



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ-ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΑΣ-ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΥΔΟΚΙΑ Α. ΛΕΟΝΤΙΔΟΥ

ΑΕΜ 4895

ΛΙΘΟΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ ΣΤΟ ΒΟΡΕΙΟ ΙΟΝΙΟ ΚΑΙ ΣΤΗ
ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΣ
ΤΟΥΣ ΜΕ ΠΕΤΡΕΛΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

2017



ΕΥΔΟΚΙΑ Α. ΛΕΟΝΤΙΔΟΥ

ΛΙΘΟΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ ΣΤΟ ΒΟΡΕΙΟ ΙΟΝΙΟ ΚΑΙ ΣΤΗ
ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥΣ
ΜΕ ΠΕΤΡΕΛΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας

Εργαστήριο Κοιτασματολογίας

Επιβλέπων:

Καθηγητής Ανδρέας Ν. Γεωργακόπουλος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία επιχειρείται η περιγραφή της τεκτονικής εξέλιξης της Ιονίου ζώνης της Ελλάδας, καθώς και ο συσχετισμός της με πετρελαϊκά συστήματα. Το πετρέλαιο είναι ένα φυσικό καύσιμο που απασχολεί κατά ένα μεγάλο βαθμό την ανθρωπότητα τα τελευταία χρόνια, μιας και έχει πρωταρχικό ρόλο στην παραγωγή ενέργειας, θέμα υψίστης σημασίας. Ιδιαίτερα στη χώρα μας, η παρουσία του έχει προκαλέσει μεγάλο ενδιαφέρον στον επιστημονικό χώρο σε παγκόσμια κλίμακα. Η τελευταία πιο συζητημένη περιοχή είναι αυτή της Ιονίου ζώνης. Έχουν ήδη ξεκινήσει τα πρώτα βήματα ώστε να γίνει μια πρώτη έρευνα στο χώρο αυτό. Για το λόγο αυτό θα γίνει μια προσπάθεια περιγραφής, της περιοχής αυτής, στην παρακάτω εργασία.

Αρχικά περιγράφεται ένα ολοκληρωμένο πετρελαϊκό σύστημα. Γίνεται λόγος για τα κύρια χαρακτηριστικά του και τις διαδικασίες που απαιτούνται, ώστε να υπάρξει πετρέλαιο (ίσως και φυσικό αέριο) και ακολουθεί μια πιο λεπτομερής περιγραφή όλων των συνθηκών.

Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στους λιθοστρωματογραφικούς σχηματισμούς της Ιονίου ζώνης. Έχουν ασβεστολιθικό κυρίως χαρακτήρα με μερικές χαρακτηριστικές εξαιρέσεις που κάνουν ιδιαίτερης σημασίας τη θέση αυτή. Επίσης οφείλουμε να αναφερθούμε λεπτομερώς στην τεκτονική της εξέλιξη. Είναι μεγάλης σημασίας η σωστή ανάλυση των συμπιεστικών και εφελκυστικών τάσεων που ασκήθηκαν και ασκούνται στους σχηματισμούς αυτούς, ώστε να βγει ένα σωστό συμπέρασμα για το συσχετισμό τους με πετρελαϊκά συστήματα και να αναπτυχθούν διάφορες θεωρίες.

Η εργασία ολοκληρώνεται με την παράθεση συμπερασμάτων σχετικά με τις πιο πιθανές θέσεις πετρελαίου και τη βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε.



This thesis attempts to describe the tectonic evolution of the Ionian zone of Greece and its correlation with oil systems. Oil is a fossil fuel that employs a large degree of humanity in recent years, and has a primary role in energy production, of utmost importance. Especially in our country, its presence has caused great interest in science worldwide. The last most disputed area is the Ionian zone. The first steps have already begun to become a first survey in this area. For this reason it will be an attempt for a description of this region, in the following essay.

In the beginning it is described a complete petroleum system. There is a reference about the key features and procedures required to be oil (maybe natural gas), followed by a more detailed description of all circumstances. Then refer to the lithostratigraphical formations zone Sea. Mainly they are limestones with some typical exceptions that make particularly important this position.

Also it has to be mentioned in detail the tectonic evolution. It is very important the correct analysis of compressive and tensile stresses exerted and exercised in these formations to emerge a correct conclusion about the correlation of petroleum systems and developed various theories.

Complete by citing the conclusions about the most likely oil positions and literature used.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΠΕΤΡΕΛΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

1.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ

2. ΛΙΘΟΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

3. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ

4. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΙ ΠΕΤΡΕΛΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

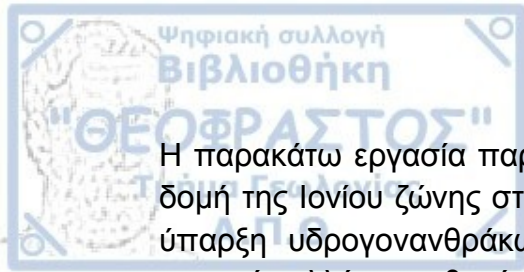
4.1 ΘΕΩΡΙΕΣ

4.2 ΠΙΘΑΝΕΣ ΘΕΣΕΙΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Από τα πιο φλέγοντα θέματα που έχει απασχολήσει την ελληνική κοινή γνώμη τις τελευταίες δεκαετίες, είναι το αν υπάρχουν τελικά πετρελαϊκά κοιτάσματα στη χώρα μας. Ήδη από το 1973 ανακαλύφθηκαν τα κοιτάσματα πετρελαίου και φυσικού αερίου του Πρίνου και της Καβάλας όπου και αποτελούν το κύριο κοίτασμα εκμετάλλευσης στην Ελλάδα, με 12 θαλάσσιες γεωτρήσεις σε λειτουργία μέχρι και σήμερα, ενώ με ταυτόχρονες έρευνες για νέα αποθέματα στην περιοχή. Ταυτόχρονα έρευνες για υδρογονάνθρακες γίνονται και στη δυτική Ελλάδα, αν και η οικονομική αδυναμία έχει προκαλέσει μεγάλες δυσκολίες. Συνολικά έχουν πραγματοποιηθεί 68 χερσαίες και 13 θαλάσσιες γεωτρήσεις με πιο γνωστή, μιας και ήταν αρκετά ελπιδοφόρα, τη γεώτρηση στο Κατάκολο. Στα τέλη του 2014, ένα σημαντικό γεγονός προέκυψε, ο 2ο γύρος του Διεθνούς Offshore Licensing (άδεια για θαλάσσια έρευνα), όπου πιστοποιήθηκαν τα όρια 20 νέων γεωτρήσεων και το επίκεντρο ήταν και πάλι στην περιοχή ανοικτής θάλασσας. Οι ακτές που δόθηκαν προς έρευνα στη δυτική και νότια Ελλάδα καλύπτουν έκταση περίπου 225.000 km² και οριοθετούνται στα βόρεια από τα θαλάσσια ύδατα της Αλβανίας, την Ιταλία στα δυτικά, τη Λιβύη και την Αίγυπτο στο νότο, την Κύπρο και την Τουρκία στα νοτιοανατολικά καθώς και από την χερσαία περιοχή της Ελλάδας στην Ήπειρο, την Πελοπόννησο και την ακτή της Κρήτης προς τα ανατολικά και βόρεια. Περίπου 12500 χλμ σε γραμμική ευθεία καλύφθηκαν από δύο διαστάσεων σεισμικές, βαρυτικές και μαγνητικές έρευνες που έδωσαν δεδομένα για το θαλάσσιο χώρο της δυτικής και νότιας Ελλάδας, σε συνδυασμό με τα σεισμικά δεδομένα που συλλέχθηκαν από γραμμικές έρευνες 9000 χλμ. Δυστυχώς οι έρευνες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα είναι αποσπασματικές, με αποτέλεσμα να ανακαλυφθεί ένας περιορισμένος αριθμός επιβεβαιωμένων κοιτασμάτων. Τα δεδομένα νέων ερευνών είναι ιδιαίτερα ελπιδοφόρα για την ανακάλυψη νέων κοιτασμάτων πετρελαίου στο Ιόνιο και νότια της Κρήτης. Μιας και γειτονικές χώρες με ανάλογα γεωλογικά χαρακτηριστικά, όπως η Ιταλία, η Αλβανία και η Τουρκία, έχουν αποδειχτεί πετρελαιοπαραγωγικές, η Ελλάδα θα μπορούσε να είναι επίσης μία από αυτές. Η έλλειψη όμως σωστών γεωτρήσεων (μεγάλου βάθους, σε σωστά στοχευμένα σημεία) έχουν κατατάξει τη χώρα μας στην κατηγορία «frontier area» (ανεξερεύνητη περιοχή). Μπορεί το ερώτημα «υπάρχουν υδρογονάνθρακες στην Ελλάδα» να μην έχει σίγουρη απάντηση, όμως σίγουρα έχει θετική απάντηση το αν διαθέτει δυνατότητες ανακάλυψης και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων.



Η παρακάτω εργασία παραθέτει τις κυριότερες θεωρίες πάνω στην τεκτονική δομή της Ιονίου ζώνης στις οποίες βασίζονται μοντέλα που υποστηρίζουν την ύπαρξη υδρογονανθράκων στη Δυτική και Νότια Ελλάδα, καθώς και τις γνωστές αλλά και πιθανές θέσεις τους.

1. ΠΕΤΡΕΛΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Για την ανάλυση των πετρελαϊκών συστημάτων, η επιστήμη της γεωλογίας πετρελαίου αξιολογεί επτά βασικά στοιχεία μέσα στις ιζηματογενείς λεκάνες⁽¹⁾:

- 1) Μητρικό πέτρωμα (source rock)
- 2) Μετανάστευση (migration)
- 3) Πέτρωμα ταμιευτήρας (reservoir)
- 4) Πέτρωμα-κάλυμμα (seal ή cap rock)
- 5) Δομή παγίδευσης (trap)
- 6) Ωρίμανση (maturation)
- 7) Χρόνος (timing)

1.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ

1) Μητρικό πέτρωμα

Πέτρωμα ιζηματογενές που αποτέθηκε στο παρελθόν και είναι πλούσιο σε οργανική ύλη.

