χαρτών και ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί στην περιοχή.

Αναλυτικότερα, οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας ήταν ένα τοπογραφικό διάγραμμα κλίμακας 1:5.000 έκδοση της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) κλίμακας 1:5.000, ένα διάγραμμα κλίμακας1:1.000 στο οποίο απεικονίζονταν τα βαθυμετρικά χαρακτηριστικά του όρμου και τέλος ο γεωλογικός χάρτης της Σκύρου κλίμακας 1: 50.000 έκδοσης του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.) με σκοπό τη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων. Επίσης στοιχεία αντλήθηκαν από αρχαιολογικές και γεωλογικές μελέτες που αφορούν τον όρμο Παλαμαρίου. Από τις γεωλογικές και γεωμορφολογικές μελέτες χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία σχετικά με τη γεωλογία, τη λιθολογία και τεκτονική της ευρύτερης περιοχής, τη στρωματογραφία των αποθέσεων του Ολοκαίνου και τη βαθυμετρία. Οι αρχαιολογικές μελέτες έδωσαν στοιχεία σχετικά με την ανθρώπινη παρουσία και δραστηριότητα.

2.5.2 Γεωαναφορά χαρτών

Πριν από την επεξεργασία των διαθέσιμων αναλογικών χαρτών της περιοχής απαραίτητη διαδικασία είναι η γεωαναφορά τους σε ένα κοινό σύστημα απεικόνισης. Το σύστημα απεικόνισης που χρησιμοποιήθηκε είναι ο σύστημα ΕΓΣΑ'87 (Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς) που είναι και το επίσημο γεωδαιτικό σύστημα της χώρας.

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε ήταν η αγκίστρωση του χάρτη κλίμακας 1:50.000 της Γ.Υ.Σ. του οποίο το σύστημα προβολής ήταν το Hatt. Επιλέχθηκαν τέσσερα σημεία με συντεταγμένες στο σύστημα Hatt και έγινε η μετατροπή τους στο σύστημα ΕΓΣΑ'87 με τη χρήση του λογισμικού του coord_gr. Βάσει του γεωαναφερμένου αυτού χάρτη έγινε και η γεωαναφορά του γεωλογικού χάρτη κλίμακας 1:50.000 του Ι.Γ.Μ.Ε. και του

βαθυμετρικού κλίμακας 1:1.000 . Επιπλέον έγινε αγκίστρωση στο σύνολο των λεπτομερών γεωμορφολογικών και γεωλογικών χαρτών που προέκυψαν από επιτόπιες υπαίθριες παρατηρήσεις, βάσει του γεωαναφερμένου χάρτη με σκοπό τη χρησιμοποίηση των διαθέσιμων πληροφοριών τους.

Σφάλματα κατά την υλοποίηση της γεωαναφορά των χαρτών μπορεί να γίνουν εξαιτίας του χρήστη ή κατά τη μετατροπή των συντεταγμένων των σημείων στο σύστημα απεικόνισης ΕΓΣΑ'87 από τη χρησιμοποιούμενο πρόγραμμα.

2.5.3 Ψηφιοποίηση

Αφού έγινε η γεωαναφορά των χαρτών, προσδιορίστηκαν οι οντότητες οι οποίες χρειάστηκε να ψηφιοποιηθούν. Οι οντότητες αυτές είναι η ακτογραμμή, οι ισοϋψείς και ισοβαθείς καμπύλες, τα υψομετρικά σημεία και τα γνωστά βάθη της υποθαλάσσιας ζώνης με σκοπό την αποτύπωση της υψομετρίας της ευρύτερης περιοχής μελέτης. Έπειτα, με βάση τους διαθέσιμους γεωλογικούς χάρτες αποτυπώθηκαν οι γεωλογικοί σχηματισμοί και οι κλίσεις του και τα τεκτονικά στοιχεία. Αποτυπώθηκαν επίσης οι υποθαλάσσιες και παράκτιες γεωμορφές και οι θέσεις όπου έγιναν οι δειγματοληψίες δειγμάτων ιζήματος για την αποτύπωση της στρωματογραφίας του Ανώτερου Ολοκαίνου της παράκτιας πεδιάδας δυτικά του όρμου.

Οι οντότητες που ψηφιοποιήθηκαν φαίνονται στον πίνακα 5.

Πίνακας 5: οι οντότητες που ψηφιοποιήθηκαν με σκοπό τη δημιουργία των θεματικών τους επιπέδων

ΘΕΜΑΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	ΠΗΓΗ	ΤΥΠΟΣ
Ακτογραμμή	Χάρτης Γ.Υ.Σ. 1:5.000	γραμμικό
Ισοϋψείς	Χάρτης Γ.Υ.Σ. 1:5.000	γραμμικό
Υψομετρικά σημεία	Χάρτης Γ.Υ.Σ. 1:5.000	σημειακό
Γεωλογία	Χάρτης Ι.Γ.Μ.Ε. 1:50.000, φύλλο Σκύρος Χάρτης από επιτόπια έρευνα, 1:2.500	πολυγωνικό
Ρήγματα	Χάρτης από επιτόπια έρευνα, 1:2.500	γραμμικό
Κλίσεις	Χάρτης από επιτόπια έρευνα, 1:2.500	σημειακό
Ψηφιδοπαγείς αιγιαλοί	Χάρτης από επιτόπια έρευνα, 1:2.500	πολυγωνικό
Γεωμορφές	Χάρτης από επιτόπια έρευνα, 1:5.000	σημειακό
Ισοβαθείς	Χάρτης βαθυμετρίας.1:1.000 Τοπογραφικές τομές ψαμμιτικών αιγιαλιτών	γραμμικό
Σημεία με βάθη	Χάρτης Γ.Υ.Σ. 1:1.000 Τοπογραφικές τομές ψαμμιτικών αιγιαλιτών	σημειακό
Σημεία δειγματοληψίας	Χάρτης από επιτόπια έρευνα, 1:2.500	σημειακό

Αναλυτικότερα η απεικόνιση του αναγλύφου ξεκίνησε αρχικά με την ψηφιοποίηση των ισοϋψών, των υψομετρικών σημείων και της ακτογραμμής από τον χάρτη της Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:5.000. Για την αποτύπωση της γεωλογίας χρησιμοποιήθηκε χάρτης από επιτόπια έρευνα κλίμακας 1:2.500. Για τη συμπλήρωση του δυτικού και νότιου τμήματος της περιοχής χρησιμοποιήθηκε ως δεύτερη πηγή ο γεωλογικός χάρτης του Ι.Γ.Μ.Ε. δεδομένου ότι ο πρώτος χάρτης δεν καλύπτει όλη την έκταση. Από το γεωλογικό χάρτη της επιτόπιας έρευνας με κλίμακα 1:2.500 ψηφιοποιήθηκαν επίσης τα ρήγματα οι κλίσεις των γεωλογικών σχηματισμών και οι εμφανίσεις των ψηφιδοπαγών αιγιαλών (beachrocks) που εντείνονται τόσο κατά μήκος της ακτογραμμής όσο και υποθαλάσσια, οι γεωμορφές που παρουσιάζονται ψηφιοποιήθηκαν από τον γεωμορφολογικό χάρτη κλίμακας 1:5000 που προέκυψε από επιτόπια έρευνα (Παυλόπουλος Καρύμπαλης, , 2003). Οι ισοβαθείς καμπύλες και

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

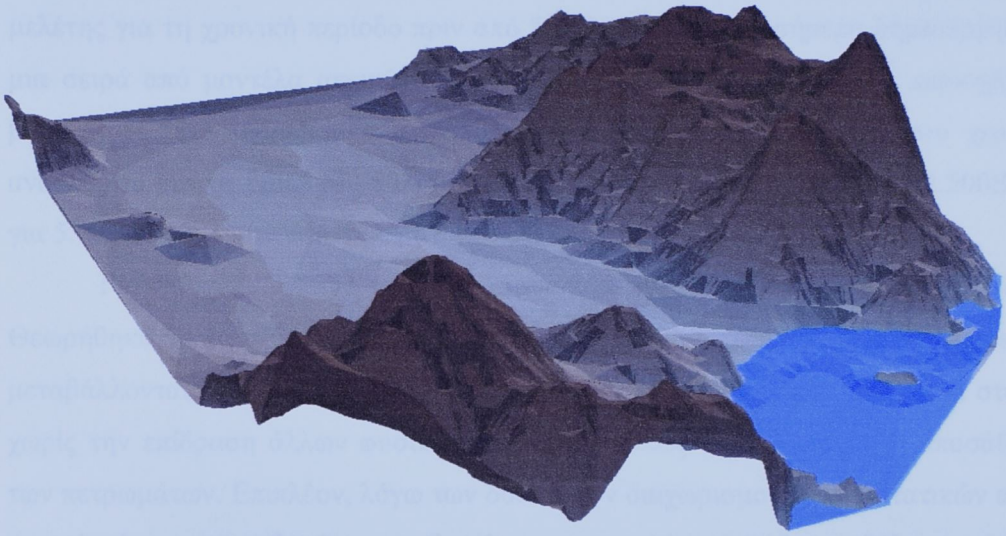
κάποια σημεία με γνωστά βάθη ψηφιοποιήθηκαν βάσει το βαθυμετρικό χάρτη κλίμακας 1:1.000 . Ο βαθυμετρικός αυτός χάρτης και λόγω του ότι ο χάρτης αυτός δεν κάλυπτε ολόκληρη την θαλάσσια περιοχή του όρμου οπότε χρησιμοποιήθηκαν οι μεμονωμένες επιτόπιες βαθυμετρήσεις που είχαν πραγματοποιηθεί με σκοπό τον σχεδιασμό των δώδεκα λεπτομερών τομών αιγιαλού για την απεικόνιση των ψηφιδωπαγών αιγιαλών,

2.6 Μέθοδοι οπτικοποίησης

2.6.1 Χάρτες

Αφού δημιουργήθηκε η βάση με τα δεδομένα στο ArcView, που είναι το επιλεγμένο λογισμικό ΣΓΠ για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας, έγινε η δισδιάστατη απεικόνιση των χαρακτηριστικών αυτών. Οι χάρτες που προέκυψαν, σκοπό έχουν την παρουσίαση της σημερινής μορφολογίας της περιοχής. Με άλλα λόγια, παρουσιάζουν τα γεωλογικά και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής, τις θέσεις όπου πραγματοποιήθηκαν δειγματοληπτικές γεωτρήσεις και τάφροι και τα χαρακτηριστικά της παράκτιας ζώνης (Παράρτημα ΙΙΙ, χάρτες 3, 4, 5, 6, 7).

Έχοντας πλέον διαμορφώσει τη βάση δεδομένων του επιλεγμένου ΣΓΠ μπορεί να δημιουργηθεί το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM). Η δημιουργία του έγινε με σκοπό την απόδοση της σημερινής μορφολογίας της περιοχής και δημιουργήθηκε βάσει της μεθόδου του Ακανόνιστου Τριγωνικού Δικτύου (TIN). Υλοποιήθηκε με τη βοήθεια της εφαρμογής 3D Analyst του λογισμικού ArcView 8,3 που παρέχει τη δυνατότητα της οπτικοποίησης και ανάλυσης των δεδομένων του αναγλύφου σε τρεις διαστάσεις. Τα θεματικά αυτά επίπεδα πήραν τρισδιάστατη μορφή με τη βοήθεια του 3D Scene του ArcView που αποτελεί τον πυρήνα του λογισμικού του 3D Analyst και παρέχει τη δυνατότητα παρουσίασης διαφορετικών επιπέδων σε τρισδιάστατη μορφή, τη δημιουργία νέων και την ανάλυση ήδη υπαρχουσών επιφανειών. Τα θεματικά επίπεδα που επιλέχθηκαν για τη δημιουργία του ήταν των ισοϋψών-ισοβαθών καμπυλών και των σημείων με γνωστό υψόμετρο και βάθος. Χρησιμοποιήθηκαν δύο επίπεδα πληροφορίας γιατί το επίπεδο με την παροχή της υψομετρικής πληροφορίας είναι βασικό για τη δημιουργία ενός ψηφιακού μοντέλου εδάφους και οι ισοϋψείς καμπύλες αποτελούν συμπληρωματική πληροφορία στο επίπεδο του υψομέτρου.



Εικόνα 1: απεικόνιση της περιοχής μελέτης με την μέθοδο υλοποίησης TIN. Το επίπεδο της θάλασσας είναι διαφανές με αποτέλεσμα να είναι ορατό το ανάγλυφο του θαλάσσιου πυθμένα

2.6.1.1 Σχεδιασμός παλαιών ακτογραμμών

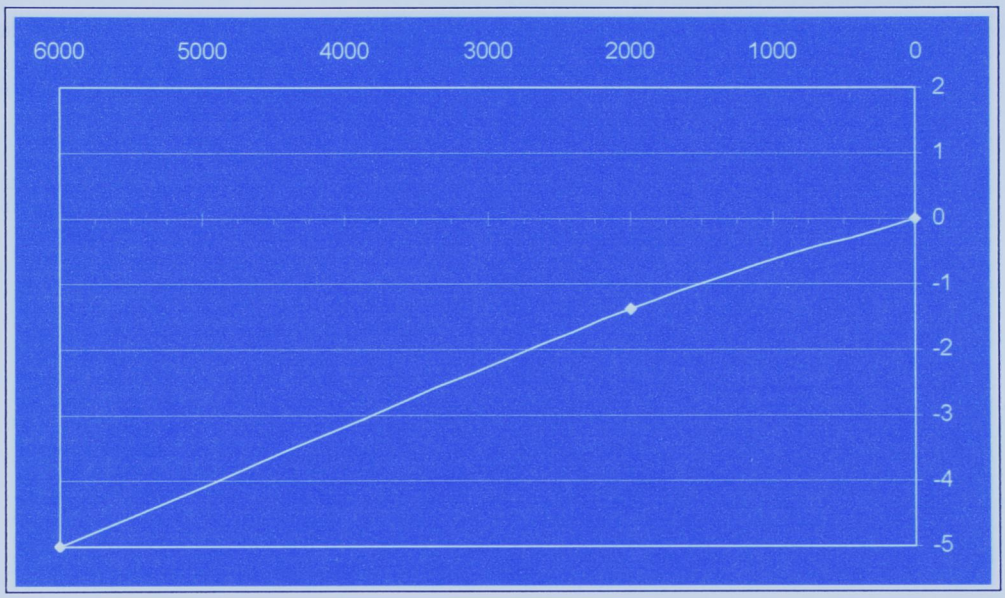
Για να γίνει η οπτικοποίηση της παλαιογεωγραφικής εξέλιξης της περιοχής μελέτης για τη χρονική περίοδο πριν από 5.000 χρόνια μέχρι σήμερα δημιουργήθηκαν μια σειρά από μοντέλα απεικόνισης των γεωγραφικών δεδομένων της περιοχής. Με βάση αυτό, καταρχήν καθορίστηκε αρχικά η ακτογραμμή, τα ύψη του χερσαίου αναγλύφου και τα βάθη του θαλάσσιου πυθμένα για 1.000BP, 2.000BP, 2.500BP και για 5.000BP (έτη πριν από σήμερα).

