

# Γεωχημική περιβαλλοντική μελέτη εδαφών της περιοχής Οινόφυτων, Ν. Βοιωτίας

ΓΚΟΥΣΗΣ, Κ.1, ΚΟΝΙΣΠΟΛΙΑΤΗΣ Ν.1

## ABSTRACT

In the present study we examine the concentrations and the distribution of the heavy metals Pb, Zn, Cr and Ni in the soils of the Inofyta area and the subsequent levels of the metal pollution. The concentrations of the heavy metals Pb, Zn, Cr and Ni are generally lower than the suggested upper safety limits for cultivated soils. The pollution caused by the high concentrations of Pb and Zn in certain places is probably due to the heavy traffic of the nearby national road and to the various factories, which exist in the surrounding area and belong to the industrialised zone of Inofyta

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη παρούσα εργασία εξετάζονται οι περιεκτικότητες και η κατανομή των βαρέων μετάλλων Pb, Zn, Cr και Ni σε εδάφη της περιοχής Οινόφυτων, Ν. Βοιωτίας. Γίνεται επίσης προσπάθεια να εκτιμηθούν τα επίπεδα ρύπανσης των εδαφών αυτών από τα πιο πάνω βαρέα μέταλλα. Από την παρούσα έρευνα προκύπτει ότι τα εδάφη της περιοχής Οινόφυτων παρουσιάζουν περιεκτικότητες Pb, Zn, Cr και Ni, οι οποίες είναι γενικά χαμηλότερες από τα προτεινόμενα διεθνώς όρια ασφαλείας για καλλιεργήσιμα εδάφη. Η ρύπανση που παρατηρείται σε ορισμένες θέσεις, όπου οι περιεκτικότητες Pb και Zn είναι ιδιαίτερα υψηλές, οφείλεται πιθανόν σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες καθώς η περιοχή διασχίζεται από την εθνική οδό Αθηνών-Λαμίας (κατάλοιπα της καύσης της βενζίνης των αυτοκινήτων) και φιλοξενεί ένα μεγάλο αριθμό βιομηχανιών και βιοτεχνιών, που ανήκουν στη βιομηχανική ζώνη Οινόφυτων

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες το περιβάλλον στον ελληνικό χώρο έχει επιβαρυνθεί με βαρέα μέταλλα από πηγές προέλευσης κυρίως ανθρωπογενείς. Έτσι η μελέτη περιοχών με βιομηχανική δραστηριότητα, όπως τα Οινόφυτα, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Τα Οινόφυτα βρίσκονται στο μέσο της ευρύτερης περιοχής της Αττικοβοιωτίας, η οποία αποτελεί τον κυριότερο πόλο εγκατάστασης και λειτουργίας βιομηχανιών στον ελληνικό χώρο. Βρίσκονται πάνω στο μεταφορικό άξονα Βορρά-Νότου της χώρας με συνέπεια οι πεδινές περιοχές να γίνουν χώρος υποδοχής δορυφορικών δραστηριοτήτων της πρωτεύουσας. Στη ζώνη των Οινόφυτων λειτουργεί σημαντικός αριθμός βιομηχανιών όπως πλαστικών, υγραερίου, φαρμάκων, παιδικών τροφών, μεταλλικών κα-

τασκευών, μπαταριών, εκρηκτικών, σωληνοργίες, βαφεία, φινιστήρια, ορειχαλκουργεία, κ.α. (Μεθυμάκης και Μπακάλης, 1986).

Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της κατανομής των περιεκτικότητων των βαρέων μετάλλων Pb, Zn και Cr σε εδάφη της περιοχής των Οινόφυτων. Επιπλέον εξετάζεται η ορυκτολογική σύσταση των εδαφών και γίνεται προσπάθεια εκτίμησης των σημερινών επιπέδων ρύπανσης από τα πιο πάνω βαρέα μέταλλα.

