

## ΤΟ ΠΑΛΑΙΟΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΑΝΩ ΞΥΛΙΤΙΚΟΥ ΟΡΙΖΟΝΤΑ ΣΤΟ ΛΙΓΝΙΤΙΚΟ ΚΟΙΤΑΣΜΑ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ\*

Σ. ΚΑΛΑΙΤΖΙΔΗΣ<sup>1</sup>, Α. ΜΠΟΥΖΙΝΟΣ<sup>1</sup> & Κ. ΧΡΗΣΤΑΝΗΣ<sup>2</sup>

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με την παρούσα μελέτη επιχειρείται η αναπαράσταση του παλαιοπεριβάλλοντος απόθεσης του Άνω Ξυλιτικού Οριζοντα (πάχους 3-6 m), που απαντάται στην Ανώτερη Λιγνιτοφόρα σειρά του κοιτάσματος Πτολεμαΐδας στο Νότιο Πεδίο.

Προσδιορίστηκαν μακροσκοπικά οι λιθότυποι και μικροσκοπικά τα maceral. Τα ανθρακοπετρογραφικά δεδομένα έδειξαν ότι ο Άνω Ξυλιτικός Οριζοντας αποτελείται κυρίως από Χουμινίτες (>90%), Λειπτινίτες (2-10%), ενώ maceral της ομάδας του Ινερτινίτη συμμετέχουν σε πολύ μικρό ποσοστό (<0,6%). Ο Οριζοντας είναι αυτόχθονος σχηματισμός. Το περιβάλλον απόθεσης ήταν ένας καθαρά τελματικός, τοπογενής δασοτυφώνας με μικτή βλάστηση από κωνοφόρα και πόες. Η στάθμη του υδροφόρου ήταν σχετικά υψηλή, με αποτέλεσμα αφενός να παρεμποδίζεται η διεύδυση κλαστικού υλικού από τη γύρω περιοχή και αφετέρου να εξασφαλίζονται ευνοϊκές συνθήκες διατήρησης των φυτικών ιστών.

### ABSTRACT

The intermontane basin of Ptolemais is part of a major tectonic trench which extends between the town of Prilep, former Yugoslavian Republic of Macedonia, in the north and the Aliakmon river in the south. The margins and the basement of the basin consist of the crystalline schists of the Pelagonian massif and the Mesozoic cover. The sediments filling the trench include the following members: a) the Lower member, which consist of a gneiss conglomerate, sandy marls and clays (Upper Miocene-Pliocene); b) the coal-bearing sequence (up to 130 m thick), which consists of lignite seams, and marly and clay layers; c) the Upper member, which includes limnic and terrestrial sediments (Upper Pliocene); and finally d) the Quaternary deposits. Two groups of normal faults, oriented NW-SE and NE-SW, were active during Neogene and Quaternary times and played a significant role in the formation and the evolution of the trench.

A distinct layer 3-6 m thick, called the Upper Xylitic Horizon, occurs in the upper part of the coal-bearing sequence in the South Field mine of Ptolemais. It mainly derived from xylitic matter intercalating with thin clay layers, rich in plant remains. Six samples were obtained from the Upper Xylitic Horizon; three of them represent xylite-rich coal lithotypes (N2, N4, N6) and the rest (N1, N3, N5) matrix coal lithotypes. According to the results of the determination of moisture and calorific value, the rank of the samples is within the lignite (Weichbraunkohle) stage. Compared with the xylite-rich lithotypes, the matrix coal lithotypes contain more ash.

Micropetrographic studies suggest that the Upper Xylitic Horizon is rich in huminite (>90%). The liptinite content is <10%, while inertinite rarely occurs. Textinite dominates in the xylite-rich coal

\* THE DEPOSITIONAL PALAEOENVIRONMENT OF THE UPPER XYLITIC HORIZON OF THE PTOLEMAIS LIGNITE DEPOSIT

<sup>1</sup> Geologists, University of Patras, Department of Geology, GR-265-00 Rio, Patras

<sup>2</sup> Assistant Professor, University of Patras, Department of Geology, GR-265.00 Rio, Patras

lithotypes, and attrinite in the matrix coal lithotypes.

