

Ορυκτοί Πόροι Ελλάδος: Αποθέματα και Αξία

Ανανίας Τσιραμπίδης¹ & Ανέστης Φιλιππίδης²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Ελλάδα, σε σχέση με πολλές άλλες χώρες ανάλογης έκτασης, θεωρείται πολύ προνομιούχα για τον ορυκτό πλούτο που διαθέτει. Σήμερα παράγει και εξάγει μαγνησίτη, μπεντονίτη, περλίτη, κίσσηρη και χουντίτη. Επιπλέον, εξορύσσει περίπου 58 εκατ./χρόνο λιγνίτη που διαθέτεται αποκλειστικά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης παράγει και εξάγει ακατέργαστο βωξίτη και αλουμίνα, συμπυκνώματα γαληνίτη και σφαλερίτη και σιδηρονικέλιο. Παραγωγή χαλκού, αργύρου και χρυσού αναμένεται το 2015.

Ο Πανευρωπαϊκός Κώδικας της Επιτροπής Αναφοράς Αποθεμάτων και Πόρων (PERC: Pan-European Reserves and Resources Reporting Committee) ισχύει από το 2008 και έχει υιοθετηθεί, μεταξύ των άλλων, και από την Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία Γεωλόγων. Ο ορυκτός πόρος είναι συγκέντρωση υλικού με οικονομικό ενδιαφέρον σε τέτοια μορφή, ποιότητα και ποσότητα που να υπάρχουν λογικές προσδοκίες για τελική εξόρυξη. Με αύξηση της γεωλογικής βεβαιότητας οι ορυκτοί πόροι χαρακτηρίζονται ως υποθετικοί ή ενδεικτικοί ή μετρημένοι, ενώ τα ορυκτά αποθέματα ως πιθανά ή βέβαια. Σύμφωνα με τον κώδικα PERC ισχύουν συγκεκριμένες και αυστηρές προδιαγραφές για των χαρακτηρισμό των αποθεμάτων, π.χ. λαμβάνεται υπόψη η αξιοπιστία, ο εξοπλισμός του φορέα που εκτελεί την έρευνα, καθώς και η μελέτη βιωσιμότητας της πιθανής επένδυσης. Επομένως, για να χαρακτηριστούν πιθανά ή βέβαια τα αποθέματα ενός ορυκτού πόρου πρέπει να υπάρχουν μετρημένα ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία, καθώς και μελέτες εκμεταλλευσιμότητας και βιωσιμότητας αυτών των αποθεμάτων σε χρόνο συγκεκριμένο, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις μεταβλητές παραμέτρους όπως κόστος εξόρυξης και επεξεργασίας, διεθνείς αγορές, νομικούς, περιβαλλοντικούς, κοινωνικούς και κυβερνητικούς παράγοντες κ.ά.

Τα πιθανά και ενδεικτικά αποθέματα (σύμφωνα με τον παραπάνω κώδικα PERC) των ορυκτών πόρων της Ελλάδος που σήμερα εκμεταλλεύονται, αλλά και εκείνοι οι πόροι που παρουσιάζουν καλές προοπτικές εκμετάλλευσης, έχουν συνολική ακαθάριστη αξία περίπου 1,5 τρισεκ. €. Το μικροκρυσταλλικό ανθρακικό ασβέστιο, τα ανθρακικά αδρανή, τα ανθρακικής σύστασης διακοσμητικά πετρώματα, οι σχιστόλιθοι και οι πηλοί-άργυλοι κεραμοποιίας που υπάρχουν σε ανεξάντλητα αποθέματα και δεν συνυπολογίζονται.

Η συνολική ακαθάριστη αξία των πιθανών και ενδεικτικών αποθεμάτων των Βιομηχανικών Ορυκτών & Πετρωμάτων είναι 60 δισεκ. € και των αντίστοιχων των Μεταλλικών Ορυκτών (με το βωξίτη) είναι 79 δισεκ. €.

Η συνολική ακαθάριστη αξία των πιθανών και ενδεικτικών αποθεμάτων των Ενεργειακών Ορυκτών Πρώτων Υλών είναι 1.362 δισεκ. € από τα οποία τα 268 δισεκ. € ανήκουν στους λιγνίτες. Τα υποθετικά αποθέματα πετρελαίου είναι 10 δισεκ. βαρέλια με ακαθάριστη αξία 685 δισεκ. € και τα αντίστοιχα του φυσικού αερίου 3,5 τρισεκ. m³ με ακαθάριστη αξία 409 δισεκ. €.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το 2010 η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) υιοθέτησε την πρωτοβουλία της βιώσιμης παραγωγής εγχώριων πρώτων υλών, της βιώσιμης κατανάλωσης και της ανακύκλωσης. Στο περιεχόμενο αυτής της πρωτοβουλίας 14 ορυκτά χαρακτηρίστηκαν ως κρίσιμα και στρατηγικής σπουδαιότητας για την Ευρωπαϊκή βιομηχανία. Τα περισσότερα από αυτά βρίσκονται στην Ελλάδα, αλλά χρειάζονται επιπλέον έρευνες για να προσδιοριστούν τα βέβαια αποθέματα. Το Φεβρουάριο του 2012 η

¹ Ομότιμος Καθηγητής Ορυκτολογίας-Πετρολογίας, ² Καθηγητής Ορυκτολογίας-Κοιτασματολογίας, Τομέας Ορυκτολογίας-Πετρολογίας-Κοιτασματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Emails: anantias@geo.auth.gr anestis@geo.auth.gr
Websites: <http://users.auth.gr/anantias> <http://users.auth.gr/anestis>

Ελληνική Πολιτεία ψήφισε ένα νέο μεταλλευτικό νόμο, σε συμφωνία με την Ευρωπαϊκή πρωτοβουλία για τις πρώτες ύλες (πρωτοβουλία Verheugen), για να περιορίσει τις μελέτες και δράσεις που απαιτούν οι περιβαλλοντικές άδειες, για να μειώσει το χρόνο αδειοδότησης στο μέσο όρο της ΕΕ (σήμερα είναι μέχρι πενταπλάσιος) και για να αφαιρέσει την προμελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η μεταλλευτική αδειοδότηση στην Ελλάδα ακολουθεί τους κανονισμούς που έχουν καθιερωθεί με οδηγίες της ΕΕ. Η ανάπτυξη της μεταλλευτικής και μεταλλουργικής βιομηχανίας στην Ελλάδα παρουσιάζει ένα ισχυρό συγκριτικό πλεονέκτημα σε σχέση με άλλες χώρες της ΕΕ και αυτό θα μπορούσε να ωφελήσει την εθνική οικονομία [1-4].

Τα σχέδια των μεταλλευτικών εταιριών στην Ελλάδα ποικίλλουν ανάλογα με το μέγεθός τους, το εύρος των προϊόντων, τις φιλοδοξίες των ιδιοκτητών κ.λπ. Τα τελευταία χρόνια το προφίλ του κλάδου άρχισε να αλλάζει γρήγορα με συγχωνεύσεις, εξαγορές και χρηματοδοτήσεις με εγγραφή στα χρηματιστήρια. Όμως οι περισσότερες μεταλλευτικές εταιρίες χρειάζεται να δημιουργήσουν ή να διευρύνουν τις στρατηγικές συμμαχίες με διεθνείς επιχειρήσεις στην τεχνολογία και εμπορία. Δεν υπάρχει καμιά αμφιβολία ότι η μεταλλευτική βιομηχανία στην Ελλάδα έχει σημαντικές αντοχές. Όμως πρέπει να εντοπίσει και διερευνήσει τις τάσεις και ευκαιρίες του διεθνούς επιχειρηματικού περιβάλλοντος εφόσον επιθυμεί να παραμείνει ανταγωνιστική και να βελτιώσει παραπέρα τη θέση και τις προοπτικές της.

Τα πλεονεκτήματα της Ελλάδας είναι η γεωστρατηγική θέση της, που δίνει τη δυνατότητα πρόσβασης σε αγορές 170 εκατ. καταναλωτών της Βαλκανικής. Το δίπτυχο ήλιος-θάλασσα ευνοεί επενδύσεις στον τουρισμό, όπου υπάρχουν ακόμη πολλά περιθώρια ανάπτυξης, αλλά και στη γεωργία, εμπόριο, ναυτιλία, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), καθώς και στην εκμετάλλευση ορυκτών πρώτων υλών που μέχρι σήμερα παραμένουν ανεκμετάλλευτες (π.χ. πετρέλαιο, φυσικό αέριο, χρυσός κ.ά.). Τα αρνητικά της χώρας περιλαμβάνουν: γραφειοκρατικά εμπόδια στην ίδρυση και λειτουργία νέων επιχειρήσεων, αδιαφάνεια, υψηλή φορολογία και συνεχείς τροποποιήσεις στο θεσμικό πλαίσιο. Οι αλλαγές σ' αυτούς τους τομείς είναι επείγουσες.

Η πρώτη εργασία καταγραφής του ορυκτού πλούτου της Ελλάδος ήταν εκείνη της UNRRA το 1947 [5]. Από τότε έχει διαπιστωθεί πως η Ελλάδα, σε σχέση με πολλές άλλες χώρες ανάλογης έκτασης, θεωρείται πολύ προνομιούχα για τον ορυκτό πλούτο που διαθέτει [6-8]. Μεγάλη ποικιλία, κυρίως βιομηχανικών και μεταλλικών ορυκτών, αλλά και ενεργειακών ορυκτών πρώτων υλών όπως οι λιγνίτες, βρίσκονται στο υπέδαφός της. Σήμερα παράγει και εξάγει μαγνησίτη, μπεντονίτη, περλίτη, κίσηρη και χουντίτη. Επιπλέον, εξορύσσει περίπου 58 εκατ./χρόνο λιγνίτη που διαθέτεται αποκλειστικά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης, παράγει και εξάγει ακατέργαστο βωξίτη και αλουμίνα, συμπκνώματα γαληνίτη και σφαλερίτη και σιδηρονικέλιο. Παραγωγή χαλκού, αργύρου και χρυσού αναμένεται το 2015. Τα πιθανά και βέβαια αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου της Ελλάδος είναι άγνωστα, αφού απουσιάζουν οι λεπτομερείς έρευνες (π.χ. γεωφυσικές διασκοπήσεις, γεωτρήσεις, χημικές αναλύσεις κ.ά.). Επιπλέον, δεν υπάρχουν πρόσφατες μελέτες βιωσιμότητας για τους περισσότερους ορυκτούς πόρους της Ελλάδος. Όμως, ακολουθώντας τους κανόνες που καθιερώθηκαν από τον Κώδικα PERC παρουσιάζουμε εδώ τα ενδεικτικά αποθέματα και την ακαθάριστη αξία των ορυκτών πόρων της Ελλάδος που ανέρχεται περίπου σε 1,5 τρισεκ. € από τα οποία τα 1,36 τρισεκ. € ανήκουν σε ενεργειακούς ορυκτούς πόρους (π.χ. γαιάνθρακες, φυσικό αέριο, πετρέλαιο) [1, 3, 4]. Επομένως, ακόμη και μόνη της η ορθολογιστική εκμετάλλευση του ορυκτού πλούτου μας μπορεί, σε χρονικό ορίζοντα μόλις 20-25 ετών, να αποσβέσει πλήρως το δημόσιο χρέος της χώρας (360 δισεκ. € περίπου). Το συμπέρασμά μας ενισχύεται και από το ότι η τιμή ενός επεξεργασμένου ορυκτού ξεπερνά σε πολλές περιπτώσεις και το 20πλάσιο της τιμής του ακατέργαστου. Έτσι, καθετοποιημένες μονάδες εξόρυξης και επεξεργασίας, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα παραγωγής τελικών προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας, θα συμβάλλουν πολύ πιο σύντομα στην εξάλειψη αυτού του χρέους και επομένως στη ραγδαία ανάπτυξη της Εθνικής Οικονομίας. Ο ορυκτός πλούτος της χώρας μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη δημιουργία μιας βιώσιμης και ανταγωνιστικής οικονομίας στην Ευρώπη [1-4, 9-12].

Ο σκοπός αυτού του άρθρου είναι να παρουσιάσει περιεκτικά δεδομένα των περισσότερο σπουδαίων ορυκτών πόρων της Ελλάδος τα οποία σήμερα εκμεταλλεύονται και εκείνων που παρουσιάζουν καλές προοπτικές επένδυσης. Αν και η προοπτική της Ελληνικής οικονομίας για τα επόμενα λίγα χρόνια δεν αναμένεται να βελτιωθεί πιστεύουμε ότι θα συμβεί ουσιαστική συμβολή στη μείωση του δημόσιου χρέους της Ελλάδος με την παραχώρηση δικαιωμάτων εκμετάλλευσης του ορυκτού πλούτου της.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Ο Πανευρωπαϊκός Κώδικας της Επιτροπής Αναφοράς Αποθεμάτων και Πόρων [Pan-European Reserves and Resources Reporting Committee (PERC)] από το 2008 καθιέρωσε ελάχιστα όρια, συστάσεις και οδηγίες για δημόσια έκθεση ερευνητικών αποτελεσμάτων, ορυκτών πόρων και ορυκτών αποθεμάτων στην Ευρώπη. Ο κώδικας ο οποίος είναι εφαρμόσιμος σε όλες τις στερεές ορυκτές ακατέργαστες ύλες έχει υιοθετηθεί, μεταξύ των άλλων, και από την Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία Γεωλόγων. Οι κύριες αρχές που καθορίζουν τη λειτουργία και εφαρμογή αυτού του κώδικα είναι η διαφάνεια, η αρμοδιότητα και η αμεροληψία [13].

Τα αποτελέσματα έρευνας ενός ορυκτού πόρου ή ορυκτού αποθέματος περιλαμβάνουν δεδομένα και πληροφορίες που παράγονται με ερευνητικά προγράμματα και μπορούν να τεθούν στη διάθεση πιθανών επενδυτών. Ο ορυκτός πόρος είναι συγκέντρωση ή εμφάνιση υλικού με οικονομικό ενδιαφέρον μέσα ή πάνω στο φλοιό της γης σε τέτοια μορφή, ποιότητα και ποσότητα που να υπάρχουν λογικές προσδοκίες για τελική εξόρυξη. Με αύξηση της γεωλογικής βεβαιότητας οι ορυκτοί πόροι είναι δυνατό να χαρακτηριστούν ως υποθετικοί ή ενδεικτικοί ή μετρημένοι, ενώ τα ορυκτά αποθέματα ως πιθανά ή βέβαια. Σύμφωνα με τον κώδικα PERC από το 2008 ισχύουν συγκεκριμένες και αυστηρές προδιαγραφές για τη μετακίνηση από μία κατηγορία αποθεμάτων σε άλλη. Επιπλέον, λαμβάνεται υπόψη η αξιοπιστία και ο εξοπλισμός του φορέα που εκτελεί την έρευνα, καθώς και η μελέτη βιωσιμότητας της πιθανής επένδυσης. Επομένως, για να χαρακτηριστούν πιθανά ή βέβαια τα αποθέματα ενός ορυκτού πόρου πρέπει να υπάρχουν όχι μόνο μετρημένα ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία, αλλά και μελέτες εκμεταλλευσιμότητας και βιωσιμότητας αυτών των αποθεμάτων σε χρόνο συγκεκριμένο που θα λαμβάνουν υπόψη όλες τις μεταβλητές παραμέτρους όπως κόστος εξόρυξης και επεξεργασίας, διεθνείς αγορές, νομικούς, περιβαλλοντικούς, κοινωνικούς και κυβερνητικούς παράγοντες κ.ά. [13].

Σύμφωνα με τον παραπάνω κώδικα, τα πιθανά και ενδεικτικά αποθέματα των ορυκτών πόρων της Ελλάδος που σήμερα εκμεταλλεύονται, αλλά και εκείνοι οι πόροι που παρουσιάζουν καλές προοπτικές εκμετάλλευσης, μαζί με την ακαθάριστη αξία τους, παρουσιάζονται στους πίνακες 1, 4, 5 και 6. Τα δεδομένα προέρχονται από τον Κώδικα PERC, από τις ετήσιες δημόσιες εκθέσεις εκτεθειμένες στους διαδικτυακούς τόπους των εταιριών που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα, από δημοσιεύματα του τύπου και από 420 επιστημονικές δημοσιεύσεις. Μικροκρυσταλλικό ανθρακικό ασβέστιο, ανθρακικά αδρανή, ανθρακικής σύστασης διακοσμητικά πετρώματα, σχιστόλιθοι, καθώς και πηλοί και άργιλοι κεραμοποιίας υπάρχουν σε ανεξάντλητα αποθέματα και δεν συνυπολογίζονται. Στο σχήμα 1 παρουσιάζονται οι περιοχές των σημαντικότερων ορυκτών πόρων της Ελλάδος.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

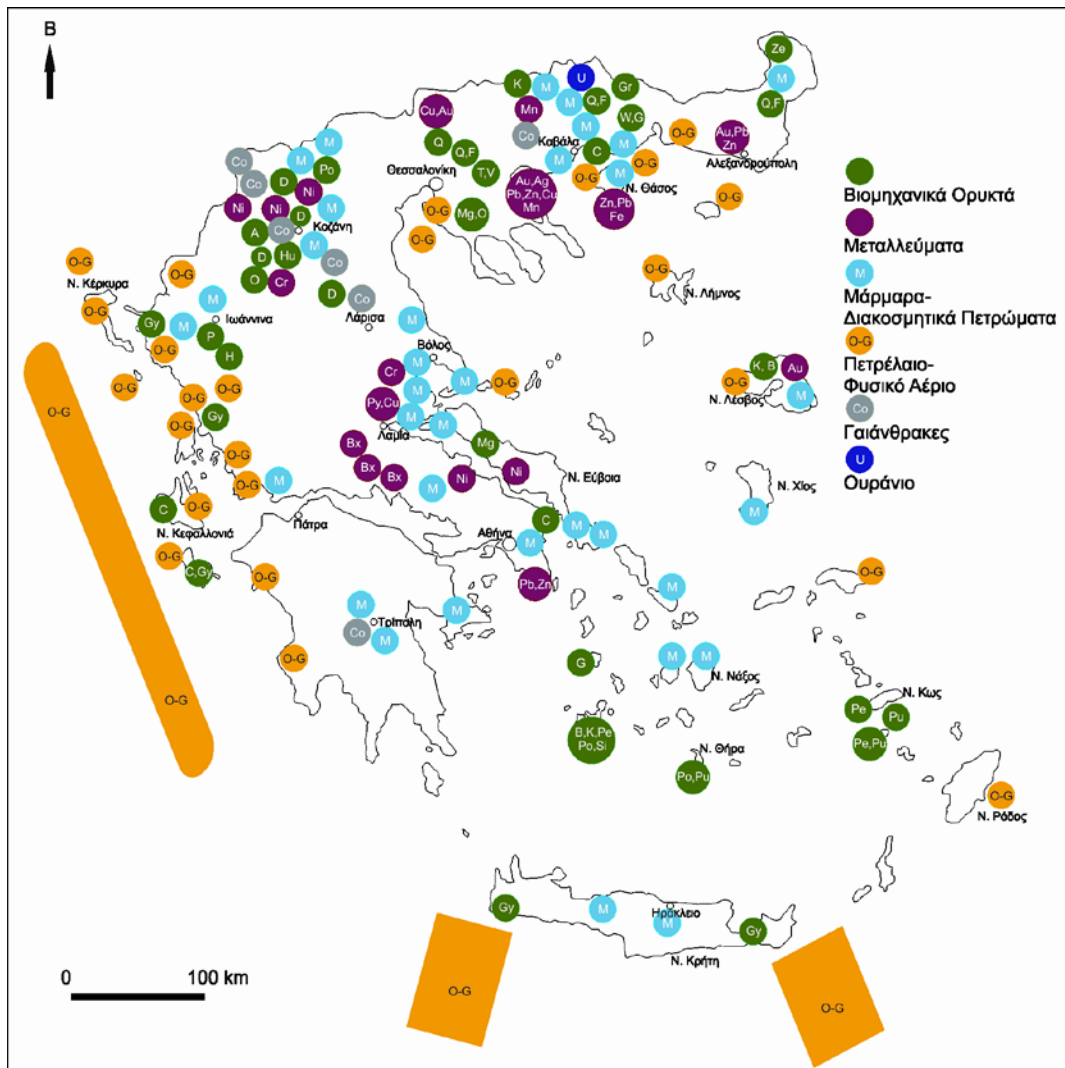
Ια. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ & ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ (Πίν. 1)

Αδρανή

Η ακαθάριστη αξία παραγωγής ανθρακικών σκύρων και άμμου ξεπερνά τα 300 εκατ. €, με μέση ετήσια αύξηση 6% μέχρι το 2009. Ο αριθμός των ενεργών και αργούντων λατομείων είναι 222. Η συνολική παραγωγή του 2011 ήταν 38 εκατ. τόνοι, η χαμηλότερη της τελευταίας 10ετίας. Η ποσοστιαία συμμετοχή αυτού του κλάδου στην εξορυκτική δραστηριότητα είναι περίπου 40% [8, 14].

Τα τελευταία χρόνια έχουν εντοπιστεί διάφορα πετρώματα κατάλληλα για την παραγωγή σκληρών αδρανών υψηλής ποιότητας για αντιολισθηρά οδοστρώματα. Τέτοια πετρώματα είναι

κυρίως ανδεσίτες, διαβάσες και γάβροι. Σήμερα, αντίστοιχα λατομεία λειτουργούν στη Λήμνο, Πολύκαστρο, Γιαννιτσά και Μικροκλεισούρα Γρεβενών [15-20]. Η ετήσια παραγωγή σκληρών αδρανών είναι περιορισμένη, αν και η ζήτησή τους είναι μεγάλη.



Βιομηχανικά ορυκτά & πετρώματα

A=Αταπουλίτης, B=Μπεντονίτης, C=Λευκά ανθρακικά, D=Διατομίτης, F=Άστριοι, G=Γρανάτης, Gr=Γραφίτης, Gy=Γύψος, H=Ορυκτό άλας, Hu=Χουντίτης, K=Καολίνης, Mg=Μαγνησίτης, O=Ολιβίνης, P=Φωσφορίτες, Pe=Περλίτης, Po=Ποζολάνη, Pu=Κίσσηρη, Q=Χαλαζίας, Si=Άμορφη πυριτία, T=Τάλκης, V=Βερμικουλίτης, W=Βολαστονίτης, Z=Ζεόλιθος.

Μάρμαρα-Διακοσμητικά πετρώματα

M=Λευκά έως έγχρωμα μάρμαρα, δολομίτες, τραβερτίνες, όνυχες, αλάβαστρο, ψαμμίτες, σχιστόλιθοι, ηφαιστειακά πετρώματα, ζεολιθοφόροι τόφοι.

Μεταλλεύματα

Ag=Άργυρος, Au=Χρυσός, Bx=Βωξίτης, Cu=Χαλκός, Cr=Χρώμιο, Fe=Σιδηροξείδια, Mn=Μαγγάνιο, Ni=Νικέλιο, Pb=Μόλυβδος, Py=Σιδηροπυρίτης, Zn=Ψευδάργυρος.

Ενεργειακοί ορυκτοί πόροι

Co=Γαιάνθρακες, O-G=Πετρέλαιο-Φυσικό αέριο, U=ουρανιούχο κοιτάσμα.

Σχ. 1. Ορυκτοί πόροι Ελλάδος.

Επιπρόσθετα, στην Ελλάδα λειτουργούν 45 εταιρίες παραγωγής δομικών υλικών, 3 τσιμεντοβιομηχανίες, 80 εταιρίες σκυροδέματος και 43 εταιρίες προϊόντων τσιμέντου. Αυτές οι εταιρίες καταναλώνουν σχεδόν το σύνολο της παραγωγής των ανθρακικών αδρανών υλικών. Ένα λατομείο εξόρυξης και μονάδα τήξης αμφιβολιτών, αλλά και άλλων πετρωμάτων, για την παραγωγή πετροβάμβακα, λειτουργεί από το 2001 στην Τερπνή Σερρών.

Τα αποθέματα των ανθρακικών αδρανών είναι ανεξάντλητα, ενώ εκείνα των σκληρών αδρανών υψηλών προδιαγραφών είναι περιορισμένα. Οι τιμές των αδρανών κυμαίνονται από 4€/t (ανθρακικά) έως 10€/t (σκληρά).

Πίν. 1. Ενδεικτικά αποθέματα και αξία Βιομηχανικών Ορυκτών & Πετρωμάτων Ελλάδος.			
Ορυκτός πόρος	Αποθέματα (χιλ. τόνοι)	¹Τιμή (€/τόνος)	Αξία (εκατ. €)
Αστριοι	80.000	15	1.200
Αταπουλίτης	13.000	20	260
Βωξίτης	250.000	20	5.000
Γύψος/Ανυδρίτης	350.000	6	2.100
Καολίνης/Αργίλος	50.000	15	750
Κίσηρη/Ποζολάνη	400.000	10	4.000
Μαγνησίτης	280.000	35	9.800
Μπεντονίτης	100.000	35	3.500
Ολιβίνης/Δουνίτης	50.000	10	500
Περλίτης	1.200.000	10	12.000
Χαλαζίας	5.000	20	100
Χουντίτης	4.000	40	160
² Αλίτης	20.000	4	80
² Βερμικουλίτης	500	40	20
² Βολαστονίτης	500	40	20
² Γρανάτης	1.300	30	40
² Γραφίτης	650	30	20
² Διατομίτης	100.000	25	2.500
² Ζεόλιθοι	600.000	30	18.000
² Μαρμαρυγίες	800	25	20
² Τάλκης	1.000	20	20
² Φωσφορίτες	500	20	10
Σύνολο			60.100
¹ όπως εξορύσσεται (www.indmin.com) [21], ² καλή προοπτική εκμετάλλευσης, 1€= 1,45\$ (Σεπτ.2011)			

Ανθρακικά υλικά και διακοσμητικά πετρώματα

α. Ανθρακικό ασβέστιο

Λευκοί εύθρυπτοι μικροκρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι υπάρχουν στη Ζάκυνθο (Κουναφάς και Μαρίνα) και Κεφαλονιά (Μήνυες) τα οποία είναι τα κύρια κέντρα παραγωγής λευκών ανθρακικών προϊόντων. Αυτοί οι ασβεστόλιθοι, δολομιτικά και ασβεστιτικά μάρμαρα, καθώς και χουντίτης, είναι τα ακατέργαστα υλικά που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ανθρακικών πληρωτικών στην Ελλάδα. Οι κύριοι παραγωγοί είναι: IONIAN KALK A.E., ΖΑΦΡΑΝΑΣ-ΠΕΤΡΟΧΗΜ Α.Ε. και Μάρμαρα Διονύσου-Πεντέλης Α.Ε.Β.Ε. [7].

Η εταιρία IONIAN KALK λειτουργεί ένα ορυχείο και τη μονάδα επεξεργασίας της στο Αργοστόλι Κεφαλονιάς. Το ακατέργαστο υλικό είναι ένας μικροκρυσταλλικός, πολύ καθαρός ασβεστόλιθος με σύσταση: >99,6% CaCO₃, <0,07% Al₂O₃, <0,02% SiO₂ και <0,01% Fe₂O₃. Η μέση παραγωγή κονιοποιημένου υλικού είναι 150.000 τόνοι/χρόνο, το 65% της οποίας εξάγεται. Εξαιτίας της υψηλής καθαρότητας των τελικών προϊόντων αυτά χρησιμοποιούνται ως πληρωτικά

υψηλής λαμπρότητας (>96%), χαμηλής αποξεστικότητας και χαμηλής ελαιοαπορροφητικότητας. Από το 2004 στη Σίνδο Θεσσαλονίκης λειτουργεί η εταιρία IONIAN KALK B. Ελλάδα, μια μικτή επιχείρηση με την Καναδική ΟΜΥΑ. Η εταιρία έχει εγκαταστήσει μία μονάδα παραγωγής υδρόφιλων και υδρόφοβων προϊόντων από κρυσταλλικό ανθρακικό ασβέστιο, με δυναμικότητα 150.000 τόνους/χρόνο.

Η εταιρία ΖΑΦΡΑΝΑΣ-ΠΕΤΡΟΧΗΜ λειτουργεί το εργοστάσιό της στην Κόρινθο. Μικροκρυσταλλικός λευκός ασβεστόλιθος από τη Ζάκυνθο και υπολείμματα δολομιτικού μαρμάρου από τη Θάσο και Δράμα, καθώς και εισαγόμενος τάλκης, είναι τα ακατέργαστα υλικά που χρησιμοποιεί. Η μέση παραγωγή του εργοστασίου είναι 100.000 τόνοι/χρόνο, το 50% της οποίας εξάγεται.

Η εταιρία Μάρμαρα Διονύσου-Πεντέλης χρησιμοποιεί υπολείμματα μαρμάρου και ασβεστόλιθου για την παραγωγή πληρωτικών. Το πληρωτικό από μάρμαρο παράγεται ως παραπροϊόν της κύριας δραστηριότητας της εταιρίας που είναι η εκμετάλλευση λευκών μαρμάρων. Το λατομείο βρίσκεται στο Διόνυσο Αττικής. Το ασβεστιτικό μάρμαρο αποτελείται από 98% ασβεστίτη, 0,5% χαλαζία, 0,5% σερικίτη και 1% αργιλικά ορυκτά. Το δεύτερο πληρωτικό προϊόν είναι ένας μικροκρυσταλλικός, μαλακός ασβεστόλιθος, προερχόμενος από ένα λατομείο στη Ζάκυνθο. Η μέση παραγωγή των πληρωτικών είναι περίπου 40.000 τόνοι/χρόνο. Άλλοι 300.000 τόνοι/χρόνο ανθρακικού ασβεστίου παράγονται για κατασκευαστικές και άλλες βιομηχανικές εφαρμογές. Από το 1999 η εταιρία παράγει και έτοιμα κονιάματα.

Η συνολική παραγωγή προϊόντων μικροκρυσταλλικού ανθρακικού ασβεστίου το 2011 ήταν 400.000 τόνοι [8]. Τα αποθέματά του είναι ανεξάντλητα.

β. Χουντίτης

Υπάρχει σε λιμναίους σχηματισμούς της λεκάνης της Κοζάνης. Οι συγκεντρώσεις χουντίτη-υδρομαγνησίτη επικρατούν στο ΝΑ τμήμα της λεκάνης, όπου Μεσοζωικοί δολομιτικοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες αποτελούν το υπόβαθρο. Αυτά τα ανθρακικά ορυκτά έχουν κλαστικό χαρακτήρα και βρίσκονται μέσα σε στρώματα ποταμολιμναίων φάσεων [22-25].

Μέχρι το 2009, όταν ξεκίνησε η εκμετάλλευση χουντίτη/υδρομαγνησίτη από την εταιρία Minelco στην Τουρκία, ο χουντίτης των Λευκάρων Κοζάνης ήταν η μοναδική εμπορικά αναπτυγμένη απόθεση στον κόσμο. Αυτή αποτελείται από: 95% (χουντίτη+υδρομαγνησίτη) σε σχέση 1:1 και 5% (αραγωνίτη+δολομίτη+ασβεστίτη+μαγνησίτη).

Η παραγωγή χουντίτη γίνεται από δύο ορυχεία από την εταιρία ΛΕΥΚΑ ΟΡΥΚΤΑ [ανήκει κατά 100% στην Ολλανδική Minerals Plus (τέως Ankerpoort), θυγατρική του Βελγικού ομίλου Sibelco]. Στο εργοστάσιό της κοντά στα Λεύκα Κοζάνης η εταιρία επεξεργάζεται το εξορυσσόμενο υλικό από το γειτονικό ορυχείο και παράγει ένα τελικό προϊόν το περισσότερο του οποίου εξάγεται. Μόνο μια εγχώρια χαρτοβιομηχανία χρησιμοποιεί μικρές ποσότητες αυτού του υλικού ως πληρωτικό.

Το υλικό που εξάγεται είναι μίγμα χουντίτη-υδρομαγνησίτη σε ποσοστό 60% και 40%, αντίστοιχα. Όλη η παραγωγή του ακατέργαστου χουντίτη και το 80% του κατεργασμένου εξάγεται. Η παραγωγή του 2011 ήταν 23.800 τόνοι [8].

Οι τιμές του χουντίτη κυμαίνονται από 40 €/t (ακατέργαστος) έως 300 €/t (επεξεργασμένος). Τα ενδεικτικά αποθέματα χουντίτη στα Λεύκα Κοζάνης είναι 4 εκατ. τόνοι και η ακαθάριστη αξία τους 160 εκατ. €.

γ. Ασβεστόλιθοι

Αμιγείς ή μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι υπάρχουν σε όλη τη χώρα. Οι υγιείς ασβεστόλιθοι χρησιμοποιούνται για την παραγωγή λίθων δόμησης ή διακόσμησης, ενώ οι πτυχωμένοι ή κατακερματισμένοι για την παραγωγή αδρανών υλικών ή άλλων προϊόντων [7, 26-53].

δ. Τραβερίνες

Είναι σκληροί, λεπτοκρυσταλλικοί, συμπαγείς ή μαζώδεις και συχνά συγκριματικοί, χρώματος λευκού μέχρι καστανού. Χρησιμοποιούνται ως λίθοι διακόσμησης [7, 54].

ε. Δολομίτες

Πολύ καθαροί δολομίτες, με MgO>20%, είναι άφθονοι στην Ελλάδα. Αν και τα αποθέματά τους

στις περισσότερες των περιπτώσεων είναι κατάλληλα για μεγάλο εύρος εφαρμογών, όπως παραγωγή καυστικής μαγνησίας και πυρίμαχων μαζών, η διαθεσιμότητα υψηλής ποιότητας μαγνησίτη εμποδίζει τη χρήση του δολομίτη σε τέτοιες εφαρμογές. Οι υγιείς δολομίτες χρησιμοποιούνται ως λίθοι διακόσμησης [7, 27, 55-58].

στ. Μάρμαρα (Πίν. 2)

Τα ολόλευκα, λεπτόκοκκα και ομογενή ασβεστιτικά μάρμαρα, όπως είναι αυτά της Πεντέλης και της Πάρου, είναι πολύ σπάνια. Η θαυμάσια εμφάνιση αυτών οφείλεται στη διαφάνειά τους, καθώς και στην ικανότητά τους να αντανακλούν το φως. Λειτουργούν όμως εκατοντάδες λατομεία που παράγουν κατώτερης ποιότητας μάρμαρα [7, 27, 31, 32, 48, 59-64].

Πίν. 2. Τύποι και προέλευση Ελληνικών μαρμάρων [7].	
Τύπος/Χρώμα	Περιοχή
Ασβεστόλιθοι-Μάρμαρα (με >98% ασβεσίτη)	
Λευκά	Κεχροκάμπου & Βουνοχωρίου Καβάλας, Κουμαριάς & Καστανιάς Ημαθίας, Βενέτου Μαγνησίας, Πεντέλης & Διονύσου Αττικής, Νάξου-Πάρου-Ικαρίας.
Ημίλευκα	Δύσβατου-Ελαφοχωρίου-Στενωπού-Φιλίππων Καβάλας, Ξηροπόταμου & Μοναστηρακίου Δράμας, Τρανόβαλτου Κοζάνης, Αλυροπόταμου Εύβοιας, Μιχούς Λέσβου.
Τεφρόλευκα	Θάσου, Χαλκερού Καβάλας, Πανοράματος Δράμας, Ζάστενης & Αργαλαστής Μαγνησίας, Κοκκινιρά Αττικής, Πάρωνα Αρκαδίας, Λάρδου Ρόδου.
Μπεζ	Ιωαννίνων, Δόμβραιναις & Μαρτίνου Βοιωτίας, Κιβωτού Γρεβενών, Καλυθίων Ρόδου.
Ροδόχρωμα	Γέρμα Καστοριάς, Άρτας, Κλινόβου Τρικάλων.
Τεφρόμαυρα Μαύρα	Ιππείου Λέσβου. Πάρωνα Αρκαδίας, Αγίας Ρεθύμνης.
Δολομίτες (% ορυκτό δολομίτης)	
Λευκοί	Θάσου (92%), Γρανίτη(100%)-Βόλακα (100%)-Πηγών (92%) Δράμας.
Ημίλευκος	Ελικώνα Βοιωτίας (87%).
Τεφρόλευκος	Νικήσιανης Καβάλας (87%).
Τεφρός	Μούνδρου Ρεθύμνης (90%).
Τεφρόμαυρος	Δαμάστας Ηρακλείου (62%).
Ερυθρός	Αγίου Βασιλείου Ρεθύμνης (80%).
Άλλα ανθρακικά και ιζηματογενή πετρώματα	
Λατυποπαγείς ασβεστόλιθοι	Καρνεζαΐικων-Κάντιας-Λυγουρίου Αργολίδος, Αγίου Πέτρου Αρκαδίας, Ερέτριας Εύβοιας, Σκύρου, Ροδοχωρίου Νάουσας.
Τραβερτίνες	Αριδαίας Πέλλας, Σκρα Κιλκίς, Βαμβακόφυτου Σερρών, Πιτσών Κορινθίας, Καπανδριτίου Αττικής, Βάμου Χανίων
Πωρόλιθοι	Αλφά Ρεθύμνης.
Ψαμμίτες	Μπεζ Μεσολογγίου, Τεφρός Δεματίου Μετσόβου, Τεφρός Νεστορίου Καστοριάς.
Γύψοι	Σητείας Κρήτης.
Σερπεντινομάρμαρα	Φυτιάς Ημαθίας, Τήνου.

Η βιομηχανία μαρμάρου, συμπεριλαμβανομένων και των άλλων φυσικών διακοσμητικών πετρωμάτων, συνεχίζει να είναι ένας από τους πλέον παραγωγικούς τομείς της ελληνικής οικονομίας. Σήμερα, η βιομηχανία μαρμάρου περιλαμβάνει περίπου 3.000 επιχειρήσεις (εξόρυξη, επεξεργασία, εμπορία). Ως μια αμιγής παραγωγική βιομηχανία υπολογίζεται ότι απασχολεί άμεσα και έμμεσα περίπου 25.000 άτομα σε ολόκληρη την χώρα. Το 60% της συνολικής παραγωγής και

δραστηριότητας αναπτύσσεται στη Μακεδονία. Τα σημαντικότερα κέντρα λευκών μαρμάρων βρίσκονται στις Περιφερειακές Ενότητες Δράμας και Καβάλας (συμπεριλαμβάνεται και η Θάσος που είναι παγκόσμια γνωστή για τους χιονόλευκους δολομίτες). Σήμερα, τα λειτουργούντα λατομεία μαρμάρων είναι περισσότερα από 300 [7, 30, 56].

Από το 2002 συνεχίζονται με αυξανόμενο ρυθμό οι εισαγωγές μαρμάρου, εξαιτίας της υψηλής ζήτησης στην εγχώρια αγορά και των περιορισμών ανάπτυξης νέων λατομείων στην Ελλάδα. Επιπλέον, αρκετές μεγάλες επιχειρήσεις μαρμάρων αναπτύσσουν δραστηριότητες στο εξωτερικό, εξαιτίας των περιορισμών για νέες αδειοδοτήσεις και της κρατικής γραφειοκρατίας.

