

Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ. Bull. Geol. Soc. Greece	Τομ. XVIII Vol.	σελ. 243-267 pag.	Αθήνα 1986 Athens
--	-----------------------	-------------------------	-------------------------

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΕΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

Από τον
Ν. ΦΥΤΡΟΛΑΚΗ*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή εξετάζονται αιολιανίτες και προσφατες χαλαρές αιολικές αποθέσεις από την περιοχή Φαλάσαρνας και τη χερσόνησο του Ακρωτηρίου Χανίων, επίσης αιολιανίτες μόνο από την περιοχή Μόχλου και Ξεροκάμπου της επαρχίας Σητείας της Κρήτης. Η μελέτη περιλαμβάνει ιζηματολογική έρευνα των αιολικών αυτών ιζημάτων και συσχέτιση αυτών με παλαιογεωγραφικά, νεοτεκτονικά και ιστορικά γεγονότα. Από τη μελέτη αυτή έγιναν οι παρακάτω διαπιστώσεις:

1. Πρόκειται στις περισσότερες περιπτώσεις για ασβεστολιθικούς ψαμμίτες και άμμους (βλ. πιν. I).

2. Ο μαγνησιούχος ασβεστίτης σε συνδυασμό με την τοπογραφική θέση των αιολιανιτών και αιολικών άμμων αποτελεί σπουδαίο καθοδηγητικό κριτήριο για τη διάκριση μεταξύ παλαιότερων και νεότερων αιολικών ιζημάτων. Αυτό βέβαια ισχύει εφ' όσον ληφθούν υπόψη οι γνωστοί παράγοντες (περιεκτικότητα θραυσμάτων τρηματοφόρων, εχινοειδών κ.ά., βροχοπτώσεις και υπόγεια νερά), που αυξάνουν ή ελαττώνουν το ποσοστό του Mg-ασβεστίτη.

3. Καλύτερο βαθμό διαγένεσεως και μάλιστα με σχηματισμό τυπικού τσιμέντου Α παρουσιάζουν οι αιολιανίτες, που καλύφθηκαν έστω και για μικρή περίοδο από τη θάλασσα.

4. Τα αποτελέσματα των κοκκομετρικών αναλύσεων είναι χαρακτηριστικά για παράκτια αιολικά ιζήματα.

5. Διαπιστώθηκαν για τις συγκεκριμένες αποθέσεις διάφορες χρονικές φάσεις σχηματισμού των αιολιανιτών. Πιστεύουμε ότι οι φάσεις σχηματισμού μπορούν να ενταχθούν σε 3-4 εποχές αντίστοιχα από την επίκλυση του Τύρρηγιου Ι μέχρι την τελευταία παγετώδη εποχή (Βούρμιος).

6. Τόσο από τη σημερινή τοπογραφική θέση, των αιολιανιτών, όσο και από τη λειτουργία ή διακοπή των λατομείων στους ιστορικούς χρόνους διαπιστώνονται τεκτονικές κινήσεις και χαρακτηριστικά διαγενετικά φαινόμενα.

FYTROLAKIS N. - Geologische Forschung einigen äolischen Sediment - vorkommen in Kreta.
N. Φυτρολάκης. Επίκουρος Καθηγητής του Ε. Μ. Πολυτεχνείου.
Ανακοινώθηκε 17.12.84.

ZUSAMMENFASSUNG

Aolianite und recente aolische Ablagerungen in gebiete von Phalassarna, Akrotiri - Halbinsel (West - Kreta), Mochlos und Xerokampos (Ostkreta) werden hier untersucht (Abb. 1).

Diese Publikation soll eine vorläufige Mitteilung einer über die ganze Insel verbreitete Untersuchung sein. Die Aufgabe der Arbeit ist die Untersuchung sedimentologischer Probleme und eventueller Beziehungen der "Aolianite" mit paläogeographischen, jungtektonischen und historischen Ereignissen. Bei dieser Arbeit wurden folgendes festgestellt:

1. Es handelt sich in die meisten Fällen um Schillführende Kalk - Sandsteine und Sande (Taf. I.). Im Prinzip soll man von küstennahe "Aolianiten" und Flugsande sprechen.

2. Der Mg - Calzitgehalt im Zusammenhang mit der topographischen Lage der Aolianite und äolischen Sande erweist sich ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal für ältere und jüngere Ablagerungen. Das gilt natürlich meist wenn die genannten Sedimente eine grosse Menge von Schalen - und Skelettenresten enthalten und wenn die Klima- und Grundwasser - Verhältnisse berücksichtigt werden.

3. Die Aolianite, die einmal transgressiv überflutet wurden zeigen eine höhere diagenetische Porenfüllung und typische A Zementbildung.

4. Bei den beschriebenen Aolianitenvorkommen sind verschiedene zeitliche Bildungsphasen festgestellt. Wir glauben dass diese in 3-4 Epochen vom Tyrhne I (interglazial) bis einschliesslich Würmeiszeit eingestuft werden können.

5. Aus der heutigen topographischen Lage der Aolianite, sowie aus der Betriebszeit der Steinbrüche in der historischen Zeit können tektonische Bewegungen und charakteristische diagenetische Vorgänge festgestellt werden.

A. Εισαγωγή

1. Σκοπός, αντικείμενο:

Η εργασία αυτή, αποτελεί την αρχή μιας ευρύτερης έρευνας των Πλειοστοκαινικών και ολοκαινικών αιολικών ιζημάτων της Κρήτης, που θα έχει σαν αντικείμενο την ιζηματολογική μελέτη και τη συσχέτιση των σχηματισμών αυτών με νεοτεκτονικά, παλαιογεωγραφικά και ιστορικά γεγονότα.

Σ' ετούτη την εργασία εξετάζονται αιολικά ιζήματα από τη Φαλάσαρνα και το Ακρωτήριο του Ν. Χανίων, καθώς και από το Μόχλο και τον Ξερόκαμπο του Ν. Λασηθίου (σχ. 1).

2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Για τους αιολικούς ψαμμίτες οι PETTIJOHN et al (1965, 1972) και αργότερα άλλοι συγγραφείς (LARSEN - CHILINGAR 1967, FUCHTBAUER - MULLER 1970) χρησιμοποιούν τον όρο «αιολιανίτες» (eolianites).

Ο HAFEMANN (1965) στην έρευνα για τις μεταβολές των ακτών της Κρήτης, αναφέρει την παρουσία θινών και των «θινοψαμμιτών» (Dünensandsteine) και τους χαρακτηρίζει με την ελληνική λέξη «πόρος» (δηλ. πορόλιθος). Ο συγγραφέας ασχολείται κυρίως με τα σημάδια των παλαιών ακτογραμμών και τις ανθρώπινες επεμβάσεις (λατομεία κλπ.) στους αιολιανίτες.

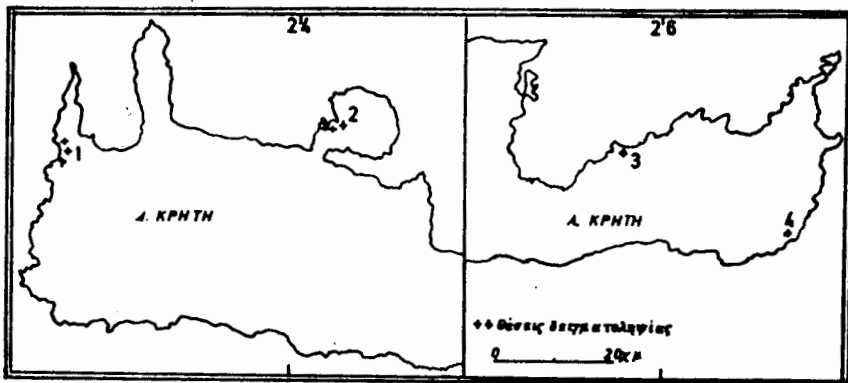
Ο KUSS (1970) στην έρευνά του για τα θηλαστικά περιγράφει την παρουσία του «πόρου» σε μερικές θέσεις κοντά στο Ρέθυμνο και κατατάσσει τις διάφορες βαθμίδες ισοπεδώσεως σε αντίστοιχες εποχές του Ολοκαινίου.

Ο BENNEFONT (1971) στα πλαίσια των γεωμορφολογικών ερευνών της Κρήτης αναφέρεται και στην παρουσία ορισμένων αιολικών ιζημάτων.

Ο KELLETAT (1979) στα πλαίσια των γεωμορφολογικών ερευνών των ακτών της Κρήτης αναφέρεται σε αρκετές εμφανίσεις αιολικών ιζημάτων.

Τέλος οι ZAMANI - MAROUKIAN (1981) στη μορφοτεκτονική έρευνά τους στην περιοχή Ακρωτηρίου σημειώνουν τις εμφανίσεις των αιολιανιτών και «ενεργών αιολικών άμμων» (θινών).

Από τις εργασίες που έχουν γίνει στην Κρήτη δεν ασχολείται καμιά με τη συστηματική έρευνα των αιολιανιτών και των παράκτιων θινών, σχετικά με την ορυκτολογική τους σύσταση, τα ιζηματολογικά χαρακτηριστικά, τις συνθήκες σχηματισμού τους και τη σύνδεσή τους με τα διάφορα τεκτονικά και ιστορικά γεγονότα.



Σχ. 1. Θέσεις εμφανίσεων αιολικών ιζημάτων, που εξετάστηκαν (1. Φαλάσαρνα, 2. Ακρωτήρι, 3. Μόχλος, 4. Ξερόκαμπος).

Abb. 1. Kartenskizze der Lokalitäten der untersuchten äolische Ablagerungen.

Β. Αιολικά ιζήματα από τη Φαλάσαρνα

1. Πρόσφατες αιολικές αποθέσεις

Οι πιο νέες αιολικές αποθέσεις στην περιοχή αυτή είναι οι συσσωρεύσεις της άμμου μπροστά από τα απόκρημνα (κατακόρυφα) βράχια (ασβεστόλιθοι Τριπόλεως) της ανυψωμένης παλαιάς ακτής (Σχ. φωτ. 2). Οι συσσωρεύσεις αυτές έχουν κλίση περίπου 35°. Έτσι η νέα άμμος που μεταφέρεται και σήμερα από τον άνεμο κατρακυλά στη βάση των παράκτιων αυτών θινών. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να μείνουν τα ανώτερα στρώματα για αρκετό καιρό εκτεθειμένα στους ατμοσφαιρικούς παράγοντες και κύρια στη βροχή και στο ράντισμα με σταγόνες του θαλασσινού νερού και να υποστούν μια ασθενή συγκόλληση. Αυτή η σχετική διαγένεση παρατηρείται μέχρι το βάθος των 0,50-0,60 μ., ενώ πιο κάτω η άμμος είναι τελείως χαλαρή. Στο ανώτερο αυτό τμήμα παρατηρείται η χαρακτηριστική σταυρωτή στρώση.



Σχ. (φωτ.) 2. Πρόσφατες αιολικές αποθέσεις στην παραλία της Φαλάσαρνας. Σ: ασθενώς συγκολλημένη (7a) και X: χαλαρή υποκειμένη (7) αιολική άμμος. Α: ανυψωμένη ακτογραμμή.

Abb. 2. Rezente äolische Ablagerungen an der Küste von Phalasarana. Σ: leicht verfestigter (7a) und X: Liegender lockerer Flugsand. A: Aufgehobene Küstenlinie.

