

## ΤΟ «ΠΛΩΤΟ» ΕΛΟΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΒΟΥΛΚΑΡΙΑΣ (Ν. ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ)\*

Α. ΜΠΟΥΖΙΝΟΣ<sup>1</sup>, Σ. ΠΑΠΑΖΗΣΙΜΟΥ<sup>1</sup>, Κ. ΧΡΗΣΤΑΝΗΣ<sup>1</sup> & Π.Κ. ΤΖΕΔΑΚΗΣ<sup>2</sup>

### ΣΥΝΟΨΗ

Η λίμνη της Βουλκαρίας βρίσκεται στο βορειοδυτικό τμήμα του νομού Αιτωλοακαρνανίας και καλύπτει έκταση 9.400 στρεμμάτων. Πάνω στη λίμνη αναπτύσσεται το μοναδικό «πλωτό» (επιπλέον) έλος στην Ελλάδα. Η ελοφυτική βλάστηση που φύεται περιμετρικά της λίμνης παρουσιάζει ζώνωση. Επικρατούν τα είδη *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*, *Cladium mariscus*, *Typha* spp., *Carex* spp. και *Salix* spp. Η τυρφογένεση ξεκίνησε πριν από 1450 χρόνια περίπου στο νότιο τμήμα της λίμνης και συνεχίστηκε με μέσο ρυθμό 0,8 mm/yr. Η τύρφη περιέχει κυρίως ρίζες, καρπούς *Cladium mariscus*, *Carex* spp., καθώς και ξυλώδη τεμάχια από ιτιές. Η απόθεσή της γίνεται σε λιμνοτελματικό περιβάλλον.

### ABSTRACT

The 940-ha-large Voulkaria lake is located in a Quaternary graben at the northwestern edge of Aitolioakarnania province, Western Greece. It is a shallow lake with a maximum depth of 2.5 m. A small fen forms at the southern shore of the lake. Neogene sediments (marls, sandstones and conglomerates) and alluvial deposits form the northwestern and southeastern parts of the graben, while red soils (terra rossa) cover the northern part.

Helophytes thrive along the shore of the lake. The dominant species are *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*, *Cladium mariscus*, *Typha* spp., *Salix* spp. Helophytic vegetation also grows on a floating mat which consists of aquatic plants and roots of some helophytes.

Peat displays a homogenous matrix. The degree of humification after von Post ranges between 7-8. The peat contains mainly fine roots, epidermic fragments of *Phragmites australis*, fruits and seeds from *Cladium mariscus*, *Carex* spp. and woody tissues of *Salix* spp. Moisture and ash contents lie between 56-82% and 37-63%, respectively. Palynomorphs of upland and helophytic vegetation were recognized in the sediments. Radiocarbon dating suggests that peat accumulation started some 1450 years ago.

The floating mire of Voulkaria lake is one of the most important wetlands of Amvrakikos Gulf. It consists a unique ecosystem in our country, the conservation of which should be of high priority because of its ecological value.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Πλωτό (επιπλέον) έλος, πλωτά (επιπλέοντα) νησιά, τύρφη, Ελλάδα

**KEY WORDS:** Floating mire, floating islands, peat, Greece

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η λίμνη Βουλκαρία βρίσκεται στο ΒΔ άκρο του Ν. Αιτωλοακαρνανίας και ΝΔ του Αμβρακικού κόλπου (Εικ. 1). Καλύπτει έκταση 9.400 στρεμμάτων περίπου. Πρόκειται για ρηχή λίμνη με μέγιστο βάθος 2,5 m. Η μέση στάθμη της λίμνης βρίσκεται +1,3 m από την επιφάνεια της θάλασσας και εμφανίζει διακυμάνσεις ( $\pm 30$  cm), οι οποίες επηρεάζονται θετικά από τις βροχοπτώσεις και αρνητικά από τις αρδεύσεις. Η λίμνη παλαιότερα ήταν υφάλμυρη λόγω της επικοινωνίας της με τη θάλασσα. Η αποκοπή έγινε τεχνητά και σταδιακά το νερό μετατράπηκε σε γλυκό. Το νερό σήμερα χρησιμοποιείται για άρδευση. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα η λίμνη υπερχειλίζει προς τη θάλασσα, ενώ κατά το καλοκαίρι θαλασσίνο νερό εισρέει στη λίμνη. Λόγω της πλούσιας πανίδας και χλωρίδας, καθώς επίσης και της γεινιάσσης με το σύστημα υδροτόπων της ευρύτερης περιοχής του Αμβρακικού κόλπου, η λίμνη προστατεύεται από διεθνείς συμβάσεις (Ramsar, IBA, Βαρκελώνης) κι έχει ενταχθεί στο πρόγραμμα προστασίας Natura 2000 (Dafis et al., 1996).

