

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΗΣ ΠΟΛΕΩΣ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΑΠΟΔΕΚΤΗ ΘΕΡΜΑΙΚΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ  
ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ ΧΑΛΑΣΤΡΑΣ.

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 1993

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΗΣ ΠΟΛΕΩΣ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΑΠΟΔΕΚΤΗ ΘΕΡΜΑΙΚΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ  
ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ ΧΑΛΑΣΤΡΑΣ.

Η ΑΝΑΘΕΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ  
ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΕΓΙΝΕ ΑΠΟ  
ΤΟΝ Ο.Α.Θ.

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 1993

## ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

### ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΗΣ ΠΟΛΕΩΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΑΠΟΔΕΚΤΗ ΘΕΡΜΑΙΚΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ ΧΑΛΑΣΤΡΑΣ.

Ερευνητική ομάδα του Εργαστηρίου Οικολογίας και Προστασίας Περιβάλλοντος, του  
Τμήματος Κτηνιατρικής Α.Π.Θ.

Υπεύθυνος: Στυλιανός Κιλικίδης, καθηγητής.

Μέλη: Αθανάσιος Καμαριανός, επικ. καθηγητής

Ξάνθιππος Καραμανλής, λέκτορας

Ουρανία Γιαννάκου, Βιολόγος

Χρήστος Κυρίμης, ΕΔΤΠ

Ερευνητική ομάδα του Εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας του Τμήματος Χημείας του Α.Π.Θ.

Υπεύθυνος: Ιωάννης Στράτης, αναπλ. καθηγητής.

Μέλη: Σοφονίου Μιχαήλ, χημικός, βοηθός

Ανθεμίδης Αριστείδης, χημικός, επισ. συνεργάτης

Γεώργιος Ζαχαριάδης, χημικός, δρ. Χημείας

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μετά την αριθμ. 40/1992 απόφαση του Δ.Σ. του Οργανισμού Αποχέτευσης Θεσσαλονίκης (Ο.Α.Θ.) να ανατεθεί στο Εργαστήριο Οικολογίας και Προστασίας Περιβάλλοντος του Τμήματος Κτηνιατρικής και στο Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας του Τμήματος Χημείας του Α.Π.Θ. η παρακολούθηση της ποιότητας των αποβλήτων της πόλεως Θεσσαλονίκης και του αποδέκτη Θερμαϊκού, υπογράφηκε στις 15/4/92 μεταξύ του Ο.Α.Θ. και του Α.Π.Θ. σύμβαση, με σκοπό τον έλεγχο της ποιότητας των αποβλήτων της πόλεως Θεσ/νίκης και των νερών του Θερμαϊκού κόλπου.

Το αντικείμενο της έρευνας που αφορούσε το Εργαστήριο Οικολογίας ήταν ο έλεγχος των παρακάτω παραμέτρων ρύπανσης τόσο των αποβλήτων της Θεσσαλονίκης, όσο και των νερών του Θερμαϊκού κόλπου.

- Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες (HCB, Aldrine, DDT κλπ.).
- Πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs).
- Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (Benzo(a)pyrene κλπ.).
- Απορρυπαντικά (LAS).

Το αντικείμενο της έρευνας που αφορούσε το Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας ήταν ο έλεγχος των παρακάτω παραμέτρων ρύπανσης των αποβλήτων της Θεσσαλονίκης, των ιζημάτων και των νερών του Θερμαϊκού κόλπου στην παράκτια περιοχή μπροστά από το ανατολικό αντλιοστάσιο.

- Θερμοκρασία και διαλυμένο οξυγόνο.
- Βαρέα μέταλλα (μόλυβδος, κάδμιο, υδράργυρος, χρώμιο, μαγγάνιο, ψευδάργυρος).
- Νιτρικά, νιτρώδη και αμμωνιακά ιόντα.
- Ολικός φωσφόρος.

Η χρονική διάρκεια της έρευνας κάλυψε την περίοδο από το Φεβρουάριο 1992 μέχρι και τον Φεβρουάριο του 1993.

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ

Οι σταθμοί δειγματοληψίας στο χερσαίο τμήμα της μελετούμενης περιοχής (οι σταθμοί αυτοί φέρουν το πρόθεμα X) και στο θαλάσσιο χώρο (οι σταθμοί αυτοί φέρουν το πρόθεμα Θ) του ανατολικού αντλιοστασίου καθορίστηκαν σε συνεργασία με τον υπεύθυνο του Ο.Α.Θ. (κ.Α.Σουπίλα, Χημικό). Οι παρακάτω χερσαίοι σταθμοί δειγματοληψίας που καθορίστηκαν εμφανίζονται στο χάρτη I.

**X1:** Σταθμός στο Ανατολικό αντλιοστάσιο πριν την έξοδο των λυμάτων προς τη θάλασσα.

**X2:** Σταθμός στην τάφρο της Γέφυρας μετά τη συμβολή του αποχετευτικού αγωγού και της παράλληλης στραγγιστικής τάφρου.

**X3:** Σταθμός στο Στόμιο εξόδου των κατεργασμένων αποβλήτων του αποχετευτικού αγωγού που εκβάλλει στην τάφρο της Γέφυρας.

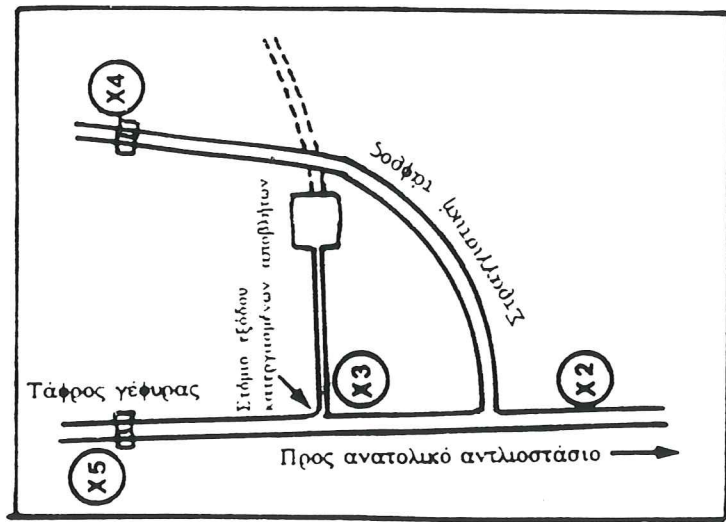
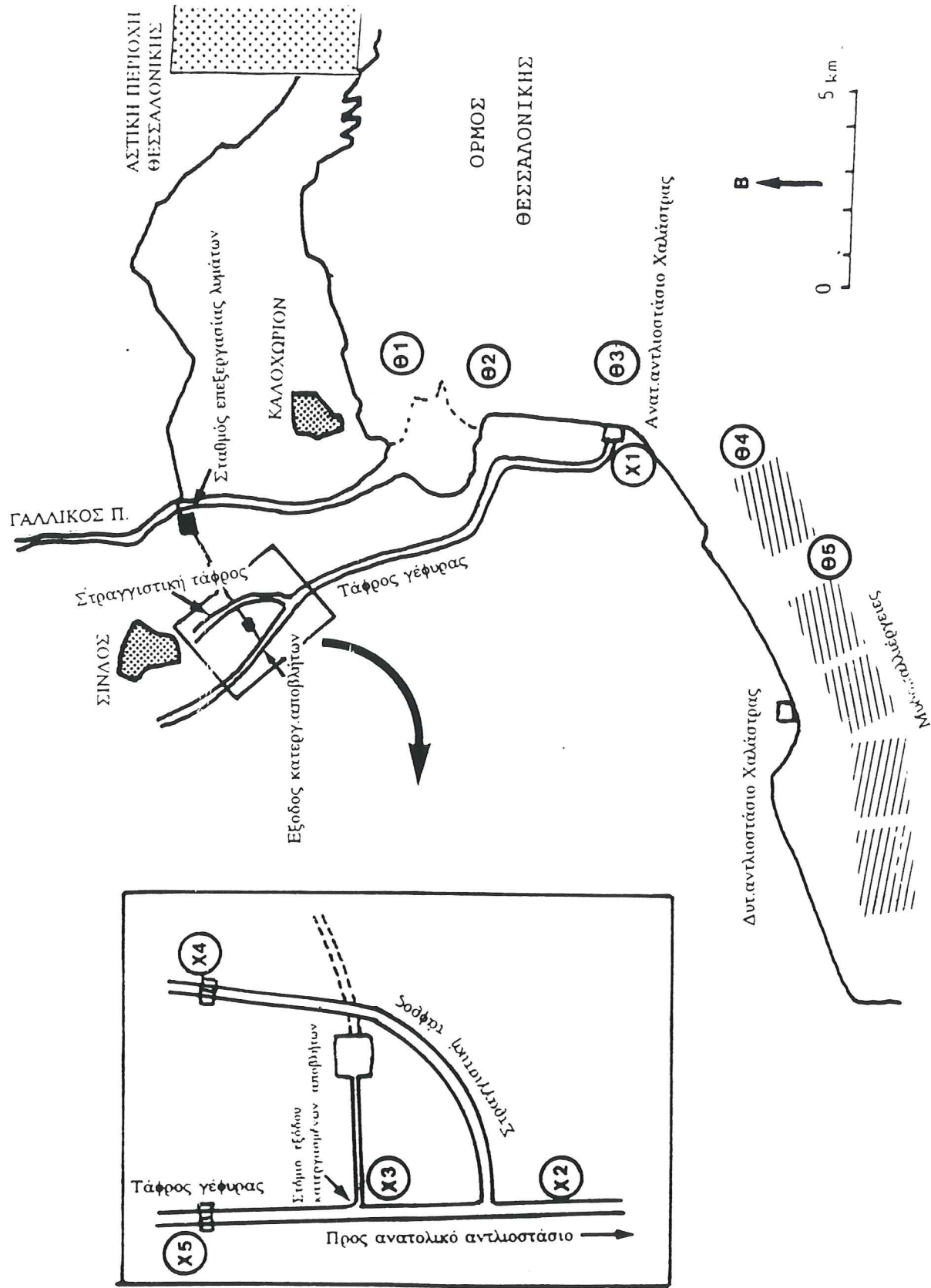
**X4:** Σταθμός από την στραγγιστική τάφρο πριν τη συμβολή της με την τάφρο της Γέφυρας.

**X5:** Σταθμός της τάφρου της Γέφυρας, ανάντι της συμβολής του αποχετευτικού αγωγού.

Οι τέσσερεις σταθμοί δειγματοληψίας στο θαλάσσιο χώρο του ανατολικού αντλιοστασίου (Θ1, Θ2, Θ3, Θ4) εμφανίζονται στο χάρτη I. Επιπλέον από ένα σημείο Θ5 λαμβάνονταν δείγματα νερού και μυδιών ώστε να προσδιορίζεται η συγκέντρωση των βαρέων μετάλλων και σ' αυτή την περιοχή των μυδοκαλλιεργειών.

Οι δειγματοληψίες λυμάτων και θαλασσινού νερού από τους σταθμούς δειγματοληψίας που προαναφέρθηκαν ήταν μηνιαίες. Μηνιαία επίσης ήταν και η δειγματοληψία μυδιών (*Mytilus galloprovincialis*) από την περιοχή Θ4. Από τους υπόλοιπους θαλάσσιους σταθμούς δειγματοληψίας δεν έγινε συλλογή μυδιών γιατί δεν ανευρέθηκαν ελεύθερα διαβιούντα μύδια. Προστίθεται ότι τους μήνες Αύγουστο και Σεπτέμβριο δεν έγινε δειγματοληψία μυδιών ούτε από το σταθμό Θ4 γιατί τα μύδια των οστρακοκαλλιεργειών της περιοχής αυτής ήταν νεκρά την περίοδο αυτή.

Σημειώνεται ότι λόγω μη λειτουργίας του ανατολικού αντλιοστασίου τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο 1992 η δειγματοληψία έγινε από το δυτικό αντλιοστάσιο. Τέλος επισημαίνεται ότι ανά εξάμηνο έγινε δειγματοληψία ιζημάτων από τη θαλάσσια περιοχή σε



Χάρτης Ι. Χερσαίοι (X) και θαλάσσιοι (Θ) σταθμοί δειγματοληψιών.

θέσεις αντίστοιχες με τις θέσεις δειγματοληψίας των νερών. Τα δείγματα του θαλασσινού νερού λαμβάνονταν από την επιφάνεια της θάλασσας (0-1 μέτρο από την επιφάνεια). Τα δείγματα των ιζημάτων ήταν επίσης επιφανειακά (0-0.2 μέτρα από το βυθό).

Η συλλογή των δειγμάτων έγινε με τη χρήση ηλεκτρικής αντλίας αναρρόφησης. Τα δείγματα συλλέγονταν σε φιάλες πολυαιθυλενίου για τα βαρέα μέταλλα και γυάλινες φιάλες για τους υδρογονάνθρακες.

Η διατήρηση των δειγμάτων στα οποία προσδιορίστηκαν τα βαρέα μέταλλα γινόταν με προσθήκη νιτρικού οξέος (τελικό pH 1.0-1.5) και συντηρούνταν σε θερμοκρασία 4° C.

Η διατήρηση των δειγμάτων στα οποία προσδιορίστηκαν τα φωσφορικά, νιτρικά και νιτρώδη ιόντα γινόταν με την προσθήκη διαλύματος HgCl<sub>2</sub> και συντηρούνταν σε θερμοκρασία 4° C.

Η διατήρηση των δειγμάτων στα οποία προσδιορίστηκαν τα αμμωνιακά ιόντα γινόταν με την προσθήκη θεικού οξέος και συντηρούνταν επίσης σε θερμοκρασία 4° C.

Σε όλες τις περιπτώσεις ο χρόνος διατήρησης των δειγμάτων ήταν ο ελάχιστος δυνατός για την αποφυγή ιζηματοποιήσεων και υδρόλυσης.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες (Χλωριωμένα παρασιτοκτόνα, Πολυχλωριωμένα διφαινύλια, PCBs).

Για την απομόνωση, την ταυτοποίηση και τον ποσοτικό προσδιορισμό των χλωριωμένων υδρογονανθράκων εφαρμόστηκαν οι τεχνικές των APHA (1989), Kilikidis et al. (1981), Κιλικίδης και συν. (1984), Johnson (1965) και Jensen et al. (1973).

Τόσο τα δείγματα από τους χειρσαίους σταθμούς δειγματοληψίας (λύματα) όσο και τα θαλασσινά νερά διηθούνταν από ηθμούς GF/C της Whatman. Η παραπέρα επεξεργασία γίνονταν χωριστά στα διηθημένα δείγματα και στους ηθμούς. Τα αποτελέσματα όμως δίνονται επί του συνολικού δείγματος (soluble + particulate). Η εκχύλιση των δειγμάτων γίνονταν με n-εξάνιο ενώ για τον καθαρισμό του δείγματος και την απομόνωση των χλωριωμένων

υδρογονάνθρακων χρησιμοποιήθηκε στήλη Florisil.

Η λυοφιλοποίηση χρησιμοποιήθηκε για την αποξήρανση των δειγμάτων των μυδιών και των ιζημάτων και ακολουθούσε εκχύλιση κατά Soxhlet με n-εξάνιο. Ο παραπέρα καθαρισμός και η απομόνωση των χλωριωμένων υδρογονανθράκων των δειγμάτων γίνονταν με στήλη Florisil. Για την ταυτοποίηση και τον ποσοτικό προσδιορισμό των χλωριωμένων υδρογονανθράκων χρησιμοποιήθηκε αεριοχρωματογράφος Varian 3600, εφοδιασμένος με ανιχνευτή δεσμεύσεως ηλεκτρονίων (ECD)<sup>63</sup>Ni και τριχοειδή στήλη μήκους 30 m με εσωτερική διάμετρο 0,32 mm. Η στήλη ήταν επιστρωμένη με DB-5 και πάχος επίστρωσης 0,25 μm.

Συνθήκες χρωματογραφήσεως:

Θερμοκρασία θάλαμου εγχύσεως-εξαερώσεως (splitless mode): 250<sup>0</sup>C

Θερμοκρασία ανιχνευτή: 300<sup>0</sup>C

Θερμοκρασία της στήλης: αρχική 130<sup>0</sup>C, τελική 250<sup>0</sup>C, με ρυθμό 4<sup>0</sup>C/min.

Ροή φέροντος αερίου (He): 2 ml/min.

Η ταυτοποίηση των κορυφών έγινε με πρῶτυπα του οίκου Chem.Service Inc. Wechester U.S.A. και τα ποσοστά ανάκτησης (recovery) κυμαίνονταν από 87-99%.

Τα όρια ανιχνεύσεως των μεθόδων ήταν: για τα χλωριωμένα παρασιτοκτόνα στα θαλασσινά νερά και λύματα 1 ng/l και για τα θαλάσσια ιζήματα και μύδια 0,01 μg/Kg (wet weight). Για τα PCBs στα θαλασσινά νερά και στα λύματα των χερσαίων σταθμών 0,01 μg/l και στα θαλασσινά ιζήματα και μύδια 0,1 μg/Kg (wet weight).

#### Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH).

Για την απομόνωση, την ταυτοποίηση και τον ποσοτικό προσδιορισμό των πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων εφαρμόστηκαν οι τεχνικές των APHA (1989), Καμαριανός (1981) και Iosifidou et al. (1982).

Τα δείγματα των χερσαίων σταθμών δειγματοληψίας (λύματα) και τα θαλασσινά νερά διηθούνταν από ηθμούς GF/C, Whatman. Η ανάλυση γίνονταν χωριστά στα διηθήματα και στους ηθμούς, ενώ τα αποτελέσματα εκφράζονται επί του συνολικού δείγματος (soluble +



particulate). Για τον καθαρισμό των δειγμάτων εφαρμόστηκε η τεχνική της εκχύλισης στερεάς φάσης - υγρού (solid phase extraction) με τη χρήση μικροστηλών με προσροφητικό C18 του οίκου Alltech. Ως εκχυλιστικό για την παραλαβή των PAH χρησιμοποιήθηκε το διχλωρομεθάνιο.

Για την ταυτοποίηση και τον ποσοτικό προσδιορισμό των PAH χρησιμοποιήθηκε αεριοχρωματογράφος Varian 3600, εφοδιασμένος με ανιχνευτή ιονισμού φλογός (FID) και τριχοειδή στήλη μήκους 30 m και εσωτερικής διαμέτρου 0,32 mm. Η στήλη ήταν επιστρωμένη με FSOT-DB-5 και πάχος επίστρωσης 0,25 μm.

Συνθήκες χρωματογραφείσεως:

Θερμοκρασία θαλάμου εγχύσεως - εξαερώσεως (splitless mode): 250<sup>0</sup>C

Θερμοκρασία ανιχνευτή (FID): 300<sup>0</sup>C

Θερμοκρασία στήλης: αρχική 100<sup>0</sup>C, τελική 290<sup>0</sup>C με ρυθμό 8<sup>0</sup>C/min

Ροή φέροντος αερίου (He): 2 ml/min

Η ταυτοποίηση και ο ποσοτικός προσδιορισμός των κορυφών έγινε με πρότυπα του οίκου Chem.Service Inc. U.S.A. και τα ποσοστά ανάκτησης (recovery) κειμαίνονταν απο 85-95%.

Τα όρια ανιχνεύσεως των μεθόδων για τα λύματα και τα θαλ. νερά ήταν 0,01 μg/l ενώ για τα ιζήματα και τα μύδια 0,1 μg/Kg.

#### Απορρυπαντικά - Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS).

Για την ανίχνευση και τον ποσοτικό προσδιορισμό των απορρυπαντικών εφαρμόστηκαν οι τεχνικές των APHA (1989) και Hedrick C.F. & Berge B.A.(1966).

Η μέθοδος αφορούσε στην εκχύλιση του δείγματος με οργανικό διαλύτη (βενζόλιο) ύστερα από το σχηματισμό του συμπλόκου χρωστικής του LAS με το κυανούν του μεθυλενίου (Methylene blue active substances MBAS). Η μέτρηση της οργανικής φάσης γίνονταν σε φασματοφωτόμετρο UV-VIS (Shimadzu 160 A) στα 615 nm. Για την καμπύλη αναφοράς χρησιμοποιήθηκε πρότυπη ουσία (LAS) της HACH Chem. co. Το όριο ανιχνεύσεως της μεθόδου ήταν 0,010 mg/l LAS.

### Θερμοκρασία - Διαλυμένο οξυγόνο

Οι μετρήσεις της θερμοκρασίας και του διαλυμένου οξυγόνου γίνονταν ηλεκτροχημικά με βαθμονομημένη φορητή συσκευή του οίκου WTW.

### Βαρέα μέταλλα στα υδατικά δείγματα

Οι προσδιορισμοί των ιόντων των βαρέων μετάλλων αφορούσαν το συνολικό φορτίο τους στα νερά και για το λόγο αυτό οι αναλύσεις γίνονταν στα δείγματα χωρίς να υποβληθούν σε διήθηση μετά από ομογενοποίησή τους σε λουτρό υπερήχων. Τα κατιόντα των μετάλλων μολύβδου, καδμίου, μαγγανίου, ψευδαργύρου, χρωμίου προσδιορίστηκαν σύμφωνα με τις πρότυπες μεθόδους δηλαδή με τη μέθοδο της Φασματομετρίας Ατομικής Απορρόφησης με Ατομοποιητή Φλόγα ή Φούρνο Θερμαινόμενου Γραφίτη ή παραγωγή ψυχρού ατμού (υδράργυρος) μετά από κατάλληλη υγρή πέψη. Χρησιμοποιήθηκε όργανο Φ.Α.Α. του οίκου Perkin-Elmer 2380 και φούρνος γραφίτη τύπου HGA-400 του ίδιου οίκου.

Στα δείγματα όπου η τάξη μεγέθους και η ευαισθησία της μέτρησής του ήταν σχετικά μεγάλες χρησιμοποιήθηκε ο ατομοποιητής φλόγας (περίπτωση ψευδαργύρου και μαγγανίου), ενώ στα υπόλοιπα στοιχεία (περίπτωση μολύβδου, καδμίου, μαγγανίου στα χερσαία δείγματα) χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της ατομοποίησης με φούρνο θερμαινόμενου γραφίτη και διορθωτή θορύβου λυχνία δευτερίου. Για τον υδράργυρο εφαρμόστηκε η φασματομετρία ατομικής απορρόφησης ψυχρού ατμού.

Ειδικότερα η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε για την πέψη των δειγμάτων είναι η εξής:

α. Ενας ορισμένος όγκος δείγματος (10ml) μεταφέρεται σε χωνευτήριο από teflon μαζί με καθορισμένη ποσότητα πυκνού νιτρικού οξέος 2ml (suprapur) και τοποθετείται σε αυτόκλειστο. Θερμαίνεται η διάταξη επί 5 ώρες στους 120° C και μετά πάροδο συνολικά 12 ωρών (ψύξη και εξισορρόπηση) ανοίγεται και το διάλυμα που προκύπτει αραιώνεται σε συγκεκριμένο όγκο με διάλυμα νιτρικού οξέος 0.5 N.

β. Άλλη ποσότητα δείγματος υποβάλλονταν σε πέψη με την επίδραση μείγματος  $\text{KMnO}_4$  -  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , για τον προσδιορισμό του υδραργύρου.

#### Βαρέα μέταλλα στα ιζήματα και τα μύδια

Τα δείγματα των ιζημάτων υποβάλλονταν σε πέψη υπό θέρμανση ( $140\text{ }^\circ\text{C}$ ) και πίεση σε αυτόκλειστο με την επίδραση μίγματος  $\text{HF}$  -  $\text{HClO}_4$  -  $\text{HNO}_3$ . Τα προκύπτοντα ομογενή διαλύματα αραιώνονταν σε όγκο 25 ml.

Τα μείγματα μυδιών υποβάλλονταν σε πέψη στην ίδια διάταξη παρουσία πυκνού νιτρικού οξέος και τα προκύπτοντα ομογενή διαλύματα αραιώνονταν σε όγκο 25 ml.

Ο προσδιορισμός του ξηρού περιεχομένου των ιζημάτων γίνονταν σε ξεχωριστές ποσότητες των δειγμάτων μετά από ομογενοποίησή τους και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν επί ξηρού βάρους (Dry Weight or Wet weight). Ενώ τα αποτελέσματα των συγκεντρώσεων στα μύδια εκφράστηκαν επί δείγματος ως έχει (Fresh Weight).

#### Νιτρικά και Νιτρώδη ιόντα

Ο προσδιορισμός των συγκεντρώσεων των νιτρικών ιόντων γίνονταν στα υδατικά δείγματα, μετά από αναγωγή τους προς νιτρώδη ιόντα σε στήλη καδμίου. Από το σύνολο των νιτρωδών ιόντων αφαιρούνταν το κλάσμα των νιτρωδών ιόντων που προσδιορίζονταν εξ αρχής και υπολογίζονταν η αντίστοιχη συγκέντρωση εκφρασμένη σε νιτρικά ιόντα. Η ακολουθούμενη μέθοδος είναι η πρότυπη μέθοδος της φασματοφωτομετρίας υπεριώδους - ορατού με σχηματισμό ερυθρού αζωχρώματος με ναφθυλοαιθυλενοδιαμίνη και μέτρηση της απορρόφησης στα 450 - 453 nm. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σαν συγκέντρωση νιτρικών ή νιτρωδών ιόντων.

#### Αζωτο αμμωνιακό

Δείγμα ως έχει ακριβώς μετρημένου όγκου (25ml δείγματα Θαλάσσης) και (5ml + 20ml απιονισμένο νερό δείγματα Χερσαία) αμέσως μετά τη δειγματοληψία αναλύεται για  $\text{N-NH}_4$ .

Προστίθεται κιτρικό νάτριο 1.19 M, μικτό αντιδραστήριο φαινόλης - νιτροπρωσσικού νατρίου και διάλυμα NaOH - NaClO τίτλου 0.34M για τα χερσαία δείγματα και 0.84 M για τα θαλάσσια δείγματα. Ελέγχεται και ρυθμίζεται το pH σε τιμή 10.0-10.1, ισοσταθμίζονται οι όγκοι δειγμάτων προτύπων και τυφλών διαλυμάτων και μετρείται η απορρόφηση στα 625-630 nm με σειρά κυψελίδων οπτικής διαδρομής 0.2-4.0 cm μετά από δύο έως τέσσερις ώρες. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σαν συγκέντρωση αζώτου.

#### Ολικός φώσφορος

Δείγμα ως έχει ακριβώς μετρημένου όγκου υφίσταται υγρή πέψη εν θερμώ εντός φιάλης Kjeldahl σε αμμόλουτρο παρουσία  $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{SO}_4$  μέχρις εμφανίσεως λευκών ατμών  $\text{SO}_3$ . Το περιεχόμενο της φιάλης μεταφέρεται ποσοτικά σε ογκομετρική φιάλη των 50 ml. Εξουδετερώνεται η περίσσεια του οξέος με πυκνό διάλυμα NaOH παρουσία δείκτου φαινολοφθαλείνης, επανοξιζείται με αραιό διάλυμα θειικού οξέος και τελικά συμπληρώνεται ο όγκος μέχρι τη χαραγή. Προστίθεται μικτό αντιδραστήριο μολυβδαινικού αμμωνίου - τρυγικού καλιοαντιμονύλιου - ασκορβικού οξέος - θειικού οξέος και μετρείται η απορρόφηση στα 880 nm με σειρά κυψελίδων οπτικής διαδρομής 0.2-4.0 cm. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σαν συγκέντρωση φωσφόρου.

