

ΦΥΣΙΚΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΡΟΔΟΥ

Βερυκίου-Παπασπυριδάκου Ε., Μπαθρέλλος Γ. και Σκυλοδήμου Χ.

Τομέας Γεωγραφίας-Κλιματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Ε.Κ.Π.Α.157 84 Αθήνα,
gbath@senate.uoa.gr, hskilodimou@euof.uoa.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Ρόδος είναι το μεγαλύτερο σε έκταση νησί των Δωδεκανήσων και παρουσιάζει σημαντικό γεωλογικό ενδιαφέρον, αφού αποτελεί το ανατολικό όριο του νησιωτικού τόξου του Αιγαίου.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν τα φυσικογεωγραφικά χαρακτηριστικά της παράκτιας περιοχής της ΒΑ Ρόδου. Συγκεκριμένα ερευνήθηκαν οι κυριότερες γεωμορφές που εμφανίζονται στην περιοχή και γίνεται μία ταξινόμηση των ακτών με βάση τη μορφολογία τους και τους λιθολογικούς σχηματισμούς. Επίσης καταγράφονται οι κυριότερες ανθρωπογενείς επεμβάσεις, οι οποίες έχουν επηρεάσει τη μορφολογία των ακτών.

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που απαντούν στη περιοχή μελέτης είναι: Μεσοζωϊκοί ασβεστόλιθοι, Ολιγοκαινικός Φλύσχης, Πλειο-Πλειστοκαινικές μάργες και ασβεσταρενίτες και τέλος Ολοκαινικές αποθέσεις.

Οι ακτές που αναπτύσσονται στους ασβεστόλιθους είναι κατά κύριο λόγο απότομες και παρουσιάζουν κρημνούς. Επίσης διακρίνονται κατοπτρικές επιφάνειες ρηγμάτων, ενδεικτικές των έντονων τεκτονικών κινήσεων καθώς και γραμμές ακτών, οι οποίες αντιστοιχούν σε παλαιότερες στάθμες θάλασσας. Οι ακτές που δημιουργούνται στον φλύσχη παρουσιάζουν κυρίως μεγάλες κλίσεις. Οι ακτές που αναπτύσσονται σε μάργες και ασβεσταρενίτες παρουσιάζουν ποικίλες μορφολογικές κλίσεις, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται ακτές με μεγάλη κλίση και κρημνούς, αλλά και ακτές με μέση κλίση, οι οποίες χαρακτηρίζονται από μικρό υψομετρικό ανάγλυφο. Οι ακτές που αναπτύσσονται σε αλλουβιακές αποθέσεις είναι κατά κύριο λόγο ομαλές και κατά μήκος τους αναπτύσσονται οι σημαντικότεροι αιγιαλοί. Χαρακτηρίζονται από διάφορες γεωμορφές, όπως παράκτιες θίνες, ενώ η ανθρώπινη παρέμβαση είναι έντονη κατά μήκος τους.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Ρόδος είναι το μεγαλύτερο σε έκταση νησί των Δωδεκανήσων και το πλέον απομακρυσμένο από την ηπειρωτική Ελλάδα. Παρουσιάζει σημαντικό γεωλογικό ενδιαφέρον αφού αποτελεί το ανατολικό όριο του νησιωτικού τόξου του Αιγαίου, το οποίο εκτείνεται από την Πελοπόννησο ως τη Μικρά Ασία συμπεριλαμβάνοντας επίσης τα νησιά Κύθηρα – Αντικύθηρα – Κρήτη – Κάσο - Κάρπαθο και συνδέει τις Ελληνίδες με τις Ταυρίδες οροσειρές.

Συνίσταται κυρίως από Μεσοζωϊκούς και Τριτογενείς σχηματισμούς, πτυχωμένους και ρηγματωμένους κατά τη διάρκεια της Αλπικής ορογένεσης (Aubouin & Dercourt 1970, Mutti et al. 1970, Meulenkaamp et al. 1972, Angelier 1977, 1979, Harbury 1988). Οι Πλειο-πλειστοκαινικοί σχηματισμοί επικάθονται στους προηγούμενους σχηματισμούς (Mutti et al. 1970, Meulenkaamp et al. 1972, Meulenkaamp 1985, Hanken, et al. 1996).

Το σχήμα του νησιού και γενικότερα η μορφολογία του οφείλεται κατά κύριο λόγο στον νεοτεκτονισμό, ο οποίος έδρασε κατά το Αν. Νεογενές και κυρίως κατά το Τεταρογενές και αντιπροσωπεύεται από την παρουσία ρηξιγενών ζωνών, επιμέρους ρηγμάτων, καθώς και από τις κατακόρυφες κινήσεις των διαφόρων ρηξιτεμαχών (blocks) (Angelier 1977, 1979, Dewey et al. 1986, Mercier et al. 1989, Pirazzoli et al. 1982, 1985, 1989). Σημαντικό επίσης ρόλο έχει διαδραματίσει η διάβρωση στους σχηματισμούς διαφορετικής λιθολογικής σύστασης.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των φυσιογραφικών χαρακτηριστικών της παράκτιας περιοχής της ΒΑ Ρόδου (Σχ.1). Ερευνώνται οι κυριότερες γεωμορφές που εμφανίζονται στην



Σχήμα 1. Η περιοχή μελέτης.

περιοχή και γίνεται μια ταξινόμηση των ακτών με βάση τη μορφολογία τους και τους λιθολογικούς σχηματισμούς. Επίσης καταγράφονται οι κυριότερες ανθρωπογενείς επεμβάσεις που έχουν επιδράσει στην μορφολογία των ακτών.

