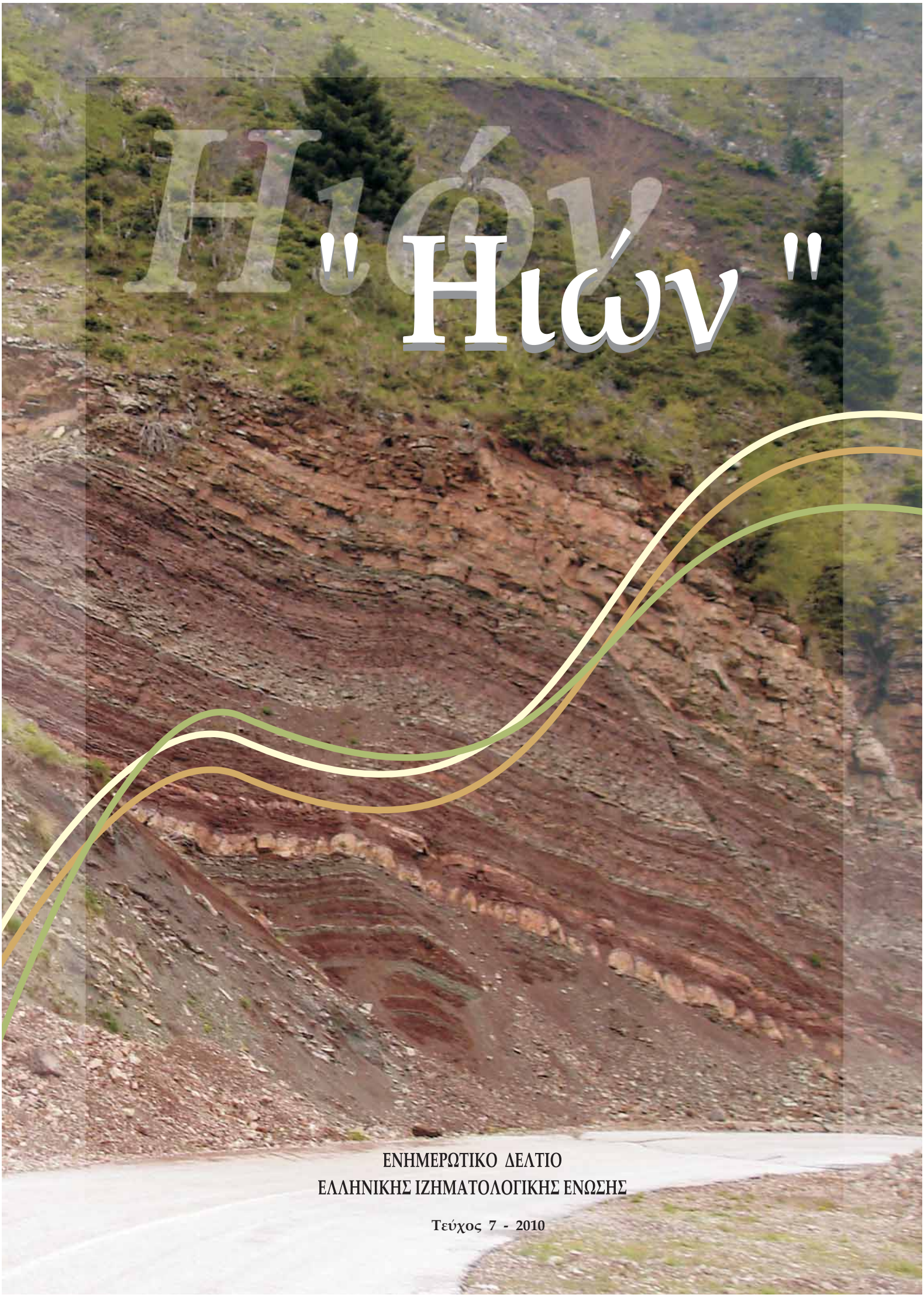


" Ηιών "

ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΟ ΔΕΛΤΙΟ
ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ

Τεύχος 7 - 2010

Το παρόν τεύχος εκδόθηκε από πιστώσεις του Τομέα Ιστορικής Γεωλογίας & Παλαιοντολογίας του Τμήματος Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αθηνών. Ευχαριστούμε πολύ τον Διευθυντή του Τομέα Καθηγητή κ. Βασίλειο Καρακίτσιο για τη συμβολή του.

.....και μη αεί οι αυτοί τόποι της γης έωδροι, και την θάλατταν ανάγκη μεταβάλλειν ομοίως.

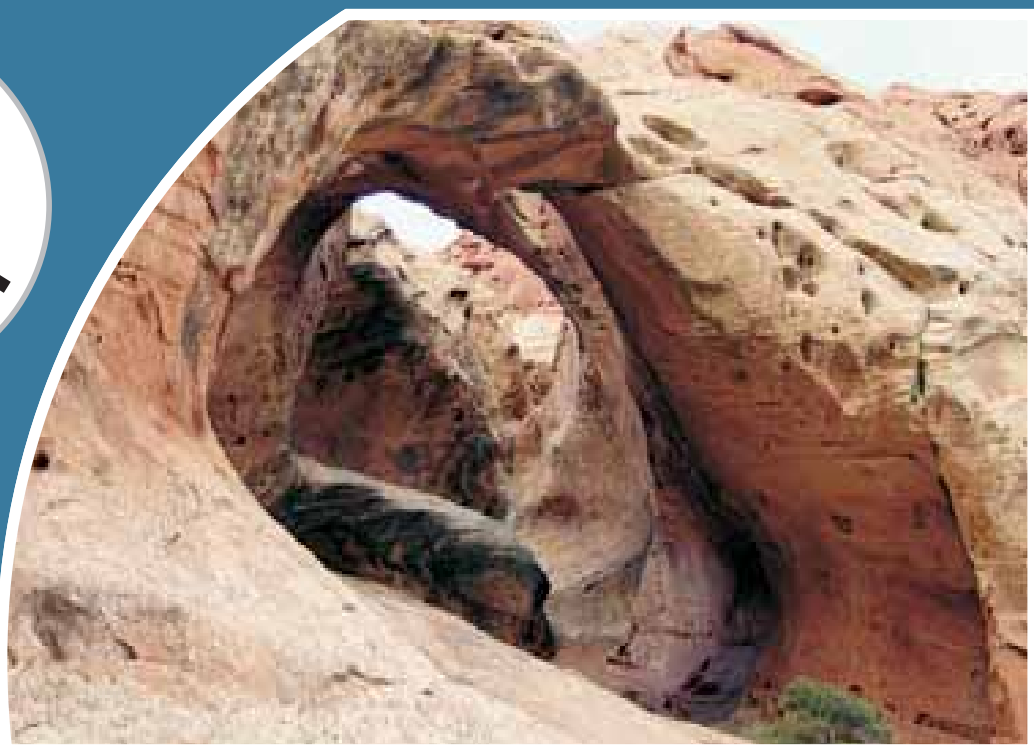
.....φανερόν ότι της ωάσης γης ουκ αεί τα αυτά, τα μεν εστί θάλαττα, τα δε ήωειρος, αλλά μεταβάλλει τω χρόνω ωάντα (Αριστοτέλης, Μετεωρολογικά , Βιβλίο 1, 350 ω.Χ).

Εκδότης :
Ελληνική Ιζηματολογική Ένωση

Επιμέλεια Εντύπου:
Δρ. Φ. Πομόνη
Επιμέλεια Κειμένων:
Δρ. Φ. Πομόνη
Καλλιτεχνική Επιμέλεια:
Stay Global ΟΕ
http://www.stayglobal.gr

Τηλ. Επικοινωνίας: 210 7274187
Email: fpomoni@geol.uoa.gr
http://ias-hellas.geol.uoa.gr

Ενημερωτικό Δελτίο Ελληνικής Ιζηματολογικής Ένωσης "Ηιών"



Editorial

4/2010

Αγαπητοί συνάδελφοι μέλη και φίλοι της Ε. Ι. Ε,

Σας καλωσορίζω στο 7ο τεύχος του Ενημερωτικού Δελτίου της Ελληνικής Ιζηματολογικής Ένωσης *«Ηιών»*, που όπως πάντα φιλοξενεί σημαντικά και επίκαιρα άρθρα, καθώς και ενημέρωση σχετικά με τις δραστηριότητες της ελληνικής ιζηματολογικής κοινότητας και τις σύγχρονες εξελίξεις του κλάδου μας.
Φέτος συμπληρώθηκαν 8 χρόνια από την ίδρυση της Ελληνικής Ιζηματολογικής Ένωσης (25 Ιανουαρίου 2002) και στις αρχαιρεσίες που θα πραγματοποιηθούν το φθινόπωρο θα εκλεγεί νέο Δ.Σ.. Η γράφουσα συμπλήρωσε ήδη δύο συνεχείς θητείες και σύμφωνα με το Καταστατικό δεν θα είναι υποψήφια για την Προεδρία της Ένωσης, γι' αυτό το παρόν εισαγωγικό σημείωμα γράφεται κάτω από ιδιαίτερη συγκινησιακή φόρτιση, αλλά και με συναισθήματα χαράς και ελπίδας για την ανανέωση του Προεδρείου μας, το οποίο σας καλώ όλοι να υποστηρίξουμε με όλες μας τις δυνάμεις .

Η Ελληνική Ιζηματολογική Ένωση πλαισιώθηκε από ένα ευρύ διεπιστημονικό πλέγμα γεωεπιστημόνων και έχει εδραιωθεί όχι μόνον στην ελληνική ιζηματολογική, αλλά και στη διεθνή ιζηματολογική κοινότητα, γεγονός που μας ενθαρρύνει να συνεχίσουμε με περισσότερη θέρμη και ενθουσιασμό, έστω και κάτω από συνθήκες γενικευμένης αμφισβήτησης και οικονομικής κρίσης, τις δραστηριότητες μας, με κοινό σκοπό την προώθηση και ανάδειξη της δυναμικής της Ιζηματογενούς Γεωλογίας, μίας κατ' εξοχήν περιβαλλοντικής επιστήμης που έχει πολλά να προσφέρει με την πείρα που διαθέτει από τη μελέτη ανάλογων κρίσεων του πλανήτη μας.

Στην πρωτοφανή οικολογική καταστροφή που προκάλεσε και συνεχίζει να προκαλεί η ακάθεκτη εξάπλωση της ***πετρελαιοκηλίδας στον Κόλπο του Μεξικού***, μετά την τρομερή έκρηξη, στις 20 Απριλίου, της υπεράκτιας εξέδρας γεωτρήσεων Deepwater Horizon της βρετανικής πετρελαϊκής εταιρείας BP, που προκάλεσε τον θάνατο 11 ανθρώπων, και στις επιπτώσεις της στη βιομηχανία έρευνας και παραγωγής υδρογονανθράκων αναφέρεται το εξαιρετικό άρθρο των Δρ. **Κωνσταντίνου Α. Νικολάου**, Γεωλόγου Πετρελαίων και Δρ. **Κατερίνας Γαρυφάλλου**, Γεωλόγου/Γεωφυσικού.

Ακολουθεί το εξαιρετικά ενδιαφέρον άρθρο του Δρ **Ευάγγελου Καμπέρη**, Γεωλόγου και Δρ **Μιχαήλ Βεργίτση**, Γεωφυσικού, ΕΛΠΕ Ε&Ε Υ/Α, που παρουσιάζει τη ***σ***τρωματογραφική διάρθρωση και παλαιογεωγραφική εξέλιξη των δύο κυριότερων ***πετρελαιοπιθανών περιοχών, της δυτικής/νότιας και της ανατολικής Ελλάδας***, που παρουσιάζουν αξιόλογο πετρελαιοδυναμικό. Αρχίζοντας με ένα λεπτομερές οδοιπορικό της έρευνας και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων στην Ελλάδα και αξιολογώντας δεδομένα του ερευνητικού αρχείου, προτείνουν επανέναρξη των ερευνητικών εργασιών σε συγκεκριμένα πεδία Υ/Α της ευρύτερης περιοχής της Ελλάδας και της Ν.Α. Μεσογείου και αναδεικνύουν την αναγκαιότητα θέσπισης Εθνικού Φορέα Υ/Α..

Στις πολύ σημαντικές περιβαλλοντικές, γεωργικές, κτηνοτροφικές και βιομηχανικές εφαρμογές του πολύ υψηλής ποιότητας ζεολίθου που απαντά στο Νομό Έβρου, του γνωστού ως ***Ελληνικού Φυσικού Ζεόλιθου*** και στα ιδιαίτερα ορυκτολογικά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του που τον καθιστούν ένα από τα καταλληλότερα υλικά παγκοσμίως αναφέρεται το άρθρο του **Ανέστη Φιλιππίδη**, Καθηγητή Ορυκτολογίας Κοιτασματολογίας, του Τμήματος Γεωλογίας του Α.Π.Θ.

Ακολουθεί το πολύ ενδιαφέρον άρθρο των συναδέλφων **Μαρίας Β. Τριανταφύλλου**, Αναπληρώτριας Καθηγήτριας Μικροπαλαιοντολογίας και **Μαργαρίτας Δ. Δήμιζα**, Διδάκτορος του Τμήματος Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος Ε.Κ.Π.Α, στο οποίο επισημαίνεται ο σπουδαίος ρόλος των ***κοκκολιθοφόρων*** και της εξέλιξής τους στην υπόθεση της κλιματικής μεταβολής του πλανήτη μας στο γεωλογικό χρόνο, αποδεικνύοντας ότι όλα στη φύση λειτουργούν «ανταποδοτικά»!

Τη σημαντική συμβολή και την ευκολία της χρήσης της κλασικής γεωτεχνικής μέθοδου της ***στατικής πενετομέτρησης*** στην ανάλυση της στρωματογραφικής και ιζηματολογικής δομής των ολοκαινικών αλλουβιακών αποθέσεων, αναδεικνύει το άρθρο του συναδέλφου **Μιχάλη Στύλλα**, Διδάκτορος του Τμήματος Γεωλογίας του Α.Π.Θ. Συγκεκριμένα, στο Δέλτα του Αλιάκμονα συσχετίσθηκαν οι τιμές της στατικής.

Editorial

4/2010

πενετομέτρησης με δεδομένα γεωτρήσεων και προέκυψαν σημαντικά δεδομένα για την κατανόηση της στρωματογραφικής δομής της περιοχής.

Τη θαυμάσια πιλοτική έκδοση του ΙΓΜΕ «***Γεωδιαδρομές στην Ελλάδα***» παρουσιάζει η συνάδεφος **Ειρήνη Θεοδοσίου** MsC που την επιμελήθηκε. Η έκδοση αποτελεί αφιέρωμα στο διεθνές έτος Πλανήτης Γή και έχει σκοπό την ανάδειξη και προστασία της γεωλογικής και πολιτιστικής κληρονομιάς κάθε περιοχής και την ανάπτυξη νέων μορφών γεωτουρισμού. Παρουσιάζονται 6 μοναδικές γεωδιαδρομές, 2 εκ των οποίων είναι υποψήφιες προς ένταξη στο δίκτυο ευρωπαϊκών γεωπάρκων.

Στο ίδιο πνεύμα και συγκεκριμένα στο σπουδαίο θεσμό των ***Γεωπάρκων*** και τις προοπτικές του αναφέρεται το άρθρο της συναδέλφου Δρ. **Γεωργίας Φέρμελη**, στο οποίο αναδεικνύεται η συμβολή τους στην περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση και στην τοπική αειφόρο ανάπτυξη. Στο άρθρο παρουσιάζονται γνωστά γεωπάρκα της Ν. Ευρώπης.

Στην πολυτάραχη ζωή και στο έργο ενός από τους σημαντικότερους Ούγγρους παλαιοντολόγους, του Βαρόνου ***Franz Nopcsa von Felső-Szilvás (1877-1933),*** που έγινε διάσημος από την έρευνά του σχετικά με τους νάνους δεινόσαυρους καθώς πρώτος μίλησε για νησιωτικό ενδημισμό, είναι αφιερωμένο το άρθρο του συναδέλφου Δρ **Γεωργίου Λύρα**, Επιμελητή του Μουσείου Γεωλογίας & Παλαιοντολογίας, Ε.Κ.Π.Α. Το ζήτημα του νησιωτικού ενδημισμού έχει πολύ πρόσφατα προκαλέσει το παγκόσμιο ενδιαφέρον, με αφορμή την ανακάλυψη νάνων δεινοσαύρων σε θαλάσσιους ανωιουρασικούς σχηματισμούς.

Στο πρώτο τεύχος της νέας δεκαετίας, του περιοδικού *Nature,* 463, 26-32, 2010, ρωτήθηκαν διεθνούς κύρους ερευνητές να απαντήσουν πώς οραματίζονται την εξέλιξη του επιστημονικού τους πεδίου μετά από 10 χρόνια. Σε ότι μας αφορά, μεταξύ των ερωτηθέντων ήταν ο συγγραφεύς του βιβλίου "***dirt : The Erosion of Civilizations" David R. Montgomery***, Ed. University of California Press, Πανεπιστήμιο της Ουάσιγκτον, την απάντηση του οποίου σας παραθέτουμε, σε επιμέλεια μετάφρασης από την Έλενα Υψηλάντη, Γεωλόγο MSc.

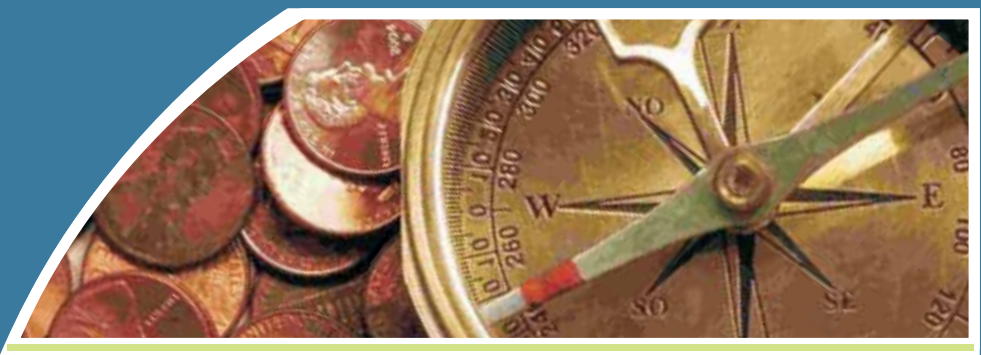
Στο επόμενο άρθρο παρουσιάζονται επιγραμματικά τα θέματα του Συμποσίου ***«Εβαπορίτες: Ιζηματολογία, Εξέλιξη και Οικονομική σημασία»*** που διοργάνωσε η Ελληνική Ιζηματολογική Ένωση στη Ζάκυνθο, από τις 28 έως 31 Μαΐου 2009, με κύριο εισηγητή και ξεναγό τον διεθνούς φήμης ειδικό στην ιζηματολογία των εβαποριτών Καθηγητή κ. ***John Warren*** και άλλους διαπρεπείς καθηγητές Πανεπιστημίων της αλλοδαπής. Ακολούθησε εργασία υπαίθρου-εκπαιδευτική εκδρομή στις αξιόλογες εβαποριτικές εμφανίσεις της Ζακύνθου στην οποία συμμετείχαν μέλη της Ε.Ι.Ε., ερευνητές πετρελαϊκών εταιρειών και φοιτητές.

Όπως πάντα, η ύλη του Δελτίου εμπλουτίζεται από την «Κλεψύδρα» της **Έλενας Υψηλάντη**, MSc, Μεταπτυχιακής φοιτήτριας του Τομέα Ιστορικής Γεωλογίας & Παλαιοντολογίας, ΕΚΠΑ, που μας ενημερώνει για δρώμενα και εξελίξεις στον ευρύτερο χώρο των γεωεπιστημών, την κριτική επισκόπηση των Νέων εκδόσεων που επιμελείται και σχολιάζει ο Δρ **Δημήτριος Αλεξάκης,** ΕΜΠ και τη παρουσίαση των μελλοντικών συνεδρίων από τη συνάδελφο **Μαριάννα Κατή**, Λέκτορα ΕΚΠΑ.

Με συναδελφικούς χαιρετισμούς,
Για το Δ.Σ.,

Η Πρόεδρος της Ε.Ι.Ε.,
Φωτεινή Πομόνη Παπαϊωάννου

Καθηγήτρια Ιζηματολογίας- Λιθοστρωματογραφίας
Τμήματος Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος
Πανεπιστημίου Αθηνών



Κλεψύδρα

Η χημική σύσταση των ωκεανών δεν παρέμενε σταθερή κατά τη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου. Αντιθέτως, υφίστατο σημαντική διαφοροποίηση. Σε μελέτη που δημοσιεύθηκε στο περιοδικό *Science* (2/ 2010), ερευνητές περιγράφουν μέθοδο που στηρίζεται στη μελέτη των φλεβών ανθρακικού ασβεστίου. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε από το Πανεπιστήμιο του Southampton's School of Ocean and Earth Science (SOES) καθώς και από το Εθνικό Κέντρο Ωκεανογραφίας του Southampton (NOCS).
Η απεικόνιση και ερμηνεία της χημείας των ωκεανών, ανά τους γεωλογικούς αιώνες, αποτελεί πρόκληση για τους γεωεπιστήμονες, και φαίνεται ότι η μελέτη των μικρών φλεβών ανθρακικού ασβεστίου που δημιουργούνται από θερμό θαλάσσιο νερό που αντιδρά με τους βασάλτες του ωκεάνιου φλοιού, μπορεί να δώσει σημαντικές πληροφορίες σύμφωνα με τον καθηγητή Damon Teagle από το SOES. Στις φλέβες ανθρακικού ασβεστίου καταγράφεται η χημική εξέλιξη του θαλάσσιου νερού καθώς διαρρέει τον ωκεάνιο πυθμένα και αντιδρά με τα υπάρχοντα πετρώματα. Έτσι η σύσταση του θαλάσσιου ύδατος παρελθόντων γεωλογικών περιόδων μπορεί να προσδιοριστεί από το σύνολο ομοειδών φλεβών ανθρακικού ασβεστίου που σχηματίστηκαν εκατομμύρια χρόνια πριν στον αρχαίο ωκεάνιο πυθμένα.
Η μελέτη της χημείας των αρχαίων θαλάσσιων υδάτων, βασίζεται στις αναλογίες (Sr/Ca) και (Mg/Ca) στις φλέβες ανθρακικού ασβεστίου και αποκαλύπτει αλλαγές στο κλίμα κατά το παρελθόν, στην τεκτονική των λιθοσφαιρικών πλακών και στην εξέλιξη της ζωής στους ωκεανούς.

Φωτογραφία όπου απεικονίζεται φλέβα ανθρακικού ασβεστίου σε βασάλτη ωκεάνιου πυθμένα

Η παρουσία χρωστικών στα φτερά που στόλιζαν κάποια είδη δεινοσαύρων επιβεβαιώθηκε για πρώτη φορά στο μικροσκόπιο -η ουρά του Sinosauropteryx, ενός μικρόσωμου δεινόσαυρου ηλικίας 125 εκατομμυρίων ετών από την περιοχή της σημερινής Κίνας, είχε περίπου την ίδια απόχρωση με τις τρίχες ενός κοκκινομάλλη.
Η μελέτη δημοσιεύεται στο περιοδικό Nature και δείχνει να επιβεβαιώνει τη σχέση των δεινόσαυρων με τους απόγονούς τους, τα πτηνά. Σύμφωνα με τον καθηγητή Παλαιοντολογίας από το Bristol University, Mike Benton, ο κινεζικός δεινόσαυρος είχε μήκος γύρω στο ένα μέτρο, το μισό όμως από αυτό αντιστοιχούσε στην εντυπωσιακή ουρά του. Με τη χρήση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου δεν εντοπίστηκαν χρωστικές, αποκαλύφθηκε όμως η ύπαρξη μελανοσωμάτων, κυτταρικών οργανιδίων που περιέχουν πάντα μόρια χρωστικών. Η ύπαρξη σφαιρικών μελανοσωμάτων υποδηλώνει κόκκινο χρώμα, ενώ τα νεφροειδή μελανοσώματα αντιστοιχούν στο λευκό-γκρι. Σε γενικές γραμμές, τα πτίλα της ουράς πρέπει να ήταν καστανέρυθρα.
Ο Sinosauropteryx, πάντως, έζησε πολύ πριν από την εμφάνιση των πτηνών και δεν θεωρείται πρόγονός τους. Η νέα μελέτη, εκτιμά ο ερευνητής, διαψεύδει παλαιότερες υποθέσεις, σύμφωνα με τις οποίες τα μελανοσώματα των απολιθωμάτων θεωρούνταν βακτήρια που μόλυναν το ζώο, και όχι φυσικές χρωστικές.

Ο καθηγητής Γεωλογίας David Mogk από το κρατικό Πανεπιστήμιο της Montana αποτελεί μέρος μιας ομάδας που κέρδισε Εθνικό Βραβείο στις Η.Π.Α. για τη δημιουργία μιας ιστοσελίδας με τίτλο "On the Cutting Edge", που αποσκοπεί στη βελτίωση της προπτυχιακής εκπαίδευσης σε θέματα γεω-επιστημών.
Η ιστοσελίδα περιέχει πάνω από 4000 σελίδες και 1200 ιδέες που αφορούν εκπαιδευτικές δραστηριότητες. Σύμφωνα με το δημιουργό, η ιστοσελίδα προχωρά πολύ πέρα από τη βασική διδακτέα ύλη που προσφέρουν τα περισσότερα πανεπιστήμια στις γεω-επιστήμες.

http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/STEMresources.html

Η πρόσκρουση ενός αστεροειδή, με διάμετρο περίπου 15 χιλιομέτρων, στην περιοχή του σημερινού Μεξικού παραμένει η επικρατέστερη θεωρία για την εξαφάνιση των δεινόσαυρων, καταλήγει διεθνής ομάδα κορυφαίων ειδικών, έπειτα από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας των τελευταίων 20 χρόνων. Η θεωρία της πρόσκρουσης, ως υπεύθυνη για το τέλος της κυριαρχίας των ερπετών, πριν από 65 εκατομμύρια χρόνια, προτάθηκε για πρώτη φορά το 1980 από τον Αμερικανό φυσικό Λούις Αλβαρεζ και τον γιό του Ουόλτερ. Ίχνη του πιθανού κρατήρα εντοπίστηκαν αργότερα στο Τσισουλούμπ του Μεξικού, και η ιδέα κέρδισε την αποδοχή των περισσότερων επιστημόνων. Κάποιοι επιστήμονες αντίθετα θεωρούν ότι η εξάλειψη των δεινοσαύρων προκλήθηκε από τις ηφαιστειακές εκρήξεις του Ντεκάν στην Ινδία, οι οποίες διήρκεσαν περίπου 1,5 εκατομμύριο χρόνια και απελευθέρωσαν αρκετή λάβα για να γεμίσουν δύο φορές τη Μαύρη Θάλασσα.

Διεθνής ομάδα 41 κορυφαίων παλαιοντολόγων, γεωχημικών, κλιματολόγων, ιζηματολόγων και γεωφυσικών αναφέρει στο περιοδικό Science ότι η θεωρία του Ντεκάν δεν μπορεί να ευσταθεί μιας και το αρχείο των απολιθωμάτων δείχνει καθαρά ότι η εξάλειψη συνέβη σχετικά απότομα πριν από 65,5 εκατ. χρόνια, και όχι σταδιακά όπως θα περίμενε κανείς αν οφειλόταν σε ηφαιστειακές εκρήξεις που ξεκίνησαν περίπου 400.000 χρόνια νωρίτερα. Επιπλέον, οι εκρήξεις δεν θα μπορούσαν να απελευθερώσουν αρκετά μεγάλες ποσότητες τέφρας και θείου για να προκαλέσουν τον παγκόσμιο χειμώνα που εξόντωσε τα ερπετά και τους μισούς από τους οργανισμούς του πλανήτη. Αντίθετα, η θεωρία της πρόσκρουσης φαίνεται να ευσταθεί. «Είμαστε τώρα πιο βέβαιοι ότι ένας αστεροειδής ήταν η αιτία της εξαφάνισης. Προκάλεσε πυρκαγιές μεγάλης κλίμακας, σεισμούς μεγέθους άνω των 10 R και ηπειρωτικές κατολισθήσεις που δημιούργησαν τσουνάμι» ανέφερε η Τζοάνα Μόργκαν του Imperial College του Λονδίνου, μέλος της ερευνητικής ομάδας. Σύμφωνα με την ερευνήτρια το υλικό που εκτινάχθηκε από την πρόσκρουση δημιούργησε νέφη που έκρυψαν τον ήλιο και προκάλεσαν έναν παγκόσμιο χειμώνα που εξόντωσε τα πιο ευαίσθητα είδη «σε διάστημα ημερών». Ο αστεροειδής των 15 χιλιομέτρων «πιστεύεται ότι χτύπησε τη Γη με ισχύ ένα δισεκατομμύριο φορές μεγαλύτερη από της ατομικής βόμβας της Χιροσίμα» γράφουν οι ερευνητές. Η πρόσκρουση σηματοδότησε μια κρίσιμη καμπή στην ιστορία της Γης -έπειτα από 160 εκατομμύρια χρόνια κυριαρχίας, τα ερπετά πέρασαν σε περίοδο παρακμής παραχωρώντας τη θέση τους στα θηλαστικά και τελικά στον άνθρωπο.

OpenGeoscience: πρόκειται για μια υπηρεσία που προσφέρει δωρεάν πρόσβαση σε γεωλογικούς χάρτες, φωτογραφίες, πληροφορίες, εκθέσεις και πολλά άλλα. Περισσότερες πληροφορίες στην παρακάτω ηλεκτρονική διεύθυνση. *http://www.bgs.ac.uk/opengeoscience/*

Το δέλτα του ποταμού Μισσισιπή αποτελεί αναμφίβολα το πιο, γεωλογικά και πολιτικά, δυναμικό δέλτα των Η.Π.Α. Η βαθμιαία υποχώρηση του, η ιζηματογένεση, οι αλλαγές στην στάθμη της θάλασσας καθώς και η ανθρώπινη παρέμβαση συνεχώς αλλοιώνουν το τοπίο στο συγκεκριμένο δέλτα.
Οι Mike Blum and Harry Roberts, γεωλόγοι από το Louisiana State University μέτρησαν την ποσότητα ιζήματος που εισέρχεται στο δέλτα και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ποσότητα του ιζήματος που παρέχεται είναι ελάχιστη, με αποτέλεσμα το δέλτα να κινδυνεύει με εξαφάνιση. Η καταστροφική πλημμύρα του 1927 οδήγησε σε δραματικές αλλαγές στη δυναμική του ποταμού, καθώς ο κόσμος κατασκεύασε φράγματα ανάντη του ποταμού και προχώματα κατά μήκος του. Πριν τις συγκεκριμένες επεμβάσεις ο ποταμός μετέφερε 400-500 εκατομμύρια τόνους ιζήματος τον χρόνο. Σήμερα η ποσότητα έχει περιοριστεί στους 205 εκ. τόνους.
Η άνοδος της στάθμης θάλασσας οξύνουν το υπάρχον πρόβλημα. Οι παραπάνω ερευνητές υπολόγισαν ότι το δέλτα μέχρι το 2100 θα έχει συρρικνωθεί κατά 13500 Km^2, στοιχείο που συνηγορεί με προηγούμενους υπολογισμούς του USGS το οποίο προέβλεπε απώλεια 5700 Km^2 από το 1950-2050.