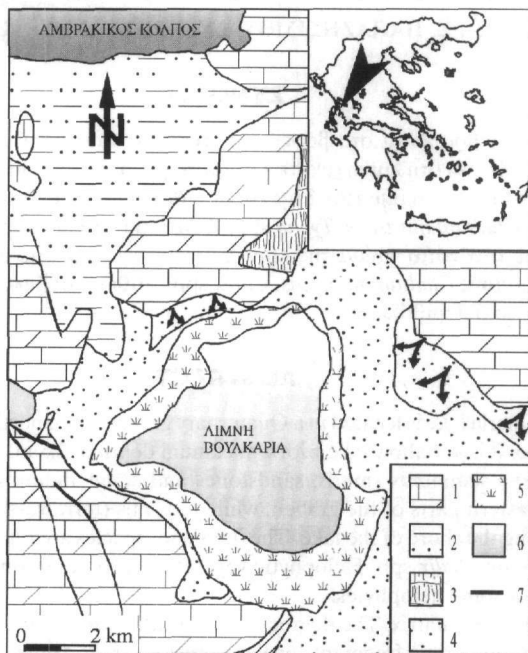
\* THE FLOATING MIRE OF VOULKARIA LAKE (PREFECTURE OF AITOLOAKARNANIA)

1. Department of Geology, University of Patras, GR-265.00 Rio-Patras

2. School of Geography, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK

## 2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Οι προ-Νεογενείς σχηματισμοί ανήκουν στην Ιόνια ζώνη. Τα πετρώματα που εμφανίζονται στην ευρύτερη περιοχή της λίμνης (Εικ. 1) είναι λευκοί δολομιτικοί ασβεστόλιθοι Τριαδικο-Ιουρασικής ηλικίας και Ιουρασικοί ασβεστόλιθοι έντονα καρστικοποιημένοι (BP, 1971).



Εικ. 1: Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής της λίμνης Βουλκαρίας (1: Μεσοζωϊκοί σχηματισμοί, 2: Νεογενή ιζήματα, 3: Ερυθρογή, 4: Αλλουβιακές αποθέσεις, κορήματα, 5: Ελοφυτική βλάστηση, 6: Λίμνη, θάλασσα, 7: Ρήγμα).

Fig. 1: Geological map of the surrounding area of Voukaria Lake (1: Mesozoic formations, 2: Neogene sediments, 3: Terra rossa, 4: Alluvial deposits, Scree, 5: Helophytic vegetation, 6: Lake, Sea, 7: Fault).

Οι Νεογενείς σχηματισμοί αναπτύσσονται κυρίως ΒΔ και ΝΑ της λίμνης (Εικ. 1). Οι σχηματισμοί αυτοί αποτελούνται από μάργες, ψαμίτιες και κροκαλοπαγή. Οι αλλουβιακές αποθέσεις αποτελούνται από λεπτομερή κλαστικά υλικά, κυρίως αργίλους και άμμους, ενώ στο νότιο τμήμα της λίμνης απαντώνται οργανικά ιζήματα. Πλευρικά κορήματα εμφανίζονται στα ΝΔ της λίμνης. Στη ΒΑ πλευρά της απαντάται σχηματισμός ερυθρογής (terra rossa) μέγιστου πάχους 2 m (Λεοντάρης, 1972). Η λίμνη της Βουλκαρίας βρίσκεται σε τάφρο, η οποία σχηματίστηκε από ρήγματα ΒΒΔ-ΝΝΑ διεύθυνσης. Στην παρόχθια περιοχή της λίμνης φύεται πυκνή ελόβια βλάστηση.

## 3. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα εργασία αποτελεί τμήμα ερευνητικού προγράμματος, σκοπός του οποίου ήταν ο προσδιορισμός των γεωλογικών και οικολογικών παραγόντων που επηρεάζουν την τυρφογένεση στους Ελληνικούς τυρφώνες. Μέσω αυτού επιχειρείται μια πολύπλευρη προσέγγιση με στόχο την κατανόηση των συνθηκών που επηρεάζουν τον σχηματισμό και την εξελικτική πορεία του έλους της Βουλκαρίας.

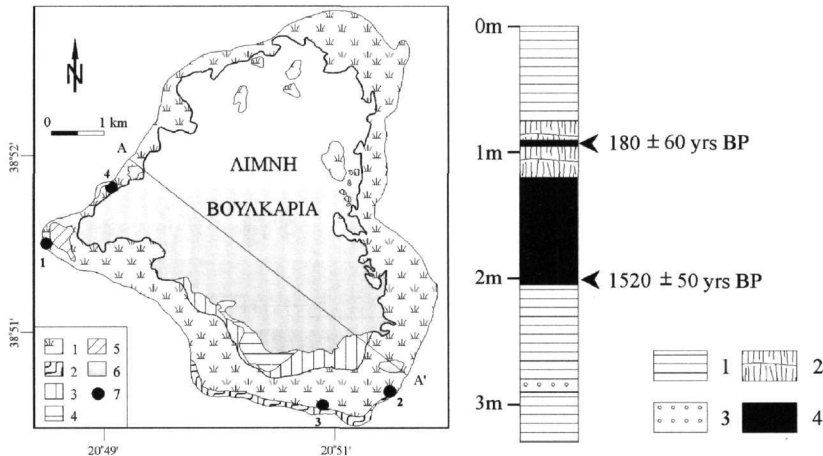
## 4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η εργασία υπαίθρου πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού του 1995. Χαρτογραφήθηκε η έκταση που καταλαμβάνεται από τα κυριότερα είδη των ελόβιων και υδροβίων φυτών, που απαρτίζουν τη φυτοκάλυψη του έλους. Στο δυτικό και το νότιο τμήμα του τυρφώνα πραγματοποιήθηκαν τέσσερα διατρήματα συνολικού μήκους 10,20 m, μέχρι μέγιστου βάθους 4 m περίπου. Στο ανατολικό και βόρειο τμήμα δεν πραγματοποιήθηκαν διατρήματα, γιατί η πρόσβαση ήταν αδύνατη λόγω της πυκνής παρόχθιας βλάστησης. Οι πυρήνες

των διατρημάτων εξετάστηκαν μακροσκοπικά επιτόπου και προσδιορίστηκε ο βαθμός χουμίωσης της τύρφης σύμφωνα με τη μέθοδο von Post (Schneekloth, 1981).

