

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΤΗΣ
ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΝΕΡΩΝ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ
ΙΣΜΑΡΙΔΑΣ**

ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

**ΠΡΟΣ
ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ
ΒΙΟΤΟΠΩΝ-ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ**

**Επιστημονικός Υπεύθυνος Προγράμματος
Επικ. Καθηγήτρια Τ. Γιαννακοπούλου**

**ΠΟΛΥΤΕΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΡΑΚΗΣ**

**ΞΑΝΘΗ
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1995**

Το Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (ΕΚΒΥ) ιδρύθηκε το 1991 ύστερα από πρόταση του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε προς την Επιτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με βάση το συμβόλαιο αριθμός B91/91/SIN/8192 μεταξύ της Επιτροπής της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Γεν. Διεύθυνση XI) και του Μουσείου Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας.

The Greek Biotope/Wetland Centre was established in 1991, as a result of a proposal to EU by the Greek Ministry of Environment, Physical Planning and Public Works, under Contract Number B91/91/SIN/8192 signed by the Commission of the European Union (DG XI) and the Goulandris Natural History Museum.

Οι δαπάνες που απαιτήθηκαν για την εκπόνηση της εργασίας αυτής καλύφθηκαν κατά μικρό μόνο μέρος από το ΕΚΒΥ

EKBY covered only a small part of the cost of this study.

Η πλήρης αναφορά στην εργασία αυτή είναι:

Γιαννακοπούλου, Τρισεύγενη. 1995. Πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας των νερών της λίμνης Ισμαρίδας. Πολυτεχνική Σχολή Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης. Ξάνθη. 28 σελ.

This document may be cited as follows:

Giannakopoulou, Trisevgeni. 1995. Water quality monitoring of lake Ismaris. Polytechnic School of Decocritus University of Thrace. Xanthi. 28 pp. (Gr, En su)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το Ερευνητικό Πρόγραμμα "Παρακολούθηση της Ποιότητας των Νερών της Λίμνης Ισμαρίδας," που χρηματοδοτήθηκε από το Μουσείο Γουλανδρή- Κέντρο Βιοτόπων -Υγροτόπων, είχε ως σκοπό την παρακολούθηση της ποιότητας των νερών του χειμάρρου Βοσπόζη και της λίμνης Ισμαρίδας κατά τη διάρκεια του πρώτου εξαμήνου του 1995, εν όψει της έναρξης λειτουργίας της Μονάδας Επεξεργασίας Αστικών Αποβλήτων Κομοτινής (ΜΕΑΑ), τα επεξεργασμένα λύματα της οποίας θα έχουν ως άμεσο αποδέκτη τον χειμάρρο και τελικό αποδέκτη τη λίμνη. Στα στοιχεία της μελέτης περιλαμβάνονται και συνεκτιμώνται και στοιχεία που συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν από το Πανεπιστήμιο Θράκης στη διάρκεια του 1994 .

Για την εκτίμηση της κατάστασης του χειμάρρου και του ευτροφισμού της λίμνης έγινε μέτρηση στο πεδίο, της θερμοκρασίας, της αγωγιμότητας και του διαλυμένου οξυγόνου και ανίχνευση και ποσοτικός προσδιορισμός του ολικού φωσφόρου, αμμωνιακού αζώτου και των νιτρικών. Οι μετρήσεις έγιναν στον αγωγό εκροής των λυμάτων της ΜΕΑΑ, σε επιλεγμένα σημεία του χειμάρρου και της λίμνης και στη διώρυγα εκροής της λίμνης προς τη θάλασσα. Επίσης, έγινε προσδιορισμός της χλωροφύλλης και των κυριότερων ομάδων του φυτοπλαγκτού στη λίμνη.

Στον χειμάρρο, το 1994, πριν και μετά την ΜΕΑΑ, η μέση συγκέντρωση ολικού φωσφόρου ήταν μικρότερη από 400 $\mu\text{g/l}$. Η συγκέντρωση φωσφόρου του Βοσπόζη, πριν από τις εκβολές του στη λίμνη ήταν 120 $\mu\text{g/l}$. Το 1995, η μέση συγκέντρωση αυξήθηκε πολύ, με αποτέλεσμα πριν ταπό τις εκβολές να ανέλθει στα 157 $\mu\text{g/l}$. Η συγκέντρωση ολικού φωσφόρου στον αγωγό εξόδου της ΜΕΑΑ ήταν περίπου τετραπλάσια από αυτήν που προβλέπουν οι προδιαγραφές της. Διαπιστώθηκε αυτοκαθαρισμός του χειμάρρου κατόπιν, μέχρι και 81%. Για το ανόργανο άζωτο δεν διαπιστώθηκε αξιόλογη διαφορά πριν και μετά την έναρξη λειτουργίας της ΜΕΑΑ.

Η μέση συγκέντρωση ολικού φωσφόρου στη λίμνη για το '94 και '95 ήταν 164 $\mu\text{g/l}$, τιμή λίγο υψηλότερη από μετρήσεις του '91 και '92, χωρίς να διαπιστωθεί ουσιώδης διαφορά πριν και μετά την έναρξη λειτουργίας της ΜΕΑΑ. Η μέση τιμή αμμωνιακού αζώτου ήταν 158 $\mu\text{g/l}$ (λίγο υψηλότερη από παλαιότερες μετρήσεις) και νιτρικών 331 $\mu\text{g/l}$ (στα ίδια επίπεδα με μετρήσεις του '91 και '92)

Η αγωγιμότητα των νερών του χειμάρρου και της λίμνης κυμάνθηκε κάτω από 0.8 mS/cm. , ενώ στη διώρυγα εκροής ήταν πολύ υψηλότερη και με έντονες εποχιακές διακυμάνσεις. Το διαλυμένο οξυγόνο στη λίμνη ήταν στο καλοκαίρι πολύ χαμηλό στον πυθμένα. Η μέγιστη τιμή χλωροφύλλης ήταν 232 $\mu\text{g/l}$. Η λίμνη χαρακτηρίζεται ως υπερέυτροφη με κριτήρια τον ολικό φωσφορο και τη μέγιστη τιμή χλωροφύλλης.

Τα παραπάνω αποτελέσματα και εκτιμήσεις, μολονότι προκαταρκτικές, μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για τον σχεδιασμό ενός ολοκληρωμένου προγράμματος παρακολούθησης (περισσότερες μετρήσεις περισσότερων παραμέτρων, αυτοματισμοί στη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων κ.λ.π.) η εγκατάσταση και λειτουργία του οποίου πρέπει να είναι αναπόσπαστο τμήμα της ΜΕΑΑ.

Προτείνεται η διατήρηση και επέκταση, ει δυνατόν, των γύρω από τη λίμνη ελωδών εκτάσεων για την ελάττωση του φωσφόρου που προέρχεται από τη λεκάνη απορροής. Επίσης προτείνεται η λήψη άμεσων μέτρων για την απομάκρυνση του φωσφόρου από το σημείο εκβολής του Βοσπόζη, με στόχο να προσεγγισθεί, όσο είναι δυνατόν, το όριο του κρισίμου φορτίου της λίμνης.

ABSTRACT

The research project titled "Water Quality Monitoring of Lake Ismaris" was financially supported by the Goulandri Museum - EKBY. Its objective was to monitor the water quality of Ismaris lake and its tributary Vosvozis during the first semester of 1995. Vosvozis receives the treated effluents of Komotini Sewage Treatment Plant (KSTP), which started to operate in the beginning of 1995. Earlier data from 1994, collected by the scientific staff of Democritus University of Thrace, are also included and processed in this report.

To evaluate the state of the tributary and the lake, temperature, conductivity and dissolved oxygen have been measured in the treated effluent and in nine stations located in the river, the lake and the channel connecting the lake to the sea, while the concentrations of total phosphorus, ammonia nitrogen and nitrates have also been determined. Chlorophyll a and main phytoplankton groups have been also determined in the lake.

Before the KSTP operation, mean concentration of total phosphorus was below 400 µg/l in the river, falling to 120 µg/l near the mouth. After the Plant started to operate in 1995, the concentration of total phosphorus in the mouth reached 157 µg/l, while mean total phosphorus in the treated effluents was about four times higher than the standards of operation of the plant indicated. Almost no difference has been observed in inorganic nitrogen concentration of the river before and after plant operation.

Mean total phosphorus concentration of the lake was 164 µg/l during '94 and the first semester of '95, a value slightly higher than that observed in '91 and '92. No marked difference has been observed in total phosphorus concentration of the lake before and after plant operation. Mean ammonia nitrogen concentration was 158 µg/l and nitrates 331 µg/l, (no marked difference in inorganic nitrogen before and after operation conditions).

Conductivity of the tributary and the lake remained below 0.8 mS/cm, but wide seasonal fluctuations were observed in the channel. Dissolved oxygen was low in the bottom of the lake in summer. Maximum chlorophyll concentration was 232 µg/l. On the basis of the mean total phosphorus and maximum chlorophyll values, the lake falls to the hyper-eutrophic category.

The above data and calculations are preliminary, but they can serve as the basis for the planning of an integrated monitoring program (with measurement of more parameters, automatic sample collection and data analysis e.t.c). The installation and operation of this program should be part of the KSTP.

The preservation and expansion of the buffer zone around the lake is necessary in order to reduce phosphorus inputs from the cultivated area. An immediate drastic

reduction of phosphorus near the mouth of Vozvozis is also proposed, in order to substatislly reduce the phosphorus loading and reach the critical load of the lake.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η λίμνη Ισμαρίδα είναι ένας από τους τελευταίους παραδείσους που κινδυνεύουν να χαθούν. Η παρούσα μελέτη είναι το αποτέλεσμα μίας συλλογικής προσπάθειας ανθρώπων που προέρχονται από διαφορετικούς χώρους και που ο καθένας με τον τρόπο του επιθυμούσε να συμβάλει στον ίδιο σκοπό: να σωθεί ο παράδεισος αυτός.

Η προσπάθεια ξεκίνησε την Ανοιξη του 1994 και συνεχίσθηκε μέχρι το τέλος του έτους, με τη μορφή απλής συνεργασίας της Οικολογικής Ομάδας Ροδόπης με το επιστημονικό προσωπικό του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης, με στόχο να καταγραφούν καταστάσεις και φαινόμενα που αλλοιώνουν τη λίμνη. Η χρηματοδότηση από το ΕΚΒΥ, που κάλυψε το πρώτο εξάμηνο του 1995, βοήθησε σημαντικά τη συνέχιση της συνεργασίας, ενθάρρυνε την όλη προσπάθεια και έδωσε τις βάσεις για ένα μακροπρόθεσμο πρόγραμμα παρακολούθησης της λίμνης και της περιοχής της.

Ευχαριστίες εκφράζονται στο Κέντρο Υγροτόπων για τη χρηματοδότηση και, ιδιαίτερα, στον Διευθυντή του κ. Γεράκη για την ενθάρρυνση αυτής της προσπάθειας. Επίσης, ευχαριστίες εκφράζονται στη Μαρία Αναγνωστοπούλου για τη βοήθειά της εκ μέρους του Κέντρου στην υλοποίηση αυτού του Προγράμματος.

Από την Οικολογική Ομάδα Ροδόπης, η Ιωάννα Παπουλιά βοήθησε στις δειγματοληψίες και στις μικροσκοπικές παρατηρήσεις. Ο Σπύρος Αλεξίου στις δειγματοληψίες, στις μετρήσεις στο πεδίο, στις εργαστηριακές αναλύσεις και στην αναζήτηση βιβλιογραφίας. Ο Σωκράτης Γρηγορόπουλος είχε την ιδέα της συνεργασίας για το ξεκίνημα των μετρήσεων, το 1994, και βοήθησε αποφασιστικά στην συνέχισή τους μέχρι σήμερα. Η συνεχής παρουσία του και η αγάπη του για την περιοχή αποτελεί ουσιαστικό παράγοντα για τη συστηματική παρακολούθηση του συστήματος.

Από το Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, ο φοιτητής Ανδρέας Γιοβανόπουλος, στα πλαίσια της Διπλωματικής Εργασίας του, βοήθησε στις δειγματοληψίες και τις εργαστηριακές αναλύσεις και συνέλεξε στοιχεία για την περιοχή.

Στη μελέτη αυτή τεκμηριώνεται με μετρήσεις και αποδεικνύεται, με βάση τη διεθνή εμπειρία, ότι η διαχείριση της Ισμαρίδας ήταν και δυστυχώς εξακολουθεί να είναι καταστροφική.

Ελπίζουμε ότι η μελέτη θα συμβάλει στην ενημέρωση και αφύπνιση των αρμοδίων φορέων, ώστε όσο υπάρχει καιρός, να ληφθούν αποφάσεις που θα οδηγήσουν στην εξυγίανση και αποκατάσταση αυτού του τελευταίου παραδείσου.

