

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
**Στρωματογραφικές Παγίδες και Περιβάλλοντα
Απόθεσης Πετρελαίου**

Πτυχιακή εργασία: Λαζαρίδης Νικήτας

AEM:4317

Επιβλέπων Καθηγητής: Γεωργακόπουλος Ανδρέας

2016

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2.ΠΑΓΙΔΕΣ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ

2.1 ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ

2.2 ΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ

2.3 ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ

3. ΜΗΤΡΙΚΟ ΠΕΤΡΩΜΑ

4. ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ - ΚΑΛΥΜΑΤΑ (CAP ROCKS)

5. ΓΕΝΕΣΗ – ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ (ΠΕΤΡΕΛΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ)

6. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΑΠΟΘΕΣΗΣ

Εισαγωγή

Το πετρέλαιο χρησιμοποιείται από τους ανθρώπους εδώ και εκατομμύρια χρόνια, αρχικά για καύσιμο και πολεμικά υλικά. Στη Μέση Ανατολή πετρελαϊκά κοιτάσματα εκμεταλλεύτηκαν για την παρασκευή νάφθας, ασφάλτου και κηροζίνης από τον 8^ο μέχρι τον 12^ο αιώνα. Αυτοί βέβαια που πρώτα εκμεταλλεύτηκαν το πετρέλαιο το έβρισκαν σε επιφανειακές εμφανίσεις που είχαν δημιουργηθεί με φυσικό τρόπο λόγω των πιέσεων που πιθανόν υπήρχαν στο πετρελαιοφόρο στρώμα ²

Επιφανειακή εμφάνιση πετρελαίου



Από τη δημιουργία μέχρι την παγίδευση των υδρογονανθράκων σε στρωματογραφικές παγίδες μεσολαβούν αρκετά στάδια εξέλιξης τα οποία απαιτούν κατάλληλες συνθήκες και ανάλογο χρόνο εξέλιξης ως την τελική δημιουργία εκμεταλλεύσιμου κοιτάσματος.

Οι κύριοι παράγοντες που οδηγούν στη γένεση του πετρελαίου είναι οι ακόλουθοι:

1. Ύπαρξη μητρικού πετρώματος (source rock)
2. Μετανάστευση και Ύπαρξη ρηγμάτων, διακλάσεων κλ.π. (migration)
3. Ύπαρξη ταμιευτήρα (reservoir)
4. Ύπαρξη πετρώματος-καλύματος (seal)
5. Ύπαρξη παγίδων (traps)

Κατά το πρώτο στάδιο, το στάδιο της γένεσης των υδρογονανθράκων έχουμε ιζηματογενείς σχηματισμούς πλούσιους σε οργανική ύλη οι οποίοι υφίστανται διαγένεση και καταγένεση. Οι σχηματισμοί αυτοί χαρακτηρίζονται ως μητρικά πετρώματα. Αφού έχουν σχηματιστεί και ωριμάσει οι υδρογονάνθρακες έχουν την τάση να μετακινούνται σε άλλο ιζηματογενές στρώμα με χαμηλότερη εσωτερική πίεση,

μεγαλύτερη διαπερατότητα και μεγαλύτερο πορώδες. Το στάδιο αυτό ονομάζεται στάδιο μετανάστευσης και τα πετρώματα προς τα οποία κινούνται τα τελικά προϊόντα αποθηκευτικά πετρώματα (reservoirs) (Γεωργακόπουλος 2004).

Τα αποθηκευτικά πετρώματα ή ταμιευτήρες είναι πετρώματα που συνήθως έχουν μεγάλο πορώδες και διαπερατότητα έτσι ώστε να μπορούν να αποθηκεύουν μεγάλες ποσότητες υδρογονανθράκων αλλά και να επιτρέπουν τη ροή υγρών και αερίων διάμεσου αυτών. Οι υδρογονάνθρακες μεταναστεύουν προς τα εκεί που υπάρχει μικρότερη πίεση μέχρις ότου να φτάσουν στην επιφάνεια ως διείσδυση ή να συναντήσουν ένα αδιαπέρατο στρώμα κάτω από την επιφάνεια όπου σταδιακά θα συσσωρεύονται και θα σχηματίσουν κοίτασμα.

Οι παγίδες χωρίζονται σε τρεις κύριες κατηγορίες σύμφωνα με τη γεωλογική τους προέλευση ⁷

- Τεκτονικές παγίδες οι οποίες σχηματίζονται κυρίως λόγω κάποιων τεκτονικών παραμορφώσεων όπως ρήγματα, πτυχώσεις, δόμοι άλατος.

- Στρωματογραφικές παγίδες. Οι στρωματογραφικές παγίδες σχετίζονται με την πρωτογενή αλληλουχία ιζηματογένεσης και δεν απαιτείται κάποια τεκτονική παραμόρφωση
- Υδροδυναμικές παγίδες οι οποίες είναι παγίδες που δημιουργούνται λόγω των ενεργών κινήσεων των υπογείων νερών μέσα από τα μητρικά πετρώματα των υδρογονανθράκων .

ΠΑΓΙΔΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Υδροδυναμικές παγίδες

Οι κινήσεις του νερού κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας θεωρείται ότι μπορούν να επηρεάσουν την κατανομή και τη δημιουργία παγίδων πετρελαίου.

Οι θεωρίες αυτές είχαν πολλούς υποστηρικτές το 1930. 20 χρόνια αργότερα ο Hubbert (1953) ανέλυσε πιο εμπειριστατωμένα τις θεωρίες των υδροδυναμικών παγίδων. Έφτασε λοιπόν στη θεωρία ότι οι απλές αντικλινικές παγίδες ήταν μια ειδική περίπτωση σχηματισμού με μικρή κίνηση του νερού και όχι δυναμική κίνηση.

Η έννοια της υδροδυναμικής παγίδας μπορεί να αποδειχθεί στο εργαστήριο με απλή ροή πετρελαίου και νερού μέσω ενός ανεστραμμένου κυρτού σωλήνα σχήματος U.

Στη φύση όμως οι υδροδυναμικές ροές και η γεωμετρία των παγίδων είναι πολύ πιο σύνθετη από αυτές του εργαστηρίου. Κατά συνέπεια είναι δύσκολο να αποδειχθεί ότι πολλές υδροδυναμικές παγίδες είναι τέτοιου είδους παγίδες.

Τα διαφορετικά ύψη των πετρελαϊκών στηλών στα διαφορετικά άκρα των αντικλίνων μπορεί να υπάρχουν λόγω της ανεπαρκούς μεταφοράς του πετρελαίου μέσω των ρηγματώσεων ή μέσω των διαφορετικής σύστασης πετρωμάτων.

Οι παγίδες που αδιαμφισβήτητα είναι υδροδυναμικές συνήθως είναι στα ηπειρωτικά περιθώρια. Εκεί, υποθαλάσσιες πιθανές παγίδες έχουν όρια πάνω στα ηπειρωτικά περιθώρια. Οι παγίδες που σταματούν πάνω σε αυτά τα ηπειρωτικά άκρα εμπλουτίζονται με μετεωρικό νερό το οποίο μετακινείται προς τη λεκάνη. Δύο τέτοια παραδείγματα είναι το Frannie Field στην Big Horn Basin λεκάνη και το San Joaquin Valley στην California

Τεκτονικές παγίδες

Οι τεκτονικές παγίδες χωρίζονται σε τρεις επιμέρους κατηγορίες :

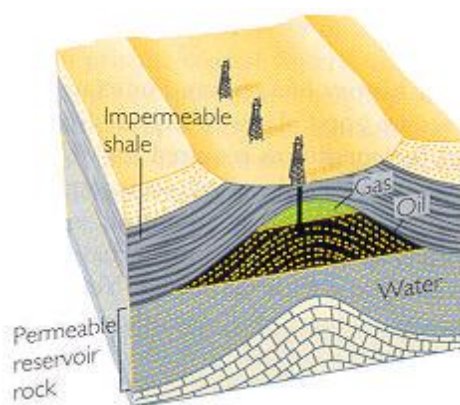
1) Πτυχώσεις

Στις πτυχές απαραίτητη προϋπόθεση είναι να υπάρχει ένα διαπέρατο στρώμα πάνω και ένα αδιαπέρατο στρώμα από κάτω.

Στις απλές παγίδες πτυχών που έχουν τη μορφή αντικλίνου όπου έχουμε ένα στρώμα ψαμμίτη, έχει υπερκείμενο του ένα άλλο πέτρωμα με μικρή διαπερατότητα και σχηματίζουν ένα αντίκλινο.

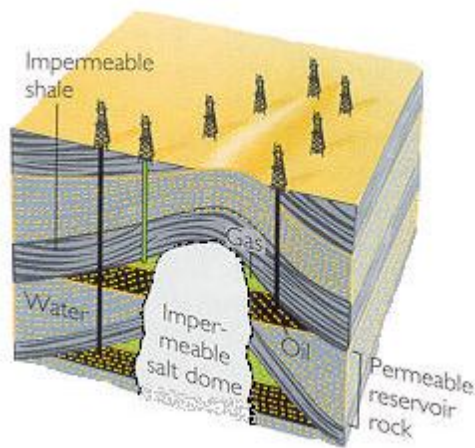
Ένα απλό αντίκλινο βέβαια δεν είναι πάντα και μια παγίδα πετρελαίου. Μια αντικλινική παγίδα πρέπει να έχει ένα ανώτατο σημείο όπου εκεί θα μπορούν να συσσωρεύονται οι υδρογονάνθρακες. (petroleum traps).