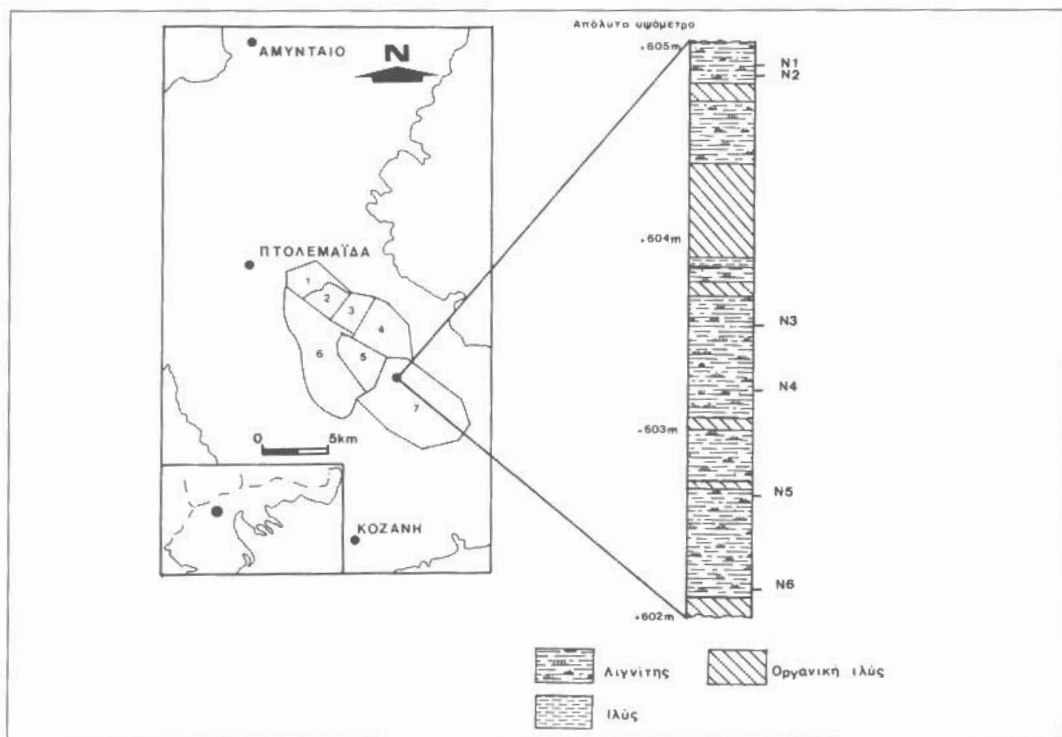
The palaeobotanic determination reveals an origin from Coniferous vegetation, probably from *Cupressus*, *Taxodium* or *Juniperus* species.

This study suggests that the Upper Xylitic Horizon is autochthonous. According to coal-facies diagrammes, the peat accumulated under pure telmatic conditions in a relative wet forest fen. Both herbaceous and tree vegetation contributed to peat formation. The relative high groundwater table impeded clastic influx from the surrounding area into the fen and created favourable conditions for the preservation of plant tissues.

**ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ:** λιγνίτης, ανθρακοπετρογραφία, περιβάλλον σχηματισμού, Πτολεμαΐδα, Ελλάδα  
**KEY WORDS:** lignite, coal petrology, depositional environment, Ptolemais, Greece

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η λιγνιτοφόρα λεκάνη της Πτολεμαΐδας αποτελεί τμήμα του τεκτονικού βυθίσματος, το οποίο εκτείνεται από το Μοναστήρι (Prilep) της πρώην Γιουγκοσλαβικής Δημοκρατίας της Μακεδονίας μέχρι την Κοζάνη με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ. Στην παραπάνω λεκάνη φιλοξενείται το 31% των γνωστών Ελληνικών αποθεμάτων λιγνίτη. Το Νότιο Πεδίο καλύπτει το νοτιότερο τμήμα της ευρύτερης περιοχής (Σχ. 1), στην οποία αναπτύσσεται η μεταλλευτική δραστηριότητα της Δ.Ε.Η., και αποτελεί το μεγαλύτερο ορυχείο επιφανειακής εκμετάλλευσης στη Βαλκανική.



**Σχ. 1:** Σχηματικός χάρτης της Λεκάνης Πτολεμαΐδας με τη διάταξη των ορυχείων της Δ.Ε.Η., τη θέση δειγματοληψίας και τη λιθολογική στήλη του Άνω Ξυλιτικού Οριζοντα.

(1: Βόρειο Πεδίο, 2: Κύριο Πεδίο, 3: Πεδίο Κομάνου, 4: Πεδίο Καρδιάς, 5: Τομέας 6, 6: Δυτικό Πεδίο, 7: Νότιο Πεδίο).

**Fig. 1:** Schematic map of the Ptolemais basin showing P.P.C.'s mines, the sampling location and the lithologic column of the Upper Xylitic Horizon.

(1: North Field, 2: Main Field, 3: Komanou Field, 4: Kardias Field, 5: Sector 6, 6: West Field, 7: South Field).

## 2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Τα πετρώματα του προ-Νεογενούς υποβάθρου ανήκουν στο Βόρειο τμήμα της Πελαγονικής ζώνης (ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, 1983). Τα Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα της λεκάνης τοποθετούνται σύμφωνα πάνω στα αλπικά και προ-αλπικά πετρώματα του υποβάθρου. Τα Νεογενή ιζήματα της λεκάνης μπορούν να χωριστούν σε τρεις λιθostrωματογραφικούς σχηματισμούς (ΑΝΑΣΤΟΠΟΥΛΟΣ & ΚΟΥΚΟΥΖΑΣ, 1972). Ο κατώτερος σχηματισμός αποτελείται από ένα γνευσιακό κροκαλοπαγές βάσης, το οποίο προς τα πάνω μεταβαίνει σε μάργες, αμμούχες μάργες, αργίλους και λιγνιτικά στρώματα (ξυλιτικού τύπου). Η ηλικία του είναι ανω-Μειοκαινική/Πλειοκαινική. Ο μεσαίος σχηματισμός (πάχους μέχρι 130 m) αποτελείται από λιγνιτικά στρώματα, που εναλλάσσονται με στρώματα αργίλων, μαργών, αμμούχων αργίλων. Στην οροφή του σχηματισμού αναπτύσσεται ο Άνω Ξυλιτικός Οριζοντας πάχους 3-6 m. Η ηλικία του μεσαίου σχηματισμού είναι ανω-Πλειοκαινική σύμφωνα με παλυνολογικές αναλύσεις (ΙΟΑΚΙΜ, 1981). Τέλος, ο ανώτερος σχηματισμός αποτελείται από λιμναίες και χερσαίες αποθέσεις ανω-Πλειοκαινικής ηλικίας. Αυτών επικάθηνται ποταμοχερσαίες αποθέσεις Τεταρτογενούς ηλικίας.