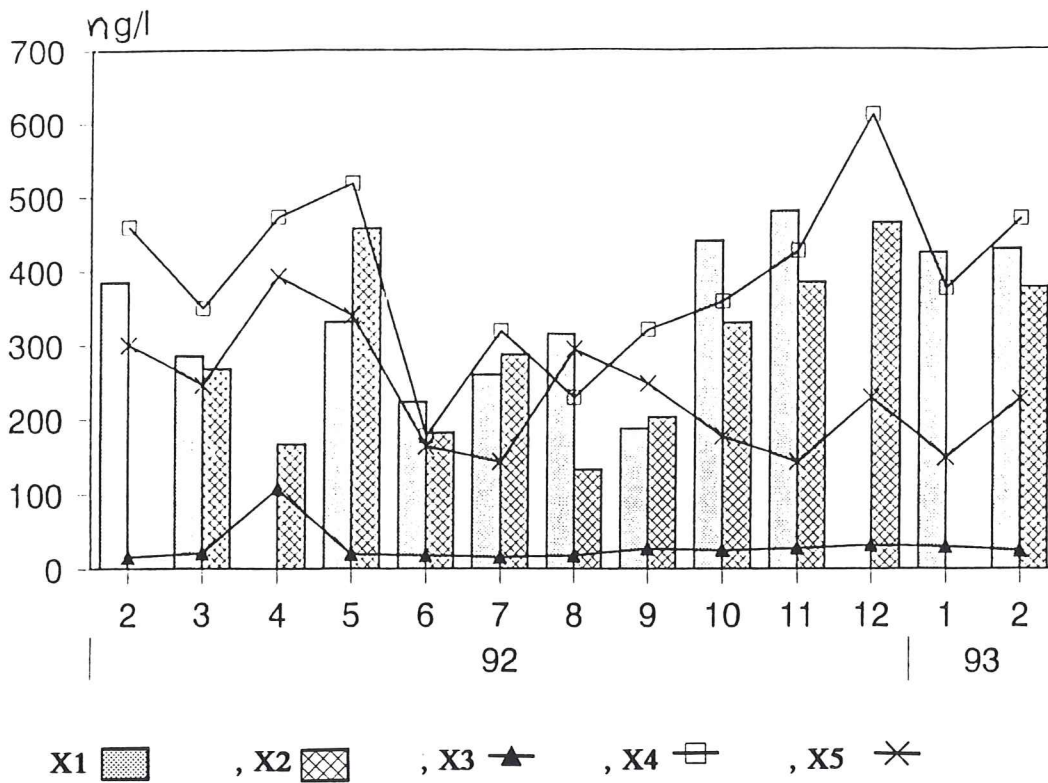
## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### Χλωριωμένοι Υδρογονάνθρακες (Οργανοχλωριωμένα παρασιτοκτόνα και PCBs)

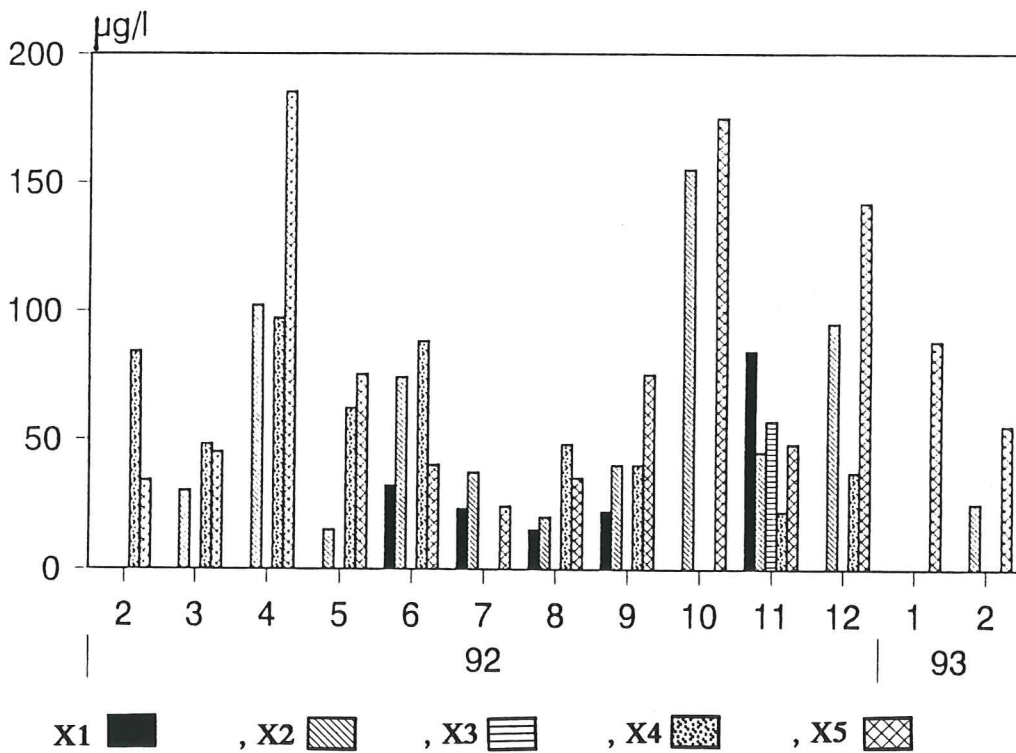
#### Χερσαίοι σταθμοί δειγματοληψίας.

Στα δείγματα των χερσαίων σταθμών δειγματοληψίας (λύματα) X1, X2, X4 και X5, ανιχνεύθηκαν τα παρακάτω χλωριωμένα παρασιτοκτόνα: BHC-α, Hexachlorobenzene (HCB), Lindane (LIND.), BHC-δ, Heptachlor (HEPT.), Heptachlor apoxide (HEPT. EPOX.), Dieldrine (DIELD.) και οι μεταβολίτες του DDT, ppDDE και ppDDD. Από τα πολυχλωριωμένα δφαινύλια (PCBs) ανιχνεύθηκαν τα Arochlor 1254 και Arochlor 1260. Στον σταθμό δειγματοληψίας X3 (έξοδος αποχετευτικού αγωγού) ανιχνεύθηκαν μόνο τα BHC-α, HCB, LIND, BHC-δ και DIELD, ενώ δεν ανιχνεύθηκαν PCBs εκτος από το δείγμα του Νοεμβρίου 1992, όπου η παρουσία τους ήταν θετική.

Στον πίνακα I του παραρτήματος δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα όλων των αναλύσεων των δειγμάτων των χερσαίων σταθμών, καθώς και οι τιμές των συνολικών χλωριωμένων παρασιτοκτόνων και των συνολικών PCBs. Στον πίνακα 1 επίσης δίνονται οι μέσες τιμές, η τυπική απόκλιση και οι ακραίες τιμές των συνολικών οργανοχλωριωμένων παρασιτοκτόνων και PCBs που προσδιορίστηκαν στους σταθμούς δειγματοληψίας. Από τον πίνακα αυτόν φαίνεται ότι οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις των οργανοχλωριωμένων παρασιτοκτόνων βρέθηκαν στο σταθμό δειγματοληψίας X4, όπου είναι η αποστραγγιστική τάφρος στην οποία απορρέουν οι εκπλύσεις των καλλιεργουμένων εκτάσεων. Υψηλές βρέθηκαν επίσης οι συγκεντρώσεις και στο σταθμό δειγματοληψίας X1, όπου είναι η τάφρος στην οποία απορρέουν όλα τα λύματα της περιοχής και εκβάλλουν τελικώς στη θάλασσα. Αντίθετα εξαιρετικά μικρές βρέθηκαν οι συγκεντρώσεις των χλωριωμένων παρασιτοκτόνων στο X3, δηλαδή στην έξοδο του αποχετευτικού αγωγού των επεξεργασμένων λυμάτων. Στο σχήμα 1 δίνονται οι μηνιαίες διακυμάνσεις των τιμών στους πέντε σταθμούς δειγματοληψίας. Από το σχήμα αυτό διαπιστώνεται ότι οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις παρουσιάζονται τους μήνες με τις μεγαλύτερες βροχοπτώσεις, Μάρτιο - Μάιο και Οκτώβριο - Δεκέμβριο.



Σχήμα 1. Μηνιαία διακύμανση των συγκεντρώσεων των συνολικών οργανοχλωριωμένων παρασιτοκτόνων στους χερσαίους σταθμούς δειγματοληψίας.

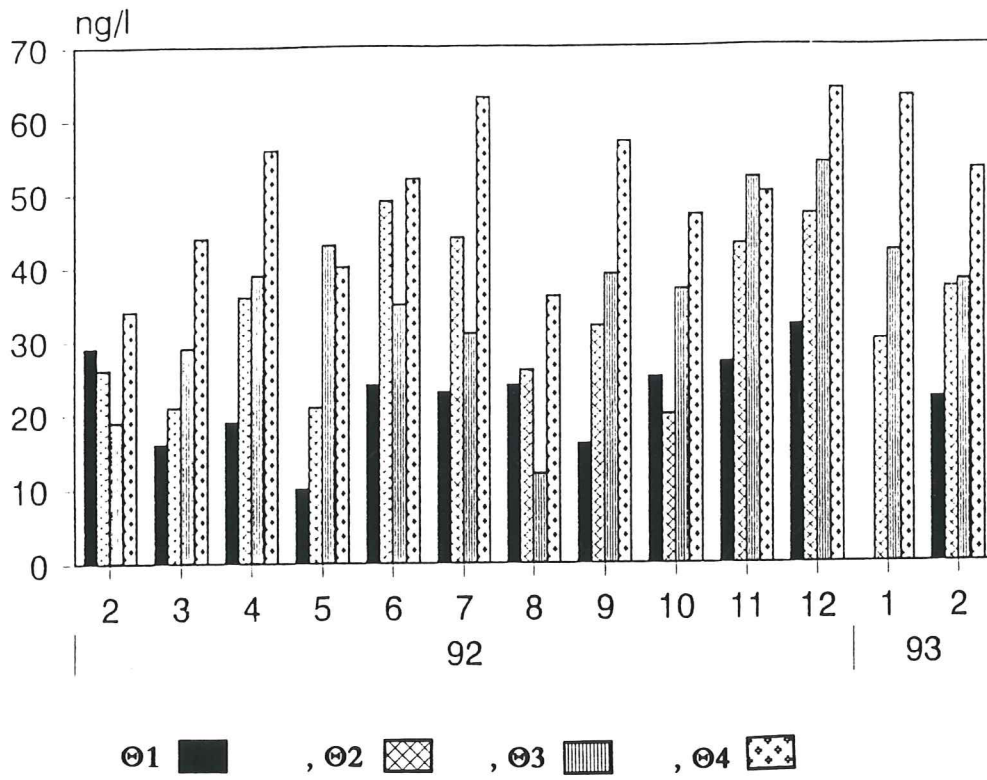


Σχήμα 2. Μηνιαία διακύμανση των συγκεντρώσεων των συνολικών PCBs στους χερσαίους σταθμούς δειγματοληψίας.

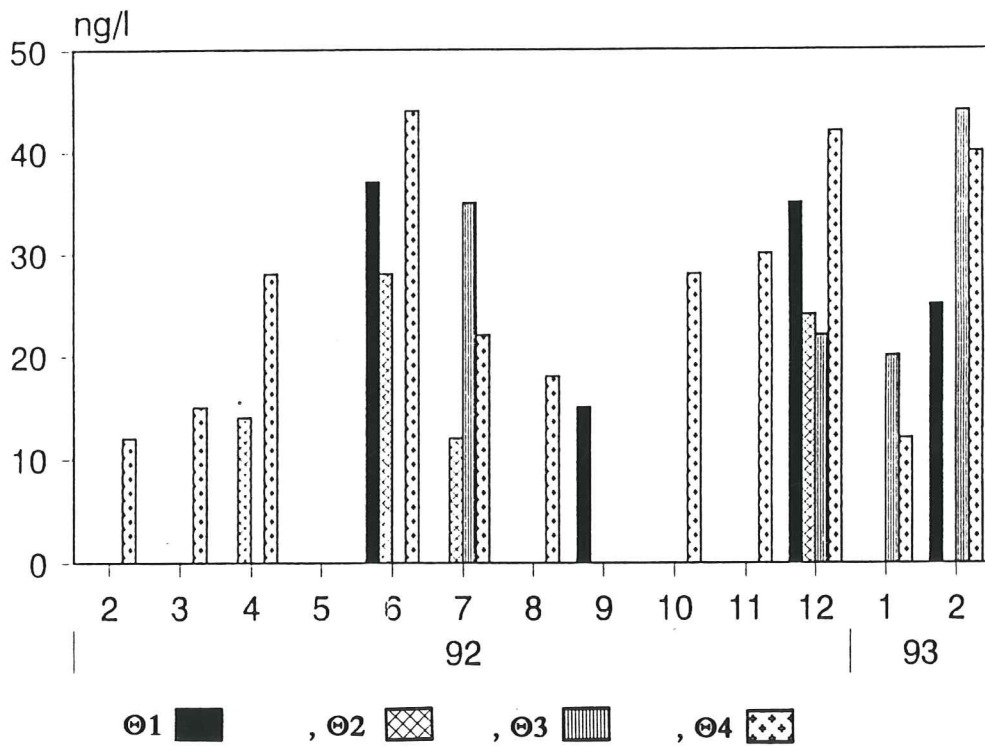
Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις των πολυχλωριωμένων διφαινυλίων (PCBs) διαπιστώθηκαν στο σταθμό X5 (τάφρος Γέφυρας πριν από τη συμβολή του αποχετευτικού αγωγού). Το γεγονός αυτό δικαιολογείται από την ύπαρξη μεγάλων ποσοτήτων βιομηχανικών αποβλήτων που δέχεται η τάφρος. Στον αποχετευτικό αγωγό (X3) ανιχνεύθηκαν PCBs μόνο τον Νοέμβριο του 1992. Οι συγκεντρώσεις των PCB's από τον X2 στον X1 (έξοδος αποβλήτων στην θάλασσα) μειώνονται κατά 78,5%. Το γεγονός τούτο οφείλεται πιθανότατα στην καθίζηση των ουσιών αυτών στη λάσπη του καναλιού. Σημειώνεται ότι η ροή των λυμάτων στο κανάλι είναι μικρή και το μήκος του σχετικά μεγάλο (περίπου 11 χλμ.). Στο σχήμα 2 δίνονται οι μηνιαίες διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων των PCB's στους 5 χερσαίους σταθμούς δειγματοληψίας. Από το σχήμα αυτό φαίνεται ότι οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ανιχνεύθηκαν τους μήνες Απρίλιο, Οκτώβριο και Δεκέμβριο, όπου οι βροχοπτώσεις ήταν αυξημένες. Σημειώνεται τέλος ότι στο σταθμό X1 (ανατολικό αντλιοστάσιο) τα PCB's ανιχνεύθηκαν μόνο τους μήνες Ιούνιο μέχρι Νοέμβριο.

#### Θαλασσινά νερά

Στα δείγματα θαλασσινών νερών ανιχνεύθηκαν τα ακόλουθα οργανοχλωριωμένα παρασιτοκτόνα BHC-α, HCB, LIND., BHC-δ, HEPT., HEPT.EPOX., DIELD., και οι μεταβολίτες του DDT το ppDDE και ppDDD. Η παρουσία εξάλλου των PCB's (Arochlor 1254 & 1260) ήταν θετική μόνον στο 45% των δειγμάτων που εξετάστηκαν. Τα αναλυτικά αποτελέσματα των μετρήσεων δίνονται στον πίνακα II του παραρτήματος ενώ οι μέσες τιμές με τις τυπικές αποκλίσεις και οι ελάχιστες και μέγιστες τιμές ανά σταθμό δειγματοληψίας δίνονται στον πίνακα 1. Οι συγκεντρώσεις των οργανοχλωριωμένων παρασιτοκτόνων στους θαλάσσιους σταθμούς Θ1 και Θ2 βρέθηκαν χαμηλότερες συγκριτικά με τους υπόλοιπους σταθμούς Θ3 και Θ4. Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα επικρατούντα θαλάσσια ρεύματα στη περιοχή σύμφωνα με τις απόψεις των Γκανούλη και συν.(1988-91) και Ανδρεουδάκη (1990), είναι από Βορρά προς Νότον, δικαιολογείται έτσι η χαμηλή συγκέντρωση των παρασιτοκτόνων στους σταθμούς που προαναφέρθηκαν, αφού η διασπορά των ουσιών αυτών



Σχήμα 3. Μηνιαία διακύμανση των συγκεντρώσεων των συνολικών οργανοχλωριωμένων παρασιτοκτόνων στους θαλάσσιους σταθμούς δειγματοληψίας.



Σχήμα 4. Μηνιαία διακύμανση των συγκεντρώσεων των συνολικών PCBs στους θαλάσσιους σταθμούς δειγματοληψίας.



προς Βορρά δυσχεραίνεται εξαιτίας των θαλασσιών ρευμάτων που προαναφέρθηκαν. Με την ίδια λογική δικαιολογείται η αυξημένη συγκέντρωση των παρασιτοκτόνων στους σταθμούς Θ3 και ιδιαίτερα στον Θ4, όπου υπάρχουν κοντά και οι μυδοκαλλιέργειες και δημιουργείται έτσι πρόβλημα ρύπανσης. Στο σχήμα 3 δίνεται η μηνιαία διακύμανση των συγκεντρώσεων των συνολικών χλωριωμένων παρασιτοκτόνων για κάθε σταθμό δειγματοληψίας ενώ στο σχήμα 4 οι μηνιαίες διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων των συνολικών PCB's. Όπως φαίνεται στο σχήμα 4 μόνον στο σταθμό Θ4 διαπιστώθηκαν PCB's καθόλη την διάρκεια της έρευνας, εκτός από τους μήνες Μάιο και Σεπτέμβριο.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα μας με εκείνα παλαιότερων μετρήσεων (Κιλικίδης και συν. 1984) διαπιστώνεται ότι οι συγκεντρώσεις των συνολικών χλωριωμένων παρασιτοκτόνων στα θαλασσινά νερά είναι υψηλότερες στην παρούσα έρευνα συγκριτικά με την προγενέστερη (Μέση τιμή 16,8 ng/l). Αντίθετα οι μέσες τιμές των συνολικών PCB's βρέθηκαν να είναι σαφώς μικρότερες από εκείνες της προηγούμενης μελέτης (Μέση τιμή 35,6 ng/l).

#### Ιζήματα και μύδια (*Mytilus galloprovincialis*)

Τα αναλυτικά αποτελέσματα των συγκεντρώσεων των χλωριωμένων υδρογονανθράκων σε όλα τα δείγματα θαλασσιών ιζημάτων και μυδιών δίνονται στους πίνακες III και IV του παραρτήματος. Τόσο στα ιζήματα όσο και στα μύδια ανιχνεύθηκαν τα οργανοχλωριωμένα παρασιτοκτόνα BHC-α, το HCB, LIND, BHC-δ, HEPT., HEPT.EPOX., DIELD, καθώς και οι μεταβολίτες του DDT, ppDDE και ppDDD, ενώ από τα PCB's ανιχνεύθηκαν τα Arochlor1254 και 1260. Επίσης στον πίνακα 1 δίνονται οι μέσες, οι μέγιστες και οι ελάχιστες τιμές των συνολικών χλωριωμένων παρασιτοκτόνων και των συνολικών PCBs των δειγμάτων που αναλύθηκαν.

Από τα αναλυτικά αποτελέσματα που αφορούν τις συγκεντρώσεις των οργανοχλωριωμένων παρασιτοκτόνων που προσδιορίστηκαν στα ιζήματα διαπιστώνεται ότι οι διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας (8,3-22,9 μg/Kg w.w.) δεν είναι σημαντικές. Συγκρινόμενα δε τα αποτελέσματα αυτά με εκείνα άλλων ερευνητών που έγιναν σε διάφορους

κόλπους της Αμερικής και της Ευρώπης φαίνεται ότι δεν υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις (Sericano et al. 1990, Verbrugge et al. 1991).

Αναφορικά με τις συγκεντρώσεις των συνολικών PCB's στα ιζήματα (μέση τιμή 28,2  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  w.w.) και σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία κρίνεται ότι η ρύπανση είναι ελαφρά, αν ληφθεί υπόψη ότι οι συγκεντρώσεις που δίνονται από διάφορους συγγραφείς για μετρίως ρυπασμένους κόλπους κυμαίνονται από 30-100  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  w.w., ενώ για έντονα ρυπασμένους κόλπους κυμαίνονται από 100 - 2200  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  w.w. (Sericano et al.1990, Kannan et al. 1991, Ravoni et al.1991, Sullivan et al.1983).

Οι συγκεντρώσεις των χλωριωμένων παρασιτοκτόνων στα μύδια κυμάνθηκαν από 9,8 έως 28,5  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  w.w. με μέση τιμή 16,7  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  w.w., ενώ των PCBs από 45-208  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  w.w. με μέση τιμή 99,8  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  w.w.. Η διακύμανση των συγκεντρώσεων των οργανοχλωριωμένων παρασιτοκτόνων και PCB's κατά τη διάρκεια της έρευνας δίνεται στα σχήματα 5 και 6 αντίστοιχα. Από τα σχήματα 5 και 6 διαπιστώνεται ότι οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο 1993 ενώ οι μικρότερες τον Οκτώβριο του '92. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι γενικότερα η βιοσυσσώρευση των χλωριωμένων υδρογονανθράκων στα μύδια επηρεάζεται, εκτός από τη συγκέντρωση των ουσιών αυτών στο νερό και α) από το μέγεθος (ηλικία) και τη γενικότερή κατάσταση των μυδιών, β) τη λιποπεριεκτικότητα η οποία σχετίζεται με τη διατροφή τους και την εποχή του χρόνου και γ) από τον χώρο διαβίωσης τους δηλ. διαβίωση κοντά στην ιλύ του πυθμένα ή διαβίωση σε μυδοκαλλιέργειες που βρίσκονται σε βάθος 1-2 m από την επιφάνεια.

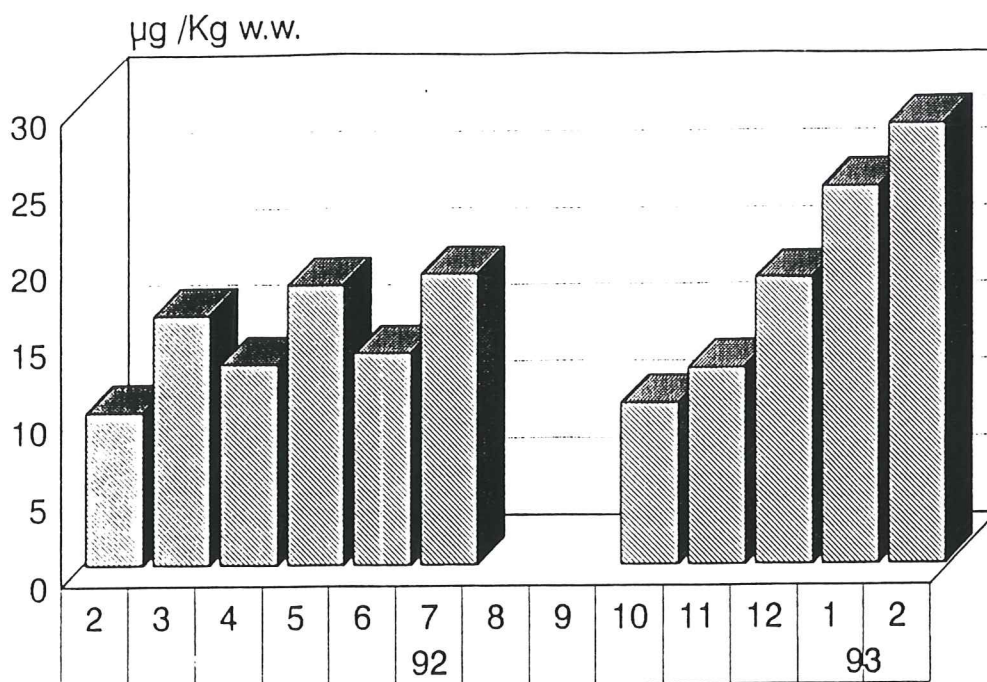
Σημειώνεται ότι παρά τις προσπάθειες δεν έγινε δυνατή η συλλογή μυδιών από τον πυθμένα της θαλάσσιας περιοχής και τα μύδια που ελέγχθηκαν προέρχονται από μυδοκαλλιέργειες της περιοχής.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματά μας με εκείνα προγενέστερων ερευνών (Kilikidis et al. 1981, Κιλικίδης και συν.1984) διαπιστώνονται τα ακόλουθα: Στην παρούσα έρευνα σε κανένα δείγμα δεν ανιχνεύτηκε το DDT αλλά ανιχνεύθηκε κυρίως ο μεταβολίτης του το ppDDE και σε μικρότερες συγκεντρώσεις το ppDDD, όπως επίσης δεν ανιχνεύθηκε σε κανένα δείγμα το

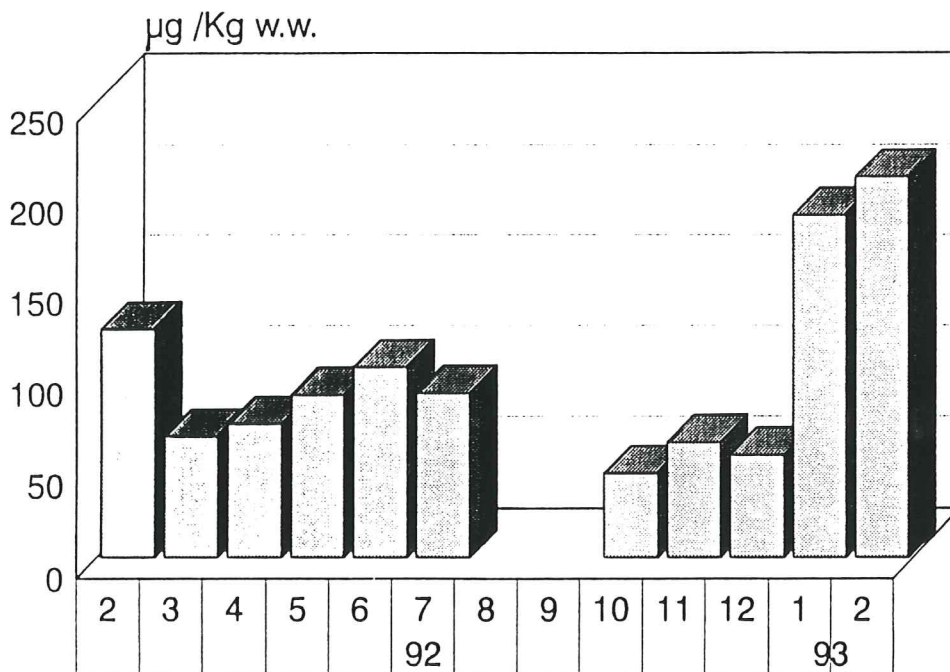
ALDRIN. Η μέση τιμή των συγκεντρώσεων των συνολικών χλωριωμένων παρασιτοκτόνων ήταν ελαφρώς μικρότερη από εκείνες των προγενέστερων μελετών (20,2 μg/Kg w.w., Κιλικίδης και συν. 1984). Σύμφωνα με τους Kilikidis et al. (1981) η μέση τιμή των συγκεντρώσεων των χλωριωμένων παρασιτοκτόνων στα μύδια τριών κόλπων (Θερμικός, Στρυμωνικός και Καβάλας) το 1975-76 ήταν 23,0 μg/Kg w.w., το 1977 ήταν 24,0 μg/Kg w.w., το 1978 ήταν 32,0 μg/Kg w.w. και το 1979 ήταν 27,8 μg/Kg w.w.. Διαπιστώνεται δηλαδή μιά μείωση των συγκεντρώσεων κατά 50% συγκριτικά με την ρύπανση των μυδιών του 1978, η οποία είναι αναμενόμενη αφού απαγορεύτηκε η χρήση των περισσότερων χλωριωμένων παρασιτοκτόνων, από το 1972.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματά μας με εκείνα άλλων ερευνητών από διάφορες γεωγραφικές περιοχές διαπιστώνεται ότι οι συγκεντρώσεις των οργανοχλωριωμένων παρασιτοκτόνων της έρευνας, να είναι ελαφρώς μικρότερες ή μέσα στα όρια που δίνουν οι άλλοι ερευνητές όπως οι Fossato και Craboledda (1981) 14,1 μg/Kg w.w., και ο Sericano et al.(1990) 24,3 μg/Kg w.w.. Η μέση τιμή των συγκεντρώσεων των PCBs στα μύδια βρέθηκε να είναι τρεις φορές χαμηλότερη από εκείνη προγενέστερης μελέτης για την ίδια περιοχή (354 μg/Kg w.w.) (Κιλικίδης και συν.1984). Εξάλλου από ερευνητικό πρόγραμμα μελέτης των συγκεντρώσεων των χλωρ.υδρογονανθράκων και PCBs των ετών 1975-1979 (Kilikidis et al.1981) διαπιστώνουμε μιά σημαντική μείωση των συγκεντρώσεων των PCBs ιδιαίτερα σε σχέση με το 1979 (580 μg/Kg w.w.). Συγκρίνοντας τα αποτελέσματά μας με εκείνα άλλων ερευνητών για διάφορες γεωγραφικές περιοχές διαπιστώνουμε ότι οι συγκεντρώσεις της έρευνας μας ήταν ελαφρώς μεγαλύτερες ή μέσα στα όρια που δίνουν οι άλλοι ερευνητές (Pavoni et al.1991, Greig & Sennefelder 1985, Sericano et al.1990, Humuel et al.1990).

Σύμφωνα με το US Dept. of Health and Human Services (1980) τα επιτρεπόμενα ανώτερα όρια για την προστασία των υδρόβιων οργανισμών και ιδιαίτερα των οστρακοειδών είναι: Για τα Aldrine, Dieldrine, Heptachlor και Hept.epoxid 0,3 mg/Kg w.w. και για τα PCBs 5,0 mg/Kg w.w.. Οι συγκεντρώσεις που βρέθηκαν στην παρούσα έρευνα είναι σαφώς μικρότερες από τις προτεινόμενες από το τμήμα υγείας των Η.Π.Α..



Σχήμα 5. Μηνιαία διακύμανση των συγκεντρώσεων των συνολικών οργανοχλωριωμένων παρασιτοκτόνων στα μύδια (*Mytilus galloprovincialis*).



Σχήμα 6. Μηνιαία διακύμανση των συγκεντρώσεων των συνολικών PCBs στα μύδια (*Mytilus galloprovincialis*).

**Πίνακας 1.** Μέσες τιμές (τυπική απόκλιση) και ακραίες τιμές των συγκεντρώσεων των Χλωριωμένων Υδρογονανθράκων (Χλωρ.παρασιτοκτόνων και PCBs) σε όλους τους χερσαίους και τους θαλάσσιους σταθμούς καθώς και στα ιζήματα και στα μύδια.