Για τη χάραξη των παλαιών ακτογραμμών έγιναν δύο βασικές παραδοχές. Θεωρήθηκε ότι τα υψόμετρα του αναγλύφου της χερσαίας ζώνης της περιοχής μελέτης μεταβάλλονται ανάλογα με την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης και παραμένει σταθερή χωρίς την επίδραση άλλων φυσικών διεργασιών όπως η διάβρωση ή η αποσάθρωση των πετρωμάτων. Επιπλέον, λόγω των δυσκολιών διαχωρισμού των ευστατικών από τα τοπικά αίτια που επιδρούν στην διαμόρφωση της μέσης στάθμης θάλασσας σε μια συγκεκριμένη περιοχή, είναι δύσκολη η πρόγνωση των ακριβών αιτίων που συνέβαλαν στη διαμόρφωση της γεωμορφολογίας της παράκτιας ζώνης του όρμου Παλαμαρίου. Θεωρήθηκε ότι το μόνο αίτιο που επέδρασε στη διαμόρφωσή της ήταν ο ευστατισμός δηλαδή η παγκόσμια άνοδος της θαλάσσιας στάθμης λόγω ανόδου τη θερμοκρασίας του αέρα και όχι τυχόν τεκτονικά γεγονότα.

Βασικό στοιχείο που χρησιμοποιήθηκε είναι δώδεκα τοπογραφικές τομές του αιγιαλού που απεικονίζουν λεπτομερώς το μήκος και πλάτος των ψηφιδωπαγών αιγιαλών (beachrocks). Μία παρατήρηση που μπορεί να γίνει είναι ότι η ηλικιακά παλαιότερη σειρά φτάνει μέχρι το βάθος των 5m. Στηριζόμενοι στο χαρακτηριστικό ότι οι ψηφιδοπαγείς αιγιαλοί αποτελούν δείκτες στάθμης θάλασσας δηλαδή δίνουν μια εικόνα των παλαιότερων ακτογραμμών και της στάθμης της θάλασσας, μπορεί να ειπωθεί ότι πριν από 5.000 χρόνια περίπου η ακτογραμμή βρισκόταν στη θέση της σημερινής ισοβαθούς των 5m. Με βάση αυτό, καθορίζονται και τα λοιπά βάθη και ύψη της περιοχής. Δηλαδή αφού η ακτογραμμή πριν από 5.000 χρόνια βρισκόταν 5m χαμηλότερα από τη σημερινή τότε τα λοιπά ύψη και βάθη βρίσκονται 5m υψηλότερα από το ύψος και βάθος που έχουν σήμερα. Για παράδειγμα η ισοβαθής των 2,5m βρισκόταν 2,5m πάνω από την τότε θαλάσσια στάθμη και ανάλογα ήταν διαμορφωμένα και τα γύρω σημεία γνωστού βάθους και υψομέτρου.

Τα όρια της λιμνοθάλασσας, η οποία πιθανότατα να λειτουργούσε ως εσωτερικό λιμάνι, καθορίστηκαν με βάση τις στρωματογραφικές τομές (Παράρτημα Ι, διάγραμμα στρωματογραφίας) των έξι γεωτρήσεων και των τριών τάφρων που προέκυψαν από δειγματοληψίες (Παυλόπουλος, Καρύμπαλης, 2003). Αυτές αφορούσαν τη λήψη ιζήματος από επιλεγμένους στρωματογραφικούς ορίζοντες των γεωτρήσεων και των τάφρων, με σκοπό τον προσδιορισμό της μικρο-πανίδας και των μικρο-ιζηματολογικών χαρακτηριστικών, και τη λήψη δειγμάτων για ραδιοχρονολόγηση από συγκεκριμένους ορίζοντες πλούσιους σε οργανικό υλικό.

Για τον καθορισμό της ακτογραμμής πριν από 1.000, 2.000 και 2.500 χρόνια χρησιμοποιήθηκε η καμπύλη στάθμης θάλασσας που έχει προτείνει ο Lambeck (1996) η οποία είναι η νεότερη συγκριτικά με τις άλλες που έχουν κατά καιρούς προταθεί. Σύμφωνα λοιπόν με την καμπύλη αυτή (γράφημα 4) η στάθμη της θάλασσας, πριν από 1.000 χρόνια βρισκόταν 0,6m χαμηλότερα από σήμερα, πριν από 2.000 χρόνια βρισκόταν 1,375m χαμηλότερα πριν από 2.500 η ακτογραμμή βρισκόταν 1,7m περίπου χαμηλότερα από τη σημερινή. Θεωρήθηκε ότι ανάλογα διαμορφώθηκαν και τα σημεία με γνωστά ύψη και βάθη της περιοχής χωρίς την επίδραση τοπικών-τεκτονικών αιτίων διαμόρφωσης του αναγλύφου.

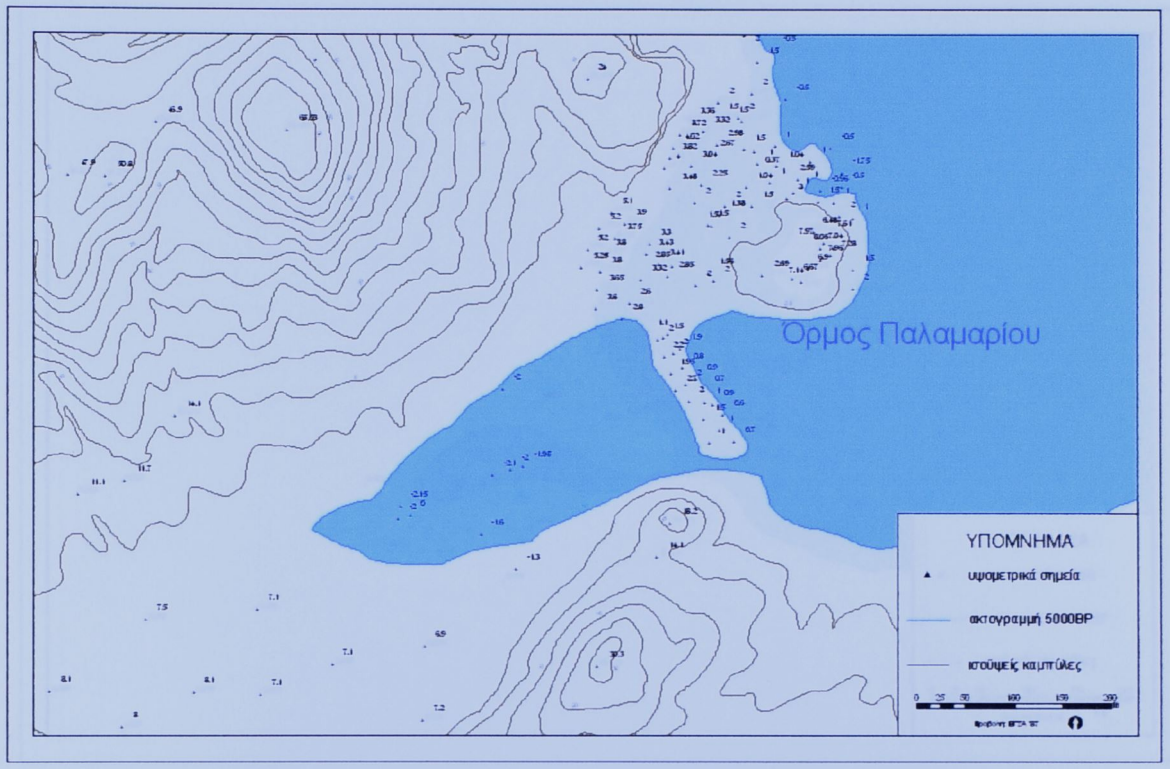


Γράφημα 4: καμπύλη μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης (Lambeck, 1996)

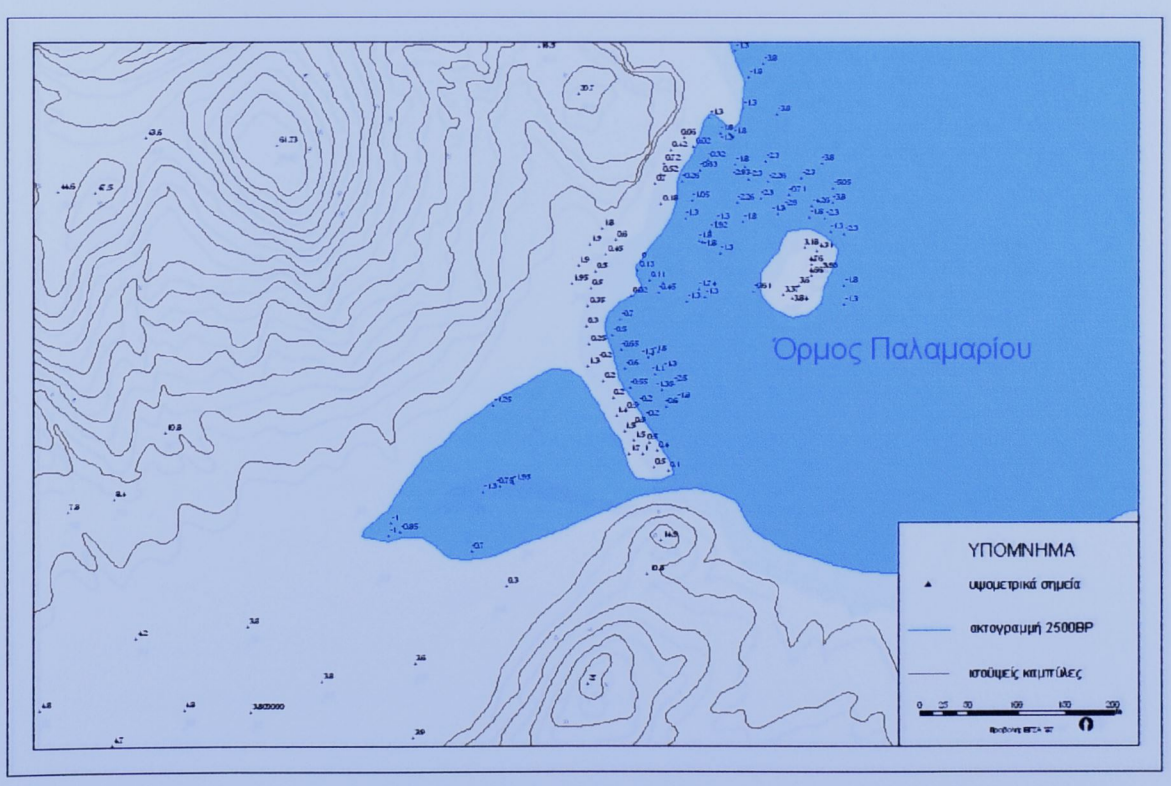
Για τη λιμνοθάλασσα δυτικά του όρμου τα μόνα στοιχεία που μας δίνουν μια σχετικά ακριβή εικόνα για τα όριά της και τα πιθανά βάθη της είναι οι εναλλαγές των παλαιοπεριβαλλοντικών αποθέσεων των ιζημάτων που αποτυπώθηκαν από την μοκροπαλαιοντολογική ανάλυση δειγμάτων ιζημάτων από τις στρωματογραφικές τομές των έξι γεωτρήσεων και των τριών τάφρων. Οπότε με βάση αυτά τα στοιχεία έγινε μια προσέγγιση των πιθανών ορίων και βαθών της περιοχής της εσωτερικής λιμνοθάλασσας για 1.000 και 2.000 χρόνια πριν από σήμερα.

Σημαντικό είναι το γεγονός ότι το μήκος του τμήματος της ακτογραμμής που λειτουργούσε ως φράγμα που προστάτευε τη λιμνοθάλασσα από την ανοιχτή θάλασσα, και του οποίου την ύπαρξη δικαιολογεί η παρουσία των παράκτιων και υποθαλάσσιων ψηφιδωπαγών αιγιαλών, δεν είναι δυνατό να καθοριστεί με ακρίβεια. Αυτό συμβαίνει γιατί υπάρχει πιθανότητα οι ψηφιδοπαγείς αιγιαλοί να διαβρώθηκαν, κοντά στην εκβολή του ποταμού, με το μήκος τους να ήταν σαφώς μεγαλύτερο από το σημερινό χωρίς αυτό να μπορεί να τεκμηριωθεί επιστημονικά. Μπορεί να γίνει μια εκτίμηση των ορίων βάσει της υπόθεσης ότι η εσωτερική αυτή λιμνοθάλασσα επικοινωνούσε με τη θάλασσα μέσω της φυσικής διόδου της τότε εκβολής του ποταμού.

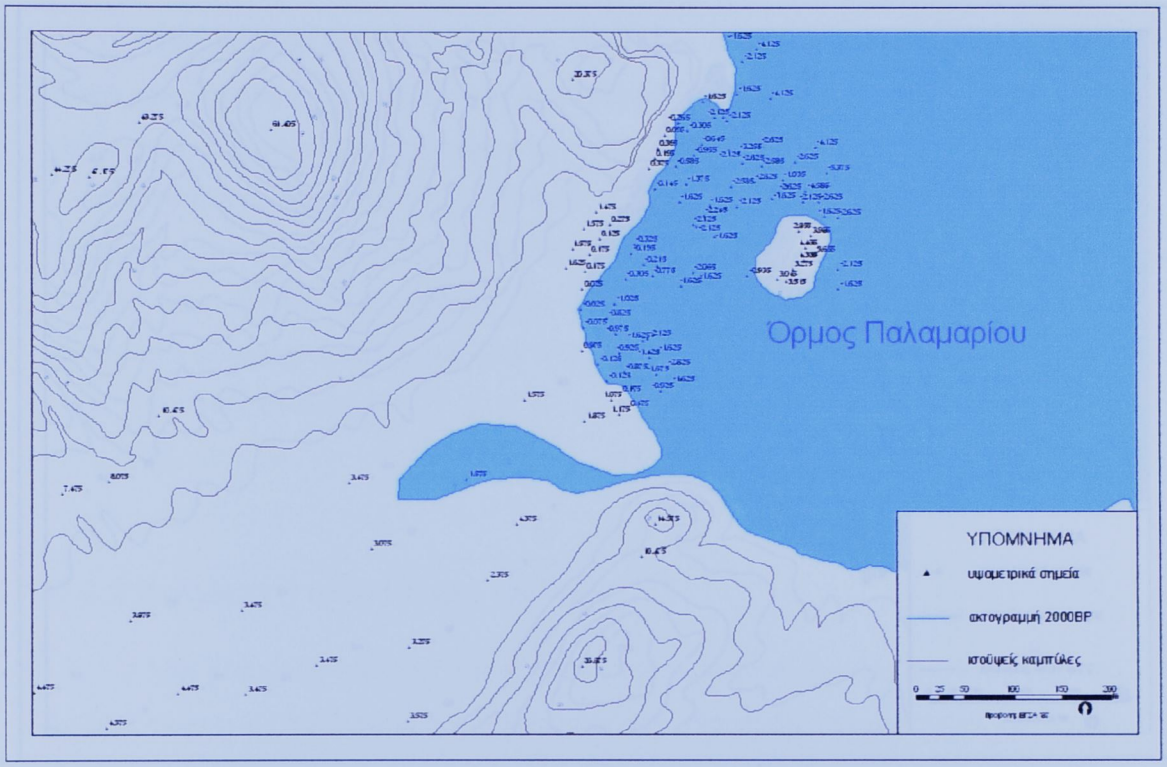
Στους χάρτες 7, 8, 9, 10 και 11 παρουσιάζεται η διαχρονική μεταβολή των ορίων της ακτογραμμής και των ορίων της εσωτερικής λιμνοθάλασσας που πιθανότατα να λειτουργούσε ως εσωτερικό λιμάνι.



