

## ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΧΩΜΑΤΕΡΗΣ ΔΟΥΡΟΥΤΗΣ\*

B. Καρακίτσιος<sup>2</sup> & Θ. Γκουρνέλλος<sup>1</sup>

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το λεκανοπέδιο Ιωαννίνων παρ' ότι αποτελεί μια σχεδόν κλειστή υδρολογική λεκάνη (υφίσταται τεχνητή επικοινωνία με τη λεκάνη του Καλαμά μέσω της σήραγγας Λαψίστας), εντούτοις το υδρολογικό του σύστημα είναι ανοικτό, αφού η λεκάνη Ιωαννίνων λόγω του έντονου καρστικού της χαρακτήρος βρίσκεται σε υπόγεια επικοινωνία με τους τις παρακείμενες υδρολογικές λεκάνες.

Η χωματερή Δουρούτης χρησιμοποιείται για περισσότερα από 45 χρόνια για την ταφή των απορριμμάτων της πόλης Ιωαννίνων. Αναπτύσσεται εντός κορημάτων που εδράζονται σε καρστικοποιημένους ασβεστόλιθους του Κρητιδικού της Ιόνιας σειράς, εντός κοιλάδας ανοικτής προς τις παρυφές του λεκανοπέδιου. Η περιοχή βρίσκεται στην ζώνη μέγιστης βροχόπτωσης της Ελλάδας και λόγω της μορφολογικής της δομής δέχεται μεγάλες εισροές υδάτων, με συνέπεια την έκπλυση των απορριμμάτων, την εν συνεχεία επιφανειακή μεταφορά ενός μέρους των μολυσμένων υδάτων και την κατείσδυσή του μεγαλύτερου μέρους τους. Η λειτουργία της είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη τόσο για την μόλυνση της κοντινής της περιοχής (Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο Ιωαννίνων), όσο και των υδροφορέων του λεκανοπέδιου Ιωαννίνων. Η αλλαγή του χώρου της χωματερής και η αντικατάστασή του από άλλον που να ικανοποιεί τις κατάλληλες γεωλογικές συνθήκες επιβάλλεται να γίνει το συντομότερο δυνατόν.

### ABSTRACT

The Ioannina plateau forms an almost enclosed hydrological basin (there is an artificial connection with the Kalamas basin through the Lapsista tunnel). However the hydrological system is open due to the strong karstic character of the Ioannina basin which remains in subsurface connection to the adjacent hydrological basins.

The Dourouti landfill has been used for over 45 years as a burial site for the Ioannina city solid waste disposal. It is developed within breccia fans that cover Cretaceous karstic limestones of the Ioman zone, within a valley that is open towards the plateau margins. The region belongs to the maximum rainfall zone of Greece and due to its morphological structure receives a high water inflow. As a consequence, the surface water is leaching off harmful materials that are carried away from the dump site in surface and subsurface waters. The continuing operation of this dump site is especially dangerous for contamination of the adjacent region (Ioannina University Hospital) as well as the Ioannina plateau ground water. The change of the landfill site and its replacement by a more suitable, fulfilling the required geological conditions, is essential to be effected at the earliest convenience.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

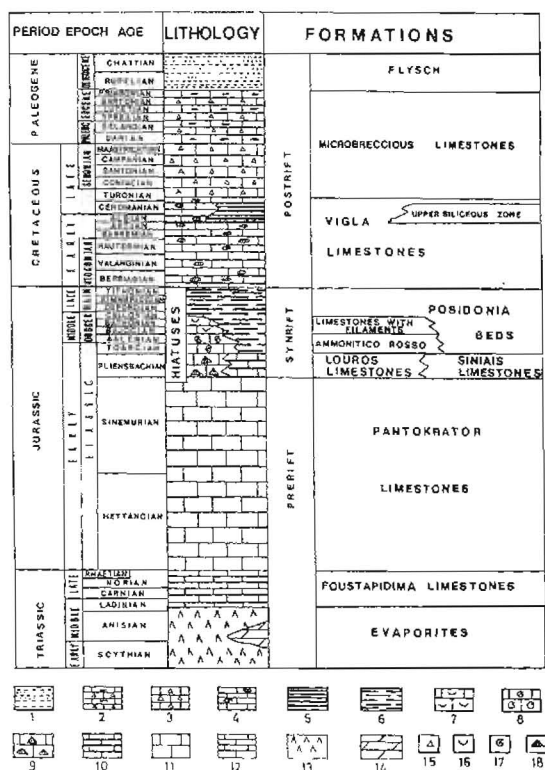
Ο καρστικός χαρακτήρας της λεκάνης Ιωαννίνων που την μετατρέπει σε ανοικτό υδρολογικό σύστημα, σε συνδυασμό με τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες (οικιστικές, βιομηχανικές και γεωργοκτηνοτροφικές) σ' αυτή, οι οποίες αυξάνονται με ταχείς ρυθμούς τα τελευταία χρόνια, δημιουργεί σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα κυρίως μέσω των φυσικών οδών απορροής και της καρστικής κυκλοφορίας, όχι μόνο στους επιφανειακούς αποδέκτες του λεκανοπέδιου (λίμνη, κανάλια, Καλαμάς), αλλά και στους υπόγειους υδροφορείς της ευρύτερης περιοχής. Εμφανής αποδέκτης αυτής της περιβαλλοντικής υποβάθμισης είναι κυρίως η λίμνη Παμβώτιδα, ενώ οι υπόγειοι υδροφορείς και οι φυσικοί οδοί απορροής είναι οι αφανείς αποδέκτες.

Μια από τις πλέον σημαντικές ανθρωπογενείς δραστηριότητες του λεκανοπέδιου Ιωαννίνων αποτελεί η ταφή των απορριμμάτων στη χωματερή Δουρούτης. Στην παρούσα εργασία αφού αναφερθούμε στα κυριότερα μορφοτεκτονικά, στρωματογραφικά και υδρολογικά χαρακτηριστικά της καρστικής λεκάνης Ιωαννίνων, θα μελετήσουμε τον χώρο χωματερής Δουρούτης και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της χρήσης της στο λεκανοπέδιο Ιωαννίνων.

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

**ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΟΥ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟΥ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ – ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟΥ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ**
**α) Το υπόβαθρο του λεκανοπέδιου Ιωαννίνων**

Υπόβαθρο της λεκάνης Ιωαννίνων και του περιβάλλοντα χώρου της, αποτελούν τα αλπικά ιζηματί της Ιόνιας σειράς, η οποία περιλαμβάνει σχηματισμούς που αρχίζουν με εβαπορίτες (Τριαδικό), συνεχίζονται κυρίως με ανθρακικούς και δευτερευόντως αργιλοπυριτικούς σχηματισμούς (Ιουρασικό ως Ανώτερο Ηώκαινο) και τελειώνουν με τον φλύσχη της σειράς (Ολιγόκαινο). Η στρωματογραφική στήλη της Ιόνιας σειράς συνοψίζεται στο *σχήμα 1* (Karakitsios 1995).



