

ΧΡΗΣΗ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΛΑΦΡΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ ΩΣ ΙΧΝΗΛΑΤΩΝ ΣΕ ΓΕΩΧΗΜΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗΝ ΧΕΡΣΟΝΗΣΟ ΚΑΣΣΑΝΔΡΑΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ

Δ. Κατσίνης*

ΣΥΝΟΨΗ

Στην περιοχή Κασσάνδρας Χαλκιδικής έγινε μία πρώτη εφαρμογή ανίχνευσης ιχνοστοιχείων υδρογονανθράκων προσροφημένων στους εδαφικούς ορίζοντες. Οι ελαφροί υδρογονάνθρακες (Αιθάνιο μέχρι και καν. πεντάνιο) αποδείχτηκε, με συγκριτικές μεθόδους, ότι συνδέονται άμεσα με κοιτάσματα φυσ. αερίων ή πετρελαίου.

Στην συγκεκριμένη περιοχή με τις γεωτρήσεις που έγιναν δεν ανεβρέθησαν εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα, αλλά η μέθοδος αφενός επιβεβαίωσε πιθανές τεκτονικές γραμμές, που αποτελούν εύκολη οδό διαφυγής των αερίων προς τα άνω, και αφετέρου με περαιτέρω επεξεργασία μπορεί να μας υποδείξει καινούργιες δυνατές θέσεις γεωτρήσεων.

ABSTRACT

In the Peninsula of Kassandra - Chalkidiki was first applied a detection method of light hydrocarbons adsorbed in soil layers. The light hydrocarbons (Ethane to normal pentane) are in immediate relation with oil and gas accumulations at depth. After a number of drillings in the area not significant accumulations were discovered but suggested fracture systems were confirmed. Fractures are the easiest way for the upward movement of gases. Further data elaboration can reveal us some new positions for a more successful drilling operation.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εφαρμογή γεωχημικών μεθόδων που αποσκοπούσαν στον εντοπισμό κοιτασμάτων πετρελαίου ή φυσικού αερίου ξεκίνησε από το 1929 στην Γερμανία [1]. Οι μέθοδοι αυτές εξελίχθηκαν και τελειοποιήθηκαν στην συνέχεια από Αμερικανούς ερευνητές [2, 3] και σήμερα έχουν αναπτυχθεί και εφαρμόζονται ευρύτατα. Επισημαίνεται ότι με γεωχημικές μεθόδους εντοπίστηκαν δύο μεγάλα κοιτάσματα φυσικού αερίου το 1982 στην Ουκρανία [4, 5].

Πρόκειται για μεθόδους που στηρίζονται στην διαπίστωση ότι ποσότητες αερίων από τα κοιτάσματα ανέρχονται προς την επιφάνεια και προκαλούν εμπλουτισμό των επιφανειακών εδαφικών οριζόντων σε ελαφρούς υδρογονάνθρακες. Επομένως, με τη διενέργεια αβαθών γεωτρήσεων (βάθος 1.5-4m) διερευνάται η παρουσία ελαφρών υδρογονανθράκων ώστε να διαπιστωθεί η πιθανότητα ύπαρξης κοιτασμάτων. Για τη δειγματοληψία και την ανάλυση, στην συνέχεια, των αερίων ακολουθούνται συνήθως δύο μεθοδολογίες:

1. Άμεση, με δειγματοληψία αερίων προσροφημένων στους εδαφικούς πόρους.

* Δρ. Γεωλόγος- Γεωχημικός

2. 'Εμμεση, με δειγματοληψία όχι εδαφικού αερίου αλλά εδάφους από το οποίο, με κατάλληλη διάταξη, επιτυγχάνεται εξαγωγή των προσροφημένων αερίων υδρογονανθράκων που συγκρατούνται γύρω από τα εδαφικά σωματίδια με μοριακές δυνάμεις Van der Waals.

Από την υπάρχουσα ερευνητική εμπειρία [4] και τα βιβλιογραφικά δεδομένα [2] η δεύτερη πορεία κρίνεται προτιμότερη διότι τα δείγματα εδάφους υπό κατάλληλη συσκευασία μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις και να αναλυθούν μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να υποστούν σημαντικές μεταβολές στις συγκεντρώσεις των αερίων.

Ανεξάρτητα από την πορεία που ακολουθείται κατά τη δειγματοληψία, η ανάλυση των αερίων γίνεται με Αέρια Χρωματογραφία. Όταν ολοκληρωθούν οι αναλύσεις, καθορίζονται οι τιμές υπόβαθρου (background) και εισόδου στην ανωμαλία και συντάσσονται γεωχημικοί χάρτες με καμπύλες ισοποσότητας από τους οποίους σε συνδυασμό με τα γεωλογικά και τα γεωφυσικά δεδομένα εξάγονται συμπεράσματα για την ύπαρξη ή όχι υποκειμένων κοιτασμάτων υδρογονανθράκων.