Η καθηγήτρια Παλαιοανθρωπολογίας Κατερίνα Χαρβάτη τιμήθηκε με τον τίτλο «Fellow» της Αμερικανικής Ένωσης για την Πρόοδο της Επιστήμης (AAAS), του μεγάλου οργανισμού που εκδίδει το κορυφαίο περιοδικό Science.
Ο τιμητικός τίτλος αναγνωρίζει τη συμβολή της Δρ Χαρβάτη σε ότι αφορά στην ανάπτυξη και την παγκόσμια διάδοση της Τρισδιάστατης Μορφομετρίας, μιας τεχνικής απεικόνισης που ειδικεύεται στα απολιθώματα, με την οποία αναλύθηκε για πρώτη φορά η μορφολογία του περίφημου κρανίου Hofmeyr. Η έρευνα της επίλεκτης ομάδας γεωλόγων, αρχαιολόγων, βιολόγων και ανθρωπολόγων, στην οποία συμμετείχε ως βασικό στέλεχος η Δρ. Χαρβάτη, έδειξε ότι ο σύγχρονος άνθρωπος Homo sapiens προέρχεται από την Αφρική και δεν είναι απόγονος των Νεάντερνταλ στην Ευρώπη. Από τον περασμένο Οκτώβριο, η Δρ Χαρβάτη κατέχει την έδρα Βιοαρχαιολογίας στο πανεπιστήμιο του Τίμπιγκεν της Γερμανίας, όπου αυτό τον καιρό στήνει το εργαστήριο Τρισδιάστατης Μορφομετρίας. Παράλληλα, η Δρ. Χαρβάτη συνεχίζει τις συνεργασίες που έχει εδώ και χρόνια με το Πανεπιστήμιο Αθηνών, όπως και με την Ελληνική Εφορεία Παλαιοανθρωπολογίας και Σπηλαιολογίας. Σημαντικό αποτέλεσμα της συνεργασίας αυτής ήταν η ανάλυση των ισότοπων στροντίου ενός δοντιού Νεάντερνταλ 40.000 ετών, που βρέθηκε σε αρχαιολογική ανασκαφή στη θέση Λακωνίς Γυθείου.

Επιμέλεια

Υψηλάντη Ελένη
MSc Γεωλόγος

Τομέας Ιστορικής Γεωλογίας - Παλαιοντολογίας
Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Άρθρο

00039

Εικόνα 2. Έκρηξη και καταστροφή DEEP WATER HORIZON.

Συγγραφείς:

Δρ Κωνσταντίνος Α. Νικολάου
Γεωλόγος Πετρελαίων
Τεχνικός Σύμβουλος Έρευνας- Παραγωγής
Υδρογονανθράκων +ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΙΓΑΙΟΥ ΑΕ,
knikolaou@energean.com

Δρ Κατερίνα Γαρυφάλλου
Γεωλόγος/Γεωφυσικός Πετρελαίων
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΙΓΑΙΟΥ ΑΕ

Πετρελαιοκηλίδα της BP στον Κόλπο του Μεξικού - Γεγονότα και Επιπτώσεις

Όσο τα ορυκτά καύσιμα συνεχίζουν να κυριαρχούν στα παγκόσμια ενεργειακά ισοζύγια, τόσο θα εντείνονται οι προσπάθειες για ανακάλυψη νέων κοιτασμάτων σε αντικατάσταση αυτών που εξαντλούνται. Δεν είναι λίγες οι φορές που είχε προβλεφθεί το τέλος του πετρελαίου. Πριν από 30-40 χρόνια, αρκετοί ερευνητές το είχαν τοποθετήσει στις αρχές του τρέχοντος αιώνα. Τα γεγονότα όμως τους διέψευσαν. Ήδη τα βεβαιωμένα αποθέματα αυξήθηκαν θεαματικά, παρά τη ραγδαία αύξηση της παγκόσμιας κατανάλωσης, κυρίως από τις αναπτυσσόμενες χώρες και τις νέες οικονομίες της Κίνας, της Ινδίας, της Βραζιλίας, της Ρωσίας κλπ.

Οι δύο μεγάλες πετρελαϊκές κρίσεις, του 1967 και κυρίως αυτή του 1973 με την ιρανική επανάσταση, έφεραν πολύ κοντά τον κίνδυνο διακοπής της τροφοδοσίας της Δύσης με υδρογονάνθρακες και ήταν καθοριστικές για το μέλλον της βιομηχανίας έρευνας και παραγωγής υδρογονανθράκων(Ε&Π Υ/Α). **Η κατακόρυφη αύξηση των τιμών πετρελαίου και οι προοπτικές μεγάλων κερδών, ώθησαν στην αλματώδη ανάπτυξη των τεχνολογιών έρευνας και ανάπτυξης κοιτασμάτων. Οι δυνατότητες εντοπισμού, διάτρησης και εκμετάλλευσης βαθιών στόχων, σε δυσπρόσιτες γεωλογικά και μορφολογικά περιοχές, σε θαλάσσια βάθη ακόμα και πάνω από 2000 μ, έγιναν σε σύντομο χρόνο γεγονός.** Νέες περιοχές, που πριν λίγα χρόνια φάνταζαν απρόσιτες δόθηκαν στην Ε&Π Υ/Α. Μόνο την τελευταία τριετία η παρουσία εξεδρών στον κόλπο του Μεξικού αυξήθηκε κατά 43%. Τα βαθειά νερά του κόλπου του Μεξικού, της Βραζιλίας και της Δυτικής Αφρικής, έγιναν σύντομα μεγάλα κέντρα έρευνας και παραγωγής υδρογονανθράκων. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται είναι εντυπωσιακές και ανοίγουν δρόμους ακόμα και για την Ε&Π Υ/Α στην αφιλόξενη Αρκτική. Ήδη ξεκίνησαν διαβουλεύσεις και αντιπαραθέσεις, μεταξύ των ενδιαφερομένων κρατών και των καιροφυλακτούντων πετρελαϊκών εταιρειών, με τις επιφυλάξεις των οικολογικών οργανώσεων. Μέχρι πρότινος όλα προχωρούσαν με το δόγμα «Business as usual»... Όμως…

Στις 20 Απριλίου 2010 ένα σημαντικό γεγονός έρχεται να διαταράξει τη ρουτίνα στην Ε&Π Υ/Α. Στον Κόλπο του Μεξικού,(Εικόνα 1), 64 χλμ νοτιοανατολικά των ακτών της Λουϊζιάνας, η **θαλάσσια γεωτρητική εξέδρα**, δυναμικής σταθεροποίησης, **DEEP WATER HORIZON**, της εταιρείας **TRANSOCEAN,** ολοκληρώνει επιτυχώς τη γεώτρηση MACONTO, στην ομώνυμη δομή, σε θαλάσσιο βάθος 1500 μ και τελικό βάθος γεώτρησης περίπου 5500 μ. Ανώτατο προσωπικό της εταιρείας BP [Beyond Petroleum, (τέως British Petroleum και Amoco)], για λογαριασμό της οποίας έγινε η γεώτρηση, εορτάζει στην πλατφόρμα την επιτυχία ανακάλυψης περίπου 50 εκατ. βαρελιών απολήψιμων αποθεμάτων, με ταυτόχρονο ρεκόρ ασφαλούς λειτουργίας και αποφυγής ατυχημάτων!!!

Εικόνα 1. Κόλπος Μεξικού, πετρελαιοκηλίδα.

Στο τελικό στάδιο ολοκλήρωσης των εργασιών τσιμέντωσης και ασφαλούς παράδοσης του πηγαδιού, για να είναι έτοιμο να μπει στην παραγωγή, (όταν αυτή θα ξεκινούσε), ξαφνικά γίνεται έκρηξη αέριων υδρογονανθράκων (blow out). Στη διαδικασία αντικατάστασης της διατρητικής λάσπης με θαλασσινό νερό, δεν έγινε αντιληπτό ότι είχαν ήδη διαφύγει αέρια στο σωλήνα που ενώνει την εξέδρα με τον βυθό της θάλασσας.

Ο μηχανισμός πρόληψης εκρήξεων (blow out preventer-BOP) δεν λειτούργησε και έτσι η έκρηξη δεν αποφεύχθηκε. Τα αίτια βρίσκονται μεταξύ της μη λειτουργίας του BOP, της μη επαρκούς τσιμέντωσης και ανθρώπινων λαθών και παραλείψεων. Τα ακριβή αίτια είναι ήδη αντικείμενο λεπτομερών και εκτεταμένων ερευνών από τις αρχές των Ηνωμένων Πολιτειών. Το αποτέλεσμα της έκρηξης ήταν η καταστροφή και βύθιση της θαλάσσιας εξέδρας στις 22 Απριλίου (Εικόνα 2), ο θάνατος 11 εργαζομένων και ο τραυματισμός άλλων 17 από τους 126 που βρίσκονταν στην εξέδρα.

Οι μεγάλες όμως συνέπειες και τα καταστροφικά αποτελέσματα θα περιγραφούν αμέσως μετά την παρουσίαση της βυθισμένης θαλάσσιας εξέδρας DEEP WATER HORIZON (Εικόνα 3).

Η γεωτρητική εξέδρα κατασκευάστηκε το 2001 στη Νότια Κορέα, στα ναυπηγεία της Hyundai. Ανήκει στην πέμπτη γενεά θαλάσσιων εξεδρών βαθειάς θάλασσας, είχε μήκος 121 μ και πλάτος 78 μ και μπορούσε να λειτουργήσει σε βάθη θάλασσας μέχρι και 2438 μ, με δυνατότητες διάτρησης έως και 9144 μ. Το κόστος κατασκευής είχε φτάσει τα 560 εκατ $. Ήταν όπως είπαμε δυναμικής σταθεροποίησης (dynamic positioning), δηλαδή παράμενε σταθερή με σύστημα ηλεκτρονικών υπολογιστών και ελίκων, χωρίς τη βοήθεια αγκυρών. Στη διάρκεια της σύντομης ζωής της είχαν καταγραφεί τεχνικές αστοχίες και προβλήματα που την έθεσαν εκτός λειτουργίας για κάποια διαστήματα, μέχρι την επισκευή ή μετασκευή της. Σήμερα βρίσκεται βυθισμένη στο σημείο της γεώτρησης Macondo στον Κόλπο του Μεξικού.

ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Ένα ατύχημα, όπως αυτό στον Κόλπο του Μεξικού, δεν είναι κάτι που συμβαίνει κάθε μέρα και δυστυχώς έχει σοβαρότατες επιπτώσεις πρώτον για το περιβάλλον της ευρύτερης περιοχής, δεύτερον για την οικονομική δραστηριότητα και τρίτον για την πετρελαϊκή βιομηχανία συνολικά και το μέλλον της εξόρυξης Υ/Α. Εκτός από τις ανθρώπινες ζωές και τη βύθιση της εξέδρας, που χάθηκαν στη διάρκεια της έκρηξης, οι επιπτώσεις στο **περιβάλλον** είναι πραγματικός εφιάλτης. Η πετρελαιοκηλίδα από τη συνεχή διαρροή πετρελαίου από την κεφαλή της γεώτρησης στα 1500 μ βάθος, παρουσιάζει ραγδαία εξάπλωση. Στις 25 Απριλίου κάλυπτε έκταση 1.500 τ. χλμ, στις 30 Απριλίου 10.000 τ. χλμ. Οι αρχικές ανακοινώσεις της BP για διαρροή 5.000 βαρελιών ανά ημέρα, σύντομα διαψεύδονται. Το United States Geological Survey(USGS), υπολόγισε τη διαρροή σε 12.000-19.000 βαρ/ημέρα, ποσό πολύ μεγαλύτερο των ανακοινώσεων της BP και πολύ μικρότερο από τις υπερβολές των 100.000 βαρ/ημέρα. Ήτοι σε 40 ημέρες διέρρευσαν στην θάλασσα πάνω από 480.000 -760.000 βαρέλια πετρελαίου τα οποία προκάλεσαν και προκαλούν τεράστια οικολογική καταστροφή στη θαλάσσια πανίδα και χλωρίδα της περιοχής. Επίσης, τεράστιες αναμένεται να είναι οι επιπτώσεις στα ευαίσθητα οικοσυστήματα του δέλτα του ποταμού Μισσισιπή, όταν το πετρέλαιο φτάσει σε αυτά. Υπολογίζεται ότι το μισό από τις ποσότητες πετρελαίου που διαρρέει εξατμίζεται.

Όμως, εκτός από το κινούμενο στην επιφάνεια πετρέλαιο, **μεγάλο μέρος εντοπίστηκε κάτω από την επιφάνεια**. Όπως υπολογίζουν μέλη του Εθνικού Ινστιτούτου Υποθαλάσσιων Επιστημών και Τεχνολογίας, από τα σημεία της διαρροής έχει διαρρεύσει πετρέλαιο, το οποίο έχει εγκλωβιστεί **κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας** (**πιθανότατα εξαιτίας των διαφόρων ακατάλληλων χημικών ουσιών που χρησιμοποιήθηκαν τις πρώτες μέρες από την BP** για να διαλύσουν την πετρελαιοκηλίδα), κάτι που σημαίνει ότι η οικολογική καταστροφή θα είναι ακόμα μεγαλύτερη σε έκταση και διάρκεια στο εγγύς και απώτερο μέλλον . Οι παραπάνω αριθμοί κάνουν την οικολογική καταστροφή της Αλάσκας το **1989**, από το δεξαμενόπλοιο **EXXON VALDEZ**, με τα **257.000 βαρέλια** να φαίνεται μικρή. Η πετρελαιοκηλίδα της BP στον κόλπο του Μεξικού εξαπλώνεται ταχύτατα και διαχέεται με τα πολλά ρεύματα που παρουσιάζονται στην περιοχή. Οι καταστροφές στα οικοσυστήματα, εκεί που φτάνει η πετρελαιοκηλίδα, είναι ανυπολόγιστες. Ο αριθμός των ειδών πουλιών που

Εικόνα 3. Εξέδρα DEEP WATER HORIZON

απειλούνται από τη διαρροή, σύμφωνα με την Audubon Society ξεπερνά τα **400** περίπου είδη ζωής σε στεριά και θάλασσα. Ανάμεσά τους και ο καφετής πελεκάνος της Λουϊζιάνας, το πουλί σύμβολο της περιοχής, το οποίο μόλις πρόσφατα απομακρύνθηκε από τον κατάλογο με τα απειλούμενα είδη. Η πετρελαιοκηλίδα είναι επικίνδυνη για τους πληθυσμούς των πουλιών διότι συνέπεσε με την περίοδο αναπαραγωγής τους. Οι ζημιές για τα **αλιεύματα και τους αλιείς, για την τουριστική βιομηχανία και την τοπική οικονομία** είναι ανυπολόγιστες.

Περίπου 7.500-8.000 εργαζόμενοι και 2.000 εθελοντές με 170 σκάφη αγωνίζονται να περιορίσουν την πετρελαιοκηλίδα και τις καταστροφικές επιπτώσεις της. Χρησιμοποιήθηκαν χημικά διάλυσης, μερικά από τα οποία αποδείχθηκαν ακατάλληλα, καύση στην επιφάνεια της θάλασσας, περισυλλογή και άντληση με φράγματα, φράγματα προστασίας κλπ μέσα με μη ικανοποιητικά αποτελέσματα, λόγω της έκτασης του γεγονότος και των θαλάσσιων ρευμάτων.

Η BP επιχείρησε από την αρχή να σταματήσει τις διαρροές στην κεφαλή της γεώτρησης (Εικόνα 4). Χρησιμοποίησαν σύγχρονα **τηλεκατευθυνόμενα μηχανήματα** για κλείσιμο του BOP, στα 1500 μ βάθος, χωρίς όμως καμία επιτυχία. Η τοποθέτηση κώνου πάνω από την γεώτρηση δεν απέδωσε λόγω του βάθους της θάλασσας και του σχηματισμού υδριτών. Χάθηκε πολύτιμος χρόνος με χρήση άλλων αυτοσχέδιων μεθόδων. Τελικά μεταφέρθηκε ειδικός εξοπλισμός έκχυσης βαριάς λάσπης ειδικής σύστασης, για να «σκοτωθεί το πηγάδι» (top kill), με τιθάσευση των πιέσεων των ρευστών και συγκράτηση τους μέσα στην γεώτρηση. Αυτό που είναι ρουτίνα στη ξηρά, μπορεί να αποδώσει και στα βαθιά νερά των 1500 μ., εφόσον επιτευχθεί σύνδεση του συστήματος έκχυσης λάσπης με την καταστραμμένη κεφαλή της γεώτρησης. Όταν γράφονταν αυτές οι γραμμές, η προσπάθεια φαινόταν ότι θα αποτύγχανε. Εφόσον τελικά αποτύχει θα σχεδιαστεί άλλη μέθοδος, πιο δαπανηρή, πιο επικίνδυνη, θα γίνουν άλλες προσπάθειες, μέχρι να βρεθεί τελική λύση. Εν τω μεταξύ οι διαρροές θα συνεχίζονται και η ρύπανση θα χειροτερεύει, μαζί με την κρίση εμπιστοσύνης στη βιομηχανία Ε-Π Υ/Α.

Εκτός από τα παραπάνω, το **οικονομικό κόστος** για την BP θα κυμανθεί μεταξύ **3-6 δις. $.** Η κεφαλαιακή της αξία υπέστη πλήγμα της τάξης των 25 δις $. Δεν υπολογίσθηκε ακόμα το συνολικό οικονομικό κόστος για τις γειτονικές πολιτείες και το κράτος των ΗΠΑ.

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ Ε-Π Υ/Α

Η έκρηξη (blow out), στην εξέδρα DEEP WATER HORIZON, οι διαρροές υδρογονανθράκων, η πετρελαιοκηλίδα, **ο τρόπος αντιμετώπισης και οι επιπτώσεις** αποτέλεσαν μεγάλο σοκ για τη βιομηχανία Ε-Π Υ/Α. Ο εφησυχασμός και η ρουτίνα, η υπερβολική αυτοπεποίθηση από την τεχνολογική πρόοδο στην Ε-Π Υ/Α και τα επιτεύγματα της, αποτελούν πλέον παρελθόν. Οι κυβερνήσεις έχουν ήδη ξεκινήσει να επιβάλλουν αναστολή εργασιών και νέους αυστηρότατους κανονισμούς. Η κοινή γνώμη έγινε πιο ευαίσθητη και συνάμα **καχύποπτη.** Αυτό είναι φυσικό ότι θα αυξήσει το κόστος εξόρυξης Υ/Α. **Οι παραλείψεις και η έλλειψη εναλλακτικών ασφαλιστικών σχεδίων και δικλείδων στη διαχείριση τέτοιων καταστάσεων και κρίσεων ήταν πασιφανείς. Η διερεύνηση των αιτίων και οι προτάσεις θεραπείας πρέπει να είναι εμπεριστατωμένες και πειστικές ώστε να διορθωθεί το κλίμα και να αποκατασταθεί η αξιοπιστία της βιομηχανίας Ε&Π Υ/Α, σε κρατικές αρχές και στους πολίτες**. Αυτά χρειάζονται χρόνο, μεγάλες προσπάθειες και πολλές δαπάνες. **Είναι βέβαιο όμως ότι αυτό θα γίνει**. Η αυτάρκεια και τροφοδοσία της παγκόσμιας ενεργειακής αγοράς σε πετρέλαιο δεν μπορεί να τεθεί υπό αμφισβήτηση. Διαφορετικά οι επιπτώσεις στην διαμόρφωση των τιμών και οι αλυσιδωτές αντιδράσεις θα είναι τρομακτικές.

Η πρόσφατη ιστορία έθεσε σε αμφισβήτηση την ικανότητα της πετρελαϊκής κοινότητας να αντιδρά αποτελεσματικά στις προκλήσεις και τους κινδύνους, όπως στην πρόσφατη που περιγράψαμε. Παρά το ότι το ατύχημα είναι ελάχιστο μπροστά στα συνολικά επιτεύγματα και τις ικανότητες των νέων τεχνολογικών εφαρμογών της Ε-Π Υ/Α, πρέπει να γίνει ανασύνταξη και αποκατάσταση του κλίματος εμπιστοσύνης. Τα κίνητρα σοβαρών διορθωτικών κινήσεων είναι μεγάλα: **Η ανθρωπότητα παραμένει εξαρτημένη από τους υδρογονάνθρακες (πετρέλαιο και φυσικό αέριο), τα κέρδη είναι μεγάλα και οι προκλήσεις και το πάθος για νέες ανακαλύψεις παραμένουν διαχρονικά μεγάλα**. Τα 60 δις βαρέλια υπολειπόμενων αποθεμάτων στον κόλπο του Μεξικού και τα πολλά δισεκατομμύρια βαρέλια σε άλλες βαθιές θάλασσες και ωκεανούς, **θα περιμένουν νέες πιο ασφαλείς μεθόδους εξόρυξης**. Όπως το ατύχημα του δεξαμενοπλοίου EXXON VALDES επιτάχυνε την κατασκευή και καθιέρωση ασφαλέστερων δεξαμενοπλοίων μεταφοράς πετρελαίου, έτσι και το ατύχημα και η πετρελαιοκηλίδα της BP στον κόλπο του Μεξικού θα φέρουν αντίστοιχα αποτελέσματα στην βιομηχανία της Ε-Π Υ/Α. **Θα πάρει κάποιο χρόνο αλλά θα γίνει.**

Εικόνα 4. Διαρροές υδρογονανθράκων στην κεφαλή της γεώτρησης.

Από τις δοκιμές παραγωγής στη Γεώτρηση Δυτ. Κατάκωλο-2

Άρθρο

00040

Συγγραφείς:

Δρ. Ε. Καμπέρης, Γεωλόγος
Ελληνικά Πετρέλαια Ε&Ε Υ/Α,
Κηφισίας 199, Μαρούσι 15124
ekamperis@helpe.gr τηλ. 210 8767853

Δρ. Μ. Βεργίτσης, Γεωφυσικός
Ελληνικά Πετρέλαια Ε&Ε Υ/Α,
Κηφισίας 199, Μαρούσι 15124
mvergitsis@helpe.gr τηλ. 210 8767722

ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΠΙΘΑΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ, ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΠΕΔΙΑ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΤΗ Ν.Α. ΜΕΣΟΓΕΙΟ - ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιστορία της έρευνας και εκμετάλλευσης (Ε&Ε) υδρογονανθράκων (Υ/Α) στην Ελλάδα αρχίζει στα τέλη της δεκαετίας του 30. Η πρώτη ανακάλυψη κοιτάσματος στο Β. Αιγαίο (Πρίνος), από την κοινοπραξία Oceanic, Colorado κ.ά στις αρχές της δεκαετίας του 70, σηματοδοτεί τη νέα εποχή και δημιουργεί πλήθος υποχρεώσεων στο κράτος. Το δημόσιο μελετά τρόπους για να διασφαλίσει τον εθνικό πλούτο, τα έσοδα από την φορολογία και την παραγωγή, ασκώντας σωστό έλεγχο και διαχείριση των σχετικών συμβάσεων Η πετρελαϊκή κρίση που εμφανίζεται τα έτη 1973 και 1974 ανεβάζει τις τιμές του πετρελαίου από τα 3 στα 14 $ / βαρέλι. Η ευνοϊκή συγκυρία δημιουργεί ισχυρά κίνητρα για την αναζήτηση νέων πεδίων Υ/Α.

Το έτος 1975 ιδρύεται με το νόμο 87/75, η Δημόσια Επιχείρηση Πετρελαίου ΑΕ (ΔΕΠ), με σκοπό την αποτίμηση του πετρελαϊκού δυναμικού της χώρας, τον έλεγχο όλων των σχετικών δραστηριοτήτων στις οποίες περιλαμβάνονται και η διαχείριση των δικαιωμάτων έρευνας και εκμετάλλευσης Υ/Α καθώς και ο έλεγχος και η συμμετοχή στην ερευνητική περιοχή του Πρίνου.

Το έτος 1976 εισέρχεται στην κοινοπραξία του Πρίνου, νέος, πλειοψηφικός, μεγαλομέτοχος (η καναδέζικη εταιρία Denison) ενώ η Ελληνική πολιτεία παραχωρεί τα δικαιώματα Ε&Ε Υ/Α στη ΔΕΠ και θεσμοθετεί νομικό και φορολογικό πλαίσιο (Ν.468/76) τα οποία διέπουν το καθεστώς έρευνας και παραγωγής Υ/Α στην Ελλάδα. Με τη θεσμοθέτηση του νέου νομικού και φορολογικού πλαισίου, αρχίζει στην χώρα η συστηματική έρευνα αναζήτησης και εκμετάλλευσης Υδρογονανθράκων, η οποία διαρκεί, με αυτό το καθεστώς, μέχρι το έτος 1998.

Την περίοδο 1980 - 1981, ανακαλύπτεται το κοίτασμα Κατακώλου και παράλληλα πραγματοποιούνται δύο παραχωρήσεις: α) Παξών (με ανάδοχο την εταιρία AGIP) και β) Θερμαϊκού κόλπου, (με ανάδοχο την εταιρία Shell).

Το έτος 1981 παράγεται το πρώτο Ελληνικό πετρέλαιο (Πρίνος 1984) με μέγιστη παραγωγή 28.000 βαρέλια/ημερησίως.

Το έτος 1986 η ΔΕΠ ιδρύει θυγατρική εταιρία, την ΔΕΠ-ΕΚΥ ΑΕ, στην οποία μεταφέρει τα δικαιώματα Ε&Ε Υ/Α. Ως απάντηση στην Ευρωπαϊκή οδηγία 94/22 ΕΚ, που καθορίζει το καθεστώς των αδειοδοτήσεων Ε&Ε Υ/Α, στα μέλη κράτη, διαμορφώνεται ένα νέο νομικό πλαίσιο για τα δικαιώματα Ε&Ε Υ/Α στην Ελλάδα (1994-1995), που ολοκληρώνεται με την ψήφιση του Ν. 2289/95.

Η ΔΕΠ-ΕΚΥ, κάτοχος και διαχειριστής των δικαιωμάτων Ε&Ε Υ/Α, πραγματοποιεί, (1995-97), τον πρώτο Διεθνή Γύρο Παραχωρήσεων.

Οι διαπραγματεύσεις κατά τη διάρκεια του Α΄ διεθνή γύρου παραχωρήσεων κατέληξαν (1997) στην υπογραφή 4 συμβάσεων (ανά μία σύμβαση με κάθε κοινοπραξία που είχε νικήσει στον διαγωνισμό των παραχωρήσεων). Οι συμβάσεις κατοχύρωναν και τη συμμετοχή του Ελληνικού Δημοσίου μέχρι ποσοστού 12%. Οι (4) περιοχές των συμβάσεων που υπεγράφησαν (σχήμα 1) είναι α) τρεις χερσαίες περιοχές (ΒΔ. Πελοπόννησος, Αιτωλοακαρνανία, Ιωάννινα) και β) μια θαλάσσια περιοχή (Πατραϊκός Κόλπος). Το έτος 1998 και ενώ εξελίσσεται η έρευνα στις παραπάνω περιοχές, ιδρύεται, η ΕΛ.ΠΕ Α.Ε.

Η ΕΛΠΕ Α.Ε.

Με το νόμο 2593/98 η ΔΕΠ-ΕΚΥ ΑΕ, όπως και οι εταιρείες ΕΚΟ ΑΒΕΕ και ΕΛΔΑ ΑΕ, απορροφήθηκαν από τη ΔΕΠ ΑΕ, η οποία μετονομάσθηκε σε ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ ΑΕ (ΕΛ.ΠΕ), το σημερινό καθετοποιημένο ενεργειακό όμιλο, ο οποίος εισάγεται στο χρηματιστήριο και πραγματοποιείται η πρώτη φάση ιδιωτικοποίησής του. Καταργείται στην πράξη με αυτήν την διαδικασία ο κρατικός φορέας Υ/Α (ΔΕΠ-ΕΚΥ ΑΕ) και μεταφέρονται στην ΕΛ.ΠΕ οι επενδύσεις έρευνας των ετών 1975-1998 και τα δικαιώματα Ε&Ε Υ/Α.

Η κοινοπραξία που εκμεταλλεύεται τα πετρέλαια του Πρίνου διακόπτει την παραγωγή (1998) και αποχωρεί, τα δε δικαιώματα Ε&Ε Υ/Α της

περιοχής μεταφέρονται (Ν.2779/99) στην εταιρία Kavala oil ελληνικών συμφερόντων. Η μικρή, ¨διεθνής¨, πετρελαϊκή κρίση (1999 - 2001) οδηγεί στη συγχώνευση των μικρών εταιριών πετρελαίου οι οποίες απορροφώνται από μεγαλύτερες. Η κρίση επηρεάζει και την Ελλάδα. Η Enterprise (ανάδοχος εταιρία για την παραχώρηση της Ηπείρου), απορροφάται από τη Shell και διακόπτει τις ερευνητικές εργασίες. Η δε εταιρία Triton (ανάδοχος για τις παραχωρήσεις του Δ. Πατραϊκού και της Αιτωλοακαρνανίας), διαπραγματεύεται την αποχώρησή της και επιτυγχάνει συμβιβασμό με το δημόσιο (2001). Η έρευνα στις παραπάνω περιοχές κατά συνέπεια δεν ολοκληρώθηκε σύμφωνα με το εγκεκριμένο πρόγραμμα ερευνών των δύο αναδόχων εταιριών. Το πρόγραμμα προέβλεπε δύο βαθιές γεωτρήσεις της τάξεως των 5000 μέτρων, μία στην Πελοπόννησο και μία στην Ήπειρο (Enterprise), δύο θαλάσσιες στον Πατραϊκό κόλπο και δύο χερσαίες στην Αιτωλοακαρνανία (Triton). Ωστόσο τα πρώτα αποτελέσματα των ερευνών δεν ήταν ενθαρρυντικά.

ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ Ε&Ε Υ/Α

Η ιδιωτικοποιημένη ΕΛ.ΠΕ ΑΕ, κάτοχος πλέον των δικαιωμάτων έρευνας και εκμετάλλευσης Υ/Α από το έτος 1998, επενδύει εφεξής μόνο σε περιοχές έρευνας του εξωτερικού (Μαυροβούνιο, Αλβανία, Λιβύη, Αίγυπτος). Το Δημόσιο ζητά γνωμοδότηση (2006) από το Νομικό Συμβούλιο του Κράτους (ΝΣΚ) για το σύννομο της εκχώρησης και κατοχής αποκλειστικών δικαιωμάτων Ε&Ε Υ/Α του Ελλαδικού Χώρου στην ΕΛ.ΠΕ. Το επόμενο έτος (2007) το ΝΣΚ γνωμοδοτεί υπέρ της επιστροφής του ερευνητικού αρχείου και των δικαιωμάτων Ε&Ε Υ/Α στο Δημόσιο. Η επιστροφή θεσμοθετείται στην συνέχεια με Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ των ΥΠΑΝ και ΥΠΟΙΟ) και την τροπολογία του Ν.2251/94. Στη συνέχεια της τελευταίας εξέλιξης το Δημόσιο μελετά την ίδρυση του Εθνικού φορέα Υ/Α τον οποίο τελικά εξαγγέλλει (Ιούνιος 2010), με στόχο την επανέναρξη της έρευνας για την αναζήτηση πεδίων Υ/Α στην Ελλάδα και τη διενέργεια των σχετικών διαγωνισμών.

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ

Από τις ερευνητικές εργασίες που έγιναν μέχρι σήμερα στην Ελλάδα δημιουργήθηκε μια σημαντική βάση δεδομένων, η οποία αποτελεί σημαντική δεξαμενή πληροφοριών για τις έρευνες Υ/Α. Η βάση περιέχει :

α. αξιόλογα γεωλογικά δεδομένα (γεωφυσικά, γεωτρητικά), εκθέσεις, μελέτες, χάρτες, σεισμικές τομές, διαγραφίες γεωτρήσεων.

β. μη τεχνικά ερευνητικά δεδομένα (από περιοχές που εκχωρήθηκαν σε τρίτους στο παρελθόν):συμβάσεις, νομοθεσία, αλληλογραφία, κ.α.

Τα δεδομένα της περιόδου 1975-98 υπάρχουν σε ψηφιακή μορφή ενώ της περιόδου 1938-75, μόνο σε έντυπο υλικό. Το σύνολο των δεδομένων ταξινομήθηκε σε (32) ερευνητικές (χερσαίες και θαλάσσιες) περιοχές με στοιχεία από σεισμικά προγράμματα και γεωτρήσεις σε ξηρά και θάλασσα. Στο αρχείο περιλαμβάνονται, όλα τα δεδομένα (ερευνητικά, ανάπτυξης, παραγωγής) των «ευαίσθητων» περιοχών του βορείου-κεντρικού Αιγαίου και των κοιτασμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου του Πρίνου, και φυσικού αερίου της Ν. Καβάλας (σχήμα 6). Επιπλέον από την αξιολόγηση των δεδομένων προκύπτουν πολλά στοιχεία μεταξύ των οποίων σημειώνουμε το μέσο βάθος των γεωτρήσεων, το οποίο είναι της τάξεως των 3.000 μέτρων. Αυτό το στοιχείο είναι ενδεικτικό ότι η έρευνα που έγινε, μέχρι σήμερα, αφορά στόχους μεσαίου και μικρού βάθους. Επίσης, εξάγεται ότι μικρός αριθμός γεωτρήσεων πραγματοποιήθηκε στις θαλάσσιες περιοχές. Η μελέτη του αρχείου ανέδειξε και τη διαχρονικότητα των διαδικασιών εκχώρησης δικαιωμάτων Ε&Ε Υ/Α από το Ελληνικό Δημόσιο προς τρίτους κατά τις περιόδους: 1938-1941, 1956-1967 και 1967-1973.