Οι τιμές των προϊόντων μαρμάρου εξαρτώνται από το χρώμα, την ομογένεια στη σύσταση και στο κρυσταλλικό μέγεθος, τη ζήτηση και άλλους παράγοντες. Συνήθως τα ολόλευκα, λεπτόκοκκα και ομογενή μάρμαρα παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές. Η παραγωγή μαρμάρων το 2011 ήταν 1,1 εκατ. τόνοι [8]. Ορισμένες ενδεικτικές τιμές προϊόντων ανθρακικών πετρωμάτων είναι:

Αδρανή: 4-10 €/t, πληρωτικά: 70-100 €/t, ακατέργαστοι όγκοι: 200-1.300 €/t,

Πλακίδια διαστάσεων 30x30 cm ή 40x40 cm και πάχους 1 cm έως 2 cm: 20-80 €/m².

Τα αποθέματα των κοινών ασβεστιτικών μαρμάρων και δολομιτών είναι ανεξάντλητα.

ζ. Ψαμίτες

Λατομεία διάφορων τύπων ψαμίτη λειτουργούν στο Νεστόριο Καστοριάς, Δεμάτι Μετσόβου και Μεσολόγγι [7].

η. Ζεολιθοφόροι τόφοι

Λατομείο ζεολιθοφόρων τόφων για την παραγωγή δομικών υλικών λειτουργεί στην περιοχή Μεταξάδων-Αβδέλλας Έβρου [7].

θ. Γρανίτες

Γρανιτικά πετρώματα προαλπικής ηλικίας υπάρχουν στο Πισοδέρι Φλώρινας, στο Βερτίσκο Θεσσαλονίκης, στο Όρος Κερκίνη, στη Δυτική Ροδόπη, Σαμοθράκη, Μύκονο, Δυτική Ικαρία, ΒΔ Νάξο κ.α. Επίσης, γρανιτικά πετρώματα αλπικής ηλικίας υπάρχουν στο Παρανέστι Δράμας, Καβάλα, στη Βροντού Σερρών, στη Θεσσαλονίκη (Ν. Απολλωνία, Σταυρό), στη Χαλκιδική (Πλατανοχώρι, Αρναία, Ιερισσός, Σιθωνία), στη Σέριφο, Τήνο, Άγιο Κήρυκο Ικαρίας, Λαύριο κ.α. [6, 65, 66]. Σήμερα στην Ελλάδα δεν πραγματοποιείται εξόρυξη γρανιτικών πετρωμάτων, αν και ορισμένες μελέτες αποδείξανε ότι υπάρχει αυτή η δυνατότητα όπως στο Πισοδέρι και Άγιο Γερμανό Φλώρινας με 3,5 εκατ. m³ αποθεμάτων γρανιτικών πετρωμάτων [67] και στη Βροντού Σερρών [68].

ι. Σχιστόλιθοι

Εταιρίες λατόμησης και επεξεργασίας σχιστολίθων λειτουργούν στην Ελευθερούπολη Καβάλας, στο Πήλιο και στην Κάρυστο Εύβοιας [7, 69].

κ. Σερπεντινίτες

Λατομεία σερπεντινικών μαρμάρων λειτουργούν στη Φυτιά Ημαθίας και στην Τήνο [7].

Άστριοι

Πετρώματα πλούσια σε αστρίους υπάρχουν στον Έβρο (Κόρυμβος, Πρωτοκκλησιά, Σαμοθράκη), Δράμα (Παρανέστι), Θεσσαλονίκη (Καρτερές) και Χαλκιδική (Πλατανοχώρι, Αρναία, Ιερισσός, Σιθωνία). Συνήθως είναι διατεμνόμενες πηγματιτικές φλέβες μεγάλου πάχους και μεγάλου μήκους. Μεταξύ όλων των αστρίων των παραπάνω πετρωμάτων οι άστριοι του Παρανεστίου είναι πλουσιότεροι σε κάλιο (K₂O μέχρι 6%) [65, 66, 70-75].

Οι ετήσιες ανάγκες της ελληνικής βιομηχανίας κεραμικών σε αστριούχα προϊόντα είναι περίπου 40.000 τόνοι. Το 2011 παρήχθησαν 10.250 τόνοι, από τους οποίους 7.350 τόνοι ήταν ποιότητας Α που καλύπτουν μερικώς τις ανάγκες των εγχώριων βιομηχανιών προϊόντων υγιεινής και υαλοργιάς [8].

Η εταιρία ME.BI.OP. A.E. [σήμερα η πλειοψηφία των μετοχών της ανήκει στην Ολλανδική Minerals Plus (τέως Ankerpoort), θυγατρική του Βελγικού ομίλου Sibelco] εξορύσσει πηγματίτες πλούσιους σε Na-αστρίους στην περιοχή των Καρτερών Θεσσαλονίκης. Το εργοστάσιο επεξεργασίας λειτουργεί στην Άσσηρο Θεσσαλονίκης. Το 50% της παραγωγής εξάγεται στην

Ιταλία, Γερμανία και Τσεχία και το υπόλοιπο καλύπτει τις ανάγκες εγχώριων βιομηχανιών όπως:

➤ ΓΙΟΥΛΑ Α.Ε. με κεντρικά γραφεία και εργοστάσιο στο Αιγάλεω Αττικής. Καταναλώνει περίπου 1.200 τόνους/χρόνο λεπτομερούς υλικού (75 μm) για την παραγωγή γυάλινων επιτραπέζιων σκευών. Είναι η μεγαλύτερη εταιρία υαλουργίας στα Βαλκάνια.

➤ ΒΙΤΡΟΥΒΙΤ Α.Ε. με κεντρικά γραφεία στο Αιγάλεω Αττικής και εργοστάσιο στην Ιωνία Θεσσαλονίκης. Καταναλώνει περίπου 1.200 τόνους/χρόνο του ίδιου υλικού για την παραγωγή πλακιδίων και ειδών υγιεινής.

Η εταιρία Φίλκεραμ Johnson εξόρυσσε αστρίους στην περιοχή Πλατανοχωρίου Χαλκιδικής και κατανάλωνε περίπου 30.000 τόνους/χρόνο αδρομερούς υλικού (0-6 mm) για την παραγωγή πλακιδίων τοίχου και δαπέδου. Η εταιρία διέκοψε τη λειτουργία της στο τέλος του 2010.

Οι περισσότεροι διαδομένοι άστριοι στην Ελλάδα είναι οι νατριούχοι, ενώ οι πλούσιοι σε κάλιο είναι πολύ σπάνιοι. Οι τιμές των αστρίων εξαρτώνται από τη χημική σύστασή τους, το μέγεθος των κόκκων, τη θέση εξόρυξης, την επιχειρηματική συνέπεια κ.ά. Η Τουρκία είναι ο μεγαλύτερος ανταγωνιστής της Ελλάδος στην προμήθεια αστρίων στην ΕΕ.

Τα ενδεικτικά αποθέματα αστρίων της Ελλάδος είναι 80 εκατ. τόνοι και η ακαθάριστη αξία τους 1,2 δισεκ. €.

Αταπουλγίτης

Μεγάλα αποθέματα υψηλής ποιότητας αταπουλγίτη υπάρχουν ΝΑ των Γρεβενών, στη λεκάνη του Βεντζίου. Ο αταπουλγίτης συνοδεύεται από σαπωνίτη (Mg-Fe-σμεκτίτης). Τα δύο ορυκτά παρουσιάζουν εξαιρετικές απορροφητικές και θιξοτροπικές ιδιότητες [76]. Η εταιρία ΓΕΩΕΛΛΑΣ εκμεταλλεύεται τα κοιτάσματα από τις θέσεις Πευκάκι (έκταση 0,4 km², με μέσο πάχος στρωμάτων αταπουλγίτη 10 m) και Πυλωροί (έκταση 1 km², με μέσο πάχος 18 m). Η παραγωγή του 2011 ήταν 34.000 τόνοι [8]. Η σύγχρονη μονάδα επεξεργασίας λειτουργεί στην Κνίδη Γρεβενών.

Τα ενδεικτικά αποθέματα του αταπουλγίτη είναι 6 εκατ. τόνοι, του σαπωνίτη 4 εκατ. τόνοι και της ενδοστρωματωμένης φάσης τους 3 εκατ. τόνοι [77]. Η συνολική ακαθάριστη αξία τους είναι 260 εκατ. €.

Βωξίτης/Αλουμίνα/Αλουμίνιο

Τα καρστικά κοιτάσματα βωξίτη της Ελλάδος είναι μεταξύ των σπουδαιότερων πηγών μη μεταλλουργικού βωξίτη σε όλο τον κόσμο. Αυτά τα κοιτάσματα με μορφή φακών, φλεβών ή ανώμαλων μαζών είναι ενδοστρωματωμένα με ασβεστολιθικούς σχηματισμούς. Εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα βωξιτών υπάρχουν στις περιοχές των ορέων Παρνασσού, Γκιώνας και Ελικώνα (κεντρική Ελλάδα). Οικονομικά ασήμαντες εμφανίσεις βωξιτών βρίσκονται στα όρη Καλλίδρομου, Οίτης και Όθρυος, στην Εύβοια, Σκόπελο, Ελευσίνα κ.ά. Γενικά, οι αποθέσεις βωξίτη είναι καστανέρυθρες στο χρώμα, εξαιτίας των περιεχόμενων οξειδίων του σιδήρου. Όμως υπάρχουν και λευκόχρωμοι βωξίτες που είναι πλουσιότεροι σε αργίλιο και φτωχοί σε σίδηρο. Η ορυκτολογική σύσταση των βωξιτών της ζώνης των ορέων Παρνασσού-Γκιώνας είναι: 10-30% μπεμίτης, 20-50% διάσπορο, 20-25% αιματίτης, 1-5% ασβεστίτης, 1-2% χαλαζίας, 1-5% καολινίτης και 0,5-2% ανατάσης [7, 78].

Η εκμετάλλευση των βωξιτών αποτελεί θεμελιώδη τομέα του ορυκτού πλούτου της Ελλάδος. Η συνολική παραγωγή βωξίτη των τριών εταιριών που λειτουργούν στο ύπαιθρο της Ελλάδος, το 2011 ήταν 2,3 εκατ. τόνοι. Η S&B Βιομηχανικά Ορυκτά Α.Ε. παράγει από τα μεταλλεία της περίπου 1 εκατ. τόνους/χρόνο. Ακολουθεί η ΔΕΛΦΟΙ ΔΙΣΤΟΜΟΝ Α.Μ.Ε., θυγατρική της ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ Α.Ε., που παράγει περίπου 750 χιλ. τόνους/χρόνο και τροφοδοτεί αποκλειστικά τη μητρική εταιρία με πρώτη ύλη. Η ΕΛΜΙΝ Α.Ε. παρουσιάζει καλή προοπτική αύξησης της παραγωγής και των εξαγωγών των εκμεταλλευόμενων βωξιτών της. Η ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ Α.Ε. είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής ελληνικού βωξίτη επεξεργαζόμενη περισσότερους από 1.500.000 τόνους/χρόνο. Το 2011 αυτή η εταιρία παρήγαγε 165.000 τόνους πρωτόχυτου αλουμινίου, το μεγαλύτερο μέρος του οποίου εξήγαγε [8].

Τα περισσότερα γνωστά κοιτάσματα βωξίτη βρίσκονται στη Ζώνη των ορέων Ελικώνα-

Παρνασσού-Γκιώνας-Οίτης και υπολογίζονται περίπου σε 100 εκατ. τόνους [79]. Τα ενδεικτικά αποθέματα αλουμινίου στην Ελλάδα είναι περίπου 2,5 εκατ. τόνοι και η ακαθάριστη αξία τους 4,04 δισεκ. €.

Γύψος/Ανυδρίτης

Η Ελλάδα φιλοξενεί μεγάλα και υψηλής ποιότητας αποθέματα γύψου και ανυδρίτη, σε θέσεις προσβάσιμες για εξόρυξη. Επομένως, ο γύψος μπορεί να θεωρηθεί ως ένας επενδυτικός στόχος χαμηλού κινδύνου.

Αποθέσεις γύψου ηλικίας Τριαδικού έως και Τεταρτογενούς υπάρχουν στα Επτάνησα, Βρυσέλλα Ηγουμενίτσας, Πρέβεζα, Αιτωλοακαρνανία, Καρδίτσα, Ηλεία, Κρήτη, Ρόδο κ.α. Οι αποθέσεις αυτές δημιουργήθηκαν από καταβύθιση αλάτων στον πυθμένα κλειστών θαλασσών. Τριτογενείς αποθέσεις μέσα σε μαργαϊκούς σχηματισμούς βρίσκονται στον Άνω Βιάννο Κρήτης, Κάρπαθο, Κατούνα Αιτωλοακαρνανίας και στο νησάκι Γουβάλια στον Αμβρακικό Κόλπο. Επίσης, Τριτογενής γύψος βρίσκεται μέσα σε μεταλλικούς σχηματισμούς της Δ. Ελλάδος, Επτανήσων, Κρήτης και Καραϊσκάκης. Εξαίρεση αποτελούν οι εμφανίσεις γύψου στο Σουσάκι και Λαύριο που συνδέονται με υδροθερμική δραστηριότητα και φαινόμενα εξαλλοίωσης [6, 7, 80].

Σήμερα γύψος εξορύσσεται κυρίως στο Αλτσι Σητείας (ανατολική Κρήτη) και Κατούνα Αιτωλοακαρνανίας. Περιοδικά γίνονται μικρές εξορύξεις στη δυτική Κρήτη, Σκοπό Ζακύνθου, καθώς και στο Αιτωλικό και Αμφιλοχία Αιτωλοακαρνανίας. Το εξορυσσόμενο υλικό από το Αλτσι είναι κατά 85-90% γύψος, ενώ τα στεία υλικά του αποτελούνται από SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 και ανθρακικά ορυκτά του Ca και Mg. Στην περιοχή Αλτσι λειτουργούν τριών εταιριών: η ΛΑΒΑ Μ.Α.Α.Ε. (όμιλος LAFARGE), η INTERMPIETON ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ (όμιλος TITAN) και η ΖΕΡΒΑΚΗΣ.

Η απόθεση της Κατούνας αποτελείται από τεφρό έως λευκότεφρο γύψο καθαρότητας 80-93%. Οι εταιρίες που εξορύσσουν εδώ είναι: η KNAUF, θυγατρική της αντίστοιχης Γερμανικής και η ΒΙΟΓΥΨ ΚΑΡΒΕΛΗΣ.

Η παραγωγή γύψου στην Ελλάδα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την τσιμεντοβιομηχανία, επειδή είναι ο κύριος καταναλωτής της. Η ζήτηση γύψου για κατασκευαστικές εφαρμογές παρουσιάζει τα τελευταία χρόνια συνεχή μείωση, εξαιτίας της οικονομικής κρίσης. Η συνολική παραγωγή το 2011 ήταν 590.000 τόνοι [8].

Τα ενδεικτικά αποθέματα γύψου είναι 350 εκατ. τόνοι και η ακαθάριστη αξία τους 2,1 δισεκ. €.

Καολίνης/Άργιλος

Πηλοί και άργιλοι κεραμοποιίας και αγγειοπλαστικής υπάρχουν σε όλη την Ελλάδα, όπου λειτουργούν εκατοντάδες μονάδες παραγωγής ποικίλων αντίστοιχων προϊόντων, καθώς και άλλων οικοδομικών υλικών [81-86].

Εμφανίσεις καολίνης υπάρχουν στα νησιά Λέσβο, Κίμωλο, Κω και Θήρα, καθώς και στις Σάπες Ροδόπης και Γρίβα Κιλκίς [6, 87-91]. Όμως καολίνης εξορύσσεται περιοδικά μόνο στη Μήλο και στα Λευκόγεια Δράμας [92-95]. Τα δύο κοιτάσματα διαφέρουν στην προέλευση.

Ο καολίνης της Μήλου δημιουργήθηκε από υδροθερμική εξαλλοίωση ηφαιστειοκλαστικών πετρωμάτων κάτω από όξινες συνθήκες. Εκτός των άλλων συστατικών περιέχει 13-20% Al_2O_3 και 0,3-0,6% Fe_2O_3 . Η χαμηλή ποσότητα του καολίνης της Μήλου οφείλεται κυρίως στην παρουσία οπαλιοειδούς πυριτίας και αλουμίτη (θειούχο ορυκτό). Ο καολίνης των Λευκογείων είναι υπολειμματικού τύπου και έχει σχηματιστεί από αποσάθρωση γνευσίων και σχιστολιθικών γνευσίων. Εκτός του κύριου ορυκτού καολίνης υπάρχουν χαλαζία, άστριοι και μαρμαρυγίες. Εκτός των άλλων συστατικών περιέχει (μέσες τιμές): 18% Al_2O_3 και 2,5% Fe_2O_3 .

Τα ορυκτολογικά και χημικά χαρακτηριστικά και των δύο τύπων καολίνης τα καθιστούν ακατάλληλα για υψηλής ποιότητας επικαλυπτικά και πληρωτικά υλικά. Στη Μήλο λειτουργούν οι εταιρίες S&B Βιομηχανικά Ορυκτά και INTERMPIETON ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ (θυγατρική της TITAN). Το μεγαλύτερο ποσοστό (80%) της παραγωγής της Μήλου καταναλώνεται, σε ακατέργαστη μορφή, στην εγχώρια τσιμεντοβιομηχανία, ενώ μικρό μέρος (10%) εξάγεται για την

παραγωγή λευκού τσιμέντου. Όλη η παραγωγή των Λευκογείων καταναλωνόταν μέχρι το 2010 από την εταιρία Filkeram Johnson, για την παραγωγή πλακιδίων δαπέδου και τοίχου. Οι εγχώριες βιομηχανικές ανάγκες για υψηλής ποιότητας καολίνη ικανοποιούνται από εισαγωγές.

Από το 1995 η παραγωγή καολίνη έχει περιοριστεί δραματικά, εξαιτίας κυρίως της έλλειψης καλής ποιότητας αποθεμάτων. Πηλοί και άργιλοι κεραμοποιίας και αγγειοπλαστικής υπάρχουν σε ανεξάντλητα αποθέματα σε όλη την Ελλάδα. Τα χαμηλής ποιότητας ενδεικτικά αποθέματα καολίνη (κυρίως της Μήλου και Λευκογείων) είναι 50 εκατ. τόνοι και η ακαθάριστη αξία τους 750 εκατ. €.

Κίσσηρη/Ποζολάνη

Στις φυσικές ποζολάνες ανήκουν η κίσσηρη, η ηφαιστειακή σποδός ή τέφρα, οι διατομίτες κ.ά. που συνήθως βρίσκονται σε εκτεταμένα στρώματα με πάχη που φτάνουν τα 40 m. Στην Ελλάδα η ποζολάνη είναι γνωστή με το όνομα Θηραϊκή γη (περιέχει περίπου 65% άμορφο SiO_2), εξαιτίας των μεγάλων και χαλαρών αποθέσεων της στο ομώνυμο νησί και στα γειτονικά νησιά.

Η κίσσηρη (ελαφρόπετρα) είναι από τα σπουδαιότερα βιομηχανικά ακατέργαστα υλικά της Ελλάδος. Η εγχώρια παραγωγή κίσσηρης το 2011 ήταν 469.000 τόνοι [8]. Η εταιρία ΛΑΒΑ Μ.Λ.Α.Ε. λειτουργεί το μοναδικό ορυχείο εξόρυξης στη νησίδα Γυαλί στο Ανατολικό Αιγαίο και παραμένει επί σειρά ετών η πρώτη εξαγωγική εταιρία κίσσηρης παγκόσμια.

Αποθέσεις ποζολανικών γαιών έχουν εντοπιστεί στην Περιφερειακή Ενότητα Έβρου (Μέστη, Λευκίμμη, Δαδιά και Πετρωτά). Σήμερα ποζολάνη εξορύσσεται στα νησιά Μήλο και Κίμωλο, καθώς και στην Περιφερειακή Ενότητα Πέλλας (Νέα Ζωή, Προφήτης Ηλίας, Άψαλος, Ξιφιανή) [7, 96, 97]. Η παραγωγή ποζολανικών γαιών στην Ελλάδα κατά την περίοδο 2000-2009 ήταν 1,0-1,5 εκατ. τόνοι/χρόνο. Όμως το 2011 η παραγωγή έπεσε στους 300 χιλ. τόνους που ήταν η χαμηλότερη της τελευταίας δεκαετίας [8]. Σχεδόν όλη η ποζολάνη καταναλώνεται από την τσιμεντοβιομηχανία. Στην παραγωγή ποζολανικών γαιών δραστηριοποιούνται πέντε εταιρίες: ΛΑΒΑ Μ.Λ.Α.Ε. (όμιλος LAFARGE), ΙΝΤΕΡΜΠΕΤΟΝ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ (όμιλος ΤΙΤΑΝ), ΜΠΕΝΤΟΜΑΪΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ ΚΙΜΩΛΟΥ, ΚΥΒΟΣ Α.Ε. και ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΟΖΟΛΑΝΕΣ Α.Ε.

Η τσιμεντοβιομηχανία ΤΙΤΑΝ προμηθεύεται όλη την παραγωγή των εταιριών που εξορύσσουν ποζολανικές γαίες στην Περιφερειακή Ενότητα Πέλλας:

- ΚΥΒΟΣ Α.Ε. με δύο ορυχεία:
 - α. Προφήτης Ηλίας Πέλλας με παραγωγή 70.000 τόνων/χρόνο τεφρής ποζολάνης, περιεκτικότητας 30-40% σε άμορφο SiO_2 .
 - β. Ξιφιανή Αριδαίας με παραγωγή 4.000-5.000 τόνων/χρόνο λευκότεφρης ποζολάνης, περιεκτικότητας 40-50% σε άμορφο SiO_2 .
- ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΟΖΟΛΑΝΕΣ Α.Ε. με δύο ορυχεία στην Άψαλο Αριδαίας και παραγωγή 8.000-10.000 τόνων/χρόνο λευκής ποζολάνης, περιεκτικότητας 50-55% σε άμορφο SiO_2 .

Τα ενδεικτικά αποθέματα κίσσηρης και άλλων ποζολανικών γαιών είναι 400 εκατ. τόνοι και η ακαθάριστη αξία τους 4 δισεκ. €.

Μαγνησίτης ή Λευκόλιθος

Τα Ελληνικά κοιτάσματα μαγνησίτη είναι φλεβικού ή ιζηματογενούς τύπου. Τα πρώτα συνδέονται αποκλειστικά με οφιόλιθους και έχουν αναπτυχθεί μέσα σε σερπεντινίτες, συχνά σχιστοφυείς, όπου οι ζώνες μαγνησίτη είναι μεγάλου πάχους και μήκους πολλών χιλιομέτρων. Τα μεγαλύτερα φλεβικού τύπου κοιτάσματα υπάρχουν στη Χαλκιδική (Βασιλικά, Βάβδος, Πολύγυρος, Γερακινή, Ορμούλια, κ.α.) και είναι τα μοναδικά σε εκμετάλλευση [98]. Παρόμοια κοιτάσματα υπάρχουν και στη Β. Εύβοια (Μαντούδι, Λίμνη, Τρούπι, Πετισούνας, Αφράτι, Παππάδες κ.α.). Επίσης, εμφανίσεις μαγνησίτη υπάρχουν στο Γομάτι και Ν. Ρόδα Χαλκιδικής, Νιγρίτα, Κοζάνη, Γρεβενά, Αταλάντη, Ερμιόνη, Λέσβο κ.α. [6]. Τα ιζηματογενή κοιτάσματα μαγνησίτη στην Ελλάδα, που δεν εκμεταλλεύονται, βρίσκονται στη λεκάνη Σερβίων-Αιανής και στη Βαρβάρα και Καρκάρα Χαλκιδικής και φιλοξενούνται μέσα σε αργιλομαργαϊκά ιζήματα.

Το οφιολιθικό σύμπλεγμα της Χαλκιδικής έχει μήκος περίπου 70 km. Σχεδόν σε όλο αυτό το μήκος τα υπερβασικά μέλη του φιλοξενούν και μαγνησίτη. Το μέσο πάχος αυτών των υπερβασικών

πετρωμάτων είναι τουλάχιστον 2 km, το μέσο βάθος της εκμεταλλεύσιμης μεταλλοφορίας 50-60 m και το φαινόμενο ειδικό βάρος του μαγνησίτη 3 g/cm^3 . Με αυτά τα δεδομένα βεβαιώνεται η παρουσία τεράστιων αποθεμάτων μαγνησίτη που είναι αρκετά να ικανοποιήσουν τις ανάγκες της Ευρωπαϊκής αγοράς για τις επόμενες δύο τουλάχιστον 100ετίες [98, 99]. Ο μαγνησίτης της Χαλκιδικής είναι υψηλής ποιότητας και περιέχει 46,7% MgO, 1,9% SiO₂, 0,5% CaO και 0,2% (Fe₂O₃+Al₂O₃). Επίσης, η δίπυρη μαγνησία που παράγεται είναι άριστης ποιότητας.

Η εταιρία ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΙ αποτελεί τη μεγαλύτερη εξαγωγική επιχείρηση μαγνησίας στην ΕΕ και τη μεγαλύτερη σε πωλήσεις καυστικής μαγνησίας παγκόσμια. Τα περισσότερα αποθέματα, μαζί με τη μονάδα επεξεργασίας, βρίσκονται στη Γερακινή Χαλκιδικής. Η εταιρία εξάγει μαγνησίτη, καυστική και δίπυρη μαγνησία και πυρίμαχες μάζες. Η παραγωγή λευκόλιθου είναι 400-450 χιλ. τόνοι/χρόνο και τελικών προϊόντων (καυστική και δίπυρη μαγνησία, πυρίμαχες μάζες) 180-200 χιλ. τόνοι/χρόνο. Το 93% της παραγωγής εξάγεται κυρίως προς την ΕΕ, αλλά και προς τις Η.Π.Α., άλλες Ευρωπαϊκές χώρες, χώρες της Μέσης Ανατολής και την Αυστραλία [7, 8].

Η νέα εταιρία ΒΙΟΜΑΓΝ του ομίλου επιχειρήσεων ΓΕΚ-ΤΕΡΝΑ διαθέτει 14 κοιτάσματα λευκόλιθου στη Β. Εύβοια με βέβαια αποθέματα 15 εκατ. τόνους και άλλα 4 κοιτάσματα στη Χαλκιδική με βέβαια αποθέματα 450.000 τόνους. Τον Ιανουάριο του 2012 εγκρίθηκε από το ΥΠΕΚΑ η τεχνική μελέτη υπόγειας εκμετάλλευσης του μεταλλείου Πλακαριάς-Μουρτίτσας στην Εύβοια. Η έναρξη λειτουργίας αναμένεται μέσα στο 2013 [8].

Τα ενδεικτικά αποθέματα μαγνησίτη είναι 280 εκατ. τόνοι (170 εκατ. τόνοι στη Χαλκιδική, 70 εκατ. τόνοι στα Σέρβια Κοζάνης και 40 εκατ. τόνοι στην Εύβοια) και η συνολική ακαθάριστη αξία τους 9,8 δισεκ. €.

Μπεντονίτης

Η Ελλάδα είναι η δεύτερη χώρα μετά τις Η.Π.Α. στην παραγωγή μπεντονίτη η οποία το 2011 ήταν 1,25 εκατ. τόνοι. Η εξόρυξη γίνεται κυρίως στη Μήλο από την εταιρία S&B Βιομηχανικά Ορυκτά και σε μικρότερες ποσότητες στην Κίμωλο από την εταιρία ΜΠΕΝΤΟΜΑΪΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ ΚΙΜΩΛΟΥ [8]. Ο μπεντονίτης της Μήλου περιέχει κυρίως Ca-μοντμοριλονίτη (>80%), χαλαζία, αστρίους, καολινίτη και αναλλοίωτο ηφαιστειακό γυαλί [76, 95, 100]. Αποθέσεις μπεντονίτη έχουν εντοπιστεί στα νησιά Λέσβο και Χίο, καθώς και στην περιοχή Μέστης - Συκορράχης Έβρου [100, 101].

Σήμερα, η εταιρία S&B Βιομηχανικά Ορυκτά κατέχει την πρώτη θέση στην παραγωγή μπεντονίτη στην Ευρώπη και είναι η μεγαλύτερη εξαγωγική εταιρία μπεντονίτη στον κόσμο. Για τις περισσότερες εφαρμογές αυτός ο μπεντονίτης ενεργοποιείται με κατεργασία με Na₂CO₃, για να αποκτήσει τις επιθυμητές φυσικοχημικές ιδιότητες. Η εταιρία διατηρεί τα τελευταία χρόνια την ηγετική της θέση στην παγκόσμια αγορά, με ετήσιες πωλήσεις μπεντονίτη που ξεπερνούν τους 850.000 τόνους. Σχεδόν όλος (98%) εξάγεται στην ΕΕ, στη Β. Αμερική και στην Κοινοπολιτεία Ανεξαρτήτων Κρατών (CIS) [7].

Η τιμή του μπεντονίτη εξαρτάται από το βαθμό επεξεργασίας, το μέγεθος των κόκκων και τη συσκευασία. Τα ενδεικτικά αποθέματα μπεντονίτη είναι 100 εκατ. τόνοι και η ακαθάριστη αξία τους 3,5 δισεκ. €.

Ολιβίνης/Δουνίτης

Στην Ελλάδα ολιβίνης περιέχεται σε ποικίλα ποσοστά στους οφιολιθικούς σχηματισμούς ή συμπλέγματα που περιλαμβάνουν δουνίτες, ολιβινίτες και περιδοτίτες. Υπάρχουν σε δύο υποπαράλληλες γεωτεκτονικές ζώνες: του Αξιού (ανατολικό σύμπλεγμα) και Υποπελαγονικής (δυτικό σύμπλεγμα) που διασχίζουν την κεντροδυτική Μακεδονία από ΒΔ προς ΝΑ. Αποθέσεις υψηλής ποιότητας ολιβίνη έχουν εντοπιστεί στο Βάβδο Χαλκιδικής, Λιβάδι Θεσ/νίκης, Βούρινο Κοζάνης και Περιβόλι Γρεβενών. Αυτά τα ελαιοπράσινα πετρώματα εμφανίζονται συνήθως εξαλλοιωμένα και όχι συνεκτικά [6, 102-104].

Σήμερα, γίνεται εξόρυξη δουνίτη στη Σκούμτσα Γρεβενών (Όρος Βούρινος) από την εταιρία

ΘΕΡΜΟΛΙΘ Α.Ε. (το 70% των μετοχών ανήκει σήμερα στην ΑΕΙΦΟΡΟ Α.Ε. του ομίλου Στασινόπουλου). Η παραγωγή του 2011 ήταν 32.000 τόνοι [8]. Η μελλοντική εκμετάλλευση των αποθέσεων δουνίτη του Βάβδου Χαλκιδικής φαίνεται πολύ θετική.

Τα ενδεικτικά αποθέματα δουνίτη των δύο περιοχών είναι 50 εκατ. τόνοι και η ακαθάριστη αξία τους 500 εκατ. €.

Περλίτης

Η Ελλάδα είναι πρώτη στις εξαγωγές και δεύτερη στην παραγωγή περλίτη στον κόσμο. Ο περισσότερος από τον εξορυσσόμενο περλίτη επεξεργάζεται (θρυμματισμός, κοσκίνιση, ξήρανση) και το 50% αυτού εξάγεται. Μόνο μικρό μέρος του κοσκινισμένου περλίτη στη διογκωμένη μορφή του καταναλώνεται εγχώρια. Η Ελλάδα είναι ο κύριος προμηθευτής στην Ευρώπη, με ανταγωνίστριες χώρες την Τουρκία, Ιταλία, Ουγγαρία και Αρμενία. Επίσης, περλίτης εξάγεται στις Η.Π.Α., τη Μέση και Άπω Ανατολή.

Εξορύσσεται στα νησιά Μήλο και Κω. Επίσης, αποθέσεις περλίτη βρίσκονται στα νησιά Λέσβο, Γυαλί και Αντίπαρο, καθώς και στον Έβρο (Λευκίμμη, Λυκόφως, Δαδιά) [95, 96, 105-107]. Ο περλίτης εξορύσσεται κυρίως στη Μήλο, όπου τα ενδεικτικά αποθέματα είναι 1.000 εκατ. τόνοι.

Η εταιρία S&B Βιομηχανικά Ορυκτά είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός περλίτη στην Ελλάδα και ο μεγαλύτερος προμηθευτής ακατέργαστου και διαβαθμισμένου περλίτη στον κόσμο. Το κέντρο παραγωγής της βρίσκεται στη Μήλο.

Η εταιρία ΠΕΡΛΙΤΕΣ ΑΙΓΑΙΟΥ Α.Ε. είναι μία μικρότερη εταιρία παραγωγής περλίτη στη νησίδα Γυαλί.

Η εταιρία S&B, εκτός της Μήλου, περιοδικά εξορύσσει μικρές ποσότητες και στην Κω. Το μεγαλύτερο ποσοστό του εξορυσσόμενου περλίτη μεταφέρεται στο εργοστάσιό της στη Ριτσώνα Βοιωτίας, όπου παράγεται διογκωμένος περλίτης. Αυτός διαθέτεται στη διεθνή και εγχώρια αγορά από τη θυγατρική εταιρία Isocon.

Η S&B και οι εξαγορασθείσες εταιρίες Sarda Perlite (Ιταλία), Saba Madencilik (Τουρκία) και Sino-Hellenic Industrial Minerals (Κίνα) διαθέτουν περισσότερους από 600.000 τόνους/χρόνο διαβαθμισμένων προϊόντων περλίτη στις διεθνείς αγορές κυρίως στην Ευρώπη και στη Β. Αμερική. Η θυγατρική της Otavi Holding GmbH, παράγει 130 χιλ. τόνους/χρόνο ακατέργαστου περλίτη στη Μήλο. Οι πωλήσεις περλίτη στην εγχώρια αγορά είναι μόλις το 1,5% της συνολικής παραγωγής [7].

Την περίοδο 1996-2005 η μέση παγκόσμια παραγωγή περλίτη ήταν 1,6 εκατ. τόνους/χρόνο. Γεωγραφικά κατανέμεται κατά 30% στις ΗΠΑ, 45% στην Ευρώπη (κυρίως Ελλάδα, Τουρκία και Ουγγαρία) και 20% στην Άπω Ανατολή (κυρίως Ιαπωνία και Κίνα). Η ζήτηση αναμένεται να αυξηθεί, εξαιτίας της κατανάλωσης περλίτη σε νέες εφαρμογές, εκτός των κατασκευών, όπως στη γεωργία, παραγωγή φίλτρων, κρυογενείς εφαρμογές κ.ά.

Το 2011 η παραγωγή ακατέργαστου περλίτη ήταν 720 χιλ. τόνοι, ενώ του κατεργασμένου 420 χιλ. τόνοι. Το 45% της συνολικής παραγωγής εξήχθη στην ευρωπαϊκή αγορά και το 44% στη Β. Αμερική. Ο οικοδομικός τομέας (π.χ. δομικά υλικά και επιχρίσματα) καταναλώνει περίπου το 65%, ο γεωργικός τομέας (π.χ. υδροπονία και παραγωγή ανθοκομικών μιγμάτων) περίπου το 25% και οι άλλες εφαρμογές (π.χ. διηθητικά μέσα, κρυογενείς μονώσεις) το υπόλοιπο 10% [8].

Τα ενδεικτικά αποθέματα περλίτη είναι 1.200 εκατ. τόνοι και η ακαθάριστη αξία τους 12 δισεκ. €

Χαλαζίας

Αφθονες χαλαζιακές άμμοι χερσαίας ή ποτάμιας προέλευσης για οικοδομική χρήση υπάρχουν σε πολλές περιοχές της Ελλάδος. Αμμορυχεία με ή χωρίς άδειες λειτουργούν σε παρόχθιες περιοχές σχεδόν όλων των ποταμών. Χαλαζιακή άμμος 1,2 εκατ. τόνων έχει εντοπιστεί στο Σκαλοχώρι Κοζάνης, που μετά από επεξεργασία έδωσε 94-96% SiO₂ και 0,04-0,08% Fe. Επίσης, μικρές αποθέσεις χαλαζιακής άμμου έχουν εντοπιστεί στο Άργος Ορεστικό Καστοριάς και χαλαζιακών κροκαλών 400.000 τόνων στην Αχλάδα Φλώρινας [7, 102].

Όλα τα έργα για τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2004 στην Αθήνα έγιναν με χαλαζιακή άμμο του ποταμού Αξιού που θεωρείται ποιοτικά η καλύτερη της χώρας. Η εταιρία Thrakon πραγματοποιεί απόληψη χαλαζιακής άμμου από τον ποταμό Άρδα του Έβρου που χρησιμοποιείται για την παραγωγή μονωτικών προϊόντων πορώδους σκυροδέματος της Ytong (θυγατρική της Σουηδικής Plena Group).

Χαλαζιακή άμμος χερσαίας ή ποτάμιας προέλευσης υψηλών προδιαγραφών δεν έχει βρεθεί μέχρι σήμερα στην Ελλάδα, γι' αυτό εισάγεται.

Ένας μεγάλος αριθμός χαλαζιακών φλεβών, συνήθως μικρών διαστάσεων, διατέμνει τα κρυσταλλοσχιτώδη πετρώματα της Ροδοπικής, Σερβομακεδονικής, Πελαγονικής και Αττικοκυκλαδικής Ζώνης. Επιπλέον, πυριτιόλιθος έχει εντοπιστεί στο Δορίσκο Έβρου και πορσελανίτες στην Αριδαία και Κοζάνη. Ο χαλαζίας της Ρούσσας Έβρου είναι πολύ καλής ποιότητας, δεν έχει όμως εξορυχθεί ακόμη [75, 108-110].

Σήμερα, ο γαλακτώδης χαλαζίας φλεβικής προέλευσης καλύπτει μερικώς τις ανάγκες των ελληνικών κεραμικών βιομηχανιών. Τα κοιτάσματα που εκμεταλλεύονται βρίσκονται στις Περιφερειακές Ενότητες Θεσσαλονίκης (Εξαμίλι), Κιλκίς, Χαλκιδικής και Λάρισας, ενώ έχουν ξεκινήσει οι απαιτούμενες διαδικασίες για την εκμετάλλευση νέων αξιόλογων κοιτασμάτων στις Περιφερειακές Ενότητες Τρικάλων, Κοζάνης και Ημαθίας [7].

Το 2011 παρήχθησαν συνολικά 8.210 τόνοι χαλαζιακών προϊόντων, όλα για εγχώρια κατανάλωση [8]. Οι ετήσιες ανάγκες σε χαλαζία των ελληνικών βιομηχανιών κεραμικών και υαλουργίας είναι περίπου 80.000 τόνοι. Μοναδική εταιρία παραγωγής χαλαζία είναι η ΜΕ.ΒΙ.ΟΡ. Α.Ε. [σήμερα η πλειοψηφία των μετοχών της ανήκει στην Ολλανδική Minerals Plus (τέως Ankerpoot), θυγατρική του Βελγικού ομίλου Sibelco]. Η μονάδα επεξεργασίας λειτουργεί στην Άσσηρο Θεσσαλονίκης. Από τη συνολική παραγωγή εξάγεται περίπου το 20%. Η υπόλοιπη καταναλώνεται από εγχώριες κεραμικές βιομηχανίες ή υαλουργίες, για την παραγωγή ειδών υγιεινής και πορσελάνης, καθώς και γυάλινων προϊόντων (π.χ. Βιτρουβίτ, Ιώνια Πορσελάνη, Γιούλα κ.ά., με περίπου 1.500 τόνους/χρόνο η καθεμιά).