Η μεθοδολογία αυτή εφαρμόστηκε κατόπιν προτροπής των υπευθύνων του τμήματος γεωχημείας της ΔΕΠ-ΕΚΥ που υποστήριξε όλη την ερευνητική μας προσπάθεια στην περιοχή της Χερσονήσου Κασσάνδρας Χαλκιδικής. Η επιλογή αυτής της θέσης είχε δικαιολογηθεί τότε λόγω α) των υπάρχουσών τεκτονικών δομών της ευρύτερης περιοχής που ευνοούν την παγίδευση υδρογονανθράκων β) κάποιων πρώτων ευθαρρυντικών αποτελεσμάτων γεωτρήσεων.

Κατά την εκτέλεση της έρευνας έγινε συστηματική δειγματοληψία που διήρκεσε 20 ημέρες. Τα δείγματα μεταφέρθηκαν και αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας σε συνδυασμό τη συσκευή εξαγωγής των προσροφημένων κορεσμένων ελαφρών υδρογονανθράκων και συγκεκριμένα αιθάνιο, προπάνιο, κανονικό βουτάνιο, ισο-βουτάνιο και κανονικό πεντάνιο από το εδαφικό δείγμα η οποία κατασκευάστηκε από εμάς και συσκευή αερίου χρωματογραφίας τύπου Carlo Erba Vega 2000. Όλες οι εργασίες έλαβαν χώρα στα εργαστήρια του τομέα Γεωλογικών επιστημών του τμήματος Μηχ. Μεταλλείων Μεταλλουργών του Ε.Μ.Π.

Πριν την κύρια εφαρμογή της μεθόδου στην περιοχή της Κασσάνδρας Χαλκιδικής έγινε για λόγους καθαρά δοκιμαστικούς της μεθόδου περιορισμένη δειγματοληψία και αναλύσεις στο ακρωτήριο Κατακόλου Πύργου Ηλείας.

ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

Επιλογή θέσεων

Η επιλογή των θέσεων δειγματοληψίας έγινε με τα κάτωθι κριτήρια που κατά τη γνώμη μας βοηθούν στην σωστή εφαρμογή της μεθόδου.

α) Αποφυγή περιοχών με ανώμαλο γεωγραφικό ανάγλυφο το οποίο μπορεί να είναι αιτία λανθασμένων και μη πραγματικών αποτελεσμάτων κατά τη γεωχημική διασκόπηση.

β) Επιλογή περιοχών με αρκετό πάχος εδαφικών οριζόντων συνήθως μεγαλύτερο από 3 μέτρα που να επιτρέπει ομοιόμορφη δειγματοληψία μέχρι βάθους 1,5 έως 3,5 μέτρων. Σημεία όπου η δειγματοληψία είναι αδύνατον να γίνει σε βάθος μεγαλύτερο από 1,5 μέτρο δεν εξαιρούνται αλλά τους δίδεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

γ) Κρατήθηκαν λεπτομερείς σημειώσεις για κάθε δειγματοληψία που αφορούσαν τη φύση του εδάφους την ποσότητα της βλάστησης, την υγρασία κ.λ.π.

δ) Διαπιστώθηκε ότι τα αργιλικά εδάφη είναι τα πιο πρόσφορα για δειγματοληψία ενώ εδάφη πλούσια σε κροκάλες ή λατύπες αποδείχθηκαν εντελώς ακατάλληλα εξ' αιτίας της μεγάλης δυσκολίας διάτρησής τους στο επιθυμητό βάθος.

Στην δική μας περιοχή έγιναν 110 γεωτρήσεις μικρού βάθους (1,2 - 4μ.) και συνελέγησαν 130 δείγματα. Τα επιπλέον δείγματα βγήκαν διότι σε ορισμένες θέσεις ελήφθησαν από μία γεώτρηση δύο ή τρία δείγματα διαφορετικού βάθους για

έλεγχο της περιεκτικότητας σε HC ανάλογα με το βάθος. Οι γεωτρήσεις έγιναν κατά μήκος τομών που κάλυψαν κατά το δυνατό όλη την περιοχή της Χερσονήσου και φαίνονται στους χάρτες δειγματοληψιών (No.1, 2, 3).

Για τη δειγματοληψία και τις γεωτρήσεις χρησιμοποιήσαμε χειροκίνητο σπειροειδή δειγματοληπτή (αρίδα) ειδικά κατασκευασμένο για να δέχεται διαδοχικά βιδωτά στελέχη και να φθάνει έτσι τα 4 μέτρα βάθος. Το έδαφος που συλλέγονταν στις έλικες του διατρητικού στελέχους εξαγόταν από την τρύπα και απορρίπτονταν στο περιβάλλον. Όταν όμως φθάναμε στο επιθυμητό βάθος το δείγμα συλλεγόταν σε ειδικές σακούλες από PVC κατάλληλο για ιατρική χρήση προσέχοντας για την αποφυγή μολύνσεων.