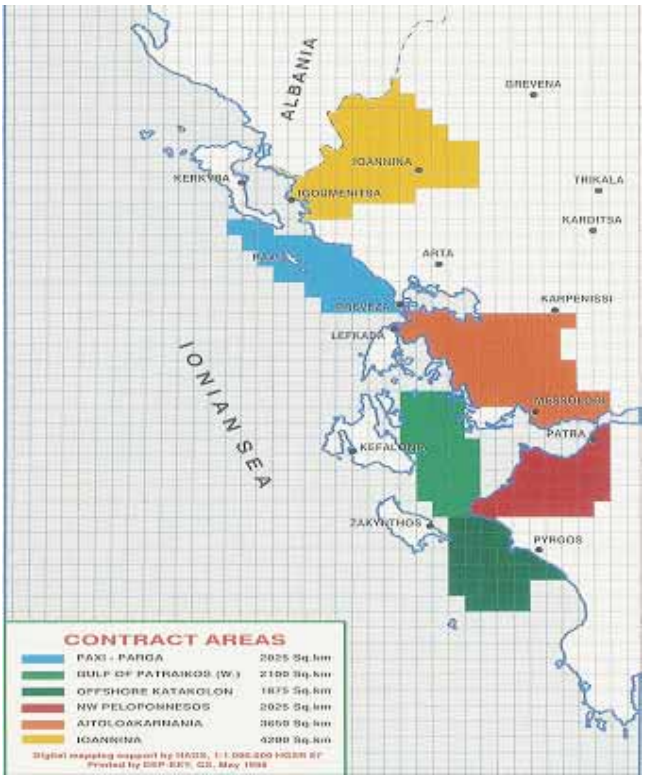
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΠΙΘΑΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Η έρευνα για την αναζήτηση πεδίων Υ/Α στη χώρα μας, αφορά κυρίως δύο περιοχές μεγάλης κλίμακας: τη **δυτική και νότια** (Λιβυκό και Κρητικό πέλαγος, Κρήτη) και την **ανατολική** Ελλάδα. Οι υπόψη περιοχές, με βάση τη γεωλογική - τεκτονική δομή, τη στρωματογραφική διάρθρωση των ιζημάτων και την παλαιογεωγραφική τους εξέλιξη, παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά, ειδικότερα δε, σε ότι αφορά τη γεωλογία πετρελαίου.

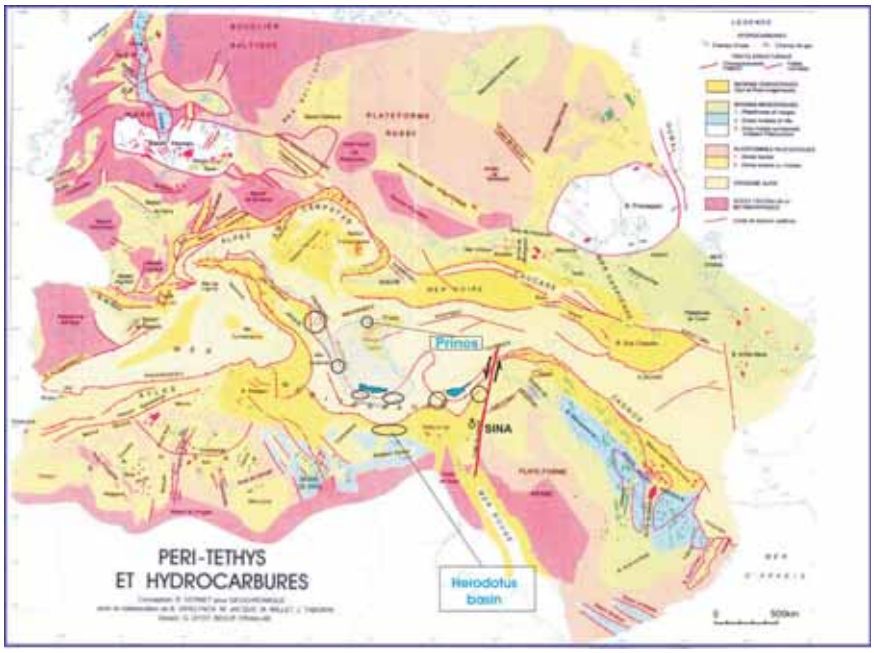
Οι περιοχές της δυτικής και νότιας Ελλάδας οι οποίες ελέγχονται από το αλπικό ορογενετικό σύστημα και τη μετανάστευσή του προς τα δυτικά (εξωτερικές Ελληνίδες) συγκεντρώνουν το ενδιαφέρον των εταιριών των οποίων οι δραστηριότητες επικεντρώνονται κυρίως στα αλπικά και τα μεταλπικά ιζήματα (κατεξοχήν στη θαλάσσια περιοχή βόρεια και νότια της Κρήτης). Η έρευνα στην ανατολική Ελλάδα αφορά κυρίως στις λεκάνες του Νεογενούς (Μειόκαινο - Πλειόκαινο) καθώς και τα αλπικά ιζήματα (Ηώκαινο) με χαρακτηριστικό παράδειγμα τις λεκάνες ανατολικά της Θάσου (East Thassos, σχήμα 6) και βορειοδυτικά της Μυτιλήνης στην οποία οι γεωτρήσεις εντόπισαν Υ/Α (βαρύ πετρέλαιο).

Δυτική και νότια Ελλάδα: Με βάση τα γεωλογικά δεδομένα από τις γεωτρήσεις και τις πληροφορίες από τη σεισμική έρευνα καθώς και την αξιολόγηση των γεωτρήσεων από την ευρύτερη περιοχή του Ιονίου προκύπτει ότι αρκετές περιοχές της δυτικής Ελλάδας παρουσιάζουν αξιόλογο πετρελαιοδυναμικό.

Σημειώνουμε μεταξύ αυτών τον Κυπαρισσιακό κόλπο, το βόρειο Ιόνιο (δομές βορείου Ιονίου), την Ήπειρο και την περιοχή νότια της Κρήτης (Λιβυκό πέλαγος), αντίστοιχα. Η θαλάσσια περιοχή βόρεια της Κρήτης παρουσιάζει επίσης ενδιαφέρον, πλην όμως η έρευνα βρίσκεται σε πρώϊμο συγκριτικά στάδιο. Το βάθος της θάλασσας στην υπόψη περιοχή αποτελεί αρνητική παράμετρο στη συνολική αξιολόγησή της και την αποτίμηση του δυναμικού της σε Υ/Α. Οι υπόψη περιοχές εντάσσονται γεωτεκτονικά στη ζώνη του αλπικού ορογενούς (σχήμα 2).



Σχ. 1: Α΄ Διεθνής Γύρος Παραχωρήσεων (1995 -1998)



Σχ. 2. Ζώνη Αλπικού ορογενούς & πεδία Υ/Α. Πετρελαιοπιθανές περιοχές στη ζώνη υποβύθισης της Αφρικανικής πλάκας - ΝΑ Μεσόγειος.

Οι κύριοι φυσικοί παράμετροι που αφορούν την πετρελαιογένεση (ωρίμανση οργανικής ύλης, μητρικά πετρώματα, ταμιευτήρες, συσσώρευση, παγίδευση και μετανάστευση Υ/Α) των πιο πάνω περιοχών, χαρακτηρίζουν και την ευρύτερη περιοχή της Αδριατικής και της Αλβανίας στις οποίες έχουν γίνει ανακαλύψεις κοιτασμάτων. Στις παραπάνω περιοχές μητρικά πετρώματα είναι οι ορίζοντες των σχιστόλιθων με Ποσειδώνιες του Ιουρασικού (Karakitsios, V. et al, 1996, 2001) και οι νεότεροι ορίζοντες του Κατ. Τριαδικού οι δε ταμιευτήρες (reservoir rocks) αποτελούνται από τις κλαστικές αποθέσεις του Νεογενούς και τα στρώματα της «οροφής» της ανθρακικής σειράς (ζώνη Ιονίου, Παξών και Γαβρόβου). Καλύτερες, συγκριτικά, συνθήκες εντοπίζονται στους ορίζοντες της ανθρακικής σειράς του Κρητιδικού και του Ηωκαίνου των παραπάνω γεωτεκτονικών ζωνών, και ειδικότερα στις θέσεις όπου τα πετρώματα του αλπικού υποβάθρου έχουν επηρεασθεί από έντονο τεκτονισμό και διάβρωση μετά την αποκομιδή τμήματος ή του συνόλου του φλύσχη (κοίτασμα Κατακώλου). Εξ αιτίας της διάβρωσης και της αποκομιδής παρατηρούνται πολλές επιφανειακές ενδείξεις Υ/Α.

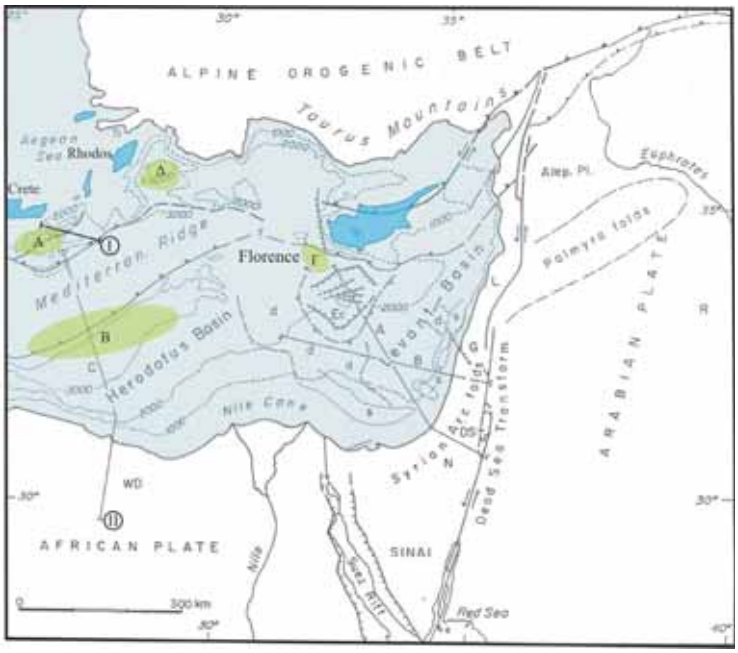
Κρίσιμες παράμετροι για την έρευνα πετρελαίου στη δυτική Ελλάδα είναι οι παρακάτω: πορώδες (πρωτογενές), βάθος νερού (θαλάσσιες περιοχές), μέγεθος δομών («παγίδων» πετρελαίου), ιξώδες, καθώς και το πάχος των πετρωμάτων που παίζουν το ρόλο των καλυμμάτων (cap rocks). Οι παραπάνω παράμετροι και μεταξύ αυτών το (ενεργό) πορώδες, το μέγεθος και το «κλείσιμο» των δομών αντιπροσωπεύουν τους πιο καθοριστικούς παράγοντες για την αναζήτηση και εκμετάλλευση Υ/Α στη δυτική Ελλάδα. Πλην όμως, σπάνια απαντώνται ταυτόχρονα σε μία πετρελαιοπιθανή περιοχή και ειδικότερα σε μία δομή (Κατάκωλο).

Στη θαλάσσια περιοχή νότια της Κρήτης, μέχρι τις νήσους Γαύδο και Χρυσή (ΝΑ της Ιεράπετρας, σχήμα 2), σημαντικός παράγοντας είναι αφενός η απουσία καλύμματος με ικανό πάχος νεογενών ιζημάτων (< 2000 μέτρα) και αφετέρου η παρουσία μικρών σε όγκο δομών. Επιπρόσθετα, "ώριμα" μητρικά πετρώματα τόσο στη θαλάσσια όσο και στη χερσαία περιοχή δεν έχουν εντοπιστεί από τις έρευνες που έγιναν μέχρι σήμερα ενώ το βάθος είναι σχετικά μικρό (<1000 μέτρα). ΝΑ της Κρήτης η έρευνα εστιάζεται σε βαθύτερα νερά, σε δύο πετρελαιοπιθανές περιοχές (σημειώνονται με πράσινο χρώμα στο χάρτη του σχήματος 3): Α, των τάφρων του Πλίνιου και του Στράβωνα, (Pliny and Strabo trenches, σχήματα 3, 4) και Β, της λεκάνης του Ηροδότου (Herodotus basin). Οι περιοχές Α και Β καλύπτονται από βαθιά νερά (2000-3000 μέτρα) και μεγάλο πάχος ιζημάτων. Οι περιοχές Α και Β και η Δ (ΝΑ της Ρόδου), παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον επειδή τα παλαιότερα (Μεσσήνιο) καθώς και τα νεότερα ιζήματα (Πλειόκαινο-Τεταρτογενές) περικλείουν καλούς ταμιευτήρες και μητρικά πετρώματα. Σημειώνεται ότι το μεγαλύτερο τμήμα της λεκάνης του Ηροδότου ανήκει στην Αίγυπτο και το μικρότερο στην Ελλάδα.

Τα πετρώματα ταμιευτήρες στις παραπάνω περιοχές είναι α) κλαστικές αποθέσεις του Ανωτ. Μειόκαινου -υποκείμενες των εβαποριτών του Μεσσηνίου- και του Ηωκαίνου, και β) κλαστικές αποθέσεις νεότερες του Μεσσηνίου (P+Q) και πιθανόν το Προνεογενές (σχήμα 4, in Sage, L., Letouzey, J., 1990). Κρίσιμες παράμετροι για την έρευνα είναι οι ταχείες πλευρικές λιθολογικές μεταβολές των πετρωμάτων (Ανωτ. Μειόκαινο), ενώ για τις νεότερες αποθέσεις είναι η πετρελαιογένεση, οι ταμιευτήρες, το βάθος του νερού (θαλάσσιες περιοχές) και το μέγεθος των τεκτονικών δομών.Υψηλό ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης η περιοχή Ν / ΝΑ της Κύπρου (Ισραήλ), στην οποία βρέθηκαν σημαντικά κοιτάσματα της τάξεως των 5 τρισεκ. κυβικών μέτρων καθώς και η πετρελαιοπιθανή περιοχή **(Γ)**, ΝΔ της Κύπρου (σχήματα 3, 5), με παρόμοια στρωματογραφική διάρθρωση και τεκτονική δομή.

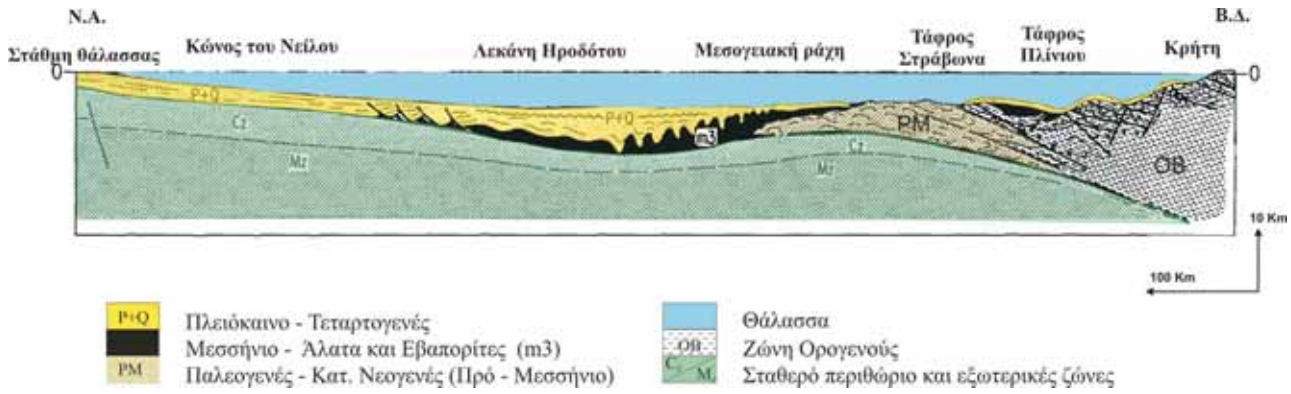
Ανατολική Ελλάδα: Σε ότι αφορά την ανατολική Ελλάδα σημειώνουμε μεταξύ άλλων τις περιοχές του Θερμαϊκού κόλπου, τη λεκάνη των Γρεβενών, τη θαλάσσια περιοχή μεταξύ Θράκης και Σαμοθράκης, καθώς και την ευρύτερη περιοχή έρευνας του Πρίνου και ειδικότερα ανατολικά του υβώματος «south Kavala ridge», στην οποία η ΕΛ.ΠΕ κατέχει δικαιώματα έρευνας σε ποσοστό 25% (σχήμα 6). Η περιοχή του Πρίνου τοποθετείται στο παλαιότερο τμήμα του Ελληνικού τόξου και παρουσιάζει ωριμότητα από πετρελαιογεωλογική άποψη. Αντίθετα, προς το νότο απαντώνται διαρκώς νεότερα τμήματά του, με νεότερες σε ηλικία τεκτονικές δομές και μικρότερη, συγκριτικά, ωριμότητα σε ότι αφορά την οργανική ύλη του Νεογενούς.

Πετρώματα ταμιευτήρες - στόχοι, εντοπίστηκαν στις κλαστικές αποθέσεις του Νεογενούς και του προ-Νεογενούς (Ηώκαινο). Οι ορίζοντες των υποκείμενων (Μειόκαινο) όσο και των υπερκείμενων ιζημάτων (Ανωτ. Μειόκαινο) του κύριου ορίζοντα αλάτων (main salt) βρέθηκαν σε βάθη της τάξεως των 1700 μέτρων (κοίτασμα φυσικού αερίου Ν. Καβάλας). Μητρικά πετρώματα εντοπίστηκαν μεταξύ των οριζόντων που υπόκεινται στρωματογραφικά του κύριου ορίζοντα αλάτων σε βάθη της τάξεως των 2000 μέτρων (βόρειος Πρίνος) μέχρι και τα 2500 μέτρα



Σχ. 3. Χάρτης με τα κύρια τεκτονικά στοιχεία της λεκάνης της ανατολικής Μεσογείου και τις ισοβαθείς του θαλάσσιου πυθμένα. (in Garfunkel, Z., 1998).

Συντομεύσεις:
B=Baer - Bassit σύμπλεγμα,
DS=λεκάνη Νεκρής θάλασσας,
Er= Όρος Ερατοσθένη,
G= Γαλιλαία,
N=Νεγκέβ,
Tr=Σύμπλεγμα Τρόοδος της Κύπρου,
WD=Δ. Έρημος της Αιγύπτου,
Γ= Florence: ύβωμα της Φλωρεντίας,
Δ=Λεκάνη της Ρόδου



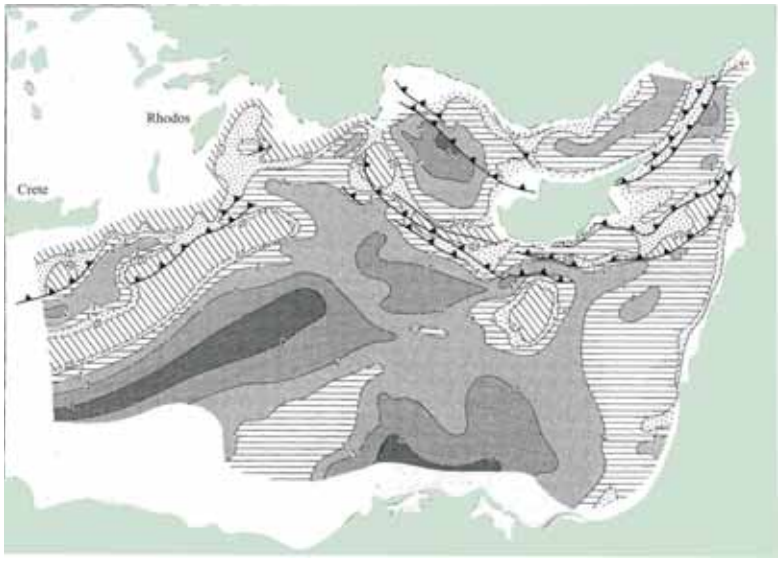
Σχ. 4. Γεωσεισμική τομή ΙΙ κατά μήκος του Ελληνικού τόξου (Το ίχνος της τομής φαίνεται στο Σχ.3)

(Πρίνος). Το κοίτασμα του Πρίνου, το οποίο τοποθετείται γεωγραφικά ΒΔ της Θάσου, αποτελεί σήμερα το μοναδικό παραγωγικό πεδίο στην Ελλάδα μαζί με το κοίτασμα φυσικού αερίου της Ν. Καβάλας. Η παραγωγή από τα παραπάνω πεδία έφτασε μέχρι σήμερα για το κοίτασμα του Πρίνου - Β. Πρίνου τα 116-117 εκ. βαρέλια πετρελαίου και τα 2 δις εκ. κυβικά μέτρα φυσικού αερίου, και για το κοίτασμα της Ν. Καβάλας τα 900 εκ. κυβικά μέτρα φυσικού αερίου, περίπου (σχήμα 6).

Οι ταμιευτήρες στην περιοχή έρευνας δυτικά της Θάσου (exploration area), αντιπροσωπεύονται επίσης από κλαστικές αποθέσεις (Μειόκαινο). Οι κρίσιμοι παράμετροι εδώ είναι η ποιότητα των ταμιευτήρων που εντοπίζονται μεταξύ των οριζόντων των εβαποριτών του Μειόκαινου και το κλείσιμο δομών. Ανατολικά της Θάσου (East Thassos) τα δεδομένα των γεωτρήσεων δείχνουν βαρύ πετρέλαιο, συγκριτικά με το ελαφρύ κοίτασμα του Πρίνου (28 API).

ΣΤΟΧΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΠΕΔΙΩΝ Υ/Α ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ
Οι ερευνητικοί στόχοι διακρίνονται σε ρηχούς και βαθείς (σχήμα 7).
Ρηχοί στόχοι τοπογραφικά και στρωματογραφικά: ο όρος αναφέρεται στις τεκτονικές δομές (παγίδες πετρελαίου) που βρίσκονται σε μικρό βάθος (1). Η έρευνα κάλυψε ένα σημαντικό αριθμό (26) πετρελαιοπιθανών περιοχών. Αρκετές περιοχές της Ελλάδος διαθέτουν ακόμη ανεξερεύνητους ρηχούς στόχους (Κυπαρισσιακός, δυτικός Πατραϊκός κόλπος, θαλάσσια περιοχή Παξών, βόρειο Ιόνιο, Θερμαϊκός, Γρεβενά, κ.α). Οι ερευνητικοί στόχοι εντοπίζονται στο Νεογενές και το προ-Νεογενές (οροφή ανθρακικής σειράς), ηλικίας Ηωκαίνου - Κρητιδικού.
Βαθείς στόχοι α) τοπογραφικά (2) και β) στρωματογραφικά και τοπογραφικά (3): το υπέδαφος της χώρας μας θεωρείται από τα πιο ανεξερεύνητα της Λεκάνης της Μεσογείου, ειδικότερα σε ότι αφορά τους βαθείς στόχους (Τοάρσιο, Κρητιδικό, σχήμα 6). Η έρευνα κάλυψε ένα μεγάλο αριθμό πετρελαιοπιθανών περιοχών. Οι βαθύτεροι ορίζοντες του Τριαδικού καθώς και τα (υποκείμενα) προ-αλπικά ιζήματα δεν ερευνήθηκαν διότι οι υπερκείμενοι εβαποριτες δεν μας επιτρέπουν να έχουμε καλή εικόνα της γεωλογικής δομής τους.

Οι παραπάνω στόχοι αποτελούν ξεχωριστό κεφάλαιο για την αναζήτηση Υ/Α στη Δ. Ελλάδα (ξηρά και θάλασσα), σε ρηχά και βαθιά νερά (> 1000 μέτρα) όπως ο κόλπος της Κυπαρισσίας, η θαλάσσια περιοχή των Παξών, το βόρειο Ιόνιο και το Λιβυκό πέλαγος νότια της Κρήτης.Οι ρηχοί και ειδικότερα οι βαθείς στόχοι αναμένεται να δώσουν σημαντικά αποθέματα αερίων και υγρών Υ/Α, λαμβάνοντας υπόψη ότι σήμερα



Σχ. 5. Χάρτης ισοπαχών των ιζημάτων του Μεσσηνίου - Τεταρτογενούς της λεκάνης της Α. Μεσογείου (in Saga, L., Letouzey, J., 1990)

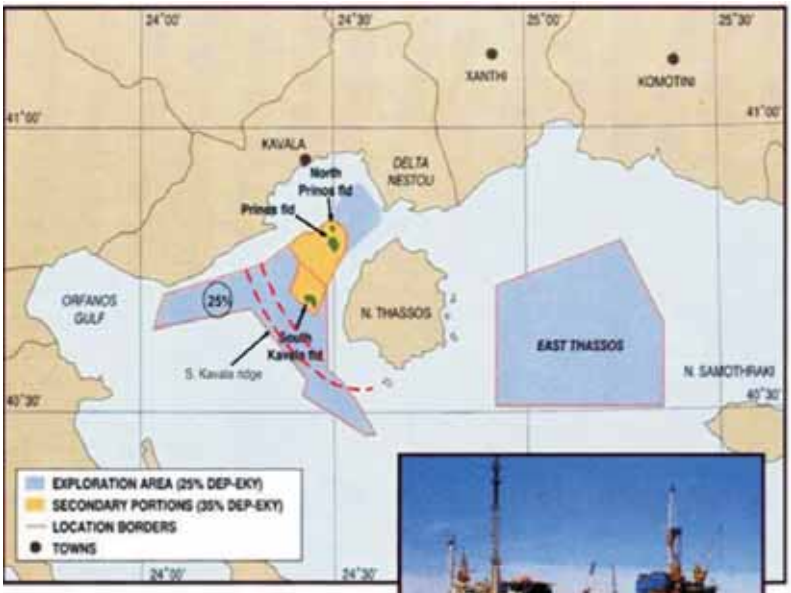
η βασική έρευνα πραγματοποιείται με σεισμικά προφίλ υψηλής ευκρίνειας, ο εξοπλισμός των γεωτρύπανων έχει εκσυγχρονιστεί, η δε τεχνολογία πετρελαίου έχει ταχύτατη ανάπτυξη. Εθνικοί και οικονομικοί λόγοι επιβάλλουν την ανακάλυψη νέων πεδίων Υ/Α στη χώρα μας με βάση τα ενθαρρυντικά πετρελαιογεωλογικά δεδομένα προηγούμενων ερευνητικών εργασιών έχοντας υπόψη ότι το ενεργειακό πρόβλημα διαρκώς διογκώνεται.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΣΕ ΕΛΛΑΔΑ - ΚΥΠΡΟ - ΤΟΥΡΚΙΑ

Η Ελλάδα είναι η μοναδική χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η οποία από το 2000 και μετά, με εξαίρεση τον Πρίνο δεν πραγματοποιεί έρευνες για αναζήτηση Υ/Α στο χερσαίο και θαλάσσιο χώρο της. Διεθνείς εταιρείες πετρελαίου επισημαίνουν την έλλειψη σύγχρονου θεσμικού πλαισίου και αρμόδιου Φορέα, για την επαναδραστηριοποίηση της Ε&Ε Υ/Α στην Ελλάδα. Το κράτος εμφανίζεται διστακτικό τουλάχιστον για μια 10ετία, πιθανόν λόγω και της αρνητικής οικονομικής συγκυρίας. **Η Κύπρος** διαμορφώνει εν τάχει τη νομοθεσία Υ/Α και το 2007 (με τον Α' Διεθνή Γύρο Παραχωρήσεων), προκηρύσσει διεθνή Διαγωνισμόγια (13) ερευνητικές περιοχές στη θαλάσσια περιοχή, νότια της Νήσου. Η κυβέρνηση της Κύπρου υπογράφει στη συνέχεια, σύμβαση για μια περιοχή ενώ παράλληλα προετοιμάζει τον Β' Διεθνή Γύρο Παραχωρήσεων (2009-2010). **Η Τουρκία** το έτος 1954 δημιουργεί την κρατική εταιρία Υ/Α, ΤΡΑΟ και πραγματοποιεί 1.800 παραχωρήσεις περιοχών για έρευνα (120 ενεργές σήμερα), με εντυπωσιακά αποτελέσματα σε ανάπτυξη & παραγωγή Υ/Α. Μέγιστη παραγωγή (1991): 90.400 βαρέλια /ημέρα με 1.400 γεωτρήσεις (ενεργές πλέον μόνο οι 627).

ΕΠΑΝΕΝΑΡΞΗ ΤΩΝ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ Ε&Ε Υ/Α ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

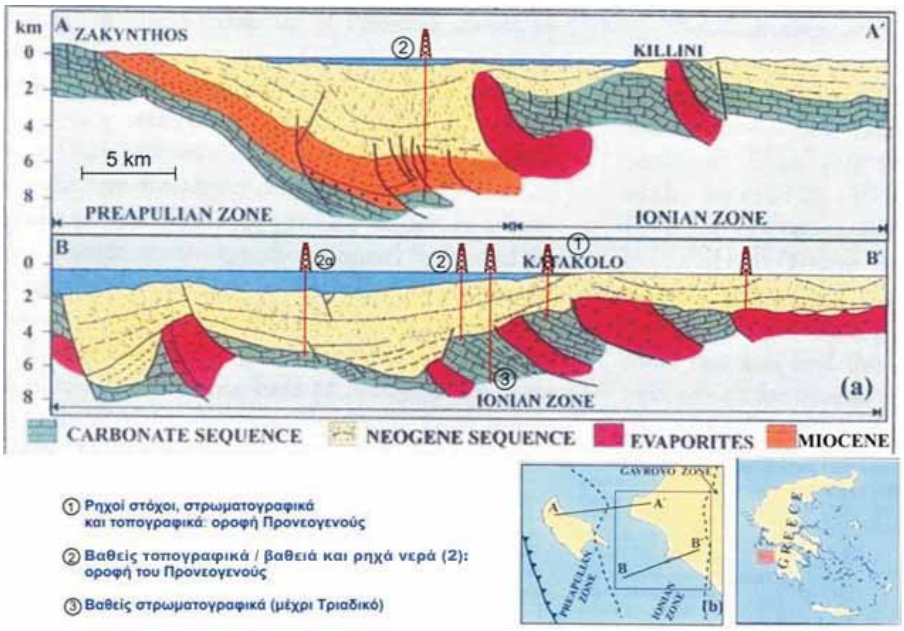
Για την επανέναρξη των ερευνητικών εργασιών (Ε&Ε Υ/Α) στην Ελλάδα, πρέπει να θεσπιστούν ο Εθνικός Φορέας Υ/Α, σύμφωνα με τα διεθνή και κυρίως τα ευρωπαϊκά πετρελαϊκά πρότυπα, πιθανόν ως εταιρεία με την μορφή ΑΕ υπό την εποπτεία του Δημοσίου, με έμπειρο και εξειδικευμένο επιστημονικό προσωπικό και ένα σύγχρονο νομικό και φορολογικό πλαίσιο (με τροποποίηση του Ν.2289/95) που θα στοχεύει στην προσέλκυση επενδύσεων στον τομέα της Ε&Ε Υ/Α, και θα καθορίζει την επίβλεψη και τον έλεγχο των ερευνητικών δραστηριοτήτων με βάση την τήρηση αυστηρών περιβαλλοντικών όρων.



Σχ. 6. Κοίτασμα πετρελαίου και φυσικού αερίου Πρίνου Ν. Καβάλας

Τα οφέλη που θα προκύψουν από μια τέτοια εξέλιξη, θα προέλθουν από την προσέλκυση επενδύσεων των κοινοπραξιών που θα δραστηριοποιηθούν στην έρευνα Ε&Ε Υ/Α στην Ελλάδα, στις οποίες πιθανόν θα συμμετέχουν το Δημόσιο και η ΕΛ.ΠΕ, από την είσπραξη εσόδων (φόροι και μερίδια παραγωγής) και από τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Παράλληλα θα μειωθεί η εξάρτηση από εισαγωγές αργού, θα εξοικονομηθούν πόροι για την Εθνική οικονομία και θα διασφαλιστούν αποθέματα εθνικής σημασίας.