## 2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Η περιοχή Οινόφυτων βρίσκεται στο Β-ΒΑ μέρος της πεδινής έκτασης του μέσου ρου της λεκάνης απορροής του Ασωπού ποταμού (σχήμα 1). Ανήκει στην υποπελαγονική ζώνη. Η ευρύτερη περιοχή έχει μελετηθεί από διάφορους ερευνητές (Βορεάδης 1952, Μιτσορούλης 1961,

**GEOCHEMICAL ENVIRONMENTAL STUDY ON THE SOILS OF INOFYTA AREA, BIOTIA DISTRICT.**

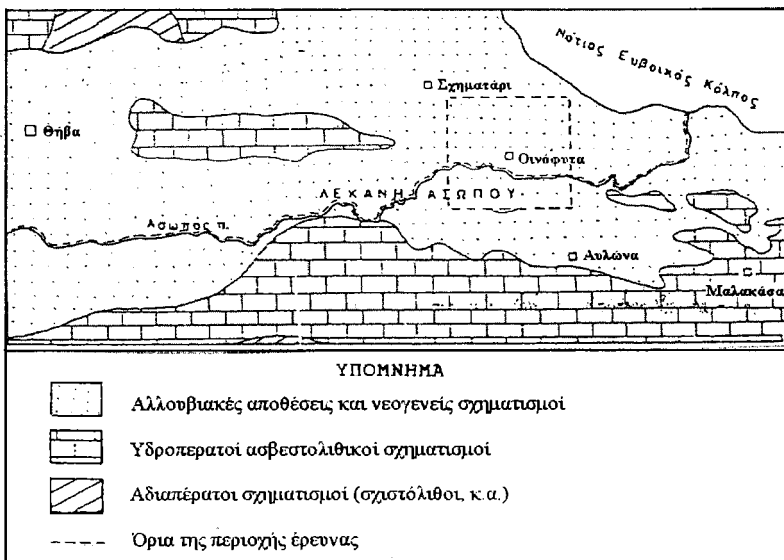
Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.

Τάταρης 1970, Κουμαντάκης 1971, Guerner 1971, Clement 1983, Δούνας 1978, Παπανικολάου 1986, Mettos 1988, κ.α.).

Τα πετρώματα που δομούν την ευρύτερη περιοχή αποτελούνται από τους σχηματισμούς του υποβάθρου και από τους νεώτερους σχηματισμούς πληρώσεως της λεκάνης. Οι σχηματισμοί του υποβάθρου εμφανίζονται επιφανειακά στα περιθώρια κυρίως της λεκάνης και αποτελούνται από ιζηματογενή και εκρηξιγενή πετρώματα. Πρόκειται δε για ασβεστόλιθους, δολομιτικούς ασβεστόλιθους, οφιόλιθους, σχιστοκερατόλιθους, κα.

Οι σχηματισμοί πληρώσεως της λεκάνης αποτελούνται από ιζήματα πλειοπλειστοκαινι-

κής ηλικίας και από αλλουβιακές αποθέσεις. Τα πλειοκαινικά και πλειστοκαινικά ιζήματα αποτελούνται από κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, αργίλους, μάργες, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους και κοκκινοπηλούς. Τα κατώτερα στρώματα είναι λιμναίας και υφάλμυρης φάσης ενώ τα ανώτερα είναι αποθέσεις χειμαρροποτάμων. Οι αλλουβιακές αποθέσεις αποτελούνται κυρίως από χαλίκια, άμμους, αργίλους και πηλούς, εναλλασσόμενα σε ποικίλες αναλογίες. Το πάχος τους είναι 5-10 m. και γίνεται μεγαλύτερο πλησίον της κοίτης του Ασωπού και των παραποτάμων του.



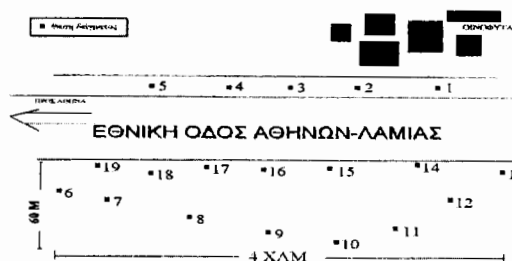
Σχήμα 1. Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής Οινόφυτων, (από Δούνα κ.α. 1978)

### 3. ΥΛΙΚΑ-ΜΕΘΟΔΟΙ

Η δειγματοληψία των επιφανειακών εδαφών πραγματοποιήθηκε εκατέρωθεν της εθνικής οδού Αθηνών-Λαμίας στο ύψος των Οινόφυτων. Αυτή έγινε σε 19 θέσεις, σε μια περιοχή εύρους 4 km., σε μικρή απόσταση από την εθνική οδό (από 5 ως 50 m.) (Γκούσης 1999)(σχήμα 2).

