

ΦΥΣΙΚΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΣ ΚΑΙ ΛΙΜΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑΣ ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΘΗΣΑΥΡΟΥ ΣΤΟΝ ΠΟΤΑΜΟ ΝΕΣΤΟ

Κ. Αλμπανάκης¹, και Α. Ψιλοβίκος¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μετά την κατασκευή του φράγματος - ταμιευτήρα του Θησαυρού στη στενή ορεινή κοιλάδα του Νέστου και την πλήρωσή της με νερό, δημιουργήθηκε η ομώνυμη τεχνητή λίμνη με τα φυσικά χαρακτηριστικά ενός φιορδ. Είναι επιμήκης (36 km), στενή (0,2-2,7 km) και βαθιά (μέχρι 140 m), και τροφοδοτείται σε νερό, υλικά και ρυπαντικά φορτία από τη βουλγαρική λεκάνη του Νέστου και του Δοσπάτη.

Συστηματικές μετρήσεις και παρατηρήσεις για τις φυσικές, χημικές και βιολογικές συνθήκες της λίμνης έδειξαν ότι αυτή απέκτησε ταχύτερα γνωρίσματα φυσικής λίμνης με ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Το ανάντη μισό της τμήμα, έχει ισχυρή επιρροή από τους ποταμούς Νέστο και Δοσπάτη και συμπεριφέρεται ως μεικτό ποταμολιμναίο σύστημα. Το κατόντη μισό της τμήμα, με το 80% του όγκου νερού αποτελεί μια σταθερή λίμνη στην οποία το νερό του υπολιμνίου σε βάθος μεγαλύτερο των 60 m είναι σταθερά ψυχρό (6-7°C) και κατά περιόδους (θέρος-φθινόπωρο) στασιμοποιείται, μετατρέπόμενο σε ανοξικό. Η δράση αναερόβιων βακτηρίων οδηγεί στην παραγωγή υδροθείου, το οποίου δημιουργεί κινδύνους στη λειτουργία του ΥΗΣ Θησαυρού και του περιβάλλοντος. Η τροφοδοσία του όμως σε "φρέσκο" νερό από το Νέστο και το Δοσπάτη, κατά τους βροχερούς μήνες το οξυγονώνει, το ανανεώνει και αποκαθιστά τις αερόβιες διεργασίες του.

Το πρόβλημα αυτό χρειάζεται περαιτέρω ερευνητική εργασία με έμφαση στο ζήτημα της διαχείρισης της λίμνης Θησαυρού, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα προβλήματα και οι κίνδυνοι που προκύπτουν για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

SUMMARY

The artificial lake of Thysavros dam occupies the narrow mountain valley of Nestos river and resembles a fiord. Very long (36 km), narrow (0.2-1.0 km) and deep (up to 140 m) in the bottom of Nestos narrow valley, fed in water, material and pollutants by the bulgarian drainage basin of the rivers Nestos and Dospatis.

Systematic research carried out in the lake Thysavros, yied evidence for its rapid development into a natural lake, in terms of physical, chemical and biological characters, with certain specific characters. The upriver part of the lake, is shallow with strong level fluctuations and strong river influence, that have developed a fluriolacustrine environment.

The downriver part of the lake having 80% of the water volume, forms a normal-steady lake system, which developed a deep, permanently low temperature (6-7°C) water body or hypolimnion (depth > 60m). During the summer & autumn its water becomes stagnant, loses oxygen and turned into an anoxic body of water. The anaerobic organisms proceed into the production of hydrosulfur in the water, which is diffused in the power station and the environment.

During the winter & spring fresh water from the rivers Nestos and Dospatis mixed up with the stagnant water body of hypolimnion, brings oxygen and refreshes it, thus restoring the aerobic processes.

This serious problem needs further research with emphasis in the management of the lake, so as to minimize the problems and prevents the power station and the environment from hydrosulfur effects.

¹ Τομέας Γεωλογίας & Φυσικής Γεωγραφίας - Τμήμα Γεωλογίας,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54006 Θεσσαλονίκη.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες της Ελλάδας σε νερό για άρδευση και ύδρευση, καθώς επίσης και για παραγωγή καθαρής ηλεκτρικής ενέργειας, σε συνδυασμό και προς την αντιπλημμυρική προστασία των πεδινών περιοχών, κατά τα μεταπολεμικά χρόνια, οδήγησαν την πολιτεία στην κατασκευή ταμιευτήρων-τεχνητών λιμνών στην ενδοορεινή κοίτη πολλών ποταμών.

Η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) ήταν και παραμένει ο κύριος, όχι βέβαια ο μοναδικός, φορέας αξιοποίησης και διαχείρισης του υδατικού δυναμικού μεγάλων ποταμών της Χώρας μας. Με το πλήθος των φραγμάτων-ταμιευτήρων νερού που μελέτησε και κατασκεύασε η Διεύθυνση Ανάπτυξης Υδροηλεκτρικών Έργων (ΔΑΥΕ) δημιουργήθηκαν πολλές τεχνητές λίμνες στις ενδοορεινές κοιλάδες πολλών ποταμών.

Μέχρι τη δεκαετία του 1980 υπήρχε η αντίληψη ότι οι τεχνητές αυτές λίμνες ήταν τεχνικά έργα υπό τον απόλυτο έλεγχο της ΔΕΗ και η επιστημονική πρόσβαση σ' αυτά ήταν εξαιρετικά δυσχερής. Παρότι κατασκευάστηκαν πολλές λίμνες, δεν έγινε δυνατή η παρακολούθηση των διεργασιών γένεσης και εξέλιξης αυτών, τουλάχιστον κατά τα πρώτα στάδια λειτουργίας τους, οπότε το φυσικό περιβάλλον υφίσταται τις μεγαλύτερες πιέσεις (stress). Η κατάσταση αυτή δημιούργησε στους ειδικούς επιστήμονες, αλλά και σε κοινωνικές ομάδες την αντίληψη ότι οι τεχνητές λίμνες βλάπτουν σοβαρά το φυσικό περιβάλλον, αφού ανατρέπουν πλήρως τις ποτάμιες λειτουργίες.

