

ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΛΑΥΡΙΟΥ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΠΡΟΪΣΤΟΡΙΚΟΥΣ ΧΡΟΝΟΥΣ ΕΩΣ ΣΗΜΕΡΑ

Βαϊόπουλος, Δ., Ευελπίδου, Ν., Βασιλόπουλος, Α., Σκιάνης, Γ.

Περίληψη

Η Λαυρεωτική κατοικείται από τους προϊστορικούς χρόνους. Οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις στο περιβάλλον της περιοχής αυτής είναι ποικίλες και σχετίζονται κυρίως με την οικονομική της δραστηριότητα.

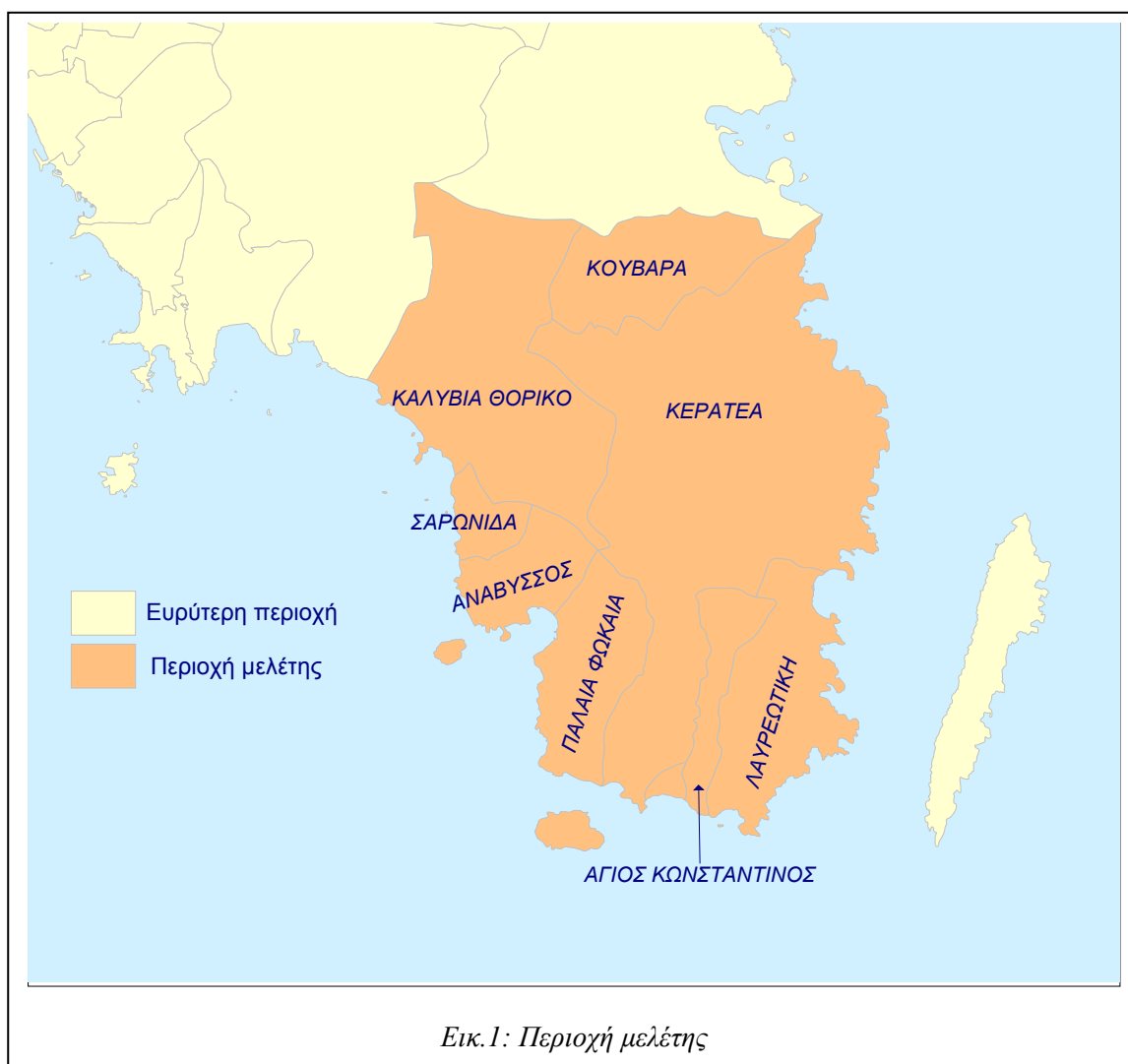
Στην εργασία αυτή μελετώνται οι γεωπεριβαλλοντικές μεταβολές που υπέστη η περιοχή του Λαυρίου από τα προϊστορικά χρόνια έως και σήμερα.

Η κυριότερη δραστηριότητα στην περιοχή του Λαυρίου, για μεγάλο χρονικό εύρος, ήταν τα μεταλλεία και οι περισσότερες γεωπεριβαλλοντικές μεταβολές απορρέουν από τη δραστηριότητα αυτή.

Σκοπός της μελέτης αυτής είναι ο εντοπισμός των αλλαγών που προέκυψαν από τα προϊστορικά χρόνια έως σήμερα στο περιβάλλον της Λαυρεωτικής καθώς και τα αίτια αυτών. Η μελέτη/ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Τέλος, προτείνονται λύσεις για τις αρνητικές επιπτώσεις των μεταβολών αυτών και προτάσεις ανάδειξης για τις γεωπολιτιστικά ενδιαφέρουσες γεωπεριβαλλοντικές μεταβολές.

Γεωλογία της περιοχής

Το νοτιότερο τμήμα της Αττικής χερσονήσου (Εικ. 1) παρουσιάζει μια σύνθετη γεωτεκτονική δομή. Τα προνεογενή πετρώματα που εμφανίζονται στην περιοχή είναι μάρμαρα, δολομιτικά μάρμαρα, μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι και φυλλίτες. Η Αττική αποτελεί διπλό πολυφασικό τεκτονικό παράθυρο που σχηματίστηκε με την εφίπλευση της ενότητας του Βερορίου στο κρυσταλλοσχιτώδες της Αττικής και στη συνέχεια, με την επώθηση πάνω σε αυτή των μη μεταμορφωμένων σχηματισμών της Πάρνηθας (Katsikatsos, G., 1976).