Στην μελέτη της γεωτεκτονικής δομής και της μορφολογίας της νήσου χρησιμοποιήθηκαν ο γεωλογικός χάρτης της Ρόδου από τους Mutti et al. (1970), όπως επίσης τα φύλλα Ρόδος και Αρχάγγελος, κλίμακας 1:50.000 των τοπογραφικών χαρτών της Γ.Υ.Σ. (1972). Επίσης ελήφθησαν υπόψη τα ανεμολογικά στοιχεία της ΕΜΥ για την περιοχή.

Για τις ακτές που αναπτύσσονται σε κάθε σχηματισμό έχει συνταχθεί ξεχωριστός χάρτης που περιγράφει ομαδοποιημένους λιθολογικά όμοιους σχηματισμούς και τους τύπους των ακτών.

2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που απαντούν στη περιοχή μελέτης σύμφωνα με τους Mutti et al. (1970) είναι οι Μεσοζωϊκοί ασβεστόλιθοι, που περιλαμβάνονται στην ενότητα Λίνδου, τον ασβεστόλιθο Σάλακου (Ομάδα Αρχαγγέλου) και τον πυριτικό ασβεστόλιθο Ελαφόκαμπτου (Ομάδα Προφήτη Ηλία), ο Ολιγοκαινικός Φλύσχης (Μέλος Λαέρμα) οι Πλειο-Πλειστοκαινικές μάργες, άμμοι, χάλικες και ασβεσταρενίτες και τέλος σύγχρονες προσχώσεις και θαλάσσιες αποθέσεις.

3 ΦΥΣΙΚΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η γενική διεύθυνση του επιμήκη άξονα που συνδέει τις κεντρικές κορυφογραμμές του νησιού είναι ΝΔ-ΒΑ και συμπίπτει περίπου με την διεύθυνση του κυρίου υδροκρίτη, χωρίζοντας το υδρογραφικό δίκτυο σε ανατολικό και δυτικό.

Η περιοχή μελέτης αποτελεί τμήμα της ανατολικής λεκάνης απορροής του νησιού. Στην περιοχή αυτή παρουσιάζεται η μεγαλύτερη κατά μήκος ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, το οποίο είναι δενδριτικής μορφής. Η μορφή του υδρογραφικού δικτύου σχετίζεται άμεσα και με τη λιθολογία της λεκάνης απορροής. Έτσι στους μαλακούς σχηματισμούς τα υδάτινα ρεύματα παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανάπτυξη και μεγαλύτερο μήκος, ενώ στα σκληρά πετρώματα σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν οι διευθύνσεις των ρηγμάτων και των διακλάσεων (Goedicke1977).

Οι επικρατέστερες διευθύνσεις των υδάτινων ρευμάτων είναι κυρίως από ΒΔ προς ΝΑ και από Δ προς Α. Οι κύριοι κλάδοι είναι σχεδόν κάθετοι προς τις ακτές για αρκετή απόσταση από τις εκβολές τους και προς το εσωτερικό. Η ηπειρωτική κρηπίδα στις ΒΑ ακτές του νησιού κατανέμεται από υποθαλάσσιες κοιλάδες οι οποίες αποτελούν συνέχεια των αντίστοιχων χερσαίων κοιλάδων των κύριων υδάτινων ρευμάτων (Goedicke1977).

Οι μορφολογικές κλίσεις δεν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένες σε όλη την έκταση της ανατολικής λεκάνης του νησιού. Η έντονη κατά βάθος διάβρωση αποτελεί το κυριότερο χαρακτηριστικό των υδάτινων ρευμάτων και δηλώνει την ταχύτατη κατακόρυφη κίνηση των τεκτονικών τεμαχίων του νησιού, κατά το πρόσφατο γεωλογικό παρελθόν μέχρι και τους ιστορικούς χρόνους.

Στο βορειοανατολικό τμήμα της παράκτιας ζώνης στους μαργαϊκούς σχηματισμούς παρατηρείται αστάθεια των κλιτύων. Η αστάθεια αυτή εκδηλώνεται συνήθως με τη μορφή ερπυσμών, καταπτώσεων και κατολισθήσεων, και είναι αποτέλεσμα τόσο των φυσικών παραγόντων (λιθολογία, έντονες βροχοπτώσεις, σεισμοί) όσο και της ανεξέλεγκτης επέμβασης του ανθρώπου.

Κατά μήκος των ανατολικών ακτών της νήσου Ρόδου ζώνες χαμηλών κλίσεων αναπτύσσονται σε Πλειο-Πλειστοκαινικές και σύγχρονες αποθέσεις, ενώ το πέτρωμα που επικρατεί στις ζώνες υ-

ψηλών κλίσεων είναι ο ασβεστόλιθος. Οι μεγάλες κλίσεις που παρατηρούνται στα Μεσοζωικά ασβεστολιθικά τεμάχια πιθανόν να οφείλονται σε νεοτεκτονικές κινήσεις. Επομένως, η μορφολογική κλίση κατά μήκος της ανατολικής παράκτιας ζώνης της νήσου Ρόδου είναι πρόσφατη και διαμορφώνεται συνεχώς, λόγω αστάθειας ολόκληρης της περιοχής (Zamani et al. 1979).

