

## Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΠΟΤΑΜΩΝ ΛΟΥΡΟΥ ΚΑΙ ΑΡΑΧΘΟΥ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΠΕΔΙΑΔΑΣ ΤΗΣ ΑΡΤΑΣ ΜΕ ΤΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΓΕΩΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Δ. Βруνιώτης<sup>1</sup> και Κ. Παπαδοπούλου<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών, Μεσογείων 70, Αθήνα 115 27, divrin@igme.gr*

<sup>2</sup> *Τομέας Γεωγραφίας Κλιματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών.*

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η περιοχή έρευνας, που αποτελείται από την πεδινή έκταση στα βόρεια του Αμβρακικού κόλπου, παρουσιάζει υψηλές μέχρι πολύ υψηλές τιμές των ιχνοστοιχείων Ni και Cr στο έδαφος. Πιο συγκεκριμένα στην περιοχή μεταξύ Άρτας, βόρεια της λιμνοθάλασσας Ροδιάς και των εκβολών του Αράχθου έχουμε πολύ υψηλές τιμές των Ni και Cr, με ταυτόχρονη ταύτιση σχεδόν των τριών τους ανωτέρων κλάσεων από 152-254 ppm για το Ni και από 111-186 ppm για το Cr. Στην ευρύτερη, αυτού του τριγώνου, περιοχή έχουμε επίσης υψηλές τιμές των Ni και Cr.

Οι αυξημένες τιμές των ιχνοστοιχείων αυτών οφείλονται στα υλικά αποσάθρωσης που μεταφέρει ο ποταμός Αραχθός από τα βόρεια και βορειοανατολικά της ευρύτερης περιοχής, όπου και το οφιολιθικό σύμπλεγμα της Πίνδου. Ο ποταμός Λούρος δυτικότερα διασχίζει ασβεστολιθικά κυρίως πετρώματα, χωρίς να μεταφέρει υλικά αποσάθρωσης υπερβασικών πετρωμάτων και είναι πολύ μικρότερης δυναμικότητας σε παροχές νερού και μεταφοράς στερεών υλικών.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα καταλήξαμε στις διαπιστώσεις: α) Τα νεότερα επιφανειακά ιζήματα της πεδινής έκτασης μεταξύ Άρτας, βόρεια της Ροδιάς και των σημερινών εκβολών του Αράχθου, αποτελούν αποθέσεις αποκλειστικά του Αράχθου μετά την απόσχισή του από το Λούρο με τον οποίο είχαν πρίν κοινές εκβολές. β) Στην ευρύτερη, της παραπάνω, περιοχή και ιδιαίτερα στα δυτικά και βόρεια έχουμε παλιότερες αποθέσεις του Αράχθου σε από κοινού με τον Λούρο ρή και κοινές εκβολές. γ) Η συνεισφορά του Λούρου στα ιζήματα της πεδινής έκτασης είναι μικρή και περιορίζεται κυρίως στη στενή λωρίδα εκατέρωθεν της σημερινής κοίτης του και στα ανατολικά των εκβολών του σε μικρή έκταση.

### 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το δελταϊκό πεδίο των ποταμών Λούρου και Αράχθου, σε σχέση με την εξέλιξή του, έχει μελετηθεί από πολλούς γεωεπιστήμονες (κεφ. 4) και έχει προσδιοριστεί και ο ρόλος του καθένα από τα ποτάμια αυτά στην προσχωματική συμβολή κατά την έκταση κύρια, αλλά και το βάθος, στο σύνολο της προσχωσιγενούς πεδιάδας στα βόρεια του Αμβρακικού κόλπου.

Εμείς θα καταδείξουμε το ρόλο των ποταμών αυτών στην εξέλιξη και διαμόρφωση της παραπάνω προσχωσιγενούς περιοχής με τη συμβολή παραμέτρων της Γεωχημείας.

Οι κοιλάδες απορροής των ποταμών Λούρου και Αράχθου εκτός των άλλων διαφορών που τις χαρακτηρίζουν (μέγεθος, θέση, λιθολογικό υπόβαθρο), διαφοροποιούνται και από το γεγονός ότι μόνο η κοιλάδα του Αράχθου φτάνει μέχρι τη ζώνη της Πίνδου βορειοανατολικά, με τους επικαθήμενους από επώθηση οφιολιθικούς σχηματισμούς.

Την τελευταία αυτή διαφοροποίηση αξιοποιήσαμε για να μελετήσουμε τη διασπορά των ιχνοστοιχείων Ni και Cr στα εδάφη του ευρύτερου Δέλτα και να οδηγηθούμε στα αποτελέσματά μας.

Τα στοιχεία που αξιοποιήσαμε τα πήραμε από ερευνητικό πρόγραμμα του Ι.Γ.Μ.Ε. στα πλαίσια του Β' ΚΠΣ (Βруνιώτης, 2001).

## 2 ΘΕΣΗ – ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ - ΚΛΙΜΑ

Η περιοχή έρευνας αναπτύσσεται σε μια έκταση 330 km<sup>2</sup> μεταξύ των πόλεων Πρέβεζας και Άρτας (Σχ. 1) και καλύπτεται από δελταϊκές αποθέσεις των ποταμών Λούρου και Αράχθου. Είναι πεδινή με μέγιστο υψόμετρο τα 22 m.