Τ. Γιαννακοπούλου
Ξάνθη, Νοέμβριος 1995

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	i
ABSTRACT	iii
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ - LIST OF FIGURES	vii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	3
2.1 Ο Χείμαρρος Βοσπόζης	3
2.2 Η Λίμνη Ισμαρίδα	5
2.3 Η Μονάδα Επεξεργασίας Αστικών Αποβλήτων Κομοτινής	5
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	6
3.1 Σταθμοί Δειγματοληψίας	6
3.2 Δειγματοληψίες-Μετρήσεις στο Πεδίο	6
3.3 Εργαστηριακές Αναλύσεις- Μικροσκοπικές Παρατηρήσεις	7
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	7
4.1 Θρεπτικά Αλατα Φωσφόρου και Αζώτου στο Χείμαρρο	7
4.2 Θρεπτικά Αλατα Φωσφόρου και Αζώτου στη Λίμνη	16
4.3 Φυσικές Μεταβλητές στο Χείμαρρο, τη Λίμνη και στη διώρυγα Εκροής	20
4.4 Χλωροφύλλη και πλαγκτό	23
5. ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ	25
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	26
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	28

ΚΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ -LIST OF FIGURES

Σχήμα 1: Η περιοχή μελέτης με τους σταθμούς δειγματοληψίας.

Figure 1: The study area with the sampling stations

Σχήμα 1: Ολικός Φωσφόρος στον χείμαρρο Βοσβόζη πριν την έναρξη λειτουργίας της ΜΕΑΑ

Figure 2: Total phosphorus in Vosvozis before the onset of operation of the Sewage Treatment Plant

Σχήμα 3: Ολικός Φωσφόρος στον χείμαρρο Βοσβόζη μετά την έναρξη λειτουργίας της ΜΕΑΑ

Figure 3: Total phosphorus in Vosvozis after the onset of operation of the Sewage Treatment Plant

Σχήμα 4: Αμμωνιακό άζωτο στον χείμαρρο Βοσβόζη

Figure 4: Ammonia Nitrogen in Vosvozis

Σχήμα 5: Νιτρικά στον χείμαρρο Βοσβόζη

Figure 5: Nitrates in Vosvozis

Σχήμα 6: Μέση συγκέντρωση N/NH_4 και N/NO_3 στο χείμαρρο Βοσβόζη από το Δεκέμβριο του 1994 μέχρι τον Ιούλιο του 1995

Figure 6: Mean concentration of N/NH_4 and N/NO_3 in Vosvozis from December 1994 to July 1995

Σχήμα 7: Ολικός φωσφόρος στην επιφάνεια της λίμνης Ισμαρίδας

Figure 7: Total phosphorus on the surface of Ismaris lake

Σχήμα 8: Ολικός φώσφορος σε τρεις σταθμούς δειγματοληψίας στη λίμνη Ισμαρίδα

Figure 8: Total Phosphorus in three sampling stations in lake Ismaris

Σχήμα 9: Ανόργανο άζωτο στην επιφάνεια της λίμνης Ισμαρίδας την άνοιξη και το καλοκαίρι

Figure 9: Inorganic nitrogen on the surface of Ismaris lake in Spring and Summer

Σχήμα 10: Αγωγιμότητα στον σταθμό MT3 και στο κανάλι εκροής της Ισμαρίδας

Figure 10: Conductivity in station MT3 and drainage canal of Ismaris lake

Σχήμα 11: Κατανομή του Διαλυμένου οξυγόνου στον σταθμό MT3

Figure 11: Dissolved Oxygen profile in station MT3

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα τελική έκδοση υποβάλλεται στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος εξάμηνης διάρκειας, με τίτλο "Παρακολούθηση της Ποιότητας των Νερών της Λίμνης Ισμαρίδας".

Το πρόγραμμα είχε ως σκοπό τον προσδιορισμό βασικών παραμέτρων της ποιότητας του χειμάρρου Βοσβόζη (Προς-Προς) και του νερού της λίμνης Ισμαρίδας (ή Μητρικού) σε σχέση με την έναρξη λειτουργίας της Μονάδας Επεξεργασίας Αστικών Αποβλήτων Κομοτινής (ΜΕΑΑ). Τα επεξεργασμένα λύματα της μονάδας αυτής, μετά την προβλεπόμενη από τη μελέτη βιολογική και χημική επεξεργασία, διατίθενται στο χειμάρρο Βοσβόζη, ο οποίος καταλήγει στη λίμνη Ισμαρίδα.

Τα ερωτήματα που τίθενται είναι τα ακόλουθα:

1. Ποια ήταν η τροφική κατάσταση του συστήματος της λίμνης Ισμαρίδας και του χειμάρρου Βοσβόζη πριν από τη λειτουργία της ΜΕΑΑ και μετά το πρώτο εξάμηνο μερικής λειτουργίας της;
2. Με δεδομένη την αναγκαιότητα της προστασίας της λίμνης από ενδεχόμενη υποβάθμιση, τι μέτρα πρέπει να ληφθούν;

Σε ό, τι αφορά το πρώτο ερώτημα, η απουσία παλαιότερων στοιχείων για την ποιότητα νερού της λίμνης και ιδιαίτερα στοιχεία που να αφορούν το βαθμό ευτροφισμού καθιστά αδύνατο τον ακριβή προσδιορισμό της διαχρονικής εξέλιξης που έχει ο ευτροφισμός σε μακρόχρονη βάση. Ετσι, χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από πρόσφατη μελέτη (Σκούλλος 1993), σε συνδυασμό με τις μετρήσεις που έγιναν, στη διάρκεια του 1994, πριν από την έναρξη λειτουργίας της μονάδας.

Παλαιότερα στοιχεία για το χειμάρρο απαιτούνται, επίσης, για τον προσδιορισμό της προηγούμενης κατάστασης του χειμάρρου. Τέτοια στοιχεία δεν υπάρχουν. Για πρώτη φορά συλλέχθηκαν και παρουσιάζονται, στα πλαίσια αυτής της μελέτης, στοιχεία που να αφορούν τις ποσότητες των θρεπτικών αλάτων στο Βοσβόζη, πριν και μετά την έναρξη λειτουργίας της μονάδας, ώστε να προσδιορισθεί η σχετική επίπτωση της ΜΕΑΑ στο χειμάρρο και τη λίμνη.

Τα αναγκαία μέτρα προκύπτουν με συνδυασμό των ανωτέρω, εφόσον θεωρείται δεδομένη η αναγκαιότητα προστασίας της λίμνης. Η ακριβής μεθοδολογία λήψης μέτρων προστασίας και τα αντίστοιχα κόστη που συνεπάγονται τα μέτρα αυτά βρίσκονται πέραν από τους στόχους της παρούσας εργασίας.

Στο Κεφάλαιο 2 περιγράφεται η περιοχή και δίνεται το νομοθετικό πλαίσιο που διέπει τις χρήσεις και τα όρια ρύπανσης του χειμάρρου. Στο Κεφάλαιο 3 αναφέρονται οι μέθοδοι που ακολουθήθηκαν και οι σταθμοί δειγματοληψίας. Στο Κεφάλαιο 4 δίνονται τα στοιχεία των μετρήσεων που έγιναν από τον Απρίλιο του 1994 μέχρι τον Ιούλιο 1995. Στο Κεφάλαιο 5 γίνεται, με βάση παλαιότερα στοιχεία και τα στοιχεία που συλλέχθηκαν στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, μια συνολική εκτίμηση της κατάστασης του χειμάρρου και της λίμνης σε σχέση με τον ευτροφισμό. Στο Κεφάλαιο 6 διατυπώνονται τα γενικά συμπεράσματα της μελέτης και οι προτάσεις που προκύπτουν για την προστασία του συστήματος της λίμνης.

Η μελέτη αυτή είναι πιλοτική και έγινε με ελάχιστα μέσα και πιστώσεις. Είναι φυσικό ότι οι μελετητές θα επιθυμούσαν να είχαν διεξάγει περισσότερες και συχνότερες μετρήσεις περισσότερων παραμέτρων (παροχής ρευμάτων, στερεομεταφοράς κ.λ.π.) και να είχαν στη διάθεσή τους σύγχρονο εξοπλισμό συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων (π.χ. αυτόματη καταγραφή και επεξεργασία με ηλεκτρονικό υπολογιστή). Η διεθνής οικολογική και η τοπική αξία της Ισμαρίδας δικαιολογούν πλήρως την προμήθεια του εξοπλισμού και τις πιστώσεις για τη λειτουργία ενός συστήματος συνεχούς παρακολούθησης.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1 Ο χειμάρρος Βοσβόζης

Ο χειμάρρος Βοσβόζης ή Ασπρόρρεμα πηγάζει από το όρος Παπίκιο, έχει επιφάνεια λεκάνης απορροής 82 km^2 και συνολικό μήκος μέχρι τις εκβολές στην Ισμαρίδα 40 km (Σχήμα 1).

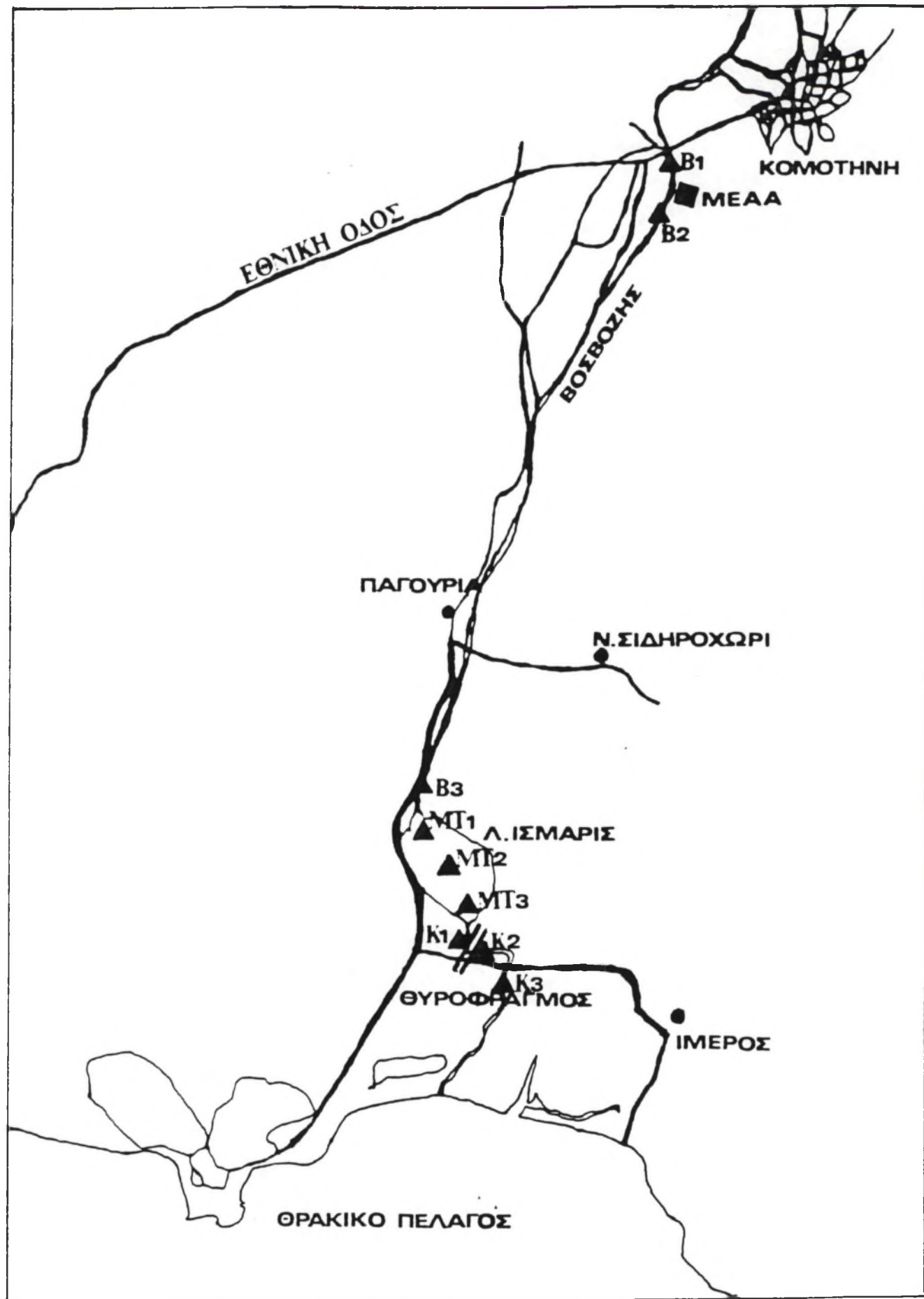
Ο Βοσβόζης έχει μέγιστη παροχή $Q_{\max} = 194.04 \text{ m}^3/\text{sec}$, ελάχιστη παροχή $Q_{\min} = 0.181 \text{ m}^3/\text{sec}$ και μέση ετήσια παροχή $Q = 3.2 \text{ m}^3/\text{sec}$ (Σκούλλος 1993).