Άμορφη πυριτία με τη μορφή του οπάλιου-Α ή/και οπάλιου-CT βρίσκεται στη Μήλο, σχηματίζοντας σημαντικές αποθέσεις με περιεχόμενο >92% SiO₂ που σχεδόν όλο είναι άμορφο, με μεγάλη δραστηριότητα και μεγάλη ειδική επιφάνεια (25-30 m²/g για μεγέθη κόκκων <65 μm). Είναι προϊόν υδροθερμικής εξαλλοίωσης των όξινων ηφαιστειακών πετρωμάτων. Τα στείρα ορυκτά είναι: ανατάσης, ρουτίλιο και βαρύτης. Σήμερα λειτουργεί μόνο το λατομείο της εταιρίας ΛΑΒΑ που βρίσκεται 12 km ΝΑ του χωριού Αδάμας (λιμάνι της Μήλου), με ικανότητα 120.000 τόνων/χρόνο. Παράγονται δύο ποιότητες, το υψηλής καθαρότητας SSL10 (με λευκότητα >80%) και το SSL20 (χρώματος ροζ), με διαφορές στην περιεκτικότητα σε SiO₂ και στις ποικίλες προσμίξεις (κυρίως του Fe₂O₃).

Τα ενδεικτικά αποθέματα χαλαζία και άμορφης πυριτίας είναι 5 εκατ. τόνοι και η ακαθάριστη αξία τους 100 εκατ. €.

Ιβ. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ & ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΜΕ ΚΑΛΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ

Αλίτης

Εκμετάλλευση ορυκτού άλατος στην Ελλάδα πραγματοποιήθηκε στο παρελθόν (πριν το 1900) μόνο στο Βορδό Ιωαννίνων με πρωτόγονα μέσα. Σήμερα, εξετάζεται η δυνατότητα εκμετάλλευσης του ορυκτού άλατος (75-90% NaCl), που έχει εντοπιστεί στο Μονολίθι Ιωαννίνων μέσα σε υφαλογενείς ασβεστόλιθους [102]. Περίπου το 66% των αναγκών της χώρας καλύπτεται από την παραγωγή οκτώ αλυκών που λειτουργούν από την Κρατική εταιρία «Ελληνικές Αλυκές Α.Ε.», η οποία ιδρύθηκε το 1988, με δυναμικότητα 260.000 τόνων/χρόνο. Αυτές οι αλυκές είναι: Μεσολογγίου (παράγει περίπου το 50% του συνόλου), Μέσης Ροδόπης, Νέας Κεσσάνης Ξάνθης, Κίτρος Πιερίας, Αγγελοχωρίου Θεσσαλονίκης, Καλλονής και Σκάλας Λέσβου και Μήλου. Με το χρονοδιάγραμμα του μεσοπρόθεσμου δημοσιονομικού πλαισίου για έξοδο της Ελλάδος από την κρίση της Ευρωζώνης, μέχρι το τέλος του 2016, το Ελληνικό Δημόσιο θα διαθέσει για πώληση το

100% των μετοχών αυτής της εταιρίας που κατέχει.

Τα ενδεικτικά αποθέματα ορυκτού άλατος είναι 20 εκατ. τόνοι και η ακαθάριστη αξία τους 80 εκατ. €.

Βερμικουλίτης

Οι αποθέσεις του βερμικουλίτη περιορίζονται στις περιοχές του Ζιδανίου Κοζάνης, Ασκού Θεσσαλονίκης, στα όρη Κρούσια του Κιλκίς, στο Βάβδο και Γερακινή Χαλκιδικής [111-113]. Η σειρά του Βερτίσκου είναι πολύ ενδιαφέρουσα, όπου παράλληλα με τα σώματα τάλκη εντοπίζονται και αποθέσεις βερμικουλίτη στην περιοχή του Ασκού [114]. Υπάρχουν 300 χιλ. τόνοι βερμικουλίτη, που περιέχει 0-2,5% K_2O και αυτό το ορυκτό εντοπίζεται μέχρι βάθος 30 m. Μετά από αυτό το βάθος το K_2O βαθμιαία αυξάνεται και αποθέσεις υδροφλογοπότη ή υδροβιοτίτη μπορεί να αποτελούν επιπρόσθετους ορυκτούς πόρους [102]. Αυτός ο βερμικουλίτης παρουσιάζει επιθυμητές ιδιότητες για την παρασκευή ορισμένων δομικών, γεωργικών και κηπουρικών προϊόντων [115] και δείχνει υψηλή ικανότητα αφαίρεσης βαρέων μετάλλων από υδάτινα διαλύματα [116-121].

Τα ενδεικτικά αποθέματα βερμικουλίτη στη Μακεδονία είναι 500.000 τόνοι και η ακαθάριστη αξία τους 20 εκατ. €. Περισσότερο ενθαρρυντικές είναι οι προοπτικές εκμετάλλευσης του βερμικουλίτη του Ασκού Θεσσαλονίκης.

Βολαστονίτης

Αποθέσεις βολαστονίτη υπάρχουν στα Κιμμέρια Ξάνθης (με ενδεικτικά αποθέματα 500 χιλ. τόνων και ανακτήσιμο βολαστονίτη 50%) και στο Πανόραμα Δράμας (με ενδεικτικά αποθέματα 700.000 τόνων και ανακτήσιμο βολαστονίτη 50%). Και τα δύο παρουσιάζουν καλές προοπτικές εκμετάλλευσης [122-124].

Τα ενδεικτικά αποθέματα βολαστονίτη είναι 500.000 τόνοι και η ακαθάριστη αξία τους 20 εκατ. €.

Γρανάτης

Γρανάτες έχουν βρεθεί σε θέσεις μεταμόρφωσης επαφής στη Ροδόπη (Μαρώνεια, Στροφή), Ξάνθη (Κιμμέρια, Διάσπαρτο, Θέρμες), Δράμα (Πολυνέρι, Πανόραμα), Βερτίσκο Θεσσαλονίκης, Χαλκιδική, Όλυμπο, Λαύριο, Σέριφο κ.ά. [75, 125-127]. Οι γρανατίτες των Κιμμερίων Ξάνθης και της Σερίφου είναι κατάλληλοι ως υλικά αμμοβολής, παρουσιάζοντας καλές προοπτικές εκμετάλλευσης [128]. Δοκιμές με το γρανάτη της Σερίφου που έγιναν στις ΗΠΑ έδειξαν ότι το υλικό είναι κατάλληλο ως λειαντικό ξύλινων επιφανειών, δερμάτων και κεραμικών προϊόντων. Επίσης, εξαιτίας των ποιοτικών χαρακτηριστικών του μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υλικό διήθησης.

Τα ενδεικτικά αποθέματα γρανατών είναι 1.300 χιλ. τόνοι και η ακαθάριστη αξία τους 40 εκατ. €.

Γραφίτης

Γραφίτης έχει εντοπιστεί σε μάρμαρα, γνεύσιους και σχιστόλιθους της μάζας της Ροδόπης. Ειδικότερα, οι γρανατούχοι σχιστόλιθοι του Πολυνερίου Δράμας περιέχουν κατά μέσο όρο 3% γραφίτη, ενώ οι εμφανίσεις στην Υψηλή Ράχη και Άγιο Παντελεήμονα είναι χαμηλότερης καθαρότητας [129].

Μικροκρυσταλλικός (άμορφος) γραφίτης με μορφή φακών έχει εντοπιστεί στην ενότητα της Μάκρης μέσα σε ανθρακικούς σχηματισμούς [75].

Στην περιοχή Διάσπαρτου και Θερμών Ξάνθης οι γρανατούχοι – κβαντιτικοί γνεύσιοι περιέχουν ένα γραφιτικό ορίζοντα με φυλλάρια γραφίτη σε αναλογίες από 3% έως 12% και αποθέματα που υπερβαίνουν τους 600.000 τόνους [130]. Από αυτόν τον ορίζοντα έγινε παραγωγή συμπυκνώματος γραφίτη με περιεχόμενο σε άνθρακα 80-85%. Όμως απαιτείται συμπύκνωμα γραφίτη με >95% άνθρακα, για να είναι δυνατή η εκμετάλλευση αυτών των αποθέσεων [102].

Τα ενδεικτικά αποθέματα γραφίτη είναι 650.000 τόνοι και η ακαθάριστη αξία τους 20 εκατ. €.

Διαμάντια

Περιοχές της Βόρειας Ελλάδος, όπου υπάρχουν μεταμορφωμένα πετρώματα υπέρ-υψηλών πιέσεων, με υψηλό δυναμικό σε διαμάντια, περιλαμβάνουν τους ορεινούς όγκους των Περιφερειακών Ενοτήτων Θεσσαλονίκης και Κιλκίς και μία στενή ζώνη που εκτείνεται ασυνεχώς κατά μήκος 100 km και πλέον από το Κάτω Νευροκόπι Δράμας μέχρι τον Έβρο [7, 9]. Γραφίτικα διαμάντια μεγέθους 2-300 μm που εγκλείονται μέσα σε γρανάτη, χαλαζία, αμφίβολο και γραφίτη μεταμορφωμένων πετρωμάτων έχουν βρεθεί στην Κεντρική Μακεδονία (Λιβιάδι, Γαλαρινός, Μαραθούσα) [131]. Επίσης, μεταμορφικά ορυκτά-δείκτες υπερ-υψηλής πίεσης όπως ο κοεσίτης, το διαμάντι και ο γρανάτης, εντοπίστηκαν σε εκλογίτες και γνεύσιους στην κεντρική και ανατολική Μάζα της Ροδόπης. Το διαμάντι εμφανίζεται σε υπομικροσκοπικούς κρυστάλλους μεγέθους <20 μm μέσα σε πορφυροβλάστες γρανατών στις περιοχές Πιλήματος Ξάνθης, Κύμης-Σμιγιάδας Ροδόπης και Σιδήρωσ Έβρου [132].

Διατομίτης

Αποθέσεις διατομίτη στην Ελλάδα, ανάλογα με το περιβάλλον σχηματισμού, υπάρχουν στις λεκάνες Κλειδίου Φλώρινας, Κομνηνών Πτολεμαΐδος, Γιαννωτών Ελασσόνας και Μεγαλόπολης (γλυκού νερού), στις λεκάνες Αιανής Κοζάνης και Μυτιληνιών Σάμου (αλατούχου-αλκαλικής λίμνης), στην Αίγινα, Μήλο, Γαύδο και στις λεκάνες Καστελλίου και Ηρακλείου Κρήτης (αβαθούς θάλασσας) και στη Ζάκυνθο (βαθιάς θάλασσας) [133-136].

Τα ενδεικτικά αποθέματα διατομιτών είναι 100 εκατ. τόνοι και η ακαθάριστη αξία τους 2,5 δισεκ. €. Περίπου το 50% αυτών υπάρχουν στις λεκάνες Κλειδίου Φλώρινας, Κομνηνών Πτολεμαΐδος, Αιανής Κοζάνης και Γιαννωτών Ελασσόνας με καλές προοπτικές για εκμετάλλευση.

Ζεόλιθοι (Πίν. 3)

Ζεολιθοφόρος τόπος είναι το πέτρωμα που περιέχει ένα ή περισσότερα από τα 80 είδη ζεολίθων. Ο ζεόλιθος με τις πολυάριθμες εφαρμογές είναι ο ζεόλιθος τύπου-HEU (ευλανδίτης-κλινοπτιλόλιθος) που παρουσιάζει πινακοειδείς κρυστάλλους και περιέχει μικρο/νανο-πόρους σε πλέγμα 10-μελών και 8-μελών δακτυλίων, διαστάσεων 7,5x3,1 Å, 4,6x3,6 Å και 4,7 x2,8 Å. Για διατροφικές, φαρμακευτικές, ιατρικές, περιβαλλοντικές, κτηνοτροφικές, γεωργικές, υδατικές και βιομηχανικές χρήσεις, απαιτείται η περιεκτικότητα σε ζεόλιθο τύπου-HEU να είναι μεγαλύτερη από 75%. Γι' αυτές τις εφαρμογές αποκλείεται η χρήση ζεολιθοφόρων τόπων που περιέχουν ινώδεις ζεολίθους (π.χ. εριονίτη, μορντενίτη, σκολεσίτη, μεσόλιθο, νατρόλιθο, ρογγιανίτη, μαζίτη, φερριερίτη κ.ά.).

Παίρνοντας υπόψη τα αποθέματα, τον τύπο και την περιεκτικότητα σε ζεόλιθο, το οικονομικό ενδιαφέρον επικεντρώνεται κυρίως στην Περιφερειακή Ενότητα Έβρου (Ρέμα Ντρίστα και Μαύρη Πέτρα Πετρωτών, και Κύριες Τούμπες και Τύμπανο Πενταλόφου) (Πίν. 3), με πιθανά αποθέματα 480 εκατ. τόνους, 120 εκατ. τόνοι για κάθε θέση [2, 33, 34, 137-186].

Πίν. 3. Περιεκτικότητα σε ζεόλιθο τύπου-HEU (ευλανδίτης-κλινοπτιλόλιθος) τοφικών σχηματισμών Έβρου [2, 33, 34, 137-186].		
Θέση	Μέση τιμή (% κ.β.)	Ελάχιστο-Μέγιστο (% κ.β.)
Μαύρη Πέτρα Πετρωτών	76	40-90
Ρέμα Ντρίστα Πετρωτών	89	84-95
Κύριες Τούμπες Πενταλόφου	77	40-90
Τύμπανο Πενταλόφου	81	55-95

Εμφανίσεις ζεολίθων που δεν παρουσιάζουν οικονομικό ενδιαφέρον (χαμηλή περιεκτικότητα ή ινώδεις ζεόλιθοι ή άγνωστα αποθέματα) βρίσκονται στις Περιφερειακές Ενότητες (ΠΕ) Έβρου, Ροδόπης, Σάμου και Κυκλάδων. Στο υπόλοιπο της ΠΕ Έβρου τέτοιες εμφανίσεις απαντούν στις περιοχές: α) Πετρωτών (Αλώνι-Κόκκαλο, Γκαζόμυλος, Λιβαδάκια, Πετρωτά-Ρέμα Λεύκη,

Φυλάκιο Ωμέγα) με 35-75% ζεόλιθο τύπου-HEU και 45% μορδενίτη, β) Πενταλόφου (Παλαίστρα) με 43-65% ζεόλιθο τύπου-HEU, γ) Μεταξάδων-Αβδέλλας (Γουρουνόρεμα-Ξεροβούνι) με 35-75% ζεόλιθο τύπου-HEU και δ) Δαδιάς-Λευκίμης-Φερών (Κανάλια, Ξέφωτο, Σύνορο, Βυρίνη, Λευκίμμη, Άγιος Κωνσταντίνος, Άσπρα Χώματα, Βρύση, Καβησός, Καψάλα, Λάκα, Μακρύλοφος, Νίγα) με 11-70% ζεόλιθο τύπου-HEU, 5-53% μορδενίτη, 14-88% ζεόλιθο τύπου-HEU+μορδενίτη, 43% ζεόλιθο τύπου-HEU+στιλβίτη, 31% μορδενίτη+ στιλβίτη και 8% λομοντίτη+στιλβίτη. Στην ΠΕ Ροδότης (ΒΑ και ΒΔ Σκαλώματος, Κηροστάτης, Βουκέφαλο Δαρμένης) υπάρχουν ζεόλιθοι με 18-60% ζεόλιθο τύπου-HEU+μορδενίτη και 16-18% ανάλκιμο. Στην ΠΕ Σάμου (λεκάνη Καρλοβασιού-Μαραθόκαμπου) οι ζεόλιθοι περιέχουν 57-91% ζεόλιθο τύπου-HEU, 64% μορδενίτη, 44-72% ανάλκιμο, 66% χαβαζίτη, 78-81% ζεόλιθο τύπου-HEU+μορδενίτη, 55% ζεόλιθο τύπου-HEU+ανάλκιμο και 47% ζεόλιθο τύπου-HEU+φυλλισίτη. Στην ΠΕ Κυκλάδων (Παναγιά-Κήποι Μήλου, Όρμος Συκιάς-Άγιος Ανδρέας Κιμώλου, ΒΔ τμήμα Πολυαίου, Ακρωτήρι και Όρμος Μπάλου Θήρας) οι ζεόλιθοι περιέχουν 33-55% ζεόλιθο τύπου-HEU, 23-73% μορδενίτη και 53-72% ζεόλιθο τύπου-HEU+μορδενίτη. Ζεόλιθος τύπου HEU εντοπίστηκε σε πορσελανίτες των νησιών Ζακύνθου, Λευκάδος, Λέσβου και Λήμνου. Στιλβίτης σε φλέβες εντοπίστηκε στη Βάθη Κιλκίς, στον Κατσαμπά Σαμοθράκης και στο Κιζάρι Ροδότης [187-263].

Ζεολιθοφόροι τόφοι που δεν περιέχουν ινώδη μέλη και με περιεκτικότητα σε ζεόλιθο τύπου-HEU >75%, είναι κατάλληλα υλικά για πολυάριθμες διατροφικές, φαρμακευτικές, ιατρικές, περιβαλλοντικές, κτηνοτροφικές, γεωργικές, υδατικές και βιομηχανικές εφαρμογές όπως: καθαρισμό αστικών λυμάτων και βιομηχανικών υγρών αποβλήτων, κατεργασία λυματολάσπης, παραγωγή άοσμης και συνεκτικής ζεολυματολάσπης, εξυγίανση και οξυγόνωση υδάτινων οικοσυστημάτων, δέσμευση και απομάκρυνση κυανοβακτηρίων, εξασθενούς χρωμίου και ραδιοουκλιδίων, βελτίωση τεχνητών υδροβιότοπων και μονάδων διαχείρισης υδάτων, βελτίωση ποιότητας πόσιμου νερού, ιχθυοκαλλιέργειες, αποσμητικά υλικά, μετατροπή κοπριάς σε άσμο λίπασμα, καθαρισμό και ξήρανση αερίων, προσθετικά ζωοτροφών, εδαφοβελτιωτικά γεωργικών καλλιεργειών, βελτιωτικά όξινων και αλκαλικών εδαφών, διαχείριση αποβλήτων μεταλλείων και επιστροφή εδαφών σε γεωργική χρήση, υποστρώματα θερμοκηπίων και ανθοκομικής, βελτίωση γεύσης και ποιότητας τροφίμων, παραγωγή ανθεκτικότερου και υγιέστερου γρασιδιού, συμπληρώματα διατροφής, κ.ά. Ο Ελληνικός Φυσικός Ζεόλιθος (ΕΛΦΥΖΕ) από το Ρέμα Ντρίστα κατά μέσο όρο περιέχει 89% ζεόλιθο τύπου-HEU (εύρος 84-95%)(Πίν. 3). Αυτός ο ζεόλιθος εμπλουτίζει το νερό σε οξυγόνο και ρυθμίζει το pH των υδάτων προς το ουδέτερο. Η κατεργασία αστικών λυμάτων με τον ΕΛΦΥΖΕ έδωσε διαυγές νερό με βελτιωμένες τις ποιοτικές παραμέτρους κατά 90-95%. Επίσης, η κατεργασία έδωσε ένα ίζημα άοσμης και συνεκτικής ζεολυματολάσπης που δημιουργήθηκε είτε με ανάμειξη της λυματολάσπης με τον ΕΛΦΥΖΕ, είτε ως ίζημα με την κατεργασία των αστικών λυμάτων με αυτό. Αυτή η ζεολυματολάσπη είναι κατάλληλη ως εδαφοβελτιωτικό στις γεωργικές καλλιέργειες. Η κατεργασία βιομηχανικών υγρών αποβλήτων (από βαφεία ή βυρσοδεψεία), έδωσε διαυγές νερό με βελτιωμένες τις ποιοτικές παραμέτρους κατά 93-99%. Επίσης, η κατεργασία έδωσε ένα ίζημα άοσμης και συνεκτικής ζεολάσπης, η οποία είναι κατάλληλη για ασφαλή απόθεση, επειδή τα επιβλαβή συστατικά δεν εκπλύνονται με το νερό της βροχής. Ο ΕΛΦΥΖΕ απομακρύνει τα κυανοβακτήρια από τα ύδατα κατά 51-92%. Επιπλέον, στα αγροτικά εδάφη, αυξάνει τις σοδειές κατά 17-66%, βελτιώνει την ποιότητα των προϊόντων κατά 4-46%, μειώνει τη χρήση λιπασμάτων κατά 56-100%, μειώνει την κατανάλωση του νερού άρδευσης κατά 33-67% και αποτρέπει την έκπλυση επιβλαβών ουσιών στο υδάτινο περιβάλλον, προστατεύοντας έτσι την ποιότητα των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. Η χρήση του ΕΛΦΥΖΕ ως υλικό δαπέδου κτηνοτροφικών μονάδων και ως πρόσθετο ζωοτροφών, αυξάνει την παραγωγή (17% στο γάλα αγελάδων, 7% στο βάρος κρεο-παραγωγών ορνιθίων), βελτιώνει την ποιότητα των προϊόντων, μειώνει την κατανάλωση τροφής, τις ασθένειες και τη φαρμακευτική αγωγή των ζώων, τη θνησιμότητα των νεογνών, τη δυσοσμία και μετατρέπει την κοπριά σε άσμο λίπασμα [142-186, 264-292].

Σήμερα δεν γίνεται εκμετάλλευση ζεολιθών στην Ελλάδα. Ανάλογα με την ποιότητα, την κοκκομετρία και το βαθμό επεξεργασίας η τιμή των φυσικών ζεολιθών κυμαίνεται από 10 €/t έως

500 €/t. Όταν είναι κατεργασμένοι σε ειδικά προϊόντα (άμμοι υγιεινής, συμπληρώματα διατροφής) έχουν τιμές από 1 €/kg έως 48 €/kg.

Τα ενδεικτικά αποθέματα των ζεολιθών της Θράκης είναι 600 εκατ. τόνοι και η ακαθάριστη αξία τους 18 δισεκ. €.

Μαρμαρυγίες

Στη Μακεδονία και Θράκη υπάρχουν πολλά όξινα πλουτωνικά, πηγματιτικά και περιοχικής μεταμόρφωσης πετρώματα που περιέχουν μεγάλους κρυστάλλους μαρμαρυγιών. Μέχρι το 2006 μόνο στο Μυρτόφυτο Καβάλας (Όρος Σύμβολο) γινόταν περιοδική εξόρυξη σερικήτη, προϊόν υδροθερμικής εξαλλοίωσης των περιεχόμενων αστρίων στους γρανίτες, από την εταιρία ΒΙΟΤΑΛΚ. Η επεξεργασία και ο εμπλουτισμός γινόταν στα Βρασνά Θεσσαλονίκης [7]. Η επιχείρηση μπορεί να επαναλειτουργήσει, όμως με σύγχρονο εξοπλισμό κατεργασίας.

Τα ενδεικτικά αποθέματα μαρμαρυγιών είναι 800.000 τόνοι και η ακαθάριστη αξία τους 20 εκατ. €.

Τάλκης

Πολυάριθμες αποθέσεις τάλκη έχουν εντοπιστεί στην Ελλάδα, μερικές των οποίων παρουσιάζουν οικονομικό ενδιαφέρον. Αυτές βρίσκονται συνήθως με μορφή φλεβών και φακών μέσα σε σερπεντινίτες και οφιόλιθους που έχουν δεχθεί υδροθερμική ή μεταμορφική εξαλλοίωση. Ο τάλκης συνοδεύεται από χλωρίτη, τρεμολίτη, μαγνητίτη, ασβεστίτη και χαλαζία. Αποθέσεις τάλκη υπάρχουν στη Σίφνο, Σύρο, Εύβοια, Λάρισα, Άρνισσα Πέλλας, Δίβουνο Κιλκίς, Ροδόπη (Οργάνη, Μυρτίσκη, Χλόη) κ.α. [293-295]. Εκμετάλλευση κοιτασμάτων τάλκη γινόταν στο παρελθόν στην Τήνο, Ιεράπετρα Κρήτης και Χορτιάτη Θεσσαλονίκης. Σήμερα, ιδιαίτερου ενδιαφέροντος είναι τα άφθονα σερπεντινικά σώματα της σειράς του Βερτίσκου (Σερβομακεδονική Ζώνη) και ιδιαίτερα της περιοχής Ασκού Θεσσαλονίκης που είναι πλούσια σε βερμικουλίτη και τάλκη [111]. Στον Ασκό τα αποθέματα τάλκη (με 2,5-5,5% Fe_2O_3) είναι περίπου 700 χιλ. τόνοι. Δοκιμές βελτίωσης που πραγματοποιήθηκαν, περιόρισαν το περιεχόμενο του Fe_2O_3 στο 2,5-3% [102].

Τα ενδεικτικά αποθέματα τάλκη είναι 1 εκατ. τόνοι και η ακαθάριστη αξία τους 20 εκατ. €.

Φωσφορίτες

Βρίσκονται σε τρεις διαφορετικούς ορίζοντες που ανήκουν στο Άνω Κρητιδικό (Ζώνη ορέων Παρνασσού-Γκιώνας), στο Ηώκαινο και στο Ολιγόκαινο (Ζώνη Ιόνιος). Στο Όρος Πάρνωνα έχουν τη μορφή κρυσταλλικού φθοριοαπατίτη, ενώ στο Όρος Κιθαιρώνα έχει εντοπιστεί μικρή εμφάνιση ουρανοβαναδιούχου φωσφορίτη. Στη Ζώνη των ορέων Παρνασσού-Γκιώνας οι εμφανίσεις βρίσκονται στην επαφή ασβεστόλιθων με φλύσχη στο Δίστομο, Αράχοβα και Αντίκυρα και είναι κατατμημένες, εξαιτίας της διάβρωσης. Στην Ιόνιο Ζώνη έχουν εντοπιστεί εμφανίσεις Μειοκαινικών φωσφοριτών στις περιοχές Κτισμάτων και Αργυροχωρίου Ηπείρου, στην Κέρκυρα και Κεφαλονιά. Στην ίδια Ζώνη υπάρχουν Ανωκρητιδικοί φωσφορίτες κυρίως στην Αιτωλοακαρνανία, Πρέβεζα και Δελβινάκι Ιωαννίνων, όπου οι αποθέσεις εκτείνονται σε μήκος 15 km, σε πάχος 2-4 m και περιέχουν 10-25% P_2O_5 [102, 296]. Εξαιτίας της χαμηλής περιεκτικότητας σε P_2O_5 , η εκμετάλλευση αυτών των αποθέσεων είναι αδύνατη με τις σημερινές τεχνικο-οικονομικές συνθήκες.

Τα ενδεικτικά αποθέματα σε P_2O_5 είναι 500.000 τόνοι και η ακαθάριστη αξία τους 10 εκατ. €.

II. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΟΡΥΚΤΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ (Πίν. 4)

Γαϊάνθρακες

Η Ελλάδα κατέχει τη 2^η θέση στην ΕΕ και την 11^η παγκόσμια στην παραγωγή λιγνίτη. Τα πιο σημαντικά λιγνιτικά κοιτάσματα σχηματίστηκαν σε ενδοηπειρωτικές λεκάνες όπως της Πτολεμαΐδος-Φλώρινας, Δράμας και Μεγαλόπολης, ενώ μικρά τελματοδελταϊκά λιγνιτικά κοιτάσματα δημιουργήθηκαν στην Ορεστιάδα, Αλεξανδρούπολη, Σέρρες, Παγγαίο, Ιωάννινα,

Πρέβεζα, Ελασσόνα, Αλιβέρι, Ωρωπό, Μέγαρο, Αίγιο, Πύργο, Ολυμπία, Πελλάνα Λακωνίας, Πλακιά Ρεθύμνης και Χανιά [300-338]. Ανάμεσα στις περίπου 43 ανθρακοφόρες λεκάνες της Ελλάδας, το 16% είναι του Τεταρτογενούς (Μεγαλόπολη, Φίλιπποι κ.ά.), το 75% του Νεογενούς (Πτολεμαΐδα, Αμύνταιο, Φλώρινα, Ελασσόνα κ.ά.) και το 9% του Παλαιογενούς (Ορεστιάδα, Αλεξανδρούπολη κ.ά.). Μέσα σε κάθε λεκάνη ο αριθμός ζ και το πάχος ζ των στρωμάτων του γαιάνθρακα κυμαίνονται σημαντικά. Στις λεκάνες του Ηωκαίνου τα λιγνιτοφόρα στρώματα είναι λίγα και λεπτά. Αντίθετα, οι νεότερες λεκάνες φιλοξενούν λιγνιτικά στρώματα με ουσιώδες πάχος. Για παράδειγμα, στην Πτολεμαΐδα το πάχος φτάνει τα 60 m, στο Προάστιο και Ελασσόνα τα 45 m, ενώ στη λεκάνη Αναργύρων-Αμυνταίου και στη Μεγαλόπολη τα 30 m.

Στην Ελλάδα υπάρχουν κυρίως τύρφες, λιγνίτες και μικρές εμφανίσεις λιθανθράκων. Γενικά η ποιότητα των ελληνικών λιγνιτών είναι χαμηλή. Η θερμογόνο δύναμη αυτών είναι 975-1380 kcal/kg στις περιοχές Μεγαλόπολης, Αμυνταίου και Δράμας, 1260-1620 kcal/kg στην περιοχή Πτολεμαΐδος και 1920-2260 kcal/kg στις περιοχές Φλώρινας και Ελασσόνας. Σημαντικό πλεονέκτημα των λιγνιτών της Ελλάδος είναι η χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο.

Εκτεταμένα κοιτάσματα τύρφης υπάρχουν στην αποξηραμένη λίμνη της Ξυνιάδος Φθιώτιδος και στα αποξηραμένα έλη των Φιλίππων. Μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα δεύτερα με αποθέματα 4 δισεκ. m³.

Τα λιγνιτικά κοιτάσματα είναι πάνω από 200, πολύ λίγα όμως είναι σε εκμετάλλευση. Τα περισσότερα βρίσκονται στις λεκάνες Πτολεμαΐδος-Φλώρινας, Μεγαλόπολης και Δράμας. Τα μεγαλύτερα αποθέματα είναι Μειοκαινικής-Πλειοκαινικής ηλικίας και ανήκουν στους μαλακούς λιγνίτες.

Λιθάνθρακες εμφανίζονται στη Χίο, κεντρική Εύβοια και Μονεμβασιά με μορφή φακών πάχους 0,3-1,2 m και μήκους λίγων δεκάδων μέτρων.

Πίν. 4. Ενδεικτικά αποθέματα και αξία Ενεργειακών Ορυκτών Πρώτων Υλών Ελλάδος.			
Ορυκτός πόρος	Αποθέματα (χιλ. τόνοι)	¹Τιμή (€/τόνος)	Αξία (εκατ. €)
Γαιάνθρακες (Λιγνίτης+Τύρφη)	6.700.000	40	268.000
Ουράνιο (U ₃ O ₈)	1,80	83.500	150
Πετρέλαιο	10 δισ. βαρέλια	68,5	685.000
Φυσικό αέριο	3,5 τρισεκ. m ³	3,3/28,26 m ³	408.700
		Σύνολο	1.361.850
¹ όπως εξορύσσεται (www.iea.org, www.uxc.com, www.worldcoal.org) [297-299], 1€= 1,45\$ (Σεπτ.2011), 1 βαρέλι πετρελαίου (159 λίτρα) = 100\$ = 68,5€ 1 MMBtu = 28,26 m ³ = 4,83\$ = 3,3€			

Συνοπτικά τα σημαντικότερα λιγνιτικά κοιτάσματα της Ελλάδος είναι [7]:

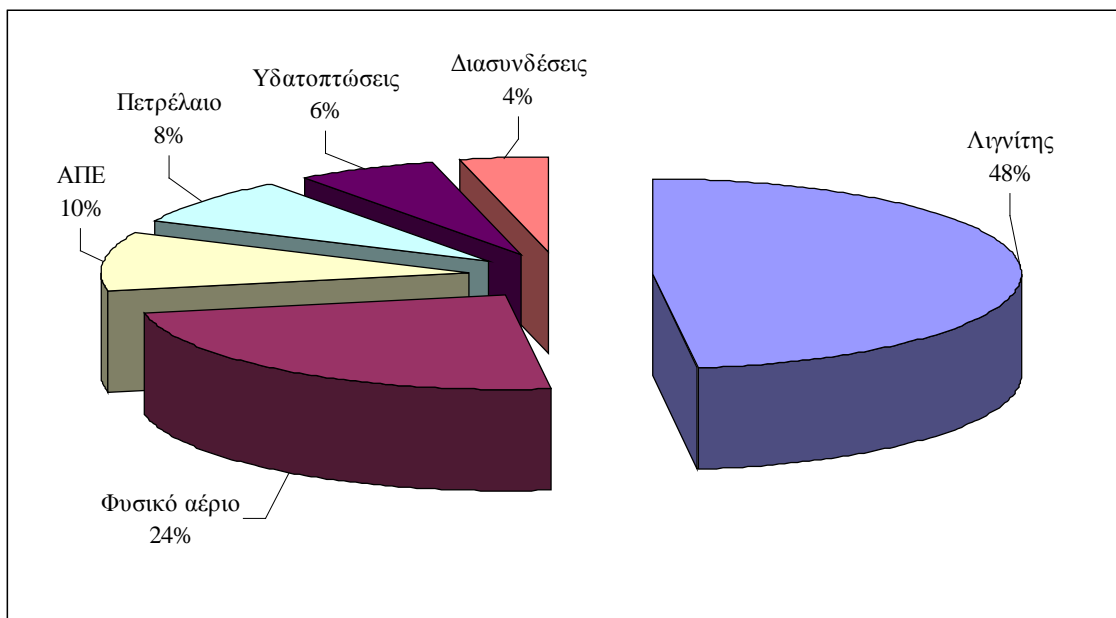
- 1. Κοίτασμα Μεγαλόπολης:** Από τα αρχικά αποθέματα των 500 εκατ. τόνων λιγνίτη μέχρι σήμερα έχουν απολειφθεί 200 εκατ. τόνοι.
- 2. Κοίτασμα Πτολεμαΐδος:** Τα αποθέματα ανέρχονται σε 2.000 εκατ. τόνους λιγνίτη, από τα οποία εκμεταλλεύσιμα είναι 1.400 εκατ. τόνοι. Μέχρι σήμερα έχουν απολειφθεί 800 εκατ. τόνοι.
- 3. Κοίτασμα Αμυνταίου:** Τα αποθέματα ανέρχονται σε 470 εκατ. τόνους λιγνίτη. Σήμερα έχουν μείνει για εκμετάλλευση 200 εκατ. τόνοι.
- 4. Κοιτάσματα Φλώρινας και Βεγόρας:** Τα αποθέματα ανέρχονται σε 420 εκατ. τόνους λιγνίτη, από τα οποία εκμεταλλεύσιμα είναι 190 εκατ. τόνοι. Στην περιοχή λειτουργούν δύο ιδιωτικά ορυχεία που παράγουν 2,5 εκατ. τόνους λιγνίτη το χρόνο και τροφοδοτούν τον Α.Η.Σ. Αμυνταίου.
- 5. Κοιτάσματα Προαστίου-Πτολεμαΐδος:** Τα βεβαιωμένα αποθέματα είναι 340 εκατ. τόνοι λιγνίτη, από τα οποία μπορούν να εξορυχτούν 240 εκατ. τόνοι.
- 6. Κοίτασμα Κομνηνών:** Τα βεβαιωμένα αποθέματα είναι 260 εκατ. τόνοι λιγνίτη, από τα οποία μπορούν να εξορυχτούν 150 εκατ. τόνοι.
- 7. Κοιτάσματα Κοζάνης-Σερβίων:** Υπάρχουν 510 εκατ. τόνοι βεβαιωμένα αποθέματα λιγνίτη. Τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα κυμαίνονται από 180 εκατ. τόνους έως 290 εκατ. τόνους, ανάλογα με

τις υφιστάμενες τεχνικοοικονομικές συνθήκες.

8. Κοίτασμα Ελασσόνας: Μέχρι σήμερα έχουν βεβαιωθεί αποθέματα 160 εκατ. τόνων λιγνίτη, από τους οποίους εκμεταλλεύσιμοι είναι 140 εκατ. τόνοι.

9. Κοίτασμα Δράμας: Έχει 1.550 εκατ. τόνους βεβαιωμένα αποθέματα τύρφης. Με τις σημερινές τεχνικοοικονομικές συνθήκες τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα ανέρχονται σε 960 εκατ. τόνους.

Σχεδόν όλος ο Ελληνικός λιγνίτης καταναλώνεται εγχώρια από τη Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού Α.Ε. (Δ.Ε.Η. Α.Ε.), για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς το 2009 ανήλθε σε 12.800 MW. Η συνολική παραγωγή λιγνίτη το 2011 ήταν 58,5 εκατ. τόνοι [8]. Την περίοδο Νοεμβρίου 2011-Οκτωβρίου 2012 οι ανάγκες της Ελλάδος σε ηλεκτρική ενέργεια καλύφθηκαν κατά 48% από λιγνίτη, 24% από φυσικό αέριο, 10% ΑΠΕ, 8% πετρέλαιο, 6% υδατοπτώσεις και 4% διασυνδέσεις (Σχ. 2). Με το χρονοδιάγραμμα του μεσοπρόθεσμου δημοσιονομικού πλαισίου για έξοδο της Ελλάδος από την κρίση της Ευρωζώνης, το 2014 το Ελληνικό Δημόσιο, από το σύνολο του 51% των μετοχών της ΔΕΗ Α.Ε. που κατέχει, θα διαθέσει για πώληση το 17%.



Σχ. 2. Ποσοστιαία συμμετοχή πρώτων υλών στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας της Ελλάδος (περίοδος Νοέμ.2011-Οκτ.2012). Συνολική εγκατεστημένη ισχύς 12.800 MW (2009).

Τα ενδεικτικά αποθέματα γαιανθράκων ανέρχονται σε 6,7 δισεκ. τόνους και η ακαθάριστη αξία τους σε 268 δισεκ. €. Από αυτά τα αποθέματα, με τις σημερινές οικονομοτεχνικές συνθήκες εξόρυξης, άμεσα εκμεταλλεύσιμα θεωρούνται τα 4,5 δισεκ. τόνοι. Με ετήσια παραγωγή 50 εκατ. τόνους και ετήσια αύξηση της ζήτησης σε ηλεκτρική ενέργεια κατά 3%, αυτά τα αποθέματα επαρκούν περίπου μέχρι το 2080.