Εδώ θα πρέπει να τονίσουμε ότι όλες οι προαναφερθείσες κατασκευές έγιναν υπό την επίβλεψή μας σε επιλεγμένα μηχανουργεία της Αθήνας.

Η συσκευασία των δειγμάτων παίζει τεράστιο ρόλο, πράγμα που φαίνεται και από τη διεθνή βιβλιογραφία [5, 6]. Έτσι ενώ αρχικά οι ερευνητές χρησιμοποιούσαν σακούλες πλαστικής ή άλλου είδους δοχεία όπως βάζα μαρμελάδας κ.λ.π. διαπίστωσαν ότι σε λίγες μέρες είτε λόγω εξαερισμού είτε λόγω μικροβιακών διεργασιών που συντελούνται στο εδαφικό δείγμα είχαν απώλεια του μεγαλύτερου μέρους των υδρογονανθράκων.

Με βάση λοιπόν τα συμπεράσματα αυτά καθώς και δικές μας επιλογές ακολουθήσαμε την εξής μέθοδο: τα δείγματα, αμέσως μετά την επιστροφή στην βάση μας από την ημερήσια εξόρυξη, εξάγονταν από τις σακούλες PVC και εισάγονταν σε δοχεία από λευκοσίδηρο σε ποσότητα τέτοια ούτως ώστε να αφαιρεθεί όλος ο αέρας, στην συνέχεια δε σφραγίζονταν με σιλικόνη. Κατ' αυτόν τον τρόπο διαπιστώσαμε πειραματικά ότι δεν είχαμε καμία ουσιαστική απώλεια υδρογονανθράκων για πολλούς μήνες. Αντιθέτως σε δείγματα εδάφους που τα δοχεία τους ανοίχτηκαν και βρέθηκαν να περιέχουν μεγάλη ποσότητα υδρογονανθράκων, ξανά σφραγίστηκαν αλλά με αέρα να έχει εισέλθει μέσα στο δοχείο, μετρήθηκαν 20 μέρες μετά και βρέθηκαν να έχουν υποστεί μείωση 70% σε υδρογονάνθρακες. Πρέπει να αναφερθεί ότι πλην των άλλων προφυλάξεων τα δοχεία με τα δείγματα φυλάσσονταν μέχρι την ώρα της ανάλυσης σε θερμοκρασία -15°C προς αποφυγή και των οποιοδήποτε μικροβιακών διεργασιών.

ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Τα δείγματα εδάφους τα οποία είχαν συσκευαστεί και τοποθετηθεί στην κατάψυξη (-15°C), αφού επανήλθαν σε θερμοκρασία δωματίου έγινε αφαίρεση υλικών που δεν μπορούν να διαλυθούν στο οξύ όπως κομματιών ριζών μικρών πετρών από το δείγμα. Μετά ζυγίστηκαν 30 γρ. περίπου δείγματος για ανάλυση.

Κατόπιν έγινε προσδιορισμός της υγρασίας ζυγίζοντας μερικά χαρακτηριστικά δείγματα προ και μετά την ξήρανση και αφού καθορίστηκε το ποσοστό της υγρασίας το λάβαμε υπ' όψη μας για όλα τα δείγματα.

Γενικώς αποφύγαμε τη συστηματική ξήρανση των δειγμάτων πριν γίνει η ανάλυση για το λόγο του ότι κάποιες ψηλές θερμοκρασίες μπορούν να μειώσουν το ποσοστό των προσροφημένων υδρογονανθράκων. Επίσης για τον ίδιο λόγο στην φάση της προεργασίας αποφεύχθηκε λιοτρίβιση και κοσκίνισμα των δειγμάτων.

Η ανάλυση των δειγμάτων έγινε ως εξής:

Τα δείγματα προσβλήθηκαν με αραιό υδροχλωρικό οξύ εν κενώ και σε ψηλή θερμοκρασία περίπου 80°C - 100°C . Τα αέρια τα οποία ελευθερώνονται καθαρίζονται από το διοξειδίο του άνθρακος περνώντας μέσα από διάλυμα καυστικού καλίου και στην συνέχεια απαλλάσσονται και από την υγρασία η οποία κατακρατείται από φίλτρο ενεργοποιημένου ανθρακικού καλίου το οποίο κατόπιν συνεχών δοκιμών βρέθηκε να κατακρατεί σχεδόν μηδενικό ποσοστό υδρογονανθράκων εν αντιθέσει προς άλλα φίλτρα με ουσίες όπως Silica gel ή πεντοξειδίο του φωσφόρου.