Η εκτεταμένη αυτή πεδιάδα, αποτελείται από τεταρτογενείς αποθέσεις της προσχωματικής δράσης των Λούρου-Αράχθου και διακόπτεται από τα μικρά υψώματα της Βαλαώρας (246 m) στα ανατολικά και του Μαυροβουνίου (329 m) στα δυτικά και χωρίζεται σε δύο διακριτές κύριες ζώνες από: 1) τις λιμνοθάλασες και τις κοίτες εκροής των ποταμών, όπου αναπτύσσονται μοναδικοί υγροβιότοποι και 2) τις πεδινές, στο μεγαλύτερο μέρος τους καλλιεργούμενες, περιοχές.

Η προσχωματική ικανότητα του Αράχθου είναι πολύ μεγαλύτερη αυτής του Λούρου, καθώς η λεκάνη απορροής του είναι μεγαλύτερη και αποτελείται κατά το μεγαλύτερο μέρος από αδιαπέρατο από τα νερά της βροχής φλύσχη και εύκολα διαβρούμενο, ενώ αυτή του Λούρου είναι ασβεστολιθική. Η λεκάνη απορροής του Αράχθου έχει έκταση 1.850 km<sup>2</sup> στα Β.ΒΑ. της περιοχής έρευνας και η κύρια κοίτη του έχει μήκος 105 km. Η λεκάνη απορροής του Λούρου καταλαμβάνει μία έκταση 685 km<sup>2</sup> στα Β. της περιοχής έρευνας και το μήκος της κύριας κοίτης του είναι 73 km. Οι διευθύνσεις των κύριων κοιτών και των δύο ποταμών είναι Β.ΒΔ.- Ν.ΝΑ. και ακολουθούν τη διεύθυνση των αξόνων πτύχωσης των πετρολογικών σχηματισμών της ευρύτερης περιοχής, που ταυτίζεται βέβαια με τη διεύθυνση των τεκτονικών ζωνών της Ελλάδας. Αποτέλεσμα αυτών είναι ο Αραχθός να έχει αναπτυγμένο δελταϊκό πεδίο σε αντίθεση με αυτό του Λούρου και να είναι ο κύριος υπεύθυνος της δημιουργίας της πεδιάδας της Άρτας (Ε.Κ.Θ.Ε., 1989).

Εκτός της μορφολογικής αυτής διαφοροποίησης, που οφείλεται στις ποσότητες του προσχωματικού υλικού που αποτίθεται, υπάρχει και ποιοτική διαφοροποίηση του εναποτιθέμενου υλικού. Ο Αραχθός προσφέρει χονδρόκοκκο υλικό, κατά κύριο λόγο χαλαζιακό, αλλά και σημαντικές ποσότητες λεπτόκοκκου υλικού ιλύος, που εν μέρει προέρχεται, εκτός του φλύσχη, από τα υπερβασιικά πετρώματα που βρίσκονται στον άνω ρου της λεκάνης του ποταμού, ενώ ο Λούρος προσφέρει μικρές ποσότητες λεπτόκοκκου υλικού αλλά και κροκάλες και χαλίκια ασβεστολιθικής προέλευσης, αφού τροφοδοτείται από τα νερά καρστικών πηγών του ασβεστολίθου.

Το κλίμα της περιοχής επηρεάζεται από τις υγρές αέριες μάζες που έρχονται από το Ιόνιο πέλαγος στα δυτικά και η εκφόρτωσή τους γίνεται στον ορεινό όγκο της Πίνδου στα ανατολικά. Το μικρότερο ύψος βροχόπτωσης στη διάρκεια του έτους παρατηρείται στα δυτικά προς τις ακτές του Ιονίου και δεν υπερβαίνει τα 1200 mm, προς τις περιοχές του Δέλτα φτάνει μέχρι 1600 mm, ενώ ανατολικότερα και βορειότερα στους ορεινούς όγκους το ύψος της βροχόπτωσης φτάνει μέχρι και 2600 mm. Οι απόλυτες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες για τους σταθμούς Ακτίου και Άρτας σε ετήσια βάση είναι 37 °C και 41 °C κατά το θέρος και -3,6 °C και -7,2 °C κατά το χειμώνα αντίστοιχα. Η εξάτμιση και η υγρασία έχουν υψηλές τιμές σε όλη τη διάρκεια του έτους. Το κλίμα λοιπόν μπορεί να χαρακτηριστεί εύκρατο, ήπιο που μεταβάλλεται προς ηπειρωτικό, όσο προχωρούμε προς τα ανατολικά και ορεινά και με ικανοποιητικό ύψος βροχοπτώσεων (Μπόλτσης, 1986).

## 3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η περιοχή έρευνας μαζί με την ευρύτερη περιοχή, τα βόρεια και ανατολικά που αποτελούν και το υπόβαθρο τροφοδοσίας με αλλουβιακές αποθέσεις του Δέλτα Λούρου - Αράχθου, αποτελούν τμήματα της Αδριατικοϊονίου ζώνης κατά κύριο λόγο και των ζωνών Πίνδου και Γαβρόβου - Τριπόλεως κατά δεύτερο (Σχ. 1). Η λεκάνη απορροής του ποταμού Λούρου είναι εξ'ολοκλήρου εντός της Αδριατικοϊονίου ζώνης, ενώ η λεκάνη του ποταμού Αράχθου επεκτείνεται και εκτός της Αδριατικοϊονίου ζώνης στις ζώνες Γαβρόβου - Τριπόλεως και Πίνδου. Το γεγονός αυτό διαφοροποιεί και τη σύνθεση των υλικών αποσάθρωσης που μεταφέρουν τα νερά του Αράχθου σε σχέση με αυτά του Λούρου, με μία σημαντική διαφοροποίηση αυτή της παρουσίας υλικών αποσάθρωσης του οφιολιθικού συμπλέγματος στα νερά του ποταμού Αράχθου.

