



**ΕΘΝΙΚΟΝ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟΝ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΟ:** Διατήρηση Δασών και Δασικών Ανοιγμάτων Προτεραιότητας στον Εθνικό Δρυμό Οίτης και στο Όρος Καλλίδρομο της Στερεάς Ελλάδας, LIFE11 NAT/GR/1014 - “ForOpenForests”

**ΔΡΑΣΗ Α.2** Γεωπεριβαλλοντική, υδρολογική και γεωχημική μελέτη των εποχικών λυμνίων (3170\*)

**ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΓΙΑ ΤΗΝ**  
**ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΩΝ ΥΔΡΟΓΕΩΧΗΜΙΚΩΝ**  
**ΔΕΙΚΤΩΝ**  
**ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ D.1**  
**ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΤΟΥ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ LIFE**

ΑΘΗΝΑ, 2015





## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	4
Γεωπεριβαλλοντικές Συνθήκες των Μεσογειακών Εποχικών Λιμνίων.....	6
1. ΠΕΡΙΟΧΗ ΟΙΤΗΣ.....	6
1.1. ΛΟΥΚΑ.....	7
1.2. ΛΕΙΒΑΔΙΕΣ.....	9
1.3. ΓΡΕΒΕΝΟ.....	11
1.4. ΑΛΥΚΑΙΝΑ.....	13
2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΛΛΙΔΡΟΜΟΥ.....	15
2.1. ΝΕΥΡΟΠΟΛΗ.....	16
2.2. ΜΟΥΡΟΥΖΟΣ-ΜΟΥΡΙΖΑ.....	18
2.3. ΣΟΥΒΑΛΑ.....	20
3. ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΩΝ ΛΙΜΝΙΩΝ.....	22
3.1 ΥΔΑΤΑ.....	22
3.2. ΙΧΗΜΑΤΑ ΠΥΘΜΕΝΑ.....	23
Γεωπεριβαλλοντική αξιολόγηση των διαφαινόμενων απειλών για τους οικοτόπους των εποχικών λιμνίων.....	24
Πρωτόκολλο Παρακολούθησης επιλεγμένων Γεωπεριβαλλοντικών Παραμέτρων των Μεσογειακών Εποχικών Λιμνίων στα όρη Οίτη και Καλλίδρομο.....	26

## Εισαγωγή

Τα Μεσογειακά Εποχικά Λιμνία είναι συνήθως μικρής έκτασης οικοτόποι, οι οποίοι φιλοξενούν σημαντικό αριθμό ειδών χλωρίδας και πανίδας, με σπάνια και ενδημικά είδη. Δημιουργούνται κυρίως σε μικρά βυθίσματα του εδάφους ή των πετρωμάτων, στα οποία συγκεντρώνονται όμβρια ύδατα ή/και ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα κατά τη διάρκεια του χειμώνα και αποξηραίνονται συνήθως κατά τη θερινή περίοδο λόγω εξάτμισης.

Σύμφωνα με τον ερμηνευτικό οδηγό των οικοτόπων προτεραιότητας της οδηγίας 92/43/ΕΚ, ο οικοτόπος των Μεσογειακών Εποχικών Λιμνιών περιλαμβάνει χλωρίδα που ανήκει στις φυτοκοινωνίες *Isoetion*, *Nanocyperion flavescens*, *Preslion cervinae*, *Agrostion salmanticae*, *Heleochoilon* και *Lythron tribracteati*. Στην Ελλάδα μέχρι το 1996, είχαν καταγραφεί 48 εμφανίσεις Μεσογειακών Εποχικών Λιμνιών ενώ πρόσφατα τεκμηριώθηκε η ιδιαίτερη αξιολογία παρουσία τους σε 23 μόνο περιοχές της Ελλάδας.

Τα Μεσογειακά Εποχικά Λιμνία αποτελούν προστατευμένους οικοτόπους, σύμφωνα με διεθνείς συμβάσεις, ευαίσθητα και μοναδικά οικοσυστήματα που χρήζουν προστασίας και διατήρησης καθώς και δείκτες οικολογικής ισορροπίας, όντας ένα μέτρο για το χαρακτηρισμό περιβαλλοντικής κατάστασης της περιοχής.

Τα μεσογειακά εποχικά λιμνία είναι, εξ ορισμού, υδροβιότοποι που παρουσιάζουν μία εποχιακή υδρολογική περίοδο. Οι οικοσυστημικές λειτουργίες και, συνεπώς, οι οργανισμοί που διαβιούν σε αυτά εξαρτώνται ισχυρά από το υδρολογικό καθεστώς. Τα χαρακτηριστικά είδη χλωρίδας και πανίδας είναι εξαιρετικά εξειδικευμένα και ευάλωτα στις μεταβολές της υδρολογίας.

Στην περιοχή του έργου περιλαμβάνεται το Εθνικό Πάρκο της Οίτης, το οποίο επεκτείνεται σε υψόμετρα από 400-2.116 μέτρα και περιλαμβάνει τις ψηλότερες κορυφές του ορεινού όγκου, εκτός από την ψηλότερη, τον Πύργο, στα 2.152 μέτρα. Το μητρικό πέτρωμα του μεγαλύτερου μέρους της περιοχής είναι ασβεστόλιθος, αλλά υπάρχουν και μεγάλες εκτάσεις με φλύσχη. Υπάρχουν επίσης πολλοί καρστικοί σχηματισμοί μεγάλης αισθητικής αξίας. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της Οίτης είναι ο μεγάλος αριθμός χειμάρρων, κυρίως στη βόρεια πλευρά, οι οποίοι καταλήγουν στον ποταμό Σπερχειό και τροφοδοτούν με νερό την περιοχή.

Στο όρος Οίτη (GR2440004) ο οικοτόπος αυτός, έχει χαρτογραφηθεί σε 3 περιοχές με συνολική έκταση 0.03 εκτάρια (Λειβαδιές, Γρέβενο, Λούκα). Εμφανίζεται επίσης σε ένα ακόμα μικρό λιμνίο βόρεια της κορυφής Τράπεζα. Ο οικοτόπος παρουσιάζεται σε μικρές κοιλάτιες σε φλύσχη. Εκεί, όταν λιώνει το χιόνι, δημιουργούνται ρηγά λιμνία, τα οποία τελικά ξηραίνονται νωρίς το καλοκαίρι. Χαρακτηριστικά είδη είναι τα *Corrigiola litoralis*, *Ranunculus lateriflorus*, *Myosurus minimus*, *Lythrum tribracteatum* και *Veronica oetaea*.

Στο όρος Καλλίδρομο (GR2440006) οι πληροφορίες για τον βιότοπο είναι ανεπαρκείς. Υπάρχουν 3 εποχικά λιμνία: δυο μεγάλα στη Νεβρόπολη και στη Σουβάλα (με έκταση περίπου 2-4 εκτάρια το καθένα) και ένα μικρότερο (<0.05 εκτάρια) ανατολικά της Νεβρόπολης. Στα λιμνία αυτά αναπτύσσεται τυπική εαρινή υδρόβια χλωρίδα με είδη όπως τα *Myosurus minimus*, *Polygonum aviculare*, *Juncus bufonius*, *Ranunculus lateriflorus*, *Gnaphalium uliginosum*, *Mentha cervina* και *Isoetes heldreichii*. Στην περιοχή του έργου περιλαμβάνεται και το Δημόσιο Δασικό Σύμπλεγμα του όρους Καλλίδρομο, Natura 2000 «ΟΡΟΣ ΚΑΛΛΙΔΡΟΜΟ». Η περιοχή εκτείνεται σε

υψόμετρο από 43-1.393 μέτρα και περιλαμβάνει το δυτικό τμήμα του Καλλίδρομου και όλες τις ψηλές κορυφές. Το μητρικό πέτρωμα μεγάλου μέρους της περιοχής είναι ασβεστόλιθος, αλλά υπάρχουν επίσης μεγάλες εκτάσεις φλύσχη. Ξηρά και υγρά ορεινά λιβάδια αναπτύσσονται στα δασικά ανοίγματα, σε υψόμετρα 970-1.100 μέτρων, σε ασβεστόλιθο και φλύσχη. Η περιοχή περιλαμβάνει αρκετά υδατορεύματα που είναι παραπόταμοι του ποταμού Σπερχειού.

Η Δράση Α.2 του Έργου «*Διατήρηση Δασών και Δασικών Ανοιγμάτων Προτεραιότητας στον Εθνικό Δρυμό Οίτης και στο Όρος Καλλίδρομο της Στερεάς Ελλάδας, LIFE11 NAT/GR/1014 - "ForOpenForests"*» περιλαμβάνει τη συστηματική μελέτη των γεωλογικών και υδρογεωλογικών χαρακτηριστικών των εποχικών λιμνίων στο όρος Οίτη (Λειβαδιές, Γρεβενό, Λούκα και βόρεια της Τράπεζας) και στο όρος Καλλίδρομο (Νευρόπολη, ανατολικά της Νευρόπολης και Σουβάλα) προκειμένου να περιγραφεί η επιφανειακή μικρο-γεωμορφολογία, η υπόγεια γεωλογική σύνθεση, οι υδρολογικές συνθήκες και η γεωχημεία των λιμνίων. Διερευνώνται οι συνιστώσες του κύκλου νερού των λιμνίων (η γεωλογία και γεωμορφολογία της περιοχής λεκάνης απορροής, η βροχόπτωση και η εξατμισοδιαπνοή, οι σχέσεις με τα υπόγεια νερά). περιγράφονται οι αλληλεπιδράσεις του κύκλου νερού με το τοπίο και τη γεωλογική βάση, προσδιορίζονται οι περιοχές διάβρωσης και απόθεσης στη λεκάνη απορροής και γίνεται προσπάθεια ποσοτικοποίησης των διαχρονικών μεταβολών.