Σταθμοί Δειγματοληψιών	Χλωριωμένα παρασιτοκτόνα			PCBs				
		x	SD	MIN-MAX		x	SD	MIN-MAX
X1	ng/l	342,50	± 92,5	(188-481)	μg/l	13,50	± 23,10	(<0,01-84)
X2	ng/l	296,27	± 111,49	(133-465)	μg/l	49,07	± 43,64	(<0,01-155)
X3	ng/l	29,46	± 22,96	(16-107)	μg/l	4,38	± 15,18	(<0,01-57)
X4	ng/l	392,15	± 113,7	(178-611)	μg/l	40,46	± 33,77	(<0,01-97)
X5	ng/l	235	± 76,9	(143-393)	μg/l	78,53	± 52,42	(24-185)
Θ1	ng/l	20,53	± 8,19	(10-32)	ng/l	8,61	± 13,8	(<10-37)
Θ2	ng/l	33,23	± 9,85	(20-49)	ng/l	6,0	± 9,73	(<10-28)
Θ3	ng/l	36,15	± 11,18	(12-54)	ng/l	9,3	± 14,98	(<10-44)
Θ4	ng/l	50,69	± 9,69	(34-64)	ng/l	22,38	± 14,07	(<10-44)
ΙΖΗΜΑΤΑ	μg/Kg w.w.	12,8	± 4,6	(8,3-22,3)	μg/Kg w.w.	28,2	± 12,78	(10,7-48,7)
ΜΥΔΙΑ	μg/Kg w.w.	16,71	± 5,52	(9,85-28,49)	μg/Kg w.w.	99,81	± 50,97	(45-208)

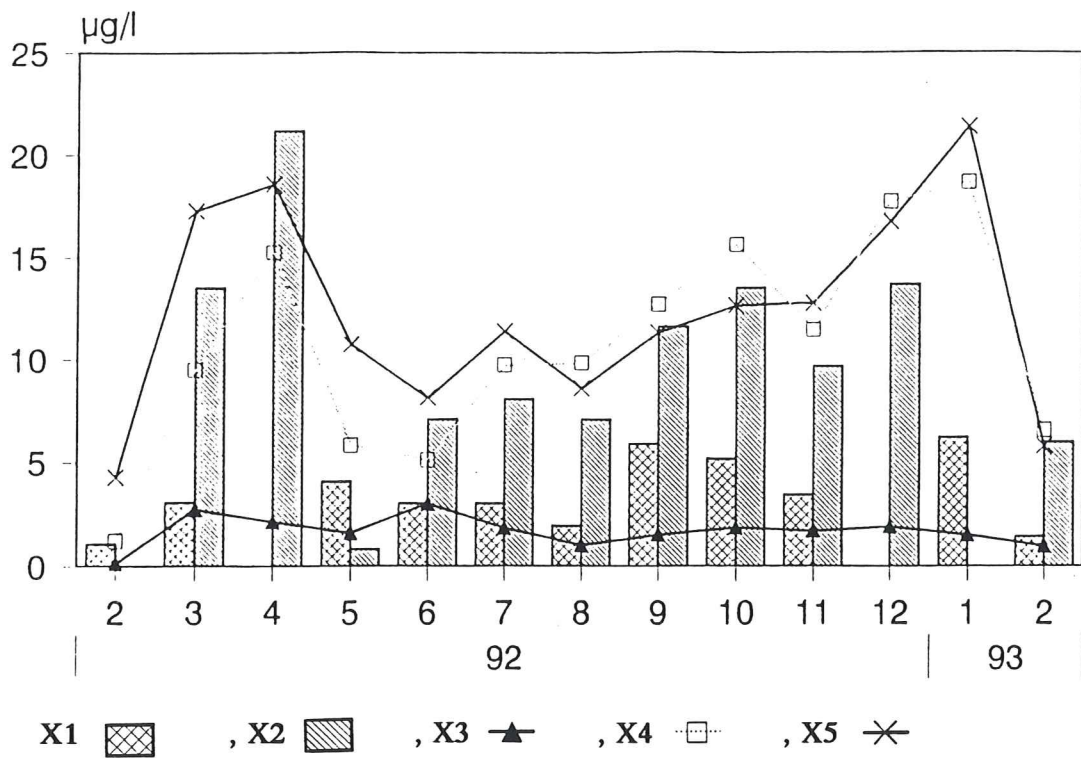
### ΠΟΛΥΚΥΚΛΙΚΟΙ ΑΡΩΜΑΤΙΚΟΙ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ

#### Χερσαίοι σταθμοί δειγματοληψιών (λύματα)

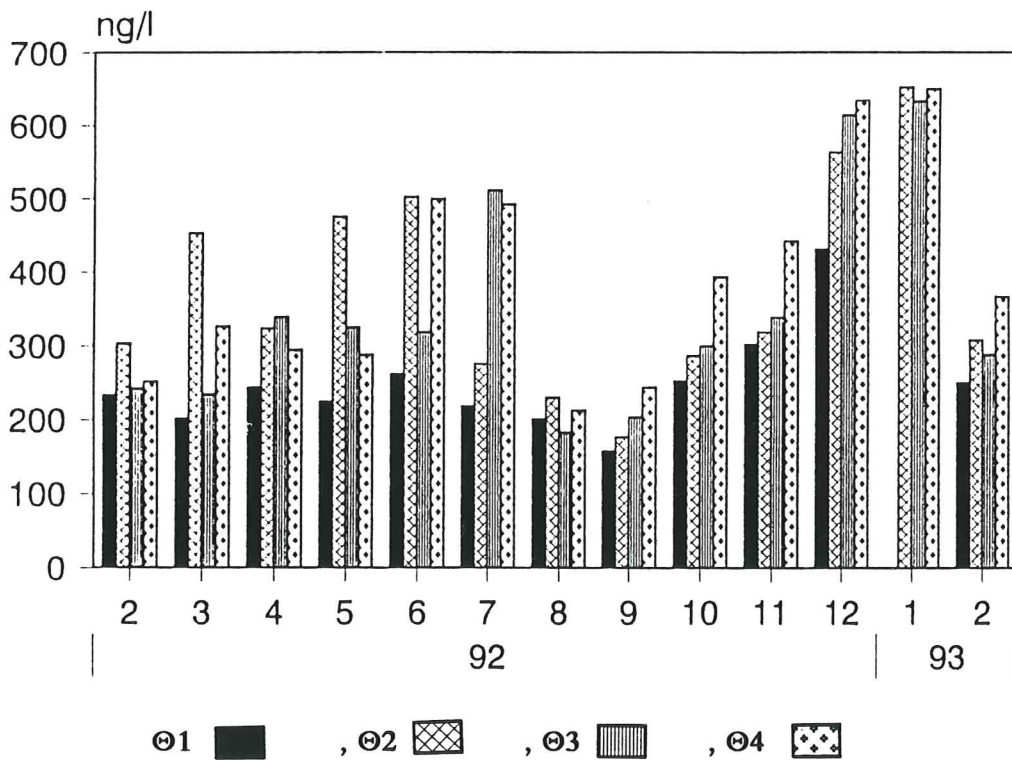
Τα αναλυτικά αποτελέσματα των αναλύσεων των δειγμάτων όλων των χερσαίων σταθμών δειγματοληψίας για πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες (PAH) δίνονται στον πίνακα V του παραρτήματος. Όπως φαίνεται και από τον πίνακα V ανιχνεύτηκαν οι εξής πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες: Acenaphthene (ACENAP.), Fluorene (FLUOR.),

Phenanthrene (PHENAN.), Anthracene (ANTHR.), Fluoranthene (FLUORANT.), Pyrene (PYRENE), Benzo( $\alpha$ )anthracene (B( $\alpha$ )P), Chrysene (CHRYS.), Benzo(k)fluoranthene (B(k)F), Benzo( $\alpha$ )pyrene (B( $\alpha$ )P), Dibenzo(ac)anthracene (DB(ac)A), Dibenzo(al)pyrene (DB(al)P), Benzo(ghi)perylene (B(ghi)PR), Dibenzo(al)pyrene (DB(al)P) και Dibenzo(ai)pyrene (DB(ai)P).

Η παρουσία των παραπάνω PAH ήταν θετική για το 75-100% των δειγμάτων εκτός από το DB(ac)A (43,1%), το DB(al)P (29,5%), το DB(al)P (33,3%) και το DB(ai)P που ανιχνεύθηκε στο 16,3% των δειγμάτων. Στον πίνακα 2 δίνονται οι μέσες τιμές με τις τυπικές αποκλίσεις και τις ακραίες τιμές των συγκεντρώσεων των συνολικών PAH σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας. Επίσης στο σχήμα 7 παρουσιάζονται οι μηνιαίες διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων των PAH σε κάθε χερσαίο σταθμό. Τόσο από τα αποτελέσματα του πίνακα 2 όσο και από το σχήμα 7 διαπιστώνεται ότι οι μικρότερες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν στο σταθμό X3 (έξοδος αγωγού μετά την επεξεργασία των οικιακών λυμάτων της πόλεως Θεσ/νίκης), ενώ οι μεγαλύτερες στο X5 (τάφρος Γέφυρας) που δέχεται κατά κύριο λόγο τα βιομηχανικά απόβλητα της περιοχής. Χαμηλές συγκεντρώσεις (3,47  $\mu\text{g/l}$ ) επίσης, παρατηρήθηκαν στο σταθμό X1 (ανατολικό αντλιοστάσιο) και σε σχέση με το X2 (συμβολή καναλιών) διαπιστώθηκε μείωση κατά 66%. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι τα PAH στη διαδρομή των 11 χιλιομέτρων από το X2 στο X1 υφίστανται μερική βιοαποδόμηση και φωτοαποδόμηση. Επίσης δεν θα πρέπει να αποκλειστεί και η μερική καθίζηση στην ανοικτή χωμάτινη τάφρο πριν την έξοδο τους στη θαλάσσια περιοχή (Kayal & Connell, 1989). Σύμφωνα με τους Hagenmaier et al.(1986) οι συγκεντρώσεις των συνολικών PAH σε 33 σταθμούς επεξεργασίας λυμάτων στη Γερμανία κυμαίνονταν από 0.129-2,504  $\mu\text{g/l}$ , η δε μέση συγκέντρωσή τους εκτιμήθηκε στα 0,791  $\mu\text{g/l}$ . Οι τιμές αυτές που προαναφέρθηκαν βρίσκονται πολύ κοντά στις τιμές μας που προσδιορίστηκαν στην παρούσα έρευνα. Από το σχήμα 7 διαπιστώνεται αύξηση των συγκεντρώσεων στους σταθμούς δειγματοληψίας X5 και X4 (τάφρο Γέφυρας και αποστραγγιστική αντίστοιχα) τους μήνες υψηλών βροχοπτώσεων όπου η αύξηση των παροχών στις τάφρους είναι ανάλογη (Bouloubassi & Saliot, 1991).



Σχήμα 7. Μηνιαία διακύμανση των συγκεντρώσεων των συνολικών PAH στους χερσαίους σταθμούς δειγματοληψίας.



Σχήμα 8. Μηνιαία διακύμανση των συγκεντρώσεων των συνολικών PAH στους θαλάσσιους σταθμούς δειγματοληψίας.

## Θαλασσινό νερό

Τα αναλυτικά αποτελέσματα όλων των δειγμάτων των θαλασσινών νερών δίνονται στον πίνακα VI του παραρτήματος. Οι ίδιοι PAH που ανιχνεύθηκαν στους χερσαίους σταθμούς ανιχνεύθηκαν και στα θαλασσινά νερά. Η παρουσία των PAH στα δείγματα κυμαίνονταν από 70 έως 100% εκτός των B(k)F (47,0%), DB(ac)A (39,2%), DB(ae)P (25,4%), DB(ai)P (27,4%) και DB(al)P (29,4%). Στον πίνακα 2 δίνονται οι μέσες τιμές με τις τοπικές αποκλίσεις και οι ακραίες τιμές των συγκεντρώσεων των συνολικών PAH για κάθε σταθμό δειγματοληψίας. Επίσης στο σχήμα 8 παρουσιάζεται η διακύμανση των τιμών για κάθε σταθμό στη διάρκεια της έρευνας. Οπως φαίνεται από τον πίνακα 2 και το σχήμα 7 οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν στο σταθμό Θ4 (391,4ng/l) ενώ οι μικρότερες στο Θ1 (247,3ng/l) (βλέπε χάρτη). Η μη ομοιογενής διασπορά των ουσιών αυτών στη θαλάσσια περιοχή φαίνεται ότι είναι αποτέλεσμα της κατεύθυνσης των θαλασσιών ρευμάτων και ανέμων σύμφωνα με τις απόψεις των Γκανούλη και συν.(1980-91) και Ανδρεαδάκη (1990), για την κίνηση των θαλασσιών ρευμάτων στη περιοχή. Αντίθετα η διασπορά στους σταθμούς Θ2 και Θ3 διαπιστώθηκε ότι είναι ομοιογενής. Οπως φαίνεται και στο σχήμα 8 οι υψηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρούνται τους μήνες Δεκέμβριο και Ιανουάριο, δηλαδή την περίοδο υψηλών βροχοπτώσεων όπου η επιβάρυνση της ατμόσφαιρας από τις έντονες καύσεις των χειμερινών μηνών επηρεάζουν τα επίπεδα ρύπανσης με τέτοιες ουσίες (Bouloubassi and Saliot, 1991, Viras et al. 1991). Η ελαφρά αύξηση των συγκεντρώσεων τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο στους σταθμούς Θ2, Θ3 και Θ4 θα πρέπει να αποδοθεί στην αυξημένη κίνηση των μηχανοκίνητων αλιευτικών σκαφών στην περιοχή ή και στην βιομηχανική δραστηριότητα. Οι Bouloubassi και Saliot (1991) για τις εκβολές του ποταμού Rhone στη Μεσόγειο που έχει λεκάνη απορροής με έντονη βιομηχανική δραστηριότητα δίνουν τιμές στο θαλασσινό νερό που κυμαίνονται από 17 έως 327 ng/l. Αντίθετα οι Kayal και Connell (1983) για περιοχή με μικρή βιομηχανική και αστική ανάπτυξη δίνουν τις τιμές που κυμαίνονται από 103 μέχρι 131 ng/l. Συγκρίνοντας τις τιμές που δίνουν οι παραπάνω συγγραφείς με τις δικές μας διαπιστώνεται ότι οι τιμές της παρούσας έρευνας είναι υπερδιαπλάσιες, γεγονός που



υποδηλώνει την επίδραση της έντονης βιομηχανικής και αστικής δραστηριότητας στη ρύπανση της περιοχής.

#### Ιζήματα και μύδια (*Mytilus galloprovincialis*)

Τα αναλυτικά αποτελέσματα των συγκεντρώσεων των PAH σε όλα τα δείγματα ιζημάτων και μυδιών δίνονται στους πίνακες VII και VIII του παραρτήματος. Τόσο στα ιζήματα όσο και στα μύδια ανιχνεύθηκαν οι ίδιοι PAH που ανιχνεύθηκαν στα δείγματα των θαλ.νερών. Οι συγκεντρώσεις των συνολικών PAH στα ιζήματα κυμάνθηκαν από 578 έως 926  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  d.w. (μέση τιμή 759,5  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  d.w.). Σε ότι αφορά τα ιζήματα δεν παρατηρήθηκαν αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας, μολονότι διατηρείται σχετική επιφύλαξη για το γεγονός, εξαιτίας του ελέγχου μικρού αριθμού δειγμάτων κατά τη διάρκεια της έρευνας.

Από τη διεθνή βιβλιογραφία παρατηρούνται τα εξής: Οι χαμηλότερες τιμές συνολικών PAH στα ιζήματα μετρήθηκαν σε ακτές των Η.Π.Α. σε βάθη >5000 m (5 ppb), όπως και σε μη ανεπτυγμένες περιοχές της Αλάσκας (18 ppb). Αντίθετα υψηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στο Southampton(UK) κοντά σε ένα μεγάλο διωλιστήριο πετρελαίου ( $1.79 \times 10^6$  ppb) (Windsor & Hites, 1979, Knap et al. 1982). Σύμφωνα με τον Mille et al.(1981) για τις ακτές της Μεσογείου κοντά σε ανεπτυγμένες οικιστικά και βιομηχανικά περιοχές δίνει συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 396 έως 744  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  d.w., τιμές οι οποίες βρίσκονται πολύ κοντά στις τιμές που προσδιορίστηκαν από την έρευνα αυτή.

Οι συγκεντρώσεις των συνολικών PAH στα μύδια κυμάνθηκαν από 33,4 έως 149,5  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  w.w. (μέση τιμή 91,84  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  w.w.). Στο σχήμα 9 παρουσιάζεται η διακύμανση των συγκεντρώσεων των συνολικών PAH στα μύδια κατά τη διάρκεια της έρευνας. Όπως φαίνεται στο σχήμα 9 οι υψηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν τους μήνες Φεβρουάριο και Ιούλιο του 92 και Ιανουάριο και Φεβρουάριο του 93. Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι οι υψηλότερες συγκεντρώσεις των συνολικών PAH στο θαλασσινό νερό στο σταθμό Θ4 (πλησίον των οστρακοκαλλιεργειών) διαπιστώθηκαν τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Δεκέμβριο 92 και

Ιανουάριο 93 γεγονός που συμφωνεί με τις συγκεντρώσεις στα μύδια αφού και τα δείγματα των μυδιών συλλέχθηκαν από οστρακοκαλλιέργειες και όχι από το πυθμένα. Επομένως τα δείγματα βρίσκονταν κυρίως στην άμεση επίδραση των συγκεντρώσεων στο νερό και λιγότερο στην επίδραση των συγκεντρώσεων στα ιζήματα.

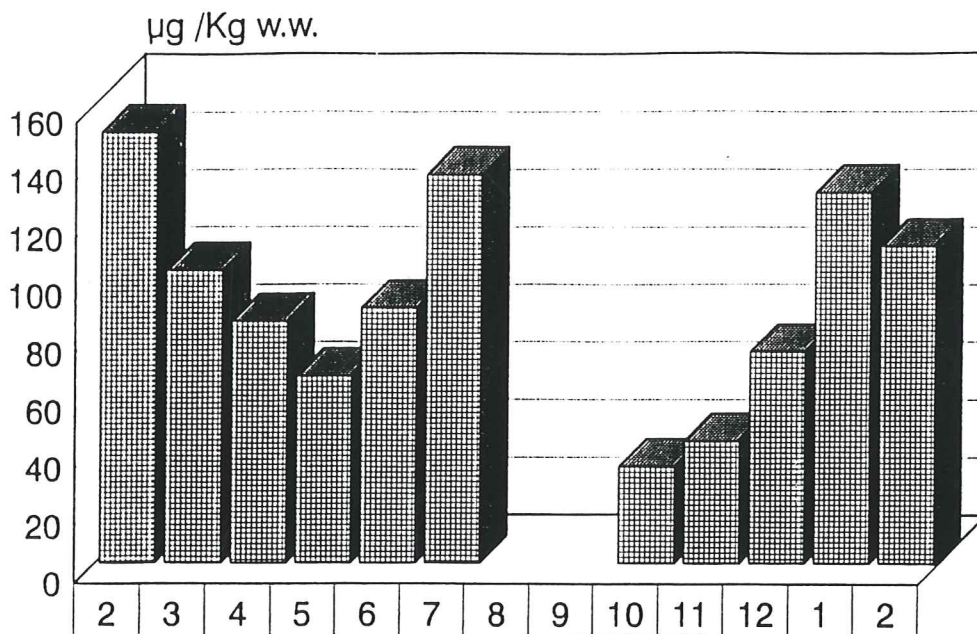
Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας με εκείνα προγενέστερης (Iosifidou et al.1982) διαπιστώνουμε ότι η μέση τιμή της παρούσας έρευνας (91,84 µg/kg w.w.) βρέθηκε ελαφρά μικρότερη της προγενέστερης που ήταν 111 µg/Kg w.w. και για την ίδια περιοχή δειγματοληψίας.

Ανάλογες τιμές με τις δικές μας δίνουν διάφοροι συγγραφείς για διάφορους κόλπους ανά τον κόσμο: 53-148 µg/Kg w.w Φιλανδία, 26-215 µg/Kg w.w. Αυστραλία, 7,0-201,6 µg/Kg w.w ακτές Ν.Καρολίνα Η.Π.Α, (Rainio et al.1986, Kagi et al.1985, Marcus & Stokes 1985). Σύμφωνα με τους Mackie et al.(1980) μύδια με συγκεντρώσεις 50-140 µg/Kg w.w. πρέπει να θεωρούνται μη ρυπασμένα ενώ με συγκεντρώσεις 1930-2850 µg/Kg w.w. ισχυρά ρυπασμένα.

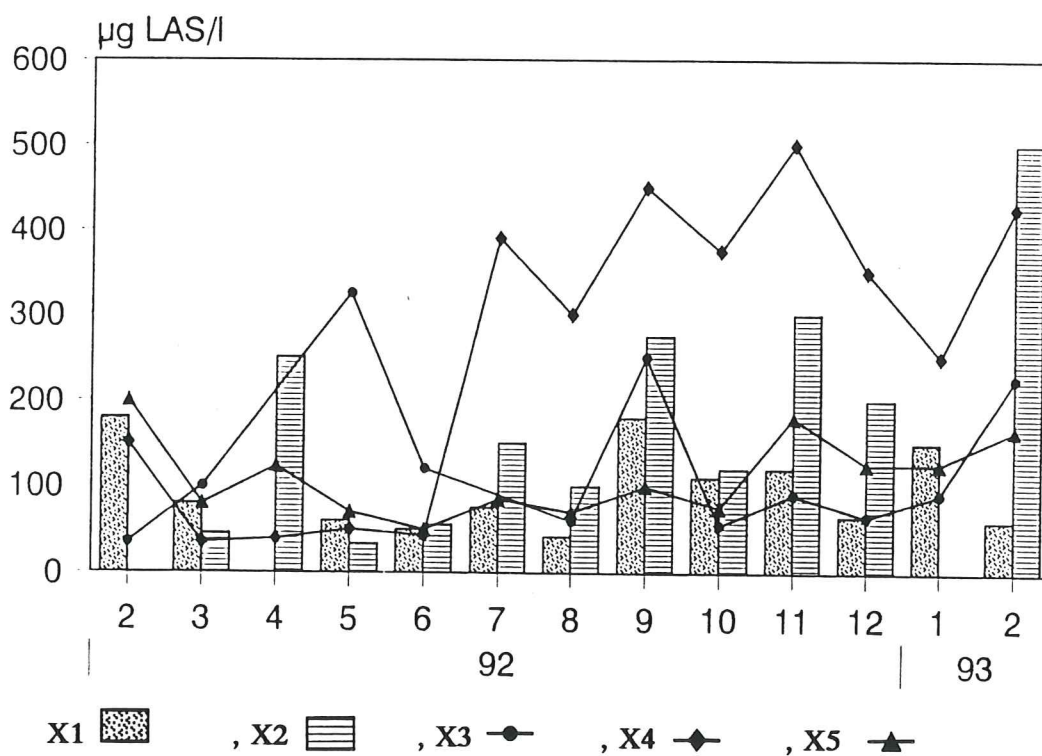
Επομένως σύμφωνα με τις παραπάνω απόψεις τα δείγματα μυδιών θα πρέπει να θεωρούνται μη ρυπασμένα, σε ότι αφορά τα PAH.

**Πίνακας 2.** Μέσες τιμές (τυπική απόκλιση) και ακραίες τιμές των συγκεντρώσεων των PAH σε όλους τους χερσαίους και στους θαλάσσιους σταθμούς δειγματοληψιών καθώς και στα ιζήματα και στα μύδια.

Σταθμοί Δειγματοληψιών		PAH		
		x	SD	MIN-MAX
X1	μg/l	3,47	± 1,63	(1,06-6,19)
X2	μg/l	10,19	± 5,11	(0,808-21,196)
X3	μg/l	1,67	± 0,7	(0,126-2,98)
X4	μg/l	10,72	± 5,03	(1,227-18,672)
X5	μg/l	12,28	± 4,88	(4,275-21,369)
Θ1	ng/l	247,33	± 65,22	(157-431)
Θ2	ng/l	347	± 135,5	(176-652)
Θ3	ng/l	348	± 141,18	(182-633)
Θ4	ng/l	391,46	± 138,45	(212-650)
ΙΖΗΜΑΤΑ	μg/Kg w.w.	759,5	± 135,7	(578-926)
ΜΥΔΙΑ	μg/Kg w.w.	91,84	± 35,65	(33,4-149,5)



Σχήμα 9. Μηνιαία διακύμανση των συγκεντρώσεων των συνολικών PAH στα μύδια (*Mytilus galloprovincialis*).



Σχήμα 10. Μηνιαία διακύμανση των συγκεντρώσεων των απορρυπαντικών (LAS) στους χερσαίους σταθμούς δειγματοληψίας.

## ΑΠΟΡΡΥΠΑΝΤΙΚΑ

### Χερσαίοι σταθμοί

Τα αναλυτικά αποτελέσματα των αναλύσεων στα δείγματα όλων των χερσαίων σταθμών δειγματοληψίας δίνονται στον πίνακα ΙΧ του παραρτήματος. Στον πίνακα 3 δίνονται οι μέσες τιμές των συγκεντρώσεων με τις τυπικές αποκλίσεις και οι ελάχιστες και μέγιστες τιμές για κάθε σταθμό δειγματοληψίας, ενώ στο σχήμα 10 παρουσιάζεται η μηνιαία διακύμανση των τιμών κατά τη διάρκεια της έρευνας για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας. Σύμφωνα με τον πίνακα 3 οι υψηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν στο σταθμό Χ4 (μέση τιμή 258,2  $\mu\text{g/l}$ ) γεγονός που φανερώνει υψηλή ρύπανση με απορρυπαντικά. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 10 οι μεγάλες αυτές τιμές παρατηρήθηκαν από τον Ιούλιο του 1992 μέχρι τον Φεβρουάριο του 93 με ενδιάμεσες μικρές διακυμάνσεις ενώ τους μήνες Φεβρουάριο 92 - Ιούνιο 92 οι τιμές κυμάνθηκαν σε χαμηλά επίπεδα. Το γεγονός αυτό μας οδηγεί στη σκέψη ότι στην στραγγιστική αυτή τάφρο θα πρέπει να πέφτουν κυρίως βιομηχανικά λύματα και ελάχιστα οικιακά μια και οι συγκεντρώσεις δεν εμφανίζονται υψηλές σε όλη τη διάρκεια του χρόνου.

Οι χαμηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν στο σταθμό Χ3 (έξοδος λυμάτων μετά την επεξεργασία). Όπως διαπιστώνεται από το σχήμα 10 οι συγκεντρώσεις παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια του χρόνου με ιδιαίτερα αυξημένες τιμές τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο του 92 και Φεβρουάριο του 93. Οι τιμές τους μήνες αυτούς κυμάνθηκαν από 120 έως 325  $\mu\text{g/l}$  και είναι ιδιαίτερα αυξημένες, σύμφωνα με τις απόψεις των De Henau et al.(1986) και Raparport & Eckhoff (1990), όπου τα επεξεργασμένα οικιακά λύματα σε μονάδα του τύπου ενεργού ιλύος, η μείωση των συγκεντρώσεων των απορρυπαντικών λόγω βιοαποδόμησης και καθίζησης στην λάσπη, είναι της τάξεως 96-99% και οι αναμενόμενες συγκεντρώσεις των απορρυπαντικών στην έξοδο θα πρέπει να κυμαίνονται από 40 έως 90  $\mu\text{g/l}$ .

Με βάση την παρατήρηση αυτή θα πρέπει να υποτεθεί ότι τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο του 92 και Φεβρουάριο του 93 ο σταθμός επεξεργασίας των λυμάτων της

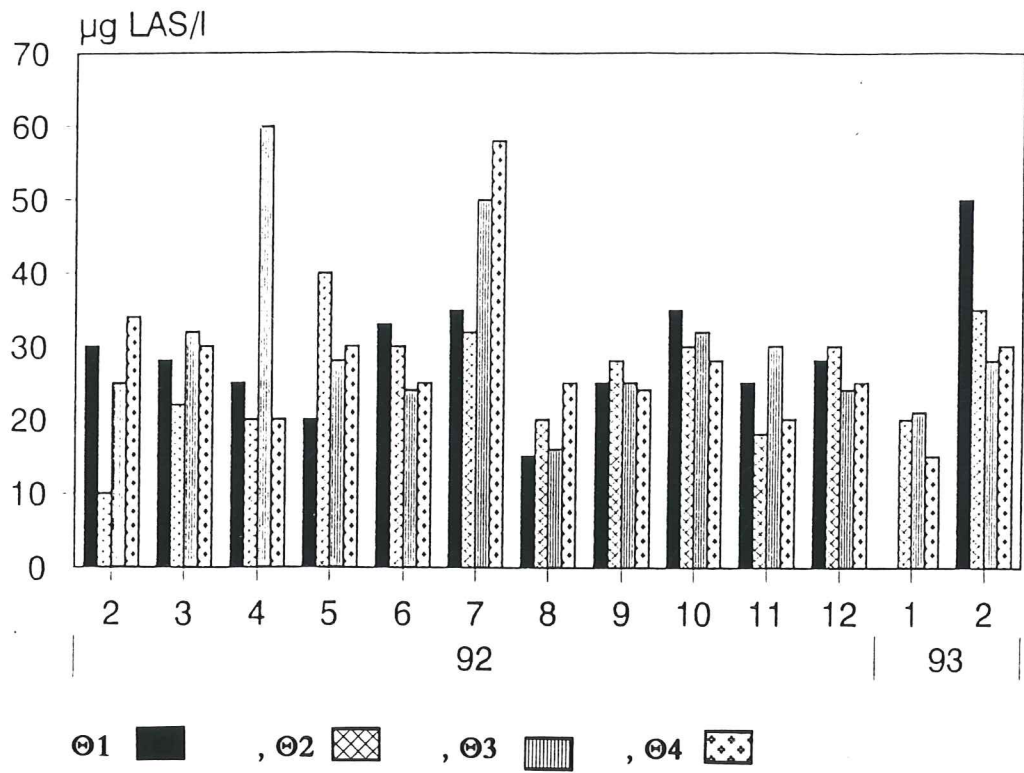
Θεσ/νίκης θα πρέπει να παρουσίαζε λειτουργικά προβλήματα και έτσι δεν ήταν εφικτή η βιοαποδόμηση των απορρυπαντικών με αποτέλεσμα τις υψηλές τους συγκεντρώσεις στην έξοδο.

Επίσης τόσο από τον πίνακα 3 όσο και από το σχήμα 10 διαπιστώνεται μείωση των συγκεντρώσεων από τον σταθμό X2 στον X1 η οποία εκτιμάται στο 45,9%. Η μείωση αυτή θα πρέπει να οφείλεται στη βιοαποδόμηση και φωτοαποδόμηση των απορρυπαντικών στην ανοικτή χωμάτινη τάφρο κατά τη διαδρομή μέχρι το αντλιοστάσιο (De Henau et al.1986).