Σε 5 δείγματα από τη θέση B-2 (Εικ. 2) προσδιορίστηκαν η υγρασία με ξήρανση για 48 ώρες στους 105°C και η τέφρα με καύση σε φούρνο επί 4 ώρες στους 550°C.

Δώδεκα δείγματα από τη θέση B-2 υπέστησαν επεξεργασία με τη μέθοδο των Berglund and Ralska-Jasiewiczowa (1986) και στη συνέχεια εξετάστηκαν παλυνολογικά. Το συνολικό άθροισμα αναφοράς περιλαμβάνει κόκκους γύρης από μη υδρόβια Αγγειόσπερμα, εξαιρουμένων των Πτεριδοφύτων. Και αυτό γιατί τα τελευταία δείχνουν υπερβολικές διακυμάνσεις ως αποτέλεσμα υπερβολικής συγκέντρωσής τους τοπικά και/ή διαφορετικής διατήρησής τους. Το παλυνολογικό διάγραμμα σχεδιάστηκε με τη βοήθεια του προγράμματος Psimpoll του K.D. Bennett, Uppsala (Εικ. 4).



**Εικ. 2:** Χάρτης φυτοκάλυψης του έλους Βουλκαρίας ανάλογα με το επικρατούν είδος (1: *Phragmites australis*, 2: *Scirpus lacustris*, 3: *Typha spp.*, 4: *Cladium mariscus*, 5: *Carex spp.*, 6: Λίμνη, 7: Θέση διατρήματος) και γεωλογική τομή του πυρήνα B-2 (1: άργιλος, 2: οργανογενής λάσπη, 3: άμμος, 4: τύρφη).

**Fig. 2:** Phytological map of the Voukaria mire. The vegetation zones are distinguished according to the dominant species (1: *Phragmites australis*, 2: *Scirpus lacustris*, 3: *Typha spp.*, 4: *Cladium mariscus*, 5: *Carex spp.*, 6: Lake, 7: Coring site) and geological profile of B-2 core (1: clay, 2: detrital mud, 3: sand, 4: peat).

Ακόμα λήφθησαν 5 δείγματα (σε βάθη 130, 140, 160, 185 και 195 cm κάτω από την επιφάνεια) από την ίδια θέση και εξετάστηκαν παλαιοβοτανικά από τον Dr. J. Schwaar, Lengfeld, Γερμανία. Τέλος σε δύο δείγματα τύρφης (διάτρημα B-2, βάθη 90-95 και 200-205 cm, βλ. Εικ. 2) πραγματοποιήθηκαν χρονολογήσεις στο Κέντρο Ιστοτοπικών Ερευνών του Groningen (Κάτω Χώρες) με τη συμβατική μέθοδο του  $^{14}\text{C}$ .

## 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Περιμετρικά της λίμνης Βουλκαρίας αναπτύσσονται κοινωνίες ελοφύτων, οι οποίες παρουσιάζουν ζώνωση (Εικ. 2), φαινόμενο σύνθηες σε παρόχθια έλη (Christanis, 1992). Από τα χερσαία προς τα πιο υγρά τμήματα της λίμνης διακρίνονται δύο ζώνες: η ζώνη *Phragmites-Scirpus-Cyperus* και η ζώνη *Cladium-Typha*.

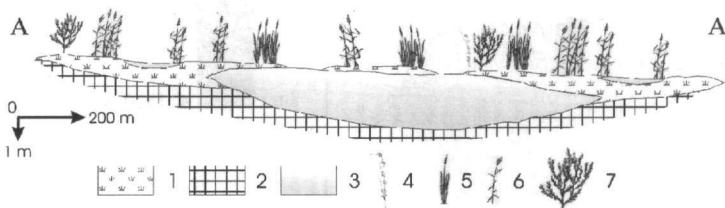
**Ζώνη *Phragmites-Scirpus-Cyperus*:** Καταλαμβάνει σχετικά τη μεγαλύτερη έκταση. Το μέγιστο πλάτος (1 km) βρίσκεται στο νότιο τμήμα, όπου αναπτύσσεται ο τυρφώνας. Στο μεγαλύτερο τμήμα της κυριαρχούν άτομα των ειδών *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*, καθώς και διάφορα *Cyperaceae*. Ακόμα συμμετέχουν *Iris pseudacorus*, *Sparganium spp.*, *Equisetum spp.*, *Eleocharis palustris* και *Salix spp.* Στα νοτιοδυτικά αναπτύσσεται μια στενή ζώνη *Carex spp.* Η Κουμπλή-Σοβαντζή (1983) προσδιόρισε άτομα των ειδών *Carex vulpina* και *C. divisa*. Ακόμα μέσα σε νερόλακκους απαντάται το υδρόβιο επίπλευστο *Azolla filliculoides*.

Γενικά παρατηρείται ότι στα ξηρότερα τμήματα της ζώνης κυριαρχούν *Scirpus lacustris* και άτομα της οικογένειας *Cyperaceae*, ενώ τα άτομα του είδους *Phragmites australis* φύονται στα πιο υγρά τμήματα ή και μέσα στο νερό.

**Ζώνη *Cladium-Typha*:** Αναπτύσσεται στη νότια εσωτερική όχθη της λίμνης (Εικ. 2). Κυριαρχούν *Cladium mariscus* και *Typha spp.* Σε κάποιες θέσεις υπερτερεί αριθμητικά το ένα είδος και αλλού το άλλο. Συχνά απαντώνται και ιτιές (*Salix*).