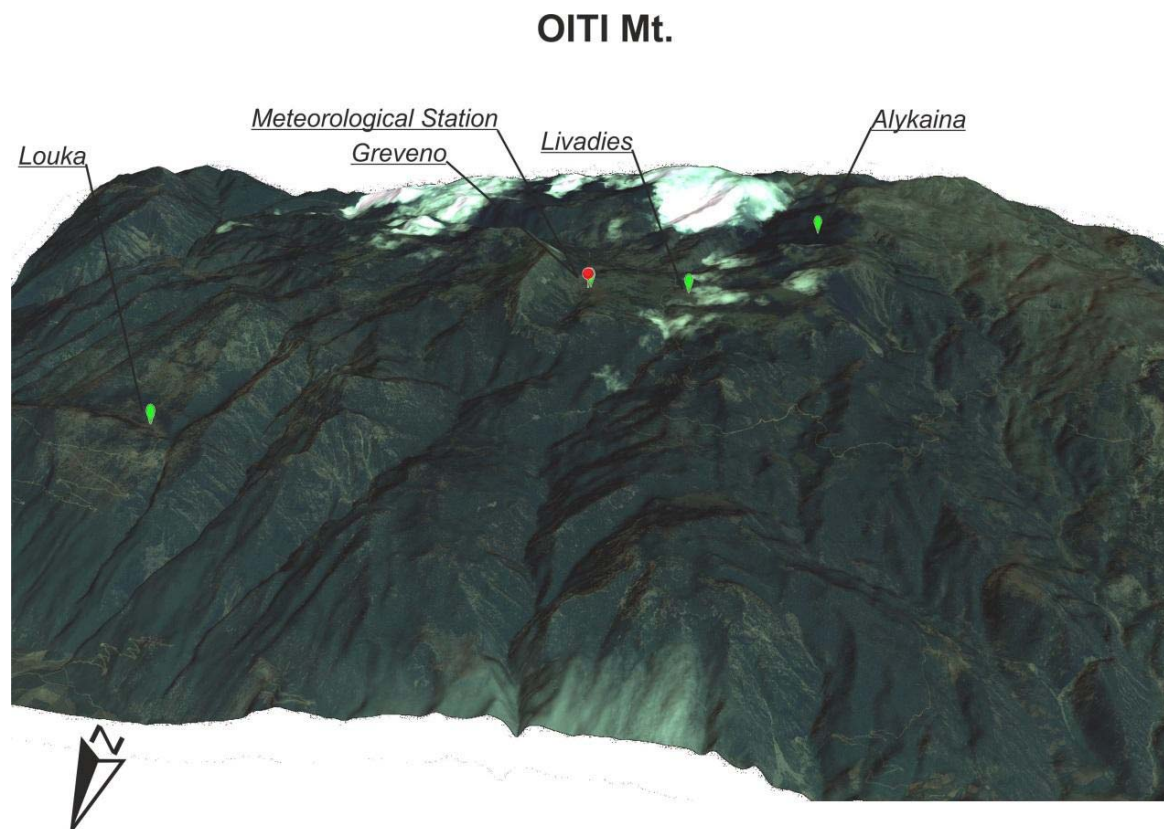
Ακολουθώντας στο πλαίσιο της δράσης προτείνεται πρωτόκολλο για την παρακολούθηση των υδρογεωχημικών δεικτών τόσο στο πλαίσιο της δράσης D.1 όσο και μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος LIFE.

## Γεωπεριβαλλοντικές Συνθήκες των Μεσογειακών Εποχικών Λιμνίων

Για την εκπόνηση μιας ποσοτικής εκτίμησης των υδρολογικών λειτουργιών και την ταυτοποίηση των πιθανών άμεσων ή έμμεσων τροποποιήσεων απαιτείται συνεχής παρακολούθηση των συνιστωσών του κύκλου του νερού και των επιδράσεων τους στις εποχιακές και διαχρονικές μεταβολές της στάθμης του νερού του λιμνίου.

Επιπροσθέτως, τα βιολογικά φαινόμενα των λιμνίων εξαρτώνται ισχυρά από την υδρική κατάσταση και τη γεωχημεία του ιζήματος, τη χημεία του νερού και τις αλληλεπιδράσεις τους. Επίσης, ελέγχονται από τους κύκλους πλημμύρας/ξηρασίας μέσω πιθανών οξειδοαναγωγικών αλλαγών στο έδαφος.

### 1. ΠΕΡΙΟΧΗ ΟΙΤΗΣ

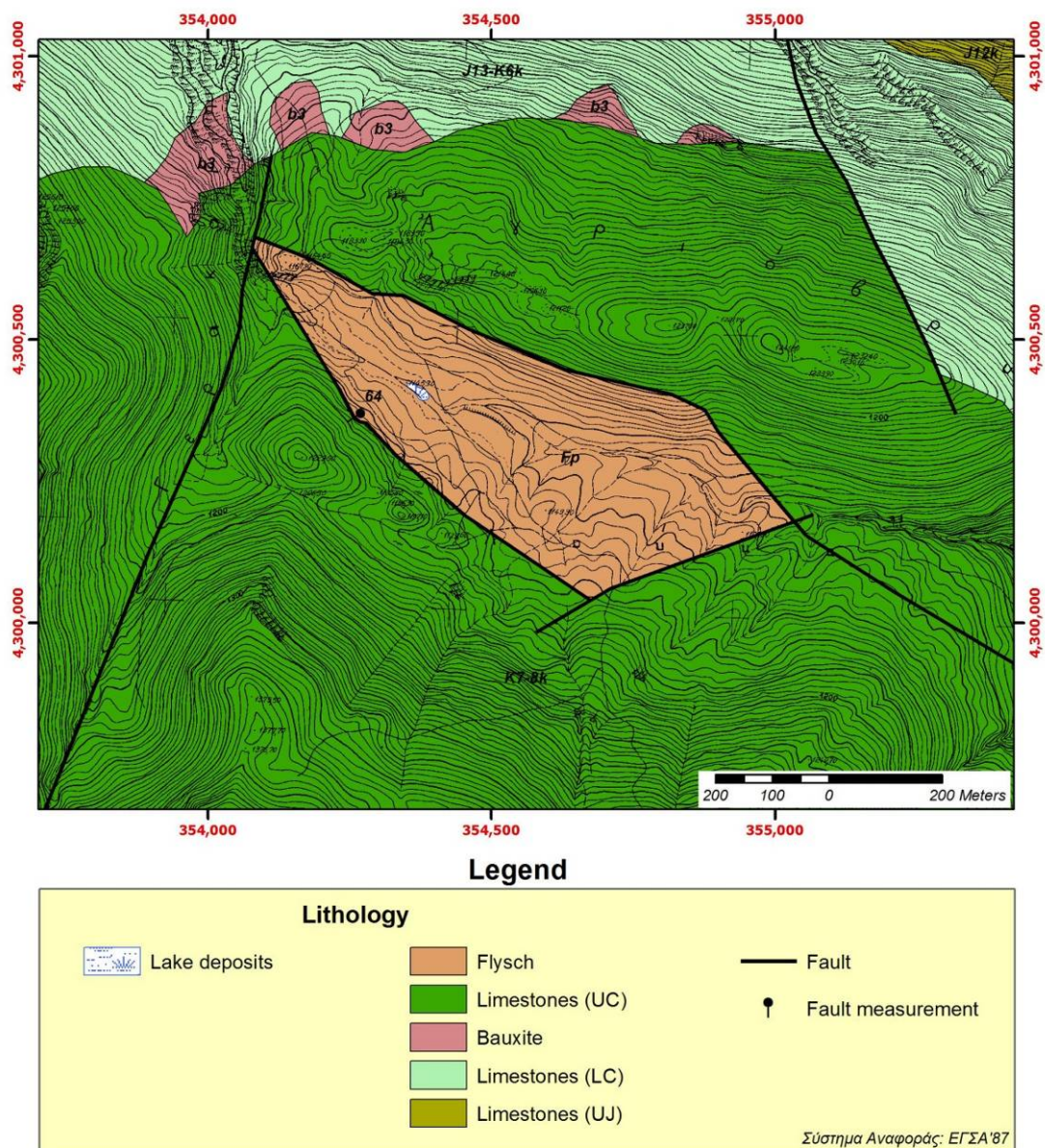


*Εικόνα 1: Ψηφιακό μοντέλο αναγλύφου για την περιοχή ενδιαφέροντος του όρους Οίτη.*

### 1.1. ΛΟΥΚΑ

Το λίμνιο Λούκα βρίσκεται στο βόρειο τμήμα της Οίτης. Η λεκάνη εντός της οποίας εντοπίζεται το λίμνιο, δομείται γενικά από αλπικούς σχηματισμούς της γεωτεκτονικής ενότητας Παρνασσού και ειδικότερα από ασβεστόλιθους και φλύσχη (Εικ. 2 & 3).. Το λίμνιο αναπτύσσεται πάνω σε φλύσχη Παρνασσού, ο οποίος αποτελείται από ψαμμίτες, αργίλους και μάργες.

Σε μικρή απόσταση νότια του λίμνιου προσδιορίστηκε ρήγμα, που οριοθετεί την παραπάνω λεκάνη και φέρνει σε επαφή το φλύσχη Παρνασσού με τους Ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους της ίδιας ενότητας.



Εικόνα 2: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής του λίμνιου Λούκα.