Σχ. 1: Συνθετική στρωματογραφική στήλη της Ιόνιας σειράς (Karakitsios 1995). 1: πηλίτες και ψαμμίτες, 2: ασβεστόλιθοι και πυριτόλιθοι με κλαστικό υλικό, 3: πελαγικοί ασβεστόλιθοι με κλαστικό υλικό, 4: πελαγικοί ασβεστόλιθοι και πυριτόλιθοι, 5: πυριτόλιθοι με αργιλικές και σχιστολιθικές διαστρώσεις, 6: πελαγικοί ασβεστόλιθοι, πυριτικοί αργιλιτες και μάργες, 7: πελαγικοί ασβεστόλιθοι με πελαγικά ελασματοβράγχια, 8: πελαγικοί, ερυθροκονδυλώδεις ασβεστόλιθοι με αμμωνίτες, 9: μικριτικοί ασβεστόλιθοι με μικρούς αμμωνίτες και βραχιονόποδα, 10: πελαγικοί ασβεστόλιθοι, 11: ασβεστόλιθοι πλατφόρμας, 12: πλακώδεις μαύροι ασβεστόλιθοι, 13: γύψος και αλάτι, 14: δολομίτες, 15: λατυποπαγή, 16: τομή πελαγικού ελασματοβράγχιου (filament), 17: αμμωνίτης, 18: βραχιονόποδο

Η παλαιογεωγραφική και τεκτονική εξέλιξη της Ιονίου ζώνης περιλαμβάνει τα εξής στάδια (Karakitsios 1995): α) Στο Μέσο Λιάσιο η αρχική πλατφόρμα των ασβεστόλιθων Παντοκράτορος (προταφροσιγενείς σχηματισμοί) υπέστη εφελκυσμό που προκάλεσε τον τεμαχισμό και την έναρξη της γενικής βύθυνσης όλου του Ιονίου χώρου (έναρξη σχηματισμού της λεκάνης). Η συνέχιση του εφελκυσμού σε συνδυασμό με την αλατοκίνηση του εβαποριτικού υποβάθρου της Ιονιας σειράς προκάλεσε το σχηματισμό πολλών μικρών, τεκτονικά ελεγχόμενων υπολεκανών (μορφής ημιτάφρων με συνέπεια τις μεγάλες πλευρικές μεταβολές του πάχους και της φάσης των σχηματισμών του Ανώτερου Λιάσιου-Μάλμιου (συνταφροσιγενείς σχηματισμοί), β) στο όριο Ιουρασικού-Κρητιδικού άρχισαν να αποτίθενται τα μεταταφροσιγενή ιζήματα της σειράς που σημειώνουν την γενική βύθιση της λεκάνης και την ομογενοποίηση σε μεγάλο βαθμό των συνθηκών ιζηματογένεσης σε όλη τη έκτασή της. Οι συνθήκες αυτές διατηρήθηκαν με μικρές τροποποιήσεις (πελαγική ιζηματογένεση με συμμετοχή κλαστικών από τους εκατέρωθεν νηριτικούς χώρους Γαβρόβου και Απούλιας) μέχρι τη



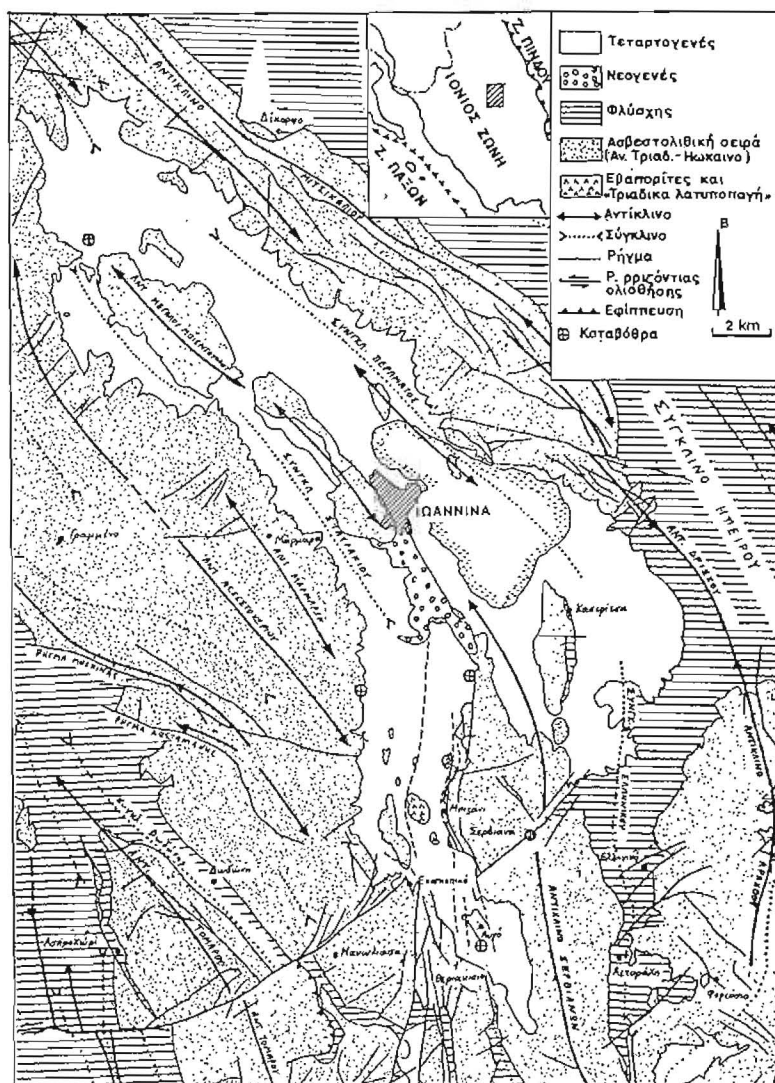
φλυσχική ιζηματογένεση που άρχισε στο τέλος του Ηωκαίνου, γ) κατά τη διάρκεια της Αλπικής ορογένεσης, οι προϋπάρχουσες εφελκυστικές δομές (Μέσο Λιάσιο-Τιθώνιο) ξαναενεργοποιήθηκαν κάτω από το νέο καθεστώς συμπίεσης (ανάστροφη τεκτονική της Ιόνιας λεκάνης), δ) τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της ανάστροφης λεκάνης εξαρτήθηκαν επίσης (εκτός από τη γεωμετρία της προϋπάρχουσας εφελκυστικής δομής) από την διαφορική αλατοκίνηση των εβαποριτών, τις λιθολογικές ιδιότητες και μετατροπές τους, τις διαπειρικές κινήσεις τους διαμέσου των τεκτονικών επιφανειών και την αποκόλληση της ανθρακικής σειράς στο επίπεδο της εβαποριτικής της βάσης.