Χρειάστηκε να περάσουν 40 περίπου έτη από την κατασκευή της λίμνης Πλαστήρα (Ταυρωπού) για να γίνει κατανοητό ότι το φυσικό περιβάλλον μπορεί να προσαρμόσει τις διεργασίες του στο χώρο των τεχνητών λιμνών κατά τέτοιο τρόπο ώστε να προκύψουν θετικά αποτελέσματα για τη φύση και για τον άνθρωπο.

Εξαίρεση στην πρακτική αυτή της ΔΕΗ αποτελεί η τεχνητή λίμνη Θησαυρού στον ποταμό Νέστο. η οποία ήταν στη διάθεση της ερευνητικής μας ομάδας ΠΕΡΣΕΑΣ από το 1997, έτος πλήρωσης του ταμιευτήρα μέχρι σήμερα. Λόγω της πολυεπιστημονικής σύνθεσης της ομάδας ΠΕΡΣΕΑΣ (φυσικογεωγράφοι, ωκεανογράφοι, χημικοί, βιολόγοι, ηλεκτρονικοί) η λίμνη ερευνήθηκε πολυεπίπεδα και η έρευνα αυτή συνεχίζεται ακόμα.

Στην εργασία αυτή όμως θα παρουσιαστούν ορισμένα βασικά λιμνολογικά στοιχεία για τη συμπεριφορά της νέας τεχνητής λίμνης Θησαυρού στις διάφορες εποχές του έτους.

Θερμές ευχαριστίες εκφράζουμε στο Δ/ντή της ΔΑΥΕ κ. Σ. Κωστόπουλο και στο Δ/ντή του κλάδου μελετών κ. Ι. Στεφανάκο, οι οποίοι έδωσαν τη δυνατότητα στην ερευνητική μας ομάδα (Ερ. Προγρ. 7288 και 7730 της Ε.Ε. του ΑΠΘ) να ερευνήσει το Νέστο και το Θησαυρό καθώς και για την εξαίρετη συνεργασία που είχαμε με το ειδικό προσωπικό της.

Θερμές ευχαριστίες οφείλουμε επίσης στο Διευθυντή του ΚΕΨΕ Νέστου κ. Σ. Παπαδόπουλο και στο προσωπικό, με πρώτο τον κ. Γ. Δημοτσίκη και τον καπετάνιο του σκάφους της ΔΕΗ τον Κ. Δημοσθένους για την αμέριστη βοήθεια και συμπαράσταση στο έργο μας.

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η λίμνη Θησαυρού δημιουργήθηκε στην ανάντη του ομώνυμου φράγματος ενδοορεινή λεκάνη του Νέστου, όπου το νερό κατέκλυσε την κοίτη και μέρος της βάσης της κοιλάδας του Νεονέστου (Psilonikos & Vavliakis 1989).

Έχει τη μορφή ενός φιόρδ. Για στάθμη στα +380 m έχει μήκος 36 km περίπου, πλάτος 200-2700 m περίπου και βάθος το οποίο φθάνει τα 140 m κοντά στο φράγμα, τα 30-40 m στο ύψος της γέφυρας των Παπάδων και είναι λίγα μέτρα στους Ποταμούς.

Το θέαμα της λίμνης αυτής μέσα στον ορεινό όγκο της Ροδόπης με τα πυκνά και ποικίλα δασικά της συμπλέγματα είναι εντυπωσιακό.

Οι διακυμάνσεις της στάθμης της λίμνης κατά την περίοδο του έτους είναι σημαντικές και φθάνουν περίπου τα 30 m, αλλά με τη λειτουργία της κατάντη νέας τεχνητής λίμνης της Πλατανόβρυσης ως ταμιευτήρα επανατροφοδοσίας, αναμένεται να μειωθούν σημαντικά. Η λεκάνη τροφοδοσίας της λίμνης Θησαυρού έχει έκταση περίπου 3700 km², από τα οποία περίπου τα 3320 ανήκουν στη βουλγαρική λεκάνη του Νέστου και του Δοσπάτη.

Με βάση το ν. 2402/96 ο οποίος κυρώνει τη συμφωνία μεταξύ των κυβερνήσεων της Ελληνικής και της Βουλγαρικής Δημοκρατίας για τα ύδατα του ποταμού Νέστου, έχει καθοριστεί η μέση ετήσια απορροή του Νέστου σε 1500 * 10⁶ m³ από τη Βουλγαρία με δικαιώματα στο 29% αυτών για την Ελλάδα (μετρήσεις 1935-70).

Οι μετρήσεις που γίνονται καθημερινά στον ΥΗΣ Θησαυρού για τις εισροές, τις εκροές και τη στάθμη των υδάτων της λίμνης, παρέχουν στοιχεία για τον τρόπο λειτουργίας τόσο του ποτάμιου συστήματος, όσο και της τεχνητής λίμνης (διαχείριση).

ΥΔΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η εργασία αυτή βασίστηκε κυρίως σε έρευνες υπαίθρου, οι οποίες έγιναν και συνεχίζονται να γίνονται από έμπειρη επιστημονική ομάδα με τη βοήθεια του πλήρως εξοπλισμένου ωκεανογραφικού σκάφους ΑΙΟΛΟΣ. Κάθε μήνα πραγματοποιείται μια αποστολή στη λίμνη Θησαυρού με το σκάφος και πραγματοποιούνται πλήρεις μετρήσεις φυσικών και χημικών παραμέτρων της στήλης του νερού. Ταυτόχρονα γίνονται δειγματοληψίες για χημικές και βιολογικές αναλύσεις, με τις οποίες όμως δεν θα ασχοληθούμε στην εργασία αυτή.

