

Υπερετήσιες μεταβολές της θερμοκρασίας των νερών στο ποταμολιμναίο σύστημα του Νέστου

ΑΛΜΠΑΝΑΚΗΣ Κ. ¹

ABSTRACT

The drainage network of Nestos River is consisting of a transboundary system entering the Greek territory from Bulgaria with two main channels Nestos and Dospatis, draining a mountainous watershed area. In the Greek territory two reservoirs were constructed, Thesaurus and Platanovrisi, with their hydroelectricity power plants. An automated monitoring system is installed in the Greek part of the watershed including four permanent monitoring stations recording water temperature among other environmental parameters. One station is installed in each of the two main branches entering Greece (Nestos and Dospatis); a third floatind over the deepest area of Thesaurus Reservoir; and a fourth in the main river channel in the Nestos delta plain. Continuous monitoring, over almost a decade after the construction of the dams, enables the determination of long term water temperature variations. Downstream of the dams the river water derived from the cool hypolimnion is characterized by low temperatures, even if it flows in the delta region, during the summer. However, the recorded temperature variations show a small positive trend in the recent summers. The hypolimnion of the Thesaurus Reservoir exhibits a constant increase from 4 – 6.5° in 1998 – 2000 to 8 – 11° C in 2007. The very cold river water temperatures, during summer, in the delta area during the first years, after dam construction (14 - 21° C), seem to improving recently (19 - 25° C), with the temperatures rarely drop below 20° C. This change could be attributed to the dramatic decrease (in the order of 40 - 50%) of the number of days that cold water masses (<6.5° C) flowing to Greece from the Bulgarian part of the watershed.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η τηλεμετρική παρακολούθηση του ποταμολιμναίου συστήματος του Νέστου με αυτόματους σταθμούς καταγραφής θερμοκρασίας νερού (μεταξύ άλλων παραμέτρων) σε διάφορα σημεία, έδωσε την δυνατότητα να εντοπιστούν διαχρονικές μεταβολές που επήλθαν, μετά από μια δεκαετία από την λειτουργία των ταμιευτήρων. Συγκεκριμένα, ένα αρχικό περιβαλλοντικό πρόβλημα, αυτό της ροής ψυχρότερων για την εποχή νερών στο δέλτα του ποταμού φαίνεται να βελτιώνεται τα τελευταία χρόνια. Το υπολίμνιο του ταμιευτήρα του Θησαυρού παρουσιάζει συνεχή άνοδο της θερμοκρασίας από 5 – 6,5° C το 1998-2000 στους 8 - 11° C το 2007. Σαν αιτία εντοπίστηκε η σημαντική ελάττωση (40 - 50%) του αριθμού των ημερών κατά τις οποίες πολύ ψυχρά νερά (<6,5° C) εισέρχονται από την Βουλγαρία, μέσω της διασυνοριακής λεκάνης απορροής.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

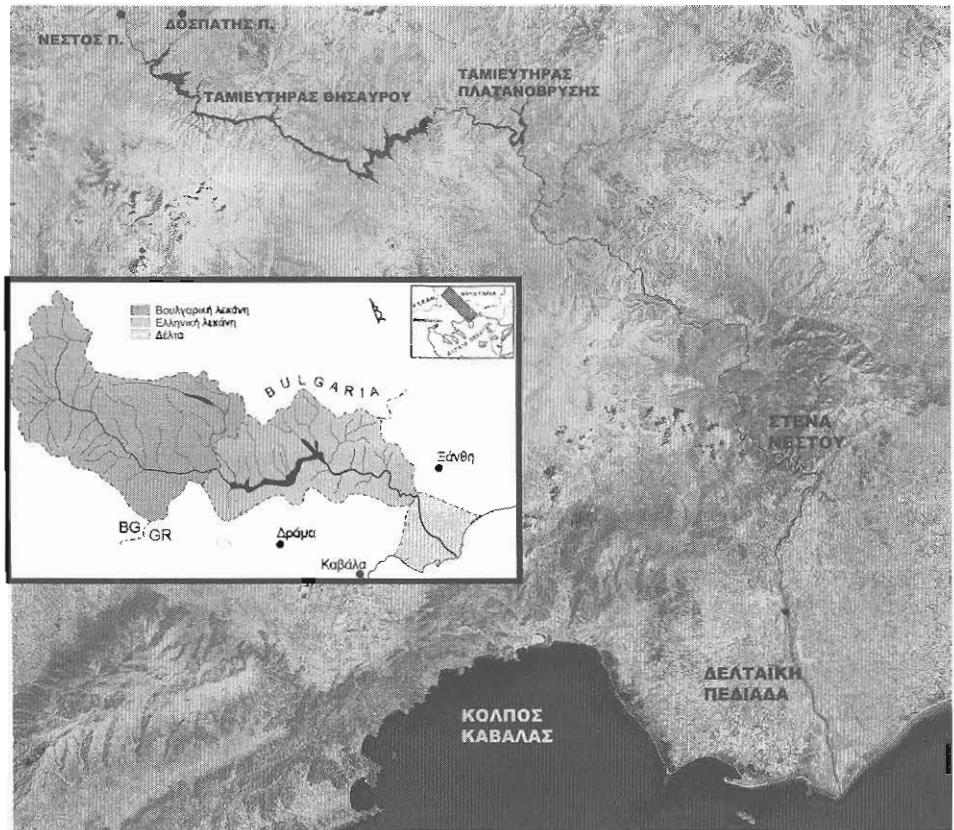
Οι κατασκευές φραγμάτων στον κύριο ρου μεγάλων ποτάμιων συστημάτων συχνά δέχονται κριτικές για τις τροποποιήσεις που επιφέρουν στο φυσικό σύστημα, για το λόγο αυτό επιβάλλεται από την νομοθεσία η εγκατάσταση αυτόματων σταθμών παρακολούθησης. Στον ποταμό Νέστο έχουν κατασκευαστεί από τη ΔΕΗ δύο φραγαλιμένες, του Θησαυρού και Πλατανόβρου-