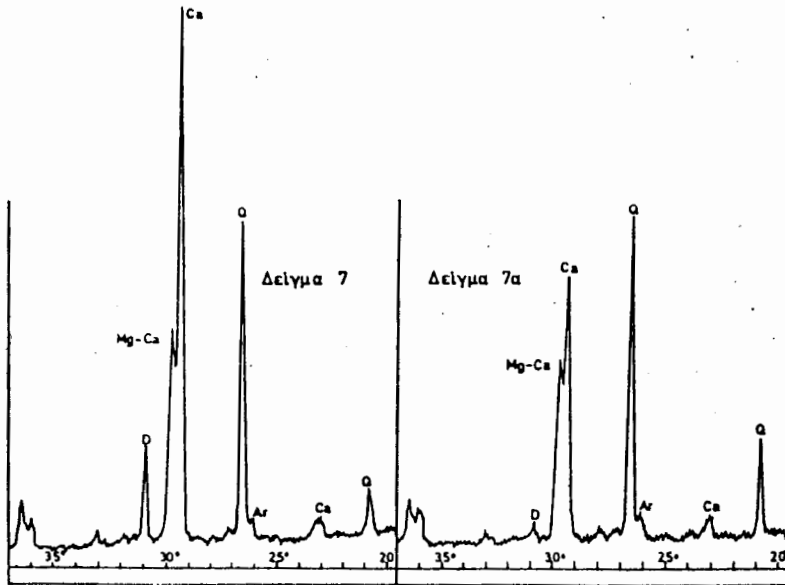
Στον πίνακα I φαίνεται η κατά προσέγγιση ορυκτολογική σύσταση των σχετικά συγκολλημένων (δειγ. 7a) και των υποκειμένων χαλαρών αιολικών αποθέσεων (δειγ. 7) του σχήματος (φωτογρ. 2) και για σύγκριση της άμμου της ακτής (δείγμα 6). Γενικά η σχετική ελάττωση των ανθρακικών και η αντίστοιχη αύξηση του χαλαζία στις θίνες μπορεί να δικαιολογηθεί από το ότι ο τελευταίος είναι πιο ελαφρύς και μεταφέρεται πιο εύκολα, αν και η απόσταση από την ακτογραμμή είναι μόνο 80 μ. περίπου. Επίσης η μεγάλη ελάττωση του ποσοστού του μαγνησιούχου ασβεστίτη και η σχετική αύξηση του καθαρού ασβεστίτη στην άμμο των θινών (δείγμα 7, 7a) σε σχέση με την άμμο της ακτής (δείγμα 6) μπορεί να εξηγηθεί σύμφωνα με τη διαπίστωση ότι το $Mg - CaCO_3$, κάτω από την επίδραση του νερού της βροχής μετατρέπεται γρήγορα (πιο γρήγορα από τον αραγωνίτη) σε $CaCO_3$ (FUCHTBAUER & MULLER 1970). Ο RICHTER (1974) χρησιμοποίησε τη μεταβολή του Mg -ασβεστίτη σε θραύσματα σκελετών εχινοειδών και καθόρισε τη σχετική ηλικία των πλειστοκαινικών θαλάσσιων αναβαθμίδων στην περιοχή της Κορίνθου. Ο ίδιος συγγραφέας (1979) σε μια πολύ λεπτομερή εργασία του διαπιστώνει επτά στάδια (βαθμίδες) μεταβολής του «υψηλού» Mg -ασβεστίτη σε καθαρό ασβεστίτη σε θραύσματα από *Echinocyamus pusiblus* και *Corallinaceae* και στο χρονικό διάστημα αυτό σήμερα μέχρι το Πλειόκαινο. Η μεταβολή αυτή διαπιστώνεται ακόμη και στον

Πίνακας Ι: Κατά προσέγγιση ποσοστιαία ορυκτολογική σύσταση* των εξετασθέντων αιολικών ιζημάτων.

Αριθ. δειγμ.	Σύνολο αν-θρακικών %		Μg-σβε-στιτης %		Ασβεστι-τις %		Αραγο-νιτης %		Δολομι-της %		Χαλαζιάς %		Παρατηρήσεις
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	93	53	21	19	—	—	—	—	—	—	—	7	
2	84	45	23	12	4	4	16	—	—	—	—	16	
3	86	41	33	12	—	—	14	—	—	—	—	14	
4	85	30	45	10	—	—	15	—	—	—	—	15	
5	85	27	45	13	—	—	15	—	—	—	—	15	
6	80	43	26	6	5	5	20	—	—	—	—	20	
7α	71	26	39	4	2	2	29	—	—	—	—	29	
7	73	18	46	1	9	9	27	—	—	—	—	27	
8	55	11	44	—	—	—	45	—	—	—	—	45	
9	21	—	21	—	—	—	76	—	—	—	—	76	+
9α	45	—	45	—	—	—	52	—	—	—	—	52	+
10	93	—	93	—	—	—	6	—	—	—	—	6	—
11	60	—	60	—	—	—	36	—	—	—	—	36	+
13	97	18	79	—	—	—	2	—	—	—	—	2	+
16	98	—	98	—	—	—	1,5	—	—	—	—	1,5	+
17	86	27	59	—	—	—	12	—	—	—	—	12	+
20	93	29	64	—	—	—	6	—	—	—	—	6	+
22	86	—	86	—	—	—	10	—	—	—	—	10	—
23	98	50	40	8	—	—	2	—	—	—	—	2	+
24	80	21	59	—	—	—	18	—	—	—	—	18	+

* Το σύνολο των ανθρακικών στις άμμους 1-8 προσδιορίστηκε με το σβεστόμετρο, στα δείγματα 9-24 (αιολιανιτές) προσδιορίστηκε με δι-λυτοποίηση ορισμένης ποσότητας πετρώματος με αραιωμένο HCl. Η περιεκτικότητα σε Mg-σβεστιτί, ασβεστιτί, αραγονίτη και δολομι-τίτη προσδιορίστηκαν με περιθλασιμετρία ακτίνων X, σε παρασκευάσματα σκόνης, από τις εντάσεις των αντιστοιχών Peaks των εδρών (104) για τον Mg-σβεστιτί, ασβεστιτί και δολομιτίτη και (111) για τον αραγονίτη. Η περιεκτικότητα σε χαλαζία προέκυψε από το υπόλοιπο της επί τοις % αναλογίας του συνόλου των ανθρακικών ορυκτών και στα δείγματα 9-24 ελήφθηκε υπόψη η αμελήτητα περιεκτικότητα σε ιλλίτη, κωαλινίτη, γλωφριτή και αμιφβόλους, η παρουσία των οποίων διαπιστώθηκε με περιθλασιμετρία ακτίνων X στο αδιάλυτο υλικό κλάσματος μι-κρότερου των 0,063 mm.

ίδιο σωρό, όπου στο ανώτερο στρώμα (7, σχ. 3), δηλαδή στο νεώτερο με την ασθενή συγκόλληση το ποσοστό του μαγνησιούχου ασβεστίτη είναι περίπου 26%, ενώ στην υποκείμενη (δηλαδή στη σχετικά παλαιότερη) χαλαρή άμμο το ποσοστό αυτό είναι περίπου 18%. Η σχετική ελάττωση του μαγνησιούχου ασβεστίτη δεν πρέπει να αποδοθεί τόσο στη μικρή διαφορά ηλικίας όσο στο γεγονός ότι η χαλαρή αυτή αιολική άμμος είναι περισσότερο διαπερατή και στο ότι διαποτίζεται από το νερό της βροχής και πλευρικά.



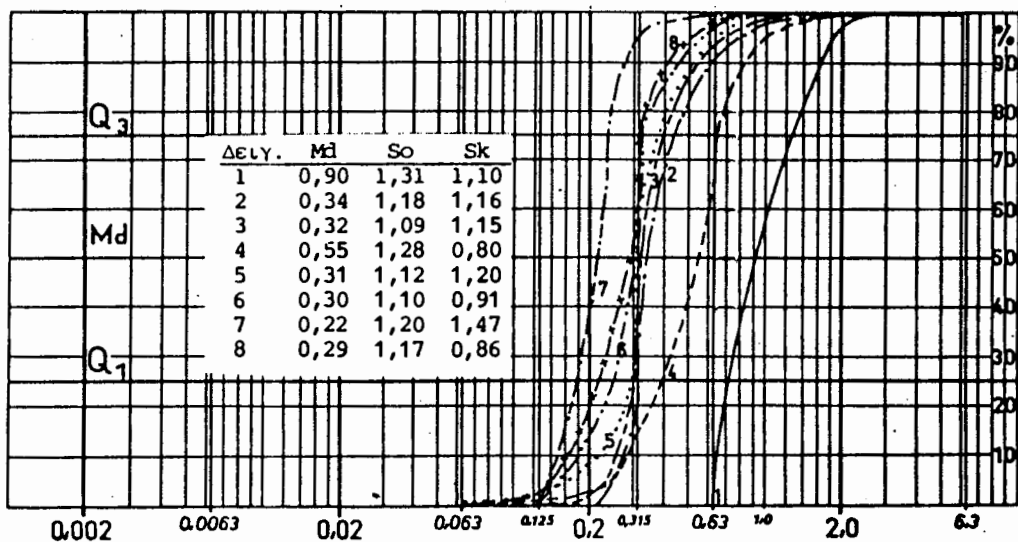
Σχ. 3. Στο υποκείμενο και παλαιότερο στρώμα (7) ο μαγνησιούχος ασβεστίτης ελαττώνεται, ενώ αυξάνει ο ασβεστίτης και ο δολομίτης αντίστοιχα σε σχέση με το νεώτερο στρώμα 7α (βλ. Πιν. 1).

Abb. 3. Die liegende b.z.w. die ältere Sandschicht (7) zeigt eine Mg - Abnahme und eine entsprechende Calcit - und Dolomitzunahme im Vergleich zur hangenden leicht verfestigten Schicht 7a (s. Tab. 1).

2. Παλαιές αιολικές αποθέσεις - αιολιανίτες

Στην περιοχή της Φαλάσαρνας (σχ. 5) διακρίνουμε τους «παράκτιους αιολιανίτες» και τους «ενδοχωρικούς αιολιανίτες», οι οποίοι βέβαια ελάχιστα απέχουν από την ακτή. Η διάκριση αυτή γίνεται γιατί, όπως συμπεραίνεται πιο κάτω σχηματίστηκαν σε διαφορετικά χρονικά στάδια.

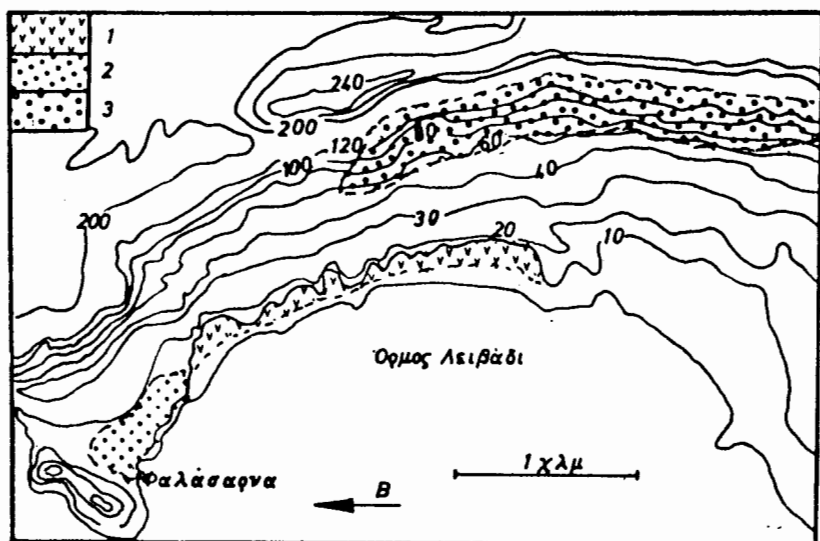
2.1. Οι παράκτιοι αιολιανίτες: Εντοπίζονται κυρίως σ' ένα τμήμα του χώρου της αρχαίας πόλης Φαλάσαρνα (φωτ. 6), δηλαδή στο βόρειο μυχό του Κόλπου Λειβάδι. Οι αιολιανίτες αυτοί έχουν αποτεθεί πάνω σ' ένα ανομοιογενές



Σχ. 4. Αθροιστικές καμπύλες κοκκομετρικής ανάλυσεως άμμων 1 και 6 ακτής και 2- 8 αιολικών αποθέσεων (Md: μέσο μέγεθος κόκκων, So: συντελεστής ταξινομήσεως, Sk: Συντελεστής κλίσεως αθροιστικών καμπυλών.

