

## ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΑΙ ΤΥΠΟΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΤΩΝ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ\*

Β. Καρακίτσιος<sup>1</sup>, Μ. Δερμιτζάκης<sup>1</sup>, Ν. Ρούσσος<sup>2</sup> & Ν. Ρηγάκης<sup>2</sup>

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα κοιτάσματα υδρογονανθράκων που έχουν εντοπισθεί στην Ανατολική Μεσόγειο κατανέμονται γεωγραφικά, τόσο στην χέρσο που την περιβάλλει, όσο και στον υποθαλάσσιο χώρο της. Τα συναντώμενα κοιτάσματα αντιστοιχούν σε διάφορους τύπους λεκανών ιζηματογένεσης με αποτέλεσμα να καθίσταται δυνατός ο διαχωρισμός τους σε ομάδες υδρογονανθράκων (επαρχίες πετρελαίου) οι οποίες διαφέρουν σε ότι αφορά την ποσότητα και την ποιότητα των υδρογονανθράκων.

Τα κυριότερα κοιτάσματα υδρογονανθράκων της Ανατολικής Μεσογείου μπορούν να ενταχθούν στους ακόλουθους τύπους λεκανών ιζηματογένεσης:

- κοιτάσματα λεκανών πλατφόρμας με συμμετοχή rifting (κοιτάσματα επαρχίας Σύρτη της Λιβύης),
- κοιτάσματα λεκανών πλατφόρμας σε συνδυασμό με δελταϊκές λεκάνες (Βόρεια Αίγυπτος-Δέλτα του Νείλου),
- κοιτάσματα λεκανών πλατφόρμας με συμμετοχή ή όχι rifting που υπέστησαν ορογένεση (κοιτάσματα Ιόνιας και Προαπούλιας ζώνης της Αλβανίας και Ελλάδας),
- κοιτάσματα λεκανών νησιωτικού τόξου και κυρίως οπισθοτόξου ή περιθωριακής λεκάνης (κοιτάσματα Βορείου Αιγαίου).

### ABSTRACT

The hydrocarbon deposits that have been discovered in the East Mediterranean are geographically distributed onshore and offshore. The encountered deposits belong to different types of sedimentary basins, allowing us to classify them into hydrocarbon groups that are different in terms of their characteristics.

The main hydrocarbon deposits of the East Mediterranean can be classified into the following types of sedimentary basins:

- platform basin deposits that experienced rifting (deposits of Syrte basin, Libya),
- platform basin deposits combined with deltaic sediments (North Egypt-Nile delta),
- platform basins with or without rifting which were subjected to orogenesis (Ionian and Proapulian zone deposits of Albania and Greece),
- Insular Arc sedimentary basins mainly of back-arc or marginal basin type (North Aegean deposits).

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Ανατολική Μεσόγειος αποτελεί θέατρο μιας πολύπλοκης γεωλογικής ιστορίας που άρχισε με το άνοιγμα του κύριου κλάδου της Τηθύος (Νεοτηθύος) στο Κατώτερο Τριαδικό και συνοδεύτηκε από το άνοιγμα του Μεσογειακού κλάδου της κατά το Μέσο Κρητιδικό (Dercourt et al. 1985). Ο κύριος ωκεάνιος χώρος της Τηθύος άρχισε να κλείνει κατά το Μέσο Ιουρασικό-Κατώτερο Κρητιδικό και το κλείσιμο ολοκληρώθηκε στο Ανώτερο Κρητιδικό (Dercourt et al. 1985) με συνέπεια να έρθουν σε επαφή τα δυο περιθώριά του και να συγκρουσθούν. Από τη σύγκρουση αυτή δημιουργήθηκαν οι Αλπικές οροσειρές. Αντίθετα ο Μεσογειακός κλάδος της Τηθύος άρχισε να υποβυθίζεται πολύ μεταγενέστερα, πριν περίπου 15 εκ. χρόνια, και το κλείσιμο πλησιάζει στην ολοκλήρωσή του, αφήνοντας ως υπόλοιπο για υποβύθιση το Νότιο τμήμα της σημερινής Ανατολικής Μεσογείου (Le Pichon & Angelier 1979). Από την ολοσχερή υποβύθιση αυτού του Νότιου τμήματος θα δημιουργηθούν (εφόσον διατηρηθεί το υπάρχον καθεστώς τάσεων) μελλοντικές οροσειρές σύγκρουσης, π.χ. μεταξύ Κρήτης και Αφρικής.

Από ωκεανογραφική άποψη υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ της σημερινής γεωγραφίας και της αντίστοιχης της Τηθύος. Η πρώτη παρουσιάζει ωκεανούς ευρέως ανοιχτούς προς τις πολικές περιοχές Βορρά και Νότου, των οποίων τα ψυχρά, πυκνά και καλά οξυγονωμένα ύδατα καλύπτουν σήμερα όλο

\* Geographical Distribution and Basin Types of the Hydrocarbon Deposits in the East Mediterranean.

<sup>1</sup> Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστημιούπολη Αθηνών, 157 84, Αθήνα

<sup>2</sup> Ελληνικά Πετρέλαια Α.Ε., Κλάδος Έρευνας και Εκμετάλλευσης, Κηφισίας 199, 151 24 Μαρούσι, Αθήνα.



τον πυθμένα των ωκεανών, έχοντας ως συνέπεια να κυριαρχεί ένα σχετικά πλούσιο σε οξυγόνο περιβάλλον ιζηματογένεσης. Αντίθετα, οι θάλασσες της Τηθύος με την προς Α-Δ διάταξή τους, παρουσίαζαν ανοξικούς πυθμένες, ιδιαίτερα ευνοϊκούς για την απόθεση και διατήρηση του οργανικού υλικού. Αλλά και η σημερινή –καθώς και η παλαιότερη– κατανομή των ηπείρων και των ωκεανών είναι τέτοια, ώστε στη ζώνη των ετήσιων ανέμων της δυτικής πλευράς των ηπείρων του νότιου ημισφαιρίου, προκαλούνται φαινόμενα ανοδικών ρευμάτων (upwelling), τα οποία μαζί με τις κλειστές θάλασσες ευνοούν σημαντικές συγκεντρώσεις οργανικού υλικού. Αυτή η ευνοϊκή ζώνη για την συγκέντρωση του οργανικού υλικού έχει μεγαλύτερη ανάπτυξη στις περιόδους των μεγάλων ευστατικών επικλύσεων, όπως έγινε στο Ανώτερο Ιουρασικό και Κρητιδικό. Από κλιματική άποψη σε χώρο πλατφόρμας, τα ξηρά κλίματα μπορούν να προκαλέσουν εκτενείς αποθέσεις εβαποριτών, οι οποίες παρουσιάζουν ορισμένες φορές ένα επικλυσιογενές σχήμα. Ακόμη, σε ορογενετική περίοδο, ισχυρές βροχοπτώσεις μπορούν να προκαλέσουν το σχηματισμό μεγάλων δελταϊκών λεκανών σε ορισμένα ηπειρωτικά περιθώρια ή ένα καθεστώς στρώσης υδάτων του ελαφρότερου γλυκού ύδατος επί του θαλάσσιου, που εμποδίζει την ανταλλαγή μεταξύ υδάτων επιφανείας (πλούσιων σε οξυγόνο) και υδάτων βάθους (πτωχών σε οξυγόνο), ώστε να δημιουργούνται ανοξικοί πυθμένες στις κλειστές θάλασσες.