Στα δείγματα πραγματοποιήθηκε διαχωρισμός του λεπτόκοκκου κλάσματος ιλύος και αργίλου από το κλάσμα της άμμου με τη βοή-

θεια κόσκινου 4φ. Στο λεπτόκοκκο κλάσμα πραγματοποιήθηκε ορυκτολογική ανάλυση με περιθλασίμετρο ακτίνων X (XRD) και χημική ανάλυση με φασματοφωτομετρία ατομικής απορρόφησης (AA5). Πριν από τη χημική ανάλυση τα δείγματα είχαν υποστεί εκχύλιση με 0,5N HCl σύμφωνα με τη μέθοδο Agemian and Chan (1976).



Σχήμα 2. Θέσεις δειγματοληψίας στα εδάφη της βιομηχανικής ζώνης Οινοφύτων

#### 4. ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ

Από την ποιοτική ανάλυση των ακτινοδιαγραμμάτων των εξετασθέντων εδαφών εντοπίστηκαν σε όλα σχεδόν τα δείγματα τα κύρια ορυκτά χαλαζίας, ιλλίτης, μοντοριλλονίτης, χλωρίτης, καολινίτης, ασβεσίτης, δολομίτης, αραγωνίτης, Κ-άστριοι και πλαγιόκλαστα.

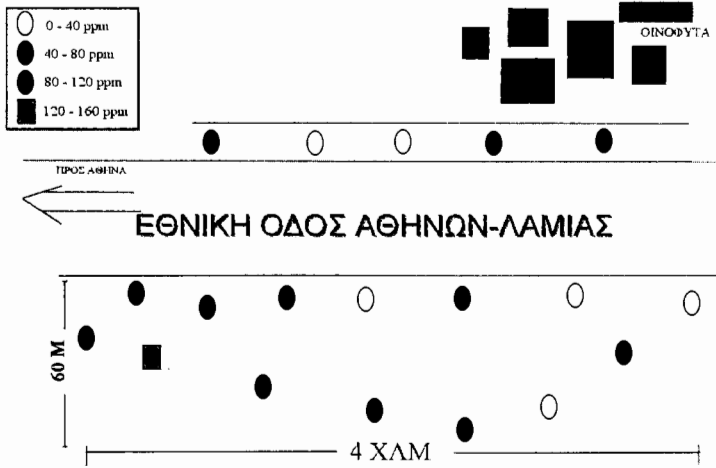
#### 5. ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων και στα σχήματα 3, 4, 5 και 6 παρουσιάζονται οι κατανομές των περιεκτικότητων των μετάλλων Pb, Zn, Cr και Ni.

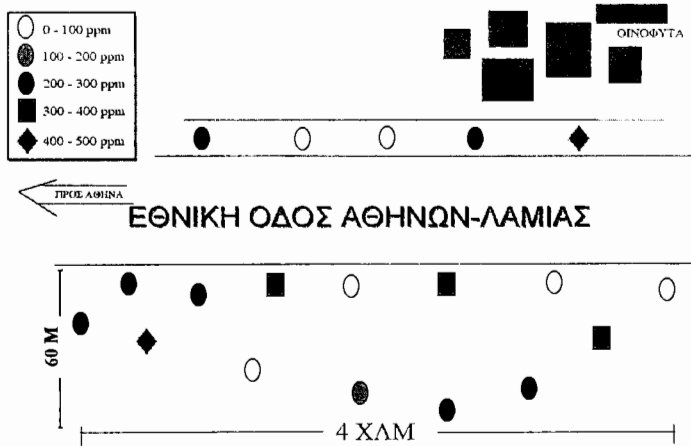
Οι περιεκτικότητες του Cr (12 – 26 ppm) και του Ni (35 – 88 ppm) παρουσιάζουν τις μικρότερες διακυμάνσεις, ενώ μεγαλύτερες παρουσιάζει ο Pb (12 – 154 ppm), και τις υψηλότερες διακυμάνσεις παρουσιάζει ο Zn (22 – 499 ppm).