#### Θαλασσινό νερό.

Τα αναλυτικά αποτελέσματα των μετρήσεων των απορρυπαντικών στο θαλασσινό νερό σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας δίνονται στον πίνακα X του παραρτήματος, ενώ οι μέσες τιμές με τις τυπικές αποκλίσεις και τις ελάχιστες και μέγιστες τιμές ανά σταθμό δίνονται στον πίνακα 3. Όπως φαίνεται στον πίνακα 3 η διακύμανση των τιμών (κατά μέση τιμή) μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας δεν είναι σημαντική με ελάχιστα μεγαλύτερες τιμές στο Θ3 (ο πλησιέστερος προς την έξοδο του αντλιοστασίου σταθμός). Το παραπάνω επιβεβαιώνεται και από το σχήμα 11 όπου παρουσιάζονται οι μηνιαίες διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων σε κάθε σταθμό στη διάρκεια της έρευνας. Το γεγονός αυτό θα πρέπει να οφείλεται στην σχεδόν ομοιόμορφη διασπορά των ουσιών στην περιοχή και τη γρήγορη βιοαποδόμηση κυρίως στο πυθμένα μιά και τα οργανικά φορτία του πυθμένα είναι υψηλά και η μικροβιακή δραστηριότητα έντονη (De Henau et al.1986). Σύμφωνα με τους ίδιους συγγραφείς η ημιπερίοδος ζωής για τα απορρυπαντικά (LAS) στο νερό είναι 1,4 ημέρες μετά την έξοδο από σταθμό επεξεργασίας λυμάτων.

Γενικότερα οι συγκεντρώσεις που διαπιστώθηκαν κρίνονται χαμηλές και βρίσκονται πολύ κοντά με εκείνες άλλων ερευνητών (Inaba & Amano 1988, De Henau et al.1986, Rapaport & Eckhoff 1990). Σύμφωνα τέλος με τους De Henau et al.(1986) η τοξικότητα των απορρυπαντικών (LAS) για την υδρόβια ζωή κυμαίνεται σε συγκεντρώσεις από 1-10 mg/l, τιμές οι οποίες πολύ απέχουν από τις τιμές της παρούσας έρευνας.



Σχήμα 11. Μηνιαία διακύμανση των συγκεντρώσεων των απορρυπαντικών (LAS) στους θαλάσσιους σταθμούς δειγματοληψίας.

**Πίνακας 3.** Μέσες τιμές (τυπική απόκλιση) και ακραίες τιμές των συγκεντρώσεων των Απορρυπαντικών σε όλους τους χερσαίους και στους θαλάσσιους σταθμούς δειγματοληψιών.

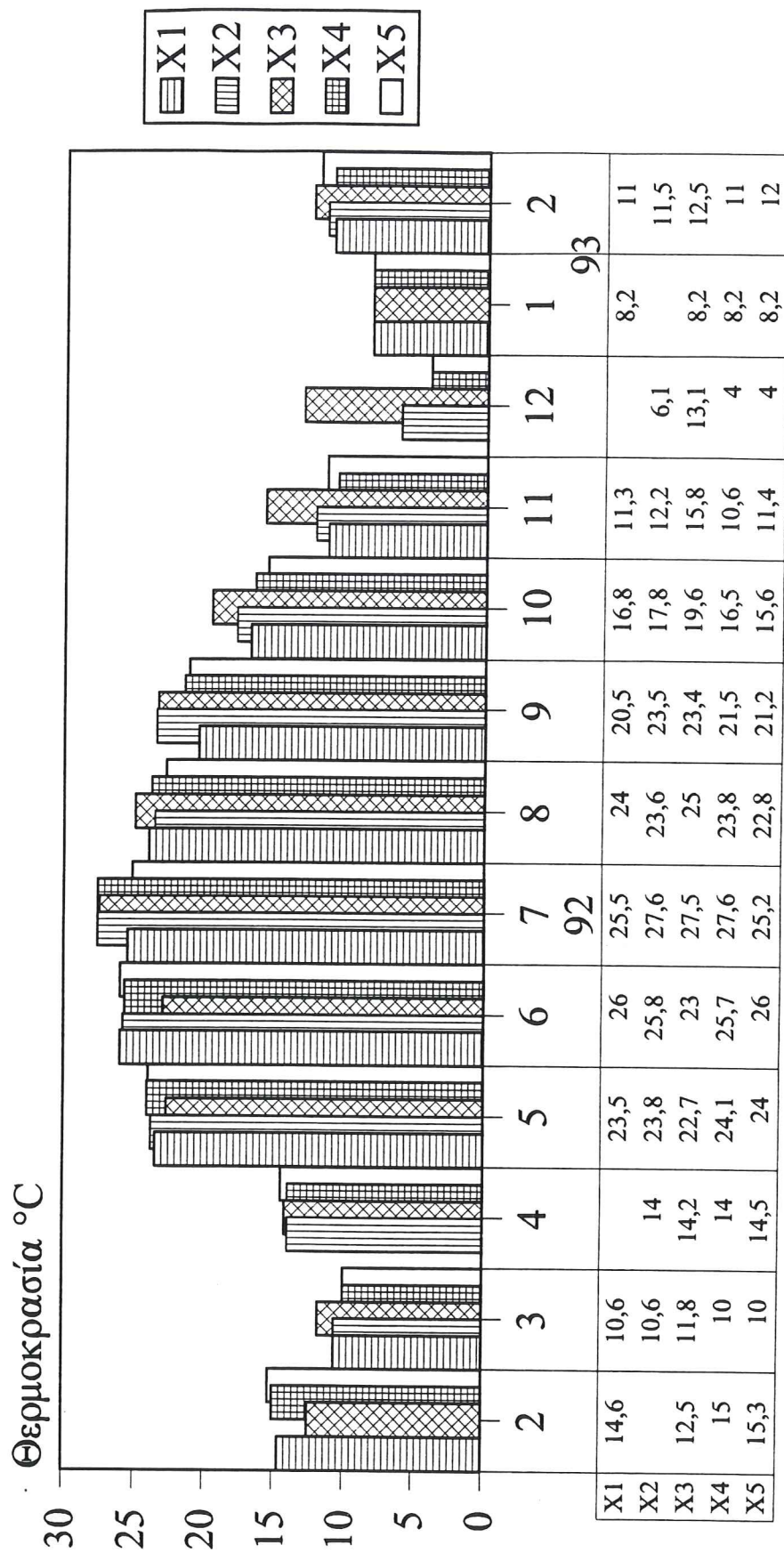
Σταθμοί Δειγματοληψιών	Απορρυπαντικά (μg/l LAS)		
	x	SD	MIN-MAX
X1      μg/l	99,66	± 47,47	(42-180)
X2      μg/l	184,36	± 133,9	(33-500)
X3      μg/l	128,63	± 90,15	(35-325)
X4      μg/l	258,23	± 167,23	(35-500)
X5      μg/l	111,38	± 44,95	(50-200)
Θ1      μg/l	29,08	± 8,45	(15-50)
Θ2      μg/l	25,76	± 7,88	(10-40)
Θ3      μg/l	30,38	± 11,47	(16-60)
Θ4      μg/l	28	± 9,95	(15-58)

#### Διαλυμένο οξυγόνο στα χερσαία δείγματα

Οι τάφροι των ομβρίων και των βιομηχανικών λυμάτων (X-4), (X-5) καθόλη τη διάρκεια της ετήσιας έρευνας παρουσίαζαν μειωμένες συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου (κυμάνθηκε από 2,3 μέχρι 5,0 ppm οξυγόνου ως επί το πλείστον με εξαίρεση τρεις φορές που υπερέβη το 6,0) (Σχήμα 13-X). Ιδιαίτερα για την τάφρο των ομβρίων υδάτων η επικρατούσες συνθήκες προσέγγιζαν τις συνθήκες ανοξίας τους περισσότερους μήνες. Το φαινόμενο αποδίδεται στη μεγάλη επιβάρυνση των τάφρων αυτών με ρύπους, την πολύ βραδεία ροή που παρουσιάζουν και την έλλειψη οποιασδήποτε ανατάραξης. Στην έξοδο του αγωγού του ΟΑΘ μέσα στο ρεύμα των ανωτέρω τάφρων παρουσιάζεται αυξημένη συγκέντρωση οξυγόνου σε όλο το έτος

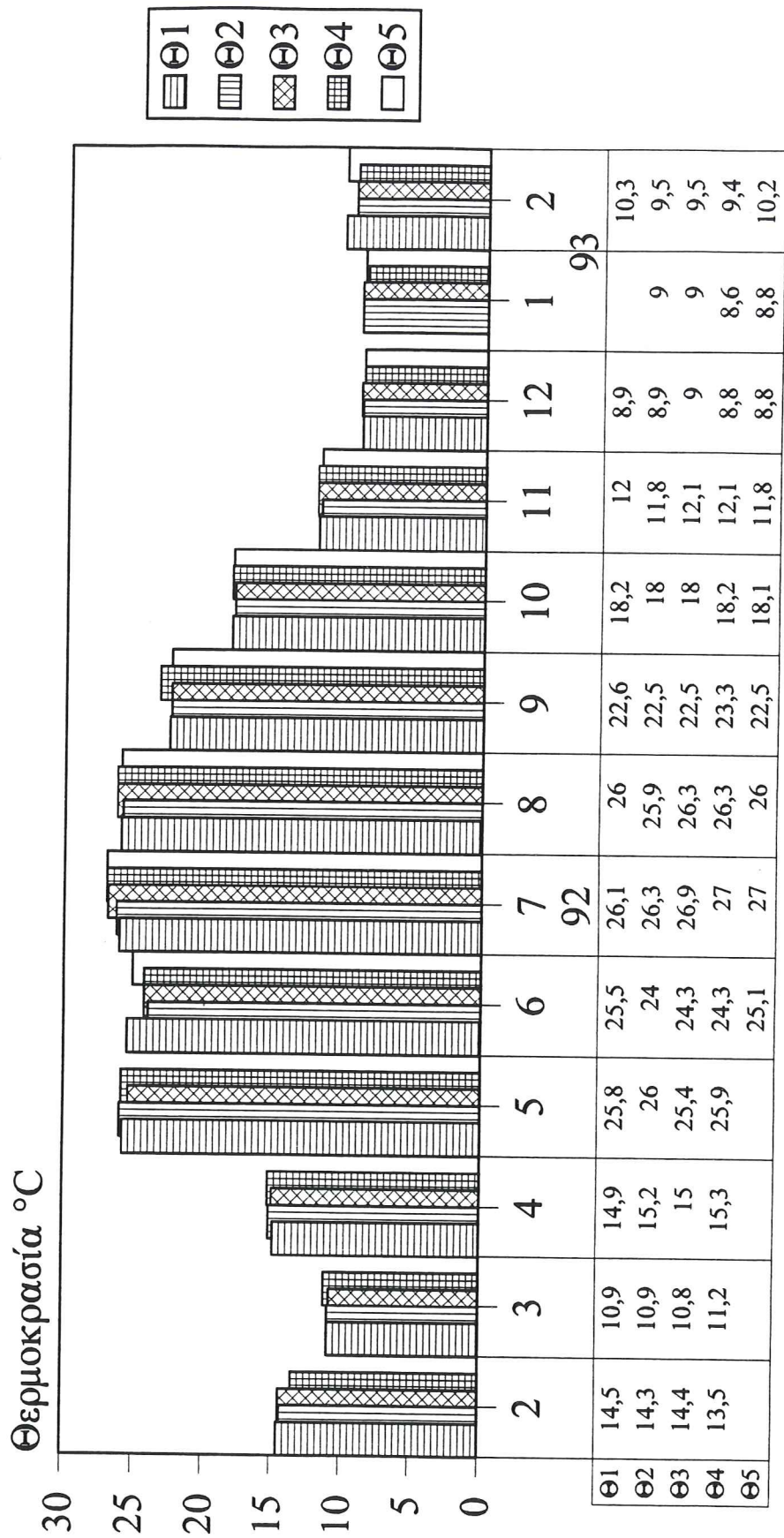


Σχήμα 12-X. Ετήσια μεταβολή της θερμοκρασίας στους χερσαίους σταθμούς.



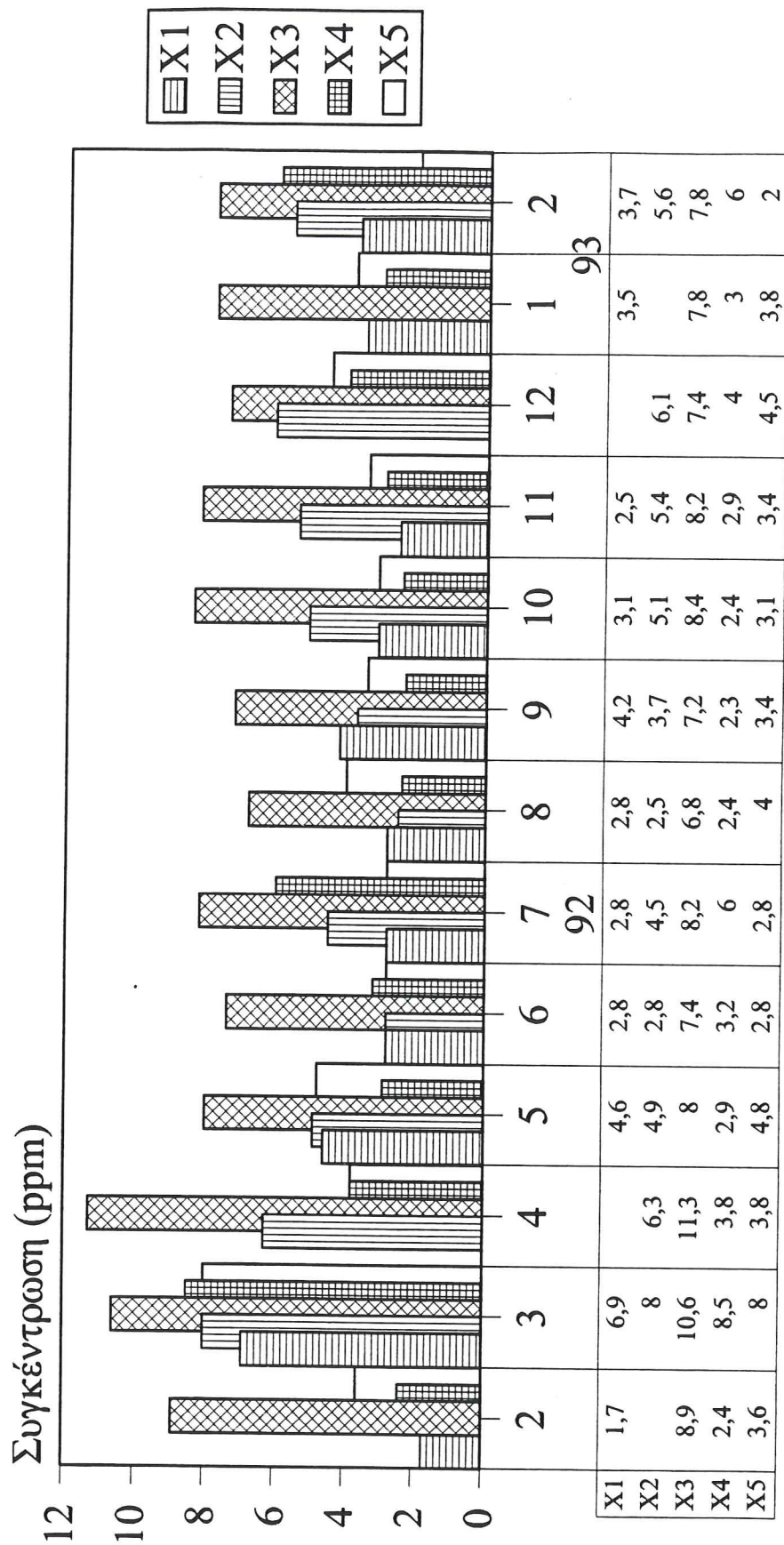
Μήνας / Έτος

Σχήμα 12-Θ. Ετήσια μεταβολή της θερμοκρασίας στους θαλάσσιους σταθμούς.



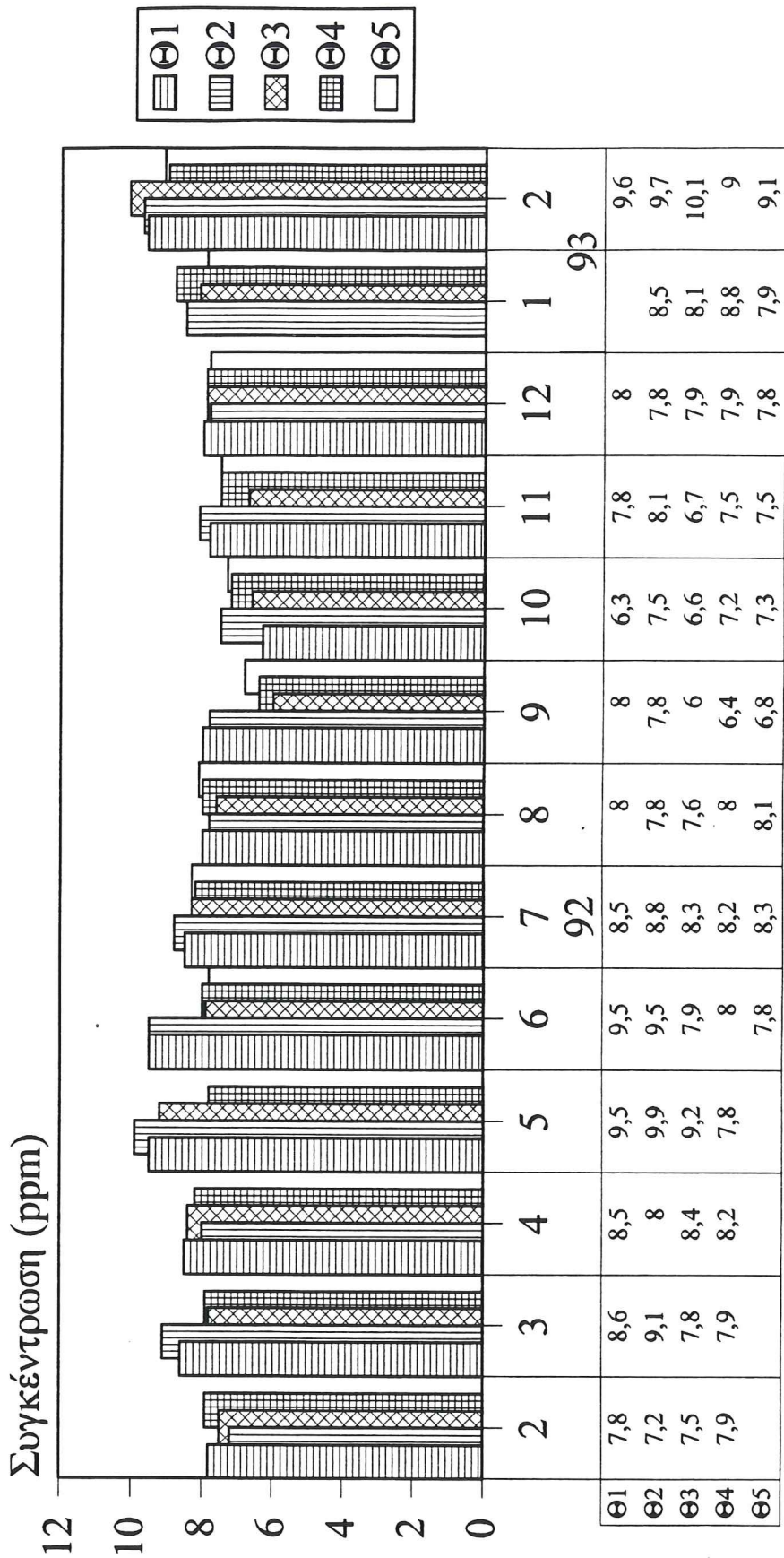
Μήνας / Έτος

Σχήμα 13-Χ. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων του διαλυμένου οξυγόνου στους χερσαίους σταθμούς.



Μήνας / Έτος

Σχήμα 13-Θ. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων του διαλυμένου οξυγόνου στους θαλάσσιους σταθμούς.



Μήνας / Έτος

(κυμάνθηκε από 6,8 μέχρι 11,3 ppm οξυγόνου γεγονός που αποδίδεται στην οξυγόνωση κατά την επεξεργασία των λυμάτων και την έντονη ροή τους. Η ανάμιξη των λυμάτων αυτών με εκείνα των άλλων δύο τάφρων προκαλεί ελαφρά αύξηση του διαλυμένου οξυγόνου αμέσως μετά το σημείο συμβολής (θέση X-2) ιδιαίτερα όταν ο όγκος των νερών του αγωγού είναι σημαντικός σε σχέση με το συνολικό όγκο των νερών από τις άλλες τάφρους (μήνες Απρίλιος, Οκτώβριος, Νοέμβριος και Δεκέμβριος).

Το επίπεδο όμως του οξυγόνου μειώνεται και πάλι σταδιακά μέχρι το ανατολικό αντλιοστάσιο (περίπου 11 χιλιόμετρα) διότι κατά τη διαδρομή η ανατάραξη κατά την ροή μειώνεται και κατά μέσο όρο ετησίως στην έξοδο του αντλιοστασίου το επίπεδο του διαλυμένου οξυγόνου μειώνεται στα 3,5 ppm οξυγόνου.

#### Διαλυμένο οξυγόνο στα θαλάσσια δείγματα

Σε ότι αφορά τη θαλάσσια περιοχή που ελέγχθηκε μπροστά και γύρω από την έξοδο του ανατολικού αντλιοστασίου (συνολικά 5 σημεία σε απόσταση 300-400 μέτρων από την ακτή, το Θ-3 ακριβώς μπροστά στην έξοδο του αντλιοστασίου) παρατηρείται ότι η διακύμανση του διαλυμένου οξυγόνου είναι σχετικά μικρή. Εντούτοις φαίνεται σαφώς ότι στο σημείο Θ-3, Θ-4, Θ-5 οι μέσες ετήσιες τιμές είναι 7,8-7,9 ppm οξυγόνου ενώ στα Θ-1, Θ-2 είναι 8,3 και 8,5 αντίστοιχα (Σχήμα 13-Θ). Πιθανώς λόγω των υπάρχοντων ρευμάτων η διάχυση των λυμάτων έχει μεγαλύτερη επίδραση στις θέσεις Θ-3, Θ-4, Θ-5 που βρίσκονται νοτιότερα παρά στις θέσεις Θ-1 και Θ-2. Κατά τις εκτιμήσεις μας στις θέσεις Θ-3, Θ-4 και Θ-5 στον πυθμένα της θάλασσας υπάρχει και σημαντικό οργανικό φορτίο λόγω των υπολλειμάτων από φυτικούς και ζωικούς θαλάσσιους οργανισμούς.

#### Βαρέα μέταλλα στα χερσαία δείγματα

Οι συγκεντρώσεις του μολύβδου κυμάνθηκαν σε μέτρια επίπεδα χωρίς εξάρσεις (5-39 ppb) (Σχήμα 14-X). Το ανώτατο επιτρεπτό όριο για τη διάθεση υγρών βιομηχανικών αποβλήτων στο Θερμαϊκό κόλπο είναι 1 ppm για το μολύβδο. Κατά το χρονικό διάστημα

μεταξύ Ιουλίου και Νοεμβρίου 1992 οι συγκεντρώσεις ήταν ελαττωμένες συγκριτικά με τους υπόλοιπους μήνες. Επίσης οι συγκεντρώσεις του μαγγανίου, του καδμίου και του χρωμίου (Σχήματα 15, 17 και 18) είναι κάτω από τα ανώτατα όρια για τα υγρά απόβλητα όπως αυτά καθορίστηκαν με νομαρχιακή απόφαση και ισχύουν από το 1987.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των προσδιορισμών υδραργύρου στις θέσεις δειγματοληψίας κατά μήκος των τάφρων (Σχήμα 16-X) οι συγκεντρώσεις κυμαίνονται μεταξύ 0,07 και 0,73 ppb και κρίνονται σχετικά μικρές για τάφρους βιομηχανικών και αστικών λυμάτων. Δεν παρατηρείται επίσης κάποια αυξομείωση μεταξύ όλων των μελετηθέντων σημείων με εξαίρεση τους μήνες Φεβρουάριο και Μάρτιο του 1992 οπότε οι συγκεντρώσεις στα X-4 και X-5 ήταν περισσότερο αυξημένες, και τους μήνες Απρίλιο και Αύγουστο του 1992 παρατηρήθηκαν οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στο X-3. Πάντως η μέση ετήσια συγκέντρωση υδραργύρου στο X-1 είναι 0,17 ppb (Ανώτατη επιτρεπτή τιμή 10 ppb).

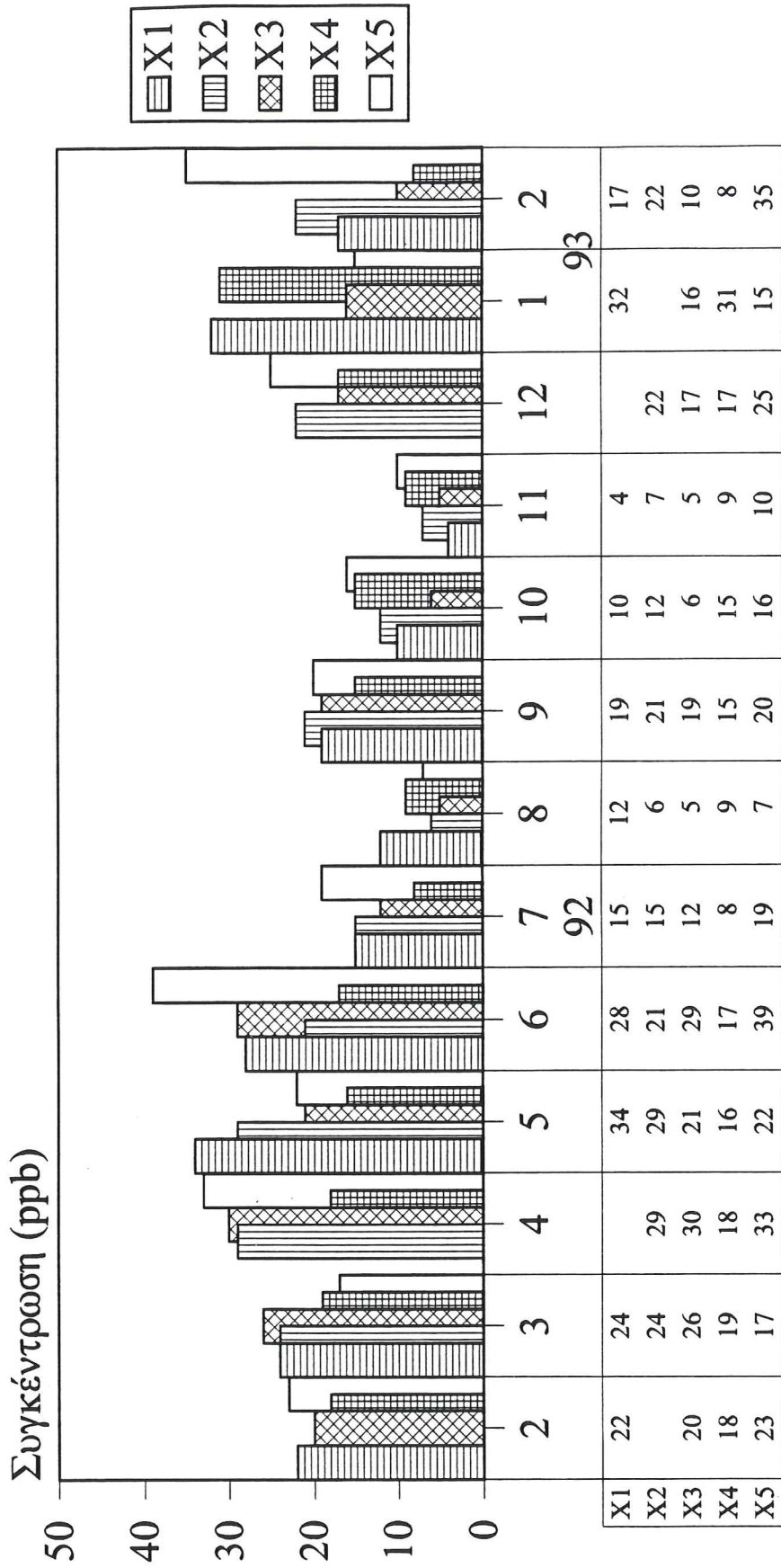
Κατά το δεύτερο εξάμηνο του 1992 οι τιμές ψευδαργύρου είναι σχετικά μικρότερες ενώ κατά το Φεβρουάριο και Μάρτιο 1992 είναι αυξημένες σε όλους τους χερσαίους σταθμούς (εύρος 17 - 206 ppb). Το φαινόμενο έχει την τάση να επαναληφθεί και κατά τους πρώτους μήνες του 1993 (Σχήμα 19-X), δεν υπάρχουν όμως δεδομένα στο επόμενο χρονικό διάστημα.

#### Βαρέα μέταλλα στα θαλάσσια δείγματα

Σε όλη την έκταση της μελετούμενης περιοχής αλλά και στον ευρύτερο Θερμαϊκό κόλπο όπως αποδεικνύεται από την έρευνα αυτή καθώς και από προηγούμενες, οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων είναι ανιχνεύσιμες σε επίπεδα  $\mu\text{g/l}$  (ppb) ενώ το επιθυμητό θα ήταν οι συγκεντρώσεις τους να είναι περίπου μηδενικές.