Ορισμένες συνθήκες ιζηματογένεσης είναι η άμεση αιτία του πλούτου διαφόρων *επαρχιών πετρελαίου* και κυρίως των *επαρχιών πλατφόρμας*. Έτσι στο χώρο της Τηθύος, οι κλειστές ευξείνικες (ανοξικές) θάλασσες του Ιουρασικού και Κρητιδικού, με διάταξη Α-Δ, έδωσαν ιδιαίτερα πλούσια μητρικά πετρώματα πετρελαίου, όπως στη Μέση Ανατολή. Ακόμη, οι μεγάλες ευστατικές επικλύσεις –επίσης σε ανοξικές συνθήκες– του τέλους του Ιουρασικού και του Ανώτερου Κρητιδικού αποτελούν μια πολύ αξιόλογη οικογένεια μητρικών πετρωμάτων πετρελαίου. Τέλος, τα υγρά κλίματα είναι η κύρια αιτία των δελταϊκών λεκανών και συνεπώς η αιτία των ιδιαίτερα πλούσιων Καινοζωικών *επαρχιών πετρελαίου*.

Η επιφάνεια της γης παρουσιάζει μια μεγάλη ποικιλία από ιζηματογενείς λεκάνες, τις οποίες η τεκτονική των πλακών επιτρέπει να κατατάξουμε σε διάφορες κατηγορίες. Οι διάφορες ταξινομήσεις έγιναν κυρίως (Dickinson 1974, Bally & Snelson 1980) με βάση τον τύπο του λιθοσφαιρικού υποβάθρου (π.χ. ηπειρωτικό, ωκεάνιο, μεταβατικό), την θέση τους ως προς τα όρια της λιθοσφαιρικής πλάκας στην οποία βρίσκονται (π.χ. ενδοκρατονική λεκάνη, λεκάνη στο όριο μιας πλάκας) και τον τύπο του ορίου της πλάκας που είναι εγγύτερα στη λεκάνη (όριο: αποκλίνον, συγκλίνον, μετασχηματισμού).

Οι λεκάνες ανάλογα με τη θέση τους σε σχέση με τις λιθοσφαιρικές πλάκες και τα όριά τους διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

**α) Λεκάνες στο εσωτερικό μιας λιθοσφαιρικής πλάκας.** Στην κατηγορία αυτή ανήκει η οικογένεια των λεκανών πλατφόρμας με την πλέον ευρεία έννοια. Η οικογένεια αυτή διαιρείται σε δυο μεγάλες ομάδες, τις *ενδοκρατονικές ή καθαυτό λεκάνες πλατφόρμας*, στις οποίες κατατάσσονται και οι ηπειρωτικές τάφροι (rifts), και τις *λεκάνες παθητικού περιθωρίου*, οι οποίες βρίσκονται σε περιηπειρωτική θέση. Κοινό χαρακτηριστικό των λεκανών αυτής της οικογένειας είναι η μεγάλη επιφανειακή τους έκταση (μέχρι ένα εκατομμύριο τετραγωνικά χιλιόμετρα) και η μέτρια βύθιση σε καθεστώς εφελκυσμού. Αντιπροσωπεύουν πράγματι τις περισσότερες φορές ένα δεύτερο στάδιο εξέλιξης, μετά από μια πρώτη φάση ταφρογένεσης (rifting) μερικές φορές απόκρυφης. Τα ρεολογικά χαρακτηριστικά του φλοιού που υπόκεινται αυτών των λεκανών, επιβάλλουν εξάλλου τη γεωμετρία των αποθέσεων.

**β) Λεκάνες στα σύνορα δυο λιθοσφαιρικών πλακών.** Ανάλογα με τον χαρακτήρα της επαφής των δυο πλακών διακρίνονται σε *λεκάνες σε ζώνες ρηγμάτων οριζόντιας ολίσθησης ή ρηγμάτων μετασχηματισμού (pull-apart basins)* και σε *λεκάνες σε χώρο υποβύθισης (subduction)*, από τις οποίες σπουδαιότερες είναι οι λεκάνες που σχετίζονται 1) με ένα σύστημα νησιωτικού τόξου και 2) με μια ηπειρωτική σύγκρουση. Οι πρώτες είναι γενικά μονοφασικές και περιλαμβάνουν παραδοσιακά τις λεκάνες εμπροσθο- ενδο- και οπισθοτόξου, καθεμιά με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Οι δεύτερες έχουν δομή και εξέλιξη πολύ πιο σύνθετη, και αντιστοιχούν κυρίως στις λεκάνες προχώρας: εμφανίζονται στην πραγματικότητα ως το τελευταίο στάδιο μιας μακράς και σύνθετης ιστορίας, σε σχέση με ένα ορογενετικό σύστημα. Οι λεκάνες pull-apart, νησιωτικών τόξων και του εσωτερικού τμήματος των λεκανών προχώρας χαρακτηρίζονται από ισχυρές βυθίσεις του πυθμένα τους, οι οποίες λαμβάνουν χώρα σε στενές σχετικά επιμήκεις ζώνες σε ένα πλαίσιο συμπίεσης. Αντιστοιχούν σε πρώτη προσέγγιση σε «ορογενετικές λεκάνες», σε αντίθεση με τις «λεκάνες πλατφόρμας».

Οι ιζηματογενείς λεκάνες, όπως όλες οι άλλες μεγάλες γεωτεκτονικές ενότητες, παρουσιάζουν ένα σύνδεσμο σχέσεων τόσο στο χώρο όσο και στο χρόνο. Πράγματι, η σημερινή τους εικόνα δεν εκφρά-