### β) Μορφολογία και δομή

Το λεκανοπέδιο Ιωαννίνων αναπτύσσεται στο υψίπεδο των Ιωαννίνων, το οποίο περιβάλλεται από τα όρη Μιτσικέλι και τα ανατολικά αντερίσματα της Ολύτσικας ή Τόμαρου (οροπέδιο Μαρμάρων). Η πεδιάδα Ιωαννίνων διακόπτεται από λόφους και η γενικότερη μορφολογία της αντικατοπτρίζει την υπάρχουσα τεκτονική δομή. Το ανατολικό σύγκλινο εκτείνεται κατά μήκος της βάσης του όρους Μιτσικέλι και φιλοξενεί ένα τμήμα της λίμνης (σχ. 2). Το νησάκι των Ιωαννίνων και ο λόφος Περάματος χωροθετούν μια ασθενή αντικλινική θόλωση, την δυτική ταπείνωση της οποίας καταλαμβάνει η λίμνη. Οι λόφοι Αγίας Τριάδας και Μπιζντουνίου χωροθετούν ένα αντίκλινο, ενώ η ταπείνωση που αντιστοιχεί στο σύγκλινο που ακολουθεί είναι πληρωμένη με ιζήματα και διασχίζεται από το ρέμα της Λαγκιβίτσας. Στο βορειότερο τμήμα, η λεκάνη διαιρείται στα δυο εκατέρωθεν των λόφων Γαρδίκι. Το ανατολικό σκέλος αντιστοιχεί στη λεκάνη της λίμνης Λαγίστας που σήμερα έχει τεχνητά αποξηραθεί. Στα νότια, το τεκτονικό καθεστώς είναι πιο πολύπλοκο, επειδή η ταπείνωση (κατάπτωση) δημιουργείται από ένα πεδίο ρηγμάτων και υποδιαιρείται σε τρία σκέλη. Η δυτικότερη κατάπτωση περικλείει διεισδύσεις Τριαδικών λατυποπαγών. Αυτές οι διεισδύσεις συνδέονται με τη διασταύρωση των ΒΑ ρηγμάτων που προεκτείνουν τα ρήγματα που βρίσκονται νοτιότερα στην ενότητα Λούρου και των εγκάρσιων ως προς αυτά ρηγμάτων που συνδέονται με το ρήγμα οριζόντιας ολίσθησης Πετουσίου (IGRS-IFP 1966, Karakitsios 1992, 1995). Η ανακάλυψη λιμναίου Πλειόκαινου (Gillet 1962) στο νότιο άκρο της λεκάνης στην περιοχή Αυγού δείχνει ότι η λεκάνη είχε ήδη δημιουργηθεί εκείνη την εποχή. Επομένως στην περίπτωση αυτή η λεκάνη κατέλαβε περιθωριακές αύλακες συνδεόμενες με τη διάπειρο οι οποίες εμφανίστηκαν από το Νεογενές. Το κεντρικό σκέλος συνδέεται με την κατάπτωση, του βόρειου άκρου του αντικλίνου Σερβιανών και η πεδιάδα αναπτύσσεται σε μια τάφρο. Τέλος το ανατολικό σκέλος αναπτύσσεται σε ένα σύγκλινο από φλύσχη στους πρόποδες του Δρίσκου.

Τα παραπάνω επιτρέπουν να διαχωρίσουμε την ευρύτερη περιοχή του λεκανοπέδιου Ιωαννίνων σε τέσσερις γεωμορφολογικές ενότητες:

- Τον ορεινό όγκο Μιτσικέλι, ο οποίος περιβάλλει ΒΑ το λεκανοπέδιο και παρουσιάζει το εντονότερο ανάγλυφο (μέγιστο ύψος 1810 μ). Χαρακτηρίζεται από ισχυρές κλίσεις των ασβεστολιθικών πρηνών προς την λεκάνη Ιωαννίνων. Η ενότητα αυτή είναι ισχυρά τεκτονισμένη, αποτελεί μια πτυχή μεγάλης κλίμακας, ανατολικής κατάκλισης, της οποίας το δυτικό σκέλος ακολουθεί κατά προσέγγιση την δυτική τοπογραφική κλίση του όρους. Η εν λόγω πτυχή είναι κατακερματισμένη από ρήγματα. Η διάβρωση του ορεινού όγκου συνετέλεσε στην δημιουργία των κώνων κορημάτων και αλλουβιακών ριπιδίων που έχουν αποθεθεί στα ανατολικά περιθώρια της λεκάνης.
- Τον ορεινό όγκο (οροπέδιο Μαρμάρων) που περιβάλλει περιμετρικά το λεκανοπέδιο από ΒΒΑ ως ΝΝΑ, με υψόμετρα που ελάχιστες φορές ξεπερνούν τα 900 μ. Παρουσιάζει ηπιότερο ανάγλυφο σε σύγκριση με το Μιτσικέλι και χαρακτηρίζεται από έντονα καρστικά φαινόμενα (καταβόθρες, δολίνες, ουβάλες).
- Τα υψώματα που κατατάσσονται κατά μήκος του άξονα της λεκάνης (από ΒΒΔ προς ΝΝΑ: Μ. Γαρδίκι, Αγ. Τριάδα, Μπάφρα, Καστρίτσα, Μπιζάνι) και διαχωρίζουν τη λεκάνη σε δυο επιμήκεις υπολεκάνες ίδιας διεύθυνσης (ΒΒΔ-ΝΝΑ).
- Την πεδινή έκταση της λεκάνης, με ομαλό ανάγλυφο, η οποία διαχωρίζεται στις προαναφερθείσες υπολεκάνες.



Σχ. 2: Τεκτονικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής λεκανοπεδίου Ιωαννίνων (Καρακίτσιος 1994)

### γ) Υδρογραφικό δίκτυο

Το υδρογραφικό δίκτυο των ορεινών τμημάτων που περιβάλλουν την λεκάνη αποτελείται από πλήθος χειμάρων που ρέουν προς τα περιθώρια του λεκανοπέδιου αποθέτοντας αλλουβιακούς κώνους και κορήματα.

Το πεδινό τμήμα στερείται αναπτυγμένου φυσικού υδρογραφικού δικτύου. Κύρια υδρολογικά χαρακτηριστικά του αποτελούν η λίμνη Παμβώτιδα και οι καρστικές πηγές Τούμπας, Κρύας Σεντινίκου και Ντραμπάτοβας. Αποστραγγίζεται κυρίως μέσω των τεχνητών αποστραγγιστικών τάφρων. Έτσι, η φυσική και ανθρωπογενής παρέμβαση έχει διαμορφώσει μια υδρογεωλογική κατάσταση, όπου κύριοι αποδέκτες της λεκάνης απορροής (η οποία καταλαμβάνει έκταση περίπου 350 km<sup>2</sup>) είναι:

- η λίμνη Παμβώτιδα όπου συγκεντρώνονται οι απορροές του όρους Μιτσικέλι, των Λογγάδων καθώς και η σήραγγα Λαγκάτσας και η τάφος Καστρίτσας,
- οι καταβόθρες Μπάφρας Πεδινής και Αυγού που αποστραγγίζονται οι ΝΔ περιοχές,
- η καταβόθρα Λαψίστας και κυρίως σήμερα η ομώνυμη τάφος η οποία συγκεντρώνει την υπερχειλίση της λίμνης, τις πηγές Σεντινίκου, Κρύας και Τούμπας και γενικά την επιφανειακή απορροή του βόρειου τμήματος του λεκανοπέδιου. Τελικό αποδέκτη της αποστράγγισης του βόρειου τμήματος αποτελεί ο ποταμός Καλαμάς σε παραπόταμο του οποίου καταλήγουν τόσο η καταβόθρα όσο και η σήραγγα Λαψίστας. Στην αποστράγγιση του κεντρικού τμήματος της λεκάνης πιθανόν να συμμετέχει και το Σπήλαιο Περάματος Ιωαννίνων (Καρακίτσιος 1994).