Ο Εθνικός Φορέας Υ/Α, θα συμβάλει στις διαπραγματεύσεις για την οροθέτηση των θαλασσίων συνόρων, των ορίων της υφαλοκρηπίδας και της ΑΟΖ (αποκλειστική οικονομικής ζώνη), τα οποία αποτελούν βασική προϋπόθεση για την επανέναρξη των ερευνητικών εργασιών.Τέλος σημειώνουμε ότι για την επίτευξη των ερευνητικών στόχων χρησιμοποιείται πλέον η διεθνής πρακτική της «ανοικτής πόρτας» (open door) για προσέλκυση επενδυτών και η «μη αποκλειστική διάθεση δεδομένων» (non exclusive data) για απόκτηση νέων δεδομένων με ελάχιστο κόστος.



Σχ. 7. Ρηχοί και βαθείς ερευνητικοί στόχοι στη Ζάκυνθο (Kamberis et al., 2001)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η αναζήτηση Υ/Α είναι διαρκής δραστηριότητα (έρευνα, νέα δεδομένα, επαναξιολόγηση και επαναπροσδιορισμός στόχων). Η συνεχής και καλά οργανωμένη προσπάθεια με συνεχή ενημέρωση του ερευνητικού αρχείου μπορεί να οδηγήσει σε ανακαλύψεις με εμπορική επιτυχία.Οι κυβερνήσεις στην Ελλάδα δεν είχαν πάντα την βούληση για ανάπτυξη της Ε&Ε Υ/Α. Διέκοπταν κατά καιρούς τις ερευνητικές δραστηριότητες κυρίως για οικονομικούς λόγους, υποχρεώνοντας τις ΔΕΠ και ΔΕΠ-ΕΚΥ σε διαστήματα ερευνητικής απραξίας.

Η αποτίμηση του πετρελαιοδυναμικού της χώρας (βασικός σκοπός ίδρυσης της ΔΕΠ και ΔΕΠ-ΕΚΥ) στόχευσε στους **ρηχούς στόχους** (Νεογενές και οροφή προ-Νεογενούς) οι οποίοι δεν έχουν εξερευνηθεί στο σύνολο τους. Σημειώνεται ότι η σεισμική έρευνα μέχρι σήμερα ήταν σχεδιασμένη κατεξοχήν για ρηχούς στόχους με την τοπογραφική και στρωματογραφική έννοια. Οι πετρελαιοπιθανές περιοχές, το πιθανό δυναμικό των λεκανών τους (σε «in situ» και απολήψιμα αποθέματα) και οι δομές πετρελαίου, σε μεγάλο βαθμό έχουν προσδιοριστεί (τόσο στην ανατολική όσο και τη δυτική Ελλάδα). Τα δεδομένα που αποκτήθηκαν αποτελούν σήμερα μία πρώτη βάση για συνέχιση της έρευνας, αξιοποιώντας τη νέα τεχνολογία, σε περιοχές είτε με ανεπαρκή (Ν. Ιόνιο) είτε χωρίς στοιχεία (πχ. Λιβυκό πέλαγος, βαθειά νερά). Η έρευνα στο Λιβυκό πέλαγος αφορά κυρίως ρηχούς στόχους (Μειόκαινο / Πλειόκαινο - Ηώκαινο) και πετρελαιοπιθανές περιοχές με ρηχά νερά (Νότια της Κρήτης) και βαθειά νερά (λεκάνη Ηροδότου).

Για τους **βαθύτερους στόχους** (δυτική Ελλάδα), με βάση τα γεωλογικά δεδομένα - αν και δεν είναι αρκετά - εκτιμούμε ότι παρουσιάζουν καλή προοπτική για την ανακάλυψη εμπορικά εκμεταλλεύσιμων πεδίων Υ/Α. Η διερεύνηση πετρελαϊκών στόχων σε βαθειά νερά (κόλπος Κυπαρισσίας, βόρειο Ιόνιο, λεκάνη του Ηροδότου, κ.α.) αποτελεί σήμερα ένα ελπιδοφόρο αντικείμενο έρευνας, σε πολλές περιοχές του κόσμου (Μεξικό, Νιγηρία, Ισραήλ κ.α) με την προσδοκία για την ανακάλυψη σημαντικών πεδίων Υ/Α. Οι προσδοκίες των εταιριών που πραγματοποίησαν έρευνα, στις παραπάνω περιοχές, δικαιώθηκαν πλήρως. Η οροθέτηση των θαλάσσιων συνόρων και κυρίως της αποκλειστικής οικονομικής ζώνης (ΑΟΖ) με πρόσφατο παράδειγμα τη πιθανή συμφωνία Ελλάδος και Αλβανίας, πρέπει να αποτελέσει άμεση προτεραιότητα για εθνικούς λόγους, για την επανέναρξη των ερευνών και την προσέλκυση επενδυτικών κεφαλαίων.Το ασταθές περιβάλλον τιμών και παραγωγής Υ/Α, επιβάλλει την ανάγκη εξασφάλισης πρώτης ύλης από εγχώρια κοιτάσματα. Η Ελλάδα σήμερα χρειάζεται ημερησίως 480.000 βαρέλια και ορύσσει 3500, περίπου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Alves, T.M., Lykousis, V., Sakellariou, D,. Alexandri, St., P Nomikou, P., 2007. Constraining the origin and evolution of confined turbidite systems: southern Cretan margin, Eastern Mediterranean. Sea (34°3036°N). Geo-Mar Lett 27:41-61

Gatfunkel, Z., Almagor, G., 1987. Active Related Structures. Academic Press, London, pp. 263-300. salt dome development in the Levant basin, southeast Mediterranean. In: Lerche, I., O'Brien, J., (Eds.), Dynamica1 Geology of Salt and

Garfunkel, Z., 1998. Constrains of the original history of the eastern Mediterranean basin. Tectonophysics 298, 5-35.

Chaumillon, E., Mascle, J., Hoffmann, H.J., 1996. Deformation of the western Mediterranean Ridge: importance of Messinian evaporitic formations. Tectonophysics 263, 163-190.

Καμπέρης, Ε., Βεργίτσης, Μ., Κολοβός, Α., Κεμενεκίδης, Χ., 2010. Έρευνα και Εκμετάλλευση Υδρογονανθράκων στην Ελλάδα. Πρακτικά 1ου Συνεδρίου ΠΣΕΕΠ, 22-23 Ιαν. 2010.

Kamberis, E., Ioakim, Ch., Tsaila-Monopolis, St., Marnelis, F., Sotiropoulos, Sp., 2000. Geodynamic and Palaeogeographic evolution of the Ionian area (Westrn Greece) during upper Cenozoic. Geological Society of Greece. Special Publications, No 9, 109-120.

Karakitsios, V. And Rigakis, N., 1996. New Oil Source Rocks Cut in Greek Ionian Basin, Oil & Gas Journal, 94(7), 56-59.

Karakitsios, V., Rigakis, N., Bakopoulos, I., 2001. Migration and Trapping of the Ionian Series hydrocarbons (Epirus, NW Greece). Bull. Geol. Soc. Greece, 34, 3, 1237-1245.

LePichon, X., Lyberis, N., Ange1ier, J., Renards, v., 1982. Strain distribution over the east Mediterranean Ridge: a synthesis incorporating Sea-Beam data. Tectonophysics 86, 243-274.

Sage, L., Letouzey, J., 1990. Convergence of the African and Eurasian plate in the eastern Mediterranean. Petroleum and tectonics in Mobile Belts.

Zelilidis, A., Pipier, D.J.W., Vakalas, I. Avramidis, P., Getsos, K., 2003. Oil and gas plays in Albania: do equivalent plays exist in Greece ? Journal of Petroleum Geology, 26, 1, 29-48.

Άρθρο

00041

Εικ. 1. Ο ΕΛΦΥΖΕ σε τρεις βιομηχανικές κοκκομετρίες

Συγγραφέας:

Ανέστης Φιλιππίδης
Καθηγητής Ορυκτολογίας-Κοιτασματολογίας Α.Π.Θ.,
Σ.Θ.Ε., Τμήμα Γεωλογίας,
54124 Θεσσαλονίκη,
E-mail: anestis@geo.auth.gr

Περιβαλλοντικές, γεωργικές, κτηνοτροφικές και βιομηχανικές εφαρμογές του Ελληνικού Φυσικού Ζεόλιθου

Εισαγωγή

Με τον όρο "φυσικός ζεόλιθος" χαρακτηρίζεται το πέτρωμα που περιέχει ορυκτά της ομάδας των ζεόλιθων. Οι φυσικοί ζεόλιθοι απαντούν σε 43 διαφορετικούς τύπους και ως προς την ποιότητά τους, κάθε τύπος διαχωρίζεται σε α) φτωχή περιεκτικότητα σε ζεόλιθο (≤55%), β) χαμηλή περιεκτικότητα (56-65%), γ) μέτρια περιεκτικότητα (66-75%), δ) υψηλή περιεκτικότητα (76-85%) και πολύ υψηλή περιεκτικότητα (>85%).

Έξι (6) τύποι φυσικών ζεόλιθων (ANA, CHA, HEU, LAU, MOR και STI) απαντούν σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας (Σαντορίνη, Μήλο, Πολύαιγο, Κίμωλο, Σάμο, Σαμοθράκη, Ροδόπη και Έβρο). Τέσσερις (4) τύποι (ANA, HEU, MOR και STI) απαντούν σε περισσότερες από 20 διαφορετικές περιοχές του Νομού Έβρου.

Στον Δήμο Τριγώνου του Νομού Έβρου και γύρω από τα χωριά Πετρωτά και Πεντάλοφος απαντούν ζεολιθοφόροι σχηματισμοί σε οχτώ (8) περιοχές με την περιεκτικότητα σε ζεόλιθο να κυμαίνεται κατά μέσο όρο από 39% έως 76%. Στο ρέμα Ντρίστα των Πετρωτών Έβρου (δέσμευση της GEO-VET Ν. Αλεξανδρίδης & Σια Ο.Ε.), εντοπίστηκε πολύ υψηλής ποιότητας ζεόλιθος (περιεκτικότητας 89%), αποκαλούμενος ΕΛΦΥΖΕ: Ελληνικός Φυσικός Ζεόλιθος.

Ορυκτολογικά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του ΕΛΦΥΖΕ

Ο ΕΛΦΥΖΕ (Εικ. 1) περιέχει 89 wt.% ζεόλιθο τύπου-HEU, 3 wt.% μαρμαρυγία + αργιλικά ορυκτά, 6 wt.% αστρίους και 2 wt.% χαλαζία. Η ικανότητα ανταλλαγής ιόντων του ΕΛΦΥΖΕ είναι 226 meq/100g. Ο κλινοπτιλόλιθος έχει μέγεθος κρυστάλλων 5-25 μm και χημικό τύπο Ca1,5K1,4Mg0,6Na0,5Al6,2Si29,8O72.20H2O. Ο ΕΛΦΥΖΕ έχει την ικανότητα να απομακρύνει από υδατικά τους διαλύματα, Pb σε ποσοστό 74%, Ag σε ποσοστό 79% και NO-3 σε ποσοστό 57%. Ο ΕΛΦΥΖΕ επίσης ρυθμίζει προς το ουδέτερο το pH των όξινων υδάτων του ρέματος Κοκκινόλακκα, Ν. Χαλκιδικής (pH 5,5) σε χρόνο ~1 min και αλκαλικών υδάτων της λίμνης Κορώνειας, Ν. Θεσσαλονίκης (pH 9,5) σε χρόνο ~10 min.

Η ορυκτολογική του σύσταση και οι φυσικοχημικές του ιδιότητες καθιστούν τον ΕΛΦΥΖΕ, από τα καταλληλότερα υλικά παγκοσμίως, για βελτίωση της παραγωγής και της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων σε πολυάριθμες περιβαλλοντικές, γεωργικές, κτηνοτροφικές και βιομηχανικές εφαρμογές, όπως: Ζωοτροφές, βελτιωτικό αγροτικών καλλιεργειών, βελτιωτικό όξινων και αλκαλικών εδαφών, υπόστρωμα θερμοκηπίων και ανθοκομικής, ανθεκτικότερο και υγιέστερο γρασίδι, καθαρισμό αστικών και βιομηχανικών υγρών αποβλήτων, κατεργασία λυματολάσπης, αποσμητικό υλικό, ιχθυοκαλλιέργειες, καθαρισμός και ξήρανση αερίων, οξυγόνωση υδάτινων οικοσυστημάτων, βελτίωση ποιότητας πόσιμου νερού, τεχνητούς υγροβιότοπους και μονάδες διαχείρισης υδάτων.

Παραγωγή άοσμης και συνεκτικής Ζεο-λυματολάσπης.

Η κατεργασία αστικών λυμάτων με τον ΕΛΦΥΖΕ, καθώς και η ανάμειξη λυματολάσπης με τον ΕΛΦΥΖΕ, έδωσε την άοσμη και συνεκτική ζεο-λυματολάσπη (Εικ. 2), η οποία είναι φιλική προς τα φυτά, το περιβάλλον και τον άνθρωπο, κατάλληλη για ασφαλή απόθεση ή για χρήση ως λίπασμα στις γεωργικές καλλιέργειες.

Εικ. 2. Άοσμη και συνεκτική Ζεο-λυματολάσπη.

Εικ. 3. Αριστερά: Αρχικό αστικό λύμα,
Δεξιά: Διαυγές νερό μετά την κατεργασία με τον ΕΛΦΥΖΕ,
Κέντρο: Άοσμη και συνεκτική ζεο-λυματολάσπη.

Κατεργασία αστικών λυμάτων

Η κατεργασία αστικών λυμάτων (αρχικού pH 8,9) με τον ΕΛΦΥΖΕ έδωσε διαυγές νερό (τελικού pH 7,3), απαλλαγμένο από οσμές και βελτιωμένο στις ποιοτικές παραμέτρους χρώμα, αιωρούμενα στερεά, χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD), διαλυμένο οξυγόνο, P2O5, NH4, SO4, NO3, NO2, Mn, Ni και Cr κατά 82-950 % (Εικ. 3). Οι τελικές αυτές τιμές του pH και των ποιοτικών παραμέτρων στο διαυγές νερό,είναι μικρότερες από το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο των πρότυπων νερών, για διάθεση σε φυσικό αποδέκτη, για άρδευση, κολύμβηση και διαβίωση ψαριών.

Κατεργασία βιομηχανικών υγρών αποβλήτων

Η κατεργασία βιομηχανικών υγρών αποβλήτων βαφείου (αρχικού pH 9,0) με τον ΕΛΦΥΖΕ έδωσε διαυγές νερό (τελικού pH 7,5), απαλλαγμένο από οσμές και βελτιωμένο στους ποιοτικούς παραμέτρους χρώμα, αιωρούμενα στερεά, χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD), P2O5 και NH4 κατά 92-98 % (Εικ. 4). Οι τελικές αυτές τιμές του pH και των ποιοτικών παραμέτρων στο διαυγές νερό, είναι μικρότερες από το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο των πρότυπων νερών, για διάθεση σε φυσικό αποδέκτη, για άρδευση, κολύμβηση και διαβίωση ψαριών. Η ζεο-λάσπη είναι άοσμη, συνεκτική και κατάλληλη για ασφαλή απόθεση.

Προσθήκη του ΕΛΦΥΖΕ σε ύδατα, στα γεωργικά εδάφη και ως πρόσθετο ζωοτροφών και υλικό δαπέδου κτηνοτροφικών μονάδων.

Η ρίψη του ΕΛΦΥΖΕ στα ύδατα, θα έχει ως αποτέλεσμα τη δέσμευση ανόργανων, οργανικών, οργανομεταλλικών, αερίων, βακτηριδίων, μετάλλων και ραδιονουκλιδίων σε ποσοστό που κυμαίνεται από 20% έως 100%. Ο ΕΛΦΥΖΕ εμπλουτίζει το νερό σε οξυγόνο (οξυγωνούχα ρεύματα), καθώς επίσης ρυθμίζει το pH των υδάτων προς το ουδέτερο, αυξάνοντας ή μειώνοντας αυτό, ανάλογα με την οξύτητα ή αλκαλικότητα των υδάτων. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού έκπλυσης που προήλθε από την έκπλυση με απιονισμένο νερό της ζεο-λυματολάσπης, αποδεικνύουν την καθήλωση των επιβλαβών ουσιών στον ΕΛΦΥΖΕ.

Η προσθήκη του ΕΛΦΥΖΕ στα γεωργικά εδάφη, μειώνει τη χρήση του ύδατος άρδευσης κατά 33-67%, αποτρέπει την έκπλυση και μετακίνηση επιβλαβών ουσιών από το χερσαίο στο υδάτινο περιβάλλον, προστατεύοντας την ποιότητα των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.
Ταυτόχρονα, η προσθήκη του ΕΛΦΥΖΕ στα γεωργικά εδάφη έχει ως αποτέλεσμα, την αύξηση της παραγωγής γεωργικών προϊόντων (48-66 % στο σταφύλι, 29-57 % στο σιτάρι, 48-52 % στην τομάτα, 50% στο καλαμπόκι, 45 % στα ακτινίδια, 34 % στο ρύζι, 17 % στο βαμβάκι και 25% αύξηση ανθοφορίας στο γαρίφαλο), τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων φυτικής προέλευσης, τη μείωση της χρήσης των λιπασμάτων και των φυτοφαρμάκων (επιβαρυμένα εδάφη με τοξικές ενώσεις και NO3-, εξαιτίας της αλόγιστης χρήσης φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων).

Εικ. 4. Αριστερά: Αρχικό υγρό απόβλητο βαφείου,
Δεξιά: Διαυγές νερό μετά την κατεργασία με τον ΕΛΦΥΖΕ,
Κέντρο: Άοσμη και συνεκτική ζεο-λάσπη.

Ο ΕΛΦΥΖΕ ως πρόσθετο ζωοτροφών και υλικό δαπέδου κτηνοτροφικών μονάδων επιφέρει: 17% αύξηση γαλακτοπαραγωγής σε αγελάδες, 7% αύξηση βάρους σε κοτόπουλα, μείωση κατανάλωσης τροφής, βελτίωση της γεύσης και ποιότητας των προϊόντων (κρέας, γάλα, αυγά, κλπ.), μείωση των ασθενειών και της φαρμακευτικής αγωγής των ζώων, μείωση της θνησιμότητας των νεογνών, μείωση της δυσοσμίας και μετατροπή της κοπριάς σε άοσμο λίπασμα.

Ευχαριστίες

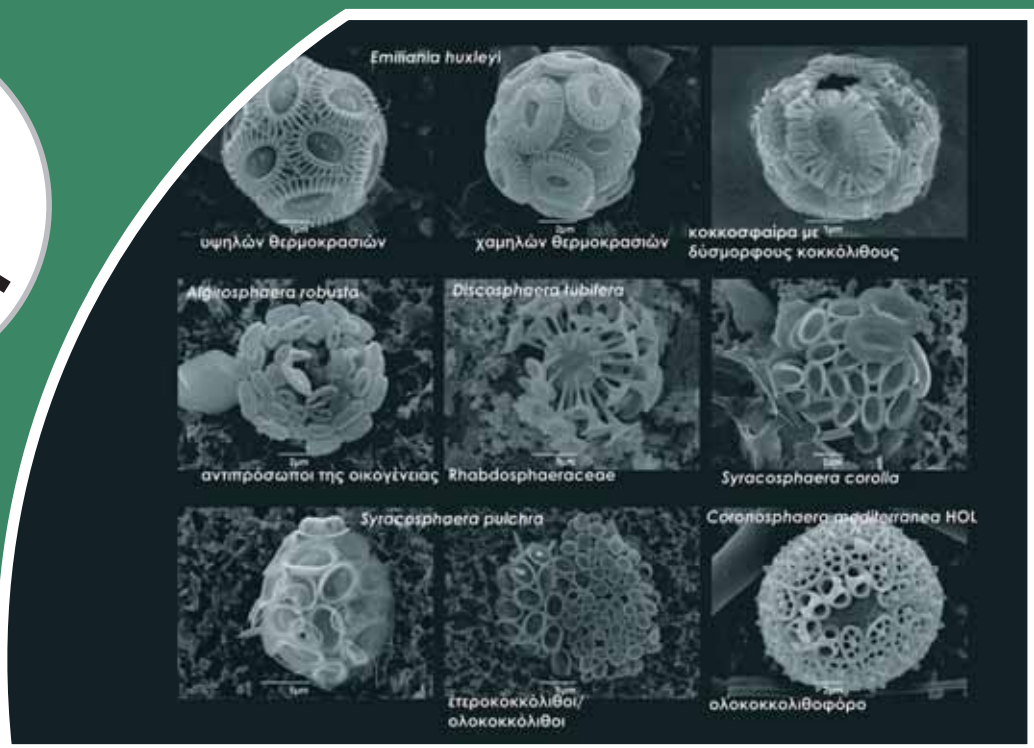
Ευχαριστίες εκφράζονται στην εταιρεία GEO-VET Ν. Αλεξανδρίδης & Σια Ο.Ε. για την προμήθεια και επεξεργασία του Ελληνικού Φυσικού Ζεόλιθου (ΕΛΦΥΖΕ), καθώς και για την οικονομική στήριξη της έρευνας.

Βιβλιογραφία

Φιλιππίδης Α., Καντηράνης Ν. 2002. Μελέτη: Μορφολογία, ορυκτολογία, χημεία, ορυκτοχημεία και ιοντο-ανταλλακτική ικανότητα πέντε δειγμάτων φυσικού ζεόλιθου για λογαριασμό της Ν. Αλεξανδρίδης & Σια Ο.Ε. Θεσσαλονίκη, 5σ.
Φιλιππίδης Α. 2005. Μελέτη: Ορυκτολογία και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά πέντε δειγμάτων φυσικού ζεόλιθου για λογαριασμό της Ν. Αλεξανδρίδης Ο.Ε. Θεσσαλονίκη, 10σ.
Φιλιππίδης Α. 2007. Ζεόλιθοι Δήμου Τριγώνου του Νομού Έβρου στη βιομηχανική, αγροτική, κτηνοτροφική και περιβαλλοντική τεχνολογία. Ημερίδα: Δυνατότητες Ανάπτυξης στο Βόρειο Έβρο, Πετρωτά, Πρακτ., 89-107.
Φιλιππίδης Α., Σιώμος Α., Μπαρμπαγιάννης Ν., Φιλιππίδης Σ. 2007. Αγροτικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές με τη Χρήση Ελληνικού Φυσικού Ζεόλιθου των Πετρωτών Έβρου. Συν. Δράση Jean Monnet, Βέροια, Πρακτ., 557-569.
Φιλιππίδης Α., Καντηράνης Ν., Φιλιππίδης Σ., Βορδογιάννης Ι., Αποστολίδης Ν., Παραγιός Ι. 2008. Καθαρισμός Υγρών Αποβλήτων Υφαντουργίας με Φυσικό Ζεόλιθο. Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας Αριθμ. 1006140, Ο.Β.Ι., Αθήνα, 8σ.
Φιλιππίδης Α., Καντηράνης Ν., Φιλιππίδης Σ., Βορδογιάννης Ι., Αποστολίδης Ν., Παραγιός Ι. 2008. Καθαρισμός Αστικών Λυμάτων με Φυσικό Ζεόλιθο. Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας Αριθμ. 1006145, Ο.Β.Ι., Αθήνα, 8σ.
Φιλιππίδης Α., Καντηράνης Ν., Φιλιππίδης Σ., Βορδογιάννης Ι., Αποστολίδης Ν., Παραγιός Ι. 2008. Καθαρισμός Υγρών Αποβλήτων Βυρσοδεψείων με Φυσικό Ζεόλιθο. Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας Αριθμ. 1006146, Ο.Β.Ι., Αθήνα, 8σ.
Φιλιππίδης Α., Αποστολίδης Ν., Παραγιός Ι., Φιλιππίδης Σ. 2008. Παραγωγή άοσμης λυματολάσπης, καθαρισμός υγρών αποβλήτων βαφείου και αστικών λυμάτων, με Ελληνικό Φυσικό Ζεόλιθο. 3ο Περιβαλλοντικό Συν. Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, CD-Πρακτικά, 8σ.
Φιλιππίδης Α., Αποστολίδης Ν., Φιλιππίδης Σ., Παραγιός Ι. 2009. Καθαρισμός αστικών λυμάτων και παραγωγή άοσμης-συνεκτικής λυματολάσπης με Ελληνικό Φυσικό Ζεόλιθο. Τιμητικός Τόμος Καθ. Χρ. Τζιμόπουλο, ΠΣ, ΑΠΘ, ΥΔΡΟΓΑΙΑ, 425-434.
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.
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. 2nd Intern. Conf. Small and Decentralized Water and Wastewater Treatment Plants, Skiathos, Proc., 403-408.
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. 1st Intern. Conf. Hazardous Waste Management, Chania, CD-Proc., 8p.
Filippidis A., Apostolidis N., Paragios I., Filippidis S. 2008. Zeolites clean up. Industrial Minerals, April, 68-71.
Filippidis A., Papastergios G., Apostolidis N., Paragios I., Filippidis S., Sikalidis C. 2009. Oderless and cohesive zeo-sewage sludge produced by Hellenic Natural Zeolite treatment. 3rd AMIREG Intern. Conf. Resource Utilization and Hazardous Waste Management, Athens, Proc., 96-100.

Άρθρο

00042



Εικόνα 4. Αντιπρόσωποι του ασβεστολιθικού ναννοπλαγκτού από φυσικές συγκεντρώσεις στην περιοχή του Αιγαίου. Οι εικόνες προέρχονται από το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης Jeol JSM 6360 (Παν. Αθηνών, Τομέας Ιστορικής Γεωλογίας και Παλαιοντολογίας).

Συγγραφείς:

Μαρία Β. Τριανταφύλλου
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Μικροπαλαιοντολογίας
Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος,
Τομέας Ιστ. Γεωλογίας-Παλαιοντολογίας,
Πανεπιστημιόπολις 15784
e-mail: mtriant@geol.uoa.gr

Δρ. Μαργαρίτα Δ. Δήμιζα
Γεωλόγος

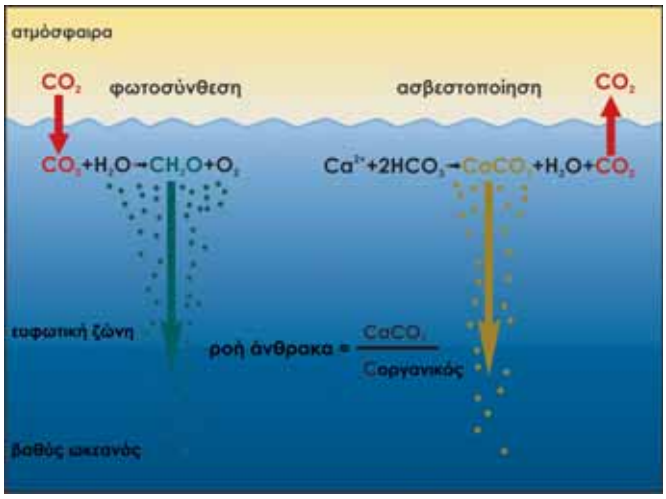
Κοκκολιθοφόρα (ασβεστολιθικό ναννοπλαγκτόν). Γεωχημικοί κύκλοι και κλιματικές μεταβολές στο γεωλογικό χρόνο

Όπως ακριβώς οι κλιματικές μεταβολές μπορεί να επιφέρουν σοβαρές επιπτώσεις στα βιοτικά συστήματα, έτσι και η βιοτική δραστηριότητα επηρεάζει το κλίμα. Επομένως, η μελέτη της κλιματικής ιστορίας απαιτεί την κατανόηση του εγγενούς ρόλου των οργανισμών στις βιογεωχημικές διαδικασίες (Lovelock, 1979). Μία από τις κύριες διαδικασίες της βιοτικής δραστηριότητας, που επηρεάζει το κλιματικό σύστημα, αφορά στη συμβολή της στη διαμόρφωση του παγκόσμιου κύκλου του άνθρακα, δηλαδή την ανταλλαγή του άνθρακα μεταξύ της βιόσφαιρας, της ατμόσφαιρας και των ωκεανών. Για αυτό και οι ωκεάνιες και χερσαίες βιοτικές-ατμοσφαιρικές ροές του άνθρακα έχουν ενσωματωθεί σε όλες τις σύγχρονες θεωρίες για την κλιματική μεταβολή.

Είναι γνωστό ότι, οι ωκεανοί περιέχουν περίπου 60 φορές περισσότερο άνθρακα από την ατμόσφαιρα (Siegenthaler & Sarmiento, 1993). Μέσα σε αυτούς, η βιολογική δραστηριότητα εκφράζεται κυρίως με τις διαδικασίες της φωτοσύνθεσης και της ασβεστοποίησης, οι οποίες αποτελούν την κύρια πηγή για την παραγωγή ανθρακικών ιζημάτων. Ο ωκεανός λειτουργεί ως ταμιευτήρας για το ατμοσφαιρικό διοξείδιο του άνθρακα [CO_2], το οποίο εισερχόμενο από την ατμόσφαιρα απομακρύνεται από τα επιφανειακά ύδατα προς τα μεγαλύτερα βάθη με την φωτοσυνθετική παραγωγή οργανικού υλικού. Αντίθετα, κατά την παραγωγή του ανθρακικού ασβεστίου με την ασβεστοποίηση προκαλείται απελευθέρωση ενός μικρού ποσοστού του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα το οποίο συντηρεί τον κύκλο του άνθρακα. Η δυναμική της ροής ανθρακικού ασβεστίου [$CaCO_3$] και οργανικού άνθρακα [$C_{οργανικός}$] καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την ανταλλαγή του διοξειδίου του άνθρακα μεταξύ της ωκεάνιας επιφάνειας και της υπερκείμενης ατμόσφαιρας και οποιεσδήποτε αλλαγές θα είχαν σημαντικές συνέπειες στον παγκόσμιο κύκλο του άνθρακα.

Τα τελευταία 20 εκατομμύρια έτη η συγκέντρωση του ατμοσφαιρικού CO_2 είχε παραμείνει σε επίπεδα $\leqslant 300$ ppm (Berner, 1990), με διακύμανση μεταξύ ~180 ppm κατά τις παγετώδεις και ~280 ppm κατά τις μεσοπαγετώδεις περιόδους (Petit et al., 1999). Η καύση των ορυκτών καυσίμων και η αλλαγή της χρήσης του εδάφους μετά τη βιομηχανική επανάσταση έχουν διαταράξει αυτή την ισορροπία. Σήμερα, η συγκέντρωση CO_2 έχει φτάσει περίπου τα 380 ppm. Η μεταβολή αυτή ανατρέπει την ισορροπία της ανταλλαγής μεταξύ της ωκεάνιας επιφάνειας και της υπερκείμενης ατμόσφαιρας προκαλώντας αμετάβλητες επιπτώσεις στο ωκεάνιο ανθρακικό σύστημα. Πιο συγκεκριμένα, οι αυξημένες τιμές CO_2 προκαλούν μείωση στο pH και στα ανθρακικά ιόντα [CO_3^{2-}] των ωκεανών. Μάλιστα, μέχρι το τέλος του αιώνα αναμένεται οι τιμές του CO_2 στα επιφανειακά ύδατα των ωκεανών να τριπλασιαστούν σε σχέση με τις τιμές στην προβιομηχανική εποχή και οι συγκεντρώσεις του pH και των CO_3^{2-} των ωκεανών θα μειωθούν κατά 0.4 βαθμούς και 50% αντίστοιχα. Ένα σημαντικό σημείο για την κατανόηση των συνεπειών των περιβαλλοντικών μεταβολών είναι να καθοριστεί η αντίδραση των κύριων ομάδων του φυτοπλαγκτού στις νέες συνθήκες. Στην περίπτωση αυτή, η συμπεριφορά του πλαγκτού που ασβεστοποιεί, συμπεριλαμβανομένων των κοκκολιθοφόρων ως την κύρια ομάδα ασβεστοποίησης αποτελεί τη μεγάλη πρόκληση για την επιστήμη. Τα κοκκολιθοφόρα/ασβεστολιθικό ναννοπλαγκτόν (Coccolithophores/calcareous nannoplankton) είναι θαλάσσιοι μονοκύτταροι, φωτοσυνθετικοί, μαστιγοφόροι οργανισμοί. Πρόκειται για μία σχετικά νέα πλαγκτονική ομάδα, που εμφανίστηκε για πρώτη φορά στο ανώτερο Τριαδικό ~220 Ma (Bown et al., 2004) και άρχισε να παράγει ασβεστιτικές πλάκες, τους κοκκόλιθους και να συμβάλει στις συγκεντρώσεις ανθρακικού ασβεστίου από το ανώτερο Ιουρασικό (~150 Ma) (Morse & MacKenzie, 1990). Σύμφωνα με τη μακροεξελικτική πορεία των κοκκολιθοφόρων, μπορούν να διακριθούν τρεις κύριες τάσεις βιοκρυστάλλωσης των κοκκόλιθων (De Vargas, et al., 2007).