Abb. 4. Kornsummenkurven von Sanden aus dem Strand (1 und 6) und aus äolischen Ablagerungen (Md: Mediandurchmesser, So: Sortierungskoeffizient, Sk: Schiefeffizient.

κροκαλοπαγές που εκτείνεται και κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Οι αιολιανίτες αρχίζουν από το υψόμετρο $-0,50$ — $+3$ μ. και έχουν πάχος περίπου 16 μ. Στον αιολικό αυτό ψαμμίτη έχουν διανοιχθεί αρχαία λατομεία και η εξόρυξη έχει γίνει παράλληλα προς τις επιφάνειες μεγάλων διακλάσεων. Οι διακλάσεις αυτές, που διασχίζουν τον αιολιανίτη καθ' όλο το μήκος έχουν διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ. Δηλαδή είναι παράλληλες προς το κανονικό ρήγμα που περνά από τους ανατολικούς πρόποδες του υψώματος Κούτρι. Οι διακλάσεις αυτές έχουν σχηματιστεί μετά τη διαγένεση του αιολιανίτη, διότι στις εκτεταμένες επιφάνειές τους δε φαίνεται κάποια διατάραξη της εσωτερικής δομής του πετρώματος, όπως συμβαίνει σε προδιαγενετικές διακλάσεις ή μικρορήγματα ψαμμιτών. Οι επιφάνειές τους έχουν καλυφθεί στη μεγαλύτερη έκταση του ανωτέρου τμήματος από ασβεστιτικό φλοιό.



Σχ. 5. Σχηματική απεικόνιση των θέσεων των αιολικών ιζημάτων στη Φαλάσαρνα. 1: πρόσφατες αιολικές αποθέσεις, 2: αιολιανίτες της τελευταίας παγετώδους εποχής, 3: αιολιανίτες του Τυρρηνίου.

Abb. 5. Schematische Darstellung der äolischen Sedimentvorkommen bei Phalassarna. 1: rezente äolische Ablagerungen, 2: Aolianit der letzten Glazialzeit, 3: Tyrren - Aolianit.

Οι διαστάσεις των επιφανειών και η παραλληλία τους προς το προγενέστερο ρήγμα ενισχύουν την πιθανότητα σχηματισμού των διακλάσεων σε κάποιο στάδιο ενεργοποίησής του ρήγματος. Επειδή δε διαπιστώθηκαν κινήσεις πάνω στις επιφάνειες χαρακτηρίζονται σαν απλές διακλάσεις.

2.1.1. Πετρογραφικά και ιζηματολογικά χαρακτηριστικά. Ο αιολιανίτης στην αρχαία Φαλάσαρνα αποτελείται κυρίως από κελύφη τρηματοφόρων και από θραύσματα μεγαλύτερων οστράκων. Γενικά τα κελύφη αποτελούνται από καθαρό ασβεστιτή και μαγνησιούχο ασβεστιτή (βλ. πιν. 1). Κατά τους BLACKMON & TODD (1959) τα πρόσφατα τρηματοφόρα των αβαθών θαλασσών με τα υαλώδη κελύφη σχηματίζουν τα κελύφη αυτά μερικώς από φτωχό και μερικώς από πλούσιο σε μαγνήσιο ασβεστιτή. Βέβαια ο μαγνησιούχος ασβεστιτής μπορεί να υπάρχει και στο τσιμέντο Α. Κατά τον ALEXANDERSSON (1969) στις Μεσογειακές ακτές μπορεί να σχηματιστεί τσιμέντο Α εκτός από τον κοντοινώδη και από ένα κρυπτοκρυσταλλικό μαγνησιούχο ασβεστιτή (βλ. FUCHTBAUER & MULLER, S. 357, 1970).

Σε λεπτές τομές παρατηρήθηκαν στο μικροσκόπιο κανονικοί κόκκοι χαλαζία, πολυκρυσταλλικά θραύσματα χαλαζιακών συσσωματωμάτων, τόσο με ομοιο-



Σχ. (φωτ.) 6. Μεγάλη επιφάνεια διακλάσεως ή μικρορήγματος στον αιολιανίτη της αρχαίας Φαλάσαρνας (Σχ. 5, 2). Διακρίνονται η λοξή στρώση και σπήλαια Tafoni.

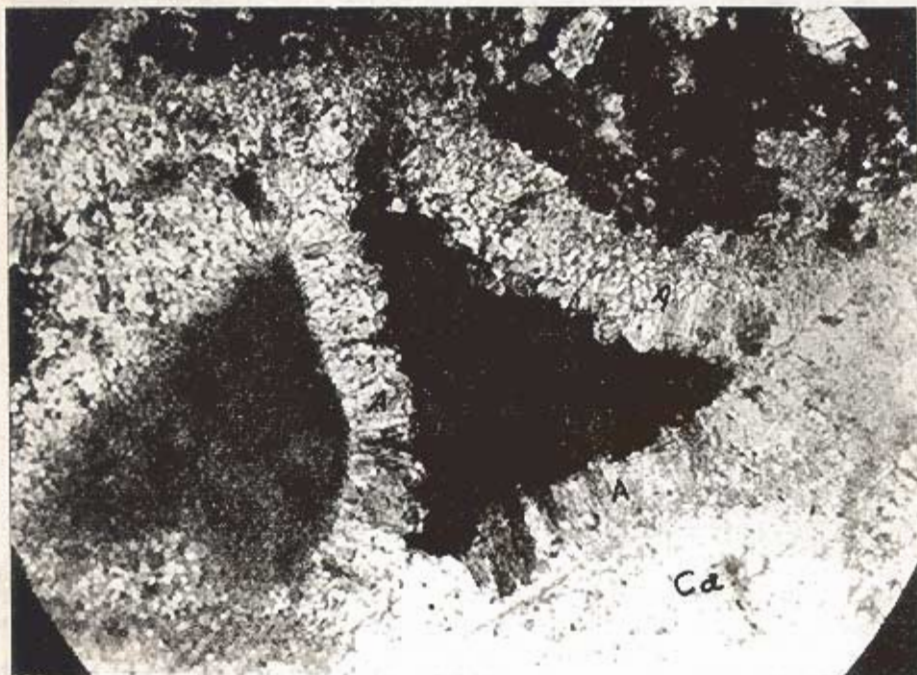
Abb. 6. Durchgehende Kluft im Aiolianit bei der antiken Stadt von Phalasarne (Abb. 5,2). Die Schrägschichtung und die Tafonihohlräume sind erkennbar.

μεγέθεισ όσο και με επιμήκεισ κρυστάλλουσ χαλαζία. Επίσης παρατηρήθηκαν θραύσματα κερτολίθων με μικροκρυσταλλική έως κρυπτοκρυσταλλική δομή. Κόκκοι αστρίων (κυρίως ορθοκλάστου και καμιά φορά και πλαγιοκλάστου) καθώς και ένα - δύο κόκκοι μοσχοβίτη παρατηρούνται σε πάρα πολύ μικρή περιεκτικότητα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι, παρασκευάσματα από το κατώτερο τμήμα του αιολιανίτη, που καλύφθηκε μετά το σχηματισμό του από θάλασσα δείχνουν πιο τέλεια διαγένεση από εκείνα των ανωτέρων τμημάτων, που δεν καλύφθηκαν ποτέ από τη θάλασσα. Η τελειότητα της διαγένεσης διαπιστώνεται από την πλήρωση όλων σχεδόν των κενών χώρων και από την κρυσταλλικότητα τόσο στο τσιμέντο Α όσο και στο Β σε αντίθεση με τα δείγματα από το ανώτερο τμήμα.

Στο διάγραμμα 20 στο σχήμα 8 φαίνεται η κοκκομετρική σύνθεση του αδιάλυτου υλικού μετά την απομάκρυνση των ανθρακικών. Ο συντελ. ταξιμόμησης ($S_o = 1,68$) είναι μέτριος. Πιστεύεται ότι το αδιάλυτο υλικό δεν αποδίδει την αρχική και πραγματική κοκκομετρική διαβάθμιση, η οποία στις θίνες είναι

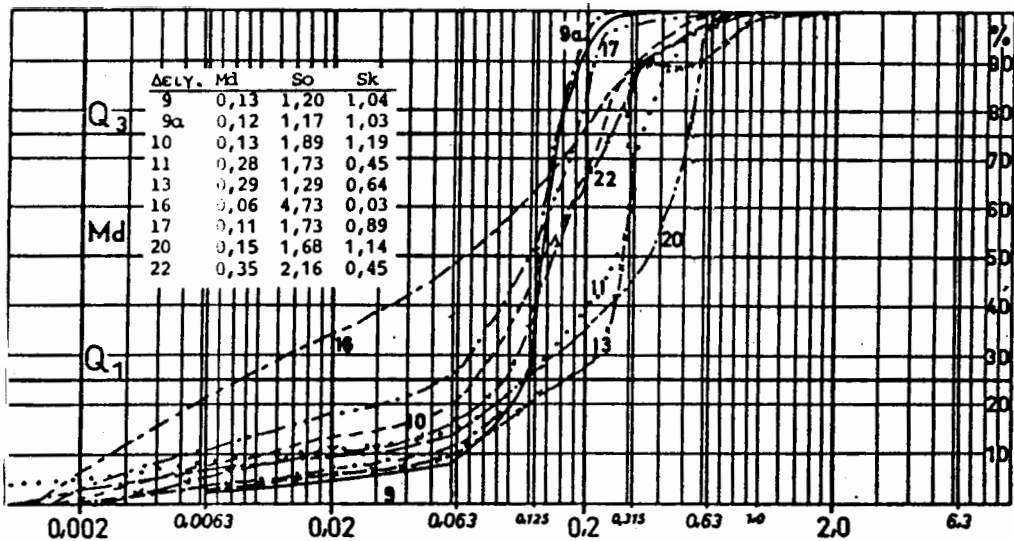
συνήθως πολύ καλή. Αυτό οφείλεται κυρίως τόσο στη θραύση του ψαμμίτη για πλήρη διάλυση όσο και στο γεγονός ότι αρκετοί κόκκοι χαλαζία ή αστρίων έχουν υποστεί προηγούμενα μερική αντικατάσταση από ασβεσίτη, ο οποίος διαλύεται και ο κόκκος που μένει δεν ανταποκρίνεται στο σχήμα και στο μέγεθος του αρχικού κόκκου.



Σχ. (φωτ.) 7. Καλή ανάπτυξη τοιμέntου A ασβεσίτη ή μαγνησιούχου ασβεσίτη. Η επιμήκης πλευρά των κρυστάλλων είναι κάθετη προς το περιθώριο του κενού χώρου και αντιστοιχεί στην κρυσταλλογραφική διεύθυνση c. Η ανάπτυξη του τοιμέntου αυτού έγινε πιθανόν όταν το κάτω τμήμα του αιολιανίτη (δείγμα 20) καλύφθηκε από τη θάλασσα.

Abb. 7. Calcit- oder Mg- Calcit- Zement A mit der Längsrichtung senkrecht zur Hohlraumwand. Dieses Zement hat sich submarin gebildet, als der Aolianit (Abb. 5, 2) im Holozän teilweise überflutet wurde. Vergr. 10 x 25 + N.—Ca: Bruchstücke cal-citschalen, CH: Hornstein.