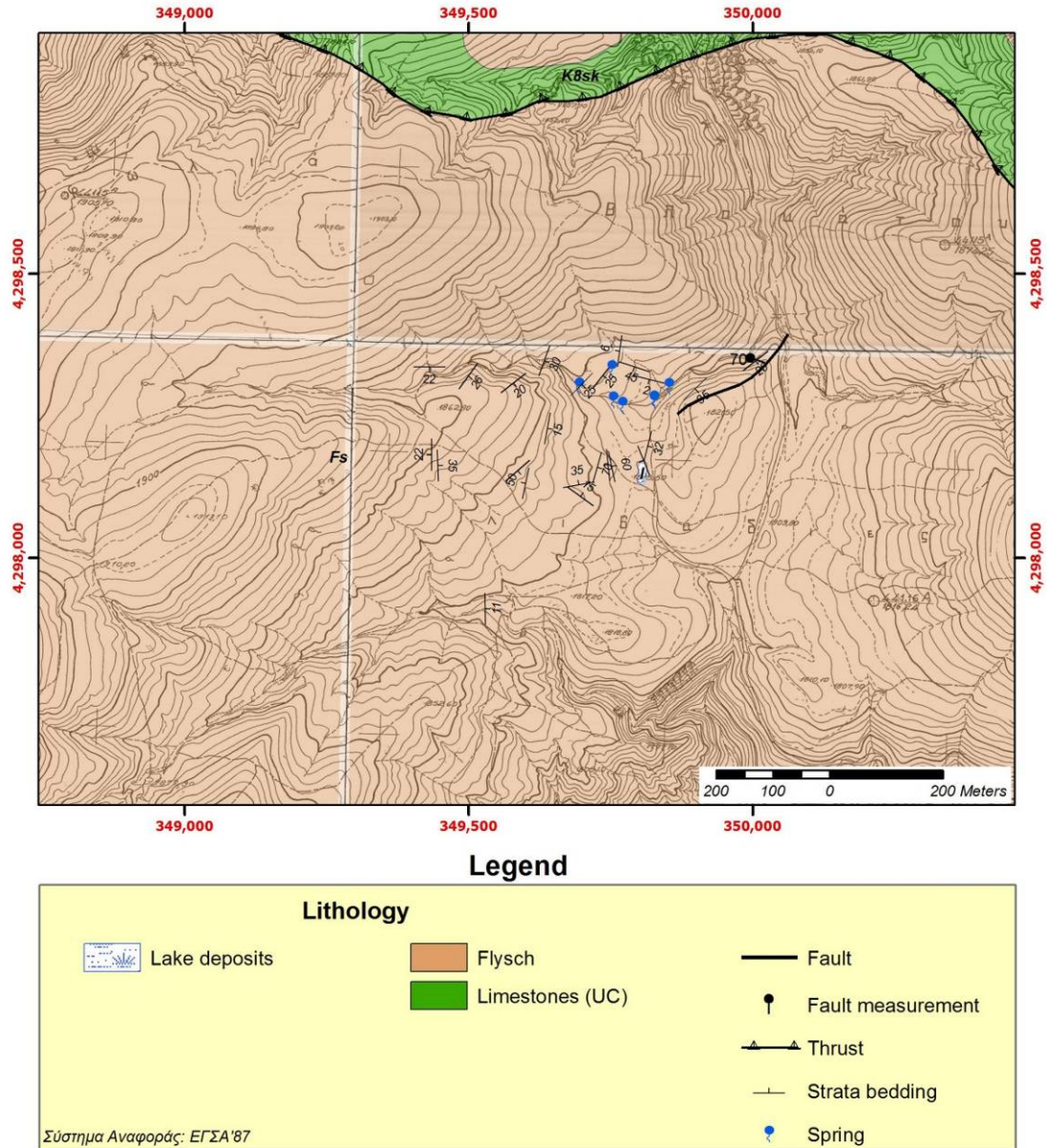


*Εικόνα 3: Μικρο-τοπογραφία του λιμνίου Λούκα.*

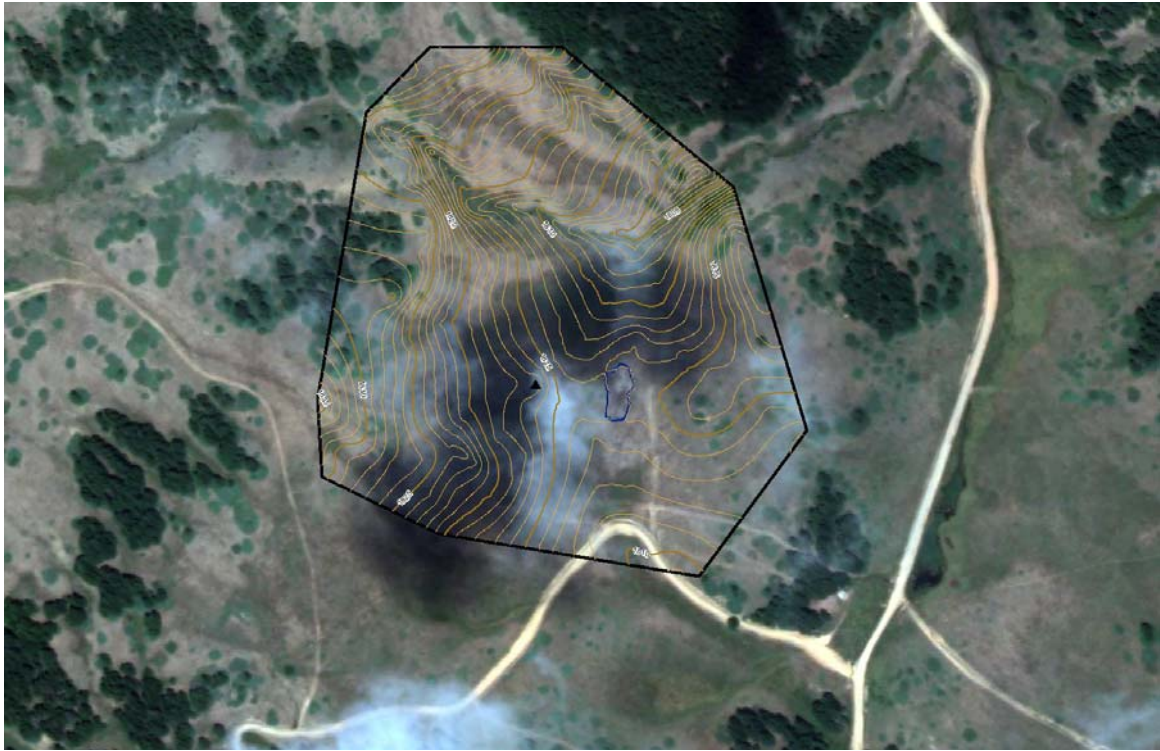


## 1.2. ΛΕΙΒΑΔΙΕΣ

Το λιμνίο αυτό αναπτύσσεται στο νοτιοδυτικό τμήμα της Οίτης, σε φλύσχη της ενότητας Ανατολικής Ελλάδας (Εικ. 4 & 5). Ο σχηματισμός αυτός περιλαμβάνει αδρόκοκκους ψαμμίτες σε εναλλαγές με αργιλικούς σχιστόλιθους και ψαμμούχες μάργες. Ενστρώσεις ασβεστολίθων και κροκαλοπαγών παρατηρούνται συχνά.



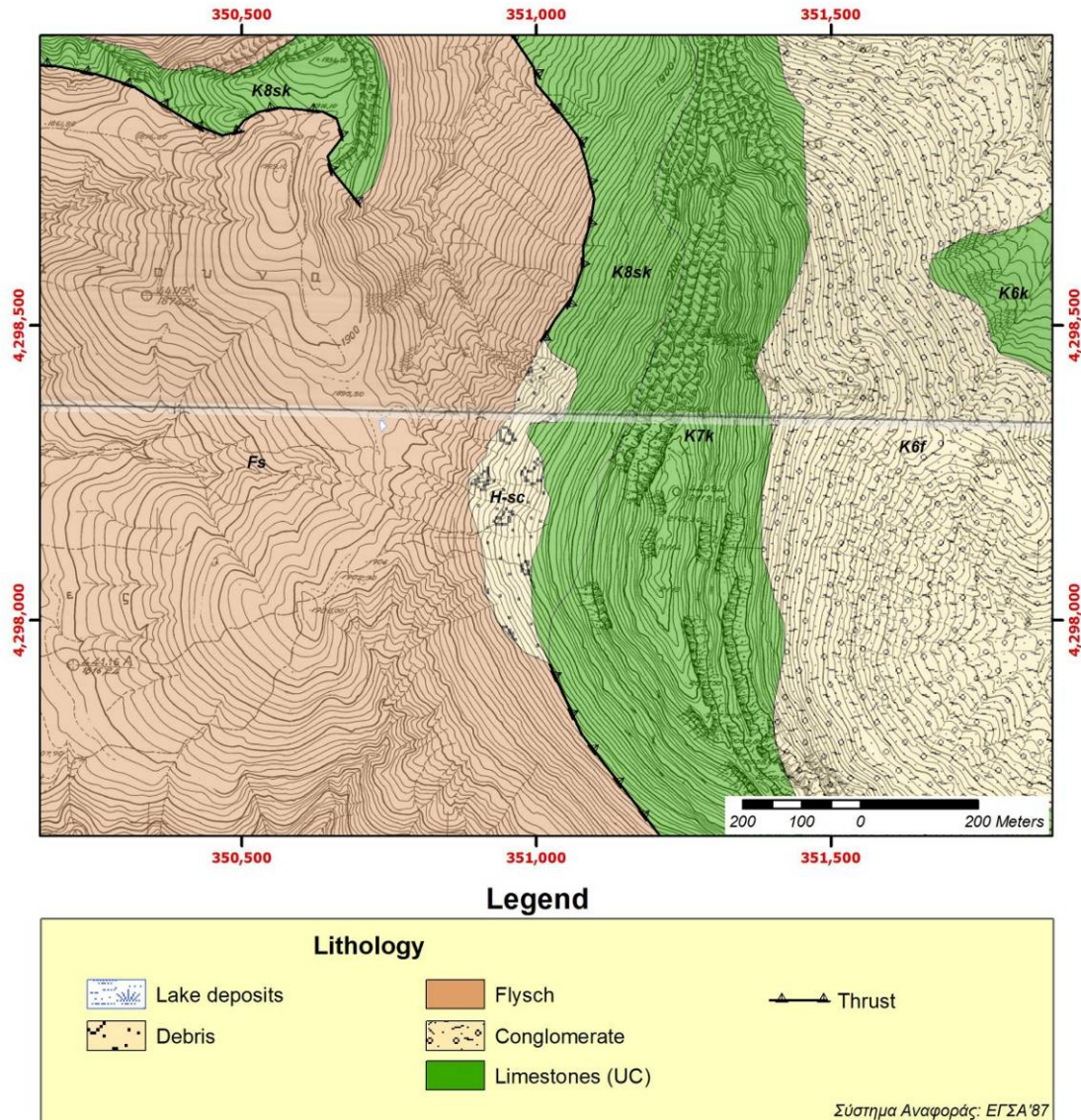
Εικόνα 4: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής του λιμνίου Λειβαδιές.