Η πρώτη τάση [MP, *Mesozoic-Paleocene*] εμφανίζεται στα κοκκολιθοφόρα του Μεσοζωικού/Παλαιοκαίνου και χαρακτηρίζεται από τη

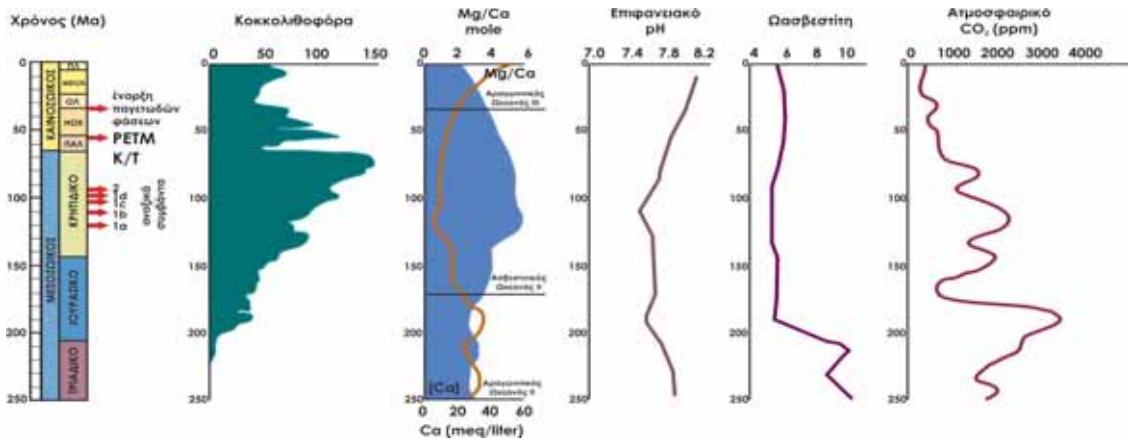


Εικόνα 1. Η βιοτική ροή του άνθρακα στους ωκεανούς.

μεγαλύτερη μορφολογική διαφοροποίηση. Στη δεύτερη [EON, *Eocene-Oligocene-Neogene*] που εμφανίζεται την περίοδο του Ηωκαίνου-Ολιγοκαίνου-Νεογενούς, η μορφολογική ποικιλότητα προοδευτικά περιορίζεται και παρατηρείται μία αύξηση στο μέγεθος των κοκκόλιθων. Η νεότερη τάση παρουσιάστηκε περίπου στα 2.8 Ma στο ανώτερο Πλειόκαινο και διακρίνεται από την εξαφάνιση των περισσότερων κοκκολιθοφόρων με κοκκόλιθους μεγάλου μεγέθους. Σε κάθε περίπτωση, η υποχώρηση και η επικράτηση των τάσεων σχετίζεται με τη σταδιακή επικράτηση των μορφολογικών ομάδων υψηλότερης οικολογικής προσαρμογής στις εκάστοτε περιβαλλοντικές πιέσεις. Η απόκριση των κοκκολιθοφόρων στην παγκόσμια περιβαλλοντική αλλαγή είναι χρήσιμο, μάλλον απαραίτητο, να συνεκτιμηθεί με τη συμπεριφορά της ομάδας στο γεωλογικό χρόνο. Σύμφωνα με τα στοιχεία των απολιθωμάτων, η βιοκρυστάλλωση των κοκκολιθοφόρων ξεκίνησε σε συνθήκες υψηλών συγκεντρώσεων του διοξειδίου του άνθρακα, χαμηλών τιμών του pH και αυξημένης αναλογίας Mg/Ca, συνθήκες που μπορούν να συσχετιστούν με αυτές που προβλέπονται για το κοντινό μέλλον του 2100. Επικράτησαν με καταπληκτική, ποικιλομορφία και μεγάλες τιμές περιεκτικότητας κατά την περίοδο του ανώτερου Κρητιδικού, όπου το ωκεάνιο σύστημα παρουσίασε υψηλή οξύτητα και αυξημένες συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα. Ωστόσο, μελέτες για την περίοδο αυτή (Stanley & Hardie, 1998) υποστηρίζουν ότι, η υψηλή ωκεάνια συγκέντρωση του ασβεστίου (~25-30 mM) και η χαμηλή αναλογία Mg/Ca ($\leqslant 1$) -τιμές πολύ κοντά στις μέγιστες και στις ελάχιστες αντίστοιχα για όλη τη διάρκεια του Φανεροζωικού- συντέλεσαν στην ακμή των κοκκολιθοφόρων και μέσω της συσσώρευσης των ασβεστιτικών κοκκόλιθων συνέβαλαν στο σχηματισμό των γνωστών ογκωδών αποθέσεων της κρητίδας (Stanley & Hardie, 1998). Σήμερα αντίθετα, η ωκεάνια αναλογία Mg/Ca = ~5 είναι υψηλότερη από κάθε άλλη περίοδο του Φανεροζωικού, γεγονός που αυξάνει σημαντικά το μεταβολικό κόστος των κοκκολιθοφόρων κατά την κοκκολιθογένεση και επομένως περιορίζει την παραγωγή ασβεστίτη.

Ως το καλύτερο γεωλογικό ανάλογο για τη μελλοντική παγκόσμια κλιματική αλλαγή θεωρείται το Θερμικό Μέγιστο Παλαιοκαίνου-Ηωκαίνου (PETM, *Paleocene-Eocene Thermal Maximum*). Πρόκειται για μια κλιματική διακύμανση που συνέβη στην αρχή του Ηωκαίνου και χαρακτηρίζεται από σημαντική αύξηση στις συγκεντρώσεις του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα και περιορισμό του βάθους εξισορρόπησης του ανθρακικού ασβεστίου στους ωκεανούς, συνθήκες που προκάλεσαν εκτεταμένη διάλυση του θαλάσσιου βιογενούς ανθρακικού ασβεστίου για μία χρονική διάρκεια 10.000 ετών. Σύμφωνα με τα στοιχεία των απολιθωμάτων, τα είδη των κοκκολιθοφόρων που επικρατούσαν εκείνη την περίοδο χαρακτηρίζονταν από σχετικά μεγάλο μέγεθος, υψηλής ασβεστοποίησης κοκκόλιθους (Perch-Nielsen, 1985). Προφανώς, το ασβεστολιθικό ναννοπλαγκτόν ωφελήθηκε από την καταγεγραμμένη αύξηση στις συγκεντρώσεις του CO_2 και τις σχετικές μεταβολές στο θαλάσσιο περιβάλλον. Πρόσφατα μάλιστα, οι Henderiks & Pagani (2008) απέδειξαν ότι, οι πλακόλιθοι μεγάλου μεγέθους και υψηλής ποικιλομορφίας ειδών "reticulofenestrids" που παρουσιάζονται ευνοημένα στις συνθήκες "θερμοκηπίου" κατά τη διάρκεια του Ηωκαίνου, περιορίζονται σταδιακά και αντικαθίστανται από μικρότερες μορφές στις "παγετώδεις φάσεις" του κατώτερου Ολιγοκαίνου, σε συμφωνία με την παρατηρούμενη μείωση στις συγκεντρώσεις CO_2. Σύμφωνα με τις γεωλογικές καταγραφές, τα κοκκολιθοφόρα αν και έχουν αποδειχθεί εντυπωσιακά ευαίσθητα στις αλλαγές του γήινου συστήματος, πάντα εφευρίσκουν ποικίλες εξελικτικές και προσαρμοστικές στρατηγικές για να αντιμετωπίσουν τις μεταβαλλόμενες ωκεάνιες συνθήκες. Σημαντικό πλεονέκτημα στην ομάδα αποτελούν οι διαφορετικές φάσεις του κύκλου ζωής, με διαφορετικό τρόπο παραγωγής και μορφολογία κοκκόλιθων (χωρίς κοκκόλιθους, ολοκοκκόλιθους/ετεροκοκκόλιθους), διαφορετικό τρόπο ζωής (κινητήρια/μη κινητήρια) και διαφορετικό τρόπο με τον οποίο ανταλλάσσουν μορφές ύλης και ενέργειας με το βιοφυσικό περιβάλλον. Ακόμη σύμφωνα με τη μελέτη των ετεροκοκκόλιθων -των οποίων η μορφοδομή, δηλαδή, η διάταξη των κρυστάλλων σε κύκλους, τους καθιστά ανθεκτικούς στη διάλυση και χρήσιμους στις εξελικτικές μελέτες- αποδεικνύεται ότι, η μορφολογία εξελίσσεται με το χρόνο επιλέγοντας τρόπους ασβεστοποίησης/βιοκρυστάλλωσης για την καλύτερη οικολογική προσαρμογή.

Στους σύγχρονους ωκεανούς, τα κοκκολιθοφόρα αφθονούν τόσο στα υψηλά γεωγραφικά πλάτη, όσο και στα χαμηλά γεωγραφικά πλάτη, στις ολιγοτροφικές περιοχές και σε περιοχές με ανοδική ροή ύδατος (Winter et al., 1994). Σήμερα, το ασβεστολιθικό ναννοπλαγκτόν έχει



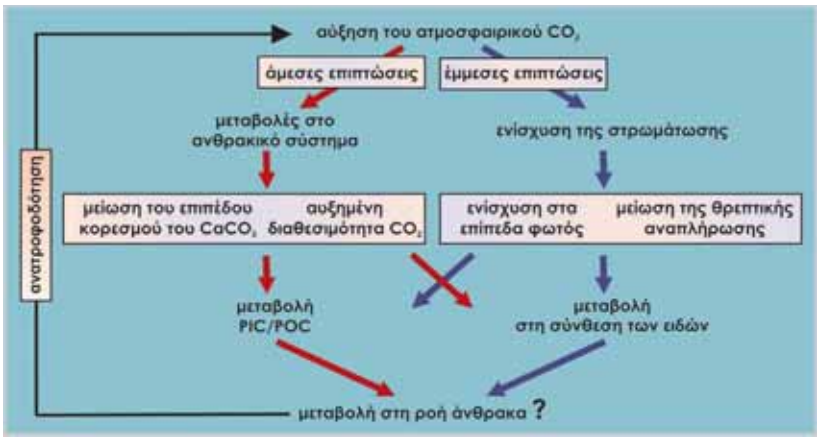
Εικόνα 2. Αβιοτικές παγκόσμιες επιρροές στο ωκεάνιο ανθρακικό σύστημα και η εξέλιξη της μορφολογικής ποικιλότητας ειδών κοκκολιθοφόρων (σύμφωνα με De Vargas et al., 2007).

υπολογισθεί ότι συνεισφέρει στη μισή ωκεάνια παραγωγή ανθρακικών ιζημάτων (Milliman, 1993). Εργαστηριακές μελέτες σε τεχνητούς πληθυσμούς, όπως και μελέτες σε φυσικούς πληθυσμούς (Riebesell et al., 2000; Zondervan et al., 2001) αποδεικνύουν ότι η ασβεστοποίηση των κοκκολιθοφόρων επηρεάζεται καθοριστικά από τα επίπεδα κορεσμού του ασβεστίτη, ενώ ελέγχεται γενικότερα από το ωκεάνιο ανθρακικό σύστημα, τη συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων, τα επίπεδα θερμοκρασίας και ηλιακής ακτινοβολίας (π.χ. Paasche, 2002; Merico et al., 2006; Beaufort et al., 2008).

Αν και είναι δύσκολο να προβλεφθούν οι ακριβείς επιπτώσεις στο βιοτικό σύστημα μετά από μία κλιματική αλλαγή, η μελλοντική αύξηση στις συγκεντρώσεις του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα είναι βέβαιο ότι θα επηρεάσει την ασβεστοποίηση των κοκκολιθοφόρων με πιθανές επιπτώσεις στον παγκόσμιο κύκλο του άνθρακα. Πιο συγκεκριμένα, η απορρόφηση υψηλότερων συγκεντρώσεων CO_2 από το ανώτερο τμήμα της υδάτινης στήλης θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της φωτοσύνθεσης που θα οδηγήσει στην αύξηση του οργανικού άνθρακα. Αντίθετα, ο ρυθμός βιογενούς ασβεστοποίησης θα παραμένει στα ίδια επίπεδα ή κατά το πιθανότερο θα μειωθεί ως απόκριση στη μείωση του επιπέδου κορεσμού του ανθρακικού ασβεστίου (Rost & Riebesell, 2004). Κατά συνέπεια αναμένεται μείωση της αναλογίας του μοριακού ανόργανου άνθρακα [PIC] προς τον οργανικό άνθρακα [POC] στα κοκκολιθοφόρα, μεταβολή της ροής $CaCO_3$ και $C_{οργανικός}$ με κατάληξη την ενίσχυση του CO_2 στα ανώτερα τμήματα των ωκεανών και την αρνητική ανατροφοδότηση του συστήματος ατμόσφαιρας/θάλασσας (Zondervan et al., 2001). Παράλληλα, η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας και η μείωση της αλατότητας στα επιφανειακά ύδατα, εξαιτίας της υψηλής εισροής γλυκού ύδατος από το λιώσιμο των πάγων προβλέπεται ότι θα ενισχύσουν τη στρωμάτωση της υδάτινης στήλης. Στην περίπτωση αυτή, τα επίπεδα του φωτός στην υδάτινη στήλη θα ενισχυθούν εξαιτίας του περιορισμού του ανώτερου μεικτού στρώματος, ενώ η θρεπτική αναπλήρωση της ευφωτικής ζώνης δύναται να υποστεί σημαντική μείωση. Δεδομένου ότι τα πυριτικά στοιχεία εξαντλούνται συνήθως πριν από τα νιτρικά και τα φωσφορικά στα επιφανειακά ύδατα των ολιγοτροφικών περιβαλλόντων, τα κοκκολιθοφόρα θα αποκτήσουν ένα οικολογικό πλεονέκτημα και ενδεχομένως να επικρατήσουν έναντι των διατόμων (Goldman, 1984). Γενικά, η ενισχυμένη στρωμάτωση ευνοεί την ασβεστοποίηση έναντι της φωτοσύνθεσης και συμβάλει στην αύξηση της αναλογίας PIC/POC. Οι παραπάνω μεταβολές θα έχουν ανάλογες επιπτώσεις στη ροή $CaCO_3$ και $C_{οργανικός}$ και εν μέρει μπορεί να εξισορροπήσουν την αρνητική επίδραση του CO_2 στο ωκεάνιο ανθρακικό σύστημα (Rost & Riebesell, 2004). Σύμφωνα με τις παραπάνω υποθέσεις, η αύξηση της συμβολής των κοκκολιθοφόρων στην πρωτογενή παραγωγικότητα και η μείωση της αναλογίας PIC/POC θα επιφέρουν αντίθετα αποτελέσματα στο ωκεάνιο κύκλο του άνθρακα. Η τελική έκβαση εξαρτάται από τη σημαντικότητα και την ευαισθησία κάθε μίας από αυτές τις διαδικασίες στην παγκόσμια κλιματική μεταβολή.

Σημαντικό στοιχείο στη σύγχρονη έρευνα παραμένει η εξέταση της δυνατότητας προσαρμογής των οργανισμών στο μεταβαλλόμενο περιβάλλον, σύμφωνα με τη γενετική τους σύνθεση και τη δυνατότητα εξέλιξης. Ωστόσο, οι πρόσφατες μελέτες σε τεχνητούς πληθυσμούς αναπλήρωση της ευφωτικής ζώνης δύναται να υποστεί σημαντική μείωση. Δεδομένου ότι τα πυριτικά στοιχεία εξαντλούνται συνήθως πριν από τα νιτρικά και τα φωσφορικά στα επιφανειακά ύδατα των ολιγοτροφικών περιβαλλόντων, τα κοκκολιθοφόρα θα αποκτήσουν ένα οικολογικό πλεονέκτημα και ενδεχομένως να επικρατήσουν έναντι των διατόμων (Goldman, 1984). Γενικά, η ενισχυμένη στρωμάτωση ευνοεί την ασβεστοποίηση έναντι της φωτοσύνθεσης και συμβάλει στην αύξηση της αναλογίας PIC/POC. Οι παραπάνω μεταβολές θα έχουν ανάλογες επιπτώσεις στη ροή $CaCO_3$ και $C_{οργανικός}$ και εν μέρει μπορεί να εξισορροπήσουν την αρνητική επίδραση του CO_2 στο ωκεάνιο ανθρακικό σύστημα (Rost & Riebesell, 2004). Σύμφωνα με τις παραπάνω υποθέσεις, η αύξηση της συμβολής των κοκκολιθοφόρων στην πρωτογενή παραγωγικότητα και η μείωση της αναλογίας PIC/POC θα επιφέρουν αντίθετα αποτελέσματα στο ωκεάνιο κύκλο του άνθρακα. Η τελική έκβαση εξαρτάται από τη σημαντικότητα και την ευαισθησία κάθε μίας από αυτές τις διαδικασίες στην παγκόσμια κλιματική μεταβολή. Σημαντικό στοιχείο στη σύγχρονη έρευνα παραμένει η εξέταση της δυνατότητας προσαρμογής των οργανισμών στο μεταβαλλόμενο περιβάλλον, σύμφωνα με τη γενετική τους σύνθεση και τη δυνατότητα εξέλιξης. Ωστόσο, οι πρόσφατες μελέτες σε τεχνητούς πληθυσμούς με ρύθμιση των διαφόρων χημικών στοιχείων (π.χ. Riebesell et al. 2000; Langer et al., 2006; Iglesias-Rodriguez et al., 2008) παρουσιάζουν σημαντικούς περιορισμούς. Στο μεγαλύτερο μέρος τα πειράματα περιορίζονται σε λίγα, τα πιο διαδεδομένα είδη, όπως τα *Emiliania huxleyi* και *Gephyrocapsa oceanica*, ενώ τα χημικά στοιχεία μεταβάλλονται σχετικά απότομα στη βραχυπρόθεσμη διάρκεια των πειραμάτων. Οπότε, οι έρευνες αφορούν στην απόκριση των συγκεκριμένων ειδών σε αιφνίδιες μεταβολές, χωρίς να λαμβάνουν υπόψη την εξελικτική προσαρμογή και τις αλληλεπιδράσεις μέσα στην κάθε κοινότητα. Στην πραγματικότητα, οι φυσικοί πελαγικοί πληθυσμοί αποτελούνται από πολυάριθμα είδη με υψηλή γενετική ποικιλομορφία και σημαντικές διακυμάνσεις στις βιογεωγραφικές ζώνες, συνθήκες που προφανώς είναι δύσκολο να προσδιοριστούν στο εργαστήριο.

Σήμερα, η Ανατολική Μεσόγειος χαρακτηρίζεται από ολιγοτροφικό έως αυστηρά ολιγοτροφικό περιβάλλον (Lykousis et al., 2002). Χαρακτηριστικό είναι, ότι αποτελεί ένα μεταβατικό σύστημα, όπου οι μεταβολές του υδρολογικού συστήματος των τελευταίων δεκαετιών παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Οι μεταβολές αυτές σχετίζονται κυρίως με το φαινόμενο του θερμοκηπίου, τη μείωση τωνκατακρημνισμάτων και τις επιπτώσεις που είχαν οι ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η κατασκευή του φράγματος του Ασσουάν στον ποταμό Νείλο, η αυξημένη χρήση γλυκού ύδατος από ποταμούς και οι διευρύνσεις της διώρυγας του Σουέζ (Béthoux et al., 1998). Επομένως, η Ανατολική Μεσόγειος συμπεριλαμβανομένου του Αιγαίου πελάγους, αποτελεί ένα μοναδικό φυσικό εργαστήριο, ένα υπό εξέλιξη μοντέλο για την παρακολούθηση της διαδοχής των περιβαλλοντικών διακυμάνσεων, που προκαλούνται είτε από τη μεγέθυνση του παγκόσμιου φαινόμενου του θερμοκηπίου, είτε από τις τοπικές επιπτώσεις ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Στην περιοχή του Αιγαίου, τα κοκκολιθοφόρα αποτελούν σημαντικό τμήμα του φυτοπλαγκτού. Εμφανίζονται με μία μεγάλη αφθονία ειδών που περιλαμβάνει το ⅓ της



Εικόνα 3. Συνέπειες της αύξησης του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα στα ανώτερα τμήματα της υδάτινης στήλης των ωκεανών και πιθανές επιπτώσεις στο ασβεστολιθικό ναννοπλαγκτόν

(από Rost & Riebesell, 2004).

αφθονίας των σύγχρονων, καταγεγραμμένων ειδών (Malinverno et al., 2008). Ανάμεσα σε αυτά, το είδος *Emiliania huxleyi* επικρατεί, τόσο στα σύγχρονα υδάτινα οικοσυστήματα, όσο και στα επιφανειακά ιζήματα του πυθμένα (Triantaphyllou et al., 2004; Dimiza et al., 2008; Malinverno et al., 2009). Στις συγκεντρώσεις, επίσης, έχει καταγραφεί υψηλή συμμετοχή των ολοκοκκολιθοφόρων, αντιπροσώπων της οικογένειας Rhabdosphaeraceae και του γένους *Syracosphaera*. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα αποτελέσματα πρόσφατης μορφομετρικής μελέτης κοκκόλιθων του είδους *Emiliania huxleyi* var. *huxleyi* από διάφορες περιοχές του Αιγαίου (Triantaphyllou et al., 2008, 2009), που συσχετίζουν τη μορφολογικές διακυμάνσεις των κοκκόλιθων με διάφορες περιβαλλοντικές παραμέτρους (θερμοκρασία, αλατότητα, pH και χλωροφύλλη) και πιστοποιούν την αύξηση του ποσοστού των ατόμων *Emiliania huxleyi* με κοκκόλιθους μεγαλύτερου μεγέθους σε συνθήκες χαμηλών θερμοκρασιών. Επίσης, έρευνες στην ίδια περιοχή (Triantaphyllou et al., 2002; Dimiza et al., 2003, 2009) καταγράφουν και επισημαίνουν τη συστηματική παρουσία της δυσμορφίας σε κοκκολιθοφόρα είδη φυσικών συγκεντρώσεων, στοιχείο που ενδεχομένως αποτελεί ένδειξη της επιρροής των διακυμάνσεων του ανθρακικού συστήματος. Η συστηματική και λεπτομερής περαιτέρω έρευνα του ανθρακικού συστήματος σε συνδυασμό με τη μορφολογία των κοκκολιθοφόρων αναμένεται να συντελέσει σε μία πιο ολοκληρωμένη εικόνα σχετικά με τη διαδικασία της ασβεστοποίησης στην περιοχή του Αιγαίου, την κατανόηση των σύγχρονων περιβαλλοντικών συνθηκών, αλλά και την επίδραση των πιθανών κλιματικών τάσεων.

Βιβλιογραφία

Beaufort, L., Couapel, M., Buchet, N., Claustre, H., Goyet, C., 2008. Calcite production by coccolithophores in the south east Pacific Ocean. Biogeosciences 5, 11011117.

Berner, R.A., 1990. Atmospheric carbon dioxide levels over phanerozoic time. Science 249, 13821386.

Béthoux, J.P., Gentili, B., Tailliez, D., 1998. Mediterranean warming and freshwater budget change over the 1940-1995 periods and their possible relation to the greenhouse effect. Geophysical Research Letters 25, 10231026.

Bown, P.R., Lees, J.A., Young, J.R., 2004. Calcareous nannoplankton evolution and diversity through time. In: Thierstein H.R. & J.R. Young (Eds), CoccolithophoresFrom Molecular Processes to Global Impact. Springer Verlag, pp. 481505.

De Vargas, C., Aubry, M.P., Probert, I., Young, J., 2007. Origin and evolution of Coccolithophores: from coastal hunters to oceanic farmers. In: Falkowski P.G. & A. Knoll (Eds), Evolution of Primary Producers in the Sea, pp. 251-285.

Dimiza, M.D., Triantaphyllou, M.V., Dermitzakis, M.D., 2003. *Emiliania huxleyi* dynamics in the summer coccolithophore assemblages of Andros island (Middle Aegean Sea) coastal environments: First results. "Coccolithophores 2003" INA Workshop on extant Coccolithophorid research, GAIA 11, 47-50.

Dimiza, M.D., Triantaphyllou, M.V., Dermitzakis, M.D., 2008. Seasonality and ecology of living coccolithophores in E. Mediterranean coastal environments (Andros Island, Middle Aegean Sea). Micropaleontology 54, 159-175.

Dimiza, M.D., Triantaphyllou, M.V., Dermitzakis, M.D., Krasakopoulou, E., Malinverno, E., Lianou, V., 2009. Environmental control on coccolith calcification and malformation in the Aegean Sea. Ημερίδα της Επιτροπής Παλαιοντολογίας-Στρωματογραφίας (Ε.ΠΑ.Σ) της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, «Καταγραφές των κλιματικών μεταβολών στα θαλάσσια και χερσαία ιζήματα», 6 Μαρτίου 2009, Αθήνα, Πρόγραμμα-Τόμος Περιλήψεων, σελ. 7-8.

Goldman, J.C., 1984. Oceanic nutrient cycles. In: Fasham M.J.R. (Ed.), Flows of Energy and Materials in Marine Ecosystems, Theory and Practice, Plenum Press, New York, p. 137-170.

Henderiks, J., Pagani M., 2008. Coccolithophore cell size and the Paleogene decline in atmospheric CO_2. Earth and Planetary Science Letters 269, 575-583.

Iglesias-Rodriguez, M.D., Halloran, P.R., Rickaby, R.E.M., Hall, I.R., Colmenero-Hidalgo, E., Gittins, J. R., Green, D.R.H., Tyrrell, T., Gibbs, S.J., von Dassow, P., Rehm, E., Armbrust, E.V., Boessenkool, K.P. 2008. Phytoplankton calcification in a high-CO_2 world. Science 336340, doi:10.1126/science.1154122.

Langer, G., Geisen, M., Baumann, K.-H., Kläs, J., Riebesell, U., Thoms, S., Young, J.R., 2006. Species-specific responses of calcifying algae to changing seawater carbonate chemistry. Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 7, Q09006, doi:10.1029/2005GC00122.

Lovelock, J.E., 1979. Gaia. A new look at life on earth. Oxford University Press, Oxford, p. 180.

Lykousis, V., Chronis, G., Tselepides, A., Price, N.B., Theocharis, A., Siokou-Fragou, I., Wambeke, F. van, Danovaro, R., Stavrakakis, S., Duineveld, G., Georgopoulos, D., Ignatiades L., Souvermezoglou, A., Voutsinou-Taliadouri, F., 2002. Major outputs of the recent multidisciplinary biogeochemical researches undertaken in the Aegean Sea. Journal of Marine Systems 33-34, 313-334.

Malinverno, E., Dimiza, M.D., Triantaphyllou, M.V., Dermitzakis, M.D., Corselli, C., 2008. Τα κοκκολιθοφόρα της Ανατολικής Μεσογείου: Μια ματιά στο θαλάσσιο μικρόκοσμο/Coccolithophores of the Eastern Mediterranean sea: A look into the marine microworld/I coccolitoforidi del Mar Mediterraneo orientale: Uno sguardo nel microcosmo marino. ION, 188pp., ISBN 97-960411-660-7.

Malinverno, E., Triantaphyllou, M.V., Stavrakakis, S., Ziveri, P., Lykousis, V., 2009. Seasonal and spatial variability of coccolithophore export production at the South-Western margin of Crete (Eastern Mediterranean). Marine Micropaleontology 71, 131147.

Merico, A., Tyrrell, T., Cokacar, T., 2006. Is there any relationship between phytoplankton seasonal dynamics and the carbonate system? Journal of Marine Systems 59, 120142.

Milliman, J.D., 1993. Production and accumulation of calcium carbonate in the oceanbudget of a nonsteady state. Global Biogeochemical Cycles 7, 927957.

Morse, J.W., Mackenzie, F.T., 1990. Geochemistry of Sedimentary Carbonates. Elsevier, Amsterdam, p. 724.

Paasche, E., 2002. A review of the coccolithophorid *Emiliania huxleyi* (Prymnesiophyceae), with particular reference to growth, coccolith formation, and calcification-photosynthesis interactions. Phycologia 40, 503529.

Perch-Nielsen, K., 1985. Mesozoic calcareous nannofossils. In: Bolli, H.M. Saunders J.B. & K. Perch-Nielsen (Eds), Plankton Stratigraphy, 329-426 pp., Cambridge University Press.

Petit, J.R., Jouzel, J., Raynaud, D., Barkov, N.I., Barnola, J.-M., Basile, I., Bender, M., Chappellaz, J., Davis, M., Delaygue, G., Delmotte, M., Kotlyakov, V.M., Legrand, M., Lipenkov, V.Y., Lorius, C., Pepin, L., Ritz, C., Saltzman, E., Stievenard, M., 1999, Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. Nature 399, 429436.

Riebesell, U., Zondervan, I., Rost, B, Tortell, P.D., Zeebe, R.E., Morel, F.M., 2000. Reduced calcification of marine plankton in response to increased atmospheric CO_2. Nature 407(6802), 364-367.

Rost, B., Riebesell, U., 2004. Coccolithophores and the biological pump: responses to environmental changes. In: Thierstein H.R. & J.R. Young (Eds), Coccolithophores From Molecular Processes to Global Impact. Heidelberg, Springer-Verlag, pp. 99-125.

Siegenthaler, U., Sarmiento, J.L., 1993. Atmospheric carbon dioxide and the ocean. Nature 365, 119125.

Stanley, S.M., Hardie, L.A., 1998, Secular oscillations in the carbonate mineralogy of reef-building and sediment-producing organisms driven by tectonically forced shifts in seawater chemistry: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 144, p. 319, doi: 10.1016/S0031-0182.(98)00109-6.

Triantaphyllou, M.V., Dermitzakis, M.D., Dimiza, M.D., 2002. Holo- and Heterococcolithophorids (Calcareous Nannoplankton) in the Gulf of Korthi (Andros island, Aegean Sea, Greece) during late summer 2001. Revue de Paleobiologie 21(1), 353-369.

Triantaphyllou, M.V., Dimiza, M.D., Krasakopoulou, E., Malinverno, E., Lianou, V., Souvermezoglou, E., 2009. Seasonal control on *Emiliania huxleyi* coccolith morphology and calcification in the Aegean Sea (Eastern Mediterranean). Geobios υπό εκτύπωση. doi:10.1016/j.geobios.2009.09.002

Triantaphyllou, M.V., Dimiza, M.D., Malinverno, E., Krassakopoulou, E., Avgoustidi, V., Lianou, V., 2008. Seasonal control on *Emiliania huxleyi* coccolith calcification in the Aegean Sea (E. Mediterranean). Preliminary results. 12th International Nannoplankton Association Conference, 6th11th September 2008, Lyon, France, Program with Abstracts, p.120.

Triantaphyllou, M.V., Ziveri, P., Tselepides, A., 2004. Coccolithophore export producrion and response to seasonal surface water variability in the oligotrophic Cretan Sea (NE Mediterranean). In: Triantaphyllou, M.V. (Ed.), Advances in Biology, Ecology and Taphonomy of Extant Calcareous Nannoplankton. Micropaleontology 50(suppl.1), 127-155.

Winter, A., Jordan, R.W., Roth, P.H., 1994. Biogeography of living Coccolithophores in oceanic waters. In: Winter A. & W.G. Siesser (Eds), Coccolithophores, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 161177.

Zondervan, I., Zeebe, R.E., Rost, B., Riebesell, U., 2001. Decreasing marine biogenic calcification: A negative feedback on rising atmospheric pCO_2. Global Biogeochemical Cycles 15(2), 507516.