Στην συνέχεια τα αέρια περνάνε από παγίδα υγρού αζώτου όπου στην θερμοκρασία

των -196°C και σε ανάλογη πίεση κατακρατούνται όλοι οι υδρογονάνθρακες πλην του μαθανίου το οποίο δε συμπυκνώνεται.

Η παγίδα του υγρού αζώτου προσαρμόζεται μετά σε σύστημα βαλβίδων και μανόμετρου - κενόμετρου μέσω του οποίου το αέριο μείγμα οδηγείται στην στήλη διαχωρισμού της συσκευής αερίου χρωματογραφίας.

Το σύστημα εισαγωγής του αερίου δείγματος στην συσκευή αερίου χρωματογραφίας εξασφαλίζει απόλυτη επαναληψιμότητα των μετρήσεων καθώς γίνεται δυνατό να εισάγεται στον χρωματογράφο κάθε φορά γνωστός όγκος αερίου υπό γνωστή πίεση και θερμοκρασία.

Αφού το δείγμα των υδρογονανθράκων εισαχθεί στην στήλη αερίου χρωματογραφίας επανακολουθεί διαχωρισμός των συστατικών ανάλογα με το χρόνο κατακράτησης (Retention Time) και κατόπιν το κάθε συστατικό οδηγείται στον ανιχνευτή φλόγας υδρογόνου (Flame Ionization Detector) ιδανικό για υδρογονάνθρακες [7] όπου καίγεται και έχουμε δημιουργία ηλεκτρικού σήματος το οποίο ενισχυόμενο ανάλογα καταγράφεται και ολοκληρώνεται από τον αυτόματο ολοκληρωτή καταγραφέα. Σαν φέρον αέριο είχαμε καθαρό άζωτο.

Το μήκος της στήλης που χρησιμοποιήθηκε ήταν 6 μέτρα και η διάμετρος της 1/8 της ίντσας. Το πληρωτικό υλικό ήταν Durapak Porasil c σαν στερεή φάση και κανονικό οκτάνιο σαν υγρή. Ο συνδυασμός στερεής και υγρής φάσης επιτρέπει την εκτέλεση αερίου - υγρής χρωματογραφίας (Gas liquid chromatography με το πλεονέκτημα ότι η στήλη δε χρειάζεται καθαρισμό με το φέρον αέριο (Back flashing). Το Porasil c είναι ένα πυριτικό υλικό στην πορώδη επιφάνεια των κόκκων του οποίου έχει γίνει εστεροποίηση μιας αλκοόλης με σκοπό τη δημιουργία τριχιδίων εν είδη "βούρτσας" και την αύξηση των λεγομένων θεωρητικών πλακών. Το υλικό αυτό σύμφωνα με την εμπειρία μας [4] και τη διεθνή βιβλιογραφία [7] δίδει πολύ καλά αποτελέσματα όσον αφορά τις αναλύσεις υδρογονανθράκων και ειδικά στις αναλύσεις ιχνοστοιχείων. Η θερμοκρασία διατηρήθηκε σταθερή στους 40°C καθ' όλη τη διάρκεια της ανάλυσης.

Όπως αποδείχτηκε από τις αναλύσεις των δειγμάτων το ποσοστό υδρογονανθράκων που ελευθερώνεται και μετράται συνδέεται άμεσα με το ποσοστό των ορυκτολογικών συστατικών που διαλύονται στο οξύ. Αυτό εξηγείται εύκολα λόγω του ότι ταυτόχρονα με τη διάλυση των εδαφικών σωματιδίων προκαλείται και εξαφάνιση των δυνάμεων Van der Waals που συγκρατούν τα μόρια των αερίων. Έτσι καθίσταται αναγκαίο να εισέλθει ένας διορθωτικός παράγων ούτως ώστε το μέγεθος που αντιστοιχεί σε κάθε θέση δειγματοληψίας να απεικονίζει το πραγματικό ποσοστό εμπλουτισμού σε υδρογονάνθρακες λόγω θέσεως και όχι λόγω μεγάλης περιεκτικότητας σε ορυκτολογικά συστατικά που διαλύονται στο οξύ. Έτσι πολλοί ερευνητές [8] προτείνουν όπως το ποσοστό συνολικών υδρογονανθράκων διαιρείται με το ποσοστό των διαλυόμενων στο οξύ συστατικών.

Τη μεθοδολογία αυτή ακολουθήσαμε και εμείς ζυγίζοντας το δείγμα πριν την επεξεργασία με το HCl και μετά την επεξεργασία. Φυσικά είχε ληφθεί υπ' όψη το ποσοστό υγρασίας. Έτσι με βάση τις μετρήσεις που έγιναν καταστρώθηκαν δύο χάρτες με καμπύλες ισοποσότητας όπου φαίνονται οι γεωχημικές ανωμαλίες. Ο πρώτος χάρτης (No 1) έγινε με βάση την τιμή των συνολικών υδρογονανθράκων (C_2 έως και C_5) για κάθε θέση και ο δεύτερος (No 2) έγινε με τους λόγους των συνολικών υδρογονανθράκων δια του ποσοστού των διαλυόμενων στο οξύ συστατικών του δείγματος.