2.2. Οι ενδοχωρικοί αιολιανίτες: Η εμφάνισή τους αρχίζει από το υψόμετρο των 50 μ. περίπου και φθάνει μέχρι το υψόμετρο των 120 μ. στην πλαγιά ανατολικά της ακτής του Όρμου Λειβάδι και παράλληλα προς το δρόμο από τη Φαλάσαρνα προς τον Πλάτανο (σχ. 5). Έχουν αποτεθεί πάνω σε νεογενείς μάργες. Πολλές φορές παρατηρείται ένα ανακάτωμα μαργών και αιολιανιτών. Αυτό είναι αποτέλεσμα μικροκατολισθήσεων των μαργών κατά τη



Σχ. 8. Αθροιστικές καμπύλες κοκκομετρικής ανάλυσεως των αδιάλυτων συστατικών (μη ανθρακικών) των αιολιανιτών.

Abb. 8. Kornsummenkurven der ungelösten Bestandteile (ausser Karbonate) der Aolianite.

απόθεση των αιολικών αυτών ιζημάτων.

Στον αιολιανίτη αυτόν παρατηρούνται μικρορήγματα παράλληλα προς την πλαγιά, δηλαδή έχουν γενική διεύθυνση Β—Ν. Ελάχιστα μικρορήγματα έχουν διεύθυνση κάθετη ή διαγώνια προς την προηγούμενη και επικρατούσα διεύθυνση. Οι επιφάνειες των μικρορηγμάτων έχουν καλυφθεί με ασβεστιτικό φλοιό. Τα μικρορήγματα αυτά, αν και είναι παράλληλα προς τη ρηματογενή ζώνη (κατά μήκος της πλαγιάς) πιστεύεται ότι είναι επιφανειακά «ρήγματα κλιτύος» που σχηματίζονται κυρίως λόγω βαρύτητας και όχι λόγω ενεργοποίησης της ρηματογενούς ζώνης, χωρίς βέβαια να αποκλείεται και αυτή η περίπτωση.

2.2.2. Πετρογραφικά και ιζηματολογικά χαρακτηριστικά. Η θέση που κατέχουν οι «ενδοχωρικοί» αιολιανίτες και οι διαφορές τους συγκριτικά με τους «παράκτιους» οδηγούν στο συμπέρασμα ότι σχηματίστηκαν σε δύο διαφορετικές χρονικές περιόδους και με διαφορετική στάθμη της θάλασσας.

Πιο συγκεκριμένα οι «ενδοχωρικοί αιολιανίτες» που απέχουν περί τα 800 μ. από τη σημερινή ακτή δεν μπορεί να σχηματίστηκαν την ίδια εποχή με τους «παράκτιους αιολιανίτες», που ήταν πιο κοντά στην ακτή τροφοδοσίας και όμως είναι πιο λεπτόκοκκοι. Πρέπει λοιπόν να δεχθούμε ότι οι «ενδοχωρικοί αιολιανίτες» σχηματίστηκαν σε μια εποχή που η στάθμη της θάλασσας βρισκόταν στο υψόμετρο των +30 μ. έως +40 μ. περίπου. Τότε δηλαδή που σχηματίστηκε η



Σχ. (φωτ.) 9. Ak: Διαβρωσιγενές κοιλώμα (+ 14 μ.) στον ασβεστόλιθο Τριπόλεως κατά το Τυρρηνίο ΙΙ και Lk: διαλυσιγενή κοιλώματα στον αιολιανίτη (+ 6,5 μ) στο χώρο της αρχαίας Φαλάσαρνας. Η τελευταία ανύψωση της ακτής άρχισε κατά τον 4ο-5ο μ.Χ. αιώνα.

Abb. 9. Ak: Abrasionskehle (+ 14 m, Tyrren II) im Tripolitzakalk und Lk: Lösungskehlen im Aolianit im Raum der antiken Stadt Phalasarne. Das Auftauchen der Küstenlinie Lk hat während des 4ten-5ten Jahrh. n. Chr. begonnen.

αντίστοιχη επιφάνεια ισοπεδώσεως, που αποτελεί σήμερα την πεδινή έκταση στον Όρμο Λειβάδι με μέση κλίση 7,5. Αν λάβουμε υπόψη και την ανύψωση της περιοχής μετά τον 3ο μ.Χ. αιώνα κατά 6,5 μ., μπορούμε να δεχτούμε ότι η βαθμίδα αυτή σχηματίστηκε κατά τον Τυρρηνίο Ι. Ο. KELLETAT (1979, s. 56-57) τοποθετεί μια θαλάσσια βαθμίδα του Τυρρηνίου στο υψόμετρο +17-20 μ. και σημειώνει την παρουσία «νεοπλειστοκαινικών» και «προσφάτων» θινών χωρίς άλλη διαφοροποίηση και ιζηματολογική εξέταση.

Στη συνέχεια (πιθανόν Τυρρηνίο ΙΙ) η στάθμη της θάλασσας κατέβηκε στο υψόμετρο των 14-16 μ. σχηματίζοντας άλλη επιφάνεια ισοπεδώσεως και χαρακτηριστικό κοιλώμα (φωτ. 9) στους ασβεστόλιθους της απότομης πλευράς του ακρωτηρίου Κούτρι. Η ΠΑΠΑΠΕΤΡΟΥ - ZAMANH (1971) πιστοποιεί την παρουσία απολιθωματοφόρου (άφθονα Glycymeris) ψαμμίτη στη Φαλάσαρνα και στη θέση Μακρύ Τείχος σε υψόμετρο 5-10 μ. Αυτό βέβαια δεν αναιρεί τη δική μας άποψη για τη στάθμη των +14-16 μ. γιατί είναι γνωστό (WOLDSTEDT,

1967) ότι στην Ανατολική Μεσόγειο έχουν διαπιστωθεί κατά το Τυρρηνίο ΙΙ μια παλαιότερη (12-20) και μια νεώτερη (5-8 μ.) στάθμη. Πρέπει όμως να δεχθούμε ότι κατά το Τυρρηνίο ΙΙ η περιοχή βυθίστηκε τεκτονικά κατά 7-10 μ. (συμπεριλαμβανομένων και των 2,5 μ. κατά PIRAZZOLI et al., 1981) και μετά ανυψώθηκε στο ίδιο περίπου υψόμετρο. Στη συνολική ανύψωση αυτή συμπεριλαμβάνονται και τα 6,5 μ. ανυψώσεως, που σημειώθηκαν μετά τον 3ο μ.Χ. αιώνα. Πιστεύουμε ότι ορισμένοι από τους «ενδοχωρικούς αιολιανίτες» και κυρίως αυτοί που βρίσκονται χαμηλά δηλαδή στο υψόμετρο των 50-70 μ. σχηματίστηκαν κατά την περίοδο της θαλάσσιας στάθμης του Τυρρηνίου ΙΙ.

Από τους ειδικούς έχει γίνει αποδεκτό ότι κατά την τελευταία παγετώδη εποχή (Βούρμιος) η στάθμη της θάλασσας κατέβηκε στο υψόμετρο των —120 μ. περίπου. Κατά την εποχή αυτή και ίσως προς το τέλος πιστεύουμε ότι σχηματίστηκαν οι παράκτιοι αιολιανίτες της αρχαίας Φαλάσαρνας. Το γεγονός ότι οι αιολιανίτες αυτοί έχουν ακόμη μαγνησιούχο ασβεστίτη σε αντίθεση με τους «ενδοχωρικούς αιολιανίτες» (σχ. 10) ενισχύει την άποψη ότι αποτελούν νεώτερους σχηματισμούς σε σχέση με τους τελευταίους.

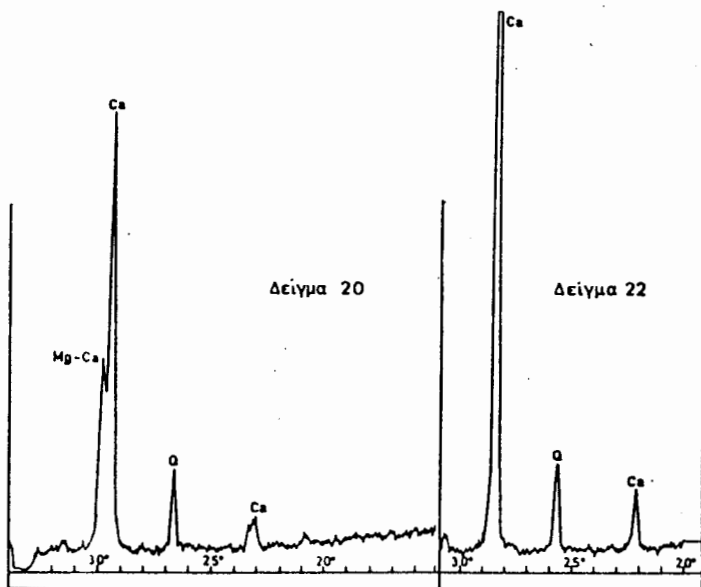
Μετά το τέλος της τελευταίας παγετώδους περιόδου δηλαδή περίπου πριν από 7.500-8.000 χρόνια η στάθμη ανέβηκε περίπου στο σημερινό επίπεδο. Οι παράκτιοι αιολιανίτες είχαν ήδη υποστεί σε μεγάλο βαθμό τη διαγένεση όταν ανυψώθηκε η στάθμη. Αυτό συμπεραίνεται από το γεγονός ότι δεν παρατηρείται σε καμιά θέση έστω και περιορισμένα φαινόμενα ρευστοποίησης άμμου ή ανομοιόμορφης διάβρωσης και αποκομιδής.

Αιολιανίτες με διαφορετικές ηλικίες σχηματισμού παρατηρούνται και στο νότιο τμήμα των δυτικών ακτών όπως και στις βόρειες ακτές. Σύμφωνα με τις έρευνες του PIRAZZOLI et al. (1976, 1977, 1981) η Δυτική Κρήτη μέχρι τα Αντικύθηρα πραγματοποίησε 10 καταβυθιστικές κινήσεις στο χρονικό διάστημα, μεταξύ 4.000 και 1.700 χρόνια από σήμερα. Η κάθε μια από τις κινήσεις αυτές δεν ξεπέρασε τα 0,25 μ. και επομένως η συνολική καταβύθιση ήταν της τάξεως των 2,5 μ.

Μετά τον 3ο μ.Χ. αιώνα (HAFEMANN, 1965) και περίπου πριν από 1550 χρόνια από σήμερα (PIRAZZOLI et al. 1981) άρχισε να αναδύεται η Δυτική Κρήτη.

Αυτό σημαίνει ότι οι παράκτιοι αιολιανίτες της αρχαίας πόλης Φαλάσαρνας, ήταν βυθισμένοι στη θάλασσα μέχρι το σημερινό υψόμετρο των 6,5 μ. (Σχ. φωτ. 9) τουλάχιστον στο χρονικό διάστημα μεταξύ 4.000 και 1.550 χρόνια από σήμερα ή και πιο πριν 6.000-7.000 χρόνια από την τελική ανύψωση της στάθμης της θάλασσας μετά την τελευταία παγετώδη περίοδο. Δύο ιζηματολογικά χαρακτηριστικά αιολιανιτών των κατωτέρων οριζόντων οφείλονται πιθανόν στο γεγονός ότι καλύπτονταν για μερικές χιλιάδες χρόνια από τη θάλασσα. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι η ανάπτυξη τυπικού τσιμέντου Α (Σχ. φωτ. 7) και η πλήρωση των πόρων κατά το μεγαλύτερο ποσοστό με τσιμέντο Β., καθώς και η σχετική αυξημένη παρουσία του μαγνησιούχου ασβεστίτη.

Το τσιμέντο Α παρουσιάζει τέλεια ανάπτυξη παρά τις παρατηρήσεις (GINSBURG 1957, G. MÜLLER 1964, MATTHEWS 1967) ότι σε πρόσφατα



Σχ. 10. Ο Mg-ασβεστίτης απουσιάζει τελείως από τον παλιό (Τυρρήνιο Ι) αιολιανίτη στη Φαλάσαρνα.