Σχήμα 1



Δόμοι άλατος: στρώματα πετρωμάτων γύρω από τον δόμο άλατος κυρτώνονται λόγω της πίεσης που τους ασκείται προς τα άνω και σχηματίζουν παγίδες μεταξύ δόμου άλατος, φέροντος στρώματος και καλύμματος (διαπερατό υπερκείμενο πέτρωμα)

Σχήμα 2



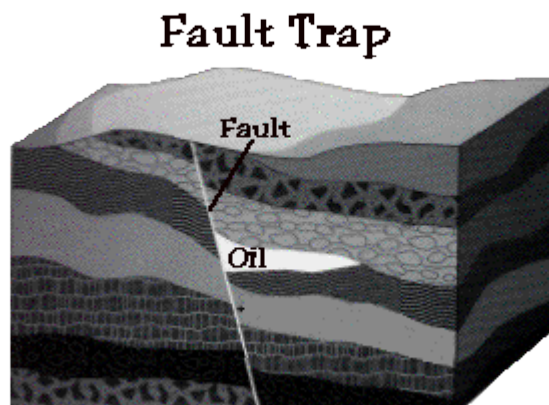
Δόμοι που ανυψώνονται: δόμοι ή αντίκλινα τα οποία σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της ιζηματογένεσης όταν μια περιοχή υποχωρεί πιο αργά σε σχέση με το ευρύτερο περιβάλλον . Ο σχηματισμός της γίνεται ταυτόχρονα με την ιζηματογένεση και όχι αργότερα λόγω κάποιας πτυχής.

2) Παγίδες πετρελαίου από ρήγματα

Στις παγίδες πετρελαίου από ρήγματα η επιφάνεια που ολισθαίνει - το ρήγμα - σχηματίζει την τεκτονική παγίδα πετρελαίου η οποία εμποδίζει και την μετανάστευση του πετρελαίου. Η ζώνη διάρρηξης όμως πρέπει να καλύπτεται από πάνω από αδιαπέρατο σχηματισμό έτσι ώστε να αποφεύγεται η μετανάστευση του πετρελαίου και του αερίου προς τα πάνω.

Αν ο ταμιευτήρας αντιπαρατίθεται σε ψαμμίτες ή άλλους διαπερατούς σχηματισμούς η επιφάνεια του ρήγματος πρέπει οπωσδήποτε να είναι αδιαπέρατη.

Συνήθως όμως ο ταμιευτήρας δημιουργείται όταν ο διαπερατός σχηματισμός στη συνέχεια και μετά το ρήγμα συναντά αδιαπέρατο σχηματισμό όπως για παράδειγμα οι συμπαγείς άργιλοι έτσι ώστε το ρήγμα να σφραγίζει τον ταμιευτήρα. Όταν και στις δυο πλευρές του ρήγματος, εκατέρωθεν δηλαδή αυτού, έχουμε ψαμμίτη η διαπερατότητα θα εξαρτηθεί από το πόσο έχει δημιουργηθεί αδιαπέρατο στρώμα στη ζώνη διάρρηξης.



earthsci.org

Σε μεγαλύτερα βάθη 3-4 χλμ. μπορεί να έχουμε διαγένεση και δημιουργία φλεβών χαλαζία οι οποίες είναι πολύ συμπαγείς .

Υπάρχουν 3 είδη ρηγμάτων

1 Κανονικά ρήγματα: συνήθως με μορφή τάφρων και τεκτονικών κεράτων

2 Οριζόντια ρήγματα

3 Ανάστροφα ρήγματα που δημιουργούνται από συμπίεση

4 Growth faults

Η κίνηση κατά μήκος των ρηγμάτων μπορεί να γίνει είτε κάθετα (στα κανονικά ρήγματα) είτε οριζόντια (οριζόντιας μετατόπισης). Ανάστροφα είναι τα ρήγματα στα οποία το κάτω τέμαχος κινείται προς τα πάνω σε σχέση με το πάνω τέμαχος που κινείται προς τα κάτω. Σε αυτές τις περιοχές έχουμε υψηλές οριζόντιες πιέσεις λόγω της σύγκλισης των λιθοσφαιρικών πλακών.

Τα growth faults έχουν προκληθεί από ολισθήσεις λόγω της βαρύτητας κατά μήκος κυρτών επιφανειών των ρηγμάτων.

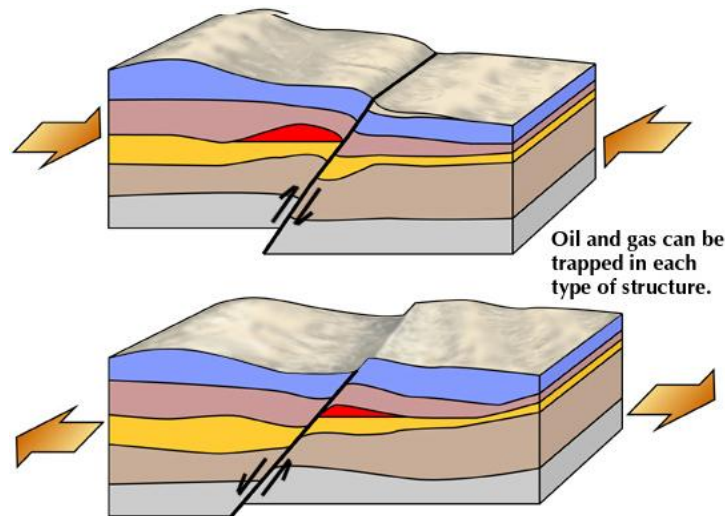
Είναι μια τυπική ακολουθία όπως τα **Δέλτα** με σχετικά γρήγορη καθίζηση. Η επιφάνεια του ρήγματος είναι πολλές φορές αδιαπέρατη και σταματά τη μετανάστευση των υδρογονανθράκων, ωστόσο ταμειυτήρες μπορούν να σχηματιστούν και στα αντίκλινα που δημιουργούνται στο υψηλότερο σημείο της ρηγμάτωσης. Αυτά είναι αντίκλινα ανατροπής. Αυτό συμβαίνει επειδή το ρήγμα είναι ενεργό κατά τη διάρκεια της καθίζησης των ιζημάτων. Οι κατώτερες στρώσεις συνήθως έχουν μεγαλύτερο πάχος.

Το όνομα growth fault αρχικά χρησιμοποιήθηκε στα πρώτα χρόνια των πετρελαϊκών ερευνών όταν γίνονταν χωρίς την χρήση σεισμικών

καταγραφών. Έτσι παρατηρήθηκε ότι τα στρώματα πάχαιναν με το βάθος. Η συνολική μετατόπιση των ρηγμάτων μειώνεται με το βάθος. Μικρότερα αντιθετικά ρήγματα σχηματίζονται κόντρα στη διεύθυνση των στρωμάτων.

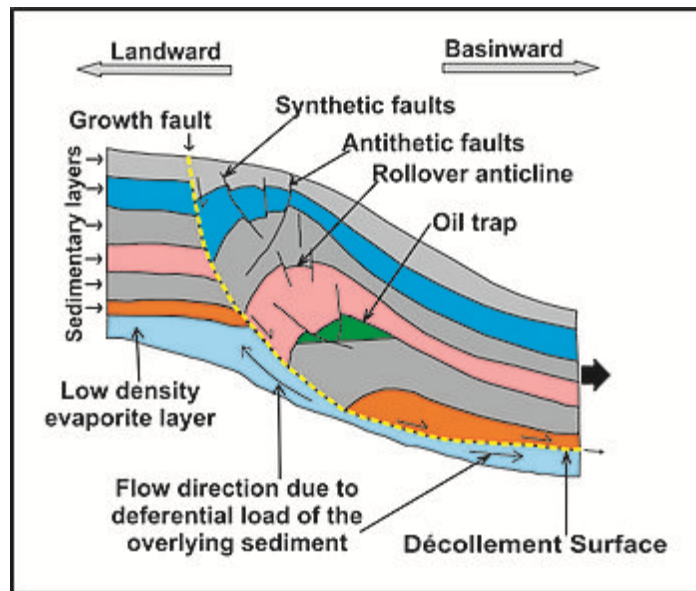
Τα growth faults τείνουν να έχουν χαμηλή διαπερατότητα και συνεισφέρουν σημαντικά στην κίνηση του νερού μέσα στις ιζηματογενείς λεκάνες και πολλές φορές βρίσκουμε συμπιεσμένους αργίλους που συνδέονται με τα συν-ιζηματογενή ρήγματα ανάπτυξης.