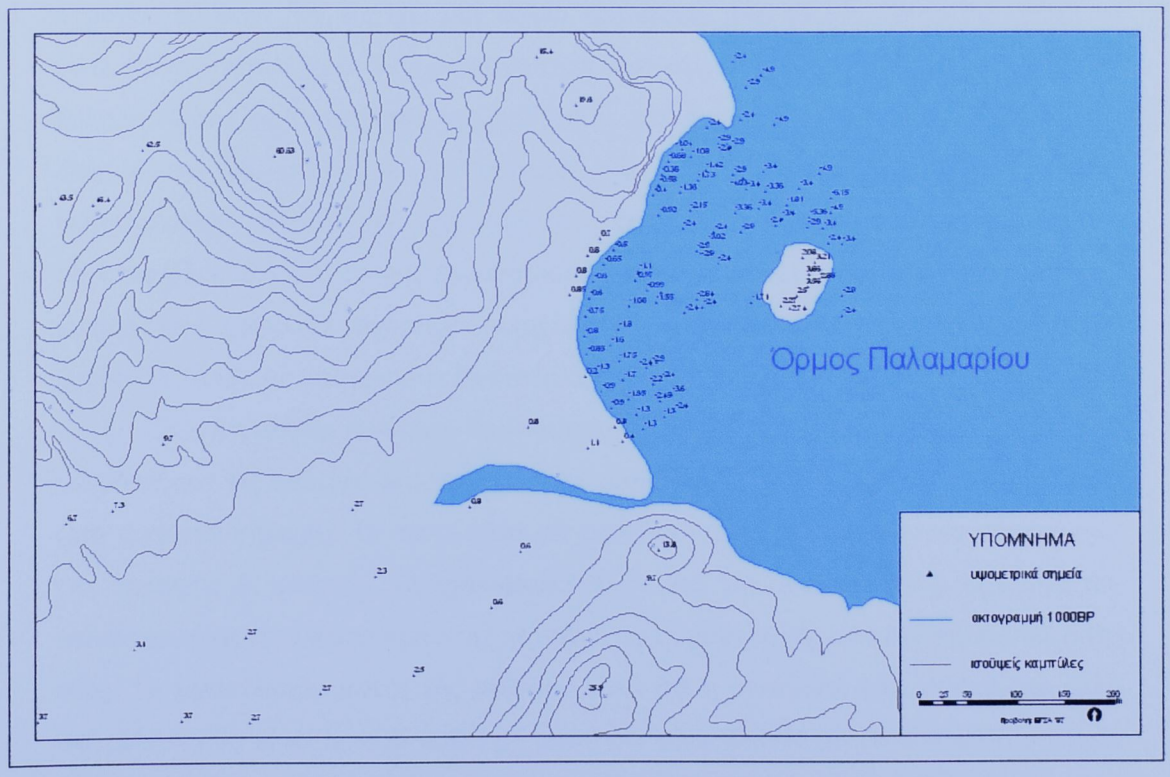
Χάρτης 7: η ακτογραμμή της περιοχής και τα όρια της λιμνοθάλασσας πριν από 5.000 χρόνια (Γ.Υ.Σ.)



χάρτης 8: η ακτογραμμή και τα όρια της εσωτερικής λιμνοθάλασσας πριν από 2.500 χρόνια (Γ.Υ.Σ.)



χάρτης 9: η ακτογραμμή και τα όρια της εσωτερικής λιμνοθάλασσας πριν από 2.000 χρόνια (Γ.Υ.Σ.)



χάρτης 10: η ακτογραμμή και η μορφή της εσωτερικής λιμνοθάλασσας πριν από 1.000 χρόνια (Γ.Υ.Σ.)

χάρτης 11: η ακτογραμμή και η μορφή της ευρύτερης περιοχής σήμερα (Γ.Υ.Σ.)

Μια παρατήρηση που μπορεί να γίνει είναι ότι σύμφωνα με την παλαιότερη σειρά των ψηφιδωπαγών αιγιαλών η ακτογραμμή πριν από 5.000 χρόνια ορίζεται στο βάθος των 5m. Αντίθετα σύμφωνα με την καμπύλη του Lamberk η ακτογραμμή τοποθετείται στο βάθος των 4,3m περίπου. Αυτή η απόκλιση οφείλεται κυρίως στην σημερινή αδυναμία διαχωρισμού του βαθμού επίδρασης των ευστατικών και τοπικών αιτίων στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και στη διαμόρφωση του της παλαιογεωγραφικής εξέλιξης του όρμου. Στην περίπτωση της Σκύρου τα τοπικά αίτια είναι τεκτονικής φύσεως.

2.6.2 Κινούμενη απεικόνιση εικόνων

Μια μέθοδος ανάδειξης της εξέλιξης της παλαιογεωγραφίας της περιοχής υπό μελέτη γίνεται με την κινούμενη απεικόνιση των τεσσάρων στιγμιότυπων που έχουν δημιουργηθεί (animation). Η διαδικασία υλοποίησής του περιλαμβάνει την επικάλυψη των πέντε αυτών χαρτών και την διαδοχική παρουσίασή τους.

Σημαντικό είναι το γεγονός ότι το χρησιμοποιούμενο λογισμικό ΣΓΠ στην παρούσα εργασία δεν παρέχει μια τέτοια λειτουργία. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να γίνει χρήση συγκεκριμένων προγραμμάτων που κάνουν δυνατή μία τέτοια εφαρμογή δηλαδή δίνουν τη δυνατότητα της διαδοχικής παρουσίασης μιας σειράς στιγμιοτύπων. Στιγμιότυπο θα μπορούσε να αποτελεί μια εικόνα ή και ένας χάρτης κάποια συγκεκριμένη στιγμή. Με οποιαδήποτε πηγή και αν χρησιμοποιηθεί, με τη συγκεκριμένη μέθοδο οπτικής παρουσίασης στοιχείων του χώρου δίνεται μια ξεκάθαρη εικόνα των χωρικών σχέσεων μεταξύ των διαφορετικών χαρακτηριστικών που παρουσιάζονται και ταυτόχρονα δίνεται μια εικόνα της εξέλιξής τους στο χρόνο.

Τα στιγμιότυπα που είναι διαθέσιμα στην παρούσα εργασία είναι οι χάρτες που απεικονίζουν τις παλαιές ακτογραμμές για 5.000BP, 2.500BP, 2.000BP και 1.000BP (έτη πριν από σήμερα). Τα πέντε αυτά στιγμιότυπα – μαζί με την παρούσα μορφολογία της περιοχής – μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάδειξη της εξέλιξης του παλαιογεωγραφικού αναγλύφου της περιοχής με τη μέθοδο της κινούμενης απεικόνισής τους. Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι η μετάβαση από το ένα στο άλλο στιγμιότυπο θα είναι αρκετά απότομη αφού δεν είναι διαθέσιμα τα αναγκαία στοιχεία για τον προσδιορισμό των ενδιάμεσων μορφολογικών φάσεων του αναγλύφου. Τη λύση

σε αυτό δίνουν προγράμματα τα οποία, έχοντας ως δεδομένα δύο εικόνες, κάνουν ομαλή τη μετάβαση της μίας στην άλλη, δημιουργώντας επιπλέον ενδιάμεσα, στα δύο αρχικά, στιγμιότυπα. Ένα τέτοιο πρόγραμμα είναι και το Abrosoft FantaMorph Pro 2.53 το οποίο παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας ενδιάμεσων στιγμιοτύπων μεταξύ δύο εικόνων και παρουσίαση του συνόλου τους με τη μορφή βίντεο. Τα ενδιάμεσα στιγμιότυπα που δημιουργούνται γίνονται με σκοπό την ικανοποίηση της μεθόδου οπτικοποίησης και δεν θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την άντληση πληροφορίας για τη μορφολογία του περιβάλλοντος. Αυτό συμβαίνει γιατί δημιουργούνται αυθαίρετα από το πρόγραμμα αγνοώντας τους παράγοντες που συμβάλλουν στη διαμόρφωση του αναγλύφου. Το πρόγραμμα Abrosoft FantaMorph Pro 2.53 κάθε φορά δέχεται μόνο δύο εικόνες για επεξεργασία. Συνεπώς, στην παρούσα εργασία λόγω του ότι τα στιγμιότυπα είναι πέντε στον αριθμό, θα δημιουργηθούν τέσσερα μεμονωμένα αλλά διαδοχικά βίντεο για την απεικόνιση των μορφολογικών μεταβολών της περιοχής. Με το πρόγραμμα αυτό μπορεί να καθοριστεί ο χρόνος διάρκειάς τους αλλά και η ποιότητα απόδοσής τους. Η ένωσή τους μπορεί να επιτευχθεί εύκολα με τη χρήση οπουδήποτε προγράμματος με λειτουργίες joiner. Ένα τέτοιο πρόγραμμα είναι και το AVI-MPEG-RM-WMV Joiner 4.61 το οποίο μπορεί να ενώσει διαδοχικά βίντεο και να τα μετατρέψει σε ένα ξεχωριστό αρχείο.

2.7 Σύγκριση χρησιμοποιούμενων μεθοδολογιών-Συζήτηση

Στη συγκεκριμένη εργασία δημιουργήθηκαν χάρτες που παρουσιάζουν τα χαρακτηριστικά της περιοχής σήμερα όπως επίσης και χάρτες που παρουσιάζουν την κατάσταση της περιοχής πριν από 5.000, από 2.500, από 2.000, από 1.000 χρόνια. Με την παρατήρηση των στιγμιότυπων αυτών, μπορούν να γίνουν παρατηρήσεις τόσο για τη σημερινή κατάσταση της περιοχής όσο και για κάθε περίοδο ξεχωριστά. Πολλές φορές όμως οι χάρτες απεικονίζουν σύνθετες διαδικασίες που διαδραματίζονται στο περιβάλλον. Σε μια τέτοια περίπτωση τα στιγμιότυπα, που προκύπτουν από τη δισδιάστατη απεικόνιση, δίνουν τη δυνατότητα εξέτασης των χαρακτηριστικών που παρουσιάζονται αλλά δεν γίνονται ξεκάθαρες οι μεταξύ τους σχέσεις και πιθανότατα η εξέλιξή τους. Στη συγκεκριμένη εργασία, η παρουσίαση των χαρακτηριστικών της περιοχής σήμερα είναι ικανοποιητική με τη δημιουργία ενός χάρτη. Όμως στην περίπτωση εξέτασης του φαινομένου της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης, λόγω ευστατικών και ισοστατικών αιτίων, σε συνδυασμό με τη διαμόρφωση του παλαιογεωγραφικού αναγλύφου της περιοχής η απλή δισδιάστατη παρουσίαση των στιγμιοτύπων δεν επαρκεί. Επιπροσθέτως η συγκεκριμένη μέθοδος οπτικοποίησης απαιτεί ευέλικτη και εκτεταμένη λειτουργικότητα. Οι λειτουργίες αυτές αφορούν τη δυνατότητα εκπόνησης ερωτημάτων σχετικά με τα δεδομένα του χάρτη, την παροχή της δυνατότητας δημιουργίας διαφορετικών εικόνων βάσει των διαφορετικών δεδομένων της ίδιας περιοχής, την απεικόνιση των ίδιων των δεδομένων με διαφορετικούς τρόπους, τη σύνδεση χαρτών ίδιας περιοχής με διαφορετικό αντικείμενο παρουσίασης.

Το πλεονέκτημα της απεικόνισης σε τρεις διαστάσεις είναι ότι το αποτέλεσμα που προκύπτει δίνει μια καλή εικόνα του χώρου του οποίου εξετάζεται και ταυτόχρονα μπορεί να γίνει κατανοητή σε ένα ευρύτερο κοινό και προκαλεί το ερευνητικό ενδιαφέρον. Από τη στιγμή που υπάρχουν στοιχεία – υψομετρικά σημεία, ισοϋψείς – για παλαιότερες χρονικές περιόδους, η εφαρμογή μέθοδος της τρισδιάστατης απεικόνισης με τη δημιουργία του ψηφιακού της μοντέλου (Digital Elevation Model) δίνει πλήρη εικόνα της μορφή του αναγλύφου, μεγιστοποιεί τη δυνατότητα εξαγωγής και ανάλυσης της πληροφορίας κάνοντας ορατές τις συσχετίσεις μεταξύ των διαφόρων στοιχείων του χάρτη και μπορούν να γίνουν ευκολότερα υποθέσεις για τις συνθήκες που επικρατούσαν και συνέβαλλαν στη σημερινή διαμόρφωσή του. Μεγάλο ρόλο

παίζουν οι δυνατότητες που παρέχει το χρησιμοποιούμενο λογισμικό και υπολογιστικό σύστημα.