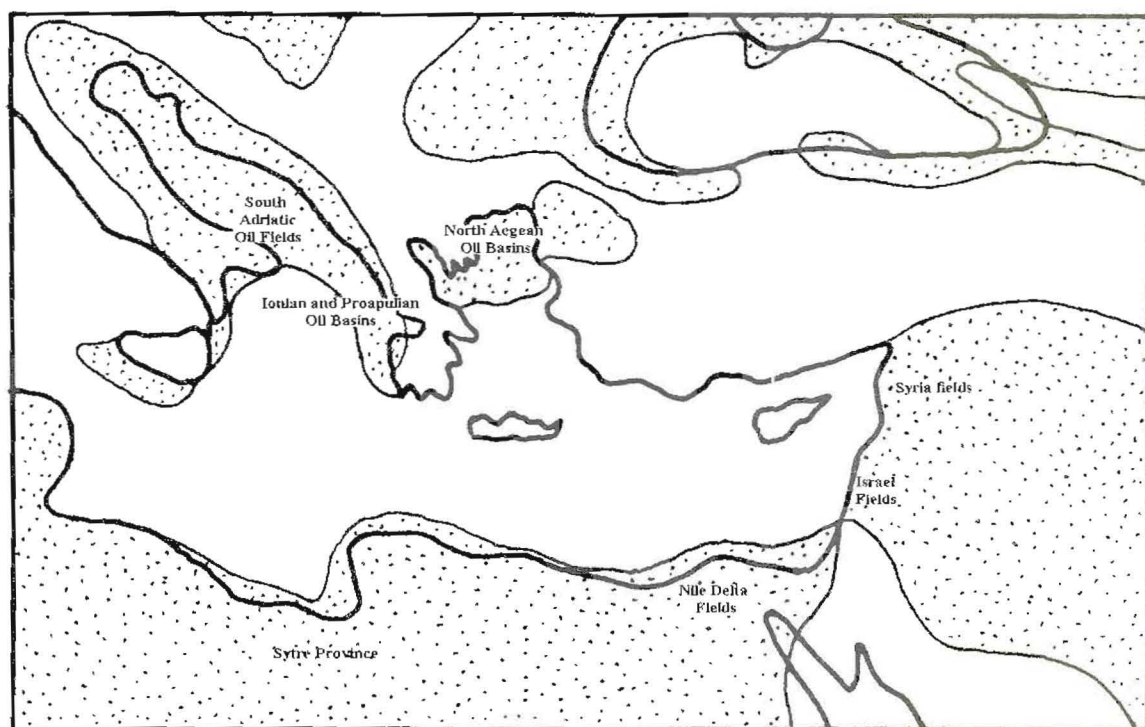


ζει τις περισσότερες φορές παρά το τελευταίο στάδιο μιας διαδοχής από παραμορφώσεις. Αν ορισμένες λεκάνες, τις οποίες μπορούμε να χαρακτηρίσουμε ως μονοφασικές, δεν υποβλήθηκαν παρά μόνο σε ένα συναφές σύνολο από ομογενείς τάσεις, οι περισσότερες έχουν περάσει από πολλά διαδοχικά στάδια. Δεν μπορούμε να κατανοήσουμε καλά την ιστορία τους παρά μόνο αν την αναλύσουμε στις διαδοχικές της φάσεις, δηλαδή σε διάφορα στάδια που το καθένα αντιπροσωπεύει μια στοιχειώδη λεκάνη. Αυτή τη διαδικασία διαπραγματεύεται η *ανάλυση των ιζηματογενών λεκανών*.

Η πολυπλοκότητα της γεωλογικής ιστορίας της Ανατολικής Μεσογείου επέτρεψε την δημιουργία. όπως θα δούμε παρακάτω, σχεδόν όλων των τύπων λεκανών ιζηματογένεσης, οι οποίες παρουσιάζουν ανάλογα με την περίπτωση διαφορετική βαρύτητα σε ότι αφορά το πετρελαϊκό τους ενδιαφέρον.

## ΕΠΑΡΧΙΕΣ, ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ

Η γεωγραφική κατανομή των λεκανών ιζηματογένεσης της Ανατολικής Μεσογείου, που παρουσιάζουν πετρελαϊκό ενδιαφέρον, φαίνεται στο **Σχήμα 1**. Οι κυριότερες από αυτές είναι οι ακόλουθες:



**Σχήμα 1:** Επαρχίες, πεδία και κοιτάσματα των πετρελαϊκών λεκανών της Ανατολικής Μεσογείου

### Επαρχία Σύρτη της Λιβύης

Η επαρχία Σύρτη καλύπτει μια έκταση της τάξης των 200000 km<sup>2</sup> στην κεντρική ζώνη της Λιβύης. Η επαρχία αντιστοιχεί σε μια τεράστια λεκάνη κατάπτωσης του Δευτερογενούς και Τριτογενούς, που διαδέχεται μια υψηλή ζώνη του Παλαιοζωικού. Η στρωματογραφική σειρά αρχίζει στο Αλβιο-Κενομάνιο με ψαμμιτικές και κυρίως στους υψηλούς πυθμένες με ανθρακικές αποθέσεις. Η επίκλυση του αργιλικού Κενομάνιου καλύπτει βαθμιαία μια ανώμαλη επιφάνεια που τεμαχίζεται από ενεργά ρήγματα, σε τρόπο που ορισμένοι υψηλοί πυθμένες δεν καλύπτονται παρά στο Μαιστρίχτιο. Το ανώτερο Κρητιδικό αντιστοιχεί σε δυο κύκλους:

- ένα σύνολο Κενομάνιας-Τουράνιας ηλικίας από μάργες και ανθρακικά ιζήματα με τοπική παρουσία ανυδριτών,

- μια αναπτυγμένη επικλυσιογενή σειρά από μαύρες μάργες ορισμένες φορές βιτουμειούχες Σενώνιας ηλικίας, που καλύπτει τον προηγούμενο κύκλο.

Η ιζηματογένεση συνεχίζεται μέχρι το Παλαιόκαινο με μαύρες αργίλους με *Globigerina* και ανθρακικά ιζήματα.

Η επίκλυση φθάνει την μέγιστη έκτασή της στο Ηώκαινο, με την απόθεση μαργών και ασβεστόλιθων. Το Ολιγόκαινο αντιπροσωπεύεται από λεπτομερείς ασβεστόλιθους με αργιλικούς και ψαμμιτικούς ορίζοντες, και το Μειόκαινο κυρίως από αργίλους. Τα πάχος αυτής της σειράς ξεπερνά τα 5000 μέτρα στις συγκλινικές ζώνες, αλλά χαρακτηρίζεται από γρήγορες και πολυπληθείς μεταβολές του πάχους και της φάσης σε σχέση με την τεκτονική κατά κέρατα και τάφρους.

Από τεκτονική άποψη, η λεκάνη διακόπτεται από μεγάλες τεκτονικές ανωμαλίες διεύθυνσης ΒΒΔ-ΝΝΑ, που οριοθετούν τέσσερις τάφρους που διαχωρίζουν δυο μεγάλες υψηλές ζώνες: α) την κεντρική πλατφόρμα με τους άξονες Dahra και Raguba, β) την ράχη του Zelten-Defa. Τέλος, την δράση των μεγάλων τεκτονικών ανωμαλιών συνοδεύουν τοπικά ηφαιστειακές διεισδύσεις.

Οι **παγίδες** εντοπίζονται κυρίως σε αντίκλινα και ρηξιγενή τεμάχια και συνδέονται γενικά με την τεκτονική που δημιούργησε τα κέρατα και τις τάφρους, η οποία ελέγχει την παλαιομορφολογία του υποβάθρου, καθώς και τις μεταβολές της φάσης του Κρητιδικού και του Τριτογενούς. Αυτές οι υψηλές τοπικές ζώνες συνδέονται με τις παραγωγικές ζώνες. Οι κλειστές επιφάνειες ορισμένων παγίδων καλύπτουν μέχρι 400 km<sup>2</sup>. Εξαιρετικές στρωματογραφικές παγίδες σχηματίζονται από υφάλους που καλύπτουν εκτάσεις 20 km<sup>2</sup> και έχουν ύψος 300 m.

Οι **ταμιευτήρες** είναι πολυπληθείς με μεγάλη ποικιλία φάσεων και γενικά είναι καλής ποιότητας. Οι κυριότεροι από αυτούς αποτελούνται: α) από ασβεσταρενίτες και ανθρακικά πετρώματα, κυρίως του Παλαιοκαίνου και Ηώκαινου που δίνουν παραγωγές ανά γεώτρηση από 200 ως 2000 τον/ημ., β) από ψαμμίτες των σχηματισμών της επικλυσιογενούς βάσης του Κρητιδικού της οποίας το πάχος φθάνει 200 ως 300 μέτρα με διαπερατότητες που κυμαίνονται από 2 ως 3 darcies καθώς και από άμμους και ψαμμίτες του Ανώτερου Κρητιδικού και Ολιγοκαίνου, γ) από χαλαζίτες του Κάμβριου, και κατ' εξαίρεση από γρανίτη.

Τα **καλύμματα** διασφαλίζονται από αργιλικές, μαργαϊκές και τοπικά ανυδρικές σειρές, κυρίως Σενώνιας, Ηώκαινικής και Ολιγοκαινικής ηλικίας.

Τα **μητρικά πετρώματα** αντιπροσωπεύονται κυρίως από τις επικλυσιογενείς μάργες του Σενώνιου.