*Εικόνα 5: Μικρο-τοπογραφία του λιμνίου Λειβαδιές.*

### 1.3. ΓΡΕΒΕΝΟ

Το λίμνιο Γρεβενό φιλοξενείται σε φλύσχη της ενότητας Ανατολικής Ελλάδας (Εικ. 6 & 7). Ο σχηματισμός αυτός συνίσταται από εναλλαγές αδρόκοκκων ψαμμιτών, αργιλικών σχιστολίθων και ψαμμούχων μαργών. Συχνά εντός του φλύσχη, απαντούν ενστρώσεις ασβεστολίθων και κροκαλοπαγών. Δυτικότερα του λίμνιου εντοπίζεται το μέτωπο εφίπλευσης των ανοικρητιδικών ασβεστολίθων της Ανατολικής Ελλάδας πάνω στο φλύσχη της ίδιας ενότητας.



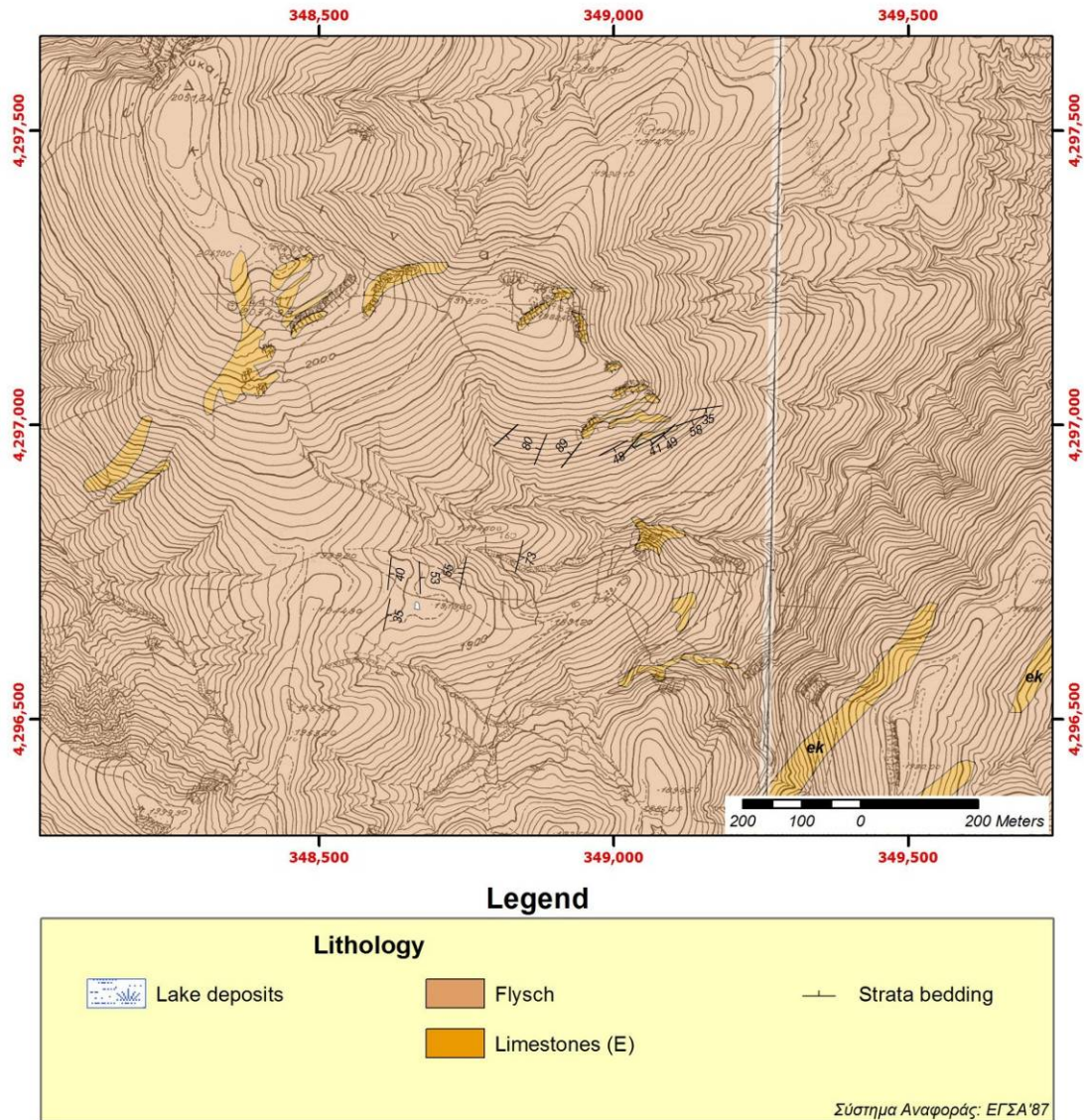
*Εικόνα 6: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής του λίμνιου Γρεβενό.*



*Εικόνα 7: Μικρο-τοπογραφία του λιμνίου Γρεβενό.*

#### 1.4. ΑΛΥΚΑΙΝΑ

Το λίμνιο Αλύκαινα φιλοξενείται σε φλύσχη της ενότητας Ανατολικής Ελλάδας (Εικ. 8 & 9). Ο σχηματισμός αυτός συνίσταται από εναλλαγές αδρόκοκκων ψαμμιτών, αργιλικών σχιστολίθων και ψαμμούχων μαργών. Συχνά εντός του φλύσχη, απαντούν ενστρώσεις ασβεστολίθων και κροκαλοπαγών. Σε μικρή απόσταση δυτικά του λίμνιου εντοπίζεται η εφίπτευση των ανωιουρασικών ασβεστολίθων της ενότητας Δυτικής Θεσσαλίας πάνω στο φλύσχη της ενότητας Ανατολικής Ελλάδας. Ανατολικά του λίμνιου βρίσκονται οι ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι της ενότητας Ανατολικής Ελλάδας.

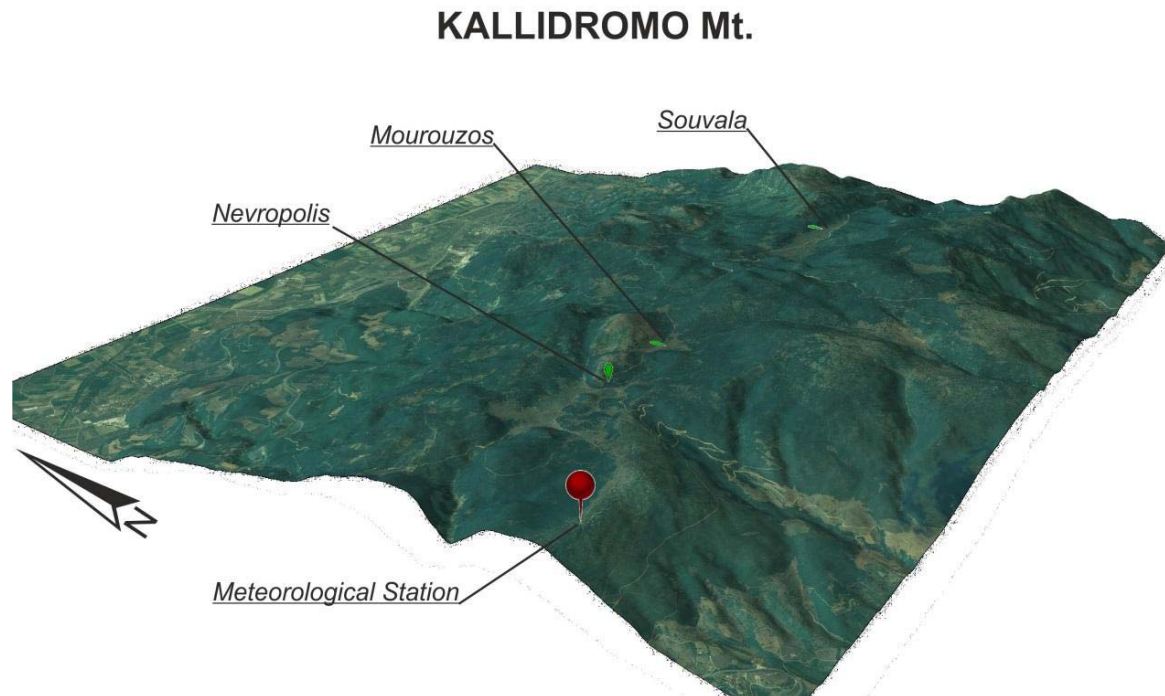


Εικόνα 8: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής του λίμνιου Αλύκαινα.