Σημαντικός παράγοντας είναι ο βαθμός θερμικής ωρίμανσης. Κατά τη διάρκεια της διαγένεσης η θερμοκρασία πρέπει να είναι από 60 έως 120 βαθμούς Κελσίου. Για τη μέτρηση της θερμοκρασίας αυτής μέσα στο πέτρωμα γίνονται γεωχημικές αναλύσεις για τον προσδιορισμό του κηρογόνου.

Το κηρογόνο είναι ένα μείγμα οργανικών ενώσεων που βρίσκεται μέσα στα ιζηματογενή πετρώματα και έχει την ιδιότητα να μένει αδιάλυτο στους συνήθεις οργανικούς διαλύτες, πράγμα που το κάνει πολύ χρήσιμο στις αναλύσεις που λαμβάνουν χώρο στο εργαστήριο. Η οργανική ύλη αποτελείται από κηρογόνο και βιτουμένιο, αλλά ιδιαίτερης σημασίας είναι το πρώτο, όπως αναφέρθηκε.

Ανάλογα με τη σύσταση του κηρογόνου, προκύπτουν διαφορετικής ποιότητας προϊόντα, τα εξής ακόλουθα:

Τύπος I: κηρογόνο που περιέχει αλγινίτη και άμορφη οργανική ύλη € σχηματισμός πετρελαίου

Τύπος II: πλανκτονικό κηρογόνο ή θειούχο κηρογόνο € σχηματισμός πετρελαίου ή και μίξη πετρελαίου με αέριο

Τύπος III: χουμικό κηρογόνο € σχηματισμός αερίου ή μίξη πετρελαίου και αερίου

Τύπος IV: οργανικό υπόλειμμα

Από κηρογόνα τύπου I, II, III μπορούν να σχηματιστούν υδρογονάνθρακες σε αντίθεση με τον τελευταίο τύπο. ⁽²⁾

Βασικές προϋποθέσεις που πρέπει να πληροί το μητρικό πέτρωμα ώστε να είναι δυνατή η ύπαρξη πετρελαίου είναι:

α) μέσα σε μια ιζηματογενή λεκάνη να αποτεθούν μεγάλου πάχους ιζηματογενή πετρώματα, πλούσια σε οργανική ύλη

β) ο βαθμός ωρίμανσης να είναι ανάμεσα στο όρια 60-150 βαθμοί Κελσίου. Το «παράθυρο» αυτό ονομάζεται «παράθυρο πετρελαίου». Σε θερμοκρασία 120 έως 200 βαθμούς Κελσίου βρίσκεται το «παράθυρο φυσικού αερίου».

γ) η έλλειψη οξυγόνου στη θαλάσσια στήλη πάνω από τα ιζήματα, καθώς και στον πυθμένα της θάλασσας (μιας και αναφερόμαστε σε θαλάσσιο χώρο)

Περιβάλλοντα με μεγάλες πιθανότητες ύπαρξης ελπιδοφόρων μητρικών πετρωμάτων είναι:

Λίμνες, δελταϊκά περιβάλλοντα (κυρίως θερμών ζωνών), ηπειρωτικά περιθώρια, παράκτιες λίμνες ⁽³⁾

2) Μετανάστευση (migration)

Από το κηρογόνο προκύπτουν τα μόρια υδρογονανθράκων. Τα δεύτερα όμως καταλαμβάνουν περισσότερο χώρο μέσα στο μητρικό πέτρωμα,

σε σχέση με το πρώτο, συνεπώς αποβάλλονται με τη διαδικασία της μετανάστευσης. Πιο συγκεκριμένα, τα μόρια υδρογονανθράκων οδηγούνται σε γειτονικά πετρώματα, κορεσμένα σε νερό. Οι υδρογονάνθρακες είναι ελαφρύτεροι από το νερό οπότε οδηγούνται προς τα πάνω, κινούμενοι μέσα στους πόρους των πετρωμάτων. Η πρώτη κίνηση που λαμβάνει χώρα μέσα στο μητρικό πέτρωμα ονομάζεται πρωτογενής μετανάστευση, ενώ εκείνη που γίνεται μέσα στα γειτονικά πετρώματα ονομάζεται δευτερογενής μετανάστευση.

3) Πέτρωμα ταμιευτήρας (reservoir)

Τα γειτονικά πετρώματα με το μεγάλο πορώδες που επιτρέπουν την κίνηση των υδρογονανθράκων μέσα σε αυτά ονομάζονται «πετρώματα ταμιευτήρες».

Στις ιζηματογενείς λεκάνες συναντώνται συχνά πετρώματα που επιτρέπουν την κίνηση-μετανάστευση του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους διακρίνονται σε:

-Κροκαλοπαγή, με πολύ μεγάλους κόκκους

-Άμμοι και ψαμμίτες, με μικρούς κόκκους, συγκολλημένους

-Ιλυόλιθοι και πηλόλιθοι, με μικρότερους κόκκους⁽⁴⁾

Το σημαντικό όμως χαρακτηριστικό των πετρωμάτων αυτών είναι το πορώδες, οι κενοί δηλαδή χώροι ανάμεσα στους κόκκους. Πετρώματα με μεγάλο πορώδες εμφανίζουν συχνά πολύ καλή διαπερατότητα, χωρίς απαραίτητα να ισχύει και το αντίστροφο. Δείγματα συλλέχθηκαν από διάφορους σχηματισμούς της επιφάνειας για να γίνουν μετρήσεις σχετικά με το πορώδες και τη διαπερατότητα. Συγκεκριμένα τα δείγματα από τη γεώτρηση Ιωάννινα 1. Έδειξαν ότι όλοι οι σχηματισμοί φέρουν περίπου το ίδιο πορώδες όμως υπάρχει ποικιλία στο βαθμό διαπερατότητας.⁽¹²⁾

Οι καλύτεροι ταμιευτήρες είναι οι ψαμμίτες και τα ανθρακικά πετρώματα και ακολουθούν τα ρηγματωμένα πετρώματα.

4) Πέτρωμα-κάλυμμα (seal ή cap rock)

Αδιαπέρατο πέτρωμα που λειτουργεί ως εμπόδιο και εγκλωβίζει τα μόρια υδρογονανθράκων μέσα στο πέτρωμα ταμιευτήρα.⁽⁵⁾

Τρεις είναι οι κατηγορίες καλυμμάτων που μπορούν να συναντηθούν:

- A) Μεγάλου πάχους ιζήματα που κάλυψαν γρήγορα τον ταμιευτήρα
- B) Διάφορων ειδών πλαστικά ιζήματα αποτίθενται πάνω στον ταμιευτήρα και επιτρέπουν έτσι την πτύχωση των υπερκείμενων στρωμάτων, δευτερογενής τεκτονική που δε συμβαδίζει με την τεκτονική της περιοχής.
- Γ) Συνεκτικό και αδιαπέρατο στρώμα-οροφή πάνω στον ταμιευτήρα, με πιο χαρακτηριστικά τους συμπαγείς ασβεστόλιθους και τους αργιλικούς σχίστες.

Με βάση τα παραπάνω, καταλληλότερα πετρώματα, είναι οι άργιλοι και τα στρώματα κρυσταλλικού άλατος

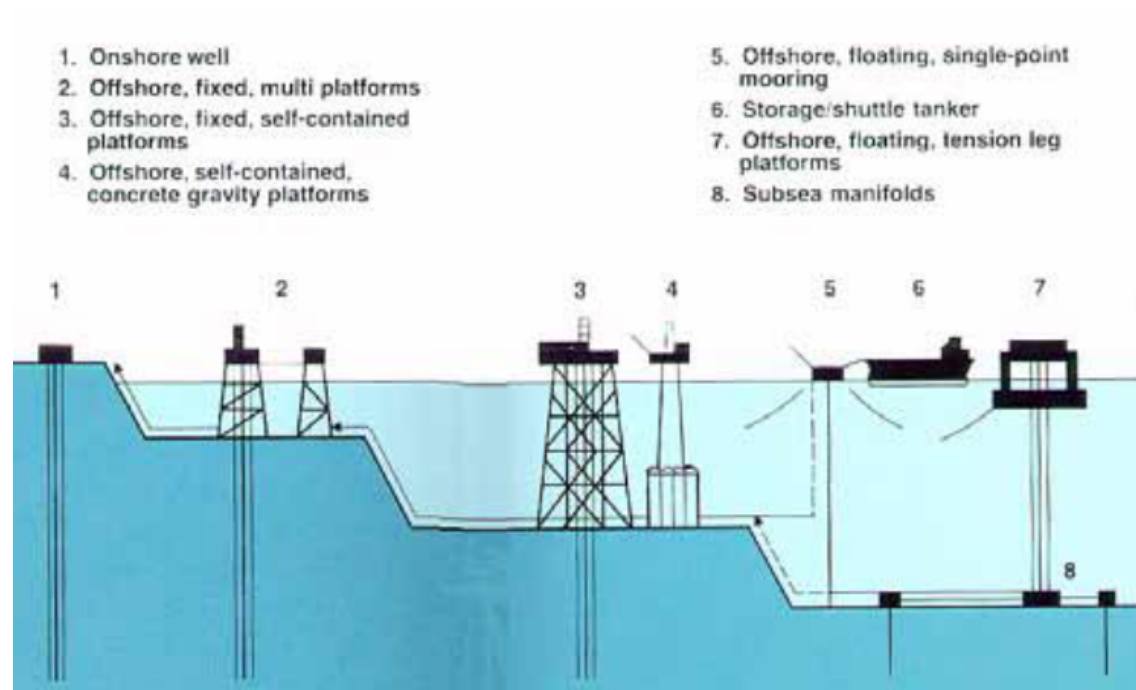
5) Δομή παγίδευσης (trap)

Για να μπορέσει να βρεθεί το πετρέλαιο σε μεγάλες ποσότητες, πρέπει μέσα στον ταμιευτήρα να υπάρχει μια δομή, ένας χώρος τέτοιος που να επιτρέπει τη συγκέντρωσή του. Η δομή παγίδευσης είναι μια στρωματογραφική ή δομική γεωλογική ενότητα⁽⁶⁾. Μπορεί να είναι για παράδειγμα ένα ρήγμα ή ένας θόλος.