Παγίδες πετρελαίου που σχηματίζονται από ρήγματα εφελκυσμού (κανονικά) και συμπίεσης (ανάστροφα)



www.beg.utexas.edu

Συνιζηματογενή ρήγματα ανάπτυξης

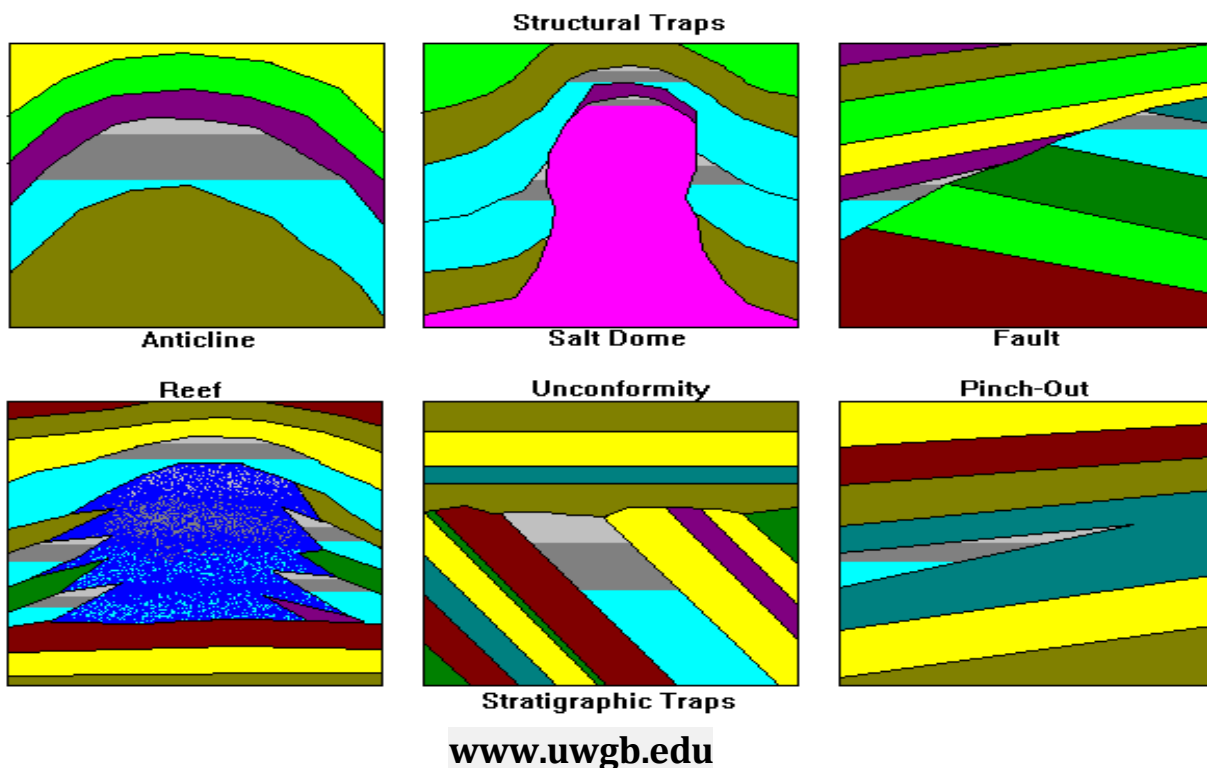


Wikipedia.org

Στρωματογραφικές παγίδες

Οι στρωματογραφικές παγίδες είναι αυτές που “κληρονομήθηκαν” από πρωτογενή αποθετική μορφολογία, ή τις ασυνέχειες μέσα στη λεκάνη πλήρωσης, ή από μεταγενέστερες διαγενετικές επιδράσεις.

Παραδείγματα στρωματογραφικών παγίδων είναι τα ποτάμια κανάλια, τα φραγματικά αναχώματα-φραγμοί, τα υποθαλάσσια ριπίδια, οι ανθρακικοί ύφαλοι κ.α.



Μητρικό πέτρωμα

Για τη διατήρηση του οργανικού υλικού στα αποθετικά περιβάλλοντα απαιτούνται αναερόβιες συνθήκες, οι οποίες περιορίζουν την δραστηριότητα των αερόβιων βακτηρίων και των παρασυρόμενων και βιοαναμοχλευμένων οργανισμών οι οποίοι υποβοηθούν στην καταστροφή του οργανικού υλικού.

- Ανοξικές συνθήκες αναπτύσσονται εκεί όπου η ζήτηση σε οξυγόνο είναι μεγαλύτερη από το παρεχόμενο οξυγόνο.
- Το οξυγόνο, κύρια καταναλώνεται κατά την αποσύνθεση του θανόντος οργανικού υλικού και για το λόγο αυτό η ζήτηση σε οξυγόνο είναι μεγάλη στις περιοχές υψηλής οργανικής παραγωγικότητας.
- Σε υδρόβια περιβάλλοντα η παροχή οξυγόνου ελέγχεται κύρια από την κυκλοφορία του οξυγονωμένου νερού και ελαχιστοποιείται εκεί όπου υπάρχουν στάσιμα νερά και στο βυθό (>200m).
- Ο χρόνος μεταφοράς του οργανικού υλικού στην στήλη του νερού από την ευφωτική ζώνη τον πυθμένα της θάλασσας, το κοκκομετρικό μέγεθος των ιζημάτων και ο ρυθμός ιζηματογένεσης, είναι επίσης

παράμετροι που επηρεάζουν την απόθεση των μητρικών πετρωμάτων.

Η σύνθεση του κηρογόνου στα διαφορετικά μητρικά πετρώματα ελέγχεται σημαντικά από τις συνθήκες ιζηματογένεσης.

- Χαμηλοί ρυθμοί ιζηματογένεσης, κάτω από συνθήκες καλής οξυγόνωσης, επιτρέπουν τη διατήρηση μόνο του ινερτινίτη, ενώ αναερόβια περιβάλλοντα απόθεσης επιτρέπουν τη διατήρηση σχετικά μεγάλων ποσοτήτων από πλούσιων σε υδρογόνο (H) [λιπτινίτη] και έτσι αυξάνεται σημαντικά το ενδεχόμενο γένεσης υδρογονανθράκων.
- Το κηρογόνο πάντα αντικατοπτρίζει τον όγκο του συνολικού οργανικού υλικού.

ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ – ΚΑΛΥΜΑΤΑ (CAP ROCKS)

Οποιοσδήποτε ταμιευτήρας πετρελαίου ή φυσικού αερίου καλύπτεται από ένα αδιαπέρατο στρώμα το οποίο συνήθως ονομάζεται κάλυμμα. Το κάλυμμα δεν επιτρέπει την περαιτέρω μετακίνηση προς τα πάνω του πετρελαίου ή του αερίου. Τα αδιαπέρατα ιζηματογενή πετρώματα μπορεί να είναι διαφορετικής λιθολογικής σύστασης. Τα μοναδικά πετρώματα που είναι πραγματικά αδιαπέρατα για το νερό είναι οι εβαπορίτες και τα πετρώματα που είναι διαρκώς παγωμένα

(permafrost condition). Το πάχος των παγωμένων πετρωμάτων που αναπτύχθηκαν αρχικά στις παγετώδεις συνθήκες του Πλειστοκαίνου μπορεί να είναι μεγάλο, π.χ. μέχρι και 1500 m στην Αρκτική ζώνη. Το μόνιμο στρώμα πάγου είναι το ιδανικό κάλυμμα για να σταματήσει τη διάχυση του αερίου που βρίσκεται σε μικρό βάθος στα τεράστια κοιτάσματα φυσικού αερίου στη Βόρεια πλευρά της Δυτικής πλατφόρμας της Σιβηρίας.

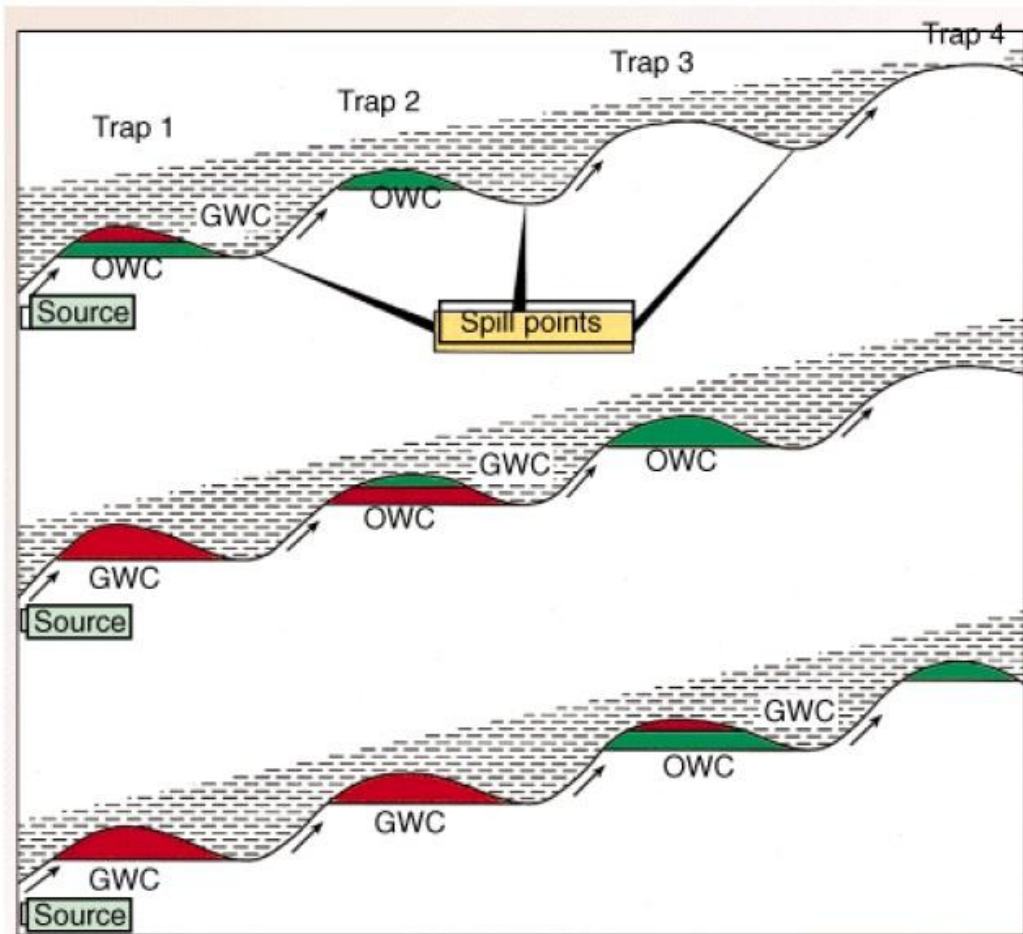
Οι άργιλοι είναι τα πιο κοινά πετρώματα καλύμματα. Η πλειονότητα των ψαμμιτικών ταμιευτήρων και πολλών ανθρακικών ταμιευτήρων καλύπτονται από αργίλους. Ακόμα και αν είναι μέτρια συμπαγοποιημένοι είναι αδιαπέρατοι για το πετρέλαιο και το αέριο. Για να εξέλθουν οι σταγόνες του πετρελαίου ή οι φυσαλίδες του αερίου μέσα από τους πόρους της αργίλου, η πίεση που πρέπει να ασκηθεί πρέπει να είναι αντίστοιχη της πίεσης που προκαλεί ρήγμα στον σχηματισμό αυτό. Συνήθως ένα κάλυμμα συγκρατεί το πετρέλαιο καλύτερα απ' ό,τι το αέριο.