Συγκεκριμένα στην περιοχή της νότιας Αττικής διακρίνονται τρεις κύριες λιθοστρωματογραφικές ενότητες (Εικ. 2) που από την αρχαιότερη προς τη νεότερη είναι:

- Η κατώτερη γεωτεκτονική ενότητα της Αττικής (σχετικά αυτόχθονη).
- Η αλλόχθονη ενότητα του επωθημένου "φυλλιτικού" συστήματος.
- Η ακολουθία των Τριτογενών και Τεταρτογενών σχηματισμών που επίκεινται ασύμφωνα στις προηγούμενες δύο.

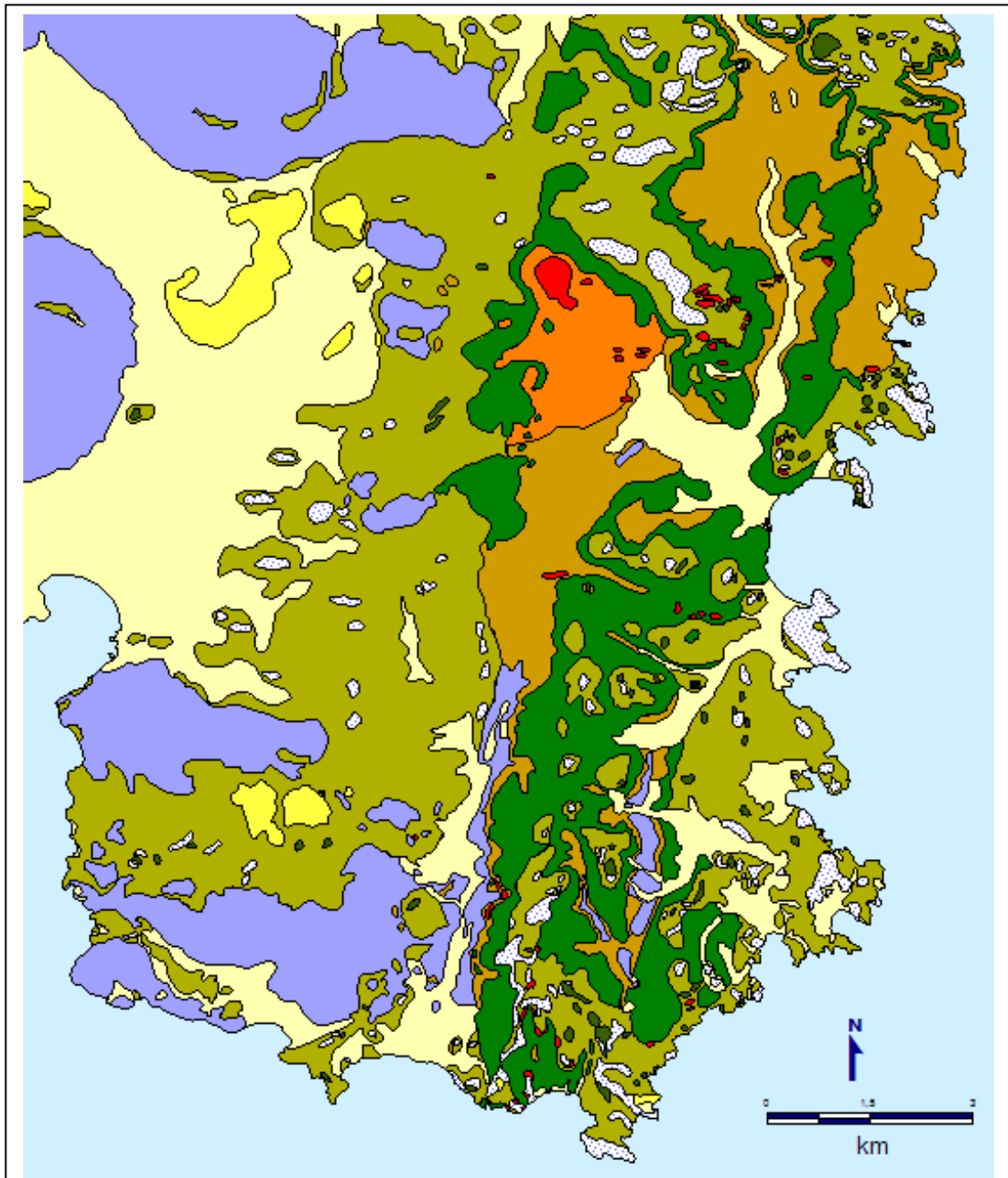
Όσον αφορά στο "αυτόχθονο" σύστημα, είναι μεταμορφωμένο και έντονα παραμορφωμένο με αρχική διεύθυνση παραμόρφωσης ΒΑ-ΝΔ και νεώτερη ΒΔ-ΝΑ. Αποτελείται από μια μεγάλη μάζα μαρμάρων, συχνά δολομιτικών και από σχιστόλιθους. Πρόκειται για επάλληλα στρώματα μαρμάρων και σχιστολίθων, με επικράτηση τότε των πρώτων και τότε των δεύτερων. Η ηλικία των σχηματισμών αυτών είναι Τριαδική (Steinmann, G., 1890, Negris, Ph., 1912, Kober, L., 1929, Μαρίνος, Γ., Petrascheck, W., 1956, Katsikatsos, G., 1977). Το «φυλλιτικό» σύστημα των ανωτέρων σχιστολίθων είναι επωθημένο πάνω στο σχετικά αυτόχθονο υπόβαθρο που προαναφέρθηκε.