Στις ακτές της ΒΑ Ρόδου παρατηρούνται διάφορες γεωμορφές όπως παράκτιες θίνες και ψηφιδοπαγείς αιγιαλοί (beachrocks). Συγκεκριμένα, παράκτιες θίνες εμφανίζονται στον όρμο Αφάντου, στον μυχό του όρμου Τσικίνι και στην Αγία Αγάθη. Στον όρμο του Αφάντου κατά μήκος της παραλίας με λεπτόκοκκο υλικό εμφανίζονται μικρές θίνες όπως διακρίνεται στο σχήμα 2. Οι θίνες αυτές, παλαιότερα πριν την εκτεταμένη ανθρωπογενή επέμβαση, πιθανόν να συνεχιζόταν σε αρκετή απόσταση εσωτερικότερα, αφού υπάρχουν ίχνη υπολειμματικών μορφών τους, απομακρυσμένες από την παραλία. Οι σύγχρονες θίνες έχουν την ίδια διεύθυνση με τις παλαιότερες και απαντούν κατά ομάδες και γενικά έχουν μικρή ανάπτυξη λόγω της μικρής παροχής υλικού.



Σχήμα 2. Σειρά μικρών αμμωδών θινών στην παραλία της Αφάντου.

Στην περιοχή της Τσαμπίκας, στο μυχό του όρμου Τσικίνι όπου η παραλία είναι αμμώδης παρατηρείται ένα σύστημα παράκτιων θινών. Οι πλέον ανεπτυγμένες είναι καλυμμένες από πλούσια βλάστηση και απαντούν στο νότιο τμήμα της παραλίας. Η παρουσία των θινών μαρτυρεί ότι στην περιοχή επικρατούν οι κατάλληλες συνθήκες για τη δημιουργία τους. Σημαντικό επίσης είναι ότι η ακτή προελαύνει και η θάλασσα υποχωρεί αφήνοντας στη δράση του ανέμου συνεχώς νέες ποσότητες άμμου. Το γεγονός αυτό οφείλεται κατά πάσα πιθανότητα στις ανοδικές κινήσεις της περιοχής και υποδεικνύεται από την παρουσία στο χέρσο τμήμα της παραλίας μεγάλων ασβεστολιθικών βράχων με εμφανή στο περίγραμμά τους μια παλιά ακτογραμμή.

Ψηφιδοπαγείς αιγιαλοί (beachrocks) εμφανίζονται στην απόκρημνη νότια ακτή του Λαδικού (Σχ.3). Παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον επειδή εμφανίζονται τόσο στην επιφάνεια της θάλασσας, αλλά και 1 μ. περίπου πάνω από αυτή.



Σχήμα 3. Εμφάνιση ψηφιδοπαγών αιγιαλών στην περιοχή Λαδικού.

Οι ψηφιδοπαγείς αιγιαλοί περικλείουν θραύσματα αγγείων τα οποία έχουν χρονολογηθεί από τους Ελληνιστικούς έως και τους πρώτους Βυζαντινούς χρόνους (3-4 μ.Χ. αιώνας). Το συνδεδειγμένο υλικό τους είναι κυρίως μαργαϊκό (Δερμιτζάκης & Θεοδωρόπουλος 1975).

Χαρακτηριστική είναι η μορφή της άποψης του ακρωτηρίου των Μύλων, το οποίο παρουσιάζει μεταβαλλόμενο σχήμα και αποτελεί ένα προσχωματικό βέλος (spit). Ο σχηματισμός του είναι αποτέλεσμα δύο κυρίως παράκτιων μετακινήσεων, οι οποίες οφείλονται σε δύο διαφορετικούς επικρατούντες κυματισμούς διαφορετικών εποχών. Η βορειοδυτική του πλευρά επηρεάζεται από βόρειους και βορειοδυτικούς ανέμους, οι οποίοι δρουν το καλοκαίρι, ενώ το χειμώνα έχουν μικρότερη ένταση ενώ στην νοτιοανατολική πλευρά οι συνθήκες είναι αντίστροφες. Γενικότερα οι ακτές της περιοχής μελέτης επηρεάζεται από βόρειους μέχρι και νότιους ανέμους, ιδιαίτερα δε νοτιοανατολικούς που το χειμώνα είναι ισχυροί και συχνά θυελλώδεις.

4 ΛΙΘΟΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΑΚΤΩΝ

Οι ανατολικές ακτές παρουσιάζουν πολυσιδή οριζόντιο διαμελισμό, με εναλλαγές υψηλών δύσβατων και απόκρημνων ακτών ή με βραχώδεις ακτές και αιγιαλούς, οι οποίοι αναπτύσσονται στους μυχούς κλειστών και ανοικτών όρμων. Γενικά οι ακτές ανάλογα με τις κλίσεις, που παρουσιάζουν, μπορούν να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες: α) σε ακτές ομαλές με ευθύγραμμη μορφολογία και μικρές κλίσεις (0–10%), β) σε ακτές μέση κλίση μέχρι απόκρημνες (10–30%) και γ) σε ακτές με μεγάλη κλίση ή κρημνοί (> 30%).

4.1 Ακτές σε ασβεστόλιθους

Οι ακτές αυτές χαρακτηρίζονται κυρίως από μεγάλες μορφολογικές κλίσεις, όπως φαίνεται στο σχήμα 4. Σχηματίζουν ακρωτήρια και χαρακτηρίζονται από έντονο ανάγλυφο με υποτυπώδη ή καθόλου ανάπτυξη αιγιαλών. Οι ακτές αυτές συγκεντρώνουν υψηλά ποσά κυματικής ενέργειας, με αποτέλεσμα σε συνδυασμό με τη λιθολογία τους (ευδιαλυτότητα, τεκτονική καταπόνηση ασβεστόλιθων) να διευκολύνεται η διαβρωτική δράση της θάλασσας. Παρατηρείται κατά μήκος τους έντονος οριζόντιος διαμελισμός, με μικρές χερσονήσους, νησίδες από ορμίσκους, χαρακτηριστικές γεωμορφές θαλάσσιας διάβρωσης, κρημνούς, σπήλαια, θαλάσσιες στήλες. Επίσης, διακρίνονται κατοπτρικές επιφάνειες ρηγμάτων, ενδεικτικές των έντονων τεκτονικών κινήσεων, καθώς και γραμμές ακτών, οι οποίες αντιστοιχούν σε παλαιότερες στάθμες θάλασσας.