6) Ωρίμανση (maturation)

Τρεις παράμετροι λαμβάνονται υπόψη για τον υπολογισμό του βαθμού ωρίμανσης: Η μέγιστη θερμοκρασία πυρόλυσης, ο δείκτης παραγωγής και ο δείκτης υδρογόνου. Η μέγιστη θερμοκρασία, είναι μια τιμή μικρότερη από το ανώτερο όριο θερμοκρασίας του παραθύρου του πετρελαίου, δηλαδή 435 βαθμοί Κελσίου. Ο δείκτης παραγωγής παίρνει τιμές μικρότερες από 0,1 ενώ ο δείκτης οξυγόνου είναι πολύ υψηλός⁽⁷⁾

Για να επιβεβαιωθεί η ύπαρξη των παραπάνω δομών απαιτούνται ερευνητικές γεωτρήσεις. Οι γεωτρήσεις αυτές μπορούν να βρίσκονται στην ήπειρο (onshore) ή στη θάλασσα (offshore), με τις δεύτερες να μεγαλώνουν το βαθμό δυσκολίας της διαδικασίας εύρεσης και εξόρυξης πετρελαίου. Αυτός είναι και ένας από τους λόγους που η έρευνα για πετρέλαια στην Ιόνιο θάλασσα είναι ιδιαίτερα δύσκολη και ακριβή.



Εικόνα 1. Oil and Gas Production Handbook ABB

2.ΛΙΘΟΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Η Ιόνιος ζώνη χαρακτηρίζεται γεωλογικά ως μια λεκάνη με ημιπελαγονική-πελαγονική ιζηματογένεση. Αποτελείται καθαρά από αλπικά ιζήματα και διακρίνεται σε τρεις υποζώνες, την εσωτερική (ανατολική), την αξονική και την εξωτερική (δυτική) που προέκυψαν από την Ιουρασική φάση εφελκισμού. Κύριοι λιθοστρωματογραφικοί σχηματισμοί της είναι η εβαποριτική σειρά (Πέρμιο-Τριαδικό), η ανθρακική σειρά (Άνω Τριαδικό-Άνω Ηώκαινο) και ο φλύσχος (Άνω Ηώκαινο).⁽¹⁰⁾

Πιο αναλυτικά:

Εβαποριτική σειρά:

Κοιτάσματα γύψου και ανυδρίτη κατά μήκος των μεγάλων ρηγμάτων και επιππεύσεων της περιοχής, με τα δεύτερα να μην έχουν επιφανειακές εμφανίσεις. Η σειρά αυτή συνοδεύεται κατά κανόνα από Τριαδικά λατυποπαγή πετρώματα. Τα λατυποπαγή αυτά αποτελούνται από κροκάλες μαύρων ασβεστόλιθων και το συγκολλητικό υλικό είναι αργιλικό.

Ανθρακική σειρά:

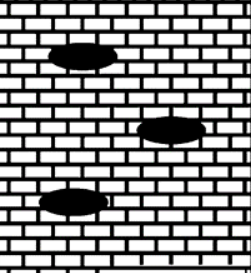
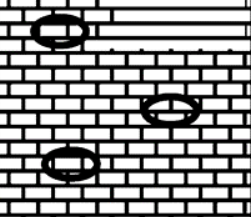
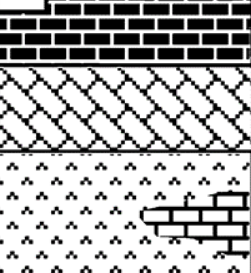
Για την ανάπτυξη της ανθρακικής σειράς θα αναφερθούν οι ανθρακικοί σχηματισμοί από τον παλαιότερο στο νεότερο.

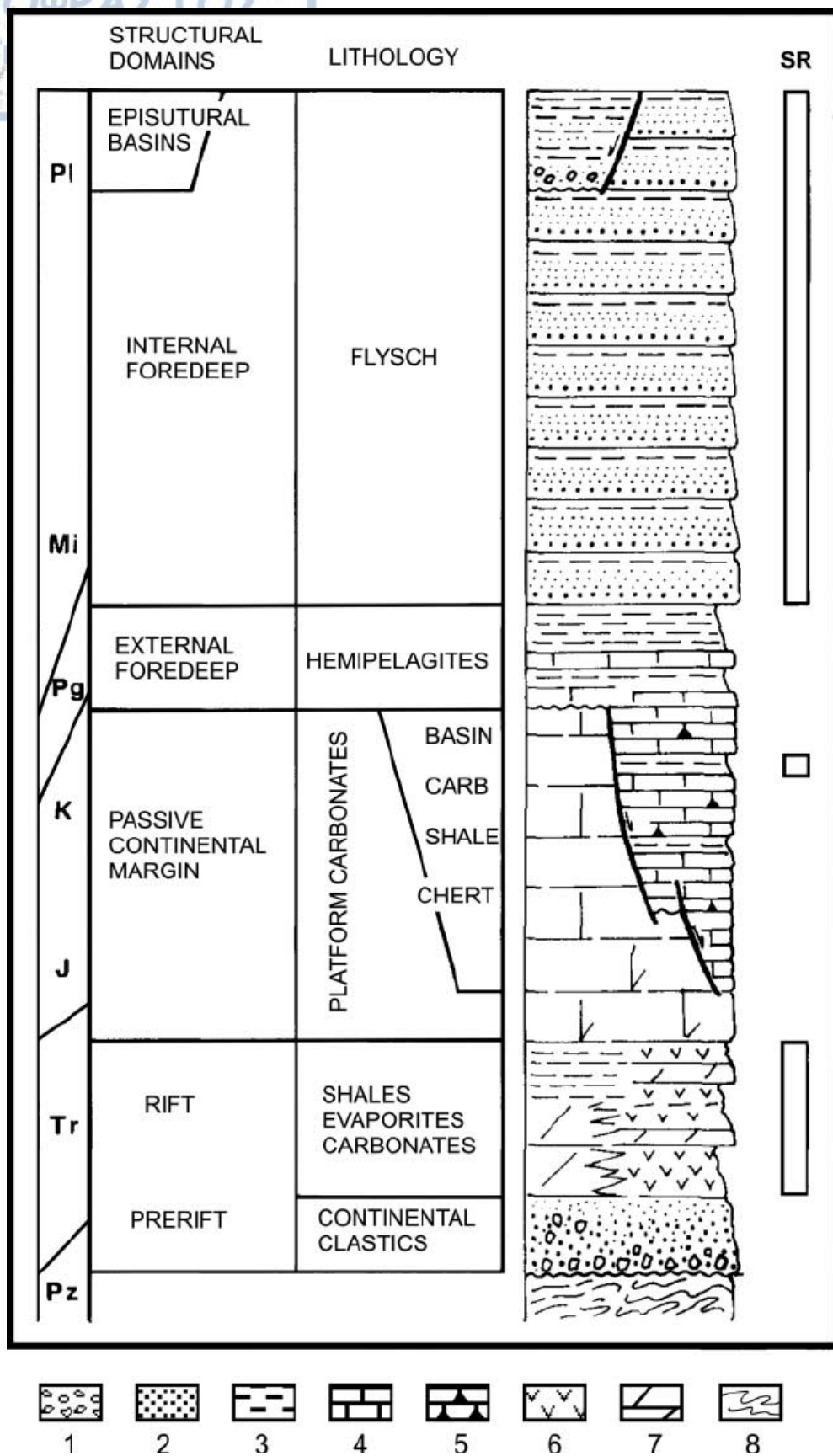
1. Δολομίτες και δολομιτωμένοι ασβεστόλιθοι, γνωστοί με το όνομα «ασβεστόλιθοι Φουσταπήδημα» (Άνω Τριαδικό-Μέσο Λάσιο)
2. Ασβεστόλιθοι Σινιών και Παντοκράτορα (Νόριο-Μέσο Λάσιο). Συμπαγείς, νηριτικοί, λευκότεφροι ασβεστόλιθοι, μεγάλου πάχους.
3. Σχιστόλιθοι με Ποσειδώνιες (Άνω Λάσιο-Δογγέριο)
4. Ασβεστόλιθοι Βίλγας (Άνω Ιουρασικό-Άνω Κρητιδικό)
5. Ασβεστόλιθοι με πυριτικές ενστρώσεις
6. Ασβεστόλιθοι (Άνω Σενώνιο)
7. Λεπτοπλακώδεις, μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθοι Ηωκαίνου με πυριτικούς κονδύλους.