Τόσο ο σχηματισμός της λεκάνης Αμυνταίου-Πτολεμαΐδας, όσο και η ιζηματογένεση ελέγχονται από δύο ομάδες κανονικών ρηγμάτων. Η πρώτη ομάδα ρηγμάτων, με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ εκδηλώθηκε κατά το Ανώτερο Μειόκαινο/Κατώτερο Πλειόκαινο και είναι υπεύθυνη για τον σχηματισμό της λεκάνης. Η δεύτερη ομάδα, η οποία έδρασε κατά το Τεταρτογενές, έχει διεύθυνση ΒΑ-ΝΑ και είναι υπεύθυνη για τη δημιουργία μικροτέρων εγκάρσιων λεκανών στο αρχικό βύθισμα. Ακόμη παρατηρούνται ρήγματα Α-Δ, τα οποία κυρίως επηρέασαν το λιγνιτικό κοίτασμα (Αναστοπούλου & Κοΰκουζας, 1972; Παυλίδης, 1985; DOUTSOS & ΚΟΥΚΟΥΒΕΛΑΣ, 1997).

## 3. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Αντικείμενο της εργασίας αποτελεί η μελέτη του Άνω Ξυλιτικού Οριζοντα, στο ορυχείο του Νοτίου Πεδίου. Οι ΑΝΑΣΤΟΠΟΥΛΟΣ & ΚΟΥΚΟΥΖΑΣ (1972) χαρακτηρίζουν τον συγκεκριμένο οριζοντα αλλόχθονο σχηματισμό. Με τη βοήθεια ανθρακοπετρογραφικών προσδιορισμών επιχειρήθηκε να καθοριστεί το περιβάλλον γένεσης και εξέλιξης του Οριζοντα. Παράλληλα καθορίστηκε η επιφανειακή εξάπλωσή του, με βάση αποτελέσματα γεωτρήσεων που έγιναν από το Ι.Γ.Ε.Υ. για λογαριασμό της Δ.Ε.Η. (ΑΝΑΣΤΟΠΟΥΛΟΣ & ΚΟΥΚΟΥΖΑΣ, 1972).

## 4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η δειγματοληψία έγινε με τη μέθοδο κατ' αυλάκια (channel sampling). Διανούχθηκε σε συγκεκριμένη θέση του μετώπου εξόρυξης στο Νότιο Πεδίο (Σχ. 1) αυλάκι βάθους 30-50 cm και πλάτους 30 cm, εγκάρσια στο μέτωπο εξόρυξης και σε όλο το πάχος του στρώματος, στο οποίο έγινε η δειγματοληψία (THOMAS, 1992).

Συλλέχθηκαν 6 αντιπροσωπευτικά δείγματα για ανθρακοπετρογραφική εξέταση και εργαστηριακούς προσδιορισμούς κι έγινε λεπτομερής περιγραφή των ενστρώσεων κατά την κατακόρυφο (Σχ. 1). Η περιεκτικότητα σε υγρασία και τέφρα, καθώς και η ανώτερη θερμαντική ικανότητα προσδιορίστηκαν με βάση τα Α.Σ.Τ.Μ. (D 3302-91, D 3174-94, D 2015-95 αντίστοιχα). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

| Δείγμα | Λιθότυπος | Υγρασία<br>ως έχει (%) | Τέφρα<br>επί ξηρού (%) | Ανώτ. Θερμαντική<br>Ικανότητα (kcal/kg)<br>ως έχει επί ξηρού, άνευ τέφρας |       |
|--------|-----------|------------------------|------------------------|---|-------|
| N1     | matrix    | 50,2                   | 22,8                   | 2.390   | 6.217 |
| N2     | ξυλιτικός | 53,6                   | 5,3                    | 2.765   | 6.292 |
| N3     | matrix    | 50,7                   | 18,4                   | 2.377   | 5.908 |
| N4     | ξυλιτικός | 53,7                   | 7,2                    | 2.603   | 6.059 |
| N5     | matrix    | 49,8                   | 23,2                   | 2.320   | 6.034 |
| N6     | ξυλιτικός | 55,7                   | 7,7                    | 2.582   | 6.314 |

Πίνακας 1: Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών προσδιορισμών.  
Φηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.  
Table 1: The results of the analyses.

Η προετοιμασία των ανθρακοπετρογραφικών σιλιπνών τομών πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τα ASTM (D 2797-90). Τα maceral προσδιορίστηκαν και περιγράφηκαν με βάση το σύστημα ταξινόμησης Stopes/Heerlen (ICCP 1963; 1971; STACH et al., 1982).