Επίσης, ανεξάρτητα από τις γεωτεκτονικές ενότητες που προαναφέρθηκαν υπάρχει μια κύρια γρανιτική διείσδυση στην περιοχή της Πλάκας Λαυρίου και Παλαιοκαμάριζας, παρουσιάζοντας περιορισμένη ανάπτυξη. Πρόκειται για γρανοδιорίτη, για την ηλικία του οποίου έχουν διατυπωθεί διάφορες απόψεις βασισμένες σε ραδιοχρονολογήσεις του K-Ar στο βιοτίτη. Η πιο σύγχρονη από αυτές έχει προσδιορίσει την ηλικία του στα $8.27 \pm 0.11 \times 10^6$ έτη (Altherr, R., et al, 1982). Οι Τριτογενείς και Τεταρτογενείς αποθέσεις επικάθονται ασύμφωνα στα δύο προηγούμενα συστήματα (μαρμάρων και φυλλιτικού καλύμματος). Όσον αφορά στους Τριτογενείς σχηματισμούς, πρόκειται για νεογενή στρώματα που αποτελούνται από κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, μάργες, μαργαϊκούς ασβεστολίθους, συνολικού πάχους μερικών δεκάδων μέτρων. Πρόκειται για λιμναία ιζήματα, γλυκού και υφάλμυρου υδάτινου περιβάλλοντος (Lepsius, R., 1893). Συγκεκριμένα, έχει διαπιστωθεί (Παυλόπουλος, Κ., 1992) ότι πρόκειται για δύο διαφορετικές στρωματογραφικές σειρές που χαρακτηρίζουν διαφορετικά παλαιογεωγραφικά περιβάλλοντα: η σειρά της Αγ.Μαρίνας - Φέριζας - Βαλμά, υφάλμυρης φάσης και η σειρά Αναβύσσου - Κοκκινόβραχου χερσαίας φάσης. Το γεγονός ότι στην ερυθρή σειρά των κροκαλολατυποπαγών χερσαίας φάσης δεν βρέθηκαν κροκάλες της σειράς της Αγ.Μαρίνας, δείχνει, ότι η πρώτη σειρά είναι, είτε αρχαιότερη, είτε περίπου σύγχρονης ηλικίας, αλλά γεωγραφικά απομονωμένη από την δεύτερη.

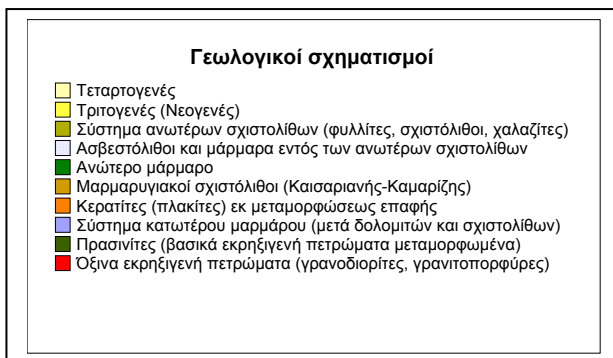
Τα Νεογενή στρώματα, εμφανίζονται διαταραγμένα και παρουσιάζουν μεγάλες κλίσεις προς τα βορειοδυτικά, που δηλώνουν την επίδραση νεώτερων γεωλογικών και τεκτονικών γεγονότων στην Αττική. Χαρακτηριστική είναι και η παρουσία κανονικών ρηγμάτων διευθύνσεων από Β30°Δ μέχρι Β60°Δ, καθώς επίσης και συνιζηματογενών παραμορφώσεων (ρήγματα, ολισθήσεις) που εμφανίζονται και στις δύο σειρές (Παυλόπουλος, Κ., 1992).

Οι Τεταρτογενείς σχηματισμοί διακρίνονται σε παλαιότερες αποθέσεις δηλαδή υλικά από τα οποία αποτελούνται οι ποτάμιες αναβαθμίδες, οι συνεκτικοί κώνοι, τα αλλουβιακά ριπίδια και τα συνεκτικά πλευρικά κορήματα των κλιτύων και σε νεώτερες αποθέσεις ασβεστιτικών ψαμμιτών που εμφανίζονται στις ανατολικές και νοτιοανατολικές ακτές της Ν.Αττικής, ενώ λείπουν τελείως από τις δυτικές (Παυλόπουλος, Κ., 1992). Τέλος, στις νεώτερες αποθέσεις περιλαμβάνονται, τα μικρής συνεκτικότητας πλευρικά κορήματα, οι κώνοι απόθεσης καθώς και οι σύγχρονες αποθέσεις των κοιλάδων και των ακτών. Στις νεότερες αποθέσεις ανήκουν

και οι πρόσφατες Ολοκαινικές αποθέσεις, ανθρωπογενούς προέλευσης που σε πολλές περιπτώσεις έχουν αλλοιώσει τη μορφολογία του αναγλύφου. Αυτοί οι σχηματισμοί συναντώνται σε αρκετές θέσεις, όπως στο Πασσά Λιμάνι, στην Πουνταζέζα, στον Κυπριανό, στο Πόρτο Εννιά, στο Τουρκολίμανο, στο Βιέθι, στην Καμάριζα, στα Μεγάλα Πεύκα και στον Χάρακα.



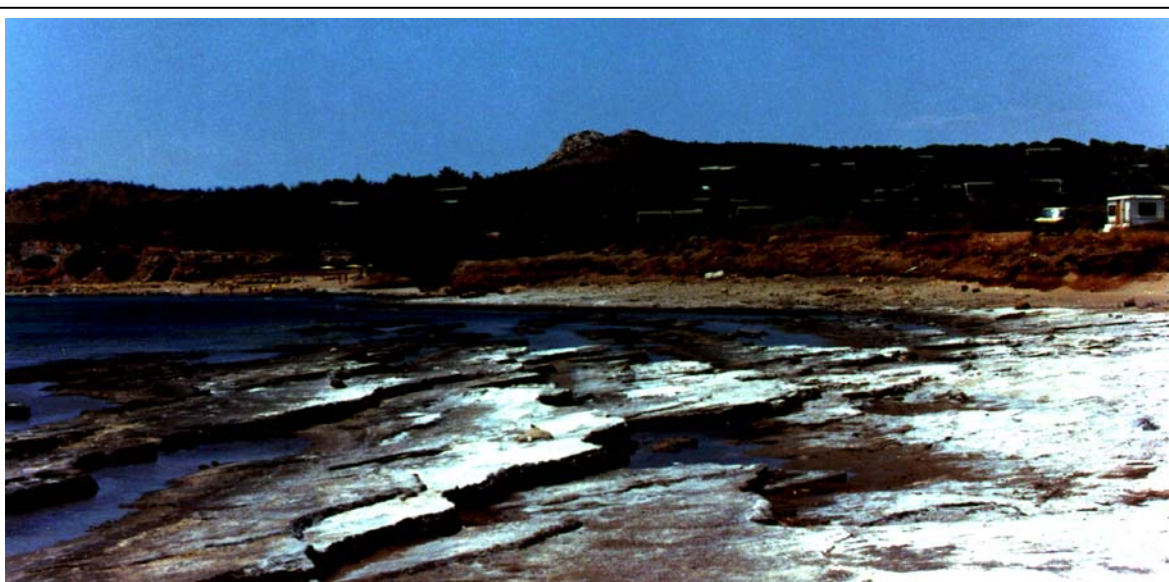
Εικ.2: Γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής του Λαυρίου, όπως αποτυπώνονται στο γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ. Η ψηφιακή επεξεργασία τους έγινε με το λογισμικό MapInfo.