Από παρατηρήσεις μας, διαπιστώθηκε όμως, ότι παροχή του χειμάρρου μηδενίζεται το καλοκαίρι (τον Ιούλιο) και εμφανίζεται πάλι μετά τις φθινοπωρινές βροχές (περίπου τον Νοέμβριο). Το 1994, η παροχή του Βοσβόζη στην Ισμαρίδα (Σταθμός Β3, Σχήμα 1) αποκαταστάθηκε τον Δεκέμβριο.

Ανάντη της ΜΕΑΑ ο χειμάρρος δέχεται τα ανεπεξέργαστα λύματα των Δημοτικών σφαγείων της πόλης, τα επεξεργασμένα (;) λύματα της συνοικίας ΕΚΤΕΝΕΠΟΛ και λύματα από τη Βιομηχανία τροφίμων ΙΩΑΝΝΟΥ. Επί πλέον, η κοίτη του χειμάρρου αποτελεί τόπο ανεξέλεγκτης απόδεσης στερεών απορριμμάτων.

Ο χειμάρρος Βοσβόζης καθορίσθηκε ως αποδέκτης των λυμάτων του Δήμου Κομοτινής με την υπ' αριθμ. 105042/27-1-1976 απόφαση του Νομάρχη Ροδόπης, η οποία συμπληρώθηκε με την υπ' αριθμ. 6555/29-11-90 απόφαση. Σύμφωνα με τις ανωτέρω δύο αποφάσεις και την υπ' αριθμ. 2411/1990 απόφαση, ορίζεται η ανώτερη τάξη χρήσης των νερών του ποταμού ως εξής:

(α) μέχρι τη γέφυρα της επαρχιακής οδού Σιδηροχωρίου - Παγουριών επιτρέπεται η άρδευση, υύξη μηχανών και κάθε άλλη χρήση εκτός από ύδρευση, κολύμβηση και αλιεία. (β) από τη γέφυρα μέχρι τις εκβολές στη λίμνη επιτρέπεται η χρήση των νερών για αλιεία και κάθε άλλη χρήση εκτός από ύδρευση και κολύμβηση, σύμφωνα με τα πρότυπα ποιότητας της κοινής Υπουργικής Απόφασης 46399/1352/86.



Σχήμα 1 Η περιοχή μελέτης με τους σταθμούς δειγματοληψίας.

2.2 Η Λίμνη Ισμαρίδα

Η λίμνη Ισμαρίδα αποτελεί τον τελικό αποδέκτη των επεξεργασμένων λυμάτων τα οποία καταλήγουν μέσω του χειμάρρου Βοσβόζη στο ΒΔ άκρο της.

Η λίμνη έχει επιφάνεια 2.8 km² και βάθος που δεν υπερβαίνει τα 2.0 m στο βαθύτερο σημείο της. Έχει επιφάνεια λεκάνης απορροής 185 km². Στο ΝΑ άκρο της λίμνης υπάρχει διώρυγα εκροής προς τη θάλασσα. Η λίμνη επικοινωνεί με τη θάλασσα με τεχνητό διάυλο, ο οποίος κλείνει με κινητό, ξύλινο θυρόφραγμα.

2.3 Η μονάδα Επεξεργασίας Αστικών Αποβλήτων Κομοτινής (ΜΕΑΑ)

Η ΜΕΑΑ βρίσκεται 500 m νοτίως του 3ου χιλιομέτρου της εθνικής οδού Κομοτινής - Ξάνθης, στις όχθες του χειμάρρου Βοσβόζη, 15 km περίπου πριν από τις εκβολές του στη λίμνη Ισμαρίδα (Σχήμα 1).

Ο σχεδιασμός της ΜΕΑΑ προβλέπει την επεξεργασία 10 500 m³ ημερησίως, όταν η μονάδα θα βρίσκεται σε πλήρη λειτουργία το έτος 2010. Ο σχεδιασμός της μονάδας προβλέπει παρατεταμένο αερισμό των λυμάτων ώστε να συντελείται πλήρης νιτροποίηση και απονιτροποίηση του αμμωνιακού αζώτου. Επί πλέον, προβλέπεται μερική βιολογική αποφωσφόρωση των λυμάτων η οποία ακολουθείται από χημική κατακρήμνιση στη δεξαμενή καθίζησης με προσθήκη δεικτικού αργιλίου ως κροκιδωτικού, έτσι ώστε η συγκέντρωση του ολικού φωσφόρου στα επεξεργασμένα λύματα να μην υπερβαίνει τα 0.6 mg/l.

Τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά των αποβλήτων, μετά την επεξεργασία προβλέπεται από τη μελέτη να είναι : BOD₅=20 mg/l, SS=30 mg/l, COD=120 mg/l, N/NH₄=10mg/l, N/NO₃=4 mg/l, N/NO₂=1mg/l, κολοβακτηριοειδή 1000/100 ml, pH 6-9, λίπη-ελαία =5 mg/l (Μελέτη Εγκατάστασης Βιολογικού Καθαρισμού Πόλης Κομοτινής, Α. Τεχνική Εκθεση, ΜΕΤΕΚ Α.Ε.).

Η ΜΕΑΑ άρχισε να λειτουργεί δοκιμαστικά από τις αρχές του 1995 και αύξησε σταδιακά τον όγκο των εισερχομένων λυμάτων. Το Μάιο του 1995, ημερησίως κατά μέσο όρο, η ΜΕΑΑ δεχόταν 900 -

1400 m³ βοδρολύματα από την πόλη της Κομοτινής και τις γύρω κοινότητες και περίπου 3 500 m³ λύματα από το αποχετευτικό δίκτυο της Κομοτινής, το οποίο δεν έχει ακόμη ολοκληρωθεί (προφορική ενημέρωση από ΔΕΥΑΚ, Μάιος 1995).

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 Σταθμοί Δειγματοληψίας

Η δέση των σταθμών δειγματοληψίας φαίνεται στο Σχήμα 1.. Με βάση την υφιστάμενη κατάσταση, επιλέχθηκαν τρεις σταθμοί δειγματοληψίας στον χείμαρρο Βοσβόζη: πριν από την ΜΕΑΑ (**B1**), μετά την ΜΕΑΑ (**B2**) και πριν από τις εκβολές του χείμαρρου στην Ισμαρίδα (**B3**). Επί πλέον γινόταν τακτική δειγματοληψία των επεξεργασμένων λυμάτων από τον αγωγό εξόδου της ΜΕΑΑ.

Στην Ισμαρίδα επιλέχθηκαν άλλοι τρεις, σταθμοί δειγματοληψίας: Στο σημείο εκβολής του Βοσβόζη μέσα στη λίμνη (**MT1**), στο μέσο της λίμνης (**MT2**) και στο ΝΔ άκρο της λίμνης (**MT3**).

Στη διώρυγα εκροής επιλέχθηκαν, επίσης, τρεις σταθμοί: Πριν από το θυροφραγμό (**K1**), μετά τον θυροφραγμό (**K2**), κατόπιν της διώρυγας εκροής στο ύψος της γέφυρας με τον αγροτικό δρόμο (**K3**).

3.2 Δειγματοληψίες - Μετρήσεις στο πεδίο

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν σε τακτά χρονικά διαστήματα αραιότερα τον χειμώνα και προοδευτικά πυκνότερα την άνοιξη και το καλοκαίρι (οι ημερομηνίες των δειγματοληψιών φαίνονται στα διαγράμματα που ακολουθούν).

Στα στοιχεία που παρατίθενται περιλαμβάνονται και μετρήσεις από τους ίδιους σταθμούς πριν από την έναρξη του παρόντος προγράμματος, που αφορούν κυρίως τη συγκέντρωση του ολικού φωσφόρου, από τον Απρίλιο 1994 έως τον Ιανουάριο 1995.

Η δειγματοληψία γινόταν με ειδικό δειγματολήπτη 3 λίτρων, τύπου Ruttner. Τα δείγματα μεταφέρονταν στο εργαστήριο σε

πλαστικές φιάλες μέσα σε φορητά युγεία. Η μέτρηση της θερμοκρασίας, της αλατότητας και του διαλυμένου οξυγόνου γινόταν στο πεδίο με φορητά όργανα (WTW Conductometer, LF 191 και WTW Oximeter, OXI 196). Ελεγχος της καλής λειτουργίας του οργάνου μέτρησης του διαλυμένου οξυγόνου πραγματοποιείτο περιοδικά με δέσμευση του οξυγόνου στο πεδίο και τιτλοδότηση, σύμφωνα με τη μέθοδο Winkler.

3.3 Εργαστηριακές αναλύσεις - Μικροσκοπικές παρατηρήσεις

Εγίνε ανίχνευση και ποσοτικός προσδιορισμός του ολικού φωσφόρου σύμφωνα με τη μέθοδο χλωριούχου γευδαργύρου, με προηγούμενη χώνευση των δειγμάτων με $K_2S_2O_8$ (ΑΡΗΑ, 1992). Ανίχνευση και ποσοτικός προσδιορισμός του αμμωνιακού αζώτου (N/NH_4) έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο κατά Lidicoat et al. (1976) και στις περιπτώσεις υψηλών συγκεντρώσεων με τη μέθοδο Nessler. (ΑΡΗΑ, 1992). Η ανίχνευση και ο ποσοτικός προσδιορισμός των νιτρικών (N/NO_3) έγινε με τη μέθοδο της βρυκίνης (ΑΡΗΑ, 1975).

Η μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης α στα δείγματα της λίμνης έγινε φασματοφωτομετρικά σε εκχύλισμα 95% ακετόνης (ΑΡΗΑ, 1992).

Για την παρατήρηση και αναγνώριση του φυτοπλαγκτού, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Utermöhl σε συντηρημένα δείγματα με Lugol, σε ανάστροφο μικροσκόπιο Leitz Diavert. Επί πλέον, παρατήρηση ζωντανού υλικού έγινε σε μικροσκόπιο Olympus BHT εφοδιασμένο με εξάρτημα φθορισμού (Blue excitation).

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

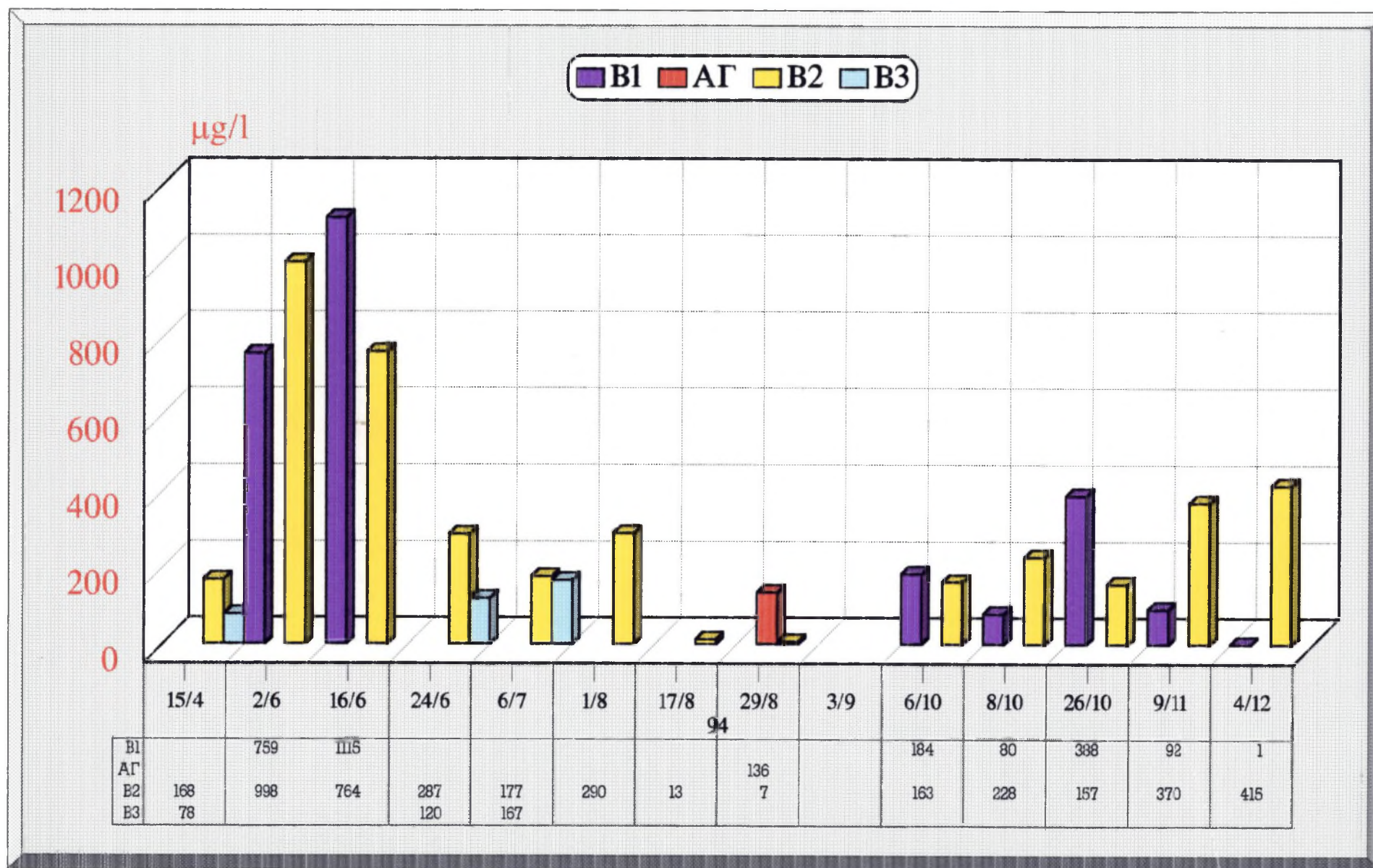
4.1 Θρεπτικά άλατα φωσφόρου και αζώτου στο χείμαρρο

Οι συγκεντρώσεις του ολικού φωσφόρου, αμμωνιακού αζώτου και νιτρικών φαίνονται στα Σχήματα 2 έως 6.