Στη λίμνη Βουλκαρία παρατηρείται μια διαφοροποίηση ως προς την ανάπτυξη της φυτοκάλυψης από τη χέρσο προς το εσωτερικό της (Εικ. 2). Ένα τμήμα της βλάστησης αναπτύσσεται πάνω στα χερσαία και τα ρηχά μέρη της, ενώ κάποιο άλλο επιπλέει στην επιφάνεια της λίμνης. Πρόκειται δηλαδή για ένα **επιπλέον ή πλωτό έλος** (αγγλ. floating mire ή quangmire, γερμ. Schwingmoor). Σημειώνεται ότι πλωτό έλος εντοπίζεται και μελετάται για **πρώτη φορά** στην Ελλάδα.

Τα επιπλέοντα έλη αναπτύσσονται συνήθως στις εσωτερικές όχθες ρηχών λιμνών και μπορεί να θεωρηθούν ως το αρχικό στάδιο εξέλιξης ενός τυρφώνα (Sjfrs, 1983; McCabe, 1984). Σημαντικό ρόλο στη δημιουργία ενός επιπλέοντος έλους διαδραματίζει η συχνή διακύμανση της στάθμης της λίμνης, η οποία ουσιαστικά προκαλεί την αποκόλληση του ριζικού συστήματος των ελόβιων φυτών από τον πυθμένα. Νέα ελόφυτα φύονται πάνω στο πυκνό ριζικό σύστημα, το οποίο δημιουργεί ένα πλέγμα, που επιπλέει πάνω στην επιφάνεια του νερού (floating mat), χάρη στον αέρα που μπορεί να κυκλοφορεί μέσα στους ιστούς των φυτών ή/και στα παραγόμενα αέρια (π.χ.  $CH_4$  από την αναερόβια σήψη) που εγκλωβίζονται από κάτω. Το πλέγμα των ριζών κατά κανόνα έχει πάχος από 50 μέχρι 100 cm. Κάτω από κατάλληλες συνθήκες μπορεί να αποτεθεί στον πυθμένα της λίμνης φυτικό κλαστικό υλικό (ως οργανογενής λάσπη) αποσπώμενο από το υπερκείμενο ριζικό πλέγμα και να πληρώσει τον χώρο μεταξύ του πυθμένα και του επιπλέοντος ριζικού πλέγματος. Το αποτέλεσμα είναι η χέρσωση (terrestrialisation) της λίμνης (Junk, 1983).



**Εικ. 3: Σχηματική τομή του έλους Βουλκαρίας (1: Πλωτό έλος, 2: Υπόστρωμα έλους, 3: Λίμνη 4: *Cladium mariscus*, 5: *Typha spp.*, 6: *Phragmites australis*, 7: *Salix spp.*).**

**Fig. 3: Schematic section of Voulkaria mire (1: Floating mire, 2: Mire substrate, 3: Lake, 4: *Cladium mariscus*, 5: *Typha spp.*, 6: *Phragmites australis*, 7: *Salix spp.*).**

Συχνά εμφανίζεται το φαινόμενο να αποκολλώνται συστάδες φυτών, οι οποίες με τη βοήθεια του ανέμου μεταφέρονται από τη μια πλευρά της λίμνης προς την άλλη. Οι συστάδες που αποσπώνται και επιπλέουν μέσα στη λίμνη ονομάζονται **επιπλέοντα** ή **πλωτά νησιά** (floating islands). Παρόμοιες περιπτώσεις επιπλέοντων νησιών αναφέρονται από το έλος της Lagoon of Islands στην Τασμανία (Tyler, 1976), το παρόχθιο έλος με *Cyperus papyrus* της λίμνης Βικτώριας στην Αφρική (Thompson, 1976), τα έλη Okefenokee στη Georgia των ΗΠΑ (Hofstetter, 1983), τη λίμνη Khanka στη Ρωσία (Botch and Masing, 1983). Στη χώρα μας η πρώτη αναφορά για επιπλέοντα νησιά προέρχεται από τον Θεόφραστο στο έργο του «Περί Φυτών Ιστορία» (Κεφ. XII, Στ. 4), όπου αναφέρεται στις «πλοάδες νήσους» της λίμνης Κωπαΐδας.

Στην περίπτωση της Βουλκαρίας (Εικ. 3), το πλωτό στρώμα (floating mat) σχηματίζεται από ρίζες υδρόβιων και ελόβιων φυτών (*Typha spp.*, *Phragmites australis*, *Cladium mariscus*). Το στρώμα των ριζών είναι τόσο πυκνό, ώστε είναι δυνατόν να αναπτυχθούν μέχρι και δένδρα (*Salix spp.*) πάνω σε αυτό. Το πάχος του είναι άγνωστο, γιατί η προσπέλαση ήταν τεχνικά αδύνατη και επομένως δεν κατέστη εφικτή η διάτρησή του.