Παρότι η έρευνα γίνεται σε ολόκληρο το χώρο της λίμνης, έχουν επιλεγεί τρεις θέσεις της, οι οποίες χρησιμοποιούνται ως σταθμοί μετρήσεων και δειγματοληψιών. Κατ' αυτό τον τρόπο διασφαλίζεται η ακρίβεια και η συγκρισιμότητα των στοιχείων της έρευνας στο χώρο της λίμνης. Οι σταθμοί αυτοί είναι οι ΤΗ-1, ΤΗ-2 και ΤΗ-3 (σχ. 1) οι οποίοι αφορούν στο κύριο σώμα της σταθερής λίμνης Θησαυρού.

Τόσο η λήψη των στοιχείων, όσο και η περαιτέρω επεξεργασία τους γίνεται με υψηλού επιπέδου ηλεκτρονικά όργανα και συσκευές στο ύπαιθρο και στο Εργαστήριο Φυσικής Γεωγραφίας.

Ταυτόχρονα βρίσκονται στη διάθεση της ερευνητικής μας ομάδας και τα στοιχεία λειτουργίας του ΥΗΣ Θησαυρού, με ευγενική παραχώρηση εκ μέρους του Δ/ντή κ. Ι. Μιχαηλίδη, έτσι ώστε να δίνεται η δυνατότητα κατανόησης των φυσικών διεργασιών στη λίμνη μέσω του τρόπου διαχείρισής της από τη ΔΕΗ.

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΗ ΛΙΜΝΗ ΘΗΣΑΥΡΟΥ

α. Το κατάντη - κυρίως σώμα της λίμνης

Προκειμένου να ερευνηθεί η γενική κατάσταση του νερού της λίμνης και η διαμόρφωση της συμπεριφοράς της, μετρήθηκαν στους τρεις σταθμούς ΤΗ-1, ΤΗ-2, ΤΗ-3, οι κάθετες στήλες του νερού ως προς τις παραμέτρους: θερμοκρασία, αγωγιμότητα, pH και διαλυμένο στο νερό οξυγόνο. Οι μετρήσεις είχαν διάρκεια ένα ημερολογιακό έτος από το Δεκέμβριο του 1997 μέχρι το Δεκέμβριο του 1998. Είναι αδύνατο όμως στα πλαίσια της εργασίας αυτής να παρουσιαστούν τα διαγράμματα των μετρήσεων 12 μηνών για 3 σταθμούς και 4 παραμέτρους. Για το λόγο αυτό, μετά από σχετική επεξεργασία παρουσιάζονται οι μηνιαίες πορείες των τιμών των παραμέτρων στους τρεις σταθμούς και σε 3 χαρακτηριστικά βάθη 0m, 40m, 80m, αντιπροσωπευτικά του όλου συστήματος της λίμνης (σχ. 2-3-4). Τα σχόλια τα οποία μπορούν να διατυπωθούν γι' αυτά είναι τα ακόλουθα:

Για τη θερμοκρασία (°C)

Υπάρχει σαφής θερμική στρωμάτωση του νερού στη λίμνη Θησαυρού. Το στρώμα του **επιλιμνίου** ακολουθεί κατά βάση τις μηνιαίες μεταβολές της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας στην περιοχή. Τη ψυχρή περίοδο κυμαίνεται μεταξύ 7°C και 12°C, έχει μεγάλο πάχος (0-40 m περίπου) και διαφέρει ελάχιστα από τη θερμοκρασία του νερού του υπολιμνίου (ασθενής στρωμάτωση). Αντίθετα τη θερμή περίοδο αποκτά υψηλές θερμοκρασίες 23°C-27°C, μικρό πάχος (7-10 m περίπου) και διαφέρει περίπου κατά 20°C από τη θερμοκρασία του υπολιμνίου (ισχυρή στρωμάτωση)

Το στρώμα του **μεταλιμνίου** αναπτύσσεται κυρίως κατά τη θερμή περίοδο σε βάθος μεταξύ 10 m και 60 m, όπου και σημειώνεται ραγδαία μείωση της τιμής της θερμοκρασίας μετά του βάθους. Κατά την ψυχρή περίοδο όμως εξαφανίζεται ή γίνεται ένα στρώμα σχεδόν με το επιλίμνιο.

Το στρώμα του **υπολιμνίου** έχει ισχυρή, σαφή και σταθερή διαμόρφωση σε βάθη μεγαλύτερα των 60 m και σταθερή θερμοκρασία 6-7°C καθόλη τη διάρκεια του έτους. Η κατάσταση του στρώματος αυτού μπορεί να επηρεαστεί από εισροές ψυχρού-πυκνού νερού του Νέστου, ίσως με προέλευση από τα χιονισμένα όρη Ρίλα, Πίριν και Ροδόπη. Το νερό αυτό έχει θερμοκρασία 3-5°C και κινείται στο στρώμα του υπολιμνίου μέχρι το φράγμα, οπότε προκαλεί την ανανέωσή του.

Η κατάσταση αυτή δημιουργεί στη λίμνη Θησαυρού ένα θερμικό βραχυκύκλωμα μεταξύ του υπολιμνίου και των ανώτερων στρωμάτων του νερού με συνέπεια την αδυναμία ανάμειξης της στήλης του νερού και το σχηματισμό ενός βαθύτερου στρώματος στάσιμου νερού, το οποίο οδηγείται σε ευξενισμό κατά τη διάρκεια της θερμής περιόδου του έτους

Για την αγωγιμότητα ($\mu\text{S/cm}$)

Οι τιμές της αγωγιμότητας στο νερό της λίμνης κυμαίνονται μεταξύ 170 $\mu\text{S/cm}$ και 270 $\mu\text{S/cm}$ και θεωρούνται πολύ χαμηλές. Παρουσιάζουν μάλιστα σχετική σταθερότητα στη στήλη του νερού της λίμνης και μέσα στα όρια της ετήσιας μεταβολής. Γενικά, το επιφανειακό στρώμα έχει τις χαμηλότερες τιμές για όλο τον ετήσιο κύκλο, λίγο αυξημένες κατά τη βροχερή περίοδο του έτους. Το βαθύτερο στρώμα (υπολίμνιο) έχει τις υψηλότερες τιμές και σχετικά σταθερότερες κατά τη διάρκεια του έτους.