δ) Μεταλλικά ιζήματα του λεκανοπέδιου

Ο σημερινός αλλουβιακός πυθμένας της λεκάνης απλώνεται σε ένα μέσο υψόμετρο περίπου 480 m, ενώ τα χαμηλότερα σημεία βρίσκονται στα 460 m. Οι κλαστικές σειρές που αποτελούν τον αλλουβιακό πυθμένα της πόλγης περιλαμβάνουν (σχ. 3):

**Το Πλειόκαινο**, αποτελούμενο από κυανές αργιλικές άμμους με Γαστερόποδα, Οστρακώδη και Χαρόφυτα Πλειοκαινικής ηλικίας (Dalloni 1925, Aubouin 1959, Gillet 1962 και Bousquet 1974). Η Πλειοκαινική λίμνη η οποία κατέλαβε ευρέως αυτή τη νότια λεκάνη αποτελεί συνεπώς και το παλαιότερο τμήμα της. Παρατηρείται επίσης ότι οι διάφορες Πλειοκαινικές θέσεις δεν βρίσκονται στο ίδιο υψόμετρο και ότι οριοθετούνται από πιθανά ρήγματα (πχ. στο χωριό Ανατολή). Επομένως, μια πιθανή μετα-Πλειοκαινική τεκτονική επαναδραστηριοποίηση θα εξηγούσε την σημερινή τοποθέτηση της λίμνης σε μια μικρή τάφρο.

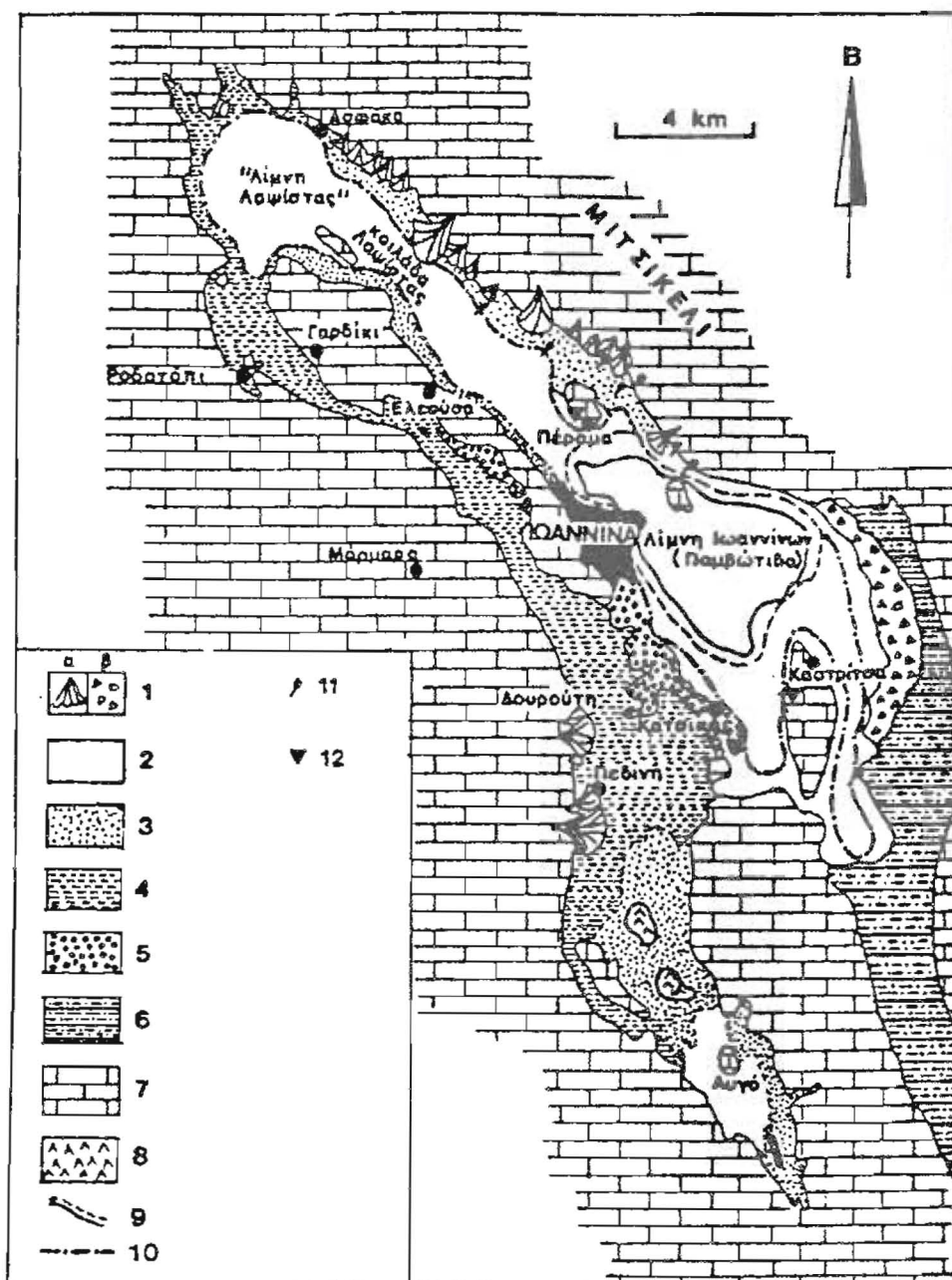
**Το Πλειστόκαινο** αποτελείται από τρεις σχηματισμούς, οι οποίοι από τον παλαιότερο προς τον νεότερο είναι οι ακόλουθοι:

- σχηματισμός ερυθρών αργίλων, εντοπίζεται κυρίως στο ΒΔ τμήμα της λεκάνης γύρω από το λόφο Γαρδίκι και αναπτύσσεται ως αλλουβιακό ριπίδιο,
- σχηματισμός μπέζ αργίλων πάχους 6-7 m,
- σχηματισμός από εναλλασσόμενα στρώματα λεπτομερών ασβεστολιθικών άμμων, χονδρόκοκκων άμμων και ρουδιτών με μικρό ποσοστό αργίλλου (σε πάχος 2 μέτρων παρατηρούνται συνολικά 12 στρώματα). Αυτή η κανονική απόθεση αλλουβίων με διαδοχή περιοδικών αποθέσεων, αντιστοιχεί σε λιμναίο αλλουβιακό κάλυμμα, το οποίο αντιπροσωπεύει ένα πυθμένα ελαφρώς υψηλότερο από τον σημερινό και σημειώνει έναν παροξυσμό του τέλους του Würm (Bousquet 1974). Συνεπώς η σημερινή λίμνη είναι χαμηλότερη από εκείνη την περίοδο κατά 1 ως 2 μέτρα (σχ. 3).

Η κατανομή των παραπάνω σχηματισμών και των εξαλλοιωμένων πετρωμάτων δείχνει ότι το δυτικό τμήμα της πόλγης είναι το παλαιότερο. Εμφανίστηκε στη διάρκεια του Πλειοκαινού και λειτούργησε μέχρι το Τεταρτογενές, ενώ το ανατολικό τμήμα είναι βαθύτερο, εμφανίστηκε μεταγενέστερα και είναι τεκτονικής προέλευσης. Οι προσχώσεις είναι μεταγενέστερες από τη φάση εξαλλοίωσης του Μέσου Τεταρτογενούς (Bousquet 1974).