Η παρατήρηση έγινε στο μικροσκόπιο Orthoplan LEITZ 307 στο λευκό προσπίπτον φως (με ελαιοκαταδυτικό φακό, συνολική μεγέθυνση 600X) και στο μπλε μονοχρωματικό φως (με φακό Leitz PL Fluotar, συνολική μεγέθυνση 500X). Σε κάθε δείγμα έγιναν 500 προσδιορισμοί με τη βοήθεια του σημειακού καταμετρητή (point counter) της SWIFT PRIOR.

| <b>Maceral</b>            | <b>N1</b>   | <b>N2</b>   | <b>N3</b>   | <b>N4</b>   | <b>N5</b>   | <b>N6</b>   |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Τεξινίτης                 | 22,1        | 36,0        | 13,3        | 28,4        | 15,0        | 34,4        |
| Τεξτουλμινίτης            | 10,5        | 26,8        | 7,6         | 32,0        | 26,2        | 16,0        |
| Εουλμινίτης               | 3,2         | 4,6         | 10,1        | 8,4         | 3,6         | 11,0        |
| Ατρινίτης                 | 23,3        | 9,6         | 28,9        | 7,0         | 21,6        | 3,8         |
| Ντενζινίτης               | 14,2        | 8,6         | 16,3        | 8,0         | 8,0         | 10,0        |
| Λεβιγελινίτης             | 5,6         | 2,4         | 9,7         | 1,8         | 2,8         | 2,8         |
| Ποριγελινίτης             | 5,0         | 2,0         | -           | 0,2         | 4,0         | -           |
| Κορποχουμινίτης           | 13,1        | 2,0         | 11,4        | 3,8         | 17,0        | 12,0        |
| <b>Χουμινίτης</b>         | <b>97,0</b> | <b>92,0</b> | <b>97,3</b> | <b>89,6</b> | <b>98,2</b> | <b>90,0</b> |
| Φουοινίτης                | -           | 0,2         | 0,4         | -           | -           | 0,2         |
| Σκληροτινίτης             | -           | -           | -           | -           | 0,2         | -           |
| Ινερτοντερινίτης          | -           | -           | 0,2         | 0,2         | -           | 0,4         |
| <b>Ινερτινίτης</b>        | <b>-</b>    | <b>0,2</b>  | <b>0,6</b>  | <b>0,2</b>  | <b>0,2</b>  | <b>0,6</b>  |
| Σπορινίτης                | -           | 1,8         | -           | 2,0         | 0,3         | 1,9         |
| Ρεζινίτης                 | 1,6         | 1,6         | 1,3         | 2,5         | 0,4         | 1,6         |
| Κουτινίτης                | 0,8         | 2,4         | 0,3         | 1,5         | 0,3         | 2,3         |
| Σουμπερινίτης             | 0,2         | 0,2         | -           | -           | -           | -           |
| Αλγινίτης                 | 0,1         | -           | 0,1         | -           | 0,3         | 0,6         |
| Λειπτοντερινίτης          | 0,3         | 1,3         | 0,3         | 4,2         | 0,3         | 3,0         |
| Φθορινίτης                | -           | 0,5         | -           | -           | -           | -           |
| Χλωροφυλλινίτης           | -           | -           | 0,1         | -           | -           | -           |
| <b>Λειπτινίτης</b>        | <b>3,0</b>  | <b>7,8</b>  | <b>2,1</b>  | <b>10,2</b> | <b>1,6</b>  | <b>9,4</b>  |
| Αργιλικά Ορυκτά           | 8,2         | 2,8         | 4,1         | 7,0         | 8,3         | 4,0         |
| Σιδηροπυρίτης             | 5,0         | 6,5         | 1,8         | 2,4         | 2,3         | 1,1         |
| Ανθρακικά Ορυκτά          | 3,2         | 3,3         | 0,6         | -           | 1,2         | -           |
| Χαλαζίας                  | -           | -           | -           | -           | -           | 0,6         |
| <b>Ανόργανα συστατικά</b> | <b>16,4</b> | <b>12,6</b> | <b>6,5</b>  | <b>9,4</b>  | <b>11,8</b> | <b>5,7</b>  |
| TP1                       | 1,0         | 3,1         | 0,8         | 4,3         | 1,7         | 4,4         |
| GI                        | 0,6         | 0,7         | 0,7         | 1,1         | 1,2         | 0,9         |

**Πίνακας 2:** Αποτελέσματα ανθρακοπετρογραφικής εξέτασης (σε % κατ' όγκον) του Άνω Ξυλιτικού Οριζοντα του Νοτίου Πεδίου.

**Table 2:** Results of maceral analyses (vol. %) of the Upper Xylitic Horizon of South Field mine.

## 5. ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η υγρασία και η θερμαντική ικανότητα συνιστούν τις πιο αξιόπιστες παραμέτρους προσδιορισμού του βαθμού ενανθράκωσης σε ανώριμους γαιάνθρακες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 1, τα δείγματα του Άνω Ξυλιτικού Οριζοντα κατατάσσονται στους μαλακούς λιγνίτες (lignite, Weichbraunkohle σύμφωνα με το Αμερικανικό και το Γερμανικό σύστημα ταξινόμησης αντίστοιχα). Ακόμα οι λιθότυποι ματρίξ περιέχουν περισσότερη τέφρα, απ' ό,τι οι ξυλιτικοί λιθότυποι.

Από την ανθρακοπετρογραφική ανάλυση (Πίν. 2) προέκυψε, ότι γενικά ο Άνω Ξυλιτικός Οριζοντας είναι πλούσιος σε Χουμινίτη (89-98%), ενώ οι περιεκτικότητες σε Ινερτινίτη (<0,6%) και Λειπτινίτη (<10,2%) είναι χαμηλές.

Στους ξυλιτικούς λιθότυπους επικρατούν ο Τεξιτινίτης και ο Τεξτολυμινίτης με ποσοστά 28-36% και 13-22% αντίστοιχα. Στους λιθότυπους matrix κυριαρχούν οι Χουμοδεντρινίτες (Ατρινίτης και Ντεξινίτης) με ποσοστά 30-45%. Τα υπόλοιπα maceral της ομάδας συμμετέχουν με χαμηλά ποσοστά.