Abb. 10. Der Mg-Calcit fehlt ganz im älteren (Tyrrhen I) im Gegensatz zum jüngeren (letzte Eiszeit) Aolianit bei Phalasarua. Mg-Ca: Magnesium - Calcit, Ca: Calcit, Q: Quarz.

ιζήματα της αναδυόμενης ζώνης απουσιάζει και ότι σχηματίζεται απευθείας τσιμέντο Β (βλ. FÜCHTBAUER & MÜLLER 1970, σελ. 358).

Ο μαγνησιούχος ασβεστίτης διατηρήθηκε σε μεγάλο ποσοστό γιατί η κάλυψη του πετρώματος από τη θάλασσα δεν επέτρεψε στο γλυκό νερό να τον μετατρέψει σε καθαρό ασβεστίτη. Φυσικά παίζει ρόλο και η σχετικά νεαρή ηλικία του αιολιανίτη.

Όπως αναφέρουν τα ιστορικά κείμενα (ΣΠΑΝΑΚΗΣ Β' Τόμος, ΣΤΡΑΤΗ-ΓΑΚΗΣ, 1967, Εγκυκλοπαιδικό Λεξικό «ΗΛΙΟΥ»), η αρχαία πόλη Φαλάσαρνα ιδρύθηκε κατά τον 8ο π.Χ. αιώνα και διατηρήθηκε μέχρι τη Ρωμαϊκή εποχή. Στον παράκτιο αιολιανίτη που ήταν σχεδόν μέσα στην πόλη λειτούργησαν πολλά λατομεία. Η εξόρυξη γινόταν παράλληλα προς τις μεγάλες διακλάσεις (ή μικρορήγματα). Ο αιολιανίτης αυτός χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα στη ζωή της αρχαίας Φαλάσαρνας γιατί λαξεύεται και κόβεται εύκολα σε μεγάλους ορθογώνιους λίθους. Πρόκειται για ένα είδος πορόλιθου με ομοιόμορφο και καλά κατανομημένο υλικό. Με αυτό έκτισαν κατοικίες, τείχη μνημεία και ελάξευσαν τάφους και ένα θρόνο.

Το αξιοσημείωτο είναι ότι, στα περισσότερα λατομεία η εξόρυξη του

αιολιανίτη προχωρεί σε βάθος 1-2 μ. κάτω από την υποτιθέμενη για την εποχή εκείνη στάθμη της θάλασσας και φτάνει μέχρι το υποκείμενο πέτρωμα του beachrock. Τα βαθύτερα στρώματα είναι προφανώς ποιοτικά καλύτερα γιατί παρουσιάζουν πιο ολοκληρωμένη διαγένεση.

Το πρόβλημα ή μάλλον το ερώτημα που τίθεται είναι: Πως γινόταν η εξόρυξη του αιολιανίτη στο βάθος αυτό αφού η εισροή του θαλασσινού νερού μέσα στο λατομείο, αν όχι από τους αιολιανίτες τουλάχιστον μέσα από τις ρωγμές του beachrock ήταν αναπόφευκτη. Ο CAYEUX L. (1907) πιστεύει ότι η «ταπείνωση της στάθμης της θάλασσας» έγινε πριν ανοιχτούν τα λατομεία δηλαδή πριν την αρχαιότητα, σε αντίθεση με το SPRATT (1865), που δέχεται ότι «η ανύψωση της ξηράς» έγινε μετά την περίοδο της αρχαιότητας χωρίς να εξηγεί τη λειτουργία των λατομείων. Ο HAFEMANN (1965) με ραδιοχρονολογήσεις δειγμάτων της παλαιάς ακτογραμμής αποδεικνύει ότι τα διάφορα φύκη ζούσαν στο ανώτερο σημάδι της ακτογραμμής και κατά τον 3ο μ.Χ. αιώνα και γι' αυτό δέχεται ότι οι ανυψωτικές κινήσεις άρχισαν μετά τον 3ο μ.Χ. αιώνα ενώ συγχρόνως σημειώθηκε και ευστατική ανύψωση της στάθμης της θάλασσας κατά 2 μ. Το πρόβλημα της λειτουργίας των λατομείων το αποσιωπά.

Ο PIRAZZOLI et al. (1981) με βάση ραδιοχρονολογήσεις δέχεται ότι η Δυτική Κρήτη γενικά άρχισε να ανυψώνεται πριν από 1550 χρόνια από σήμερα.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των ραδιοχρονολογήσεων αυτών πρέπει να δεχθούμε ότι η ανύψωση της ακτής άρχισε κατά τον 4ο μ.Χ. αιώνα και με βάση τα δεδομένα αυτά να κάνουμε μια υπόθεση σχετικά με τη λειτουργία των λατομείων και την παρακμή της αρχαίας πόλης Φαλάσαρνας. Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω η πόλη Φαλάσαρνα διατηρήθηκε μέχρι και τη Ρωμαϊκή περίοδο (69 π.Χ. — 395 μ.Χ.). Κατά πάσαν πιθανότητα δηλαδή μέχρι τότε που άρχισε η ανύψωση της ακτής. Φαίνεται ότι η βαθειά εξόρυξη έγινε αμέσως μόλις άρχισε η ανύψωση της περιοχής έστω και με λίγο νερό στο δάπεδο του λατομείου. Στα λατομεία δούλευαν συνήθως δούλοι και έτσι οι συνθήκες εργασίας δεν αποτελούσαν ιδιαίτερο πρόβλημα.

Δεν είναι τυχαίο ότι μετά τη Ρωμαϊκή περίοδο η άλλοτε πλούσια Φαλάσαρνα έπαψε να υπάρχει. Τα ιστορικά κείμενα αναφέρουν ότι η Φαλάσαρνα ήταν το επίνειο της μεγάλης πόλης Πολυρρηνίας. Μετά την ανύψωση της ακτής το λιμάνι μεταβλήθηκε σε ξηρά. Οι ανυψώσεις αυτές της ακτής συνοδεύονταν όπως είναι φυσικό και από έντονη σεισμικότητα. Ο ΠΛΑΤΑΚΗΣ (1950) αναδημοσιεύει ιστορικά κείμενα που αναφέρονται σε ισχυρούς σεισμούς όπως εκείνος της 21-7-356 μ.Χ. που συγκλόνησε την Κρήτη, την Αίγυπτο, την Πελοπόννησο και τη Ν. Ιταλία. Στην Κρήτη η θάλασσα ανυψώθηκε και κατέστρεψε πολλές πόλεις.

Η λατομική δραστηριότητα και η ακμή της πόλης Φαλάσαρνας τελειώνουν κατά πάσα πιθανότητα με την αρχή των νέων ανοδικών κινήσεων της Δυτικής Κρήτης. Οι παράκτιοι αιολιανίτες άρχισαν να αναδύονται σταδιακά και σήμερα μόνο σε ορισμένες θέσεις η βάση τους μόλις που καλύπτεται από τη θάλασσα.

Γ. Τα αιολικά ιζήματα στο Ακρωτήριο Χανίων

Ορισμένοι ερευνητές δέχονται πρόσφατες (μετά τον 3ο αιώνα μ.Χ.) ανυψώσεις ακτών του Ακρωτηρίου της τάξεως των 1,5-2 μ. συνολικά (HAFEMANN 1965, LABOREL et al. 1979, THOMMERT et al. 1980, ΦΥΤΡΟΛΑΚΗΣ 1980, ZAMANI & MAROUKIAN 1981). Ο KELLETAT (1979) χαρακτηρίζει τις βόρειες ακτές του Ακρωτηρίου ως ακτές καταβύθισης όπου η καταβύθιση συνεχίζεται. Ο ίδιος θεωρεί πιθανή εποχή του σχηματισμού των αιολιανιτών της περιοχής του Σταυρού την αρχή της τελευταίας παγετώδους περιόδου (Βούρμιο), ενώ πιστεύει ότι η στάθμη της θάλασσας στο «αρχαίο λατομείο» ήταν κατά 0,50-0,60 μ. πιο ψηλά από τη σημερινή.

1. Πρόσφατα αιολικά ιζήματα

Νότια της παραλίας Σταυρού μέχρι και σε απόσταση σχεδόν 2 χλμ. υπάρχουν συσσωρεύσεις αιολικής άμμου. Σε απόσταση περίπου 700 μ. από την ακτή οι πρόσφατες αυτές θίνες έχουν πάχος περισσότερο από 2 μ. Εδώ και πολλά χρόνια έχει ελαττωθεί ή σχεδόν έχει σταματήσει η τροφοδοσία άμμου από την ακτή. Αυτό συμπεραίνεται από το γεγονός ότι επιφανειακά οι περισσότερες εμφανίσεις έχουν υποστεί μια σχετική διαγένεση, αρκετή για να μην παρασύρονται από το νερό και τον άνεμο, και να προβάλλουν σαν «βράχια». Κάτω από το επιφανειακό συγκολλημένο κάλυμμα η άμμος είναι χαλαρή. Η στασιμότητα αυτή της ανανεώσεως του υλικού φαίνεται από τη μη καθαρή εμφάνιση των κόκκων της άμμου λόγω της συγκολλησεως σκόνης από ερυθρογή κ.ά.

Τα δείγματα 1-5 προέρχονται από την περιοχή Σταυρού και μάλιστα από την ακτή προς το εσωτερικό (1, 50, 150, 650 μ. και 2 χλμ. αντίστοιχα από την ακτή). Στον πίνακα I φαίνεται η κατά προσέγγιση ορυκτολογική σύσταση της άμμου της ακτής (1) και των αιολικών άμμων (2-5). Χαρακτηριστική είναι η μείωση του μαγνησιούχου ασβεστίτη των αιολικών άμμων (2-5) από την ακτή προς το εσωτερικό. Κατά πάσαν πιθανότητα οφείλεται στη διαφορά ηλικίας.

Επίσης όσο πιο κοντά προς την ακτή τόσο πιο εύκολα είναι η μεταφορά νέου υλικού από την άμμο της ακτής με νέα κελύφη τρηματοφόρων. Γενικά τόσο η άμμος της ακτής όσο και οι αιολικές αποθέσεις αποτελούνται κυρίως από κελύφη τρηματοφόρων. Ο αραγονίτης παρουσιάζει επίσης μια σχετική μείωση από την ακτή προς το εσωτερικό, εκτός από το δείγμα 5. Αυτό ίσως να οφείλεται στον εμπλουτισμό με ελαφρά θραύσματα οργανικών υλικών (τρηματοφόρων κ.ά.), γιατί το δείγμα προέρχεται από τις πιο απομακρυσμένες αιολικές αποθέσεις και είναι φυσικά και το πιο λεπτόκοκκο. Όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα ο μαγνησιούχος ασβεστίτης με την επίδραση των νερών της βροχής μετατρέπεται σε ασβεστίτη πολύ πιο γρήγορα από τον αραγονίτη. Γι' αυτό και η μείωσή του φαίνεται πιο καθαρά.

Οι κοκκομετρικές καμπύλες των αιολικών άμμων (Σχ. 4) δεν έχουν ουσιαστικές διαφορές. Ο βαθμός ταξινομήσεως είναι πολύ καλός έως καλός. Το μέγεθος των κόκκων ελαττώνεται προοδευτικά με την απόσταση από την ακτή.

Το δείγμα 4 παρουσιάζει διαφορές ως προς τις τιμές των διαγραμμάτων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι προέρχεται από λατομείο αιολικής άμμου, όπου είναι ανακατωμένοι κόκκοι διαφόρων μεγεθών στο μέτωπο εξορύξεως.

Το δείγμα 1 που προέρχεται από την ακτή έχει πιο χονδρό υλικό και ο βαθμός ταξινομήσεως είναι απλά καλός.

Το δείγμα 8 προέρχεται από απολιθωμένη θίνα του Κόλπου Καλαθά, δίπλα από τον επαρχιακό δρόμο. Έχει και κάπως πιο λίγα ανθρακικά, αλλά κατά τα άλλα δεν διαφέρει από τις αιολικές αποθέσεις του Σταυρού.