σης, οι οποίες συμπληρώνουν περίπου μία δεκαετία από την λειτουργία τους. Το ποτάμιο και λιμναίο σύστημα του Νέστου παρακολουθείται συστηματικά από την κατασκευή των ταμιευτήρων ως σήμερα από την ερευνητική ομάδα ΠΕΡΣΕΑΣ του Α.Π.Θ. για λογαριασμό και με χρηματοδότηση της ΔΕΗ. Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται παρατηρήσεις που

INTER ANNUAL WATER TEMPERATURE VARIATIONS IN NESTOS RIVER-RESERVOIR SYSTEM, NORTHERN GREECE.

¹ Τομέας Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, Α.Π.Θ., albabaki@geo.auth.gr

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



Σχήμα 1: Η διαδρομή του Νέστου Ποταμού στο ελληνικό έδαφος όπως απεικονίζεται σε δορυφορική εικόνα, όπου φαίνονται οι κύριοι παραπόταμοι, οι τεχνητοί ταμειυτήρες, τα στενά και η δελταϊκή πεδιάδα του ποταμού. Με μαύρες κουκίδες είναι οι θέσεις των σταθμών παρακολούθησης. Στο ένθετο σκαρίφημα φαίνεται η διασυνοριακή λεκάνη απορροής του Νέστου (από Psilavikos Ar. et al. 2006).

αφορούν διακυμάνσεις της θερμοκρασίας στην διάρκεια των τελευταίων ετών.

2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο ποταμός Νέστος αποτελεί το όριο της Μακεδονίας με τη Θράκη. Πηγάζει από τα όρη Ρίλα και Ροδόπη της ΝΔ Βουλγαρίας και μόλις εισέλθει στο ελληνικό έδαφος συμβάλλει με τον κύριο παραπόταμό του, τον Δοσπάτη στο χωριό Ποταμό, μόλις 3 km από τα σύνορα. Ο Δοσπάτης εισέρχεται και αυτός στο ελληνικό έδαφος από την Βουλγαρία. Η συνολική διαδρομή του

Νέστου στο Βουλγαρικό και Ελληνικό έδαφος έχει μήκος 234 km, από τα οποία τα 130 km βρίσκονται εντός ελληνικού εδάφους. Η εκβολή του βρίσκεται στο Θρακικό πέλαγος απέναντι από την Θάσο. Η λεκάνη απορροής του Νέστου έχει έκταση 5479 Km² από τα οποία τα 3437 Km² (περίπου το 60 %) ανήκουν στη Βουλγαρία και τα υπόλοιπα 2042 Km² στην Ελλάδα (Psilavikos et al. 2006).

Στον π. Νέστο ο ταμειυτήρας του Θησαυρού βρίσκεται αμέσως μετά την είσοδό του ποταμού στον ελληνικό χώρο, και καταλαμβάνει μια στενή και επιμήκη λεκάνη με μέγιστο βάθος 150 m.

Ακολουθεί ο ταμιευτήρας της Πλατανόβρυσης, μικρότερων διαστάσεων με μέγιστο βάθος 90 m.

Μετά τους ταμιευτήρες, ο Νέστος διέρχεται από μία ενδοορεινή λεκάνη, αυτήν του Παρανεστίου – Σταυρούπολης, η οποία έχει έξοδο προς την δελταϊκή πεδιάδα μέσω ενός συστήματος εγκιβωτισμένων μαιάνδρων. Εδώ υπάρχει ένα τοπίο εξαιρετικής και σπάνιας ομορφιάς γνωστό ως 'τα Στενά του Νέστου' τα οποία προστατεύονται από εθνικούς και διεθνείς νόμους και συμβάσεις για τη μεγάλη περιβαλλοντική τους αξία (Οδηγία 79/409/ΕΟΚ, Σύμβαση Βαρκελώνης, Αισθητικό Δάσος, Natura 2000).

Μετά την έξοδο από τα Στενά, πριν το ποτάμι συνεχίσει την ροή του στην δελταϊκή πεδιάδα, υπάρχει ένα φράγμα ανάσχεσης της ροής στους Τοξότες, από το οποίο διαμοιράζεται το νερό στα αρδευτικά δίκτυα. Το αρδευτικό νερό δεν επιστρέφει ξανά στην κύρια κοίτη του ποταμού αλλά εκβάλλει στη θάλασσα από ανεξάρτητα κανάλια. Μετά το φράγμα ανάσχεσης το ποτάμι, διασχίζει την δελταϊκή πεδιάδα εγκιβωτισμένο σε αναχώματα μέχρι το στόμιο της εκβολής του. Στην περιοχή της εκβολής του ποταμού, υπάρχουν εναλλαγές από ελώδεις εκτά-

σεις, παρόχθια δενδρώδη και θαμνώδη βλάστηση και παράκτιες λαγκούνες, δημιουργώντας εξαιρετικούς οικοτόπους για ανάπτυξη ορνιθοπανίδας. Έτσι σχηματίζεται ένας σημαντικός υγροβιότοπος προστατευμένος από την συνθήκη του Ramsar.