Για το pH

Το επιφανειακό στρώμα (επιλίμνιο) έχει τιμές μεγαλύτερες των άλλων στρωμάτων κατά τη διάρκεια του έτους, υψηλότερες κατά τη θερινή περίοδο (8.5-9.3) και μικρότερες κατά την ψυχρή περίοδο (7.3-8.2). Στα βαθύτερα στρώματα οι τιμές παραμένουν σταθερές μεταξύ 7.0 και 7.5 περίπου.

Η θέρμανση του επιφανειακού νερού και η έντονη βιολογική δραστηριότητα σ' αυτό κατά τη θερμή περίοδο, συμβάλλουν στην αύξηση της τιμής του pH στη λίμνη.

Για το διαλυμένο οξυγόνο (O_2 mg/l)

Οι τιμές του διαλυμένου στο νερό οξυγόνου παρουσιάζονται πάντοτε αυξημένες στο επιλίμνιο, ραγδαία μειούμενες στο μεταλίμνιο και πολύ μικρές έως μηδενικές στο υπολίμνιο.

Το επιφανειακό στρώμα του νερού είναι πάντοτε οξυγονωμένο λόγω της επαφής του με τον ατμοσφαιρικό αέρα και τις διεργασίες που συμβαίνουν σε αυτό. Κατά την περίοδο των βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων (χειμώνας και άνοιξη) η εισροή μεγάλων όγκων ψυχρού και καλά οξυγονωμένου νερού του Νέστου κατευθύνεται προς το υπολίμνιο και προκαλεί την οξυγόνωση και την ανανέωση του νερού στα βαθύτερα τμήματα της λίμνης. Σε ορισμένες μάλιστα περιπτώσεις οι τιμές είναι μεγαλύτερες στο βάθος από ό,τι είναι στην επιφάνεια. Η εισροή αυτή γίνεται υπό μορφή σφηνοειδών διεισδύσεων και προηγείται χρονικά στη στήλη του νερού στη θέση ΤΗ-3 (γέφυρα Παλάδων) και έπεται στη θέση ΤΗ-1 (κοντά στο φράγμα).

Κατά την ξηρή-θερμή περίοδο (θέρος και φθινόπωρο) οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου μειώνονται δραματικά στα βαθύτερα στρώματα του νερού 40-60 m και μηδενίζονται στο υπολίμνιο. Κατ' αυτό τον τρόπο δημιουργείται ένα στάσιμο ανοξικό στρώμα νερού στο οποίο παύουν οι αερόβιες και αρχίζουν οι αναερόβιες διεργασίες. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η δράση θειοβακτηρίων στο ανοξικό στρώμα του νερού η οποία οδηγεί στην παραγωγή υδροθείου.

Έχει παρατηρηθεί ότι η καθημερινή λειτουργία του ΥΗΣ Θησαυρού και η έξοδος από τη λίμνη μεγάλων όγκων νερού, μέσω του ρουφράκτη, επιδρά θετικά στην ανατάραξη της στήλης του νερού στη θέση ΤΗ-1 και στη μείωση της περιεκτικότητας του νερού σε υδροθείο.

Κατά συνέπεια το νερό της λίμνης Θησαυρού παρουσιάζει το φαινόμενο του ευξενισμού, το οποίο έχει ένα σαφή εποχιακό χαρακτήρα και δημιουργεί συνθήκες παραγωγής υδροθείου στο στάσιμο νερό του υπολιμνίου της.

Παραγωγή υδροθείου στο υπολίμνιο του Θησαυρού

Η μείωση της περιεκτικότητας σε οξυγόνο του νερού του υπολιμνίου, το οποίο έχει χαμηλή θερμοκρασία 6-7°C, υψηλή πυκνότητα και βρίσκεται σε κατάσταση στασιμότητας, αρχίζει κατά τη διάρκεια του Ιουλίου-Αυγούστου, ενώ ο μηδενισμός της τιμής του οξυγόνου και η έναρξη των ανοξικών διεργασιών φαίνεται ότι αρχίζει προς το τέλος Αυγούστου και συνεχίζεται μέχρι και το τέλος Νοεμβρίου περίπου. Κατ' αυτή την περίοδο υπάρχει διαλυμένο στο νερό του υπολιμνίου υδροθείο περισσότερο από 3 mg/l, το οποίο διαχέεται και προς το στρώμα του νερού του μεταλιμνίου. Όταν τεθεί σε λειτουργία ο ΥΗΣ Θησαυρού και αρχίζει το νερό της λίμνης να οδηγείται στους υδροστροβίλους, αυτό προέρχεται από το μεταλίμνιο (βάθος ρουφράκτη 40 m) και περιέχει υδροθείο. Κατά την εκτόνωση του νερού στο βάθος του σταθμού παραγωγής το υδροθείο απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα και δημιουργεί σοβαρούς κινδύνους στο προσωπικό και στα όργανα-μηχανήματα του σταθμού. Διαχέεται μάλιστα στην εξωτερική περιοχή του φράγματος και των εγκαταστάσεων και προκαλεί τη γνωστή δυσσομία του υδροθείου στην ατμόσφαιρα.

Έχει παρατηρηθεί ότι η καθημερινή και έντονη λειτουργία του ΥΗΣ κατά τους θερινούς μήνες, μειώνει σοβαρά τη συγκέντρωση του υδροθείου στη θέση ΤΗ-1 και τους κινδύνους που προέρχονται από αυτήν.

Β. Το ανάντη-δευτερεύον σώμα της λίμνης

Παρατηρήσεις, μετρήσεις και δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν και στο ανάντη τμήμα της λίμνης, το οποίο χαρακτηρίζεται από μικρό βάθος, μεγάλο πλάτος κατά περιοχές και μεγάλες διακυμάνσεις στη στάθμη (30 m) και στην έκταση της λίμνης. Το τμήμα αυτό έχει τελείως διαφορετική συμπεριφορά γιατί επηρεάζεται ισχυρά από τους ποταμούς Νέστο και Δοσπάτη.