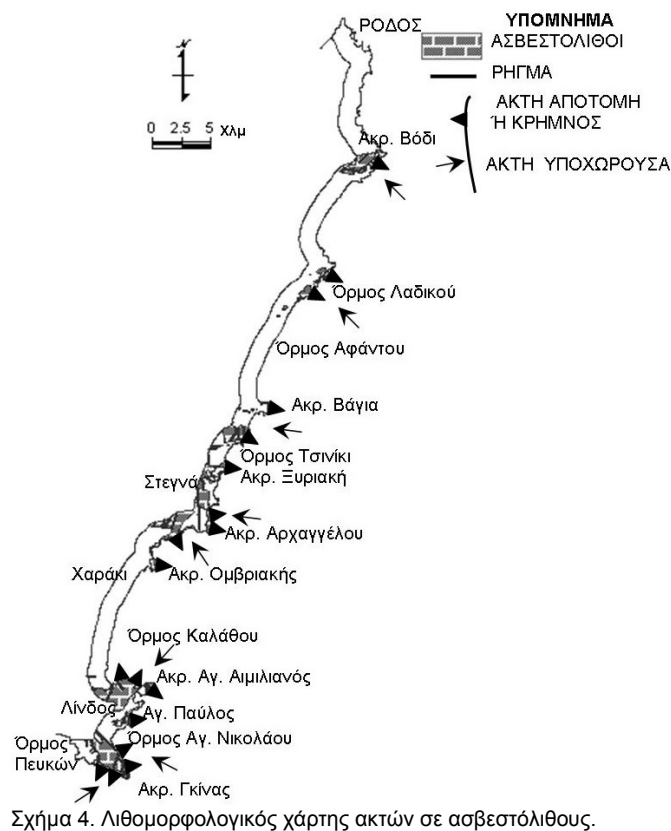
Οι απόκρημνες ακτές ξεκινούν από την επαφή του ασβεστόλιθου με τον υπερκείμενο μαργαϊκό σχηματισμό νοτιοανατολικά των Πεύκων και δια μέσου του Ακρωτηρίου Γκίνας, φθάνουν στη νότια πλευρά του όρμου Αγίου Νικολάου, όπου ένα ρήγμα φέρνει σε επαφή τον ασβεστόλιθο με τις μάργες. Από το ακρωτήριο Σουμάνι μέχρι τον όρμο του Αγίου Παύλου απαντώνται ασβεστολιθικές ακτές με υψηλούς κρημνούς, ενώ το βάθος της θάλασσας είναι μεγάλο. Χαρακτηριστική είναι η ακτή στον όρμο του Αγίου Παύλου, η οποία είναι αποτέλεσμα της ρηξιγενούς τεκτονικής, ενώ παρατηρούνται παλαιές ακτογραμμές.

Η ακτή που ακολουθεί εκτείνεται από το βόρειο τμήμα του όρμου του Αγίου Παύλου έως το νότιο τμήμα της Λίνδου. Όπως διακρίνεται στη φωτογραφία του σχήματος 5, κατά μήκος αυτής της ακτής παρατηρούνται υψηλοί κρημνοί με κάθετο μέτωπο οι οποίοι κατέρχονται απ ευθείας σε μεγάλα βάθη. Το πέτρωμα είναι κατακερματισμένο και καρστικοποιημένο, ενώ η κυματική ενέργεια που δέχεται είναι έντονη. Εξαιτίας της μηχανικής δράσης του κυματισμού έχουν δημιουργηθεί θαλάσσια σπήλαια και τοξοειδείς σχηματισμοί.

Η ύπαρξη γραμμών παλαιοακτών είναι εμφανής και φθάνουν μέχρι το ύψος των 2,5 μέτρων. Σύμφωνα με τους Pirazzoli et al. (1982), η εμφάνιση των παλαιο-ακτών πιστοποιεί την πολύ πρόσφατη ανύψωση της περιοχής.

Μετά τη Λίνδο η ασβεστολιθική απόκρημνη ακτή συνεχίζεται στον Αγ. Αιμιλιανό με την ίδια μορφολογία. Εκεί υπέρκειται των ασβεστόλιθων ο μαργαϊκός σχηματισμός, ο οποίος κατέρχεται κατά τόπους στη θάλασσα σχηματίζοντας κρημνούς.

Ακτές με μεγάλες κλίσεις απαντούν στη συνέχεια από το ακρωτήριο Ομβριακής έως τον όρμο Κλεισούρας, στο ακρωτήριο Αρχάγγελος, καθώς και στο νότιο κέρασ του Αρχαγγέλου, στα Στεγνά όπου συναντάμε κρημνούς και πολλές καταπτώσεις όγκων. Από το σημείο αυτό και μετά, ασβεστολιθικές ακτές εμφανίζονται στο Ακρωτήριο Ξυριακή, βόρεια του όρμου Τσικίни και στο ακρωτήριο Βάγια, με μεγάλες μορφολογικές κλίσεις, θαλάσσιες στήλες και παλαιές ακτογραμμές σε όλο το μήκος τους. Τέλος απόκρημνες ακτές αναπτύσσονται βόρεια του όρμου Αφάντου, στον όρμο του Λαδικού και στο ακρωτήριο Βόδι. Στο μεγαλύτερο τμήμα των ακτών αυτών παρατηρούνται θαλάσσια σπήλαια και παλαιές ακτογραμμές.