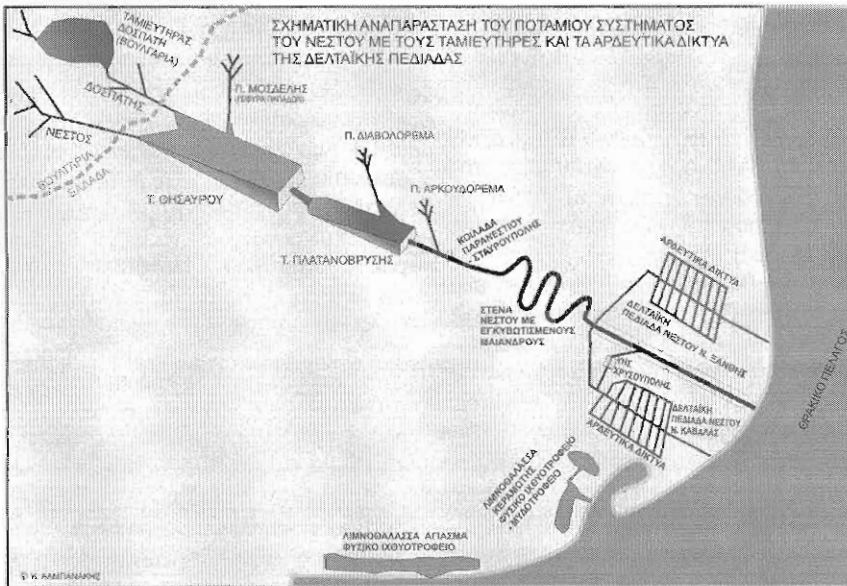
2.1. ΦΥΣΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΤΟ ΠΟΤΑΜΟΛΙΜΝΑΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Συνοπτικά οι φυσικές διεργασίες στο ποταμολιμναίο σύστημα του Νέστου μπορεί να περιγραφούν ως εξής:

Ο Νέστος και ο Δοσπάτης εισέρχονται στο ελληνικό έδαφος και σχεδόν αμέσως εκβάλλουν στον Ταμιευτήρα του Θησαυρού.

Ο Ταμιευτήρας του Θησαυρού έχει σχηματιστεί σε μια βαθειά και στενή κοιλάδα και έχει μεγάλο βάθος το οποίο φτάνει τα 150 m. Παρουσιάζει επίσης μεγάλη διακύμανση στάθμης η οποία μπορεί να φτάσει και τα 44 m ανάλογα την εποχή.

Το μεγάλο βάθος της λίμνης ευνοεί τον σχηματισμό ενός μόνιμου θερμοκλιού με ένα ψυχρό υπολίμνιο με θερμοκρασίες 5° ως 8° C. Το



Σχήμα 2: Σχηματική αναπαράσταση του ποταμολιμναίου συστήματος του Νέστου.

διαλυμένο O_2 παρουσιάζει πολύ χαμηλές τιμές μετά την θερμή θερινή περίοδο μέχρι πλήρους μηδενισμού του και σχηματισμού υδρόθειου το οποίο ήταν πολύ έντονο στο αρχικό στάδιο δημιουργίας του ταμειυτήρα (Moustaka - Gouni et al. 2000).

Η κατάσταση αυτή όμως βελτιώνεται με την ανάστροφη λειτουργία των μονάδων παραγωγής ρεύματος και την άντληση νερών από την Πλατανόβρυση προς τον Θησαυρό τις ώρες μειωμένης ζήτησης ρεύματος (Αλμπανάκης et al. 2001).

Η ανανέωση των νερών του υπολίμνιου γίνεται τόσο με την βύθιση των επιφανειακών νερών όταν αρχίσει η ψυχρή περίοδος, μετά τον Οκτώβριο, αλλά και στην έναρξη της πολύ θερμής περιόδου τον Μάιο, όταν ψυχρά καλά οξυγονωμένα νερά των ποταμών από το λιώσιμο των χιονιών εισέρχονται στη λίμνη και αντικαθιστούν τα νερά του υπολίμνιου (Moustaka - Gouni et al. 2000, Albanakis et al. 2001).

Η έξοδος των νερών του Θησαυρού προς την Πλατανόβρυση γίνεται από βάθος το οποίο ανάλογα την εποχή παροχετεύει νερά της βάσης του μεταλίμνιου ή του υπηλίμνιου. Αυτό σημαίνει ότι ακόμα και το καλοκαίρι τα ψυχρά νερά από τον ταμειυτήρα του Θησαυρού γεμίζουν τον ταμειυτήρα της Πλατανόβρυσης. Τα επιφανειακά νερά της λίμνης αυτής, τη θερμή περίοδο σχηματίζουν ένα θερμό επιλίμνιο, αλλά η έξοδος τους από την Πλατανόβρυση γίνεται επίσης από βάθος, παροχετεύοντας προς τα καπάνη τα ψυχρά νερά του υπολίμνιου ρεύματος (Αλμπανάκης et al 2001).