*Εικόνα 9: Μικρο-τοπογραφία του λιμνίου Αλύκαινα.*

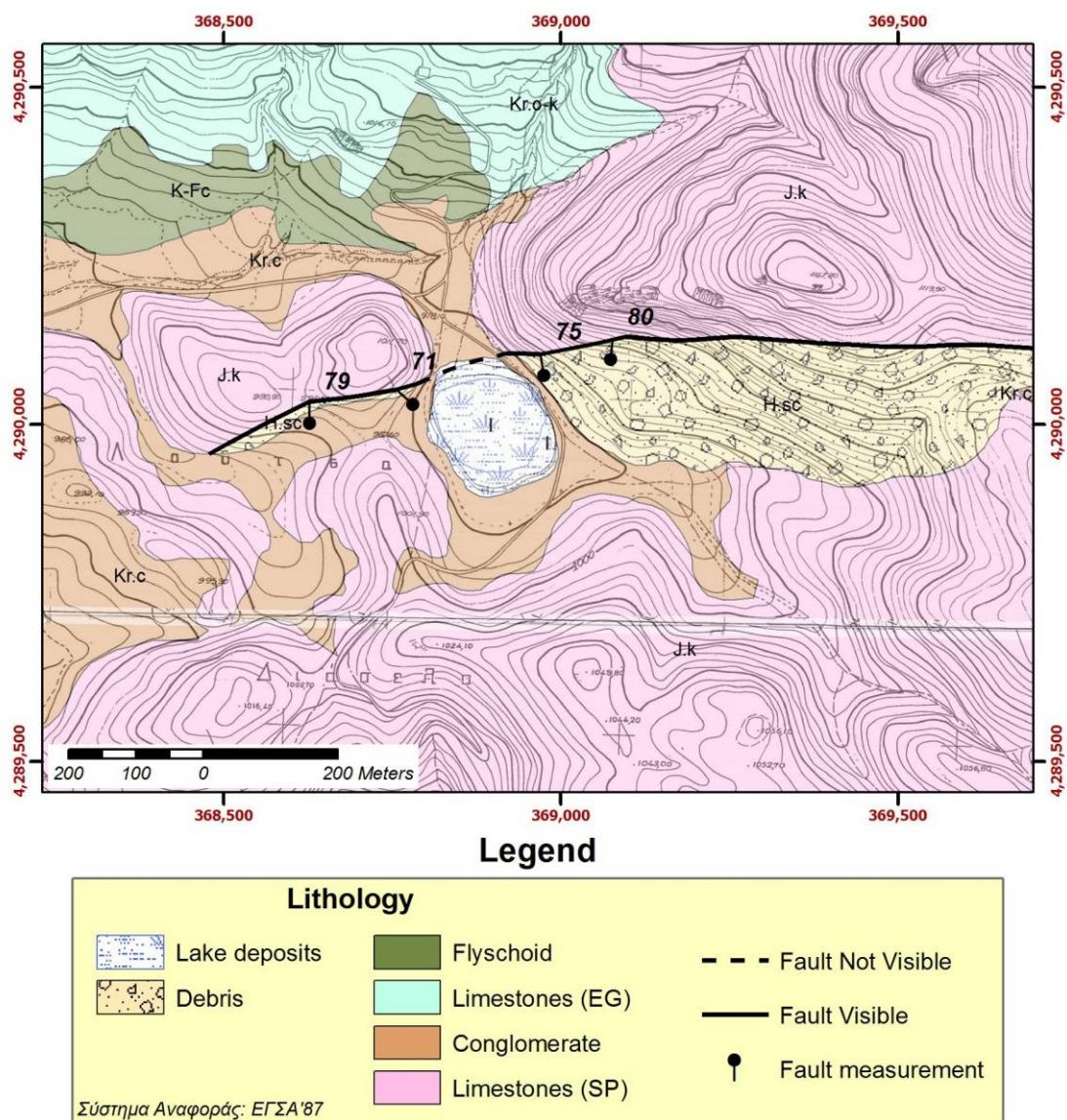
## 2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΛΛΙΔΡΟΜΟΥ



*Εικόνα 10: Ψηφιακό μοντέλο αναγλύφου για την περιοχή ενδιαφέροντος του όρους Καλλίδρομο.*

## 2.1. ΝΕΥΡΟΠΟΛΗ

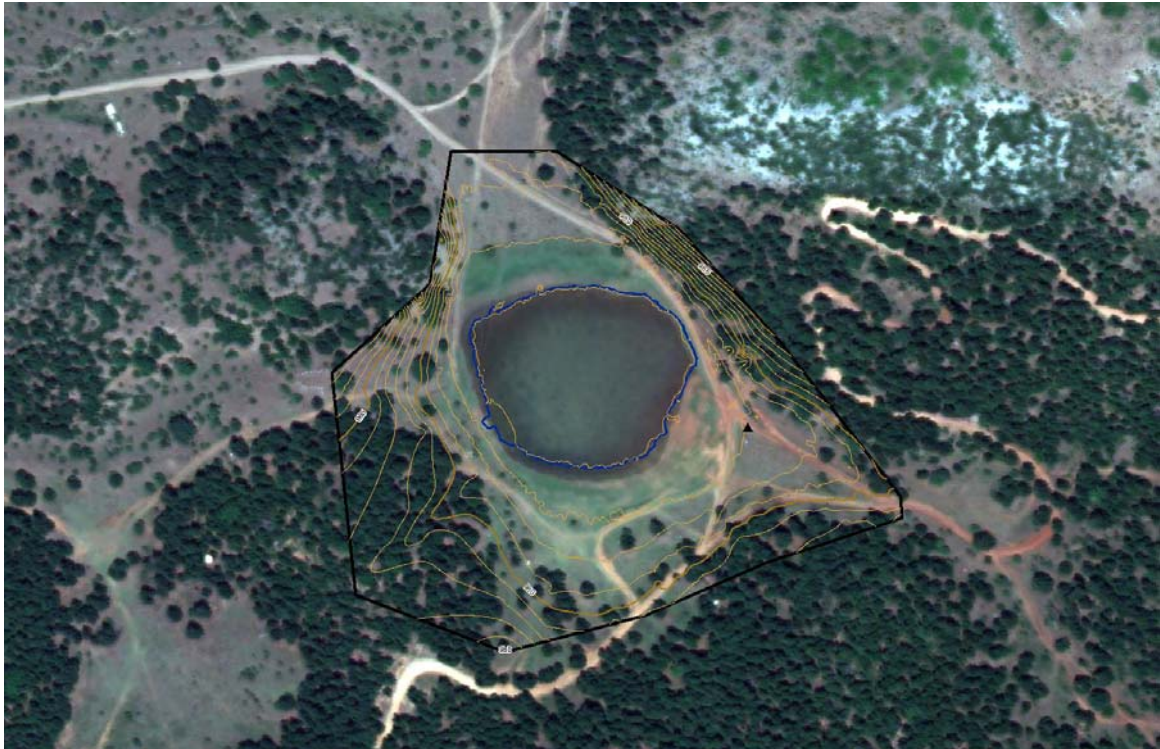
Το λίμνιο Νευρόπολης βρίσκεται στο κεντροδυτικό τμήμα του Καλλίδρομου όρους. Αναπτύσσεται σε μια περιοχή, που δομείται από ασβεστόλιθους Τριαδικού-Ιουρασικού εντός της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης μετά οφιολίθων της Δυτικής Θεσσαλίας (Εικ. 11 & 12).



*Εικόνα 11: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής του λίμνιου Νευρόπολης.*

Το βορειοανατολικό περιθώριο της λεκάνης εντός της οποίας αναπτύσσεται το λίμνιο περιλαμβάνει ρήγματα, που είτε διαρρηγνύουν τους ασβεστόλιθους Τριαδικού-Ιουρασικού της ενότητας Δυτικής Θεσσαλίας είτε φέρνουν σε επαφή τους ασβεστόλιθους αυτούς με τη σχιστοκερατολιθική διάπλαση. Στις ρηξιγενείς επιφάνειες παρατηρούνται αυλακώσεις τεκτονικής προέλευσης, χαίνουσες διακλάσεις, τεκτονικά λατυποπαγή με λατύπες από τους παραπάνω ασβεστόλιθους καθώς και σιδηροξείδια.