Φλύσχος:

Μεγάλου πάχους φλύσχος που αποτελείται από εναλλαγές ιλυώδης μάργας και ψαμμιτών. Η σταδιακή του αλλαγή σε ασβεστιτικής σύστασης, παλαιότερο φλύσχη, δηλώνει πιθανά την παρουσία του Προ-απουλιακού φλύσχη. Η μικρή έως και ανύπαρκτη εμφάνισή του δικαιολογείται από το γεγονός ότι η θέση του είναι στα ανώτερα σημεία των λεκανών των

Ελληνίδων, συνεπώς αποτελεί το πρώτο στρώμα που υπέστη διάβρωση.
(13) Για να βρεθεί το πάχος που διαβρώθηκε γίνεται διαλογή των κατάλληλων τιμών βιτρίνιτη στα δείγματα φλύσχη και από εκεί υπολογίζεται ο βαθμός ωρίμανσης, που με τη σειρά του μας δείχνει σε ποιο βάθος πρέπει να ήταν το πλέον επιφανειακό στρώμα φλύσχη. Το βάθος που βρέθηκε με αυτήν τη διαδικασία είναι -1780μ. Συνεπώς διαβρώθηκαν 1780 μέτρα από το στρώμα του φλύσχη.⁽¹⁴⁾

PERIOD-EPOCH-AGE			LITHOLOGY	FORMATIONS			
not to scale	PALEOGENE	OLIGOCENE	CHATTIAN	POSTRIFF	FLYSCH 		
			RUPELIAN				
		PLIOCENE	PRIABONIAN			MICROBRECCIOUS LIMESTONES 	
			BARTONIAN				
			LUTETIAN				
	YPRESIAN						
	THANETIAN						
	DANIAN						
	MAASTRICHTIAN						
	CAMPANIAN						
	SANTONIAN						
	CONIACIAN						
	SENONIAN	TURONIAN			UPPER SILICEOUS ZONE		
		CENOMANIAN					
		ALBIAN					
		APTIAN					
		BARREMIAN					
		HAUTERIVIAN					
		VALANGINIAN					
		BERRIASIAN					
		TITHONIAN					
		KIMMERIDGIAN					
	JURASSIC	LATE	OXFORDIAN		SYNRIFT	POSIDONIA BEDS	
			CALLOVIAN			LIMESTONES WITH FILAMENTS 	
BATHONIAN			AMMONITICO ROSSO				
BAJOCIAN							
ALENIAN							
MIDDLE		TOARCIC		LOUROS LIMESTONES			
		PLIENSCHACHIAN		SINIAIS LIMESTONES			
		EARLY		SINEMURIAN		PRERIFT	PANTOKRATOR LIMESTONES
				HETTANGIAN			FOUSTAPIDIMA LIMESTONES
				RHAETIAN			EVAPORITES 
NORIAN							
CARNIAN							
TRIASSIC	LATE	LADINIAN					
		ANISIAN					
		SCYTHIAN					
Pre-Triassic-Triassic interval?			unknown lithology		 		



Εικόνες 2 και 3. Stratigraphic columns of north Ionian Zone. (Modified after Karakitsios, 1995.)

Μητρικό πέτρωμα:

Τα κύρια μητρικά πετρώματα στη Δυτική Ελλάδα και την θαλάσσια περιοχή του Ιονίου, είναι οι πλούσιοι σε οργανική ύλη σχιστόλιθοι που συνδέονται με τους εβαπορίτες του Τριαδικού, τα Ιουρασικά ανθρακικά στρώματα που φέρουν ποσειδωνίες και ο Κρητιδικός σχιστολιθικός σχηματισμός της Βίγλας. Επιπλέον, υπάρχουν και οι Ιουρασικοί σχιστόλιθοι, που είναι όμως πιο περιορισμένοι στη ζώνη Παξών.

Οι σχηματισμοί του Τριαδικού είναι αποδεδειγμένα φορείς οργανικής ύλης, που πιθανά συνδέεται με τις επικλύσεις και αποσύρσεις της θάλασσας εκείνη τη χρονική περίοδο. Οι γεωχημικές αναλύσεις μάλιστα, έδειξαν συσχέτισμό με τα αντίστοιχα πετρώματα της Ιταλίας, σε πετρελαϊκά συστήματα που γίνεται ήδη εκμετάλλευση.

Τα στρώματα με Ποσειδωνίες είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα των Ιουρασικών μητρικών πετρωμάτων και αναπτύχθηκαν εντός της Λεκάνης. Η συνεχιζόμενη επίκλυση και απόσυρση της θάλασσας στο νότιο περιθώριο της Τηθύος οδήγησε στην ανάπτυξη των κλειστών υπολεκανών, μέσα στις οποίες η στασιμότητα του νερού είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη ανοξικών συνθηκών που ευνόησαν τη διατήρηση της οργανικής ύλης.

Στις ανατολικές περιοχές της Ιονίου Λεκάνης, η ταχύρρυθμη απόθεση κατά το Άνω Κρητιδικό, είχε ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση και διατήρηση των πολύ υψηλών ποσοτήτων οργανικής ύλης στους σχιστόλιθους Βίγλας. Οι σχηματισμοί αυτοί είναι μέρος των ασβεστόλιθων της Βίγλας και αποτέθηκαν κατά το Άλβιο-Κενομάνιο (Κρητιδικό)

Πέτρωμα ταμιευτήρας:

Οι κύριοι σχηματισμοί της Απουλίας πλάκας που αποτελούν πέτρωμα-ταμιευτήρα, είναι οι καρστικοί ανθρακικοί (π.χ. Rospo Mare πεδίο στην Ιταλία), που αποτέθηκαν κατά το Άνω Κρητιδικό-Ηώκαινο. Τέτοιο καρστικοποιημένο ανθρακικό είναι το πέτρωμα-ταμιευτήρας που ανακαλύφθηκε με τη γεώτρηση του Κατάκολου. Προς το βορρά, στη Αλβανία, νεογενή μολασσικά ιζήματα μπορούν να αποθηκεύσουν υδρογονάνθρακες, ενώ στη θαλάσσια περιοχή της Ιονίου Ζώνης φακοί ψαμμιτών, μέσα στον Ολιγόκαινο φλύσχη, έχουν τη δυνατότητα να αποτελέσουν ταμιευτήρες.

Οι νηριτικοί ασβεστόλιθοι του Παντοκράτορα (Κ. Ιουρασικό) αποτέθηκαν σε ένα από τα χαρακτηριστικά διαστήματα διαδοχής επίκλυσης και απόσυρσης της θάλασσας. Η χέρσευση σε συνδυασμό με την καρστικοποίηση ενίσχυσε τις προϋποθέσεις για να αποτελέσουν αυτά τα

πετρώματα ταμιευτήρες υδρογονανθράκων. Κατά τη διάρκεια της πρώτης επίκλυσης, οι ασβεστόλιθοι του Παντοκράτορα ήταν ήδη υπερυψωμένοι. Συνεπώς με τη διαφοροποίηση της περιοχής σε λεκάνες, δόθηκε η ευκαιρία για δημιουργία ταμιευτήρων κατά μήκος των πρανών των λεκανών. Επίσης με την επίκλυση της θάλασσας έγινε απόθεση νέων ανθρακικών με νέα κλίση που θα μπορούσαν και αυτά να λειτουργήσουν ως ταμιευτήρες.

Ο φλύσχης που κινείται προς τα δυτικά λόγω της επώθησης της Πίνδου κατά το Ολιγόκαινο, έχει τη δυνατότητα να είναι τόσο ταμιευτήρας όσο και κάλυμμα. Επίσης οι τουρβιδιτικοί ψαμμίτες (Μειοκαίνου-Πλειοκαίνου) είναι πιθανά πετρώματα-ταμιευτήρες, ενώ στα βόρεια στην Αλβανία οι μολάσες του Μειοκαίνου, έχουν αποδειχθεί ήδη ταμιευτήρες στα πεδία πετρελαίου Patos και Marinza.

Πέτρωμα κάλυμμα:

Τα κύρια καλύμματα στη θαλάσσια περιοχή της δυτικής Ελλάδας είναι οι μάργες που σχετίζονται με τη γενική εμβάθυνση της περιοχής πριν το Μεσσήνιο, καθώς και οι μετα-Μεσσηνίου σχιστόλιθοι που αποτέθηκαν μετά την επίκλυση της θάλασσας στη Μεσόγειο. Αυτοί οι σχιστόλιθοι είναι χαρακτηριστικοί στις ανατολικές περιοχές της Απουλίας πλατφόρμας, όπως στην ζώνη Παξών, όπου και πυκνώνουν. Οι εβαπορίτες του Μεσσηνίου δε συναντώνται σε όλη τη θαλάσσια περιοχή. Η παρουσία τους είναι έντονη στο θαλάσσιο νότιο τμήμα της Κρήτης και στη ΝΔ Πελοπόννησο. Αντίθετα οι εβαπορίτες του Τριαδικού, θα μπορούσαν να λειτουργήσουν ως πέτρωμα-κάλυμμα για τα πιθανά κοιτάσματα πετρελαίου στην Ιόνιο ζώνη.

Παγίδες:

Οι παγίδες που παρατηρήθηκαν στις θαλάσσιες περιοχές της Ελλάδα είναι κατά κύριο λόγο τεκτονικές, ενώ σε λίγες μόνο περιπτώσεις στρωματογραφικές. Η σύγκλιση της Ευρασιατικής με την Αφρικανική πλάκα και τελικά η καταβύθιση της δεύτερης από τη σύγκρουση, οδήγησε στην ανάπτυξη της αντίκλινων και στο σχηματισμό ρηγμάτων με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ. Τα υπό ώθηση αντίκλινα έχουν αποδειχθεί ως παγίδα στο βορρά εντός της Αλβανίας (π.χ. πεδίο Δελβίνου). Μικρή αλλά υπαρκτή δυνατότητα για παγίδα βρίσκεται κατά μήκος των πλευρών των εβαποριτών στην Ιόνιο ζώνη, στις θαλάσσιες περιοχές δυτικά της Πελοποννήσου.

3. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ

Η γεωλογία της δυτικής και νότιας Ελλάδας έχει επηρεαστεί από τις κινήσεις των Ευρασιατικών και Αφρικανικών πλακών από τα τέλη του Κρητιδικού, όταν άρχισαν να συγκλίνουν και να συγκρούονται. Το αποτέλεσμα είναι η Περιαδριατική ορογενετική ζώνη που εκτείνεται από τις Maghrebides στα νοτιο-δυτικά, στα Απέννινα όρη (Ιταλία) και προς τα ανατολικά, στις Δυναρίδες (Κροατία), Αλβανίδες, και Ελληνίδες οροσειρές. Οι Ελληνίδες είναι μια ζώνη ρηγμάτων και στο ακραίο τμήμα τους, τις Εξωτερικές Ελληνίδες, περιλαμβάνονται η Ιόνιος ζώνη, η ζώνη Παξών και η πλατφόρμα της Απουλίας. Αυτές οι γεωτεκτονικές ζώνες προέκυψαν κατά τη διάρκεια της επώθησης (Μεσοζωικό) του νότιου περιθωρίου της Τηθύος, δημιουργώντας μια διαμόρφωση, την «πλατφόρμα-λεκάνη».