2. Παλαιές αιολικές αποθέσεις — αιολιανίτες

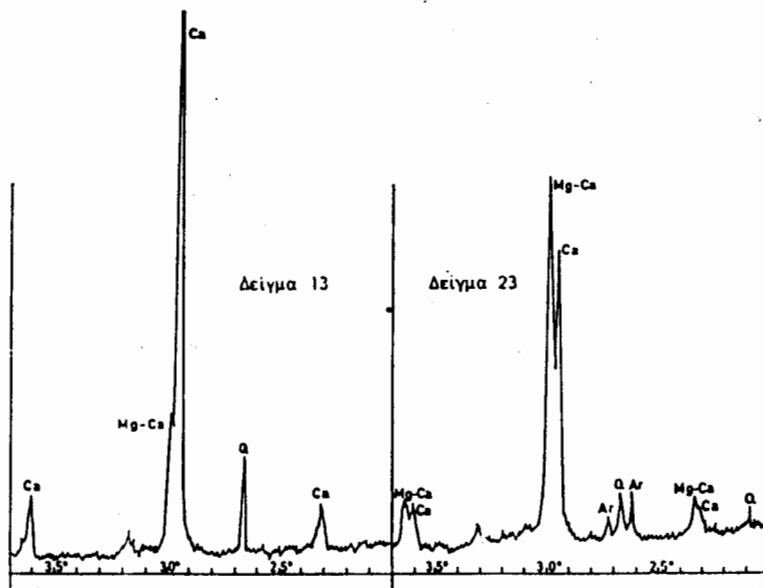
Στη μορφοτεκτονική έρευνά τους στη χερσόνησο του Ακρωτηρίου οι ZAMANI & MAROUKIAN (1981) σημειώνουν τις θέσεις και το υψόμετρο των beachrocks και των αιολιανιτών στο βορειοδυτικό τμήμα της χερσονήσου. Οι ίδιοι πιστεύουν ότι τα δύο αυτά ιζήματα σχηματίστηκαν κατά την αρχή της τελευταίας παγετώδους εποχής (Βούρμιος). Κατά τη δική μας άποψη τα μεν beachrocks σχηματίστηκαν σταδιακά κατά τη σταδιακή απόσυρση της στάθμης της θάλασσας. Οι αιολιανίτες σχηματίστηκαν μετά, όταν η απόσυρση έφτασε στη μέγιστη υποχώρηση (ανάλογα βέβαια με την κλίση του σημερινού βυθού). Αυτό βγαίνει από το γεγονός, ότι οι αιολιανίτες (2-4 μ. πάχους) έχουν αποθεθεί πάνω στα beachrocks και ότι μεγάλο τμήμα των αιολιανιτών βρίσκονται κάτω από τη στάθμη της θάλασσας ή διαβρέχεται από το κύμα και είναι σχετικά λεπτόκοκκοι.

Τα δείγματα των αιολιανιτών που εξετάστηκαν στην εργασία αυτή προέρχονται από τους Κόλπους Σταυρού, Ταρζανά (ΒΔ/κά από το χωριό Χωραφάκια), Καλαθά και Αγ. Ονουφρίου.

2.1. Κό λ π ο ς Σ τ α υ ρ ο ύ: Οι αιολιανίτες του Σταυρού σχηματίζουν μια προεξοχή και χωρίζουν τον Κόλπο σε δύο μικρότερους. Οι αιολιανίτες αυτοί αποτελούνται κυρίως από κελύφη τρηματοφόρων, οστρακωδών, εχινοδέρμων κλπ. Όπως φαίνεται στον Πίνακα I το σύνολο των ανθρακικών (κλαστικών, οργανικών και τσιμέντων) φτάνει το 97%. Στο εμπλουτισμένο πια αδιάλυτο υλικό υπερτερεί ο χαλαζίας, ενώ προσδιορίστηκαν και ιλλίτης καθώς και καολίνιτης. Ο χαλαζίας διαπιστώνεται καθαρά και στο μη εμπλουτισμένο υλικό όλων των δειγμάτων. Η παρουσία του μαγνησιούχου ασβεστίτη είναι αρκετά αισθητή. Οι αιολιανίτες εδώ παρουσιάζουν πολύ καλή διαγένεση.

Τουλάχιστον 1,5 μ. από τους αιολιανίτες που είναι σήμερα πάνω από τη στάθμη της θάλασσας πρέπει να ήταν κάτω από αυτή κατά τους ιστορικούς χρόνους (μέχρι τον 4ο μ.Χ. αιώνα περίπου), λαμβάνοντας υπόψη την ανύψωση της περιοχής που ακολούθησε την πολύχρονη κατάδυση. Αυτό είχε σαν συνέπεια την πολύ καλή διαγένεση. Η διαγένεση με την επίδραση του θαλασσινού νερού προχωρεί πολύ γρήγορα. Αυτό φαίνεται στο δάπεδο του λατομείου το οποίο λειτούργησε επί ενετοκρατίας με την κατασκευή νέου τείχους και την επισκευή των βυζαντινών τειχών στα Χανιά. Οι Ενετοί τελείωσαν την κατασκευή των τειχών κατά το 1583 ή το 1568 (ΚΛΑΔΟΥ - ΜΠΛΕΤΣΑ, 1978). Τότε πιθανότατα σταμάτησε και η λειτουργία των λατομείων πορολίθου στον Καλα-

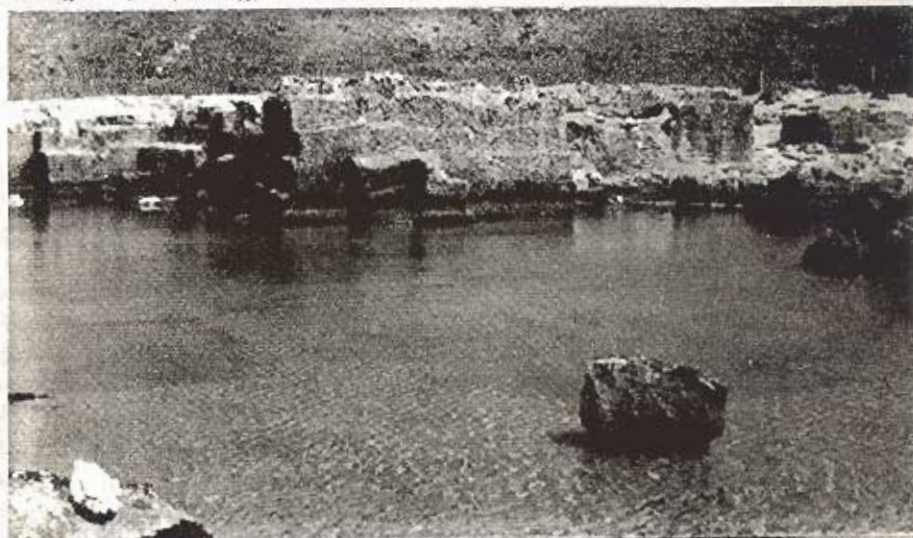
θά και στο Σταυρό (οι επεξεργασμένοι λίθοι μεταφέρονταν με τα πλοiάρια). Στο δάπεδο του λατομείου του Σταυρού έχουν συγκολληθεί οι λατύπες του αιολιανίτη που δημιουργήθηκαν από τις λατομικές εργασίες μαζί με θραύσματα από πήλινα αγγεία. Η διαγένεση αυτή ελάχιστα ή διόλου διαφέρει από τη διαγένεση του αιολιανίτη. Αυτό οφείλεται στην επίδραση του θαλασσινού νερού που κατακλύζει το δάπεδο του λατομείου (Σχ. 12) όταν έχει κύμα μεταφέροντας μαζί και κελύφη τρηματοφόρων. Κατά την ηρεμία εξατμίζεται με αποτέλεσμα τη συγκέντρωση και καθίζηση ανθρακικού ασβεστίου. Η διαφορά ηλικίας μεταξύ του αιολιανίτη (13) και του νέου συγκολλητικού ιζήματος των λατυπών φαίνεται και από την έντονη παρουσία του μαγνησιούχου ασβεστίτη στο τελευταίο (Σχ. 11).



Σχ. 11. Το δείγμα 23 προέρχεται από ψαμίτη που σχηματίστηκε μετά το 1570 μ.Χ. ή και αργότερα στο δάπεδο του λατομείου σαν συγκολλητικό υλικό των λατυπών και το δείγμα 13 είναι από τον αιολιανίτη του Σταυρού στο Ακρωτήρι (βλ. φωτ. 12). Το 23 χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε μαγνησιούχο ασβεστίτη και από αραγονίτη (Ar).

Abb. 11. Die Probe 23 stammt aus einem Sandstein, der sich nach 1570 n.Ch. oder noch später auf dem Steinbruchboden bildete. Während die Probe 13 aus dem Aolianit (eiszeitliche Bildung) des gleichen Steinbruches (bei Stavros - Akrotiri) stammt. Die P. 23 wird durch den hohen Mg - Ca - Gehalt und durch Aragonit charakterisiert. Der Junge Verkettungssandstein ist genau so fest wie der Aolianit.

Ένα τεκτονικό γεγονός, που συνδέεται επίσης με τη διακοπή της λειτουργίας του λατομείου του Σταυρού είναι η ανύψωση, που διαπιστώνεται στο δυτικό μέτωπο εξορύξεως. Το δάπεδο του λατομείου σχηματίζει ύστερα από έντονο κυματισμό μικρή λίμνη με ύψος νερού 0,20 μ. δηλαδή 0,55 μ. πάνω από τη στάθμη της θάλασσας (Σχ. φωτ. 12). Στο υψόμετρο 0,95 μ. έχει σχηματιστεί μία διαλυσιγενής γραμμή με χαρακτηριστική εσοχή πάνω στα τοιχώματα του λατομείου. Αυτό δείχνει ότι η στάθμη του νερού που λιμνάζει έφθανε πιο ψηλά, ή στην πραγματικότητα το λατομείο ήταν κατά 0,40 μ. πιο χαμηλά. Πως όμως και τότε έγιναν οι κινήσεις αυτές; Κατά την περίοδο της λειτουργίας των λατομείων ασφαλώς δεν μπορούσε να λιμνάζει νερό περισσότερο από 0,10-0,20 μ. διότι εκρέει από την άλλη πλευρά, αλλά και διότι δεν θα επέτρεπε τη λειτουργία. Πρέπει λοιπόν να δεχθούμε ότι μετά τη διακοπή της λειτουργίας (1583 η 1568 δεν έχει μεγάλη σημασία η ακριβής χρονολογία), η περιοχή Σταυρού έπαθε μια καταβύθιση περίπου 0,40 μ. οπότε σχηματίστηκε η διαλυσιγενής γραμμή και αργότερα ανυψώθηκε πάλι κατά 0,40 μ. περίπου. Το φαινόμενο αυτό δεν εκπλήσσει διότι οι αρνητικές και θετικές κατακόρυφες μικροκινήσεις σε μια και την αυτή ακτή και σε διάφορες θέσεις της Δυτικής Κρήτης έχει αποδειχθεί με ραδιοχρονολογήσεις (PIRAZZOLI, 1981).



Σχ. (φωτ.) 12. Η λειτουργία του λατομείου αιολιανίτη στο Σταυρό πιθανολογείται ότι διακόπηκε γύρω στα 1570 μ.Χ. Τα διαλυσιγενή κοιλώματα (Lk) στον αιολιανίτη δείχνουν ότι, από το 1570 μέχρι σήμερα η ακτή συμμετείχε σε δύο κατακόρυφες κινήσεις της τάξεως των 0,40 μ. η κάθε μια. Η πρώτη ήταν βύθιση και σχηματίστηκαν τότε τα διαλυσιγενή κοιλώματα και μετά ακολούθησε η δεύτερη η ανύψωση.