Πίνακας 1. Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων (ppm)

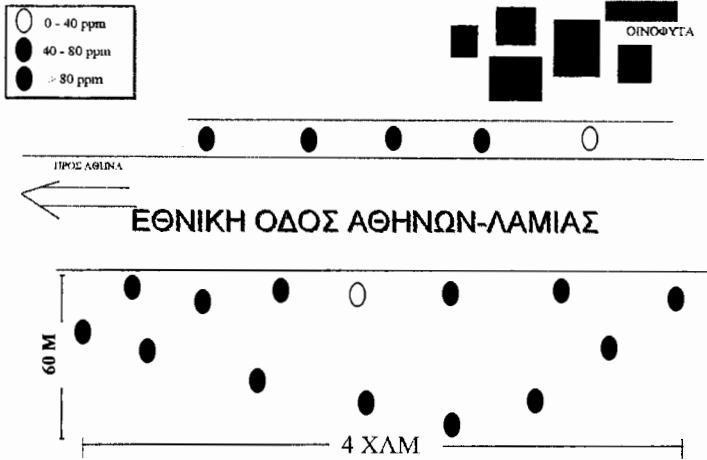
Αριθμός Δείγματος	Pb	1.1 Zn	1.2 Ni	1.3 Cr
1	45	419	35	12
2	77	143	51	18
3	14	24	64	15
4	12	22	88	23
5	75	119	54	20
6	68	126	65	25
7	154	499	88	26
8	43	89	71	21
9	118	121	52	17
10	88	266	60	20
11	38	233	63	16
12	51	328	65	16
13	22	59	47	13
14	27	93	49	12
15	70	365	55	15
16	33	61	36	23
17	110	397	72	26
18	43	104	61	18
19	59	125	59	22



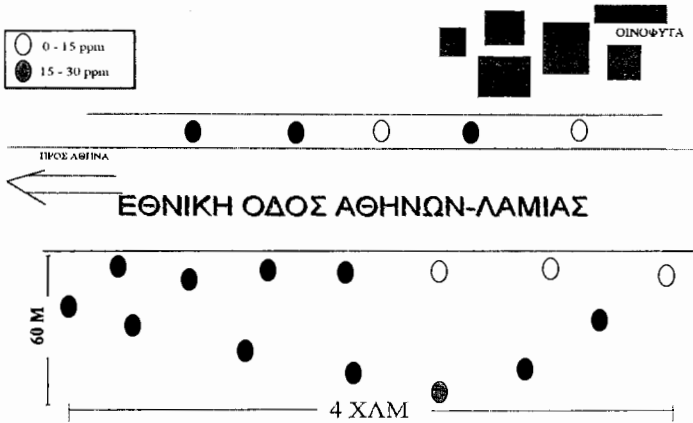
Σχήμα 3. Κατανομή του Pb στα εδάφη της βιομηχανικής ζώνης Οινοφύτων