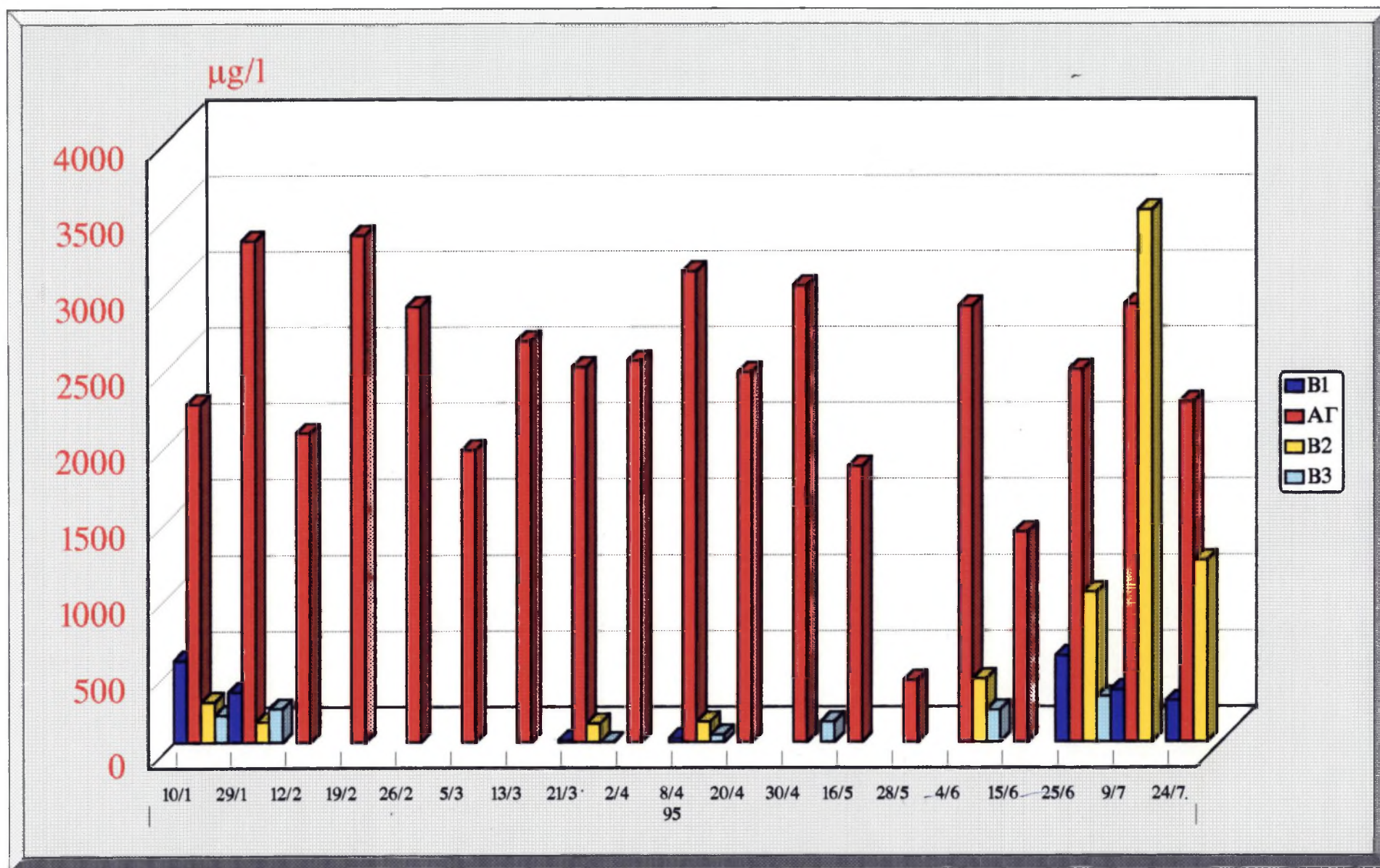
Στο Σχήμα 2 φαίνεται η συγκέντρωση του ολικού φωσφόρου στο χειμάρρο πριν από την έναρξη λειτουργίας της ΜΕΑΑ. Μόνο σε δύο δείγματα του Ιουνίου 1994 παρατηρήθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις ολικού φωσφόρου πριν (σταθμός Β1) και μετά (σταθμός Β2) την ΜΕΑΑ, που δεν υπερέβαιναν, όμως τα 1200 $\mu\text{g/l}$. Η μέση ετήσια συγκέντρωση του φωσφόρου στο Β1 και στο Β2 ήταν 374 $\mu\text{g/l}$ και 310 $\mu\text{g/l}$, αντίστοιχα. Η μέση ετήσια συγκέντρωση στο Β3 ήταν αρκετά χαμηλότερη (120 $\mu\text{g/l}$) και δείχνει τον βαθμό αυτοκαθαρισμού του χειμάρρου. Η τιμή αυτή αντιπροσωπεύει και την τελική επιβάρυνση της λίμνης με φώσφορο από τον χειμάρρο για την περίοδο που προηγείται της λειτουργίας της ΜΕΑΑ.

Στο Σχήμα 3 φαίνεται η συγκέντρωση του ολικού φωσφόρου στον χειμάρρο μετά την έναρξη λειτουργίας της ΜΕΑΑ. Η συγκέντρωση του ολικού φωσφόρου στον αγωγό της ΜΕΑΑ κυμαίνεται από 406 $\mu\text{g/l}$ έως 3335 $\mu\text{g/l}$, με μέση τιμή **2413** $\mu\text{g/l}$ και διάμεσο 2466 $\mu\text{g/l}$. Η συγκέντρωση στον χειμάρρο ανάντη της ΜΕΑΑ (Β1), κυμάνθηκε από 12 $\mu\text{g/l}$ έως 566 $\mu\text{g/l}$, με μέση συγκέντρωση είναι ίση με **298** $\mu\text{g/l}$, τιμή λίγο χαμηλότερη από την αντίστοιχη πριν από την έναρξη λειτουργίας της. Η συγκέντρωση του ολικού φωσφόρου μετά τη ΜΕΑΑ (Β2) κυμάνθηκε από 122 $\mu\text{g/l}$ έως 3500 $\mu\text{g/l}$ και η μέση τιμή ήταν **844** $\mu\text{g/l}$, 2.7 φορές πιο πάνω από την τιμή του 1994. Η συγκέντρωση του ολικού φωσφόρου λίγο πριν από τις εκβολές του χειμάρρου στη λίμνη κυμάνθηκε από 1 $\mu\text{g/l}$ έως 300 $\mu\text{g/l}$ και η μέση τιμή ήταν 157 $\mu\text{g/l}$, 1.3 φορές μεγαλύτερη από την τιμή του 1994.

Στον Πίνακα 1 φαίνεται η επί τοις εκατό μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης του ολικού φωσφόρου στο χειμάρρο πριν και μετά την έναρξη λειτουργίας της ΜΕΑΑ. Παρατηρείται ότι, μετά την έναρξη λειτουργίας της μονάδας, ο χειμάρρος κρατάει περισσότερο φωσφόρο (η εκατοστιαία μείωση από το Β2 στο Β3 αυξήθηκε από 61% το 1994 σε 81 % το 1995). Εν τούτοις, η μερική λειτουργία της ΜΕΑΑ για ένα εξάμηνο περίπου αύξησε ήδη τη συγκέντρωση του φωσφόρου στον χειμάρρο πριν από τις εκβολές (Β3) κατά 30%, περίπου (από 121 σε 157 $\mu\text{g/l}$). Η αύξηση αυτή οφείλεται αποκλειστικά στη ΜΕΑΑ, δεδομένου ότι το 1995 παρατηρήθηκε ελάττωση του ολικού φωσφόρου στο Β1. Η ελάττωση αυτή πιθανότατα οφείλεται στις αυξημένες βροχοπτώσεις του χειμώνα και της άνοιξης του 1995.



Σχήμα 2 Ολικός Φωσφόρος στον Χείμαρρο Βοσβόζη πριν από την έναρξη λειτουργίας της ΜΕΑΑ



Σχήμα 3 Ολικός Φωσφόρος στο Χείμαρρο Βοσβόζη μετά την έναρξη λειτουργίας της ΜΕΑΑ

Πίνακας 1 Μέσες συγκεντρώσεις και εκατοστιαία μεταβολή του ολικού φωσφόρου στον χείμαρρο Βοσπόζη πριν και μετά την έναρξη λειτουργίας της ΜΕΑΑ

Μέση Συγκέντρωση Ολικού Φωσφόρου (μg/l)	B1	AΓ	B2	B3	Εκατοστιαία Ελάττωση κατάντη (από B2 στο B3)
1994 (πριν την έναρξη)	374	-	310	121	61
1995 (μετά την έναρξη)	298	2413	844	157	81
% Μεταβολή μετά την έναρξη της ΜΕΑΑ	-20.3		+172.3	+29.8	

Αξίζει να σημειωθεί ότι, με βάση τα στοιχεία του 1994 (πριν από την έναρξη λειτουργίας της ΜΕΑΑ), η μέση συγκέντρωση του φωσφόρου στον χείμαρρο σε όλους τους σταθμούς ήταν κάτω από το όριο των 0.4 mg/l (400 μg/l), το οποίο τίθεται από τη Νομαρχιακή Απόφαση υπ' αριθμ.6555/29-11-90, εκτός από τα δείγματα του Ιουνίου 1994, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2. Η διάθεση των λυμάτων της ΜΕΑΑ προκάλεσε υπέρβαση του ανωτέρω ορίου στον χείμαρρο, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.