Γεωμορφολογία της περιοχής

Οι κυριότερες γεωμορφές που απαντώνται στην περιοχή μελέτης είναι:

- Οι καρστικές μορφές και συγκεκριμένα τα σπήλαια και οι γλυφές. Απαντούν στο νότιο τμήμα της περιοχής, εκεί όπου αναπτύσσεται το κατώτερο μάρμαρο και σε μικρότερη έκταση στο ανατολικό τμήμα, εκεί όπου αναπτύσσεται το ανώτερο μάρμαρο.
- Οι Επιφάνειες ισοπέδωσης οι οποίες συναντώνται σε όλους τους λιθολογικούς σχηματισμούς. Οι μεγαλύτερες δε επιφάνειες ισοπέδωσης, παρατηρούνται στα μάρμαρα και στο φυλλιτικό σύστημα. Πάντως, μικρότερες σε έκταση τέτοιες γεωμορφές, παρατηρούνται και στα Νεογενή. Η πλειοψηφία των επιφανειών ισοπέδωσης απαντούν στο Κεντρικό και Ανατολικό τμήμα της περιοχής.
- Κώνοι κορημάτων, οι οποίοι απαντώνται κυρίως στις περιοχές του όρμου Γαΐδαρος, στον Χάρακα, στο Τουρκολίμανο και στην περιοχή Θυμάρι. Ειδικά στην περιοχή του Χάρακα εμφανίζονται οι παλαιότεροι κώνοι. Εδώ οι κώνοι είναι συνεκτικοί. Κώνοι κορημάτων απαντούν επίσης στο ανατολικό τμήμα της περιοχής, εκεί όπου το υδρογραφικό δίκτυο εξέρχεται από το ανώτερο μάρμαρο και διασχίζει τις τεταρτογενείς αποθέσεις.
- Υπολειμματικές μορφές διάβρωσης, οι οποίες εμφανίζονται κατά ομάδες κυρίως στο νότιο τμήμα της περιοχής. Συγκεκριμένα, απαντούν στον κόλπο του Χάρακα, των Λεγρενών και στην περιοχή του Σουνίου. Κάποιες μεμονωμένες εμφανίσεις απαντούν στο κεντρικό και ανατολικό τμήμα της περιοχής.
- Ακτόλιθοι-beach rocks (Εικ. 3) που παρατηρούνται κυρίως στην Πουνταζέζα, στο κάτω Σούνιο, στο λιμάνι του Σουνίου, στον όρμο των Λεγρενών, στον Χάρακα και στο Τουρκολίμανο.



Εικ. 3: Ακτόλιθοι που συνεχίζονται και κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας σε ορισμένες περιπτώσεις σε βάθη που ξεπερνούν τα 4m.

- Θίνες, οι οποίες εμφανίζονται σταθεροποιημένες εξαιτίας της ύπαρξης βλάστησης και απαντώνται στο νότιο τμήμα του όρμου του Θορικού, στην Πούντα, στο Πασσαλιμάνι, στο λιμάνι του Σουνίου, στον όρμο των Λεγρενών και στον κόλπο Θυμάρι.

Περιβαλλοντικές μεταβολές/Ανθρωπογενείς επεμβάσεις

Κατά την αρχαιότητα, οι μεταλλευτικές και μεταλλουργικές δραστηριότητες είχαν ως προαπαιτούμενο τις μεγάλες ποσότητες ξυλείας. Η καύσιμη ύλη που χρησιμοποιήθηκε στο Λαύριο για την πυροτεχνολογία ήταν ο ξυλάνθρακας και το ξύλο. Η τήξη ενός τόνου μεταλλεύματος αργυρούχου μολύβδου, απαιτεί 10.000 τόνους ξύλου (Hopkins, K., et al, 1988). Έχει υπολογιστεί (Κονοφάγος, Κ., 1980) ότι στο Αρχαίο Λαύριο μόνο για τη μεταλλουργία του αργύρου και του μολύβδου καταναλώθηκαν περίπου 1.200.000 τόννοι κάρβουνου και περίπου 100.000 τόννοι ξύλων. Οι έντονες επιδράσεις στην οικολογική ισορροπία, λόγω της μεταλλευτικής δραστηριότητας, δεν επέτρεψαν τη γρήγορη ανάπλαση της βλάστησης και την αναδημιουργία των δασών της περιοχής. Συγκεκριμένα (Κονοφάγος, Κ., 1980) η ετήσια κατανάλωση κάρβουνου είναι περίπου 7.500t για τον 5ο αιώνα π.Χ., ενώ η συνολική κατανάλωση κάρβουνου σε όλη τη διάρκεια της αρχαιότητας είναι περίπου 1.200.000 t. Αν κάθε δέντρο αποδίδει περίπου 200 Kg ξυλείας, για τους 1.200.000 t (=1.200.000.000 Kg) κόπηκαν 6.000.000 δέντρα. Μια όμως μέση απόσταση δέντρων στα δάση είναι 5m, δηλαδή η πυκνότητα είναι 1δέντρο/25m². Επομένως για τα έξι εκατομμύρια δέντρα που κόπηκαν, απογυμνώθηκε από το δάσος της μια περιοχή έκτασης 150Km². Στο αρχαίο Λαύριο λόγω υψηλού κόστους της ξυλείας, οι Αθηναίοι απέφευγαν να χρησιμοποιούν ξύλινη υποστήριξη της οροφής των στοών.