Σχήμα 4. Κατανομή του Zn στα εδάφη της βιομηχανικής ζώνης Οινοφύτων



Σχήμα 5. Κατανομή του Ni στα εδάφη της βιομηχανικής ζώνης Οινοφύτων



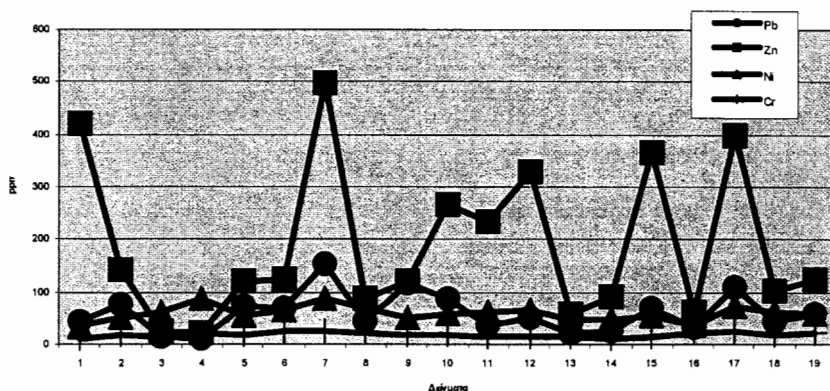
Σχήμα 6. Κατανομή του Cr στα εδάφη της βιομηχανικής ζώνης Οινοφύτων

## 6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι κατανομές των περιεκτικότητων των μετάλλων Pb και Zn στα εξετασθέντα εδάφη των Οινοφύτων παρουσιάζουν γενικά ομοιότητες (σχήμα 7). Το ίδιο ισχύει και για τα μέταλλα Cr και Ni. Το γεγονός αυτό οφείλεται πιθανόν στις κοινές πηγές προσφοράς των μετάλλων Pb και Zn, οι οποίες είναι σημειακές κυρίως πηγές, όπως οι βιομηχανίες της περιοχής και τα αυτοκίνητα που διασχίζουν την εθνική οδό με τα κατάλοιπα της καύσης της βενζίνης τους. Όσον

αφορά τα μέταλλα Cr και Ni, η προέλευσή τους είναι πιθανόν ανθρωπογενής (εργοστάσια της γύρω περιοχής) καθώς επίσης και από τη διάβρωση των οφιολίθων.

Από την παρούσα μελέτη προκύπτει ότι γενικά οι περιεκτικότητες των αναλυθέντων βαρέων μετάλλων στα εδάφη της περιοχής Οινοφύτων βρίσκονται εντός των επιτρεπτών ορίων, όπως αυτά προσδιορίζονται από τη βιβλιογραφία (Merian 1991, Levinson 1974, Kabata-Pendias and Pendias 2001).



Σχήμα 7. Συγκεντρωτική κατανομή των μετάλλων Pb-Cr-Ni-Zn

Πιο αναλυτικά, όσον αφορά το Cr οι περιεκτικότητες του κυμαίνονται σε φυσιολογικά όρια (<27 ppm) και είναι σαφώς κάτω από τα προτεινόμενα όρια ασφαλείας για καλλιεργήσιμα εδάφη (100 ppm) (Μερίαν 1991). Ομοίως και το Ni, οι περιεκτικότητες του βρίσκονται κάτω από τα προτεινόμενα όρια ασφαλείας (100 ppm) (Kabata-Pendias and Pendias 2001).

Οι περιεκτικότητες του Pb βρίσκονται γενικά κάτω από τα φυτοτοξικά επίπεδα (100 ppm). Θα πρέπει να σημειωθεί όμως ότι εντοπίστηκαν τρεις θέσεις με γεωχημική ανωμαλία σε Pb (>100 ppm) όπου οι περιεκτικότητες είναι πάνω από τα προτεινόμενα όρια.

Όσον αφορά το Zn, η πλειονότητα των δειγμάτων περιέχουν περιεκτικότητες που είναι κάτω από τα επιτρεπόμενα όρια ασφαλείας για καλλιεργήσιμα εδάφη (>300 ppm). Εντούτοις πέντε θέσεις εντοπίστηκαν με γεωχημική ανωμαλία σε Zn (>300 ppm) όπου οι περιεκτικότητες είναι υψηλότερες από τα προτεινόμενα όρια.

Η γεωχημική ανωμαλία που παρατηρείται σε εδάφη της περιοχής Οινοφύτων στα μέταλλα Pb και Zn θα μπορούσε να αποδοθεί σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες, κυρίως από τη λειτουργία βιομηχανικών μονάδων στην ευρύτερη περιοχή και τη διέλευση της εθνικής οδού (κατάλοιπα της καύσης της βενζίνης των αυτοκινήτων). Φαίνεται να υπάρχει δηλαδή

συνδυασμένη ρύπανση από τον αυτοκινητόδρομο και τις βιομηχανίες.

