

ΤΑ ΛΑΤΟΜΕΙΑ ΗΦΑΙΣΤΕΙΤΗ ΣΤΟΝ ΚΟΛΠΟ ΚΕΦΑΛΟΥ ΤΗΣ ΚΩ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΣΤΙΚΗΣ ΠΟΛΗΣ ΤΗΣ ΚΩ

ΕΥΣΤΑΘΙΟΣ ΧΙΩΤΗΣ

ΔΡ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΛΟΓΟΣ, ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ, ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Περιγράφονται αρχαία λατομεία ογκολίθων ενός ηφαιστειογενούς πετρώματος στον Κόλπο Κεφάλου της Κω και επισημαίνονται Ελληνιστικά μνημεία, στη θεμελίωση των οποίων χρησιμοποιήθηκαν συστηματικά ογκόλιθοι του πετρώματος, που εξορυσσόταν σαράντα χιλιόμετρα μακριά. Ιδιαίτερη έμφαση δίδεται στην αντοχή της υποδομής των κτηρίων σε σεισμικές δονήσεις, χάρις στη συνοχή της λόγω δυνάμεων τριβής. Η κατασκευή της υποδομής θεωρείται ιδιαίτερα βαριά, ώστε να είχε γίνει μόνο για απλή θεμελίωση, και πιστεύεται ότι είχε σκόπιμα σχεδιαστεί αντισεισμικά, λαμβάνοντας μάλιστα υπόψη ότι η Ελληνιστική πόλη της Κω οικοδομήθηκε σε νέα θέση μετά την καταστροφή από σεισμό της παλιότερης πόλης.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Κόλπος της Κεφάλου είναι από τις πιο όμορφες περιοχές της Κω, με πλούσια ιστορική κληρονομιά και πολυτάραχη γεωλογική εξέλιξη. Ο δημιουργικός ρόλος της φύσης μέσα από καταστροφικά φαινόμενα είναι εδώ εμφανής σε μεγάλη κλίμακα. Οι εκρηκτικές εκδηλώσεις ηφαιστειότητας ήταν επανειλημμένες και μεγάλης ισχύος. Όμως, όπως γράφει η Χάρης Κάντζια (1989) : "Η Κως είναι καταπράσινη και εύφορη εξ αιτίας της ηφαιστειακής της προέλευσης. Για την γονιμότητά της ήταν περίφημη σε όλη την αρχαιότητα και η φράση "όν ου θρέψει Κως εκείνον ουδ' Αίγυπτος" είχε μείνει παροιμιώδης".

Η πιο πρόσφατη ηφαιστειακή έκρηξη στην Κω χρονολογείται πριν 145.000 χρόνια (Keller et al., 1990) και σχημάτισε τον τόφφο που καλύπτει σε μεγάλη έκταση την Κω, αλλά που εκτινάχθηκε επίσης μέχρι την Κάλυμνο και τη Χάλκη. Φοβερή έκρηξη που έδωσε πάνω από εκατό κυβικά χιλιόμετρα ηφαιστειακού υλικού. Εξ άλλου, ο Κόλπος της Κεφάλου δεν είναι παρά τμήμα ηφαιστειακής καλδέρας, το κέντρο της οποίας απέχει ένα μόλις χιλιόμετρο από την ακτή και που ανατινάχθηκε πριν 500.000 χρόνια (Δαλαμπάκης - Βουγιουκαλάκης, 1993).

Ο ιγκνιμβρίτης της Κεφάλου, το ηφαιστειακό πέτρωμα που εξορύχθηκε μαζικά κατά την αρχαιότητα και εξετάζεται στην εργασία αυτή, σχηματίστηκε επίσης από ηφαιστειακή έκρηξη πριν δέκα εκατομμύρια χρόνια. Το ίδιο πέτρωμα απαντά σε πολλές άλλες θέσεις στην Κω (Τριανταφύλλης, υπό έκδοση), ειδικά όμως στον Κόλπο της Κεφάλου είναι ιδιαίτερα συνεκτικό και συμπαγές. Αυτό εξηγεί γιατί η φύση έχει δημιουργήσει εδώ, με την καταστροφική κατά τα άλλα διάβρωση, ένα θαυμάσιο γλυπτό με πυργοειδείς μορφές (Εικ.1) και τοπίο που θυμίζει βιβλικό σκηνικό (Εικ.2). Το πέτρωμα αυτό είχε γίνει αντικείμενο εκμετάλλευσης στην αρχαιότητα στις θέσεις Καμήλα και Τηγάνι. Ο παρατηρητικός ιστοριοδίφης Ζαρράφτης είχε επισημάνει επιφανειακές λαξεύσεις στην Καμήλα, αλλά τις απέδωσε σε λαξευμένα οικήματα, κι αυτό τον οδήγησε να φανταστεί την ύπαρξη προμαχώνος στην υπερκείμενη ράχη. Όπως γράφει : "..... εις τους ποριοειδείς βράχους φαίνονται λελαξευμένα οικήματα, περί ά άνωθεν διακόσια περίπου μέτρα η επιμήκης ράχη δείκνυσιν, ότι ήτο δυνατόν να εχρησίμευεν ως προμαχών ακρωπολλού, εφ' ης και τινα σημεία φαίνονται. Λέγεται η ράχη αύτη Καμήλα ..." (Ζαρράφτης, 1921, Α', σ.17). Σημειώνεται ακόμη ότι η λατομική δραστηριότητα στην Κω ήταν ιδιαίτερα ανεπτυγμένη κατά την αρχαιότητα, όπως προκύπτει από πρόσφατη σχετική μελέτη (Πουπάκη - Χατζηκωνσταντίνου, 1996).