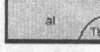

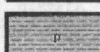
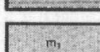
### 3.1 Αδριατικοϊόνιος ζώνη

Αποτελεί το ελληνικό "μειογεωσύγκλινο", στο οποίο δεν έχουμε διεισδύσεις και εκχύσεις βασικού μάγματος (Μαράτος, 1972).

Τα αλπικά ιζημάτα της Αδριατικοϊονίου ζώνης αρχίζουν με γύψο, η οποία βρίσκεται εντός συνεκτικού λατυποπαγούς κυρίως από ανθρακικά υλικά. Ακολουθούν οι ασβεστόλιθοι "Σινιών" και "Παντοκράτορα" και κρυσταλλικοί, φαιοί ή λευκοί δολομίτες.





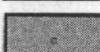
### ΜΕΤΑΛΠΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΑ

-  Σύγχρονες προσχώσεις Ολοκαίνου
-  Θαλάσσιες αποθέσεις από μάργες, αργίλους, άμμους, κροκαλοπαγή Πλειστοκαίνου
-  Θαλάσσιες αποθέσεις όπως προήγαμενα, με στρώματα γύψου, Πλειοκαίνου
-  Μολάσσα "Πενταλόφου" Ακουϊτανίου - Βουρδιγαλίου

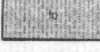
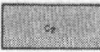


### ΑΔΡΙΑΤΙΚΟΪΘΙΟΣ ΖΩΝΗ

-  Φλύσχης
-  Ασβεστόλιθοι Παλαιοκαίνου - Ανατ. Ηοκαίνου
-  Ασβεστόλιθοι Ανατ. Σενωνίου
-  Πλακώδεις ασβεστόλιθοι με πυριτολίθους Ιουρασικού - Κατ. Σενωνίου
-  Ασβεστόλιθοι "Παντοκράτορα" Ανατ. Τριαδικού - Λιασίου
-  Τριαδικά λατυποπαγή με γύψους

### ΖΩΝΗ ΓΑΒΡΟΒΟΥ

-  Φλύσχης
-  Ασβεστόλιθοι Παλαιοκαίνου - Μέσου Ηοκαίνου
-  Ασβεστόλιθοι Κρητικού με *Hirnerites*

### ΖΩΝΗ ΠΙΝΔΟΥ

-  Φλύσχης
-  Πελαγικοί ασβεστόλιθοι Ανατ. Κρητικού
-  Ο "πρώτος φλύσχης" και η σειρά πηλτών με ψαμμίτες
-  Οφιόλιθοι

 Εμφάνιση φαισφοριτή

Σχήμα 1. Γεωλογικός χάρτης ευρύτερης περιοχής κλίμακας 1:672.000 (IGME, 1983).

Κατά το Ιουρασικό έχουμε καταβύθιση και διαχωρισμό της ζώνης στην αξονική και τις δύο παρυφές αυτής με απόθεση σχιστολίθων - πυριτολίθων στην αξονική και ασβεστολίθων στις παρυφές.

Από το Μάλμιο και μετά έχουμε την ιζηματογένεση των ασβεστολίθων της "Βίγλας" και μέχρι το Ηώκαινο μικρολατυποπαγών ασβεστολίθων. Ακολουθεί η ιζηματογένεση του φλύσχης μέχρι τις αρχές του Μειοκαίνου και των ψαμμιτών και μαργών του Βουρδιγαλίου, με τις πρώτες ορογενετικές κινήσεις, από το τέλος του Ακουϊτανίου.

### 3.2 Ζώνη Γαβρόβου - Τριπόλεως

Οι σχηματισμοί της ζώνης αυτής βρίσκονται εκτός της στενής περιοχής έρευνας στα Α. και ΒΑ. αυτής με παρουσία σε αρκετά σημεία της λεκάνης απορροής του Αράχθου.

Τα αλπικά ιζήματα αρχίζουν με ανωτριάδικους δολομίτες και συνεχίζουν με μαύρους ιουρασικούς ασβεστολίθους. Στη συνέχεια ακολουθούν μελανοί ασβεστόλιθοι του Κρητιδικού και σε συμφωνία ασβεστόλιθοι του Ηωκαίνου. Η ασβεστολιθική σειρά ιζημάτων καλύπτεται από τον ηωκαϊνικό - ολιγοκαινικό φλύσχη.

Η παροξυσμική φάση πτυχώσεων που προκάλεσε την οριστική ανάδυση της ζώνης αντιστοιχεί στη Σαβική πτύχωση.

### 3.3 Ζώνη Πίνδου

Σχηματισμοί της ζώνης αυτής με τους επικαθήμενους από επώθηση οφιολίθους τροφοδοτούν με υλικά τον ποταμό Άραχθο στις βορειότερες απολήξεις των παραποτάμων του.

Οι παλαιότεροι σχηματισμοί της ζώνης είναι δολομίτες και ασβεστόλιθοι μεσο-τριάδικης ηλικίας. Στη συνέχεια έχουμε πλακώδεις ασβεστολίθους και πυριτολίθους σε εναλλαγές με σχιστολίθους. Ακολουθεί η σχιστοκερατολιθική διάπλαση μέχρι το Κάτω Κρητιδικό και συνεχίζεται προς τα πάνω με μάργες, ψαμίτες και λατυποπαγή του Κάτω Κρητιδικού και ασβεστολίθους του Άνω Κρητιδικού.