Η υλοτόμηση των δασών έχει έντονες επιδράσεις στο περιβάλλον. Οι σημαντικότερες από αυτές είναι:

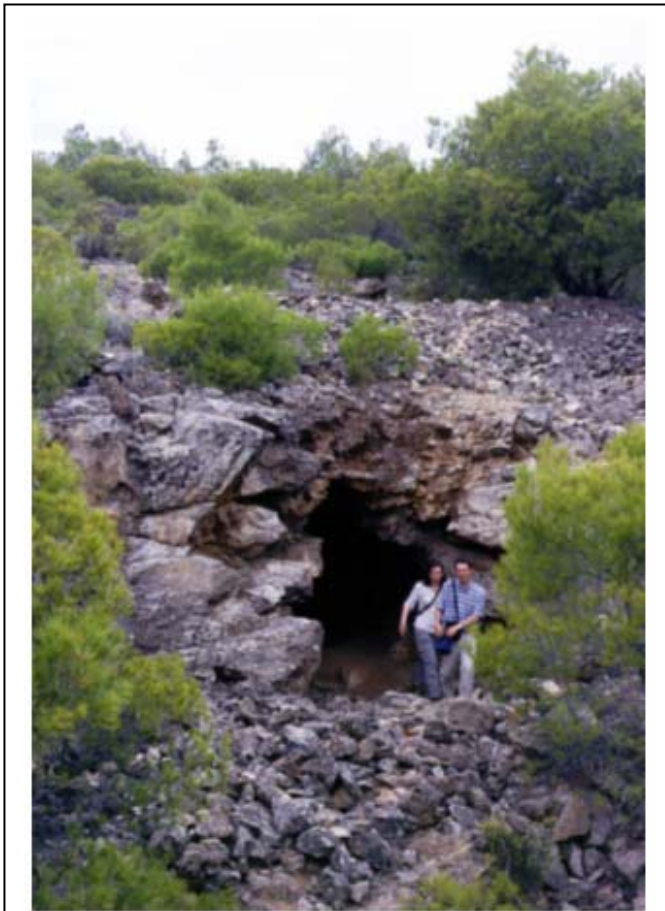
- Διατάραξη του κύκλου του νερού
- Κλιματολογικές μεταβολές
- Διάβρωση του εδάφους

Η αλλαγή της βλάστησης, η έλλειψη καύσιμης ύλης και η δυσκολία τροφοδοσίας με ξυλάνθρακα από άλλες περιοχές, συνέβαλαν κατά πολύ στην εξαφάνιση αρχαίων μεταλλουργικών κέντρων ή στην διακοπή για μεγάλο χρονικό διάστημα της μεταλλουργικής δραστηριότητας στην περιοχή.

Στο Λαύριο υπάρχουν περισσότερα από 2.000 αρχαία μεταλλευτικά πηγάδια καθώς και στοές (Εικ.4). Τα μεταλλευτικά αυτά έργα συνεργούν στη διάβρωση του εδάφους, επιτρέπουν την επαφή ανεπιθύμητων ουσιών με τον υδροφόρο ορίζοντα και είναι εξαιρετικά επικίνδυνα για τον άνθρωπο.

Η ύπαρξη τεχνητών λόφων από κατάλοιπα εξορυκτικής και μεταλλευτικής δραστηριότητας, προκαλεί υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος και αλλαγή της γεωμορφολογίας της περιοχής. Οι τεχνητοί αυτοί λόφοι δεν επηρεάζουν τη φύση

μόνο μορφολογικά αλλά και οικολογικά. Η συγκέντρωση υλικού ξένου προς το έδαφος δημιουργεί πρόσθετες δυσκολίες. Η βλάστηση πάνω στα υλικά που έχουν συγκεντρωθεί διαφοροποιείται της υπόλοιπης περιοχής, ενώ η μακρόβια βλάστηση



Εικ. 4: Αρχαία μεταλλευτική στοά στο Λαύριο

είναι αδύνατη. Εξάλλου στο χώρο συγκέντρωσης του υλικού επικρατούν διαφορετικοί βιολογικοί παράγοντες. Τα νερά της βροχής διαλύουν τις βλαβερές ουσίες που περιέχουν τα κατάλοιπα και προκαλούν επιμολύνσεις των εδαφών και των υδάτων.

Οι εκτεταμένες μεταλλευτικές και μεταλλουργικές δραστηριότητες οδήγησαν επίσης στο σχηματισμό τεράστιων σωρών απορριμμάτων, με υψηλές συγκεντρώσεις βαρέων και τοξικών μετάλλων. Τα απορρίμματα που άφησαν οι αρχαίοι Αθηναίοι κατά την εκμετάλλευση των κοιτασμάτων της περιοχής, ήταν σωροί από σκωρίες, εκβολάδες, λιθάγγυρος και στείρα πετρώματα. Από το 1868, νέες μεταλλευτικές και