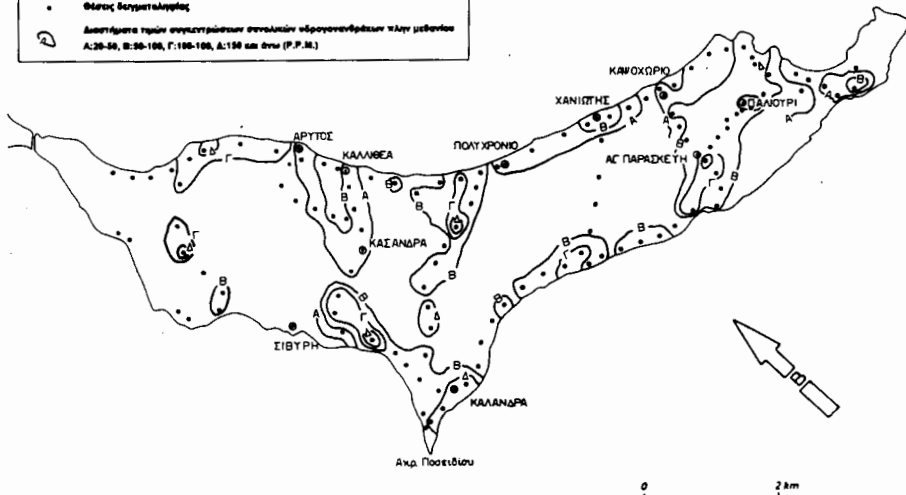
ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Η τεκτονική της Χερσονήσου Κασσάνδρας ενδιαφέρει ιδιαίτερα για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων και εξαγωγή συμπερασμάτων διότι η διεύθυνση, το μήκος, η ηλικία των ρηγμάτων που εμφανίζονται στην περιοχή επηρεάζουν άμεσα το σχήμα και την ένταση των γεωχημικών ανωμαλιών. Αυτό συμβαίνει διότι οι πάσης φύσεως

№ 1

ΥΠΟΜΗΜΑ

- Θέσες δειγματοληψίας
- Δασυήματα τριών συσπείρωσεων σπινθηροειδών υδρογονοπυρίνων πύργων μεθάνιοι
Α: 20-50, Β: 50-100, Γ: 100-150, Δ: 150 και άνω (P.P.M.)



διαρρήξεις είναι ο εύκολος δρόμος της ανόδου των αερίων προς τα πάνω, ιδιαίτερα δε όταν τα συστήματα ρηγμάτων είναι νεαρής ηλικίας και έχουν κόψει όλα τα υπερκείμενα του κοιτάσματος ιζημάτα μέχρι της επιφάνειας. Στην δική μας περιοχή από πλευράς τεκτονικής έρευνας έχουν γίνει ελάχιστα.

Πρώτη συστηματική τεκτονική έρευνα στην περιοχή έγινε από το Μουντράκη και συνεργάτες στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος της Γεν. Γραμμ. Έρευνας και Τεχνολογίας. Η εργασία αυτή ολοκληρώθηκε το Μάρτιο 1991 και τα αποτελέσματα της ήρθαν σε γνώση μας πολύ πρόσφατα. [9]