Το **αργό πετρέλαιο** είναι γενικά παραφινικού τύπου, υποκορεσμένο, μέσης πυκνότητας 0.84-0.85, φτωχό σε θείο (λιγότερο από 0,25%). Το αργό πετρέλαιο του Sarir, πολύ παραφινικό, περιέχει 15 ως 20% κηρούς και στον ίδιο βαθμό ασφαλτένια. «Παγώνει» μεταξύ 13 και 24 °C.

Η **επαρχία Σύρτη**, που συγκεντρώνει την κύρια παραγωγή της Λιβύης, παρουσιάζει αρχικά αποθέματα που εκτιμώνται σε 5 Gt πετρελαίου και 1000 Gm<sup>3</sup> αερίου. Τα αποθέματα αυτά αντιπροσωπεύουν ποσότητα 30.000 τόνων υδρογονανθράκων ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο. Στις 130 ανακαλύψεις υδρογονανθράκων αντιστοιχούν τα παρακάτω 12 γιγαντιαία πεδία: Sarir, Messia, Nasser (Zelten), Amal, Gialo, Defa, Waha, Samah, Nafsoora-Augila, Intissar A, B και D (Fraser, 1967, Gillespie, 1967, Terry and Williams, 1969, Roberts, 1970, Sanford, 1970, Clifford et al., 1979). Το κύριο πεδίο αερίου είναι το πεδίο Hateiba του οποίου τα αποθέματα εκτιμώνται σε 340 Gm<sup>3</sup>.

**Τρεις είναι οι κυριότερες αιτίες του πλούτου αυτής της επαρχίας:**

- ο πλούτος και η έκταση του μητρικού πετρώματος του Σαντόνιου που είναι επικλυσιογενές σε μια μεγάλη ποικιλία ταμιευτήρων,
- η ποιότητα ορισμένων ταμιευτήρων, ιδιαίτερα ανθρακικών που αναπτύσσονται καλά στις ανυψωμένες ζώνες και περνούν πλευρικά σε μάργες με πελαγικές φάσεις,
- η λειτουργία των horsts και grabens σε όλη τη διάρκεια του Κρητιδικού και Τριτογενούς και ιδιαίτερα η ισχυρή βύθιση που έλαβε χώρα στους συγκλινικούς χώρους.

### Πεδίο δέλτα Νείλου

Στο υποθαλάσσιο δέλτα του Νείλου αναπτύσσονται σημαντικά κοιτάσματα αερίου στο πεδίο του Abu Qir και τις παρακείμενες περιοχές (Ince et al. 1988, Thompson & Deibis 1988, Wigger et al. 1997). Ο κυριότερος ταμιευτήρας αναπτύσσεται σε ψαμμίτες του ανώτερου Μέλους του Abu Madi (Ανώτερο Μειόκαινο), αλλά υπάρχουν και εξαιρετικές δεξαμενές στο κατώτερο Μέλος του Abu Madi (Ανώτερο Μειόκαινο) και στους σχηματισμούς Sidi Salem (Μέσο-Ανώτερο Μειόκαινο), Moghra (Μέσο Μειόκαινο). Το αέριο παγιδεύεται σε αντικλινικές δομές που οριοθετούνται από ρήγματα και σφραγίζονται από σχιστόλιθους του Πλειοκαινικού σχηματισμού Kafir el Sheikh. Η γεωλογική δομή του πεδίου Abu Qir αντιστοιχεί σε ρηγματωμένο τέμαχος ή κέρας κάτω από ένα τμήμα του πεδίου, που δημιούργησε μια σύνθετη στρωματογραφία. Αυτή η δομή διαπιστώθηκε από γεωτρήσεις, δεδομένου ότι τα σεισμικά δεδομένα δεν μπόρεσαν να τη διαγνώσουν.



Οι σχηματισμοί που αποτελούν τους ταμειυτήρες αυτού του πεδίου θεωρούνται ότι αποτελούν αποθλιπτικές υποθαλάσσιων ολισθήσεων βαρύτητας των οποίων η κατανομή, όπως υποστηρίζεται από τις συναθροίσεις των μικροαπολιθωμάτων, επηρεάζεται σημαντικά από συνιζηματογενή τεκτονική.

#### **Το πετρελαϊκό πεδίο Helez-Bgur-Kokhan του Ισραήλ**

Το πετρελαϊκό πεδίο Helez-Bgur-Kokhan στη νότια παράκτια πεδιάδα του Ισραήλ είναι το μόνο γνωστό αξιόλογο πετρελαϊκό πεδίο του Ανατολικού άκρου της Μεσογείου (Derin, 1974, Bein & Givitzman, 1977, Bein & Sofar, 1987). Από την ανακάλυψή του στα μέσα της δεκαετίας του 50. παρήγαγε περίπου 20 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου. Αξιόλογες ενδείξεις πετρελαίου έχουν παρατηρηθεί επίσης σε γεωτρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα βόρεια, νότια και δυτικά του εν λόγω πεδίου.

Η ευρύτερη περιοχή του πεδίου Helez-Bgur-Kokhan βρίσκεται σε μια ζώνη σύνδεσμο που οι παλαιότερες αποθέσεις της περιλαμβάνουν ιζήματα του Κρητιδικού, Ιουρασικού και πιθανά Τριαδικού. Αυτή η ζώνη διαχώρισε νηριτικά θαλάσσια και ηπειρωτικά ιζήματα που αποτέθηκαν στην Αραβική πλατφόρμα. Η ζώνη απότομης μεταβολής των φάσεων, συνοδεύθηκε από την διάνοιξη βαθιάς υποθαλάσσιας κοιλάδας, όπου συσσωρεύθηκαν ιζήματα βάθους που σχηματίζουν ιζηματογενή πρίσματα τα οποία θεωρούνται ότι αποτελούν Μεσοζωικά ιζήματα του βορειοδυτικού ηπειρωτικού περιθωρίου της αραβικής λιθοσφαιρικής πλάκας. Το πεδίο Helez-Bgur-Kokhan βρίσκεται σε χαρακτηριστική δομή που δημιουργήθηκε κατά το Κρητιδικό ως Ηώκαινο η οποία συμπίπτει με την προηγούμενη αποθετική ζώνη σύνδεσης. Το πεδίο Helez-Bgur-Kokhan και τα παρακείμενα πεδία, συνδέονται γενετικά και προήλθαν από το ίδιο μητρικό πέτρωμα, τον Ιουρασικό σχηματισμό Barnea.

#### **Πετρελαϊκά πεδία της Συρίας**

Η περιοχή της Συρίας ανήκει γεωλογικά στη Βόρεια προέκταση της Αραβικής πλατφόρμας της οποίας τα παλαιότερα πετρώματα χρονολογούνται από τον Προτεροζωικό. Στις Ανατολικές περιοχές της Συρίας εμφανίζονται Παλαιοζωικά ιζήματα, ενώ στις Δυτικές τα ιζήματα είναι νεότερα, Μεσοζωικής ηλικίας. Τα Μεσοζωικά αυτά ιζήματα είναι αποτέλεσμα του rifting της Ανατολικής Μεσογείου, οπότε και δημιουργήθηκαν το βύθισμα Palmyrides και το περιθώριο της Λεβαντίνης, το οποίο εκτείνεται επίσης στις περιοχές της Ιορδανίας, του Λιβάνου και του Ισραήλ (Abu-Jaber et al. 1989, Best et al. 1993). Η ακολουθία των γεωλογικών επεισοδίων που χαρακτηρίζουν αυτές τις ενότητες ήτοι, ανύψωση-ταφροποίηση-βύθιση και συρρίκνωση, διευκόλυσε τη μετανάστευση υδρογονανθράκων εντός των μαζών, με αποτέλεσμα να εντοπίζονται αρκετά κοιτάσματα αερίων και πετρελαίου εντός των περισσότερων λεκανών που ανήκουν σ' αυτές τις ενότητες.