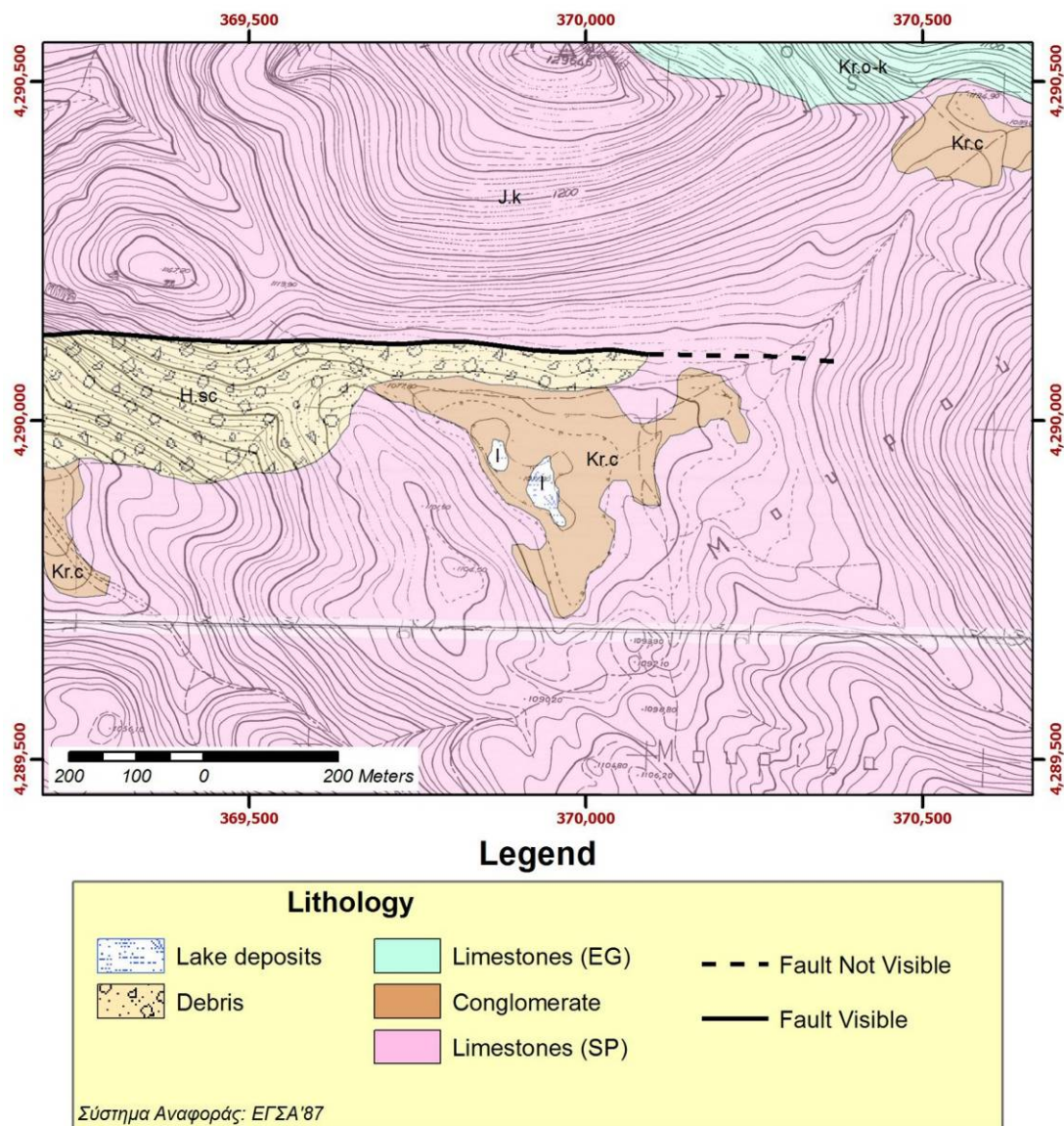




*Εικόνα 12: Μικρο-τοπογραφία του λιμνίου Νευρόπολης.*

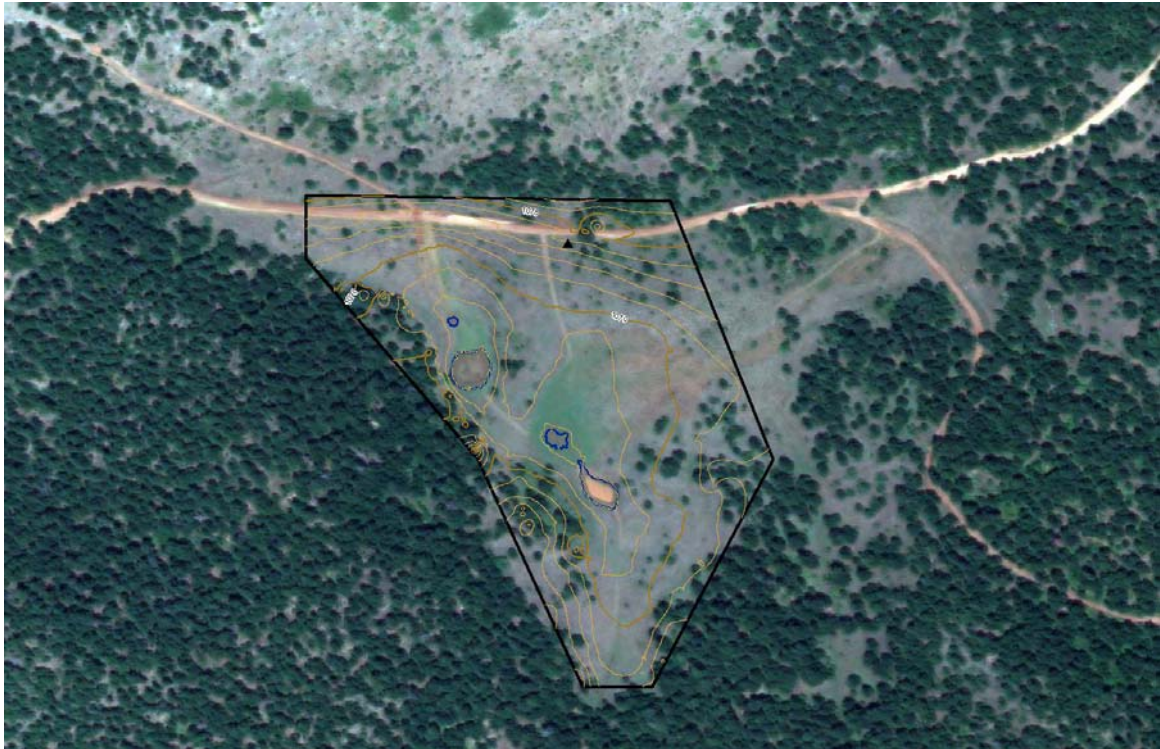
## 2.2. ΜΟΥΡΟΥΖΟΣ-ΜΟΥΡΙΖΑ

Τα λίμνια Μουρούζος και Μουρίζα βρίσκονται ανατολικά του λιμνίου Νευρόπολης και έχουν τα ίδια γεωλογικά χαρακτηριστικά με αυτό. Αναπτύσσεται σε μια περιοχή, που δομείται από ασβεστόλιθους Τριαδικού-Ιουρασικού εντός της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης μετά οφιολίθων της Δυτικής Θεσσαλίας (Εικ. 13 & 14).



**Εικόνα 13:** Γεωλογικός χάρτης της περιοχής των λιμνίων ανατολικά της Νευρόπολης (Μουρούζος και Μουρίζα).

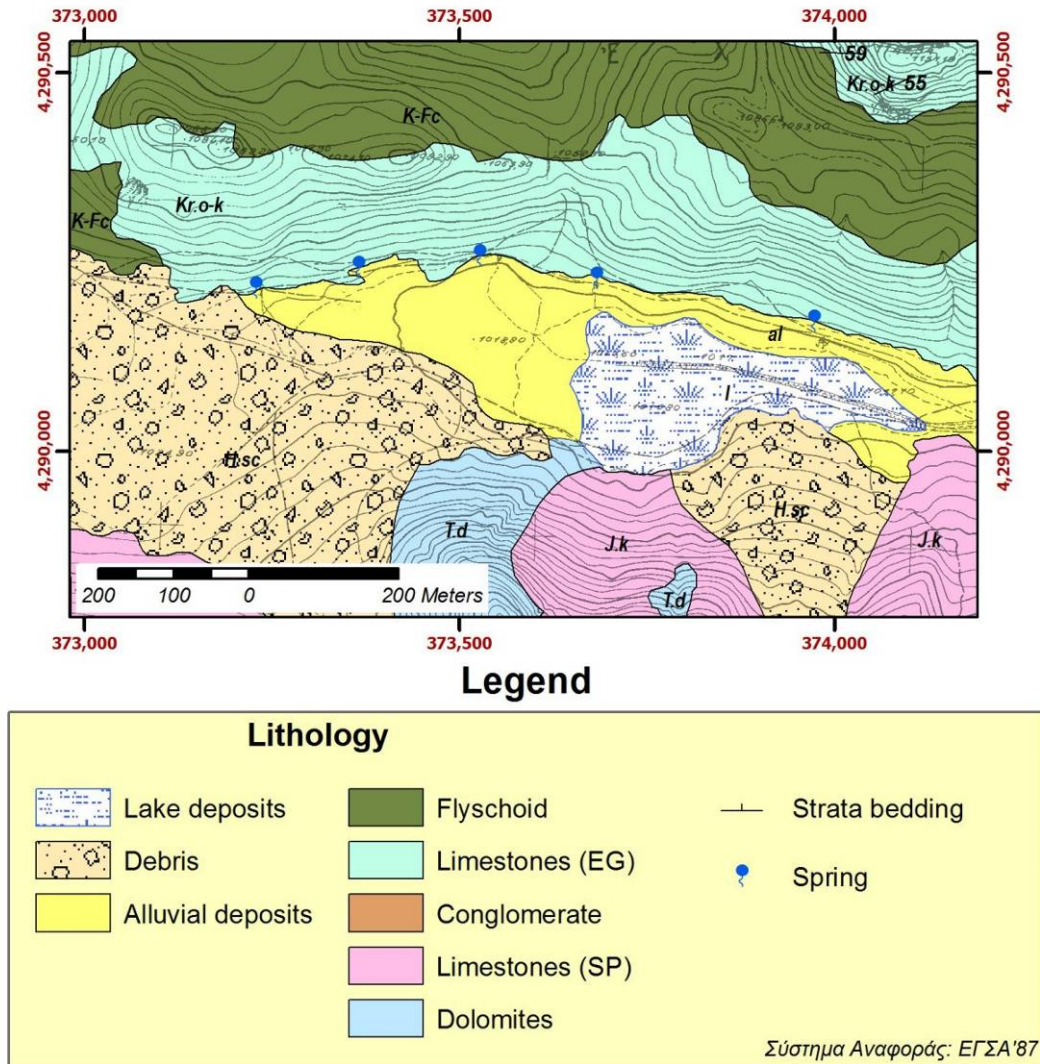
Εντοπίστηκαν ρήγματα στο πρηνές, που αναπτύσσεται βόρεια των λιμνίων Μουρούζου και Μουρίζας και δομείται από ασβεστόλιθους Τριαδικού-Ιουρασικού της Υποπελαγονικής. Η κλίση των ρηξιγενών επιφανειών κυμαίνεται από  $50^\circ$  έως  $84^\circ$  και η φορά μέγιστης κλίσης από  $114^\circ$  έως  $152^\circ$ . Σε μερικές από αυτές παρατηρήθηκαν τεκτονικά λατυποπαγή με λατύπες από τους παραπάνω ασβεστόλιθους καθώς και σιδηροξείδια.



*Εικόνα 14: Μικρο-τοπογραφία των λιμνίων ανατολικά της Νευρόπολης (Μουρούζος και Μουρίζα).*

### 2.3. ΣΟΥΒΑΛΑ

Το λίμνιο Σουβάλα βρίσκεται στο κεντροδυτικό τμήμα του Καλλίδρομου όρους. Φιλοξενείται σε ποταμοχειμμάριες αποθέσεις, που καλύπτουν φλύσχη με τεμάχη ασβεστολίθων της ενότητας Ανατολικής Ελλάδας (Εικ. 15 & 16). Στα βόρεια πρηνή της λεκάνης όπου αναπτύσσεται το λίμνιο αυτό, εντοπίστηκε μέτωπο πηγών.