Μετά την Πλατανόβρυση στο Νέστο συμβάλλει το Αρκουδόρεμα και κατόπιν διασχίζει την ενδοορεινή λεκάνη του Παρανεστίου – Σταυρούπολης, εφαιπόμενος στο ΝΔ όριο της λεκάνης.

Αμέσως μετά την έξοδο από τα στενά, στην γέφυρα στους Τοξότες, υπάρχει ένα φράγμα ανάσχεσης της ροής το οποίο χρησιμεύει στο να δημιουργεί μια σταθερή στάθμη για να μπορεί το νερό να παροχετεύεται στα δύο αρδευτικά δίκτυα, ανατολικά και δυτικά της κύριας κοίτης, στην δελταϊκή πεδιάδα (Σχήμα 2).

Καπάνη της γέφυρας των Τοξωτών, ο Νέστος ρέει κατευθείαν προς τη θάλασσα, εγκιβω-

τισμένος ανάμεσα σε τεχνητά αναχώματα, όπου και εκβάλλει από ένα και μοναδικό στόμιο.

Τα νερά που είχαν διοχετευτεί από τους Τοξότες στα αρδευτικά δίκτυα, αφού διασχίσουν με ένα πυκνό δίκτυο αρδευτικών καναλιών τη δελταϊκή πεδιάδα, εκβάλλουν με αποστραγγιστικές τάφρους στην θάλασσα, μερικά χιλιόμετρα μακρύτερα από το στόμιο εκβολής του ποταμού.

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1. ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΝΕΣΤΟΥ

Στην περιοχή υπάρχει εγκατεστημένο σε λειτουργία σύστημα αυτόματης τηλεμετρικής παρακολούθησης (REMOS) ιδιοκτησίας της ΔΕΗ το οποίο εγκαταστάθηκε στα πρώτα στάδια λειτουργίας των ταμειυτήρων. (Ψιλοβίκος Α.. et al. 2002). Το σύστημα παρακολούθησης περιλαμβάνει πέντε αυτόματους τηλεμετρικούς σταθμούς στις παρακάτω θέσεις:

- Στο Νέστο, ανάντη του Θησαυρού.
- Στο Δοσπάτη, ανάντη του Θησαυρού.
- Στον ταμειυτήρα του Θησαυρού (πλωτός σταθμός).
- Στο Νέστο καπάνη των φραγμάτων, στο ύψος της Χρυσούπολης.
- Λιμοθάλασσα της Κεραμωτής.

Οι παράμετροι που μετρούνται είναι η θερμοκρασία, η αγωγιμότητα, το διαλυμένο O_2 , το pH και η στάθμη του νερού σε όλους τους σταθμούς εκτός του Θησαυρού (όπου η στάθμη παρακολουθείται με ανεξάρτητα συστήματα από την ΔΕΗ για την λειτουργία των Υ/Η Σταθμών).

Η θερμοκρασία του νερού του ποταμού μαζί με τις υπόλοιπες φυσικοχημικές παραμέτρους καταγράφονται από αισθητήρια που βρίσκονται σε πλωτό σύστημα καταμαράν και μετρούν σε βάθος 30 cm από την επιφάνεια του ποταμού. Το καταμαράν είναι αναρτημένο από μικρό γερανό, ο οποίος βρίσκεται σε υψηλότερη θέση, ώστε το πλωτό τμήμα να ακολουθεί τις διακυμάνσεις της στάθμης μετρώντας πάντα σε σταθερό βάθος.

Ο πλωτός σταθμός στον ταμειυτήρα του Θησαυρού βρίσκεται αγκυροβολημένος κοντά στο βαθύτερο του σημείο, πλησίον της υδρολη-

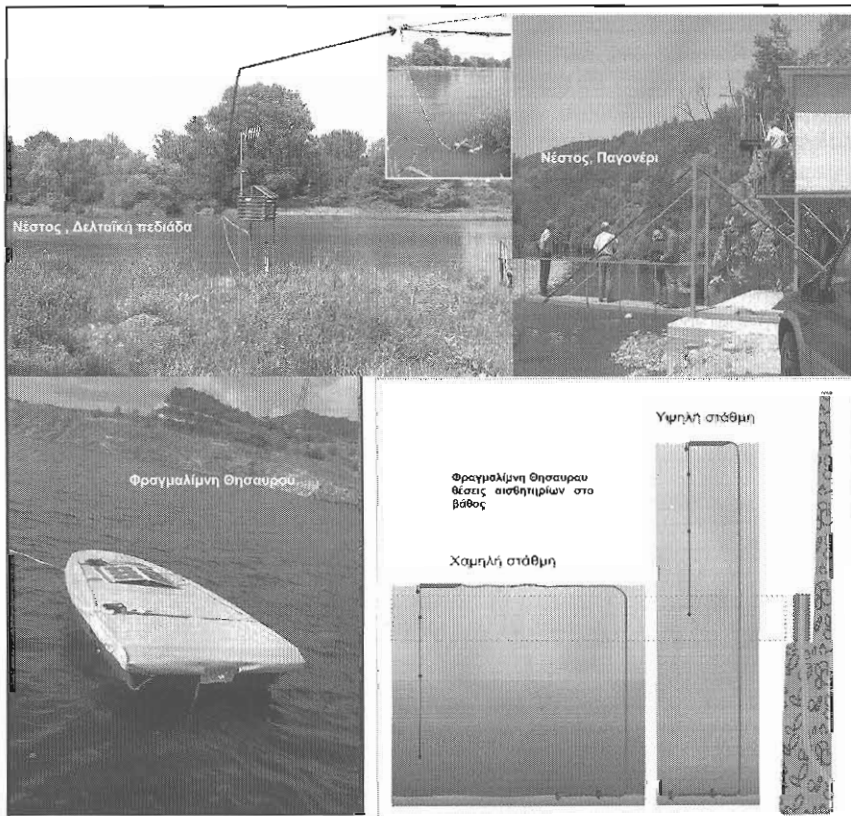
ψίας και μετρά σε 4 βάθη τα οποία βρίσκονται 1, 20, 40 και 70 m από την επιφάνεια. Με τον τρόπο αυτό καταγράφεται η κατάσταση στην επιφάνεια, στην περιοχή του μεταλίμιου και την περιοχή του υπολίμιου.