Η μεσοζωϊκή αυτή σειρά κλείνει προς τα πάνω με φλύσχη που τελειώνει στις αρχές του Ολιγοκαίνου.

### 3.4 Μεταλπικά ιζήματα

α) Νεογενείς σχηματισμοί του Αρχαγγέλου και της Νέας Φιλιππιάδας: Αποτελούνται από χερσαία κροκαλοπαγή, αργιλούχες άμμους, λευκές μάργες αλλά και θαλάσσιες αργίλους.

β) Τεταρτογενείς αποθέσεις: Κυριαρχούν αυτές που καταλαμβάνουν την πεδινή έκταση του Δέλτα των ποταμών Λούρου και Αράχθου. Η σύστασή τους δεν είναι σταθερή και ποικίλει ανάλογα με το είδος των σχηματισμών της περιοχής τροφοδοσίας, την απόσταση μεταφοράς, την παροχή του ποταμού κ.λ.π. Στα δυτικά οι ασβεστούχες κυρίως αποθέσεις του Λούρου σχηματίζουν εδάφη που κυριαρχούν τα αργιλλοπηλώδη, ενώ στα ανατολικά και κεντρικά τα εδάφη των αποθέσεων του Αράχθου είναι περισσότερο αμμοπηλώδη (Βρυνιώτης, 2001).

### 3.5 Τεκτονική της περιοχής

Η ευρύτερη περιοχή χαρακτηρίζεται έντονα από την επωθητική δράση των ζωνών από την ανατολή προς τη δύση και τη δημιουργία εναλασσομένων συγκλινικών και αντικλινικών δομών διεύθυνσης Β.ΒΔ.- Ν.ΝΑ. (Aubouin, 1959). Οι άξονες των τεκτονικών αυτών δομών συμπίπτουν με τη γενική διάταξη των κυριότερων μορφολογικών χαρακτηριστικών και αποκαλύπτουν τη στενή σχέση μεταξύ της σημερινής μορφολογίας του αναγλύφου, της διάταξης των γεωλογικών σχηματισμών και της δράσης της αλπικής πτύχωσης (Μερτζάνης, 1992).

Τα ρήγματα της περιοχής ακολουθούν την παραπάνω διεύθυνση Β.ΒΔ.- Ν.ΝΑ. αλλά υπάρχουν και εγκάρσια προς αυτά, σνήθως νεώτερης ηλικίας, με γενική διεύθυνση Α.- Δ., σαν αποτέλεσμα της τεκτονικής διαρρήξεων που ακολούθησε των επωθήσεων-επιπτεύσεων.

Σημαντικό στοιχείο επίσης είναι η παρουσία της γύψου, που ελέγχει τη διαταραγμένη τεκτονική δομή της ευρύτερης περιοχής, και αποτέλεσε το στρώμα ολίσθησης και των διαπειρικών φαινομένων που τη συνοδεύουν.

## 4 Η ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Η εκτεταμένη παρουσία του εύκολα αποσασθρόμενου φλύσχη, κύρια στο ανατολικό τμήμα της ευρύτερης βόρειας περιοχής του Δέλτα, έχει παίξει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης απορροής, στις στερεοπαροχές του δικτύου και επακόλουθα στην ανάπτυξη του Δέλτα.

Αφετηρία των γεωμορφολογικών εξελίξεων της περιοχής, για τη σημερινή κατάληξη του αναγλύφου, αποτέλεσε η έντονη τεκτονική δραστηριότητα κατά το τέλος Πλειοκαίνου αρχές Πλειστοκαίνου με τη δημιουργία του βυθίσματος του Αμβρακικού κόλπου (Aubouin, 1959, Βορννας, 1960, και άλλοι).

Στις αρχές του Πλειστοκαίνου θεωρείται ότι έχουμε συμβολή των ποταμών Λούρου και Αράχθου στο βόρειο τμήμα του ήδη υπάρχοντος βυθίσματος του Αμβρακικού κόλπου, με αποτέλεσμα το ξεκίνημα της δημιουργίας των πεδινών εκτάσεων Άρτας-Πρέβεζας (Μερτζάνης, 1992).

Κυρίαρχο ρόλο στο σχηματισμό των βόρειων κοιλάδων και των δελταϊκών αποθέσεων έπαιξε ο ποταμός Αραχθός ο οποίος, πριν ακολουθήσει ξεχωριστή πορεία, εστρέφεται στο σημείο του Αμμότοπου προς την κοιλάδα του Λούρου διανοίγοντας την κοιλάδα του Αμμότοπου και δημιουργώντας το ριπίδιο Καμπής-Χανόπουλου (Bousquet, 1976).

Η συμβολή αυτή των ποταμών Λούρου και Αράχθου σε ενιαίο υδρογραφικό σύστημα με σημαντικές στερεοπαροχές από τη λεκάνη του φλύσχη δημιούργησε στη συνέχεια τα παλαιότερα εκτεταμένα δελταϊκά μέτωπα στις περιοχές της Κορωνησίας και της Σαλαώρας (Ε.Κ.Θ.Ε., 1989)

Η ανύψωση των περιοχών του Δρίσκου και του Ξηροβουνίου λόγω των πιο πρόσφατων τεκτονικών παραμορφώσεων του ανατολικού περιθωρίου της Ηπείρου (Bousquet, 1976), διαχωρίζει τελείως τη ροή των ποταμών και δημιουργεί ξεχωριστά δελταϊκά μέτωπα. Ο ποταμός Αραχθός μετατοπίζεται όλο και περισσότερο ανατολικά διαμορφώνοντας δελταϊκά μέτωπα στην Παλιοπούκα και στη συνέχεια στη Μπούκα. Ταυτόχρονα οι εκβολές του ποταμού Λούρου απλωθούνται όλο και περισσότερο προς τα δυτικά από τη μεγαλύτερη προσχωματική ικανότητα του Αράχθου και τη δημιουργία του νεώτερου ριπίδιου του στη περιοχή της Άρτας (Μερτζάνης, 1992).