Abb. 12. Der Steinbruchbetrieb durfte nach dem Bauabschluss der venetianischen Festungsmauer von Chania (1570 n.Chr.) abgestellt worden sein. Auf Grund der Lösungskehlen (Lk) ist anzunehmen, dass das Küstengebiet nach 1570 eine Senkung um 0,40 m und danach ein Auftauchen um 0,40 m erfuhr.

261

2.2. Οι αιολιανίτες στον κόλπο «Ταζαρνά». Οι αιολιανίτες εδώ έχουν αποθεθεί στις χαμηλές και ομαλές πλαγιές, που περικλείουν μια μικρή πεταλοειδή πεδινή έκταση. Ο κόλπος είναι πολύ κλειστός, οι ακτές σχετικά απότομες διότι αποτελούνται από παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθους. Η όλη γεωμορφολογική εικόνα δείχνει ότι οι αιολιανίτες σχηματίστηκαν προς το τέλος του Τυρρηνίου ΙΙ ή μόλις άρχισε να υποχωρεί η θάλασσα κατά την αρχή της τελευταίας παγετώδους εποχής. Πρέπει δηλαδή να σχηματίστηκαν σε μια εποχή που η στάθμη της θάλασσας βρισκόταν 2-4 μ. πάνω από τη σημερινή. Οι αιολιανίτες στη νότια πλευρά της πεδινής έκτασης αναμειγνύονται με μεγάλες ποσότητες ερυθράς γης που μετέφεραν υδατορεύματα κατά την περίοδο των βροχοπτώσεων.

Από τους αιολιανίτες της λεκάνης αυτής ιδιαίτερη εντύπωση προξενούν οι λεπτοστρωματώδεις αποθέσεις στη νοτιοδυτική πλαγιά. Τα στρώματα έχουν πάχος 1-2 εκατ. το καθένα. Μεταξύ δύο στρωματιδίων ψαμμίτη υπάρχει στρώμα χαλαρού υλικού. Δηλαδή το ένα στρώμα έχει υποστεί διαγένεση ενώ το υποκείμενό του έχει μείνει χαλαρό. Το χαλαρό υλικό έχει μικρότερο ποσοστό ασβεστίτη και αντίστοιχα μεγαλύτερο ποσοστό χαλαζία σε σχέση με το συμπαγές στρώμα (πιν. Ι, 9 και 9α αντίστοιχα). Το πιο εντυπωσιακό φαινόμενο είναι ότι, στα συμπαγή στρωματίδια η πάνω επιφάνεια είναι σχεδόν τελείως επίπεδη ενώ η κάτω επιφάνεια σχηματίζει προεξοχές και εσοχές, που δείχνουν ένα υποτυπώδη προσανατολισμό (Σχ. φωτ. 13). Οι ιζηματολογικές αυτές μορφές του δαπέδου των στρωμάτων μπορούν να χαρακτηριστούν «load casts» κατά PETTIJOHN et al. (1972) ή «Belastungsmarken» κατά FUCHTBAUER MULLER (1970). Αν και στην περίπτωση μας δεν έχουμε εναλλαγές ψαμμίτη και αργίλου (πριν τη στερεοποίηση βαρύ και ελαφρό υλικό αντίστοιχα), όμως υπάρχει μια σχετική διαφορά στο βάρος του υλικού των δύο στρωμάτων. Δηλαδή το δείγμα 9α περιέχει περισσότερο από το διπλάσιο ανθρακικό ασβέστιο σε σχέση με το δείγμα 9 του χαλαρού υλικού. Το τελευταίο περιέχει μεγάλο ποσοστό χαλαζία, ο οποίος είναι πιο ελαφρύς από τον ασβεστίτη. Έτσι σε περιόδους υδατοκορεσμού των δύο στρωμάτων άμμου, το δάπεδο του πλούσιου σε ασβεστίτη στρώματος υποχωρούσε και βυθιζόταν τελείως τοπικά και ανομοιόμορφα μέσα στο υποκείμενο πιο ελαφρύ υλικό. Επειδή τα αιολικά αυτά ιζήματα αποτέθηκαν στους πρόποδες μιας μικρής πλαγιάς πάνω σε ασβεστόλιθους ακολούθησαν την κλίση της πλαγιάς και υπήρχε συχνά δυνατότητα διαποτισμού. Μικρομετακινήσεις δημιούργησαν κάποιο προσανατολισμό στις προεξοχές του δαπέδου. Σε άλλο στάδιο κατά τους ανωτέρω συγγραφείς γίνεται επίσης μια μετακίνηση μέρους του ανθρακικού ασβεστίου προς την πλευρά του πλουσιότερου σε ανθρακικό ασβέστιο στρώματος και κυρίως στην πάνω και κάτω επιφάνεια. Έτσι διακρίνονται καθαρά τα συγκολλημένα λεπτά στρώματα του αιολιονίτη από το χαλαρό αιολικό ιζημα και έτσι μπορεί να εξηγηθεί η ιδιαίτερα μεγάλη διαφορά της περιεκτικότητας του ανθρακικού ασβεστίου μεταξύ των δύο στρωμάτων.

Η απουσία του μαγνησιούχου ανθρακικού ασβεστίου μπορεί να αποδοθεί σε τρεις παράγοντες: στην ηλικία, στη μικρή περιεκτικότητα θραυσμάτων

κελυφών και στην πλευρική διαπότιση από νερά της βροχής.

2.3. Αιολιανίτες του Όρμου Καλαθά. Οι αιολιανίτες εδώ είναι περισσότερο εξαπλωμένοι στη νότια πλευρά του Κόλπου και αρχίζουν περί τα 2 μ. και περισσότερο κάτω από τη στάθμη της θάλασσας και φτάνουν μέχρι το υψόμετρο +17 (περίπου). Τα λατομεία που λειτούργησαν κατά τους ιστορικούς χρόνους είναι στο υψόμετρο 3-7 μ.



Σχ. (φωτ.) 13. Παλιός (Τυρρήνιο II;) αιολιανίτης σε λεπτές στρώσεις, που παρουσιάζουν στην κάτω επιφάνεια του στρώματος «μορφές διεισδύσεως λόγω του βάρους του» — load casts.

Abb. 13. Alte (Tyrrhen II?) Aolianit; feste dünnsschichte (7a) wechseln sich mit lockermaterial (7) analoger Mächtigkeit und Zusammensetzung. Typische Belastungsmarken (load casts) zeigt die Unterseite der dünnen Bank.

A: άνω επιφάνεια, Oberseite der Bank; K: Κάτω επιφάνεια του στερεοποιημένου αιολιανίτη, Unterseite der Bank.

Στη βάση των αιολιανιτών κοντά στην ακτή παρατηρούνται φαινόμενα ροής του ιζηματος κατά το στάδιο πριν τη διαγένεση, που μαρτυρούν την εκροή υπόγειων νερών κοντά στην ακτή. Η επίδραση των πηγαίων νερών στην πλήρη μετατροπή του μαγνησιούχου ασβεστίτη σε καθαρό ασβεστίτη φαίνεται στο δείγμα 16 σε σύγκριση με το δείγμα 17 που προέχεται από τους ίδιους αιολιανίτες που δεν επηρεάστηκαν από τα υπόγεια νερά. Στο δείγμα 16 τα υπόγεια νερά απομάκρυναν το χονδρόκοκκο υλικό του χαλαζία και εμπλούτισαν το υδατοκορεσμένο ίζημα με ανθρακικό ασβέστιο, πράγμα που διαπιστώνεται και σε λεπτή τομή στο μικροσκόπιο. Έτσι το δείγμα 16 χαρακτηρί-

ζεται από την απουσία του μαγνησιούχου ασβεστίτη, από λεπτόκοκκο υλικό και από υψηλό ποσοστό ανθρακικών σε σύγκριση πάντα με το γειτονικό δείγμα 17.

1 και 6: άμμος ακτής, 2-5: αιολική άμμος, 7 και 7α (ασθεν. συγκόλληση): απολιθ. Οίνα, 8: Οίνα με μέτρια συγκόλληση, 9 (χαλαρός), 9α (στερεοποιημένος): αιολιανίτης σε εναλλαγές, 10-24 (εκτός 23): αιολιανίτες, 23: συνδετικό υλικό μεταξύ των λατομών του λατομείου Σταυρού.

Αξιοσημείωτο: Στις νέες αποθέσεις παρατηρείται χαρακτηριστικά αυξημένη παρουσία του μαγνησιούχου ασβεστίτη.

Σύνολο αδιάλυ- των %	Ανάλυση αδιάλυτου υλικού (Φ 0,063 mm)			
	Ιλλίτης	Καολι- νίτης	χλωρι- τες	Αμφιβο- λοι
	Δειγ.	Md	So	Sk
	1	0,90	1,31	1,10
	2	0,34	1,18	1,16
	3	0,32	1,09	1,15
	4	0,55	1,28	0,80
	5	0,31	1,12	1,20
	6	0,30	1,10	0,91
	7	0,22	1,20	1,47
	8	0,29	1,17	0,86
	Δειγ.	Md	So	Sk
	9	0,13	1,20	1,04
	9α	0,12	1,17	1,03
	10	0,13	1,89	1,19
	11	0,28	1,73	0,45
	13	0,29	1,29	0,64
	16	0,06	4,73	0,03
	17	0,11	1,73	0,89
	20	0,15	1,68	1,14
	22	0,35	2,16	0,45

Οι αιλιανίτες στον Κόλπο Καλαθά πρέπει να σχηματίστηκαν κατά την τελευταία παγετώδη εποχή όταν η θάλασσα είχε αποσυρθεί. Αυτό συμπεραίνεται από τη θέση που έχουν αποθεθεί και από την παρουσία του μαγνησιούχου ασβεστίτη.

2.4. Οι αιολιανίτες στον Όρμο του Αγ. Ονούφριου. Οι αιολιανίτες εδώ είναι πολύ περιορισμένοι σε έκταση και φθάνουν μόνο μέχρι το υψόμετρο 2 μ. Έχουν αποθεθεί πάνω σ' ένα στερεοποιημένο πηλίτη από ερυθρά γη και πάνω σε ασβεστόλιθους. Τόσο η θέση τους όσο ο βαθμός

διαγενέσεώς τους καθώς και η σχέση μαγνησιούχου ασβεστίτη προς το ανθρακικό ασβέστιο άλλο ανθρακικό ορυκτό δε διαπιστώθηκε) οδηγούν στο συμπέρασμα, ότι σχηματίστηκαν κατά την απόσυρση της τελευταίας παγετώδους εποχής.

Γ. Αιολιανίτες από την Ανατολική Κρήτη

1. Οι αιολιανίτες στο Μόχλος. Ανατολικά του οικισμού 500 μ.) υπάρχει ένας αιολιανίτης μικρού πάχους που έχει αποτεθεί πάνω σε μαργαϊκούς ασβεστόλιθους του Νεογενούς. Ο αιολιανίτης καλύπτεται από χερσαίες αποθέσεις από πηλούς και γωνιώδεις χάλικες, από ασβεστόλιθους και κυρίως σχιστόλιθους. Οι χερσαίες αποθέσεις σχηματίζουν μια αναβαθμίδα περίπου 12 μ. η οποία σε κάποιο στάδιο διαβρώθηκε κατά θέσεις και μέσα στις διαβρωσιγενείς κοίτες αποτέθηκε κροκαλοπαγές επικλύσεως (πιθανόν Τυρρηνίου II).

Η πλέον πιθανή χρονολογική σειρά των γεωλογικών γεγονότων είναι η ακόλουθη:

— Σχηματισμός των αιολιανιτών σε μια επικλινή προς, την ακτή επιφάνεια και μερική διαγένεση αυτών πιθανόν στην αρχή της Ρησσιού παγετώδους εποχής.

— Μερική διάβρωση των αιολιανιτών και απόθεση πάνω απ' αυτούς χερσαίων αποθέσεων, πιθανόν προς το τέλος της ανωτέρω παγετώδους εποχής.