Τέλος η μέθοδος της δυναμικής κίνησης διαδοχικών εικόνων (animation) μπορεί γίνει είτε δισδιάστατα είτε τρισδιάστατα. Ανεξάρτητα όμως από αυτό έχει το πλεονέκτημα να δίνει μια ξεκάθαρη εικόνα των σχέσεων μεταξύ των διαφορετικών χαρακτηριστικών που παρουσιάζονται, κάνει εμφανή την εξέλιξη ενός φυσικού φαινομένου στο χρόνο το οποίο δεν είναι ορατό από την απλή παρατήρηση ενός χάρτη του συγκεκριμένου χώρου και προκαλεί το ερευνητικό ενδιαφέρον σχετικά με τα αίτια που συνέβαλλαν στη διαμόρφωσή του ή την εύρεση και εφαρμογή διαφορετικών μεθόδων οπτικοποίησης. Στην έρευνα αυτή υλοποιήθηκε με τις δισδιάστατες εικόνες που παρουσιάζουν τις παλαιότερες στάθμες θάλασσας. Πλέον η παρουσίαση-ανάλυση του φαινομένου της εξέλιξης του γίνεται στο σύνολό του και δεν γίνεται μόνο μέσα από στιγμιότυπα. Γενικότερα, οι χάρτες αποτελούν την απεικόνιση της πραγματικότητας αλλά η προσθήκη φωτογραφιών και πιθανότατα μιας σειράς εικόνων με την εξέλιξη για παράδειγμα της παλαιογεωγραφίας του, προσδίδουν μια άλλη οπτική του πραγματικού κόσμου, κάνουν κατανοητή την εξέλιξη του σε ένα ευρύτερο κοινό και ωθούν την έρευνα στο συγκεκριμένο αντικείμενο.

Η βέλτιστη μέθοδος απεικόνισης της εξέλιξης του παλαιοπεριβάλλοντος της περιοχής είναι η κινούμενη απεικόνιση εικόνων γιατί ικανοποιεί πλήρως το στόχο της παρούσας εργασίας. Κάνει παρουσίαση της μορφολογίας της περιοχής τόσο για σήμερα όσο και παλαιότερων χρονικά περιόδων και ταυτόχρονα κάνει ορατή τη μεταβολή αυτή του αναγλύφου. Γίνονται εμφανείς οι σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων που απεικονίζονται ενώ ωθείται το ερευνητικό ενδιαφέρον σχετικά με την προσέγγιση των φυσικών διεργασιών που συμβάλλουν στη διαμόρφωση του αναγλύφου. Τα μειονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι ότι τα ενδιάμεσα στιγμιότυπα των δεδομένων εικόνων υλοποιούνται αυθαίρετα από το χρησιμοποιούμενο πρόγραμμα, λόγω ανεπάρκειας των στοιχείων για τη μορφολογία του παλαιοπεριβάλλοντος της περιοχής, βάσει της παραδοχής ότι το ανάγλυφο μεταβάλλεται ανάλογα χωρίς την επίδραση φυσικών διεργασιών.

Για να ξεπεραστούν τα προβλήματα οπτικοποίησης θα πρέπει να υλοποιηθούν μια σειρά από διαδικασίες. Αρχικά οι ίδιες δειγματοληπτικές τάφροι και γεωτρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί στην περιοχή, θα πρέπει να γίνουν σε μεγαλύτερο βάθος με σκοπό την λήψη δειγμάτων για μικροπαλαιοντολογική ανάλυση με σκοπό την αναπαράσταση του παλαιο-περιβάλλοντος καθώς και δειγμάτων για

ραδιοχρονολόγηση. Κρίνεται αναγκαία η διεξαγωγή ενός μεγαλύτερου αριθμού γεωτρήσεων στην ευρύτερη περιοχή της παράκτιας πεδιάδας της εκβολής του χειμάρρου καθώς και η λήψη δειγμάτων από τους βυθισμένους ψηφιδοπαγείς αιγιαλούς για χρονολόγηση (Descruelles et al 2004: 5-18).

Burrough P. A. (1986), *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*, Oxford: Clarendon Press 39-42

Chrisman (1991), «The error component in spatial data (165-174). In D.J. Maguire, M. Goodchild, D.W. Rhind (ed.) *GIS principles and applications*, John wiley & sons, NY

Descruelles S., Tsoache E., Paviopoulos K., Delongeville R., Peulvast J., Coquinot Y., Poidevin J. «Beachrock and recent sea-level changes on Mykonos, Delos and Rheneia islands (Cyclades, Greece)», *Geomorphologie*, 2004, No. 1, 5-18

Fairbridge, R.W. (1961), *Eustatic changes in sea-level. Physics and Chemistry of the earth* 4, 99-185.

Jelgersma, S.(1966), «Sea-level changes during the last 10000 years» In Sawyer, J.S. (ed.), *World Climate 8000 to 0 BC. Proc. Int. Symp. On World Climates* 18-19 April, 1966 Royal Meteorological Society, London

Keller P. R., Keller M M (1992), *Visual cues, practical data visualization*, Piscataway: IEEE Press

Kraak M-J (1999) «Visualising spatial distributions» (157-172) in Longley P., Goodchild M., Maguire D., Rhind D. (ed.) *Geographical Information Systems*, Canada: John Wiley & sons, Inc

Lambeck K. (1995), *Late Pleistocene and Holocene sea-level change in Greece and south-western Turkey: a separation of eustatic, isostatic and tectonic contributions* 1032-1035, 10-12

2.8 Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, οι μέθοδοι που εφαρμόστηκαν για την πραγματοποίηση του στόχου της εργασίας αυτής ήταν η δημιουργία χαρτών, η τρισδιάστατη απεικόνιση του αναγλύφου της περιοχής μελέτης μέσω της δημιουργίας του ψηφιακού της μοντέλου και η διαδοχική απεικόνιση εικόνων που δίνουν τα στιγμιότυπα παλαιότερων φάσεων της μορφολογίας του αναγλύφου.

Οι χάρτες δημιουργήθηκαν με σκοπό την πλησιέστερη απόδοση της μορφολογίας του αναγλύφου. Έγινε μια ικανοποιητική παρουσίαση των χαρακτηριστικών του χώρου αλλά ουσιαστικά δεν ικανοποιήθηκε ο βασικός στόχος της εργασίας που είναι η οπτικοποίηση της παλαιογεωγραφικής εξέλιξης του αναγλύφου. Σημαντικό είναι το γεγονός, ότι λόγω του ότι το θέμα της εργασίας είναι αρκετά εξειδικευμένο, το περιεχόμενο των χαρτών αυτών, είναι σύνθετο και συνεπώς δεν γίνεται κατανοητό από το ευρύ κοινό.

Με το ψηφιακό μοντέλο της περιοχής του όρμου Παλαμαρίου, καταρχήν, δίνεται μια ικανοποιητική εικόνα της μορφολογίας του εδάφους της κάνοντας ευδιάκριτες τις σχέσεις των χαρακτηριστικών. Βασικό μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι δεν ικανοποιεί το στόχο της εργασίας αυτής.

Η μέθοδος που έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα ήταν η διαδοχική παρουσίαση εικόνων λόγω του ότι έγινε μια πρώτη προσέγγιση της παλαιογεωγραφικής της εξέλιξης. Ταυτόχρονα έδωσε μια σαφή εικόνα των χαρακτηριστικών του χώρου αυτού και των μεταξύ τους σχέσεις.

Βιβλιογραφία

Booth B., Mitchell A. (2001), *Getting started with ArcGIS*, USA: ESRI 1, 5-8, 21-22, 27, 31

Burrough P. A. (1986), *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*, Oxford: Clarendon Press 39-42

Chrisman (1991), «The error component in spatial data (165-174). In D.J. Maguir, M. Goodchild, D.W. Rhind (ed.) *GIS principles and applications*, Johnwiley & sons, NY

Desscruelles S., Fouache E., Pavlopoulos K., Dalongeville R., Peulvast J., Coquinot Y., Potdevin J. «Beachrock and recent sea-level changes on Mykonos, Delos and Rhenia islands (Cyclades, Greece)», *Geomorphologie*, 2004, No. 1, 5-18

Fairbridge, R.W. (1961), *Eustatic changes in sea-level. Physics and Chemistry of the earth* 4, 99-185.

Jelgersma, S., (1966), «Sea-level changes during the last 10000 years» In Sawyer, J.S. (ed.), *World Climate 8000 to 0 BC. Proc. Int. Symp. On World Climates* 18-19 April, 1966 Royal Meteorological Society. London

Keller P R, Keller M M (1992), *Visual cues, practical data visualization*, Piscataway: IEEE Press

Kraak M-J (1999) «Visualising spatial distributions» (157-172), in Longley P., Goodchild M., Maguire D., Rhind D. (ed.) *Geographical Information Systems*, Canada: John Wiley & sons, inc

Lambeck K. (1995), *Late Pleistocene and Holocene sea-level change in Greece and south-western Turkey: a separation of eustatic, isostatic and tectonic contributions* 1032-1035, 1042

Lambeck K. (1996), *Sea level change and shore line evolution in Aegean Greece since Upper Paleolithic time. Antiquity*, 597-600

MacEachren A M, Taylor D R F (eds) (1994), *Visualization and modern cartography*, Oxford: Pergamon

Morner, N. A., (1973), Eustatic changes in last 300 years, Paleogeogr. Paleoclimat. Paleoecol. 13, 1-14.

Shepard F. P.,(1963), *Submarine Geology (3rd edition) Harper & Row*, New York.

Summerfield A. M. (1991), *Global Geomorphology*, Pearson Prentice Hall, 517

Taylor D R F (1994), «Perspectives on visualization and modern cartography». In MacEachren A M, Taylor D R F (eds), *Visualization and modern cartography*, Oxford: Pergamon 333-342

Tooley, M.J., (1974), *Sea level changes during the last 9000 years in north west England* Geogr. J., 140, 18-42.

Αλμπανάκης Κ. (1999), *Μαθήματα Ωκεανογραφίας*, Θεσσαλονίκη: University Studio Press

Αντωνιάδης Ξ. (1977), *Η Σκύρος στους περιηγητές και γεωγράφους*, Αθήνα: Εταιρεία Ευβοϊκών Σπουδών

Αρναούτογλου Χ. (1982), *Σκύρος:Ελληνική Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική*, Αθήνα: Μέλισσα

Γκολιομύτη Α., «Σκύρου διάβασις», *Γεω*, Νο.78, 06/10/2001, 14-21

Δημοπούλου-Βαγιανού Ε., «Αρχές και μέθοδοι σχεδιασμού βάσεων δεδομένων Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών», *Τεχνικά Χρονικά*, Νο.3, 1998, 111-120

Ζαμπάκα-Κοτίνη Σ. (1983), *Συμβολή στην μελέτη του κλίματος της Ελλαδας-Κανονικός καιρός κατά μήνα*, Αθήνα: Ακαδημία Αθηνών 173-205)

Ζήθρου Ε., Καρκάνη Ζ., Ματζίρη Μ., Παπαδοπούλου Μ., Τζιάβος Η.Ν., Τσακίρη-Στρατή Μ., Χατζηγάκη Σ., «Πολυφασματική βαθυμετρία με Συνδυασμό δεδομένων από Ηχοβόλιση και εντοπισμό με το σύστημα GPS», *Τεχνικά χρονικά*, Νο.2, 2000, 99-110

Κάβουρας Μ. (2002), *Εθνική υποδομή Γεωγραφικών Πληροφοριών*, 2ο πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο

Κάβουρας Μ., Νάκος Β., Τσούλος Λ., Φιλιππακοπούλου Β. (2002) (επιμ.), *Στοιχεία Χαρτογραφίας,* Αθήνα: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π. 360

Καλογεροπούλου Δ. (1937), *Συμβολή εις την βιβλιογραφία της νήσου Ευβοίας και των Θεσσαλικών Σποράδων*, Αθήνα

Καρύμπαλης Ε., Παυλόπουλος Κ. (2004), *Σημειώσεις Παράκτιας Γεωμορφολογίας*, Αθήνα, 39-42

Κουτσόπουλος Κ. (2002), *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου*, Αθήνα: Παπασωτηρίου 317-324

Μανιάτης Γ., (1996), *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Γης-Κτηματολογίου*, Θεσσαλονίκη: Ζήτη

Μαρουκιάν Χ., Παυλόπουλος Κ., Γάκη-Παπαναστασίου Κ., Ζαμάνη Α., «Οι επιπτώσεις από την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης στις χαμηλές παράκτιες περιοχές», *Γεωγραφίες*, Νο.1, 2001, 73-82

Μελέντης Ι. (1974), *Η γεωλογία της νήσου Σκύρου*, Αθήνα (Ανάτυπο από το Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, τόμος Χ, τεύχος 2, 1973)

Μερτίκας Σ. (1999), *Τηλεπισκόπιση και Ψηφιακή ανάλυση εικόνας*, Αθήνα: Ίων

Παπαπέτρου Α., Ζαμάνη (1995), *Γεωμορφολογία*, Αθήνα Συμμετρία

Παρασχάκης Ι., Παπαδοπούλου Μ., Πατιάς Π. (1998), *Αυτοματοποιημένη χαρτογραφία*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη

Παρλαμά Λ., «Προϊστορική Σκύρος», *Αρχαιολογία*, Νο.42, Μάρτιος 1992, 20-23

Παυλόπουλος Κ., Καρύμπαλης Ε., (2003), *Παλαιογεωγραφική Αναπαράσταση του παράκτιου περιβάλλοντος της περιοχής Παλαμαρίου Σκύρου*, Αθήνα 1-11

Σαπουνά-Σακελλαράκη Ε. (1997), *Σκύρος*, Αθήνα: Υπουργείο Πολιτισμού, Ταμείο Αρχαιολογικών πόρων και Απαλλοτριώσεων 6-25

Στεφανάκης Ε. (2003), *Σημειώσεις: Αναλυτική Χαρτογραφία*, Αθήνα

Χαλκιάς Χ. (2002), *Σημειώσεις: Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών ΙΙ*, Αθήνα

Διαδικτυακοί τόποι

Χάρτης 1. Εύρεση στις 28 Φεβρουαρίου 2004 στην ιστοσελίδα http://ww2.olympic-airways.gr/passengers_info/oapaxinfdomskugr.htm Αναζήτηση στο δικτυακό τόπο www.google.gr

ArcView-3D Analyst. Εύρεση στις 7 Απριλίου 2004 στην ιστοσελίδα http://www.esri.com/library/brochures/pdfs/3danabro.pdf Αναζήτηση στο δικτυακό τόπο www.esri.com