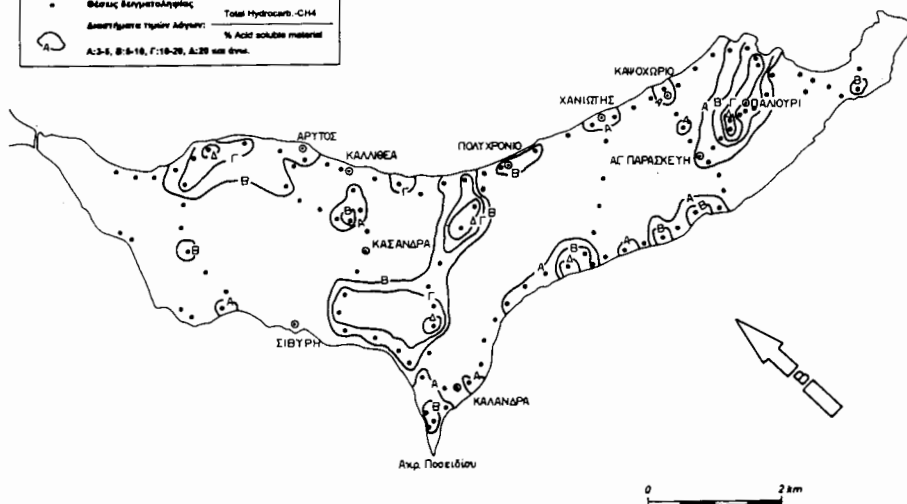
Σύμφωνα με τη μελέτη ο κύριος όγκος της περιοχής δεν είναι επηρεασμένος από τεκτονικές διεργασίες μεσαίας και μεγάλης κλίμακας. Εμφανίζονται δηλαδή ρήγματα μικρής κλίμακας που χαρακτηρίζονται από μικρού μήκους επιφανειακά ίχνη. Στις περισσότερες των περιπτώσεων τα ρήγματα αυτά επηρεάζουν σχηματισμούς από το Μειόκαινο ως τις σημερινές αλλουβιακές αποθέσεις. Επίσης υπάρχουν και περιπτώσεις όπου περιορίζονται σε μειοπλειοκαινικούς σχηματισμούς. Στην συνέχεια οι ερευνητές αναφέρουν ότι η ανάλυση των γραμμικών στοιχείων (ρηξιγενών επιφανειών και επιφάνειες διαπλάσεων) επέτρεψε το προσδιορισμό του χαρακτήρα του πεδίου των τάσεων στην περιοχή. Έτσι φαίνεται ότι κυριαρχεί ένα εφελκυστικό πεδίο σε ΒΒΔ-ΝΝΑ διεύθυνση που διέπει την πρόσφατη και ενεργό τεκτονική και μας έδωσε μία σειρά από συστήματα ρηγμάτων, ενώ ένας εφελκυσμός σε ΒΒΑ-ΝΝΔ διεύθυνση φαίνεται ότι διέπει τη γένεση ρηγμάτων κατά το Μειόκαινο.

Στο χάρτη Νο 3 φαίνεται μία σύνθεση των γραμμών που έχουν χαράξει οι παραπάνω ερευνητές βάση επιτόπιων ερευνών και αξιολόγησης γεωμορφολογικών στοιχείων. Επίσης υπάρχουν τεκτονικές γραμμές που έχουν επισημανθεί από αεροφωτογραφίες και δορυφορικές φωτογραφίες. Σαφής στο χάρτη αυτό είναι ο διαχωρισμός σε δυο συστήματα ρηγμάτων, ένα με διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ και ένα ΒΒΔ-ΝΝΑ.

No 2

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

• Θέσεις δειγματοληψίας Total Hydrocarb. - CH₄
 Δεικνύμετα τριών Αθρών: % Acid soluble material
 A: 3-4, B: 5-10, Γ: 10-20, Δ: 20 και άνω.



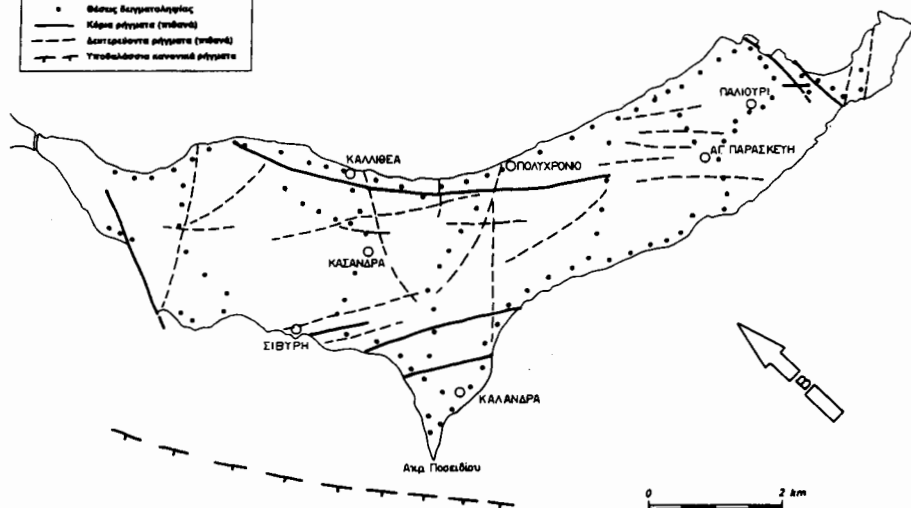
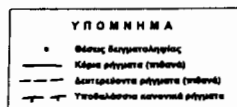
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τους τρεις χάρτες δειγματοληψίας και καθίσταται σαφές ότι οι γεωχημικές ανωμαλίες συμπίπτουν με τα δύο κύρια συστήματα ρηγμάτων. Οι πιο έντονες δε συμπίπτουν με το σύστημα ρηγμάτων που έχει διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ. Αυτό είναι φυσικό αφού το σύστημα αυτό έχει και τη νεότερη ηλικία, πράγμα που σημαίνει ότι τα ρήγματα κόβουν ακόμη και τους προσφ. τεταρτογενείς σχηματισμούς. Κατά τη γνώμη μας καλύτερη απεικόνιση των γεωχημικών ανωμαλιών παρουσιάζεται στο χάρτη δειγματοληψίας αρθ. 2 όπου εμφανίζονται οι λόγοι των συνολικών υδρογονανθράκων πλην μεθανίου δια δύο ποσοστού των διαλυμένων στο οξύ συστατικών. Έτσι οι περισσότεροι ανώμαλες συγκεντρώσεις όσον αφορά το συνολικό ποσοστό υδρογονανθράκων αλλά και τους λόγους εμφανίζονται κοντά στις θέσεις Νέα Φώκεια (32 1.4ppm), Κρυσπηγή (105ppm, 252,5ppm) και πλησίον του Παλιουριού προς την κατεύθυνση της θέσης Χρούσου (200ppm, 304ppm). Ο έλεγχος των ανωμαλιών από τις τεκτονικές γραμμές είναι σαφής και επιβεβαιώνεται ότι σειρά ρηγμάτων με κατεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ έχει κόψει τις Β ακτές της Χερσονήσου. Εξάλλου υποθαλάσσια ρήγματα με αυτήν την κατεύθυνση έχουν σημειωθεί και από άλλους ερευνητές όπως είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο. Σαφής επίσης είναι ο έλεγχος των γεωχημικών ανωμαλιών από ρήγματα κατεύθυνσης ΒΒΑ-ΝΝΔ. Οι ανωμαλίες αυτές όμως είναι μικρότερης έντασης. Έτσι και στους δύο χάρτες φαίνεται η κατεύθυνση επιμήκους ανωμαλίας από τη θέση Πολύχρονο με κατεύθυνση νοτίως της θέσης Σίβηρη. Στους χάρτες Νο 1 και Νο 2 εντοπίζονται επιμήκειες ως επί το πλείστον ανωμαλίες: α) παρά τις θέσεις Καλλιθέα, 'Αφυτος και β) παρά τη θέση Αγία Παρασκευή.