Στο νότιο τμήμα του έλους διατρήθηκαν ανόργανα ιζημάτα, τα οποία εναλλάσσονται με οργανικά. Ο βαθύτερος σχηματισμός που διατρήθηκε είναι άργιλος καστανού χρώματος, κατά θέσεις χουμώδης και αμμούχα. Προς τα πάνω περιέχονται απολιθώματα και φυτικά υπολείμματα. Η τύρφη υπέρκειται της άργιλου και εναλλάσσεται με αργιλούχα οργανογενή λάσπη. Ο σχηματισμός των οργανογενών ιζημάτων καλύπτεται από πλαστική άργιλο χρώματος φαιού, καστανού, η οποία περιέχει σιδηρούχα συγκρίμματα. Η άργιλος στη θέση του διατρήματος B-2 έχει χερσαία προέλευση. Στο δυτικό τμήμα διατρήθηκαν λεπτόκοκκες άμμοι, αργιλόχυες λυδές και άργιλοι με μικρές κροκάλες. Η τύρφη εμφανίζει ομοιογενή δομή και ο βαθμός χουμώσεως είναι 7-8 κατά von Post. Το χρώμα της είναι σκούρο φαιό έως καστανό. Μακροσκοπικά παρατηρήθηκαν φυτικά υπολείμματα από *Phragmites australis* και *Iris pseudacorus*.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των παλαιοβοτανικών προσδιορισμών, μέσα στην τύρφη απαντώνται κυρίως ριζίδια, καρποί και ασκίδια *Cladium mariscus*. Σημαντική παρουσία έχουν ξυλώδη τεμάχια ιτιάς (*Salix spp.*). Ασκίδια *Carex pseudocyperus* και *C. riparia*, αλλά και καρποί διαφόρων *Carex* εμφανίζονται σε μικρότερα πο-

σοστά μέσα στην τύρφη. Ακόμα στο δείγμα B2/140-145, προσδιορίστηκαν καρποί *Typha latifolia*, το υδρόβιο *Hippuris vulgaris*, ενώ σε ίχνη εμφανίζονται τριχίδια *Nymphaea* spp. Η παρουσία τους δηλώνει αυξημένη στάθμη νερού.

Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών προσδιορισμών της τύρφης παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Η υγρασία κυμαίνεται από 57,85-81,72%, ενώ η περιεκτικότητα σε τέφρα (επί ξηρού) από 37,06-62,52% και σε οργανικό υλικό (επί ξηρού) από 37,48-62,94%. Με βάση την ταξινόμηση των Cameron et al. (1989), Gföttlich (1990) και το ποσοστό της τέφρας επί ξηρού (>37%), τα οργανικά ιζήματα που διατρήθηκαν κατατάσσονται στην αργιλούχα τύρφη (clayey peat).

Βάθος (cm)	Υγρασία (%)	Τέφρα (επί ξηρού, %)	Οργ. Υλικό (επί ξηρού, %)
90-95	57,85	62,52	37,48
120-140	68,93	58,62	41,38
140-160	87,00	37,65	62,35
160-180	81,17	37,06	62,94
180-200	81,72	45,60	54,40

**Πίνακας 1: Αποτελέσματα εργαστηριακών προσδιορισμών των δειγμάτων στη θέση B-2.**  
**Table 1: Laboratory results of the B-2 peat samples.**

Οι ραδιοχρονολογήσεις των δειγμάτων που λήφθηκαν από βάθη 90 cm και 220 cm κάτω από την επιφάνεια έδωσαν ηλικίες  $^{14}\text{C}$   $180 \pm 60$  yrs BP και  $1520 \pm 50$  yrs BP αντίστοιχα. Αυτές οι τιμές αντιστοιχούν σε βαθμονομημένες ηλικίες  $1818 \pm 120$  μ.Χ. και  $537 \pm 101$  μ.Χ. αντίστοιχα (Stuiver and Becker, 1993). Με βάση τα προηγούμενα στοιχεία προκύπτει, ότι ο μέσος ρυθμός ιζηματογένεσης για όλη τη στρωματογραφική ακολουθία είναι 1,3 mm/yr, τιμή που χαρακτηρίζεται υψηλή για το Ολόκαινο. Από την άλλη πλευρά ο ρυθμός απόθεσης της τύρφης για βάθη 90-200 cm είναι 0,8 mm/yr περίπου. Είναι παρόμοιος με τους ρυθμούς απόθεσης τύρφης στην Ελλάδα κατά το Ολόκαινο, όπως αυτοί υπολογίστηκαν στους τοπογενείς τυρφώνες Καλοδικίου (0,6 mm/yr), Νησίου (0,7 mm/yr), Φιλίππων (0,5-1 mm/yr) και Κερίου (1,0 mm/yr) (Botis et al., 1993; Christanis, 1983; 1992; 1994; Papazisimou et al., 2000).