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΛΑΤΟΜΕΙΩΝ.

Ο χαρακτήρας των λαξευμένων επιφανειών ως μετώπων αρχαίων λατομείων αναγνωρίστηκε πολύ πρόσφατα. Μάλιστα, τα ίχνη των μεταλλικών εργαλείων στα μέτωπα εξόρυξης διατηρούνται θαυμάσια και επιτρέπουν την αποκρυπτογράφηση της μεθόδου εκμετάλλευσης. Αναλυτικότερη περιγραφή και φωτογραφίες των λατομείων περιέχονται στην πρώτη σχετική μελέτη (Chiotis - Papadimitriou, 1995).

Το πέτρωμα χαρακτηρίζεται πετρογραφικά ως ιγκνιμβρίτης και αποτελείται από ηφαιστειακό τόφφο και κίσηρη, που συγκολλήθηκαν όταν ακόμη ήταν διάπυρα. Είναι ελαφρύ (ειδικό βάρος 1,5 έως 1,8 gr/cm³) λόγω της σημαντικής αναλογίας κίσηρης. Εξορύσσεται, αλλά και διαβρώνεται εύκολα. Οι θέσεις Καμήλα και Τηγάνι, σε μεγάλη σχετικά απόσταση από τον τόπο προορισμού του πετρώματος, επιλέχθηκαν γιατί ο ηφαιστειακός εδώ είναι υγιής, ενώ αλλού έχει υποστεί προχωρημένη διάβρωση, ίσως λόγω ασθενέστερης συγκόλλησης των συστατικών του.

Όπως φαίνεται στα λατομεία, αλλά και στα μνημεία όπου χρησιμοποιήθηκε, το πέτρωμα εξορυσσόταν σε ογκολίθους, λίγο-πολύ τυποποιημένων διαστάσεων, ιδιαίτερα με ύψος γύρω στα 50 έως 60 εκατοστά περίπου. Το πλάτος των ογκολίθων ήταν μεγαλύτερο, γύρω στα 60 έως 70 εκατοστά, και το μήκος περίπου διπλάσιο του πλάτους. Η εξόρυξη γινόταν με σφήνες και τύκους από μαλακό χάλυβα, όπως προέκυψε από τη μελέτη στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο μιας σφήνας που βρέθηκε οξειδωμένη εξωτερικά, αλλά υγιής στο εσωτερικό (Chiotis - Papadimitriou, 1995). Μάλιστα, η παρουσία στο χάλυβα της σφήνας αφθόνων εγκλεισμάτων σκωρίας παραπέμπει σε προβυζαντινή μεταλλουργική τεχνική (Conorhagos - Papadimitriou, 1986).

Για την εξόρυξη των ογκολίθων διανοιγόταν στην αρχή περιμετρικό αυλάκι, πλάτους 20 έως 25 εκατοστών, ακολουθούσε η κατασκευή δύο ή τριών οριζόντιων διατρημάτων στη βάση και τελικά γινόταν η αποκόλληση από το βράχο με μεταλλικές ράβδους και σφήνες εντός αυτών των διατρημάτων. Όπου υπήρχαν κατακόρυφες φυσικές διακλάσεις, χρησιμοποιούντο σαν οδηγός ώστε να διευκολύνεται η εξόρυξη.

Η οικονομία του εξορυσσόμενου ηφαιστειακού, η τάξη και μεθοδικότητα της εκμετάλλευσης, η αξιοποίηση των φυσικών ρωγμών του πετρώματος στην εξόρυξη και η μεγάλη έκταση των εργασιών εντυπωσιάζουν ιδιαίτερα. Στη θέση Καμήλα η εξόρυξη έχει αναπτυχθεί σε μήκος οκτακοσίων μέτρων, ενώ στη θέση Τηγάνι το δάπεδο εξόρυξης είναι επίπεδο σε έκταση πολλών στρεμμάτων. Η επιφάνεια αυτή, που θα φαινόταν σαν κοσμοδρόμιο σε κάποιους ευφάνταστους, δείχνει ορθολογική εκμετάλλευση και μάλιστα με κεντρικό σχεδιασμό. Η διαμόρφωσή της έγινε, ίσως, για την αξιοποίηση του χώρου σε άλλη χρήση.