Άλλα πετρώματα καλύμματα είναι οι συμπαγείς ασβεστόλιθοι και οι συμπαγείς ψαμμίτες. Οι ψαμμίτες μπορεί να είναι αδιαπέρατοι εξαιτίας

της συμπαγοποίησης ορυκτών σε όλη τους τη μάζα και εξαιτίας της ύπαρξης συγκολλητικού υλικού όπως η ιλύς ή η άργιλος. Κοινά καλύμματα είναι εβαπορίτες όπως το ορυκτό αλάτι, ο ανυδρίτης και η γύψος. Πολύ σπάνια αποτελεί κάλυμμα ένα ρήγμα ή ένα πυριγενές πέτρωμα [Γεωργακόπουλος, 2014].

ΓΕΝΕΣΗ, ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ ΚΑΙ ΠΑΓΙΔΕΥΣΗ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ

Οι παγίδες των υδρογονανθράκων (hydrocarbon traps) είναι ένας γεωμετρικός συνδυασμός ενός διαπερατού (reservoir) και ενός αδιαπέρατου πετρώματος (seal or cap-rock), τα οποία όταν συνδυάζονται με κατάλληλες φυσικές και χημικές ιδιότητες των υπεδάφιων ρευστών επιτρέπουν στους υδρογονάνθρακες να συσσωρεύονται δημιουργώντας κοίτασμα.



Μετανάστευση υδρογονανθράκων και παγίδευση τους

Source=μητρικό πέτρωμα,

Trap = παγίδα,

GMC = Gas Water Contact,

OWC = Oil Water Contact

Όταν συντρέχουν όλες οι παραπάνω περιγραφείς προϋποθέσεις τότε έχουμε ένα πετρελαϊκό σύστημα. Ένα πετρελαϊκό σύστημα ορίζεται λοιπόν ως το σύνολο των γεωλογικών στοιχείων και διεργασιών που

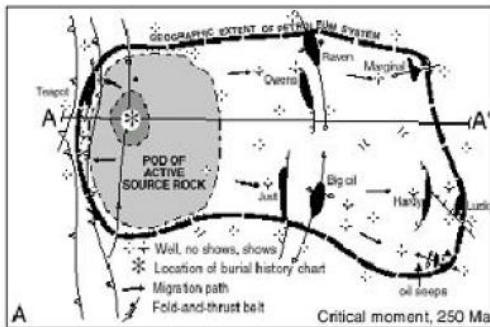
είναι απαραίτητα για τη συσσώρευση και τη δημιουργία κοιτάσματος πετρελαίου και φυσικού αερίου:

- Μητρικό πέτρωμα –source rock,
- Μετανάστευση –migration,
- Ταμιευτήρας –reservoir rock,
- Πέτρωμα-κάλυμα – seal και παγίδας – trap,
- Χρόνος – timing.

Για τη μελέτη ενός πετρελαϊκού συστήματος χρειάζεται η δημιουργία ενός μοντέλου το οποίο είναι δυναμικό και προσομοιώνει όλες τις διεργασίες μέσα στο γεωλογικό μέσα στο γεωλογικό χρόνο (βλέπε Εικόνα που ακολουθεί).

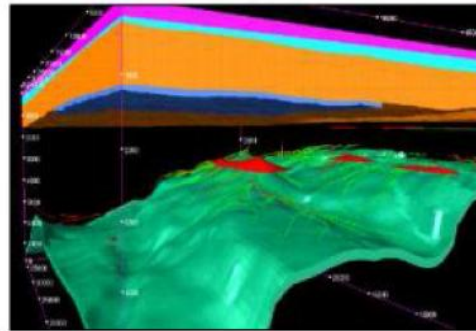
A Petroleum System is defined as a natural system that encompasses a pod of active source rock and all related oil and gas and which includes all of the geologic elements and processes that are essential if a hydrocarbon accumulation is to exist.

Leslie B. Magoon and Wallace G. Dow, AAPG Memoir 60, 1994



A Petroleum Systems Model is a digital data model of an entire petroleum system in which the interrelated processes and their results can be simulated in order to understand and predict them.

The model is *dynamic*, i.e. it provides a complete record through geologic time. Models mostly comprise merged petroleum systems.

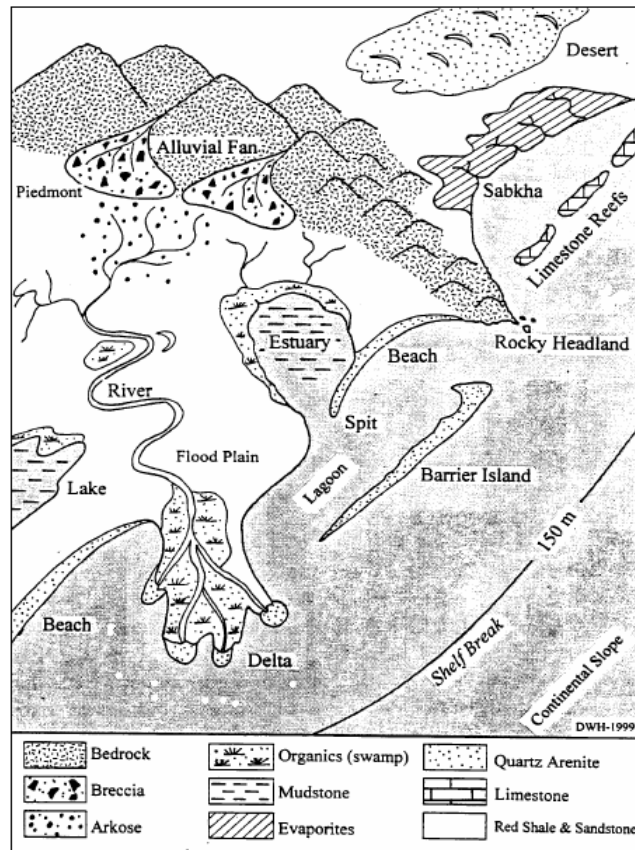


Σε ένα συμβατικό πετρελαϊκό σύστημα (conventional petroleum system) το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στους υδρογονάνθρακες που “εκδιώχθηκαν” από το μητρικό πέτρωμα, μετανάστευσαν και κατέληξαν σε ένα πέτρωμα – ταμιευτήρα.

Στα μη συμβατικά πετρελαϊκά συστήματα (unconventional petroleum systems) το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στους υδρογονάνθρακες που παρέμειναν εγκλεισμένοι μέσα στο μητρικό πέτρωμα και δεν απομακρύνθηκαν ποτέ από αυτό.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΑΠΟΘΕΣΗΣ

Τα κυριότερα περιβάλλοντα σχηματισμού πετρελαίου είναι:



Λιμναία περιβάλλοντα

Τα λιμναία περιβάλλοντα περιλαμβάνουν όλων των ειδών τα ιζήματα που βρίσκουμε και στα θαλάσσια περιβάλλοντα.

Η αλμυρότητα ποικίλει από καθόλου έως πάρα πολύ. Συνήθως θεωρούμε ότι οι λίμνες περιέχουν καθαρό νερό επειδή οι πιο πολλές

έχουν γλυκό νερό αλλά στην πραγματικότητα μερικές λίμνες είναι πιο αλμυρές ακόμα και από τη θάλασσα.

Τα λιμναία κροκαλοπαγή και οι ψαμμίτες είναι ευρέως γνωστό ότι μπορούν να είναι εξαιρετικά πετρελαιοφόρα πετρώματα. Τα τεταρτογενή λιμναία στρώματα της Utah και Wyoming περιέχουν ιζηματογενείς λεκάνες. Το πάχος των ιζημάτων σε αυτές τις λεκάνες μπορεί να φτάσει τα 13 χλμ όπως και σε τεταρτογενείς λεκάνες στην ενδοχώρα τις Κίνας.

Πολλές φορές τα ιζήματα αυτά έχουν υποστεί πολλές τεκτονικές αλλαγές.

Οι άργιλοι και οι ιλύες σε τεταρτογενείς λιμναίες αποθέσεις συνήθως είναι μητρικά πετρώματα.

Οι λιμναίοι ασβεστόλιθοι και οι δολομίτες είναι όμοιοι με αυτούς που σχηματίζονται σε θαλάσσιο περιβάλλον και μπορούν μελλοντικά να αποτελέσουν κοιτάσματα πετρελαίου. Κάποιοι από αυτούς έχουν καλή κρυστάλλωση και μικρό πορώδες, άλλοι έχουν κακή κρυστάλλωση, περιέχουν απολιθώματα και έχουν υψηλό σχετικά πορώδες. Μερικά ασβεστιτικά πετρώματα που έχουν αποτεθεί σε λιμναίο περιβάλλον

μπορούν εύκολα να γίνουν πετρελαιοφόρες λεκάνες αλλά πρέπει πρώτα να υπάρξουν διακλάσεις ή ρωγμώσεις έτσι ώστε να είναι αρκετά περατά.