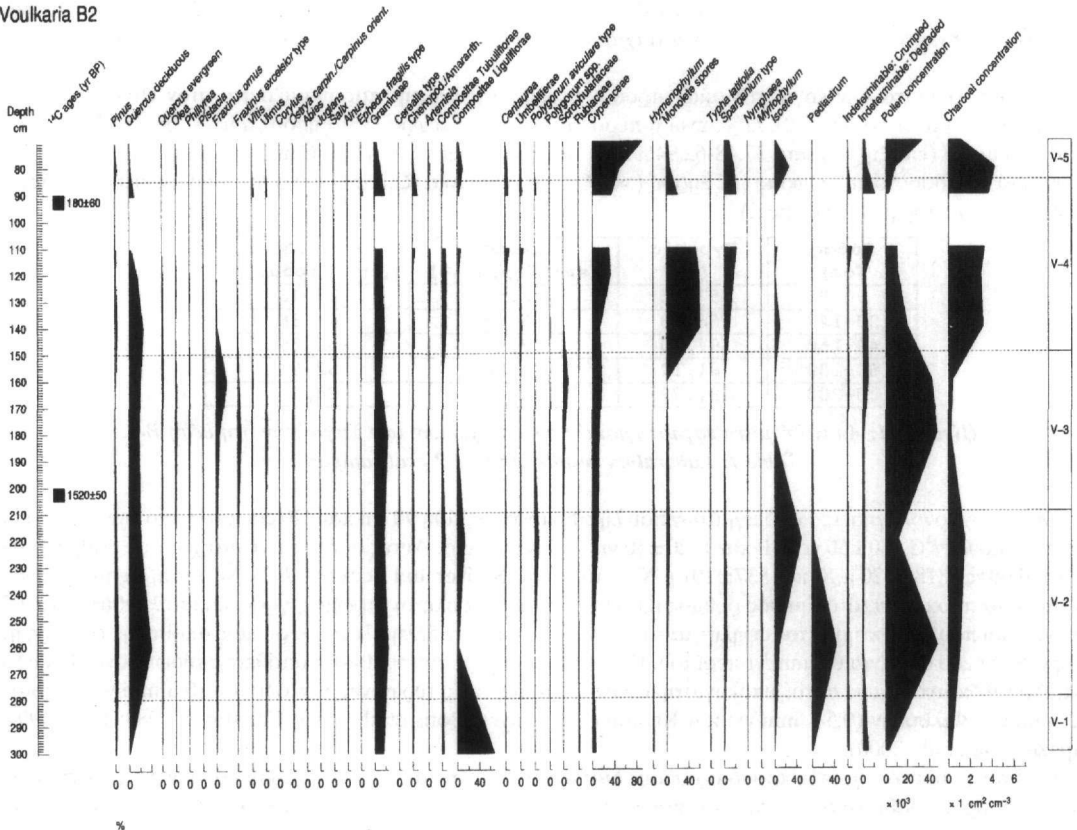
Από τους παλυνολογικούς προσδιορισμούς διαπιστώθηκε, ότι τα δείγματα παρουσιάζουν διαφοροποίηση, τόσο ως προς τον βαθμό διατήρησης, όσο και ως προς τη συγκέντρωση των γυρεοκόκκων. Από τους προσδιορισμούς προέκυψαν πέντε αντιπροσωπευτικές βιοζώνες (Εικ. 4).

**Ζώνη V-1 (280-300 cm):** Στη ζώνη αυτήν κυριαρχούν τα Compositae Liguliflorae με συχνότητα πάνω από 68%, ενώ ακόμα συμμετέχουν Gramineae, Cyperaceae και Compositae Tubuliflorae. Οι συγκεντρώσεις και η ποικιλία σε κόκκους είναι περιορισμένες. Φαίνεται ότι η απολιθωμένη φυτοκοινωνία είναι αποτέλεσμα διεργασιών, που έλαβαν χώρα μετά την απόθεση των ιζημάτων και ότι αερόβιες συνθήκες είχαν ως συνέπεια τη διαφορετική διατήρηση των γυρεοκόκκων, εξαιτίας της οποίας οι ανθεκτικοί στην αποσύνθεση γυρεοκόκκοι των Compositae Liguliflorae εμφανίζονται να υπερτερούν.

**Ζώνη V-2 (210-280 cm):** Στο πρώτο τμήμα της ζώνης αυξάνονται ταυτόχρονα η συχνότητα των γυρεοκόκκων των δένδρων (κυρίως των φυλλοβόλων *Quercus*, αλλά και διαφόρων ειδών Μεσογειακής βλάστησης) και οι ολικές συγκεντρώσεις γυρεοκόκκων. Στο δεύτερο τμήμα της ζώνης αυξάνονται οι συγκεντρώσεις των μη δενδρικών ειδών, ενώ μειώνονται οι ολικές συγκεντρώσεις των κόκκων. Αξιοσημείωτο είναι το μέγιστο των *Pediastrum* και *Isoetes*, που δηλώνουν περιβάλλον με βαθιά νερά.

**Ζώνη V-3 (150-210 cm):** Αυτή η ζώνη χαρακτηρίζεται από αυξημένη παρουσία γυρεοκόκκων που προέρχονται από τη βλάστηση της γύρω περιοχής. Τα φυλλοβόλα και αειθαλή είδη *Quercus*, *Olea*, *Pistacia*, *Phillyrea* και *Fraxinus* δηλώνουν την παρουσία Μεσογειακών φυτοκοινωνιών. Οι τιμές των υδρόβιων φυτών μειώνονται σημαντικά υποδηλώνοντας υποχώρηση των συνθηκών ανοιχτής (βαθιάς) λίμνης.

**Ζώνη V-4 (85-150 cm):** Οι γυρεοκόκκοι των δένδρων και οι ολικές συγκεντρώσεις εμφανίζουν προοδευτική μείωση, ενώ η αύξηση των τιμών των Cyperaceae και των υδρόβιων δείχνουν την επικράτηση περιβάλλοντος με ρηγά νερά και τελματικές συνθήκες. Οι σπόροι των Πτεριδόφυτων με ένα γενετικό άνοιγμα (*Dryopteris?*), που συνυπάρχουν με την ελόβια βλάστηση (*Phragmites*), δείχνουν σημαντική αύξηση. Ακόμα η αυξημένη συγκέντρωση που παρουσιάζουν τα απανθρακωμένα θραύσματα (καρβουνάκια) πιθανά οφείλεται σε πυρκαγιά που εκδηλώθηκε στην επιφάνεια του τυρφώνα. Στο ανώτερο τμήμα της ζώνης (85-115 cm) οι γυρεοκόκκοι δεν είναι καλά διατηρημένοι, ενώ σε ένα δείγμα (από βάθος 100 cm) αυτοί αυξάνουν παντελώς.



Εικ. 4: Παλυνολογικό διάγραμμα των σημαντικότερων ειδών του πυρήνα B-2.  
 Fig. 4: Palynological diagram of selected taxa of core B-2.