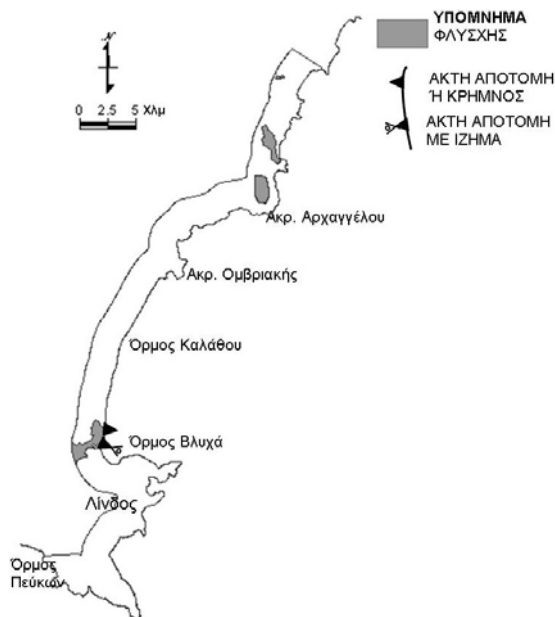
Σχήμα 4. Λιθομορφολογικός χάρτης ακτών σε ασβεστόλιθους.



Σχήμα 5. Απότομη ακτή νότια της Λίνδου.

4.2 Ακτές σε φλύσχη

Σε ένα μοναδικό τμήμα των βορειοανατολικών ακτών της νήσου Ρόδου, παρατηρείται αυτό το είδος της ακτής, ανάμεσα από τις παραλίες των όρμων Βλυχών και Καλάθου. Η ακτή παρουσιάζει μεγάλη μορφολογική κλίση (Σχ. 6). Σημαντική επίδραση έχει η λιθολογία του φλύσχη στη μορφολογία της ακτής. Ο φλύσχος αποτελείται από υλικό ποικίλης σύστασης με διαφορετική αντοχή στη θαλάσσια διάβρωση, με αποτέλεσμα το ανθεκτικότερο υλικό να παραμένει, ενώ το ασθενέστερο να υποχωρεί. Έτσι σχηματίζονται κρημνοί, οι οποίοι έχουν μικρότερο ύψος από εκείνους των ασβεστολιθικών ακτών, ενώ στη βάση τους εμφανίζονται παραλίες με χονδρόκοκκο υλικό και συσσωρεύσεις ογκολίθων προερχόμενων από καταπτώσεις (Σχ. 7). Χαρακτηριστική είναι επίσης, η απουσία σπηλαιωδών μορφών και παλαιών ακτογραμμών.



Σχήμα 6. Λιθομορφολογικός χάρτης ακτών σε φλύσχη.

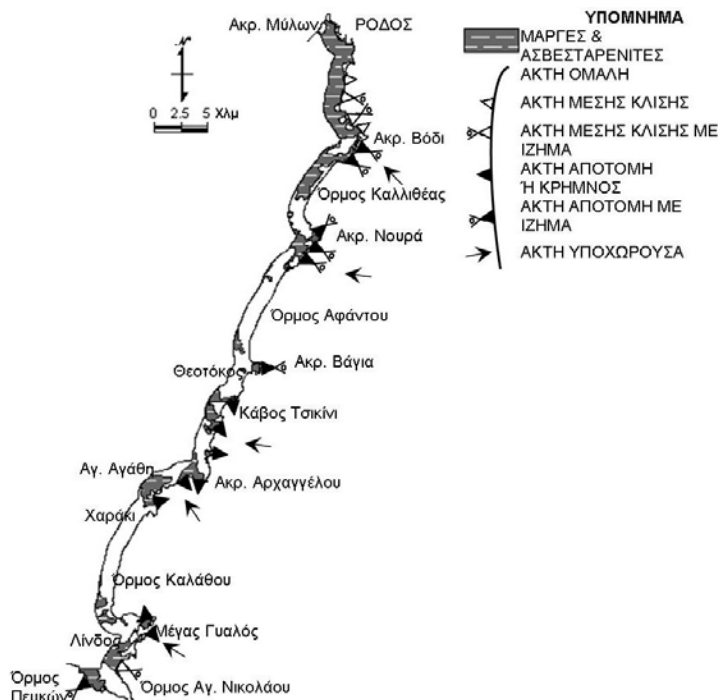


Σχήμα 7. Απότομη ακτή σε φλύσχη.

4.3 Ακτές σε μάργες και ασβεσταρενίτες

Οι ακτές που αναπτύσσονται σε αυτούς τους σχηματισμούς παρουσιάζουν ποικίλες μορφολογικές κλίσεις, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται ακτές με μεγάλη κλίση και κρημνούς, αλλά και ακτές με μέση κλίση, οι οποίες χαρακτηρίζονται από μικρό υψομετρικό ανάγλυφο (Σχ. 8). Η διαμόρφωση των ακτών αυτών οφείλεται στη διαβρωτική δράση της θάλασσας και στη λιθολογική τους σύσταση.