Η Ιόνιος λεκάνη τοποθετείται εντός των δυτικών τμημάτων της πτυχής που δημιουργήθηκε από την επώθηση που αναφέρθηκε παραπάνω και που συνεχίζεται με τη σύγκλιση της Αφρικανικής με την Ευρασιατική πλάκα (Μεσοζωικό-σήμερα). Η παραμόρφωση που σχετίζεται με τη σύγκλιση αυτή εκφράστηκε ως μια προοδευτικά δυτική μετανάστευση, η οποία συμπίπτει την προηγούμενη εκτατική, κατά κύριο λόγο, λεκάνη. Από την άλλη μεριά, τα ρήγματα που σχετίζονται με τον εφελκυσμό που προκάλεσε και το διαχωρισμό της λεκάνης σε τρεις υποζώνες, έχουν μετατραπεί σε αναστροφή, εγκάρσια ή επωθήσεις.

Τα κατώτερα στρώματα εβαποριτών Τριαδικού και τα λατυποπαγή υπερκαλύφθηκαν από θάλασσα (Ανω Τριαδικού-Κάτω Ιουρασσικού). Η ακολουθία που είναι σύγχρονη με το ρήγμα, δηλώνει μια γενική εμβάθυνση της περιοχής, δηλαδή το σχηματισμό της Ιονίου λεκάνης με σχιστόλιθους (Ποσειδωνίας) και ασβεστόλιθους. Η ακολουθία μετά του ρήγματος φέρει ασβεστόλιθους (Κάτω Κρητιδικού-Ηώκαινο) καθώς και λατυποπαγείς ασβεστόλιθους. Πάνω στα στρώματα αυτά αποτέθηκε ο φλύσχης Ηωκαίνου-Κάτω Μειόκαινο.

Η κύρια τεκτονική εξέλιξη μπορεί να συνοψιστεί στην παρακάτω πρόταση: Κανονικά ρήγματα βυθίζουν το χώρο της αξονικής περιοχής κυρίως, δημιουργώντας έτσι το σχηματισμό της ημιπελαγονικής λεκάνης της Ιονίου ζώνης (Ανω Λάσιο Ιουρασσικού) η οποία στη συνέχεια τεμαχίστηκε σε μικρότερες βαθιές υπολεκάνες.

Η λεκάνη Ιονίου αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα ανεστραμμένης τεκτονικής ακολουθίας με εβαποριτικό υπόβαθρο. Πιο αναλυτικά όμως υπάρχουν σχηματισμοί που η εξέλιξή τους παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Τέτοια είναι τα κοιτάσματα εβαποριτών (γύψος και ορυκτό άλας). Για τον τρόπο σχηματισμού τους έχουν προταθεί δύο παραπλήσιες προτάσεις. Σύμφωνα με την πρώτη το περιβάλλον σχηματισμού ήταν

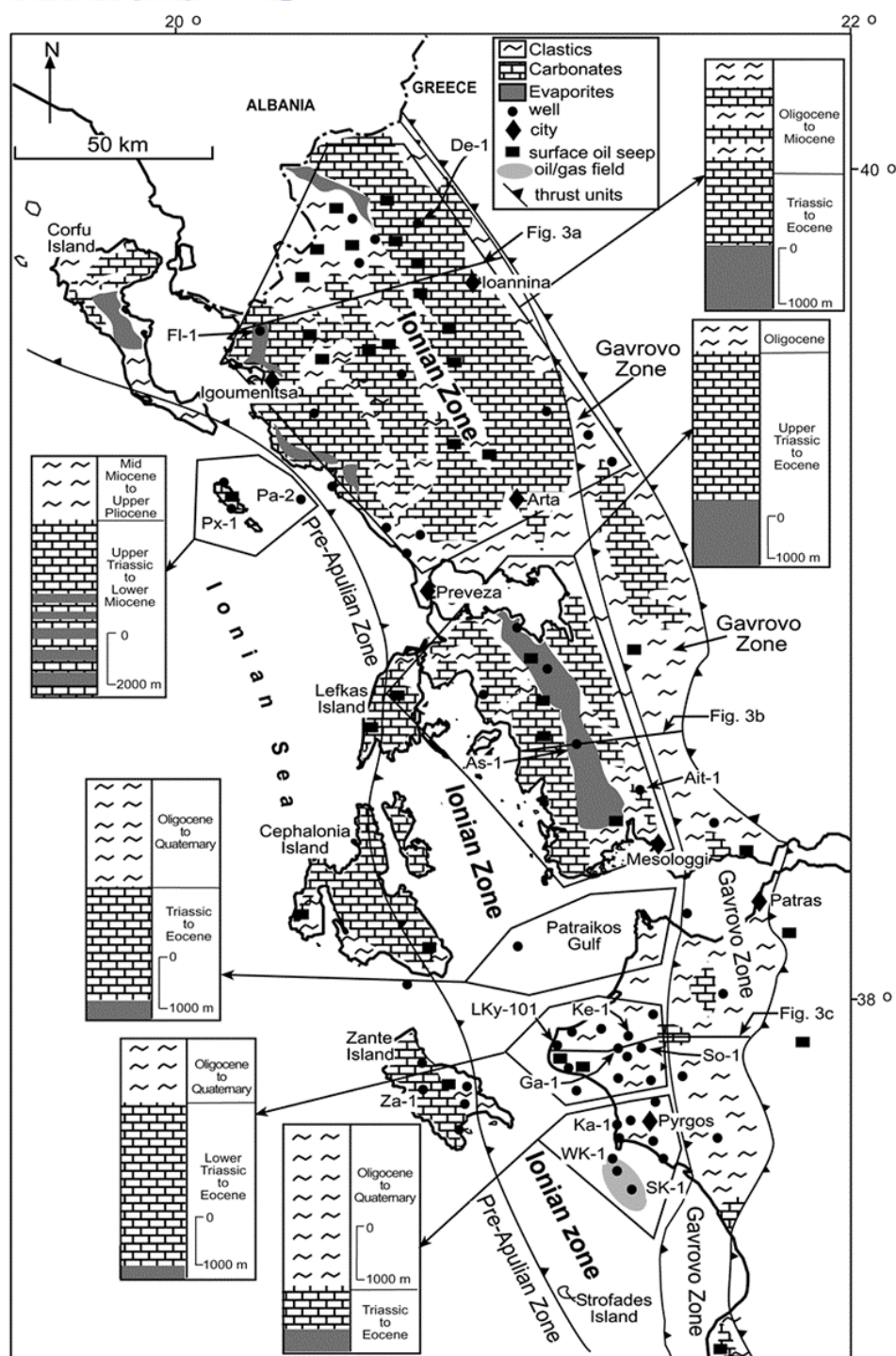
ρηχές παραθαλάσσιες λίμνες, που η επικοινωνία τους με τη θάλασσα φράζονταν από χαμηλά βράχια. Σε περιόδους παλίρροιας όμως η θάλασσα κατάφερνε να ξεπερνάει τα εμπόδια και να εμπλουτίζει τις ρηχές αυτές λίμνες με άλατα. Κατά τη δεύτερη, κλειστές λίμνες-θάλασσες εμπλουτίζονταν με άλατα από τα φερτά υλικά των ποταμών που προέρχονταν από περιοχές με αλατούχα πετρώματα. Και στις δύο περιπτώσεις πάντως, κατά το Περμοτριάδικό η περιοχή ήταν χερσαία ή πολύ ρηχή θάλασσα που χέρσευε ώστε να αποτεθούν οι εβαπορίτες. Η ιζηματογένεση συνεχίστηκε και κατά το Τριαδικό- Κ.Ιουρασικό με την απόθεση νηριτικών ιζημάτων, ενώ από το Άνω Λάσιο η περιοχή διαμορφώνεται σε μειογεωσύγκλινο με πελαγική-ημιπελαγική ιζηματογένεση.

Τα κοιτάσματα εβαποριτών, πέρα από την κανονική τους θέση, τα συναντάμε και ανάμεσα στα νεότερα ιζήματα. Η ανοδική αυτή πορεία δικαιολογείται από την αυξημένη θερμοκρασία που αναπτύσσεται λόγω της γεωθερμικής βαθμίδας και τις υψηλές πιέσεις από τα υπερκείμενα πετρώματα. Ο συνδυασμός αυτών των δύο προσδίδουν στη γύψο πλαστικότητα και έτσι μέσα από τα ρήγματα βρίσκει δρόμο προς τα ανώτερα στρώματα.

Κατά το Κάτω Μειόκαινο, η συμπιεστική τεκτονική του Τριτογενούς προκάλεσε την πτύχωση και την έντονη λεπίωση της Αδριατικοϊόνιου ζώνης. Στις ολισθήσεις εσωτερικά των ιζημάτων, η γύψος έπαιξε το ρόλο του λιπαντικού μέσου ελαττώνοντας τις τριβές. Οι πτυχές, είτε σε μεγάλη είτε σε μικρή κλίμακα, είναι ασύμμετρες με απόκλιση προς τα ΔΝΔ. Οι σπάνιες περιπτώσεις που έχουν αντίθετη απόκλιση αποτελούν "back-thrust" λόγω της πίεσης προς τα Δυτικά.