Κατά την περίοδο της υψηλής στάθμης (+370 m +380 m) τέλος άνοιξης - αρχές θέρους το νερό της λίμνης εισχωρεί στις εγκιβωτισμένες κοιλάδες του Νέστου και Δοσπάτη, στις οποίες εκβάλλουν οι ποταμοί και τις οποίες τροφοδοτούν σε νερό και φερτά υλικά. Οι εισροές είναι αυξημένες κατ' αυτή την περίοδο.

Κατά την περίοδο της χαμηλής στάθμης (+350 έως +360 m) τέλος θέρους και όλο το φθινόπωρο, η λίμνη υποχωρεί κατά πολλά χιλιόμετρα (8-9 km) στην περιοχή των Ποταμών και οι ποταμοί Νέστος και Δοσπάτης ρέουν μέσα στον πυθμένα της. Το βάθος της είναι μικρό και δημιουργούνται συνθήκες ποταμολιμναίων διεργασιών. Στο χώρο αυτό σχηματίζεται σιγά-σιγά το δελταϊκό σύστημα Νέστου-Δοσπάτη, το οποίο προσχώνει τη λίμνη και μειώνει τον ωφέλιμο όγκο της. Δημιουργεί ταυτόχρονα τις προϋποθέσεις εξέλιξής του σε υδροβιότοπο.

Παρατηρήθηκε ότι κατά τη διάρκεια της ψυχρής περιόδου του έτους το νερό στο ανάντη σώμα της λίμνης παγώνει επιφανειακά (φωτ.1) και δημιουργεί συνθήκες αναστροφής της στρωμάτωσής του. Παρότι το φαινόμενο δεν είναι μόνιμο, η συχνή επανάληψή του βοηθά στη λειτουργία του λιμναίου συστήματος και στην ανανέωση του νερού σ' αυτήν.

ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο ταμειυτήρας του Θησαυρού στον ποταμό Νέστο μετά την πλήρωσή του και το σχηματισμό της ομώνυμης λίμνης το 1996-97 άρχισε να λειτουργεί ως ένα λιμναίο σύστημα.

Ορισμένα χαρακτηριστικά του συστήματος αυτού έπαιξαν και εξακολουθούν να παίζουν βασικό ρόλο στις λειτουργίες του, όπως είναι η μορφολογία της λίμνης (τύπου φιόρδ), η μεγάλη διακύμανση της στάθμης της (30 m) της έκτασής της (κατά 8.5 km²) και του όγκου της (κατά 370*10⁶ m³), το μεγάλο βάθος της (περίπου 140 m) κοντά στο φράγμα και το μικρό βάθος της στην ανάντη περιοχή των Ποταμών. Παρόμοια χαρακτηριστικά απαντώνται σε ταμειυτήρες τέτοιου τύπου και αναφέρονται από τους Slota (1973), Arai (1973), Wetzal (1983), Wunderlich (1973).

Η λίμνη Θησαυρού με βάση τις λειτουργίες της μπορεί να χωριστεί σε δύο τμήματα:

Το ανάντη τμήμα (δευτερεύον) με μικρό βάθος, μεγάλες διακυμάνσεις στάθμης, έκτασης και όγκου νερού και ισχυρή επηροή από τους ποταμούς Νέστο και Δοσπάτη. Στο τμήμα αυτό το νερό παγώνει επιφανειακά κατά την ψυχρή περίοδο του έτους και καταλήγουν μεγάλοι όγκοι νερού και φερτών υλών. Λειτουργεί επομένως ως ποταμολιμναίο σύστημα.

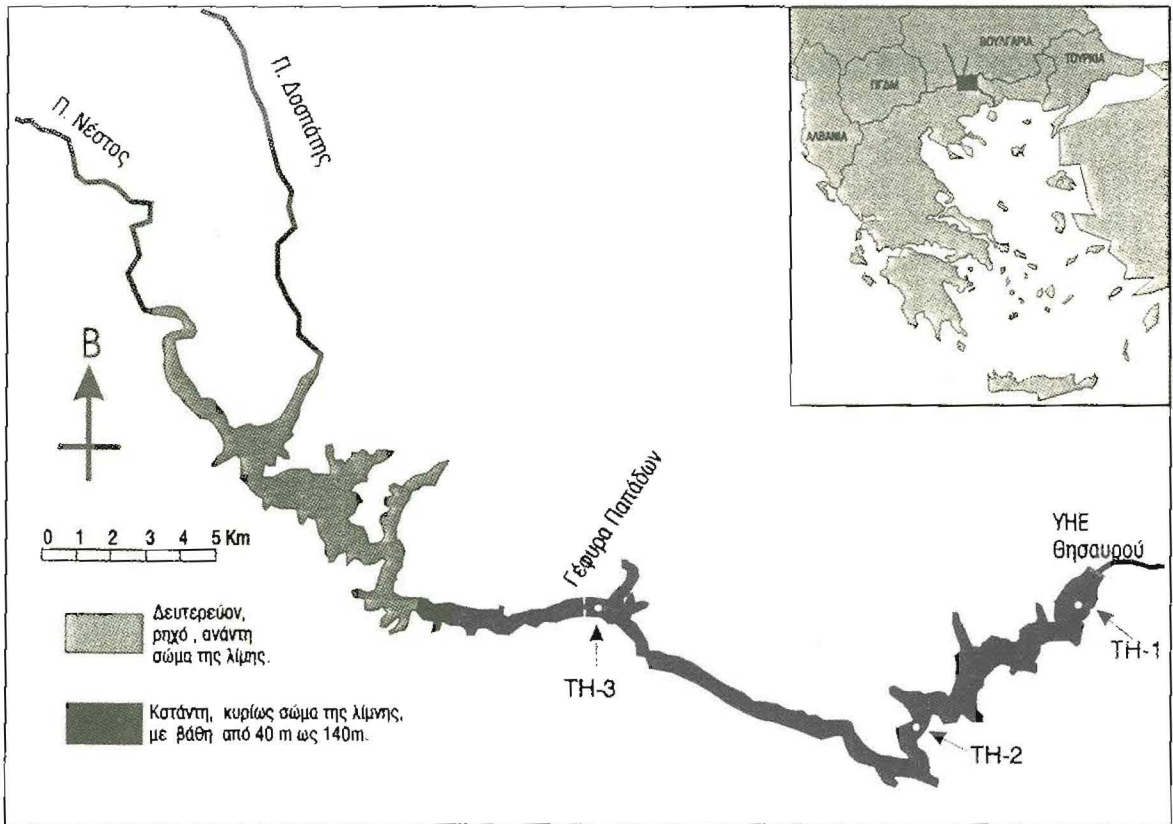
Το κατάντη τμήμα (κυρίως), με μεγάλο βάθος αλλά με αρκετή σταθερότητα του λιμναίου συστήματος. Στο τμήμα αυτό αναπτύχθηκαν ταχύτατα τα τυπικά λιμναία γνωρίσματα, αλλά με δυο ιδιαιτερότητες. Η πρώτη αφορά στη στρωμάτωση της λίμνης και στη δημιουργία σταθερού υπολιμνίου στο βαθύτερο τμήμα με ψυχρό-πυκνό νερό (6-7°C) το οποίο αποκτά χαρακτήρες στασιμότητας.