Το **Τεταρτογενές** αποτελείται από κλαστικούς σχηματισμούς των περιθωρίων της λεκάνης. Πρόκειται για *παλαιούς αργιλοπυριτικούς κώνους* και *πρόσφατους κώνους κορημάτων*. Οι αργιλοπυριτικοί κώνοι, αντιστοιχούν σε παλαιές προσχώσεις και αποτελούνται κυρίως από θραύσματα πυριτολίθων των αλπικών σχηματισμών. Οι πρόσφατοι κώνοι κορημάτων αποτελούνται από χονδρόκοκκα θραύσματα που μεταφέρουν οι χείμαρροι που κατέρχονται από τις χαράδρες του όρους Μιτσικέλι και των ανατολικών οροπεδίων και τα αποθέτουν στους δυτικούς και ανατολικούς πρόποδες τους αντίστοιχα.

Η μορφοτεκτονική και στρωματογραφική ανάλυση της λεκάνης Ιωαννίνων δείχνει επομένως ότι η δημιουργία της είναι το αποτέλεσμα της δράσης δυο τουλάχιστον πεδίων ρηγμάτων και της ταπεινώσης του αναγλύφου λόγω διαφορικής διάβρωσης. Η ιδιαίτερη αυτή συγκυρία εξηγεί επίσης το εύρος της καρστικής πεδιάδας (πόλγης). Η εξέλιξη της πόλγης οφείλει να συνεχίζεται και σήμερα, εξαιτίας του μεγάλου βροχομετρικού ύψους των Ιωαννίνων και της επιθετικότητας των υδάτων των πηγών στα ανάντη επειδή προέρχονται από το όρος Μιτσικέλι που είναι χιονισμένο το χειμώνα. Πράγματι, η πόλγη τροφοδοτείται σήμερα από πηγές που βρίσκονται στη βάση του όρους Μιτσικέλι (κυρίως τις πηγές Τούμπας, Κρύας, Σεντενίκου, Μπλιτς και Ντραμπάτοβας) και κενώνεται από καταβόθρες το φράξιμο των οποίων ευκαιριακά προκάλεσε την πλημμύρα της πόλεως, όπως εκείνη του 1684 (Nicod 1972). Τα νερά μετά από μια φυσική υπόγεια διαδρομή 4 km η οποία υποβοηθείται από μια σήραγγα, συναντούν τον παραπόταμο του Καλαμά, Βελτίστικο. Το ασβεστολιθικό οροπέδιο στα δυτικά, με το πλήθος των δολινών κατάπτωσης κάνει ενεργή αυτή την καρστική κυκλοφορία (περιοχή Μαρμάρων). Το ενεργό τμήμα της πόλγης εντοπίζεται σήμερα στο κέντρο της λεκάνης και η εκκένωση των υδάτων γίνεται προς τα νότια (Aubouin 1959), τα δυτικά (Bousquet 1974) και τα βόρεια.



Σχ. 3: Γεωμορφολογικός χάρτης της καρστικής λεκάνης Ιωαννίνων. (Καρακίτσιος 1994):

1: σύγχρονοι κώνοι κορημάτων (α) και συγκολλημένα κορήματα (β), 2: σύγχρονες αποθέσεις Ανώτερου Τεταρτογενούς (μπεζ φάσεις λίμνης Würm), 3: παλιές αργίλο-πυριτικές προσχώσεις (Ανώτερο Τεταρτογενές Riss), 4: ερυθρές φάσεις του Μέσου Τεταρτογενούς, 5: λιμναίες Πλειοκαινικές αποθέσεις, 6: φλύσχης Ιονίου σειράς, 7: αδιαίρετοι ασβεστόλιθοι Ιονίου σειράς (Ανώτερο Τριαδικό-Ηώκαινο), 8: εβαπορίτες και "Τριαδικά λατυποπαγή" της βάσης της Ιονίου σειράς, 9: σημερινό όριο της λίμνης και ζώνη πλημμύρας (= όριο βλάστησης καλάμων, διακεκομμένη γραμμή), 10: όριο της λίμνης για στάθμη 2-3 m πάνω από τη σημερινή, 11: πηγές, 12: Παλαιολιθικό.



Τα παραπάνω σε συνδυασμό με ιστορικά στοιχεία οδήγησαν στο συμπέρασμα (Καρακίτσιος 1994) ότι, το λεκανοπέδιο Ιωαννίνων και ιδιαίτερα η λίμνη Παμβώτιδα στο χαμηλότερο τμήμα του, αποτελούν ένα ιδιαίτερα ευπαθές σύστημα υδρογεωλογικής συμπεριφοράς: το λεκανοπέδιο είναι μια μεγάλη ποίη, της οποίας η απόφραξη ή η διάνοιξη των καταβθρών, παρά τις μεγάλες ποσότητες υδάτων που εισρέουν σ'αυτήν υπό μορφή πηγών και χειμάρρων από τους ορεινούς όγκους που την περιβάλλουν, προκάλεσε κατά τους ιστορικούς χρόνους την περιοδική μεταβολή της στάθμης της λίμνης (σε σύντομο χρονικό διάστημα) μεταξύ ακραίων καταστάσεων ευκαιριακής πλημμύρας και ξήρανσης αντιστοίχως.

## ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που αναπτύσσονται στην ευρύτερη περιοχή του λεκανοπέδιου Ιωαννίνων μπορούν να διακριθούν από άποψη υδραυλικής συμπεριφοράς σε σχηματισμούς πρωτογενούς και δευτερογενούς πορώδους.

α) Οι σχηματισμοί πρωτογενούς πορώδους μπορούν να διακριθούν σε:

- **Υδροπερατούς.** Αντιστοιχούν στις τεταρτογενείς αποθέσεις που καλύπτουν το μεγαλύτερο τμήμα της παραλίμνιας περιοχής της λεκάνης. Το μεγαλύτερο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι άμμοι και τα χαλίκια με ποικίλη σύσταση και διαβάθμιση, των οποίων ο υψηλός συντελεστής διαπερατότητας ( $5,8 \cdot 10^{-4}$  -  $1,4 \cdot 10^{-3}$  m/sec) και η συνεπαγόμενη σημαντική κατείσδυση αποτελούν ευνοϊκούς παράγοντες για την ανάπτυξη υδροφόρων οριζόντων, με αποτέλεσμα η επιφανειακή απορροή να είναι σχετικά μικρή, της τάξης του 5-25% και μπορεί να γίνει σχεδόν μηδενική στους κώνους κορημάτων και αλλουβίων των περιθωρίων της λεκάνης (Λάγκαρης & Νικολάου 1989).
- **Ημιπερατούς.** Αντιστοιχούν στις αργιλομιγείς άμμους του λιμναίου Πλειόκαινου που καταλαμβάνουν τις περιοχές Κατσικά-Ανατολής, στις παλαιές πυριτικές προσχώσεις των ανατολικών πλευρών του υψώματος Αγίας Τριάδας και ενδεχομένως στα ανώτερα στρώματα των εμφανίσεων του φλύσχη που λόγω αποσάθρωσης παρουσιάζουν μικρή περατότητα.
- **Αδιαπέρατοι.** Αντιστοιχούν οι άργιλοι και πηλοί που εκτείνονται βόρεια του Περάματος και κυρίως ο φλύσχη της Ιόνιας σειράς, ο οποίος αποτελεί το αρνητικό όριο της ανατολικής και ΝΑ υδρογεωλογικής ενότητας του όρους Μιτσικέλι και ως εκ τούτου διαμορφώνει καθοριστικά τους υπόγειους υδροφορείς του. Οι παραπάνω σχηματισμοί παρουσιάζουν μικρό συντελεστή υδροπερατότητας ( $10^{-7}$  ως  $10^{-5}$ ), μικρή ενεργή κατείσδυση (3-8%) και μεγάλη επιφανειακή απορροή (25-50%), (Λάγκαρης & Νικολάου 1989).