Μια χαρακτηριστική δομή που αξίζει να αναφερθεί συναντάται στην Ήπειρο-Στερεά Ελλάδα και αποτελείται από επάλληλα μεγασύγκλινα και μεγααντίκλινα με κυρίαρχη αξονική διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ έως ΒΔ-ΝΑ (γνωστή ως «Διναρική διεύθυνση»). Αυτά επωθούνται ή εφιππεύουν το ένα πάνω στο άλλο προς τα Δυτικά. Χαρακτηριστικά αντίκλινα διεύθυνσης ΒΒΔ είναι αυτά της Ζακύνθου που δημιουργήθηκαν με την επώθηση της Ιονίου ζώνης πάνω στην Προ-απουλία.⁽⁸⁾

Μια δεύτερη χαρακτηριστική τεκτονική δομή είναι τα ρήγματα της Ιονίου ζώνης. Μια πρώτη ομάδα είναι τα μεγάλα εγκάρσια ρήγματα, οριζόντιας μετατόπισης, με διεύθυνση ΑΒΑ-ΔΝΔ ή Α-Δ. Σχηματίστηκαν κάθετα στους άξονες των μεγαπτυχών που προαναφέρθηκαν και είναι σύγχρονα της πτύχωσης. Μια δεύτερη ομάδα είναι τα επιμήκη ρήγματα, είτε ανάστροφα λόγω της λεπίωσης, είτε κανονικά, μεταγενέστερα, που είχαν ως αποτέλεσμα το άνοιγμα των τάφρων-λεκανών στο χώρο Ηπείρου-Στερεάς Ελλάδας.⁽⁹⁾



Εικόνα 4. Simplified surface geology of western Greece (severe modification after IGME, 1983). Chronostratigraphic summary of different areas in Ionian Zone and pre-Apulian is also shown-(Mavromatidis_Energy Sources)

4. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΙ ΠΕΤΡΕΛΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

4.1 ΘΕΩΡΙΕΣ

Παρόλο το μεγάλο αριθμό γεωτρήσεων στην περιοχή, δεν υπάρχει εικόνα των πετρωμάτων και της κατάστασής τους κάτω από το στρώμα εβαποριτών και αυτό γιατί οι γεωτρήσεις που έλαβαν χώρα δεν ξεπέρασαν σε καμία περίπτωση το πάχος τους. Συνεπώς μόνο θεωρίες έχουν αναπτυχθεί σχετικά με το σχηματισμό πετρελαίου, οι κυριότερες από τις οποίες είναι δύο.

Α) Σενάριο κύριας σύμπτυξης (major shortening)

Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, κάτω από τους εβαπορίτες, όπου δεν έχουν φτάσει οι γεωτρήσεις, επαναλαμβάνεται η Μεσοζωική λιθολογία. Στο μοντέλο αυτό η σύμπτυξη έλαβε χώρα σε μεγάλες εκτάσεις, πάνω από 40 χλμ. Σημαντικό ρόλο παίζει το πάχος των εβαποριτών ως προς το είδος της παραμόρφωσης. Αυτό συμβαίνει γιατί στην περίπτωση που η παραμόρφωση είναι όλκιμη, τα στρώματα εβαποριτών εκτείνονται πάνω από το πέτρωμα-ταμιευτήρα και λειτουργούν ως πέτρωμα-κάλυμμα, καλύπτοντας τυχών κενούς χώρους από τους οποίους μπορεί να διαφύγουν οι υδρογονάνθρακες. Παρόλο που το σενάριο αυτό μοιάζει ιδιαίτερα λειτουργικό, τα ιζήματα Πλειοκαίνου και Μειοκαίνου που βρίσκονται στα όρια των επωθήσεων, δεν παρουσιάζουν μεγάλη παραμόρφωση, όπως θα ήταν αναμενόμενη από μια τόσο μεγάλη σύμπτυξη όπως περιγράφεται σε αυτό το μοντέλο. Επίσης τα κεκλιμένα ανθρακικά πετρώματα της Ιονίου ζώνης εμφανίστηκαν στη γεώτρηση της Πάργας, γεγονός που δείχνει ότι και ένα μοντέλο που παρουσιάζει μικρότερη σύμπτυξη, θα είχε βάση στην περιοχή.

Β) Σενάριο δευτερεύουσας σύμπτυξης (minor shortening)

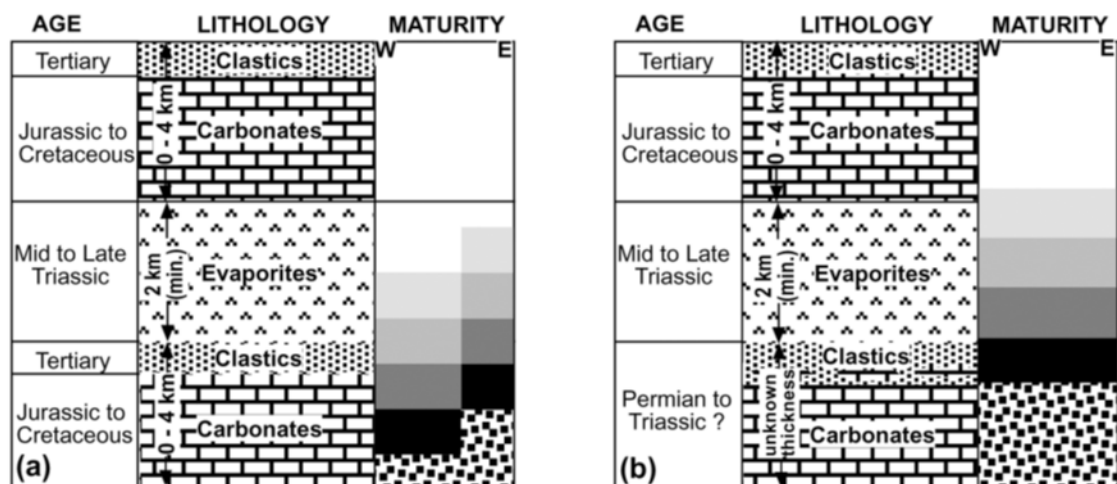
Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, τόσο λεπτά όσο και παχιά στρώματα εβαποριτών βρίσκονται διασκορπισμένα πάνω στις εκτεθειμένες επιφάνειες των ανάστροφων ρηγμάτων, βοηθώντας τη μετακίνηση ως λιπαντικό στοιχείο. Όπως και στο προηγούμενο μοντέλο, έτσι και εδώ η λιθολογία κάτω από τους εβαπορίτες αναμένεται να είναι η ίδια, του Μεσοζωικού. Τυπική τέτοια εικόνα συναντάμε στην Αλβανία.

Στο σενάριο κύριας σύμπτυξης (major shortening) τα ιζηματογενή πετρώματα που συμμετέχουν στο πετρελαϊκό σύστημα καλύπτουν όλα μαζί 6 χλμ, εκ των οποίων τα 3 χλμ αποτελούνται από Ιουρασικούς ασβεστόλιθους και κλαστικά ενώ τα άλλα 3 χλμ από Τριαδικούς εβαπορίτες. Σε αυτό το μοντέλο, τα μητρικά πετρώματα που βρίσκονται πάνω από την επιφάνεια αποκόλλησης τους ρήγματος, φαίνεται να μην παράγουν υδρογονάνθρακες. Αυτό είναι αποτέλεσμα της αντιστροφής του συστήματος και της ανύψωσης της περιοχής. Εξαίρεση αποτελούν οι Νεογενείς καταθέσεις στο μέτωπο της επώθησης που παρέχουν και ταμιευτήρες και πετρώματα-καλύμματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της περίπτωσης είναι η εικόνα που έδωσαν οι γεωτρήσεις στο πεδίου του Κατάκολου, όπου υδρογονάνθρακες παράχθηκαν από μητρικά πετρώματα σε μεγάλα βάθη και προστατεύονται από παγίδες. Σύμφωνα με τους Καμπέρη [Kamberis et al.(1992)] και Ζελιλίδη [Zelilidis et al.(2003)] πάνω από 2000μ. από Νεογενή πετρώματα στο Κατάκολο δείχνουν ότι οι λεκάνες της περιοχής είναι ελπιδοφόρα πεδία για την εύρεση πετρελαίου. Παρόλα αυτά όμως, η επιφανειακή εμφάνιση πετρελαίου μπορεί να δηλώνει τη διαρροή και συνεχή καταστροφή του συστήματος που υπήρχε πριν το Ολιγόκαινο. Την επόμενη χρονική περίοδο, σύμφωνα με τα μοντέλα ωρίμανσης, τα Ολιγοκαινικά μητρικά πετρώματα ήταν ικανά να παράγουν υδρογονάνθρακες, άρα οι συνθήκες ήταν κατάλληλες. Επίσης τα μεγάλα σε βάθος ρήγματα λειτουργούσαν ως αγωγοί που οδηγούσαν τους υδρογονάνθρακες σε πιθανούς ταμιευτήρες του Άνω Κρητιδικού και του Παλαιόκαινου (ανθρακικά). Ωστόσο, υπάρχει ο προβληματισμός ότι τα ρήγματα αυτά μπορεί να παραβιάζουν τους ταμιευτήρες και να επιτρέπουν τη διαρροή των υδρογονανθράκων στην επιφάνεια και ότι η καταστροφή δε σταμάτησε τελικά στο Ολιγόκαινο. Όσον αφορά το βαθμό ωρίμανσης, σύμφωνα με αυτό το σενάριο, τα μητρικά πετρώματα εντός των εβαποριτών είναι ικανά για την παραγωγή πετρελαίου ωρίμανσης μικρού ως και μέσου βαθμού, ενώ τα μητρικά πετρώματα κάτω από τους εβαπορίτες παράγουν αργής ωρίμανσης πετρέλαιο και φυσικό αέριο. Σε γενικές γραμμές, η ωριμότητα ελαττώνεται από τα ανατολικά προς τα δυτικά αφού το δυτικό τμήμα ανυψώθηκε πάνω από την επιφάνεια της αποκόλλησης, σε αντίθεση με το ανατολικό που βρίσκεται κάτω από αυτήν με αποτέλεσμα οι θερμοκρασίες και τα ταφικά βάθη να είναι μεγαλύτερα.