Τα κυριότερα πεδία πετρελαίου της Συρίας είναι το Al-Thayyem και το Omar/Omar North, ενώ έχουν εντοπισθεί και εκμεταλλεύονται και πολλά άλλα μικρότερα. Η συνολική παραγωγή το 1998 ήταν 550.000 βαρέλια τη μέρα. Πολύ σημαντικά τέλος είναι τα αποθέματα αερίων υδρογονανθράκων της Συρίας, που ανέρχονται σε 8,5 τρισεκατομμύρια κυβικά πόδια.

#### **Πετρελαϊκές λεκάνες της Τουρκίας**

Καθεμία από τις λεκάνες της Τουρκίας (εκτός της ανατολικής Θράκης που εξετάζεται μαζί με τις λεκάνες του βορείου Αιγαίου) είναι αποτέλεσμα ή προσβάλλεται από την αλπική ορογένεση (Gonulden 1976). Εντούτοις, υπάρχουν διάφορες λεκάνες με διαφορετικές γεωλογικές καταστάσεις και τεκτονική ιστορία. Εκτός από τη ΝΑ Τουρκία, η οποία μπορεί να θεωρηθεί ως τμήμα της καλά γνωστής περιοχής του Περσικού κόλπου και ιδιαίτερα των πεδίων πετρελαίου της Συρίας που αναφέρθηκαν προηγουμένως, όλες οι άλλες ενδιαφέρουσες λεκάνες έχουν περιορισμένο μέγεθος και διαφέρουν από άποψη ηλικίας, καταλαμβάνοντας εντούτοις ορισμένα διαστήματα του Ανώτερου Κρητιδικού-Τριτογενούς.

Η ΝΑ Τουρκία είναι ακόμη κέντρο εξερεύνησης, αλλά πρόσφατα υπάρχει μεγάλη τάση να εξερευνηθούν και άλλες λεκάνες που επίσης προσφέρουν λογικές πετρελαϊκές πιθανότητες.

Οι υποθαλάσσιες περιοχές προσελκύουν επίσης το ενδιαφέρον των πετρελαϊκών εταιριών και σε ορισμένες από αυτές άρχισε ήδη η εξερεύνηση.

#### **Οι πετρελαιοφόρες λεκάνες του Βορείου Αιγαίου**

Οι ιζηματογενείς λεκάνες του Β. Αιγαίου-Α. Θράκης καταλαμβάνουν το θαλάσσιο χώρο του Β. Αιγαίου, καθώς και την χέρσο που τον περιβάλλει. Πρόκειται για λεκάνες μικρού ή μεσαίου μεγέθους



που χωρίζονται μεταξύ τους από υβώματα του κρυσταλλικού υποβάθρου. Οι σημαντικότερες λεκάνες της χέρσου από Δ-Α είναι: Η λεκάνη Κατερίνης-Θεσσαλονίκης και οι λεκάνες Δ. Θράκης και Α. Θράκης. Στο θαλάσσιο χώρο διακρίνονται οι λεκάνες Θερμαϊκού, Ορφανού, Πρίνου και Β-Α Αιγαίου-Λήμνου. Οι λεκάνες αυτές είναι μολασσικού τύπου και έχουν δημιουργηθεί από εφελκυστική τεκτονική, κατά τη διάρκεια του Μέσου-Ανώτερου Ηώκαινου (Harput & Gokcen 1991, Ρούσσοσ 1994, Karahanoglu et al. 1995).

Η ιζηματογένεση αρχίζει στις περιοχές Θράκης-Λήμνου στο Μέσο Ηώκαινο. Στα περιθώρια της Ροδοπικής μάζας στην Ορεστιάδα και τη Θράκη, τα περιβάλλοντα απόθεσης είναι υφάλμυρα έως ρηγά θαλάσσια, ενώ νοτιότερα αποτίθενται ιζήματα βαθύτερης θάλασσας. Στο Ανώτερο Λουτήσιο αναπτύσσεται η λεκάνη Θερμαϊκού, που δέχεται μεγάλα πάχη ιζημάτων κατά το Ανώτερο Ηώκαινο-Ολιγόκαινο. Αυτή την περίοδο (Ανώτερο Λουτήσιο) αποτίθενται υφαλογενείς ασβεστόλιθοι στις πλέον ανατολικές λεκάνες καθώς και στις ανατολικότερες περιοχές του Θερμαϊκού. Στο Ανώτερο Ολιγόκαινο η ιζηματογένεση διακόπτεται με γενική άνοδο και διάβρωση σ' όλες τις λεκάνες. Μετέπειτα τα επικλυσιογενή ιζήματα του Μειοκαινού κάλυψαν τα παλαιότερα ιζήματα όλων των λεκανών και επιπλέον δημιούργησαν τη λεκάνη του Ορφανού, την εβαποριτική λεκάνη του Πρίνου και τη λεκάνη της Ανατολικής Θάσου (Proedrou & Sidirogiannis 1992).

Οι έρευνες πετρελαίου των μολασσικών λεκανών του Β. Αιγαίου είχε σαν αποτέλεσμα την ανακάλυψη κοιτασμάτων αερίων και υγρών υδρογονανθράκων:

- Η λεκάνη της Α. Θράκης είναι μία από τις κυριότερες περιοχές παραγωγής αερίων υδρογονανθράκων της Τουρκίας. Στην περιοχή έχουν ανακαλυφθεί τέσσερα κοιτάσματα αερίων και επιπλέον δύο μικρά κοιτάσματα πετρελαίου. Πετρώματα ταμειυτήρες είναι τουρβιδιτικοί άμμοι του Ανώτερου Ηώκαινου-Μειοκαινού, καθώς και ασβεστόλιθοι πλατφόρμας, ενώ το κυριότερο μητρικό πέτρωμα είναι αργιλικά ιζήματα του Ολιγόκαινου (Karahanoglu et al. 1995).
- Στη Δ. Θράκη, σε γεωτρήσεις της περιοχής Ταύρης, έχουν εντοπιστεί μικρές (όχι εκμεταλλεύσιμες) ποσότητες πετρελαίου, σε σχηματισμούς του Ηώκαινου-Ολιγόκαινου.
- Στη λεκάνη του Πρίνου-Ν. Καβάλας έχουν εντοπιστεί: Ένα κοιτάσμα πετρελαίου (κοίτασμα Πρίνου) που έδωσε περισσότερα από 100 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου. Ένα επιπλέον μικρό κοιτάσμα πετρελαίου (Βόρειος Πρίνος) με παραγωγή 3.500 βαρέλια τη μέρα. Ένα κοιτάσμα αερίων υδρογονανθράκων (Νότιος Καβάλας). Πετρώματα που χρησιμεύουν ως ταμειυτήρες των κοιτασμάτων αυτών είναι Μειοκαινικοί άμμοι, ενώ τα μητρικά πετρώματα των υδρογονανθράκων έχουν εντοπιστεί εντός της εβαποριτικής σειράς του Ανώτερου Μειοκαινού (Parassis et al. 1995).
- Τέλος στη λεκάνη Κατερίνης-Θεσσαλονίκης-Θερμαϊκού έχει εντοπιστεί κοιτάσμα αερίων υδρογονανθράκων στην περιοχή της Επανομής, με μέγιστη παροχή 19 εκατομμύρια κυβικά πόδια αερίου τη μέρα, καθώς και μικρή ποσότητα ελαφρού πετρελαίου. Η δομή σχηματίζεται σε ένα παλαιοαναγλυφο Μεσοζωϊκών ασβεστόλιθων (Ρούσσοσ 1992). Τα μητρικά πετρώματα που έδωσαν αυτούς τους υδρογονάνθρακες είναι αργιλικά ιζήματα του Ανώτερου Ηώκαινου (Rigakis et al. 1995).