Ουράνιο

Στην Ελλάδα το δικαίωμα έρευνας και εκμετάλλευσης ουρανιούχων κοιτασμάτων ανήκει στο Κράτος, το ενδιαφέρον του οποίου σήμερα εντοπίζεται στη Βάθη Κιλκίς, Βροντού Σερρών, Λουτρά Ελευθερών Καβάλας, Παρανέστι Δράμας, Κοτύλη Ξάνθης και Κίρκη Έβρου. Εμφανίσεις ραδιενεργών ορυκτών υπάρχουν στις κοίτες παραποτάμων του Κρουσοβίτη (κοντά στο Σιδηρόκαστρο) και στο γρανίτη του Φανού Κιλκίς [6, 339]. Συγκεντρώσεις ουρανίου έχουν εντοπιστεί τόσο στους Τριτογενείς ανθρακομιγείς σχηματισμούς του καλύμματος της Ροδόπης όσο και στους φωσφορούχους ορίζοντες του Κατώτερου Ιουρασικού της Ιονίου Ζώνης [340]. Επίσης, στην παράκτια περιοχή Νέας Περάμου-Λουτρών Ελευθερών Καβάλας καταγράφηκαν πολύ υψηλές

επιφανειακές περιεκτικότητες ουρανίου με μέση τιμή 22 ppm και μέγιστη 92 ppm, μέσα στον αλανίτη που είναι εμπλουτισμένος σε UO_2 και σπάνιες γαίες [341].

Η μεταλλοφορία του ουρανίου στο Παρανέστι βρίσκεται στο κέντρο της κρυσταλλοσχιστώδους μάζας της Ροδόπης [342, 343]. Μέχρι σήμερα έχουν εντοπιστεί 22 θέσεις ουρανιούχου μεταλλεύματος στους γρανίτες της Σκαλωτής και του Παρανεστίου [344]. Στη Σπηλιά Παρανεστίου βρίσκεται το πλουσιότερο μέταλλευμα (1,5% σε μεταλλικό ουράνιο). Τα ουρανιούχα ορυκτά που εντοπίστηκαν είναι: πισσουρανίτης, ρεναρδίτης, οτουνίτης, μετα-οτουνίτης (φωσφορικά άλατα εξασθενούς ουρανίου) και κοφινίτης (πυριτικό άλας τετρασθενούς ουρανίου). Επίσης, εντοπίστηκαν 7 από τις 14 σπάνιες γαίες και το ύτριο.

Τα ενδεικτικά αποθέματα ουρανίου (U_3O_8) είναι 1.800 τόνοι [345] και η ακαθάριστη αξία τους 150 εκατ. €.

Πετρέλαιο

Μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα που να τεκμηριώνουν την παρουσία βέβαιων κοιτασμάτων πετρελαίου στην Ελλάδα, εκτός εκείνου της Θάσου. Με γεωλογικά όμως κριτήρια μπορούμε να δεχθούμε την πιθανή παρουσία κοιτασμάτων πετρελαίου (αλλά και φυσικού αερίου), αυτό ενισχύεται με το γεγονός ότι όλες οι όμορες χώρες της Ελλάδος στην Ανατολική Μεσόγειο εκμεταλλεύονται τέτοια κοιτάσματα εδώ και δεκαετίες. Τελευταία επιβεβαίωση αυτής της υπόθεσης αποτελεί η συμφωνία από το 2010 για την οριοθέτηση της Αποκλειστικής Οικονομικής Ζώνης (ΑΟΖ) μεταξύ Ισραήλ και Κύπρου.

Σήμερα, εξορύσσεται μόνο το πετρέλαιο της Θάσου. Η ημερήσια παραγωγή του έφτασε τα 26.000 βαρέλια το 1987, όμως τελευταία έχει περιοριστεί στα 3.500 βαρέλια. Η εταιρία ΚΑΒΑΛΑ OIL A.E., θυγατρική της Ενεργειακής Αιγαίου A.E., είναι η συνέχεια της Εταιρίας Πετρελαίων Βορείου Αιγαίου, η οποία ξεκίνησε την έρευνα πετρελαίου στον Κόλπο της Καβάλας στο τέλος της δεκαετίας του 1960 και την παραγωγή του στις αρχές της δεκαετίας του 1980.

Ενθαρρυντικές ενδείξεις για ύπαρξη πετρελαίου υπάρχουν στο Κατάκολο Ηλείας, στην τεραστίων διαστάσεων λεκάνη του Ιονίου, καθώς και στις δύο λεκάνες ΝΔ (Λεκάνη της Σύρτης) και ΝΑ (Λεκάνη του Ηροδότου) της Κρήτης. Επίσης, σε όλα τα Ιόνια νησιά (Ζάκυνθος, Κεφαλονιά, Λευκάδα, Παξοί, Κέρκυρα, Διαπόντιοι Νήσοι), στο Δελβινάκι Ιωαννίνων, Φιλιάτες Θεσπρωτίας, Άρτα, Πρέβεζα, Αστακό, Αιτωλικό, Φιλιατρά Μεσσηνίας, λεκάνη των Γρεβενών, Θερμαϊκό Κόλπο, Σιθωνία, Μπάμπουρα Θάσου, στο Σταυρό και Μαρώνεια Ροδόπης, Ταύρη Έβρου, στη νησίδα Ζουράφα ανατολικά της Σαμοθράκης, στη Λήμνο, Λέσβο, Ικαρία, Σκόπελο, ΝΑ Κυκλάδες και στη λεκάνη της Ρόδου [346-357]. Η ύπαρξη υδρογονανθράκων στην υπεράκτια νότια Κρήτη πρέπει να διερευνηθεί με τη χρήση δισδιάστατων (2D) ή καλύτερα τρισδιάστατων (3D) γεωφυσικών απεικονίσεων υψηλής ευκρίνειας για να προσδιοριστούν το βάθος και τα πεδία των υδρογονανθράκων [352].

Με αφορμή την ανεύρεση το 1973-1974 κοιτασμάτων πετρελαίου και αερίου στη θαλάσσια περιοχή της Θάσου (θέση Πρίνος), ιδρύθηκε το 1975 η Δημόσια Επιχείρηση Πετρελαίου A.E. (ΔΕΠ A.E.), για την έρευνα και εξόρυξη πετρελαίου στην Ελλάδα. Το 1998 η ΔΕΠ A.E. μετονομάστηκε σε Ελληνικά Πετρέλαια A.E. (ΕΛ.ΠΕ. A.E.), συγχωνεύοντας την ΔΕΠ, ΕΛΔΑ και ΕΚΟ (διυλιστήρια/χημικά). Αυτή η εταιρία κατά την περίοδο 1997-2002 συμμετείχε σε κοινοπραξίες με τις εταιρίες Triton Hellas και Enterprise Oil για την αναζήτηση και εκμετάλλευση υδρογονανθράκων σε τέσσερις περιοχές της Δυτικής Ελλάδος (Ιωάννινα, Αιτωλοακαρνανία, ΒΔ Πελοπόννησος και Πατραϊκός Κόλπος). Εκπονήθηκαν γεωλογικές και γεωφυσικές μελέτες και πραγματοποιήθηκαν πέντε γεωτρήσεις σε βάθη από 1.500 m έως 4.000 m. Ακολούθησαν γεωχημικές και πετρογραφικές αναλύσεις πυρήνων των γεωτρήσεων και συντάχθηκαν τελικές εκθέσεις που ακόμη δεν έχουν δημοσιευθεί.

Το 2003 η εταιρία ΠΕΤΡΟΛΑ ΕΛΛΑΣ A.E.B.E. συγχωνεύθηκε στην ΕΛ.ΠΕ. A.E., η οποία απέκτησε το διυλιστήριο Ελευσίνας. Σήμερα, η ΕΛ.ΠΕ. A.E. λειτουργεί τέσσερα διυλιστήρια σε Ασπρόπυργο, Ελευσίνα, Θεσσαλονίκη και Σκόπια και είναι η μεγαλύτερη της Ελλάδος. Το μερίδιό της στην Ελληνική αγορά είναι 76%, ενώ παράλληλα λειτουργεί και 1.175 πρατήρια καυσίμων. Η

εταιρία συμμετέχει με ποσοστό 35% στο μετοχικό κεφάλαιο της ΔΕΠΑ Α.Ε. Το 2009 η ΕΛ.ΠΕ. Α.Ε. εξαγόρασε τις εμπορικές δραστηριότητες της BP στην Ελλάδα που περιλάμβαναν τα 1.200 πρατήρια καυσίμων και τις αποθηκευτικές εγκαταστάσεις.

Σήμερα, η μετοχική σύνθεση της ΕΛ.ΠΕ. Α.Ε. είναι: 35,5% Ελληνικό Δημόσιο, 41,2% Pan-European Oil & Industrial Holdings SA (Σ. Λάτσης) και 23,3% άλλοι επενδυτές. Με το χρονοδιάγραμμα του μεσοπρόθεσμου δημοσιονομικού πλαισίου για έξοδο της Ελλάδος από την κρίση της Ευρωζώνης, το 2013 το Ελληνικό Δημόσιο θα διαθέσει για πώληση το σύνολο των μετοχών (35,5%) που κατέχει.

Η Ελληνική Διαχειριστική Εταιρία Υδρογονανθράκων Α.Ε. (Ε.Δ.Ε.Υ. Α.Ε.) που δημιουργήθηκε το 2011 από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ), στην οποία ανήκει η ΕΛ.ΠΕ. Α.Ε., διαχειρίζεται τα αποκλειστικά δικαιώματα του Δημοσίου σε θέματα αναζήτησης, έρευνας και εκμετάλλευσης κοιτασμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου και προετοιμάζει και πραγματοποιεί τους διαγωνισμούς για τις ενδιαφερόμενες πετρελαϊκές εταιρίες.

Το καλοκαίρι του 2013 η επιτροπή αξιολόγησης του ΥΠΕΚΑ θα επιλέξει τις ανάδοχες εταιρίες έρευνας και εκμετάλλευσης στις θαλάσσιες περιοχές «Δυτικός Πατραϊκός Κόλπος» και «Κατάκολο», καθώς και στη χερσαία περιοχή «Ιωάννινα». Στις τρεις περιοχές τα εκτιμώμενα αποθέματα είναι περίπου 250 εκατ. βαρέλια. Το 2014 αναμένεται η τοποθέτηση της πρώτης εξέδρας γεώτρησης.

Τον Οκτώβριο του 2012 ξεκίνησαν, μετά από διεθνή διαγωνισμό για την απόκτηση σεισμικών δεδομένων, γεωφυσικές διασκοπήσεις από τη Νορβηγική εταιρία PGS στο Ιόνιο και νότια της Κρήτης. Για την αξιοποίηση όμως των πιθανών κοιτασμάτων απαιτούνται συμφωνίες με τις όμορες χώρες για την οριοθέτηση των Αποκλειστικών Οικονομικών Ζωνών (ΑΟΖ). Τέτοια συμφωνία έχει υπογραφεί με την Ιταλία το 1977.

Η συμφωνία μεταξύ Ελλάδος, Ρωσίας, Βουλγαρίας για την κατασκευή του πετρελαιοαγωγού Μπουργκάς-Αλεξανδρούπολης, που υπογράφηκε το 2005, δεν έχει υλοποιηθεί μέχρι σήμερα.

Από το 2008 η αμερικάνικη εταιρία Hamilton Oil πραγματοποιεί θαλάσσιες έρευνες στην ΑΟΖ της Αλβανίας, βόρεια της Κέρκυρας.

Σήμερα, η ετήσια κατανάλωση πετρελαίου στην Ελλάδα είναι 120 εκατ. βαρέλια. Συγκρατημένες προβλέψεις ειδικών επιστημόνων κάνουν λόγο για ύπαρξη αποθεμάτων 1,2 δισεκ. βαρελιών πετρελαίου, ικανών να καλύψουν το 30% των ενεργειακών αναγκών της Ελλάδος για τα επόμενα 30 χρόνια. Επίσης, το Συμβούλιο Εθνικής Ενεργειακής Στρατηγικής (ΣΕΕΣ), το οποίο αποτελεί θεσμοθετημένο σύμβουλο της πολιτείας για ενεργειακά θέματα, βεβαιώνει πως υπάρχουν ενδείξεις για πετρέλαιο στο ελληνικό υπέδαφος, αρκετού να καλύψει το 50% της ζήτησης στην Ελλάδα, με ημερήσια παραγωγή 200 χιλ. βαρελιών. Σύμφωνα όμως με δημοσιευμένες εκθέσεις-μελέτες της Γεωλογικής Επισκόπησης των ΗΠΑ (USGS), της Εταιρίας Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού Ωκεάνιων Γεωτρήσεων (IODP) των ΗΠΑ, του Ινστιτούτου Γεωφυσικών Ερευνών της Γαλλίας (FIGR) και της Νορβηγικής εταιρίας σεισμικών ερευνών TGS-Nor, οι οποίες έχουν πραγματοποιήσει τα τελευταία 50 χρόνια πολυάριθμες έρευνες και αρκετές γεωτρήσεις στα διεθνή ύδατα της Ανατολικής Μεσογείου (επομένως και μέσα στις Ελληνικές ΑΟΖ), τα αποθέματα πετρελαίου μπορεί να είναι ορισμένες δεκάδες δισεκατομμύρια βαρέλια. Αυτή η εκδοχή γίνεται αποδεκτή από μεγάλη μερίδα άλλων ειδικών Ελλήνων επιστημόνων (Ζεληλίδης Α., Κονοφάγος Η., Νικολάου Κ., Παπαγεωργίου Β., Φώσκολος Α., προσωπική επικοινωνία).

Κατά την εκτίμησή μας τα ενδεικτικά αποθέματα πετρελαίου στην Ελλάδα είναι 10 δισεκ. βαρέλια και η ακαθάριστη αξία τους 685 δισεκ. €.

Φυσικό αέριο

Πρόδρομος του φυσικού αερίου στην Ελλάδα ήταν το φωταέριο. Το διέθεσε στην αγορά, για πρώτη φορά το 1857 η Γαλλική Εταιρία Φωταερίου, η οποία το 1939 το παραχώρησε στο Δήμο Αθηναίων, οπότε δημιουργήθηκε η Δημοτική Επιχείρηση Φωταερίου (ΔΕΦΑ). Το 1988 ιδρύθηκε η Δημόσια Επιχείρηση Αερίου Α.Ε. (ΔΕΠΑ Α.Ε.) η οποία το 1997 ενσωμάτωσε στο δυναμικό της και το δίκτυο της ΔΕΦΑ. Το 2005 δημιουργήθηκε η θυγατρική της ΔΕΠΑ Α.Ε., Διαχειριστής

Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου Α.Ε. (ΔΕΣΦΑ Α.Ε.), η οποία ανέλαβε πλήρως τον έλεγχο στη διαχείριση, εκμετάλλευση και ανάπτυξη του φυσικού αερίου.

Σήμερα, η μετοχική σύνθεση της ΔΕΠΑ Α.Ε. είναι: 65% Ελληνικό Δημόσιο και 35% ΕΛ.ΠΕ. Α.Ε. Με το χρονοδιάγραμμα του μεσοπρόθεσμου δημοσιονομικού πλαισίου για έξοδο της Ελλάδος από την κρίση της Ευρωζώνης, το 2013 το Ελληνικό Δημόσιο θα διαθέσει για πώληση το 55% από το 65% των μετοχών της ΔΕΠΑ, καθώς και το 31% από το 65% των μετοχών της ΔΕΣΦΑ που κατέχει αντίστοιχα. Επιπλέον, το 2014 θα διαθέσει για πώληση το 100% των μετοχών του υποθαλάσσιου ταμειυτήρα φυσικού αερίου «Ν. Καβάλα».

Το υπάρχον δίκτυο μεταφοράς φυσικού αερίου στην Ελλάδα αποτελείται από τα εξής βασικά τμήματα:

- ▶ Κεντρικός αγωγός μεταφοράς αερίου υψηλής πίεσης (70 bar), από τα ελληνοβουλγαρικά σύνορα μέχρι την Αττική, συνολικού μήκους 512 km.
- ▶ Κλάδοι μεταφοράς υψηλής πίεσης προς την ανατολική Μακεδονία και Θράκη, Θεσσαλονίκη, Βόλο και Αττική, συνολικού μήκους 440 km.
- ▶ Μετρητικοί και ρυθμιστικοί σταθμοί για μέτρηση της παροχής αερίου και ρύθμιση της πίεσης (Συνοριακός Σταθμός Προμαχώνα).
- ▶ Σύστημα τηλεχειρισμού, ελέγχου λειτουργίας και τηλεπικοινωνιών.
- ▶ Κέντρα λειτουργίας και συντήρησης στην Αττική, Θεσσαλία, Θεσσαλονίκη και Ξάνθη.

Η μονάδα Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου (Υ.Φ.Α.) στη νήσο Ρεβυθούσα, στον κόλπο των Μεγάρων Αττικής, αποσκοπεί στην κάλυψη των αιχμών ζήτησης φυσικού αερίου και στην αύξηση της αξιοπιστίας του συστήματος. Περιλαμβάνει δύο δεξαμενές υγροποιημένου φυσικού αερίου, συνολικής χωρητικότητας 130 δισεκ. m³, εγκαταστάσεις ελλιμενισμού δεξαμενόπλοιων, κρουγενικές εγκαταστάσεις και αεριοποιητές για την επαναεριοποίηση του υγροποιημένου αερίου. Για την τροφοδοσία του ηπειρωτικού δικτύου διανομής έχει κατασκευαστεί δίδυμος αγωγός που συνδέει τη Ρεβυθούσα με την ακτή της Αγίας Τριάδος, όπου επίσης έχει κατασκευαστεί τερματικός σταθμός [7].

Η χρήση του φυσικού αερίου έχει πολύ θετικές επιδράσεις στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδος, αφού συμβάλλει σημαντικά στη μείωση χρήσης του εισαγόμενου πετρελαίου, αλλά και του εγχώριου λιγνίτη. Την περίοδο Νοεμβρίου 2011-Οκτωβρίου 2012 το φυσικό αέριο συμμετείχε περίπου κατά 24% στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας.

Για τις μελλοντικές ανάγκες της Ελλάδος βρίσκονται σε εξέλιξη τα παρακάτω έργα:

- Αγωγός Τουρκίας-Ελλάδος-Ιταλίας (ITGI): Μέχρι σήμερα έχει πραγματοποιηθεί η διασύνδεση του δικτύου φυσικού αερίου μεταξύ Ελλάδος και Τουρκίας (2006) και προχωρούν τα έργα της αντίστοιχης διασύνδεσης με την Ιταλία με υποθαλάσσιο αγωγό.
- Αγωγός Βουλγαρίας-Ελλάδος (IGB): Προβλέπεται να λειτουργήσει το 2014.
- Trans Adriatic Pipeline (TAP): Θα συνδέει την Ελλάδα με την Ιταλία μέσω της Αλβανίας και της Αδριατικής Θάλασσας. Προβλέπεται να λειτουργήσει το 2017.
- Αγωγός South Stream: Συγχρηματοδοτείται από τη ρωσική Gazprom, την ιταλική ENI, τη γαλλική EdF και τη γερμανική Wintershall. Θα περάσει από τη Μαύρη Θάλασσα και μέσω της Βουλγαρίας θα διακλαδωθεί σε δύο, ένας κλάδος με κατεύθυνση βορειοδυτική προς Αυστρία και Κεντρική Ευρώπη και ένας προς Ελλάδα και Ιταλία. Η κατασκευή του έργου ξεκίνησε από την Ανάπα της Ρωσίας το Δεκέμβριο του 2012.

Ένα Ανεξάρτητο Σύστημα Μεταφοράς Αερίου (ΑΣΜΑ) της εταιρίας Gastrade (όμιλος Κοπελούζου), θα ξεκινήσει να κατασκευάζεται μέσα στο 2013, υλοποιώντας επένδυση 297 εκατ. €, με πρόβλεψη να ολοκληρωθεί το 2017. Το ΑΣΜΑ αφορά έναν υπεράκτιο σταθμό προσωρινής αποθήκευσης και επαναεριοποίησης Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου, 22 km ΝΔ του λιμένα της Αλεξανδρούπολης και σε απόσταση 10 km από την ακτή, καθώς και τον αγωγό σύνδεσης αυτού με το εθνικό σύστημα αερίου.

Διεπιστημονική μελέτη του Ινστιτούτου Ενέργειας Νοτιοανατολικής Ευρώπης (I.E.N.E.) αναφέρει πως μέχρι το 2020 θα επενδυθούν περισσότερα από 240 δισεκ. € στον τομέα της ενέργειας στις χώρες της ΝΑ Ευρώπης. Το μεγαλύτερο ποσοστό θα διατεθεί σε επενδύσεις στις

ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), τομέας στον οποίο η Ελλάδα παρουσιάζει ιδιαίτερα πλεονεκτήματα. Σήμερα η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ είναι μόνο 10%.

Σήμερα, η Ελλάδα εξορύσσει μόνο το φυσικό αέριο της Θάσου, το οποίο έχει σχεδόν εξαντληθεί. Έχουν όμως εντοπιστεί μεγάλα αποθέματα στο Ιόνιο Πέλαγος, καθώς και στις δύο λεκάνες ΝΔ (Λεκάνη της Σύρτης) και ΝΑ (Λεκάνη του Ηροδότου) της Κρήτης. Άλλα μικρότερα κοιτάσματα έχουν εντοπιστεί στο Μπάμπουρα Θάσου και στην Επανομή Θεσσαλονίκης [346-357].

Κατά τους Bruneton et al. (2011) [356] τα πιθανά αποθέματα φυσικού αερίου που βρίσκονται στο τμήμα της λεκάνης του Ηροδότου που ανήκει στην Ελληνική ΑΟΖ είναι 1-3 τρισεκ. m³. Κατά τους ίδιους συγγραφείς τα αποθέματα φυσικού αερίου γύρω από τα λασποηφαίστεια στα δυτικά και νότια της Κρήτης είναι 1,5 τρισεκ. m³. Ο Διευθυντής Ενέργειας της Κύπρου Σ. Κασίνης εκτιμά ότι το 70% των παγκόσμιων αποθεμάτων αερίου υπάρχουν στην τεράστια λεκάνη της Μεσογείου και στις περιβάλλουσες χώρες (προσωπική επικοινωνία). Τουλάχιστο το 5% αυτών ανήκει στην Ελλάδα.

Το 2010 η αμερικάνικη εταιρία Noble Energy ανακάλυψε στην ΑΟΖ του Ισραήλ (Λεκάνες Λεβιάθαν, Ταμάρ και Νταλίτ) τεράστια αποθέματα αερίου (περίπου 0,8 τρισεκ. m³ συνολικά). Το Δεκέμβριο του 2011 η ίδια εταιρία ανακάλυψε στην ΑΟΖ της Κύπρου ένα άλλο μεγάλο απόθεμα αερίου περίπου 0,2 τρισεκ. m³.

Σύμφωνα με δημοσιευμένες εκθέσεις-μελέτες της Γεωλογικής Επισκόπησης των ΗΠΑ (USGS), της Εταιρίας Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού Ωκεάνιων Γεωτρήσεων (IODP) των ΗΠΑ, του Ινστιτούτου Γεωφυσικών Ερευνών της Γαλλίας (FIGR) και της Νορβηγικής εταιρίας σεισμικών ερευνών TGS-Nor, που έχουν πραγματοποιήσει τα τελευταία 50 χρόνια πολυάριθμες έρευνες και αρκετές γεωτρήσεις στα διεθνή ύδατα της Ανατολικής Μεσογείου (επομένως και μέσα στις Ελληνικές ΑΟΖ), τα αποθέματα φυσικού αερίου μπορεί να είναι της τάξης δεκάδων τρισεκ. m³. Αυτή η εκδοχή γίνεται αποδεκτή και από μεγάλη μερίδα άλλων ειδικών Ελλήνων επιστημόνων (Ζεληλίδης Α., Κονοφάγος Η., Νικολάου Κ., Παπαγεωργίου Β., Φώσκολος Α., προσωπική επικοινωνία).

Υδρίτες μεθανίου έχουν εντοπιστεί στην Ανατολική Μεσόγειο, στα υποθαλάσσια υβώματα του Αναξίμανδρου ανατολικά της Ρόδου. Η περιοχή διαθέτει περίπου 250 εκατ. m³ υδριτών οι οποίοι περιέχουν μεθάνιο 96,5% και αιθάνιο 3% [355, 357]. Κατά τους Foscolos et al. (2012) [352] στον πυθμένα της υπεράκτιας νότιας Κρήτης έχουν συσσωρευθεί 30 τρισεκ. m³ στερεοποιημένου μεθανίου από τη συνεχή έκλυση λασποηφαιστείων. Η εκμετάλλευση των υδριτών με τη σημερινή τεχνολογία είναι ασύμφορη οικονομικά.

Κατά την εκτίμησή μας τα ενδεικτικά αποθέματα φυσικού αερίου στην Ελλάδα είναι 3,5 τρισεκ. m³ και η ακαθάριστη αξία τους 409 δισεκ. €.

III. ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ (Πίν. 5)

Άργυρος (Ag)

Ενώ τα αργυρούχα ορυκτά αντιπροσωπεύονται με μια σχετικά μεγάλη ποικιλία και συχνότητα σε διάφορους τύπους μεταλλοφορίας, αυτοφυής άργυρος εντοπίστηκε μόνον στην Αγριλέζα Λαυρίου, Ασημότρυπες Παγγαίου και Πάνορμο Τήνου. Ο Ag-ούχος γαληνίτης του Λαυρίου αποτέλεσε κατά την αρχαιότητα την πηγή της οικονομικής άνθισης του Αθηναϊκού Κράτους. Επίσης, άργυρος έχει εντοπιστεί στη Χαλκιδική (Ολυμπιάς, Στρατώνι), Έβρο (Πέραμα, Κίρκη), Θάσο, Σκρα Κιλκίς, κ.α. [7, 11, 358-361]. Στο Σκρα Κιλκίς τα πιθανά αποθέματα των βασικών και πολύτιμων μετάλλων περιλαμβάνουν: 4,7 εκατ. τόνους σουλφιδίων με 7,7% Zn+Pb, που περιέχουν 172.000 τόνους Zn, 113.000 τόνους Pb και 80 τόνους Ag. Τα ενδεικτικά αποθέματα αυτών των σουλφιδίων είναι 12 εκατ. τόνοι με τις ίδιες συγκεντρώσεις μετάλλων [11].

Το 2011 μία Καναδική εταιρία κέρδισε το δικαίωμα εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων αργύρου της Χαλκιδικής με χρυσό και άλλα βασικά μέταλλα. Η διάρκεια λειτουργίας των μεταλλείων, οι τύποι των κοιτασμάτων, τα αποθέματα και οι συγκεντρώσεις των μετάλλων παρουσιάζονται στον πίνακα 6 με χρήση δεδομένων που διέθεσε η εταιρία τον Οκτώβριο του 2012. Η πρώτη παραγωγή αργύρου αναμένεται στην Ελλάδα το 2015 [361].

Τα πιθανά και ενδεικτικά αποθέματα αργύρου από τη Χαλκιδική και Έβρο είναι περίπου 131,6 εκατ. ουγκιές (4.093 τόνοι) (Πίν. 6) και η ακαθάριστη αξία τους 3,454 δισεκ. €.

Μαγγάνιο (Mn)

Η Μάζα της Δυτικής Ροδόπης στη ΒΑ Ελλάδα περιέχει ένα σημαντικό αριθμό αποθέσεων οξειδίων του Mn τύπου «μπαταρίας». Αυτές αναπτύσσονται καλύτερα στις περιοχές Δράμας (Νευροκόπι, Γρανίτης, Περιθώριο κ.α.) και Χαλκιδικής (Βαρβάρα, Στρατονίκη κ.α.). Η παραγένεση των ορυκτών σχηματίστηκε με αποσάθρωση υδροθερμικών φλεβών οι οποίες γενετικά σχετίζονται με το μαγματισμό του Ολιγόκαινου. Το οικονομικά σημαντικό κοιτάσμα Γρανίτη Δράμας έχει μέγιστο πάχος 40 m, μήκος 70-90 m και περιεχόμενο σε Mn 22-29% [362]. Εμφανίσεις αποθέσεων μαγγανίου υπάρχουν επίσης στη Θάσο, Σέρρες, Πετρωτό Κοζάνης, Όρος Όθρυς, Όρος Πίνδος, Ζάρκο Τρικάλων, Σέσκουλο Μαγνησίας, Ερέτρια Εύβοιας, Αργολίδα, κ.α. [7, 363-366].

Υποθαλάσσιες αποθέσεις μαγγανίου με μορφή κονδύλων έχουν αναφερθεί στην Ελλάδα [367-369]. Κόνδυλοι μαγγανίου, σφαιροειδείς ή στηλοειδείς στο σχήμα, μέχρι 7 cm, έχουν βρεθεί σε πελαγικούς ασβεστόλιθους στον Πάνορμο Φωκίδας. Αυτοί οι κόνδυλοι χαρακτηρίζονται από υψηλό λόγο Mn/Fe και χαμηλές συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων (π.χ. Ni, Co, Pb, Zn κ.ά.) [367].

Η μοναδική Ελληνική μεταλλευτική εταιρία φυσικού μαγγανίου εκμεταλλεύτηκε το κοιτάσμα στο Γρανίτη Δράμας μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1990. Το παραγόμενο υλικό ήταν σε δύο βαθμούς, Scalma 74 (ελάχιστο 72% MnO₂) και Scalma 72 (ελάχιστο 70% MnO₂). Και οι δύο βαθμοί διατέθηκαν κυρίως για ξηρές ηλεκτρικές μπαταρίες. Εκτός της φυσικής παραγωγής μία Ιαπωνική εταιρία παράγει 12.000 τόνους/χρόνο ηλεκτρολυτικού MnO₂ από το εργοστάσιό της στη Θεσσαλονίκη για χρήση σε μπαταρίες [370]. Η εκμετάλλευση μαγγανιούχων κοιτασμάτων στην Ελλάδα διακόπηκε στα μέσα της δεκαετίας του '90, αν και είναι η μοναδική χώρα στην ΕΕ που διαθέτει φυσικά αποθέματα αυτού του μετάλλου.

Τα ενδεικτικά αποθέματα μαγγανίου είναι περίπου 2,25 εκατ. τόνοι [371] και η ακαθάριστη αξία τους 5,22 δισεκ. €.

Πίν. 5. Αποθέματα (πιθανά+ενδεικτικά) και ακαθάριστη αξία μεταλλικών ορυκτών πόρων Ελλάδος.

Ορυκτός πόρος	Αποθέματα (χιλ. τόνοι)	¹ Τιμή (€/τόνος)	Αξία (εκατ. €)
Αλουμίνιο (Al)	2.500	1.616	4.040
Μόλυβδος+Ψευδάργυρος (Pb+Zn)	3.125	1.659	5.184
Νικέλιο (Ni)	1.392	14.343	19.965
² Αργυρος (Ag)	131,60 ⁴	26,25/ουγκιά	3.454
² Χαλκός (Cu)	1.943	6.398	12.431
² Χρυσός (Au)	19,37 ⁴	1.371/ουγκιά	26.556
³ Μαγγάνιο (Mn)	2.250	2.320	5.220
³ Χρώμιο (Cr)	1.200	2.127	2.552
		Σύνολο	79.402

¹όπως εξορύσσεται (www.infomine.com) [372].

²αναμενόμενη εκμετάλλευση το 2015.

³καλή προοπτική εκμετάλλευσης.

⁴εκατομμύρια ουγκιές, 1 ουγκιά troy = 31,1 g, 1€= 1,293\$ (9 Οκτ.2012).

Σουλφίδια βασικών μετάλλων (Pb+Zn)

Κοιτάσματα σουλφιδίων βασικών μετάλλων (συνήθως με χαλκοπυρίτη και ίχνη Ag, Au, Sb, As, Cd, Ga, Ge και Se) υπάρχουν στο Λαύριο Αττικής, Χαλκιδική (Ολυμπιάδα και Στρατώνι) και Έβρο (Κίρκη και Αισύμη) τα οποία εκμεταλλεύθηκαν στο παρελθόν. Η φιλοξενούμενη σε ανθρακικά απόθεση Pb-Ag-Zn του Λαυρίου έχει υποστεί υπεργενή οξειδωση με αποτέλεσμα τη δημιουργία γκοσάνς. Η υπεργενής διάλυση και η καταβύθιση Fe και Zn στα ανθρακικά που τα φιλοξενούν,

διαχώρισε αυτά τα μέταλλα από τον Pb, σχηματίζοντας οικονομικά σημαντικά κοιτάσματα. Τα κοιτάσματα σουλφιδίων Pb-Zn(Au,Ag) της Χαλκιδικής αναπτύσσονται σε ανθρακικά πετρώματα και δομικά είναι συγκρατημένα. Το κοιτάσμα της Ολυμπιάδος είναι γενικά στρωματέγκλειστα ή τεκτονισμένα και κατά θέσεις στρωματόμορφα. Τα κύρια ορυκτά συστατικά είναι σιδηροπυρίτης, γαληνίτης, σφαλερίτης και αρσενοπυρίτης με το χαλαζία, ασβεσίτη και ροδοχρωσίτη ως στείρα ορυκτά [359, 360, 373-375]. Στο Σκρα Κιλκίς τα πιθανά αποθέματα βασικών και πολύτιμων μετάλλων περιλαμβάνουν: 4,7 εκατ. τόνους σουλφιδίων με 7,7% Zn+Pb, που περιέχουν 172.000 τόνους Zn, 113.000 τόνους Pb και 80 τόνους Ag. Τα ενδεικτικά αποθέματα αυτών των σουλφιδίων είναι 12 εκατ. τόνοι με τις παραπάνω αναφερόμενες συγκεντρώσεις μετάλλων. Επιπλέον, στην ίδια μεταλλευτική περιοχή έχει εντοπιστεί μολυβδαίνιο του οποίου τα ενδεικτικά αποθέματα έχουν ακαθάριστη αξία 0,2 δισεκ. €. [11]. Εμφανίσεις σουλφιδίων βασικών μετάλλων, αν και είναι οικονομικά ασήμαντες, υπάρχουν στην Εύβοια, Αλμωπία, Σέρρες, Παλιά Καβάλα, Ξάνθη, Ροδόπη, στα νησιά του Βόρειου και Ανατολικού Αιγαίου και στα περισσότερα νησιά των Κυκλάδων [7, 376-383].

Το τέλος του 19^{ου} αιώνα βρήκε τα μεταλλεία Κασσάνδρας στη ΒΑ Χαλκιδική να εκμεταλλεύονται πρωταρχικά κοιτάσματα μαγγανίου και στη συνέχεια σουλφίδια βασικών μετάλλων. Την περίοδο 1974-1975 εξορύχτηκαν και μικρές ποσότητες χαλκοπυρίτη. Σημαντικοί σταθμοί στην ιστορία των μεταλλείων υπήρξαν οι κατασκευές των εργοστασίων εμπλουτισμού στο Στρατόνι και Ολυμπιάδα το 1952 και 1969, αντίστοιχα. Η δραστηριότητα των μεταλλείων περιλάμβανε την εξόρυξη των σουλφιδίων των βασικών μετάλλων από τα κοιτάσματα του Στρατωνίου, Μαύρων Πετρών, Μαντέμ Λάκκο και Ολυμπιάδος. Στο Στρατόνι η εκμετάλλευση άρχισε το 1940 και στην Ολυμπιάδα το 1945. Τα εξορυσσόμενα κοιτάσματα κατεργάζονταν τοπικά στα εργοστάσια εμπλουτισμού, όπου μετά από θραύση και λειοτρίβηση, εφαρμόζονταν επίπλευση για την παραγωγή συμπυκνωμάτων γαληνίτη, σφαλερίτη και χρυσοφόρου σιδηροπυρίτη [384-387]. Τα πρώτα δύο συμπυκνώματα εξάγονται, ενώ το τρίτο παραμένει στοιβαγμένο στις αυλές των μονάδων κατεργασίας. Το 2011 η συνολική παραγωγή συμπυκνωμάτων γαληνίτη και σφαλερίτη ήταν 222.000 τόνοι [8].

Το 1992 τα μεταλλεία μπήκαν σε καθεστώς ειδικής εκκαθάρισης. Επικράτησε αβεβαιότητα για τη λειτουργία και το μέλλον των μεταλλείων. Η λειτουργία τους μέχρι το τέλος του 2004 στηρίχθηκε στα έσοδα από τις πωλήσεις αποθηκευμένων προϊόντων και στη χρηματοδότηση από την Εθνική Τράπεζα με την εγγύηση του Δημοσίου. Τότε έγινε η εξαγορά της αρχικής εταιρίας από μία άλλη. Από το τέλος του 2011 μία Καναδική εταιρία και μία Ευρωπαϊκή κατέχουν το 78% και 22%, αντίστοιχα, των μετοχών της προηγούμενης. Η διάρκεια λειτουργίας των μεταλλείων, οι τύποι των κοιτασμάτων, τα αποθέματα και οι συγκεντρώσεις των μετάλλων παρουσιάζονται στον πίνακα 6 με χρήση δεδομένων που διέθεσε η εταιρία τον Οκτώβριο του 2012 [361]. Σήμερα, τα μεταλλεία Χαλκιδικής είναι τα μοναδικά που εκμεταλλεύονται κοιτάσματα σουλφιδίων βασικών μετάλλων στην Ελλάδα.

Τα πιθανά και ενδεικτικά αποθέματα μολύβδου και ψευδαργύρου από τη Χαλκιδική είναι περίπου 3,125 εκατ. τόνοι (Πίν. 6) και η ακαθάριστη αξία τους 5,184 δισεκ. €.

Νικέλιο (Ni)

Στην Ελλάδα έχουν εντοπιστεί περισσότερες από 110 εμφανίσεις Fe-Ni-ούχων αποθέσεων οι οποίες προέρχονται από λατεριτική αποσάθρωση οφιολίθων και περιέχουν επιπλέον Cr και Co (Κοζάνη, Πέλλα, Όρος Πάρνηθα, Σκύρος, Μυτιλήνη κ.ά.) [7, 388-390].

Λεπτομερής πετρογραφική και ορυκτολογική έρευνα λατεριτικών φλοιών αποσάθρωσης σε υπερβασικά πετρώματα στα ΝΔ Βαλκάνια έδειξε τυπική ανάπτυξη των ζωνών: υπόβαθρο, σαπρόλιθος, αργιλική ζώνη, συμπαγής γκετίτης και σιδηρομιγής πισσόλιθος. Τα συνδεδεμένα Fe-Ni-ούχα κοιτάσματα αποτελούνται από σιδηρομιγή σφαιροειδή τεμαχίδια, σιλκρίτη, σαπρόλιθο και θραύσματα ορυκτών και θεωρούνται κλαστικά ιζήματα. Υπάρχουν εκτεταμένα λατεριτικά Fe-Ni-ούχα κοιτάσματα. Εκείνα της Αρτάκης Εύβοιας, Αγίου Ιωάννη Βοιωτίας, Λοκρίδας Φθιώτιδας και Καστοριάς (Μεσοποταμίας και Ιεροπηγής) θεωρούνται οικονομικά πολύ σημαντικά [391, 392].