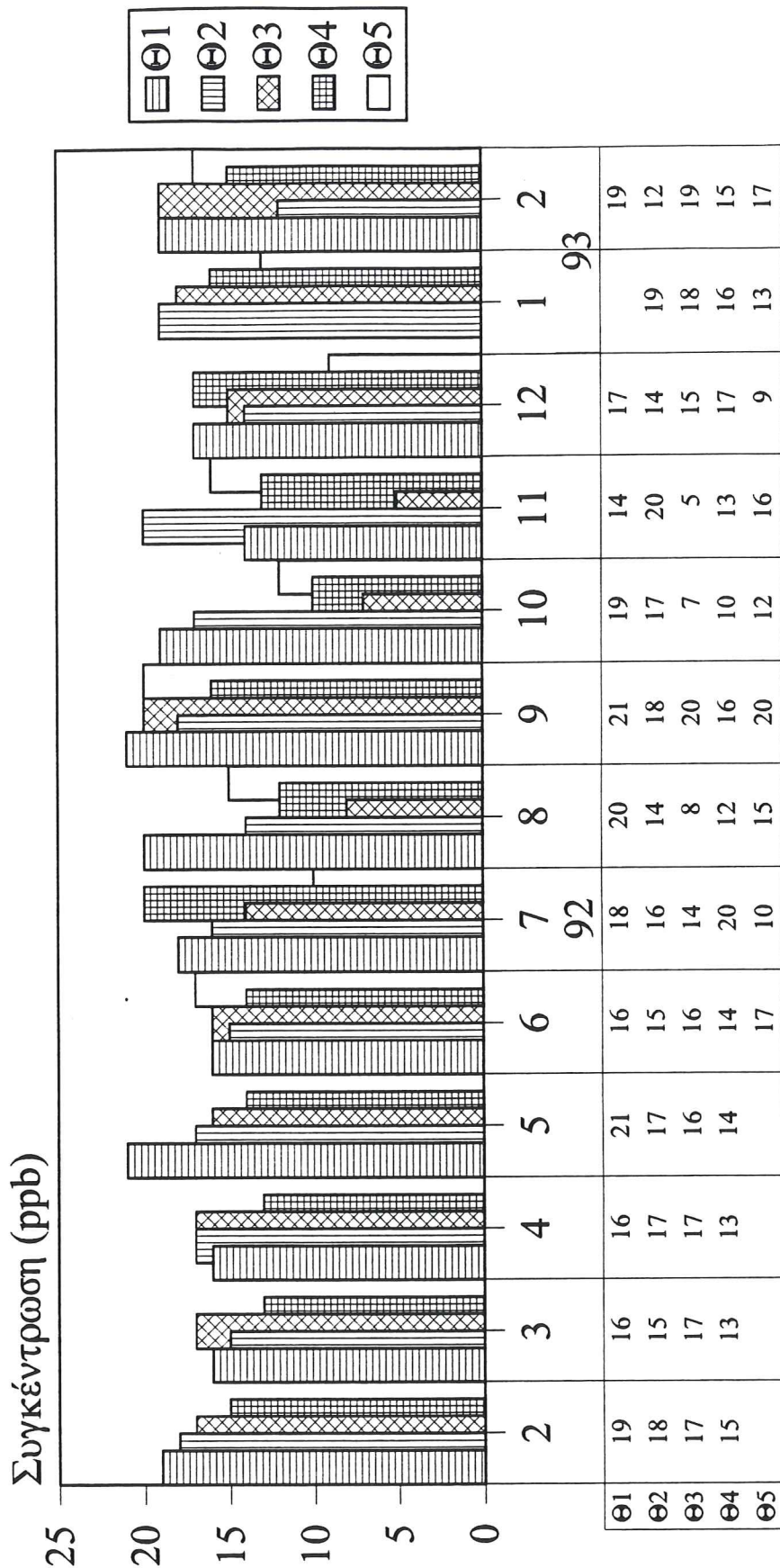
Οι τιμές των συγκεντρώσεων μολύβδου βρίσκονται σε αντιστοιχία με τις συγκεντρώσεις στον υπόλοιπο Θερμαϊκό κόλπο όπως αυτές προσδιορίστηκαν σε προηγούμενες μελέτες (Σχήμα 14-Θ). Κατ' απόλυτη τιμή κυμάνθηκαν μεταξύ 5-21 ppb. Τα επιτρεπτό όριο για τα επιφανειακά νερά (ΗΠΑ) είναι 50 ppb.

Σχήμα 14-X. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων του μολύβδου στους χερσαίους σταθμούς.



Μήνας / Έτος

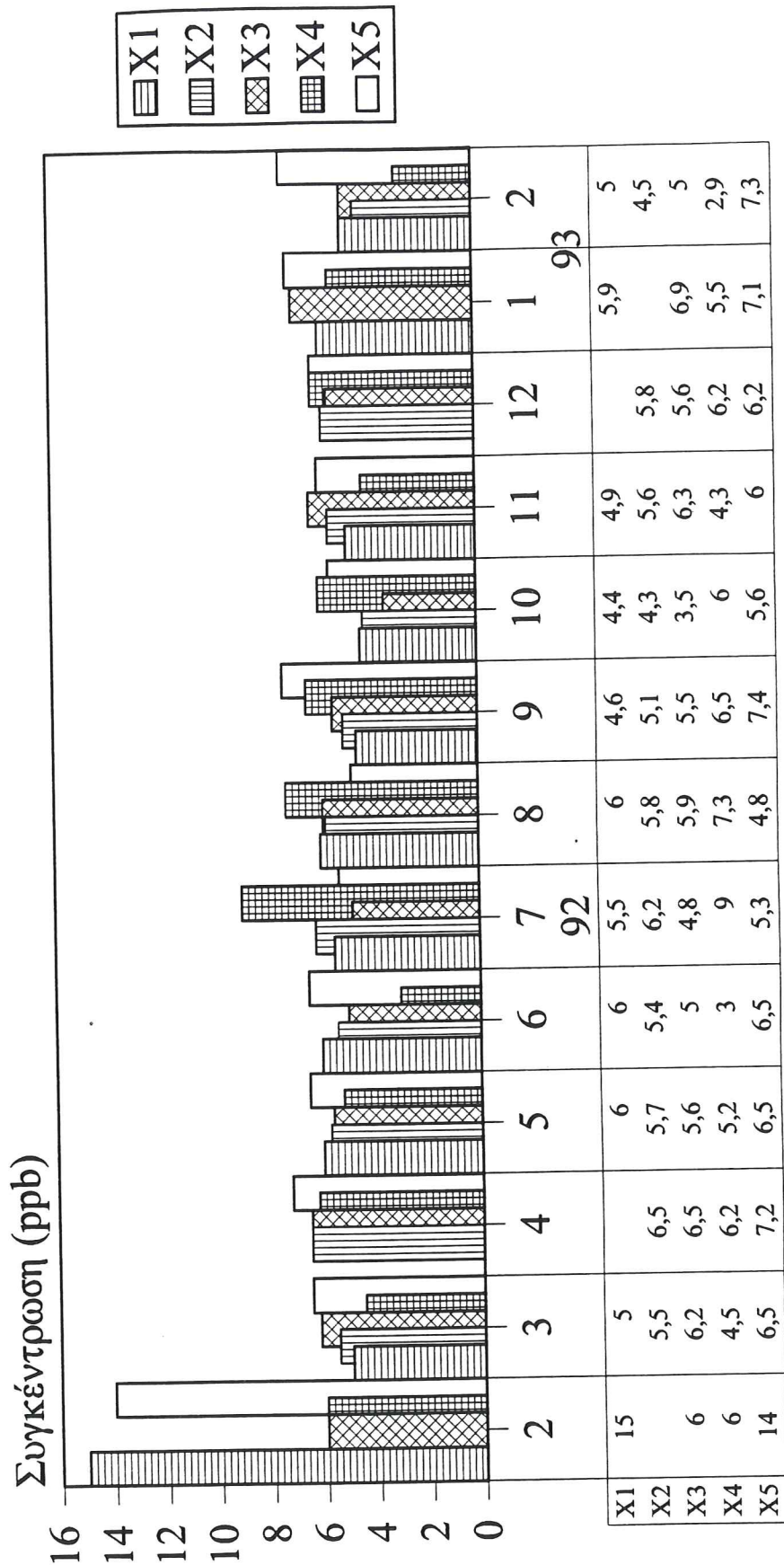
Σχήμα 14-Θ. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων του μολύβδου στους θαλάσιους σταθμούς.



Μήνας / Έτος

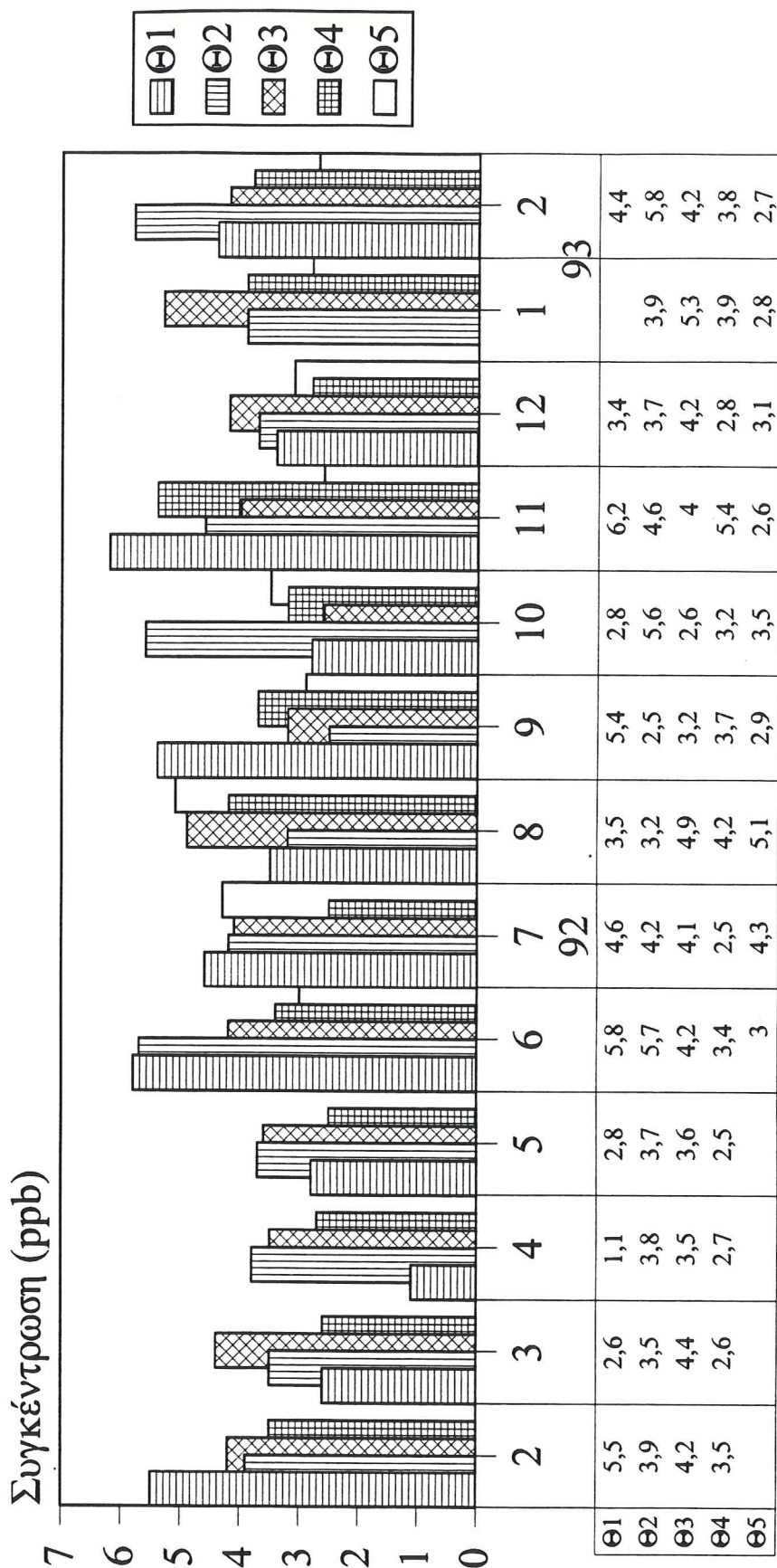


Σχήμα 15-X. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων του καδμίου στους χειρσαίους σταθμούς.



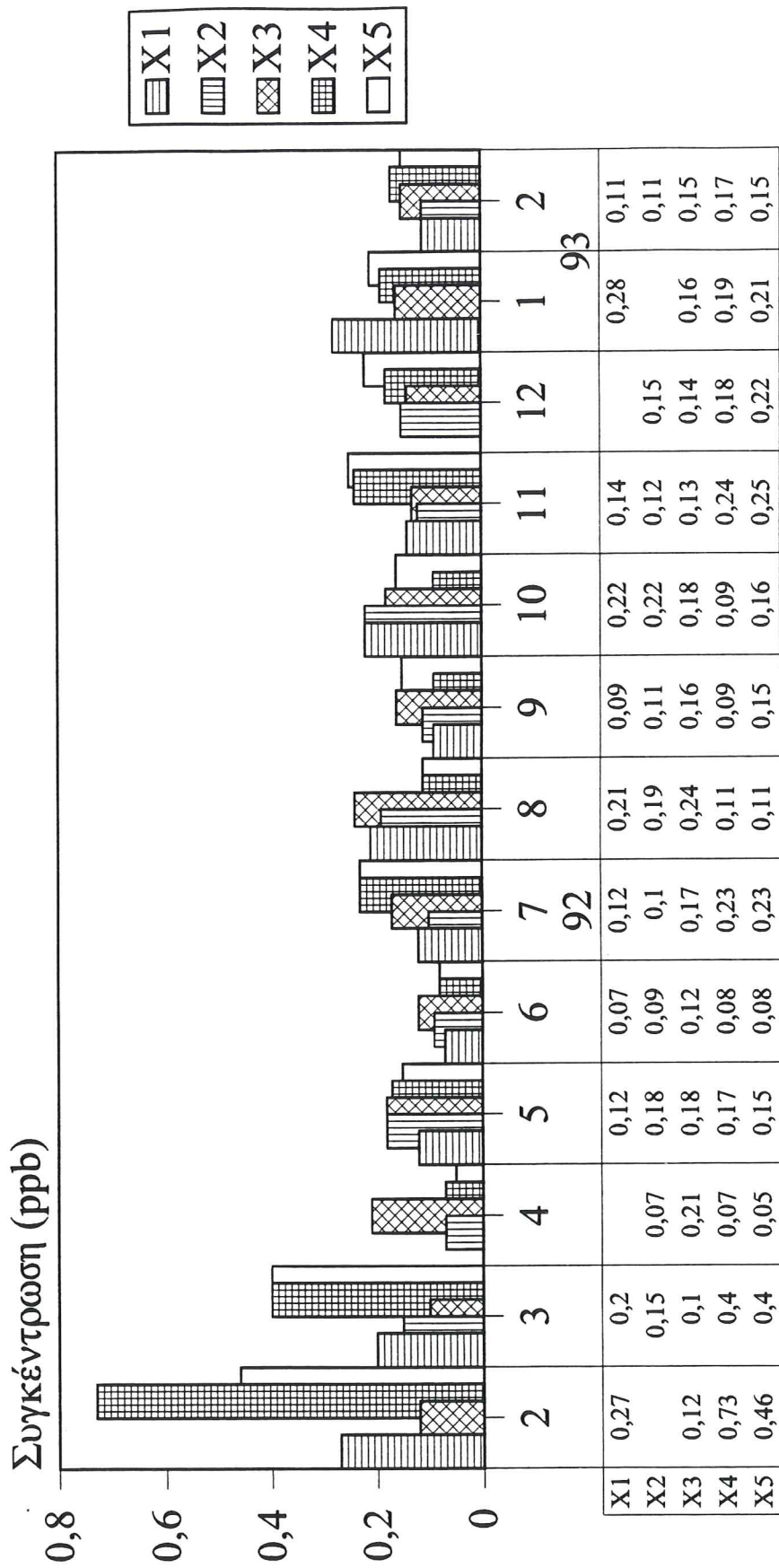
Μήνας / Έτος

Σχήμα 15-Θ. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων του καδμίου στους θαλάσσιους σταθμούς.



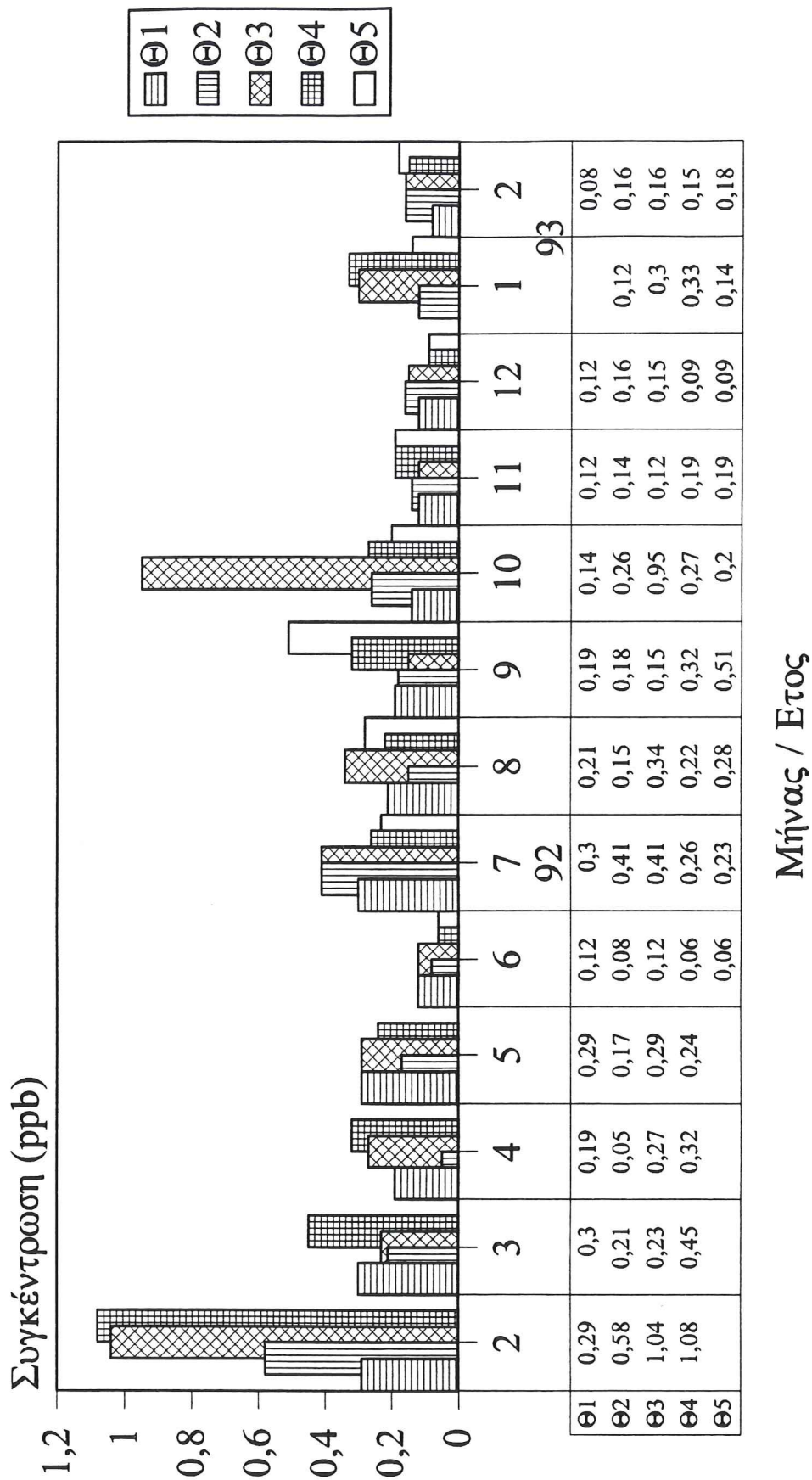
Μήνας / Έτος

Σχήμα 16-Χ. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων του υδραργύρου στους χερσαίους σταθμούς.

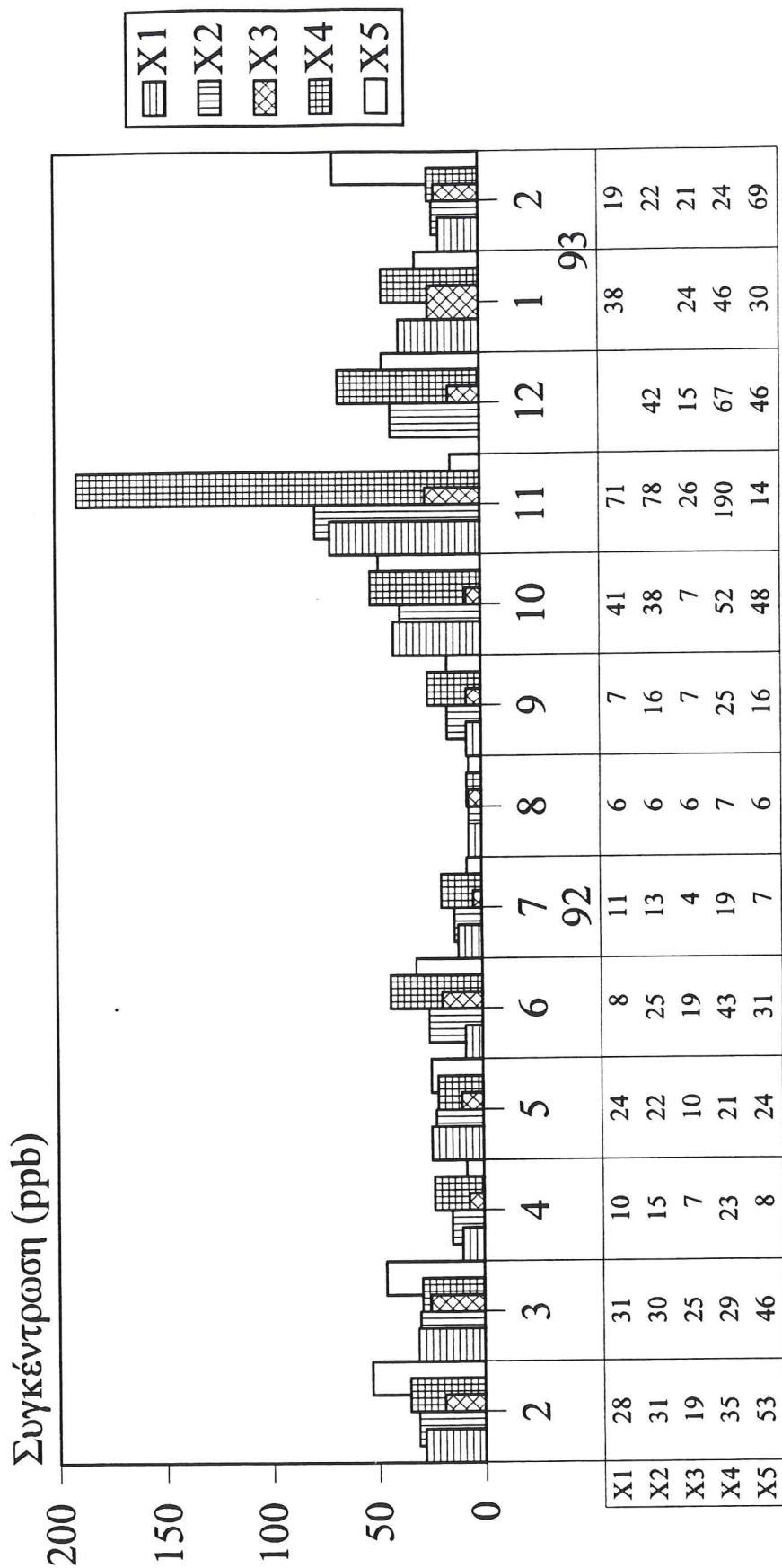


Μήνας / Έτος

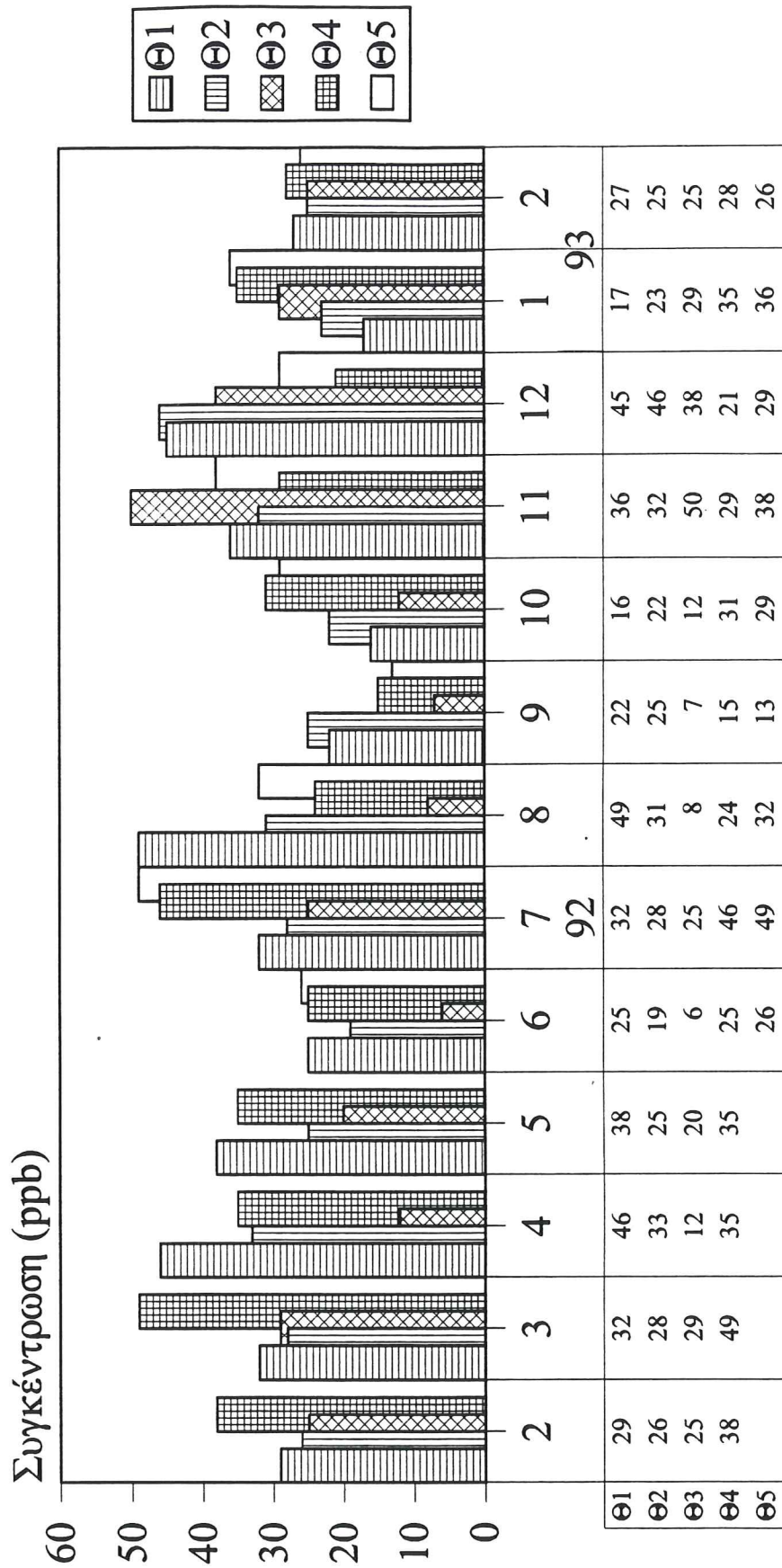
Σχήμα 16-Θ. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων του υδραργύρου στους θαλάσσιους σταθμούς.



Σχήμα 17-Χ. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων του χρωμίου στους χερσαίους σταθμούς.

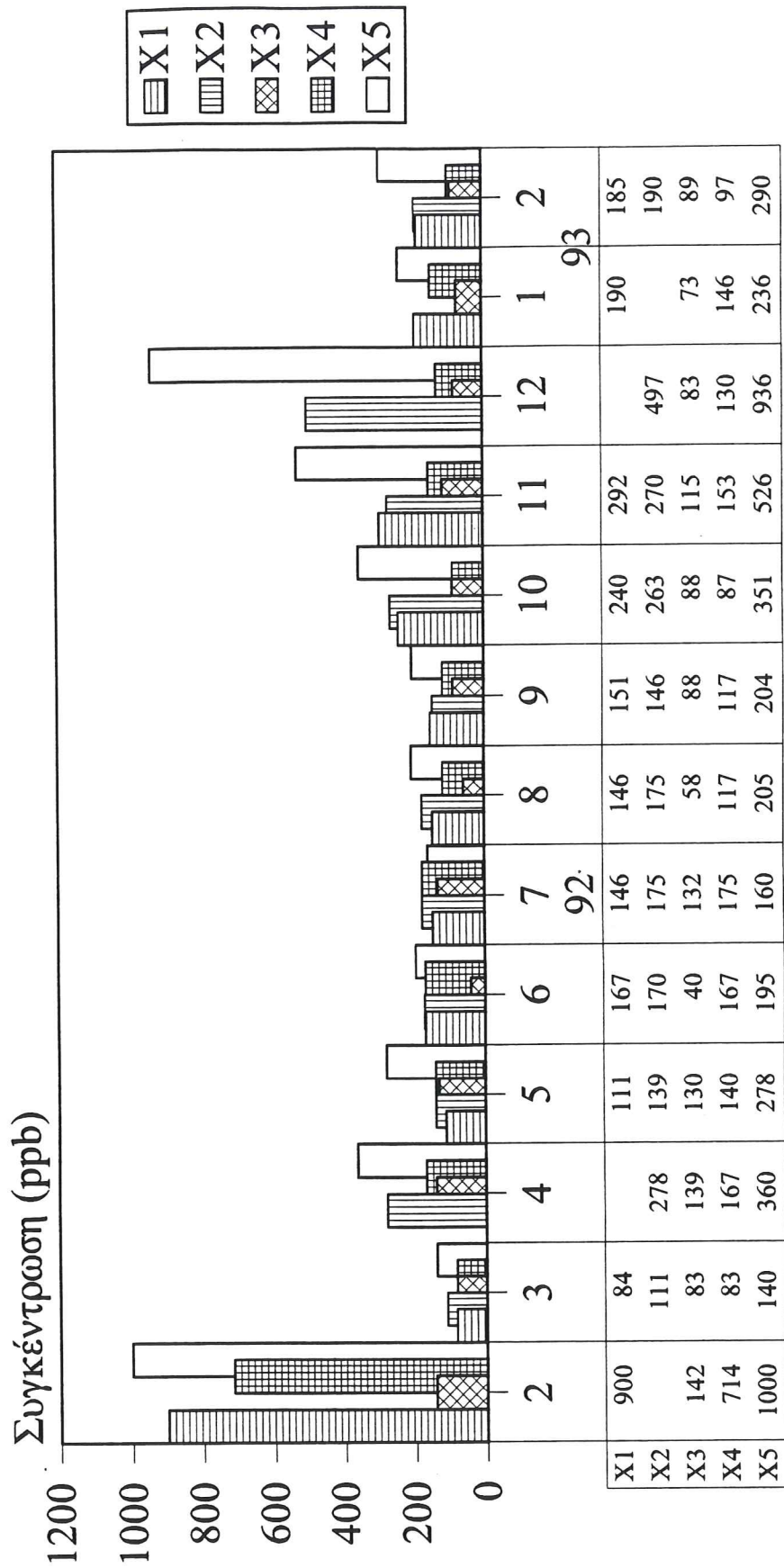


Σχήμα 17-Θ. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων του χρωμίου στους θαλάσσιους σταθμούς.