μεταλλουργικές εργασίες άρχισαν στην περιοχή του Λαυρίου με την κατεργασία των αρχαίων σκωριών και εκβολάδων με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων απορριμμάτων. Αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού, είναι η εκτεταμένη ρύπανση, τόσο του εδάφους όσο και των υπόγειων νερών. Οι σωροί των απορριμμάτων αυτών χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες (Δημητριάδης, Αλ., 1999), στα θειούχα, τα ανθρακικά και τις σκωρίες. Τα θειούχα είναι απορρίμματα επίπλευσης πλούσια σε πυρίτη, τα ανθρακικά είναι απορρίμματα εμπλουτισμού πλούσια σε ανθρακικά ορυκτά και τέλος οι σκωρίες είναι τα υπολλείματα της τήξης του μεταλλεύματος. Τα απορρίμματα της πρώτης κατηγορίας βρίσκονται κυρίως γύρω από το μεταλλουργικό εργοστάσιο του Λαυρίου και στον κόλπο του Θορικού. Οι κίνδυνοι που απορρέουν από τα απορρίμματα αυτά είναι η μεταφορά της ρύπανσης στα παρακείμενα εδάφη μέσω βρόχινων υδάτων που μετατρέπονται σε όξινα ρυπασμένα, από την άμεση επαφή των ανθρώπων με τα ρυπασμένα υλικά την εισπνοή ή την κατάποση των αιωρούμενων σωματιδίων, καθώς και από την κατανάλωση τροφών από τις καλλιέργειες της περιοχής. Συγκεκριμένα τα πιο επικίνδυνα μέταλλα στην περιοχή του Λαυρίου θεωρούνται (Δημητριάδης, Αλ.,

1999) τα As, Pb και σε μικρότερη κλίμακα τα Cd, Zn. Επιδημιολογικές μελέτες έδειξαν ότι ο πληθυσμός, και ιδιαίτερα τα παιδιά, έχουν μόλυβδο στο αίμα και αρσενικό στα ούρα, σε συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν τα ανώτατα αποδεκτά όρια (Maravelias et al, 1989, Eikmann et al, 1991, Makropoulos et al, 1991), γεγονός που μπορεί να δημιουργήσει νοητικά προβλήματα.

Δειγματοληψίες που έλαβαν χώρα σε πηγάδια και γεωτρήσεις στην περιοχή του Λαυρίου (Δημητριάδης, Αλ., 1999), έδειξαν ότι οι συγκεντρώσεις ασβεστίου, μαγνησίου, μαγγανίου, αμμωνίου, νιτρικών και θειϊκών αλάτων υπερβαίνουν ορισμένες φορές τα μέγιστα αποδεκτά όρια. Ευτυχώς, από το 1984 και μετά, οι υπόγειοι πόροι του Λαυρίου δεν χρησιμοποιούνται για την ύδρευση της πόλης. Χρησιμοποιούνται όμως για αρδευτικούς σκοπούς, ενώ ταυτόχρονα τα εδάφη που καλλιεργούνται είναι συχνά ρυπασμένα. Επίσης, η συγκέντρωση του μολύβδου, του ψευδαργύρου και του καδμίου στο υπόγειο νερό είναι πάνω από το επιτρεπτό όριο στην περιοχή, που καλύπτεται από τα απορρίματα «σαβούρα», όπως ονομάζονται από τους κατοίκους της. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει την κατείσδυση των στοιχείων αυτών στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα. Επίσης, όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα της μελέτης «Αποκατάσταση εδάφους στο δήμο Λαυρίου» του Ευρωπαϊκού προγράμματος LIFE, η ρύπανση δεν περιορίζεται μόνο στα μεταλλουργικά απορρίματα, αλλά εκτείνεται στο υπέδαφος και σε ορισμένες περιπτώσεις φτάνει μέχρι το μητρικό πέτρωμα.

Ένα άλλο αποτέλεσμα της αρχαίας μεταλλευτικής δραστηριότητας ήταν η μόλυνση της ατμόσφαιρας. Η ατμοσφαιρική ρύπανση δεν δημιουργείται μόνο από τους καπνούς της καυσίμου ύλης αλλά και από τα αέρια που δημιουργούνται από τις τοξικές ουσίες που λιώνουν. Οι Αρχαίοι Αθηναίοι στο Λαύριο, για να απομακρύνουν από την ενδοχώρα τα όξινα σύννεφα καπνού της μεταλλουργίας αργύρου, μετέφεραν εκτός των άλλων, τις μεταλλουργικές καμίνους στις ακτές της Λαυρεωτικής και τις έχτιζαν με κατάλληλο προσανατολισμό, ώστε να διαλύονται τα δηλητηριώδη αέρια από τους συχνούς ισχυρούς βόρειους ανέμους.

Προτάσεις - Συμπεράσματα

Η γεωλογική εξέλιξη της περιοχής οδήγησε στη δημιουργία κοιτασμάτων, τα μεταλλεύματα των οποίων συγκεντρώνονταν σχεδόν αποκλειστικά σε μάρμαρα, στις θέσεις που αυτά βρίσκονται σε επαφή με τους σχιστόλιθους, κοντά στις γρανιτικές φλέβες. Το γεγονός αυτό το είχαν αντιληφθεί οι αρχαίοι και για αυτό το λόγο κατασκεύαζαν φρέατα στους σχιστόλιθους που είναι πιο μαλακοί από τα μάρμαρα τα οποία έφταναν στην οικονομικά ενδιαφέρουσα επαφή.

Η ρύπανση που έχουν προκαλέσει τα απορρίμματα αυτών των εργασιών στην περιοχή έχει ξεπεράσει τα επιτρεπτά όρια. Για το λόγο αυτό θα πρέπει η πολιτεία και η τοπική αυτοδιοίκηση να λάβει μέτρα προστασίας, κυρίως για τους κατοίκους της περιοχής αυτής. Μία τέτοιους είδους ενέργεια θα μπορούσε να αρχίσει με την ενημέρωση των πολιτών όσον αφορά στο πρόβλημα και τις επιπτώσεις αυτού στον ανθρώπινο οργανισμό. Θα πρέπει να ληφθεί μία σειρά μέτρων προστασίας, μερικά από τα οποία εναπόκεινται στην καλή θέληση των πολιτών, όπως για παράδειγμα η αποφυγή της συλλογής άγριων χόρτων, του τινάγματος των χαλιών και άλλα για τα οποία θα πρέπει να λάβει αποφάσεις η τοπική αυτοδιοίκηση όπως απαγόρευση των καλλιεργειών (κυρίως λάχανα, ελιές και αμπέλια) (Δημητριάδης, Αλ. 1999).