Τα μέτωπα διατάσσονται σε ορθές βαθμίδες, που επιτρέπουν την ταυτόχρονη εργασία σε διαφορετικές θέσεις και επομένως την εξόρυξη με υψηλούς ρυθμούς παραγωγής. Εκτιμάται ότι έχουν εξορυχθεί τουλάχιστον 50.000 κυβικά μέτρα ογκολίθων. Το εξορυσσόμενο πέτρωμα μεταφέρετο από τα παράκτια λατομεία διά θαλάσσης στον τελικό προορισμό, κυρίως στην πόλη της Κω, σε απόσταση σαράντα χιλιομέτρων περίπου, αλλά επίσης και πλησιέστερα, όπως στην Καρδάμαινα.

Η ΕΠΟΧΗ ΕΞΟΡΥΞΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΗΦΑΙΣΤΕΙΤΗ.

Όπως αναφέρθηκε ήδη, ο τύπος του χάλυβα των εργαλείων παραπέμπει σε προβυζαντινούς χρόνους. Για παλιά εκμετάλλευση συνηγορεί επίσης το γεγονός ότι τα παράκτια μέτωπα εξόρυξης είναι σήμερα βυθισμένα μέχρι και μισό μέτρο κάτω από τη στάθμη της θάλασσας, σαν αποτέλεσμα γεωλογικών φαινομένων που εξελίσσονται με αργούς ρυθμούς. Όμως, η αναγνώριση των ογκολίθων του ηφαιστειακού σε ιστορικά μνημεία προσφέρει τη δυνατότητα ακριβέστερης χρονολόγησης.

Πράγματι, οι ογκολίθοι χρησιμοποιήθηκαν συστηματικά, ιδίως σαν υλικό θεμελίωσης κτηρίων στους Ελληνιστικούς χρόνους. Τους βρίσκουμε κυρίως στην πόλη της Κω, όπως στο βωμό του Διονύσου, και στο Δωρικό ναό στο Ασκληπιείον. Εμφανέστερη, όμως, είναι η παρουσία του πετρώματος στην Αγορά του Λιμένος της Κω,

χάρης στις ανασκαφές που αποκάλυψαν τα θεμέλια των Ελληνιστικών οικοδομημάτων. Εκτός της πόλης, το πέτρωμα εντοπίστηκε επίσης ως υλικό θεμελίωσης του Ιερού του Απόλλωνα στην Καρδάμαινα (Κοκκορού-Αλευρά, 1997). Άλλες χρήσεις των ογκολίθων, πλην της θεμελίωσης, δευτερεύουσες καθώς φαίνεται, είναι για την κατασκευή τειχών ή τοίχων αντιστήριξης.

Η Ελληνιστική πόλη της Κω ιδρύθηκε σαν συνοικισμός το 366 π.Χ., μετά από έναν τρομερό σεισμό το 412 π.Χ., που ερήμωσε την παλιότερη πόλη Κω-Μεροπίδα. Η νέα πόλη ήκμασε τον 3ον αιώνα π.Χ., που θεωρείται ο χρυσός αιώνας της νήσου. Συνεπώς, η ανάπτυξη της ακμάζουσας πόλης μέσα σε κάποια σχετικά στενά χρονικά πλαίσια και η συστηματική θεμελίωση των κτηρίων της με τον ηφαιστείτη εξηγούν την εικόνα εντατικής και εκτεταμένης εκμετάλλευσης των λατομείων. Η λειτουργία τους, όμως, συνεχίστηκε και στο δεύτερο αιώνα π.Χ., αφού ο Δωρικός ναός του Ασκληπιείου ανάγεται στις αρχές του αιώνα (Κάντζια, 1989) και ο βωμός του Διονύσου στα μέσα αυτού (Σταμπολίδης, 1987).

Ασφαλώς η έκταση της εκμετάλλευσης είναι πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με την ποσότητα του πετρώματος που απαντά στους γνωστούς αρχαιολογικούς χώρους. Αυτό οφείλεται σε μια σειρά από λόγους. Σαν υλικό θεμελίωσης δεν είναι πάντοτε ορατό, ενώ σε μεγάλο βαθμό το πέτρωμα έχει χρησιμοποιηθεί σε δεύτερη χρήση στο Ενετικό κάστρο της Κω. Είναι άγνωστο, όμως, αν ο ηφαιστείτης αυτός, ο πορόλιθος της Κεφάλου, όπως τον ονομάζει η Κοκκορού-Αλευρά (1997), έχει χρησιμοποιηθεί και εκτός της νήσου Κω, κάτι που δεν μπορεί να αποκλεισθεί, τουλάχιστον για τις γειτονικές περιοχές της Μικράς Ασίας.