## 5 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η μελέτη της διασποράς των Ni και Cr στα εδάφη της πεδινής έκτασης βόρεια του Αμβρακικού, μεταξύ Πρέβεζας και Άρτας, έγινε με τη βοήθεια 339 δειγμάτων εδάφους σε μία έκταση 330 km<sup>2</sup>. Η δειγματοληψία έγινε σε κάρναβο πλευράς ενός χιλιόμετρου και πυκνότητας ενός δείγματος ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο. Σε κάθε θέση δειγματοληψίας συλλεγόταν δείγμα βάρους 1,5-2,0 kg από δύο τουλάχιστον κατάλληλα σημεία και από στήλη 0-30 cm βάθους περίπου.

Τα αρχικά δείγματα μετά τη στέγνωσή τους τυποποιήθηκαν στο κλάσμα <80 mesh (<0,177mm) σύμφωνα με τα αμερικανικά πρότυπα (U.S.S. 1924 A.S.T.M.). Οι αναλύσεις για τα ιχνοστοιχεία έγιναν σε Α.Α.Σ. με διαλυτοποίηση 2,5 g δείγματος με βασιλικό νερό.

Πίνακας 1. Συγκεντρώσεις των στοιχείων Ni και Cr σε ppm στα εδάφη του Δέλτα Λούρου-Αράχθου.

Στοιχείο	Μέση τιμή	Διάμεσος	Διακύμανση	Levinson* (1974)	Rose et al** (1979)
Ni	146,7	146,9	38 - 254	5 - 500	17
Cr	107,3	103,3	42 - 186	5 - 1000	43
Αριθμός δειγμάτων 339	*Διακύμανση τιμών εδαφών		**Διάμεσες τιμές εδαφών		

Η στατιστική επεξεργασία των τιμών των ιχνοστοιχείων έγινε στον Η/Υ. Υπολογίστηκαν διάφοροι στατιστικές παράμετροι (Πίν. 1), ιστογράμματα (Σχ. 2 και 3) και καμπύλες κατανομής των ιχνοστοιχείων και έγινε ο διαχωρισμός των κλάσεων με βάση τις οποίες κατασκευάστηκαν οι χάρτες κατανομής των ιχνοστοιχείων (Σχ. 2 και 3). Οι γεωχημικοί αυτοί χάρτες αναπτύσσονται σε υπόβαθρο με βάση τους τοπογραφικούς χάρτες 1:50.000 της Γ.Υ.Σ.. Χρησιμοποιήθηκαν δε τα λογισμικά Arc/Info και Surfer.

## 6 Η ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΝΙΚΕΛΙΟΥ (Ni)

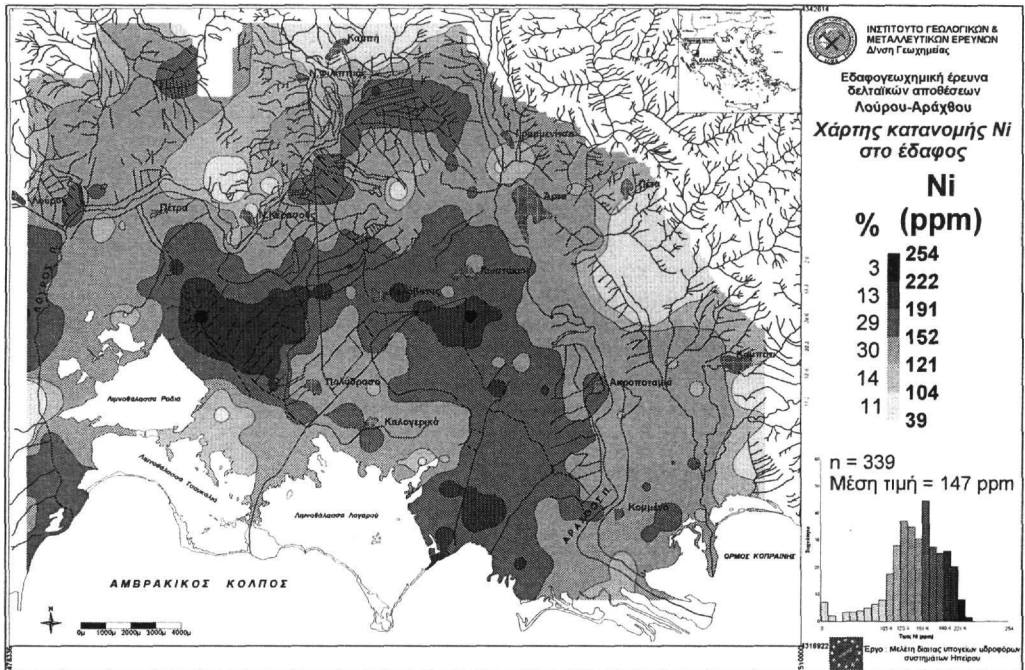
Στο έδαφος και σε οξειδωτικές συνθήκες σε όξινα διαλύματα το Ni εμφανίζεται σαν Ni<sup>2+</sup>, NiSO<sub>4</sub>, NiHCO<sub>3</sub><sup>+</sup> και σε σύμπλοκα οργανικά, ενώ σε αλκαλικά διαλύματα εμφανίζεται σαν NiCO<sub>3</sub>, NiHCO<sub>3</sub><sup>+</sup>, Ni<sup>2+</sup> και NiB(OH)<sub>4</sub><sup>+</sup> με μειούμενη συγκέντρωση κατά τη σειρά γραφής τους (Sposito, 1983).