Πυριτικά πετρώματα αποθήκευσης (άμμοι)

Οι δύο πιο συχνά εμφανιζόμενοι ταμιευτήρες πετρελαίου είναι οι ψαμμίτες και τα ανθρακικά πετρώματα όπως ασβεστόλιθοι και δολομίτες. Στην πραγματικότητα όμως τα ανθρακικά πετρώματα και οι ψαμμίτες δεν είναι ταμιευτήρες πετρελαίου. Οι ψαμμίτες και τα ανθρακικά πετρώματα αποτελούνται από διάφορων ειδών ιζήματα και μπορεί να προέρχονται από πολλών ειδών περιβάλλοντα απόθεσης.

Μερικά πετρώματα –ταμιευτήρες όπως οι ασβεστολιθικοί ύφαλοι και οι ποτάμιοι ψαμμίτες έχουν αποτεθεί περιβαλλόμενοι από αργιλικά ιζήματα. Επειδή τα υποκείμενα μπορεί να είναι μητρικά πετρώματα και τα υπερκείμενα να είναι “καλύμματα - cap rock” στον ύφαλο ή το κανάλι εγκλωβίζεται το πετρέλαιο

Αυτό ονομάζεται πρωτογενής στρωματογραφική παγίδα.

Αιολικοί ψαμμίτες

Οι αμμόλοφοι σχηματίζονται από τον άνεμο, είτε στην έρημο είτε σε παράκτιο περιβάλλον. Ο αέρας κυρίως έχει τη δυνατότητα να μεταφέρει λεπτόκοκκα υλικά όπως η άργιλος και η ιλύς.

Μόνο η πολύ ψιλή άμμος μπορεί να μεταφερθεί, η οποία κυρίως αναπηδά και εναποτίθεται σε κοντινές αποστάσεις από την αρχική της θέση. Τα πιο χονδρόκοκκα υλικά δεν μεταφέρονται από τον αέρα. Έτσι, οι αμμόλοφοι αποτελούνται από καλά διαβαθμισμένη λεπτή άμμο και μπορεί να αποτελέσουν εξαιρετικό μελλοντικό ταμειυτήρα. Οι αμμόλοφοι έχουν συγκεκριμένο σχήμα και εσωτερική δομή.

Λόγω των διακυμάνσεων της ταχύτητας του αέρα σχηματίζονται διάφορα στρώματα σε έναν αμμόλοφο.

Αυτά τα στρώματα που σχηματίζονται στην κατωφέρεια ενός αμμόλοφου είναι πολύ χαρακτηριστικά και ονομάζονται "cross beds".

Παράκτιοι ψαμμίτες

Οι παραλίες αποτελούνται από καλά διαβαθμισμένες άμμους. Τα κύματα ξεπλένουν τα πιο λεπτόκοκκα υλικά όπως η ιλύς και η άργιλος.

Τα λασπόνερα μεταφέρονται μακριά από την ακτή όπου εναποτίθενται τα ιζήματα σε μεγάλα σχετικά βάθη ενώ τα κύματα σχηματίζουν λεπτές λωρίδες άμμου .

Στις νότιες παραλίες του Τέξας υπάρχουν πολλές σειρές από παράκτιους ψαμμίτες του Ολιγοκαίνου οι οποίοι είναι ταμιευτήρες πετρελαίου.

Οι παγίδες πετρελαίου στο Clinton, από τα βόρεια προς τα νότια στην πολιτεία του Οχάιο, είναι ψαμμίτες σιλουρίου ηλικίας. Έχουν αποτεθεί ως παράκτιοι ψαμμίτες και οι υπερκείμενοι άργιλοι είναι τα cap rocks και τα υποκείμενα είναι τα μητρικά πετρώματα. Η εξόρυξη πετρελαίου άρχισε το 1890 στο Clinton με γεώτρηση

Οι αποθέσεις άμμου στις παραλίες μπορούν να σχηματίσουν γωνιώδη ασυμφωνία λόγω των αλλαγών της στάθμης της θάλασσας και έτσι μπορούν να σχηματισθούν τεράστιες παγίδες υδρογονανθράκων. Τέτοιου είδους παγίδες συναντώνται στη Βενεζουέλα, στα παράλια του Bolívar, οι οποίες περιέχουν περισσότερα από 30 δις βαρέλια ανακτήσιμου πετρελαίου.

Η Pembina είναι το μεγαλύτερο πετρελαϊκό κοίτασμα στον Καναδά το οποίο βρίσκεται μέσα σε ψαμμίτες. Το κοίτασμα ανακαλύφθηκε το 1953 μετά από γεώτρηση σε μια φαινομενικά βαθύτερη σεισμική ανωμαλία σε έναν ύφαλο του Δεβονίου. Ο ύφαλος φυσικά δεν βρέθηκε αλλά αντί αυτού οι γεωλόγοι μελέτησαν τον ψαμμίτη που βρήκαν λίγο πιο πάνω από την ανωμαλία που παρουσίαζαν οι σεισμικές έρευνες και ανακάλυψαν το κοίτασμα. Αυτό το κοίτασμα είναι από τα μεγαλύτερα στον κόσμο σε επιφάνεια, υπολογίζεται ότι το απόθεμα ανέρχεται σε 7,5 δις βαρέλια ενώ θεωρείται ότι 1.56 δις βαρέλια είναι απολήψιμα (37 API Gravity Oil). Στο κοίτασμα αυτό δεν υπάρχει εγκλωβισμένο φυσικό αέριο και το μέσο πάχος της εξόρυξης είναι 6 μέτρα. Το κοίτασμα βρίσκεται στο κέντρο της κοιλάδας του Drayton και ονομάστηκε από τον ποταμό της Πεμπίνας ο οποίος διασχίζει την περιοχή από νοτιοδυτικά προς βορειοανατολικά. Ο ποταμός παρέχει νερό για την παραγωγή πετρελαίου και αερίου από τους κρητιδικούς σχηματισμούς της ιζηματογενούς λεκάνης του δυτικού Καναδά. Το κοίτασμα βρίσκεται στον γνωστό ως Cardium formation, του Κάτω Κρητιδικού, με αργίλους και ψαμμίτες¹².

Ποτάμιοι ψαμμίτες

Οι περισσότεροι ποταμοί ρέουν μέσω διαφόρων καμπύλων σχηματίζοντας τη χαρακτηριστική μαιανδρική ροή. Αυτή δημιουργείται από τον τρόπο που ρέει το νερό μέσω του καναλιού. Στα ποτάμια με τέτοια ροή το νερό ρέει πιο γρήγορα κοντά στα εξωτερικά τοιχώματα από ότι στα εσωτερικά αφού το νερό διανύει μεγαλύτερη απόσταση εξωτερικά σε σχέση με το εσωτερικό. Κατά συνέπεια το νερό εξωτερικά διαβρώνει τα τοιχώματα της κοίτης ενώ στα εσωτερικά το νερό που ρέει πιο αργά εναποθέτει τα ιζήματα που μεταφέρει. Η συνεχής αυτή λειτουργία του ποταμού έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των μαιάνδρων. Η ροή των ποταμών σχηματίζει χαρακτηριστικές αναβαθμίδες στα εσωτερικά της μαιανδρικής ροής που αποτελούνται από καλά διαβαθμισμένη άμμο. Όταν τέλος το ποτάμι αρχίζει να αλλάζει ροή και να εγκαταλείπει τους μαιάνδρους, αποτίθεται ένα στρώμα αργίλου στο κανάλι.

Οι γωνιώδεις ασυμφωνίες που σχηματίζονται μεταξύ ψαμμίτη και αργίλου είναι εξαιρετικές παγίδες πετρελαίου και αερίου. Το κοίτασμα Miller Creek στη λεκάνη του Powder ποταμού στο Wyoming είναι ένα

παράδειγμα. Αυτό το κοίτασμα βρίσκεται σε Κρητιδικό ψαμμίτη που σχηματίστηκε από τον ποταμό Fall. Πρόκειται για έναν ψαμμίτη χρώματος γκρι υπόλευκου, χαλαζιούχου, λεπτόκοκκου έως μεσόκοκκου, με καλή διαβάθμιση. Σε όλη την έκταση του υπάρχουν στρώματα απανθρακωμένης φυτικής ύλης. Το καθαρό κοίτασμα συγκεντρώνεται σε 10-15 μ. με πορώδες 15-18% και διαπερατότητα περί τα 200 millidarcys που φτάνει και τα 1000 millidarcys. Την περιοχή αρχικά χαρτογράφησε ο Berg (1968) ως τμήματα της ζώνης ποτάμιων αποθέσεων που απλώνονται από Βόρεια προς Νότια για περισσότερα από 50 χλμ. Αυτές οι αποθέσεις περιέχουν πολλές πετρελαϊκές παγίδες παρόμοιες μεταξύ τους. Η παραγωγή αναμένεται να φθάσει στα 5 εκατομμύρια βαρέλια με API Gravity 33. Ο ψαμμίτης βυθίζεται 2 μοίρες νοτιοδυτικά. Το εκμεταλλεύσιμο πάχος του σχηματισμού είναι 11μ και έχει καλό πορώδες και διαπερατότητα.

Στους περισσότερους ποτάμιους ψαμμίτες η απόθεση διακόπτεται και συνεχίζει ανάλογα με την στάθμη της θάλασσας που ανεβαίνει και κατεβαίνει.

Κατά τη διάρκεια της πτώσης της στάθμης της θάλασσας ο ποταμός διαβρώνει την κοιλάδα και κατά τη διάρκεια της ανόδου της στάθμης της θάλασσας στην κοιλάδα αποτίθεται άμμος.

Αν οι άμμοι έχουν υπερκείμενο αδιαπέρατο σχηματισμό μπορεί να σχηματισθεί μία παγίδα υδρογονανθράκων.