Παράρτημα Ι

Μέση Θερμοκρασία

Χρονιά	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάϊος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Ε
55	12.7	14.6	13.4	13.4	19.8	23.1	26.2	24.7	22.4	19.5	14.9	12.8	18.1
56	10.7	9.7	8.5	15.4	19.1	23.2	25.6	25.8	21.6	17.8	14.9	10.1	16.9
57	9.1	11.7	10.6	14.5	18	23.5	25	26.1	23.3	19.6	15	11.1	17.3
58	10.6	13	11.9	14.9	21.2	24.2	25.5	25.2	20.4	17.7	14.9	13.1	17.7
59	10.1	8.2	12.2	14.8	18.9	22.2	25.2	25.6	20.8	15.9	13.7	13.7	16.8
60	11.2	11.6	11.4	14.6	19.3	23	25.3	26.3	21.5	20.5	17.1	15.1	18.1
61	10.2	9.4	12.8	17	20.2	23.7	25	24.9	21.4	17.6	17.1	12.3	17.6
62	11.2	9.2	13.6	15.3	20.9	22.8	25.1	25.6	22.5	18.4	17.3	11.5	17.8
63	9.9	11.9	11.2	13.9	18.2	23.4	25.6	25.8	23.3	18.6	16.1	12.8	17.6
64	7.7	9	11.4	14.8	17.9	23.6	24.6	24.5	20.6	19.3	15.2	12.6	16.8
65	10.5	8.4	11.5	14.4	18.3	23.9	25.6	23.4	21.9	16.8	15.8	13.3	17.0
66	10.3	13.4	12.5	16.5	19.1	22.7	26.4	26.3	21.5	21.2	16.7	12.3	18.2
67	9.3	8.9	11.9	14.8	20	23.6	25.1	25.6	22.4	19	14.5	12.3	17.3
68	9.1	11.7	11.7	16.2	22	23.3	25.9	24.8	22.8	17.5	15.1	11.1	17.6
69	8.9	12.6	11.1	13.9	20.7	24.8	23.9	24.8	22.9	17.5	15.7	13	17.5
70	12	12.2	13.1	17	19.4	23.6	25.9	25.5	21.6	17.6	14.6	11.4	17.8
71	11.7	10.1	11.8	14.1	19.8	24.2	23.9	24.9	21.5	16.4	14.4	10.6	17.0
72	9.7	9.6	11.2	15.9	19.2	24.1	25.8	25.8	22.2	16.5	14.4	10.6	17.1
73	9.3	11.2	9.7	15.1	19.4	22.7	26.5	24.1	22	18.9	13.2	12.3	17.0
74	8.4	11.2	11	13.9	18.6	23.2	25	24.5	22.6	20.6	15	11.2	17.1
75	9.9	8.6	13.9	15.3	19.8	23.4	25.5	23.9	23	18.8	14	10.6	17.2
76	10.3	9.1	11.2	15	18.5	22.6	25.1	23.1	21.2	18.1	14.6	11.1	16.7
77	9.5	12.5	11.1	14.1	19	23.6	26.1	25.6	21.2	16.4	16.4	10.3	17.2
78	9.4	11.8	13.1	15.5	18.9	24	25.3	23.8	21	17.5	13.1	13.3	17.2
79	10.6	11	13.1	14.8	18.8	24.4	24.6	24.9	22.3	17.4	14.6	12.1	17.4
80	8.6	8.8	11.3	14	18.2	23.4	25.6	25.1	21.1	20	16.5	12.5	17.1
81	8.8	9.9	13.3	15.3	17.7	24.3	24.5	24.1	22.2	20.4	12.2	13.3	17.2
82	10.1	7.7	10.4	13.7	17.9	24	24.6	24.8	22.6	18.6	13.5	11.4	16.6
83	9.5	8	11.5	16.2	20.7	22.3	25.4	24.1	22	16.5	12.9	11.9	16.8
84	10.8	10.3	10.7	13.4	20.2	23.4	24.4	23.9	23.3	20.2	14.6	10.7	17.2

85	10.6	7.6	10.6	17.1	21	24.4	25	25.3	21.8	15.9	15.3	12.4	17.3
86	11.3	10.9	11	16.7	18.8	24.2	25.1	25.6	21.9	17.5	12.5	9.9	17.1
87	10.8	10.6	7.9	14.1	18.4	23.9	25.8	24.9	23.1	16.7	14.3	11.1	16.8
88	10.7	9.5	11.7	13.7	19.6	25	27.7	25.4	22.7	17.3	11	10.2	17.0
89	8	10	12.2	17.4	18.8	23.3	25.1	25.3	22.8	16.9	13.4	10.2	17.0
90	8.5	10.3	13	16.2	19.1	24.1	25.3	24.1	22	18.5	16.8	11.9	17.5
91	8.5	9.5	11	14.2	17.7	23.9	25	25.4	22.4	19	14.9	7.8	16.6
92	8.8	7.7	10.7	15.2	17	23.4	24.2	25.2	21.6	21.7	14.6	9.4	16.6
93	8.3	6.7	10.4	14.5	18.7	23.9	24.9	24.8	22.2	19.3	12.7	12.3	16.6
94	11.5	10	12	15.9	20.5	23.6	25.4	26.1	24.4	19.5	13.6	10.7	17.8
95	10.2	11.6	11.8	14.7	19.3	25.3	25.7	25.2	23	16.5	11.7	11.9	17.2
96	8.8	9.1	8.4	12.9	21	23.6	25.3	24.8	22.2	16.7	14.7	13	16.7
97	10.7	9.6	10	11.8	19.7	24.1	26.9	24.7	20.4	17	13.9	11	16.7
AVERAGE	**9.93**	**10.20**	**11.46**	**14.93**	**19.29**	**23.65**	**25.34**	**24.98**	**22.08**	**18.22**	**14.59**	**11.68**	

Πηγή: Ε.Μ.Υ.

Μέση Ελάχιστη Θερμοκρασία

Χρονιά	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάϊος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Ε.
55	10.2	11.2	10.2	10.3	15	18.1	21.9	21.3	18.8	16.5	12.8	10	14.7
56	7.6	6.3	5.9	11	14.5	18.5	21.3	21.7	17.4	14.3	12	7.5	13.2
57	6.4	8.1	7.4	11.2	12.6	18.9	20.6	21.9	19.7	17.5	12.7	8.1	13.8
58	8.1	8.8	8.6	11.4	15.6	19.7	21.6	20.6	16.3	14.6	11.9	9.5	13.9
59	5.7	4.9	8.9	11.5	14.2	18.6	21.7	22.1	18	13.8	11.3	11	13.5
60	8.5	9.1	8.9	11.4	15.4	18	22.4	22.8	19.4	17.1	14.1	12.6	15.0
61	7.7	7.2	9.5	13.4	15.8	19.4	20.8	21.4	17.7	14.7	13.8	9.9	14.3
62	8.4	6.2	10.6	12.2	16.1	19	21.2	22.7	19.3	16.5	15.1	9.3	14.7
63	8	9.4	8.3	11.2	15.2	19.8	22.1	22.2	20.8	16.3	13.2	11	14.8
64	5.4	6.4	8.9	10.8	13.8	19.6	21.3	21.2	17.6	16.3	12.5	10.5	13.7
65	8.3	5.5	8.8	10.8	13.6	19.3	20.4	19.4	18.7	14.7	12.5	10.5	13.5
66	7.6	10.4	9.6	13.6	14.6	18.2	22.5	23	18.4	18.3	13.9	9.3	15.0
67	6.4	6	9.1	10.8	16	19.6	22.4	22.6	18.8	16.6	11.9	9.5	14.1
68	6.1	8.9	8.8	12.1	17.9	19.3	22.1	20.3	18.9	15.1	13.1	8.9	14.3
69	6.9	9.6	9.2	10.6	16.1	20.1	20.1	20.8	20.6	15.5	12.3	10.5	14.4
70	9.8	9.4	10	12.6	15	18.7	22.4	22.1	19.1	14.5	11.6	8.6	14.5
71	9.6	7.8	8.6	10.7	15.2	19	20.6	21.7	18.7	13.6	11.6	7.8	13.7
72	8.1	7.6	7.9	12.6	14.3	19.2	22	22.4	19.2	13.7	11.3	9.3	14.0
73	7.3	9	7.1	11.4	14.6	18.6	21.9	21.5	19.1	15.9	10	9.7	13.8
74	6.8	8.8	8.8	10.3	14.5	18.7	20.3	21.2	19.3	17	12.8	8.3	13.9
75	7.7	6.4	10.3	10.8	14.7	18.6	22.6	20.6	20.2	15.9	12	8.8	14.1
76	7.4	6.7	9	11.2	14.5	18.4	20.8	19.4	17.6	15.1	12.2	8.4	13.4
77	6.9	9.9	7.9	10.3	14.2	19.2	22.2	22	18.5	13.7	13.8	8.1	13.9
78	7	9.1	10.2	11.9	14.8	20	21.4	20.7	17.5	15.1	11.4	10.6	14.1
79	8	8.8	10.5	11.3	14.1	20	20.5	21.3	19.3	14.9	12.4	9.2	14.2
80	6.1	7.1	8.9	10.7	14.5	18.9	20.8	22.3	17.7	16.9	13.5	10	14.0
81	6.5	7.4	10.2	11	14.1	19.6	21.3	20.8	17.9	16.6	9	10.2	13.7
82	7.7	5.5	7.3	10.2	13.2	18.8	20	20.7	19	15.4	11.3	9.1	13.2
83	6.2	5	8.2	11.1	16.2	18.1	21.6	21	18.3	13.7	10.5	9.6	13.3
84	8.4	8.2	8.7	10.6	16.3	19.2	20.7	20.3	19	17.1	12.6	8.8	14.2

85	8.6	5.5	8.8	14.1	17	20.7	21	22	18.7	13.5	13.1	10.2	14.4
86	8.8	8.6	9.3	12.3	15.5	20.5	21.7	21.9	18.3	14.9	10.7	7.5	14.2
87	8.1	8.8	5.6	11.5	14.6	19.7	22.1	21.5	19.9	14.8	11.9	9.2	14.0
88	8.6	6.7	9.4	11.2	15.3	20.8	24	21.8	19.5	14.8	8.6	7.7	14.0
89	5.4	7	9.5	13.5	15.3	19.3	22.5	21.7	20.1	15.6	10.9	7.1	14.0
90	5.6	7.5	9.5	13.2	14.8	19.8	21.8	21.4	18.1	15.3	14.3	9.8	14.3
91	6.4	7.4	8.9	11.5	14.8	19.4	21.8	22.1	18.2	15.9	12.8	4.8	13.7
92	6.3	4.8	7.8	11.1	13.2	19.2	19.9	21.6	18.2	18.6	11.6	7.3	13.3
93	5.7	4.4	7.3	11.7	15.1	19.5	19.1	21.7	18.6	16.4	11	9.5	13.3
94	9.4	7.9	9.3	12.8	16.9	19.9	22.8	22.5	21.3	17.6	11.8	8.3	15.0
95	7.8	9.2	9	10.9	15.7	21.2	22.6	21.9	20.6	14.6	9.4	10.2	14.4
96	7.6	7.2	6.6	8.9	16.5	19.1	21	21.2	18.5	13.3	10.9	9.9	13.4
97	7.3	5.8	6.1	7.2	14.6	18.7	21.3	20.7	16.7	13.6	10.6	7.9	12.5
AVERAGE	**7.45**	**7.57**	**8.68**	**11.37**	**15.02**	**19.28**	**21.47**	**21.49**	**18.78**	**15.48**	**12.02**	**9.16**	

Πηγή: Ε.Μ.Υ.

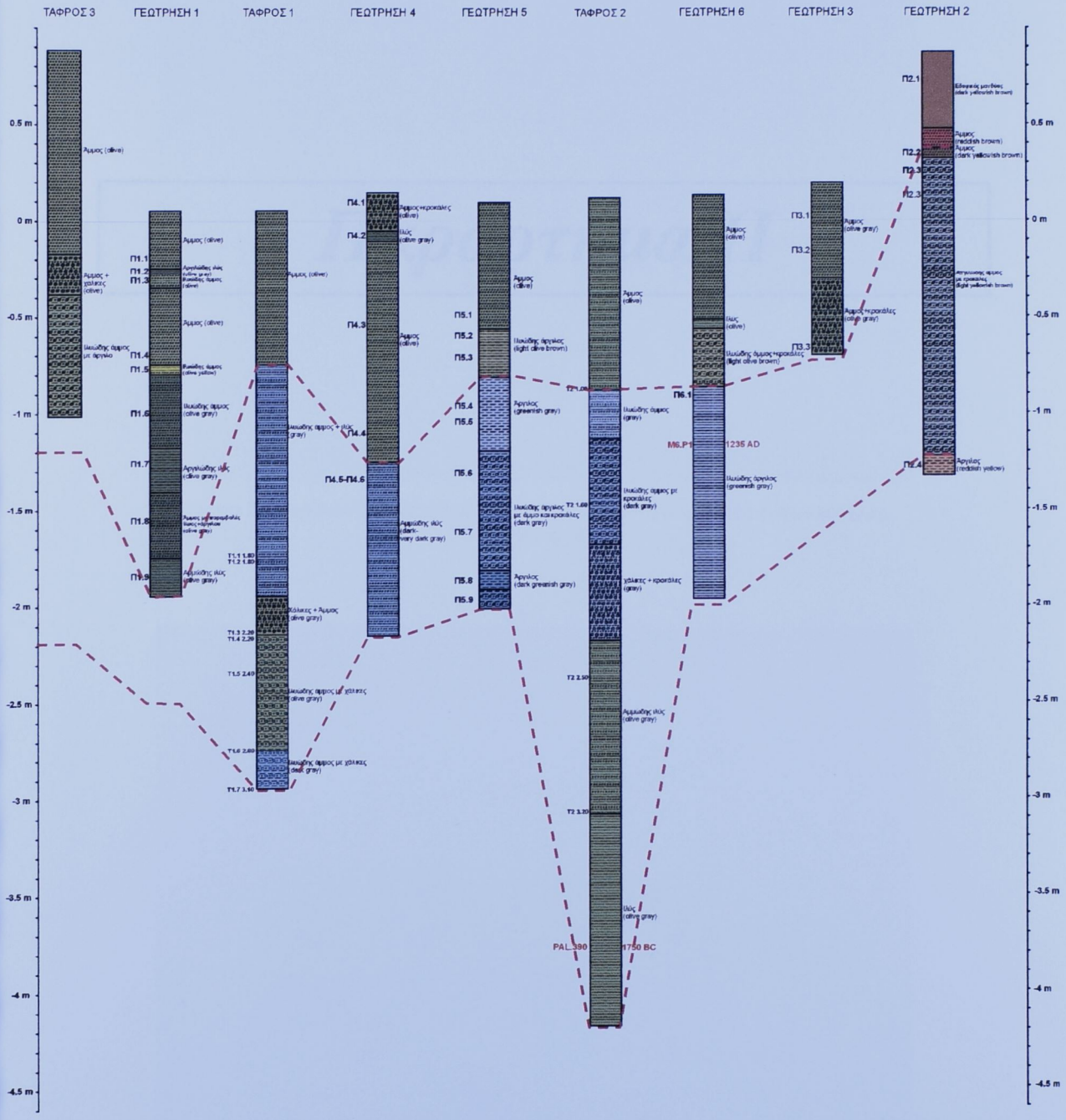
ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Μέση μέγιστη Θερμοκρασία