Εικόνα 15: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής του λιμνίου Σουβάλα.



*Εικόνα 16: Μικρο-τοπογραφία της περιοχής του λιμνίου Σουβάλα.*

### 3. ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΩΝ ΛΙΜΝΙΩΝ

#### 3.1 ΥΔΑΤΑ

Από τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων και τις χρονοσειρές στο πλαίσιο της δράσης Α2, το νερό των λιμνίων του Όρους Οίτη προέρχεται από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (μετεωρικό νερό). Από την υδροχημεία των δειγμάτων προκύπτει πως δεν υπάρχει αλληλεπίδραση γεωλογικού υποβάθρου – νερού. Από τις χρονοσειρές και τα χρονοδιαγράμματα των φυσικοχημικών παραμέτρων, των ανιόντων και των κατιόντων των δειγμάτων ύδατος προέκυψε ότι το Al στα λίμνια της Οίτης εμφανίζεται χαμηλότερο απ' ό,τι στα λίμνια του όρους Καλλίδρομο. Ομοίως και το As, B, Ca, Cl, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Si, Sr και V. Επίσης, τα δείγματα ύδατος του όρους Καλλίδρομου εμφανίζουν ελαφρώς υψηλότερη αγωγιμότητα και  $\text{HCO}_3^-$ . Τέλος, στα δείγματα των λιμνίων της Οίτης παρατηρείται μεγαλύτερη διακύμανση του Eh. Στα δείγματα υδάτων από τα λίμνια Σουβάλα και Νευρόπολη του όρους Καλλίδρομου, παρατηρήθηκε σημαντική διακύμανση στην περιεκτικότητα σε ορισμένα κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία μεταξύ υγρής και ξηρής περιόδου δειγματοληψίας. Αξίζει να σημειωθεί πως πλησίον της περιοχής Λούκα, στο Όρος Οίτη βρίσκεται ορυχείο βωξίτη. Στην περιοχή, τα κοιτάσματα βωξίτη είναι «θαμμένα» (buried deposits) και φαίνεται πως δεν επηρεάζεται η υδρολογική συμπεριφορά των λιμνίων. Επιπρόσθετα, θα πρέπει να αναφερθεί με στο λίμνιο της περιοχής Λούκα δεν απαντάται το φυτό *Veronica oetaea*.

Τα λίμνια του όρους Οίτη (περιοχές Λούκα, Γρεβενό, Λιβαδιές και Αλύκαινα) δέχονται επίδραση από την πανίδα (βοοειδή αλλά και άγρια ζώα π.χ. ζαρκαδία, κ.λ.π.), ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες όπου ευνοείται η βόσκηση σε αυτές τις περιοχές. Αλλά και τα λίμνια του Όρους Καλλίδρομο (περιοχές Νευρόπολη Νουρούζος και Σουβάλα) δέχονται επίδραση από την πανίδα (βοοειδή, άλογα, κ.λ.π.), ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες όπου και σε αυτές τις περιοχές ευνοείται η βόσκηση.

Τα λίμνια του Όρους Καλλίδρομο φαίνεται να επηρεάζονται σημαντικά από το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής. Στα δείγματα ύδατος υπάρχει αυξημένο Fe σε σχέση με αυτά των λιμνίων του Όρους Οίτη. Ο σίδηρος συνδέεται με τις αντίστοιχα αυξημένες περιεκτικότητες σε As και Co και συσχετίζονται με το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής. Στα νερά των λιμνίων παρατηρούμε μια μικρή άνοδο του βρωμίου στα δείγματα της 2<sup>ης</sup> και 4<sup>ης</sup> δειγματοληψίας. Το ασβέστιο εμφανίζεται αυξημένο στα ύδατα των λιμνίων του Όρους Καλλίδρομο λόγω των ανθρακικών που εμπεριέχονται στον φλύσχη. Το λίθιο και το βόριο εμφανίζεται αυξημένο στα λίμνια του Καλλίδρομου, ιδιαίτερα στο λίμνιο της Σουβάλας. Ο εμπλουτισμός Li – B εμφανίζεται σε εβαποριτικές λίμνες, οπότε πιθανά οφείλεται σε περιορισμένη ποσότητα ύδατος στο εν λόγω λίμνιο. Ίδια αύξηση παρατηρούμε και στο μαγνήσιο στο λίμνιο της Σουβάλας. Σχετική αύξηση του μαγγανίου και του νικελίου εμφανίζεται στα δείγματα των λιμνίων του Καλλίδρομου. Ο μόλυβδος εμφανίζεται αυξημένος στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία του λιμνίου στην Νευρόπολη, επειδή πιθανώς ξεπλένονται τα θραύσματα από σκάγια κωνηγών. Ο ίδιος εμπλουτισμός εμφανίζεται και στο αντίστοιχο δείγμα ιλύος του λιμνίου στην Νευρόπολη. Ο σχετικός εμπλουτισμός του Rb στα δείγματα των λιμνίων του Καλλίδρομου συσχετίζεται με το Al και το Si, καθώς βρίσκεται σε αργιλοπυριτικά ορυκτά.

Το στρόντιο εμφανίζεται αυξημένο στα δείγματα των λιμνίων του Όρους Καλλίδρομου, αλλά είναι αναμενόμενο καθώς συνοδεύει ανθρακικά ορυκτά.

### 3.2. ΙΧΗΜΑΤΑ ΠΥΘΜΕΝΑ

Τα δείγματα ιλύος από τον πυθμένα των λιμνίων, γενικά, χαρακτηρίζονται γενικά ως ιλυοαργιλώδη, με μικρές διαφοροποιήσεις από αμμο-ιλυοαργιλώδη έως ψηφίδο-αργιλώδη.

Στο Καλλίδρομο όσον αφορά την κοκκομετρία των δειγμάτων ιλύος πυθμένα, επικρατούν τα κλάσματα ιλύος-αργίλου. Στα δείγματα ιλύος πυθμένα από τα λίμνια της Οίτης υπάρχει σημαντική συμμετοχή των αμμοδών φάσεων.

Γενικά, τα δείγματα ιλύος πυθμένα από τα λίμνια της Οίτης παρουσιάζουν, όσον αφορά τα κύρια στοιχεία, υψηλότερες τιμές  $\text{SiO}_2$  σε σχέση με εκείνα των λιμνίων του Καλλίδρομου. Αντίθετα εμφανίζουν χαμηλότερες τιμές  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  και  $\text{CaO}$ .

Όσον αφορά τα ιχνοστοιχεία στα δείγματα ιλύος πυθμένα από τα λίμνια της Οίτης μετρήθηκαν χαμηλότερες τιμές Ni ενώ τα υπόλοιπα ιχνοστοιχεία παρουσιάζουν παρόμοιες περιεκτικότητες.

Οι διαφορές στη χημική σύσταση αντικατοπτρίζονται στην ορυκτολογική σύσταση των δειγμάτων όπου σε αυτά της Οίτης επικρατεί ο χαλαζίας. Στα δείγματα του Καλλίδρομου υπάρχει υψηλή συμμετοχή πέρα από το χαλαζία, αργιλικών ορυκτών της ομάδας των διογκούμενων αργίλων (μοντμοριλονίτης). Η αυξημένη συμμετοχή των αργιλικών ορυκτών στο Καλλίδρομο έχει ως αποτέλεσμα την επικράτηση των κλασμάτων ιλύος-αργίλου όσον αφορά την κοκκομετρία των δειγμάτων. Αντίθετα στην κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων της Οίτης υπάρχει σημαντική συμμετοχή των αμμοδών φάσεων.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει στην περιοχή της Οίτης, η απουσία ανθρακικών ορυκτών του ασβεστίου ή/και του μαγνησίου. Στα δείγματα από της Σουβάλα και την Νευρόπολη, στο Καλλίδρομο εμφανίζεται ως κύρια/δευτερεύουσα ή εποψιδώδης φάση ο δολομίτης μαζί με τον χαλαζία. Επίσης, κυρίως στα δείγματα του Καλλίδρομου εμφανίζονται αργιλοπυριτικά ορυκτά της ομάδας των αμφιβόλων (σηπιόλιθος).

Οι υψηλές περιεκτικότητες σιδήρου σχεδόν σε όλα τα δείγματα αντιπροσωπεύουν άμορφες μη κρυσταλλικές φάσεις οξειδίων-υδροξειδίων του σιδήρου. Αυτό προκύπτει από την απουσία κρυσταλλικών σιδηρούχων ορυκτών, πλην του κλινόχλωρου, στη σύσταση των δειγμάτων.

Η χημική σύσταση των δειγμάτων ιλύος πυθμένα όσον αφορά στα κύρια στοιχεία δείχνει πως τα λίμνια της Οίτης περιέχουν μεγαλύτερα ποσοστά πυριτίου. Αντίθετα, στα δείγματα ιλύος πυθμένα του Καλλίδρομου παρατηρείται μια μικρή αύξηση στα ποσοστά σιδήρου, ασβεστίου και άνθρακα.

Η χημική σύσταση των δειγμάτων ιλύος πυθμένα όσον αφορά στα ιχνοστοιχεία δείχνει πως τα δείγματα του Καλλίδρομου έχουν υψηλότερες περιεκτικότητες σε As, Ni, Rb και V.

Από τα αποτελέσματα του ποσοστού του οργανικού υλικού στα δείγματα ιλύος-αργίλου από τα λίμνια της Οίτης και του Καλλίδρομου προέκυψε πως τα δείγματα του Καλλίδρομου περιέχουν σαφώς περισσότερο οργανικό υλικό από αυτά της Οίτης. Το μεγαλύτερο ποσοστό οργανικού υλικού το παρουσιάζει το λίμνιο στην περιοχή Μουρούζος (Καλλίδρομο) και το χαμηλότερο ποσοστό τα λίμνια στις περιοχές Λιβαδιές και Αλύκαινα.