Η δεύτερη αφορά στη δημιουργία συνθηκών έλλειψης οξυγόνου στο στρώμα αυτό και μετατροπής του σε ανοξικό κατά τη διάρκεια του θέρους και του φθινοπώρου. Οι αερόβιες διεργασίες αντικαθίστανται από αναερόβιες, οι οποίες οδηγούν στη δράση θειοβακτηρίων και στην παραγωγή υδροθείου. Το υδροθείο αυτό εκφορτίζεται στους υδροστροβίλους του ΥΗΣ Θησαυρού και απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα κατά περιόδους οπότε οι κίνδυνοι για τους εργαζόμενους, τα όργανα, τα μηχανήματα και το περιβάλλον είναι σοβαροί. Ευτυχώς, η εισροή καθαρού (φρέσκου) νερού του Νέστου και του Δοσπάτη στο υπολίμνιο οξυγονώνει και ανανεώνει το νερό κατά τη διάρκεια του χειμώνα και της άνοιξης και αποκαθιστά την ομαλή λειτουργία της λίμνης.

Σημαντικό ρόλο παίζει ο τρόπος λειτουργίας του ΥΗΣ Θησαυρού στον ετήσιο κύκλο της λίμνης, λόγω των εκροών μεγάλου όγκου νερού κατά τους ξηρούς μήνες του έτους και των αναταράξεων που προκαλεί στο βαθύτερο τμήμα της λίμνης κοντά στο φράγμα του Θησαυρού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Arai, T., 1973. Thermal Structure of Artificial Reservoir. (In: Ackermann W.C., White, G.F., Worthington E.B. (Eds.). *Man-Made Lakes: Their Problems and Environmental Effects*. American Geophysical Union, geophysical monograph 17, Washington D.C.)
- Psilovikos, A., Vavliakis, E., 1989. Contribution to the evolution of the river Nestos valley in the Greek territory. *Geographica Rhodopica*, Sofia. I: 26-33.
- SIotta, L.S., 1973. Stratified Reservoir Density Flows Influenced by Entering Streamflows. (In: Ackermann W.C., White, G.F., Worthington E.B. (Eds.) *Man-Made Lakes: Their Problems and Environmental Effects*. American Geophysical Union, geophysical monograph 17, Washington D.C.)
- Wetzel, R.G., 1983. *Limnology*. Saunders College Publishing. Philadelphia.
- Wunderlich, W.O. and Elder, R.A., 1973. Mechanics of Flow through Man-Made Lakes. (In: Ackermann W.C., White, G.F., Worthington E.B. (Eds.) *Man-Made Lakes: Their Problems and Environmental Effects*. American Geophysical Union, geophysical monograph 17, Washington D.C.)
- Ψιλοβίκος και συνεργάτες, 1998-99. Έρευνα παρακολούθησης των διεργασιών του ποτάμιου συστήματος του Νέστου μέσω της εγκατάστασης και λειτουργίας πειραματικού αυτοματοποιημένου τηλεμετρικού δικτύου και έρευνα της δυναμικής ισορροπίας των φερτών υλών. Τεύχη, Α, Β, Γ, Δ Ερ. Πρ. 7288 της Ε.Ε., Α.Π.Θ. για τη ΔΕΗ, Θεσσαλονίκη.
- Ψιλοβίκος και συνεργάτες, 1998-99. Έρευνα του προβλήματος του ευξείνισμού της τεχνητής λίμνης Θησαυρού στον ποταμό Νέστο και έκλυσης υδροθείου στο σταθμό παραγωγής (ΥΗΣ Θησαυρού). Τεύχη Α, Β, Ερ. Πρ. 7730 της Ε.Ε., Α.Π.Θ. για τη ΔΕΗ, Θεσσαλονίκη.