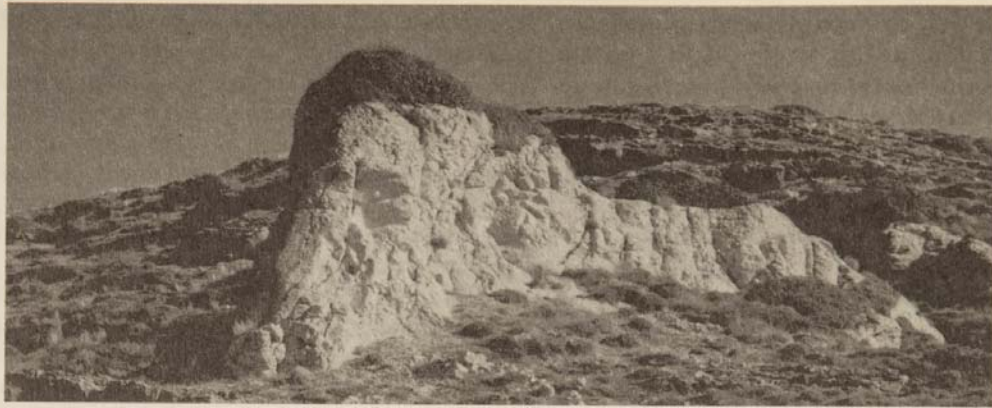
Ο ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑΣ ΤΗΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΣΤΙΚΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ.

Η εμφανώς επιμελημένη θεμελίωση των κτηρίων της Ελληνιστικής πόλης της Κω διακαίολογείται από το γεγονός ότι είναι κτισμένη σε παράκτιες αλλουβιακές προσχώσεις, αλλά ασφαλώς επίσης και από την έντονη σεισμικότητα της περιοχής και τις επανειλημμένες σεισμικές καταστροφές. Εκτός από τον τρομερό σεισμό του 412 π.Χ., αναφέρονται και άλλοι σεισμοί στην Κω, όπως στην εποχή του Αυγούστου, επίσης το 143 π.Χ., το 469 μ.Χ. και 554 μ.Χ. (Κάντζια, 1989). Ασφαλώς, θα μεσολάβησαν και άλλοι σεισμοί μέχρι τον καταστροφικό σεισμό του 1933 στην Κω που έδωσε στους Ιταλούς αρχαιολόγους τη δυνατότητα ανασκαφών σε μεγάλες εκτάσεις, μεταξύ των οποίων και η αρχαία Αγορά του Λιμένος. Εξ άλλου, στη γειτονική Ρόδο αναφέρονται σεισμοί το 303/4 π.Χ., μεταξύ 228 και 222 π.Χ., το 184/3 π.Χ., μεταξύ 69 και 96 μ.Χ., το 114/5 μ.Χ., το 343/4 μ.Χ., το 477 μ.Χ., το 515/6 μ.Χ. και άλλοι (Μουγιάρης, 1994).

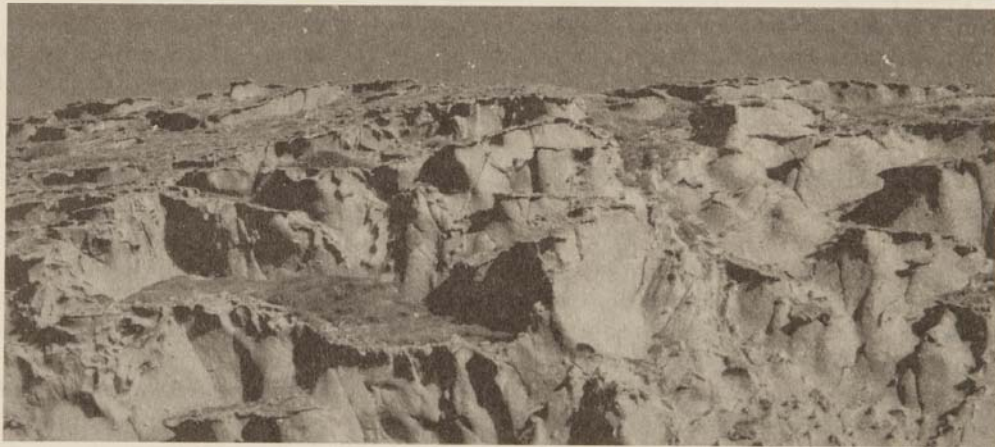
Η μελέτη της θεμελίωσης των Ελληνιστικών κτηρίων με ογκολίθους ηφαιστείτη είναι εφικτή κυρίως στην αρχαία Αγορά και χάρις στις εκεί ανασκαφές, που αποκάλυψαν τα θεμέλια σε μια σειρά από κτήρια. Ανάμεσά τους το Ιερό της Αφροδίτης (Εικ. 3), το γειτονικό τείχος (Εικ. 4), υπολείμματα θεμελίωσης (Εικ. 5) και η θεμελίωση των αναστηλωμένων κίωνων (Εικ. 6) προσφέρονται καλλίτερα για παρατήρηση.