Το κοίτασμα Stockholm, στα νοτιοδυτικά του Kansas, ανακαλύφθηκε το 1979 και είναι ένα παράδειγμα τέτοιας παγίδας πετρελαίου. Ο ψαμμίτης του Stockholm του Πενσυλβανίου είναι ένας ταμιευτήρας σε βάθος 1500μ. Το υπερκείμενο αδιαπέρατο πέτρωμα και το υποκείμενο μητρικό είναι αργιλικά πετρώματα. Το συγκεκριμένο κοίτασμα έχει 27 εκατομμύρια βαρέλια αποθηκευμένο πετρέλαιο, από τα οποία

ανακτήσιμα θεωρούνται τα 11 εκατ. Βαρέλια, sweet light oil.



www.kgs.ku.edu

Χαρτης ισοπαχων-Ψαμμιτης Stockholm

Δέλτα

Τα ποτάμια δέλτα είναι ουσιαστικά όγκοι ιζημάτων που αποτίθενται λόγω της ροής των ποταμών και απολήγουν σε παράκτιες ή παραλίμνιες περιοχές. Υπάρχουν πολλά επιμέρους περιβάλλοντα στα δέλτα.

Οι ποταμοί πολλές φορές διακλαδώνονται σε πολυάριθμα κανάλια που ονομάζονται διακλαδώσεις του ποτάμιου δέλτα.

Οι διακλαδώσεις αυτές βρίσκονται σε σχετικά επίπεδο έδαφος δηλαδή έχουν χαμηλή ταχύτητα ροής και σχηματίζουν βάλτους και έλη.

Δυο βασικές λειτουργίες παρατηρούνται στα ποτάμια δέλτα. Το ποτάμι αποθέτει ιζήματα που - θεωρείται η εποικοδομητική δύναμη - και από την άλλη τα κύματα διαβρώνουν τα ιζήματα - δύναμη αποδόμησης.

Η γεωμετρία των δέλτα είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης που έχει η ποτάμια απόθεση ιζημάτων και η διάβρωση των κυμάτων.

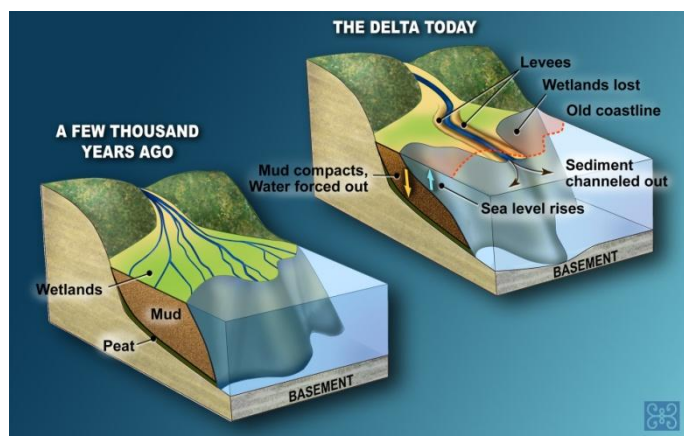
Η διάβρωση που προκαλούν τα κύματα σχηματίζει καλά ανεπτυγμένες παραλίες στο μέτωπο των Δέλτα. Για παράδειγμα αναφέρεται το δέλτα του ποταμού Νίγηρα και του ποταμού Νείλου.

Τα δέλτα είναι πιθανά περιβάλλοντα σχηματισμού και συσσώρευσης υδρογονανθράκων. Τα πλούσια σε θρεπτικά συστατικά νερά των ποταμών ρέουν στη θάλασσα προκαλώντας έντονη άνθιση φυκιών. Στη συνέχεια, όλη αυτή η οργανική υλη κάθεται στον πάτο και σχηματίζει μια οργανική λάσπη που στη συνέχεια σχηματίζει μια μαύρη άργιλο μπροστά στο δέλτα.

Τα ιζήματα καλύπτουν τη μαύρη άργιλο όπως συνεχίζεται η απόθεση του δέλτα προς τον ωκεανό. Τα υπερκείμενα στρώματα περιέχουν ιζήματα όπως παράκτιους και ποτάμιους ψαμμίτες οι οποίοι μπορούν εύκολα να γίνουν ταμιευτήρες. Όπως λοιπόν οι χαλαρές άμμοι συμπυκνώνονται η επιφάνεια του δέλτα υπο-βυθίζεται και καλύπτεται από βάλτους, έλη και ποτάμιες αποθέσεις. Οι υδρογονάνθρακες που σχηματίζονται στην υποκείμενη μαύρη άργιλο – μητρικό πέτρωμα - μεταναστεύουν στον ανώτερο ψαμμίτη που αποτελεί στρωματογραφική παγίδα.

Το κοίτασμα στο Bell Creek στη Montana είναι χαρακτηριστικό κοίτασμα που προέρχεται από δέλτα. Κατά το Κρητιδικό την περιοχή μεταξύ Montana, Wyoming και South Dakota τη διέσχισε ο ποταμός Powder. Ο μαίανδρος που σχημάτιζε ο ποταμός έρεε από το Black Hills και χυνόταν στη λεκάνη του ποταμού Powder (powder river basin) σχηματίζοντας δέλτα. Οι παράκτιες άμμοι και τα κανάλια άμμου που σαν σχηματισμός ονομάζεται ψαμμίτης "Muddy", περιμετρικά περικλείονται από αργίλους και σχηματίζουν τον ταμιευτήρα του πετρελαίου.

Ο εκμεταλλεύσιμος ψαμμίτης βρίσκεται σε 1400 μ. βάθος, έχει πάχος 6 μέχρι 12 μ. και το κοίτασμα μπορεί να παράξει περισσότερα από 200 εκατομμύρια bbl πετρελαίου.



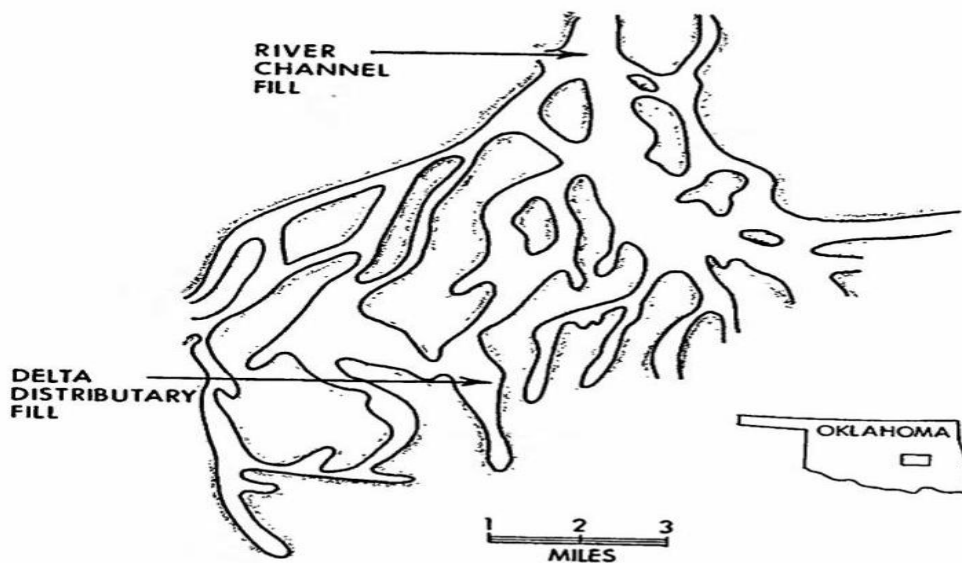


Fig. 6-17 Map of the Booch Sandstone of Oklahoma (modified from Busch, 1974)

Ανθρακικά πετρώματα αποθήκευσης

Τα ανθρακικά πετρώματα ως ταμιευτήρες.

Ασβεστολιθικά Πετρώματα.

Τα ιζηματογενή είναι πολύ διαδεδομένα πετρώματα. Αυτό συμβαίνει επειδή υπάρχει μεγάλη παρουσία CaCO_3 στους ωκεανούς που προέρχεται από τα ασπόνδυλα και σπονδυλωτά ζώα που ζουν στον ωκεανό.

Οι περισσότεροι ασβεστόλιθοι αποτίθενται στον πυθμένα της θάλασσας σε ρηχά και τροπικά νερά που έχουν σε διάφορους

γεωλογικούς χρόνους καλύψει μεγάλες εκτάσεις. Τα ανθρακικά ιζηματογενή είναι ασβεστόλιθοι και δολομίτες.

Ύφαλοι

Οι ύφαλοι είναι 'βουνά' που σχηματίζονται από κοράλλια. Όλοι οι ύφαλοι έχουν περιμετρικά ένα ασβεστιτικό περίβλημα που περικλείει τους μικροοργανισμούς που σχηματίζονται από φυτά και ζώα. Οι σύγχρονοι ύφαλοι έχουν κοράλλια στο περίβλημα περιμετρικά. Κατά το Παλαιοζωικό και Μεσοζωικό τα κοράλλια δεν παίζουν τόσο σημαντικό ρόλο όσο σήμερα και οι ύφαλοι σχηματίζονται από φύκια, αχιβάδες και άλλους οργανισμούς. Οι σύγχρονοι ύφαλοι αναπτύσσονται μόνο σε καθαρά, θερμά και ρηχά νερά.

Υπάρχουν πολλών ειδών ύφαλοι σε σχέση με το σχήμα τους: Τα barrier reefs αναπτύσσονται παράλληλα με την ακτογραμμή αλλά ξεχωρίζουν από την ακτή σχηματίζοντας μια λιμνοθάλασσα (lagoon). Και οι σύγχρονοι οργανισμοί και οι πιο παλιοί ύφαλοι συνήθως έχουν μεγάλο μέγεθος. Ένας μεγάλος ύφαλος τύπου φράγματος στην Ανατολική Αυστραλία έχει περισσότερο από 1600 χλμ μήκος.