Τα δεδομένα του σταθμού της Κεραμωτής δεν έχουν χρησιμοποιηθεί στην παρούσα εργασία γιατί αφορούν μια περιοχή που δεν επηρεάζεται άμεσα από την εκβολή του Νέστου.

3.2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Το σύστημα παρακολούθησης καταγράφει την θερμοκρασία του νερού (μαζί με τις υπόλοιπες παραμέτρους) σε ωριαία διαστήματα. Από τις καταγραφές αυτές υπολογίστηκε ο μέσος όρος κάθε 24ώρου και αρχειοθετήθηκε σαν

μέση ημερήσια τιμή. Τα αρχεία με τους μέσους ημερησίους όρους χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία. Έχουν χρησιμοποιηθεί περίπου 7000 μέσες τιμές συνολικά για όλους τους σταθμούς και όλα τα έτη, οι οποίες αντιπροσωπεύουν περισσότερες από 160000 ωριαίες μετρήσεις θερμοκρασίας. Αν και το μεγάλο πλήθος των χρονοσειρών μπορεί να επεξεργαστεί με προηγμένες μεθόδους ανάλυσης ιδίως αν συσχετιστεί και με κλιματικά δεδομένα, στο παρόν στάδιο επελέγη, σε πρώτη προσέγγιση, η απλή παράθεση χρονοσειρών με τις μέσες ημερήσιες (24ωρες) τιμές σε διαγράμματα χρονικής τους κατανομής, στο λογισμικό Microsoft



Σχήμα 3: Φωτογραφίες των σταθμών παρακολούθησης και σχηματική αναπαράσταση της θέσης των αισθητήριων στον πλωτό σταθμό του Θησαυρού σε δύο ακραίες στάθμες λειτουργίας του σε σχέση με την θέση της υδροληψίας.

Excel®, από τα οποία υπολογίστηκε και η μέση γραμμική τάση μεταβολής. Στην εργασία αυτή η επικέντρωση γίνεται σε ένα περιβαλλοντικά κρίσιμο στοιχείο. Αυτό της εισροής πολύ ψυχρών νερών τον Ιούλιο και τον Αύγουστο (Αλμπανάκης et al. 2001) στην περιοχή του Δέλτα γεγονός που ανατρέπει την φυσική ισορροπία με συνέπειες στο οικοσύστημα.

Οι αυξητικές τάσεις στην πορεία των ετών καταγραφής είναι εμφανείς σε όλους τους σταθμούς αλλά η εντυπωσιακή αύξηση της μεταβολής της θερμοκρασίας των βαθιών νερών του Θησαυρού διερευνήθηκε επιπλέον, ειδικά για τα νερά που τροφοδοτούν τον ταμιευτήρα από την Βουλγαρία.

Επειδή στα πρώτα στάδια λειτουργίας Θησαυρού η θερμοκρασία του υπολίμνιου δεν ανέβαινε ποτέ πάνω από 6,5° C καθ' όλη την διάρκεια του έτους (Albanakis et al. 2001), θεωρήθηκε ως ένα κρίσιμο όριο ώστε να εξεταστεί αν μεταβλήθηκε η συχνότητα εισόδου νερών από τη Βουλγαρία που είχαν μέση 24ωρη θερμοκρασία μικρότερη των 6,5° C. Έτσι απομονώθηκαν οι ημέρες αυτές για όλα τα έτη που υπήρχαν καταγραφές και υπολογίστηκε το πλήθος τους. Η μεταβολή του πλήθους των ημερών στη διάρκεια των τελευταίων ετών απεικονίστηκε σε διαγράμματα στα οποία υπολογίστηκε, η γραμμική τάση.