Σε όλες τις περιπτώσεις η θεμελίωση συνίσταται από τοιχοδομία με επάλληλους, συνήθως ισοϋψείς δόμους, που συντίθενται γενικά από ορθογωνισμένους ογκολίθους. Το πλάτος της τοιχοδομίας είναι σταθερό και ανάλογο με την κατασκευή φθάνει μέχρι τα δύο μέτρα. Με εξαίρεση τον ανώτερο δομό, οι λίθοι είναι ασύνδετοι μεταξύ τους, διαπλέκονται όμως με τρόπο που θυμίζει μπατική ή υπερμπατική τοιχοποιία, αλλά χωρίς αυστηρή εφαρμογή (Εικ. 5). Συστηματικά αποφεύγεται η ευθυγράμμιση γειτονικών αρμών στον ίδιο ή σε διαδοχικούς δόμους. Η επιφάνεια των λίθων είναι αδρή, όπως προκύπτει από την εξόρυξη στα λατομεία, και συχνά διατηρούνται τα ίχνη των εργαλείων (Εικ. 4).

Όπου αποκαλύπτεται ο κατώτερος δόμος, φαίνεται ότι εδράζεται σε τεχνητή επίχωση του αρχικού εδάφους με στρώμα από λατύπες του ίδιου ηφαιστείτη (Εικ. 4). Στο ιερό της Αφροδίτης η ζώνη θεμελίωσης έχει σταθερό πλάτος δύο μέτρων και αποτελείται τουλάχιστον από πέντε δόμους από ηφαιστείτη. Ο κατώτερος ορατός, πέμπος εκ των



ΕΙΚ.1 Πυργοειδές ανάγλυφο του ηφαιστειτή πάνω από τα αρχαία λατομεία στη θέση Καμήλα στον Κόλπο Κεφάλου. A tower-like relief of the volcanic rocks above the ancient quarries at Kamela, Kefalos Bay.



ΕΙΚ.2 Βιβλικό σκηνικό σχηματισμένο από τη διάβρωση του ιγκνιμβρίτη πάνω από τα αρχαία λατομεία στη θέση Καμήλα στον κόλπο Κεφάλου. A biblical scenery formed through the erosion of the ignimbrite above the ancient quarries at Kamela, Kefalos Bay.



ΕΙΚ.3 Θεμελίωση του Ιερού της Αφροδίτης από ογκολίθους ηφαιστειτή. The foundation structure of the Temple of Venus made of volcanic blocks.



*ΕΙΚ.4 Τείχος πλησίον του Ιερού της Αφροδίτης, όπου οι ογκόλιθοι ηφαιστειτή εδράζονται σε σπρώμα από λατόμες του ίδιου πετρώματος.
Wall near the Temple of Venus, where the volcanic blocks rest on fragments of the same rock.*



*ΕΙΚ.5 Υπολείμματα θεμελίωσης ανατολικά του Ιερού της Αφροδίτης.
Foundation remains east of the Temple of Venus.*



*ΕΙΚ.6 Αναστηλωμένοι κίονες στην αρχαία Αγορά επάνω σε θεμελίωση από ογκόλιθους ηφαιστειτή.
Restoration of columns in the ancient Agora founded on volcanic blocks.
The quarries of volcanic rock at Kefalos Bay, Kos Island, and their contribution to the foundation of the Hellenistic city of Ko.*

άνω, φαίνεται μόνο στην βορειανατολική επιμήκη πλευρά, προεξέχει από τον υπερκείμενο δόμο κατά είκοσι εκατοστά και είναι τοποθετημένος σε εκσκαφή. Από τις παρατηρήσεις αυτές φαίνεται ότι πριν από τη θεμελίωση έχει προηγηθεί εξυγίανση του εδάφους που συνίσταται σε εκσκαφή θεμελίων και επίχωση του εδάφους με στρώμα λατυπών ηφαιστειίτη στα μεγάλα κτίσματα ή μόνο σε επίχωση για μικρότερες κατασκευές.

Στο Ιερό της Αφροδίτης, αλλά και σε άλλα κτίσματα της Αγοράς, ο ανώτερος δόμος της θεμελίωσης καλύπτεται από λεπτότερο δόμο γκρίζου ασβεστολίθου, οι λίθοι του οποίου είναι δεμένοι με χαλύβδινους συνδετήρες, τόσο μεταξύ τους, όσο και με τους υποκείμενους λίθους ηφαιστειίτη.