**Ζώνη V-5 (65-85 cm):** Η ζώνη χαρακτηρίζεται από σταθερή αύξηση τόσο των Cyperaceae, όσο και των ολικών συγκεντρώσεων γυρεοκόκκων. Τα ποσοστά των υδροβίων φυτών αυξάνονται αρχικά υποδηλώνοντας την παρουσία συνθηκών ανοικτής (βαθιάς) λίμνης και μετά μειώνονται, καθώς οι τιμές των Cyperaceae φθάνουν το 90%, γεγονός το οποίο δηλώνει την επικράτηση τελματικών συνθηκών.

Γενικά το παλυνολογικό διάγραμμα φαίνεται να αντικατοπτρίζει μεταβολές στις τοπικές υδρολογικές συνθήκες και τις μετα-αποθετικές διεργασίες. Παρατηρείται μια προοδευτική μετάβαση από περιβάλλον ανοικτής λίμνης σε τέλμα με την πάροδο του χρόνου. Ωστόσο, το ανώτερο τμήμα του διαγράμματος υποδηλώνει άνοδο της στάθμης του νερού, πιθανά ως αποτέλεσμα ανθρωπογενών παρεμβάσεων.

## 6. ΓΕΝΕΣΗ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΕΛΟΥΣ

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα διακρίθηκαν τρία στάδια εξέλιξης στο έλος της Βουλκάριας:

- α. Η ευρύτερη περιοχή της λίμνης είναι μια τεκτονική τάφρος με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ. Στα υψομετρικά χαμηλά σημεία της λεκάνης σχηματίστηκε μια εκτεταμένη βαθιά λίμνη, η οποία πιθανά επικοινωνούσε με τη θάλασσα. Στον πυθμένα της λίμνης απετίθετο άργιλος. Αρκετές φορές η λιμναία ιζηματογένεση διακοπτόταν από απόθεση άμμων και ιλύων, που μεταφέρονταν από χειμάρρους προερχόμενους από τα περιθώρια της λεκάνης. Στα χαμηλότερα σημεία της ευρύτερης περιοχής φύονταν είδη των οικογενειών Compositae, Gramineae και Cyperaceae. Στα υψηλότερα τμήματα επικρατούσαν *Quercus* spp. Η παρουσία γυρεοκόκκων των υδροβίων *Pediastrum* και *Isoetes* πιστοποιούν την επικράτηση συνθηκών βαθιάς λίμνης.
- β. Με βάση τα αποτελέσματα των ραδιοχρονολογήσεων και τα παλυνολογικά δεδομένα, πριν από 1450 χρόνια περίπου υποχώρησαν οι συνθήκες ανοικτής λίμνης. Σχηματίστηκε μια ρηχή λίμνη, στο νότιο τμήμα της οποίας δημιουργήθηκε ένας μικρής έκτασης τοπογενής τυχφώνας. Η τύρφη προήλθε κυρίως από *Cladium mariscus* και διάφορα είδη του γένους *Carex* και απετίθετο με μέσο ρυθμό 0,8 mm/yr. Παράλληλα η μεταβο-

λή των υδρολογικών συνθηκών επέτρεψε την ανάπτυξη ελόβιας βλάστησης κατά μήκος της όχθης. Αυτό προκύπτει και από το παλυνολογικό διάγραμμα, με την αύξηση των γυρεοκόκκων των Cyperaceae και *Phragmites australis*. Στη γύρω περιοχή παρατηρείται αύξηση της δενδρούδους βλάστησης Μεσογειακού τύπου (*Olea*, *Pistacia*, *Phillyrea* και *Fraxinus*).

- γ. Προς το τέλος της περιόδου (ζώνη V-5) παρατηρείται αύξηση των γυρεοκόκκων υδροβίων φυτών, που υποδηλώνει την επαναφορά των συνθηκών ανοικτής (βαθιάς) λίμνης. Η τυρφογένεση διακόπηκε και αποτέθηκε πρώτα αργιλούχα οργανική λάσπη και στη συνέχεια άργιλος. Σήμερα η ελόβια βλάστηση αναπτύσσεται γύρω από τη λίμνη, ενώ ένα τμήμα της επιπλέει στην επιφάνεια του νερού. Λόγω αδυναμίας πρόσβασης, δεν κατέστη δυνατή η χαρτογράφηση του επιπλέοντος τμήματος του έλους.

## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρόχθια περιοχή της λίμνης Βουλκαρίας αναπτύσσεται ένα τοπογενές έλος. Η βλάστηση αποτελείται κυρίως από άτομα των ειδών *Cladium mariscus*, *Phragmites australis*, καθώς και διάφορα είδη των γενών *Typha*, *Carex* και *Salix*. Πριν από 1450 χρόνια περίπου, στο νότιο τμήμα της λίμνης ξεκίνησε η απόθεση τύρφης και άλλων λιμνοτελματικών ιζημάτων με μέσο ρυθμό 1,3 mm/yr. Η τύρφη αποτελείται κυρίως από φυτικά υπολείμματα και καρπούς των *Cladium mariscus*, *Phragmites australis*, *Carex* spp. και *Salix* spp.

Μεγάλο τμήμα του έλους επιπλέει στην επιφάνεια της λίμνης και συνιστά το μοναδικό «πλωτό» έλος στην Ελλάδα, καθώς δεν έχει περιγραφεί κανένα άλλο παρόμοιο μέχρι σήμερα. Πρόκειται για έναν σημαντικό για τη χώρα μας γεώτοπο, που μαζί με τη λίμνη αποτελούν τμήμα του συστήματος υδροτόπων της ευρύτερης περιοχής του Αμβρακικού κόλπου, μιας περιοχής με ιδιαίτερη οικολογική σημασία.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οι συγγραφείς ευχαριστούν τους Dr. Jórgen Schwaar, Lengfeld, Γερμανία, για τους παλαιοβοτανικούς προσδιορισμούς, και τον Dr. Johannes van der Plicht και την ερευνητική του ομάδα στο Κέντρο Ισοτοπικών Ερευνών του Groningen, Κάτω Χώρες, για τις χρονολογήσεις των δυο δειγμάτων με τη μέθοδο του <sup>14</sup>C.