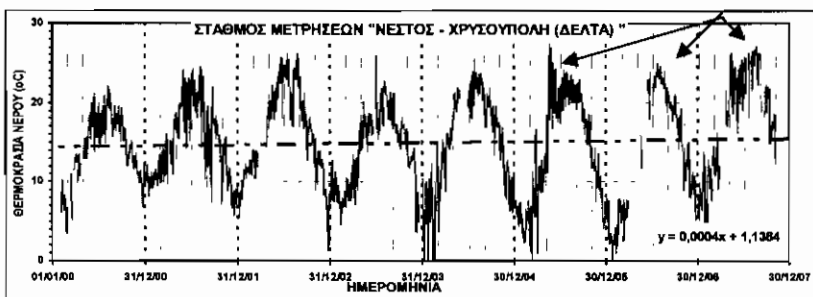
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα διαγράμματα χρονικής μεταβολής της θερμοκρασίας απεικονίζονται από τα κατόντη

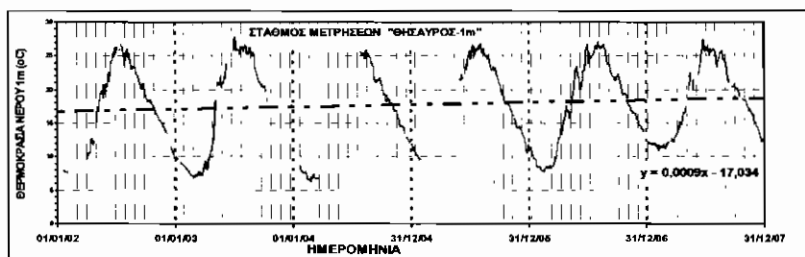
προς τα ανάντη. Στο σχήμα 4 απεικονίζεται η κατανομή στον χρόνο της θερμοκρασίας στην περιοχή της Χρυσούπολης, στο κέντρο περίπου της δελταϊκής πεδιάδας. Ο σταθμός της Χρυσούπολης είναι ο αρχαιότερος και πιο καλά συντηρημένος σταθμός με καταγραφές από το 2000 ως σήμερα (στην εργασία χρησιμοποιούνται δεδομένα ως το 2007). Δυστυχώς δεν μπορεί να γίνει σύγκριση με χρονοσειρές από σταθμούς στα ανάντη για τα πρώτα χρόνια λειτουργίας γιατί οι σταθμοί εγκαταστάθηκαν αργότερα. Το διάστημα όμως 1998 – 2001 γίνονται συστηματική έρευνα πεδίου για τις φυσικοχημικές παραμέτρους στους ταμιευτήρες με αποτέλεσμα να υπάρχουν καταγεγραμμένα στοιχεία (Αλμπανάκης & Ψιλοβίκος 1999, Albanakis et al. 2001). Στο σχήμα 4 λοιπόν φαίνεται η χρονοσειρά μέσων ημερήσιων θερμοκρασιών του νερού για 8 έτη.

Παρατηρείται μια αυξητική τάση στις μέσες θερμοκρασίες που καταγράφονται στην Χρυσούπολη. Τα επεισόδια με πολύ κρύα νερά την θερινή περίοδο είναι πολύ λιγότερα τα τελευταία χρόνια.

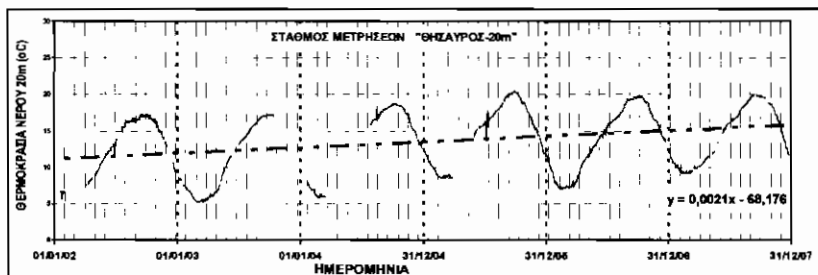
Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι καταγραφές από τον πλωτό σταθμό του ταμιευτήρα του Θησαυρού. Τα αισθητήρια στο βάθος των 70 m καταγράφουν την θερμοκρασία του υπολίμνιου η οποία όπως είναι αναμενόμενο να παρουσιάζει πολύ μικρές εποχιακές διακυμάνσεις (Σχήμα 8).



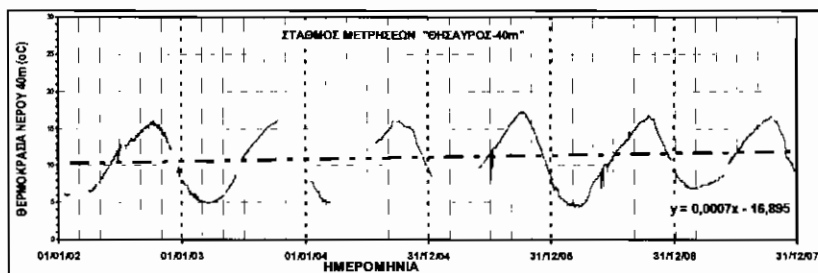
Σχήμα 4: Καταγραφές από τον σταθμό μετρήσεων στον Νέστο Ποταμό στην περιοχή της Χρυσούπολης (δελταϊκή πεδιάδα). Με τα βέλη υποδεικνύονται τα σημεία όπου τους θερινούς μήνες παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας. Η στικτή γκρι οριζόντια βοηθητική γραμμή είναι λόγους οπτικής σύγκρισης των αρχαιότερων τιμών με τις νεότερες.