β) Οι σχηματισμοί δευτερογενούς πορώδους παρουσιάζουν κυρίως πορώδες από ρωγμές και περιλαμβάνουν τους ασβεστόλιθους Βίγλας, Ανώτερου Σενώνιου και Παλαιοκαινού-Ηωκαινού καθώς και τα παλαιά συγκολλημένα κορήματα. Από αυτά τα ανθρακικά πετρώματα δομούνται κατά κύριο λόγο το Μιτσικέλι και τα ανατολικά οροπέδια καθώς και τα υψώματα Καστρίτσα, Αγία Τριάδα, Γαρδίκι, Πέραμα, καθώς επίσης το Νησί και το κάστρο Ιωαννίνων. Οι ανωτέρω σχηματισμοί παρουσιάζουν έντονη αποκάρσωση όπως φανερώνουν οι έντονες καρστικές μορφές που τους χαρακτηρίζουν (καταβόθρες, γλύφες, δολίνες, ουβάλες, καρστικά σπήλαια, κλπ.). Ο συνδυασμός των έντονων τεκτονικών επιδράσεων (ρήγματα, πτυχώσεις, διακλάσεις) με την καρστικοποίηση που έχουν υποστεί αυτοί οι σχηματισμοί δημιούργησε ένα πολύ καλά αναπτυγμένο υπεδafικό δίκτυο αγωγών που ευνοεί την μεγάλη κατείσδυση. Έτσι, οι σχηματισμοί αυτοί είναι οι πλέον υδροπερατοί με μεγάλους συντελεστές υδροπερατότητας ( $10^{-3}$  ως  $10^0$  m/sec) και ενεργού κατείσδυσης (28-55%), ενώ αντίθετα παρουσιάζουν μικρή επιφανειακή ροή (0-12%) (Λάγκαρης & Νικολάου 1989), όπως εξάλλου το δείχνει και η έλλειψη ενός πυκνού και συνεχούς ροής υδρογραφικού δικτύου.

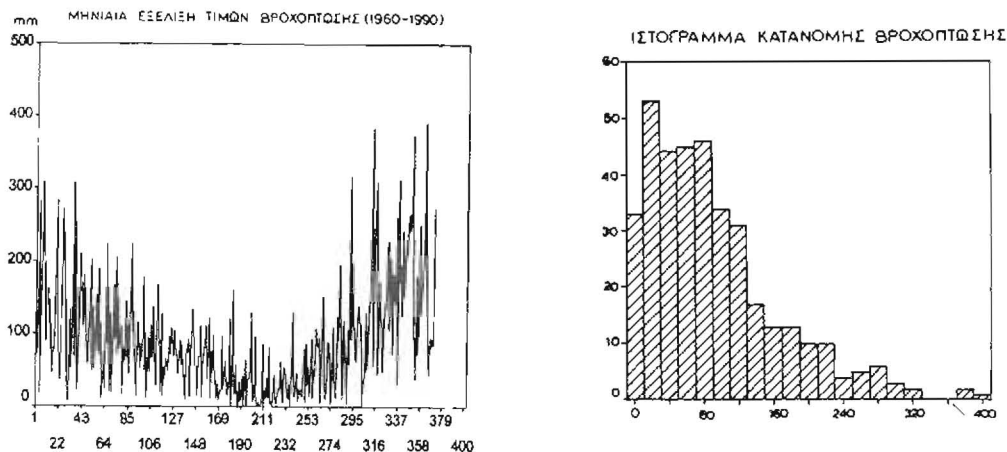
Οι ασβεστολιθικοί σχηματισμοί μαζί με τα πλευρικά κορήματα στα πρανή των ορεινών όγκων, αποτελούν ενιαίο υδρογεωλογικό σύστημα. Οι αργιλο-ιλυολιθικές υδατοστεγανές αποθέσεις του λεκανοπέδιου βοηθούν την αποθήκευση νερού στο υδρογεωλογικό αυτό σύστημα, το οποίο εκτονώνεται στο λεκανοπέδιο και τη λίμνη των Ιωαννίνων. Οι πηγές που εμφανίζονται στο επίπεδο του λεκανοπέδιου (πηγές Τούμπας, Κρύας κ.λπ.) είναι πηγές υπερχειλίσσης που οφείλονται στην εκτόνωση του προηγούμενου συστήματος. Επίσης υπάρχει ο φρεάτιος ορίζοντας του λεκανοπέδιου, ο οποίος αναπτύσσεται σε μικρά βάθη, λόγω των παρεμβαλλόμενων αργιλο-ιλυολιθικών οριζόντων στους Νεογενείς και Τεταρτογενείς σχηματισμούς της λεκάνης. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί εδώ, ότι η γεώτρηση βάθους 1530 μέτρων που έγινε πλησίον της Μονάδας Βιολογικού Καθαρισμού με σκοπό την διερεύνηση της δυνατότητας διάθεσης των βιολογικών επεξεργασμένων λυμάτων της πόλης των

Ιωαννίνων, αποκάλυψε την ύπαρξη δυο υπό πίεση -υδρογεωλογικά απομονομένων- υδροφόρων οριζόντων, σε βάθη από 475 ως 610 μέτρα και από 1000 ως 1530 μέτρα, αντίστοιχα, οι οποίοι χρήζουν περαιτέρω μελέτης (Καρακίτσιος et al. 1994).

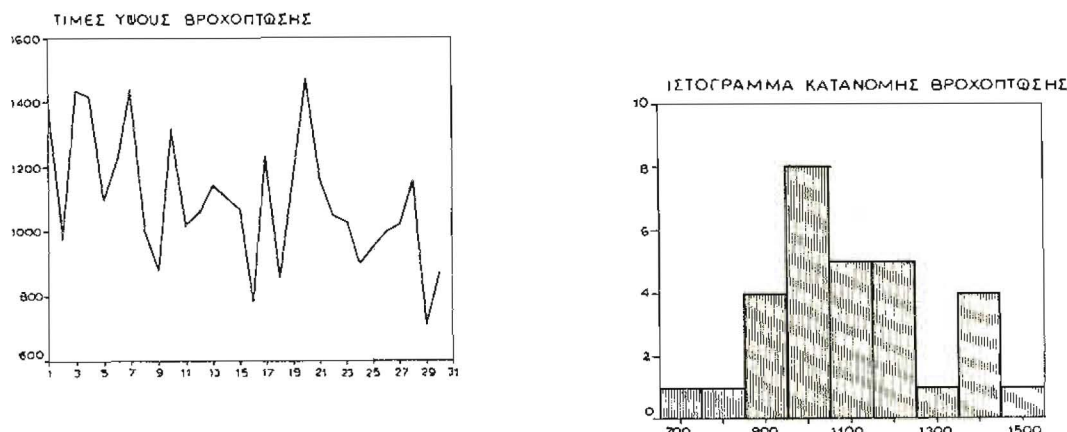
Οι κύριοι αποδέκτες της λεκάνης απορροής είναι όπως προαναφέραμε, η λίμνη Παμβώτιδα στην οποία συγκεντρώνονται οι απορροές περιοχών του Μιτσικελίου και Λογκάδων καθώς επίσης και αυτές της σήραγγας Λαγκάτσας και της τάφρου Καστρίτσας, οι καταβόθρες Μπάφρας, Πεδίνης, Αυγού και Λαψίστας στις οποίες αποστραγγίζονται οι γύρω περιοχές, η τάφρος Λαψίστας η οποία συγκεντρώνει την υπερχειλίση της λίμνης, τις πηγές Σεντινίκου, Κρύας και Τούμπας και γενικά την επιφανειακή απορροή του βόρειου τμήματος της λεκάνης.