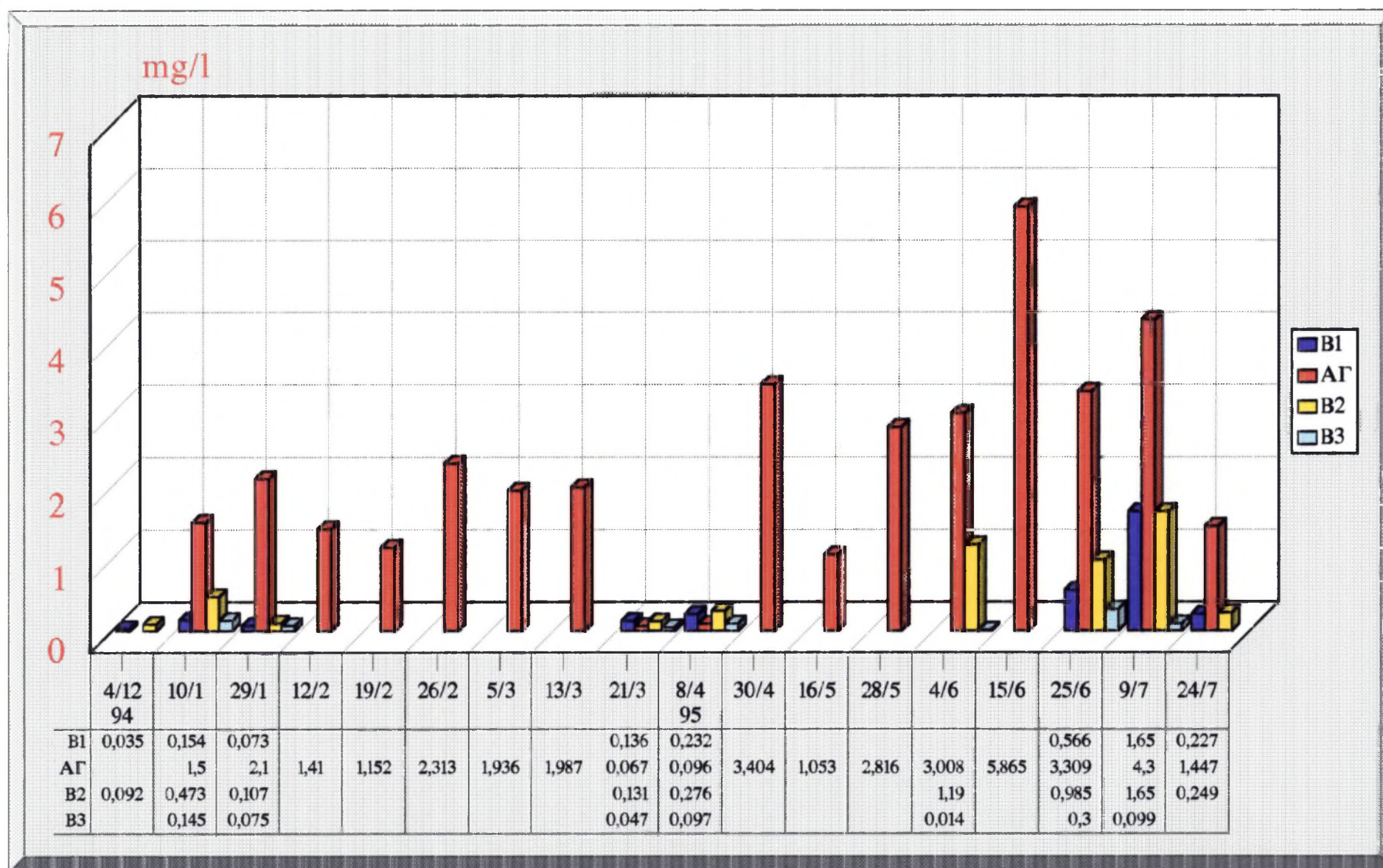
Επί πλέον, η μέση συγκέντρωση του ολικού φωσφόρου στον αγωγό (2413 μg/l) είναι περίπου τετραπλάσια από αυτή που προβλέπει η μελέτη της ΜΕΑΑ (600 μg/l), αν και η μονάδα λειτουργεί μερικώς με το 1/3 περίπου του όγκου των λυμάτων από το αποχετευτικό δίκτυο και περίπου το μέγιστο των βοδρολυμάτων που προβλέπεται να επεξεργάζεται (στοιχεία ΔΕΥΑΚ, Μαΐου 1995).

Τα όρια του χείμαρρου για το αμμωνιακό άζωτο και τα νιτρικά (ως N) καθορίζονται από τη Νομαρχιακή απόφαση 6655/29-11-90) σε 10 mg/l και 4 mg/l, αντίστοιχα. Τα όρια αυτά συμπίπτουν με τα χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων που προβλέπονται από τη μελέτη της ΜΕΑΑ.

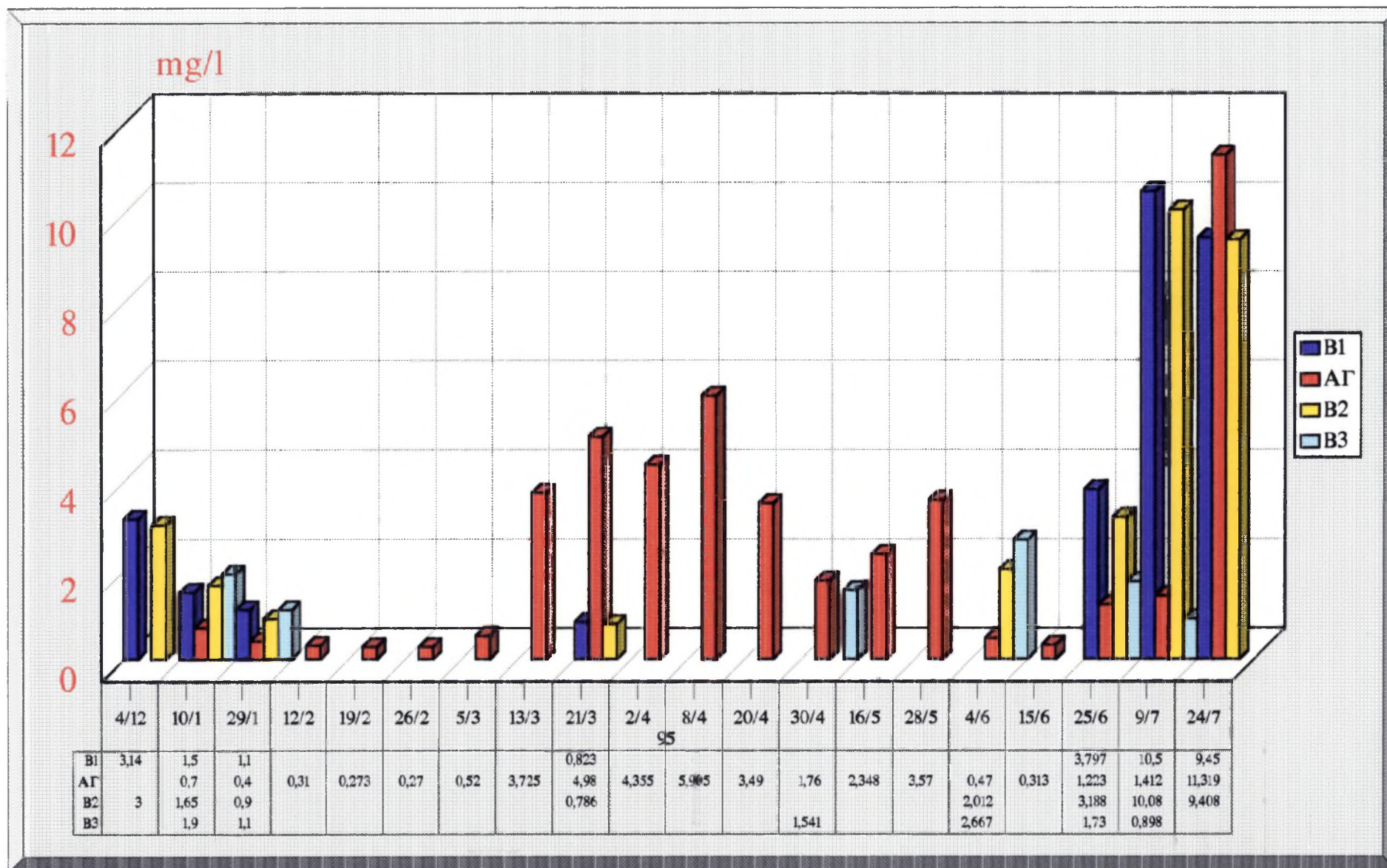
Στο Σχήμα 4 φαίνεται η συγκέντρωση του αμμωνιακού αζώτου στον χείμαρρο Βοσπόζη και τον αγωγό της ΜΕΑΑ. Οι συγκεντρώσεις στον χείμαρρο και στον αγωγό βρίσκονται κάτω από τα καθορισμένα όρια και γενικά παρατηρείται ταχεία πτώση της συγκέντρωσης μετά την μείξη των λυμάτων με τα νερά του χείμαρρου (B2), καθώς επίσης και σοβαρή ελάττωση κατάντη, πριν από τις εκβολές στη λίμνη (B3), λόγω της ταχείας μετατροπής των NH_4 σε NO_3 .

Στο Σχήμα 5 φαίνεται η συγκέντρωση των νιτρικών (ως N) στο χείμαρρο και στον αγωγό. Υπέρβαση των ορίων παρατηρείται από την ΜΕΑΑ μόνο τον Ιούλιο του 1995. Τον ίδιο μήνα ο χείμαρρος ήδη δέχεται από ανάντη πηγές περίπου 10 mg/l NO_3 .

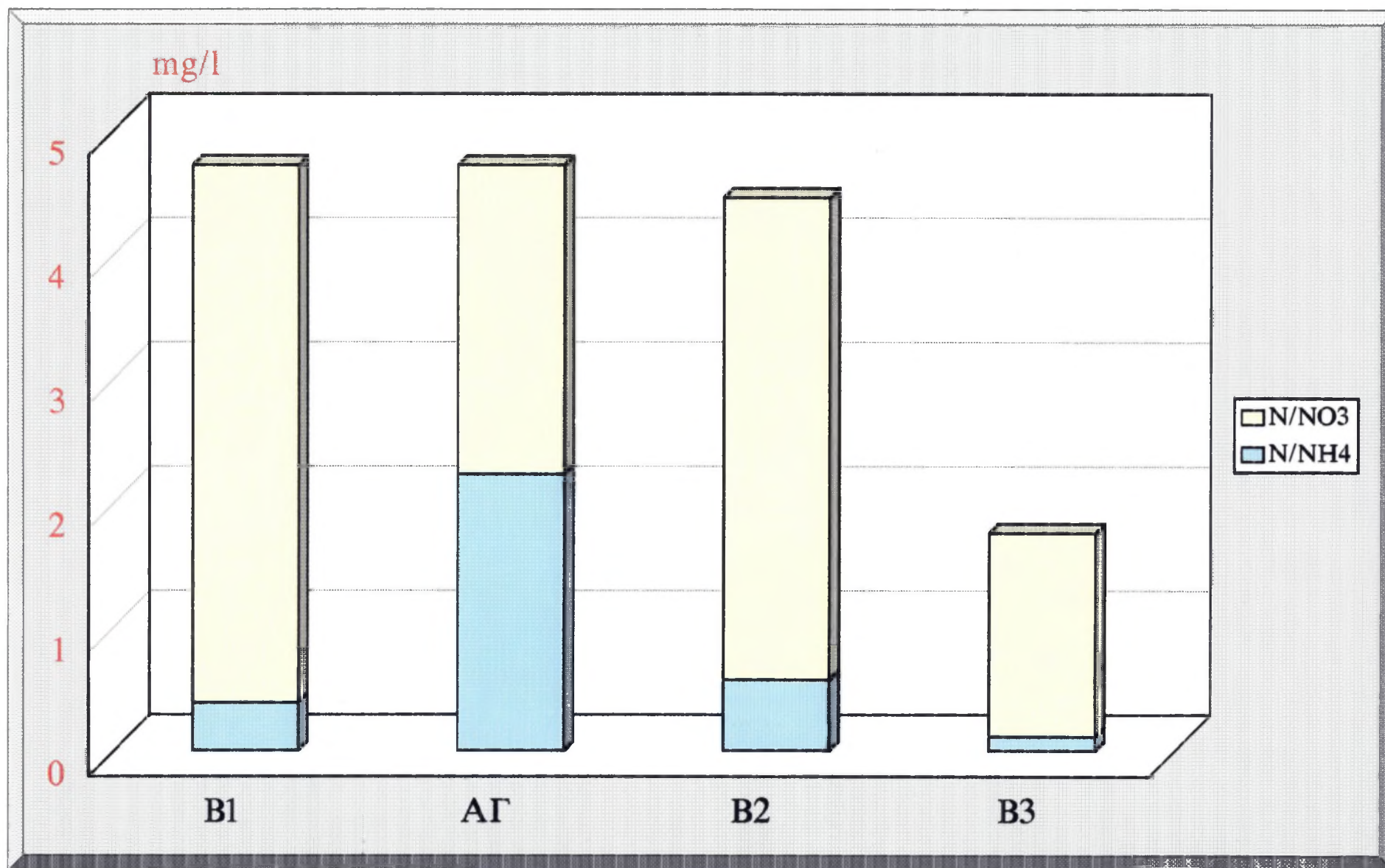
Η μέση συγκέντρωση σε N/NH_4 και N/NO_3 κάθε σταθμού και το ολικό ανόργανο άζωτο (εκτός των N/NO_2) φαίνεται στο Σχήμα 6. Ο χείμαρρος πριν από την ΜΕΑΑ έχει περίπου την ίδια μέση συγκέντρωση σε ολικό ανόργανο άζωτο με τον αγωγό, αλλά το μέγιστο της συγκέντρωσης οφείλεται στα N/NO_3 , πιθανώς γιατί τα N/NH_4 που προέρχονται από τις ανάντη της ΜΕΑΑ πηγές ρύπανσης (ΕΚΤΕΝΕΠΟΛ κ.λ.π.) μετατρέπονται γρήγορα σε NO_3 . Το ίδιο συμβαίνει και με τα N/NH_4 του αγωγού, με αποτέλεσμα ο σταθμός B2 να έχει περίπου 4 mg/l N/NO_3 . Ο χείμαρρος στο σταθμό B2 έχει $4,5 \text{ mg/l}$ ολικό ανόργανο άζωτο και πριν από τις εκβολές (B3) έχει $1,75 \text{ mg/l}$ ανόργανο άζωτο. (Μείωση από τον B2 στον B3 κατά περίπου 60%).