Τα maceral της ομάδας του Ινερτινίτη εμφανίζονται σπάνια στον Άνω Ξυλιτικό Οριζοντα. Συμμετέχουν κυρίως ο Ινερτοντετρινίτης και ο Φουσινίτης.

Οι Λειπτινίτες εμφανίζονται με μεγαλύτερες περιεκτικότητες στους ξυλιτικούς λιθότυπους. Σ' αυτούς κύρια συμμετέχουν ο Ρεξινίτης και ο Σπορινίτης, ενώ στους λιθότυπους matrix κυριαρχεί ο Ρεξινίτης.

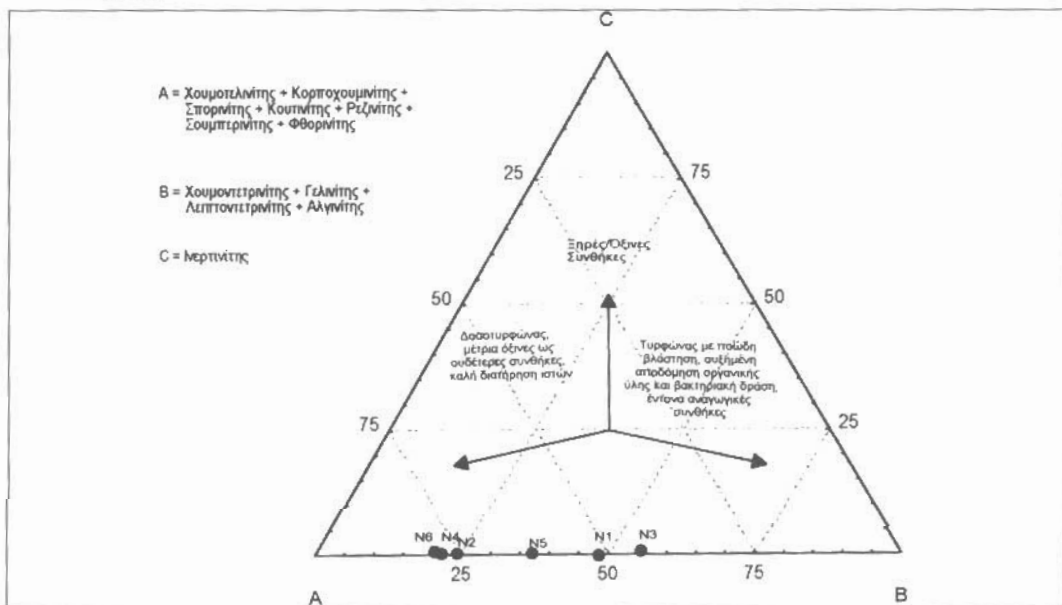
Η συμμετοχή των ανοργάνων συστατικών κυμαίνεται από 6-16%. Τα αργιλικά ορυκτά και ο σιδηροπυρίτης συμμετέχουν σε ποσοστά 3-8% και 1-6,5% αντίστοιχα και ακολουθούν τα ανθρακικά ορυκτά με μικρότερα ποσοστά (<3,5%).

Τέλος, η παλαιοβοτανική εξέταση ενός δείγματος ξυλιτικού τύπου λιγνίτη έδειξε προέλευση από Κωνοφόρο δένδρο, που μάλιστα ανήκει σε ένα από τα γένη *Taxodium*, *Cupressus* ή *Juniperus*, τα οποία ευδοκμούν σε σχετικά υγρές και θερμές συνθήκες. Ακριβής προσδιορισμός του γένους και του είδους δεν ήταν δυνατός.

## 6. ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΠΑΛΑΙΟΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Προβάλλοντας τα ανθρακοπετρογραφικά δεδομένα σε διάφορα διαγράμματα είναι δυνατός ο καθορισμός των συνθηκών σχηματισμού, του pH, της βλάστησης και γενικά του περιβάλλοντος απόθεσης του Άνω Ξυλιτικού Οριζοντα.

Από το διάγραμμα του ΜUKHOPADHYAY (1986) παρατηρείται, ότι ο Οριζοντας σχηματίστηκε σε έναν τυρφώνα, του οποίου η τυρφογενετική βλάστηση ήταν δενδρώδης, κάτω από σχετικά υψηλή στάθμη του υδροφόρου και με καλές συνθήκες διατήρησης των ιστών (Σχ. 2). Τα δείγματα του ξυλιτικού λιθότυπου (N2, N4, N6) προβάλλονται κοντά στην κορυφή Α, σε αντίθεση με του λιθότυπου matrix (N1, N3, N5), τα οποία προβάλλονται περίπου στο μέσο της βάσης ΑΒ του τριγωνικού διαγράμματος.



Σχ. 2: Τριγωνικό διάγραμμα καθορισμού των συνθηκών τυρφογένεσης κατά Mukhopadhyay (1986), τροποποιημένο. Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

Fig. 2: Ternary diagram suggesting coal forming conditions, modified after Mukhopadhyay (1986).