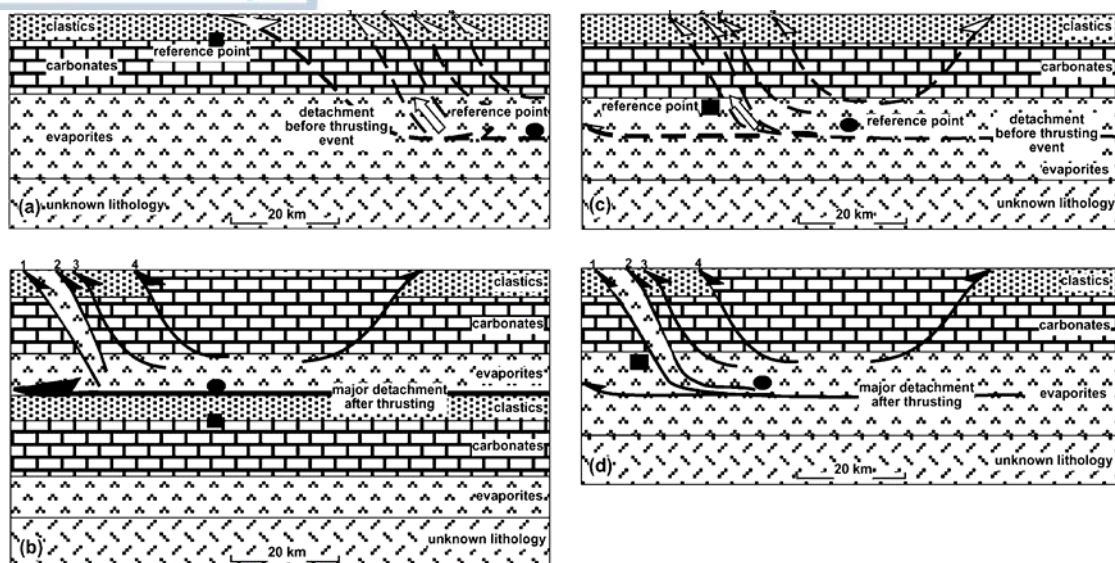
Στο σενάριο δευτερεύουσας σύμπτυξης (minor shortening) τα πετρώματα έχουν τα ίδια γεωχημικά χαρακτηριστικά, αλλά καλύπτουν 7 χλμ όπου τα 3 χλμ αποτελούνται από τα ανθρακικά και κλαστικά πετρώματα που αποτέθηκαν από το Τριαδικό μέχρι το Τριτογενές, τα άλλα 3 χλμ από τους Τριαδικούς εβαπορίτες και το 1 χλμ κάτω από τους εβαπορίτες φέρει κλαστικά και ανθρακικά του Περμοτριάδικου. Η ωρίμανση σύμφωνα με αυτό το μοντέλο είναι μεγαλύτερη μιας και η σύμπτυξη είναι μικρότερη άρα το ίδιο και η

ανύψωση που την ακολουθεί. Τα μητρικά πετρώματα του Ιουρασικού παράγουν υδρογονάνθρακες πρώιμου σταδίου ωρίμανσης. Τα μητρικά μέσα στους εβαπορίτες παράγουν όλους τους τύπους πετρελαίου και πιθανά τα ανθρακικά μητρικά πετρώματα που βρίσκονται κάτω από τους εβαπορίτες παράγουν φυσικό αέριο. Παρόλα αυτά στο μεγαλύτερο τμήμα, το σύστημα, παράγει υπερώριμου σταδίου υδρογονάνθρακες.

Ιδιαίτερα ελκυστικές είναι οι παγίδες που βρίσκονται κάτω από τους εβαπορίτες. Ήδη αναφέρθηκε παραπάνω ότι τα μητρικά πετρώματα μέσα στους εβαπορίτες μπορούν να παράγουν υδρογονάνθρακες και μάλιστα καλής ποιότητας γιατί είναι προστατευμένοι από τη βακτηριακή υποβάθμιση. Μπορεί το λεπτό πάχος των ταμιευτήρων και τα μη καθορισμένα πλευρικά τους όρια να αποτελούν μειονεκτήματα για την έρευνα, όμως το σφιχτό πορώδες τους μαζί με τη στοίβαξη των ιζηματογενών πετρωμάτων τους προσφέρουν τη δυνατότητα ύπαρξης πετρελαϊκού συστήματος.



Εικόνα 5. Στρωματογραφική στήλη και εμφάνιση υδρογονανθράκων στην Ιόνιο ζώνη. Εικόνα (a) ☞ σενάριο A, εικόνα (b) ☞ σενάριο B . Μαύρο= πετρέλαιο σε ώριμη φάση, Γκρι= φυσικό αέριο. Τα πιο ανοιχτόχρωμα γκριζα αποτελούν πετρέλαιο σε όλο και μικρότερο στάδιο ωρίμανσης. [Mavromatidis_Energy Sources (σελ 627)]



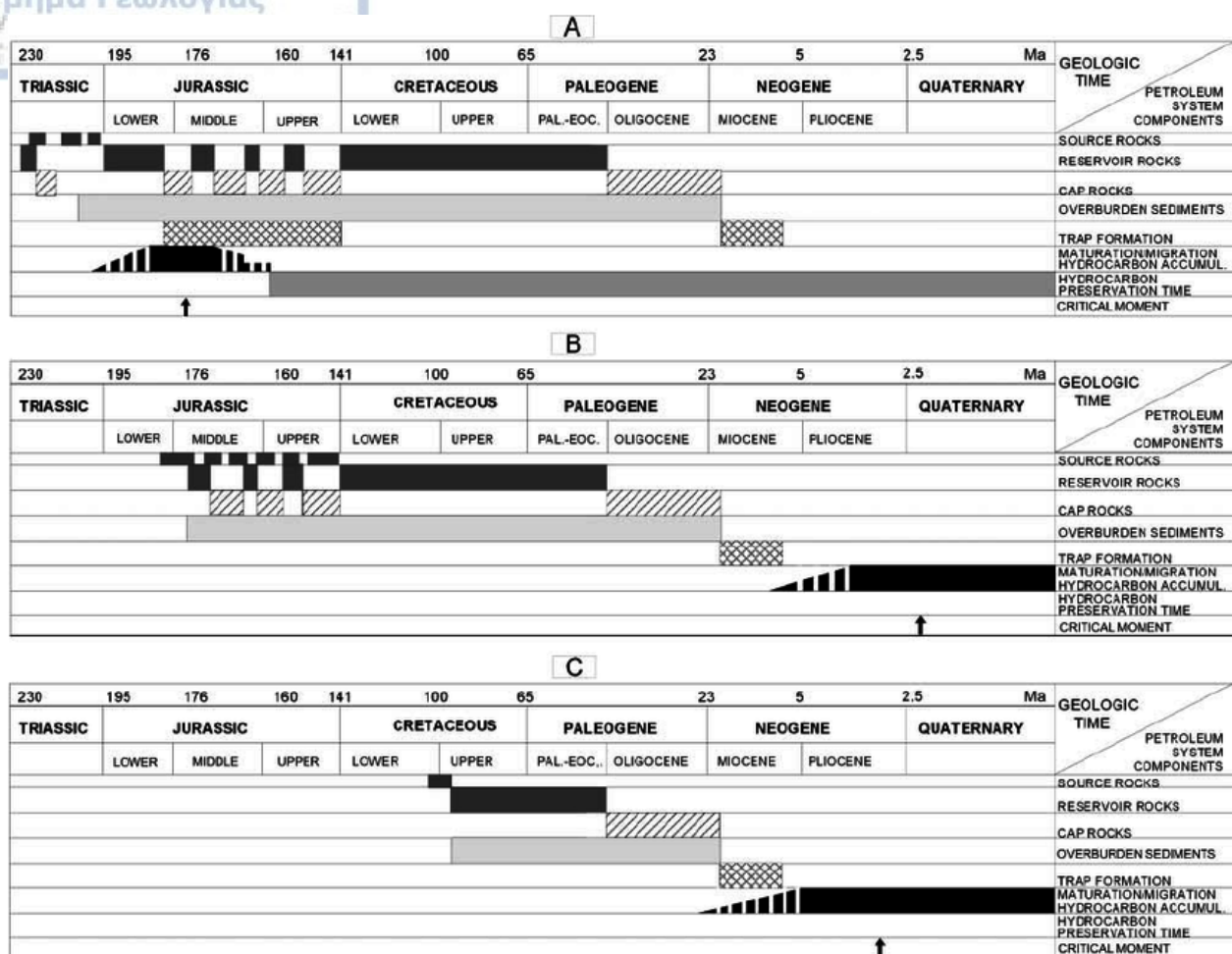
Εικόνα 6. Σχηματική αναπαράσταση της Ιονίου ζώνης (a) πριν το Μειόκαινο, (b) μετά το Μειόκαινο, σύμφωνα με το σενάριο A (major thrusting scenario), c) πριν το Μειόκαινο (d) μετά το Μειόκαινο, σύμφωνα με το σενάριο B (minor thrusting scenario).

4.2 ΠΙΘΑΝΕΣ ΘΕΣΕΙΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Η γεωτεκτονική ζώνης της Απουλίας που συμπεριλαμβάνει την πλατφόρμα της Απουλίας καθώς και τη ζώνη Παξών (ή αλλιώς γνωστή ως προ-Απουλίας ζώνη), είναι το δυτικότερο τμήμα των Εξωτερικών Ελληνίδων που δεν έχει υποστεί παραμόρφωση και επωθείται προς τα ανατολικά. Η ζώνη αυτή αποτελεί περιοχή μεγάλου ενδιαφέροντος από πετρελαϊκής άποψης. Ήδη στις γειτονικές χώρες της Ελλάδας γίνεται εκμετάλλευση κοιτασμάτων υδρογονάνθρακα, γεγονός που σηματοδοτεί και το δυτικό ελλαδικό χώρο ως ελπιδοφόρο φορέα αντίστοιχων κοιτασμάτων.