Οι απόκρημνες ακτές στη μάργα και στους ασβεσταρενίτες χαρακτηρίζονται από υψηλούς κρημνούς και πολλές φορές συνδέονται με ζώνες χαλαρών υλικών στη βάση τους. Είναι γενικά ακτές υψηλής ενέργειας και σπάνια σχηματίζουν ακρωτήρια. Επειδή ο σχηματισμός δεν παρουσιάζει την ίδια λιθολογία η συμπεριφορά του στις διεργασίες διάβρωσης ποικίλει. Έτσι στις ακτές που επικρατεί ο ασβεσταρενίτης είναι συνηθισμένη η παρουσία υπολειμματικών διαβρωσιγενών επιπέδων επιφανειών, όπως διακρίνεται στη φωτογραφία του σχήματος 9. Όπου επικρατούν οι μάργες μαζί με άμμους και χάλικες απαντούν συνήθως στενές αμμώδεις ή χαλικώδεις παραλίες. Ακόμη, σχεδόν παντού και ανεξάρτητα της υψής του πετρώματος εμφανίζονται άφθονες καταπτώσεις μεγάλων ογκολίθων, αποτέλεσμα επίσης των έντονων θαλάσσιων διαβρωτικών διεργασιών. Οι ακτές αυτές παρατηρούνται στον όρμο των Πεύκων, όπου εμφανίζεται αμμώδης παραλία μπροστά από κρημνό, στον Μέγα Γυαλό, στην Αγία Αγάθη στο ακρωτήριο Αρχαγγέλου και στο βόρειο του τμήμα, στον Κάβο Τσινίκι, στο ακρωτήριο Βάγια, βόρεια του όρμου Αφάντου, στο ακρωτήριο Νουρά, βόρεια του όρμου Καλλιθέα (Σχ. 9) και στο ακρωτήριο Βόδι.



Σχήμα 8. Λιθομορφολογικός χάρτης ακτών σε μάργες και ασβεσταρενίτες.



Σχήμα 9. Απόκρημνη ακτή σε ασβεσταρενίτες βόρεια του όρμου της Καλλιθέας.

Οι ακτές με μέση κλίση σχηματίζονται ή μεταξύ δύο κρημνών ή σχηματίζουν μικρές εγκολπώσεις στους μυχούς των οποίων αναπτύσσονται μικρές παραλίες χαλαρών υλικών. Η διαμόρφωσή τους είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης της λιθολογικής τους σύστασης και της διαβρωτικής δράσης της θάλασσας. Έτσι όπου το υπόβαθρο συνίσταται από μάργα, μαζί με άμμους και χαλίκια, η ακτή διανοίγεται συνήθως μεταξύ δύο κρημνών από τα ανθεκτικότερα πετρώματα και αποτελείται από χαμηλούς βραχώδεις σχηματισμούς και πολλές φορές παρουσιάζεται συσσώρευση χαλαρών υλικών, πίσω από τους τελευταίους. Όταν επικρατεί ο ασβεσταρενίτης η ακτή εναλλάσσεται με αμμώδεις ή χαλικιώδεις παραλίες στους μυχούς μικρών όρμων μέσα σε αυτή. Η μορφολογική κλίση και στις δύο περιπτώσεις, τόσο στη χέρσο όσο και στη θάλασσα είναι σχετικά ομαλή. Σε αυτό το είδος ακτής απουσιάζουν γενικώς οι σπηλαιώδεις μορφές των αντίστοιχων απόκρημνων ακτών. Τέτοιου τύπου ακτές εμφανίζονται στον όρμο του Αγ. Νικολάου και στην παράκτια ζώνη η οποία ξεκινά από το βόρειο τμήμα του ακρωτηρίου Βόδι, μέχρι την πόλη της Ρόδου. Στην περιοχή αυτή βρίσκονται μεγάλες ξενοδοχειακές μονάδες και η ανθρώπινη παρέμβαση στη διαμόρφωση της ακτής είναι έντονη με εκτεταμένες προσχώσεις. Επίσης, υπάρχουν βυθισμένα παράκτια λατομεία, ενδεικτικό στοιχείο για τις κατακόρυφες κινήσεις των ανατολικών ακτών της Ρόδου στο Ολόκαινο. Το χαμηλότερο τμήμα των λατομείων βρίσκεται σε βάθος 0,2 έως 0,4 μέτρα (Pirazzoli et al., 1982),

γεγονός που μαρτυρά ότι κατά το χρόνο εκμετάλλευσής τους η στάθμη της θάλασσας ήταν κατά 0,4 έως 0,5 μέτρα χαμηλότερη της σημερινής.

4.4 Ακτές αλλουβιακών πεδιάδων

Οι ακτές αυτές παρουσιάζουν ομαλές κλίσεις (Σχ. 10) και καταλαμβάνουν τμήματα των παράκτιων αλλουβιακών πεδιάδων της ανατολικής πλευράς της Ρόδου. Συνήθως βρίσκονται στην έξοδο κοιλάδων χειμάρρων και τα χαλαρά υλικά που τις αποτελούν προέρχονται κυρίως από την στερεοπαροχή των χειμάρρων. Κατά μήκος τους παρατηρούνται εκτενείς παραλίες και διάφορες γεωμορφές, όπως είναι οι παράκτιες θίνες.



Σχήμα 10. Λιθομορφολογικός χάρτης ακτών σε αλλουβιακές πεδιάδες και σύγχρονες προσχώσεις.

Εκτεταμένες παραλίες στην ανατολική πλευρά της Ρόδου, σχηματίζονται στη Λίνδο, στα Βλυχά, στην όρμη Καλάθου, στο Χαράκι, στην Αγία Αγάθη, στα Στεγνά (σχ. 11), στον όρμη Τσικίνη (Τσαμπίκα), στον όρμη Κολυμπίων, στον όρμη Αφάντου, στο Φαληράκι και στον όρμη Καλλιθέας.