Ενημερωτικό Δελτίο Ελληνικής Ιζηματολογικής Ένωσης "Ηιών"

Άρθρο

00043

Συγγραφέας:

Δρ. Μιχάλης Στύλλας
Τομέας Φυσικής & Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας
Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ., Σ.Θ.Ε.,
54124 Θεσσαλονίκη
E-mail: mstyllas@a-z.gr

Η συμβολή της στατικής πενετομέτρησης στη στρωματογραφική έρευνα. Η περίπτωση του Δέλτα του Αλιάκμονα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η στατική πενετομέτρηση (CPT Cone Penetration Test) είναι μία κατ' εξοχήν γεωτεχνική μέθοδος βάση της οποίας προσδιορίζονται σειρά παραμέτρων της μηχανικής συμπεριφοράς των μαλακών (ιλυοαμμούχων) εδαφών. Η στατική πενετομέτρηση χρησιμοποιείται ευρύτατα στη γεωτεχνική έρευνα εδώ και πέντε δεκαετίες, ενώ τα τελευταία 15 χρόνια άρχισε να χρησιμοποιείται ευρύτατα και στη στρωματογραφική έρευνα (Amorosi et al., 1999).

Στην Ελλάδα, η στατική πενετομέτρηση έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως στην κατασκευή των μεγάλων οδικών αρτηριών (Π.Α.Θ.Ε., ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ, ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ ΑΙΓΑΙΟΥ, κλπ), κατά μήκος των μεγάλων αλλουβιακών πεδιάδων της χώρας μας (Πέταλο Μαλιακού Κόλπου, πεδιάδα Θεσσαλίας, πεδιάδα Θεσσαλονίκης Γιαννιτσών), χωρίς όμως τα αποτελέσματα των στατικών πενετομετρήσεων να έχουν ποτέ χρησιμοποιηθεί για την ερμηνεία της στρωματογραφικής δομής της κάθε περιοχής. Εξαίρεση αποτελεί το ολοκαινικό δέλτα του ποταμού Αλιάκμονα, όπου σειρά στατικών πενετομετρήσεων κατά μήκος της Εγνατίας Οδού χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του στρωματογραφικού μοντέλου του δέλτα (Στύλλας 2009).

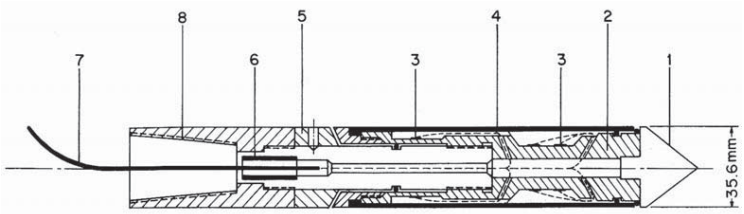
ΤΟ ΣΤΑΤΙΚΌ ΠΕΝΕΤΌΜΕΤΡΟ

Το πρώτο στατικό πενετόμετρο κατασκευάστηκε το 1932 από τον B. Barentsen, ένα μηχανικό του τμήματος δημοσίων έργων της Ολλανδίας από το Rijkwaterstaat. Το συγκεκριμένο πενετόμετρο αποτελείτε από ένα σωλήνα διαμέτρου 19 mm, μέσα από τον οποίο περνούσαν ατσάλινα στελέχη διαμέτρου 15 mm τα οποία κινούνταν ελεύθερα μέσα στο σωλήνα. Στο τελευταίο στέλεχος είχε προσαρμοστεί κώνος με γωνία 60ο και επιφάνεια 10 cm2 ο οποίος προωθούνταν σε μεγαλύτερα βάθη με το χέρι. Η πρώτη πενετομέτρηση έφτασε σε βάθος 12 m και η πίεση που ασκούνταν στον κώνο μετρούνταν με ένα μανόμετρο.

Στη συνέχεια, κατασκευάστηκε ο πρώτος τελείως μηχανοκίνητος κώνος από τον διευθυντή του Delft Soil Mechanics Laboratory, T.K. Huizinga, ο οποίος είχε μεγαλύτερη δυνατότητα διείσδυσης αφού στα στελέχη ασκούταν βάρος μέχρι και 10 t. Κατά τη διάρκεια του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου κατασκευάστηκε το πρώτο ηλεκτρικό πενετόμετρο με διάδοση των μετρήσεων στην επιφάνεια μέσω ενός συνεχόμενου καλωδίου. Έκτοτε, διάφοροι Βέλγοι και Ολλανδοί μηχανικοί συνέβαλαν στη βελτίωση του στατικού πενετόμετρου ενώ το 1969 ο Begemann εισήγαγε την έννοια της πλευρικής τριβής και του λόγου τριβής, συμβάλλοντας έτσι στη δημιουργία των πρώτων διαγραμμάτων κατάταξης των εδαφών βάσει της αντίστασης αιχμής (Qc) και του λόγου τριβής (FR). Στις δεκαετίες 1970 και 1980 κατασκευάστηκαν αρκετά πενετόμετρα σε Καναδά, Γαλλία, Γερμανία, Ρωσία κ.ά. Τα βασικά τμήματα ενός σύγχρονου κώνου απεικονίζονται στο Σχήμα 1 (Στύλλας, 2009). Επιπλέον, σήμερα έχουν κατασκευαστεί κώνοι (piezocones) οι οποίοι παρέχουν μετρήσεις για την πίεση των πόρων (pore pressure) των σχηματισμών που διαπερνούν. Η μεταφορά του στατικού πενετομέτρου γίνεται με ειδικά οχήματα ρυμούλκησης τα οποία μπορούν να μεταφέρουν το πενετόμετρο σε οποιαδήποτε τοποθεσία μπορεί να φτάσει όχημα.

Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΠΕΝΕΤΟΜΕΤΡΗΣΗΣ

Η στατική πενετομέτρηση (Cone Penetration Test) πραγματοποιείται με τη συνεχόμενη έμπηξη κώνου στο έδαφος και καταγραφή των κύριων παραμέτρων μέσω σειράς αισθητήρων που βρίσκονται πάνω στον κώνο με ηλεκτρονικά καταγραφικά μέσα. Ο κώνος του οποίου η



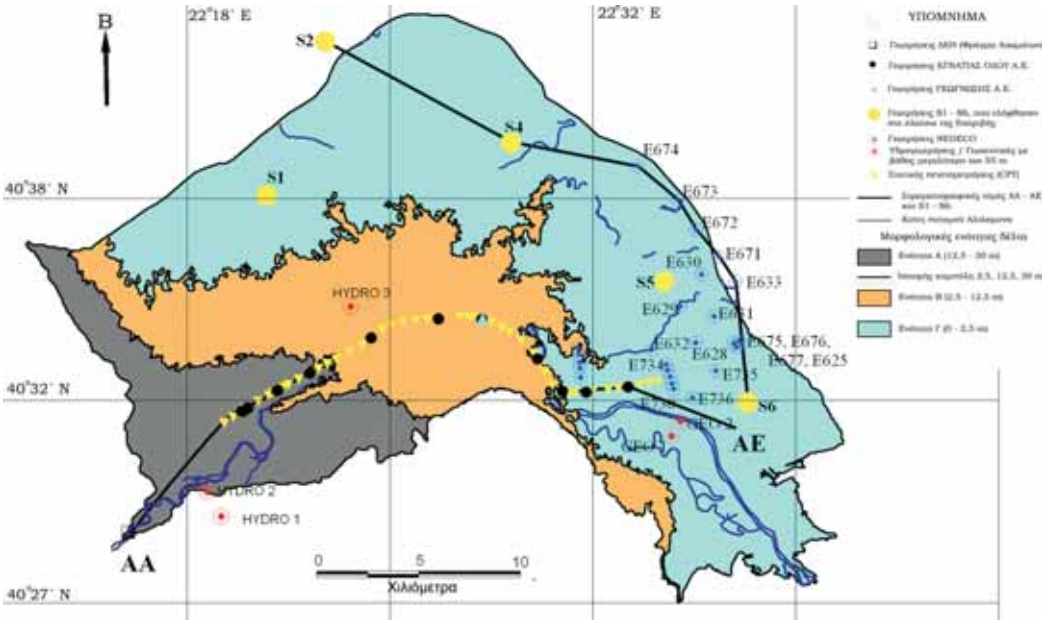
1. Κώνος πενετρομέτρου (10cm^3), 2. Μονάδα φόρτωσης, 3. Μετρητές πλάγιας τάσης, 4. Μετρητής πλευρικής τριβής (150cm^2)
5. Δακτύλιος προσαρμογής, 6. Αδιάβροχη επικάλυψη, 7. Καλώδιο, 8. Προσθήλη στελεχών

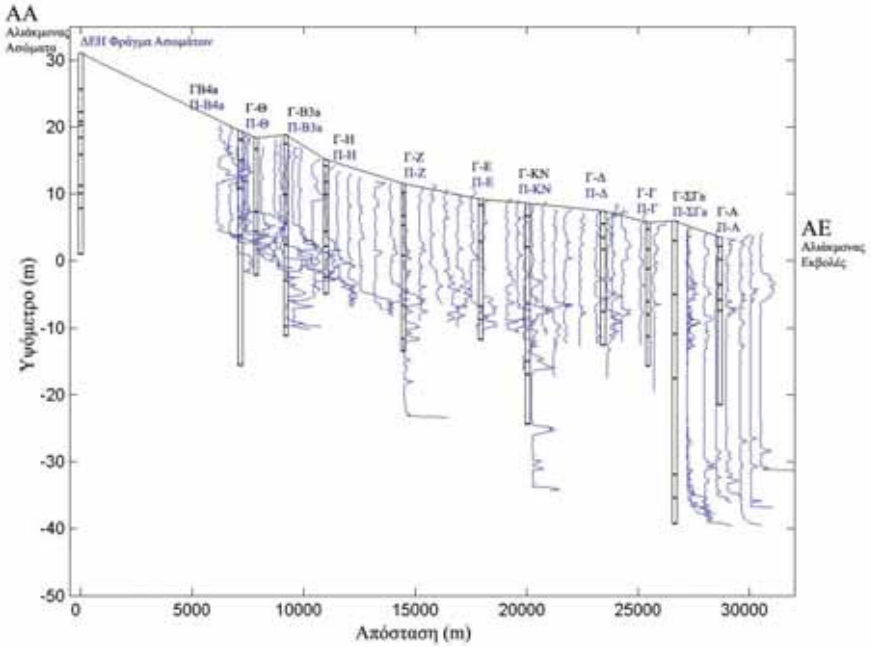
γωνία ανοίγματος είναι 60° έχει 3 cm ύψος με τη βάση του να έχει έκταση 10 cm^2 και συνολική επιφάνεια τριβής 150 cm^2 (Lunne *et al*., 1997). Η διαδικασία της σταδιακής προώθησης στο υπέδαφος περιλαμβάνει την έμπηξη σειράς μεταλλικών στελεχών στην άκρη των οποίων βρίσκεται ο κώνος, με σταθερή ταχύτητα από την πλατφόρμα ενός φορτηγού με δυναμικότητα προώθησης 20 t. Ο κώνος συνδέεται με την πλατφόρμα του φορτηγού με συνεχόμενο καλώδιο, οπότε και πραγματοποιείται η καταγραφή των κύριων παραμέτρων σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Οι κύριες παράμετροι που καταγράφονται κατά τη στατική πενετομέτρηση είναι η αντίσταση αιχμής (cone tip resistance) $\mathbf{q_c}$, η ολική αντίσταση **Q**, καθώς και η τοπική πλευρική τριβή (friction sleeve) $\mathbf{f_s}$.
Οι πρωτοποριακές εργασίες των Douglas & Olsen (1981) και των Robertson *et al*. (1996), αποτελούν τους κύριους οδηγούς κατάταξης της κοκκομετρίας και της υφής των ιζημάτων σύμφωνα με τις τιμές της αντίστασης αιχμής (q_c) και του λόγου FR μεταξύ της πλευρικής τριβής (f_s) και της αντίστασης αιχμής (Friction Ratio FR= f_s/q_c). Κατά την τελευταία δεκαετία έχει δημοσιευθεί πλήθος ερευνητικών εργασιών οι οποίες έχουν χρησιμοποιήσει τις στατικές πενετομετρήσεις για το χαρακτηρισμό Ολοκαινικών δελταϊκών αποθέσεων (Amorosi and Marchi, 1999, Amorosi *et al*., 2005, Lafuerza *et al*., 2005 κ.ά.).

ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΣΤΑΤΙΚΩΝ ΠΕΝΕΤΟΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΣ ΑΥΤΩΝ ΜΕ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ

Οι στατικές πενετομετρήσεις κατά μήκος της κοίτης του Αλιάκμονα πραγματοποιήθηκαν με Ολλανδικό κώνο Begemann του οποίου η ταχύτητα έμπηξης ήταν 2 cm/sec. Τα αποτελέσματα των 52 στατικών πενετομετρήσεων και κατά συνέπεια ο χαρακτηρισμός των ιζημάτων πραγματοποιήθηκε ανά 2 cm, επιτρέποντας έτσι την ανίχνευση κοκκομετρικών μεταβολών των δελταϊκών αποθέσεων σε πολύ μικρή κλίμακα (ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε., Γεωτεχνική έρευνα κατά μήκος της Εγνατίας Οδού, Τεύχος 2, 2000). Από τις δύο κύριες παραμέτρους που καταγράφονται κατά τη στατική πενετομέτρηση η αντίσταση αιχμής είναι ενδεικτική της πυκνότητας και των αλλαγών της σύστασης του υπεδάφους, ενώ ο λόγος τριβής αποδίδει τις μεταβολές της κοκκομετρίας και της υφής των ιζημάτων. Για καλύτερη και ακριβέστερη απόδοση της στρωματογραφίας τα δεδομένα των στατικών πενετομετρήσεων συσχετίζονται με τις λιθοστρωματογραφικές στήλες γειτονικών γεωτρήσεων (Σχήματα 2 & 3), ώστε οι τιμές των μετρούμενων παραμέτρων να μη βασίζονται μόνο σε εμπειρικά διαγράμματα, αλλά και σε επιτόπιους συσχετισμούς.

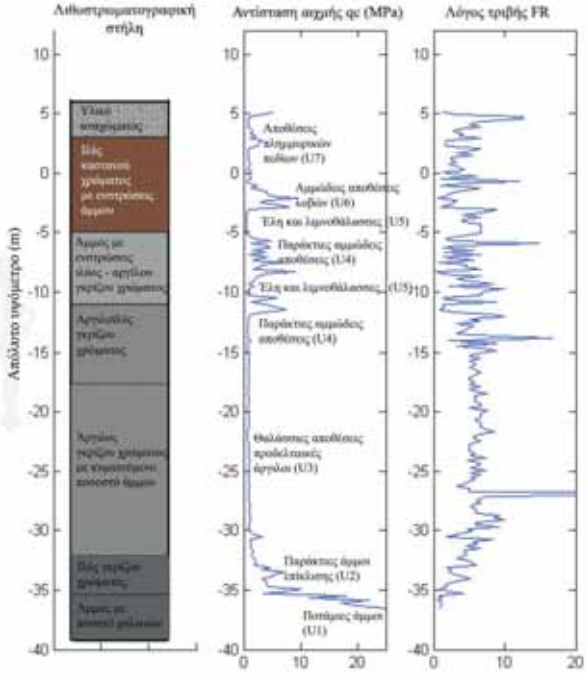
Σε πολύ μικρή απόσταση από τις 14 γεωτεχνικές γεωτρήσεις που βρίσκονται κατά μήκος της κοίτης του Αλιάκμονα πραγματοποιήθηκαν και οι αντίστοιχες στατικές πενετομετρήσεις (ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε., 2001). Τα βάθη των μέγιστων και ελάχιστων τιμών της αντίστασης αιχμής (q_c) συσχετίστηκαν με την κοκκομετρία και την υφή των λιθοστρωματογραφικών ενοτήτων, με αποτέλεσμα την ομαδοποίηση των αποτελεσμάτων των στατικών πενετομετρήσεων. Όλοι οι στρωματογραφικοί συσχετισμοί έγιναν κατά μήκος της τομής ΑΑ ΑΕ (Σχήματα 2 & 3), η οποία ξεκινάει από το φράγμα των Ασωμάτων (Σημείο 0) και καταλήγει στις σύγχρονες εκβολές, καλύπτοντας μία απόσταση 40 km. Ο συσχετισμός των στρωματογραφικών ενοτήτων και των αποθετικών περιβαλλόντων έγινε για τις 11 από τις 14 γεωτεχνικές γεωτρήσεις, εφόσον δύο από αυτές βρισκόταν σε πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους και οι γεωτρήσεις στην περιοχή του φράγματος των Ασωμάτων συνοδεύονται από στατικές πενετομετρήσεις τύπου SPT (Standard Penetration Test) και όχι από δεδομένα CPT.





Από βιβλιογραφικές αναφορές (Lunne *et al*., 1977, Robertson *et al*., 1990, Amorosi & Marchi, 1999) προκύπτει ότι η συμπεριφορά των τιμών της αντίστασης αιχμής και του λόγου τριβής σε αμμώδεις αποθέσεις χαρακτηρίζεται από υψηλές τιμές για την πρώτη (q_c > 8 MPa) και χαμηλές τιμές για τη δεύτερη (FR< 2%). Αντίθετα, στην περίπτωση των μαλακών αργιλούχων αποθέσεων οι τιμές της αντίστασης αιχμής είναι μικρότερες των 4 MPa, ενώ ο λόγος τριβής έχει τιμές μεγαλύτερες του 4%. Έτσι, τα λεπτόκοκκα ιζήματα όπως οι χαλαρές προδελταϊκές αποθέσεις αργίλου και ιλύος, καθώς και αποθέσεις πλημμυρικών πεδίων έχουν χαμηλές τιμές αντίστασης αιχμής της τάξης των 0 5 MPa. Αντίθετα, οι αποθέσεις της κοίτης (άμμοι με κυμαινόμενο ποσοστό χαλικιών), αλλά και οι παράκτιες αμμώδεις αποθέσεις (αμμώδεις φραγμοί και αμμώδεις λωρίδες) έχουν μεγάλες τιμές αντίστασης αιχμής (15 25 MPa) και αντίστοιχα μικρές τιμές του λόγου τριβής (FR = 1 - 3). Ο συσχετισμός μεταξύ των δεδομένων των γεωτρήσεων και των στατικών πενετομετρήσεων παρέχει επίσης σημαντικές πληροφορίες για τα αποθετικά περιβάλλοντα τα οποία χαρακτηρίζουν τις αντίστοιχες φάσεις προέλασης (progradation), αναχαίτισης (retrogradation) και κατακόρυφης ανοικοδόμησης (aggradation) ενός δελταϊκού συστήματος.

Ο συσχετισμός μεταξύ της λιθοστρωματογραφικής στήλης της γεώτρησης Γ-ΣΓα και των τιμών της αντίστασης αιχμής (qc) και του λόγου τριβής (FR) της στατικής πενετομέτρησης ΠΣΓα παρουσιάζονται στο Σχήμα 4. Παρόμοιοι συσχετισμοί πραγματοποιήθηκαν για τις γεωτρήσεις Γ-Α, Γ-ΣΓα, Γ-Γ, Γ-Δ, Γ-ΚΝ, Γ-Ε, Γ-Ζ, Γ-Η, Γ-Β3α, Γ-Θ και Γ-Β4α, με τις κοντινότερες πενετομετρήσεις, των οποίων σε κάθε περίπτωση η απόσταση ήταν μικρότερη των 5 m. Στη συνέχεια, προστέθηκαν και οι τιμές των υπολοίπων στατικών πενετομετρήσεων (Σχήμα 3) για να δοθεί μία ολοκληρωμένη εικόνα της στρωματογραφικής δομής του δέλτα του Αλιάκμονα.



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΌΣ ΤΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΏΝ ΕΝΟΤΉΤΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΘΕΤΙΚΏΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΌΝΤΩΝ ΤΟΥ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ ΒΑΣΗ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ Q_c ΚΑΙ FR

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των συσχετισμών μεταξύ των λιθοστρωματογραφικών στηλών των γεωτρήσεων και των τιμών της αντίστασης αιχμής και του λόγου τριβής (qc, FR), το ολοκαινικό δέλτα του Αλιάκμονα αποτελείται από επτά στρωματογραφικές ενότητες, ενώ στο σύνολο των δεδομένων γεωτρήσεων αποκαλύφτηκαν εννέα στρωματογραφικές ενότητες ($U0_{\alpha,\beta}$ U7). Οι αναλύσεις συνέβαλαν επίσης στον προσδιορισμό των αντίστοιχων περιβαλλόντων στα οποία αποτέθηκαν αυτές (Πίνακας 1). Ο χαρακτηρισμός των στρωματογραφικών ενοτήτων έγινε βάση των τιμών της αντίστασης αιχμής και του λόγου τριβής, λαμβάνοντας επίσης υπόψη το γενικό στρωματογραφικό μοντέλο των μεσογειακών ολοκαινικών δέλτα (Stanley & Wayne, 1994).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, από τις εννέα συνολικά στρωματογραφικές ενότητες ($U0_{\alpha,\beta}$ U7) που αποκαλύφθηκαν στο σύνολο των γεωτρήσεων, οι επτά (U1- U7) ανήκουν στο ολοκαινικό δέλτα του Αλιάκμονα. Όπως παρουσιάζεται και στα αποτελέσματα του Πίνακα 1, η δομή του δέλτα του Αλιάκμονα χαρακτηρίζεται από πλήθος αποθετικών περιβαλλόντων τα οποία δημιουργήθηκαν κατά τη διάρκεια του τελευταίου ευστατικού κύκλου. Η κωδικοποίηση των στρωματογραφικών ενοτήτων που δομούν το δέλτα του Αλιάκμονα έγινε βάσει της θέσης της σχετικής στάθμης της θάλασσας κατά τη διάρκεια του συγκεκριμένου κύκλου. Έτσι, οι ενότητες $U0_{\alpha,\beta}$ ανταποκρίνονται στην περίοδο της μέγιστης απόσυρσης όπου κυριαρχούσαν διεργασίες πεδογένεσης και σχηματισμού αλλουβιακών ριπιδίων, ενώ οι ενότητες U1 έως και U7 ανταποκρίνονται στη σταδιακή

άνοδο και σχετική θέση της στάθμης της θάλασσας ως προς την ακτογραμμή κατά το Ολόκαινο, αποτελώντας υποακολουθίες 5ης και 6ης τάξης. Σημειώνεται ότι η ανάλυση των κατακόρυφων προφίλ των στατικών πενετομετρήσεων επέτρεψε την ανίχνευση και στρωματογραφικών υποακολουθιών των οποίων η περιγραφή δεν κρίθηκε σκόπιμη.

Ενότητα	Είδος απόθεσης	Σύστημα απόθεσης	Αντίσταση αιχμής Qc (MPa)	Λόγος τριβής (FR %)	Αποθετικό περιβάλλον
U0	Χαλίκια – χαλικώδεις άμμοι Πλειστοκαίνου	LST	25,00 - 40	0,4 – 1,9	Χερσαίο
U1	Ποτάμιες αποθέσεις κοίτης (χαλίκια – άμμοι)	TST	18,3 -25,00	0,5 – 2,1	Ποτάμιο
U2	Αμμώδεις αποθέσεις επίκλυσης	TST	5,00 - 16,30	0,7 - 2,65	Παράκτιο
U3	Αποθέσεις προδέλτα (ιλύς και άργιλοι)	HST	0,75 - 2,85	1,6 - 6,7	Θαλάσσιο
U4	Άμμοι δελταϊκού μετώπου	HST	5,5 - 13,9	0,9 – 2,1	Παράκτιο
U5	Λεπτόκοκκες αποθέσεις ελών και παράκτιων λιμνοθαλασσών	TST – HST	0,80 - 3,60	3,6 - 14,4	Παράκτιο
U6	Ποτάμιες άμμοι - αποθέσεις λοβών	HST	5,0 - 9,60	1,4 - 4,5	Ποτάμιο
U7	Αποθέσεις πλημμυρικών πεδίων	HST	0,50 - 4,00	1,3 – 8,8	Ποτάμιο - Χερσαίο

LST: "Lowstand" Systems Tract, TST: "Transgressive Systems Tract, HST: "Highstand" Systems Tract

Πίνακας 1. Αποτελέσματα συσχετισμών μεταξύ των λιθοστρωματογραφικών στηλών και των τιμών των στατικών πενετομετρήσεων.

ΣΥΝΟΨΗ. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΤΑΤΙΚΩΝ ΠΕΝΕΤΟΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΟΛΟΚΑΙΝΙΚΗ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ.

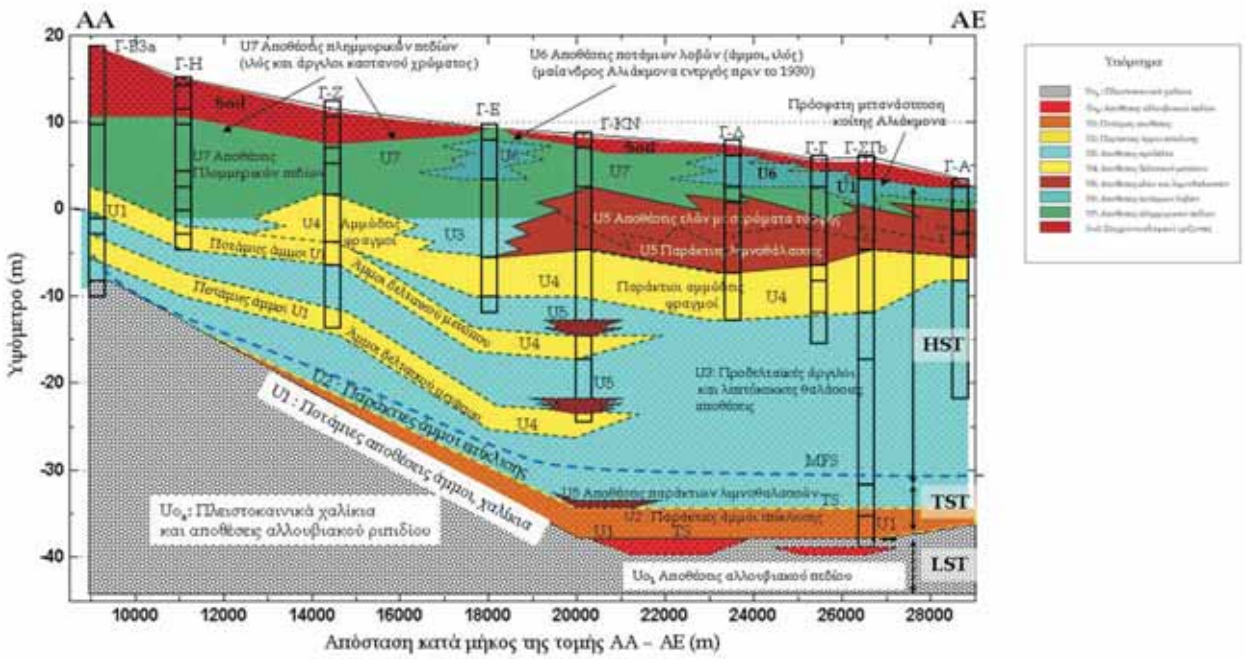
Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η συμβολή της στατικής πενετομέτρησης στην ανάλυση της στρωματογραφικής δομής του ολοκαινικού δέλτα του Αλιάκμονα. Απώτερος σκοπός των αναλύσεων των παραμέτρων των στατικών πενετομετρήσεων και των συσχετισμών αυτών με γειτονικές γεωτρήσεις είναι η δημιουργία μίας όσο το δυνατόν ακριβέστερης στρωματογραφικής τομής. Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα των παραπάνω αναλύσεων, μπορούμε να αποδώσουμε με μεγάλη ακρίβεια μια δυσδιάστατη απεικόνιση της στρωματογραφίας του ολοκαινικού δέλτα του Αλιάκμονα (Σχήμα 5).

Στο Σχήμα 5 φαίνονται όλες οι στρωματογραφικές ενότητες (U0 U7) και οι βασικές στρωματογραφικές υποακολουθίες (LST, TST, HST). Επίσης, από την ανάλυση των προφίλ των στατικών πενετομετρήσεων προέκυψαν και δύο χαρακτηριστικές επιφάνειες. Η επιφάνεια επίκλυσης (Transgressive Surface TS, κίτρινη διακεκομμένη γραμμή) και η επιφάνεια μέγιστης πλήμμης (Maximum Flooding Surface MFS, κυανή διακεκομμένη γραμμή). Η πρώτη οριοθετεί τη μετάβαση των αποθετικών δομών από χερσαίες και ποτάμιες (LST, στρωματογραφικές ενότητες U0a,b, U1) στις αντίστοιχες παράκτιες χαρακτηριστικές της επίκλυσης (TST στρωματογραφικές ενότητες U2 , U5). Η επιφάνεια μέγιστης πλήμμης οριοθετεί με τη σειρά της τη μετάβαση από την υποακολουθία επίκλυσης (TST) στην αντίστοιχη υποακολουθία ανυψούμενης στάθμης της θάλασσας (HST), όπως περιγράφεται και από τα κλασσικά παγκόσμια στρωματογραφικά μοντέλα (Van Wagoner *et al.*, 1988).

Στις θέσεις που βρίσκονται κοντά στις εκβολές του Αλιάκμονα που ήταν ενεργές κατά το Μέσο Ολόκαινο (γεωτρήσεις ΓΒ3α, ΓΗ και ΓΖ) η επιφάνεια μέγιστης πλήμμης συμπίπτει με το στρωματογραφικό όριο των ενοτήτων αμμωδών αποθέσεων επίκλυσης (U2) και των υπερκείμενων προδελταϊκών λεπτόκοκκων αποθέσεων, ενώ σε τοποθεσίες που βρίσκονται κοντά στις σύγχρονες εκβολές του ποταμού, αυτή η επιφάνεια τοποθετείται μέσα στις αποθέσεις του προδέλτα (U3).

Στα κατακόρυφα προφίλ των στατικών πενετομετρήσεων που χαρακτηρίζουν το προδέλτα του Αλιάκμονα, η επιφάνεια μέγιστης πλήμμης χαρακτηρίζεται από μικρές αυξήσεις των τιμών της αντίστασης αιχμής και στρωματογραφικά τοποθετείται πάνω από τους αμμώδεις παράκτιους φραγμούς. Από ιζηματολογικής άποψης, η επιφάνεια μέγιστης πλήμμης (MFS) χαρακτηρίζει τη μετάβαση της διαβάθμισης του υλικού από κανονική (FU) σε αντίστροφη (CU), ως το αποτέλεσμα της μετάβασης των αποθετικών περιβαλλόντων από παράκτια σε θαλάσσια.

Σύμφωνα με τα παραπάνω παρουσιάζεται η ευκολία της στατικής πενετομέτρησης στην ανάλυση της στρωματογραφικής και ιζηματολογικής δομής των ολοκαινικών αλλουβιακών αποθέσεων. Βασική προϋπόθεση αποτελεί ο συσχετισμός των τιμών q_c και FR με τις λιθοστρωματογραφικές στήλες γειτονικών γεωτρήσεων. Δεδομένης της ολοένα αυξανόμενης χρήσης της μεθόδου από τις μελετητικές εταιρίες του κατασκευαστικού τομέα, η δυσδιάστατη ή τρισδιάστατη ανάλογα με το πλήθος και τη χωρική κατανομή των δεδομένων στρωματογραφική δομή των ελληνικών ολοκαινικών λιμναίων, δελταϊκών και παράκτιων αποθέσεων αποτελεί πλέον μία σχετικά απλή υπόθεση.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Amorosi, A. & Marchi N., (1999). High-resolution sequence stratigraphy from piezocone tests: an example from the Late Quaternary deposits of the south-eastern Po Plain. *Sedimentary Geology* 128, 6781.

ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε., (2000). Γεωτεχνική έρευνα κατά μήκος της Εγνατίας Οδού, Τεύχος 2. Ανάλυση δεδομένων γεωτρήσεων και στατικών πενετομετρήσεων. Για λογαριασμό της ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε.

Douglas, B. J. & Olsen, R. S., (1981). Soil classification using electric cone penetrometer. American Society of Civil Engineers, ASCE, *Proceedings of Conference on Cone Penetration Testing and Experience*, *St.Louis, October 26 30 USA*, 209 227.

ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε., (2001). "Τεχνική περιγραφή και συγκεντρωτικά αποτελέσματα γεωτεχνικής μελέτης του τμήματος Κλειδί Κουλούρα".

Lafuerza, S., Canals, M., Casamor, J.L., & Devincenzi, J.M., (2005). Characterization of deltaic sediment bodies based on in sit CPT/CPTU profiles: A case study on the Llobregat delta plain, Barcelona, Spain. *Marine Geology* 222/223, 479 510.

Lunne, T., Robertson, P.K. & Powell J.J.M., (1997). Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice. Blackie Academic & Professional London, 312.

NEDECO - Netherlands Engineering Consultants, The Hague, Netherlands (1970). Regional development project of the Salonika (Thessaloniki) plain. Land Reclamation Service (YEB) of the Ministry of Agriculture, Athens.

Robertson, P.K., (1990). Soil classification using the cone penetration test. *Canadian Geotechnical Journal* 27, 151158.

Stanley, D.J. & Wayne, AG., (1994). Worldwide initiation of Holocene marine deltas by decleration of sea level rise. *Science* 265, 228 232.

Στύλλας, Μ., (2009). Η εξέλιξη των ιζηματογενών αποθέσεων του ποταμού Αλιάκμονα στο Θερμαϊκό Κόλπο από φυσικούς και ανθρωπογενείς παράγοντες κατά το Ολόκαινο. Διδακτορική Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Van Wagoner, J.C., Posamentier, H.W., Mitchum, R.M., Vail, P.R., Sarg, J.F., Loutit, T.S. & Hardenbol, J., (1988). An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions. In: Wilgus, C.K., Hastings, B.S., Kendall, C.G.St.C., Posamentier, H.W., Ross, C.A., Van Wagoner, J.C. (Eds.), Sea-Level Changes: An Integrated Approach. *Society of Ecoomical and Paleontological Mineralogy, Special Pubication,* 42, 3945.

Άρθρο

00044

Κείμενο:
Ειρ. Θεοδοσίου

ren@igme.gr

ΓΕΩΔΙΑΔΡΟΜΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Εξερευνήστε το τοπίο, τα πετρώματα και τη φύση έξη περιοχών της Ελλάδας. Γνωρίστε τη γεωλογία, την ιστορία και τον πολιτισμό τους.

Η σειρά «Γεωδιαδρομές στην Ελλάδα» είναι πιλοτική έκδοση του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ), Διεύθυνση Γενικής Γεωλογίας και Γεωλογικών Χαρτογραφήσεων (ΔΓΓΧ). Το έργο χρηματοδοτήθηκε από το Γ΄ ΚΠΣ (2000-2006) Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητα, Δράση 7.3.1/Πράξη 7.3.1.3 ΙΙ, συγχρηματοδοτούμενο απο την Ευρωπαϊκη Ενωση (ΕΤΠΑ), για το έργο: «Ανάδειξη γεωτόπων-γεωπάρκων, συμβολή στην αειφόρο ανάπτυξη» και το υποέργο: «Δημιουργία υλικού προβολής, διάδοσης, ευαισθητοποίησης για τους γεώτοπους και τα γεωπάρκα», ενώ η αποτύπωση των γεωδιαδρομών έγινε στο πλαίσιο του υποέργου «Μελέτες-σχεδιασμός γεωδιαδρομών για δυνητικά γεωπάρκα» του ίδιου έργου, κατά το 2008.

Ο σχεδιασμός γεωδιαδρομών με κομβικά σημεία τους γεώτοπους μας επιτρέπουν (ή και μας προτρέπουν) να γνωρίσουμε μερικά στιγμιότυπα της γεωλογικής και της άρρηκτα δεμένης με αυτήν πολιτιστικής ιστορίας του τόπου. Στόχος του έργου είναι η ανάδειξη και προστασία της γεωλογικής κληρονομιάς στο πλαίσιο διατήρησης της φύσης, και η ανάπτυξη νέων μορφών γεωτουρισμού, ενός νέου είδους τουρισμού που συμβάλλει στην κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη της κάθε περιοχής. Η ανάδειξη των γεωτόπων θα έχει επίσης μια θετική επίδραση στην ευαισθητοποίηση και στη γνώση της γεωλογικής ιστορίας.

Η σειρά αποτελείται από 12χ28 τ.εκ. αδιάβροχες τσάντες που κάθε μία περιέχει 12-15 κάρτες, για 6 περιοχές ήτοι: Μαρώνεια, Θάσος, Βίκος-Αχέρων-Κοκκινοπηλός, Νίσυρος, Δ. Κρήτη και Γαύδος. Για 2 από αυτές τις περιοχές έχουν συνταχθεί φάκελοι υποψηφιότητας για ένταξη στο δίκτυο ευρωπαϊκών γεωπάρκων όπως και στο δίκτυο παγκόσμιων γεωπάρκων της UNESCO (www.igme.gr). Οι σειρά είναι δίγλωσση (ελληνικά, αγγλικά).

Οι διαδρομές έχουν σχεδιαστεί ώστε με αφορμή μερικά σημεία-κλειδιά, τους γεώτοπους, να αναδυθεί η γεωλογική ιστορία και η συνδεδεμένη με αυτήν πολιτιστική ιστορία. Οι πρώτες εισαγωγικές καρτέλες εστιάζουν στον τρόπο χρήσης των καρτών, δίνουν γενικές πληροφορίες, καθώς και έναν οδηγό υπεύθυνης συμπεριφοράς στους χώρους προς επίσκεψη και στη συνέχεια παρουσιάζεται συνοπτικά η φυσική (βιοτική), συμπεριλαμβανομένης της γεωλογικής (αβιοτικής) και η πολιτιστική κληρονομιά της περιοχής, ενώ οι υπόλοιπες καρτέλλες παρουσιάζουν τις γεωδιαδρομές. Κάθε γεωδιαδρομή αποδίδεται με χρώμα ίδιο με αυτό που έχουν οι επί τόπου πινακίδες σε κάθε περιοχή. Φύλλο Αξιολόγησης της έκδοσης και των επιτόπου πινακίδων θα βρείτε στο http://www.igme.gr. Η γνώμη των χρηστών των καρτελών θα μας βοηθήσει για τη βελτίωσή τους!

Η σειρά των καρτελών υλοποιήθηκε από:

Αθανασούλη Ε., Παυλίδου Σ., Θεοδοσίου Ειρ., 2009. Δυτ. Κρήτη & ν. Γαύδος. Σειρά Γεωδιαδρομές στην Ελλάδα, Επιμ. Εκδ. Ειρ. Θεοδοσίου, © ΙΓΜΕ, Εκτ. Παραγ. Εκδόσεις Καλειδοσκόπιο. ISBN 978-960-87453-4-6 στα ελληνικά και 978-960-98903-0-4 στα αγγλικά.
Επιτρόπου Ν., 2009. Θάσος. Σειρά Γεωδιαδρομές στην Ελλάδα, Επιμ. Εκδ. Ειρ. Θεοδοσίου, © ΙΓΜΕ, Εκτ. Παραγ. Εκδόσεις Καλειδοσκόπιο. ISBN 978-960-87453-7-7 στα ελληνικά και 978-960-98903-3-5 στα αγγλικά.
Τζανικιάν Ζ., 2009. Λαύριο και ευρύτερη περιοχή. Σειρά Γεωδιαδρομές στην Ελλάδα, Επιμ. Εκδ. Ειρ. Θεοδοσίου, © ΙΓΜΕ, Εκτ. Παραγ. Εκδόσεις Καλειδοσκόπιο. ISBN 978-960-87453-6-0 στα ελληνικά και 978-960-98903-2-8 στα αγγλικά.
Κοσιάρης Γ., Μιχαήλ Κ., 2009. Μαρώνεια. Σειρά Γεωδιαδρομές στην Ελλάδα, Επιμ. Εκδ. Ειρ. Θεοδοσίου, © ΙΓΜΕ, Εκτ. Παραγ. Εκδόσεις Καλειδοσκόπιο. ISBN 978-960-87453-8-4 στα ελληνικά και 978-960-98903-4-2 στα αγγλικά.

Πάσχος Π., Νικολάου Ε., Παπανίκος Δ., 2009. Σειρά Γεωδιαδρομές στην Ελλάδα, Επιμ. Εκδ. Ειρ. Θεοδοσίου, © ΙΓΜΕ, Εκτ. Παραγ. Εκδόσεις Καλειδοσκόπιο. ISBN 978-960-87453-9-1 στα ελληνικά και 978-960-98903-5-9 στα αγγλικά.
Βουγιουκαλάκης Γ., 2009. Νίσυρος Σειρά Γεωδιαδρομές στην Ελλάδα, Επιμ. Εκδ. Ειρ. Θεοδοσίου, © ΙΓΜΕ, Εκτ. Παραγ. Εκδόσεις Καλειδοσκόπιο. ISBN 978-960-87453-5-3 στα ελληνικά και 978-960-98903-1-1 στα αγγλικά.
Οι χάρτες και το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών των καρτελών δημιουργήθηκαν από την Κλεισιούνη Ε.
Για το σχεδιασμό της σειράς «Γεωδιαδρομές» ελήφθησαν υπόψη η σειρά Landscapes from stone, από κοινού έκδοση της Γεωλογικής Υπηρεσίας της Βόρειας Ιρλανδίας και της Γεωλογικής Υπηρεσίας της Ιρλανδίας, τα φυλλάδια για το γεωπάρκο του νησιού RAB από την ProGEO Croatia, η δίγλωσση έκδοση « Η γεωλογική κληρονομιά του Ψηλορείτη», « Ο οδηγός πάρκων απολιθωμένου Δάσους Πλάκας και Σιγρίου», καθώς και διάφορα άλλα σχετικά έντυπα.

Για πληροφορίες, εκδόσεις, μελέτες ή χάρτες σχετικά με τη γεωλογία της Ελλάδας και των επιμέρους περιοχών, επικοινωνήστε με το ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ, Σπύρου Λούη 1, Ολυμπιακό Χωριό, Γ΄ Είσοδος, 136 77 Αχαρναί, Αττική Τηλ.: 210 2413175 Φαξ: 210 2413448 email: dggx@igme.gr, URL:www.igme.gr

ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ
Οι προτεινόμενες διαδρομές γίνονται με την ευθύνη όποιου επιθυμεί να τις πραγματοποιήσει. Για οποιοδήποτε συμβάν το ΙΓΜΕ δεν φέρει καμία ευθύνη.

Η έκδοση είναι αφιερωμένη στο Διεθνές Έτος Πλανήτης Γη

Άρθρο

00045

Γεωπάρκο της Άνω Προβηγκίας - Γαλλία: Το μεγαλύτερο ανοικτό μουσείο της Ευρώπης με πολυάριθμες, πλούσιες απολιθωματοφόρες θέσεις και συναρπαστικούς σχηματισμούς πετρωμάτων. Απολιθωματοφόρος θέση στην περιοχή Sisteron.

Συγγραφέας:

Γεωργία Φέρμελη
Δρ Γεωλόγος

Γεωπάρκα: Μία πρωτοβουλία για Περιβαλλοντική Ευαισθητοποίηση και Τοπική Αειφόρο Ανάπτυξη (Χαρακτηριστικά παραδείγματα από τη Ν. Ευρώπη)

Εισαγωγή

Η Γη μας χαρακτηρίζεται από εξαιρετική **γεωποικιλότητα** η αποκρυπτογράφηση της οποίας μας αποκαλύπτει την ιστορία της. Σε κάθε περιοχή του πλανήτη μας υπάρχουν χαρακτηριστικοί **γεώτοποι** οι οποίοι αντιπροσωπεύουν ενδιαφέρουσες στιγμές της ιστορίας της Γης και αποτελούν τους μοναδικούς μάρτυρές της. Μέσα από τη μελέτη των γεωτόπων μπορούμε να αντιληφθούμε την αλληλεξάρτηση των διαφόρων εδαφικών τύπων και οικοτόπων με το γεωλογικό υπόβαθρο. Καθώς και το ρόλο του ανθρώπου στη δημιουργία του τοπίου από την αλληλεπίδρασή του με το γεωπεριβάλλον στον τομέα της τέχνης και των κατασκευών.

Οι γεώτοποι αφορούν τόσο την επιστημονική κοινότητα όσο και όλο τον κόσμο και ιδιαίτερα τις τοπικές κοινωνίες, διότι η διατήρηση, προστασία και διαχείρισή τους χρειάζεται την ενεργό συμμετοχή των πολιτών. Απαιτείται, επομένως, πολλαπλή προσέγγιση των γεωτόπων με έμφαση στην επιστημονική, εκπαιδευτική, πολιτιστική, αισθητική, αλλά και την αξία της αναψυχής. Στην κατεύθυνση αυτή αναπτύχθηκε ο θεσμός των **γεωπάρκων** με βασικό στόχο του τη διατήρηση και προστασία των στοιχείων της γεωποικιλότητας σε συνδυασμό με την τοπική αειφόρο ανάπτυξη.

Σήμερα υπάρχουν δύο δίκτυα γεωπάρκων: το δίκτυο των γεωπάρκων της Unesco (Global Network of Geoparks), και το δίκτυο των ευρωπαϊκών γεωπάρκων. Το δίκτυο των γεωπάρκων της Unesco αριθμεί 57 μέλη από 14 κράτη, με κύρια εταίρο την Κίνα που συμμετέχει με 20 γεωπάρκα, ενώ το δίκτυο των ευρωπαϊκών γεωπάρκων αριθμεί 35 μέλη από 13 κράτη. Υπάρχουν, βεβαίως, και γεωπάρκα εκτός των δύο ανωτέρω δικτύων.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα γεωπάρκων από τη Ν. Ευρώπη

Το γεωπάρκο της Άνω Προβηγκίας (Rèserve Gèologique de Haute-Provence) στη **Γαλλία** είναι το παλαιότερο, μεγαλύτερο και καλύτερα οργανωμένο στην Ευρώπη. Περιλαμβάνει μία έκταση 1.900 km^2 και χαρακτηρίζεται ως ανοικτό γεωλογικό μουσείο. Μέσα από επιλεγμένους γεωτόπους παρουσιάζεται η γεωλογική ιστορία των 300 εκατ. ετών της περιοχής. Το γεωπάρκο διαθέτει το κατάλληλο ανθρώπινο δυναμικό και προσφέρει υπηρεσίες ποιότητας στον τομέα της γεωλογικής έρευνας, της εκπαίδευσης, της τέχνης, αλλά και του τουρισμού ακολουθώντας τις αρχές της αειφορίας.

Ένα, επίσης, πολύ χαρακτηριστικό και γνωστό γεωπάρκο είναι το **Maestrazo** που βρίσκεται στην **Ισπανία,** στην περιοχή της Αραγωνίας. Το γεωπάρκο περιλαμβάνει μία έκταση 270.000 εκταρίων. Η περιοχή γύρω από το μικρό χωριό **Aliaga** παρουσιάζει ιδιαίτερο γεωλογικό ενδιαφέρον, διότι εδώ βρίσκεται το κομβικό σημείο συνάντησης δύο τεράστιων και εντυπωσιακών γεωλογικών πτυχών που δημιουργήθηκαν πριν από 65 εκατ. χρόνια κατά τη διάρκεια του Μεσοζωικού αιώνα. Στην περιοχή του Aliaga έχουν δημιουργηθεί 11 εκπαιδευτικά γεωλογικά μονοπάτια που περιλαμβάνουν ενδιαφέροντες γεωτόπους. Επεξηγηματικές πινακίδες ενημερώνουν τους επισκέπτες για ενδιαφέρουσες στιγμές από την ιστορία της Γης, όπως αυτές αντικατοπτρίζονται στην περιοχή. Σε ένα άλλο χωριό του Γεωπάρκου το **Galve**, ο επισκέπτης μπορεί να θαυμάσει απολιθώματα και ιχνοαπολιθώματα δεινοσαύρων.

Γεωπάρκο **Maestrazo-Ισπανία.**
Εντυπωσιακή γεωλογική πτυχή στο χωριό Aliaga.

Γεωπάρκο Maestrazo-Ισπανία. Επεξηγηματική πινακίδα με σύντομο κείμενο και σχήματα ενημερώνει τους επισκέπτες για τη γεωλογική ιστορία της περιοχής.

Μέσα στο γεωπάρκο υπάρχουν κέντρα πληροφόρησης και μικρά τοπικά γεωλογικά μουσεία. Αποτέλεσμα της επιτυχημένης διαχείρισης του συγκεκριμένου γεωπάρκου είναι η παγκόσμια φήμη του.Επιστήμονες, φοιτητές, μαθητές αλλά και τουρίστες επισκέπτονται συχνά την περιοχή.

Στην **Ιταλία**, στην περιοχή της βόρειας Σικελίας, βρίσκεται το γεωπάρκο **Madonie** το οποίο περιλαμβάνει 22 δήμους. Η περιοχή αυτή της Σικελίας συγκαταλέγεται μεταξύ εκείνων που έχουν ιδιαίτερα εντυπωσιακό ανάγλυφο. Επίσης παρουσιάζει ειδικό ενδιαφέρον από γεωλογική, γεωμορφολογική και εκπαιδευτική άποψη.Το γεωπάρκο περιλαμβάνει και ένα γεωλογικό μουσείο με πρωτότυπες γεωλογικές εκπαιδευτικές δραστηριότητες.

Γεωπάρκο **Maestrazo-Ισπανία.**
Ιχνοαπολίθωμα δεινοσαύρου από την περιοχή **Galve**.

Γεωπάρκο **Madonie-Ιταλία:** Κέντρο πληροφόρησης.

Γεωπάρκο **Naturtejo- Πορτογαλία**:
Εκπαιδευτικές δραστηριότητες.

Το Γεωπάρκο **Naturtejo Meseta Meridional** βρίσκεται στην κεντρική **Πορτογαλία**, κοντά στα σύνορα με την Ισπανία. Απέχει 200 Km από τη Λισσαβώνα και 350 Km από τη Μαδρίτη και καλύπτει μια έκταση 4.617 km^2. Το Naturtejo έχει μια πλούσια γεωλογική κληρονομιά, που αρχίζει περίπου 600 εκατομμύρια χρόνια πριν από σήμερα. Στο Γεωπάρκο συνδυάζεται η γεωλογική κληρονομιά με ενδιαφέροντα ιστορικά και πολιτιστικά στοιχεία και προωθείται ο γεωτουρισμός. Δήμοι της περιοχής και τοπικές επιχειρήσεις συνεργάζονται με το γεωπάρκο για την ανάπτυξη καινοτόμων συμπράξεων με στόχο την τοπική αειφόρο ανάπτυξη. Επίσης, το γεωπάρκο έχει αναπτύξει πολλά εκπαιδευτικά προγράμματα, για ποικίλα εκπαιδευτικά επίπεδα, που υποστηρίζουν το αναλυτικό πρόγραμμα των σχολείων.

Ο θεσμός των γεωπάρκων στην Ελλάδα

Η **Ελλάδα,** με την πλούσια και ενδιαφέρουσα γεωλογική ιστορία της, προσφέρεται για τη δημιουργία γεωπάρκων. Σήμερα υπάρχουν δύο οργανωμένα γεωπάρκα, του Απολιθωμένου δάσους στη Λέσβο και του Ψηλορείτη στην Κρήτη.
Το Γεωπάρκο του **Απολιθωμένου Δάσους της Λέσβου** περιλαμβάνει μία έκταση 150 χιλιάδων στρεμμάτων και ήδη από το 1985 (ΠΔ 433/1985) έχει ανακηρυχθεί διατηρητέο μνημείο της Φύσης. Είναι ένα από τα ιδρυτικά μέλη του Δικτύου των Ευρωπαϊκών Γεωπάρκων και από το 2004 έχει ενταχθεί στο Παγκόσμιο Δίκτυο Γεωπάρκων της UNESCO.
Το **Φυσικό Πάρκο του Ψηλορείτη** στην Κρήτη ανήκει επίσης στο δίκτυο των Ευρωπαϊκών Γεωπάρκων και στο Δίκτυο Γεωπάρκων της UNESCO. Έχει έκταση 1.159 km^2 και περιλαμβάνει 175 χωριά με περίπου 43.000 κατοίκους. 7

Οι προοπτικές των γεωπάρκων

Τα γεωπάρκα μέσα από την προβολή των συσχετισμών μεταξύ του γεωπεριβάλλοντος, της οικολογίας και του πολιτιστικού περιβάλλοντος, συμβάλουν ουσιαστικά στην ευαισθητοποίηση ενός μεγάλου και ποικιλόμορφου κοινού. Και επειδή, δυστυχώς, οι απειλές για την καταστροφή του πλανήτη μας είναι πολλές και καθημερινές, η προστασία της Γεωλογικής Κληρονομιάς, μέσα από στρατηγικές ολοκληρωμένης διαχείρισης της φύσης και προστασίας του περιβάλλοντος, είναι απαραίτητη και ουσιαστική.

Γεωπάρκο **Απολιθωμένου Δάσους Λέσβου**.

Γεωπάρκο **Ψηλορείτη-Κρήτη**: Μιτάτα, παραδοσιακές κτηνοτροφικές μονάδες στην περιοχή του γεωπάρκου.

Γεωπάρκο **Ψηλορείτη-Κρήτη**, Ιδαίον Άντρο.

Βιβλιογραφία

Θεοδοσίου, Ειρ., Φέρμελη, Γ., Κουτσουβέλη, Αν. (2006): Η Γεωλογική μας Κληρονομιά, εκδ. Καλειδοσκόπιο.
Gray, M. (2004): Geodiversity, valuing and conserving abiotic nature, John Wiley & Sons Ltd..

Άρθρο

00046

Εικ.2. Παλαιογεωγραφικός χάρτης της Τηθύος κατά το Ανώτατο Κρητιδικό όπου σημειώνεται η θέση της νήσου Haţeg (σύμφωνα προς Benton et al., 2010). ΙΣ: Ιβηρική, Σ: Σαρδηνία, Α: Απούλια, ΜΕ: Μεντερές, ΡΟ: Ροδόπη.

Συγγραφέας:

Δρ Γεώργιος Λύρας
Επιμελητής του Μουσείου Γεωλογίας & Παλαιοντολογίας
Τμήμα Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος, Ε.Κ.Π.Α.

E-mail: glyras@geol.uoa.gr

Ο Βαρόνος Nopcsa και οι νάνοι δεινόσαυροι των νησιών της Τηθύος

Εικ.1. Ο Βαρόνος Franz Nopcsa ντυμένος με αλβανική στολή (από Colbert,1984).

Ο Βαρόνος **Franz Nopcsa von Felső-Szilvás (1877-1933)** ήταν ένας Τρανσυλβανός ευγενής και ένας από τους σημαντικότερους Ούγγρους παλαιοντολόγους (Εικ. 1). Στην επιστημονική κοινότητα είναι γνωστός, κυρίως, από τις έρευνές του σχετικά με τους δεινοσαύρους και τη γεωλογία των Βαλκανίων. Για τον λόγο αυτό, η Ουγγρική κυβέρνηση, αναγνωρίζοντας το επιστημονικό του κύρος του, τον όρισε Διευθυντή της Γεωλογικής Υπηρεσίας της Ουγγαρίας. Λέγεται ότι ήταν ιδιότροπος και δύσκολα συνεργαζόταν με άλλους επιστήμονες. Κατά τη θητεία του ως Δ/ντής προχώρησε σε πολλές αλλαγές, αλλά δημιούργησε πολλές προστριβές με τους υφισταμένους και ανωτέρους του. Στο τέλος παραιτήθηκε και έφυγε από τη χώρα του. Προκειμένου να βρει χρήματα, πούλησε τη συλλογή του με απολιθώματα δεινοσαύρων στο Βρετανικό Μουσείο και ξεκίνησε διαπραγματεύσεις για την πώληση των βιβλίων του.

Πριν από τον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο, ο Nopcsa ζούσε τη ζωή ενός ευγενούς ταξιδεύοντας στην Ευρώπη. Η χώρα, όμως, που τον είχε συναρπάσει ήταν η Αλβανία. Για αυτόν η Αλβανία (η οποία ήταν ακόμη μέρος της Οθωμανικής Αυτοκρατορίας) αντιπροσώπευε μια εξωτική χώρα. Ο Nopcsa δημοσίευσε τις πρώτες γεωλογικές και εθνολογικές περιγραφές της Αλβανίας. Κατά τη διάρκεια του Πρώτου Παγκοσμίου Πολέμου ο Nopcsa υπηρέτησε ως κατάσκοπος του Αυστροουγγρικού Στρατού.

Παρά την πολυτάραχη ζωή του, ο Nopcsa ήταν ένας παλαιοντολόγος γραφείου. Προτιμούσε να διεξάγει τις έρευνές του στη βιβλιοθήκη και στο εργαστήριο. Αυτό που κυρίως τον απασχολούσε ήταν η παλαιοβιολογία των δεινοσαύρων που προέρχονταν από τις ανωκρητιδικές αποθέσεις της λεκάνης Haţeg στην Τρανσυλβανία. Το περίεργο με αυτούς τους δεινόσαυρους, ήταν ότι είχαν μέγεθος πολύ μικρότερο από το κανονικό. Την εποχή που ο Nopcsa μελετούσε τους δεινόσαυρους της Τρανσυλβανίας, άρχισαν να διατυπώνονται οι πρώτες θεωρίες για την προέλευση των απολιθωμένων ενδημικών θηλαστικών.

Ήδη από τα τέλη του 19^{ου} και τις αρχές του 20^{ου} αιώνα ορισμένοι ερευνητές άρχισαν να υποστηρίζουν ότι οι απολιθωμένοι νάνοι ελέφαντες και οι νάνοι ιπποπόταμοι, που είχαν βρεθεί σε διάφορα νησιά, ήταν το αποτέλεσμα γεωγραφικής απομόνωσης και προσαρμογής σε νησιωτικά περιβάλλοντα. Ο Nopcsa, πρώτος εξέφρασε την άποψη ότι οι δεινόσαυροι από το Haţeg αντιπροσώπευαν μία αντίστοιχη περίπτωση νησιωτικού ενδημισμού κατά το Μεσοζωικό (Εικ. 2). Παρά το μεγάλο ενδιαφέρον που

είχε η συγκεκριμένη ερμηνεία, μετά τον θάνατο του Nopcsa ελάχιστοι ερευνητές ασχολήθηκαν με το θέμα αυτό.

Το παγκόσμιο ενδιαφέρον για τους δεινόσαυρούς του Haţeg αναζωπυρώθηκε το 2006, με αφορμή μία ανακάλυψη στις ανωιουρασικές αποθέσεις στο Goslar της Σαξονίας. Στους σχηματισμούς αυτούς, ένας ερασιτέχνης παλαιοντολόγος, ο Holger Lüdtke, ανακάλυψε τα απολιθώματα 11 μικρών σαυρόποδων δεινοσαύρων, τα οποία ακολούθως παρέδωσε σε ομάδα ερευνητών με επικεφαλή τον Martin Sander. Ήταν μια απροσδόκητη ανακάλυψη διότι τα απολιθώματα βρέθηκαν μέσα σε θαλάσσιες αποθέσεις. Όμως αυτό δεν ήταν το μόνο περίεργο. Επειδή οι δεινόσαυροι είχαν μικρό μέγεθος, αρχικά οι ερευνητές πίστευαν ότι άνηκαν σε νεαρά άτομα. Όταν όμως μελέτησαν την ιστολογία των οστών τους, διαπίστωσαν ότι επρόκειτο για ενήλικα άτομα που άνηκαν σε νησιωτικές νάνες μορφές. Ο Sander και η ομάδα του ονόμασαν το είδος αυτό τον *Europasaurus holgeri*. Επρόκειτο για δεινόσαυρο μήκους 6 μέτρων, ο οποίος όμως ήταν νάνος μπροστά στους ηπειρωτικούς συγγενείς του. Οι δεινόσαυροι από τη Σαξονία ήταν ένα άλλο παράδειγμα νησιωτικού νανισμού κατά το Μεσοζωικό (Εικ. 3).

Η ανακάλυψη των νάνων δεινόσαυρων στη Σαξονία δημοσιεύθηκε στο περιοδικό Nature, ενώ οι νάνοι δεινόσαυροι της Τρανσυλβανίας αποτέλεσαν το αντικείμενο αρκετών επιστημονικών εργασιών. Οι νάνοι δεινόσαυροι αποτέλεσαν και το θέμα ενός δραματοποιημένου ντοκιμαντέρ με δεινόσαυρούς του Discovery Channel (Dinosaur Planet: Pots Travel).

Γενικά τα τελευταία χρόνια το θέμα των νησιωτικών ενδημικών μορφών έγινε επίκαιρο. Δεν ήταν μόνο οι ελέφαντες, οι ιπποπόταμοι, τα ελάφια (και τώρα) και οι δεινόσαυροι που γίνονταν νάνοι. Το 2004 ανακαλύφθηκε στη νήσο Φλόρες της Ινδονησίας ο σκελετός ενός απολιθωμένου μικρόσωμου ανθρώπου, ο οποίος κατά πάσα πιθανότητα ήταν ένας νάνος *Homo erectus*. Οπότε, προκύπτει το συμπέρασμα ότι κατά τη διάρκεια της προσαρμογής στο νησιωτικό περιβάλλον και το μέγεθος των ανθρώπων ελαττώνεται.

Το θέμα των νησιωτικών ζώων έχει ενδιαφέρον και για έναν ακόμη λόγο. Η μελέτη των νησιωτικών περιβαλλόντων έχει καταστεί τα τελευταία χρόνια μια επιτακτική ανάγκη, καθώς με την κατασκευή δρόμων, αγρών και οικισμών έχουμε μετατρέψει σε «οικολογικά νησιά» σχεδόν το σύνολο του πλανήτη. Σ' αυτά τα «νησιά», οι ρυθμοί εξαφάνισης των ζώων είναι πολύ υψηλοί, με αποτέλεσμα σε πολλά σύγχρονα δάση να απουσιάζουν τα μεγάλα ζώα. Αυτό πρέπει να αλλάζει και εμείς ως Γεωλόγοι αποτελούμε μέρος των ειδικών που μπορούν (και πρέπει) να πιέσουν προς τη διαμόρφωση μιας πολιτικής φιλικότερης προς το φυσικό περιβάλλον.

Βιβλιογραφία

Alpion G. 2002. Baron Franz Nopcsa and his dream for the Albanian Throne. *BESA Journal* 6(3): 25-32.
Benton M.J., Csiki Z., Grigorescu D., Redelstorff R., P. Martin S., Koen S., Weishampel D.B. 2010. Dinosaurs and the island rule: The dwarfed dinosaurs from Haţeg Island. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, υπο έκδοση- διαδικτυακή έκδοση doi: 10.1016/j.palaeo.2010.01.026
Colbert E. 1984. *The great dinosaur hunters and their discoveries.* Dover, New York.
Grigorescu D. 2010. The Latest Cretaceous fauna with dinosaurs and mammals from the Haţeg Basin - A historical overview. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, υπο έκδοση- διαδικτυακή έκδοση doi: 10.1016/j.palaeo.2010.01.030
Sander P.M., Mateus O., Laven T., Knötschke N. 2006. Bone histology indicates insular dwarfism in a new Late Jurassic sauropod dinosaur. *Nature* 441: 739-741.
van der Geer A., Lyras G., de Vos J., Dermitzakis M. 2010. *Evolution of Island Mammals.* Wiley-Blackwell, Oxford.

Εικ.3. Σκελετός νάνου νησιωτικού ελέφαντα δίπλα στον σκελετό ηπειρωτικού μαμούθ και σκελετός του νάνου δεινόσαυρου από τη Σαξονία δίπλα στον σκελετό του ηπειρωτικού συγγενούς του.

Ο σκελετός του νάνου ελέφαντα (*Elephas faconeri*) είναι από το Senckenberg Naturmuseum στη Φρανκφούρτη.

Ο σκελετός του ηπειρωτικού ελέφαντα (*Mammuthus trogontherii*) είναι από το Staatliches Museum für Naturkunde στη Στουτγάρδη.

Ο σκελετός του ηπειρωτικού σαυρόποδα (*"Brachiosaurus" brancai*) είναι από το Museum für Naturkunde του Βερολίνου.

Ο σκελετός του νησιωτικού νάνου σαυρόποδα (*Europasaurus holgeri)* είναι από το Oertijdmuseum στο Μπόχτελ.