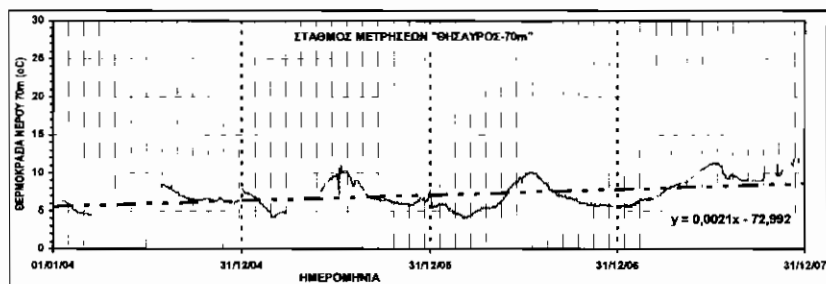
Σχήμα 5: Καταγραφές από τον πλωτό σταθμό μετρήσεων στον ταμιευτήρα του Θησαυρού στο 1 m βάθος.



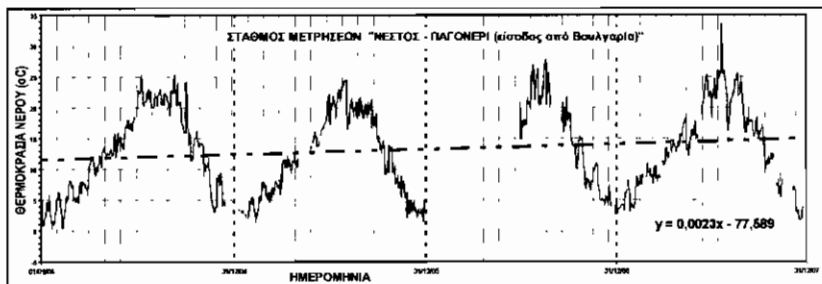
Σχήμα 6: Καταγραφές από τον πλωτό σταθμό μετρήσεων στον ταμιευτήρα του Θησαυρού στα 20 m βάθος.



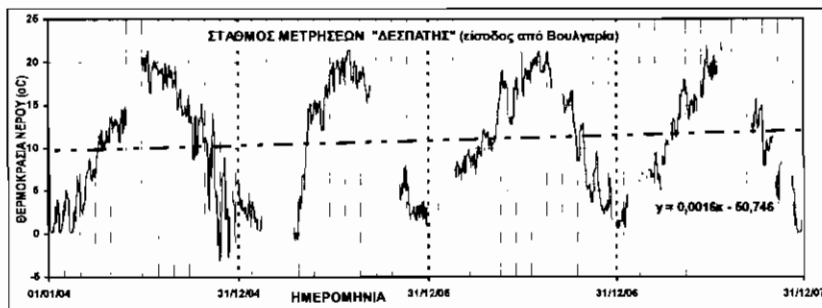
Σχήμα 7: Καταγραφές από τον πλωτό σταθμό μετρήσεων στον ταμιευτήρα του Θησαυρού στα 40 m βάθος.



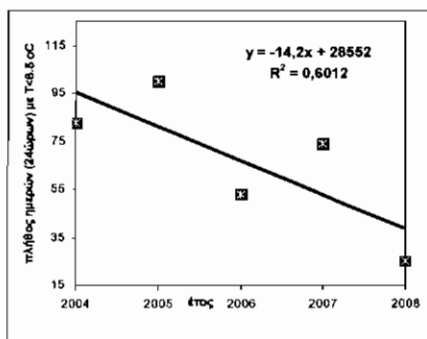
Σχήμα 8: Καταγραφές από τον πλωτό σταθμό μετρήσεων στον ταμιευτήρα του Θησαυρού στα 70 m βάθος.



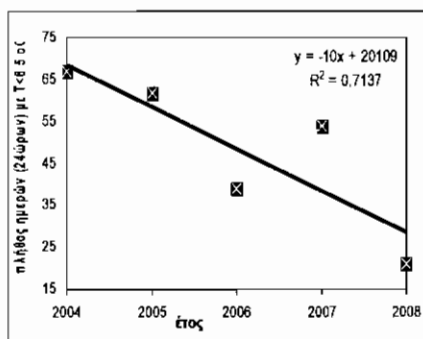
Σχήμα 9: Καταγραφές από τον σταθμό μετρήσεων στον Νέστο Ποταμό στο Παγονέρι (Ελληνοβουλγαρικά σύνορα).



Σχήμα 10: Καταγραφές από τον σταθμό μετρήσεων στον Δεσπάτη Ποταμό (Ελληνοβουλγαρικά σύνορα).



(A)



(B)

Σχήμα 11: Πλήθος ημερών με μέση θερμοκρασία μικρότερη από 6,5°C, στους ποταμούς (Α) Νέστο (Παγονέρι) και (Β) στον Δεσπάτη.

Το σημαντικό είναι όμως ότι έχει μια αυξητική τάση με διπλάσιο ρυθμό από ότι η αυξητική τάση που παρουσιάζει το επιφανειακό νερό (Σχήμα 5). Τον ίδιο ρυθμό αύξησης με το βαθύ στρώμα έχει επίσης το νερό στα 20 m βάθος το οποίο βρίσκεται στα όρια του θερμοκλινούς

(Σχήμα 6). Στα 40 m βάθος ο ρυθμός αύξησης μοιάζει με αυτόν της επιφάνειας. Το αισθητήριο όμως των 40 m βρίσκεται τον περισσότερο χρονικό διάστημα του έτους στα όρια του πύργου υδροληψίας, ο οποίος μάλιστα στις ώρες χαμηλής ζήτησης ηλεκτρικού ρεύματος λειτουργεί

ανάστροφα εισάγοντας νερό στον ταμιευτήρα του Θησαυρού, με άντληση από την επιφάνεια του ταμιευτήρα της Πλατανόβρυσης. Οι μετρήσεις εδώ (Σχήμα 7) δεν αντιπροσωπεύουν την γενικότερη κατάσταση της λίμνης στο βάθος αυτό, αλλά είναι χρήσιμες για την καταγραφή των διεργασιών ανάμιξης των νερών των δύο λιμνών.