Σχήμα 11. Η παραλία των Στεγνών.

Μεταξύ του όρμου της Καλλιθέας και της πόλης της Ρόδου εμφανίζονται παραλίες μικρής έκτασης, ενώ στην περιοχή της πόλης της Ρόδου, διατηρείται η παραλία στην περιοχή Ζέφυρος. Το υλικό στις παραλίες αυτές είναι κυρίως χονδρόκοκκη άμμος και χάλικες. Μεταφέρεται από χείμαρρους και ανάλογα με τις κλίσεις και τη μορφολογία του θαλάσσιου πυθμένα σταθεροποιείται.

Οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις κατά μήκος των ακτών αυτών είναι ιδιαίτερα έντονες. Στο μεγαλύτερο τμήμα τους παρατηρείται μεγάλη οικοδομική δραστηριότητα ακόμη και επάνω στην παραλία η οποία έχει εξαφανίσει ολόκληρα τμήματά της. Επίσης οι επιχωματώσεις και οι τεχνητές διευθετήσεις των ακτών επέδρασαν στην διαμόρφωσή τους και μετέβαλλαν τα φυσικά τους χαρακτηριστικά.

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η λιθολογία, η μορφολογία, οι κύριες ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στις βορειοανατολικές ανατολικές ακτές της Ρόδου και η μεταξύ τους συγκριτική σχέση η οποία απεικονίζεται σε διαφορετικούς χάρτες.

Οι ακτές που αναπτύσσονται στους ασβεστόλιθους παρουσιάζουν στην πλειοψηφία τους μεγάλες κλίσεις. Οι απόκρημνες ακτές οφείλονται στον έντονο τεκτονισμό των πετρωμάτων και στην μειωμένη αντοχή τους στη μηχανική δράση των κυμάτων. Παρατηρούνται κατά μήκος τους κατοπτρικές επιφάνειες ρηγμάτων, ενδεικτικές των έντονων τεκτονικών κινήσεων του νησίου, οι οποίες οριοθετούν την ακτή και επιδρούν στην διαμόρφωση του μεγάλου βάθους του πυθμένα της θάλασσας. Επίσης εμφανίζονται γραμμές ακτών, οι οποίες αντιστοιχούν σε παλαιότερες στάθμες θάλασσας. Ασβεστολιθικές ακτές αναπτύσσονται ανατολικά του όρμου των Πεύκων, στο ακρωτήριο Γκίνας, στη Λίνδο, στο ακρωτήριο Άγιος Αιμιλιανός, στο ακρωτήριο Ομβριακή, στο ακρωτήριο Αρχάγγελος, στο ακρωτήριο Ξυριακή, στο ακρωτήριο Βάγια, βόρεια του όρμου Αφάντου, στον όρμο Λαδικό και στο ακρωτήριο Βόδι.

Οι ακτές που δημιουργούνται στον φλύσχη παρουσιάζουν μεγάλες κλίσεις. Εξαιτίας της διαφορετικής λιθολογικής σύστασης του φλύσχη εμφανίζουν σχετικά υψηλό τραχύ ανάγλυφο, με αποτέλεσμα το ασθενέστερο υλικό στη διάβρωση υποχωρεί και το ανθεκτικότερο να παραμένει. Στην κατηγορία αυτή ανήκει η ακτή μεταξύ των όρμων Βλυχών και Καλάθου.

Οι ακτές που αναπτύσσονται σε μάργες και ασβεσταρενίτες παρουσιάζουν ποικίλη μορφολογική κλίση. Η διαμόρφωσή των ακτών αυτών οφείλεται στη διαβρωτική δράση της θάλασσας και στη διαφορετική λιθολογική τους σύσταση. Παρατηρούνται ακτές που εμφανίζουν μεγάλη κλίση και χαρακτηρίζονται από κρημνούς, οι οποίοι πολλές φορές στη βάση τους συνδέονται με ζώνες χαλαρών υλικών. Οι ακτές αυτές απαντούν στον όρμο των Πεύκων, στον Μέγα Γυαλό, στην Αγία Αγάθη στο ακρωτήριο Αρχαγγέλου και στο βόρειο του τμήμα, στον Κάβο Τσινίκι, στο ακρωτήριο Βάγια, βόρεια του όρμου Αφάντου, στο ακρωτήριο Νουρά, βόρεια του όρμου Καλλιθέα και στο ακρωτήριο Βόδι. Επίσης, διακρίνονται ακτές με μέση κλίση, οι οποίες χαρακτηρίζονται από μικρό υψομετρικό ανάγλυφο. Τέτοιου τύπου ακτές εμφανίζονται στον όρμο του Αγίου Νικολάου και σε μεγάλη ανάπτυξη νότια της πόλης της Ρόδου.