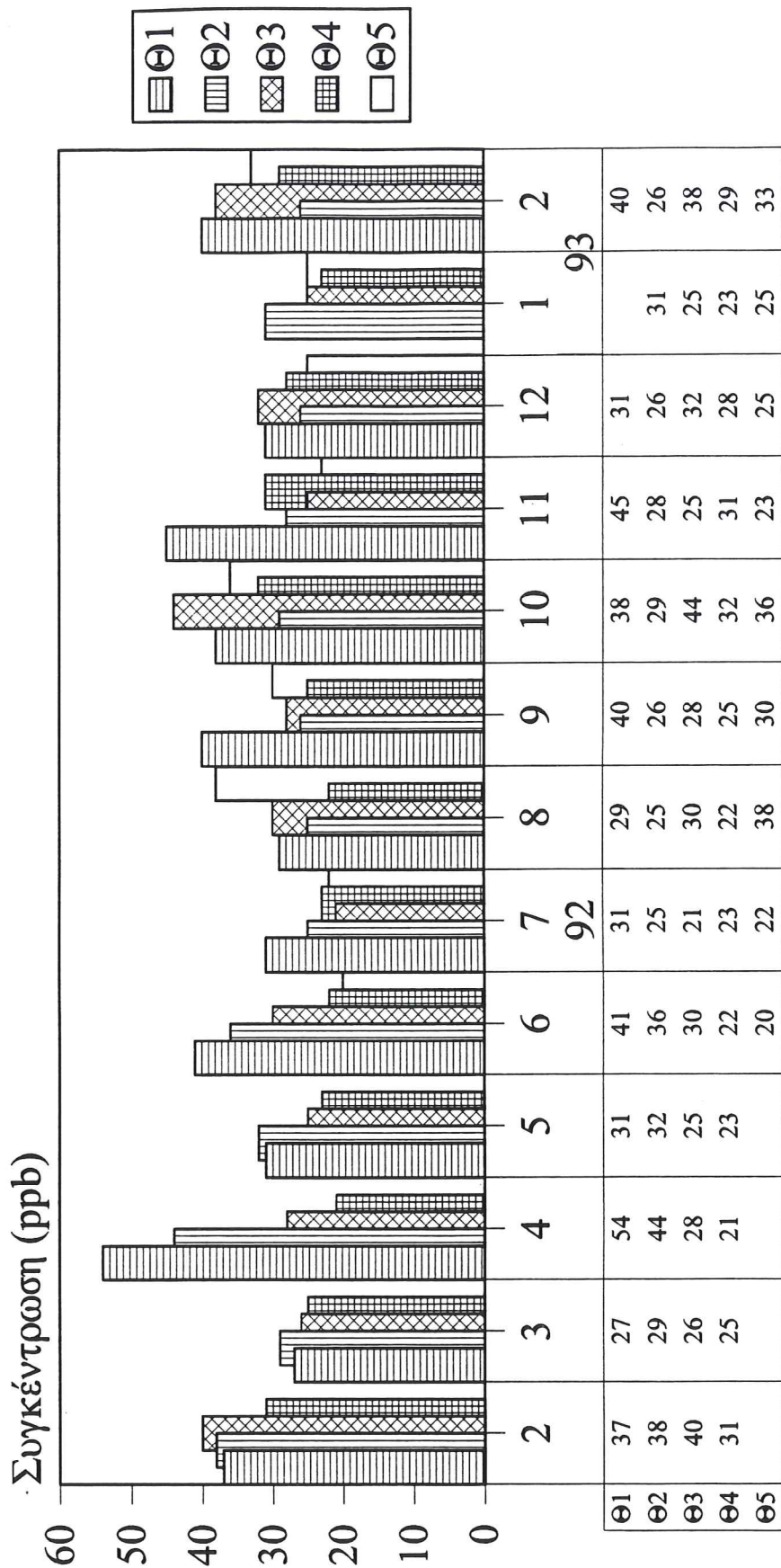
Μήνας / Έτος

Σχήμα 18-X. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων του μαγγανίου στους χερσαίους σταθμούς.



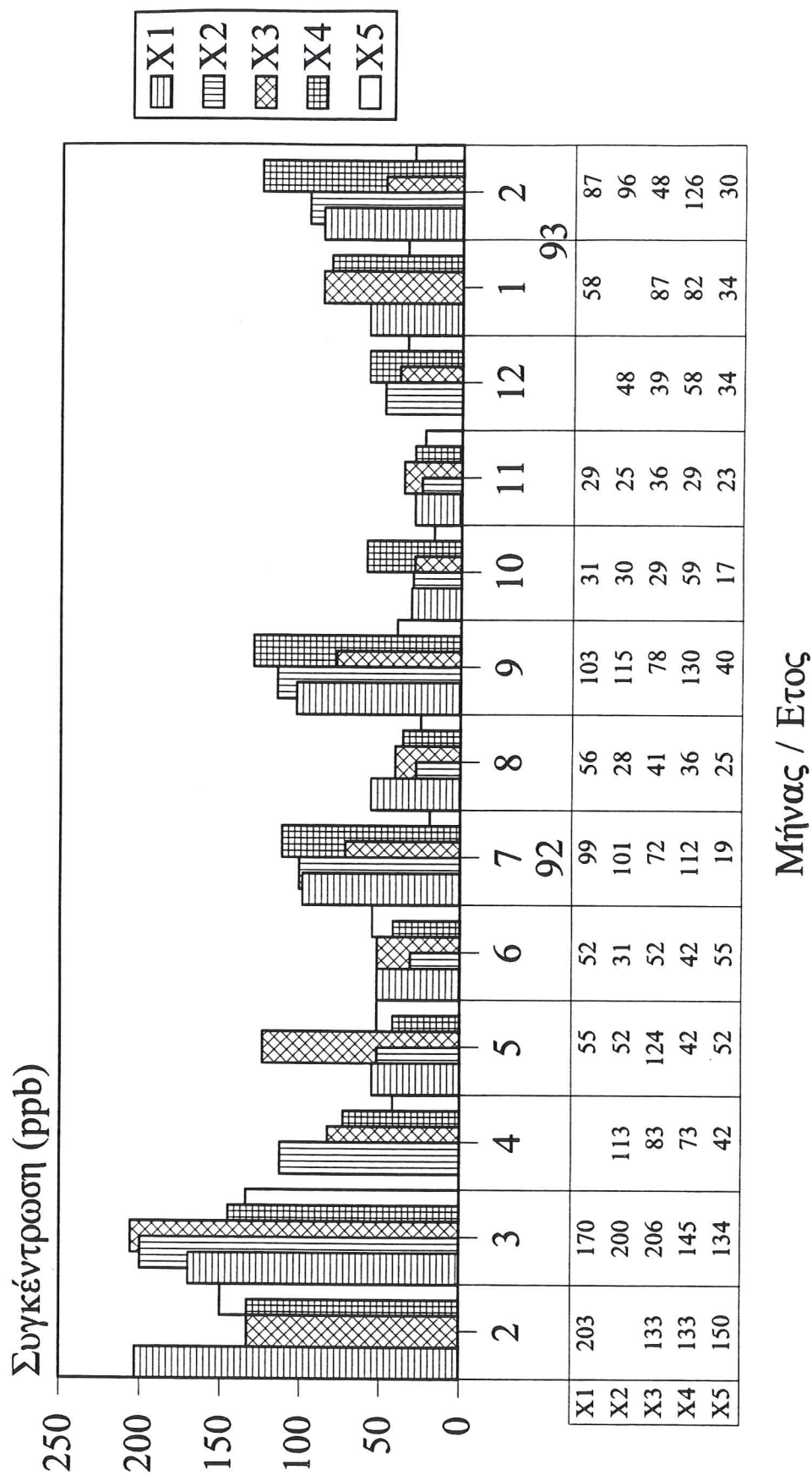
Μήνας / Έτος

Σχήμα 18-Θ. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων του μαγγανίου στους θαλάσσιους σταθμούς.

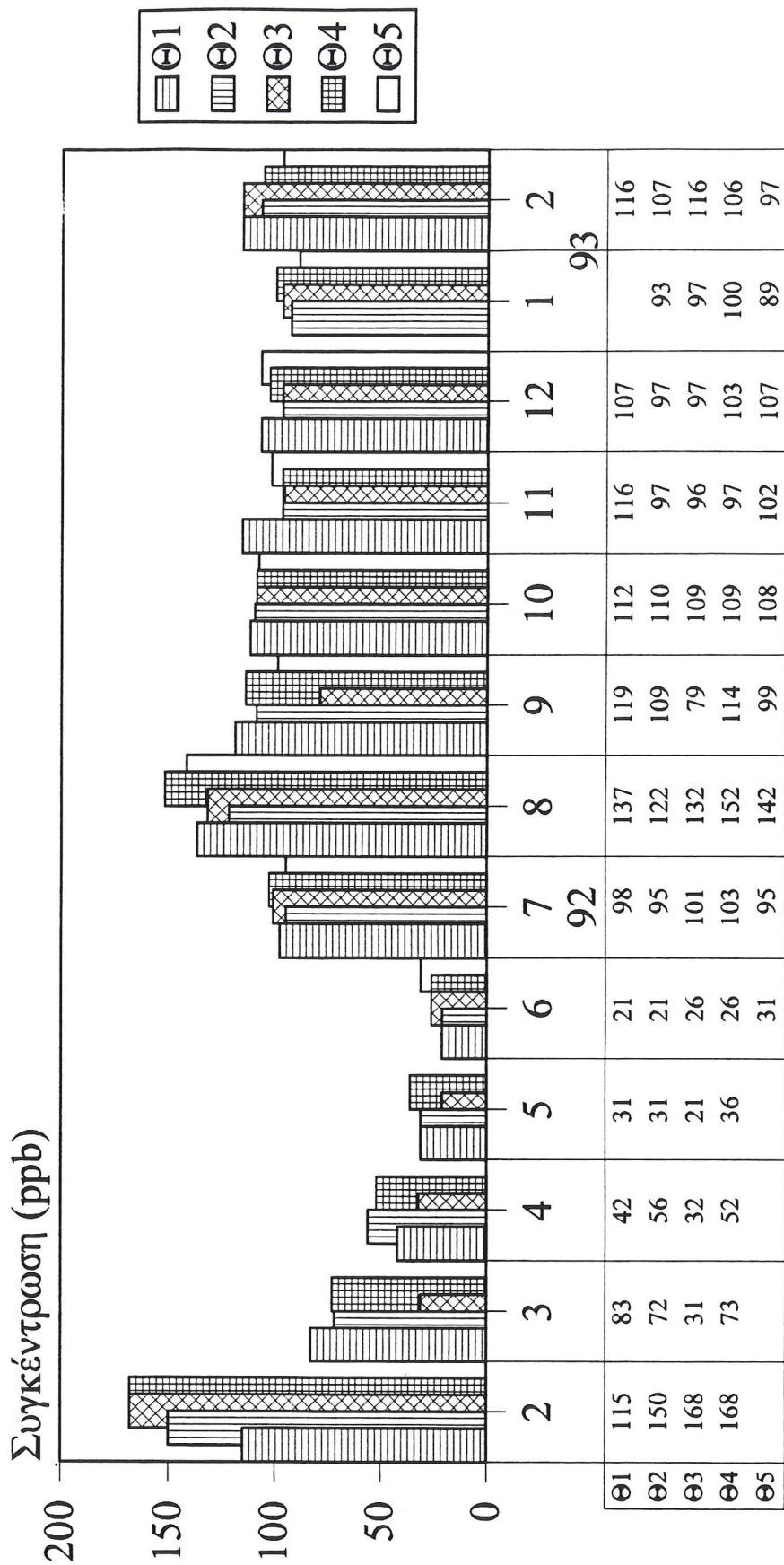




Σχήμα 19-Χ. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων του ψευδαργύρου στους χερσαίους σταθμούς.



Σχήμα 19-Θ. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων του ψευδαργύρου στους θαλάσσιους σταθμούς.



Μήνας / Έτος

Σε ότι αφορά τον υδραργυρο στα σημεία δειγματοληψίας στη θάλασσα οι τιμές της συγκέντρωσης υδραργύρου κυμαίνονται από 0,05 μέχρι και 1,08 ppb, δηλαδή σε ορισμένους μήνες (Φεβρουάριος, Απρίλιος, Σεπτέμβριος 1992) είναι μεγαλύτερες από εκείνες της εξόδου του αντλιοστασίου (Σχήμα 16-Θ). Το γεγονός αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν και άλλες πηγές ρύπανσης της παράκτιας περιοχής που πιθανώς βρίσκονται νοτιότερα.

Σχετικά με τον ψευδάργυρο, όπως δείχνεται από το Σχήμα 19-Θ, παρατηρείται σημαντική κάμψη των τιμών των συγκεντρώσεων κατά τους μήνες της Ανοιξης του 1992 (εύρος τιμών 21-83 ppb) ενώ κατά τους υπόλοιπους μήνες οι τιμές ήταν σαφώς μεγαλύτερες (εύρος τιμών 79-168 ppb). Δεν υπάρχει δυνατότητα ελέγχου αν το φαινόμενο επαναλήφθηκε και κατά το επόμενο έτος 1993. Πάντως σε όλες τις περιπτώσεις δεν παρατηρήθηκαν υπερβάσεις του ανωτάτου ορίου για τα επιφανειακά νερά (ΗΠΙΑ) που είναι πολύ υψηλό (5 ppm).

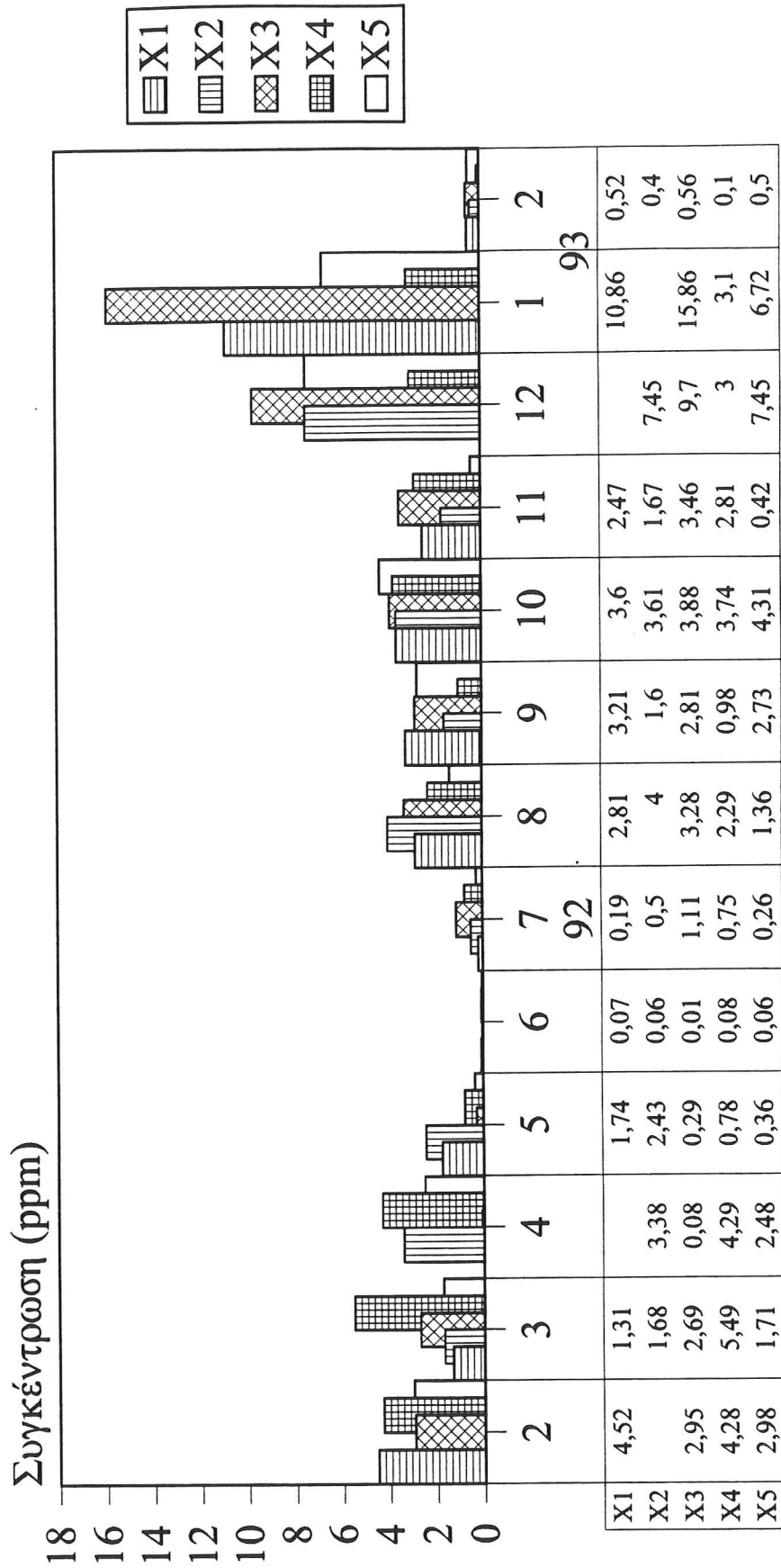
#### Ιόντα αμμωνίου στα χερσαία δείγματα

Στην έξοδο του ανατολικού αντλιοστασίου (X-1) η μέση ετήσια τιμή (2,85 ppm N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) δεν περιγράφει την πολύ μεγάλη διακύμανση των συγκεντρώσεων (0,07 έως 10,86ppm). Μεγάλη διακύμανση παρατηρήθηκε σε όλους τους χερσαίους σταθμούς. Κατά την περίοδο 5/92 έως 7/92 οι τιμές κυμάνθηκαν σε επίπεδα μικρότερα του 1,00 ppm.

#### Ιόντα αμμωνίου στα θαλάσσια δείγματα

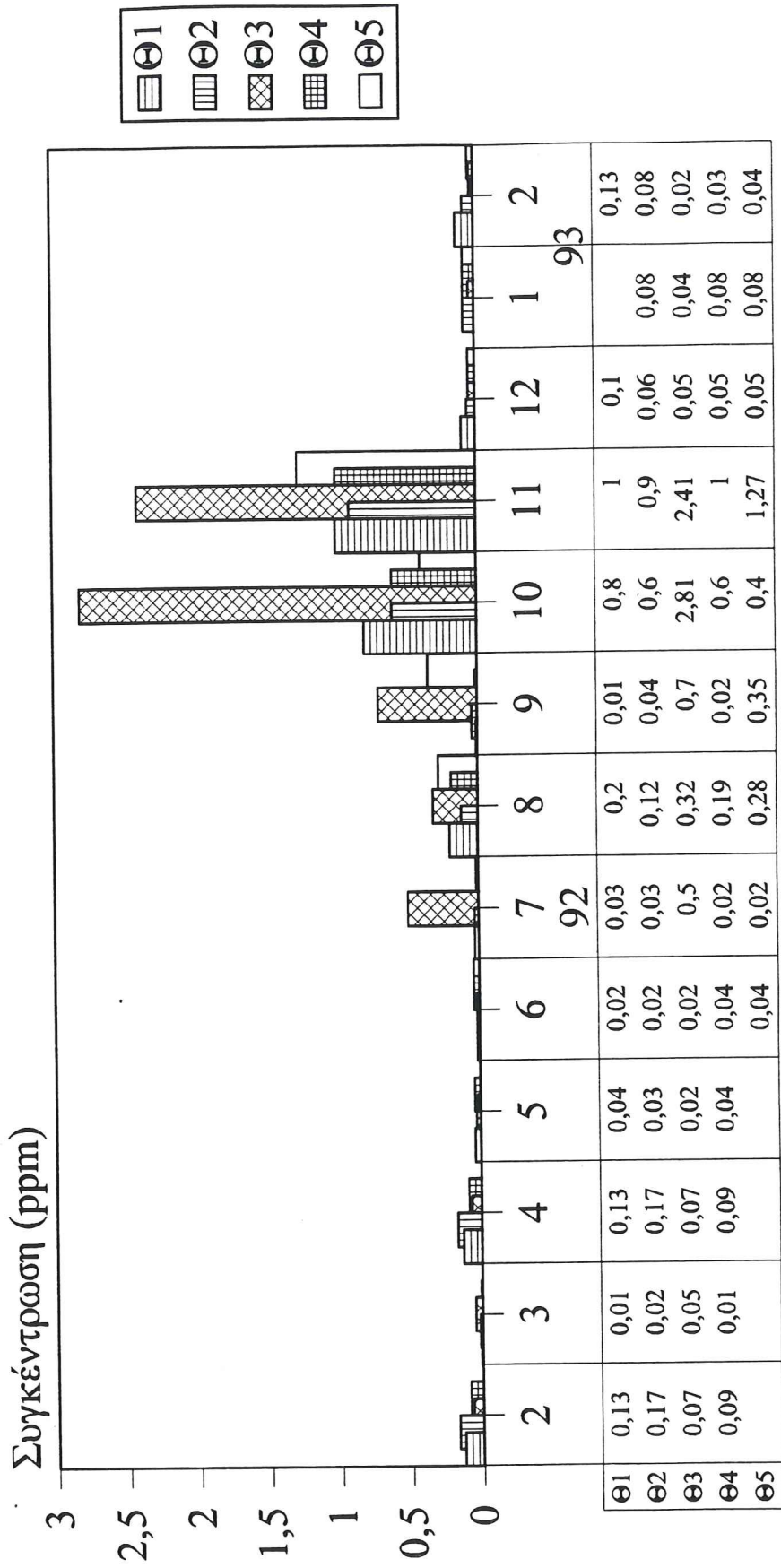
Οι τιμές του N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> στους θαλάσσιους σταθμούς κυμάνθηκαν σε σχετικά χαμηλά επίπεδα 0,01 έως 0,20 με εξαίρεση τη χρονική περίοδο 8-11/92 οπότε οι τιμές ήταν αυξημένες σε όλους τους σταθμούς (0,02 - 2,81 ppm N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Χαρακτηριστικά στο Θ-3 το επίπεδο των συγκεντρώσεων είναι 2 έως 3 φορές υψηλότερο του επιπέδου των υπολοίπων θέσεων σ' αυτή την περίοδο.

Σχήμα 20-Χ. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων ιόντων αμμωνίου στους χερσαίους σταθμούς.



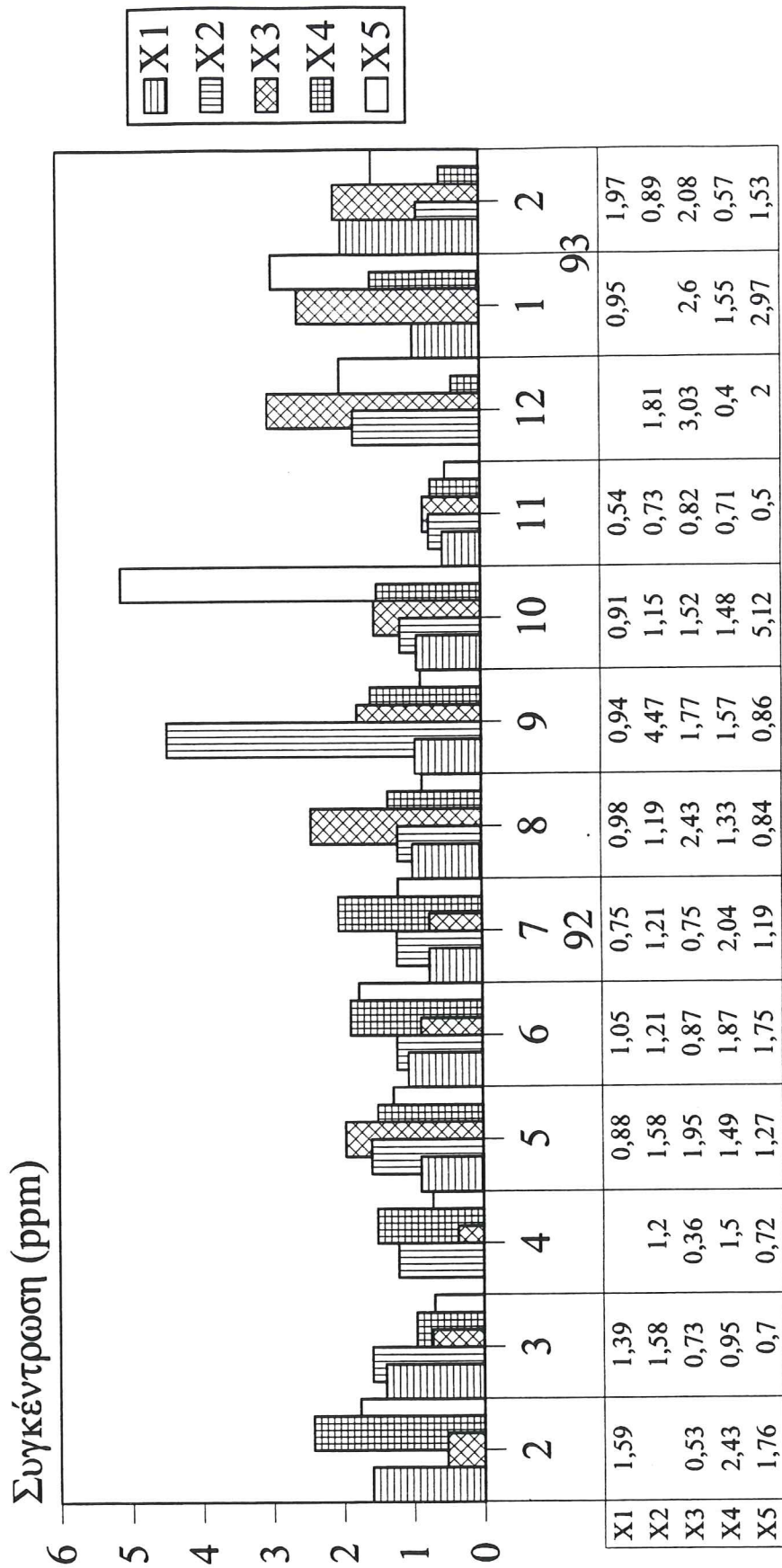
Μήνας / Έτος

Σχήμα 20-Θ. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων ιόντων αμμωνίου στους θαλάσσιους σταθμούς.



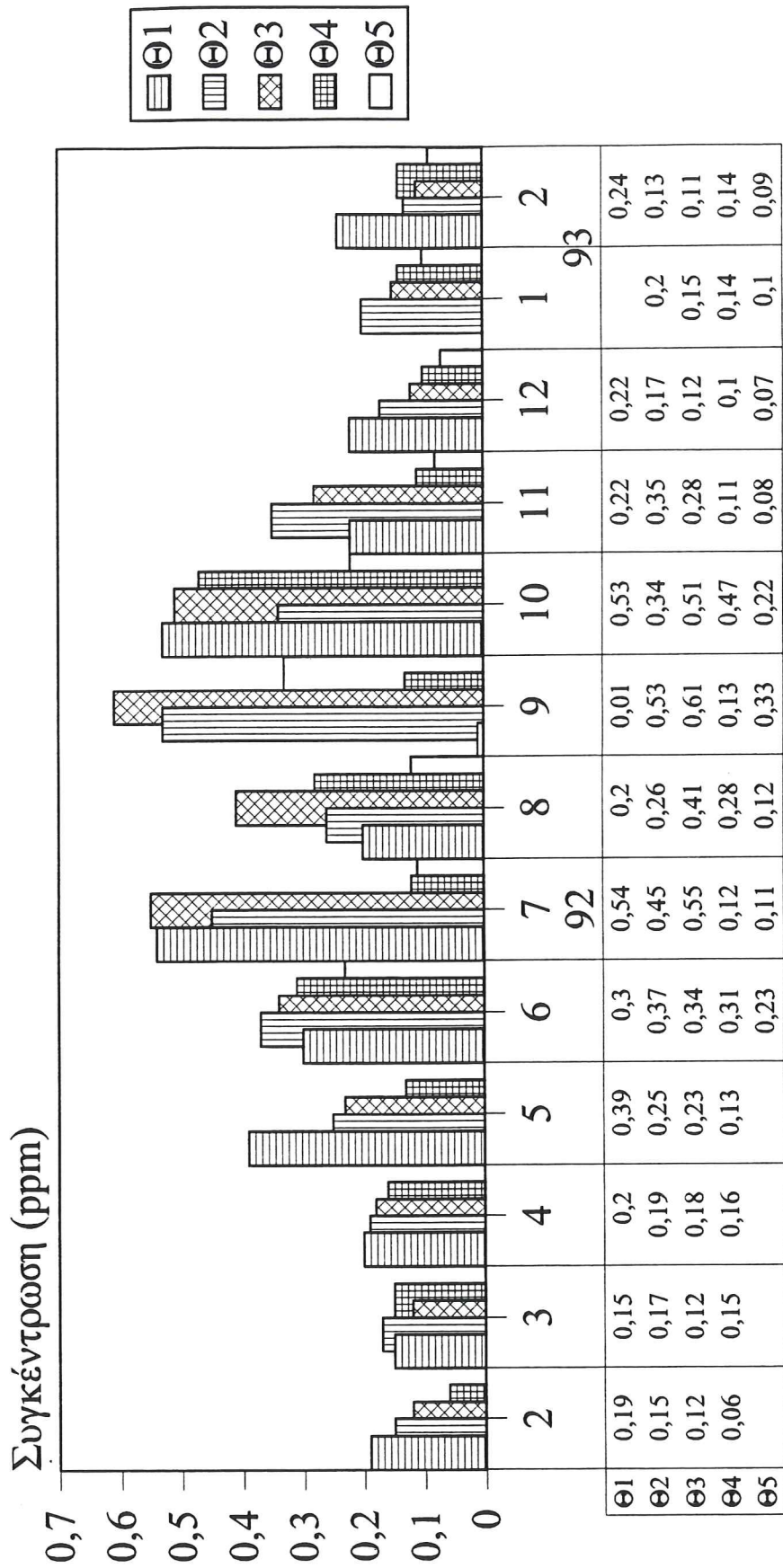
Μήνας / Έτος

Σχήμα 21-X. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων των φωσφορικών ιόντων στους χειρσαίους σταθμούς



Μήνας / Έτος

Σχήμα 21-Θ. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων των φωσφορικών ιόντων στους θαλάσσιους σταθμούς.