Οι δύο επόμενοι σταθμοί, ανάντη του Θησαυρού, στον Νέστο Ποταμό στη θέση Παγονέρι, και στον π. Δοσπάτη βρίσκονται λίγο μετά τα ελληνοβουλγαρικά σύνορα. Οι καταγραφές παρουσιάζονται στα σχήματα 9 & 10. Η θερμοκρασία και στα δύο ποτάμια παρουσιάζει μια μικρή αυξητική τάση. Από τις δύο προηγούμενες χρονοσειρές απομονώθηκαν οι μετρήσεις με θερμοκρασία μικρότερη των 6,5° C και παρουσιάζονται στο σχήμα 11 Α και Β. Στα διαγράμματα απεικονίζεται το πλήθος ημερών με μέση θερμοκρασία μικρότερη της συγκεκριμένης τιμής ως σημεία, για ολόκληρο τον χειμώνα γύρω από το συγκεκριμένο έτος. Δηλαδή το 2005 περιλαμβάνει μετρήσεις από τον Νοέμβριο του 2004 ως τον Μάιο του 2005. Παρατηρείται μια σαφής ελάττωση του αριθμού των ημερών όπου πολύ ψυχρά νερά εισρέουν στον ταμιευτήρα του Θησαυρού από τη Βουλγαρία.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Ένα γνωστό πρόβλημα, αυτό της τροφοδοσίας με ψυχρά νερά της περιοχής του δέλτα του Νέστου κατά την καλοκαιρινή περίοδο, φαίνεται να ελαττώνεται σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Οι θερμοκρασίες σε ελάχιστες περιπτώσεις είναι μικρότερες των 20° C.
- Ως αιτία φαίνεται να είναι τα θερμότερα νερά, που εισέρχονται από το χώρο της Βουλγαρίας και πληρώνουν τον ταμιευτήρα του Θησαυρού. Ειδικότερα τα βαθιά νερά του ταμιευτήρα τα οποία το 1998-2000 ήταν σταθερά στους 4 - 6,5° C, το 2007 είναι θερμότερα κατά περίπου 5 - 6° C με θερμοκρασίες που κυμαίνονται στους 8 - 11° C ολόκληρο το έτος.
- Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται σημαντική ελάττωση (40 - 50%) του πλήθους των ημερών κατά τις οποίες τα εισρέοντα νερά στο Θησαυρό από την Βουλγαρία ήταν ψυχρότερα από 6,5° C.

➤ Η έρευνα πρέπει να συνεχιστεί και με κλιματική συσχέτιση ιδίως των ψυχρών επεισοδίων στο χώρο της Βουλγαρίας, τα οποία ενδεχόμενα συνδέονται με τις θερμοκρασίες των νερών του ποταμού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Albanakis K., Mitrakas M., Moustaka - Gouni M., Psilovikos A., 2001. Determination of the environmental parameters that influence sulphide formation in the newly formed Thesaurus reservoir, in Nestos river, Greece», *Fresen Environ Bull*, 10 (6), 566 - 571.
- Moustaka - Gouni M., Albanakis K., Mitrakas M., Psilovikos A., 2000. *Planktic autotrophs and environmental conditions in the newly - formed hydroelectric Thesaurus reservoir, Greece*. Arch Hydrobiol, 149 (3), 507 - 526.
- Psilovikos Ar., Margoni S., Psilovikos Ant., 2006. *Simulation and Trend Analysis of the Water Quality Monitoring Daily Data in Nestos River Delta. Contribution to the Sustainable Management and Results for the years 2000 - 2002*. Environmental Monitoring and Assessment, 116, (1 - 3), 543 - 562.
- Αλμπανάκης Κ., Φιλοβίκος Αντ., 1999. *Φυσικογεωγραφικός και λιμνολογικός χαρακτήρας της νέας τεχνητής λίμνης Θησαυρού στον ποταμό Νέστο*. Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου της Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρείας. Αθήνα 11-13 Νοεμβρ., 153-162.
- Αλμπανάκης Κ., Φιλοβίκος Αντ., Βουβαλίδης Κ. (2001) *Ορισμένοι χαρακτήρες του νέου ταμιευτήρα της Πλατανόβρυσης που επηρεάζουν το ποτάμιο σύστημα του Νέστου*. Δελτίον της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, 34,.
- Φιλοβίκος Αντ., Αλμπανάκης Κ., Μαργώνη Σ., Φιλοβίκος Αρ., Ιωαννίδης Δ. & Μακρυγιώργος Χ., 2002. *Συμβολή στη διαχείριση και στην περιβαλλοντική παρακολούθηση του ποτάμιου συστήματος του Νέστου*. Πρακτικά του 6ου Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου της Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρείας, Θεσσαλονίκη, Τόμος II, 505 - 512.