Σχήμα 4 Αμμωνιακό αζωτο στον χειμάρρο Βοσβοζη



Σχήμα 5 Νιτρικά στον χείμαρρο Βοσβοζη



Σχήμα 6 Μέση συγκέντρωση N/NH₄ και N/NO₃ στον χείμαρρο Βοσβοζη από τον Δεκέμβριο του 1994 μέχρι τον Ιούλιο του 1995

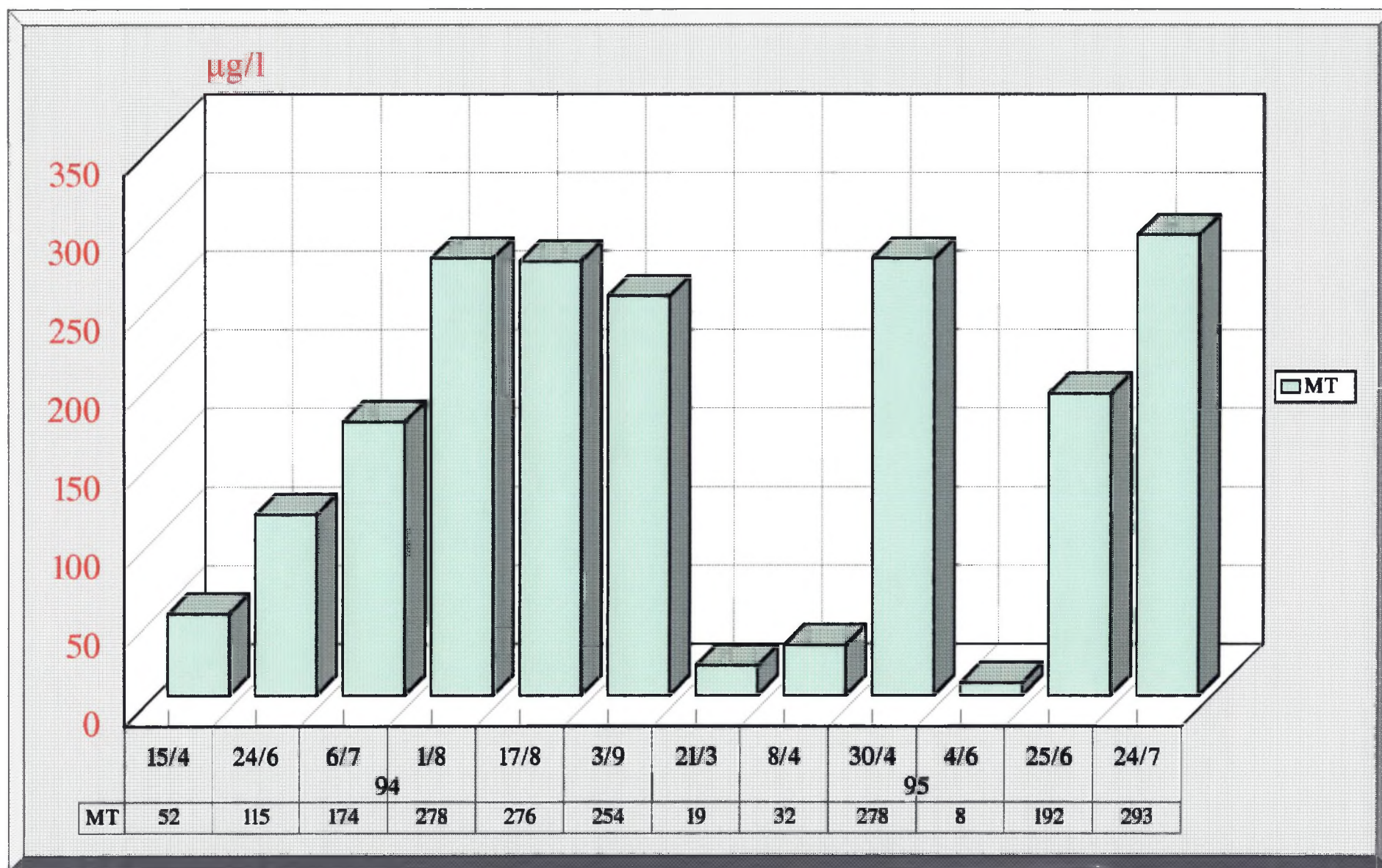
4.2 Θρεπτικά άλατα φωσφόρου και αζώτου στη λίμνη

Η μέση συγκέντρωση ολικού φωσφόρου στην επιφάνεια της λίμνης Ισμαρίδας προέκυψε είτε από μεμονωμένες τιμές είτε από τη μέση τιμή των συγκεντρώσεων από δύο ή τρεις σταθμούς (Σχήμα 7). Η μέση συγκέντρωση για το διάστημα Απρίλιος 94 Ιούλιος 95 ήταν **164 $\mu\text{g/l}$** . Δεν φαίνεται να υπάρχει αξιόλογη διαφορά μεταξύ των τιμών του 94 και του 95. Αντίθετα, επειδή οι τιμές της Ανοιξης του 95 είναι πολύ χαμηλές, ο μέσος όρος του α' εξαμήνου του '95 παρουσιάζεται χαμηλότερος (105 $\mu\text{g/l}$) σε σχέση με τον μέσο όρο του '94 (192 $\mu\text{g/l}$). Η ολοκλήρωση συλλογής στοιχείων για το υπόλοιπο του 1995 θα δώσει ακριβέστερη εικόνα.

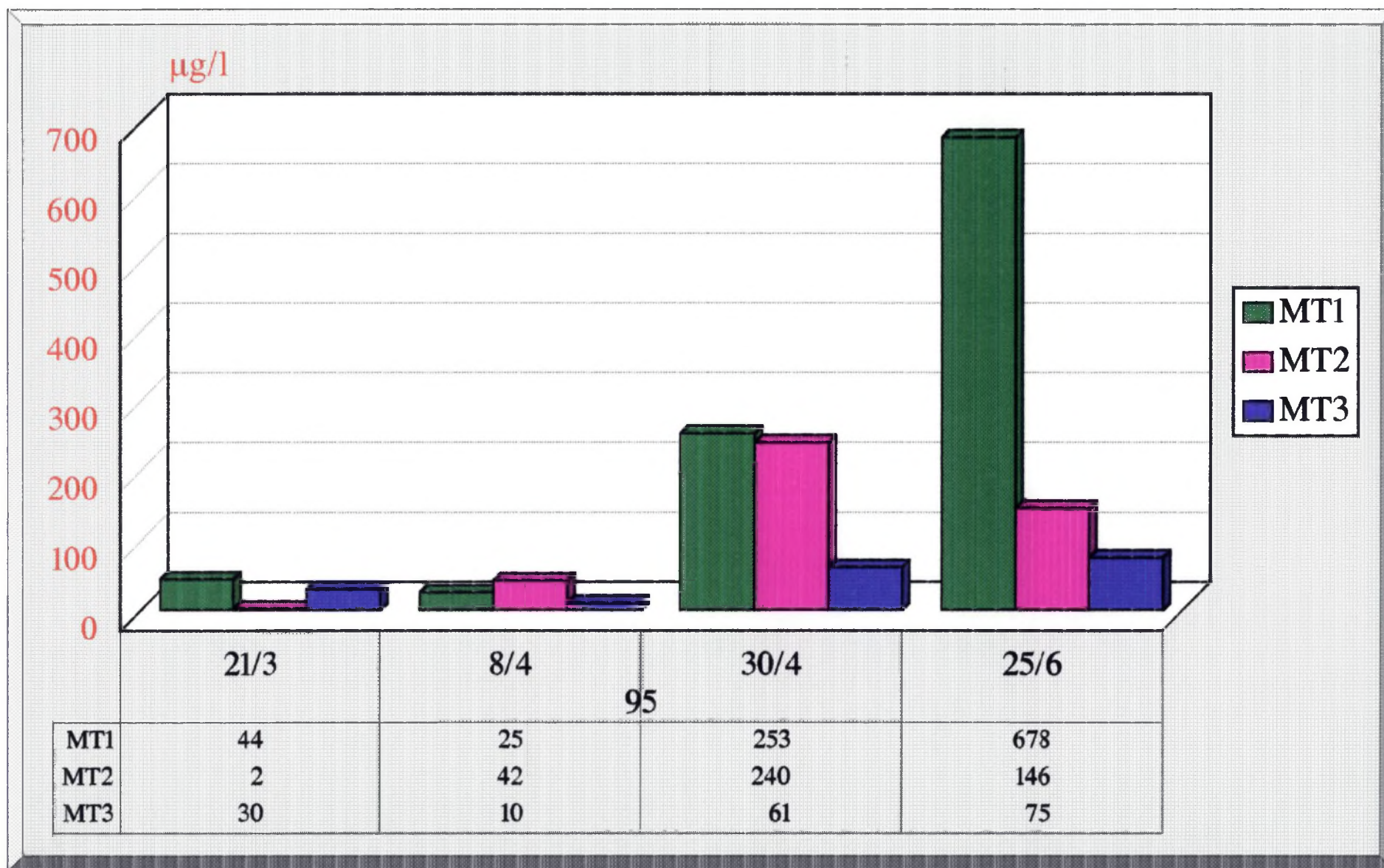
Στο Σχήμα 8 φαίνεται ότι στις 25/6/95 ο σταθμός MT1, αμέσως μετά τις εκβολές του Βοσπόρου στη λίμνη, έχει πολύ μεγαλύτερη συγκέντρωση ολικού φωσφόρου σε σχέση με τους άλλους δύο σταθμούς. Η αυξημένη αυτή συγκέντρωση οφείλεται, προφανώς, στον χείμαρρο, ο οποίος στις 25/6/95 βρέθηκε να έχει 300 $\mu\text{g/l}$ και στις 4/6/95 211 $\mu\text{g/l}$ (Σχήμα 3).

Η μέση συγκέντρωση ολικού φωσφόρου για το α' εξάμηνο του 1995 είναι 250 $\mu\text{g/l}$, για τον σταθμό MT1, για τον MT2 είναι 108 $\mu\text{g/l}$, και για τον MT3 είναι 44 $\mu\text{g/l}$, ένδειξη ότι η λίμνη δεσμεύει φώσφορο. Η μέση συγκέντρωση ολικού φωσφόρου στη λίμνη είναι **164 $\mu\text{g/l}$** . Υπολογίζοντας τις μέσες συγκεντρώσεις για τους ίδιους σταθμούς από προηγούμενη μελέτη (Σκούλλος 1993) η μέση συγκέντρωση φωσφορικών ήταν στο MT1 166 $\mu\text{g/l}$, στο MT2 111 $\mu\text{g/l}$, και στο MT3 196 $\mu\text{g/l}$. Η μέση συγκέντρωση φωσφορικών της λίμνης ήταν **126 $\mu\text{g/l}$** .