Χρονιά	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάϊος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Ε.
55	15.3	17.8	16.1	15.9	23	25.6	29.1	27.2	24.9	22.5	17.2	15.4	20.8
56	13.8	12.3	10.8	18.8	22.1	25.9	28.2	28.7	24.1	21	17.7	12.7	19.7
57	11.3	15.1	13.6	17.2	20.7	26.1	27.7	28.6	26.3	21.5	17.2	13.2	19.9
58	12.9	16.2	14.4	17.6	24.4	27	27.9	28.1	22.9	20	17.1	15.6	20.3
59	13	10.9	14.3	17.5	21.4	24.4	27.1	27.6	23.5	18	16.3	16.1	19.2
60	13.8	14.1	13.3	16.9	21.8	25.3	27.4	29	23.6	23.3	20.3	17.6	20.5
61	12.8	11.2	15.6	19.2	22.6	25.5	26.6	26.8	23.6	19.8	19.7	14.3	19.8
62	13.2	11.6	16.1	17.7	23.6	25.1	27.2	27.9	24.9	19.9	19.5	13.6	20.0
63	12.3	13.9	13.6	16	20.4	25.6	27.4	28.2	25.4	20.3	19.1	14.8	19.8
64	9.8	11.4	13.4	17.6	20.2	25.5	26.4	26.5	22.8	22	17.6	14.8	19.0
65	12.6	11.2	13.7	17.3	21	26.4	28.5	26.1	24.6	18.9	18.8	15.9	19.6
66	12.8	16.5	15.3	19.5	21.6	24.8	28.7	28.8	24.1	23.9	19.6	15	20.9
67	12.1	11.3	14.6	17.8	22.6	26.2	27.4	27.7	25.1	21.5	17.4	15.5	19.9
68	12.4	14.6	14.3	19.2	24.8	25.8	28.1	27.4	25.6	19.7	17.3	13	20.2
69	11	15.4	13	16.8	23.6	27.9	26.3	27.6	25.3	19.3	18.8	15.3	20.0
70	14	15.6	16.1	20.5	22.7	26.1	28.5	28.1	24.2	20.7	18.1	14	20.7
71	14	12.4	14.9	16.6	22.8	26.9	26.6	27.5	23.8	19.3	17.1	13.2	19.6
72	11.1	11.2	13.5	18.7	22.2	27	28.1	28.5	24.7	19.2	17.7	11.8	19.5
73	11.2	13.8	11.9	18.2	22.4	25.4	29.2	26.1	24.5	21.5	16.2	15.2	19.6
74	10.3	13.5	12.9	16.5	21.9	26	27.5	27	25.4	23.8	17.6	14	19.7
75	12.2	10.7	16.6	18.7	22.5	26.1	28	26.1	25.2	21.4	15.7	12.6	19.7
76	13.3	11.2	13	17.8	20.8	25.4	27.8	25.3	24.3	20.4	16.9	13.6	19.2
77	12	15.7	14.2	17.5	21.4	25.9	28	28	23.6	18.8	18.8	12.2	19.7
78	11.5	14	15.7	18	21.4	26.6	27.6	26	23.7	19.5	14.7	15.5	19.5
79	13.3	13	15.6	17.6	21.3	27.3	27.3	27.3	24.5	19.6	16.9	14.9	19.9
80	10.8	10.3	13.3	16.5	20.6	26	28	27.4	23.6	22.8	19.4	15	19.5
81	10.6	12.3	15.7	18.1	19.9	26.7	26.7	26.5	24.7	23.4	15	15.7	19.6
82	12.1	9.7	13.2	16.2	20.3	26.8	26.8	27.2	24.8	21.2	15.4	13.9	19.0
83	11.8	10.8	14.1	19.5	23.2	24.9	28.1	26.1	24.3	18.8	14.6	14	19.2
84	13.2	12	12.7	15.4	23.2	26.1	26.6	25.8	25.9	23	16.5	12.4	19.4

85	12.6	10	12.3	20.1	23.1	26.5	26.7	27.2	23.7	18.1	17.5	14.4	19.4
86	13.7	13.3	12.6	19.4	20.8	26.4	26.9	28.1	24.7	20.6	14.7	12.4	19.5
87	14	12.6	10.6	17	21.1	26.2	28	26.8	25.6	18.5	16.5	12.9	19.2
88	12.7	12	14.2	16.1	22.2	27.3	29.8	27.6	25.1	19.6	13.3	12.5	19.4
89	10.3	12.6	14.3	20	21	25.4	26.9	27.7	25.1	19.2	15.9	12.8	19.3
90	10.7	12.8	16	18.8	21.7	26.6	27.3	26.2	24.8	21.2	19.3	14.1	20.0
91	11.3	11.5	12.8	16.4	20.1	26.3	27	26.9	24.5	20.7	16.9	10	18.7
92	11.3	10.5	13.4	18	19.4	26.3	26.5	27.7	24.1	25.1	17.8	11.2	19.3
93	11	9	12.9	16.8	21	26.2	27.2	27.2	24.9	22.2	14.5	14.9	19.0
94	13.6	12	14.8	18.7	23	26.2	27.3	28.3	26.9	21.6	15.5	13.1	20.1
95	12.9	14.4	14.8	17.2	21.9	27.4	27.4	27.1	25.3	18.5	14.4	13.8	19.6
96	10.2	11.2	9.9	15.5	24	26.2	27.4	27	25.5	19.4	18.1	15.3	19.1
97	13.5	12.9	13.5	15	22.6	27.2	30	27.4	22.9	20.2	16.2	13.5	19.6
AVERAGE	**12.29**	**12.66**	**13.90**	**17.67**	**21.91**	**26.15**	**27.61**	**27.31**	**24.58**	**20.70**	**17.09**	**13.99**	

Πηγή: Ε.Μ.Υ.



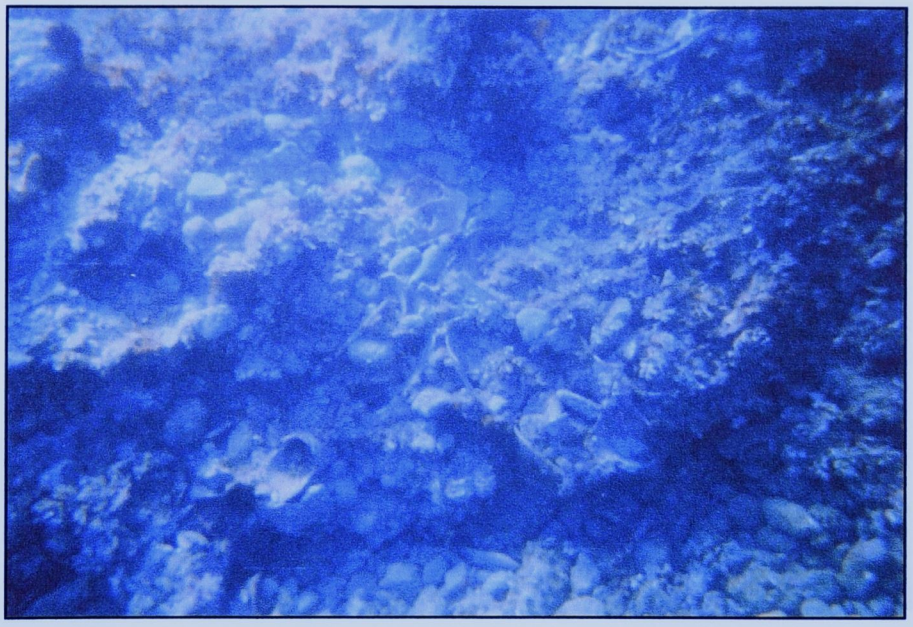
Εικόνα 1: η στρωματογραφία του Ολοκαίνου της παράκτιας πεδιάδας δυτικά του όρμου (Παυλόπουλος, Καρύμπαλης 2003)

Παράρτημα ΙΙ

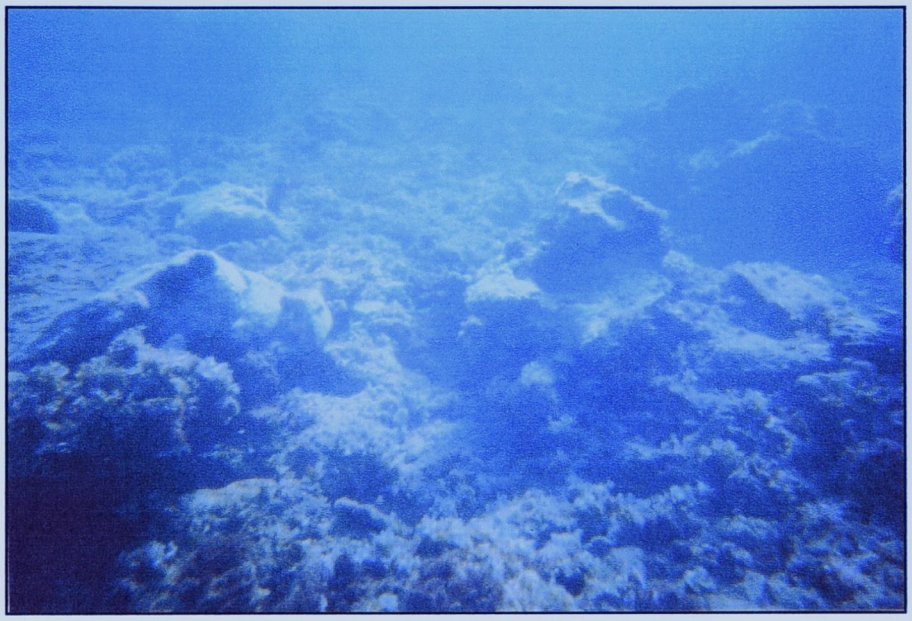
Εικόνα 2: οι ψαμμώδεις αιγιαλοί στην παράκτια ζώνη του όρμου (Παυλόπουλος, Καρύμπαλης 2003)

Εικόνα 3: ο λόφος με τα ερείπια του αρχαιολογικού οικισμού (Παυλόπουλος, Καρύμπαλης 2003)

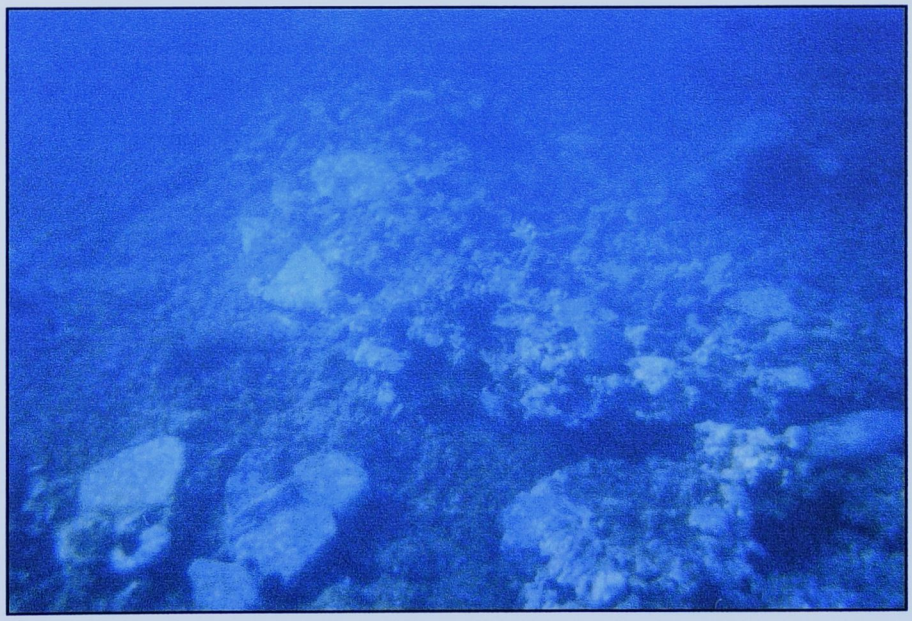
Εικόνα 4: ο λόφος με τα ερείπια του αρχαιολογικού οικισμού και τμήμα των ψηφιδωπαγών αιγιαλών και των θινών που καλύπτουν την κοιλάδα του ποταμού (Παυλόπουλος, Καρύμπαλης 2003)



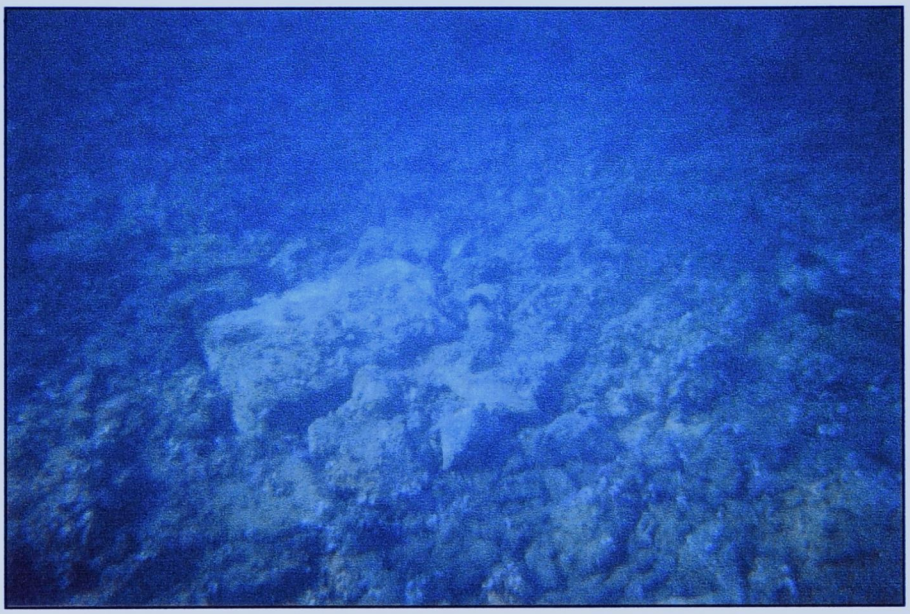
Εικόνα 5: αρχαιολογικά όστρακα και κροκάλες συγκολλημένα σε βάθος 1,5m (Παυλόπουλος, Καρύμπαλης 2003)



Εικόνα 6: δομικά υλικά συσσωρευμένα σε βάθη 1,5-2m (Παυλόπουλος, Καρύμπαλης 2003)