Οι ακτές που αναπτύσσονται σε αλλουβιακές αποθέσεις είναι κατά κύριο λόγο ομαλές και κατά μήκος τους εμφανίζονται οι κυριότερες παραλίες οι οποίες είναι στη Λίνδο στα Βλυχά, στην Κάλαθο και στο Χαράκι, στην Αγία Αγάθη, στα Στεγνά, στην Τσαμπίκα, στον όρμο Τσικίσι, στον όρμο Κολυμπίων, στον όρμο Αφάντου, στο Φαληράκι, στον όρμο Καλλιθέας, καθώς και στην περιοχή της πόλης της Ρόδου. Η ανθρωπίνη επέμβαση κατά μήκος των ακτών αυτών είναι ιδιαίτερα έντονη.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Δερμιτζάκης Μ. & Θεοδωρόπουλος Δ., 1975. Περί των beach-rocks του Αιγαίου. Παρατηρήσεις επί των σχηματισμών των παραλίων ΝΑ Κρήτης, Ν Ρόδου και Ν Μετώπης *Annales Geologiques des Pays Helleniques* 26: 275-305.
- Angelier J., 1977. Some observations on the tectonic evolution of the Hellenic Arc and the Southern Aegean region during Neogene and Quaternary times. *Proceedings VI Coll. on the Geol. of the Aegean region*, 1279-1280.
- Angelier J., 1979. *Neotectonique de l' arc Egeen*. Societe Geologique du Nord, Publication 3, 418 pp.
- Aubouin J. & Dercourt J. 1970. Sur la geologie de l' Egeen: regard sur le Docecanese meridional, Kasos; Karpathos; Rhodes. *Bull. de la Soc. Geol. De France*, Ser. 7, vol. 12, :455-472.
- Coedicke T., 1977. Submarine canyons and continental platforms of Rhodes. *VI Coll. on the Geol. of the Aegean Region*, vol I, 469-475.
- Dewey J. F., Hempton M. R., Kidd W S. F., Saroglu. F. & Senior. A. M. C., 1986. Shortening of continental lithosphere: the neotectonics of eastern Anatolia - a young collision zone. In: M. P. Couard & A. C. Ries (eds), *Collision Tectonics*, Special Publications of the Geological Society, London 19:3-36.

- Hanken N. M., Bromley R., & Miller J., 1996. Plio-Pleistocene sedimentation in coastal grabens, north-east Rhodes, Greece. *Geological Journal* 31: 271-296.
- Harbury A.N., 1988. Mesozoic extensional history of the Southern Tethynian continental margin in SE Aegean, *Journal of the Geological Society of London*, 145: 238-301.
- Mercier J. L., Sorel D., Vergely P. & Simeakis K., 1989. Extensional tectonic regimes in Aegean basins during the Cenozoic. *Basin research* 2. 49-71.
- Meulenkamp J. E., De Mulder, E. F. J. and Van Der Weerd, A., 1972. Sedimentary history and paleogeography of the Late Cenozoic of the island Rhodes. *Zeitschrift Deutsche geologische Gesellschaft* 123, 541-553.
- Meulenkamp J. E., 1971. The Neogene in The Southern Aegean Sea. In A.Strid (eds): *Evolution in the Aegean, Opera Botanica*, 30: 5, 5-12.
- Meulenkamp J. E., 1985. Aspects of the Late Cenozoic evolution of the Aegean region. In D. J. Stanley and F. C. Wezel (eds) *Geological evolution of Mediterranean Basin (eds)*, New York: Springer-Verlag, 307-321.
- Mutti E., Orombelli G., & Pozzi R., 1970. Geological studies on Dodecanese islands (Aegean Sea). IX Geological map of the island of Rhodes (Greece). Explanatory notes. *Annales Geologiques des Pays Helleniques* 22: 77-226.
- Pirazzoli P. A., Montaggioni L. F., Thommeret J., Thommeret Y. & Laborel, J., 1982. Sur les lignes de nvage et la neotectonique a Rhodes (Grece) a l' Holocene. *Annales de l' Institut Oceanographique* 58. 89-102.
- Pirazzoli P. A., Montaggioni L. F., Thommeret J., Thommeret, Y. & Laborel, J., 1985. Late Holocene crustal movements in Rhodes Island. Greece, as inferred from shoreline displacement. *Proceedings of the International Symposium on the Hellenic Arc and Trench (H.E.A.T.)*, 1981/1982. 2: 136-150.
- Pirazzoli P.A., Montaggioni L.F., Saliege J.F., Segonzac G., Thommeret, Y. & Vergnaud-Grazzini, C., 1989. Crustal block movements from Holocene shorelines: Rhodes Island (Greece). *Tectonophysics* 170. 89-114
- Zamani A., Sabot V., & Maroukian, H., 1979. A study of slope distributions around the island of Rhodes, Greece. *Annales Geologiques des Pays Helleniques* 29/2:679-688.

ABSTRACT

PHYSICO-GEOGRAPHICAL OBSERVATIONS OF THE COASTAL ZONE OF THE NORTHEASTERN PART OF ISLAND RHODES

Verikiou-Papaspiridakou E., Bathrellos G. and Skilodimou H.

Department of Geography-Climatology, School of Geology, National and Kapodistrian University of Athens, 157 84, Athens, gbath@senate.uoa.gr, hskilodimou@euof.uoa.gr

Rhodes is the biggest island of the Dodecanese complex; its geology is very interesting for the researchers because it is located onto the eastern end of the Aegean arcade.

This paper involves the physico-geographical features of the coastal zone of the NE part of Rhodes. Specifically, the major geological formations of the region were studied and classified, according to their morphology and lithology. In addition, the human interventions that have affected the region were also recorded.

The geological formations met in the study region are the following: Mesozoic limestones, Oligocene flysch, Pliocene - Pleistocene marls, calcarenites, and Holocene deposits.

Steep slopes and cliffs basically characterize the limestone coasts. Some mirror faults, indicate the intense tectonic movements whereas, some coastlines witness the former sea level. The flysch coasts have mainly steep slope. The coasts, which are developed on marls and calcarenites have got various morphological slopes. This has resulted to the formation of steep coasts with cliffs and middle slope coasts that are characterized by smooth relief. The coasts developed onto alluvial deposits have mainly gentle slope bearing the bulk of the beaches. They are featured by several geoforms such as coastal dunes, while the human intervention is significant.