Οι μέσες τιμές στα εδάφη που δίνει ο Levinson (1974) είναι 5-500 ppm και η διάμεση τιμή από τον Rose et al. (1979) στα 17 ppm.

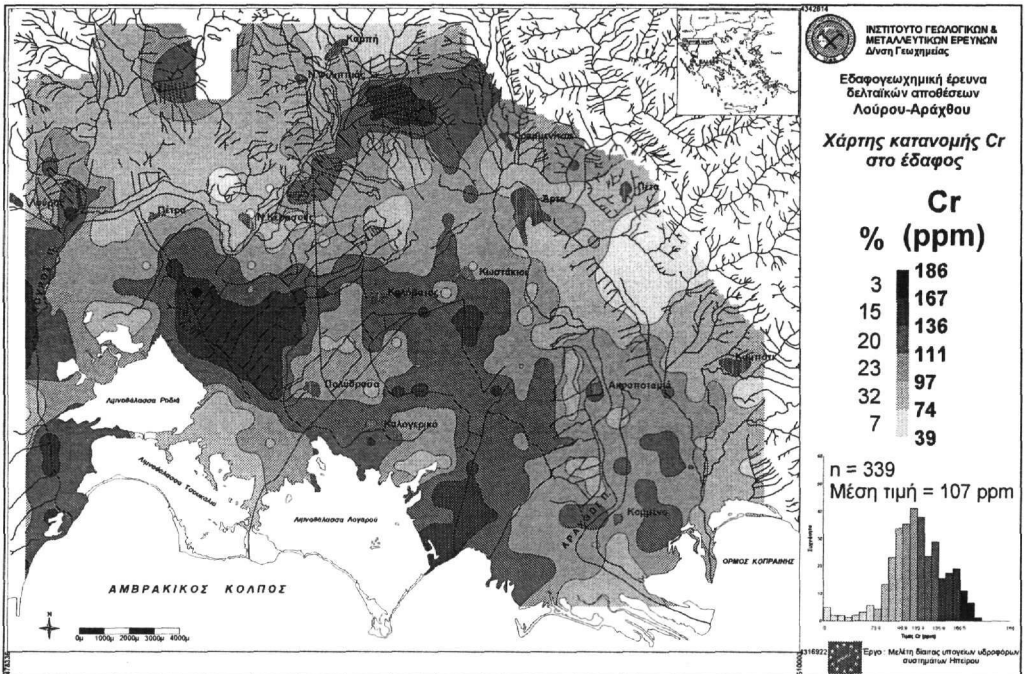
Στην περιοχή μελέτης οι τιμές κυμαίνονται από 38-254 ppm, η μέση τιμή είναι στα 146 ppm και η διάμεσος επίσης στα 146 ppm, που δείχνει ότι έχουμε μια τυπική κανονική κατανομή των τιμών του στοιχείου, που φαίνεται άλλωστε και από το ιστόγραμμα.

Οι τιμές του Ni στην περιοχή είναι υψηλές και αυτό οφείλεται στην τροφοδοσία των ιζημάτων της περιοχής από τον Αραχθό με υλικά από το οφιολιθικό σύμπλεγμα της Πίνδου.

Παρατηρώντας το Σχήμα 2 (κατανομή του Ni) διαπιστώνουμε ότι οι ανώτερες 3 κλάσεις από 152-254 ppm αναπτύσσονται στο μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής, εκεί όπου εναπόθεση υλικά ο Αραχθός στη διαχρονική του διαδρομή. Η περιοχή αυτή με υψηλές τιμές Ni διαμορφώνει ένα ισοσκελές τρίγωνο μεταξύ της Άρτας, βόρεια της λιμνοθάλασσας Ροδιάς και της σημερινής εκβολής του Αράχθου στον Αμβρακικό.



Σχήμα 2. Γεωχημικός χάρτης κατανομής Ni στο έδαφος.



Σχήμα 3. Γεωχημικός χάρτης κατανομής Cr στο έδαφος.

## 7 Η ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΧΡΩΜΙΟΥ (CR)

Η συμπεριφορά του χρωμίου στα εδάφη εξαρτάται έντονα από το pH και το δυναμικό οξειδοαναγωγής. Συνηθισμένα ιόντα τρισθενούς και εξασθενούς χρωμίου είναι τα  $\text{Cr}(\text{OH})_2^{2+}$ ,  $\text{CrO}_3^{3-}$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$  (Kabata-Pendias and Pendias, 1984). Στο μεγαλύτερο τμήμα του Δέλτα Αράχθου έχουμε αλκαλικό περιβάλλον στα εδάφη ( $\text{pH} > 7,3$ ) και επομένως ευνοείται η κινητικότητα του  $\text{Cr}^{6+}$ , το οποίο να σημειωθεί είναι και έντονα τοξικό.