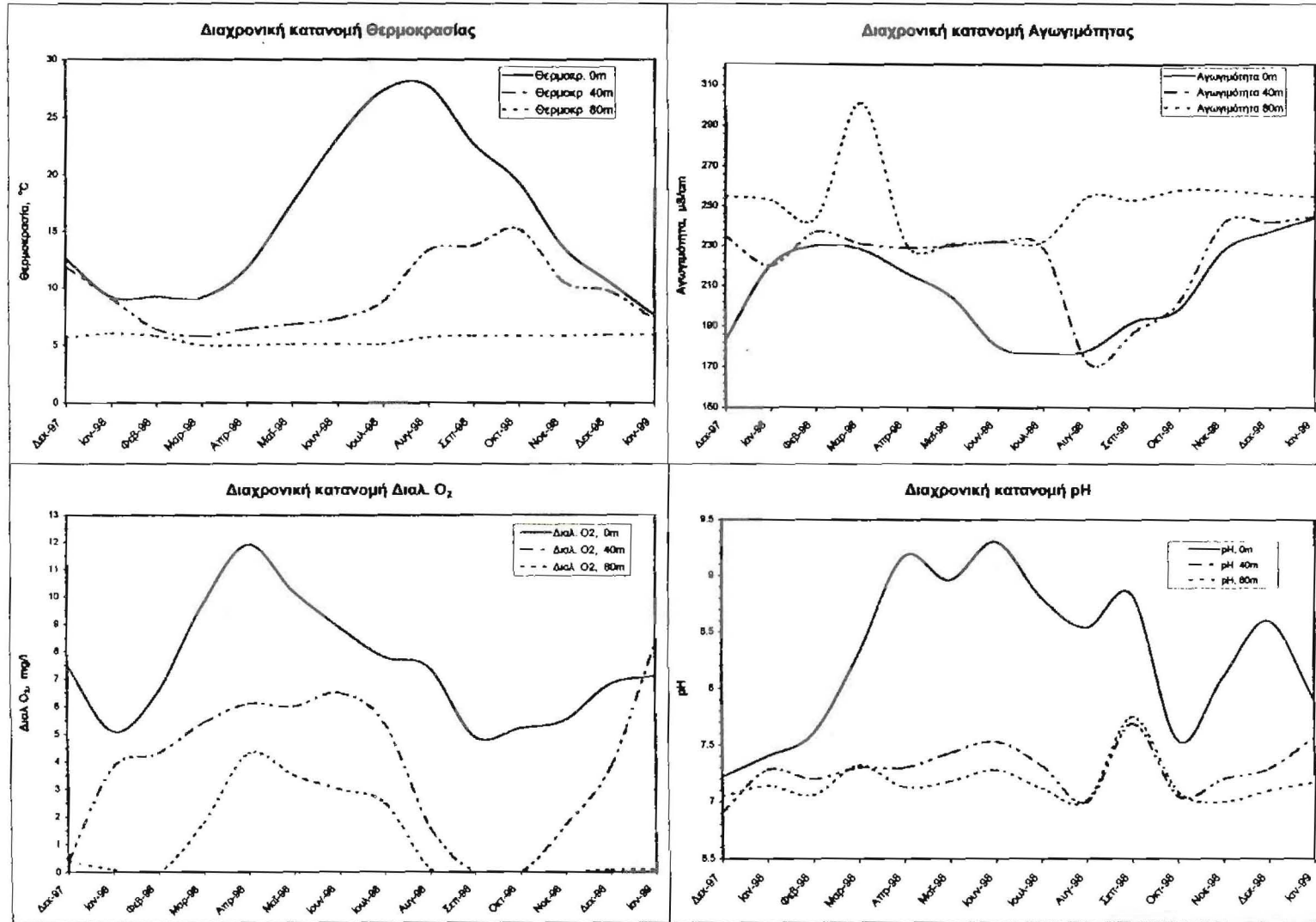


Σχήμα 1. Η λίμνη Θησαυρού στον ποταμό Νέστο, και οι θέσεις των σταθμών μετρήσεων και δειγματοληψίας.



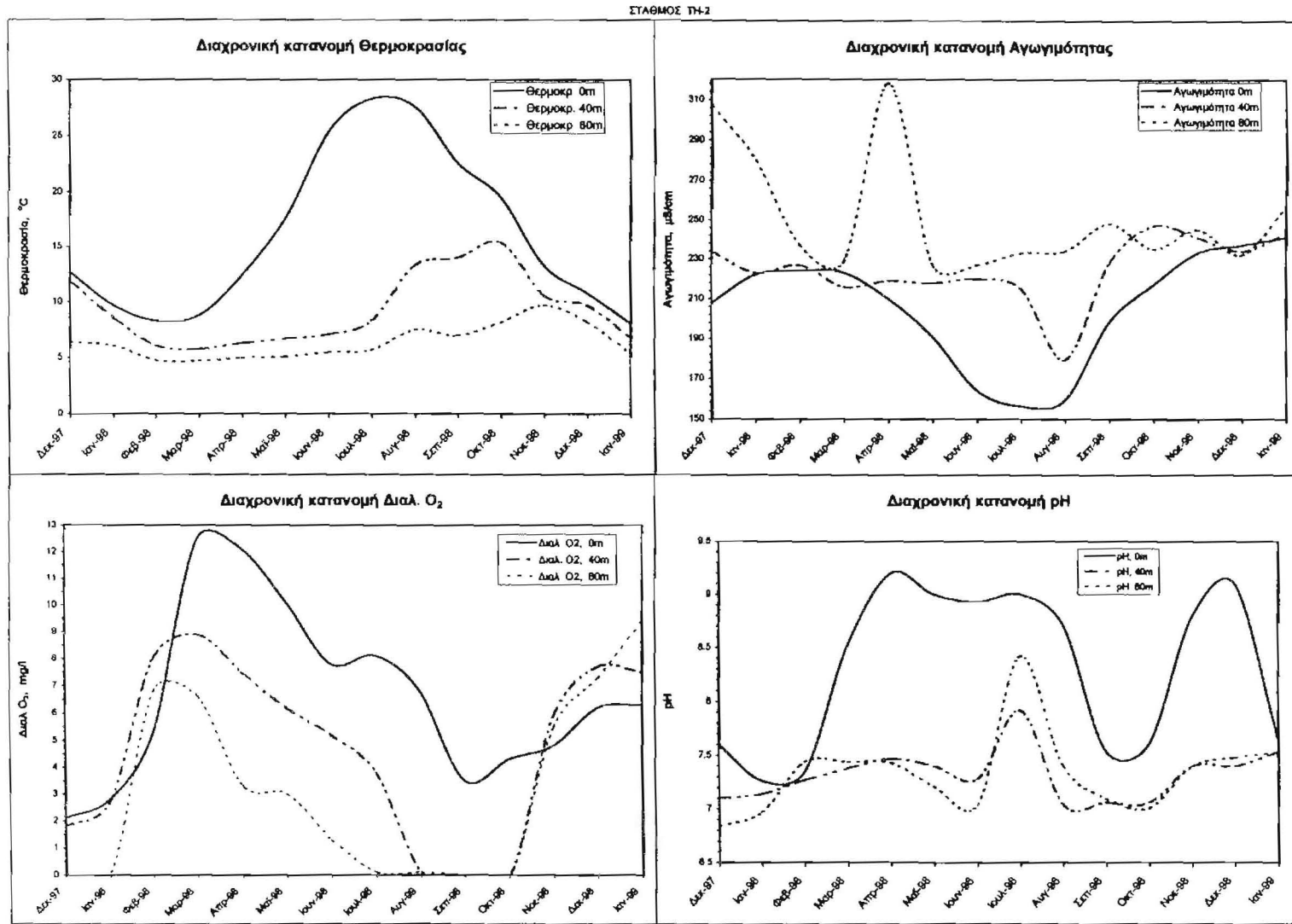
Φωτ. 1. Πάγος από την επιφάνεια του ανάντη τμήματος της λίμνης.