#### **Οι πετρελαιοφόρες λεκάνες της Ιόνιας ζώνης (Ελλάδα, Αλβανία)**

Οι επιφανειακές ενδείξεις πετρελαίου της Ιόνιας ζώνης της Ελλάδας και Αλβανίας αποδίδονται κατά κύριο λόγο στους Κατώτερους σχιστόλιθους με Ποσειδώνιες και σε μικρότερο βαθμό στους υπόλοιπους ορίζοντες μητρικών πετρωμάτων.

Στην Ιόνια ζώνη της Ελλάδας έχουν εντοπισθεί πέντε ορίζοντες πιθανών μητρικών πετρωμάτων (Karakitsios 1995, Karakitsios & Rigakis 1996, Rigakis & Karakitsios 1998):

- οι σχιστόλιθοι Βίγλας (Κενομάνιο-Τουρώνιο),
- οι Ανώτεροι σχιστόλιθοι με Ποσειδώνιες (Καλλόβιο-Τιθώνιο),
- οι Κατώτεροι σχιστόλιθοι με Ποσειδώνιες (Τοάρσιο-Ααλένιο),
- οι μάργες της βάσης του Ammonitico Rosso (Κατώτερο Τοάρσιο),
- οι ορίζοντες αργιλικών θραυσμάτων των Τριαδικών λατυποπαγών τα οποία προέρχονται από διάλυση-κατάρρευση εβαποριτών.

Όλοι αυτοί οι ορίζοντες χαρακτηρίζονται από καλό πετρελαϊκό δυναμικό.

Η διατήρηση του οργανικού υλικού στους κατώτερους και ανώτερους σχιστόλιθους από το Τοάρσιο ως το Τιθώνιο με Ποσειδώνιες καθώς και στις μάργες της βάσης του Ammonitico Rosso κατά τη διάρκεια του κατώτερου Τοάρσιου, συνδέεται άμεσα με τη γεωμετρία των υπολεκανών μορφής ημιτάφρων που αναπτύχθηκαν κατά την συν-ταφροσιγενή περίοδο στο εσωτερικό της Ιόνιας λεκάνης

(Karakitsios 1995, Rigakis & Karakitsios 1998). Η διατήρηση του οργανικού υλικού στους σχιστόλιθους Βίγλας συνδέεται με υπολεκάνες που διατηρήθηκαν από την συνέχιση της αλατοκινήσεων κατά τη διάρκεια της μετα-ταφροσιγενούς περιόδου. Έτσι οι ανοξικές συνθήκες δημιουργήθηκαν επιλεκτικά καθ' όλη τη διάρκεια της συνταφροσιγενούς περιόδου και ορισμένες φορές διατηρήθηκαν και κατά τη διάρκεια της μεταταφροσιγενούς περιόδου. Η γεωμετρία των περιορισμένων υπολεκανών ευνόησε την στρώση υδάτων και επομένως την ανάπτυξη τοπικά ανοξικών συνθηκών στα ύδατα του πυθμένα (Karakitsios 1995, Rigakis & Karakitsios 1998). Αυτή η ιδιαίτερη γεωμετρία της συνταφροσιγενούς και μεταταφροσιγενούς περιόδου της Ιόνιας ζώνης επέτεινε την καταγραφή των ανοξικών γεγονότων (Rigakis & Karakitsios 1998) που έχουν καταγραφεί στον ωκεανό της Τηθύος κατά τη διάρκεια του Κατώτερου Τοάρσιου και Κενομάνιου-Τουράνιου (Jenkyns 1988, Farrimond et al. 1989, 1990). Τα πλούσια σε οργανικό υλικό αργιλικά θραύσματα εντός των Τριαδικών λατυποπαγών (Karakitsios & Rigakis 1996, Rigakis & Karakitsios 1998) αποτέθηκαν αρχικά ως στρωματογραφικοί ορίζοντες εντός της εβαποριτικής λεκάνης του Τριαδικού και οι διαδικασίες δημιουργίας των λατυποπαγών από διάλυση-κατάρρευση των εβαποριτών προκάλεσαν επίσης τον κατακερματισμό των αρχικώς πλούσιων σε οργανικό υλικό οριζόντων, οι οποίοι εμφανίζονται σήμερα ως αργιλικά θραύσματα ενσωματωμένα εντός των Τριαδικών λατυποπαγών (Karakitsios & Pomoni-Papaioannou 1998, Rigakis & Karakitsios 1998).

Στην Ιόνια ζώνη της Αλβανίας αναφέρονται όλοι οι παραπάνω ορίζοντες (εκτός αυτών της μαργαϊκής βάσης του Ammonitico Rosso) και επιπλέον αναφέρονται (Curi & Stamuli 1990, Sejdini et al. 1992) μητρικά πετρώματα σε ορίζοντα αργιλικού δολομίτη που τοποθετείται στρωματογραφικά εντός των ασβεστολίθων Παντοκράτορα (Κατώτερο Λιάσιο).

**Ταμιευτήρες** της Ιόνιας σειράς αποτελούν οι Ηωκαινικοί ασβεστόλιθοι και οι δολομίτες του Τριαδικού, Λιάσιου και Κρητιδικού, ενώ **καλύμματα** οι εβαπορίτες (Τριαδικό), ο Ολιγοκαινικός φλύσχης και οι μεταλλικοί Νεογενείς σχηματισμοί. Η θέση των **παγίδων** υδρογονανθράκων της λεκάνης εξαρτάται από την ανάστροφη τεκτονική που έλαβε χώρα κατά την αλπική ορογένεση της Ιόνιας λεκάνης και το ιδιαίτερο τεκτονικό στυλ που την χαρακτηρίζει (Karakitsios 1995).

Στην Ιόνια ζώνη, μέχρι σήμερα, έχουν βρεθεί εκμεταλλεύσιμα πεδία υδρογονανθράκων μόνο στην Αλβανία. Τα πλέον αξιόλογα είναι τα πεδία Patos και Kukona (ανακαλύφθηκαν το 1926 και 1928 αντίστοιχα), εκ των οποίων το πρώτο ήταν το μεγαλύτερο πεδίο της Αλβανίας και ο κύριος παραγωγός κατά το 1970. Βρίσκονται σε Ολιγοκαινικά και Νεογενή ιζήματα της προ-Αδριατικής κατάπτωσης. Από το 1995 και μετά ανακαλύφθηκαν αρκετά πεδία πετρελαίου και αερίου σε αντικλινικές δομές ασβεστολίθων του Ηωκαίνου και Ανώτερου Κρητιδικού. Τα κυριότερα από αυτά είναι: τα πετρελαϊκά πεδία Gorisht-Koculi, Carcani και Ballshi (Sejdini et al. 1992, Curi & Stamuli 1990). Το 1958 ανακαλύφθηκε το δεύτερο μεγαλύτερο πεδίο της Αλβανίας, το πεδίο Marinza δίπλα στο πεδίο Patos. Το πεδίο αυτό όπως και το Patos βρίσκεται παγιδευμένο σε ιζήματα του Μεσοηαινού. Τέλος εκμεταλλεύσιμα πεδία αερίου (Ballaj-Divjaka, Frakulla) ανακαλύφθηκαν σε αντικλινικές δομές, εντός Μειοκαινικών-Πλειοκαινικών ιζημάτων. Τα συνολικά αποθέματα πετρελαίου εκτιμώνται σε 200 εκατομμύρια τόνους και του αερίου σε 1.5 δισεκ. m<sup>3</sup>.