Μία μόνο εταιρία, η ΛΑΡΚΟ Γ.Μ.Μ.Α.Ε., από τις μεγαλύτερες μεταλλουργικές βιομηχανίες της χώρας και από τις μεγαλύτερες του είδους στην Ευρώπη, παραμένει ο μοναδικός παραγωγός νικελίου στην ΕΕ από εγχώρια μεταλλεύματα. Δραστηριοποιείται σε πέντε Περιφερειακές Ενότητες (ΠΕ) της χώρας. Από τα μεταλλεία Εύβοιας, Βοιωτίας και Καστοριάς εξορύχθηκαν το 2011 συνολικά 2,2 εκατ. τόνοι μεταλλεύματος και η παραγωγή σιδηρονικελίου ήταν 18.500 τόνοι [8]. Η συνολική παραγωγή της εταιρίας, η οποία είναι περίπου το 2% της παγκόσμιας παραγωγής, εξήχθη με τη μορφή κράματος σιδηρονικελίου σε Ευρωπαϊκές βιομηχανίες ανοξείδωτου χάλυβα. Η μονάδα μεταλλουργίας βρίσκεται στη Λάρυμνα Φθιώτιδος. Παράλληλα, το 2011 στο λιγνιτωρυχείο της εταιρίας στα Σέρβια Κοζάνης, παρήχθησαν 350.000 τόνοι λιγνίτη-ξυλίτη κυρίως για ιδιοκατανάλωση στο μεταλλουργικό εργοστάσιο (ένα μικρό μέρος διατέθηκε στη ΔΕΗ για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος). Η σταδιακή αύξηση στην τιμή του νικελίου, εξαιτίας της αύξησης της ζήτησης προϊόντων ανοξείδωτου χάλυβα, έδωσε ώθηση στην εταιρία, η οποία αύξησε την παραγωγή της το 2011 κατά 33% σε σύγκριση με το 2010 [8]. Σήμερα η μετοχική σύνθεση της εταιρίας είναι: 36% Ελληνικό Δημόσιο, 35% Εθνική Τράπεζα Ελλάδος και 29% ΔΕΗ. Με βάση το χρονοδιάγραμμα του μεσοπρόθεσμου δημοσιονομικού πλαισίου για έξοδο της Ελλάδος από την κρίση της Ευρωζώνης, το 2013 το Ελληνικό Δημόσιο θα διαθέσει για πώληση το σύνολο των μετοχών που κατέχει.

Τα βεβαιωμένα αποθέματα νικελίου είναι περίπου 1,392 εκατ. τόνοι [393] και η ακαθάριστη αξία τους 19,965 δισεκ. €.

Χαλκός (Cu)

Οι αποθέσεις χαλκού της Ελλάδος διαιρούνται στους ακόλουθους τύπους κοιτασμάτων [394]:

Πορφυρικά: είναι τα αφθονότερα κοιτάσματα και συνδέονται με γρανιτικές έως διοριτικές μαγματικές διεισδύσεις ηλικίας Τριτογενούς. Είναι χαμηλής περιεκτικότητας σε Cu, αλλά υπάρχουν μεγάλα αποθέματα. Συνήθως περιέχουν μικρές ποσότητες Au και Mo [395-397]. Το πιο σημαντικό από οικονομική άποψη είναι το κοιτάσμα Σκουριών Χαλκιδικής με ενδεικτικά αποθέματα κοιτασμάτων Cu 138 εκατ. τόνους. Το 2011 μία Καναδική εταιρία απέκτησε το δικαίωμα να εκμεταλλευτεί αυτό το κοιτάσμα. Η διάρκεια λειτουργίας του μεταλλείου, ο τύπος του κοιτάσματος, τα αποθέματα και οι συγκεντρώσεις των μετάλλων παρουσιάζονται στον Πίν. 6 με χρήση δεδομένων που διέθεσε η εταιρία τον Οκτώβριο του 2012 [361]. Του ίδιου τύπου είναι οι αποθέσεις του Κιλκίς (Γερακαριό-Βάθη και Ποντοκερασιά). Τα πιθανά αποθέματα της πρώτης περιοχής είναι 28 εκατ. τόνοι με 0,4% Cu και 0,9 g/t Au. Η συνολική ακαθάριστη αξία αυτών των μετάλλων είναι 1,88 δισεκ. €. Τα ενδεικτικά αποθέματα της ίδιας περιοχής είναι 180 εκατ. τόνοι με περίπου ίδιες μεταλλικές συγκεντρώσεις και ακαθάριστη αξία μετάλλων 11,75 δισεκ. €. Τα ενδεικτικά αποθέματα της Ποντοκερασιάς είναι 50 εκατ. τόνοι με 300.000 τόνους Cu και 50 τόνους Au και ακαθάριστη αξία μετάλλων 4,12 δισεκ. € [11]. Τον Ιούλιο του 2012 μία Ελληνική εταιρία απέκτησε το δικαίωμα συμπλήρωσης της έρευνας σε όλη τη μεταλλευτική περιοχή. Επίσης, οι αποθέσεις της Φισώκας Χαλκιδικής και της Μαρώνειας Ροδόπης είναι πορφυρικού τύπου [7, 398-403].

Επιθερμικά: τέτοιου τύπου είναι οι αποθέσεις των Πεύκων Έβρου και Σαπών Ροδόπης.

Φιλοξενούμενα σε ηφαιστίτες συμπαγή σουλφίδια (VHMS): γενετικά συνδέονται με υποθαλάσσιες αναθυμιάσεις βασικών μαγμάτων. Οι αποθέσεις χαλκού της Ερμιόνης Αργολίδος ανήκουν σ' αυτόν τον τύπο.

Τύπου Skarn: η απόθεση των Κιμμερίων Ξάνθης ανήκει σ' αυτόν τον τύπο. Μερικές άλλες μικρότερες υπο-οικονομικές αποθέσεις αυτού του τύπου συνδέονται με χαρακτηριστικά επαφής Τριτογενών γρανιτοειδών.

Η παραγωγή συμπυκνωμάτων χαλκού και χρυσού από τις Σκουριές Χαλκιδικής από την Καναδική εταιρία αναμένεται το 2015. Τα πιθανά και ενδεικτικά αποθέματα χαλκού από τις Σκουριές Χαλκιδικής είναι περίπου 1,943 εκατ. τόνοι (Πίν. 6) και η ακαθάριστη αξία τους 12,431 δισεκ. €.

Χρυσός (Au)

Σε ετήσια βάση στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται περίπου 14 τόνοι εισαγόμενου χρυσού, κυρίως στην κατασκευή κοσμημάτων. Σχεδόν όλος ο χρυσός εισάγεται από την Ελβετία. Σήμερα, ο τομέας χρυσοχοΐας στην Ελλάδα απασχολεί άμεσα και έμμεσα περίπου 40.000 άτομα. Τα τραπεζικά αποθέματα της Ελλάδος μετά το 2000 διαμορφώθηκαν στους 122 τόνους, ύστερα από απαίτηση της Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζας [7].

Έντονη μεταλλευτική δραστηριότητα χρονολογείται από το 4^ο αιώνα π.Χ. Τα μεταλλεία Κασσάνδρας στη ΒΑ Χαλκιδική, μαζί με εκείνα του Παγγαίου αποτελούσαν τις κύριες πηγές χρυσού κατά την περίοδο του Φιλίππου Β' και του Μεγάλου Αλεξάνδρου όπως αποκαλύπτουν οι παλιές στοές και οι εκκαμινεύσεις. Οι εκκαμινεύσεις της περιόδου αυτής, που έχουν εντοπιστεί στην περιοχή Ολυμπιάδος και Στρατονίκης, ανέρχονται σε 350.000 τόνους [404]. Το ορυκτό γιαιροσίτης θεωρείται ως ένας δείκτης συγκεντρώσεων αργύρου και χρυσού με οικονομικό ενδιαφέρον. Έχει εντοπιστεί σε οξειδωμένα κοιτάσματα σουλφιδίων βασικών μετάλλων στη Χαλκιδική, Παλαιά Καβάλα και Θάσο. Τα πλούσια σε γιαιροσίτη μεταλλεύματα περιέχουν μέχρι 4.600 g/t Ag και 8,5 g/t Au [405]. Ο αυτοφυής χρυσός της Ελλάδος περιέχει μέχρι 44% Ag. Ο χρυσός στις προσχωματικές αποθέσεις παρουσιάζει χαμηλότερα επίπεδα Ag (κατά μέσο όρο 10%), εξαιτίας της φυσικής απομάκρυνσης του Ag κατά τη διάρκεια μεταφοράς των ιζημάτων μέσα στα ποτάμια [406]. Τα στοιχεία λευκόχρυσος, παλλάδιο, χρυσός, τελλούριο και αρσενικό έχουν αναγνωριστεί σε πορφυρικές εμφανίσεις χαλκού στο Κιλκίς και Χαλκιδική [407].

Η Ελλάδα, εξαιτίας της γεωτεκτονικής θέσης και γεωλογικής δομής της, παρουσιάζει ένα μεγάλο αριθμό εμφανίσεων και κοιτασμάτων χρυσού τα οποία συχνά συνοδεύεται από Ag, Pb, Zn, και Cu.

Τα κοιτάσματα χρυσού στην Ελλάδα διαίρονται, σύμφωνα με την ορυκτολογική σύσταση και τον τρόπο σχηματισμού τους, σε πέντε ευδιάκριτους τύπους κοιτάσματος: α. πολυμεταλλικά κοιτάσματα σουλφιδίων βασικών μετάλλων (π.χ. skarn, αντικατάστασης ανθρακικών, φλεβών μεσοθερμικού χαλαζία), β. πορφυρικά κοιτάσματα Cu-Au, γ. επιθερμικά κοιτάσματα Au (υψηλού και ενδιάμεσου τύπου θείωσης), δ. υπεργενετικά κοιτάσματα Mn-Au και ε. προσχωματικά κοιτάσματα Au [408]. Ο χρυσός του πρώτου τύπου βρίσκεται μαζί με χαλαζία και μέσα στα ορυκτά των σουλφιδίων των βασικών μετάλλων (Pb, Zn, Fe, Cu, As, κ.ά.). Το υπέδαφος της ΒΑ Χαλκιδικής φιλοξενεί σημαντικά κοιτάσματα βασικών μετάλλων (Zn, Pb, Cu, Mn) και πολύτιμων μετάλλων (Au, Ag) [404].

Εμφανίσεις μεταλλοφορίας Au και Ag υδροθερμικής προέλευσης (επιθερμικού ή μεσοθερμικού τύπου) μέσα σε χαλαζιακές φλέβες έχουν βρεθεί στην Καβάλα (Όρος Παγγαίο, Όρος Σύμβολο, Παλαιά Καβάλα), Δράμα, Σέρρες (Όρος Μενοίκιο, Μέταλλα, Άγγιστρο), Στανό Χαλκιδικής, Αλμωπία, Πελοπόννησο και στα νησιά Λήμνο, Λέσβο, Σάμο, Σίφνο Μήλο και Εύβοια. Το κοιτάσμα Καλλιανού Εύβοιας περιέχει κατά μέσο όρο 4,6 g/t Au και 292 g/t Ag [7, 409-414].

Αποθέσεις προσχωματικού χρυσού υπάρχουν σε πολλές περιοχές της Μακεδονίας και Θράκης. Οι αποθέσεις του Γαλλικού Ποταμού υπήρξαν τα μοναδικά χρυσοφόρα κοιτάσματα της Ελλάδος τα οποία εκμεταλλεύθηκαν στους νεότερους χρόνους. Την περίοδο 1953-1960 απολείφθηκαν 1355 kg χρυσού [415]. Εμφανίσεις προσχωματικού χρυσού υπάρχουν στο Λαγκαδά και στον Ποταμό Στρυμόνα [7]. Προσχωματικός χρυσός και ορυκτά της ομάδας του λευκόχρυσου (κράματα Os-Ir-Ru, Os-Ir-Rh, Os-Ir-Pt και Pt-Fe) βρέθηκαν επίσης στα Σέρβια Κοζάνης και κατά μήκος των κοιτών των ποταμών Αλιάκμονα και Αξιού και των παραποτάμων τους [408]. Ιμμενίτης, σπάνιες γαίες και προσχωματικός χρυσός έχουν εντοπιστεί στις παράκτιες άμμους της Νέας Περάμου-Λουτρών Ελευθερών Καβάλας [416]. Χρυσός έχει εντοπιστεί σε υποθαλάσσια ψαμμιτικά κορήματα της Ιόνιας Ζώνης [417].

Τα πιο σπουδαία και οικονομικά σημαντικά κοιτάσματα χρυσού βρίσκονται στη Χαλκιδική (Ολυμπιάδα, Σκουριές), στο Πέραμα Έβρου (Πίν. 6), στις Σάπες Ρο δης και στο Κιλκίς (Αντιγόνηα, Γερακαριό, Βάθη, Ποντοκερασιά) [11, 373, 400, 401, 418-420].

Τον Οκτώβριο του 2004 μία νέα Ελληνική εταιρία απέκτησε τα αρχικά μεταλλεία Κασσάνδρας και συνεχίστηκε η εξόρυξη και επεξεργασία του γαληνίτη και σφαλερίτη. Τον Ιανουάριο του 2006

αυτή η εταιρία υπέβαλε ένα ολοκληρωμένο επιχειρησιακό σχέδιο για την εκμετάλλευση των μεταλλείων Ολυμπιάδος, Στρατώνιου και Σκουριών. Αυτή ήταν μία επένδυση με επεμβάσεις ανάπτυξης υφιστάμενων και νέων μεταλλευτικών εγκαταστάσεων, αλλά και επεμβάσεις αποκατάστασης του περιβάλλοντος που είχε διαταραχθεί από την προγενέστερη μακροχρόνια μεταλλευτική δραστηριότητα.

Πίν. 6. Παρουσίαση μεταλλευτικών θέσεων Χαλκιδικής (Ολυμπιάς, Στρατόνι, Σκουριές) και Έβρου (Πέραμα).

Διάρκεια μεταλλείου	Τύπος κοιτάσματος	Αποθέματα (th.t)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)	Au (moz)	Ag (moz)	Pb (th.t)	Zn (th.t)	Cu (th.t)
¹ Ολυμπιάδα (25 χρ.)	RBMS	13.572	8,70	132,1	4,44	5,87		3,79	57,70	599	796	
² Ολυμπιάδα	RBMS	2.408	3,40	14,0				0,27	1,10			
³ Ολυμπιάδα	RBMS	12.435	10,0	154,0	5,10	7,10		3,99	60,80	630	839	
⁴ Στρατόνι (10 χρ.)	RBMS	1.760		176,7	6,25	8,58			10,00	110	151	
⁵ Σκουριές (27 χρ.)	CAP	138.362	0,81				0,53	3,59				738
⁶ Σκουριές	CAP	246.350	0,67				0,49	5,35				1.205
⁷ Πέραμα (8 χρ.)	DED	9.697	3,13	4,20				1,00	0,70			
⁸ Πέραμα	DED	12.439	3,46	3,75				1,38	1,30			
							Total	19,37	131,60	1.339	1.786	1.943

¹Υπόγεια αποθέματα (βεβαιωμένα + πιθανά),

²Αποθέματα σε στεία,

³Υπόγεια αποθέματα (μετρημένα + ενδεικτικά),

^{1,2,3}Κατεργασία: επίπλευση (AsPb, Pb-Ag, Zn συμπ.) - ακαριαία τήξη,

Αποληψιμότητες: ±90% Pb/Zn/Ag/Au συμπ.,

⁴Υπόγεια αποθέματα (βεβαιωμένα + πιθανά), Κατεργασία: επίπλευση (Pb-Ag, Zn συμπ.),

Αποληψιμότητες: 92% Pb+Zn, 85% Ag+Pb συμπ.,

⁵Υπόγεια αποθέματα (βεβαιωμένα + πιθανά),

⁶Υπόγεια αποθέματα (μετρημένα + ενδεικτικά),

^{5,6}Κατεργασία: επίπλευση (Cu-Au συμπ.) - κύκλωμα βαρυτομετρίας (Au doré),

Αποληψιμότητες: 91% Cu, 84% Au,

⁷Υπόγεια αποθέματα (βεβαιωμένα + πιθανά),

⁸Υπόγεια αποθέματα (μετρημένα + ενδεικτικά),

^{7,8}Κατεργασία: έκπλυση άνθρακα (CIL), Αποληψιμότητες: 90% Au, 60% Ag,

RBMS = Σουλφίδια βασικών μετάλλων, CAP = Πορφυρικά Cu-Au, DED = Επιθερμικά Au-Ag, th.t = χιλιάδες τόνοι, g/t = γραμμάρια/τόνο, moz = εκατομμύρια ουγκιές.

Από το τέλος του 2011 μία Καναδική μεταλλευτική εταιρία (η οποία λειτουργεί μεταλλεία χρυσού στην Τουρκία, Κίνα και Βραζιλία) έχει αποκτήσει το δικαίωμα εκμετάλλευσης των μεταλλείων Χαλκιδικής. Αυτή η εταιρία και μία Ευρωπαϊκή κατέχουν το 78% και 22% αντίστοιχα, των μετοχών της προηγούμενης Ελληνικής [8]. Η διάρκεια λειτουργίας των μεταλλείων, οι τύποι των κοιτασμάτων, τα αποθέματα και οι συγκεντρώσεις των μετάλλων παρουσιάζονται στον πίνακα 6 με χρήση δεδομένων που διέθεσε η εταιρία τον Οκτώβριο του 2012 [361]. Μία άλλη Ελληνική εταιρία, η οποία ανήκει κατά 100% στην ίδια Καναδική, δραστηριοποιείται στην ανάπτυξη του μεταλλείου χρυσού του Περάματος Έβρου. Το 80% του χρυσού φιλοξενείται σε ψαμμίτες (οξειδωμένο ανώτερο τμήμα της απόθεσης) και το υπόλοιπο με σουλφίδια βασικών μετάλλων και τελλουρίδια τα οποία φιλοξενούνται μέσα σε ανδρσιτικές λατύπες και κροκάλες [420]. Το ανώτερο

οξειδωμένο τμήμα του κοιτάσματος του Περάματος Έβρου δεν περιέχει As, Pb ή άλλα βαρέα μέταλλα. Η διάρκεια λειτουργίας του μεταλλείου, ο τύπος του κοιτάσματος, τα αποθέματα και οι συγκεντρώσεις των μετάλλων παρουσιάζονται στον πίνακα 6 με χρήση δεδομένων που διέθεσε η εταιρία τον Οκτώβριο του 2012 [361].

Μία δεύτερη Ελληνική εταιρία απέκτησε το δικαίωμα εκμετάλλευσης του κοιτάσματος χρυσού των Σαπών Ροδόπης. Από το τέλος του 2011 η Αυστραλιανή μεταλλευτική εταιρία Glory Resources Limited κατέχει το σύνολο των μετοχών (100%) αυτής [8]. Μέχρι σήμερα έχουν εκτελεστεί πάνω από 35 km γεωτρήσεων για τον εντοπισμό και τεχνικο-οικονομική αξιολόγηση του κοιτάσματος στις περιοχές Αγ. Δημητρίου και Οχιάς. Το μεγαλύτερο μέρος της εξόρυξης θα γίνει υπόγεια, ενώ η ανάκτηση του χρυσού θα γίνει με επίπλευση και κύκλωμα βαρυτομετρίας (Au doré). Με βάση τα βεβαιωμένα αποθέματα, η εταιρία θα παράξει συνολικά 510.000 ουγκιές Au, 250.000 ουγκιές Ag και 3.000 τόνους Cu [8].

Η έγκριση των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ) έδωσε το πράσινο φως στην Καναδική εταιρία για την υλοποίηση των εγκεκριμένων επιχειρησιακών σχεδίων στις Σκουριές Χαλκιδικής (Ιούλιος 2011) και στο Πέραμα Έβρου (Ιούνιος 2012). Αναμένεται η έγκριση της αντίστοιχης μελέτης της Αυστραλιανής εταιρίας για το επιχειρησιακό σχέδιο στις Σάπες Ροδόπης.

Η πρώτη παραγωγή χρυσού στην Ελλάδα αναμένεται το 2015 [361].

Τα πιθανά και ενδεικτικά αποθέματα χρυσού από τη Χαλκιδική και Έβρο είναι περίπου 19,37 εκατ. ουγκιές (602,4 τόνοι) και η ακαθάριστη αξία τους 22,556 δισεκ. €.

Χρώμιο (Cr)

Στην Ελλάδα είναι γνωστές περισσότερες από 200 εμφανίσεις χρωμίτη και των τεσσάρων ιστολογικών τύπων (λοβόμορφα, διάσπαρτα, κονδυλώδη, συμπαγή). Τα μεταλλεύματα χρωμίου βρίσκονται μέσα σε δουνιτικά σώματα οφιολιθικών συμπλεγμάτων κυρίως των ορέων Πίνδου, Βούρινου και Όθρυος. Το σύμπλεγμα του Βούρινου αποτελεί μια τεκτονικά κατακερματισμένη οφιολιθική ακολουθία και ανήκει στον υπέρ-υποβυθισμένο τύπο ζώνης των οφιολίθων. Πετρολογικά δεδομένα επιβεβαιώνουν την ύπαρξη πολλαπλών θαλάμων μάγματος. Οι χαρζβουργίτες αντιπροσωπεύουν υπόλειμμα μανδύα το οποίο απομένει μετά από την υψηλού βαθμού μερική τήξη του. Τα πιο σημαντικά κοιτάσματα χρωμίτη μεταλλουργικού τύπου υπάρχουν στην Κοζάνη (Βούρινος, Ξερολίβαδο, Ροδιανή), Βέροια, Έδεσσα και Χαλκιδική (Γερακινή, Ορμύλια). Τα πιο σημαντικά κοιτάσματα χρωμίτη πυρίμαχου τύπου υπάρχουν στην Ερέτρια Λάρισας και στο Δομοκό Φθιώτιδας [7, 388, 421-427]. Και οι δύο τύποι είναι οικονομικά σημαντικοί. Άφθονα πλατινοειδή φιλοξενούνται στους χρωμιτίτες του οφιολιθικού συμπλέγματος της Βέροιας [428]. Επιπλέον, στοιχεία της ομάδας λευκόχρυσου περιέχονται στους χρωμίτες πολλών Ελληνικών οφιολιθικών συμπλεγμάτων [429].

Οι μεγαλύτερες αποθέσεις χρωμίτη είναι εκείνες του Όρους Βούρινος Κοζάνης οι οποίες ήταν υπο εκμετάλλευση μέχρι το 1991. Η μονάδα μεταλλουργίας στον Αλυρό Μαγνησίας παρήγαγε σιδηροχρώμιο κατά την περίοδο 1983-1991. Οι αιτίες παύσης της λειτουργίας των μεταλλείων και της μεταλλουργικής μονάδας το 1991 ήταν η κρίση στην τιμή του χρωμίου, η αδυναμία παραγωγή λεπτόκοκκου μεταλλεύματος για την παραγωγή συμπυκνώματος Cr₂O₃ με επίπλευση και ο μεγάλος αριθμός του προσωπικού. Σήμερα, η επαναλειτουργία των μεταλλείων χρωμίτη ευνοείται εξαιτίας της υψηλής ζήτησης για χρώμιο, των σημαντικών βεβαιωμένων αποθεμάτων και της ύπαρξης της μεταλλουργικής μονάδας.

Τα ενδεικτικά αποθέματα χρωμίου από το Βούρινο Κοζάνης είναι περίπου 1,2 εκατ. τόνοι [425] και η ακαθάριστη αξία τους 2,552 δισεκ. €.

ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΟΡΥΚΤΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ (ΚΟΠΥ)

Είναι γνωστό ότι το 70% των αναγκαίων πρώτων υλών για την ευρωπαϊκή βιομηχανία εισάγονται από χώρες εκτός της Ευρώπης, ενώ το 70% της ευρωπαϊκής βιομηχανίας βασίζεται σε ορυκτές πρώτες ύλες. Επίσης, ενώ η Ευρώπη καταναλώνει το 30% της παγκόσμιας παραγωγής

μεταλλικών ορυκτών, παράγει μόνο το 3%. Για τη διασφάλιση του εφοδιασμού της ευρωπαϊκής βιομηχανίας με τις απαραίτητες ορυκτές πρώτες ύλες η Ευρωπαϊκή μεταλλευτική στρατηγική και πολιτική βρίσκεται σε φάση επανασχεδιασμού. Το 2010 η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) υιοθέτησε τις πρωτοβουλίες της βιώσιμης παραγωγής από εγχώριες πρώτες ύλες, της βιώσιμης κατανάλωσης και της ανακύκλωσης. Επίσης, η πρόσφατη Πρωτοβουλία για τις Πρώτες Ύλες (ΠΠΥ), επαναφέρει στο επίκεντρο την ανάπτυξη των ορυκτών πόρων. Στο περιεχόμενο αυτής της πρωτοβουλίας, 14 Ορυκτά χαρακτηρίστηκαν ως κρίσιμα και στρατηγικής σπουδαιότητας για την ευρωπαϊκή βιομηχανία. Αυτά είναι: αντιμόνιο (Sb), βηρύλλιο (Be), κοβάλτιο (Co), γάλλιο (Ga), γερμάνιο (Ge), ίνδιο (In), μαγνήσιο (Mg), νιόβιο (Nb), πλατινοειδή μέταλλα (PGE), σπάνιες γαίες (REE), ταντάλιο (Ta), κασσίτερος (Sn), φθορίτης και γραφίτης.

Τα περισσότερα από αυτά βρίσκονται στην Ελλάδα, αλλά απαιτούνται επιπλέον έρευνες για να προσδιοριστούν τα βεβαιωμένα αποθέματα. Εκτός του μαγνησίτη και γραφίτη που περιγράφονται σε προηγούμενες ενότητες, οι υπόλοιπες ΚΟΠΥ που υπάρχουν στην Ελλάδα είναι:

Αντιμόνιο (Sb)

Έχει εντοπιστεί σε φλέβες του ορυκτού αντιμονίτη κυρίως στο Καλλυντήριο Ροδόπης, στο Γερακαριό Κιλκίς, στο Φιλαδέλφιο και Λαχανά Θεσσαλονίκης, στο Πήλιο, Χίο και Σάμο με περιεκτικότητες από 1% έως 2,5% σε Sb. Το αντιμόνιο έχει κοινή παρουσία στα θειούχα ορυκτά των Pb, Fe, Cu, Ag, Au (>1 g/t) και As. Από όλες τις αντιμονιούχες εμφανίσεις μόνο στο Γερακαριό έχει εντοπιστεί αυτοφύες αντιμόνιο (Τσιραμπίδης 2005). Τα ενδεικτικά αποθέματα αντιμονίου είναι 2.400 τόνοι [9] και η ακαθάριστη αξία τους 30 εκατ. €.

Πλατινοειδή μέταλλα (PGE)

Ιδιαίτερου ενδιαφέροντος είναι τα πορφυρικά κοιτάσματα Cu που περιέχουν πολύτιμα μέταλλα και ιδιαίτερα πλατινοειδή όπως Ru, Rh, Pd, Os, Ir και Pt. Είναι πολύ σπάνια στη φύση και επειδή μοιάζουν πολύ μεταξύ τους βρίσκονται συνήθως με μορφή δυαδικών ή τριαδικών κραμάτων. Το πιο συνηθισμένο πλατινοειδές είναι ο λευκόχρυσος (Pt). Οι ερευνητικοί στόχοι για την ανεύρεση συγκεντρώσεων πλατινοειδών μετάλλων με οικονομικό ενδιαφέρον είναι τα πορφυρικά κοιτάσματα Cu του μεταλλογενετικού τόξου με ΒΔ διεύθυνση από τις Σκουριές-Φισώκα Χαλκιδικής μέχρι την Ποντοκερασιά-Γερακαριό Κιλκίς. Συγκεκριμένα, στο εκμεταλλεύσιμο μέταλλευμα των Σκουριών έχουν εντοπιστεί οικονομικές συγκεντρώσεις παλλαδίου (Pd) 0,5 g/t διευρύνοντας ακόμη περισσότερο το ήδη πλούσιο μεταλλευτικό δυναμικό και την αξία του κοιτάσματος. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως σε Fe-Ni-ούχα λατεριτικά κοιτάσματα (π.χ. Βέρμιο), έχουν επίσης προσδιοριστεί αυξημένες περιεκτικότητες πλατινοειδών [10, 403].

Σπάνιες γαίες (REE)

Αποτελούν μία ομάδα 17 μετάλλων που χρησιμοποιούνται ευρέως στην παραγωγή προϊόντων υψηλής τεχνολογίας όπως μπαταριών, ανεμογεννητριών, αεροδιαστημικών κραμάτων κ.λπ. Υπάρχουν μεγάλες διαφορές τιμών στην αγορά των οξειδίων των σπανίων γαίων. Επίσης, οι τιμές τους εξαρτώνται από το βαθμό καθαρότητας που καθορίζεται από τις εξειδικεύσεις στις εφαρμογές. Η τιμή τους κυμαίνεται από 11 \$/kg (La_2O_3) μέχρι 1.600 \$/kg (Eu_2O_3) (www.lynascorp.com) [430]. Η Κίνα ελέγχει το 95% της παγκόσμιας παραγωγής.

Σημαντικά αποθέματα σπανίων γαίων βρίσκονται σε προσχωσιγενείς αποθέσεις στο παράκτιο περιβάλλον του Στρυμονικού κόλπου μεταξύ των εκβολών του ομώνυμου ποταμού και της Καβάλας. Κοιτασματολογικές έρευνες υπολογίζουν τα αποθέματα σε 485 εκατ. τόνους με μέση περιεκτικότητα σπανίων γαίων 1,17%. Σημαντικό ενδιαφέρον για συστηματική κοιτασματολογική διερεύνηση παρουσιάζουν επίσης οι βωξίτες και οι βωξιτικοί λατερίτες της Στερεάς Ελλάδος με περιεκτικότητες που κυμαίνονται από 3,275 g/t έως 6,378 g/t σε REE. Το διαφανόμενο οικονομικό ενδιαφέρον περιλαμβάνει ακόμη το παραπροϊόν της ερυθρής λάσπης από τη μεταλλουργία αλουμινίου [10].

Γάλλιο (Ga) – Γερμάνιο (Ge) – Ίνδιο (In)

Αυτά τα μέταλλα βρίσκονται στο επίκεντρο βιομηχανικών εφαρμογών κραμάτων υψηλής τεχνολογίας. Τα κοιτάσματα σουλφιδίων βασικών μετάλλων (Pb-Zn-Fe) αποτελούν ιδανικό γεωχημικό περιβάλλον για την παρουσία τους. Με την έννοια αυτή οι μεταλλοφορίες και τα κοιτάσματα που ανήκουν σ' αυτή την κατηγορία αποτελούν πιθανές πηγές των μετάλλων αυτών. Η ραγδαία βελτίωση αναλυτικών μεθόδων δίνει πλέον τη δυνατότητα για την ποιοτική ανίχνευση και ποσοτικό προσδιορισμό τους σε επιλεγμένα αρχικά δείγματα από συγκεκριμένες μεταλλοφόρες περιοχές π.χ. Θέρμες Ξάνθης, Πολύκαστρο Κιλκίς, Ολυμπιάδα Χαλκιδικής, Μολάοι Λακωνίας κ.ά. [10].

Φθορίτης

Αποθέσεις φθορίτη υπάρχουν στο Λαύριο (Καμάριζα έως Σούνιο), Σέριφο, Μεταλλικό Κιλκίς και Δράμα [7].

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η γεωστρατηγική θέση της Ελλάδος και το δίπτυχο ήλιος - θάλασσα ευνοούν επενδύσεις στον τουρισμό, όπου υπάρχουν ακόμη πολλά περιθώρια ανάπτυξης, αλλά και στους τομείς γεωργίας, εμπορίου, ναυτιλίας, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και εκμετάλλευσης ορυκτών πρώτων υλών που μέχρι σήμερα παραμένουν ανεκμετάλλευτες (π.χ. πετρέλαιο, φυσικό αέριο, χρυσός κ.ά.).

Τα πιθανά και ενδεικτικά αποθέματα γαιανθράκων είναι περίπου 6,7 δισεκ. τόνοι.

Τα ενδεικτικά αποθέματα ουρανίου (U_3O_8) είναι περίπου 1.800 τόνοι.

Τα ενδεικτικά αποθέματα φυσικού αερίου είναι περίπου 3,5 τρισεκ. m^3 .

Τα ενδεικτικά αποθέματα πετρελαίου είναι περίπου 10 δισεκ. βαρέλια.

Τα ενδεικτικά αποθέματα βωξίτη είναι περίπου 100 εκατ. τόνοι και εκείνα του Al περίπου 2,5 εκατ. τόνοι.

Τα πιθανά και ενδεικτικά αποθέματα Pb και Zn από τη Χαλκιδική είναι περίπου 3,125 εκατ. τόνοι.

Τα βεβαιωμένα αποθέματα Ni είναι περίπου 1,392 εκατ. τόνοι.

Τα πιθανά και ενδεικτικά αποθέματα Cu από τις Σκουριές Χαλκιδικής είναι περίπου 1,943 εκατ. τόνοι.

Τα πιθανά και ενδεικτικά αποθέματα Au από τη Χαλκιδική και Έβρο είναι περίπου 602,4 τόνοι.

Τα πιθανά και ενδεικτικά αποθέματα Ag από τη Χαλκιδική και Έβρο είναι περίπου 4.093 τόνοι.

Αν και η προοπτική της Ελληνικής οικονομίας για τα επόμενα λίγα χρόνια δεν αναμένεται να βελτιωθεί, πιστεύουμε ότι μπορεί να επιτευχθεί ουσιαστική συμβολή στη μείωση του χρέους της Ελλάδος με την παραχώρηση δικαιωμάτων εκμετάλλευσης του ορυκτού πλούτου της. Η αναμενόμενη εκμετάλλευση του χαλκού, αργύρου και χρυσού από το 2015 θα ενισχύσει τη μεταλλευτική βιομηχανία της χώρας και επομένως την οικονομία της.

Η συνολική αξία του ορυκτού πλούτου της Ελλάδος είναι περίπου 1,5 τρισεκ. € και είναι τετραπλάσια του συνολικού χρέους της (360 δισεκ. € περίπου). Κατά την εκτίμησή μας, σε χρονικό ορίζοντα 20-25 χρόνων τα έσοδα της Ελλάδος μόνον από την ορθολογιστική εκμετάλλευση αυτών των πόρων μπορούν να το αποσβέσουν πλήρως.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Tsirambides A. & Filippidis A. 2012. Greece seeks mineral lifeboat. *Industrial Minerals*, 532 (January), 38-45.
- [2] Tsirambides A. & Filippidis A. 2012. Exploration key to growing Greek industry. *Industrial Minerals*, 533 (February), 44-47.
- [3] Tsirambides A. & Filippidis A. 2012. Energy mineral resources of Greece. *J. Environ. Sci. Engin.*, B 1, 709-719.
- [4] Tsirambides A. & Filippidis A. 2012. Metallic mineral resources of Greece. *Centr. Eur. J. Geosci.*, 4(4), 641-650.
- [5] Maben B. & Ζίγδης Ι. 1947. Ο ορυκτός πλούτος της Ελλάδος. UNRRA, Αθήνα, 248σ.
- [6] ΣΜΕ (Σύνδεσμος Μεταλλευτικών Επιχειρήσεων) 1979. Ο Ελληνικός Ορυκτός Πλούτος. Αθήνα, 696σ.
- [7] Τσιραμπίδης Α. 2005. Ο Ορυκτός Πλούτος της Ελλάδος. Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη, 391σ.
- [8] ΣΜΕ (Σύνδεσμος Μεταλλευτικών Επιχειρήσεων) 2012. Έκθεση δραστηριοτήτων 2011. Αθήνα, 48σ.
- [9] Arvanitidis N. 2011. Reserve potential of Greek non-energy minerals. <http://nikolaosarvanitidis.eu/?p=234>.
- [10] Arvanitidis N. 2011. Critical Mineral Resources in Greece. <http://nikolaosarvanitidis.eu/?p=258>.
- [11] Arvanitidis N. 2012. State mining areas of the Prefecture Unit of Kilkis. <http://nikolaosarvanitidis.eu/?p=316>.