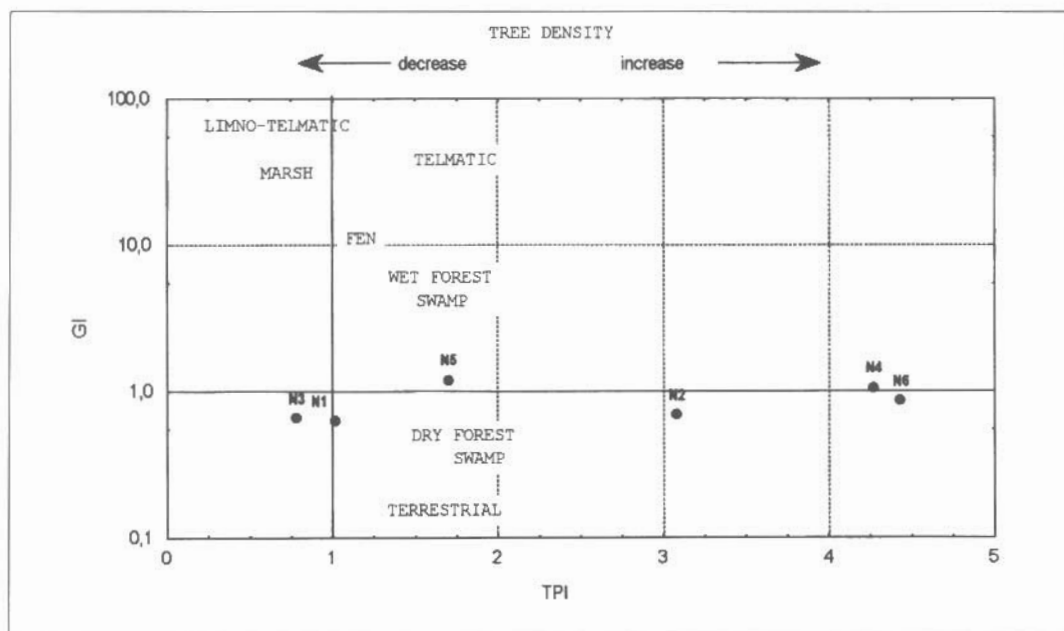
Παρόμοια συμπεράσματα εξαγονται και από το διάγραμμα φάσεων του DIESEL (1992), με τη βοήθεια του οποίου προσδιορίζεται το παλαιοπεριβάλλον του τυρφώνα (Σχ. 3). Για τον υπολογισμό των δεικτών TPI (δείκτης διατήρησης ιστών) και GI (δείκτης ζελατινοποίησης) χρησιμοποιήθηκαν οι τύποι των KALKREUTH et al. (1991) και MARKIC & SACHSENHOFER (1997) για γαιάνθρακες χαμηλού βαθμού ενανθράκωσης. Οι δείκτες TPI και GI δίνονται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$GI = \frac{TE\Xi TOYAMINITH\Xi + EY OYAMINITH\Xi + KOPPOXOYMINITH\Xi + GEΛINITH\Xi + NTENZINITH\Xi}{TE\Xi TINITH\Xi + ATTPRINITH\Xi + ΦΟΥΣINITH\Xi + INEPTONTETPRINITH\Xi}$$

$$TPI = \frac{TE\Xi TINITH\Xi + TE\Xi TOYAMINITH\Xi + EY OYAMINITH\Xi + KOPPOXOYMINITH\Xi + ΦΟΥΣINITH\Xi}{ATTPRINITH\Xi + NTENZINITH\Xi + GEΛINITH\Xi}$$

Από το διάγραμμα παρατηρείται ότι ο δείκτης TPI είναι ιδιαίτερα υψηλός, γεγονός που υποδηλώνει καλή διατήρηση των φυτικών υπολεμμάτων. Ο Άνω Ξυλιτικός Οριζοντας σχηματίστηκε σε ένα τελματικό περιβάλλον, στο οποίο αναπτυσσόταν δενδρώδης βλάστηση (δασοτυρφώνας) με επικράτηση υψηλής στάθμης υδροφόρου οριζοντα. Τα ξυλιτικά δείγματα (N2, N4, N6) παρουσιάζουν υψηλό δείκτη διατήρησης ιστών (TPI), σε αντίθεση με αυτά του matrix λιθότυπου (N1, N3, N5).

Η εξελικτική πορεία του Άνω Ξυλιτικού Οριζοντα στηρίχθηκε τόσο στα αποτελέσματα των γεωτρήσεων του Ι.Γ.Ε.Υ., όσο και στα ανθρακοπετρογραφικά δεδομένα της παρούσας μελέτης.