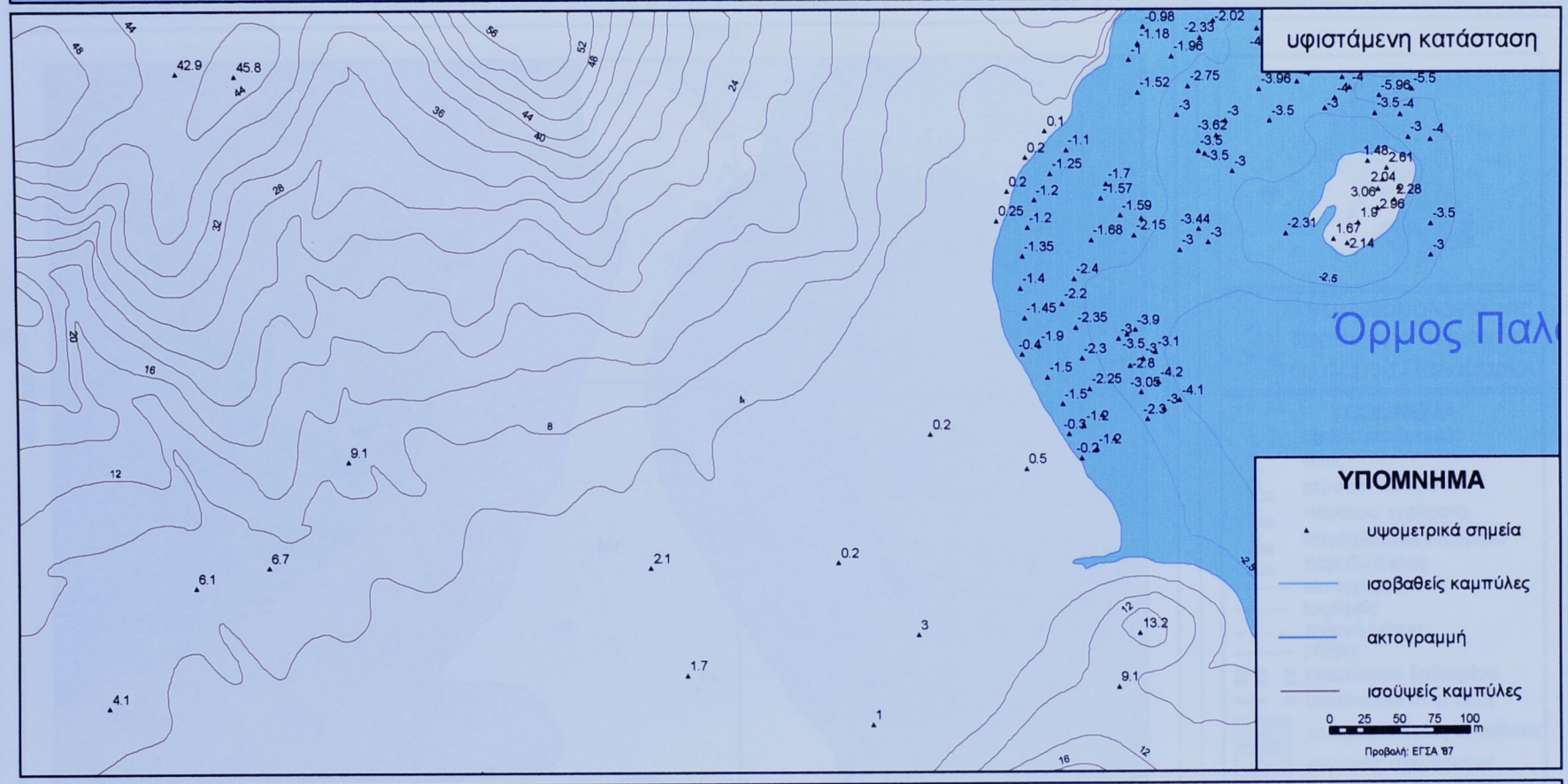
Εικόνα 7: δομικά στοιχεία σε βάθος 2m (Παυλόπουλος, Καρύμπαλης 2003)

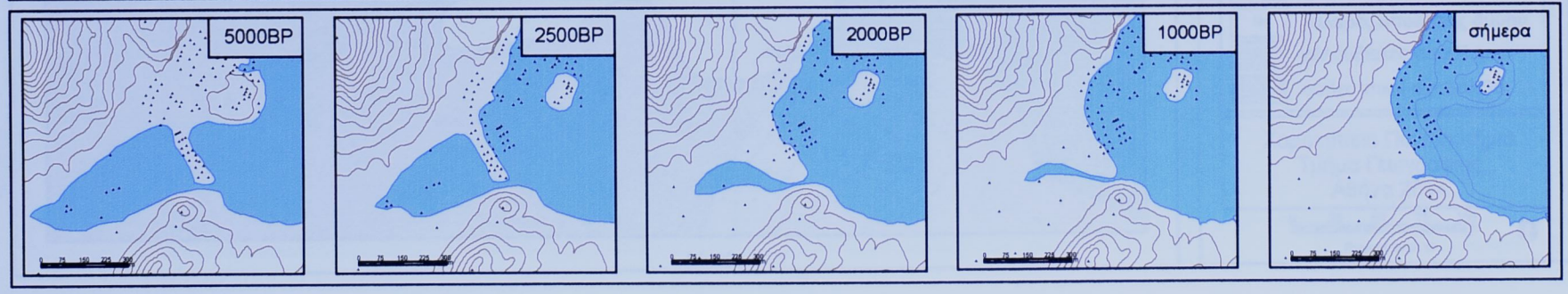


Εικόνα 8: λαξευμένο δομικό στοιχείο σε βάθος 1,5m (Παυλόπουλος, Καρύμπαλης 2003)

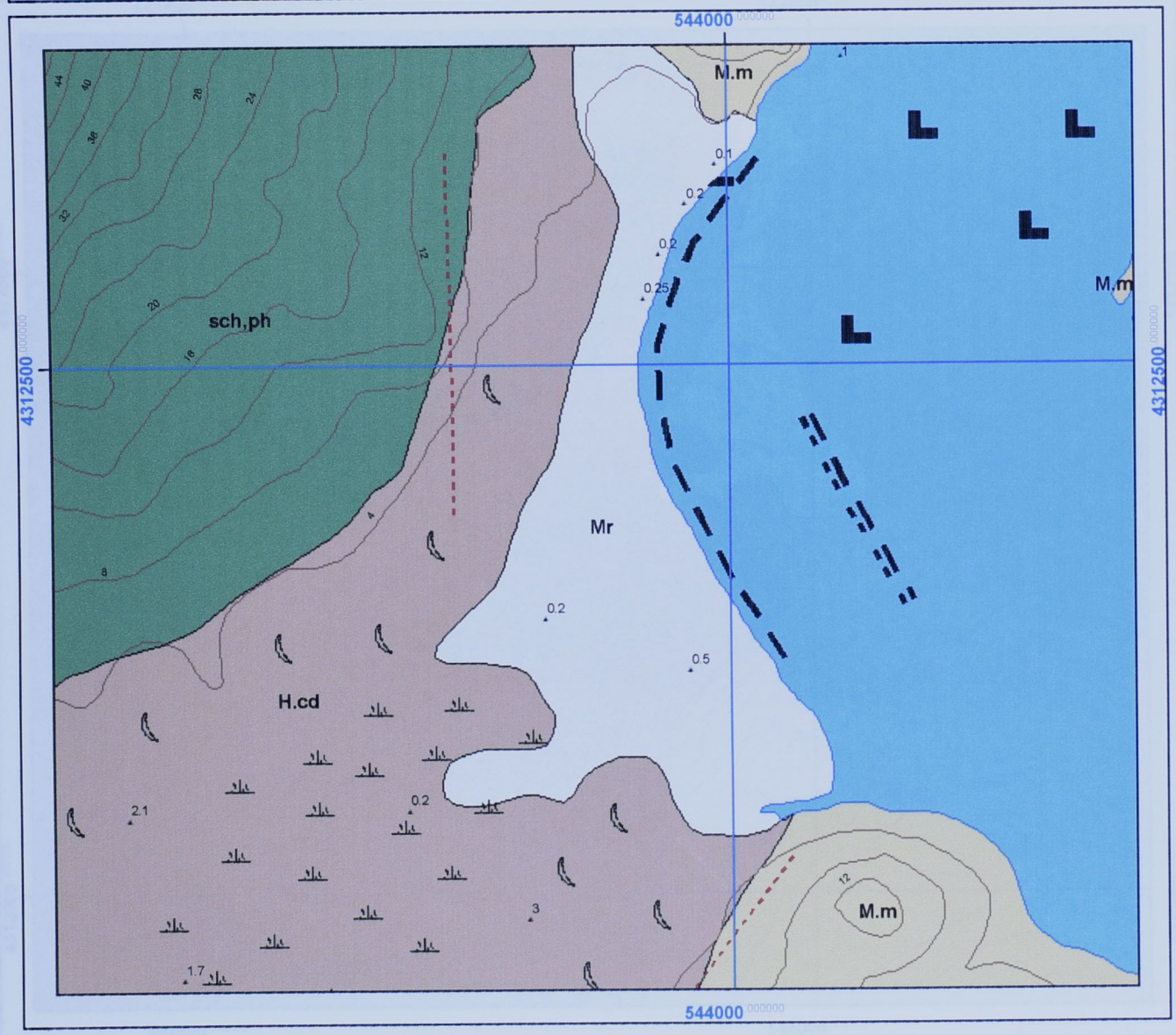
Παράρτημα ΙΙΙ

Οπτικοποίηση της παλαιογεωγραφικής εξέλιξης του όρμου Παλαμαρίου Σκύρου





Οπτικοποίηση της παλαιογεωγραφικής εξέλιξης του όρμου Παλαμαρίου Σκύρου



3 Η γεωμορφολογία της ευρύτερης περιοχής του όρμου Παλαμαρίου

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

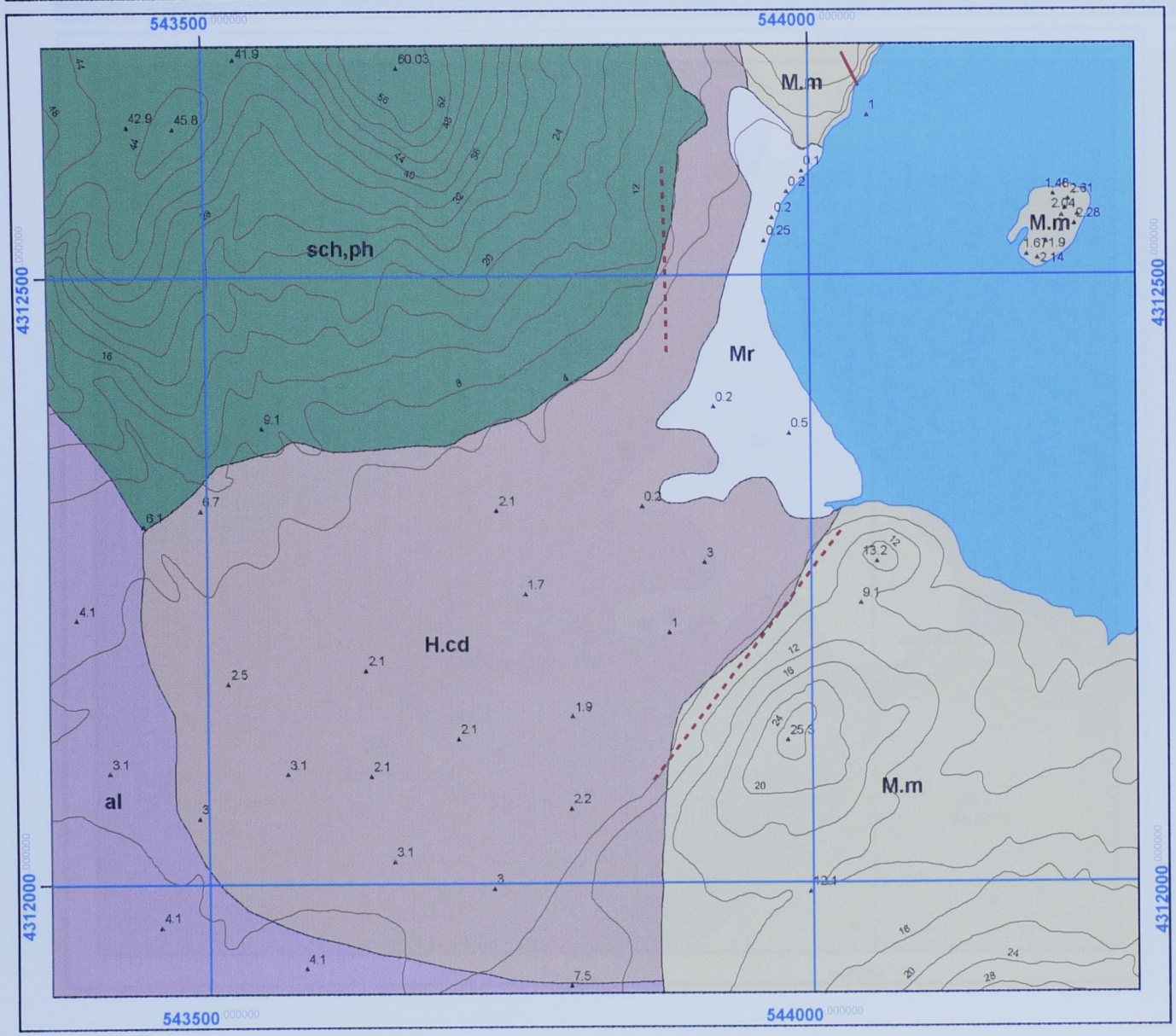
- υψομετρικά σημεία
- θίνες
- χερσαία ευρύματα
- παράκτια ευρύματα
- υποθαλάσσια ευρύματα
- παροδικό έλος
- ακτογραμμή
- ισοϋψείς
- πιθανό ρήγμα
- ρήγμα
- beachrocks βυθισμένα
- beachrocks στην ακτή
- H.cd χαλαρές αιολικές αποθέσεις
- M.m νεογενείς σχηματισμοί
- Mr χαλαρές αποθέσεις άμμου
- al αλλουβιακές αποθέσεις
- sch,ph ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι

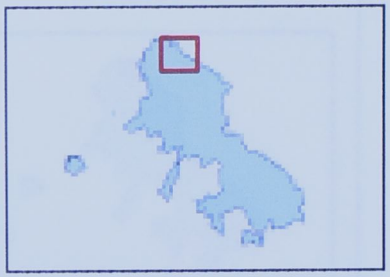
Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
Τμήμα Γεωγραφίας
Αθήνα 2004