Ας σημειωθεί τέλος, ότι το μόνο κοίτασμα που έχει εντοπιστεί στην Ιόνια ζώνη της Ελλάδας είναι το υποθαλάσσιο κοίτασμα Δ. Κατάκολου, το οποίο είναι οριακά εκμεταλλεύσιμο (Roussos & Marnellis 1995). Οι παραγωγικοί ορίζοντες είναι ασβεστόλιθοι του Ηωκαίνου-Κρητιδικού, εντός παλαιοδομής που καλύπτεται με ασυμφωνία από κλαστικά ιζήματα του Νεογενούς.

#### **Απούλια πλατφόρμα και Ανατολικό περιθωρίο της (Προαπούλια ζώνη ή ζώνη Παξών)**

Στην Προαπούλια ζώνη της Ελλάδας και Αλβανίας δεν έχουν εντοπιστεί μέχρι σήμερα εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα υδρογονανθράκων. Από την πετρελαϊκή έρευνα διαπιστώθηκε ότι τα κυριότερα **μητρικά πετρώματα** πετρελαίου αντιστοιχούν σε σχιστόλιθους του Ανώτερου Ιουρασικού, ενώ οι **ταμιευτήρες** αναμένονται στην ανθρακική σειρά του Ιουρασικού-Μειοκαίνου. Πιθανές **παγίδες** των υδρογονανθράκων αποτελούν τα μεγάλα αντίκλινα που χαρακτηρίζουν αυτή τη ζώνη.

Στα τμήματα της Απούλιας πλατφόρμας και του περιθωρίου της που βρίσκονται γεωγραφικά στην Ανατολική Μεσόγειο, έχουν εντοπιστεί πετρελαϊκά πεδία στη Νότια Αδριατική εντός Ιουρασικών και Κρητιδικών ασβεστόλιθων, καθώς και πεδία αερίου σε Μειοκαινικές άμμους (Pieri & Mattavelli 1986). Στην περιοχή αυτή οι **παγίδες** βρίσκονται στα ανώτερα τμήματα των ασβεστόλιθων, παγιδευμένα από ρήγματα, καθώς και εντός των υπερκείμενων κλαστικών ιζημάτων (Pacchiarotti 1982).



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα κοιτάσματα υδρογονανθράκων που έχουν εντοπισθεί στην Ανατολική Μεσόγειο κατανέμονται γεωγραφικά, τόσο στην χέρσο που την περιβάλλει, όσο και στον υποθαλάσσιο χώρο της. Το γεωλογικό πλαίσιο των διαφόρων πετρελαϊκών λεκανών που περιγράψαμε προηγουμένως, δημιούργησε τις αντίστοιχες επαρχίες, πεδία και κοιτάσματα της Ανατολικής Μεσογείου και επιτρέπει να τα κατατάξουμε στις εξής κατηγορίες:

- *Κοιτάσματα λεκανών Πλατφόρμας με συμμετοχή ταφροποίησης (rifting)*. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα πεδία των λεκανών Σύρτη της Λιβύης.
- *Κοιτάσματα λεκανών περιθωρίου*, όπως το πετρελαϊκό πεδίο Helez-Brur-Kokhav του Ισραήλ.
- *Κοιτάσματα λεκανών πλατφόρμας σε συνδυασμό με δελταϊκές λεκάνες*, όπως τα πεδία του δέλτα του Νείλου.
- *Κοιτάσματα λεκανών πλατφόρμας με συμμετοχή ή όχι ταφροποίησης (rifting) που υπέστησαν ορογένεση*, όπως τα πεδία της Συρίας-ΝΑ Τουρκίας και τα κοιτάσματα της Ιόνιας ζώνης της Ελλάδας και Αλβανίας (συμμετοχή ταφροποίησης), καθώς και τα πετρελαϊκά πεδία της Απούλιας πλατφόρμας της Νότιας Αδριατικής και τα πιθανά κοιτάσματα της Απούλιας και του Προαπούλιου περιθωρίου της στην Ελλάδα και Αλβανία (απουσία ταφροποίησης).
- *Κοιτάσματα λεκανών περιθωριακής λεκάνης (οπισθοτόξου)*, όπως τα κοιτάσματα των λεκανών του Βορείου Αιγαίου.
- *Πιθανά κοιτάσματα ορογενετικών λεκανών*, όπως τα πιθανά κοιτάσματα ορισμένων μικρών εσωτερικών λεκανών της Τουρκίας.

Η βαρύτητα αυτών των λεκανών όπως προκύπτει από τα μέχρι σήμερα στοιχεία κυμαίνεται από τα γιγαντιαία πεδία της Συρίας μέχρι τα μικρά κοιτάσματα της Ιονίου ζώνης της Ελλάδας. Από τα υπάρχοντα κοιτάσματα της Ανατολικής Μεσογείου παράγονται ποσότητες πετρελαίου και αερίου που δεν επαρκούν για την ικανοποίηση των αυξανόμενων αναγκών που υπάρχουν σε αυτό το χώρο. Η σχέση παραγωγής προς κατανάλωση υδρογονανθράκων είναι περίπου 5/7 (Ρούσσοσ 1997). Η κατάσταση αυτή εξαναγκάζει την περιοχή της Μεσογείου να βρίσκεται σε συνεχή εξάρτηση από εισαγωγές πετρελαίου και αερίου (κυρίως οι χώρες των Βορείων και Ανατολικών ακτών της Μεσογείου) και επομένως προβάλλει άμεσα η ανάγκη ανακάλυψης νέων κοιτασμάτων στην περιοχή.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abu-Jaber N.S., Kimberley M.M. & Cavaroc V.V. (1989). Mesozoic-Paleogene basin development within the Mediterranean borderland. *Journal of Petroleum Geology*, v. 12(4), p. 419-436.
- Bally A.W. & Snelson S. (1980). Realms of subsidence. In: *Facts and Principles of World Petroleum Occurrence* (Ed. by A.D. Miall), *Can. Soc. petrol. Geol. Mem.* 6, p. 9-75.
- Bein A. & G. Gvirtzman (1977). A Mesozoic fossil edge of the Arabian plate along the Levant coastline and its bearing on the evolution of the eastern Mediterranean, in B. Biju-Duval and L. Montadert, eds., *Structural history of the Mediterranean basins*: Paris, Edition Technip, p. 95-110.
- Bein A. & ZVI Sofer (1987). Origin of Oils in Helen Region, Israel-Implications for Exploration in the Eastern Mediterranean. *AAPG Bulletin*, v. 71, n. 1, p. 65-75.
- Best J.A., Barazangi M., Al-Saad D., Sawaf T. & Gerban A. (1993). Continental margin evolution of the Northern Arabian platform in Syria. *AAPG Bulletin*, v. 77, n. 2, p. 173-193.
- Clifford H.J., Grund R. & Musrati H. (1979). Geology of a stratigraphic giant - Messla oil field Libya. *AAPG Bulletin*, v. 63, 3, p. 433 (abstract).
- Curi F. & Stamuli Th. (1990). Geochemical conditions of hydrocarbon generation, migration and accumulation in carbonate and molasse deposits. *Bul. Nafta dhe Gazi* 1: p. 97-111.
- Dercourt J., Zonenshain L.V., Ricou L.E., Kasmin V.G., Le Pichon X., Knipper A.L., Grandjacquet C., Sborshchikov I.M., Boulin J., Sorokhtin O., Geyssant J., Lepvrier C., Biju-Duval B. Sibuet J.C., Savostin L.A. Westphal M. & Lauer J.P. (1985). Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamir since the Lias. *Tectonophysics*, Amsterdam, 123, 1-4, p. 241-315.
- Derin B. (1974). The Jurassic of central and northern Israel: PhD Thesis, Hebrew University, Jerusalem, Israel (in Hebrew, with English abstract), 152 p.
- Dickinson W.R. (1974). Plate tectonics and sedimentation. In: *Tectonics and Sedimentation* (Ed. by W.R. Dickinson), 1-27, *Spec. Publ. Soc. econ. Paleont. Mineral.*, 22, Tulsa, Oklahoma.