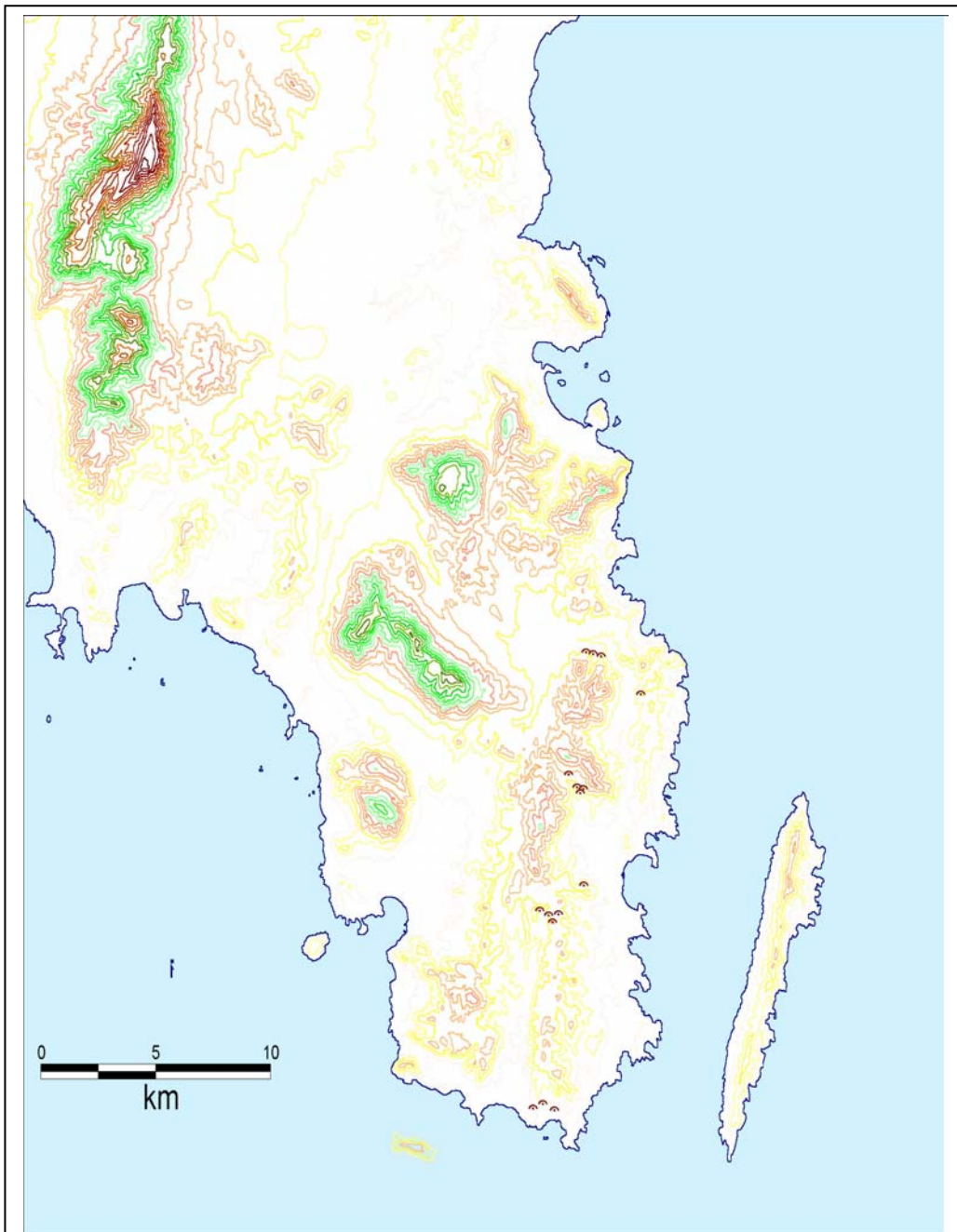
Από την άλλη πλευρά το Λαύριο είναι μία σπάνια περιοχή, όχι μόνο όσον αφορά τον Ελλαδικό χώρο αλλά και παγκοσμίως. Πολλοί ερευνητές, ασχολούμενοι με αρχαία λατομεία και τις μεθόδους που ακολουθούσαν οι αρχαίοι για την επεξεργασία του μεταλλεύματος, όπως για παράδειγμα τα πλυντήρια στο αρχαίο Λαύριο (Εικ.5),



Σχ. 5: Αρχαία πλυντήρια στο Λαύριο. Επίσκεψη των μελών του Ευρωπαϊκού προγράμματος COST G2 στην περιοχή αυτή τον Μάιο του 2000.

έχουν εκδηλώσει το ενδιαφέρον τους για την περιοχή αυτή και έχουν οργανωθεί επιστημονικές εκδρομές για το σκοπό αυτό, όπως αυτή που οργανώθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού προγράμματος COST G2 τον Μάιο του 2000. Από την άλλη πλευρά στην ευρύτερη περιοχή της Λαυρεωτικής απαντούν περισσότερα από 265 ορυκτά (Κατερινόπουλος, Α., Ζησιμοπούλου, Κ., 1994) αποτελώντας ένα φυσικό μουσείο και για τον λόγο αυτό γίνονται τακτικά εκπαιδευτικές εκδρομές.

Στην περιοχή του Λαυρίου υπάρχουν περισσότερα από 2.000 μεταλλευτικά πηγάδια, καθώς και στοές ιδιαίτερου αρχαιολογικού και πολιτισμικού ενδιαφέροντος και για αυτό το λόγο η διατήρησή τους θεωρείται απαραίτητη. Από την άλλη πλευρά δεν υπάρχει κανενός είδους ενημέρωση στον περιπατητή της περιοχής για την ύπαρξή τους με αποτέλεσμα να είναι επικίνδυνα. Για το λόγο αυτό προτείνεται η καταγραφή τους και στη συνέχεια η περίφραξή τους. Έτσι, η ομάδα μας ξεκίνησε την ακριβή τοποθέτησή τους σε ψηφιακούς χάρτες με τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Εικ.6). Για την ακριβή εύρεση της θέσης τους χρησιμοποιείται ο Δορυφορικός Ανιχνευτής Στίγματος (GPS) σε συνδυασμό με εξωτερικό αλτίμετρο και GIS.