Μια απόλλη έχει κυκλικό ελλειπτικό σχήμα, περικλείοντας στο εσωτερικό της μια λιμνοθάλασσα (lagoon). Οι απόλλες είναι πολύ διαδεδομένες στον Ειρηνικό ωκεανό.

Οι παλαιότεροι ύφαλοι τύπου φράγματος και οι απόλλες είναι γόνιμες περιοχές για αποθήκευση πετρελαίου, ειδικά στη Βόρεια Αμερική.

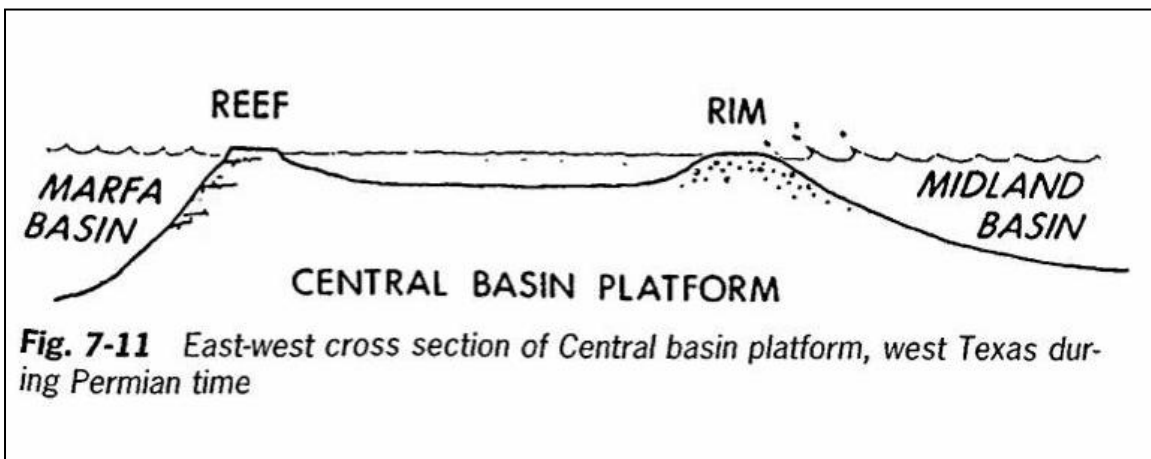
Το πέτρωμα του υφάλου έχει τους μεγαλύτερους πόρους. Αυτά τα κενά στους πόρους εμπλουτίζονται κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας με φρέσκο νερό που φιλτράρεται μέσω των πόρων και διαλύει τον ασβεστόλιθο.

Μέσα στη λιμνοθάλασσα αποτίθεται η ασβεστολιθική λάσπη που ονομάζεται micrite. Αν οι παλαιοί ύφαλοι καλυφτούν με άργιλο ή αλάτι σχηματίζουν πετρελαϊκές παγίδες. Σημειώνεται πως κατά το Πέρμιο το κλίμα της γης ήταν πιο ζεστό και ξηρό δηλαδή πιο ερημικό.

Τα Ανατολικά και Κεντρικά τμήματα της Βόρειας Αμερικής ήταν εκτεθειμένα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Μεγάλες περιοχές είχαν καλυφθεί από άμμους και άλατα. Οι τελευταίες περιοχές με νερό ήταν 3 βαθιές λεκάνες με τροπικά νερά στο Δυτικό Τέξας, στο Νέο Μεξικό και στο Μεξικό, γνωστές και ως λεκάνες του Πέρμιου. Κατά το

τέλος του Πενσυλβάνιου και κατά το Πέρμιο μεταξύ αυτών των λεκανών αποτέθηκε παχυστρωματώδης ασβεστόλιθος.

Στα περιθώρια της Delaware λεκάνης αναπτύχθηκε ο ύφαλος Capitan ο οποίος έχει πάνω από 180μ πάχος και εμφανίζεται σήμερα στα Guadalupe Mountains του δυτικού Τέξας. Στα βόρεια του υφάλου Capitan βρίσκεται ο ύφαλος Abo. Κατά μήκος των κορυφών του υφάλου έχουν βρεθεί πολυάριθμοι ταμιευτήρες. Είναι το κοιτάσμα Empire Abo το οποίο περικλείει 250 εκατ. βαρέλια πετρελαίου. Το όριο του στα βόρεια αποτελείται από αδιαπέρατα ασβεστολιθικά πετρώματα (micrite – μικρίτη) προερχόμενο από το προγενέστερο lagoon. Ο σχηματισμός του Abo είναι Ένας δολομιτιωμένος ύφαλος με γωνία βύθισης 10° με 20° . Η του κοιτάσματος είναι περίπου 275μ πάχος αλλά η αποδοτική περιοχή είναι μόλις 45 μ . Το πορώδες σύστημα του κοιτάσματος αποτελείται από ένα πλέγμα διαρρήξεων και σχισμούς επειδή κατά την δολομιτίωση το αρχικό πορώδες έχει τροποποιηθεί κατά πολύ. Το μέσο πορώδες όπως μετρήθηκε είναι 6.4 bn. Οι οριζόντιες και κάθετες διαπερατότητες είναι περίπου ίδιες ¹¹.



Ασβεστολιθική πλατφόρμα είναι μια μεγάλη περιοχή που καλύπτεται από ρηχές θερμές θάλασσες όπου αποτίθενται οι ασβεστόλιθοι. Στα παράλια στις Μπαχάμες εξελίσσεται μια νέα τέτοια ασβεστολιθική πλατφόρμα, που βρίσκεται νοτιοανατολικά της Φλόριντα και εντός της οποίας αποτίθενται λεπτόκοκκα και μεσόκοκκα ασβεστολιθικά σωματίδια.

Σε μερικές ασβεστολιθικές πλατφόρμες ρέουν δυνατά παλιρροϊκά φορτία προς τα μπροστά και πίσω. Τα θερμά τροπικά νερά είναι κορεσμένα σε ανθρακικό ασβέστιο. Έτσι όπως κινείται πάνω στην ασβεστολιθική πλατφόρμα, το ανθρακικό ασβέστιο καθιζάνει και σχηματίζει σφαιρικούς κόκκους που ονομάζονται ωόλιθοι. Οι ασβεστόλιθοι που αποτελούνται από ωόλιθους ονομάζονται ωολιθικοί

ασβεστόλιθοι. Έχουν εξαιρετικό πορώδες και μπορούν να γίνουν καλοί ταμιευτήρες.

Το κοιτάσμα Magnolia στο Arkansas ανακαλύφθηκε το 1938 από χαρτογράφηση και σεισμικές έρευνες. Η παγίδα είναι ένα αντίκλινο μήκους 10 χλμ και πλάτους 2,5 χλμ. Παράγει πετρέλαιο από τον 90 μέτρων πάχους Ιουρασικό σχηματισμό ωολίθων. Η συνολική παραγωγή δύναται να φτάσει τα 140 εκατομμύρια βαρέλια.

Οι ασβεστόλιθοι διαλύονται εύκολα μέσα στο νερό ειδικά αν αυτό είναι ζεστό όπως στα θερμά κλίματα. Αυτό συμβαίνει επειδή η βροχή και το νερό του εδάφους απορροφούν το διοξείδιο του άνθρακα και σχηματίζουν ανθρακικό οξύ το οποίο διαβρώνει τους ασβεστόλιθους.

Ένας πολύ διαβρωμένος ασβεστόλιθος ονομάζεται ασβεστόλιθος Κάρστ ή καρστικοποιημένος ασβεστόλιθος και έχει εξαιρετικό πορώδες και διαπερατότητα. Μερικοί καρστικοποιημένοι ασβεστόλιθοι σχηματίζουν σπήλαια, δολίνες και ουβάλες αλλά πιο συχνά εμφανίζονται πόροι αρκετών εκατοστών. Τα μεγάλα κοιτάσματα πετρελαίου στη Μέση Ανατολή είναι κυρίως ταμιευτήρες σε ασβεστολιθικά πετρώματα. Η εξαιρετική διαπερατότητα και το

εξαιρετικό πορώδες σε αυτά τα καρστικοποιημένα ασβεστολιθικά πετρώματα οφείλεται σε αυτούς τους-πόρους.

Τα παράκτια και μη πλούσια κοιτάσματα Golden Lane κοντά στο Tampico του Μεξικό παράγουν πετρέλαιο από καρστικοποιημένο ασβεστόλιθο. Ο ταμιευτήρας είναι μια αρκετά μεγάλη ατόλλη Κρητιδικής ηλικίας. Η ασβεστολιθική αυτή ατόλλη (El abra reef) είχε θαφτεί κάτω από ιζήματα. Αργότερα τα υπερκείμενα ιζήματα διαβρώθηκαν και αποκαλύφθηκε ο ύφαλος. Το πάνω μέρος του υφάλου αποσαθρώθηκε έντονα σχηματίζοντας έντονο πορώδες. Στη συνέχεια ο ύφαλος σκεπάστηκε από νέα ιζήματα μετά από επίκλυση της θάλασσας. Τέλος το πετρέλαιο μετανάστευσε προς τα πάνω στον καρστικοποιημένο ασβεστόλιθο. Τα κοιτάσματα ανακαλύφθηκαν στις αρχές του 1900 από γεωτρήσεις σε επιφανειακές εμφανίσεις πετρελαίου. Ένα κοίτασμα στο Cerro Azul έχει 1,25 δισεκατομμύρια βαρέλια ανακτήσιμου πετρελαίου. Ο ύφαλος El Abra είναι εξαιρετικής διαπερατότητας και πολύ καλού πορώδους.

Από μία γεώτρηση πάνω στον ύφαλο έχουν παραχθεί περισσότερα από 115 εκατομμύρια βαρέλια τα τελευταία 40 χρόνια.