Η διάμεση τιμή του χρωμίου στα εδάφη που δίνεται από τους Rose et al. (1979) είναι στα 43 ppm.

Οι τιμές του χρωμίου στη περιοχή κυμαίνονται από 38-186 ppm, με μέση τιμή 107 ppm, διάμεσο 103 ppm και τυπική απόκλιση 28 ppm που, συνεκτιμώντας και τη μορφή του ιστογράμματος (Σχ. 3), διαμορφώνουν μία σχεδόν τυπική κανονική κατανομή παρά το γεγονός ότι είναι σε υψηλότερα επίπεδα από τα φυσιολογικά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι έχουμε ευρεία εξάπλωση της εναπόθεσης αποσπασμένου μητρικού υλικού από το οφιολιθικό σύμπλεγμα της Πίνδου στα ιζήματα του Δέλτα του ποταμού Αράχθου, όπως και για το Ni αναφέρθηκε. Έχουμε δε μεγάλη ταύτιση των κλάσεων των τιμών των δύο στοιχείων και ιδιαίτερα των τριών ανωτέρων από 111-186 ppm του Cr με αυτές από 152-254 του Ni, όπως φαίνεται χαρακτηριστικά στα Σχήματα 2 και 3.

## 8 ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Παρατηρώντας τα Σχήματα 2 και 3 των Ni και Cr διαπιστώνουμε ταύτιση των τριών ανωτέρων κλάσεων του Ni (152-190 ppm, 191-221 ppm, 222-254 ppm), με τις τρεις ανώτερες κλάσεις του Cr (111-135 ppm, 136-166 ppm, 167-186 ppm). Η ταύτιση αυτή είναι χαρακτηριστική στο τμήμα μεταξύ Άρτας, βόρεια της λιμνοθάλασσας Ροδιάς και της σημερινής εκβολής του Αράχθου στον Αμβρακικό κόλπο, χωροθετώντας μία τριγωνικού σχήματος περιοχή. Ικανοποιητική είναι η ταύτιση και βορειότερα στο τμήμα μεταξύ Ν. Φιλιππιάδας και Γραμμενίτσας, όπου έχουμε το ριπίδιο Καμπής-Χανόπουλου.

Τα δύο παραπάνω τμήματα της περιοχής έρευνας με πολύ υψηλές τιμές των ιχνοστοιχείων Ni και Cr διαμορφώνουν μία περιοχή "υψηλής έντασης", στην οποία η προσχωματική δράση του Αράχθου με υλικά και από το οφιολιθικό σύμπλεγμα είναι καθοριστική.

Στο βόρειο και ανατολικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Λογαρού οι τιμές των Ni, Cr είναι χαμηλότερες και στη πλειοψηφία τους εντός των επόμενων δύο κλάσεων (152-121 ppm και 120-103 ppm). Στη περιοχή αυτή, όπως αναφερθήκαμε παραπάνω, υπήρχαν τα παλαιότερα δελταϊκά μέτωπα της Κορωνησίας και της Σαλαώρας με τη συμβολή των ποταμών Λούρου και Αράχθου.

Οι ίδιες περίπου τιμές, εντός των δύο αυτών κλάσεων, των Ni, Cr αναπτύσσονται και στα εδάφη γύρω από την περιοχή "υψηλής έντασης" των τιμών στα περιθώρια της πεδιάδας Πρέβεζας-Άρτας. Οι τιμές αυτές μπορεί να υπολείπονται των υψηλών τιμών των τριών ανωτέρων κλάσεων, αλλά είναι σε υψηλά επίπεδα σε σχέση με τις μέσες τιμές των εδαφών που δίνουν οι Levinson (1974) και Rose et al. (1979). Φαίνεται ότι σε προγενέστερες περιόδους αυτής που σχηματίσθηκαν τα κοινά δελταϊκά μέτωπα της Κορωνησίας και της Σαλαώρας, πρὶν τη διάνοιξη του Αμβρακικού κόλπου, είχαμε επίσης προσχωματική δράση του Αράχθου από κοινού με το Λούρο στην ευρύτερη περιοχή προς τα δυτικά της πεδιάδας.

Η περιοχή "υψηλής έντασης" των τιμών στο κεντρικό τμήμα της περιοχής έρευνας μεταξύ της λιμνοθάλασσας Ροδιάς, της Καμπής, της Άρτας και της σημερινής εκβολής του Αράχθου αποτελείται από εδάφη των νεότερων ιζημάτων της προσχωματικής δράσης του Αράχθου μετά την ξεχωριστή πορεία του.

Το τελευταίο προκύπτει από τη διαφορετική ένταση τιμών των ιχνοστοιχείων Ni, Cr μεταξύ της κεντρικής περιοχής "υψηλής έντασης" και της περιοχής στα περιθώρια.

Συμπερασματικά λοιπόν μπορούμε να πούμε:

1. Ο ποταμός Αραχθός έχει παίξει τον κυρίαρχο ρόλο στην απόθεση προσχωματικών υλικών σε όλη την περιοχή έρευνας αλλά και δυτικότερα προς τις ακτές του Ιονίου, μόνος του ή ενωμένος με το Λούρο. Αυτό δείχνουν οι υψηλές ή πολύ υψηλές τιμές των ιχνοστοιχείων Ni, Cr στα εδάφη της περιοχής, που έχουν εμπλουτιστεί με υλικά αποσάθρωσης του οφιολιθικού συμπλέγματος της Πίνδου και έχουν μεταφερθεί με τα νερά του Αράχθου.
2. Ο Αραχθός ενωμένος με το Λούρο σε κοινή εκβολή έχει τροφοδοτήσει το δυτικό τμήμα της περιοχής έρευνας μέχρι και τις ανατολικές ακτές της λιμνοθάλασσας Λογαρού, όπου και το κοινό δελταϊκό μέτωπο της Κορωνησίας. Στη φάση αυτή δεν είχαμε έντονη τροφοδοσία των στερεοπαροχών με οφιολιθικά υλικά.