Ισούψεις (ανά 50m)

- 50
- 100
- 150
- 200
- 250
- 300
- 350
- 400
- 450
- 500
- 550
- 600
- 650
- 700
- 750
- 800
- 850
- 900
- 950
- 1.000

 Μεταλλεία

Εικ. 6: Τοπογραφικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής του Λαυρίου και των χαρτογραφημένων έως σήμερα μεταλλευτικών πηγαδιών.

Όσον αφορά τη γεωμορφολογία της περιοχής, πολλές από τις μορφές που παρατηρούνται, άλλες φυσικές και άλλες ανθρωπογενείς, είναι ειδικού



Εικ 7: Τάφος στην παραλιακή ζώνη της περιοχής.

ενδιαφέροντος, όπως οι μεγάλης έκτασης πάγκοι ακτολίθων, που συνεχίζουν και κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Πρόκειται για περιοχή στην οποία τα χαρακτηριστικά της γεωμορφολογικής της εξέλιξης είναι συχνά εμφανή και ανθρωπογενείς επεμβάσεις της αρχαιότητας δίνουν απαντήσεις όσον αφορά την παλαιογεωμορφολογία της περιοχής, όπως για παράδειγμα τάφοι στην παραλιακή ζώνη της περιοχής (Εικ.7).

Όσον αφορά στις ανθρωπογενείς επεμβάσεις στην περιοχή, σε σχέση με τις λατομικές δραστηριότητες, έχουν σταματήσει. Προτείνεται λοιπόν η δημιουργία ενός πολιτισμικού πάρκου που θα έχει πολλαπλό σκοπό. Από την μία πλευρά θα προστατεύσει τις διάφορες αρχαίες εγκαταστάσεις όπως για παράδειγμα τα μοναδικού ενδιαφέροντος πλυντήρια, τους γεωλογικούς και ορυκτολογικούς σχηματισμούς και τις διάφορες γεωμορφές και από την άλλη πλευρά θα δώσει στον επισκέπτη την ευκαιρία να γνωρίσει τα πολύπλευρα χαρακτηριστικά της περιοχής αυτής. Ένα τέτοιου είδους έργο θα δώσει ώθηση στην μόρφωση και παιδεία των απλών ανθρώπων που θα επισκευτούν το χώρο αυτό, των επιστημόνων για εξειδικευμένες μελέτες αλλά και της ίδιας της Λαυρεωτικής όσον αφορά στην τουριστική της ανάπτυξη.

Βιβλιογραφία

- Altherr, R., Kreuzer, H., Wendt, I., Lenz, H., Wagner, G., Keller, J., Harre, W., Hohndorf, A., 1982, A late oligocene/Early Miocene high temperature belt in the Attic-Cycladic crystalline complex (SE Pelagonian, Greece). *Geol. Jb. E* 23, pp.97-164. Hannover.
- Eikmann, Th., Michels, S., Makropoulos, V., Krieger, Th., Einbrodt, H.J., Tsomi, K., 1991, Cross-sectional epidemiological study on arsenic excretion in urine of children and workers in Greece, Gordon and Breach Science Publ., *Toxicological and Environmental Chemistry*, Vols, 31-32: 461-466.
- Hopkins K., *Roman Trade, Industry and Labor*, 1988, *Civilization of the Ancient Mediterranean: Greece and Rome*, edit. Michael Grand and Rachel Kitzinger, New York, σελ. 198
- Katerinopoulos, A., Zissimopoulou, E., 1994, Minerals of the Lavrion mines, The Greek Association of Mineral and Fossil Collectors, Athens, 304pp.
- Katsikatsos, G., 1976, La structure tectonique de l' Attique et de l'ile de Eubee. *Bull. Soc. Geol. France*, vol. 19, pp. 75-80, Paris.
- Katsikatsos, G., 1977, La structure tectonique de l' Attique & de l'ile d' Eubee, 6th *AegeisColl*, Athens, 1, 211-28.
- Kober, L. 1929. *Beitrag zur Geologie von Attika*. *Sitzungsb. Akad. Wiss. Mat-Nat. Kl.*, 138, 299- 327, Wien.
- Lepsius, R., 1893, *Geologie von Attika*, Berlin
- Makropoulos, V., Konteye, C., Eikmann, Th., Einbrodt, H.J. Hatzakis, A., Papanagiotou, G., 1991, Cross-sectional epidemiological study on the lead burden of children and workers in Greece: Gordon and Breach Science Ppubl., U.K., *Toxicological and Environmental Chemistry*, 31-32: 467-477
- Maravelias, C., Hatzakis, A., Katsouyanni, K., Trichopoulos, D., Koutselinis, A., Ewers, U., Brockhaus, A., 1989, Exposute to lead and cadmium of children living near a lead smelter at Lavrion, Greece, *The Science of the Total Environment*, 84: 61-70
- Negris, Ph., 1912, *Sur l' age des formations crystallines de l' Attique*. *C.R., Ac. Scien.*, vol. 154, pp. 1743-1745, Paris.
- Steinmann, G., 1890, *Einige Fossilreste aus Griechenland*. *Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesel*, 42, 764-771, Berlin.
- Δημητριάδης, Αλ.(συντάκτης), 1999, *Γεωχημικός άτλας της αστικής περιοχής του Λαυρίου για περιβαλλοντική προστασία και σχεδιασμό: ερμηνευτικό κείμενο*, Δημοσίευτη έκθεση, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα
- Κονοφάγος, Κ., 1980, *Το αρχαίο Λαύριο και η Ελληνική τεχνική παραγωγής του αργύρου*, Εκδοτική Ελλάδος, Αθήνα, σελ. 458.
- Μαρίνος, Γ., Petrascheck, W., 1956, *Λαύριον*. Ινστιτούτον Γεωλογίας και Ερευνών Υπεδάφους, τομ.4 , Αθήναι 1956.
- Παυλόπουλος, Κ., 1992, *Γεωμορφολογική εξέλιξη της Νότιας Αττικής*, Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Γεωγραφίας-Κλιματολογίας, σελ. 225, Αθήνα.