ΣΤΑΘΜΟΣ ΤΗ-1



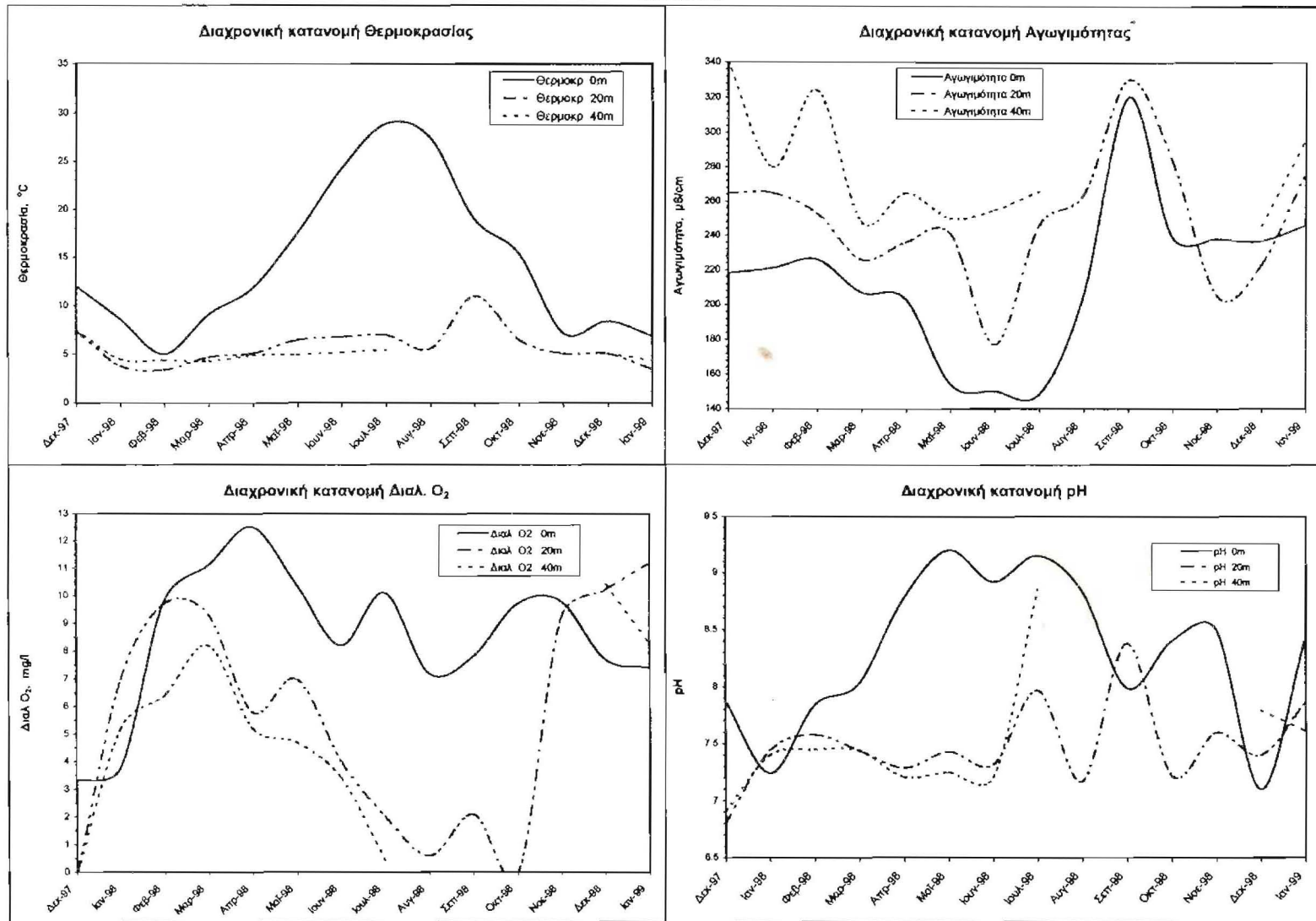
Σχήμα 2. Γραφική απεικόνιση των μηνιαίων τιμών της θερμοκρασίας, της αγωγιμότητας, του pH και του διαλυμένου οξυγόνου, στην επιφάνεια, σε βάθος 40m και σε βάθος 80m, στον σταθμό ΤΗ-1.

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.



Σχήμα 3. Γραφική απεικόνιση των μηνιαίων τιμών της θερμοκρασίας, της αγωγιμότητας, του pH και του διαλυμένου οξυγόνου, στην επιφάνεια, σε βάθος 40m και σε βάθος 80m, στον σταθμό ΤΗ-2.

ΣΤΑΘΜΟΣ ΤΗ-3



Σχήμα 4. Γραφική απεικόνιση των μηνιαίων τιμών της θερμοκρασίας, της αγωγιμότητας, του pH και του διαλυμένου οξυγόνου, στην επιφάνεια, σε βάθος 20m και σε βάθος 40m, στον σταθμό ΤΗ-3. Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.