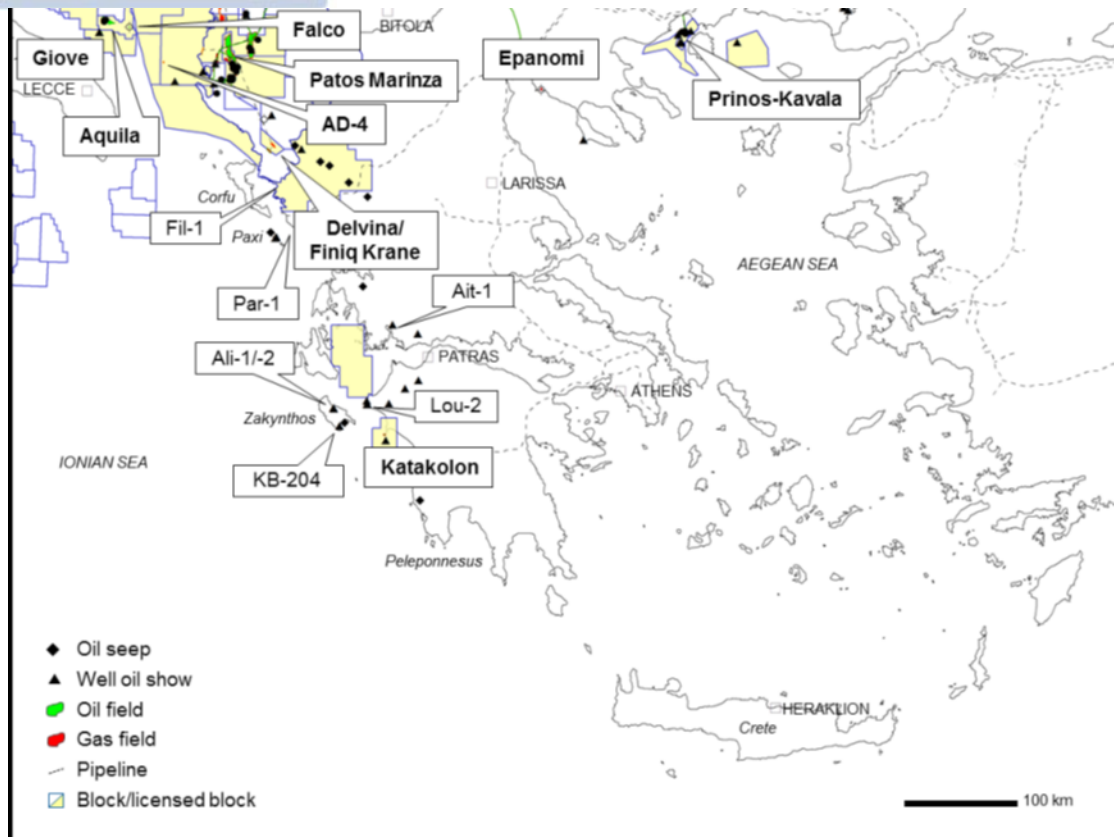
Μια από τις σημαντικότερες θέσεις στην έρευνα υδρογονανθράκων στη Δυτική Ελλάδα είναι η γεώτρηση του Κατάκολου. Σύμφωνα με αυτή, κοίτασμα πετρελαίου τοποθετείται στον Άνω Κρητιδικό-Παλαιοκαινικό/Ηωκαινικό ανθρακικό σχηματισμό της Ιονίου Ζώνης. Ως κάλυμμα λειτουργεί ο Πλειοκαινικός-Τεταρτογενής σχιστόλιθος που σφραγίζει τον ταμιευτήρα ώστε να αποτρέψει τη φυγή των υδρογονανθράκων. Η ανάλογη περίπτωση που έχει ανακαλυφθεί και στην Αλβανία (Marinez) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το συσχετισμό των κοιτασμάτων υδρογονανθράκων στη Δυτική Πελοπόννησο μέχρι και το Βόρειο τμήμα της Δυτικής Ελλάδας μιας και οι σχηματισμοί είναι παρόμοιοι. Από τη στιγμή που έχει βρεθεί πετρέλαιο στη γειτονική χώρα, είναι πολύ πιθανό οι περιοχές αυτές με το μεγάλο πετρελαϊκό ενδιαφέρον να δώσουν θετικό αποτέλεσμα σε έρευνες. Ακόμη η Βορειοδυτική Ελλάδα με τα μεγάλα αντίκлина της φέρει ομοιότητες με την εξίσου πτυχωμένη αλβανική περιοχή Δελβίνο, στην οποία έχει βρεθεί μέσα στους Κρητιδικούς σχηματισμούς κοίτασμα φυσικού αερίου παγιδευμένο από τον Ολιγοκαινικό Φλύσχη. Άλλα σημαντικά παραδείγματα είναι η εκμετάλλευση του βαρύ πετρελαίου στη Rosro Mare της Ιταλίας, μέσα από τους καρστικοποιημένους ασβεστόλιθους καθώς και η ανακάλυψη πετρελαίου μέσα στα ανθρακικά πετρώματα της ιταλικής πόλης Aquila. ⁽¹¹⁾ Ακόμη τόσο στην Ιταλία όσο και στην Κροατία εμφανίζονται σε γεωτρήσεις ένας συνδυασμός από κλαστικά, ανθρακικά και εβαπορίτες του Περμοτριάδικού που φέρουν υδρογονάνθρακες.

Πετρελαϊκά συστήματα Ιονίου ζώνης σε συσχέτιση με το χρόνο



Εικόνα 7. Western Greece and Ionian Sea petroleum systems-V. Karakitsios

Η πετρελαϊκή δραστηριότητα μέσα στον Ελλαδικό χώρο και γύρω από αυτόν



Εικόνα 8. The upstream petroleum activity in and around Greece. The location of oil seeps and shows, oil- and gas field outlines and infrastructure as well as block outlines are shown. Major discoveries and fields in the vicinity of Greece are denoted. Fil-1: Filiates-1, Par-1: Parga-1, Ait-1: Aitoliko-1, Ali-1/-2: Alikes-1 and Alikes-2, Lou-2: Loutra Killinis-2. Map compiled from IHS EDIN and Mavromatidis, (2009).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ



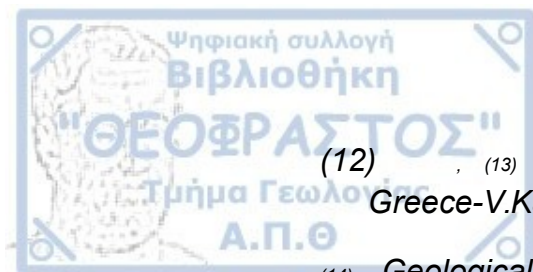
Η Ελλάδα έχει ήδη προσφέρει συστήματα πετρελαίου στα ανατολικά. Τα τελευταία όμως χρόνια το ενδιαφέρον έχει επικεντρωθεί στα δυτικά, λόγω των νέων ερευνών που έλαβαν χώρα. Παρόλο που οι γεωτρήσεις δεν ήταν κατάλληλες ώστε να δώσουν μια ολοκληρωμένη εικόνα του υπεδάφους, έδειξαν ελπιδοφόρες συνθήκες. Πολλοί από τους σχηματισμούς που υπάρχουν, μπορούν να λειτουργήσουν ως πετρώματα-ταμειευτήρες ή και πετρώματα-καλύμματα. Επίσης η τεκτονική εξέλιξη της περιοχής παρέχει δομές που θα μπορούσαν με τη μορφή παγίδων να βοηθήσουν στη δέσμευση πετρελαίου. Τόσο οι χαρακτηριστικές γεωτρήσεις, όπως αυτή του Κατάκολου, που πραγματοποιήθηκαν στον ελλαδικό χώρο, όσο και η παρόμοια λιθολογία και τεκτονική με τα πετρελαϊκά συστήματα των γειτονικών χωρών, υπόσχονται ελπιδοφόρο αποτέλεσμα στην αναζήτηση πετρελαίου στην δυτική Ελλάδα.

6.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Κοιτασματολογία πετρελαίου (σημειώσεις μαθήματος) – Ανδρέας Γεωργακόπουλος
 - (1) Γένεση και προέλευση υδρογονανθράκων- Οι βασικές έννοιες στη γεωλογία πετρελαίου (σελ 31)
 - (2) Μητρικά πετρώματα και γένεση υδρογονανθράκων (σελ 45)
 - (3) Μητρικά πετρώματα και γένεση υδρογονανθράκων (σελ 37)
 - (4) Οι ταμιευτήρες των υδρογονανθράκων (σελ 67)
 - (5) Οι ταμιευτήρες των υδρογονανθράκων (σελ 68)
 - (6) Γένεση και προέλευση υδρογονανθράκων- Οι βασικές έννοιες στη γεωλογία πετρελαίου (σελ 33)
 - (7) *Source Rocks Ionian Zone – N.Rigakis, V.Karakitsios/Marine and Petroleum Geology 15 (1998) 593-617*
 - (8) *Tectonophysics-Coexistence of thin and thick skinned tectonics in Zakynthos area (Western Greece):Insights from seismic sections and regional seismicity-S.Kokkalas, E.Kamberis, P.Xypolias, S.Sotiropoulos, I.Koukouvelas*
 - (9) http://www.ntua.gr/MIRC/db/epirus_db/GEOLOGIA_HPEIROY/Geologia_Hpeirou.htm

- Γεωλογία και γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας- Δημοσθένης Μ. Μουντράκης
 - (10) *Παλαιογεωγραφική και τεκτοορογενετική εξέλιξη (σελ 205)*
 - (11) *Øystein Lie, Jörn Fürstenau, Petroleum Geo-Services (PGS), Spyridon Bell as, Georgios Tsifoutidis, Greek Ministry of Environment, Energy and Climate Change*

- Λοιπή βιβλιογραφία



(12) , (13) *Evolution and Petroleum Potential of Western Greece-V.Karakitsios and N.Rigakis (σελ 209/ σελ 202)*

(14) *Geological Solutions Concluded by Petroleum Geochemical data in Western Greece-Rigakis N.,Karakitsios V., Marnelis F., Sotiropoulos Sp. (σελ 6)*