Μήνας / Έτος

#### Ολικός Φωσφόρος στα χερσαία δείγματα

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα του σχήματος 21-X οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών ιόντων εμφανίζουν έντονες διακυμάνσεις και σε ορισμένους μήνες εξάρσεις. Το εύρος στο οποίο κυμάνθηκαν οι περισσότερες τιμές είναι 0,4 - 3,0 ppm, ενώ στην έξοδο του ανατολικού αντλιοστασίου η μέση ετήσια συγκέντρωση ήταν 1,09 ppm.

#### Ολικός Φωσφόρος στα θαλάσσια δείγματα

Κατά τη χρονική περίοδο της έρευνας παρατηρήθηκε μια συστηματική αύξηση και στη συνέχεια ελάττωση των τιμών στις θέσεις Θ-2 και Θ-3 με μέγιστες τιμές 0,5 - 0,6 ppm. Στους υπόλοιπους σταθμούς δε διακρίνεται συστηματική μεταβολή συγκέντρωσης.

#### Νιτρικά ιόντα στα χερσαία δείγματα

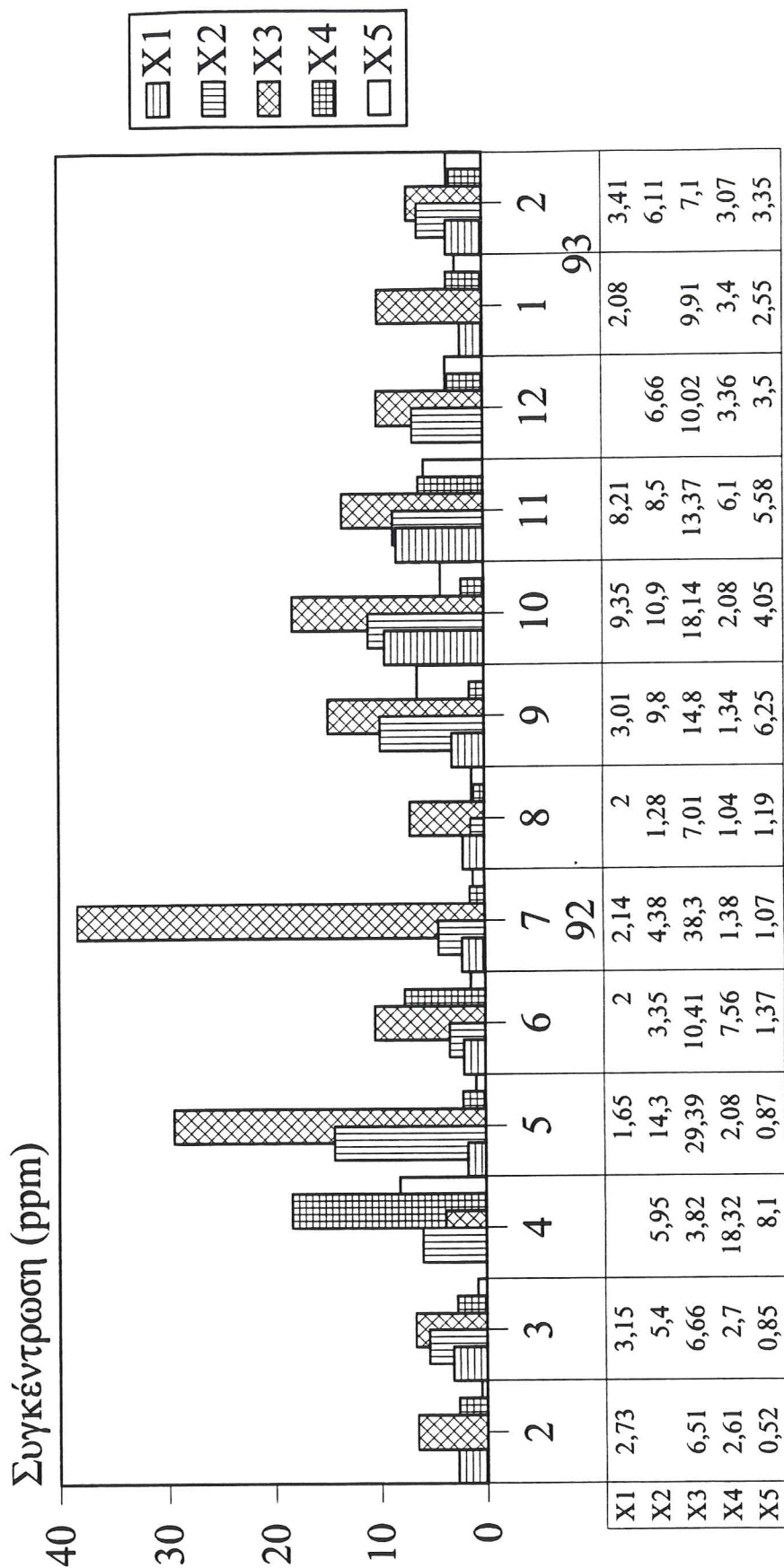
Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών ιόντων στα δείγματα από τις τάφρους είναι ιδιαίτερα αυξημένες (Σχήμα 22-X). Ειδικότερα η έξοδος του αγωγού του ΟΑΘ (X-3) εμφανίζει στους περισσότερους μήνες τη μεγαλύτερη τιμή και ακολουθούν οι τάφροι X-4, X-5. Στην έξοδο του αγωγού οι τιμές κυμάνθηκαν μεταξύ 3,8 και 38,3 ppm  $\text{NO}_3^-$  με τις ελάχιστες να εμφανίζονται κατά τους μήνες Φεβρουάριο, Μάρτιο και Απρίλιο. Στη θέση του ανατολικού αντλιοστασίου η μέση ετήσια τιμή είναι 3,6 ppm  $\text{NO}_3^-$ .

#### Νιτρικά ιόντα στα θαλάσσια δείγματα

Στα δείγματα που ελήφθησαν από την παράκτια περιοχή οι συγκεντρώσεις των νιτρικών ιόντων κυμάνθηκαν από 0,03 μέχρι 0,40 ppm (Σχήμα 22-Θ), με εξαίρεση τους μήνες Οκτώβριο, Νοέμβριο και Δεκέμβριο. Κατά το μήνα Οκτώβριο για λόγους που δεν έχουν εντοπιστεί οι τιμές των νιτρικών έφθασαν σε επίπεδα 0,6-1,3 ppm και στους επόμενους μήνες μειώθηκαν σταδιακά μέχρι τα ελαφρώς αυξημένα επίπεδα που παρατηρήθηκαν κατά το τέλος του χειμώνα. Τα επίπεδα αυτά προφανώς οφείλονται στα στραγγίσματα των ομβρίων νερών από τις καλλιεργήσιμες και λιπαινόμενες περιοχές. Αξίζει να σημειωθεί ότι ανάλογο

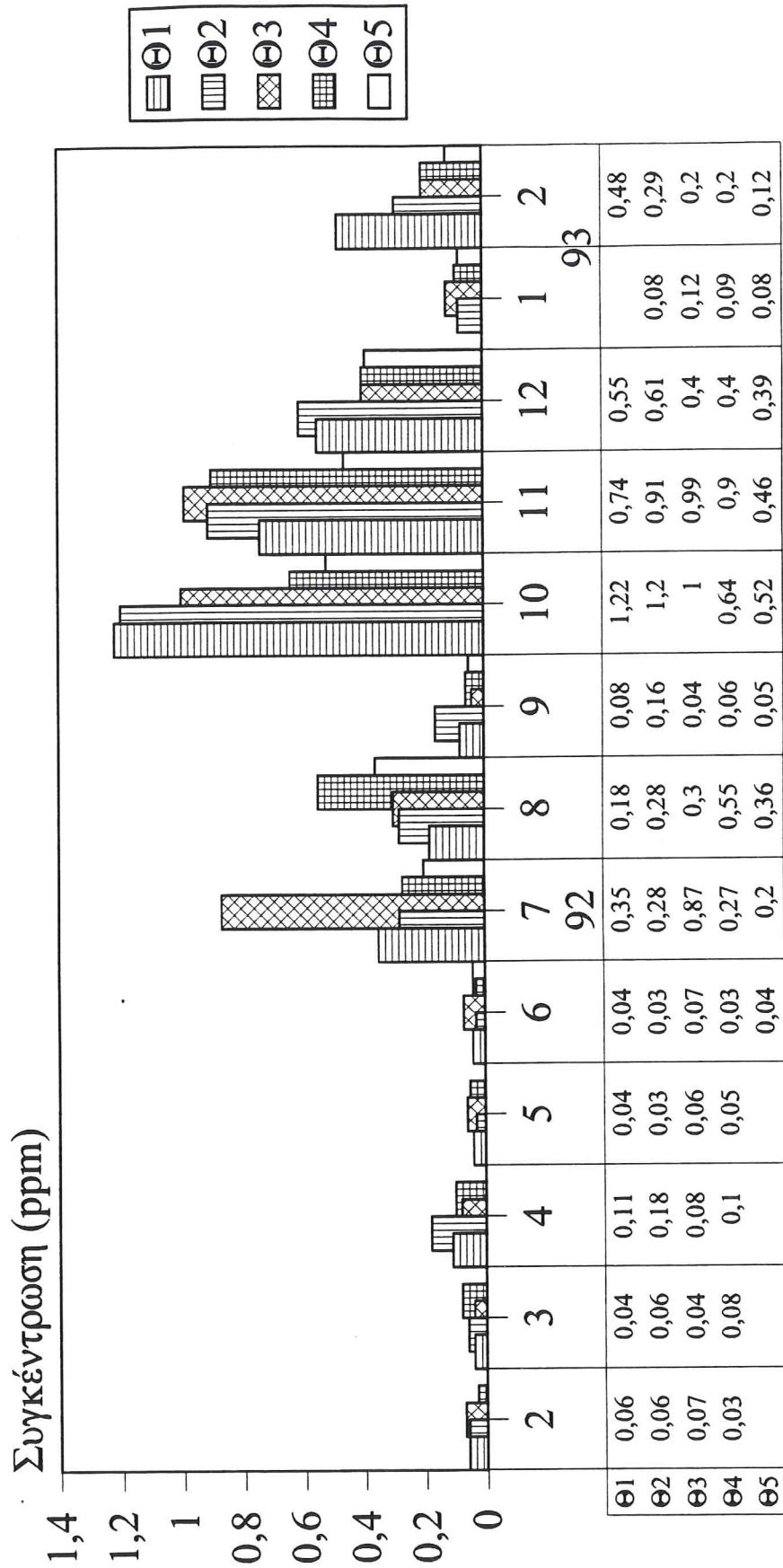


Σχήμα 22-Χ. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων των νιτρικών ιόντων στους χερσαίους σταθμούς.



Μήνας / Έτος

Σχήμα 22-Θ. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων των νιτρικών ιόντων στους θαλάσσιους σταθμούς.



Μήνας / Έτος

φαινόμενο παρατηρήθηκε στους ίδιους μήνες και στην περίπτωση των φωσφορικών ιόντων.

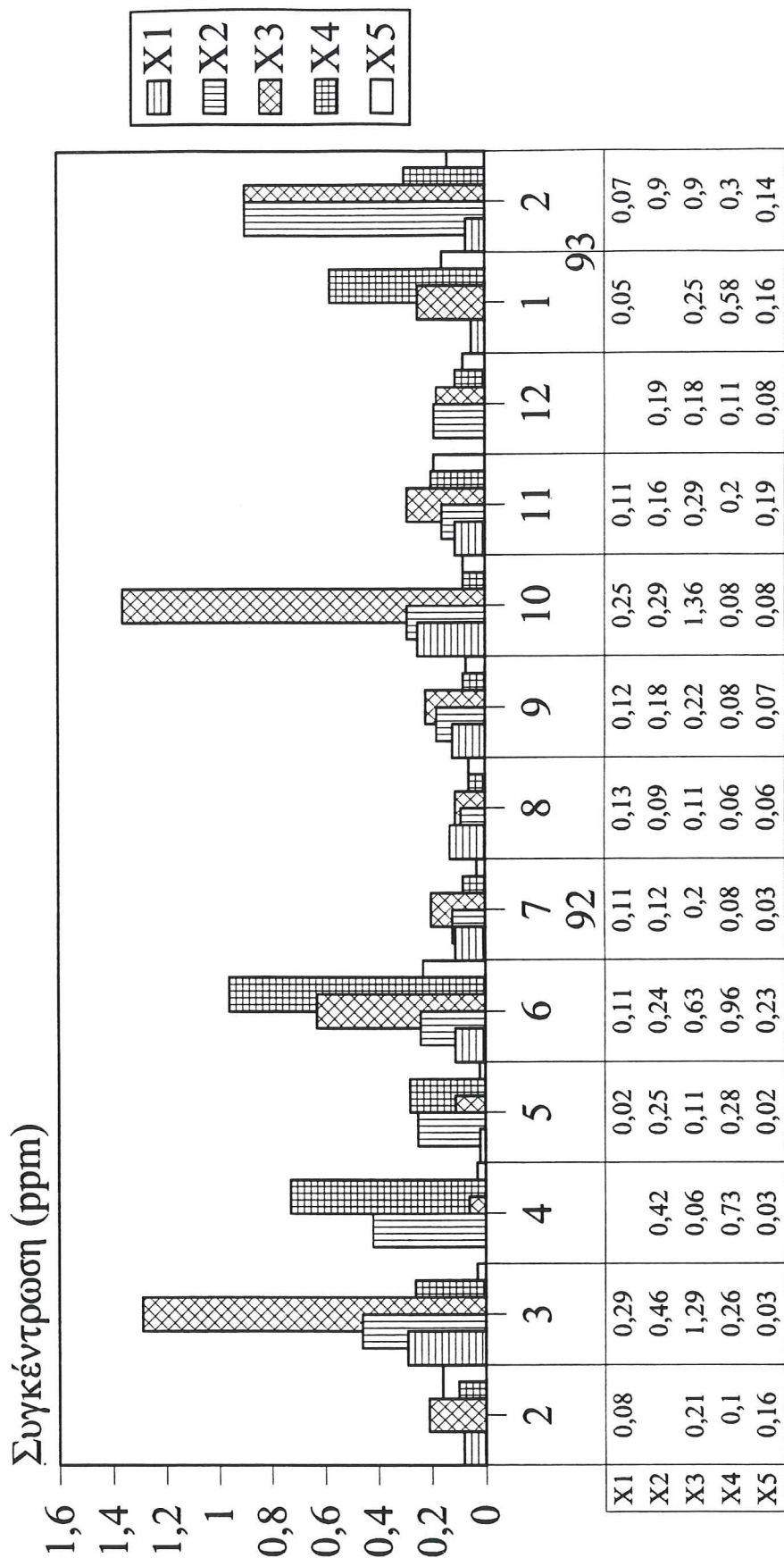
#### Νιτρώδη ιόντα στα χερσαία δείγματα

Οι συγκεντρώσεις των νιτρωδών ιόντων κατά τους περισσότερους μήνες είναι μεγαλύτερες στις θέσεις Χ-3 και Χ-4, ιδιαίτερα στο Χ-3. Κυμάνθηκαν στα δύο αυτά σημεία μεταξύ 0,10 και 1,36 ppm (Σχήμα 23-Χ) χωρίς να εντοπίζεται κάποια συγκεκριμένη διακύμανση ως προς τις εποχές. Πιθανώς σημαντικός παράγων είναι η ταχύτητα της ροής των αποβλήτων μέσα στις τάφρους που επιδρά στην αποτελεσματικότητα των αναγωγικών συνθηκών που επικρατούν σ' αυτά.

#### Νιτρώδη ιόντα στα θαλάσσια δείγματα

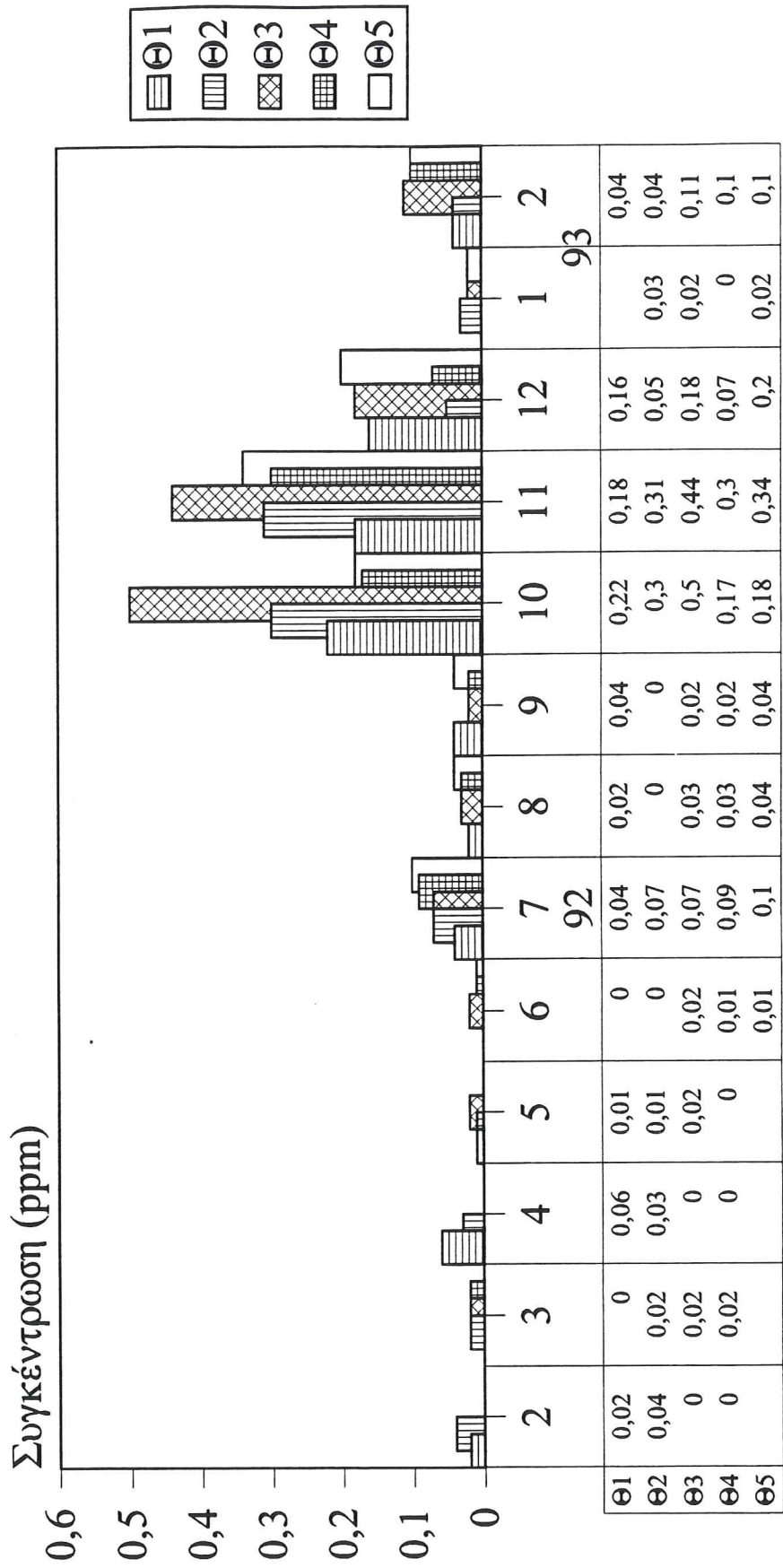
Στην παράκτια περιοχή και αναφορικά με όλες τις θέσεις δειγματοληψίας τα επίπεδα συγκεντρώσεων είναι σχετικά χαμηλά (<0,01-0,11 ppm νιτρωδών). Κατά τους μήνες Οκτώβριο Νοέμβριο και Δεκέμβριο οι συγκεντρώσεις των ιόντων αυτών ακολούθησαν το ίδιο φαινόμενο που παρατηρήθηκε και περιγράφηκε για τα νιτρικά ιόντα, δηλαδή μεγάλες τιμές τον Οκτώβριο μειούμενες προς τον Δεκέμβριο (Σχήμα 23-Θ).

Σχήμα 23-Χ. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων των νιτροδών ιόντων στους χερσαίους σταθμούς.



Μήνας / Έτος

Σχήμα 23-Θ. Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων των νιτροδών ιόντων στους θαλάσσιους σταθμούς.



Μήνας / Έτος

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΑΝΔΡΕΑΔΑΚΗΣ Α.Δ.(1990). Μαθηματική προσομοίωση ποιοτικών παραμέτρων κόλλπου Θεσ/νίκης. Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.- Διεύθυνση έργων ύδρευσης - αποχέτευσης.
- ΑΡΗΑ (1989). Standard methods for the examination of water and wastewater, ΑΡΗΑ, Washington D.C.
- BOULOUBASSI I. & SALIOT A.(1991). Composition and sources of dissolved and particulate PAH in surface waters from the Rhone delta (NW Mediterranean). Marine Pollution Bulletin, vol.22:588-594.
- ΓΚΑΝΟΥΛΗΣ Ι. και συν.(1988-91). Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την ενδιάμεση και την οριστική λειτουργία των αποχετευτικών έργων. Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. Διεύθυνση έργων ύδρευσης - αποχέτευσης.
- GUEVREMONT R. (1980). Organic matrix modifiers for direct graphite furnace atomic absorption determination of cadmium in seawater. Anal. Chem. 52, 1574-1578.
- DE HENAU H. & MATHIJS E. (1986). Linear alkylbenzene sulfonates (LAS) in sewage sludges, soils & sediments; analytical determination and environmental safety considerations. Intern.J.Environ.Anal.Chem., vol.26:279-293.
- FOSSATO V.U. & CRABOLEDDA L. (1981). Chlorinated hydrocarbons in organisms from the Italian coast of the N.Adriatic sea. Workshop on Pollution of the Mediterranean, Cagliari, 1980, pp.169.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. (1975). Manual of methods in aquatic environment research. FTP 137.
- GREIG R.A. and SENNEFELDER G. (1985). Polynuclear aromatic hydrocarbons in oyster tissue around three coastal marinas. Bull.Environ.Contam.Toxicol., 35:835-844.
- HAGENMAIER H., KAUT H. and KRAUSS P. (1986). Analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments, sewage sludges and composts from municipal refuse by HPLC. Intern.J.Environ.Anal.Chem., vol.23:331-345.
- HEDRICK C.F. and BERGER B.A. (1966). Extraction of anions using Triphenylmethane Dyes. Anal.Chem., 38:791-792.
- HUMUEL H., BOGAARDS R.H., NIEUWENHUIZE J., DE WOLF L. and VAN LIERE J.M. (1990). Spatial and seasonal differences in the PCB content of the mussel *Mytilus Edulis*. The Science of the Total Environ., 92:155-163.
- INABA K. & AMANO K. (1988). HPLC determination of Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) in aquatic environment. Seasonal changes in LAS concentration in Polluted lake water & sediment. Intern.J.Environ.Anal.Chem., 34:203-213.
- IOSIFIDOU E., KILIKIDIS S. and KAMARIANOS A. (1982). Analysis of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) from Thermaikos gulf

- Greece. Bull.Environ.Cont.Toxic., 28:538-541.
- JAN T. and YOUNG D. (1978) Chromium speciation in Municipal Wastewaters and Seawater. J.W.P.C.F. 50, 2327-2336.
- JENSEN S., REMBERG L. & WESTLAKE W.E. (1973). Problems in the quantification of PCBs in biological material. PCB conference 2. Publ.Natl.Swed.Envir.Prot.Board (4E):7.
- JOHNSON L.Y. (1965). Collaborative study of a multiple detection method for chlorinated pesticides residues in fatty foods. J.A.O.A.C., 48:668-671.
- KAGI R., ALEXANDER R. and CUMBERS M. (1985). Polycyclic aromatic hydrocarbons in rock oysters: a baseline study. Intern.J.Envir.Anal.Chem., 22:135-153.
- KAMAPIANOS A. (1981). Έρευνα που αφορά τη ρύπανση των καπνιστών τροφίμων με Πολυκυκλικούς Αρωματικούς Υδρογονάνθρακες. Διδακτορική διατριβή. Επιστημονική Επετηρ. Κτηνιατρικής Σχολής. Τόμος 20, Παράρτ.3.
- KANNAN N., TANABE S., OKAMOTO T., TATSUKAWA R. and PHILLIPS D.J.H. (1989). Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in sediments in Hong Kong: A congener - specific approach to the study of coplanar PCBs in aquatic ecosystems. Environ.Pollut., 62:223-235.
- KAYAL S.I. and CONNELL D.W. (1989). Occurrence and distribution of Polycyclic Aromatic hydrocarbons in surface sediments and water from the Brisbane river estuary, Australia. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 29:473-487.
- KILIKIDIS S.D., PSOMAS J.E., KAMARIANOS A.P. & PANETSOS A.G. (1981). Monitoring of DDT, PCBs and other organochlorine compounds in marine organisms from the N.Aegean Sea. Bull.Envir.Contam.Toxicol., 26:469-501.
- ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ Σ., ΨΩΜΑΣ Ι., ΚΑΜΑΡΙΑΝΟΣ Α. και ΠΑΝΕΤΣΟΣ Α. (1984). Ρύπανση του Θερμικού κόλπου με χλωριωμένους υδρογονάνθρακες. Γεωτεχνικά, 2:65-70.
- KNAP A.H., WILLIAMS P.J.LEB. & LYSIAK E. (1982). Petroleum hydrocarbons in sediments of Southampton water estuary. Mar.Env.Res., 7:235-249.
- MACKIE P.R., HARDY R., WHITTLE K.J., BRUCE C. and MCGILL A.S. (1980). The tissue hydrocarbon burden of mussels from various sites around the Scottish coast. In Bjorseth D. (ed.) "Polynuclear aromatic hydrocarbons: chemistry and biological effects". Battelle press, Columbus, Ohio, pp.379-393.
- MARCUS J.M. and STOKES T.P. (1985). Polynuclear aromatic hydrocarbons in oyster tissue around three coastal marinas. Bull.Envir.Contam.Toxicol., 35:835-844.
- MEDITERRANEAN ACTION PLAN. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (1986): Baseline studies and monitoring of metals particularly mercury and cadmium in marine organisms (MED POL II). TRS 2.
- MEDITERRANEAN ACTION PLAN. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (1986): Problems of coastal transport of pollutants (MED POL VI). TRS 6.

- MEDITERRANEAN ACTION PLAN. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (1986): Research on the effects of pollutants on marine organisms and their populations (MED POL IV). TRS 4.
- MEDITERRANEAN ACTION PLAN. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (1990): Transport of pollutants by sedimentation. TRS 45.
- MERTENS H. AND ALTHAUS A. (1983). Determination of mercury by means of the amalgam technique. *Fresenius Z. Anal. Chem.* 316, 696-698.
- MILLE G., DOU H., CRISTIANI G. and GUISTI G. (1981). Hydrocarbures present dans des sediments cotiers superficiels Mediterraneens. I: etude qualitative et quantitative fine. *Environ.Pollut. (ser.B)*, 2:437-450.
- PAVONI B., SFRISO A. and RACCANELLI S. (1991). Quantification of PCBs in environmental samples: Comparison of results obtained with different analytical instruments (GC-ECD, GC-MS) and standards. *Intern.J.Environ.Anal.Chem.*, 44:11-20.
- PRICE W.(1979). *Spectrochemical Analysis by Atomic Absorption*. Heyden & Son Ltd.
- RAINIO K. LINKO R.R. and RUOTSILA L. (1986). Polycyclic aromatic hydrocarbons in mussel and fish from the Finnish archipelago sea. *Bull.Envir.Contam.Toxicol.*, 33:337-343.
- RAPAPORT R.A. and ECKHOFF W.S. (1990). Monitoring Linear Alkyl benzene sulfonate in the environment: 1973-1986. *Environ.Tox.& Chem.*, 9:1245-1247.
- SERICANO J.L., ATLAS E.L., WADE T.L. and BROOKS J.M. (1990). NOAA's status and trends mussel watch program: chlorinated pesticides and PCBs in oysters (*Crassostrea virginica*) and sediments from the Gulf of Mexico, 1986-1987. *Marine Environ.Research*, 29:161-203.
- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. (1986) 16th ed. Atomic Absorption Spectrometry. Determination of Mercury by cold vapor technique. APHA, USA. pp.171-173.
- STANDARD METHODS OF EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. (1986) 16th ed. Atomic Absorption Spectrometry. Determination of microquantities of cadmium chromium cobalt copper iron lead manganese by electrothermal atomic absorption spectrometry. APHA, USA. pp.173-190.
- STANDARD METHODS OF EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. (1986) 16th ed. Determination of inorganic nonmetallic constituents. APHA, USA. pp.265-452.
- SULLIVAN J.R., DELFINO J.J., BUELOW C.R. and SHEFFY T.B. (1983). Polychlorinated biphenyls in the fish and sediment of the Lower Fox river, Wisconsin. *Bull.Evir.Contam.Toxicol.*, 30:58-64.
- TSALEV D. AND ZAPRIANOV Z. (1983). *CRC Atomic Absorption Spectrometry in*



occupational and environmental health practice. CRC Press.

US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES (1980). Action levels for poisonous or deleterious substances in human food and animal food. US Dept. of Health and Human Services, Public Health Service, Food Drug Administration.

VERBRUGGE D.A., OTHOUDT R.A., GRZYB K.R., HOKE R.A., DRAKE J.B., GIESY J.P. and ANDERSON D. (1991). Concentrations of inorganic and organic contaminants in sediments of six harbors on the N.American Great Lakes. *Chemosphere*, vol.22, N<sup>o</sup>9-10:809-820.