## Γεωπεριβαλλοντική αξιολόγηση των διαφαινόμενων απειλών για τους οικοτόπους των εποχικών λιμνίων

Τα Μεσογειακά Εποχικά Λιμνία χαρακτηρίζονται από μικρή υδροπερίοδο και μικρό μέγεθος. Είναι επομένως πολύ ευαίσθητα οικοσυστήματα, τόσο σε υδρολογικές πιέσεις όσο και στη ρύπανση. Λόγω του μικρού τους μεγέθους, η τυχαία καταστροφή ή η άγνοια τα θέτει συνήθως και μερικές φορές σε απρόβλεπτο κίνδυνο. Αν και είναι μικρά, είναι σύνθετα οικοσυστήματα, στα οποία η τοπογραφία, το έδαφος, οι υδατικές και οι υδρολογικές συνθήκες και οι οργανισμοί είναι στενά συνδεδεμένα. Τα συστήματα αυτά, από τη στιγμή που θα υποβαθμιστούν ή θα καταστραφούν δεν μπορούν εύκολα να αποκατασταθούν.

Οι πιο κοινές απειλές για τα Μεσογειακά Εποχικά Λιμνία σε όλη την περιοχή της Μεσογείου είναι:

Καταστροφή των περιοχών στις οποίες απαντούν

Υδρολογικές διαταραχές

Διαταραχές από φωτιές

Αλλαγή των οικολογικών συνθηκών που ευνοούν τα ανταγωνιστικά φυτά

Εισροή Θρεπτικών

Τοξικοί ρυπαντές και απορρίμματα

Φυσικές διαταραχές στο ίζημα

Πλήρωση από ιζηματογενείς αποθέσεις

Εξωτικά είδη-εισβολείς πανίδας και χλωρίδας

Επιδράσεις από οικιακά ζώα ή από Θηραματική πανίδα

Τα Μεσογειακά Εποχικά Λιμνία της Οίτης και του Καλλίδρομου έχουν όλα φυσική προέλευση. Λόγω του κυρίως ομβροδίαιτου χαρακτήρα των λιμνίων της Οίτης τα λιμνία αυτά παρουσιάζουν χαμηλές συγκεντρώσεις αλάτων. Αντίθετα, το λιμνία του Καλλίδρομου παρουσιάζει γεωγενείς συγκεντρώσεις διαλυμένων στοιχείων. Λόγω της σημαντικής μεταβολής της υδρολογίας των λιμνίων στη διάρκεια του έτους τα λιμνία παρουσιάζουν χρονικές υδροχημικές διακυμάνσεις.

Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων και τις χρονοσειρές στο πλαίσιο της δράσης Α2 προέκυψε ότι το νερό των λιμνίων του Όρους Οίτη προέρχεται από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (μετεωρικό νερό). Από την υδροχημεία των δειγμάτων προκύπτει πως δεν υπάρχει αλληλεπίδραση γεωλογικού υποβάθρου – νερού. Αντίθετα, τα λιμνία του Όρους Καλλίδρομο φαίνεται να επηρεάζονται σημαντικά από το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής. Στα δείγματα ύδατος υπάρχει αυξημένο Fe σε σχέση με αυτά των λιμνίων του Όρους Οίτη. Ο σίδηρος συνδέεται με τις αντίστοιχα αυξημένες περιεκτικότητες σε As και Co και συσχετίζονται με το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής. Οι μεταβολές του pH στα λιμνία φαίνεται να ελέγχονται τόσο



από δράσεις φωτοσύνθεσης, όσο και από διεργασίες οξειδωσης οργανικού υλικού. Οι δράσεις αυτές μπορεί σε σύντομα χρονικά διαστήματα να διαδέχονται η μία την άλλη.

Τα λιμνία παρουσιάζουν, σποραδικά, ευαισθησία ως προς τις συγκεντρώσεις αμμωνιακών, νιτρικών και φωσφορικών ιόντων, που οφείλονται σε ανοργανοποίηση οργανικού υλικού (κόπρανα κυρίως βοοειδών στην Οίτη και βοοειδών κι αλόγων στο Καλλίδρομο).

Ο μόλυβδος εμφανίζεται αυξημένος στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία του λιμνίου στην Νευρόπολη, επειδή πιθανώς εκπλένονται τα θραύσματα από σκάγια κυνηγών. Ο ίδιος εμπλουτισμός εμφανίζεται και στο αντίστοιχο δείγμα ιλύος πυθμένα.

Όσον αφορά τα ιζήματα πυθμένων στα δείγματα του Καλλίδρομου υπάρχει υψηλή συμμετοχή πέρα από το χαλαζία, αργιλικών ορυκτών της ομάδας των διογκούμενων αργίλων (μοντμοριλονίτης). Η αυξημένη συμμετοχή των αργιλικών ορυκτών στο Καλλίδρομο έχει ως αποτέλεσμα την επικράτηση των κλασμάτων ιλύος-αργίλλου όσον αφορά την κοκκομετρία των δειγμάτων. Αντίθετα στην κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων της Οίτης υπάρχει σημαντική συμμετοχή των αμμωδών φάσεων.

Γενικά, τα δείγματα ιλύος πυθμένα από τα λιμνία της Οίτης παρουσιάζουν, όσον αφορά τα κύρια στοιχεία, υψηλότερες τιμές SiO<sub>2</sub> σε σχέση με εκείνα των λιμνίων του Καλλίδρομου. Αντίθετα εμφανίζουν χαμηλότερες τιμές Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO και CaO. Όσον αφορά τα ιχνοστοιχεία στα δείγματα ιλύος πυθμένα από τα λιμνία της Οίτης μετρήθηκαν χαμηλότερες τιμές Ni ενώ τα υπόλοιπα ιχνοστοιχεία παρουσιάζουν παρόμοιες περιεκτικότητες.

Οι κοπριές των ζώων κυρίως λόγω βόσκησης επηρεάζουν τη θρεπτική κατάσταση των υπό μελέτη Μεσογειακών Εποχικών Λιμνίων. Οι κοπριές των ζώων αυξάνουν τη γονιμότητα της περιοχής και των σχετικών θέσεων, και θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην εγκατάσταση ανταγωνιστικών φυτών που θα μπορούσαν να περιορίσουν τα ενδημικά φυτά των λιμνίων

## **Πρωτόκολλο Παρακολούθησης επιλεγμένων Γεωπεριβαλλοντικών Παραμέτρων των Μεσογειακών Εποχικών Λιμνίων στα όρη Οίτη και Καλλίδρομο**

Για την εκπόνηση μιας ποσοτικής εκτίμησης των γεωπεριβαλλοντικών λειτουργιών και την ταυτοποίηση των πιθανών άμεσων ή έμμεσων τροποποιήσεων απαιτείται συνεχής παρακολούθηση των συνιστωσών του κύκλου του νερού και των επιδράσεων τους στις εποχιακές και διαχρονικές μεταβολές της στάθμης του νερού του λιμνίου.

Επιπροσθέτως, τα βιολογικά φαινόμενα των λιμνίων εξαρτώνται ισχυρά από την υδρική κατάσταση και τη γεωχημεία του ιζήματος, τη χημεία του νερού και τις αλληλεπιδράσεις τους. Επίσης, ελέγχονται από τους κύκλους πλημμύρας/ξηρασίας μέσω πιθανών οξειδοαναγωγικών αλλαγών στο έδαφος.

Τα λιμνία παρουσιάζουν, σποραδικά, ευαισθησία ως προς τις συγκεντρώσεις αμμωνιακών, νιτρικών και φωσφορικών ιόντων, που οφείλονται σε ανοργανοποίηση οργανικού υλικού (κόπρανα κυρίως βοοειδών στην Οίτη και βοοειδών κι αλόγων στο Καλλίδρομο).

Στους τύπους οικοτόπων των στάσιμων νερών, το τροφικό επίπεδο μπορεί να καθοριστεί προσδιορίζοντας τις συγκεντρώσεις του φωσφόρου και της αμμωνίας. Το χαμηλότερο βάθος που επιτρέπει την ανάπτυξη υδροφύτων (βάθος φωτοαντιστάθμισης ή κατώτερο όριο της εύφωτης ζώνης) αποτελεί μια σημαντική παράμετρο για τα στάσιμα υδάτινα συστήματα. Συνιστάται επίσης για όλους τους οικοτόπους γλυκών υδάτων να γίνονται μετρήσεις με σκοπό τον προσδιορισμό του pH, του Eh, της αγωγιμότητας, των ολικών διαλυμένων αλάτων (TDS) και του κορεσμού τους σε O<sub>2</sub>. Η μέτρηση αυτών των ευμετάβλητων φυσικοχημικών παραμέτρων θα πρέπει να γίνεται στο πεδίο με τη χρήση φορητού εξοπλισμού.

Αντίθετα, η αναλύσεις των υδάτων για συγκεντρώσεις αμμωνιακών, νιτρικών και φωσφορικών ιόντων, μπορούν να γίνονται είτε στο πεδίο με τη χρήση φορητού εξοπλισμού είτε στο εργαστήριο (εντός 28 ημερών) εφόσον γίνεται κατάλληλη συντήρηση των συλλεχθέντων δειγμάτων στους 4°C.

Οι δειγματοληψίες ύδατος θα πρέπει να πραγματοποιείται, ανάλογα με το υψόμετρο την περίοδο Απρίλιος-Ιούνιος, καθώς τα λιμνία το χειμώνα παγώνουν ενώ το καλοκαίρι αποξηραίνονται (λίμνια Οίτης). Λόγω της περιορισμένης έκτασης των λιμνίων ένα δείγμα ανά λίμνιο θεωρείται αντιπροσωπευτικό για την υδρογεωχημική κατάσταση του λιμνίου.

Όσον αφορά τα ιζήματα πυθμένα προτείνεται η παρακολούθηση της διακύμανσης του οργανικού υλικού. Για πρακτικούς λόγους συνίσταται η συχνότητα και η περίοδος δειγματοληψίας να είναι ίδια με εκείνη των υδάτων.