- [12] Melfos V. & Voudouris P. 2012. Geological, Mineralogical and Geochemical Aspects for Critical and Rare Metals in Greece. *Minerals*, 2, 300-317.
- [13] PERC 2012. (Pan-European Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Reserves) [Online], http://46.32.234.2/perc/documents/PERC_REPORTING_CODE_jan2009.pdf www.perc.co (accessed Mar. 27, 2012)
- [14] Μπιτζιος Δ. 2008. Βάση δεδομένων αδρανών υλικών: ένα πολύτιμο εργαλείο για την ποιοτική επιλογή των αδρανών υλικών. Πρακτ. Ημερ. ΙΓΜΕ, HELEXPO, Θεσσαλονίκη, 68-86.
- [15] Σαχπάζης Κ. 1988. Τεχνικογεωλογική έρευνα και αδρανή υλικά αντιολισθηρών οδοστρωμάτων. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 469σ.
- [16] Ράσσιου Α. 1998. Αποθέματα Σκληρών Αδρανών στην Περιοχή Νομού Γρεβενών. Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα, 112σ.
- [17] Tsiambaos G. & Vidakis M. 2001. High quality rock aggregates for road pavements in Greece. Proc. Aggregate 2001 - Environment Economy, Helsinki Finland, 1, 135-140.
- [18] Νταμπιτζίας Σ., Χρυσοστομίδης Π., Μαλτζήρης Φ. & Καρατάσου Ε. 2003. Σκληρά αδρανή στον ελληνικό χώρο. Πετρολογικοί τύποι και ορυκτολογικά-ιστολογικά χαρακτηριστικά. Πρακτ. Ημερ. Επιτρ. Οικον. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ. (Ε.Γ.Ε.), Θεσσαλονίκη, 49-63.
- [19] Τσικούρας Β., Πομώνης Π., Ρηγόπουλος Δ. & Χατζηπαναγιώτου Κ. 2005. Διερεύνηση καταλληλότητας βασικών οφιολιθικών πετρωμάτων της περιοχής Μικροκλεισούρας Γρεβενών για χρήση τους ως αντιολισθηρών αδρανών και σκύρων σιδηροτροχιών. Πρακτ. 2ου Συν. Επιτρ. Οικ. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ. (Ε.Γ.Ε.), Θεσσαλονίκη, 347-356.
- [20] Τσούτσικα Π. 2005. Συγκριτική μελέτη πετρογραφικών και φυσικομηχανικών χαρακτηριστικών πετρωμάτων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αδρανών υλικών οδοποιίας. Διατριβή Ειδικεύσεως, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 151σ.
- [21] www.indmin.com [industrial mineral prices database (Online), accessed Sept. 7, 2011].
- [22] Calvo J., Stamatakis M. & Magganas A. 1995. Clastic huntite in Upper Neogene formations of the Kozani Basin, Macedonia, Northern Greece. *J. Sedim. Res.*, A65/4, 627-632.
- [23] Stamatakis M. 1995. Occurrence and genesis of huntite-hydromagnesite assemblages, Kozani, Greece - important new white fillers and extenders. *IMM, Transactions B*, 104, 179-186.
- [24] Hatjilazaridou K., Chalkiouridou F. & Grossou-Valta M. 1998. Greek industrial minerals. Current status and trends. *Ind. Minerals*, 6, 45-63.
- [25] Σταματάκης Μ., Καρκάνας Π. & Inglethorpe S.D. 2000. Αποθέσεις λευκών μαγνησιούχων ορυκτών στη λεκάνη της Κοζάνης και η δυνατότητα χρήσης τους ως επιβραδυντικών καύσης. Πρακτ. 1ου Συν. Επιτρ. Οικ. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ. (Ε.Γ.Ε.), Κοζάνη, 413-426.
- [26] Τσιραμπίδης Α. 1990. Ανθρακικά ιζηματογενή πετρώματα Ελλάδας. Ασβεστόλιθοι - Τραβερτίνες - Δολομίτες. Πρακτ. Συν. ΓΕΩΤ.Ε.Ε. «Το Ελληνικό Μάρμαρο», Θεσσαλονίκη, 75-91.
- [27] Τσιραμπίδης Α. 1996. Τα ελληνικά μάρμαρα και άλλα διακοσμητικά πετρώματα. University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 310σ. Κυκλοφορεί και σε CD ROM.
- [28] Τσιραμπίδης Α. 2000. Πετρογραφικά χαρακτηριστικά, ορυκτολογική και χημική σύσταση και τύποι Ελληνικών μαρμάρων. Πρακτ. 2ου Πανελλ. Συν. «Το Ελληνικό Μάρμαρο», ΑΠ.Θ. & HELEXPO A.E., Θεσσαλονίκη, 63-78.
- [29] Τσιραμπίδης Α. 2000. Μελέτη ανθρακικών πετρωμάτων περιοχών Δ. Μακεδονίας. Πρακτ. 1ου Συν. Επιτρ. Οικ. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ. (Ε.Γ.Ε.), Κοζάνη, 463-473.
- [30] Τσιραμπίδης Α. 2002. Εκμετάλλευση και εμπορία μαρμάρου στην Α. Μακεδονία. Τοπική απασχόληση και προστασία περιβάλλοντος. Πρακτ. Ημερ. ΣΜΕ & Σ.Ε.Μ.Μ.Θ., Καβάλα, Β31-47.
- [31] Τσιραμπίδης Α. 2006. Ανταγωνιστικότητα του Ελληνικού Μαρμάρου στη σύγχρονη αγορά. Πρακτ. Ημερ. 30ης ΜΑΡΜΙΝ, HELEXPO, Θεσσαλονίκη, 125σ.
- [32] Τσιραμπίδης Α. & Καντηράνης Ν. 2006. Προτάσεις για την προβολή του Ελληνικού μαρμάρου. Πρακτ. Ημερ. 30ης ΜΑΡΜΙΝ, HELEXPO, Θεσσαλονίκη, 7σ., www.helexpo.gr
- [33] Τσιραμπίδης Α. & Φιλιππίδης Α. 2011. Βιομηχανικά Ορυκτά και Πετρώματα (ΒΟΠ) Μακεδονίας – Θράκης και Επιχειρήσεις Εκμετάλλευσης των ΒΟΠ Μακεδονίας – Θράκης. Θεσσαλονίκη, 28σ.
- [34] Τσιραμπίδης Α. & Φιλιππίδης Α. 2011. Οι ορυκτοί πόροι της Ελλάδος. Θεσσαλονίκη, 34σ.
- [35] Τσιραμπίδης Α., Χρηστάρας Β., Φιλιππίδης Α., Κασώλη-Φουρναράκη Α., Καντηράνης Ν. & Δημητρίου Α. 1997. Γεωτεκτονική και πετρολογική-γεωχημική μελέτη των ανθρακικών πετρωμάτων της περιοχής Αγ. Παντελεήμονα Φλώρινας. Επιστ. Έκθεση, Θεσσαλονίκη, 29σ.
- [36] Καντηράνης Ν. 2001. Μελέτη ασβεστοποίησης των κρυσταλλικών ασβεστολίθων Αγίου Παντελεήμονα Φλώρινας. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 196σ.
- [37] Καντηράνης Ν., Τσιραμπίδης Α., Φιλιππίδης Α., Χρηστάρας Β. & Κασώλη-Φουρναράκη Α. 2000. Μελέτη του κρυσταλλικού ασβεστολίθου Αγίου Παντελεήμονα Φλώρινας. Πρακτ. 1ου Συν. Επιτρ. Οικον. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ., Ε.Γ.Ε., Κοζάνη, 184-195.
- [38] Καντηράνης Ν., Φιλιππίδης Α., Τσιραμπίδης Α., Χρηστάρας Β. & Κασώλη-Φουρναράκη Α. 2000. Υψηλού-ασβεστίου άσβεστος και υδράσβεστος του ασβεστολίθου Αγίου Παντελεήμονα Φλώρινας για χρήση στην κατεργασία νερού. Πρακτ. 1ου Συν. Επιτρ. Οικον. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ., Ε.Γ.Ε., Κοζάνη, 177-183.
- [39] Καντηράνης Ν., Τσιραμπίδης Α., Φιλιππίδης Α., Κασώλη-Φουρναράκη Α. & Χρηστάρας Β. 2001. Βιομηχανικές χρήσεις των ανθρακικών πετρωμάτων της Νήσου Θάσου (Ελλάς). Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 34(3), 1147-1154.
- [40] Φιλιππίδης Α., Φιλιππίδης Σ. & Καντηράνης Ν. 1998. Γεωφυσικές, ορυκτολογικές και γεωχημικές μελέτες πριν την εξόρυξη των ανθρακικών πετρωμάτων της Θάσου. Πρακτ. 1ο Συν. Αναπτυξιακής Προοπτικής της Θάσου, Πρίνος, 189-196.
- [41] Φιλιππίδης Α., Κασώλη-Φουρναράκη Α., Σοφονίου Μ. & Καντηράνης Ν. 1999. Κονιοποιημένη και ενυδατωμένη υψηλού ασβεστίου άσβεστος του Αγίου Παντελεήμονα Φλώρινας για χρήση στην κατεργασία νερού. Θεσσαλονίκη, 2σ.
- [42] Φιλιππίδης Α., Καντηράνης Ν., Φιλιππίδης Σ. & Κασώλη-Φουρναράκη Α. 2000. Ο ρόλος της γεωφυσικής μεθόδου VLF, καθώς και της ορυκτολογικής και χημικής σύστασης στην αξιοποίηση των δολομιτικών και ασβεστιτικών Ελληνικών μαρμάρων. Πρακτ. 2ο Πανελλ. Συν. «Το Ελληνικό Μάρμαρο», Θεσσαλονίκη, 79-85.

- [43] Φιλίππιδης Σ., Καντηράνης Ν., Φιλίππιδης Α. & Κασώλη-Φουρναράκη Α. 2000. Περιβαλλοντική και οικονομική σημασία της μεθόδου VLF και της ορυκτολογικής-χημικής σύστασης στην εκμετάλλευση του λευκού μαρμάρου της Καστανιάς Βερμίου. Πρακτ. 1ου Συν. Επιτρ. Οικον. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ. ΕΓΕ, Κοζάνη, 498-505.
- [44] Kantiranis N., Filippidis A., Tsirambides A., Christaras B. & Kassoli-Fourmaraki A. 1998. Volatilization of arsenic during calcination of crystalline limestone from Agios Panteleimonas, Florina, Macedonia, Greece. Proc. Firth Intern. Conf. Environ. Pollution, Thessaloniki, Greece, 73-78.
- [45] Kantiranis N., Tsirambides A., Filippidis A. & Christaras B. 1999. Technological characteristics of the calcined limestone from Agios Panteleimonas, Macedonia, Greece. Mat. & Struct., 32, 546-551.
- [46] Kantiranis N., Filippidis A., Tsirambides A., Kassoli-Fourmaraki A. & Christaras B. 2000. Environmental uses of lime from Agios Panteleimonas, Florina, Macedonia, Greece. Fifth Intern. Conf. Environ. Pollution, Thessaloniki, Greece, 192-198.
- [47] Kantiranis N., Filippidis A., Christaras B., Tsirambides A. & Kassoli-Fourmaraki A. 2003. The role of organic matter of carbonate rocks in the reactivity of the produced quicklime. Mater. Struct., 36, 135-138.
- [48] Νταγκουνάκη Κ., Κασώλη-Φουρναράκη Α., Τσιραμπίδης Α. & Σικαλίδης Κ. 2004. Ανθρακικοί σχηματισμοί της ευρύτερης περιοχής της Κοζάνης και δυνατότητα αξιοποίησής τους στην υαλοουργία, στην απομάκρυνση όξινων αερίων και στη μεταλλουργία. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 36/1, 34-42.
- [49] Dagounaki C., Kassoli-Fourmaraki, A., Tsirambides, A. & Sikalidis C. 2003. The carbonate rocks of Kozani area (NW Greece) in regard to certain industrial applications. Slovak. Geol. Mag., 9/4, 281-285.
- [50] Dagounaki, C., Sikalidis, C., Kassoli-Fourmaraki, A. & Tsirambides, A. 2004. Suitability of the Kozani's area (NW Macedonia, Greece) carbonate rocks for the cement industry and as aggregates in constructions. Bull. Geol. Soc. Greece, 36/1, 80-88.
- [51] Dagounaki C., Sikalidis C., Kassoli-Fourmaraki A. & Tsirambides A. 2008. The influence of carbonates on the technological properties of an industrial red clay. Ind. Ceramics, 28/3, 181-187.
- [52] Dagounaki C., Sikalidis C., Kassoli-Fourmaraki A. & Tsirambides A. 2009. An evaluation of alternative sources of carbonate rocks for glass making from the Kozani region, NW Macedonia Greece. European J. Glass Sci. Techn., 50/5, 253-257.
- [53] Ηλιάδου Σ., Τσιραμπίδης Α., Κασώλη-Φουρναράκη Α. & Μιχαηλίδης Κ. 2004. Πετρογραφική και γεωχημική μελέτη ανθρακικών πετρωμάτων της περιοχής Βαφειοχωρίου Κιλκίς. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 36/1, 10-18.
- [54] Φωστήρόπουλος Β. & Χρυσοστομίδης Π. 1989. Γεωλογική-Κοιτασματολογική μελέτη των εμφανίσεων τραβερτινής περιοχής όρους Πάικου και υπολογισμός πιθανών αποθεμάτων. Έκθεση ΙΓΜΕ, Θεσσαλονίκη, 38σ.
- [55] Τσιραμπίδης Α. 1998. Δυνατότητες αξιοποίησης των στείρων (ρεταλιών) του δολομίτη της νήσου Θάσου. Πρακτ. 1ου Συν. Αναπτ. Προοπτικής Θάσου, 197-207.
- [56] Βουγιούκας Δ. 1998. Εκμετάλλευση μαρμάρων - αξιοποίηση του λευκού δολομιτικού μαρμάρου της Ν. Θάσου. Πρακτ. 1ου Συν. Αναπτ. Προοπ. Θάσου, Πρίνος, 173-180.
- [57] ΙΓΜΕ (Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών) 2000. Άτλαντας μαρμάρων Περιφέρειας Ανατ. Μακεδονίας – Θράκης. Μάρμαρα Ν. Θάσου. Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα, 67σ.
- [58] Tsirambides A. 2001. Industrial applications of the dolomite from Potamia, Thassos Island, N. Aegean Sea, Greece. Materials & Structures, 34, 110-113.
- [59] Λασκαρίδης Κ. 1989. Εξέταση λευκών Ελληνικών ασβεστολίθων και δολομιτών για τη χρήση τους στη βιομηχανία (π.χ. στη χαρτοβιομηχανία). Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 23/2, 295-304.
- [60] Λασκαρίδης Κ. 1996. Ποιοτική αξιολόγηση λευκών ανθρακικών της Μακεδονίας για βιομηχανικές χρήσεις. Ορυκτός Πλούτος, 100, 45-54.
- [61] Λασκαρίδης Κ. 2000. Αξιοποίηση στείρων μαρμάρων Τρανοβάλτου Κοζάνης για χρήση τους στη βιομηχανία ως πληρωτικών υλικών. Πρακτ. 1ου Συν. Επιτρ. Οικ. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ. (Ε.Γ.Ε.), Κοζάνη, 288-298.
- [62] Ξειδάκης Γ. & Σαμαράς Η. 1994. Μάρμαρα Ροδόπης. Μελέτη των κυριότερων φυσικών και τεχνικών ιδιοτήτων τους. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 30/1, 559-566.
- [63] Γαλανάκης Δ., Μαστρογιάννης Π., Πλουμής Π. & Κελεσιδής Π. 2000. Μελέτη εμπορικών τύπων μαρμάρου στη λατομική ζώνη Τρανοβάλτου Κοζάνης. Πρακτ. 1ου Συν. Επιτρ. Οικ. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ. (Ε.Γ.Ε.), Κοζάνη, 73-82.
- [64] Χατζηπαναγής Ι. & Βουγιούκας Δ. 2005. Τα μάρμαρα της Ανατολικής Μακεδονίας. Βασικοί παράγοντες που χαρακτηρίζουν την εμπορικότητά τους ως διακοσμητικών πετρωμάτων. Ποιότητες-Τιμές-Αποθέματα. Πρακτ. 2ου Συν. Επιτρ. Οικ. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ. (Ε.Γ.Ε.), Θεσσαλονίκη, 387-396.
- [65] Καστρινάκη Α. 2011. Πετρολογία των λευκοκρατικών γρανιτών του Πλατανοχωρίου Χαλκιδικής και δυνατότητες αξιοποίησης των αστρίων τους στην κεραμική βιομηχανία. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 230σ.
- [66] Παπαδόπουλος Α. 2011. Φυσική ραδιενέργεια σε σχέση με την ορυκτολογία, γεωχημεία ουρανίου και θορίου μαγματικών πετρωμάτων από τον Ελλαδικό χώρο: συμβολή στη χρήση φυσικών δομικών υλικών. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 283σ.
- [67] Κελεσιδής Η. & Τσόμπος Π. 1990. Η αξιοποίηση των γρανιτικών πετρωμάτων Πισοδερίου-Αγίου Γερμανού σαν διακοσμητικά πετρώματα. Πρακτ. Συν. «Το Ελληνικό Μάρμαρο», ΓΕΩΤ.Ε.Ε., Θεσσαλονίκη, 111-129.
- [68] Χρυσοστομίδης Π., Ζάννας Ι. & Σοφός Φ. 1992. Το γρανιτικό σύμπλεγμα Βροντούς και η καταλληλότητά του στη μαρμαρική τέχνη. Έκθεση ΙΓΜΕ, Θεσσαλονίκη, 17σ.
- [69] Αλμπάνης Π. & Βαδραχάνης Α. 2003. Καταγραφή και επεξεργασία χωροταξικών και οικιστικών χαρακτηριστικών Ν. Καβάλας. Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Ξάνθης, 176σ.
- [70] Παπαδόπουλος Χ. & Θεοδωρούδης Α. 1994. Έρευνα για αστρίους σε πηγματίτες-γρανίτες στη Μακεδονική κρυσταλλική μάζα. Πρόδρομα αποτελέσματα. Έκθεση ΙΓΜΕ, Θεσσαλονίκη.
- [71] Sikalidis C.A., Kassoli-Fourmaraki A. & Filippidis A. 1997. Feldpars from Paranesti pegmatite veins (NE Greece) for the ceramic and glass industry. Interceram, 46(4), 227-231.
- [72] Κράββας Χ. 1999. Γεωλογική-κοιτασματολογική έρευνα για την αξιοποίηση του χαλαζιοαστρίουχου κοιτάσματος της περιοχής Σιθωνίας Ν. Χαλκιδικής. Έκθεση ΙΓΜΕ, Θεσσαλονίκη.
- [73] Vlahou M., Christofides G., Sikalidis K., Kassoli-Fourmaraki A. & Eleftheriadis G. 2001. Upgrading of K-feldspars of Samothraki Island (NE Aegean Sea). Igneous rocks for use in the ceramic and glass industry. Bull. Geol. Soc. Greece, 34/3, 1177-1182.

- [74] Βλάχου Μ. 2003. Τριτογενής ηφαιστειότητα της Σαμοθράκης και συνδεδεμένα με αυτήν βιομηχανικά ορυκτά (ζεόλιθοι, Κ-άστριοι). Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 379σ.
- [75] Μάραντος Ι. & Κοσιάρης Γ. 2003. Βιομηχανικά ορυκτά και πετρώματα στο χώρο της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης. Έρευνες, αποτελέσματα και προοπτικές. Πρακτ. Ημερ. Περιφ. Ανατ. Μακεδονίας-Θράκης, Ξάνθη, 77-88.
- [76] Καντηράνης Ν., Φιλιππίδης Α., Δρακούλης Α. & Τσιραμπίδης Α. 2005. Μελέτη δεσμευτικής ικανότητας του μπεντονίτη της Μήλου και του αταπουλγίτη των Γρεβενών. Πρακτ. 2ου Συν. Επιτρ. Οικον. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ., Ε.Γ.Ε., Θεσσαλονίκη, 105-112.
- [77] Kastiris I., Kacandes G. & Mposkos E. 2003. The palygorskite and Mg-Fe-smectite clay deposits of the Ventsia basin, western Macedonia, Greece. In: Eliopoulos et al. (Eds.), Mineral Exploration and Sustainable Development, Millpress, Rotterdam, pp. 891-894.
- [78] Sproudeas D. 1997. Greek bauxite. Mines and markets. Ind. Minerals, 7, 52-55.
- [79] O'Driscoll M. 2011. Elmin bauxite sees the light. Industrial Minerals, 3, 42-45.
- [80] Pomoni-Papaioannou F. & Tsaila-Monopolis S. 1983. Petrographical, sedimentological and micropaleontological studies of an evaporite outcrop, west of the Ziros Lake (Epirus Greece). Riv. Ital. Paleont., 88/3, 387-400.
- [81] Μάραντος Ι., Μιχαήλ Κ. & Περγιάκης Β. 1993. Προκαταρκτική μελέτη εξαλλοιωμένων ηφαιστειωτών της περιοχής Σατών, Ν. Ροδόπης για βιομηχανικά ορυκτά. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 28/2, 317-328.
- [82] Μηνόπουλος Π. 1994. Μοντοριλονιτικοί άργιλοι Ν. Πιερίας. Έκθεση ΙΓΜΕ, Θεσσαλονίκη.
- [83] Sikalidis C. & Minopoulos P. 1994. Chemical, mineralogical and technical characteristics of natural clays from Macedonia, N. Greece and their evaluation for ceramics. Bull. Geol. Soc. Greece, 30/1, 581-589.
- [84] Περγιάκη Θ. & Ορφανουδάκη Α. 1996. Αξιολόγηση πηλών ως προς την καταλληλότητά τους για την κατασκευή κεραμικών προϊόντων, με βάση τη χημική τους σύσταση. Ορυκτός Πλούτος, 100, 15-22.
- [85] Καστρινάκη Α., Τσιραμπίδης Α., Μιχαηλίδης Κ. & Τρώντισιος Γ. 2004. Αξιολόγηση πηλολιθικών σχηματισμών και καταλληλότητα αυτών για την κατασκευή κεραμικών προϊόντων. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 36/1, 19-27.
- [86] Michailidis K., Trontzios G. & Sofianska E. 2010. Chemical and mineralogical assessment of clays from Peloponnese (S. Greece) and their evaluation for utilization in ceramics industry. Bull. Geol. Soc. Greece, 43/5, 2657-2666.
- [87] Τσώλη-Καταγά Π. 1981. Συμβολή στη μελέτη των καολινών της Λέσβου. Ι. Καολίνης του Μεσότοπου. Ορυκτός Πλούτος, 12, 39-46.
- [88] Tsolis-Katagas P. & Mavronichi M. 1989. Kaolinization of the Kimolos Island volcanics, Cyclades, Greece. Clay Minerals, 24, 75-89.
- [89] Michailidis K., Tsirambides A. & Tsamantouridis P. 1993. Kaolin weathering crusts on gabbroic rocks at Griva, Macedonia, Greece. Appl. Clay Sci., 8, 19-36.
- [90] Galan E., Aparicio P., Miras A., Michailidis K. & Tsirambides A. 1996. Technical properties of kaolin from Griva (Macedonia, Greece). Appl. Clay Sci. 10, 477-490.
- [91] Papoulis D. & Tsolis-Katagas P. 2001. Kaolinization processes in the rhyolitic rocks of Kefalos, Kos Island, Aegean Sea, Greece. Bull. Geol. Soc. Greece, 34/3, 867-874.
- [92] Michailidis K. & Tsirambides A. 1986. The kaolin deposits of Leucogia, NE Greece. Clay Minerals, 21, 417-426.
- [93] Kelepertsis A., Economou K., Skounakis S. & Porfyris S. 1990. Mineral and chemical composition of kaolins from Milos Island, Greece – procedure of kaolinite enrichment. Appl. Clay Sci., 5, 277-293.
- [94] Papoulis D. & Tsolis-Katagas P. 2001. Kaolin deposits of Leucogia, Rhodope, Greece: processes of kaolinization. Bull. Geol. Soc. Greece, 34/3, 875-882.
- [95] Kantiranis N., Filippidis A., Vouta S., Drakoulis A., Koutles Th. & Tzamos E. 2007. The cation exchange capacity of industrial minerals and rocks of Milos Island. Bull. Geol. Soc. Greece, 40(2), 775-780.
- [96] Κοσιάρης Γ. & Βουγιούκας Δ. 1980. Αναζήτηση βιομηχανικών ορυκτών και πετρωμάτων στο νομό Έβρου. Πρόδρομη έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα, 27σ.
- [97] Καντηράνης Ν., Φιλιππίδης Α., Βογιατζής Δ., Δρακούλης Α. & Καρατάσιος Γ. 2005. Καταλληλότητα της ποζολάνης της Νισύρου για χρήση σε παραδοσιακά κονιάματα. Πρακτ. 2ου Συν. Επιτρ. Οικον. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ., Ε.Γ.Ε., Θεσσαλονίκη, 113-122.
- [98] Dabitzias S. 1980. Petrology and Genesis of the Vavdos Cryptocrystalline Magnesite Deposits, Chalkidiki Peninsula, Northern Greece. Econ. Geology, 75, 1138-1151.
- [99] Νταμπίτζιας Σ. & Βακόνδιος Ι. 1994. Λευκόλιθος της Χαλκιδικής. Πρακτ. Ημερ. «Ορυκτός Πλούτος Ν. Χαλκιδικής – Περιβάλλον», ΓΕΩΤ.Ε.Ε., Γερακινή, 65-81.
- [100] Christidis G. 1992. Origin, physical and chemical properties of the bentonite deposits from the Aegean Islands of Milos, Kimolos and Chios, Greece. Ph.D. Thesis, University of Leicester, UK, 458p.
- [101] Κοσιάρης Γ. & Μιχαήλ Κ. 1995. Έρευνα για εντοπισμό βιομηχανικών ορυκτών στις Τριτογενείς λεκάνες της Θράκης. Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα, 15σ.
- [102] Arvanitidis N. 1998. Northern Greece's industrial minerals: production and environmental technology developments. J. Geochem. Explor., 62, 217-227.
- [103] Νταμπίτζιας Σ. & Ράσιου Α. 2000. Χαρζβουργίτες/δουνίτες για ολιβινικά προϊόντα υψηλών προδιαγραφών στα οφιολιθικά συμπλέγματα Βούρινου και Πίνδου. Πρακτ. 1ου Συν. Επιτρ. Οικ. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ. (Ε.Γ.Ε.), Κοζάνη, 330-340.
- [104] Filippidis A. 1996. Chemical variation of olivine in the serpentinite of the central section in the Xerolivado chrome mine of Vourinos, Greece. N. Jb. Miner. Abh., 170(2), 189-205.
- [105] Δρακούλης Α., Καντηράνης Ν., Φιλιππίδης Α. & Στεργίου Α. 2005. Δεσμευτική ικανότητα πλούσιων σε άμορφες φάσεις βιομηχανικών υλικών της Νήσου Μήλου. Πρακτ. 2ο Συν. Επιτρ. Οικον. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ. ΕΓΕ, Θεσσαλονίκη, 55-63.
- [106] Ericsson T., Papatheodorou K., Sklavounos S. & Filippidis A. 1992. Oxidation state of biotite from heated perlite samples from Chivadolimni deposits in Milos Island, Greece. N. Jb. Miner. Mh., 1, 1-12.
- [107] Stamatakis M.G., Lutat U., Regueiro M. & Calvo J.P. 1996. Milos: The Mineral Island. Ind. Miner., Feb., 57-61.
- [108] Κοσιάρης Γ. & Ζηκόπουλος Κ. 1991. Πυριτικός σχηματισμός Δορίσκου Φερών Ν. Έβρου. Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα, 16σ.
- [109] Arvanitidis N. & Kiliass S. 1997. Vein Quartz Deposits of Northern Greece - Exploitable Resources for Industrial Uses. In: Papunen (Ed.), Mineral Deposits, Balkema, Rotterdam, pp. 701-704.

- [110] Magganas A., Stamatakis M., Kyriakopoulos K. & Dermitzakis M. 1997. Authigenic minerals and geochemical features of Tertiary porcelanites and cherts from Greece. *Ann. Geol. Pays Hellen.*, 39, 981-997.
- [111] Νταμπίτζιας Σ. & Περδικάτσης Β. 1991. Εμφανίσεις βερμικουλίτη με οικονομικό ενδιαφέρον στην περιοχή Ασκού, Ν. Θεσσαλονίκης. *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.*, 25/2, 355-367.
- [112] Zhelyaskova-Panayotova M., Laskou M., Economou M. & Stefanov D. 1992. Vermiculite occurrences from the Vavdos and Gerakini Areas of the W. Chalkidiki Peninsula, Greece. *Chem. Erde*, 52, 41-48.
- [113] Διακάκης Ε., Μηνόπουλος Π. & Στεφανίδης Π. 1995. Βασική κοιτασματολογική έρευνα βερμικουλίτη στις περιοχές Κρουσίων και Δισώρου των νομών Κιλίκης και Σερρών. Έκθεση ΙΓΜΕ, Θεσσαλονίκη.
- [114] Νταμπίτζιας Σ. & Κουγκούλης Χ. 1994. Το κοιτάσμα τάλκη-βερμικουλίτη στο σερπεντινιτικό σώμα Τ6 περιοχής Ασκού Θεσσαλονίκης. *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.*, 30/1, 567-580.
- [115] Tsirambides A. & Michailidis K. 1999. An X-ray, EPMA, and oxygen isotope study of vermiculitized micas in the ultramafic rocks at Askos, Macedonia, Greece. *Appl. Clay Sci.*, 14, 121-140.
- [116] Bourliva A., Michailidis K., Sikalidis C. & Trontsios G. 2004. Removal of lead (Pb²⁺) and zinc (Zn²⁺) from aqueous solutions by adsorption on vermiculite from Askos area in Macedonia (Northern Greece). *Bull. Geol. Soc. Greece*, 36/1, 182-191.
- [117] Bourliva A., Michailidis K., Sikalidis C. & Filippidis A. 2010. Kinetic and isothermal study of lead ion adsorption onto natural bentonites with different cation exchange capacity (CEC) from Milos Island, Greece. *Geologica Balcanica*, 39(1-2), 53-54.
- [118] Bourliva A., Michailidis K., Sikalidis C., Filippidis A. & Apostolidis N. 2010. Municipal wastewater treatment with bentonite from Milos Island, Greece. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 43(5), 2532-2539.
- [119] Bourliva A., Michailidis K., Sikalidis C., Filippidis A. & Betsiou M. 2010. Natural bentonite from Milos Island Greece: A low cost adsorbent for removal of Cadmium from water and wastewaters. *Proc. Third Intern. Conf. Small Decentr. Water Wastewater Treat. Plants, Skiathos, Greece*, 63-68.
- [120] Bourliva A., Michailidis K., Sikalidis C., Filippidis A. & Betsiou M. 2010. Nickel removal from aqueous solutions utilizing Greek natural bentonite and vermiculite. *Proc. Second Intern. Symp. Green Chem. Envir. Health, Mykonos, Greece*, 6p.
- [121] Bourliva A., Michailidis K., Sikalidis C., Filippidis A. & Betsiou M. 2012. Nickel removal from aqueous solutions utilizing Greek natural bentonite and vermiculite. *Fresenius Environ. Bull.*, 21(8), 2466-2471.
- [122] Skarpelis N. & Liati A. 1991. Wollastonite and associated copper mineralization in the contact metamorphic aureole of Kimmeria, Xanthi, N. Greece. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 25/2, 369-377.
- [123] Constadinidou H., Patronis M., Zangalis K. & Economou G. 1998. Mineralogical characteristics related to the quality and recovery of the Panorama wollastonite, Drama area, Northern Greece. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 32/3, 295-302.
- [124] Γεωργιάδης Ι.Κ., Τζάμος Ε., Καντηράνης Ν., Παπαδοπούλου Λ., Τσιραμπίδης Α. & Φιλιππίδης Α. 2012. Συμβολή στην ορυκτολογία του Βολλαστονίτη Ξάνθης-Κιμμερίων (Θράκη, Ελλάδα). Τιμητική έκδ. Ομότ. Καθ. Κ. Σολδάτου. *Επιστ. Επετηρίδα, Τμήμα Γεωλογίας, ΑΠΘ, Ειδικός Τόμος*, 101, 17-21.
- [125] Papastavrou S. & Perdikatsis V. 1991. The garnetite from Serifos. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 25/2, 291-300.
- [126] Μέλφος Β. 2002. Πολύτιμοι λίθοι: έρευνες και προοπτικές για εντοπισμό τους στη Μακεδονία και Θράκη. *Πρακτ. Ημερ. Ε.-Γ.Ε., Θεσσαλονίκη*, 5σ.
- [127] Γεωργιάδης Ι. 2010. Πετρολογική και γεωχημική μελέτη γρανατούχων ιζηματογενών σχηματισμών της Ενότητας Βερτίσκου. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 271σ.
- [128] Skarpelis N., Christakos P. & Vallianatos A. 1998. Environmentally safe raw materials for blasting applications: the garnetites of Kimmeria (Xanthi) and Serifos Island. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 32/3, 289-293.
- [129] Πλουμής Π. & Χατζηπαναγής Ι. 1993. Οι εμφανίσεις άμορφου γραφίτη στους σχιστολίθους της σειράς εναλλαγών στις περιοχές Πολυνέρι-Υψηλή Ράχη και Άγιος Παντελεήμονας. Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα.
- [130] Μάραντος Ι., Κάρμης Π. & Καραντάση Σ. 2005. Στοιχεία κοιτασματολογικής έρευνας γραφίτη περιοχής Διάσπαρτου-Θερμών, Ν. Ξάνθης. *Πρακτ. 2ου Συν. Επιτρ. Οικ. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ. (Ε.Γ.Ε.), Θεσσαλονίκη*, 209-217.
- [131] Kostopoulos D., Ioannidis N. & Sklavounos S. 2000. A New Occurrence of Ultrahigh-Pressure Metamorphism, Central Macedonia, Northern Greece: Evidence from Graphitized Diamonds? *Int. Geology Review*, 42, 545-554.
- [132] Mposkos E. & Kostopoulos D. 2001. Diamond, former coesite and supersilicic garnet in metasedimentary rocks from the Greek Rhodope: a new ultrahigh-pressure metamorphic province established. *Earth Planet Sci. Letters*, 192, 497-506.
- [133] Stamatakis M. & Tsioura-Vlachou M. 1990. Diatomaceous rocks in Greece. In: IMM (Ed.), *Minerals, Materials and Industry*, 14th IMM Conf., Edinburgh, pp. 185-192.
- [134] Koukouzas N. 1992. Komnina diatomaceous clay deposit overburden lignite and its suitability (W. Macedonia, Northern Greece). *Mineral Wealth*, 81, 39-52.
- [135] Dermitzakis M., Triantaphyllou M., Stamatakis M. & Tsaparas N. 1998. Diatomaceous sediments of Gavdos Island, Southern Greece. Stratigraphical and Petrological analysis. *Interim Colloq. /RCMNS, Patra*, p. 22.
- [136] Owen R., Renaut R. & Stamatakis M. 2010. Diatomaceous sedimentation in late Neogene lacustrine basins of western Macedonia, Greece. *J. Paleolimn.*, 44/1, 343-359.
- [137] Φιλιππίδης Α. & Καντηράνης Ν. 2002. Μελέτη: Μορφολογία, ορυκτολογία, χημεία, ορυκτοχημεία και ιοντο-ανταλλακτική ικανότητα πέντε δειγμάτων φυσικού ζεόλιθου για λογαριασμό της Ν. Αλεξανδρίδης & Σια ΟΕ, Θεσσαλονίκη, 5p.
- [138] Φιλιππίδης Α. 2005. Μελέτη: Ορυκτολογία και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά πέντε δειγμάτων φυσικού ζεόλιθου για λογαριασμό της Ν. Αλεξανδρίδης & Σια ΟΕ, Θεσσαλονίκη, 10σ.
- [139] Filippidis A. 2012. Mineralogical Study of Natural Zeolites on behalf of GEO-VET. Thessaloniki, Greece, 2p.
- [140] Kirov G.N., Filippidis A., Tsirambides A., Tzvetanov R.G. & Kassoli-Fournaraki A. 1990. Zeolite-bearing rocks in Petrota area (Eastern Rhodope Massif, Greece). 2nd Hellenic-Bulgarian Symp. Thessaloniki, Greece, Oct.1989. *Geol. Rhodopica*, 2, 500-511.
- [141] Kassoli-Fournaraki A., Stamatakis M., Hall A., Filippidis A., Michailidis K., Tsirambides A. & Koutles Th. 2000. The Ca-rich clinoptilolite deposit of Pentalofof, Thrace, Greece. 5th Intern. Conf. Natural Zeolites, Ischia, Naples, Italy, Sept.1997. In: *Natural Zeolites for the Third Millennium* (Colella & Mumpton, eds), De Frede Editore, Napoli, 193-202.
- [142] Φιλιππίδης Α., Κασώλη-Φουρναράκη Α., Χαριστός Δ. & Τσιραμπίδης Α. 1997. Οι Ελληνικοί ζεόλιθοι ως μέσο απομάκρυνσης από το νερό ιχνοστοιχείων και ρύθμισης του pH. *Πρακτ. 4ου Υδρογεωλ. Συν., Θεσσαλονίκη*, 539-546.

- [143] Φιλίππιδης Α. & Κασώλη-Φουρναράκη Α. 2000. Δυνατότητα χρήσης Ελληνικών φυσικών ζεολιθών στην ανάπλαση λιγνιτωρυχείων του Λιγνιτικού Κέντρου Πτολεμαΐδας-Αμυνταίου. 1ο Συν. Επιτρ. Οικον. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ., Ε.Γ.Ε., Κοζάνη, 506-515.
- [144] Φιλίππιδης Α. & Κασώλη-Φουρναράκη Α. 2002. Διαχείριση υδάτινων οικοσυστημάτων με τη χρήση Ελληνικών φυσικών ζεολιθών. Πρακτ. 12ου Σεμ. Προστασία του Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, 75-82.
- [145] Φιλίππιδης Α. 2005. Εξυγίανση και προστασία των υδάτων της λίμνης Κορώνειας με φυσικό ζεόλιθο. Πρακτ. 13ου Σεμ. Προστασία Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, 73-84.
- [146] Φιλίππιδης Α. & Καντηράνης Ν. 2005. Βιομηχανικές, αγροτικές, κτηνοτροφικές και περιβαλλοντικές χρήσεις των φυσικών ζεόλιθων της Θράκης. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 37, 90-101.
- [147] Φιλίππιδης Α., Καντηράνης Ν., Δρακούλης Α. & Βογιατζής Δ. 2006. Εξυγίανση και προστασία της λίμνης Κορώνειας με φυσικό ζεόλιθο. Πρακτ. 2ου Συν. Συμβουλίου Περιβάλλοντος ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, 273-279.
- [148] Kantiranis N., Chrissafis C., Filippidis A. & Paraskevopoulos K. 2006. Thermal distinction of HEU-type mineral phases contained in Greek zeolite-rich volcanoclastic tuffs. Eur. J. Miner., 18(4), 509-516.
- [149] Φιλίππιδης Α. 2007. Ζεόλιθοι Δήμου Τριγώνου του Νομού Έβρου στη βιομηχανική, αγροτική, κτηνοτροφική και περιβαλλοντική τεχνολογία. Πρακτ. Ημερίδας Δυνατότητες Ανάπτυξης στο Βόρειο Έβρο, Πετρωτά Έβρου, 89-107.
- [150] Filippidis A. & Kantiranis N. 2007. Experimental neutralization of lake and stream waters from N. Greece using domestic HEU-type rich natural zeolitic material. Desalination, 213, 47-55.
- [151] Filippidis A., Kantiranis N., Stamatakis M., Drakoulis A. & Tzamos E. 2007. The cation exchange capacity of the Greek zeolitic rocks. Bull. Geol. Soc. Greece, 40(2), 723-735.
- [152] Φιλίππιδης Α., Αποστολίδης Ν., Φιλίππιδης Σ. & Παραγός Ι. 2007. Καθαρισμός αστικών λυμάτων και παραγωγή άοσμης λυματολάσπης με τη χρήση πορώδους Ελληνικού φυσικού ζεόλιθου των Πετρωτών Έβρου. Πρακτ. 3ο Πανελλ. Συμπ. Πορώδων Υλικών, 23-25.
- [153] Φιλίππιδης Α., Αποστολίδης Ν., Φιλίππιδης Σ. & Παραγός Ι. 2007. Εξυγίανση και προστασία της λίμνης Κορώνειας με Ελληνικό φυσικό ζεόλιθο των Πετρωτών Έβρου. Πρακτ. 3ου Πανελλ. Συμπ. Πορώδων Υλικών, Θεσσαλονίκη, 110-112.
- [154] Φιλίππιδης Α., Σιώμος Α., Μπαρμπαγιάννης Ν. & Φιλίππιδης Σ. 2007. Αγροτικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές με τη Χρήση Ελληνικού Φυσικού Ζεόλιθου των Πετρωτών Έβρου. Πρακτ. Συν. Jean Monnet Βιώσιμη ανάπτυξη στην Ευρώπη, Βέροια, 557-569.
- [155] Filippidis A. 2008. Treatment and recycling of municipal and industrial waste waters using Hellenic Natural Zeolite: A Review. Proc. AQUA, 3rd Intern. Conf. Water Science and Technology, Athens, Greece, 5p.
- [156] Φιλίππιδης Α. 2008. Γεωεπιστήμες και υγεία. Δημερίδα «Οι Γεωεπιστήμες στην Υπηρεσία της Κοινωνίας», Κοζάνη, 35-38.
- [157] Filippidis A., Apostolidis N., Paragios I. & Filippidis S. 2008. Zeolites clean up. Industrial Minerals, 487 (April), 68-71.
- [158] Filippidis A., Apostolidis N., Filippidis S. & Paragios I. 2008. Purification of industrial and urban wastewaters, production of odorless and cohesive zeo-sewage sludge using Hellenic Natural Zeolite. Proc. 2nd Intern. Conf. Small and Decentralized Water and Wastewater Treatment Plants, Skiathos, Greece, 403-408.
- [159] Filippidis A., Apostolidis N., Paragios I., Filippidis S. 2008. Purification of dye-work and urban wastewaters, production of odorless and cohesive zeo-sewage sludge, using Hellenic Natural Zeolite. Proc. 1st Intern. Conf. Hazardous Waste Management, Chania, Crete, Greece, 8p.
- [160] Filippidis A., Apostolidis N., Paragios I. & Filippidis S. 2008. Safe management of sewage sludge, produced by treatment of municipal sewage with Hellenic Natural Zeolite. Proc. AQUA, 3rd Intern. Conf. Water Science and Technology, Athens, Greece, 5p.
- [161] Φιλίππιδης Α., Αποστολίδης Ν., Παραγός Ι. & Φιλίππιδης Σ. 2008. Παραγωγή άοσμης λυματολάσπης, καθαρισμός υγρών αποβλήτων βαφείου και αστικών λυμάτων, με Ελληνικό Φυσικό Ζεόλιθο. Πρακτ. 3ου Περιβαλ. Συν. Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 8σ.
- [162] Φιλίππιδης Α., Αποστολίδης Ν., Παραγός Ι. & Φιλίππιδης Σ. 2008. Καθαρισμός βιομηχανικών υγρών αποβλήτων βαφείου και παραγωγή συνεκτικής ζεο-λάσπης με Ελληνικό Φυσικό Ζεόλιθο. Πρακτ. 8ου Διεθν. Υδρογεωλ. Συν. Ελλάδας, Αθήνα, 2, 783-788.
- [163] Φιλίππιδης Α., Αποστολίδης Ν., Φιλίππιδης Σ. & Παραγός Ι. 2008. Καθαρισμός αστικών λυμάτων, παραγωγή άοσμης και συνεκτικής ζεο-λυματολάσπης με Ελληνικό Φυσικό Ζεόλιθο. Πρακτ. 8ου Διεθν. Υδρογεωλ. Συν. Ελλάδας, Αθήνα, 2, 789-798.
- [164] Φιλίππιδης Α., Καντηράνης Ν., Φιλίππιδης Σ., Βορδογιάννης Ι., Αποστολίδης Ν. & Παραγός Ι. 2008. Καθαρισμός Υγρών Αποβλήτων Υφαντουργίας με Φυσικό Ζεόλιθο. Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας Αριθμ. 1006140, Οργανισμός Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας, Αθήνα.
- [165] Φιλίππιδης Α., Καντηράνης Ν., Φιλίππιδης Σ., Βορδογιάννης Ι., Αποστολίδης Ν. & Παραγός Ι. 2008. Καθαρισμός Αστικών Λυμάτων με Φυσικό Ζεόλιθο. Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας Αριθμ. 1006145, Οργανισμός Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας, Αθήνα.
- [166] Φιλίππιδης Α., Καντηράνης Ν., Φιλίππιδης Σ., Βορδογιάννης Ι., Αποστολίδης Ν. & Παραγός Ι. 2008. Καθαρισμός Υγρών Αποβλήτων Βυρσοδεψείων με Φυσικό Ζεόλιθο. Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας Αριθμ. 1006146, Οργανισμός Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας, Αθήνα.
- [167] Φιλίππιδης Α. 2009. Διαχείριση αστικών λυμάτων και βιομηχανικών υγρών αποβλήτων με Ελληνικό Φυσικό Ζεόλιθο. Άρθρο ανασκόπησης. Πρακτ. Συν. Ολοκλ. Διαχείριση Υδατικών Πόρων, Βόλος, ΙΙ, 829-836.
- [168] Filippidis A., Papastergios G., Apostolidis N., Paragios I., Filippidis S. & Sikalidis C. 2009. Odorless and cohesive zeo-sewage sludge produced by Hellenic Natural Zeolite treatment. Proc. 3rd AMIREG Intern. Conf. Assessing the Footprint of Resource Utilization and Hazardous Waste Management, Athens, Greece, 96-100.
- [169] Φιλίππιδης Α., Αποστολίδης Ν., Φιλίππιδης Σ. & Παραγός Ι. 2009. Καθαρισμός αστικών λυμάτων και παραγωγή άοσμης-συνεκτικής λυματολάσπης με Ελληνικό Φυσικό Ζεόλιθο. Τιμητικός Τόμος Χρ. Τζιμόπουλου, ΑΠΘ, ΥΔΡΟΓΑΙΑ, 425-434.
- [170] Filippidis A. 2010. Environmental, industrial and agricultural applications of Hellenic Natural Zeolite. Hellenic J. Geosci., 45, 91-100.
- [171] Filippidis A. 2010. Purification of municipal wastewaters and production of odorless and cohesive zeo-sewage sludge, using Hellenic Natural Zeolite. Proc. XIX Congr. CBGA, Thessaloniki, Greece. Sci. Annals, School of Geology, Aristotle Univ. Thessaloniki, 100, 55-62.