Αξίζει να σημειωθεί η φαινομενικά σπάταλη χρήση των ογκολίθων ηφαιστειίτη στην αρχαία Αγορά, σε αντιδιαστολή με την οικονομία του πετρώματος στα λατομεία. Έτσι, στο ιερό της Αφροδίτης η θεμελίωση έχει εξωτερική περίμετρο περίπου 9,5x14,5 και πλάτος 2 μέτρα. Συνεπώς, η θεμελίωση καλύπτει περίπου το 60% της συνολικής επιφάνειας και μάλιστα με πέντε τουλάχιστον δόμους. Σημειώνεται ακόμη ότι η βαριά αυτή θεμελίωση γίνεται με πέτρωμα που εξορύσσεται μεν ευκολότερα σε σχέση με άλλα, όμως χειρωνακτικά, και επομένως με πολύ κόπο, επιπλέον δε ότι μεταφέρεται διά θαλάσσης από λατομεία σαράντα χιλιόμετρα μακριά.

Η επιμελημένη θεμελίωση που περιγράφηκε, εξασφαλίζει όχι μόνο τη μείωση των τάσεων που μεταφέρονται στο έδαφος από την ανώδομή, αλλά επίσης και την αντισεισμική έδραση. Το δεύτερο αποδίδεται στο στρώμα επίχωσης, αλλά κυρίως στη "δεμένη" θεμελίωση των ογκολίθων. Πράγματι, η επίχωση λατυπών ανάμεσα στο έδαφος και τη θεμελίωση εξασθενίζει τη μεταξύ τους σύζευξη και επομένως μειώνονται έτσι οι σεισμικές δονήσεις που μεταδίδονται στη θεμελίωση. Κυρίως όμως, η αντίσταση στις σεισμικές δονήσεις οφείλεται στο ότι η θεμελίωση λειτουργεί ως ένα σύστημα στερεών σωμάτων, στο οποίο οι λίθοι που εφάπτονται αντιδρούν στη μετακίνησή τους με δυνάμεις τριβής. Επιπλέον, η κίνηση ενός λίθου εμποδίζεται από το ευρύτερο πλέγμα λίθων που τον περιβάλλουν.

Η αντισεισμική συμπεριφορά συστημάτων, που οφείλουν τη συνοχή τους σε δυνάμεις τριβής, έχει μελετηθεί σε απλούστερες περιπτώσεις με αριθμητική προσομείωση σε πρωτοποριακές εργασίες με δεδομένα από το ναό του Απόλλωνα στις Βάσσοις (Papastamatiou & Psycharis, 1993 & 1996). Στις εργασίες αυτές καταδείχθηκε η ουσιαστική αντίσταση σε σεισμικές δονήσεις των οπονδουλωτών κιόνων του ναού, όταν δεν υπεισέρχονται ατέλειες του υλικού ή της θεμελίωσης. Η αντίσταση αυτή επιτυγχάνεται με εσωτερική απόσβεση της ενέργειας μέσω μεγάλων κινήσεων των δομικών λίθων που δεν βλάπτουν όμως την σταθερότητα της κατασκευής.

Ανάλογη, αλλά συνθετότερη, αντισεισμική συμπεριφορά αναμένεται για τη θεμελίωση των Ελληνιστικών κτηρίων της Κω. Μάλιστα, το μικρό ειδικό βάρος του ηφαιστειίτη φαίνεται ότι αποτελεί ευνοϊκό παράγοντα, αφού οι επιταχύνσεις που μεταφέρονται στους λίθους θεμελίωσης συνεπάγονται μικρότερες σεισμικές δυνάμεις. Εξ άλλου, η αδρή επιφάνεια των ογκολίθων ηφαιστειίτη αυξάνει τις δυνάμεις τριβής που ανθίστανται στις μετακινήσεις των λίθων.

Μετά από την ανάλυση αυτή, που τεκμηριώνει τον αντισεισμικό χαρακτήρα της θεμελίωσης, το ερώτημα που προκύπτει είναι αν ο συγκεκριμένος τύπος θεμελίωσης ήταν συνειδητή επιλογή αντισεισμικού σχεδιασμού ή αν εφαρμόστηκε για άλλους λόγους.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα στοιχεία της περιγραφής που προηγήθηκε επιτρέπουν την εξαγωγή επιμέρους συμπερασμάτων, η σύνθεση των οποίων συγκλίνει στη μεγάλη σπουδαιότητα που είχε αποδοθεί στην υποδομή των δημόσιων κτηρίων στους Ελληνιστικούς χρόνους. Ειδικότερα, ο κεντρικός σχεδιασμός και η μεγάλη έκταση των λατομείων, η χαλαρή έστω τυποποίηση των διαστάσεων των εξορυσσομένων ογκολίθων, η μεταφορά τους σε μεγάλες αποστάσεις, η συστηματική εφαρμογή της συγκεκριμένης τεχνικής θεμελίωσης

και υποδομής, και η χρησιμοποίηση χωρίς οικονομία πετρώματος που εξορυσσόταν με ιδιαίτερη φροντίδα και κόπο, όλα αυτά συνολικά, μαρτυρούν ότι η επιμελημένη θεμελίωση ήταν εξαιρετικής σημασίας.