Η έρευνα χρηματοδοτήθηκε από τη Γενική Γραμματεία Ερευνας και Τεχνολογίας μέσω του προγράμματος ΠΕΝΕΔ 95ΕΔ845.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BERGLUND, Å. Å. & RALSKA-JASIEWICZOWA, M. 1986. Pollen analysis and pollen diagrams. In Berglund, B. E. (ed.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*, 455-484 (Wiley Chichester).
- BOTCH, S. M. & MASING, V. V. 1983. Mires ecosystem in the U.S.S.R. In Gore A. J. P. (ed.), *Ecosystem of the world 4B, Mire: Swamp, Bog, Fen and Moor. Regional studies*, 95-152 (Elsevier Amsterdam).
- BOTIS, A., BOUZINOS, A. & CHRISTANIS, K. 1993. The geology and palaeoecology of the Kalodiki peatland, western Greece. *Int. Peat Journal* 5, 25-34.
- BP, British Petroleum Co Ltd. 1971. *The geological results of Petroleum exploration in western Greece*. Ειδικές μελέτες επί της Γεωλογίας της Ελλάδας, No 10, 73 σελ. (Ι.Γ.Ε.Υ. Αθήνα).
- CAMERON, C. C., ESTERLE, J. S. & PALMER, C. A. 1989. The geology, botany and chemistry of selected peat-forming environments from temperate and tropical latitudes. *Int. J. Coal Geol.* 12, 105-156.
- CHRISTANIS, K. 1983. Ein Torf erzählt die Geschichte seines Moores. *Telma* 13, 19-32.
- CHRISTANIS, K. 1992. Rezente Torfbildung im Verlandungsgürtel griechischer Seen: Das Beispiel des Klein-Prespa-Niedermoores. *Telma* 22, 27-35.
- CHRISTANIS, K. 1994. The genesis of the Nissi peatland (NW Greece), as an example of peat and lignite deposit formation in Greece. *Int. J. Coal Geol.* 26, 63-77.
- DAFIS, S., PAPASTERGIADOU, E., GEORGHIOU, K., BABALONAS, D., GEORGIADIS, T., PAPAGEORGIOU, M., LAZARIDOU, T. & TSIAOUSSI, V. 1996. *Directive 92/43/EEC THE GREEK "HABITAT" PROJECT NATURA 2000: AN OVERVIEW*, 893 pp. (Greek Biotope/Wetland Center Thessaloniki).
- GÖTTLICH, K. H. 1990. *Moor- und Torfkunde*, 3. Aufl., 529 S. (Schweizerbart Stuttgart).
- HOFSTETTER, R. H. 1983. Wetland in the United States. In Gore, A. J. P. (ed.) *Ecosystem of the world 4B, Mire: Swamp, Bog, Fen and Moor. Regional studies*, 201-244 (Elsevier Amsterdam).
- JUNK, W. J. 1983. Ecology of swamps on the Middle Amazon. In Gore, A. J. P. (ed.) *Ecosystem of the world 4B, Mire: Swamp, Bog, Fen and Moor. Regional studies*, 269-293 (Elsevier Amsterdam).
- ΚΟΥΜΠΛΗ-ΣΟΒΑΝΤΖΗ, Α. 1983. *Ερευνες στα Τραχειόφωνα των λιμνών και άλλων υδροβιοτόπων της Αιτωλοακαρνανίας*. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, σελ. 346.

- ΛΕΟΝΤΑΡΗΣ, Ν.Σ. 1972. Γεωλογικά και μορφολογικά έρευνα επί της περιοχής της λίμνης Βουλκαρίας. *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.* **9,2**, 286-303.
- McCABE, J. P. 1984. Depositional environments of coal and coal-bearing strata. In Rahmani, R. A. & Flores, R. M. (eds), *Sedimentology of coal and coal-bearing sequences. Int. Ass. of Sedim., Special Publication 7*, 13-42.
- PAPAZISIMOU, S., BOUZINOS, A., CHRISTANIS, K. & TZEDAKIS, P. C. 2000. Geological study of the asphalt fen of Keri, Zakynthos island, Hellas. Proc. 11<sup>th</sup> Int. Peat Congress (Québec, 6-12.8.2000), vol 1, 58-69.
- SCHNEEKLOTH, H. 1981. Kartierung von Mooren. In Bender, F. (Hrsg.) *Angewandte Geowissenschaften* 1, 35-37 (Enke Stuttgart).
- SJÖRS, H. 1983. Mires of Sweden. In Gore, A. J. P. (ed.), *Ecosystem of the world 4B, Mire: Swamp, Bog, Fen and Moor. Regional studies*, 69-93 (Elsevier Amsterdam).
- STUIVER, M. & BECKER, B. 1993. High-precision decadal calibration of the radiocarbon time scale, AD 1960-6000 BC. *Radiocarbon* **35**, 35-65.
- THOMPSON, K., 1976. Swamp development in the headwaters of White Nile. In Rzóska, J. (ed.), *The Nile, biology of an Ancient River. Monographiae Biologicae* **29**, 177-196 (Junk The Hague).
- TYLER, A. P. 1976. Lagoon of Islands for a unique ecosystem. *Biol. Conservation* **9**, 1-11.