- [172] Φιλιππίδης Α. 2010. Περιβαλλοντικές, γεωργικές, κτηνοτροφικές και βιομηχανικές εφαρμογές του Ελληνικού Φυσικού Ζεόλιθου. Δελτ. Ελλ. Ιζηματολογικής Ένωσης, Ηιών, 7, 14-16.
- [173] Filippidis A., Moustaka-Gouni M., Kantiranis N., Katsiapi M., Papastergios G., Karamitsou V., Vogiatzis D. & Filippidis S. 2010. Chroococcus (Cyanobacteria) removal by Hellenic Natural Zeolite. Proc. 8th Intern. Conf. Natural Zeolites, Sofia, 91-92.
- [174] Filippidis A., Moustaka-Gouni M., Papastergios G., Katsiapi M., Kantiranis N., Karamitsou V., Vogiatzis D. & Filippidis S. 2010. Cyanobacteria removal by Hellenic Natural Zeolite. Proc. 3rd Intern. Conf. Small and Decentralized Water and Wastewater Treatment Plants, Skiathos, Greece, 383-387.
- [175] Filippidis A., Papastergios G., Apostolidis N., Filippidis S., Paragios I. & Sikalidis C. 2010. Purification of urban wastewaters by Hellenic Natural Zeolite. Bull. Geol. Soc. Greece, 43(5), 2597-2605.
- [176] Φιλιππίδης Α. & Φιλιππίδης Σ. 2011. Παραγωγή άοσμης και συνεκτικής ζεολυματολάσπης, κατάλληλης για ασφαλή απόθεση και για χρήση ως εδαφοβελτιωτικό γεωργικών καλλιεργειών, με την ανάμειξη λυματολάσπης και φυσικού ζεόλιθου. Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας Αριθμ. 1007446, Οργανισμός Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας, Αθήνα.
- [177] Filippidis A., Tsiambides A., Kantiranis N., Tzamos E., Vogiatzis D., Papastergios G., Papadopoulos A. & Filippidis S. 2011. Purification of wastewater from Sindos industrial area of Thessaloniki (N. Greece) using Hellenic Natural Zeolite. Proc. 9th Intern. Hydrogeol. Congr. Kalavrita, Greece. Environmental Earth Sciences, Springer, Berlin, Advances Res. Aquatic Environ., 2, 435-442.
- [178] Φιλιππίδης Α., Μουστάκα-Γούνη Μ., Κατσιάπη Μ. & Φιλιππίδης Σ. 2011. Απομάκρυνση κυανοβακτηρίων με τη χρήση Ελληνικού Φυσικού Ζεόλιθου. Πρακτ. 4ου Περιβαλ. Συν. Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 9σ.
- [179] Φιλιππίδης Α., Μουστάκα Μ., Φιλιππίδης Σ. & Κατσιάπη Μ. 2011. Απομάκρυνση κυανοβακτηρίων με φυσικό ζεόλιθο. Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας Αριθμ. 1007414, Οργανισμός Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας, Αθήνα.
- [180] Φιλιππίδης Α., Τσιραμπίδης Α., Τζάμος Ε., Βογιατζής Δ., Παπαστέργιος Γ., Γεωργιάδης Ι., Παπαδόπουλος Α. & Φιλιππίδης Σ. 2011. Καθαρισμός Υγρών Αποβλήτων της Βιομηχανικής Ζώνης Θεσσαλονίκης με τη χρήση Ελληνικού Φυσικού Ζεόλιθου. Πρακτ. 21ου Πανελ. Συν. Χημείας, Θεσσαλονίκη, 8σ.
- [181] Φιλιππίδης Α. 2012. Φυσικοί Ζεόλιθοι. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σ.Θ.Ε., Τμήμα Γεωλογίας, 14 σ.
- [182] Φιλιππίδης Α. 2012. Βιομηχανικές, γεωργικές, κτηνοτροφικές, υδατικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές του ορυκτού πλούτου του Νομού Έβρου. Ημερ. Οικονομία και Ανάπτυξη του Βορείου Έβρου, Διδυμότειχο, 3σ.
- [183] Φιλιππίδης Α. & Τσιραμπίδης Α. 2012. Ποιοτικά χαρακτηριστικά των Ελληνικών ζεολίθων, περιβαλλοντικές, βιομηχανικές, αγροτικές και υδατικές χρήσεις του Ελληνικού φυσικού ζεόλιθου: Ανασκόπηση. Τιμητική έκδ. Ομότ. Καθ. Κ. Σολδάτου. Επιστ. Επετ. Τμήμα Γεωλογίας, ΑΠΘ, 101, 125-133.
- [184] Filippidis A., Kantiranis N., Vogiatzis D., Tzamos E., Papastergios G. & Filippidis S. 2012. Odourless-cohesive zeosewage sludge production and urban wastewater purification by natural zeolite. Proc. Intern. Conf. Prot. Rest. Environ. XI, Thessaloniki, Greece, 582-588.
- [185] Φιλιππίδης Α., Γκοντελίτσας Α., Τζάμος Ε., Γκαμαλέτσος Π. & Φιλιππίδης Σ. 2012. Παραγωγή άοσμης-συνεκτικής ζεολυματολάσπης και ζεο-λάσπης με φυσικό ζεόλιθο. Πρακτ. 4ου Διεθν. Συν. Ελλ. Εταιρ. Διαχείρ. Στερεών Αποβλήτων, Αθήνα, 355-360.
- [186] Filippidis A. 2013. Industrial and municipal wastewater treatment by zeolitic tuff. Water Today, January, 34-38.
- [187] Κανάρης Ι. 1981. Ανακάλυψη κοιτάσματος ιζηματογενών ζεολίθων στο Νησί Θήρα. Εσωτ. Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα, 16σ.
- [188] Marcopoulos T. & Kraniotis A. 1982. Klinoptilolith, moedenit and analcim im bentonit von Milos/Griechenland. Fortschr. Miner., 60, 136-137.
- [189] Κοσιάρης Γ., Καραντάση Σ. & Γρηγοριάδης Γ. 1987. Εμφάνσεις ζεολίθων στη Δ. Θράκη. Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα, 37σ.
- [190] Filippidis A., Kougoulis C. & Michailidis K. 1988. Sr-bearing stilbite in a quartz-monzonite from Vathi, Kilkis, Northern Greece. Schweiz. Miner. Petrogr. Mitt., 68, 67-76.
- [191] Μάραντος Ι., Κοσιάρης Γ., Καραντάση Σ. & Γρηγοριάδης Γ. 1988. Μελέτη των Τριτογενών ζεολιθικών πυροκλαστικών της περιοχής των Μεταξάδων του Νομού Έβρου. Εσωτ. Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα, 13σ.
- [192] Stamatakis M.G. 1989. Authigenic silicates and silica polymorphs in the Miocene saline-alkaline deposits of the Karlovassi basin, Samos, Greece. Econ. Geol., 84, 788-798.
- [193] Stamatakis M.G. 1989. A boron-bearing potassium feldspar in volcanic ash and tuffaceous rocks from Miocene lake deposits, Samos Island, Greece. Amer. Mineral., 74, 230-235.
- [194] Κανάρης Ι. 1989. Οι ζεόλιθοι της Ν. Πολυαίγου. Εσωτ. Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα, 21σ.
- [195] Tsolis-Katagas P. & Katagas C. 1989. Zeolites in pre-caldera pyroclastic rocks of the Santorini volcano, Aegean Sea, Greece. Clays Clay Miner., 37, 497-510.
- [196] Tsiambides A., Kassoli-Fournaraki A., Filippidis A. & Soldatos K. 1989. Preliminary results on clinoptilolite-containing volcanoclastic sediments from Metaxades, NE Greece. 4th Congr. Geol. Soc. Greece, Athens, Greece, May 1988. Bull. Geol. Soc. Greece, 23(2), 451-460.
- [197] Μάραντος Ι., Κοσιάρης Γ., Καραντάση Σ. & Γρηγοριάδης Γ. 1989. Μελέτη των Τριτογενών ζεολιθικών πυροκλαστικών σχηματισμών της περιοχής Μεταξάδων του Νομού Έβρου. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 23/2, 443-450.
- [198] Tsolis-Katagas P. & Katagas C. 1990. Zeolitic diagenesis of Oligocene pyroclastic rocks of the Metaxades area, Thrace, Greece. Miner. Magazine, 54, 95-103.
- [199] Τσιραμπίδης Α. 1991. Μελέτη των ζεολιθοφόρων ηφαιστειοκλαστικών ιζημάτων των Μεταξάδων Έβρου. Ορυκτός Πλούτος, 72, 41-48.
- [200] Pe-Piper G. & Tsolis-Katagas P. 1991. K-rich mordenite from Late Miocene rhyolitic tuffs, Island of Samos, Greece. Clays Clay Miner., 39, 239-247.
- [201] Στεφανίδης Π. 1992. Αναφορά στην εντοπισθείσα εμφάνιση ζεολίθων στην περιοχή Βάθης Ν. Κιλκίς. Έκθεση ΙΓΜΕ, Θεσσαλονίκη.
- [202] Hall A. & Stamatakis M.G. 1992. Ammonium in zeolitized tuffs of the Karlovassi basin, Samos, Greece. Can. Miner., 30, 423-430.
- [203] Filippidis A. 1993. New find of moissanite in the Metaxades zeolite-bearing volcanoclastic rocks, Thrace county, Greece. N. Jb. Miner. Mh., 11, 521-527.

- [204] Tsirambides A., Filippidis A. & Kassoli-Fournaraki A. 1993. Zeolitic alteration of Eocene volcanoclastic sediments at Metaxades, Thrace, Greece. *Applied Clay Science*, 7, 509-526.
- [205] Savin S.M., Tsirambides A., Kassoli-Fournaraki A. & Filippidis A. 1993. Oxygen-isotope evidence for the alteration of the Eocene zeolite-bearing volcanoclastic sediments of Metaxades, Thrace, Greece. 4th Intern. Conf. Natural Zeolites, Idaho, 180-181.
- [206] Skarpelis N., Marantos I. & Christidis G. 1993. Zeolites in Oligocene volcanic rocks, Dadia-Lefkimi area, Thrace, Northern Greece: mineralogy and cation exchange properties. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 28/2, 305-315.
- [207] Kitsopoulos K. & Dunham A. 1994. Application of zeolitic volcanic tuffs from Greece (Lefkimi-Dadia, Metaxades, and Santorini island, Greece) as pozzolanic materials. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 30(3), 323-332.
- [208] Μάραντος Ι. & Περδικάτσης Β. 1994. Μελέτη ορυκτολογικής σύστασης, αφυδάτωσης/ προσρόφησης νερού και ιοντοανταλλακτικής ικανότητας ζεολιθικών τόφων από την περιοχή Πετρωτών-Πενταλόφου (Λεκάνη Ορεστιάδας), Ν. Έβρου. *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.*, 30/3, 311-321.
- [209] Μισαηλίδης Π., Γκοντελίτσας Α. & Φιλιππίδης Α. 1994. Δέσμευση Καισίου από ζεολιθοφόρο πέτρωμα της περιοχής Μεταξάδων (Ν. Έβρου, Θράκη). *Πρακτ. 15ου Πανελ. Συν. Χημείας, Θεσσαλονίκη*, Α, 218-221.
- [210] Hall A., Stamatakis M.G. & Walsh J.N. 1994. Ammonium enrichment associated with diagenetic alteration in Tertiary pyroclastic rocks from Greece. *Chem. Geol.*, 118, 173-183.
- [211] Misaelides P., Godelitsas A., Charistos V., Ioannou D. & Charistos D. 1994. Heavy metal uptake by zeoliferous rocks from Metaxades, Thrace, Greece: An exploratory study. *J. Radioanal. Nucl. Chem. Art.*, 183, 159-166.
- [212] Filippidis A., Kassoli-Fournaraki A., Tsirambides A. 1995. The zeolites of Petrota and Metaxades (Thrace) and the kaolins of Leucogia (Macedonia), Greece. *Intern. Symp. Natural Zeolites, Sofia, Bulgaria, Field Trip Guide (B. Aleksiev, ed.)*, 49-62.
- [213] Misaelides P., Godelitsas A. & Filippidis A. 1995. The use of zeoliferous rocks from Metaxades-Thrace, Greece, for the removal of caesium from aqueous solutions. *Fresenius Envir. Bull.*, 4, 227-231.
- [214] Koutles Th., Kassoli-Fournaraki A., Filippidis A. & Tsirambides A. 1995. Geology and geochemistry of the Eocene zeolitic-bearing volcanoclastic sediments of Metaxades, Thrace, Greece. *Estudios Geologicos*, 51(1-2), 19-27.
- [215] Yannakopoulos A.L., Tserveni-Gousi A.S., Katsaounis N.K., Kassoli-Fournaraki A., Filippidis A. & Tsolakidou A. 1995. The influence of Greek clinoptilolite-bearing rocks on the performance of laying hens, in the early stage of laying. *Intern. Symp. Natural Zeolites, Sofia, Bulgaria*, 120.
- [216] Tserveni-Gousi A.S., Yannakopoulos A.L., Katsaounis N.K., Filippidis A., Kassoli-Fournaraki A. & Fortomaris P. 1995. The influence of Greek clinoptilolite-bearing rocks on the egg shell quality, in the early stage of laying. *Intern. Symp. Natural Zeolites, Sofia, Bulgaria*, 118.
- [217] Φιλιππίδης Α., Γκοντελίτσας Α., Μισαηλίδης Π., Χαριστός Δ., Κασώλη-Φουρναράκη Α. & Τσιραμπίδης Α. 1995. Το ζεολιθοφόρο πέτρωμα των Μεταξάδων Θράκης και η δυνατότητά του να δεσμεύει ραδιονουκλίδια και βαρέα μέταλλα από τοξικές τους συγκεντρώσεις. *Ημερίδα «Ορυκτολογία και Γεωχημεία, Θεσσαλονίκη*, 7.
- [218] Kitsopoulos K. & Dunham A. 1996. Heulandite and mordenite-rich tuffs from Greece: a potential source for pozzolanic materials. *Miner. Deposita*, 31, 576-583.
- [219] Stamatakis M., Hall A. & Hein J. 1996. The zeolite deposits of Greece. *Miner. Deposita*, 31, 473-481.
- [220] Symeopoulos B., Soupioni M., Misaelides P., Godelitsas A. & Barbayiannis N. 1996. Neodymium sorption by clay minerals and zeoliferous rocks. *J. Radioanal. Nucl. Chem., Let.*, 212, 421-429.
- [221] Γιαννακόπουλος Α.Λ., Τσερβένη-Γούση Α.Σ., Κατσαούνης Ν.Κ., Κασώλη-Φουρναράκη Α. & Φιλιππίδης Α. 1996. Η επίδραση του Ελληνικού φυσικού ζεολίθου στις αποδόσεις των ορνίθων σε όλη τη διάρκεια της περιόδου ωοτοκίας τους. *Επιθεώρηση Ζωοτεχνικής Επιστήμης*, 17, 43-44.
- [222] Haidouti C. 1997. Inactivation of mercury in contaminated soils using natural zeolites. *Sci. Total Envir.*, 208, 105-109.
- [223] Kitsopoulos K.P. 1997. The genesis of a mordenite deposit by hydrothermal alteration of pyroclastics on Polyegos Island, Greece. *Clays & Clay Miner.*, 45(5), 632-648.
- [224] Kitsopoulos K.P. 1997. Comparison of the methylene blue absorption and the ammonium acetate saturation methods for determination of CEC values of zeolite-rich tuffs. *Clay Miner.*, 32, 319-322.
- [225] Fragoulis D., Chaniotakis E. & Stamatakis M. 1997. Zeolitic tuffs of Kimolos Island, Aegean Sea, Greece and their industrial potential. *Cement Concrete Res.*, 27/6, 889-905.
- [226] Sikalidis C. 1998. Heavy metals and toxic elements removal from contaminated waters by clay minerals and zeolite bearing rocks. *Proc. 4th Int. Conf. Envir. Pollution, Thessaloniki*, 102-110.
- [227] Kitsopoulos K.P. & Dunham A.C. 1998. Compositional variations of mordenite from Polyegos island, Greece: Na-Ca and K-rich mordenite. *Eur. J. Miner.*, 10, 569-577.
- [228] Kitsopoulos K., Scott P. & Dunham A. 1998. Beneficiation of zeolite-rich volcanoclastic materials. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 32, 265-272.
- [229] Stamatakis M.G., Fragoulis D., Papageorgiou A. & Chaniotakis E. 1998. Zeolitic tuffs from Greece and their commercial potential in the cement industry. *World Cement Res. Develop.*, July, 98-103.
- [230] Stamatakis M., Hall A., Lutat U. & Walsh J. 1998. Mineralogy, origin and commercial value of the zeolite-rich tuffs in the Petrota-Pentalofos area, Evros County, Greece. *Estudios Geol.*, 54, 3-15.
- [231] Yannakopoulos A., Tserveni-Gousi A. & Christaki E. 1998. Effect of natural zeolite on yolk:albumen ratio in hen eggs. *British Poultry Sci.*, 39, 506-510.
- [232] Kitsopoulos K.P. 1999. Cation-exchange capacity (CEC) of zeolitic volcanoclastic materials: Applicability of the ammonium acetate saturation (AMAS) method. *Clays & Clay Miner.*, 47(6), 688-696.
- [233] Φιλιππίδης Α., Κασώλη-Φουρναράκη Α., Γιαννακόπουλος Α. & Φιλιππίδης Σ. 1999. Έρευνα αξιοποίησης ζεολίθων Ν. Ροδόπης: Αξιοποίηση των ζεολίθων στην κτηνοτροφία (ζωοτροφές). *Επιστ. Έκθεση, Θεσσαλονίκη*, 33σ.
- [234] Hall A., Stamatakis M.G. & Walsh J.N. 2000. The Pentalofos zeolitic tuff formation: A giant ion-exchange column. *Ann. Geol. Pays Helleniques*, 38, 175-192.
- [235] Stamatakis M.G., Fragoulis D., Chaniotakis E., Bedeleian I. & Csiric G. 2000. Clinoptilolite-rich tuffs from Greece, Romania and Hungary and their industrial potential as cement additive. *Proc. 3rd Congr. Mineral Wealth, Athens, B*, 451-457.

- [236] Μάραντος Ι., Κοσιάρης Γ., Περδικάσης Β. & Καρανάση Σ. 2000. Κοιτασματολογική μελέτη ζεολιθικών τόφων περιοχής Σκαλώματος, Ν. Ροδόπης. Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα, 6σ.
- [237] Kitsopoulos K.P. 2001. The relationship between the thermal behaviour of clinoptilolite and its chemical composition. *Clays & Clay Miner.*, 49(3), 236-243.
- [238] Kitsopoulos K., Scott P., Jeffrey C. & Marsh N. 2001. The mineralogy and geochemistry of zeolite-bearing volcanics from Akrotiri (Santorini Island) and Polyegos (Milos group of islands), Greece. Implications for geochemical classification diagrams. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 34/3, 859-865.
- [239] Stamatakis M., Koukouzas N., Vassilatos Ch., Kamenou E. & Samantouros K. 2001. The zeolites from Evros region, Northern Greece: A potential use as cultivation substrate in hydroponics. *Acta Horticult.*, 548, 93-103.
- [240] Barbieri M., Castorina F., Masi U., Garbarino C., Nicoletti M., Kassoli-Fournaraki A., Filippidis A. & Mignardi S. 2001. Geochemical and isotopic evidence for the origin of rhyolites from Petrota (Northern Thrace, Greece) and geodynamic significance. *Chem. Erde – Geochem.*, 61, 13-29.
- [241] Μάραντος Ι., Κοσιάρης Γ., Περδικάσης Β., Καρανάση Σ., Καλοειδής Β. & Μαλαμή Χ. 2001. Αξιολόγηση εξαλλοιωμένων πυροκλαστικών από περιοχές του Νομού Ροδόπης σαν συστατικών ποζολανικών τσιμέντων. *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.*, 34/3, 1155-1162.
- [242] Stamatakis M. & Kyriakopoulos K. 2002. On the occurrence of zeolitized pyroclastic rocks in NE Lesvos Island, Greece. *Proc. 6th Int. Conf. Occ. Prop. Util. Nat. Zeolites, Thessaloniki*, 344-345.
- [243] Marantos I., Koshiaris G., Perdikatsis V., Karantassi S. & Economou G. 2002. Zeolitic alteration tuffs in the Skalama-Darmeni-Nikites-Nea Santa area, Komotini Tertiary basin, Thrace, NE Greece. *Proc. 6th Int. Conf. Occ. Prop. Util. Nat. Zeolites, Thessaloniki*, p. 220.
- [244] Μάραντος Ι. 2004. Μελέτη εξαλλοιώσεων Τριτογενών ηφαιστιαίων λεκάνης Φερών Ν. Έβρου, με έμφαση στη γένεση των ζεολιθών και των πιθανών εφαρμογών τους. Διδακτορική Διατριβή, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, 261σ.
- [245] Perraki T. & Orfanoudaki A. 2004. Mineralogical study of zeolites from Pentalofofos area, Thrace, Greece. *Appl. Clay Sci.*, 25, 9-16.
- [246] Kantiranis N., Stamatakis M., Filippidis A. & Squires C. 2004. The uptake ability of the clinoptilolitic tuffs of Samos Island, Greece. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 36(1), 89-96.
- [247] Μάραντος Ι., Κοσιάρης Γ., Καρανάση Σ., Περδικάσης Β. & Χρηστίδης Γ. 2004. Πρόδρομη μελέτη εξαλλοιώσεων Τριτογενών ηφαιστειοκλαστικών πετρωμάτων στην περιοχή Ασπρούλα, Νέα Σάντα, Ν. Ροδόπης. *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.*, 36(1), 454-463.
- [248] Filippidis A., Kantiranis N., Drakoulis A. & Vogiatzis D. 2005. Quality, pollution, treatment and management of drinking, waste, underground and surface waters, using analcime-rich zeolitic tuff from Samos island, Hellas. *Proc. 7th Hellenic Hydrogeol. Conf., Athens, Greece, II*, 219-224.
- [249] Μάραντος Ι., Μιχαήλ Κ. & Κοσιάρης Γ. 2008. Κοιτασματολογικά στοιχεία ζεολιθικών τόφων Πετρωτών. Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα, 80σ.
- [250] Βούτα Σ. 2009. Ορυκτολογία και δεσμευτική ικανότητα ζεόλιθου Βορείου Ξεροβουνίου (Αβδέλλα Έβρου) και πιθανές περιβαλλοντικές εφαρμογές. Διατριβή Ειδίκευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 29σ.
- [251] Καλαμπαλίκη Σ. 2009. Ορυκτολογία και δεσμευτική ικανότητα ζεόλιθου Κεντρικού Ξεροβουνίου (Αβδέλλα Έβρου) και πιθανές περιβαλλοντικές εφαρμογές. Διατριβή Ειδίκευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 35σ.
- [252] Τζάμος Ε. 2009. Ορυκτολογία και δεσμευτική ικανότητα ζεόλιθου Νοτίου Ξεροβουνίου (Αβδέλλα Έβρου) και πιθανές περιβαλλοντικές εφαρμογές. Διατριβή Ειδίκευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 42σ.
- [253] Μάραντος Ι. & Αγγελάτου Β. 2009. Αξιολόγηση φυσικών ζεόλιθων στη βελτίωση της ποιότητας πόσιμου νερού, στη δέσμευση βαρέων μετάλλων από υγρά απόβλητα και στη βελτίωση ποιότητας των εδαφών. Εσωτ. Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα, 21σ.
- [254] Kitsopoulos K. 2010. Immobile trace elements discrimination diagrams with zeolitized volcanics from the Evros – Thrace – Rhodope volcanic terrain. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 43(5), 2455-2464.
- [255] Αποστολίδης Ν. 2010. Ορυκτολογία και δεσμευτική ικανότητα των ζεολιθοφόρων σχηματισμών Βορείου Γουρουνορέματος (Αβδέλλα Έβρου) και πιθανές περιβαλλοντικές εφαρμογές. Διατριβή Ειδίκευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 29σ.
- [256] Ελαιόπουλος Κ., Ιγγλεζάκης Β., Αγγελάτου Β. & Ζορπάς Α. 2010. Απομάκρυνση σιδήρου και μαγγανίου από πόσιμο νερό με χρήση φυσικού ζεόλιθου και διογκωμένου βερμικουλίτη σε κλίνες κλειστού βρόγχου. *Πρακτ., 3ο Διεθ. Συν. Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Νερού και Υγρών Αποβλήτων Μικρής Κλίμακας, Σκιάθος*, 369-374.
- [257] Kantiranis N., Sikalidis C., Papastergios G., Squires C. & Filippidis A. 2010. Continuous extra-framework Na⁺ release from Greek Analcime-rich volcanoclastic rocks on exchange with NH₄⁺. *Sci. Annals, Geology, Aristotle Univ. Thessaloniki, Spec. Publ.*, 100, 81-87.
- [258] Tzamos E., Filippidis A., Kantiranis N., Sikalidis C., Tsirambidis A., Papastergios G. & Vogiatzis D. 2010. Uptake ability of zeolitic rock from South Xerovouni, Avdella, Evros, Hellas. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 43(5), 2762-2772.
- [259] Voudouris P., Magganis A., Kati M., Gerogianni N., Kastanioti G. & Sakelaris G. 2010. Mineralogical constraints to the formation of vein-type zeolites from Kizari area, Thrace Northern Greece. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 43/5, 2786-2797.
- [260] Kantiranis N., Sikalidis K., Godelitsas A., Squires C., Papastergios G. & Filippidis A. 2011. Extra-framework cation release from heulandite-type rich tuffs on exchange with NH₄⁺. *J. Environ. Manag.*, 92, 1569-1576.
- [261] Tzamos E., Kantiranis N., Papastergios G., Vogiatzis D., Filippidis A. & Sikalidis C. 2011. Ammonium exchange capacity of the Xerovouni zeolitic tuffs, Avdella area, Evros Prefecture, Greece. *Clay Minerals*, 46, 179-187.
- [262] Τζάμος Ε., Αποστολίδης Ν., Παραγιός Ι., Καντηράνης Ν., Παπαστέργιος Γ., Φιλιππίδης Α., Σικαλίδης Κ. & Τσιραμπίδης Α. 2011. Ικανότητα ανταλλαγής ιόντων ζεολιθικών τόφων Γουρουνορέματος (Αβδέλλα Έβρου) και πιθανές περιβαλλοντικές εφαρμογές. *Πρακτ. 4ου Περιβαλ. Συν. Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη*, 8σ.
- [263] Τζάμος Ε., Φιλιππίδης Α., Τσιραμπίδης Α., Παπαδόπουλος Α., Αποστολίδης Ν., Βούτα Σ., Καλαμπαλίκη Σ. & Παραγιός Ι. 2012. Ορυκτολογία, χημεία και ικανότητα ανταλλαγής ιόντων των ζεολιθικών τόφων Αβδέλλας-Μεταξάδων (Έβρος, Ελλάδα). Τιμητική έκδ. Ομότ. Καθ. Κ. Σολδάτου. *Επιστ. Επετ. Τμήμα Γεωλογίας, ΑΠΘ*, 101, 119-124.

- [264] Misaelides P., Godelitsas A., Filippidis A., Charistos D. & Anousis I. 1995. Thorium and uranium uptake by natural zeolitic materials. *Science Total Environment*, 173/174, 237-246.
- [265] Tsadilas C.D., Voulgarakis N. & Theophilou N. 1997. Zeolite influence on nitrogen uptake by wheat. *Proc. 5th Intern. Conf. Natural Zeolites*, Ischia, Italy, 301-303.
- [266] Tserveni-Gousi A.S., Yannakopoulos A.L., Katsaounis N.K., Filippidis A. & Kassoli-Fournaraki A. 1997. Some interior egg characteristics as influenced by addition of Greek clinoptilolitic rock material in the hen diet. *Archiv fur Geflugelkunde*, 61(6), 291-296.
- [267] Kassoli-Fournaraki A., Filippidis A., Tsirambides A., Michailidis K., Yannakopoulos A. & Tserveni-Gousi A. 1998. Development of industrial and environmental uses of European natural zeolites. *Res. Rep.*, Thessaloniki, Greece, 115p.
- [268] Filippidis A. & Kassoli-Fournaraki A. 2000. Environmental uses of natural zeolites from Evros district, Thrace, Greece. *Fifth Intern. Conf. Environ. Pollution*, Thessaloniki, Greece, 149-155.
- [269] Zorpas A.A., Constantinides T., Vlyssides A.G., Haralambous I. & Loizidou M. 2000. Heavy metal uptake by natural zeolite and metals partitioning in sewage sludge compost. *Biores. Technol.*, 72, 113-119.
- [270] Zorpas A.A., Kapetaniotis E., Zorpas G.A., Karlis P., Vlyssides A., Haralambous I. & Loizidou M. 2000. Compost produced from organic fraction of municipal solid waste, primary stabilized sewage sludge and natural zeolite. *J. Hazardous Mater.*, B77, 149-159.
- [271] Yannakopoulos A., Tserveni-Gousi A., Kassoli-Fournaraki A., Tsirambides A., Michailidis K., Filippidis A. & Lutat U. 2000. Effects of dietary clinoptilolite-rich tuff on the performance of growing-finishing pigs. *5th Intern. Conf. Natural Zeolites*, Ischia, Naples, Italy, Sept.1997. In: *Natural Zeolites for the Third Millennium* (Colella & Mumpton, eds), De Frede Editore, Napoli, 471-481.
- [272] Moirou A., Xenidis A. & Paspaliaris I. 2001. Stabilization Pb, Zn, and Cd- contaminated soil by means of natural zeolites. *Soil & Sed. Contam.*, 10(3), 251-267.
- [273] Vlessidis A.G., Triantafyllidis C.S. & Evmiridis N.P. 2001. Removal and recovery of p-phenylenediamines developing compounds from photofinishing lab washwater using clinoptilolite tuffs from Greece. *Water Research*, 35/6, 1603-1608.
- [274] Kantiranis N., Filippidis A., Mouhtaris Th., Charistos D., Kassoli-Fournaraki A. & Tsirambides A. 2002. The uptake ability of the Greek natural zeolites. *6th Intern. Conf. Natural Zeolites*, Thessaloniki, Greece, 155-156.
- [275] Kyriakis S.C., Papaioannou D.S., Alexopoulos C., Polizopoulou Z., Tzika E.D. & Kyriakis C.S. 2002. Experimental studies on safety and efficacy of the dietary use of a clinoptilolite-rich tuff in sows: a review of recent research in Greece. *Micropor. Mesopor. Mater.*, 51, 65-74.
- [276] Yannakopoulos A., Tserveni-Gousi A., Fortomaris P., Arsenos G., Filippidis A. & Kassoli-Fournaraki A. 2002. Effects of dietary inclusion of natural Greek zeolite on the reproductive characteristics of sows. *6th Intern. Conf. Natural Zeolites*, Thessaloniki, Greece, 393-394.
- [277] Papaioannou D.S., Kyriakis S.C., Papasteriadis A., Roubies N., Yannakopoulos A. & Alexopoulos C. 2002. A field study on the effect of in-feed inclusion of a natural zeolite (clinoptilolite) on health status and performance of sows/gilts and their litters. *Res. Veterin. Sci.*, 72, 51-59.
- [278] Papaioannou D.S., Kyriakis S.C., Papasteriadis A., Roubies N., Yannakopoulos A. & Alexopoulos C. 2002. Effect of in-feed inclusion of a natural zeolite (clinoptilolite) on certain vitamin, macro and trace element concentrations in the blood, liver and kidney tissues of sows. *Res. Veterin. Sci.*, 72, 61-68.
- [279] Inglezakis V.J. & Grigoropoulou H.P. 2003. Modeling of ion exchange of Pb²⁺ in fixed beds of clinoptilolite. *Micropor. Mesopor. Mater.*, 61, 273-282.
- [280] Inglezakis V.J., Zorpas A.A., Loizidou M.D. & Grigoropoulou H.P. 2003. Simultaneous removal of metals Cu²⁺, Fe³⁺ and Cr³⁺ with anions SO₄²⁻ and HPO₄²⁻ using clinoptilolite. *Micropor. Mesopor. Mater.*, 61, 167-171.
- [281] Krestou A., Xenidis A. & Papias D. 2003. Mechanism of aqueous uranium (VI) uptake by natural zeolitic tuff. *Miner. Engin.*, 16, 1363-1370.
- [282] Perraki T., Kakali G. & Kontoleon F. 2003. The effect of natural zeolites on the early hydration of Portland cement. *Micropor. Mesopor. Mater.*, 61, 205-212.
- [283] Katranas T.K., Vlessidis A.G., Tsiatouras V.A., Triantafyllidis K.S. & Evmiridis N.P. 2003. Dehydrogenation of propane over natural clinoptilolite zeolites. *Micropor. Mesopor. Mater.*, 61, 189-198.
- [284] Fokas P., Zervas G., Fegeros K. & Zoiopoulos P. 2004. Assessment of Pb retention coefficient and nutrient utilization in growing pigs fed diets with added clinoptilolite. *Animal Feed Sci. & Technol.*, 117, 121-129.
- [285] Papadopoulos A., Fatta D., Parperis K., Mentzis A., Haralambous K.J. & Loizidou M. 2004. Nickel uptake from a wastewater stream produced in a metal finishing industry by combination of ion-exchange and precipitation methods. *Separ. & Purif. Technol.*, 39, 181-188.
- [286] Φιλίππιδης Α., Καντηράνης Ν. & Squires C. 2005. Αξιολόγηση και αξιοποίηση του Ελληνικού ορυκτού πλούτου με έμφαση στα ζεολιθοφόρα πετρώματα. *Επιστ. Εκθεση, Θεσσαλονίκη*, 25σ.
- [287] Deligiannis K., Lainas Th., Arsenos G., Papadopoulos E., Fortomaris P., Kufidis D., Stamataris C. & Zygyiannis D. 2005. The effect of feeding clinoptilolite on food intake and performance of growing lambs infected or not with gastrointestinal nematodes. *Livestock Production Sci.*, 96, 195-203.
- [288] Καραμανλής Ε., Φορτομάρης Π., Αρσένος Γ., Καμαριανός Α., Μπάτζιος Χ., Φιλίππιδης Α., Καντηράνης Ν., Squires C., Δρακούλης Α., Παπαϊωάννου Δ. & Δόσης Ι. 2006. Η επίδραση στην ποιότητα του μικροπεριβάλλοντος της εκτροφής και στις αποδόσεις κρεοπαραγωγών ορνιθίων από την ενσωμάτωση ενός Ελληνικού φυσικού ζεολίθου στο σιτηρέσιο και στη στρωμνή. *Επιστ. Εκθεση, Θεσσαλονίκη*, 57σ.
- [289] Warchol J., Misaelides P., Petrus R. & Zamboulis D. 2006. Preparation and application of organo-modified zeolitic material in the removal of chromates and iodides. *J. Hazardous Mater.*, B137, 1410-1416.
- [290] Βογιατζής Δ., Χρηστάρας Β., Φιλίππιδης Α., Κασώλη-Φουρνάρη Α., Καντηράνης Ν., Μοροπούλου Α. & Μπακόλας Α. 2008. Αξιολόγηση της Συμπαγοποίησης Κονιαμάτων Τσιμεντο-Αμμου-Ελληνικού Φυσικού Ζεόλιθου με Τεχνικές Υπερήχων. *Πρακτ. 1ου Πανελ. Συν. Δομικών Υλικών*, Αθήνα, Β, 1099-1110.
- [291] Βογιατζής Δ. 2009. Χρήση ιπτάμενης τέφρας και φυσικού ζεόλιθου στην παρασκευή ελαφροβαρών κονιαμάτων. *Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*, 172σ.