— Επικλυση του Τυρρηνίου II, μερική διάβρωση των ανωτέρω χερσαίων σχηματισμών και απόθεση παράκτιου κροκαλοπαγούς επικλύσεως εμπλουτισμένου και από ποτάμια τροφοδοσία. Τελική διαμόρφωση μιας επιφάνειας ισοπεδώσεως.

Η θέση των αιολιανιτών στο υψόμετρο 0 έως +2 μ. καθώς και των χερσαίων σχηματισμών πιο χαμηλά από τις αποθέσεις του Τυρρηνίου II μαρτυρούν την επίδραση καταβυθιστικών τεκτονικών κινήσεων της περιοχής κατά το χρονικό διάστημα μεταξύ του σχηματισμού των αιολιανιτών και της επικλύσεως του Τυρρηνίου II.

Ο παλαιός αυτός αιολιανίτης (Πιν. I δείγμα 11) χαρακτηρίζεται από την έλλειψη μαγνησιούχου ασβεστίτη, όπως και οι άλλοι παλαιοί αιολιανίτες. Επίσης χαρακτηρίζεται από αυξημένη περιεκτικότητα αδιάλυτων συστατικών, στα οποία κυριαρχεί ο χαλαζίας (συμπεριλαμβανομένων και των κερατολιθικών και πυριτολιθικών κόκκων). Στο εμπλουτισμένο αδιάλυτο υλικό διαπιστώθηκαν επίσης ιλλίτης, καολινίτης, χλωρίτες και αμφίβολοι. Στη γύρω περιοχή επικρατούν η σειρά των χαλαζιτών-σχιστολιθών, που δικαιολογεί την παρουσία των αμφιβόλων και η σειρά των ανωτέρων στρωμάτων των πλακωδών ασβεστολιθών.

2. Οι αιολιανίτες στον Ξερόκαμπο. Σε υψόμετρο 15-25 μ. κοντά στην ακτή «στου Μαγιά τον άμμο» έχουν αποτεθεί οι αιολιανίτες που περιγράφονται εδώ. Τουλάχιστον 50% της επιφάνειας της λεπτής τομής καλύπτεται από θραύσματα τρηματοφόρων και άλλων οστράκων. Στο αδιάλυτο υλικό υπερτερεί ο χαλαζίας. Παρατηρούνται και λίγοι κόκκοι αστρίων (ορθοκλάστου) με χαρακτηριστική προγενέστερη αντικατάσταση ασβεστίτη. Από τα αργιλικά

ορυκτά διαπιστώθηκε στο αδιάλυτο υλικό μόνο ο καολινίτης. Το σύνολο των ανθρακικών (διαλυτών) φτάνει το 93,5%. Από τα ανθρακικά διαπιστώθηκε μόνο ο ασβεστίτης. Ο μαγνησιούχος ασβεστίτης απουσιάζει τελείως, πράγμα που δείχνει ότι οι αιολιανίτες αυτοί, σε συνδυασμό με την τοπογραφική τους θέση, σχηματίστηκαν κατά πάσα πιθανότητα στη διάρκεια της Ρισσίου αποσύρσεως.

Στους αιολιανίτες αυτούς έχουν λειτουργήσει λατομεία σε περιορισμένη έκταση κατά την αρχαιότητα. Πιστεύεται ότι οι πορόλιθοι των αιολιανιτών χρησιμοποιήθηκαν στην οικοδομική δραστηριότητα της αρχαίας πόλεως «Ἄμπελος», η οποία ήκμασε κατά την Ελληνιστική Περίοδο. Οι ανασκαφές που άρχισαν (θέρος 1984) θα δείξουν μεταξύ των άλλων και σε ποιές οικοδομές χρησιμοποιήθηκε ο αιολιανίτης.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ANGELIER J. 1977. — Some observations on the tectonic evolution of the Hellenic Arc and the Southern Aegean region during Neogene and Quaternary times. — VI Colloquium on the Geology of the Aegean region, 1977, Athen III: 1279-1280.
- ALEXANDERSSON T. 1969. — Recent marine high - Mg calcite lithification in the Mediterranean. — *Sedimentology*, 12, 47-61.
- BLACKMON P. D. & TODD R. 1959. — Mineralogy of some foraminifera as related to their classification and ecology. — *J. Paleont.*, 33, 1-15.
- BONNEFONT J. C. 1972. — La Crète: étude morphologique. — Thèse, Univ. Lille III, Service de reproductions des thèses, 845 p.
- CAYEUX L. 1907. — Fixité du niveau de la Méditerranée à l'époque historique. — *Annales de Géographie* 16, S. 97-116.
- DELIBASIS N. - DRAKOPOULOS J. - FYTROLAKIS N. - KATSIKATSOS G. - MAKROPOULOS K. - ZAMANI A. 1981. — Seismotectonic investigation of Crete island and the adjacent areas. — Intern. Symposium on the Hellenic Arc and Trench, *Proceed.*, Vol. I, p. 121-138. Athens 1981-1982.
- DERMITZAKIS M. 1972. — Pleistocene deposits and old strandlines in the peninsula of Grambousa, in relation to the recent tectonic movements of Crete island. — *Ann. Géol. des Pays Helléniques* 24: 206-240.
- DERMITZAKIS M. 1973. — Recent tectonic movements and old strandlines along the coasts of Crete. — *Bull. Geol. Soc. Greece*, 23rd Congress of CEISM, Athens 10, 1:48-64.
- FLEMING N. C. 1978. — Holocene eustatic changes and coastal tectonics in the northeast Mediterranean: implications for models of crustal consumption. — *Phil. Trans. R. Soc. London*, A. 289, no. 1362:405-458.
- FRIEDMAN G. M. 1964. — Early diagenesis and lithification in carbonate sediments. — *J. Sediment. Petrol.*, 34, 777, 813.
- FUCHTBAUER H. und MULLER G. 1970. — *Sedimente und Sedimentgesteine Schweizerbart'sche Verlagsbuch.*, S. 726, Stuttgart.
- ΦΥΤΡΟΛΑΚΗΣ Ν. 1980. — Η γεωλογική δομή της Κρήτης. — Εθν. Μετσ. Πολυτεχνείο 1980 (Διατρ. Υφηγεσίας).
- GINSBURG R. N. 1957. — Early diagenesis and lithification of shallow - water carbonate sediments in South Florida. — In: *Regional aspects of carbonate deposition - Soc. Econ. Pal. Miner. Spec. Publ.*, 5, 8-100.
- HAFEMANN D. 1965. — Die Niveauveränderungen an den Küsten Kretas seit dem Altertum. — *Abh. Akad. Wissensch. Lit., Math. - Naturwiss.*, Nr. 12:605-688.
- ΚΙΣΚΥΡΑΣ Δ. 1960. — Επί της γεωτεκτονικής καταστάσεως του Ελληνικού χώρου. — *Πρακτικά Ακαδημίας Αθηνών*, 35, σ. 45-54.

- ΚΙΣΚΥΡΑΣ Δ. 1962. — Η διαμόρφωση της Κρήτης κατά τους τελευταίους γεωλογικούς χρόνους. — Κρητική Πρωτοχρονιά, 2, 23-29.
- ΚΕΛΛΕΤΑΤ Δ. 1969. — Geomorphologische Studien an den Küsten Kretas — Abh. der Akad. der Wissensch. in Göttingen, Math. — Phys. Kl., 3 no. 32.
- ΚΛΑΔΟΥ - ΜΠΑΛΕΤΣΑ Α. 1978. — Τα Χανιά έξω από τα τείχη. — Έκδοση Τεχν. Επιμελ. Ελλάδος Τμήμα Δυτ. Κρήτης, σελ. 367.
- KUSS E. S. 1970. — Abfolge und alter de pleistozänen Säugetierfaunen der Insel Kreta. — Ber. Natur. Ges. Freiburg i. Br, 60, S. 35-83.
- LABOREL J. - PIRAZZOLI P. A. - THOMMERET J. and THOMMERET Y. 1979. — Holocene raised shorelines in western Crete (Greece). — Proc. Intern. Symp. on coastal evolution in the Quaternary, 1978: Sao Paulo, Brazil: 475-501.
- LARSEN G. and CHILINGAR G. 1967. — Developments in sedimentology 8-Diagenesis in sediments. — Elsev. Publ. Comp., S. 551.
- MATTHEWS R. K. 1967. — Diagenetic fabric in biosparites from the Pleistocene of Barbados, West Indies. — J. Sediment. Petrol., 37 1147-1153.
- MULLER G. 1964. — Frühdiagenetische allochthone Zementation mariner Küsten - Sande durch evaporitische Calcit - Ausscheidung im Gebiet der Kanarischen Inseln. — Beitr. Miner. Petrogr. 10, 125-131.
- PIRAZZOLI P. and THOMMERET J. 1977. — Chronogéologie - Datation radiométrique d'une ligne de rivage à +2,5 m près de Aghia Roumeli, Crète, Grèce. — C. R. Acad. Sc. Paris, 284, Série D: 1255-1258.
- PIRAZZOLI P. and THOMMERET J. - LABOREL J. and MONTAGGIONI L. 1981. — Crustal Block Movements from Holocene Shorelines: Crete and Antikythira (Greece). — Intern. Symp. on the Hell. Arc and Trench, Athens.
- ΠΑΠΑΠΕΤΡΟΥ - ΖΑΜΑΝΗ Α. 1973. — Φυσικογεωγραφικά μελέται επί της νήσου Κρήτης. — Διατριβή επί υφηγεσία, Αθήναι.
- ΠΑΠΑΠΕΤΡΟΥ - ΖΑΜΑΝΗ Α. 1973. — Φυσικογεωγραφικά μελέται επί της νήσου Κρήτης. — Διατριβή επί υφηγεσία, Αθήναι.
- ΠΛΑΤΑΚΗΣ Ε. 1950. — Οι σεισμοί της Κρήτης από των αρχαιότατων χρόνων μέχρι των καθ' ημάς χρόνων. — Κρητικά Χρονικά, σελ. 463-526.
- RICHTER D. K. 1974. — Zur subaerischen Diagenese von Echinidenskeletten und das relative Alter pleistozäner Karbonatterassen bei Korinth (Griechenland). — N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 146, 51-77, Stuttgart.
- RICHTER D. K. 1979. — Die Stufen der meteorischvadösen Umwandlung von Mg-Calcit in Calcit in rezenten bis Pliozänen Biogenen Griechenlands.
- ΣΠΑΝΑΚΗΣ ΣΤΕΡ. — Κρήτη - Β' Τόμος, Τουρισμός Ιστορία - Αρχαιολογία. Έκδοση Β. Π. Σφακιανάκη, Ηράκλειο Κρήτης.
- SPRATT Th. A. B. 1865. — Travels researches in Creta. — London, J. van Voorst, 2 vols.
- ΣΤΡΑΤΗΓΑΚΗΣ Ι. 1967. — Ιστορία της Κρήτης (1500 π.Χ. — 66 π.Χ.) — Αθήνα.
- THOMMERET J. - PIRAZZOLI P. A. - MONTAGGIONI L. F. and LABOREL J. 1980. — Nouvelles donnees sur les rivages soulèvés de l'Holocène dans l'ouest de la Crète. — Pré tirage, 26e Congrès Géologique International, Paris 1980.
- VAIL R. R. and HARDENBOL J. 1979. — Sea - level changes during the Terriary. Oceanus 22, 3: 71-79.
- WOLDSTEDT P. 1954. — Das Eiszeitalter. — Ferdinand Enke V., Stuttgart.
- WOLDSTEDT P. 1969. — Quartär. — Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- ZAMANI A. and MAROUKIAN H. 1981. — A morphotectonic investigation in northwestern Crete: The peninsula of Akrotiri. — Z. Geomorph. N. F., Suppl. - Bd. 40, 151-164, Berlin - Stuttgart.