- Farrimond, P., Eglinton, G., Brassell, S. C. & Jenkyns, H. C. (1989) Toarcian anoxic event in Europe: An organic geochemical study. *Marine and Petroleum Geology*, v. 6, p.136-147.
- Farrimond P., Eglinton G., Brassell S. C. & Jenkyns H. C. (1990) The Cenomanian/Turonian anoxic event in Europe: An organic geochemical study. *Marine and Petroleum Geology*, v. 7, p. 75-89.
- Fraser W.W. (1967). Geology of the Zelten field. Proc. 7<sup>th</sup> World Petroleum Congr. (Mexico). 2. p. 259-264.
- Gillespie J. (1967). The geology of the Sarir oil field, Sirte Basin, Libya. Proc. 7<sup>th</sup> World Petroleum Congr. (Mexico), 2, p. 181-193.
- Gonulden P. (1976). An outline of the oil basins of Turkey. *Oil & Gas Journal*, August 24, p. 94-95.
- Harpur O.B. & Gokcen S.L. (1991). Application of the Organic facies method in the Thrace Basin. *Sedimentary Geology*, 72, p. 171-187.
- Ince D.M., S. Deibis, A. Mcsherry & W.P. Seymour (1988). Stratigraphic Framework, Sedimentology and Structural Setting of Miocene-Pliocene Sediments of the Abu Qir Area, Offshore Nile Delta. Abstract of the AAPG Mediterranean Basins Conference, Nice 1988, France.
- Jenkyns, H. C. (1988) The Early Toarcian (Jurassic) anoxic event: Stratigraphic, sedimentary. and geochemical evidence. *Am. J. Sci.* 288, p. 101-151.
- Karahanoglou N., Erler A. & Illez H. I. (1995). Mathematical approach to hydrocarbon generation history and source rock potential in the Thrace Basin, Turkey. *Marine and Petroleum Geology*, v. 12, No 6, p. 587-596.
- Karakitsios, V. (1995) The influence of preexisting structure and halokinesis on organic matter preservation and thrust system evolution in the Ionian basin, Northwestern Greece. *AAPG Bulletin*, v. 79, p. 960-980.
- Karakitsios, V. & Rigakis, N. (1996) New oil source rocks cut in Greek Ionian basin. *Oil & Gas Journal*, v. 94(7), p. 56-59.
- Karakitsios, V. & Pomoni-Papaioannou, F. (1998). Sedimentological study of the Triassic solution-collapse breccias of the Ionian zone (NW Greece). *Carbonates & Evaporites*, v. 13, n. 2, p. 207-218.
- Le Pichon & Angelier (1979). The Hellenic Arc and Trench system: a key to the neotectonic evolution of the Eastern Mediterranean area. *Tectonophysics*, v. 60, p. 1-42.
- Pacchiarotti E. (1982). Exploration effort in the Italian offshore: Milan, Italian-Norwegian Seminar. Agip, 15 p.
- Parassis A., Palacas J. G. & Rigakis N. (1995). Oil and source rock evaluation in Prinos basin. North Aegean sea. Abstracts of the Conference: Petroleum Potential of the Balkan Region, p. 30-31. Balkan and Black Sea Petroleum Association & Petroconsultants S. A.
- Pieri M. & L. Mattavelli (1986). Geological Framework of Italian Petroleum Resources. *AAPG Bulletin*, v. 70, n. 2, p. 103-130.
- Proedrou, P. & T. Sidiropoulos (1992). Prinos field - Greece, Aegean basin, in N.H. Foster and E.A. Beaumont, eds., Structural traps VI, Treatise of petroleum geology - Atlas of oil and gas fields. *AAPG*, p. 275-291.
- Rigakis N., Parassis A. & Georgala D. (1995). The origin of hydrocarbons and the source rock potential in the Thermaikos basin, Eastern Greece. Abstracts of the Conference and Exhibition: Modern Exploration and Improved Oil and Gas Recovery Methods, Cracow, Poland, p. 174-175. Geosynoptics Society GEOS.
- Rigakis N. & Karakitsios V. (1988). The source rock horizons of the Ionian Basin (NW Greece). *Marine and Petroleum Geology*, v. 15, p. 593-617.
- Roberts J.M. (1970). Amal field, Libya. *Mem. AAPG*, v.14, p. 438-448.
- Ρούσσος Ν. (1992). Το κοίτασμα αερίων υδρογονανθράκων της Επανομής (Θεσσαλονίκη). Ένα παράδειγμα ρωγματομένου ταμειευτήρα. *Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας*, τ. XXVIII/2, σ. 507-523.
- Ρούσσος Ν. (1994). Στρωματογραφία και παλαιογεωγραφική εξέλιξη των Παλαιογενών μολассικών λεκανών του Β. Αιγαίου. *Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας*, τ. XXX/2, σ. 275-294.
- Ρούσσος Ν. (1997). Έρευνα και εκμετάλλευση υδρογονανθράκων στη περιοχή της Μεσογείου και τελευταίες εξελίξεις στον Ελληνικό χώρο. 3<sup>η</sup> Ελληνο-Κυπριακή συνάντηση εμπειρογνομώνων για το Δίκαιο της Θάλασσας και το Ναυτικό Δίκαιο, Λευκωσία 1997, 5 σ.

- Roussos N. & Marnelis F. (1995). Greece licensing round to focus on Western sedimentary basins. *Oil & Gas Journal*, v. 93(10), p. 58-62.
- Sanford R.M. (1970). Sarir field, Libya. *Mem. AAPG*, v.14, p. 449-476.
- Sejdini B., P. Constantinescu & T. Piperi (1992). Petroleum Exploration in Albania. In: Popescu B. (Ed.), *Hydrocarbons of Eastern Central Europe*, p. 1-27.
- Terry C.E. & Williams J.J. (1969). The Idriss "A" bioherm and oil field. In: *The Exploration for Petroleum in Europe and N Africa*, p. 31-48. The Institute of Petroleum; Adlard and Son Ltd. Dorking, U.K.
- Thompson S. & S. Deibis (1988). Aspects of Oil and Gas Prospectivity in Offshore Nile Delta, Based on Geochemical Evaluation of Abu Qir Wells, Oils and Gases. Abstract of the AAPG Mediterranean Basins Conference, Nice 1988, France.
- Wigger S., H. Nada, M. Simpson & J. Shallow (1997). Exploration Cycle and Success in the Ras El Barr Concession, Nile Delta, Egypt. Abstract of the International Geophysical Conference and Exposition, Istanbul 1997, Turkey, p. 112.