Αξίζει να σημειωθεί ότι σημαντικό ρόλο παίζει πιθανόν η επίδραση του ανέμου σε συνδυασμό με άλλους ατμοσφαιρικούς παράγοντες, όπως τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα. Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα προκαλούν την κατακρήμνιση των σωματιδιακών ρύπων, μέσα στους οποίους συγκαταλέγονται τα βαρέα μέταλλα και οι ενώσεις τους (καθώς και αερίων ρύπων στο έδαφος), την απόπλυση των δρόμων της περιοχής, όποτε βρέχει και τη μεταφορά επομένως των ρύπων σε συγκεκριμένα σημεία, όπου και ανιχνεύεται αυξημένη περιεκτικότητα στα αντίστοιχα βαρέα μέταλλα.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Agemian H. and Chan A. (1976). *Evaluation of extraction techniques for the determination of metals in aquallitic sediments. The Analyst*, 101, 761-767.
- Βορέαδης Γ. (1952). *Η λιγνιτοφόρος τριτογενής λεκάνη Μαλακάσας-Ωρωπού. Γεωλ. Γεωφ. Ε.ΙΓΕΥ*, 2, 141-180.
- Clement B. (1983). *Evolution geodynamique d'un Secteur des Hellenides internes: L'Attique-Beotie. These, Lille.*

- Γκούσης Κ. (1999). *Μελέτη κατανομής μολύβδου-χαλκού-χρωμίου-ψευδαργύρου σε εδάφη βιομηχανικής ζώνης Οινόφυτων, νομού Βοιωτίας*. Διπλωμ. εργασία. Ε.Μ.Π.
- Δούνας Α., Καλλέργης Γ., Μόρφης Α. και Παγούνης Μ. (1978). *Υδρολογική έρευνα λεκάνης μέσου ρου Ασωπού ποταμού*. Αρ. Έρευνας 21, Ι.Γ.Μ.Ε.
- Guerner C. (1971). *Etudes géologiques en Eubée et dans les régions voisines (Grèce)*. These Doct. Sci. Nat., Université de Paris.
- Kabata-Pendias A. and Pendias H. (2001). *Trace elements in plants and soils*. 2<sup>nd</sup> ed. CRC Press. Boca Raton, Florida.
- Κουμαντάκης Ι. (1971). *Πόντιοι σχηματισμοί Χαλκουταίου Β. Αττικής*. *Ann. Géol. Pays Hellén.* 24, 274-284.
- Levinson A. (1974). *Introduction to exploration geochemistry*. Applied Publ. Calgary.
- Μεθυμάκης Γ. και Μπακάλης Γ. (1986). *Επισήμανση προβλημάτων επεξεργασίας λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων της λεκάνης Ασωπού Βοιωτίας*. Έκθεση ΥΠ.Ε.ΧΩ.ΔΕ.
- Merian E. (1991). *Metals and their compounds in the environment*. Verlag Chemie, Weinheim.
- Mettos A., Ioakim Ch. and Rontogianni Th. (1988). *Les formations néogènes lacustres au d' Attique-Beotie*. *Revue Géologie Méditerranéenne*. Tome 12-13, no. 3-4, 167-174.
- Mitzopoulos M.K. (1961). *Die hipparionfanna von Tanagra bei Theben*. *Ann. Géol. Pays Hellén.* 12, 301-313.
- Παπανικολάου Δ., Μαρσιολάκος Η., Λέκκας Ε. και Λόζιος Σ. (1986). *Μορφοτεκτονικές παρατηρήσεις στη λεκάνη Ασωπού και στην παραλιακή ζώνη Ωρωπού, συμβολή στη νεοτεκτονική της Β. Αττικής*. *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.* 20, 251-267.
- Τάταρης Α., Κούνης Γ., Μαραγκουδάκης Ν. και Χριστοδούλου Γ. (1970). *Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας*. Φύλλο Θήβα, Ι.Γ.Μ.Ε.