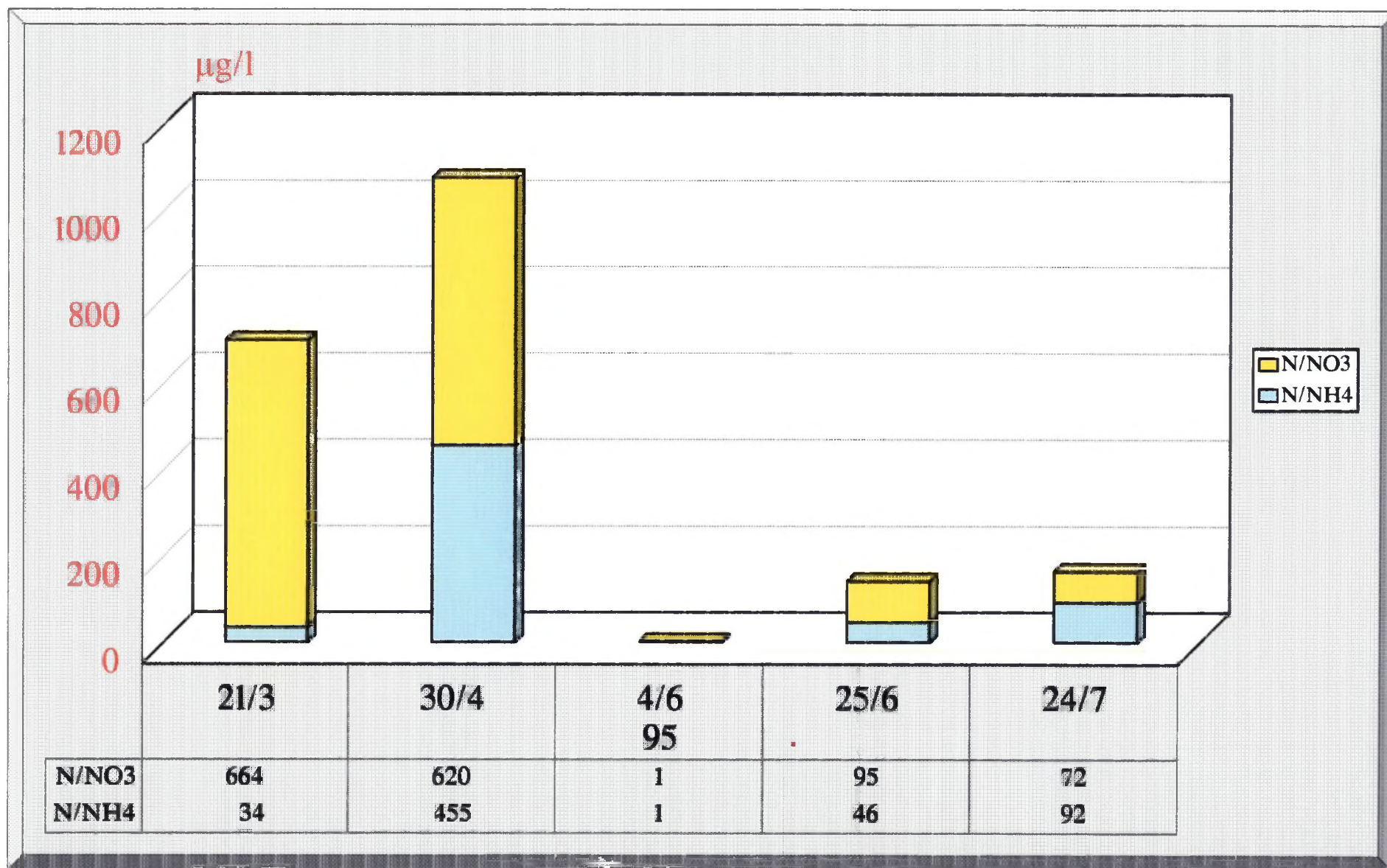
Στις 25/6/95 παρατηρήθηκε μεγάλη ποσότητα του υδρόβιου φυτού *Trapa natans*. Ένα μεγάλο ποσοστό του φωσφόρου στη λίμνη ήταν δεσμευμένο στα κύτταρα του φυτού. Στο τέλος του καλοκαιριού, όταν η αποδόμηση των κυττάρων θα αποδεσμεύσει μεγάλες ποσότητες φωσφόρου, αναμένεται να παρατηρηθεί μεγάλη αύξηση της συγκέντρωσης του ολικού φωσφόρου. Η συλλογή περισσότερων στοιχείων τους επόμενους μήνες θα τεκμηριώσει πληρέστερα τη σχετική επίδραση του Βοσπόρου στον σταθμό MT1 και την διαφοροποίησή του σταθμού αυτού από τους άλλους δύο, ένδειξη της δέσμευσης φωσφόρου από τη λίμνη. Επίσης θα καταστεί ακριβέστερος ο υπολογισμός της μέσης τιμής ολικού φωσφόρου της λίμνης.



Σχήμα 7 Ολικός Φωσφόρος στην Επιφάνεια της Λίμνης Ισμαρίδας



Σχήμα 8 Ολικός φωσφόρος σε τρεις σταθμούς δειγματοληψίας στη Λίμνη Ισμαρίδα



Σχήμα 9 Ανόργανο Άζωτο στην επιφάνεια της Λίμνης Ισμαρίδας την Άνοιξη και το Καλοκαίρι

Στο Σχήμα 9 φαίνεται η συγκέντρωση του ανοργάνου αζώτου στη λίμνη. Η μέση συγκέντρωση N/NH_4 στη λίμνη ήταν **158 $\mu g/l$** . Η αντίστοιχη τιμή από παλαιότερη μελέτη ήταν **50 $\mu g/l$** (Σκούλλος 1993). Η μέση συγκέντρωση νιτρικών ήταν **331 $\mu g/l$** πολύ κοντά σε παλαιότερες μετρήσεις (**330 $\mu g/l$** , Σκούλλος 1993). Την ανοιξη, παρατηρήθηκε μεγάλη συγκέντρωση, κυρίως νιτρικών, προφανώς λόγω της μεταφοράς τους με τις βροχές από τη λεκάνη απορροής. Σταδιακά η συγκέντρωση ελαττώνεται, καθώς τα υδρόβια φυτά και το φυτοπλαγκτό χρησιμοποιούν το ανόργανο άζωτο για να αναπτυχθούν.

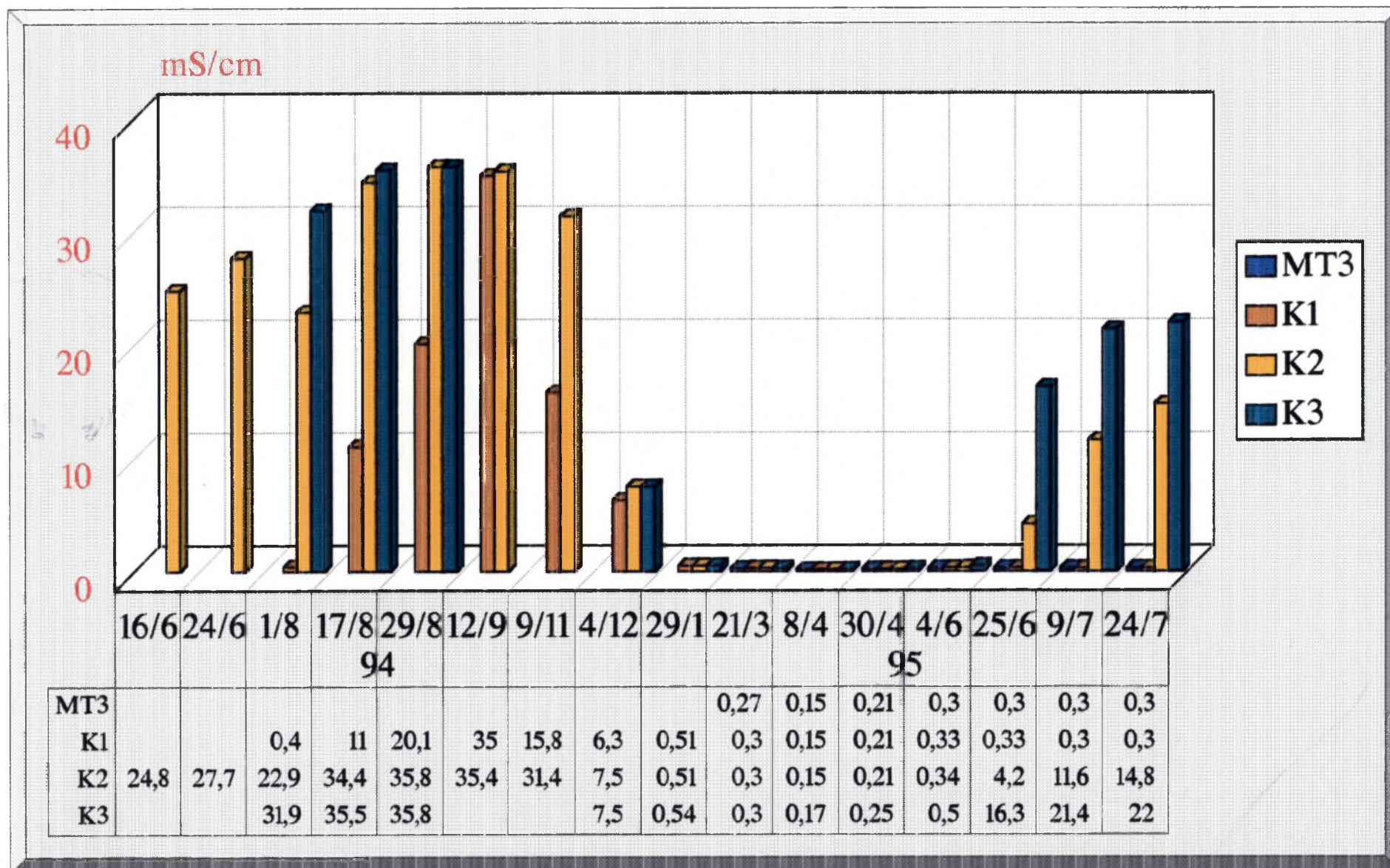
4.3. Φυσικές μεταβλητές στον χείμαρρο, στη λίμνη και στη διώρυγα εκροής

Στον χείμαρρο δεν μετρήθηκε αγωγιμότητα μεγαλύτερη από 0,8 mS/cm.

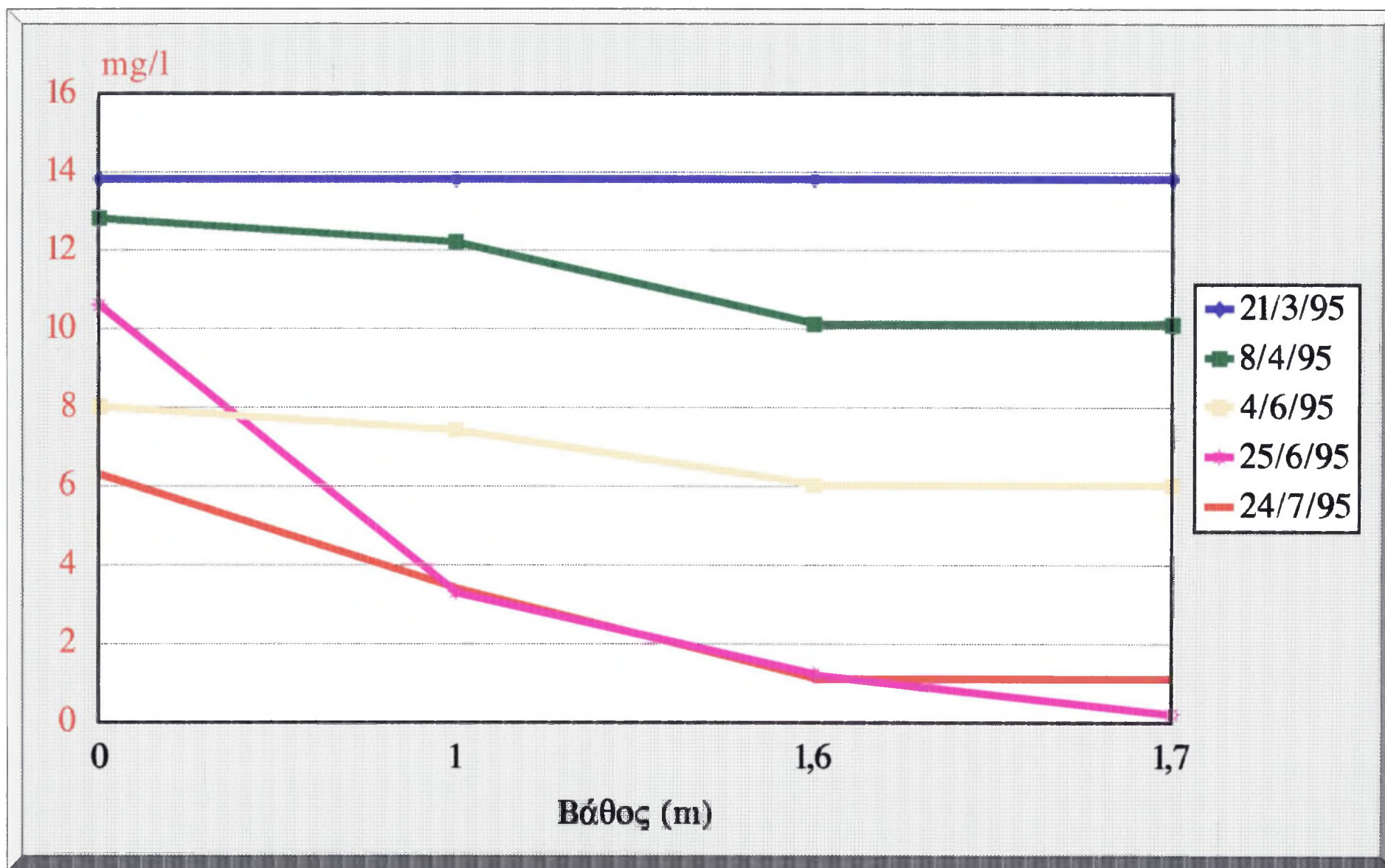
Στη λίμνη, η αγωγιμότητα στον πυθμένα (1,05 mS/cm), ήταν λίγο υψηλότερη από την επιφάνεια (0,23 - 0,28 mS/cm) τον Μάρτιο και Απρίλιο του 95 (στο τέλος Απριλίου έκλεισε το θυρόφραγμα) και διατηρήθηκε στα ίδια επίπεδα μέχρι και τον Ιούλιο 95 που έγινε και η τελευταία μέτρηση.