Άρθρο

00047

Απόδοση:

Έλενα Υψηλάντη
MSc Γεωλόγος

2020 Απόψεις

Στο πρώτο τεύχος της νέας δεκαετίας, του περιοδικού *Nature,* 463, 26-32, 2010, ρωτήθηκαν διεθνούς κύρους ερευνητές να απαντήσουν πώς οραματίζονται την εξέλιξη του επιστημονικού τους πεδίου μετά από 10 χρόνια. Σε ότι μας αφορά, μεταξύ των ερωτηθέντων ήταν ο συγγραφεύς του βιβλίου "dirt : The Erosion of Civilizations" David R. Montgomery, Ed. University of California Press, Πανεπιστήμιο της Ουάσιγκτον, την απάντηση του οποίου σας παραθέτουμε.

Έδαφος - David R. Montgomery

Προκειμένου να αποφύγουμε τα λάθη των προηγούμενων γενεών, καθώς πλέον πλησιάζουμε στο 2020, πρέπει να σκεφτούμε σοβαρά και να δράσουμε κατά της υποβάθμισης των εδαφών, μια από τις πλέον ύπουλες αλλά και υποτιμημένες προκλήσεις του αιώνα. Αξίζει να σημειωθεί ότι ήδη έχουν υποβαθμιστεί σημαντικά ή έχουν διαβρωθεί τα 2/3 της καλλιεργήσιμης γης, ενώ παράλληλα συνεχίζονται να χάνονται καλλιεργήσιμες εκτάσεις με ρυθμό 0,5% το χρόνο, στοιχείο πολύ ανησυχητικό, εάν αναλογιστούμε ότι μέχρι το τέλος του αιώνα θα πρέπει να σιτίζονται 9 δις άνθρωποι. Κατά την διάρκεια του 20^{ου} αιώνα, η διαδικασία Haber-Bosch (διαδικασία που επιτρέπει τη μαζική παραγωγή αζωτούχων λιπασμάτων) και η πράσινη επανάσταση έγιναν αιτία για το διαχωρισμό της γεωργίας από τη διαχείριση των εδαφών. Αυξημένες αποδόσεις στις καλλιέργειες στηρίχθηκαν στην εντατική χρήση λιπασμάτων και μηχανημάτων, που ναι μεν απλοποίησαν τις διαδικασίες, αλλά είχαν σαν αποτέλεσμα την καταστροφή των εδαφών, μειώνοντας τη γονιμότητα τους. Για παράδειγμα, έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε κάποιες συμβατικές καλλιέργειες απέδειξαν ότι διαφορετικά είδη, όπως βακτήρια, έχουν αντικαταστήσει τους συμβιωτικούς μύκητες των φυτών που τους προσέφεραν θρεπτικά συστατικά. Στην μετά-πετρελαϊκή εποχή τα φτηνά λιπάσματα τα οποία προέρχονται από τα ορυκτά καύσιμα αναπόφευκτα θα αντικατασταθούν, η συμβατική υψηλά αποδοτική γεωργία με την έννοια που όλοι γνωρίζουμε δεν πρόκειται να είναι πλέον βιώσιμη ούτε ευπροσάρμοστη. Η εξασφάλιση της τροφής μας, καθώς και η προστασία του περιβάλλοντος απαιτούν ειδικά σχεδιασμένες πρακτικές γεωργίας στα εδάφη, λαμβάνοντας υπόψη την κάθε καλλιέργεια ξεχωριστά, παρά να συνεχίσουμε να στηριζόμαστε σε καταστρεπτικές τεχνικές και χρήση λιπασμάτων. Προς αυτή την κατεύθυνση, οι κυβερνήσεις θα πρέπει να χρηματοδοτήσουν άμεσα την έρευνα και να προωθήσουν την υιοθέτηση πρακτικών και τεχνολογιών που συνδράμουν στην προστασία της ζωής του εδάφους και στη διατήρηση των εδαφικών οικοσυστημάτων. Μέσα στις επόμενες δεκαετίες, πρακτικές όπως, μικρού μεγέθους καλλιέργειες και εφαρμογή βιολογικών μεθόδων σε αυτές, θα μπορέσουν να αποκαταστήσουν τη γονιμότητα των εδαφών και να διατηρήσουν αρκετή οργανική ουσία ώστε να αντισταθμιστούν οι παγκόσμιες εκπομπές αερίων σε ποσοστό 5-15%. Αυτού του τύπου αντισταθμίσεις αλλά και η γονιμότητα των εδαφών μπορεί επιπλέον να ενισχυθούν με τη χρήση βιοκάρβουνου που φτιάχνεται με πυρόλυση βιομάζας/οργανικών αποβλήτων. Το λεπτό στρώμα ορυκτών, ζώντων οργανισμών, νεκρών φυτών και ζώων που καλύπτει τον πλανήτη και καλείται έδαφος, είναι η πηγή της χερσαίας ζωής και αποτελεί στρατηγικό φυσικό πόρο κάθε χώρας. Παρά ταύτα εξακολουθούμε να του φερόμαστε σαν σκουπίδι. Οι συνήθεις πρακτικές δεν αποτελούν, πλέον, επιλογή όσον αφορά το έδαφος, την τροφή και τους ανθρώπους. Είναι καιρός για "πράσινη επανάσταση".

Άρθρο

00048

ΣΥΜΠΟΣΙΟ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΑ ΥΠΑΙΘΡΟΥ ΜΕ ΘΕΜΑ: ΕΒΑΠΟΡΙΤΕΣ: ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ, ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

ΖΑΚΥΝΘΟΣ - ΜΑΪΟΣ 2009

Το Διοικητικό Συμβούλιο της Ελληνικής Ιζηματολογικής Ένωσης, στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων του, διοργάνωσε Συμπόσιο με θέμα **«**Εβαπορίτες: Ιζηματολογία, Εξέλιξη και Οικονομική σημασία**»** και έμφαση στο ρόλο των εβαποριτών στη δημιουργία κοιτασμάτων υδρογονανθράκων. Το Συμπόσιο έλαβε χώρα από τις 28 έως 31 Μαΐου 2009 στη Ζάκυνθο**.** Στην «υλήεσσα» Ζάκυνθο, όπως την αποκαλούσε ο Όμηρος, και όχι τυχαία, θέλοντας να τονίσει την απαράμιλλη φυσική ομορφιά του νησιού, εκεί όπου κατά τον ποιητή «οι κήποι ζυγιάζονται τα κύματα».

Και δε θα υπήρχε καταλληλότερος τόπος για ένα Συμπόσιο με αυτό το αντικείμενο από τη Ζάκυνθο, στον τόπο που ταυτίζεται με την πρώτη αναφορά στον κόσμο για εμφάνιση πετρελαίου, ήδη από τον 5° π.χ αιώνα. Είναι γνωστή η αναφορά του Ηροδότου για το πετρέλαιο στο Κερί, που είναι ακόμη ενεργή. Στην περιοχή αυτή, ήδη από την αρχαιότητα, γινόταν εξαγωγή ασφάλτου και πίσσας. Και αυτός ήταν ο λόγος που οι έρευνες, για τον εντοπισμό υδρογονανθράκων στον ελληνικό χώρο άρχισαν από τη Ζάκυνθο το 1903. Είναι επίσης γνωστό ότι η ευρύτερη περιοχή των Επτανήσων και της Δυτικής Ελλάδας, γενικότερα, είναι μια περιοχή πολύ σημαντική σε ό,τι αφορά στη δημιουργία υδρογονανθράκων, αφού οι έρευνες έδειξαν ότι ο υποθαλάσσιος χώρος δυτικά της Ζακύνθου φιλοξενεί κοιτάσματα υδρογονανθράκων.

Επί πλέον, η Ζάκυνθος πέραν των σύνθετων τεκτονικών φαινομένων που έχει υποστεί, που είναι υπεύθυνα για το έντονο και μοναδικό ανάγλυφό της, διαθέτει το μοναδικό πλεονέκτημα ότι σ' αυτήν εμφανίζονται σχεδόν παράπλευρα και οι δύο σημαντικές εβαποριτικές φάσεις της γεωλογικής καταγραφής, του Τριαδικού και του Μεσσηνίου και μάλιστα οι εμφανίσεις αυτές είναι όχι μόνο θεαματικές, αλλά και επισκέψιμες.

Στο πλαίσιο του Συμποσίου πραγματοποιήθηκε Σεμινάριο διαρκείας 10 ωρών με κύριο εισηγητή τον διεθνούς φήμης ειδικό στην ιζηματολογία των εβαποριτών Καθηγητή κ. **John Warren**. Ο Καθ. J. Warren κατέχει την έδρα της Shell, στο Παν/μιο του Muscat στο Ομάν, και είναι Δ/ντής του Προγράμματος «Digital Earth". Έχει διδάξει σε πολλά Παν/μια Γεωλογία Πετρελαίου και είναι Σύμβουλος πολλών πετρελαϊκών εταιριών, συγγραφέας 3 βιβλίων στα συγκεκριμένα αντικείμενα καθώς και πλέον των 100 επιστημονικών άρθρων. Με την εικοσαετή και πλέον εμπειρία του στην εφαρμοσμένη επιστήμη της Γεωλογίας πετρελαίου, ο Καθηγητής J. Warren κατέδειξε με λεπτομέρεια το ρόλο των εβαποριτών και ανάλυσε τη σχέση εβαποριτών - υδρογονανθράκων από την απόθεση έως τη διαγένεση και αλατοκίνησή τους. Ακολούθησε εκπαιδευτική γεωλογική εκδρομή με αντικείμενο τις ανθρακικές και εβαποριτικές αποθέσεις που βρίσκονται σε διάφορες εμφανίσεις και λατομεία στο νησί.

Στο Συμπόσιο συμμετείχαν και άλλοι διαπρεπείς Καθηγητές Πανεπιστημίων διαφόρων χωρών του εξωτερικού, που διαθέτουν σημαντική εμπειρία στην ιζηματολογία των εβαποριτών και τη γεωλογία πετρελαίου. Συγκεκριμένα, οι Καθηγητές **Stefano Lugli**, από το Παν/μιο της Μόντενας, **Vinicio Manzi** & **Marco Roveri**, από το Παν/μιο Πάρμας παρουσίασαν μία νέα υπόθεση για την ερμηνεία του φαινομένου της κρίσης αλμυρότητας της Μεσογείου κατά το Μεσσήνιο. Είναι γνωστό ότι, κατά τη χρονική αυτή περίοδο, 2.5 εκατ. χρόνια πριν από σήμερα, έλαβε χώρα ένα μοναδικό γεγονός στην ιστορία του πλανήτη, κατά τη διάρκεια του οποίου δημιουργήθηκαν τεράστιοι όγκοι εβαποριτών στη Μεσόγειο και η ευρύτερη περιοχή είχε διαμορφωθεί σε μία εκτεταμένη έρημο!

Στο Σεμινάριο έγιναν πολύ ενδιαφέρουσες εισηγήσεις. Ο πρώην Τεχν. Δ/ντής των Ελλ. Πετρελαίων, Δρ Κων/νος Νικολάου παρουσίασε τη γεωλογική δομή της Ζακύνθου με νέα δεδομένα από την έρευνα υδρογονανθράκων. Ο Καθηγητής Γεωφυσικής του Παν/μίου του Αμβούργου κ. Ιωάννης Μακρής σε συνεργασία με την Δρ Ιωάννα Παπούλια, Δ/ντρια Έρευνας του Ινστιτούτου Ωκεανογραφίας του ΕΛΚΕΘΕ παρουσίασαν τα αποτελέσματα της ενδιαφέρουσας έρευνας τους στο πλαίσιο Ευρωπαικού Προγράμματος και παρουσίασαν την ερμηνεία μίας σειράς σεισμικών τομών βάθους , στον θαλάσσιο χώρο μεταξύ Ζακύνθου και Πύλου, που στοιχειοθετούν ένα νέο τεκτονικό μοντέλο για την ευρύτερη περιοχή του νοτιο-δυτικού τόξου και για την τεκτονική εξέλιξη της Ζακύνθου. Ο Πρόεδρος του Τμήματος Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος Καθηγητής Κοιτασματολογίας κ. Μιχαήλ Σταματάκης εστίασε στην οικονομική σημασία των *εβαποριτών* και ο Καθηγητής Ιστορικής Γεωλογίας του Παν/μίου Αθηνών κ. Βασίλειος Καρακίτσιος, σε συνεργασία με τη γράφουσα, αναφέρθηκαν στη γένεση και το παλαιοπεριβάλλον των Τριαδικών εβαποριτών.

Η επιστημονική αυτή εκδήλωση αποτέλεσε μια άριστη ευκαιρία για τους ερευνητές και επιστήμονες που ενδιαφέρονται για οποιοδήποτε θέμα σχετικό με τους εβαπορίτες να ενημερωθούν και να αποκτήσουν εμπεριστατωμένη κατανόηση της φύσης, κατανομής και γένεσης των εβαποριτών. Λαμβάνοντας υπόψη τις πολλαπλές σχέσεις που οι εβαπορίτες έχουν με πολλές γεωλογικές ειδικότητες, η εκδήλωση είχε μια διεπιστημονική προσέγγιση και κάλυψη και ήταν ανοιχτή σε όλους τους ενδιαφερόμενους επιστήμονες γεωλόγους, μεταπτυχιακούς και προπτυχιακούς φοιτητές.

Στο πλαίσιο του Συμποσίου το Δ.Σ. της Ε.Ι.Ε. αποφάσισε και πρόσφερε τιμητική πλακέττα στον τέως Αντιπρύτανη Οικονομικού Προγραμματισμού & Ανάπτυξης Καθηγητή Μιχαήλ Δ. Δερμιτζάκη, ως συμβολική αναγνώριση της σπουδαίας Υφηγεσίας που εκπόνησε με τίτλο «Στρωματογραφία και Ιστορία Ιζηματογενέσεως του Μειοκαίνου της Νήσου Ζακύνθου», καθώς και της σημαντικής υποστήριξης των πρωτοβουλιών της Ελληνικής Ιζηματολογικής Ένωσης.
Επιθυμούμαι, να εκφράσουμε τις θερμότατες ευχαριστίες μας στις Τοπικές Αρχές της Ζακύνθου, τη ΝΑΖ και τον Νομάρχη Ζακύνθου κ. Διονύσιο Γάσπαρο και τον Ειδικό Σύμβουλο της ΝΑΖ κ. Διονύσιο Ραλλάτο, τον Δήμαρχο Ζακυνθίων κ. Διονύσιο Ακτύπη, τον Δήμαρχο Αρτεμισίων κ. Αντίοχο Αντώνιο και την Κοινοπραξία Πλοίων Ζακύνθου - Κεφαλληνίας. Η υποδοχή και η θερμή φιλοξενία που μας επιφύλαξαν ξεπέρασαν κάθε προσδοκία μας.



Επίσης,
-τις Πρυτανικές Αρχές του Πανεπιστημίου Αθηνών που πάντα στηρίζουν τις πρωτοβουλίες της Ελληνικής Ιζηματολογικής Ένωσης και τον Τομέα Ιστορικής Γεωλογίας & Παλαιοντολογίας του Τμήματος Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος.
-τους υποστηρικτές και χορηγούς μας, γιατί το πιο σημαντικό μέρος της επιτυχίας του Συμποσίου το οφείλουμε στη συνεργασία και στην πολύπλευρη συμβολή φορέων και εταιρειών που παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ελληνική οικονομία και στην εξέλιξή της, εταιρειών με το ίδιο όραμα της ανάδειξης και αξιοποίησης του ορυκτού πλούτου της χώρας μας, εν προκειμένω των αξιόλογων κοιτασμάτων γύψου και υδρογονανθράκων της Ζακύνθου και της ευρύτερης περιοχής της Δυτικής Ελλάδας.
-τα Ελληνικά Πετρέλαια, που δεν ήταν απλά χορηγός εταιρία, αλλά μας συμπαραστάθηκε ουσιαστικά σ' όλα τα στάδια της διοργάνωσης. Ας σημειωθεί ότι ο Οδηγός του *Συμποσίου,* που εκτός των άλλων περιέχει πολύτιμο και πρωτότυπο υλικό από έρευνες που έχουν εκπονηθεί στα ΕΛΠΕ, κάτι που θα εκτιμηθεί ιδιαίτερα από την επιστημονική κοινότητα, συντάχθηκε υπό την εποπτεία εμπειρογνωμόνων των Ελληνικών Πετρελαίων. Ευχαριστούμε ιδιαιτέρως τον Δρ Κων/νο Νικολάου, τον Δρ Μάριο Πατσουλέ και τον κ. Κων/νο Οικονομόπουλο MSc, που επιμελήθηκαν το συγκεκριμένο πόνημα.
-την Εταιρία Ενεργειακή Αιγαίου για την πρόθυμη ανταπόκριση της και τη συμμετοχή της που μας ενθάρρυνε πολύ.
-το Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών, την Εταιρία Biogyps Karvelis S.A.και την Εταιρία Revoil για τη γενναία συνδρομή τους.

Ευχαριστούμε τον Καθηγητή John Warren για την ουσιαστική του συμβολή και εύχομαστε να γίνει αφετηρία μιας περαιτέρω εποικοδομητικής συνεργασίας, καθώς επίσης όλους τους Καθηγητές της αλλοδαπής που συμμετείχαν στο Συμπόσιο, καθώς και όλους τους συναδέλφους για τις εξαιρετικές εισηγήσεις τους.

Ευχαριστούμε θερμά όλους τους συμμετέχοντες Καθηγητές, Ερευνητές και φοιτητές. Χωρίς τον ενθουσιασμό και το ενδιαφέρον τους δεν θα ήταν δυνατή η πραγματοποίηση της συγκεκριμένης εκδήλωσης.
Τελειώνοντας θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τα μέλη της Οργανωτικής Επιτροπής για τον επιτυχή σχεδιασμό της εκδήλωσης και ιδιαιτέρως, τη Γραμματέα της Οργανωτικής Επιτροπής κ Χαρά Ντρίνια, Επίκουρη Καθηγήτρια του Τμήματος Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος, ΕΚΠΑ και να την συγχαρούμε για την άψογη διοργάνωση.

Η Πρόεδρος της Οργανωτικής Επιτροπής & Υπεύθυνη Διοργάνωσης
Φωτεινή Πομόνη-Παπαϊωάννου

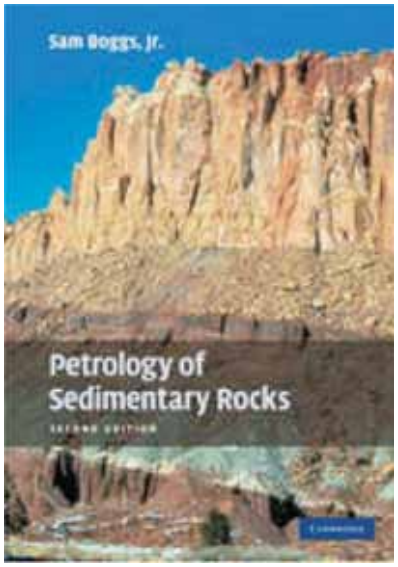
Πρόεδρος της Ελληνικής Ιζηματολογικής Ένωσης
Καθηγήτρια Ιζηματολογίας- Λιθοστρωματογραφίας,
Τμήμα Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος ΕΚΠΑ,
Τομέας Ιστορικής Γεωλογίας-Παλαιοντολογίας fpomoni@geol.uoa.gr

Βιβλία Ιζηματολογίας

Επιμέλεια:

Δρ. Δημήτρης Αλεξάκης
Επιστημονικός Συνεργάτης Εργαστηρίου Εγγειοβελτιωτικών Έργων & Διαχείρησης Υδατικών Πόρων
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
e-mail: dalexak@gmail.com

Petrology of Sedimentary Rocks
By Sam Boggs, 2009
Cambridge University Press

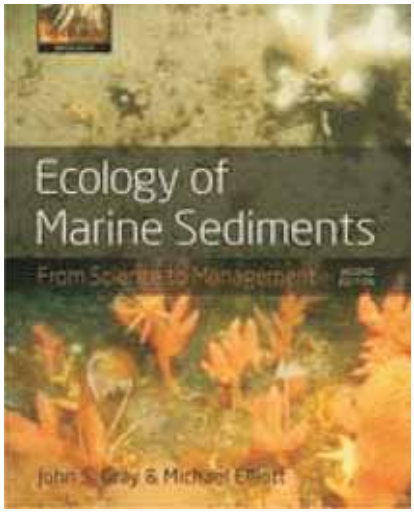


Το βιβλίο πραγματεύεται τις φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες των ιζηματογενών πετρωμάτων, όπως αυτά μελετώνται με βάση το πετρογραφικό μικροσκόπιο, τις γεωχημικές μεθόδους και τις παρατηρήσεις στην ύπαιθρο. Περιλαμβάνει τη μελέτη της ορυκτολογίας, της χημείας και της δομής των ιζηματογενών πετρωμάτων, πάντα σε σχέση με το περιβάλλον απόθεσης τους και τις επακόλουθες μεταβολές λόγω της διαδικασίας διαγένεσης. Επιπλέον, των επιμέρους κεφαλαίων για τα ανθρακικά πετρώματα, περιλαμβάνονται κεφάλαια σχετικά με τους εβαπορίτες, τους κερατόλιθους, τους φωσφορίτες και τα πλούσια σε οργανικό υλικό ιζηματογενή πετρώματα. Η παρούσα έκδοση περιλαμβάνει εκτός από την περιγραφή των κλασικών μεθόδων μελέτης των ιζηματογενών πετρωμάτων και την περιγραφή των συγχρόνων μεθόδων, όπως η μελέτη με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο SEM. Είναι πολύτιμο βοήθημα για τους προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς σπουδαστές που ασχολούνται με την πετρολογία ιζηματογενών πετρωμάτων, καθώς και για ερευνητές που ασχολούνται με τη μελέτη των ιζηματογενών πετρωμάτων και τη γεωλογία πετρελαίων.

Hardback, 610 σελ.
ISBN: 0521897165

Βιβλία
Ιζηματολογίας

Ecology of marine sediments
By John S. Gray and Michael Elliott, 2009
Oxford University Press



Στο συγγραφικό έργο περιγράφεται αναλυτικά η χλωρίδα και η πανίδα η οποία σχετίζεται με τα θαλάσσια ιζήματα. Το βιβλίο αποτελεί, επίσης, εισαγωγή στην επιστήμη της βενθικής οικολογίας και η συγγραφή του πραγματοποιήθηκε υπό το πρίσμα των νέων τεχνικών και μεθόδων έρευνας. Τονίζεται ότι η οικονομική σημασία των θαλασσίων ιζημάτων διαρκώς αυξάνεται, ενώ δίνεται ιδιαίτερη έμφαση σε θέματα ρύπανσης, κλιματικής αλλαγής, προστασίας και διαχείρισης του περιβάλλοντος.

Hardback, 240 σελ.
ISBN: 9780198569015

Perspectives in Carbonate Geology
By Geological Society of America, 2009
John Wiley and Sons Ltd

Αποτελεί ειδική έκδοση συλλογής επιστημονικών εργασιών που παρουσιάσθηκαν σε Διεθνές Συμπόσιο που διοργανώθηκε από τη Γεωλογική Υπηρεσία της Αμερικής προς τιμήν του Καθ. Bob Ginsburg. Ο Καθηγητής Bob Ginsburg εισήγαγε τις αρχές της συγκριτικής ιζηματολογίας μελετώντας τα σύγχρονα φαινόμενα ιζηματογένεσης προκειμένου να ερμηνεύσει τα φαινόμενα ιζηματογένεσης που συνέβησαν κατά τις προηγούμενες γεωλογικές περιόδους. Η πλειοψηφία των εργασιών, που περιλαμβάνονται στην ειδική αυτή έκδοση, πραγματεύονται τη μελέτη των ανθρακικών ιζημάτων.

Hardback, 384 σελ.
ISBN: 1405193808

Sedimentology and Stratigraphy
By Gary Nichols, 2009
John Wiley and Sons Ltd

Είναι μία έκδοση πλήρως ανανεωμένη η οποία εισάγει τον αναγνώστη στις βασικές αρχές της ιζηματολογίας και της στρωματογραφίας παρέχοντας εργαλεία για τη μελέτη των ιζημάτων και των ιζηματογενών πετρωμάτων. Αναλύονται οι διαδικασίες σχηματισμού, μεταφοράς και απόθεσης των ιζημάτων και δημιουργούνται εννοιολογικά μοντέλα για όλους τους τύπους των περιβαλλόντων ιζηματογένεσης, όπως ερημικό περιβάλλον, περιβάλλον βαθέων θαλασσών, περιβάλλον κοραλλιογενών υφάλων και ποτάμιο περιβάλλον.
Το κείμενο και τα σχήματα έχουν δημιουργηθεί με τρόπο ώστε να είναι κατανοητά ακόμη και από κάποιον μη ειδικό. Το σύνολο του υλικού περιέχεται στο συνοδευτικό CD-ROM.

Hardback, 432 σελ.
ISBN: 1405193794

Συνέδρια Ιζηματολογίας

12TH INTERNATIONAL CONGRESS OF THE GEOLOGICAL SOCIETY OF GREECE
19-22 May, 2010
Conference and Cultural Centre of the University of Patras, Patra, Greece
Contact: Prof. George Koukis
University of Patras, Department of Geology
Tel: +30 2610 432200
Fax: +30 2610 430884
E-mail: synedra@synedra.gr
Web-page: http://www.synedra.gr/Synedria/10-12Geology/10-2GeologyGR.htm

SEPM FIELD CONFERENCE MICROBIAL MATS IN SILICICLASTIC DEPOSITS FROM THE ARCHEAN TO THE PRESENT
21-23 May, 2010
Contact: Nora Nofke and Henry Chafetz
E-mail: NNoffke@odu.edu
Web-site: http://www.sepm.org/activities/researchconferences/microbial/microbial_home.htm

ICG 2010 - INTERNATIONAL GEOBIOLOGY CONFERENCE
3-6 Jun, 2010
Wuhan, China
Website: http://www.geobiology.net.cn/2010meeting/

ΠΡΟΣΕΧΗ ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ & ΑΛΛΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ

FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON MARS SEDIMENTOLOGY AND STRATIGRAPHY
19-21 April, 2010
El Paso, Texas, USA
Contact: Janince Curtis
E-mail: jcurtis@sepm.org
Website:
http://www.lpi.usra.edu/meeting/marssed2010/marssed20101st.shtml

EUROPEAN GEOSCIENCES UNION GENERAL ASSEMBLY 2010
2-7 May, 2010
Vienna, Austria
Website: http://meetingorganizer.copernicus.org/

FROM DEPOSITIONAL SYSTEMS TO SEDIMENTARY SUCCESSIONS ON THE NORWEGIAN SHELF
4-6 May, 2010
Stavanger, Norway
Contact: Allard W. Martinius
E-mail: AWMA@StatoilHydro.com
Web-site:
htpp://www.npf.no/course.php?id=665&time=343&w_lang=en&page_c=4

72nd EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2010
14 - 17 June, 2010
Barcelona, Spain
Contact: EAGE head office
PO Box 59, 3990 DB Houten,
The Netherlands
Tel.: +31 88 995 5055
Fax: +31 30 634 3534
E-mail: eage@eage.org

DEEP WATER CIRCULATION: PROCESSES & PRODUCTS
16-18 June, 2010
Baiona (Pontevedra), Spain
Contact: Francisco J. Hernández-Molina
University of Vigo
E-mail: contourites@uvigo.es
Website: http://www.facultadeccdomar.es/contourites

GEOEVENTS, GEOLOGICAL HERITAGE, AND THE ROLE OF THE IGCP
15 -18 September, 2010
Caravaca de la Cruz, Spain
Contact: Marcos A. Lamolda
Universidad de Granada
E-mail: marcos.lamolda@gmail.com
Website: http://www.ugr.es/~mlamolda/congresos/geoevents

Συνέδρια Ιζηματολογίας

ΠΡΟΣΕΧΗ ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ & ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ

ANNUAL MEETING OF GEOSED (ITALIAN ASSOCIATION FOR SEDIMENTARY GEOLOGY)
19-25 Septembe,r 2010
Torino, Italy
Contact: Luca Martire
Dpt. Scienze della Terra, University of Torino
E-mail: luca.martire@unito.it
Website: www.geosed.it

LANDSCAPES INTO ROCK
21-23 September, 2010
London, UK
Contact: Philip Allen
Imperial College, London, UK
E-mail: Philip.allen@imperial.ac.uk

XIX CONGRESS OF THE CARPATHIAN BALKAN GEOLOGICAL ASSOCIATION
23-26 September, 2010
Thessaloniki, Greece
Contact: CBGA XIX Congress Organizing Committee
E-mail: info@cbga2010.org
Tel.: +30 2310 998541, 998512
Fax: +30 2310 998549, 998512
Website: www.cbga2010.org

18TH INTERNATIONAL SEDIMENTOLOGICAL CONGRESS
26 September -1 October, 2010
Mendoza, Argentina
Contact: Eduardo Piovano
GIGES
Dpto. Química, Facultad de Ciencias
Avda. Velez Sarsfield 1611
X501GCA, Córdoba, Argentina
E-mail: epiovano@efn.uncor.edu
Website: http://www.isc2010.com.ar

CENTRAL AND NORTH ATLANTIC CONJUGATE MARGINS CONFERENCE
28 September-1, October, 2010
Lisbon, Portugal
Contact: Rui Pena dos Reis
University of Coimbra, Portugal
E-mail: penareis@dct.uc.pt
Website: http://www.conjugatemargins.com.pt/

7TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON EASTERN MEDITERRANEAN GEOLOGY
18-22 October, 2010
Cukurova University,
Adana, Turkey
Contact: Saziye Bozdag
E-mail: jeosempozyum@cu.edu.tr
Website: www.geology.cu.edu.tr/ISEMG2010/

FIRST LATIN-AMERICAN SYMPOSIUM ON ICHNOLOGY (SLIC 2010)
Oct. 30 - Nov. 7, 2010
São Leopoldo, Brazil
Website: http://slic2010.blogspot.com/

GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA (Annual Meeting) "Reaching New Peaks in Geoscience"
31 October, - 3 November, 2010
Denver, Colorado, USA
Contact: GSA Meetings Dept., P.O. Box 9140
Boulder, CO 80301-9140, USA
Tel: +1 303 447 2020
Fax: +1 303 447 1133
E-mail: meetings@geosociety.org
Web-page: http://www.geosociety.org/meetings/2010

28TH IAS MEETING OF SEDIMENTOLOGY
5-8 July, 2011
Zaragoza, Spain
Contact: Marc Aurell
University of Zaragoza
E-mail: maurell@unizar.es

Επιμέλεια:
Μαριάννα Κατή, Λέκτορας
Τομέας Ορυκτολογίας και Πετρολογίας
Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΦΥΛΛΟ ΜΗΤΡΩΟΥ ΜΕΛΟΥΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ

Αριθμός Μητρώου ..... Αριθμός Ταυτότητας .....

Παρακαλώ να εγκρίνετε την εγγραφή μου ως μέλος της Ελληνικής Ιζηματολογικής Ένωσης. Δηλώνω ότι έλαβα γνώση του καταστατικού της Ένωσης και αποδέχομαι τους όρους του.

Όνομα .....

Επώνυμο .....

Όνομα Πατέρα .....

Οικογενειακή Κατάσταση .....

Ημερομηνία και τόπος γεννήσεως .....

Επάγγελμα .....

Ειδικότητα .....

Τίτλος .....

Διεύθυνση Κατοικίας ..... ΤΚ. .....

Διεύθυνση Εργασίας .....ΤΚ .....

Τηλ. Κατοικίας ..... Τηλ. Εργασίας .....

Κινητό τηλέφωνο ..... Φαξ .....

Email / URL .....

Δέχομαι να πληρώσω στην Ένωση 30* € ως εγγραφή μου και 20€ ως ετήσια συνδρομή

για το έτος ..... - .....

Το Διοικητικό συμβούλιο της *Ένωσης διατηρεί το δικαίωμα να αλλάξει τα παραπάνω ποσά ανάλογα με τις ανάγκες της Ε.Ι.Ε.*

Προτείνοντες

α).....

Β).....

Με τιμή

..... Αιτ.....

Αθήνα .....

* Η εγγραφή για τους μεταπτυχιακούς φοιτητές ανέρχεται στα 15€

Αποστολή στο Φαξ. 210 72 74 187

http://ias-hellas.geol.uoa.gr/