Δολομίτες

Οι δολομίτες είναι ένα ιζηματογενές πέτρωμα που σχηματίζεται από τη μεταβολή προϋπάρχοντος ασβεστόλιθου.

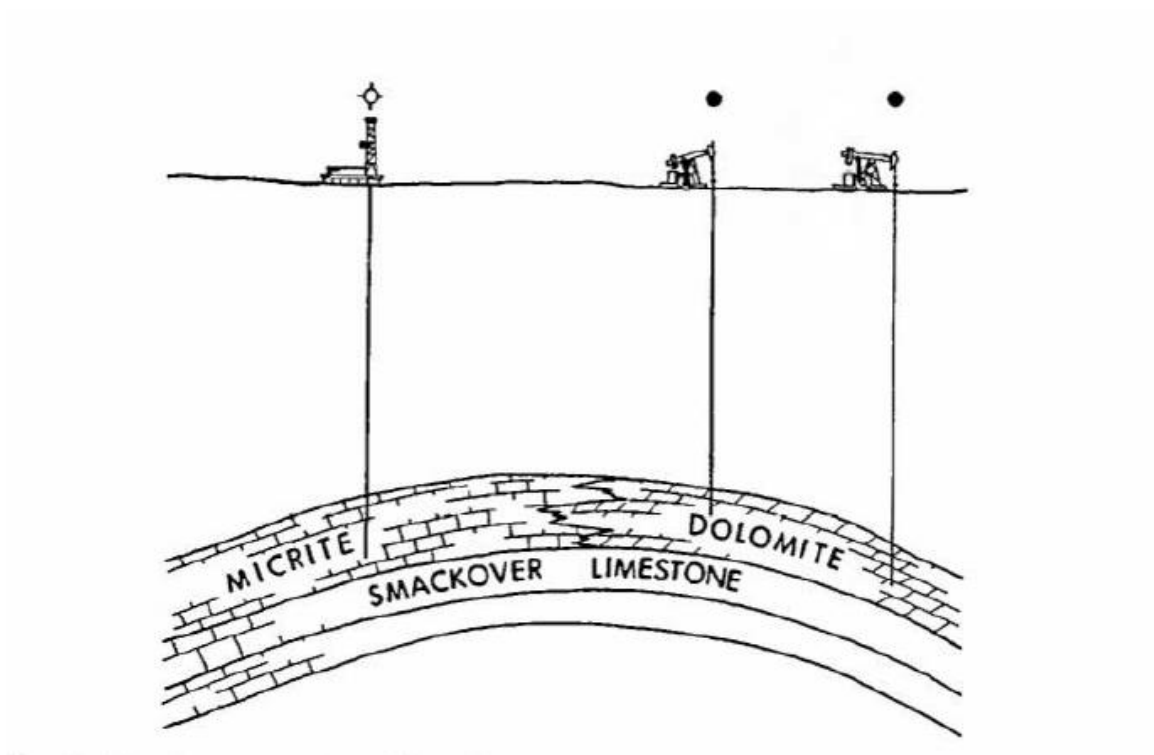
Όταν το νερό είναι πλούσιο σε μαγνήσιο φιλτράρεται μέσα από τον ασβεστόλιθο και αντικαθιστά τα άτομα ασβεστίου με άτομα μαγνησίου σχηματίζοντας δολομίτη. Πολλές φορές ολόκληρα στρώματα διαπερατού ασβεστόλιθου μετατρέπονται σε δολομίτη. Σε αδιαπέρατους ασβεστόλιθους όπως ο μικρίτης ή ο κρυσταλλικός ασβεστόλιθος η μετατροπή σε δολομίτη περιορίζεται μόνο σε περιοχές κατά μήκος διαρρήξεων δηλαδή εκεί όπου επιτρέπεται η ροή πλούσιου σε μαγνήσιο νερού.

Η διάκριση δολομίτη - ασβεστόλιθου στο ύπαιθρο είναι δύσκολη. Οι δολομίτες και οι ασβεστόλιθοι έχουν παρόμοια κρυσταλλική δομή, χρώμα και σκληρότητα. Ο ασβεστόλιθος αντιδρά σε κρύο αραιό οξύ. Ο δολομίτης ωστόσο θα αντιδράσει μόνο σε ζεστό, μεγάλης περιεκτικότητας όξινο διάλυμα.

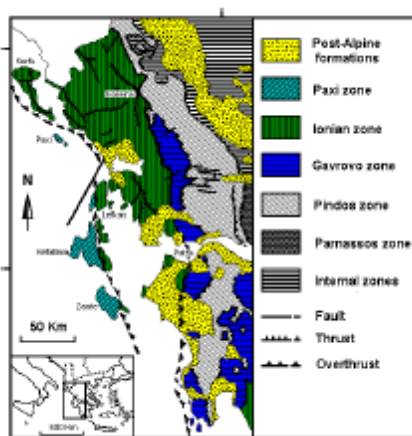
Στο εργαστήριο ο διαχωρισμός των δύο πετρωμάτων είναι πολύ πιο εύκολος. Ο δολομίτης μπορεί να γίνει πολύ καλός ταμιευτήρας

υδρογονανθράκων. Οι δολομίτες όμως είναι πιο σκληροί και λιγότερο διαλυτοί από τους ασβεστόλιθους και ως εκ τούτου διατηρούν το πορώδες τους. Οι δολομιτικοί κρύσταλλοι είναι συνήθως μεγαλύτεροι από τα ασβεστολιθικά σωματίδια που αντικαθιστούν αυξάνοντας έτσι τη διαπερατότητα. Οι δολομιτωμένοι ύφαλοι του Δυτικού Καναδά έχουν κατά μέσο όρο 1% καλύτερο πορώδες και 10 φορές καλύτερη διαπερατότητα από τους αντίστοιχους ασβεστολιθικούς υφάλους.

Το κοίτασμα Jay Field στην βορειοδυτική Φλόριντα βρίσκεται σε ένα αντίκλινο στα 2.400 μέτρα βάθος. Μόνο όμως το μισό αντίκλινο μπορεί να παράγει πετρέλαιο. Ο αρχικός smackover ασβεστόλιθος του Ιουρασικού που έχει την μορφή μικρίτη δεν είναι ταμιευτήρας υδρογονανθράκων και βρίσκεται στη μία πλευρά του αντικλίνου. Στην άλλη ο μικρίτης έχει αντικατασταθεί. Το κοίτασμα αυτό έχει 730 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου με 51° API, από το οποίο περισσότερα από 346 εκατομμύρια βαρέλια θα εξορυχτούν.



Μητρικά πετρώματα πετρελαίου και περιβάλλον απόθεσης στη Δυτική Ελλάδα



Τα κυριότερα μητρικά πετρώματα υδρογονανθράκων στη Δυτική Ελλάδα είναι οι άργιλοι της βίγλας, τα στρώματα ποσειδωνίας και τα θραύσματα Τριαδικών αργίλων στην Ιόνια ζώνη και στο Άνω Ιουρασικό στη ζώνη Παξών ⁹

Η απόθεση υψηλού ποσοστού οργανικής ύλης στους σχηματισμούς Βίγλας είναι χαρακτηριστικό του σχηματισμού στην εσωτερική Ιόνιο ζώνη .

Στην κεντρική και εξωτερική Ιόνια ζώνη αξιόλογη ποσότητα οργανικής ύλης έχει αποτεθεί στο κάτω Κρητιδικό στους αργιλικούς ορίζοντες . Κατά τη διάρκεια του Ιουρασικού αποτέθηκε σε ορίζοντες η άνω λωρίδα με ποσειδώνιες και η κάτω σε λεπτούς ορίζοντες στο Τριαδικό .

Οι συνθήκες απόθεσης και σχηματισμού των παραπάνω οριζόντων είναι πολύ ή λίγο οι ίδιες στο Κρητιδικό και στο Ιουρασικό αλλά διαφέρουν στο Τριαδικό ⁸

Η οργανική ύλη που αποτέθηκε στους σχηματισμούς που δημιουργήθηκαν στις λεκάνες ιζηματογένεσης στο Άνω Τοάρσιο μέχρι το Τιθώνιο είναι αποτέλεσμα ανοδικής κίνησης του νερού σε παράκτια ιζηματογένεση. Ο σχηματισμός της οργανικής ύλης σχετίζεται με την γεωμετρία του Ιονίου γεωσύγλινου.¹⁰

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Norman J. Hyne, Ph.D. 2012, Nontechnical guide to Petroleum Geology, Exploration, Drilling, and production
- 2) www.baesi.org 2008
- 3) www.geology.upatras.gr
- 4) Ανδρέας Γεωργακόπουλος 2014 Σημειώσεις Κοιτασματολογίας Πετρελαίου, Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.
- 5) www.geosociety.org
- 6) www.uwgb.edu
- 7) Halliburton 2001, Basic Petroleum Geology and Log Analysis
- 8) Rigakis, N and Karakitsios, V. 1988. The source rock horizons of the Ionian basin (NW Grece), Marine and petroleum geology, 15 , 593
- 9) Rigakis ,n. 1999. Contribution to stratigraphic research on wells and outcrops of the Alpine formations in Western Greece, in relation to the petroleum generation efficiency of their organic matter, PhD. Thesis, Athens university 255 p.

10) Jenkys H. C. 1985 The Early Toarcian (Jurassic) and Cenomanian-Turonian anoxic events in Europe: Comparisons and contrasts. P.505-518

11) Christianson, S.H. 1977. Performance and Unitization of the Empire Abo Pool. Presented at the SPE Permian Basin Oil and Gas Recovery Conference, Midland, Texas, 10-11 March 1977. SPE-6384-MS.

12) The Canadian Encyclopedia. *"Oil and Gas Production"*. Retrieved 2009-03-04.