Το ότι τα ρήγματα αυτά είναι παλαιότερης ηλικίας μπορεί να εξηγεί το ότι οι ανώμαλες συγκεντρώσεις είναι χαμηλότερης τάξεως από τις προηγούμενες.

Από πλευράς αξιολόγησης των δύο τρόπων επεξεργασίας των αποτελεσμάτων μπορούμε ότι ο δεύτερος σε συνδυασμό με τον πρώτο (δηλαδή οι λόγοι συνολικών

№ 3



υδρογονανθράκων πλην μεθανίου διά του ποσοστού των διαλυμένων στο οξύ συστατικών και τα αθροίσματα συνολικών υδρογονανθράκων πλην μεθανίου), μπορούν να μας δώσουν τα πιο αξιόπιστα αποτελέσματα ιδιαίτερα ο δεύτερος τρόπος εμφανίζει όπως βλέπουμε στο χάρτη πιο "καθαρές" ανωμαλίες οι οποίες βρίσκονται σε εκπληκτική συμφωνία με τις τεκτονικές γραμμές. Ο πρώτος τρόπος κατά τη γνώμη μας πρέπει να χρησιμοποιείται πάντα σε συνδυασμό με το δεύτερο διότι από μόνος του μπορεί να μας οδηγήσει σε εσφαλμένα συμπεράσματα. Ο τρίτος τρόπος έδωσε μάλλον φτωχά αποτελέσματα.

Με βάση την εμπειρία των αναλύσεων που εκτελέστηκαν αλλά κυρίως με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνεται καθαρά η σχέση προσροφημένων υδρογονανθράκων και συστατικών του εδάφους που διαλύονται στο $\text{HCl } 2\text{N}$. Κατά τη γνώμη μας τα συστατικά αυτά που είναι στην πλειοψηφία τους ανθρακικά έχουν τη μεγαλύτερη ικανότητα προσρόφησης υδρογονανθράκων. Έτσι τα αργιλικά ορυκτά φαίνονται να προσροφούν λιγότερο από τα ανθρακικά παρά την περί αυτού πεποίθηση πολλών επιστημόνων ερευνητών. Σ' αυτό συμφωνούν και οι Devine και Sears (1975) αφού ανάλογα αποτελέσματα συνδυαζόμενα και με εκτεταμένες αναλύσεις περιθλασιμετρίας ακτινών X σημειώθηκαν κατά τη δειγματοληψία στην Cooper Basin στην Αυστραλία.

Όσον αφορά τη σχέση προσροφημένων υδρογονανθράκων - διαλυόμενων στο οξύ συστατικών στην δική μας περιοχή βρέθηκε με στατιστική ανάλυση ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών παραμέτρων. Για τον υπολογισμό χρησιμοποιήθηκαν 42 συνολικά δείγματα από δύο τομές από τα οποία το ένα αναπτυσσόταν στην περιοχή Παλιουρίου και το άλλο άρχιζε από το ακρωτήριο του Ποσειδίου και τελείωνε στο Παλιούρι μέσω Νέας Σκιώνης.