Ο ευρύτερος χώρος του Λεκανοπέδιου Ιωαννίνων ανήκει στην περιοχή μέγιστης βροχόπτωσης της Ελλάδος, όπως προκύπτει από την ανάλυση βροχομετρικών δεδομένων τριάντα ετών (1960-1990) των σταθμών Ιωαννίνων. Στο **σχήμα 4A** φαίνεται η μηνιαία εξέλιξη των τιμών βροχόπτωσης για την εν λόγω περίοδο, στο **σχήμα 4B** έγινε ιστόγραμμα κατανομής των τιμών της βροχόπτωσης. Η ανάλυση των παραπάνω δεδομένων έγινε και σε ετήσια βάση (**σχ. 5A**) καθώς και το αντίστοιχο ιστόγραμμα (**σχ. 5B**). Είναι σαφές ότι παρατηρούνται δυο ειδών περιοδικότητες στα παραπάνω διαγράμματα: α) περιοδικότητα εντός του έτους και β) ακανόνιστη περιοδικότητα ανά 3-4 έτη. Πάντως γενικά η βροχόπτωση διατηρείται σε σχετικά υψηλά επίπεδα.





Σχ. 4A,B: Μηνιαία εξέλιξη (A) και ιστόγραμμα κατανομής (B) των τιμών βροχόπτωσης



Σχ. 5A,B: Ανάλυση των δεδομένων σε ετήσια βάση (A) και αντίστοιχο ιστόγραμμα (B)

### ΧΩΜΑΤΕΡΗ ΔΟΥΡΟΥΤΗΣ

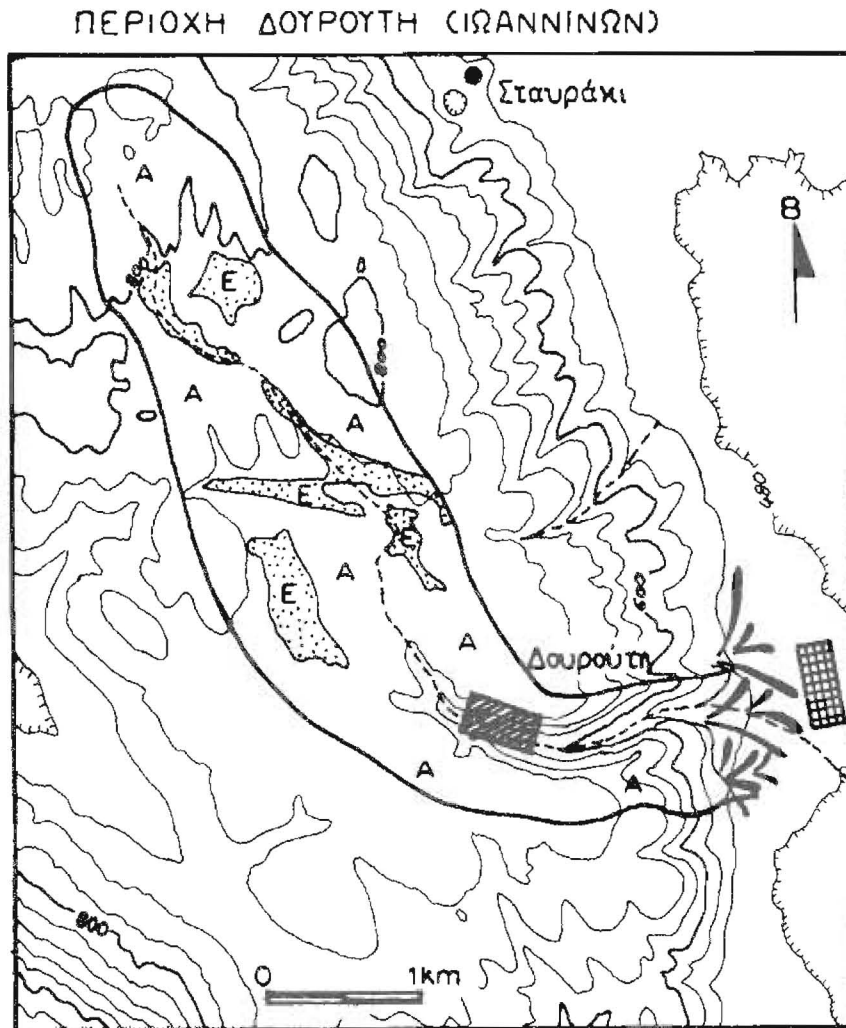
Ο χώρος της χωματερής Δουρούτης βρίσκεται σε απόσταση περίπου 6 χιλιομέτρων ΝΝΔ από την πόλη Ιωαννίνων και 1 Χιλιόμετρο Δυτικά του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Ιωαννίνων (σχ. 6). Αναπτύσσεται κλιμακωτά εντός κοιλάδας ανοικτής προς τις δυτικές παρυφές του καρστικού λεκανοπέδιου Ιωαννίνων.

Η χωματερή λειτουργεί για περίπου 50 χρόνια εξυπηρετώντας για το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα την πόλη Ιωαννίνων, ενώ τα τελευταία χρόνια εξυπηρετεί ακόμη τις 25 κοινότητες του λεκανοπέδιου Ιωαννίνων (δηλαδή τα απορρίμματα για περισσότερους από 100.000 κάτοικους). Θα πρέπει να επισημανθεί ιδιαίτερα ότι η χωματερή δέχεται και τα τοξικά απόβλητα της Βιομηχανικής περιοχής Ιωαννίνων.

Ο τρόπος επεξεργασίας των απορριμμάτων αντιστοιχεί σε απλή ταφή τους από τα περιβάλλοντα κορήματα της κοιλάδας και πολλές φορές από το υλικό προγενέστερης ταφής που προφανώς δεν έχει ακόμη αδρανοποιηθεί, χωρίς να λαμβάνεται μέριμνα για οποιαδήποτε άλλη επεξεργασία, όπως στραγγίσματα κλπ.