Ούτε ήταν απλή υπόθεση, αφού για την υλοποίησή της απαιτούντο εξειδικευμένοι λατόμοι και εργαλεία, καθώς και στολίσκος με ειδικά διασκευασμένα πλοία και έμπειρα πληρώματα. Πάνω απ' όλα αυτά, υπάρχει διάχυτη η αίσθηση της εφαρμογής ενός σχεδιασμού με συνέπεια, για πολύ σοβαρούς λόγους. Εμφανώς, όμως, η φροντίδα που καταβάλλεται υπερβαίνει τις απαιτήσεις της καλής θεμελίωσης.

Για τους λόγους αυτούς, πιστεύεται ότι η σεισμική αντοχή της υποδομής είναι προϊόν σχεδιασμού που εφαρμόστηκε συνειδητά και συστηματικά στην οικοδόμηση της πόλης σε νέα θέση, μετά από τον καταστρεπτικό σεισμό που ισοπέδωσε την Κω-Μεροπίδα. Οι συχνοί σεισμοί της νήσου θα έδωσαν ασφαλώς στον προσεκτικό ερευνητή υλικό για συγκεκριμένες παρατηρήσεις και συμπεράσματα. Κάποια κτήρια με ενισχυμένη θεμελίωση που επιλήγησαν λιγότερο θα οδήγησαν, ίσως, στην ιδέα της δυνατότητας αντισεισμικής θεμελίωσης.

Εξ άλλου, από την ανάλυση γραπτών μαρτυριών φαίνεται ότι, τουλάχιστον κατά τους κλασικούς χρόνους, οι σεισμοί θεωρούντο ως γήινα φαινόμενα οφειλόμενα σε διεργασίες στο εσωτερικό της γης (Polimenakos, 1996). Υπήρχε συνεπώς το απαιτούμενο θεωρητικό υπόβαθρο για την αναζήτηση τεχνικής αντιμετώπισης των σεισμών. Θα πρέπει να αναμένεται, επίσης, ότι ο αντισεισμικός σχεδιασμός της υποδομής θα αξιοποιήθηκε ακόμη και για την αισθητική προβολή των κτηρίων στο χώρο, ιδιαίτερα μάλιστα σε επίπεδες περιοχές όπως η Αγορά του Λιμένος.

Το πέτρωμα που επιλέχθηκε για τις θεμελιώσεις, ο ιγκνιμβρίτης της Κεφάλου, συνδυάζει ορισμένα πλεονεκτήματα για τα οποία προτιμήθηκε, παρά τη μεγάλη απόσταση των λατομείων από την πόλη της Κω. Κατ' αρχήν εξορύσσεται εύκολα και επομένως και η διαμόρφωσή του σε ογκολίθους επιθυμητών διαστάσεων γίνεται με άνεση. Η ανάπτυξη των λατομείων κατά μήκος της ακτής επιτρέπει τη θαλάσσια μεταφορά και έτσι αμβλύνεται ο αρνητικός ρόλος της μεγάλης απόστασης. Η επιφάνεια των ογκολίθων είναι αδρή κι αυξάνονται έτσι οι δυνάμεις τριβής και η συνοχή της θεμελίωσης. Το μικρό σχετικά ειδικό βάρος του πετρώματος διευκολύνει την ανύψωση και μεταφορά των ογκολίθων.

Τέλος, όσο απλός και εμπειρικός κι αν είναι ο αντισεισμικός σχεδιασμός των Κών, αυτό που προέχει δεν είναι η τεχνική λύση που δόθηκε, αλλά, κυρίως, η αντίληψη που διαφαίνεται, ότι δηλαδή οι σεισμοί είναι φυσικό φαινόμενο και μάλιστα ότι η καταστρεπτική τους δύναμη μπορεί να μετριασθεί με κατάλληλο σχεδιασμό των κτηρίων.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στον Αναπληρωτή Καθηγητή του Ε.Μ. Πολυτεχνείου κ. Δημήτρη Παπασταματίου εκφράζονται θερμές ευχαριστίες για τη συζήτηση μαζί του, τις αναλυτικές εξηγήσεις του για τα αποτελέσματα των σχετικών ερευνών του και τις εποικοδομητικές απαντήσεις του σε ερωτήματά μου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Chiotis, E. - Papadimitriou, G., «Quarrying of dimensional stones at Kefalos bay on the island of Kos», in *The Study of Marble and Other Stones used in Antiquity*, eds Y.Maniatis, N.Herz - Y.Basiakos, 7-11, Archetype, Dorset Press, Asmosia III, Athens 1993.
- Conophagos, C. - Papadimitriou, G., «La métallurgie du fer et de l'acier en Grèce pendant la période classique», in *Studien zur alten Geschichte*, eds H. Kalcyk et al., G. Bretschneider editore, Roma 1986, 131-142.
- Δαλαμπάκης, Π. - Βουγιουκαλάκης, Γ., «Ο δακτύλιος τόφφων Κεφάλου (Δ.Κως). Μηχανισμοί απόθεσης, θέση του ηφαιστειακού πόρου και μοντέλο εξέλιξης της