Η επιλογή των συγκεκριμένων δειγμάτων έγινε διότι παρουσιάζουν μία κατά το δυνατόν ομοιομορφία στην ορυκτολογική τους σύσταση και έτσι μπορούσαμε να εφαρμόσουμε μεθόδους στατιστικής ανάλυσης. Κατ' αυτόν τον τρόπο υπολογίστηκε

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

το τ για τις δύο ομάδες δειγμάτων ανάλογα με την περιοχή. Έτσι στην πρώτη ήταν 0,64 και στην δεύτερη 0,68 πράγμα που υποδηλώνει αρκετά στενή σχέση μεταξύ των συστατικών που διαλύονται στο οξύ και των προσροφημένων συνολικών υδρογονανθράκων.

Για τη σχέση βάθους δειγματοληψίας και περιεκτικότητας σε υδρογονάνθρακες παρατηρήσαμε ότι ουσιαστικά από το βάθος των 1.10 μέτρων έως και το βάθος των 3 μέτρων δεν υπάρχει καμία αξιοσημείωτη αλλαγή στις συγκεντρώσεις. Πέραν του βάθους των 3μ. έχουμε σταδιακή αύξηση της περιεκτικότητας σε υδρογονάνθρακες.

Έτσι πιστεύουμε ότι για μία συστηματική δειγματοληψία σε μεγάλη έκταση με χρήση συνεργείων και εκτελούμενη σε κάρναβο, ένα βάθος 1,20 με 3 μέτρα μπορεί να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα σε σύντομο σχετικά χρόνο.

Κλείνοντας αυτήν την παράγραφο των συμπερασμάτων αναφέρουμε ότι με βάση τα αποτελέσματα της ομάδας Μουντράκη και άλλων ερευνητών για την τεκτονική της περιοχής, πιστεύουμε ότι η μέθοδος είναι λειτουργική, και αποδίδει σημαντικά αποτελέσματα τα οποία μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

α) Επισημάνθηκαν και επιβεβαιώθηκαν οι κύριες τεκτονικές δομές της περιοχής (συστήματα ρηγμάτων).

β) Παρ' όλο που οι συγκεντρώσεις υδρογονανθράκων που εντοπίστηκαν με τις συγκεκριμένες γεωτρήσεις είναι μικρές, περαιτέρω επεξεργασία των δικών μας δεδομένων και μία συμπληρωματική δειγματοληψία ίσως υποδείξει παρουσία θύλακος αερίων δυτικά της Κασσάνδρας όπου σημειώνονται σημαντικές ανωμαλίες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- LAUBMEYER, G. (1933). A new geophysical prospecting method, especially for deposits of hydrocarbons. *Petroleum* 29:1-4.
- HORVITZ, L. (1939). On geochemical prospecting. *Geophysics* 4:210-225.
- DUCHSCHERER W., (1984). *Geochemical Hydrocarbon prospecting* Penn Well Books.
- GALKIN, Y. (1979). By the Smell to mineral deposits. Press release U.S.S.R. Embassy Canberra IEN 10 3190.
- B.P.X. & EOSAT, 1992: Communication.
- KΑΤΣΙΝΗΣ, Δ. (1993). Ανίχνευση ιχνοστοιχείων αερίων υδρογονανθράκων χρήσιμων για τον εντοπισμό κοιτασμάτων πετρελαίου ή φυσικών αερίων στην περιοχή Πύργου Ηλείας και Κασσάνδρας Χαλκιδικής. Διδακτορική Διατριβή Ε.Μ.Π.
- DAVIS, J.B. (1967). *Petroleum Microbiology* Elsevier Amsterdam, 64pp.
- DEBNAM, A.H. (1969). Geochemical prospecting for petroleum and natural Gas in Canada. *Geol. Surv. Can. Bull.* 177:26pp.
- LITTLE J.N., DARK W.A., FARLINGER P.A. and BOMBAUNG K., 1970: G.C. Packing with Chemically - bonded stationary phases. *Journal of chromatographic Science* Vol.8.
- DEVINE S.B. and SEARS H.W. (1975). An experiment in soil geochemical prospecting for petroleum, Della Gas Field, Cooper Basin APEA J. 15:103-110.
- Τελική έκθεση ερευνητικού προγράμματος ΠΕΝΕΔ 87-88: "Κινηματική και δυναμική της νεοτεκτονικής παραμόρφωσης και γεωμετρίας των νεοτεκτονικών ρηγμάτων του βορείου Αιγαίου και της Αττικοκυκλαδικής Ενότητας" (1989-1990). Επιστ. Υπεύθ. Δ. Μουντράκης.