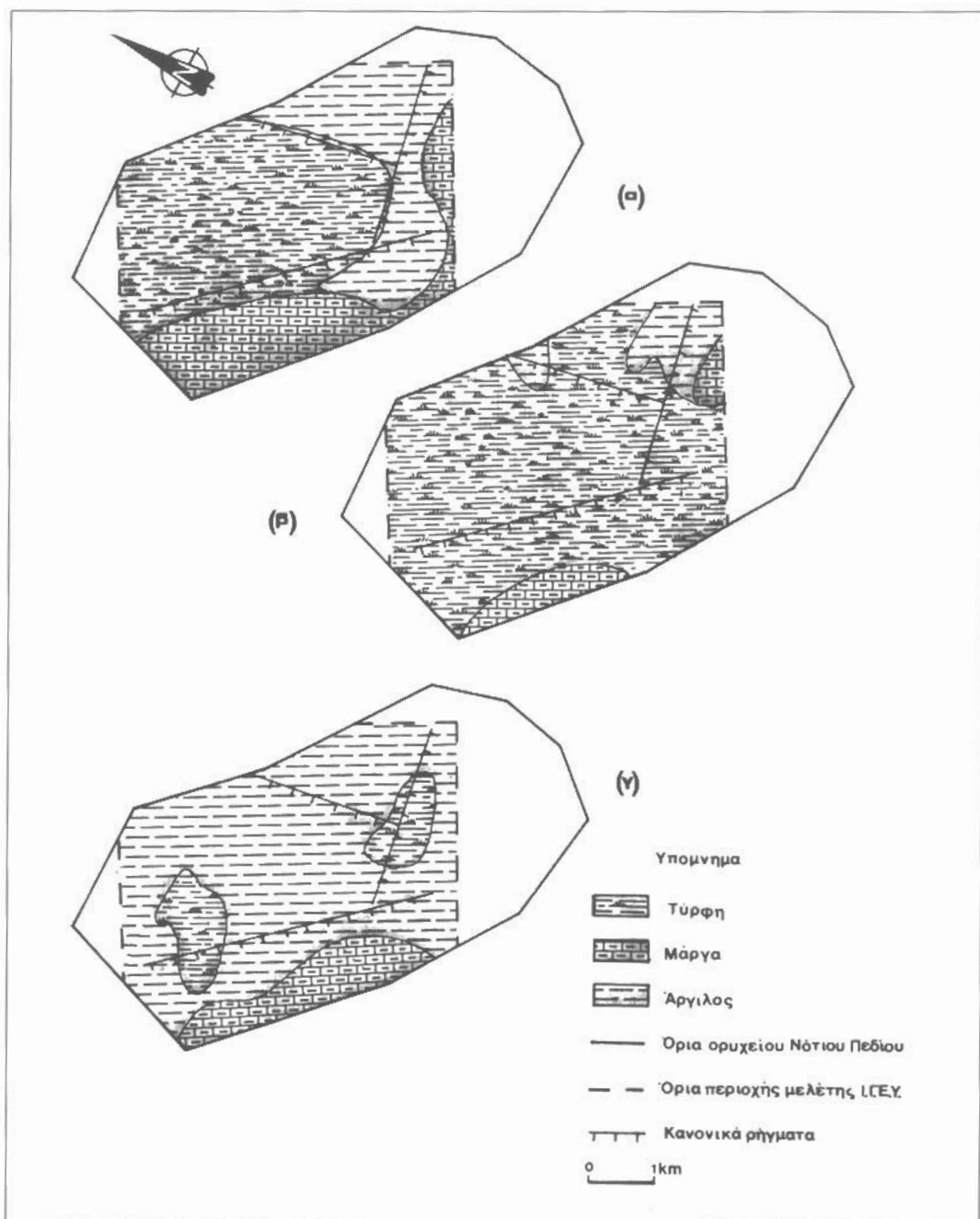


Σχ. 3: Διάγραμμα φάσεων λιγνίτη κατά Diessel (1992), τροποποιημένο.

Fig. 3: Coal-facies diagramme after Diessel (1992), modified.

Κατά την περίοδο απόθεσης των στρωμάτων του μεσαίου σχηματισμού (Άνω Πλειόκαινο), στον χώρο του Νοτίου Πεδίου κυριαρχούσε ένα εκτεταμένο λιμνοτελματικό περιβάλλον. Σχηματίστηκε ένας τοπογενής τυρφώνας με ποώδη βλάστηση. Η ανάπτυξη της στάθμης της λίμνης, που πιθανόν βρισκόταν στα ΝΑ περιθώρια του Νοτίου Πεδίου, προκαλούσε διακοπή της τυρφογένεσης και απόθεση μαργαϊκών στρωμάτων, ενώ στα βόρεια αποτιθόταν άργιλος (Σχ. 4α).

Σε μια μετέπειτα φάση εξέλιξης (Σχ. 4β), συνθήκες υγρού και θερμού κλίματος επέτρεψαν την ανάπτυξη ενός δασοτυρφώνα, στον οποίο συνυπήρχε δενδρώδης και ποώδης βλάστηση (open forest) σε συνθήκες υψηλού υδροφόρου οριζοντα (Σχ. 4γ). Η ανάπτυξη των φυτικών υπολεμμάτων ενανθράκωσης και χονδρόκοκκου



Σχ. 4: Στάδια εξέλιξης του παλαιοπεριβάλλοντος απόθεσης του Άνω Ξυλιτικού Ορίζοντα (επεξήγηση για τα στάδια α, β, γ στο κείμενο).

Fig. 4: Evolution stages of the depositional palaeoenvironment of the Upper Xylitic Horizon (explanations for stages a, b, c, see in text).

κλαστικού υλικού πιστοποιεί την αυτόχθονη γένεση του Ορίζοντα. Τέλος οι συνθήκες διατήρησης ήταν ιδιαίτερα ικα- νοποιητικές και επέτρεψαν τη συσσώρευση επαρκούς τυρογενετικού υλικού, έτσι ώστε σχηματίστηκε ο Άνω Ξυλιτικός Ορίζοντας.

Ένα γεγονός ανύψωσης της στάθμης του υδροφόρου, που ενδεχόμενα οφείλεται σε κλιματικούς ή/και τεκτονικούς παράγοντες, προκάλεσε διακοπή της τυρφογένεσης. Αποτέθηκαν αργιλικά ιζήματα στο μεγαλύτερο τμήμα του Νοτίου Πεδίου. Η τυρφογένεση συνεχίστηκε σε κάποιες μόνο θέσεις με τη συσσώρευση φυτικού υλικού προερχόμενου από ποώδη βλάστηση (Σχ. 4γ).

## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα παραπάνω αποτελέσματα συμπεραίνεται ότι ο Άνω Ξυλιτικός Οριζοντας είναι ένας αυτόχθονος σχηματισμός. Προήλθε από έναν δασοτυφώνα με μικτή βλάστηση από κωνοφόρα και πόες (open forest). Οι συνθήκες τυρφογένεσης στην περιοχή του Νοτίου Πεδίου ήταν αμυγώς τελματικές. Η στάθμη του υδροφόρου παρέμενε σχετικά υψηλά, γεγονός που είχε ως αποτέλεσμα τη μειωμένη προσκομιδή κλαστικού υλικού από τη γύρω περιοχή και την καλή διατήρηση των φυτικών ιστών.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστίες εκφράζονται προς τη Διεύθυνση Ορυχείων του Λιγνιτικού Κέντρου Πτολεμαΐδας-Αμυνταίου της Δ.Ε.Η. και ιδιαίτερα προς τον γεωλόγο κ. Γ. Τομπούκα για τη βοήθεια κατά την εργασία υπαίθρου, προς τον κ. Γ. Μπρουσούλη, γεωλόγο του Ι.Γ.Μ.Ε., για τα γεωτρητικά δεδομένα του Νοτίου Πεδίου και τέλος τον κ. Α. Zollner, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising (Γερμανία) για τον παλαιοβοτανικό προσδιορισμό του Ξυλίτη.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΑΝΑΣΤΟΠΟΥΛΟΣ, Ι. & ΚΟΥΚΟΥΖΑΣ, Κ., 1972. Γεωλογική και κοιτασματολογική μελέτη νοτίου τμήματος λιγνιτοφόρου λεκάνης Πτολεμαΐδας. Ι.Γ.Ε.Υ., Γεωλ. & Γεωφ. Μελέται, No 1, XVI, 1-189.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM), 1990. Method D 2797-Standard Method of Preparing Coal Samples for Microscopical Analysis by Reflected Light. Annual Book of ASTM Standards. Part 26. Gaseous Fuels, Coals and Coke, 270-273, Philadelphia.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM), 1991. Method D 3302-Standard Method of Total moisture in coal. Annual Book of ASTM Standards. Part 26. Gaseous Fuels, Coals and Coke, 326-332, Philadelphia.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM), 1994 Method D 3174-Standard Method of Ash in the analysis sample of coal and coke from coal. Annual Book of ASTM Standards. Part 26. Gaseous Fuels, Coals and Coke. 291-294. Philadelphia.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM), 1995. Method D 2015-Standard Method of Gross Calorific Value of Coal and Coke by the adiabatic Bomb Calorimeter. Annual Book of ASTM Standards. Part 26. Gaseous Fuels, Coals and Coke, 227-233, Philadelphia.
- DIESSEL, C., 1992. Coal bearing depositional systems. 721 pp., Springer, Berlin.
- DOUSOS, T. & KOUKOUVELAS, I., 1997. Fractal analysis of normal faults in Northwestern Aegean area, Greece. Scaling of fault displacements in NW Greece. J. Geodynam. (in press).
- INTERNATIONAL COMMITTEE FOR COAL PETROLOGY (ICCP), 1963. International Handbook of Coal Petrography. 2nd edition (Centre National de la Recherche Scientifique, Paris).
- INTERNATIONAL COMMITTEE FOR COAL PETROLOGY (ICCP), 1971. International Handbook of Coal Petrography. 1st supplement to 2nd edition (Centre National de la Recherche Scientifique, Paris).
- KALKREUTH, W., KOTIS, T., PAPANICOLAOU, C. & KOKKINAKIS, P., 1991. The geology and coal petrology of a Miocene lignite profile at Meliadi Mine, Katerini, Greece. Int. J. Coal Geol. 17, 51-67.
- MARKIC, M. & SACHSENHOFER, R., 1997. Petrographic composition and depositional environments of Pliocene Velen lignite (eastern Styria, Austria). Int. J. Coal Geol. 33, 229-254.



- ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Δ., 1983. Η γεωλογική δομή της Βόρειας Πελαγονικής ζώνης και η γεωτεκτονική εξέλιξη των Εσωτερικών Ελληνίδων. Υφηγεσία, Παν/μιο Θεσ/νίκης, 289 σελ.
- MUKHOPADHYAY, P., 1986. Petrography of selected Wilcox and Jackson group lignites from the Tertiary of Texas. In: R. Finkelman and D. Casagrande (eds), Geology of Gulf Coast Lignites. Ann. Meet. Geol. Soc. Am., Coal Geology Div., Field Trip: 126-145.
- ΠΑΥΛΙΔΗΣ, Σ., 1985. Νεοτεκτονική εξέλιξη της λεκάνης Φλώρινας-Βεγορίτιδας-Πτολεμαΐδας (Δ. Μακεδονία). Διδ. Διατρ. Τμ. Γεωλ. Α.Π.Θ., Επιστ. Επετηρ. Σχολής Θ.Ε. 23, 256 σελ.
- STACH, E, MACKOWSKY, M.TH., TEICHMÜLLER, M., TAYLOR, G.H., CHANDRA, D. & TEICHMÜLLER, R., 1982. Coal Petrology. 3rd edition, 535 pp. (Gebrüder Bornträger, Berlin).
- THOMAS, L., 1992. Handbook of Practical Coal Geology, 325 pp. (J. Wiley & Sons, Chichester).