- εκρηκτικής δραστηριότητας», *Πρακτικά βου Συνεδρίου*, 1992, *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.* XXVIII/2, Αθήνα 1993, 259-273.
- Ζαρράφτης, Ι., *Κώια. Ήτοι επί τεύχη περιγράφοντα τα της Κω*, Τεύχος Α', Κως 1921, σ. 17.
- Κάντζια, Χ., «Η ιστορία της Κω», *Εγκυκλοπαίδεια Πάνυρος-Λαρούς-Μηριάνικα*, Αθήνα 1989, 145-153.
- Keller, J. - Rehren, Th. - Stadbauer, E., «Explosive volcanism in the Hellenic arc : a summary and review», in *Thera and the Aegean World III*, eds A.Hardy et al, vol 2, Earth Sciences, 1990, 13-26.
- Κοκκορού-Αλευρά, Γ., «Το Ιερό του Απόλλωνα στην Καρδάμαινα (Αρχαία Αλάσαρνα) της Κω. Δέκα χρόνια ανασκαφικής έρευνας», *Πρακτικά Διεθνούς Επ. Συν. Ιστορίας-Τέχνης-Αρχαιολογίας της Κω*, Μάιος 1997, υπό έκδοση.
- Μουγιάρης, Ν., *Σεισμική ιστορία της Αιγαίας Χώρας (από 2400 π.Χ. - 1990 μ.Χ.)*, Πανεπ. Πατρών, διδακτορική διατριβή, 1994, 439 σ.
- Papastamatiou, D. - Psycharis, I., «Seismic response of classical monuments - a numerical perspective developed at the Temple of Apollo in Bassae, Greece», *Terra Nova*, 5, 1993, 591-601.
- Papastamatiou, D. - Psycharis, I., «Numerical simulation of the seismic response of megalithic monuments : preliminary investigations related to the Apollo Temple at Vassai», in *Archaeoseismology*, eds S.Stiros & R.E.Jones, Fitch Lab. Occ. Paper 7, 1996, 225-236.
- Polimenakos, L.C., «Thoughts on the perception of the Earthquake in Greek Antiquity», in *Archaeoseismology*, eds S. Stiros & R.E. Jones, Fitch Lab Occ. Paper 7, 1996, 253-257.
- Πουπάκη, Ε. - Χατζηκωνσταντίνου, Α., «Νεότερες έρευνες στα λατομεία της Κω», *3ον Συνμ. Αρχαιομετρίας ΕΑΕ, Πρόγραμμα-Περιλήψεις*, Αθήνα 1996, 19-20.
- Σταμπολίδης, Ν. Χ., «Ο βωμός του Διονύσου στην Κω», *Δημοσ. Αρχ. Δελτ.*, αρ. 34, Ταμείο ΑΠΑ, Αθήνα 1987, 285 σ.
- Τριανταφύλλης, Ε., *Γεωλογική Χαρτογράφηση της νήσου Κω σε κλίμακα 1:50000*. ΙΓΜΕ, Αθήνα, υπό έκδοση.
- Χατζηβασιλείου, Β., *Ιστορία της νήσου Κω*, Έκδοση Δήμου Κω, 1990, 774 σ.

SUMMARY

EFESTITE QUARRIES AT KEFALOU (KOS ISLAND) AND THEIR CONTRIBUTION TO THE FOUNDATION OF THE HELLENISTIC CITY OF KOS

E. CHIOTIS

Ancient quarries of blocks of a particular volcanic rock are briefly described along with the use of the rock for the foundation of Hellenistic monuments. The quarries were recently recognized alongside the Kefalos bay on the Kos Island. The excavated rock is a welded ignimbrite, i.e. a volcanic rock composed of pumice and volcanic tuff welded together. The rock is, therefore, relatively light and easily excavated. Quarrying has been intensive in the Hellenistic times since blocks of the rock have been systematically used for the foundation of many Hellenistic monuments in the city of Kos, about forty kilometers away from the quarries. The resistance of the foundation to seismic ground motions is emphasized and ascribed to the friction-cohesion of the structure. This is better displayed in the Temple of Venus in the ancient Agora. The Temple rests on five layers of interlocked blocks, which form a two meters wide rectangular foundation wall 9.5 m by 14.5 m. This structure is considered too heavy to serve only for the foundation. Taking into account that the Hellenistic city of Kos had been built in a new position of the seismogenic island after the destruction of the older city of Kos-Meropis by an earthquake, it is believed that the heavy foundation of the Hellenistic buildings was intentionally designed to strengthen their seismic resistance.