Στη διώρυγα εκροής, η αγωγιμότητα μεταβάλλεται κατά πολύ στη διάρκεια του έτους, ως αποτέλεσμα της εισόδου θαλασσινού νερού (Σχήμα 10).

Τον χειμώνα και την άνοιξη το διαλυμένο οξυγόνο στη λίμνη βρισκόταν σε ικανοποιητικά επίπεδα, κοντά στα όρια κορεσμού. Σταδιακά, ωστόσο, δημιουργείται στρωμάτωση αν και η λίμνη έχει μικρό βάθος, με αποτέλεσμα ο πυθμένας να εμφανίζεται στερημένος από οξυγόνο (Σχήμα 11).



Σχήμα 10 Αγωγιμότητα στον Σταθμό MT3 και στη διώρυγα εκροής της Ισμαρίδας



Σχήμα 11 Κατανομή του Διαλυμένου Οξυγόνου στον Σταθμό MT3

4.4 Χλωροφύλλη και πλαγκτό

Η χλωροφύλλη α τον Μάρτιο είχε συγκέντρωση 65.0 µg/l στην επιφάνεια του σταθµού MT3 και 92.5 µg/l στην επιφάνεια του σταθµού MT2. Τον Ιούνιο, στην επιφάνεια των σταθµών MT1, 2, και 3 οι συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης ήταν 91.0 µg/l, 232.0 µg/l και 43.0 µg/l, αντίστοιχα. Η μέση τιμή της χλωροφύλλης για το α' εξάμηνο του '95 ήταν **82.0 µg/l**.

Φυτοπλαγκτό

Τον Μάρτιο 1995, κυρίαρχη ομάδα του φυτοπλαγκτού ήταν τα Διάτομα με πολλά άτομα του γένους *Chetoceros*. Επίσης, παρατηρήθηκαν Κρυπτομονάδες, Ευγληνοειδή και Πρωτόζωα. Στο τέλος Απριλίου παρατηρήθηκαν επιπλέουσες μάζες του Χλωροφύκου *Spirogyra spp.*

Λεπτομερέστερη μικροσκοπική παρατήρηση έγινε σε φρέσκο υλικό σε δείγματα που συλλέχθηκαν στις **25/6/95** και παρατηρήθηκαν τα εξής:

Διάτομα

Γένη

Cyclotella, *Attheya*, *Navicula*, *Melosira*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Rhopalodia*, *Thalassionema*, *Cocconeis*, *Synedra*.

Είδη

Nitzschia seriata, *Nitzschia acicularis*.

Χλωρόφυτα (Γένη)

Didymocystis, *Scenedesmus*, *Closterium*, *Cosmarium*, *Tetraedron*, *Micractinium*, *Dctyosphearium*, *Eudorina*, *Spirogyra*

Χρυσόφυτα

Mallomonas spp.

Κυανοβακτήρια

Merismopedia spp., *Anabaenopsis spp.*, *Anabaena spiroides*

Ζωοπλακτό

Τροχόζωα(Είδη)

Eughlanis delicata, *Scaridium longirandum*, *Keratella* spp. *Brachionus* spp. *Eriphanes senta*, *Vorticella* spp.

Επίσης, παρατηρήθηκαν Κωπήποδα και Κλαδόκερα.

Ανώτερα Φυτά-Υδρόφυτα

Παρατηρήθηκαν τα είδη: *Ceratophyllum demersum*, *Najas* spp., *Potamogeton crispus*

Στις **24/ 7 /95** παρατηρήθηκαν σε συντηρημένο υλικό τα εξής:

Κυανοβακτήρια

Spirulina major, πολλά κύτταρα *Merismopedia* spp.

Χλωροφύκη

Monorhaphidium contortum, *Scenedesmus* spp. *Tetrahedron* spp. *Staurostrum* spp.

5. ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ

Σε παλαιότερη μελέτη (Σκούλλος 1993), η λίμνη χαρακτηρίσθηκε μεσότροφη, με κριτήριο τη μέση συγκέντρωση του ολικού αζώτου που ήταν 406 $\mu\text{g/l}$ και το σύστημα κατάταξης κατά Sakamoto. Από τα στοιχεία της παρούσας μελέτης προκύπτει μέση συγκέντρωση ολικού αζώτου λίγο υψηλότερη (489 $\mu\text{g/l}$) και η λίμνη εμπίπτει, με βάση το ίδιο κριτήριο στη μεσοτροφική κατηγορία. Ομως, με βάση πιο πρόσφατη βιβλιογραφία [Vollenweider (1975), Schindler (1977), OECD, 1982, WHO, 1988) **ο φωσφόρος θεωρείται το κρίσιμο στοιχείο του ευτροφισμού.** Χρησιμοποιώντας το σύστημα κατάταξης των λιμνών του ΟΟΣΑ (WHO 1988) και τα στοιχεία που συλλέχθηκαν από τη λίμνη στη διάρκεια του προγράμματος, έγινε μια πρώτη εκτίμηση της τροφικής κατάστασης της Ισμαρίδας.

Πίνακας 2 Τροφικές κατηγορίες λιμνών σύμφωνα με το σύστημα κατάταξης που προτείνεται από τον WHO (1988) και αντίστοιχες τιμές των μεταβλητών που μετρήθηκαν στην Ισμαρίδα

Τροφική κατηγορία	Ολικός φωσφόρος ($\mu\text{g/l}$) (Μέση τιμή)	Χλωροφύλλη ($\mu\text{g/l}$) (Μέγιστο)
ολιγότροφη	<10	<8.0
μεσότροφη	<10 -35	<8 - 25
εύτροφη	35-100	25 - 75
υπερεύτροφη	>100	>75
Στοιχεία α'εξάμηνιο 95	164	232
Παλαιότερα στοιχεία (Σκούλλος 1993)	126	----

Από τον Πίνακα 2 φαίνεται ότι υπερευτροφική χαρακτηρίζεται μια λίμνη με μέση τιμή ολικού φωσφόρου μεγαλύτερη από 100 $\mu\text{g/l}$ και μέγιστη τιμή χλωροφύλλης μεγαλύτερη από 75 $\mu\text{g/l}$. Με κριτήριο τη μέση συγκέντρωση του ολικού φωσφόρου που προκύπτει από τις μετρήσεις μας (164 $\mu\text{g/l}$) και από παλαιότερες μετρήσεις (126 $\mu\text{g/l}$) και τη μέγιστη τιμή χλωροφύλλης (232 $\mu\text{g/l}$), η λίμνη χαρακτηρίζεται **υπερεύτροφη.**

Η έλλειψη οξυγόνου που παρατηρήθηκε στον πυθμένα (Σχήμα 11) αποτελεί ένα ακόμα κριτήριο του ευτροφισμού της λίμνης με αρνητικά αποτελέσματα για την υδρόβια ζωή.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Από τα στοιχεία που αναλύθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια συμπαράινονται τα ακόλουθα:

1. Η τροφική κατάσταση της λίμνης, με κριτήριο τη συγκέντρωση φωσφόρου στο νερό, **πριν** από την έναρξη λειτουργίας της ΜΕΑΑ ήταν **υπερεύτροφη**.

2. Η τροφική κατάσταση της λίμνης, **μετά** το πρώτο εξάμηνο λειτουργίας της ΜΕΑΑ με βάση το ίδιο κριτήριο (συγκέντρωση φωσφόρου), βρέθηκε να είναι **υπερεύτροφη**. Επίσης, παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης του φωσφόρου (από 126 $\mu\text{g/l}$ το 1993 σε 164 $\mu\text{g/l}$ το πρώτο εξάμηνο του 1995).

3. Η συγκέντρωση φωσφόρου στο χείμαρρο Βοσβόζη, **πριν** από την έναρξη λειτουργίας της ΜΕΑΑ, δεν υπερέβαινε σε γενικές γραμμές το όριο των 400 $\mu\text{g/l}$ που τίθεται από τη Νομαρχιακή απόφαση 6555/29-11-90.

4. **Μετά** την έναρξη λειτουργίας της ΜΕΑΑ το ανωτέρω όριο στο χείμαρρο παραβιάζεται στο σταθμό που βρίσκεται κοντά και κατόντη από τον αγωγό εξόδου των επεξεργασμένων λυμάτων.

5. Τα επεξεργασμένα λύματα της ΜΕΑΑ, με συνθήκες λειτουργίας της μονάδας στο ένα τρίτο περίπου της δυναμικότητάς της, το πρώτο εξάμηνο της λειτουργίας της, έχουν συγκέντρωση φωσφόρου περίπου **τετραπλάσια** από αυτήν που προβλέπει η μελέτη της μονάδας.

6. Οι συγκεντρώσεις αμμωνιακού αζώτου στο χείμαρρο και στον αγωγό της ΜΕΑΑ δεν υπερέβαιναν τα όρια της Νομαρχιακής απόφασης.

7. Οι συγκεντρώσεις νιτρικών στο χείμαρρο ήταν πλησίον των ορίων και μάλιστα από πηγές ανάντη της ΜΕΑΑ.

Η Ισμαρίδα είναι μια εύτροφη λίμνη και επομένως δεν έχει επιλέον δυνατότητα αφομοίωσης των φορτίων φωσφόρου που προβλέπονται να έχουν τα επεξεργασμένα λύματα (600 $\mu\text{g/l}$) ή μετά από αραίωση τα νερά του χείμαρρου (400 $\mu\text{g/l}$).

Η μέχρι τώρα λειτουργία της ΜΕΑΑ εμπνέει ανησυχίες για τις επιπτώσεις που θα έχει στη λίμνη Ισμαρίδα η διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων της μονάδας, κυρίως όσον αφορά τον φωσφόρο που θεωρείται και ο κατ' εξοχήν παράγων πρόκλησης του φαινομένου του ευτροφισμού.

Προτείνεται η διατήρηση και επέκταση, ει δυνατόν, των γύρω από τη λίμνη ελωδών εκτάσεων για την ελάττωση του φωσφόρου που προέρχεται από τη λεκάνη απορροής. Επίσης προτείνεται η λήψη άμεσων μέτρων για την απομάκρυνση του φωσφόρου από το σημείο εκβολής του Βοσπόζη, με στόχο να προσεγγισθεί, όσο είναι δυνατόν, το όριο του κρισίμου φορτίου της λίμνης.

Η συνολική αντιμετώπιση του προβλήματος της διαχείρισης των υδατικών πόρων της περιοχής, σε συνεργασία με την ΔΕΥΑΚ, τη Νομαρχία και την περιφέρεια, θεωρείται πλέον απαραίτητη, ώστε με τον συνεχή έλεγχο της ποιότητας των νερών του χειμάρρου και έλεγχο των ρυπαντικών φορτίων που δέχεται αυτός, να εξασφαλίζεται μονίμως άφθονο και καθαρό νερό στην Ισμαρίδα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- APHA, 1975: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 14th ed.
- , 1992: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 16th ed.
- Liddicoat, M.T., Tibbitis, S., and Butler, E.I., 1976: The Determination of Ammonia in Natural Waters. *Water Research* **10**: 567-568.
- Μελέτη Εγκατάστασης Βιολογικού Καθαρισμού Πόλης Κομοτινής. Α. Τεχνική Έκδοση. ΜΕΤΕΚ Α.Ε.
- Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μονάδας Επεξεργασίας Αστικών Αποβλήτων του Δήμου Κομοτινής. ΜΕΤΕΚ Α.Ε.
- OECD, 1982. Eutrophisation des eaux. Methods de surveillance, d'evaluation et de lutte.
- Ομάδα Μελέτης ΥΠΕΧΩΔΕ. 1986: Πρόγραμμα οριοθέτησης υγροβιοτόπου σύμβασης Ramsar- Υγροβιότοπος λίμνης Μητρικού.
- Σκούλλος, Μ.. 1993. Πρόγραμμα Διαχείρισης Λίμνης Ισμαρίδας και Συμπλέγματος Λιμνοθαλασσών. Τελική Διαχειριστική Μελέτη ΥΠΕΧΩΔΕ.
- Schindler, D. 1977: Evolution of phosphorus limitation in lakes. *Science*. **195**: 260-262.
- Vollenweider, R. 1975. Input-Output models with special reference to the phosphorus loading concept in limnology. *Schweiz. Zeitschr. Hydrol.* **37**: 53-84.
- WHO. 1998. Eutrophication of Lakes and Reservoirs in Warm Climates, Environmental Health Series No 30, Copenhagen.