Η υδρογραφική λεκάνη της περιοχής Δουρούτης Ιωαννίνων (σχ. 6) είναι μια σχετικά επιμήκης λεκάνη με υπόβαθρο Κρητιδικούς ασβεστόλιθους και Τεταρτογενείς αποθέσεις. Το συνολικό εμβαδόν της είναι περίπου 6,9 km<sup>2</sup> (τοπογραφικός χάρτης 1: 50.000). Η χωματερή αναπτύσσεται εντός κορημάτων που εδράζονται σε καρστικοποιημένους ασβεστόλιθους του Σενώνιου και της Βίγλας της

Ιόνιας σειράς. Οι ασβεστόλιθοι που αποτελούν το υπόβαθρο της χωματερής Δουρούτης κλίνουν γενικώς προς Ανατολάς, δηλαδή προς την λεκάνη Ιωαννίνων. Η χωματερή, όπως και το λεκανοπέδιο Ιωαννίνων, βρίσκεται στην ζώνη μέγιστης βροχόπτωσης της Ελλάδας (βλέπε παραπάνω) και λόγω της μορφολογικής της δομής δέχεται μεγάλες εισροές υδάτων.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- |     |                             |  |                         |
|-----|-----------------------------|--|-------------------------|
| --- | Χείμαρρος                   |  | Κάνοι κορημάτων         |
| —   | Υδροκρίτης                  |  | Ερυθρογή                |
|     | Χωματερή Ιωαννίνων          |  | Ασβεστόλιθοι Κρητιδικού |
|     | Παν/κό Νοσοκομείο Ιωαννίνων |  |                         |

Σχ. 6. Λεκάνη απορροής της χωματερής Δουρούτης.

Υπολογίζεται ότι η μέση τιμή 30 ετών βροχόπτωσης έδωσε συνολικό ετήσιο όγκο κατακρημνισμάτων στην εν λόγω λεκάνη,  $v = 7.569.300 \text{ m}^2$  με απόκλιση  $v = 1.380.000 \text{ m}^2$ . Αυτό έχει ως συνέπεια την



Η λειτουργία της χημείας Δουροβίης πρέπει να σταματήσει μόλις επιλεγεί το συνολικό ποσό των εργασιών που θα εκτελεστούν, αλλά η βελτιστοποίηση του κόστους πρέπει να παραμείνει ως στόχος.

Το κόστος της χημείας Δουροβίης είναι η χημεία που κινδυνεύει από τους οικονομικούς περιορισμούς των εργασιών και υπολείπεται των εργασιών που είναι οφειλόμενα. Η συνολική δαπάνη των εργασιών πρέπει να είναι οφειλόμενη από τους οικονομικούς περιορισμούς των εργασιών.

Η κατανομή των εργασιών πρέπει να είναι οφειλόμενη από τους οικονομικούς περιορισμούς των εργασιών. Η κατανομή των εργασιών πρέπει να είναι οφειλόμενη από τους οικονομικούς περιορισμούς των εργασιών.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το αποτέλεσμα της έρευνας είναι ότι η χημεία Δουροβίης πρέπει να είναι οφειλόμενη από τους οικονομικούς περιορισμούς των εργασιών.

Η χημεία Δουροβίης είναι η χημεία που κινδυνεύει από τους οικονομικούς περιορισμούς των εργασιών. Η κατανομή των εργασιών πρέπει να είναι οφειλόμενη από τους οικονομικούς περιορισμούς των εργασιών. Η χημεία Δουροβίης είναι η χημεία που κινδυνεύει από τους οικονομικούς περιορισμούς των εργασιών. Η κατανομή των εργασιών πρέπει να είναι οφειλόμενη από τους οικονομικούς περιορισμούς των εργασιών.

Οι εργασιές πρέπει να είναι οφειλόμενες από τους οικονομικούς περιορισμούς των εργασιών. Η κατανομή των εργασιών πρέπει να είναι οφειλόμενη από τους οικονομικούς περιορισμούς των εργασιών.

Το κόστος των εργασιών πρέπει να είναι οφειλόμενο από τους οικονομικούς περιορισμούς των εργασιών. Η κατανομή των εργασιών πρέπει να είναι οφειλόμενη από τους οικονομικούς περιορισμούς των εργασιών.

ικανοποιούνται οι απαραίτητες γεωλογικές συνθήκες ασφαλείας. Μέχρι δε να γίνει αυτό θα πρέπει να εφαρμόζονται οι πλέον αυστηρές τεχνικές υγειονομικής ταφής.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- AUBOUIN J. (1959). Contribution a l'etude geologique de la Grece septentrionale: les confins de l'Épire et de la Thessalie. - Ann. geol. Pays Hell., 1, 9, p. 1-483.
- BOUSQUET B. (1974). La Grece occidentale: interpretation geomorphologique de l'Épire, de l'Akarnanie et des îles ioniennes. These, 571 p., Paris.
- DALLONI M. (1923): Contribution a l'etude des terrains tertiaires de la Thessalie et de l'Épire. Bull. Soc. Geol. France, 4, XXIII, p. 284-294.
- GILLET S. (1962): Remarques sur les Gasteropodes de quelques gisements du Pliocene et du Quaternaire d'Épire. Prakt. Acad. Athenes, 37, p. 260-273.
- IGRS-IFP (1966). Etude geologique de l'Épire (Grece nord- occidentale). - Ed. Technip, 306 p., Paris.
- KARAKITSIOS V. (1992): Ouverture et inversion tectonique du bassin ionien (Épire, Grece). Ann. Geol. Pays Hell., 35, p. 185-318.
- ΚΑΡΑΚΙΤΣΙΟΣ Β. (1994): Η καρστική λεκάνη Ιωαννίνων (ΒΔ Ελλάδα), οι δυσμενείς ανθρωπογενείς δραστηριότητες σ' αυτή και οι τρόποι αντιμετώμισής τους. 5<sup>ο</sup> Διεθνές Συνέδριο, Αθήνα-Κρήτη Νοέμβριος 1994, "Ανάπτυξη, εξέλιξη και περιβάλλον σπηλαίων". Δελ. Ελλ. Σπηλ. Εταιρείας, XXI, σ. 515-531.
- KARAKITSIOS V. (1995): The influence of preexisting structure and halokinesis on organic matter preservation and thrust system evolution in the Ionian basin, Northwestern Greece. *AAPG Bulletin*, 79, p. 960-980.
- ΚΑΡΑΚΙΤΣΙΟΣ Β., ΣΚΟΥΝΑΚΗΣ Σ. & ΓΕΩΡΓΑΛΑΣ Λ. (1984): Έρευνα υπόγειας διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων της πόλης των Ιωαννίνων. Υδρογεωλογικές και περιβαλλοντολογικές παρατηρήσεις. Πρακτικά 7<sup>ου</sup> Επιστημονικού Συνεδρίου, Θεσσαλονίκη, Μάιος 1994. Δελ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρείας, XXX/V, σ. 97-113.
- ΛΑΓΚΑΡΗΣ Β. & ΝΙΚΟΛΑΟΥ Ε. (1989): Η εξέλιξη των υδρογεωλογικών συνθηκών της στενότερης περιοχής της λίμνης Ιωαννίνων και οι παράγοντες που επέδρασαν στις ποσοτικές και ποιοτικές της παραμέτρους. Δημερίδα 23-24 Σεπτεμβρίου, Πρέβεζα: "προτάσεις για την εξυγίανση της λίμνης Πάμβώτιδας", 27 σ.
- NICOD J. (1972): Pays et paysages du calcaire. Presses Univ. de France, coll. "Le Geographe", Paris, 244 p.