- [292] Vogiatzis D., Kantiranis N., Filippidis A., Tzamos E. & Sikalidis C. 2012. Hellenic Natural Zeolite as a replacement of sand in mortar: Mineralogy monitoring and evaluation of its influence on mechanical properties. *Geosciences*, 2, 298-307.
- [293] Marantos I., Perdikatsis V., Papadopoulos P. & Pliadis A. 1990. Mineralogical study of talc occurrences in Organi-Myrtiski-Chloi area ultramafic body, eastern Rhodope, NE Greece. *Geol. Rhodopica*, 2, 479-488.
- [294] Μηνόπουλος Π. 1990. Γεωλογική κοιτασματολογική μελέτη τάκλη Αρνισσας (υποπεριοχή Δροσιάς) Ν. Πέλλας. Έκθεση ΙΓΜΕ, Θεσσαλονίκη.
- [295] Κράββας Χ. 1991. Πρόδρομα αποτελέσματα για τη μεταλλοφορία τάκλη Δίβουνου Ν. Κυλικής. Έκθεση ΙΓΜΕ, Θεσσαλονίκη.
- [296] Βέκιος Π. & Χιώτης Ε. 1993. Παλαιογεωγραφικές συνθήκες σχηματισμού των φωσφοριτών και μητρικών πετρωμάτων πετρελαίου στην Ήπειρο. Συμβολή στην έρευνα φωσφοριτών και υδρογονανθράκων. *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.*, 28/2, 535-549.
- [297] www.iea.org [oil market report (Online), accessed Sept. 7, 2011].
- [298] www.uxc.com [data services & publications on the global nuclear fuel (Online), accessed Sept. 7, 2011].
- [299] www.worldcoal.org [coal price (Online), accessed Sept. 7, 2011].
- [300] Κούκουζας Κ., Κώτης Θ., Πλουμίδης Μ. & Μεταξάς Α. 1979. Έρευνα γαιανθράκων περιοχής Αναργύρων Αμυνταίου (Δ. Μακεδονία). Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα, 69σ.
- [301] Κούκουζας Κ., Κώτης Θ., Πλουμίδης Μ., Μεταξάς Α. & Δημητρίου Δ. 1984. Το λιγνιτικό κοιτάσμα των Κομνηνών Πτολεμαΐδος (Δ. Μακεδονία). Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα, 103σ.
- [302] Μπρουσούλης Ι., Γιακκούλης Π., Αραπογιάννης Ε. & Αναστασιάδης Ι. 1991. Το λιγνιτικό κοιτάσμα Δράμας. Γεωλογία, Έρευνα, Αποθέματα. Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα.
- [303] Filippidis A. & Georgakopoulos A. 1992. Mineralogical and chemical investigation of fly ash from the Main and Northern lignite fields in Ptolemais, Greece. *Fuel*, 71(4), 373-376.
- [304] Filippidis A., Georgakopoulos A. & Kassoli-Fournaraki A. 1992. Mineralogical components from ashing at 600°C to 1000°C of the Ptolemais lignite, Greece. *Trends in Mineralogy*, 1, 295-300.
- [305] Georgakopoulos A., Kassoli-Fournaraki A. & Filippidis A. 1992. Morphology, mineralogy and chemistry of the fly ash from the Ptolemais lignite basin (Greece) in relation to some problems in human health. *Trends in Mineralogy*, 1, 301-305.
- [306] Κώτης Θ., Πλουμίδης Μ., Μεταξάς Α. & Βαρβαρούσης Γ. 1992. Έρευνα γαιανθράκων στην περιοχή Βεύης. Νομός Φλώρινας (Δ. Μακεδονία). Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα, 97σ.
- [307] Kassoli-Fournaraki A., Georgakopoulos A. & Filippidis A. 1992. Heating experiments of the Ptolemais lignite in the temperature range from 100°C to 500°C. *N. Jb. Miner. Mh.*, 11, 487-493.
- [308] Δημητρίου Δ. 1993. Το λιγνιτικό κοιτάσμα Δομένικου Ελασσόνας. Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα, 11σ.
- [309] Georgakopoulos A., Fernandez-Turiel J.L., Filippidis A., Llorens J.F., Kassoli-Fournaraki A., Querol X. & Lopez-Soler A. 1995. Trace element contents of the Lava xylite/lignite and Ptolemais lignite deposits, Macedonia County, Greece. *Proc. 8th Intern. Conf. Coal Science, Oviedo, Spain, Coal Science and Technology*, 24(1), 163-166.
- [310] Koukouzas C. & Koukouzas N. 1995. Coals in Greece: distribution, quality, reserves. *Europ. Coal Geol. Assoc.*, Sp. Publ. 82, 171-180.
- [311] Filippidis A., Georgakopoulos A. & Kassoli-Fournaraki A. 1996. Mineralogical components of some thermally decomposed lignite and lignite ash from the Ptolemais basin, Greece. *Intern. J. Coal Geol.*, 30, 303-314.
- [312] Filippidis A., Georgakopoulos A., Kassoli-Fournaraki A., Misaelides P., Yiakkoupis P. & Broussoulis J. 1996. Trace element contents in composited samples of three lignite seams from the central part of the Drama lignite deposit, Macedonia, Greece. *Intern. J. Coal Geol.* 29, 219-234.
- [313] Koukouzas C., Foscolos A. & Kotis T. 1997. Research and Exploration of Coal in Greece: A View to the Future. *Energy Sources*, 19, 335-347.
- [314] Μπρουσούλης Ι., Χατζηγιάννης Γ., Κολοβός Γ. & Παπανίκος Δ. 1999. Το κοιτάσμα λιγνιτών Ιωαννίνων (Γεωλογία – Κοιτασματολογία – Χαρακτηρισμός λιγνίτη). *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.*, 33, 113-130.
- [315] Iordanidis A., Georgakopoulos A., Markova K., Filippidis A. & Kassoli-Fournaraki A. 1999. Application of TG-DTA to the study of Amynteon lignites, Northern Greece. *Proc. MEDICTA, 4th Medit. Conf. Calorim. Thermal Anal.*, Patras, Greece, 319-324.
- [316] Κώτης Θ. & Παπανικολάου Κ. 2000. Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των λιγνιτικών κοιτασμάτων ξυλιτικού τύπου των Αν. περαιοτήτων των Νεογενών λεκανών Πτολεμαΐδας-Φλώρινας. *Πρακτ. 1ου Συν. Επιτρ. Οικ. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ. (Ε.Γ.Ε.)*, Κοζάνη, 273-287.
- [317] Γεωργακόπουλος Α., Φιλιππίδης Α. & Κασώλη-Φουρνάρη Α. 2000. Περιβαλλοντική μελέτη ανθράκων και παραπροϊόντων καύσεως αυτών. *Επιστ. Έκθεση*, Θεσσαλονίκη, 102σ.
- [318] Γκοντελίτσας Α., Μισαηλίδης Π., Φιλιππίδης Α., Παυλίδου Ε. & Καντηράνης Ν. 2000. Διερεύνηση της αλληλεπίδρασης τοξικών συγκεντρώσεων βαρέων μετάλλων με τον μαργαϊκό ασβεστόλιθο του Λιγνιτικού Κέντρου Πτολεμαΐδας-Αμυνταίου. *Πρακτ. 1ο Συν. Επιτρ. Οικον. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ. ΕΓΕ*, Κοζάνη, 96-110.
- [319] Ιορδανίδης Α., Γεωργακόπουλος Α., Φιλιππίδης Α. & Κασώλη-Φουρνάρη Α. 2000. Γεωχημική μελέτη του λιγνιτικού κοιτάσματος Αμυνταίου. *Πρακτ. 1ο Συν. Επιτρ. Οικον. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ. ΕΓΕ*, Κοζάνη, 124-136.
- [320] Κασώλη-Φουρνάρη Α., Φιλιππίδης Α., Γεωργακόπουλος Α., Καντηράνης Ν., Σαχανίδης Χ. & Φιλιππίδης Σ. 2000. Κατανομή ιχνοστοιχείων στη λιγνιτοφόρα λεκάνη Κοζάνης-Πτολεμαΐδας-Αμυνταίου και η περιβαλλοντική τους σημασία. *Επιστ. Έκθεση*, Θεσσαλονίκη, 122σ.
- [321] Κολοβός Ν., Γεωργακόπουλος Α., Φιλιππίδης Α., Καβουρίδης Κ., Κασώλη-Φουρνάρη Α., Καντηράνης Ν., Σταμούλης Κ., Σωτηρόπουλος Δ. & Λάσκος Κ. 2000. Οικονομική και περιβαλλοντική σημασία της συνεξόρυξης των ενδιάμεσων στειρών υλικών του λιγνιτωρυχείου Νοτίου Πεδίου του ΑΚΠ-Α. *Πρακτ. 1ο Συν. Επιτρ. Οικον. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ. ΕΓΕ*, Κοζάνη, 212-222.
- [322] Sachanidis Ch., Georgakopoulos A., Filippidis A., Kassoli-Fournaraki A., Iordanidis A. & Kantiranis N. 2000. Environmental aspects of trace elements in Ptolemais-Amynteon lignites, Northern Greece. *Proc. Fifth Intern. Conf. Environ. Pollution*, Thessaloniki, Greece, 533-540.
- [323] Αντωνιάδης Π., Βλάχου Α., Αμπατζή Σ., Khanaga P. & Riegel W. 2001. Πρόδρομη ανθρακοπετρογραφική μελέτη του λιγνιτικού κοιτάσματος Αγλάδας Ν. Φλώρινης. *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.*, 34/3, 1185-1194.

- [324] Καπινά Β., Γεωργακόπουλος Α., Κασώλη-Φουρναράκη Α. & Φιλίππιδης Α. 2001. Μελέτη της συμπεριφοράς του λιγνίτη του Νοτίου Πεδίου της λεκάνης Πτολεμαΐδος κατά την πυρόλυση. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 34(3), 1205-1212.
- [325] Σαχανίδης Χ., Γεωργακόπουλος Α., Φιλίππιδης Α. & Κασώλη-Φουρναράκη Α. 2001. Περιεκτικότητα σε ιχνοστοιχεία των Μαργαϊκών ενστροφίσεων της λιγνιτοφόρου λεκάνης Πτολεμαΐδας-Αμυνταίου, Δ. Μακεδονία. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 34(3), 1115-1122.
- [326] Iordanidis A., Georgakopoulos A., Markova K., Filippidis A. & Kassoli-Fournaraki A. 2001. Application of TG-DTA to the study of Amynteon lignites, northern Greece. *Thermochimica Acta*, 371, 137-141.
- [327] Iordanidis A., Georgakopoulos A., Filippidis A. & Kassoli-Fournaraki A. 2001. A correlation study of trace elements in lignite and fly ash generated in a power station. *Intern. J. Environ. Analyt. Chem.*, 79(2), 133-141.
- [328] Κώτης Θ. 2002. Εκτίμηση Αποθεμάτων Λιγνίτη Λεκανών Φλώρινας, Μεγαλόπολης, Ελασσόνας, Δράμας. Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα, 8σ.
- [329] Kolovos N., Georgakopoulos A. & Filippidis A. 2002. The distribution of lignite quality in Southern field mine, Ptolemais-Amynteo lignite basin, Greece. *Proc. Intern. Conf. Modern Manag. Mine Prod.*, Varna, Bulgaria, 51-61.
- [330] Kolovos N., Georgakopoulos A., Filippidis A. & Kavouridis C. 2002. Environmental effects of lignite and intermediate steriles coexcavation in the Southern lignite field mine of Ptolemais, Northern Greece. *Energy Sources*, 24(6), 561-573.
- [331] Kolovos N., Georgakopoulos A., Filippidis A. & Kavouridis C. 2002. The effects on the mined lignite quality characteristics by the intercalated thin layers of carbonates in Ptolemais mines, Northern Greece. *Energy Sources*, 24(8), 761-772.
- [332] Kolovos N., Georgakopoulos A., Filippidis A. & Kavouridis C. 2002. Utilization of lignite reserves and simultaneous improvement of dust emissions and operation efficiency of a power plant by controlling the calcium (total and free) content of the fed lignite. Application on the Agios Dimitrios power plant, Ptolemais, Greece. *Energy and Fuels*, 16(6), 1516-1522.
- [333] Γεωργακόπουλος Α., Καπινά Β., Markova K., Φιλίππιδης Α. & Κασώλη-Φουρναράκη Α. 2002. Εφαρμογή της Διαφορικής Θερμικής Ανάλυσης στη μελέτη στερεών ενεργειακών πρώτων υλών του Βορειο-Ελλαδικού χώρου. Πρακτ. ΘΕΡΜΑ, 1ο Πανελ. Συν. Θερμικής Ανάλυσης, Θεσσαλονίκη, Λίμνη Κερκίνη, 33-38.
- [334] Siavalas G., Tsompanidou E., Kalaitzidis S., Bouzinos A. & Christanis K. 2004. Early stages of lignite formation in Ptolemais basin: a coal-petrographic approach. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 36/1, 334-341.
- [335] Χατζηαποστόλου Α., Καλαϊτζίδης Σ., Παπαζησίμου Σ., Χρηστάκης Κ. & Βάγιας Δ. 2004. Περιβαλλοντική, γεωχημική και ορυκτολογική μελέτη του λιγνιτικού κοιτάσματος Πελλάνας (Ν. Λακωνίας). Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 36/1, 300-309.
- [336] Adamidou K., Kassoli-Fournaraki A., Filippidis A., Christanis K., Amanatidou E., Tsikritzis L. & Patrikaki O. 2007. Chemical investigation of lignite samples and their ashing products from Kardias lignite field of Ptolemais, Northern Greece. *Fuel*, 86, 2502-2508.
- [337] Petrotou A., Skordas K., Papastergios G. & Filippidis A. 2010. Concentrations and bioavailability of potentially toxic elements in soils of an industrialised area of Northwestern Greece. *Fresenius Environ. Bull.*, 19(12), 2769-2776.
- [338] Petrotou A., Skordas K., Papastergios G. & Filippidis A. 2012. Factors affecting the distribution of potentially toxic elements in surface soils around an industrialized area of northwestern Greece. *Environ. Earth Sci.*, 65(3), 823-833.
- [339] Filippidis A., Misaelides P., Clouvas A., Godelitsas A., Barbayannis N. & Anousis I. 1997. Mineral, chemical and radiological investigation of a black sand at Touzla Cape, near Thessaloniki, Greece. *Environ. Geochem. & Health*, 19, 83-88.
- [340] Περγάμαλης Φ. 1993. Η έρευνα των ραδιενεργών ορυκτών και τα αποτελέσματά της τα τελευταία 40 χρόνια στον ελλαδικό χώρο. Προοπτικές. Πρακτ. Συμποσίου Ε.Γ.Ε., Αθήνα, 231-238.
- [341] Περγάμαλης Φ., Καραγεωργίου Δ., Κουκούλης Α. & Κατσίκης Ι. 2001. Ορυκτολογική και χημική σύσταση μεταλλεύματος άμμου παράκτιας ζώνης Νέας Περάμου-Λουτρών Ελευθερών Ν. Καβάλας. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 34/3, 845-850.
- [342] Σκλαβούνος Σ. 1981. Ο γρανίτης του Παρανεστίου (ορυκτολογία – πετρογραφία). Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 175σ.
- [343] Sklavounos S. & Filippidis A. 1989. Meta-autunite and autunite occurrence in the Dipotama granite, Drama, North Greece. 1st Bulgarian-Greek Symp. Smolyan, Bulgaria, Sept.1987. *Geol. Rhodopica*, 1, 431-437.
- [344] Περγάμαλης Φ., Παπαχριστόπουλος Σ., Καραγεωργίου Δ. & Κουκούλης Α. 1998. Κοιτασματολογικά χαρακτηριστικά των μεταλλευμάτων ουρανίου και σπανίων γαιών Παρανεστίου Ν. Δράμας. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 32/3, 145-155.
- [345] Κώτης Θ., Περγάμαλης Φ., Καραγεωργίου Δ. & Κούκουλη Κ. 2004. Εγχώριες ενεργειακές πρώτες ύλες παράγοντας ανάπτυξης και σταθερότητας. 10ο Συν. Ε.Γ.Ε., Θεσσαλονίκη, Εκτ. περιλήψεις, σ. 122.
- [346] Φώσκολος Α. 1998. Οι ενεργειακοί πόροι της Ελλάδος και η σημασία τους στην εθνική ενεργειακή ανεξαρτησία, οικονομία και δημιουργία μόνιμων θέσεων εργασίας. Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, 47σ.
- [347] Kontopoulos N., Fokianou T., Zelilidis A., Alexiadis Ch. & Rigakis N. 1999. Hydrocarbon potential of the middle Eocene-middle Miocene Mesohellenic piggy-back basin (central Greece): A case study. *Mar. Petr. Geol.*, 16, 811-824.
- [348] Zelilidis A., Piper DJW., Vakalas J., Avramidis P. & Getsos K. 2003. Oil and gas plays in Albania: do equivalent plays exist in Greece? *J. Petr. Geol.*, 26(1), 29-48.
- [349] Κόλμπερ Κ. 2006. Τα πετρέλαια της Ελλάδος. Εκδόσεις Λιβάνη, Αθήνα, 248σ.
- [350] Zelilidis A. 2011. Hydrocarbons in SE Mediterranean. 4th Energy Summit Sustainable, Competitive and secure Energy in Europe. Conference organized by the Economist Nicosia Cyprus, November 14, 2011. Power point presentation.
- [351] Πασαδάκης Ν., Νταγκουνάκη Β., Χαμηλάκη Ε., Βαφειδής Α., Ζελιλίδης Α., Πυλιώτης Ι., Παναγόπουλος Γ. & Μανούτσογλου Ε. 2012. Οργανική γεωχημική μελέτη σχηματισμών του Νεογενούς στη λεκάνη της Μεσσαράς Ηρακλείου Κρήτης, ως μητρικών πετρωμάτων βιογενούς μεθανίου. Ορυκτός Πλούτος, 166, 7-26.
- [352] Foscolos A., Konophagos E. & Bruneton A. 2012. The occurrence of converging plates, mud flow volcanoes and accretionary prism complexes in the Mediterranean Ridge. Their relationship to possible hydrocarbon accumulations offshore Crete. A new perspective for oil and natural gas resources of Greece. *Mineral Wealth*, 165, 7-26.
- [353] Maravelis A., Makrodimitras G. & Zelilidis A. 2012. Hydrocarbon Prospectivity in Western Greece. *Oil Gas Europ. Mag.*, 2, 1-6.
- [354] Maravelis A., Manutsoglu E., Konstantopoulos P., Pantopoulos G., Makrodimitras G., Zampouli E. & Zelilidis A. 2013. Hydrocarbon plays and prospectivity of the Mediterranean Ridge. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects* (in press).

- [355] Lykousis V., Alexandri S., Woodside J., De Lange G., Dählmann A., Perissoratis C., Heeschen K., Ioakim C., Sakellariou D. & Nomikou P. 2009. Mud volcanoes and gas hydrates in the Anaximander Mountains (Eastern Mediterranean Sea). *Marine & Petroleum Geology*, 26/6, 854-872.
- [356] Bruneton A., Konofagos E. & Foscolos A. 2011. Economic and geopolitical importance of Eastern Mediterranean gas fields for Greece and the E.U. Emphasis on the probable natural gas deposits occurring in the Libyan Sea within the Exclusive Economic Zone of Greece. *Mineral Wealth*, 160, 7-30.
- [357] Perissoratis C., Ioakim C., Alexandri S., Woodside J., Nomikou P., Dählmann A., Casas D., Heeschen K., Amman H., Rousakis G., & Lykousis V. 2011. Thessaloniki Mud Volcano, the Shallowest Gas Hydrate-Bearing Mud Volcano in the Anaximander Mountains, Eastern Mediterranean. *J. Geol. Research*, 11 pages, doi: 10.1155/2011/247983.
- [358] Michael C., Constantinides D., Ashworth K., Perdikatsis V. & Demetriades A. 1989. The Kirki vein polymetallic mineralization, NE Greece. *Geol. Rhodopica*, 1, 366-373.
- [359] Skarpelis N. 2007. The Lavrion deposit: geology, mineralogy and minor elements chemistry. *Neues Jb. Miner. Abh.*, 183/3, 227-249.
- [360] Skarpelis N. & Argyraki A. 2009. Geology and Origin of Supergene Ore at the Lavrion Pb-Ag-Zn Deposit, Attica, Greece. *Resour. Geol.*, 59/1, 1-14.
- [361] Eldorado gold site presentations, Sept. /Oct. 2012 <http://www.eldorado-gold.com>.
- [362] Nimfopoulos M. & Patrick R. 1991. Mineralogical and textural evolution of the economic manganese mineralisation in western Rhodope massif, N. Greece. *Miner. Magazine*, 55, 423-434.
- [363] Panagos A.G. & Varnavas S.P. 1981. Preliminary observations on manganese deposits in the areas of Othris and Argolis (eastern Greece). In: Augustidis S.S. (Ed.), *Proc. Int. Symp. Metallogeny Mafic & Ultramafic complexes*, Athens, 2, pp. 257-280.
- [364] Panagos A.G. & Varnavas S.P. 1984. On the genesis of some manganese deposits from eastern Greece. In: Wauschkuhn A., Kluch C., Zimmerman R.A. (Eds), "Syngeneses and Epigeneses in the Formation of Mineral Deposits". Springer-Verlag, Heidelberg, 553-561.
- [365] Varnavas S.P. & Panagos A.G. 1983. The use of trace metals in elucidating the genesis of some Greek and Cyprus manganese and ferromanganese deposits. In: Augustidis S.S. (Ed.), "The significance of trace elements in solving petrogenetic problems and controversies". *Proc. Int. Symp.*, Athens, 819-857.
- [366] Varnavas S.P. & Panagos A.G. 1986. Geochemistry, mineralogy and genesis of manganese deposits from the Pindos geotectonic zone, Greece. *Proc. 13th General Meeting "Crystal Chemistry of Minerals"*, Int. Association Mineralogists (I.M.A.), Varna, Bulgaria, 927-942.
- [367] Varnavas S.P. & Panagos A.G. 1981. The genesis and preservation of fossil manganese nodules in the area of Panormos, Greece. *Proc. Int. Symp. Hellenic Arc & Trench (H.E.A.T.)*, Athens, 2, 390-408.
- [368] Varnavas S.P. & Papatheodorou G. 1987. Marine mineral resources in the Mediterranean Sea. Iron, Titanium, Chromium, Nickel deposit in the Gulf of Corinth, Greece. *Mar. Mining*, 6, 37-70.
- [369] Robertson A. & Degnan P. 1998. Significance of modern and ancient oceanic Mn-rich hydrothermal sediments, exemplified by Jurassic Mn-cherts from Southern Greece. *Geol. Soc. London, Sp. Publ.*, 148, 217-240, doi: 10.1144/GSL.SP.1998.148.01.12.
- [370] Harries-Rees K. 1993. Manganese. A myriad of minor markets. *Industrial Minerals*, 11, 25-43.
- [371] Αρβαντιδής Ν., Μιχαήλ Κ. & Επιτρόπου Ν. 2011. Μη ενεργειακές μεταλλικές ορυκτές πρώτες ύλες Μακεδονίας-Θράκης: αξία, δυνατότητα ανάπτυξης, προοπτικές έρευνας. *Πρακτ. Συν. «Ορυκτοί Πόροι Μακεδονίας-Θράκης»*. Δράμα, 9σ.
- [372] www.infomine.com [commodity closing prices (Online), accessed Oct. 9, 2012].
- [373] Kalogeropoulos S., Kiliass S., Bitzios D., Nicolaou M. & Both R. 1989. Genesis of the Olympias Carbonate-Hosted Pb-Zn(Au,Ag) Sulfide Ore Deposit, Eastern Chalkidiki, Northern Greece. *Econ. Geology*, 84, 1210-1234.
- [374] Filippidis A., Kassoli-Fourmaraki A. & Kantiranis N. 2000. Xrd-based semiquantitative mineralogical analyses of Olympias flotation plant samples. *Thessaloniki, Greece*, 2p.
- [375] Filippidis A., Kassoli-Fourmaraki A. & Kantiranis N. 2000. XRD-based semi-quantitative mineralogical analyses of Kassandra mine samples. *Res. Rep.*, Thessaloniki, Greece, 21p.
- [376] Κατιρτζόγλου Κ. 1986. Μεταλλογένεση της Τριτογενούς θειούχου μεταλλοφορίας Αισύμης Νομού Έβρου. *Διαδοκτική Διατριβή*, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 176σ.
- [377] Arvanitidis N. & Constantinides D. 1989. Base and precious metal sulphide mineralization of the Greek Rhodope Massif. *Geol. Rhodopica*, 1, 298-305.
- [378] Michailidis K., Filippidis A., Vavelidis M. & Evangelou E. 1989. Chemical composition of some ore minerals from St. Philippos (Kirki) polymetallic deposit. *Proc. 1st Bulgarian-Greek Symp. Smolyan, Bulgaria, Sept.1987. Geol. Rhodopica*, 1, 389-395.
- [379] Vavelidis M., Filippidis A., Michailidis K. & Evangelou E. 1989. The polymetallic ore mineralization of the Kirki area, Alexandroupolis district, Northeast Greece. *1st Bulgarian-Greek Symp. Smolyan, Bulgaria, Sept.1987. Geol. Rhodopica*, 1, 350-365.
- [380] Filippidis A. 1992. Trace element contents of pyrites from Tertiary sulfide deposits of the Kirki - Essimi basin, Northeastern Greece. *Mineral Wealth*, 78, 45-52.
- [381] Filippidis A., Chatzikirkou A., Katirtzoglou C., Skounakis S., Michailidis K. & Kassoli-Fourmaraki A. 1993. Trace element contents in pyrites from the Tertiary and Pre-Mesozoic sulphide deposits of the Kirki-Leptokaria-Essimi area, Thrace, Greece. *Proc. SGA Meet. Granada, Spain*, 97-100.
- [382] Μέλφος Β., Βαβελιδής Μ., Φιλίππιδης Α., Χριστοφίδης Γ. & Ευαγγέλου Ε. 1993. Framboidal σιδηροπυρίτης στη μεταλλοφορία Fe-Cu-(Zn-Pb-Au) της περιοχής Ξυλαγανής του Νομού Ροδόπης (Θράκη). *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.*, 28(2), 407-415.
- [383] Triantafyllidis St., Skarpelis N. & Komnitsas K. 2007. Environmental Characterization and Geochemistry of Kirki, Thrace, NE Greece. *Abandoned Flotation Tailing Dumps. Environ. Forensics*, 8/4, 351-359.
- [384] Αδάμ Κ. & Γαζέα Β. 1994. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα μεταλλεία Κασσάνδρας. *Πρακτ. Ημερ. «Ορυκτός Πλούτος Ν. Χαλκιδικής-Περιβάλλον»*, ΓΕΩΤ.Ε.Ε., Γερακινή, 127-148.

- [385] Barbieri M., Garbarino C., Masi U., Mignardi S., Nicoletti M., Kassoli-Fournaraki A. & Filippidis A. 1995. A further contribution to the geochemistry of the granitoid pluton of Stratoni (Eastern Chalkidiki, Greece). *Geol. Soc. Greece, Spec. Publ.*, 4(2), 430-435.
- [386] Astaras T., Oikonomidis D., Dimopoulos G., Lambrinos N. & Filippidis A. 1997. Environmental monitoring of the Stratoni / Stratoni area, Chalkidiki, Greece, using Landsat / TM digital images. In: *Remote Sensing '96* (A. Spiteri, ed.), Balkema, Rotterdam, 145-149.
- [387] Filippidis A., Astaras Th., Kassoli-Fournaraki A., Kantiranis N., Oikonomidis D. & Mouratidis A. 2007. A Regional Enterprise Network Decision Support System for Environmental Risk and Disaster Management of Large-Scale Industrial Spills. Final Res. Rep., Thessaloniki, Greece, 107p.
- [388] Μιχαηλίδης Κ. 1982. Κοιτασματολογική μελέτη των σιδηρονικελιούχων με χρώμιο λατεριτών της περιοχής Έδεσσας. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 363σ.
- [389] Ganas A., Aerts J., Astaras T., De Vente J., Frogoudakis E., Lambrinos N., Riskakis C., Oikonomidis D., Filippidis A. & Kassoli-Fournaraki A. 2004. The use of earth observation and decision support systems in the restoration of open-cast nickel mines in Evia, Central Greece. *Intern. J. Remote Sensing*, 25(16), 3261-3274.
- [390] Skarpelis N. 2006. Lateritization processes of ultramafic rocks in Cretaceous times: the fossil weathering crusts of mainland Greece. *J. Geochem. Explor.*, 88/1-3, 325-328.
- [391] Αλεβίζος Γ. 1997. Ορυκτολογία, γεωχημεία και γένεση ιζηματογενών νικελιούχων σιδηρομεταλλευμάτων Λοκρίδας (Κεντρική Ελλάδα). Διδακτορική Διατριβή, Πολυτεχνείο Κρήτης, 245σ.
- [392] Σκαρπέλης Ν. 2000. Ιζηματογενή νικελιούχα σιδηρομεταλλεύματα και λατεριτικοί φλοιοί αποσάθρωσης στη ΝΔ Βαλκανική: ορυκτολογικές, ιστολογικές συσχετίσεις και γένεση. Πρακτ. 1ου Συν. Επιτρ. Οικ. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ. (Ε.Γ.Ε.), Κοζάνη, 398-412.
- [393] Zafeiratos I. 2010. The sector of Fe-Ni-bearing Laterite. http://www.oryktosploutos.net/2010/10/blog-post_12.html
- [394] Φιλίππιδης Α., Μιχαηλίδης Κ. & Βαβελίδης Μ. 1986. Σημειώσεις Κοιτασματολογίας ΙΙ (Κοιτασματολογία Μεταλλευμάτων). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 93σ.
- [395] Filippidis A., Vavelidis M., Michailidis K. & Evagelou E. 1986. Re-rich and Re-poor Molybdenite in the Melitena porphyritic intrusion, Rhodope massive (Greece). *Fortschr. Miner.*, 64(1), 47.
- [396] Melfos V., Vavelidis M., Filippidis A., Christofides G. & Evagelou E. 1991. Re-rich and Re-poor molybdenite in the Maronia rhyolitic intrusion, Northeastern Greece. *Proc. SGA Meet. Nancy, France*, 775-777.
- [397] Michailidis K., Filippidis A. & Kassoli-Fournaraki A. 1993. Polyttypism and rhenium-contents of molybdenites from two Mo-deposits in Northern Greece. *Proc. SGA Meet. Granada, Spain*, 641-644.
- [398] Kockel F., Mollat H. & Gundlach H. 1975. Hydrothermally altered and (copper) mineralized porphyritic intrusions in the Serbo-Macedonian Massif (Greece). *Miner. Deposita*, 10, 195-205.
- [399] Διακόνης Γ. 1982. Γένεση και μεθοδολογία έρευνας των πορφυρικών κοιτασμάτων χαλκού. Πορφυριτικές εμφανίσεις χαλκού στην Ελλάδα. Έκθεση ΙΓΜΕ, Θεσσαλονίκη.
- [400] Kelepertsis A.E., Reeves R. & Andrulakis J. 1986. Geochemical studies of porphyry type mineralization at Gerakario-Vathi of Kilkis area, Northern Greece. *Mineral Wealth*, 42, 43-48.
- [401] Κάρμης Π. & Ζαγκούρογλου Κ. 1987. Πρόδρομα αποτελέσματα της γεωφυσικής και γεωχημικής έρευνας της περιοχής Γερακαρίου Νομού Κιλκίς. Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα.
- [402] Melfos V., Vavelidis M., Christofides G. & Seidel E. 2002. Origin and evolution of the Tertiary Maronia porphyry copper-molybdenum deposit, Thrace, Greece. *Miner. Deposita*, 37(6-7), 648-668.
- [403] Κιούσης Γ. & Παπαβασιλείου Κ. 2005. Η βιώσιμη ανάπτυξη του κοιτάσματος πορφυρικού Cu-Au Σκουριών Χαλκιδικής. Μια νέα προκαταρκτική ολοκληρωμένη οικονομοτεχνική προσέγγιση και η περίπτωση παραγωγής συμπυκνωμάτων με χρυσό και πλατινοειδή. Πρακτ. 2ου Συν. Επιτρ. Οικ. Γεωλ. Ορυκτ. Γεωχ. (Ε.Γ.Ε.), Θεσσαλονίκη, 163-171.
- [404] Αρβανιτιδής Ν., Βεράνης Ν. & Κωνσταντινίδης Δ. 1994. Η μεταλλοφορία χρυσού στο Νομό Χαλκιδικής. Πρακτ. Ημερ. «Ορυκτός Πλούτος Ν. Χαλκιδικής – Περιβάλλον», ΓΕΩΤ.Ε.Ε., Γερακινή, 151-162.
- [405] Βαβελίδης Μ. 1993. «Γιαροσίτης» ένα σημαντικό ορυκτό στην αναζήτηση και τον εντοπισμό αργύρου και χρυσού στην Ελλάδα. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 28/2, 85-92.
- [406] Βαβελίδης Μ. 2004. Κοιτάσματα χρυσού και αρχαία μεταλλευτική δραστηριότητα στη Μακεδονία και τη Θράκη. Θεσσαλονικέων Πόλις, 14, 74-93.
- [407] Economou-Eliopoulos M. & Eliopoulos D. 1993. Platinum, palladium and gold content in the porphyry-Cu systems of the Vertiskos formation, Serbomacedonian Massif. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 28/2, 393-405.
- [408] Χαριστός Β. 2010. Μελέτη προσχωματικού χρυσού στις περιοχές Σερβίων Κοζάνης και των ποταμών Αλιάκμονα και Αξιού. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 372σ.
- [409] Vavelidis M. & Michailidis K. 1990. Gold composition in the Fe-Pb-Cu-(Ag-Zn) hydrothermal quartz veins of Kallianou area, southern Euboea (Greece). *Bull. Geol. Soc. Greece*, 22, 87-96.
- [410] Καλογερόπουλος Σ., Κωνσταντινίδου Ε. & Σίμος Ε. 1991. Ορυκτολογική και ορυκτοχημική μελέτη θειούχων μεταλλοφοριών με χρυσό της περιοχής Στανού, Σχηματισμός Βερτίσκου, Χαλκιδική. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 25/2, 225-243.
- [411] Vavelidis M. & Tarkian M. 1995. Mineralogy of the gold – silver bearing copper mineralized zones in the Paliopyrgos (Nea Madytos-Stanos) area, Northern Greece. *N. Jb. Miner. Mh.*, 3, 133-143.
- [412] Βουδούρης Π. & Σκαρπέλης Ν. 1998. Μεταλλοφορίες επιθερμικού χρυσού-αργύρου στις περιοχές Περάματος (Θράκη) και Λήμνου. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., 32/3, 125-135.
- [413] Eliopoulos D. 2000. Geochemistry and origin of the Asimotrypes carbonate hosted mesothermal gold deposit, Pangeon Mountain, North Greece. Ph.D. Thesis, University of Southampton, UK, 244p.
- [414] Fornadel A., Voudouris P., Spry P.G. & Melfos V. 2012. Mineralogical, stable isotope, and fluid inclusion studies of spatially related porphyry Cu and epithermal Au-Te mineralization, Fakos Peninsula, Limnos Island, Greece. *Miner. Petrol.*, 105, 85-111.
- [415] Boboti-Tsitlakidou I., Vavelidis M. & Amstutz G. 1991. Morphology and composition of the gold grains of the Gallikos area, Northern Greece as compared to some Rhine gold of the Rhine Valley, Germany. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 25/2, 245-263.

- [416] Pergamalis F., Karageorgiou D.E. & Koukoulis A. 2001. The location of Ti, REE, Th, U, Au deposits in the seafront zone of Nea Peramos-Loutra Eleftheron area, Kavala (N. Greece) using γ radiation. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 34/3, 1023-1029.
- [417] Manoutsoglou E., Batsalas A., Stamboliadis E., Pantelaki O., Vakalas I. & Zelilidis A. 2010. The auriferous submarine fans sandstones of the Ionian Zone (Epirus, Greece). *Bull. Geol. Soc. Greece*, 43(2), 697-705.
- [418] Shawh A.J. & Constantinides D. 2001. The Sappes gold project. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 34/3, 1073-1080.
- [419] Michael C. 2004. Epithermal systems and gold mineralization in Western Thrace (North Greece). *Bull. Geol. Soc. Greece*, 36/1, 416-423.
- [420] Voudouris P., Melfos V., Spry P.G., Moritz R., Papavassiliou C. & Falalakis G. 2011. Mineralogy and geochemical environment of formation of the Perama Hill high-sulfidation epithermal Au-Ag-Te-Se deposit, Petrotta Graben, NE Greece. *Miner. Petrol.*, 103, 79-100.
- [421] Rassios A. 1981. Geology and Evolution of the Vourinos Complex, Northern Greece. Ph.D. Thesis, University of California (Davis), USA, 499p.
- [422] Economou M., Dimou E., Economou G., Migiros G., Vacondios I., Grivas E., Rassios A. & Dabitzias S. 1986. Chromite deposits of Greece. In: Karamata S. (Ed.), UNESCO'S IGCP 197: Metallogeny of Ophiolites. Theophrastus, Athens, 129-159.
- [423] Michailidis K. 1990. Zoned chromites with high Mn-contents in the Fe-Ni-Cr-laterite ore deposits from the Edessa in Northern Greece. *Miner. Deposita*, 25, 190-197.
- [424] Michailidis K. & Sklavounos S. 1996. Chromite ores in Gerakini-Ormylia ophiolites, Chalkidiki Peninsula, Northern Greece. *Chem. Erde*, 56, 97-115.
- [425] Γκίκας Ι. & Γεωργακάκης Ν. 1997. Αποτύπωση και αξιολόγηση παρούσας κατάστασης στα μεταλλεία χρωμίτη Βούρινου. Έκθεση ΙΓΜΕ, Αθήνα.
- [426] Filippidis A. 1997. Chemical variation of chromite in the central sector of Xerolivado chrome mine of Vourinos, Western Macedonia, Greece. *N. Jb. Miner. Mh.*, 8, 354-370.
- [427] Filippidis A., Kassoli-Fournaraki A. & Kantiranis N. 2000. Chromites in the southern sector of Xerolivado chrome mine of Vourinos, Macedonia, Greece. *Proc. 1st Congr. Comm. Econ. Geol. Miner. Geoch. (GSG)*, Kozani, Greece, 485-497.
- [428] Economou-Eliopoulos M. 1996. Platinum-group element distribution in chromite ores from ophiolite complexes: implications for their exploration. *Ore Geol. Rev.*, 11, 363-381.
- [429] Tsoupas G. & Economou-Eliopoulos M. 2008. High PGE contents and extremely abundant PGE-minerals hosted in chromitites from the Veria ophiolite complex, northern Greece. *Ore Geol. Rev.*, 33, 3-19.
- [430] www.lynascorp.com [rare earth prices (Online), accessed Febr. 18, 2013].