3. Ο Άραχθος, μετά τη δημιουργία των μετώπων της Σαλαώρας και της Κορωνησίας με το Λούρο, αποσχίστηκε και συνέχισε να τροφοδοτεί κυρίαρχα, με νεώτερα ιζήματα αυξημένης περιεκτικότητας σε οφιολιθικά υλικά, την περιοχή που περικλείεται από την Άρτα, τα βόρεια της λιμνοθάλασσας Ροδιάς και των σημερινών εκβολών του, με μία προοδευτική μετατοπισή του κατ' αρχήν προς τα δυτικά και στη συνέχεια από τα δυτικά προς τα ανατολικά με ταυτόχρονη προοδευτική πτώση των περιεκτικότητων του σε οφιολιθικά υλικά.
4. Ο ποταμός Λούρος πριν αλλά και μετά την αποσχισή του από τον Άραχθο μικρή συνεισφορά είχε και έχει στην απόθεση ενεργών ιζημάτων στην περιοχή πλην μιας στενής λωρίδας εκατέρωθεν της κοίτης του και των εκβολών του με χαμηλές σχετικά τιμές των Ni, Cr.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Aubouin, J., 1959. Contribution a l'etude geologique de la Grece septentrionale: Les confins de l'Epire et de la Thessalie. *Ann. Geol. d. Pays Hell.* X, 1-525.
- Bornovas, G., 1960. Observations nouvelles sur la geologie des zones preapulienne et ionienne (Grece occidentale). Paris, *B. S. G. F. (7) II*, 410-414.
- Bousquet, B., 1976. *La Grece occidentale. Interpretation geomorphologique de l'Epire, de l'Acarnanie et des iles ioniennes*. These, Univ. de Paris IV.
- Βρυνιώτης, Δ., 2001. *Εδαφογεωχημική έρευνα δελταϊκών αποθέσεων Λουρου-Αράχθου σε συνδυασμό με υδρογεωχημικά στοιχεία*. Μελέτη Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα, 86 σελ.
- Ε.Κ.Θ.Ε., 1989. *Ωκεανογραφική μελέτη Αμβρακικού κόλπου*. Τόμος 2.1., Αθήνα.
- Ι.Γ.Μ.Ε., 1983. *Γεωλογικός χάρτης Ελλάδας. Κλίμακα 1:500.000*. Έκδοση Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.
- Kabata-Pendias, A. and Pendias, H., 1984. *Trace elements in soils and plants*. CRC Press. Florida, 315 pp.
- Levinson, A.A., 1974. *Introduction to exploration geochemistry*. Applied Publishing Ltd., Illinois, USA, 614 pp.
- Μαράτος, Γ., 1972. *Γεωλογία της Ελλάδος*. Έκδοση ΓΕ. ΜΕΛ. ΕΡ., Αθήνα.
- Μερτζάνης, Α., 1992. *Γεωμορφολογική εξέλιξη του Αμβρακικού κόλπου*. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Μπόλτσος, Θ., 1986. *Συμβολή στη μελέτη του υδατικού ισοδυναμίου των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων της περιοχής Ηπείρου*. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Rose, A., Hawkes, H., Webb, J., 1979. *Geochemistry in mineral exploration*. Academic Press, London, 657 σελ.
- Sposito, G., 1983. *The chemical forms of trace metals in soils. In applied environmental geochemistry*. In: I. Thornton (editor), *Applied Environmental Geochemistry*. Academic Press, London, 123-170.

## ABSTRACT

### THE ROLE OF LOUROS AND ARACHTHOS RIVERS IN THE DEVELOPMENT OF SEDIMENTS OF THE ARTA'S PLAIN WITH THE CONTRIBUTION OF GEOCHEMICAL PARAMETERS

Vriniotis D.<sup>1</sup> and Papadopoulou K.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> I.G.M.E., Messoghion Avenue. 70, 115 27, Athens, divrin@igme.gr.

<sup>2</sup> Department of Geology-Climatology, Faculty of Geology, University of Athens

The investigated region, which consists of a flat part to the north of Amvrakikos gulf, has high values with respect to Ni and Cr in alluvial soil. Specifically, within the area bounded by Rodia's lagoon, Arta's and Arachthos delta there are very high values of Ni and Cr with spatial correlation of the three higher classes of nickel (152-254 ppm) and chromium (111-186 ppm). In the surrounding area there are also elevated values of Ni and Cr. These high values of Ni and Cr are derived from the weathered ultra-basic materials, transported by Arachthos river from the northern part of the greater region, where the Pindos ophiolite complex is developed. Whereas, Louros river does not carry a load of ultra-basic materials. The conclusions of this investigation are: a) The most recent sediments of the flat part within Rodia's lagoon, Arta's and Arachthos delta are exclusive deposits of Arachthos river after its separation from Louros, b) In the surrounding area, and especially to the West there are older sediments deposited by Arachthos and Louros before their break-up, and c) The contribution of Louros in the sediments of the flat part is minor.