0 25 50 75 100 m

Προβολή: ΕΓΣΑ '87

Οπτικοποίηση της παλαιογεωγραφικής εξέλιξης του όρμου Παλαμαρίου Σκύρου





4	Η γεωλογία της ευρύτερης περιοχής του όρμου Παλαμαρίου

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

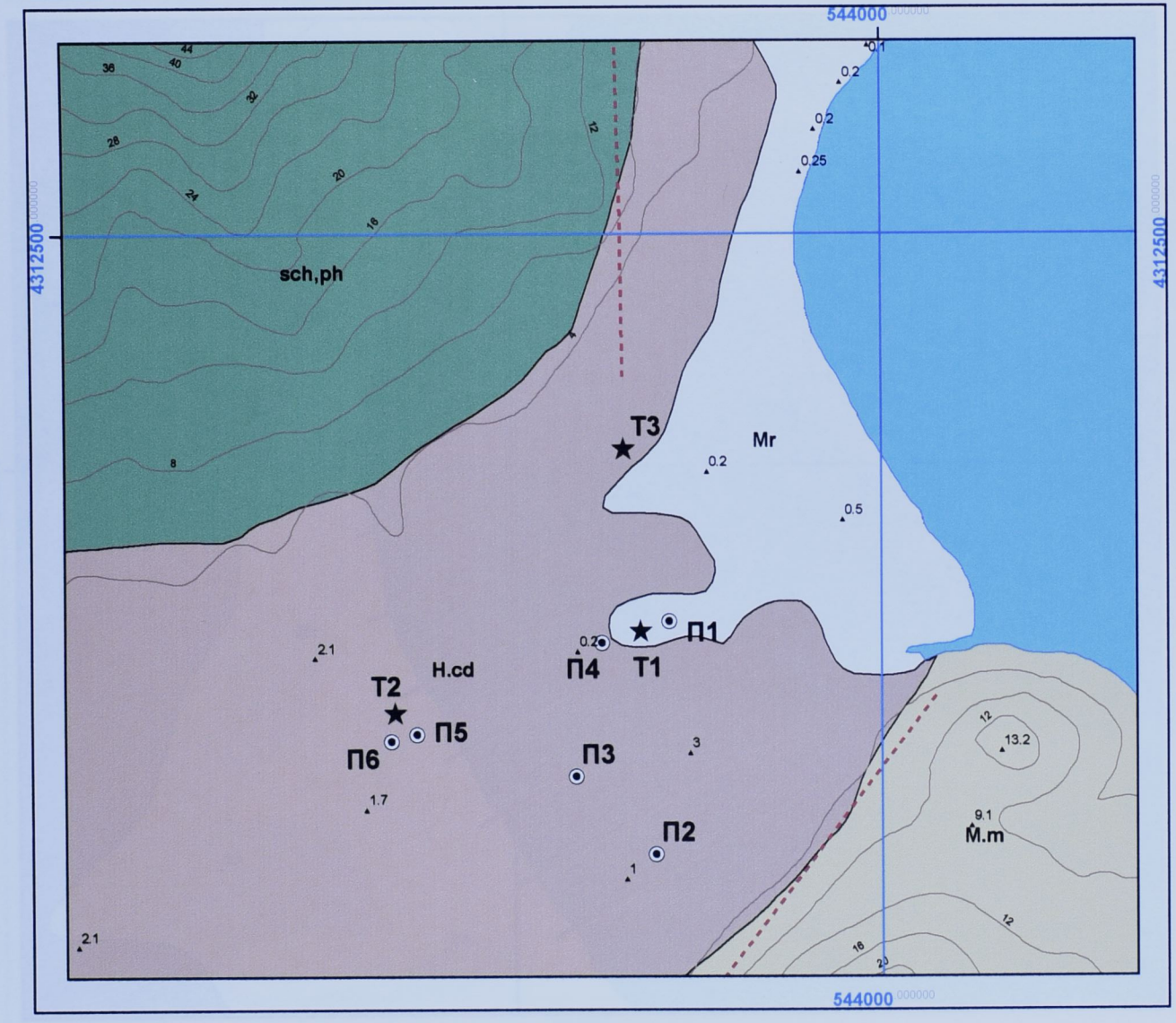
- υψομετρικά σημεία
- ακτογραμμή
- ισοϋψείς
- πιθανό ρήγμα
- ρήγμα
- άξονας κλίσης
- κλίση
- H.cd — χαλαρές αιολικές αποθέσεις
- M.m — νεογενείς σχηματισμοί
- Mr — χαλαρές αποθέσεις άμμου
- al — αλλουβιακές αποθέσεις
- sch,ph — ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι

Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
Τμήμα Γεωγραφίας
Αθήνα 2004

0 20 40 80 120 160 m

Προβολή: ΕΓΣΑ '87

Οπτικοποίηση της παλαιογεωγραφικής εξέλιξης του όρμου Παλαμαρίου Σκύρου



5	Θέσεις δειγματοληπτικών γεωτρήσεων και τάφρων

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

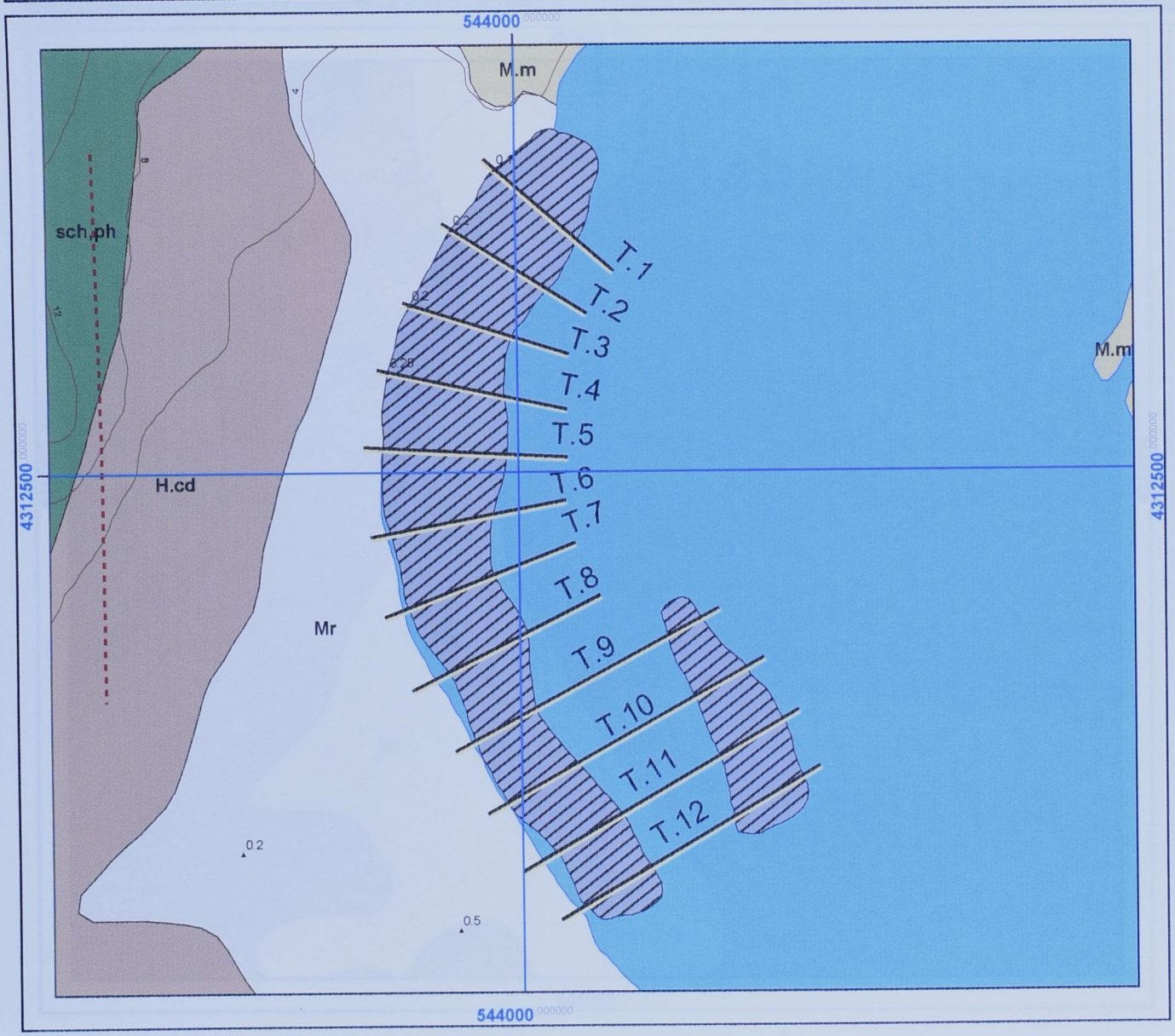
- υψομετρικά σημεία
- γεώτρηση
- τάφρος
- ακτογραμμή
- ισοϋψείς
- πιθανό ρήγμα
- H.cd — χαλαρές αιολικές αποθέσεις
- M.m — νεογενείς σχηματισμοί
- Mr — χαλαρές αποθέσεις άμμου
- al — αλλουβιακές αποθέσεις
- sch,ph — ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι

Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
Τμήμα Γεωγραφίας
Αθήνα 2004

0 25 50 75 100 m

Προβολή: ΕΓΣΑ '87

Οπτικοποίηση της παλαιογεωγραφικής εξέλιξης του όρμου Παλαμαρίου Σκύρου



6	Οι τοπογραφικές τομές στην παράλια ζώνη του όρμου Παλαμαρίου

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

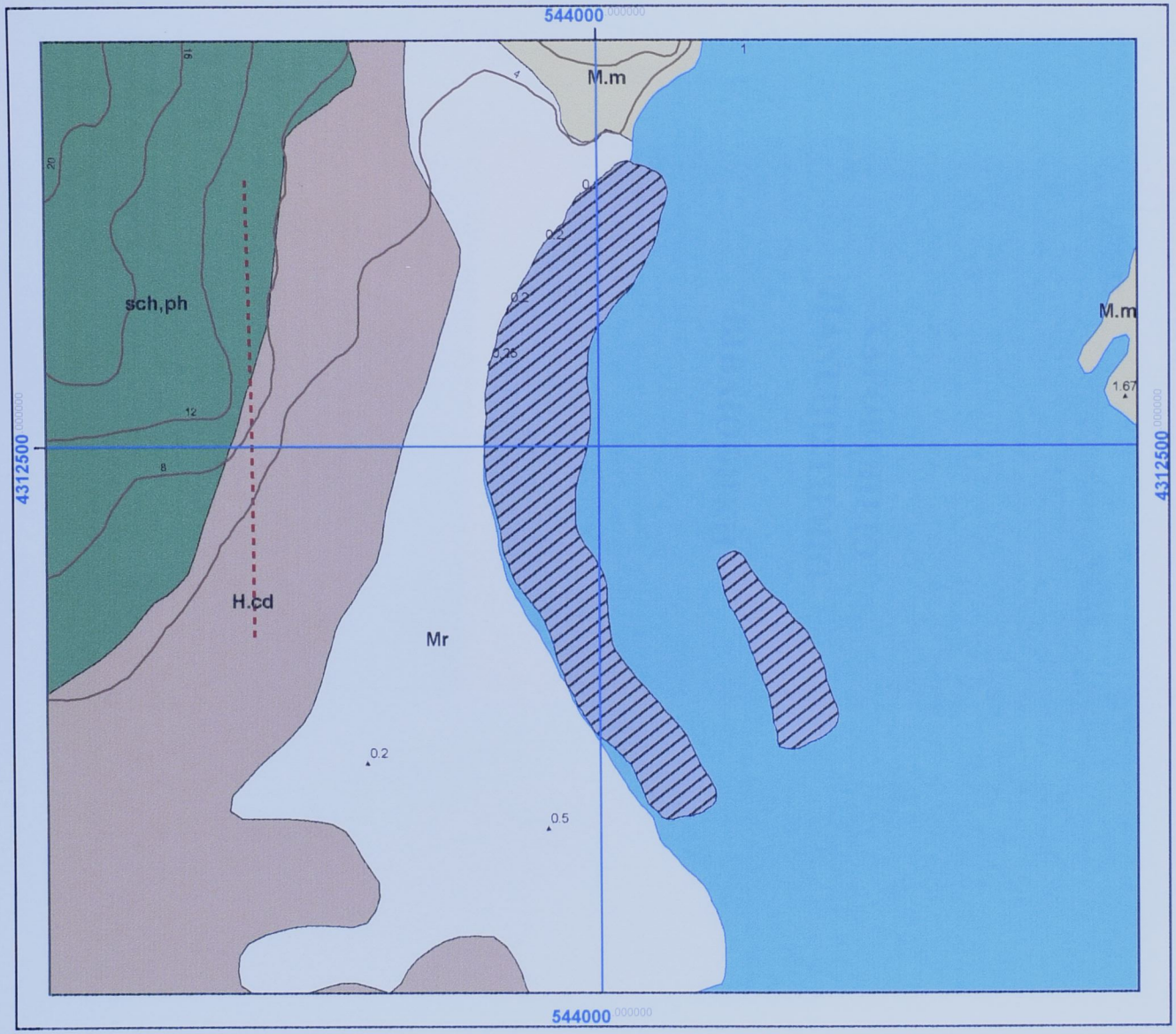
- υψομετρικά σημεία
- τοπογραφικές τομές
- ακτογραμμή
- ισοϋψείς
- πιθανό ρήγμα
- ψηφιδοπαγείς αιγιαλοί
- H.cd — χαλαρές αιολικές αποθέσεις
- M.m — νεογενείς σχηματισμοί
- Mr — χαλαρές αποθέσεις άμμου
- al — αλλουβιακές αποθέσεις
- sch.ph — ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι

Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
Τμήμα Γεωγραφίας
Αθήνα 2004

0 25 50 75 100 m

Προβολή: ΕΓΣΑ '87

Οπτικοποίηση της παλαιογεωγραφικής εξέλιξης του όρμου Παλαμαρίου Σκύρου



7	Οι ψηφιδοπαγείς αιγιαλοί στην παράλια ζώνη του όρμου Παλαμαρίου

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- υψομετρικά σημεία
- ακτογραμμή
- ισοϋψείς
- πιθανό ρήγμα
- ψηφιδοπαγείς αιγιαλοί
- H.cd — χαλαρές αιολικές αποθέσεις
- M.m — νεογενείς σχηματισμοί
- Mr — χαλαρές αποθέσεις άμμου
- al — αλλουβιακές αποθέσεις
- sch,ph — ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι

Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
Τμήμα Γεωγραφίας
Αθήνα 2004

0 25 50 75 100 m

Προβολή: ΕΓΣΑ '87

ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΠΑΛΑΙΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ ΠΤΥ ΣΠΕ
...
ΣΠΕΦΕΛΑΚΗ Μ.
13093
10033

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

13093