VIRAS L.G., SISKOS P.A., SAMARA C., KOUIMTZIS TH., ATHANASIOU K. and VAVATZANIDIS A. (1991). Polycyclic aromatic hydrocarbons & mutagens in ambient air particles sampled in Thessaloniki, Greece. *Environ.Tox. & Chem.*, 10:999-1007.

WELZ B. (1986). Atomic Absorption Spectrometry. VCH, Germany.

WINDSOR J.G. and HITES R.A. (1979). Polycyclic aromatic hydrocarbons in Gulf of Maine sediments and Nova Scotia soils. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 43:27-33.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

**ΠΙΝΑΚΑΣ Ι**  
**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΓΙΑ ΧΛΩΡΙΜΕΝΟΥΣ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ**  
 (Χ: Χερσαίοι σταθμοί δειγματοληψιών) (ng/l)

	BHC-a	HCB	LIND.	BHC-δ	HEPT	HEP. EPOX	DIELD	DDE	DDD	Tot. χλωρ. Παράσιτ.	Tot. PCBs μg/l
2/92 X <sub>1</sub>	30	84	72	82	44	9	17	29	18	385	-
X <sub>2</sub>	Δεν έγινε δειγματοληψία (εκτός προγραμματισμού)										
X <sub>3</sub>	5	4	4	3	*	-	-	-	-	16	***
X <sub>4</sub>	25	125	40	15	60	14	55	80	45	459	84
X <sub>5</sub>	31	114	28	10	-	18	32	47	20	300	34
3/92 X <sub>1</sub>	29	83	7	32	34	5	30	50	15	285	-
X <sub>2</sub>	17	117	24	12	9	-	32	39	18	268	30
X <sub>3</sub>	-	12	6	3	-	-	-	-	-	21	-
X <sub>4</sub>	20	104	48	15	22	10	47	64	20	350	48
X <sub>5</sub>	22	98	32	14	8	8	25	25	14	246	45
4/92 X <sub>1</sub>	Δεν έγινε δειγματοληψία (ανατολικό αντίστοιχο εκτός λειτουργίας)										
X <sub>2</sub>	21	52	32	13	10	9	10	20	-	167	102
X <sub>3</sub>	22	30	35	10	10	-	-	-	-	107	-
X <sub>4</sub>	35	184	42	50	54	32	12	48	17	474	97
X <sub>5</sub>	15	132	60	75	38	22	14	37	-	393	185
5/92 X <sub>1</sub>	31	95	62	68	30	4	8	22	12	332	-
X <sub>2</sub>	19	194	75	52	63	7	20	18	10	458	15
X <sub>3</sub>	-	3	8	9	-	-	-	-	-	20	-
X <sub>4</sub>	38	178	65	84	37	14	52	32	19	519	62
X <sub>5</sub>	20	130	114	19	-	5	38	14	-	340	75
6/92 X <sub>1</sub>	20	54	44	8	54	7	30	7	-	224	32
X <sub>2</sub>	18	32	85	10	-	5	32	-	-	182	74
X <sub>3</sub>	-	8	10	-	-	-	-	-	-	18	-
X <sub>4</sub>	35	27	27	13	13	10	18	20	15	178	88
X <sub>5</sub>	4	-	103	17	-	-	40	-	-	164	40

Πίνακας Ι (συνέχεια)

7/92	X <sub>1</sub>	19	83	65	25	34	7	20	-	7	260	23
	X <sub>2</sub>	12	47	114	28	22	12	19	18	15	287	37
	X <sub>3</sub>	-	5	8	-	-	-	3	-	-	16	-
	X <sub>4</sub>	32	54	107	31	19	18	35	13	10	319	-
	X <sub>5</sub>	-	61	32	20	-	-	25	-	5	143	24
8/92	X <sub>1</sub>	19	84	122	20	31	8	22	7	3	316	15
	X <sub>2</sub>	10	30	25	32	-	12	19	5	-	133	20
	X <sub>3</sub>	-	3	10	-	-	-	5	-	-	18	-
	X <sub>4</sub>	10	62	32	40	15	18	35	8	10	230	48
	X <sub>5</sub>	5	45	88	75	-	12	40	30	-	295	35
9/92	X <sub>1</sub>	28	70	38	10	10	-	42	-	10	188	22
	X <sub>2</sub>	20	85	51	-	10	-	19	18	-	203	40
	X <sub>3</sub>	-	5	12	-	-	-	10	-	-	27	-
	X <sub>4</sub>	22	107	60	12	22	18	75	31	15	322	40
	X <sub>5</sub>	7	74	42	14	41	14	32	24	-	248	75
10/92	X <sub>1</sub>	35	132	124	68	20	4	30	15	14	442	-
	X <sub>2</sub>	20	70	85	80	18	7	19	22	10	331	155
	X <sub>3</sub>	5	5	7	8	-	-	-	-	-	25	-
	X <sub>4</sub>	28	78	85	56	10	15	37	30	21	360	-
	X <sub>5</sub>	31	45	27	42	-	5	15	12	-	177	175
11/92	X <sub>1</sub>	42	138	182	18	14	17	37	18	15	481	84
	X <sub>2</sub>	10	150	107	30	12	5	30	22	20	386	45
	X <sub>3</sub>	-	7	10	8	-	-	3	-	-	28	57
	X <sub>4</sub>	10	164	95	47	17	10	35	32	18	428	22
	X <sub>5</sub>	15	30	20	18	-	10	20	30	-	143	48

**Πίνακας Ι (συνέχεια)**

Δεν έγινε δειγματοληψία (ανατολικό ανατλοστάσιο εκτός λειτουργίας)														
12/92	X <sub>1</sub>	20	160	118	40	18	20	30	40	19	465	95		
	X <sub>2</sub>	3	10	12	7	-	-	-	-	-	32	-		
	X <sub>3</sub>	23	157	160	45	32	35	46	67	46	611	37		
	X <sub>4</sub>	22	35	47	31	22	18	22	32	-	229	142		
	X <sub>5</sub>													
1/93	X <sub>1</sub>	49	105	84	70	-	22	28	35	32	425	-		
	X <sub>2</sub>													
Δεν έγινε δειγματοληψία (δυοβότσης περιοχής)														
	X <sub>3</sub>	5	12	5	3	-	-	5	-	-	30	-		
	X <sub>4</sub>	35	90	82	72	15	7	12	44	20	377	-		
	X <sub>5</sub>	18	28	35	18	12	10	7	21	-	149	88		
2/93	X <sub>1</sub>	41	137	142	22	-	-	61	27	-	430	-		
	X <sub>2</sub>	30	92	107	15	-	15	55	40	25	379	25		
	X <sub>3</sub>	7	10	5	3	-	-	-	-	-	25	-		
	X <sub>4</sub>	32	114	125	20	10	18	80	47	25	471	-		
	X <sub>5</sub>	28	75	25	18	-	10	32	30	10	228	55		

\* όπου - : κάτω του ορίου ανιχνεύσεως (<1 ng/l), (για τα χλωριομένα παρασιτοκτόνα) \*\* όπου - : κάτω του ορίου ανιχνεύσεως (<0,01 µg/l), (για τα PCBS)

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ  
 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΓΙΑ ΧΛΩΡΙΩΜΕΝΟΥΣ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ  
 (Θ: Θαλασσινό νερό) (ng/l)

	BHC-a	HCB	LIND	BHC-δ	HEPT	HEP. EPOX	DIELD	DDE	DDD	Τot. Χλωρ. παρασπ.	PCBs
2/92 Θ <sub>1</sub>	8	9	-*	-	5	3	-	4	-	29	**
Θ <sub>2</sub>	5	-	3	2	10	-	3	3	-	26	-
Θ <sub>3</sub>	9	5	-	-	-	5	-	-	-	19	-
Θ <sub>4</sub>	5	4	-	2	8	-	10	3	2	34	12
3/92 Θ <sub>1</sub>	-	4	8	-	-	-	-	4	-	16	-
Θ <sub>2</sub>	4	10	7	-	-	-	-	-	-	21	-
Θ <sub>3</sub>	-	7	8	2	-	2	7	3	-	29	-
Θ <sub>4</sub>	7	9	10	-	8	3	5	2	-	44	15
4/92 Θ <sub>1</sub>	7	2	5	-	-	-	3	2	-	19	-
Θ <sub>2</sub>	8	9	5	4	-	-	10	-	-	36	14
Θ <sub>3</sub>	8	7	8	3	-	-	9	4	-	39	-
Θ <sub>4</sub>	11	12	14	-	-	5	8	6	-	56	28
5/92 Θ <sub>1</sub>	2	-	-	-	-	-	8	-	-	10	-
Θ <sub>2</sub>	-	5	5	4	-	-	5	2	-	21	-
Θ <sub>3</sub>	5	7	7	6	5	3	7	3	-	43	-
Θ <sub>4</sub>	7	8	10	3	-	2	10	-	-	40	-
6/92 Θ <sub>1</sub>	10	5	-	5	-	-	2	2	-	24	37
Θ <sub>2</sub>	7	8	8	7	3	7	6	3	-	49	28
Θ <sub>3</sub>	4	8	12	6	2	-	3	-	-	35	-
Θ <sub>4</sub>	13	10	5	2	-	5	12	5	-	52	44
7/92 Θ <sub>1</sub>	-	-	10	3	-	-	4	6	-	23	-
Θ <sub>2</sub>	8	7	9	-	6	-	10	4	-	44	12
Θ <sub>3</sub>	2	5	9	6	-	-	5	4	-	31	35
Θ <sub>4</sub>	10	12	15	8	3	7	4	-	4	63	22

Πίνακας ΙΙ (συνέχεια)

	BHC	HCB	LIND	BHC-δ	HEPT	HEP.EPOX	DIELD	DDE	DDD	Tot.χ/ωορ. Παράσιτ.	Tot. PCBs
8/92 Θ1	5	5	4	-	-	2	3	5	-	24	-
Θ2	5	-	7	2	-	5	4	3	-	26	-
Θ3	2	-	8	-	-	-	-	2	-	12	-
Θ4	6	7	10	4	3	-	-	6	-	36	18
9/92 Θ1	-	-	5	-	-	7	4	-	-	16	15
Θ2	4	7	8	5	5	3	-	-	-	32	-
Θ3	8	8	10	4	-	-	4	5	-	39	-
Θ4	10	12	8	6	2	8	5	3	3	57	-
10/92 Θ1	-	5	4	3	-	2	7	2	-	25	-
Θ2	4	7	7	2	-	-	-	-	-	20	-
Θ3	8	8	8	-	2	3	4	4	-	37	-
Θ4	12	10	9	-	-	5	8	3	-	47	28
11/92 Θ1	-	-	10	8	-	-	5	4	-	27	-
Θ2	7	8	8	7	-	7	4	-	2	43	-
Θ3	7	9	7	7	-	4	9	5	4	52	-
Θ4	8	10	11	9	-	4	10	6	-	58	30

Πίνακας II (συνέχεια)

	BHC-a	HCB	LIND	BHC-δ	HEPT	HEP. EPOX	DIELD	DDE	DDD	Τοι. χλωρ. παρασιτ.	Τοι. PCBs ng/l
12/92 Θ <sub>1</sub>	2	5	7	8	-	-	5	5	-	32	35
Θ <sub>2</sub>	5	9	10	6	2	3	8	4	-	47	24
Θ <sub>3</sub>	8	8	12	8	-	4	7	5	2	54	22
Θ <sub>4</sub>	8	13	14	10	-	4	10	3	2	64	42
Δεν έγινε δειγματοληψία (Θαλασσοπαρασιτ)											
1/93 Θ <sub>1</sub>	6	-	9	8	-	-	4	3	-	30	-
Θ <sub>2</sub>	12	10	7	7	-	-	6	-	-	42	20
Θ <sub>4</sub>	14	12	10	9	-	3	8	4	3	63	12
2/93 Θ <sub>1</sub>											
Θ <sub>2</sub>	5	6	5	-	-	3	3	-	-	22	25
Θ <sub>3</sub>	8	5	5	6	2	2	6	3	-	37	-
Θ <sub>4</sub>	8	9	4	3	-	4	8	2	-	38	44
	11	10	6	8	5	5	8	-	-	53	40

\* όπου -: Κάτω του ορίου ανιχνεύσεως (<1ng/l), (για τα χλωριωμένα παρασιτοκτόνα)

\*\* όπου -: Κάτω του ορίου ανιχνεύσεως (<10 ng/l), (για τα PCBs)



ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙΙ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΓΙΑ ΧΛΩΡΙΩΜΕΝΟΥΣ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ  
ΙΖΗΜΑΤΑ (μg/kg w.w.)

	BHC-a	HCB	LIND	BHC-δ	HEPT	HEP. EPOX	DIELD	DDE	DDD	Tot. χλωρ. παρασπ.	Tot. PCBs μg/kg
3/92 Θ <sub>1</sub>	1,3	2,1	1,6	0,8	0,3	0,2	0,9	0,7	0,4	8,3	10,7
5/94 Θ <sub>4</sub>	0,7	4,5	0,9	1,1	0,1	-	1,3	1,7	-	10,3	22,3
9/92 Θ <sub>4</sub>	1,8	2,2	4,1	0,7	0,1	0,4	2,8	1,7	2,2	16,0	20,0
10/92 Θ <sub>1</sub>	0,7	1,6	1,3	-	0,1	0,2	3,6	3,2	1,4	12,1	18,7
12/92 Θ <sub>2</sub>	0,4	1,6	1,3	0,2	-	0,3	2,8	3,1	1,1	10,8	41,0
Θ <sub>3</sub>	1,9	4,7	3,2	0,8	0,2	0,3	3,1	5,6	3,1	22,9	36,0
Θ <sub>4</sub>	0,8	2,1	1,6	1,1	-	0,8	2,2	1,1	-	9,7	48,7

όπου -: κάτω του ορίου ανιχνεύσεως (<0,01 μg/kg w.w.)

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙV

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΓΙΑ ΧΑΘΡΙΣΜΕΝΟΥΣ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ  
ΜΥΔΙΑ (μg/kg w.w.)

	BHC-a	HCB	LIND	BHC-δ	HEPT	HEP-EPOX	DIELD	DDE	DDD	Tot. χλωφ. πεφραστ.	Tot. PCBs μg/kg
2/92	0,5	1,0	2,0	0,3	0,2	0,05	0,7	3,0	2,1	9,85	124,0
3/92	0,4	2,4	3,2	0,7	0,07	-	1,1	8,2	-	16,07	65,0
4/92	0,2	4,1	1,8	0,5	-	-	0,5	4,7	1,1	12,90	72,0
5/92	0,7	4,2	3,1	0,5	0,08	-	0,4	7,0	2,1	18,08	88,0
6/92	0,4	3,8	2,7	0,7	0,10	0,05	0,2	5,3	0,4	13,65	103,0
7/92	0,8	7,0	3,8	0,1	0,03	0,08	0,8	5,7	0,5	18,81	89,0
8/92	Δεν έγινε δειγματοληψία (μόδια νεφρά)										
9/92	Δεν έγινε δειγματοληψία (μόδια νεφρά)										
10/92	0,2	3,0	0,8	0,2	-	-	0,7	3,7	1,8	10,40	45,0
11/92	0,7	2,2	1,5	0,4	-	0,05	0,5	5,1	2,2	12,65	62,0
12/92	0,5	4,7	3,6	2,4	0,08	0,05	0,8	5,0	1,4	18,53	55,0
1/93	0,8	8,1	4,2	1,7	0,05	-	1,1	6,7	1,8	24,45	187,0
2/93	1,4	7,8	5,4	1,2	0,09	0,10	1,6	8,2	2,7	28,49	208,0

όπου -: κάτω του ορίου ανιχνεύσεως (<0,01 μg/kg w.w.)

ΠΙΝΑΚΑΣ V

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΓΙΑ ΠΟΛΥΚΥΚΛΙΚΟΥΣ ΑΡΩΜΑΤΙΚΟΥΣ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΤΡΑΚΕΣ  
(X: Χερσαίοι σταθμοί δεγματοληψιών)(µg/l)

	ACENAP.	FLUOR	PHENAN.	ANTHR.	FLUORANT	PYRENE	B(a)A	CHRYS.	B(k)F	B(a)P	DB(ac)A	DB(al)PR	DB(ghi)PR	DB(a,e)P	DB(a,i)P	Tot. PAH
2/92 X <sub>1</sub>	0,045	0,070	0,140	0,220	-	0,200	0,166	0,130	-	0,065	-	-	0,25	-	-	1,061
X <sub>2</sub>	Δεν έγινε δεγματοληψία (το σημείο ήταν εκτός προγραμματισμού)															
X <sub>3</sub>	0,010	0,012	0,020	0,015	*	0,010	0,015	0,018	-	0,014	-	-	0,012	-	-	0,126
X <sub>4</sub>	0,030	0,085	0,150	0,200	-	0,245	0,180	0,147	-	0,190	-	-	-	-	-	1,227
X <sub>5</sub>	0,367	0,250	0,335	0,482	0,302	0,464	0,385	0,300	0,204	0,277	0,365	-	0,360	-	0,184	4,275
3/92 X <sub>1</sub>	0,220	0,250	0,247	0,434	-	0,355	0,340	0,300	0,215	0,140	0,260	0,145	0,150	-	-	3,056
X <sub>2</sub>	0,348	1,800	1,555	1,980	1,430	1,337	1,505	1,204	1,107	0,750	0,340	-	0,085	-	0,050	13,491
X <sub>3</sub>	0,067	0,150	0,335	0,230	0,184	0,432	0,404	0,310	0,164	0,224	-	-	0,104	0,110	-	2,711
X <sub>4</sub>	0,300	1,055	1,204	2,005	1,360	1,550	0,870	0,750	0,204	0,060	-	-	0,105	0,030	-	9,493
X <sub>5</sub>	0,280	1,465	1,450	1,600	2,035	2,704	1,660	1,302	1,400	0,907	1,050	0,400	1,030	-	-	17,283
4/92 X <sub>1</sub>	Δεν έγινε δεγματοληψία (το ανατολικό αναλυοστάσιο ήταν εκτός λειτουργίας)															
X <sub>2</sub>	0,850	2,685	3,020	3,110	2,755	2,106	2,400	2,080	1,050	1,040	-	-	0,100	-	-	21,196
X <sub>3</sub>	-	0,225	0,200	0,180	0,110	0,303	0,284	0,325	0,110	0,220	-	0,115	0,094	-	-	2,116
X <sub>4</sub>	0,405	2,145	2,410	2,055	1,260	1,847	1,755	1,670	1,204	0,340	0,145	-	0,070	-	-	15,306
X <sub>5</sub>	0,607	2,030	2,140	3,020	1,645	2,220	1,650	2,603	1,785	0,908	-	-	-	-	-	18,608
5/92 X <sub>1</sub>	0,423	0,180	0,350	0,500	0,201	0,390	0,375	0,402	0,255	0,370	0,120	0,215	0,174	0,100	-	4,064
X <sub>2</sub>	-	0,040	0,124	0,105	-	0,025	0,234	0,110	0,040	0,100	-	-	0,030	-	-	0,808
X <sub>3</sub>	0,115	0,105	0,178	0,095	0,124	0,314	0,175	0,207	-	0,103	0,073	-	0,082	-	-	1,571
X <sub>4</sub>	0,170	0,800	0,505	0,535	1,110	1,000	0,370	0,514	0,340	0,210	0,130	-	0,055	-	0,075	5,814
X <sub>5</sub>	0,332	1,104	1,307	2,040	1,705	1,125	0,862	0,850	0,850	0,304	-	-	0,150	0,100	-	10,729
6/92 X <sub>1</sub>	0,122	0,402	0,540	0,624	0,202	0,427	0,210	0,245	-	0,107	-	-	0,115	0,030	-	3,024
X <sub>2</sub>	0,240	0,665	0,870	0,703	0,327	1,810	0,755	0,830	0,210	0,262	0,250	-	0,130	-	-	7,052
X <sub>3</sub>	0,205	0,114	0,345	0,245	0,407	0,221	0,376	0,345	0,170	0,203	0,108	-	0,164	-	0,084	2,987
X <sub>4</sub>	0,147	0,504	0,644	0,732	0,210	0,725	0,500	0,802	-	0,310	0,230	-	0,155	0,160	-	5,119
X <sub>5</sub>	0,250	1,050	1,255	1,204	-	0,820	0,830	1,855	-	0,505	0,245	-	0,180	0,170	-	8,119

Πίνακας V (συνέχεια)

	ACENAP.	FLUOR	PHENAN	ANTHR.	FLUORANT	PYRENE	B(a)A	CHRY.	B(k)F	B(a)P	DB(ac)A	DB(al)P	DB(ghi)PR	DB(a,e)P	DB(i)P	Tot. PAH
7/92 X <sub>1</sub>	0,120	0,505	0,422	0,555	0,260	0,350	0,285	0,132	-	0,100	0,085	-	0,110	0,092	-	3,016
X <sub>2</sub>	0,257	1,210	0,900	2,210	0,815	1,400	0,350	0,220	0,110	0,230	-	-	0,187	0,105	0,050	8,044
X <sub>3</sub>	0,122	0,150	0,235	0,230	-	0,313	0,204	0,102	-	0,215	0,155	-	0,103	-	-	1,829
X <sub>4</sub>	0,210	1,112	1,670	2,100	1,750	1,843	0,715	0,106	0,040	0,135	-	-	0,045	-	-	9,726
X <sub>5</sub>	0,280	1,070	2,100	2,204	1,830	1,765	0,850	0,405	0,211	0,200	-	0,105	0,220	0,130	-	11,370
8/92 X <sub>1</sub>	0,150	0,510	0,445	0,020	-	0,304	0,283	0,108	-	0,100	-	-	-	-	-	1,920
X <sub>2</sub>	0,222	1,502	0,632	1,815	0,202	0,905	0,400	0,362	0,202	0,100	0,230	0,185	0,232	-	0,062	7,051
X <sub>3</sub>	0,110	0,245	0,162	0,230	-	0,220	-	-	-	0,030	-	-	-	-	-	0,997
X <sub>4</sub>	0,310	2,030	2,010	1,030	1,305	0,800	0,851	0,502	0,300	0,155	0,148	0,110	0,177	0,105	-	9,833
X <sub>5</sub>	0,350	1,350	2,080	0,155	1,811	1,070	0,740	0,335	0,114	0,220	0,025	0,102	0,105	0,130	-	8,587
9/92 X <sub>1</sub>	0,300	1,030	1,100	0,705	0,887	0,800	0,503	0,337	0,201	-	-	-	0,020	-	-	5,883
X <sub>2</sub>	0,552	1,945	2,110	1,402	1,535	1,652	0,997	0,544	0,402	0,345	-	-	0,104	0,050	-	11,638
X <sub>3</sub>	0,224	0,350	0,202	0,305	-	0,113	-	0,211	-	0,068	-	-	0,030	-	-	1,503
X <sub>4</sub>	0,509	2,450	2,010	1,335	1,700	0,983	1,606	0,700	0,402	0,408	0,225	0,100	0,220	0,085	-	12,733
X <sub>5</sub>	0,450	1,880	2,110	0,860	1,900	1,270	0,803	0,665	0,332	0,506	0,101	0,200	0,131	0,130	-	11,330
10/92 X <sub>1</sub>	0,182	0,950	0,650	0,410	0,652	0,950	0,200	0,822	0,111	0,080	-	-	0,050	0,110	-	5,167
X <sub>2</sub>	0,313	2,600	1,880	2,600	2,770	1,890	0,214	0,903	0,080	0,108	-	-	0,090	0,100	-	13,548
X <sub>3</sub>	0,131	0,098	0,154	0,352	-	0,484	0,246	0,177	0,062	0,054	-	-	0,107	-	-	1,865
X <sub>4</sub>	0,405	1,760	2,810	3,520	3,211	1,702	0,450	1,204	0,170	0,202	0,080	-	0,120	0,030	-	15,664
X <sub>5</sub>	0,310	2,840	2,525	2,525	1,062	1,230	0,720	0,820	0,188	0,150	0,101	-	0,152	0,060	-	12,683
11/92 X <sub>1</sub>	0,060	0,560	0,485	0,338	0,100	0,700	0,180	0,705	0,107	0,102	-	0,020	0,090	-	-	3,447
X <sub>2</sub>	0,202	1,250	1,700	0,655	0,850	1,100	0,233	1,810	0,515	0,704	0,065	-	0,507	0,080	-	9,671
X <sub>3</sub>	0,180	0,120	0,350	0,240	0,180	0,300	0,115	0,050	-	0,030	-	-	0,132	-	-	1,697
X <sub>4</sub>	0,640	1,140	2,400	1,110	1,080	1,100	0,300	1,855	0,470	0,860	0,060	0,020	0,405	-	0,030	11,500
X <sub>5</sub>	0,450	2,201	3,070	2,050	1,704	1,070	0,445	0,940	0,190	0,270	0,080	-	0,284	0,050	-	12,804

Πίνακας V (συνέχεια)

	ACENAP.	FLUOR	PHENAN.	ANTHR.	FLUORANT	PYRENE	B(a)A	CHRY.S.	B(k)F	B(a)P	DB(ac)A	DB(al)P	DB(ghi)PR	DB(ae)P	DB(a.i)P	Tot. PAH	
1292 X <sub>1</sub>	Δεν έγινε δειγματοληψία (ανατολικό αντιποστάσιο εκτός λειτουργίας)																
X <sub>2</sub>	0,606	2,400	1,800	3,750	-	0,905	1,500	1,070	1,000	0,207	-	0,080	0,300	0,070	0,010	13,698	
X <sub>3</sub>	0,205	0,322	0,466	0,377	-	0,175	0,080	0,117	-	0,117	-	-	0,035	-	-	1,894	
X <sub>4</sub>	0,755	3,770	2,477	3,602	0,840	1,800	0,975	1,800	1,050	0,314	0,037	0,030	0,308	-	-	17,758	
X <sub>5</sub>	0,840	3,065	2,840	2,450	1,778	1,632	1,300	0,802	1,211	0,220	0,110	0,070	0,247	0,110	0,080	16,755	
1/93 X <sub>1</sub>	0,402	1,050	0,818	1,322	0,860	0,602	0,203	0,035	-	0,142	0,060	-	0,705	-	-	6,199	
X <sub>2</sub>	Δεν έγινε δειγματοληψία (δυναβωτότης)																
X <sub>3</sub>	0,130	0,205	0,130	0,462	-	0,220	0,107	0,090	-	0,035	-	-	0,108	-	-	1,487	
X <sub>4</sub>	1,702	3,340	3,060	2,655	1,475	2,080	0,672	1,803	0,350	0,080	0,218	0,207	1,020	-	0,010	18,672	
X <sub>5</sub>	0,656	4,112	3,555	2,700	1,650	1,755	0,830	2,750	0,844	0,402	0,202	0,113	1,800	-	-	21,369	
2/93 X <sub>1</sub>	0,185	0,225	0,130	0,302	-	0,220	0,100	0,080	-	0,065	-	-	0,112	-	-	1,419	
X <sub>2</sub>	0,380	0,802	0,687	1,060	0,810	0,805	0,500	0,302	0,107	0,100	-	-	0,413	-	-	5,966	
X <sub>3</sub>	-	0,080	0,122	0,247	-	0,304	0,106	0,095	-	-	-	-	-	-	-	0,954	
X <sub>4</sub>	0,475	1,130	0,768	1,500	0,670	0,300	0,577	0,540	0,030	0,134	-	0,020	0,407	-	-	6,551	
X <sub>5</sub>	0,344	0,982	1,070	0,850	0,455	0,697	0,330	0,190	0,402	0,075	0,030	-	0,302	0,030	-	5,757	

\* όπου -: κάτω του ορίου ανιχνεύσεως (<0,010 µg/l)

ΠΙΝΑΚΑΣ VI

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΓΙΑ ΠΟΛΥΚΥΚΛΙΚΟΥΣ ΑΡΩΜΑΤΙΚΟΥΣ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ  
(Θ:Θαλασσινό νερό) (ng/l)

	ACENAP.	FLUOR	PHENAN.	ANTHR.	FLUORANT	PYRENE	B(a)A	CHRY.S.	B(k)F	B(a)P	DB(ac)A	DB(al)P	DB(ghi)PR	DB(ae)P	DB(a.i)P	Tot. PAH
2/92 Θ <sub>1</sub>	25	-*	30	44	-	32	25	25	-	10	18	14	-	10	-	233
Θ <sub>2</sub>	37	15	47	35	19	-	30	24	27	-	15	-	-	18	36	303
Θ <sub>3</sub>	44	12	30	35	10	-	-	18	-	27	-	32	24	-	10	242
Θ <sub>4</sub>	10	12	35	42	-	35	20	25	24	19	19	-	10	-	-	251
3/92 Θ <sub>1</sub>	40	28	-	35	15	-	41	27	-	-	-	15	-	-	-	201
Θ <sub>2</sub>	38	103	85	80	32	40	28	39	-	20	-	-	18	-	-	453
Θ <sub>3</sub>	40	40	45	24	-	30	-	20	-	-	-	-	20	15	-	234
Θ <sub>4</sub>	45	32	50	20	24	28	30	25	-	44	-	18	-	-	10	326
4/92 Θ <sub>1</sub>	22	35	30	55	-	18	32	31	-	20	-	-	-	-	-	243
Θ <sub>2</sub>	10	51	60	40	15	42	25	25	25	15	15	-	-	-	-	323
Θ <sub>3</sub>	13	40	52	34	30	30	45	25	-	40	-	-	20	-	10	339
Θ <sub>4</sub>	24	52	48	22	25	34	20	27	-	-	-	17	25	-	-	294
5/92 Θ <sub>1</sub>	-	30	62	18	-	24	20	25	-	18	-	27	-	-	-	224
Θ <sub>2</sub>	40	45	75	75	44	48	30	18	22	24	15	-	15	24	-	475
Θ <sub>3</sub>	-	45	30	20	64	25	38	30	20	27	-	-	15	-	10	324
Θ <sub>4</sub>	55	50	44	20	32	-	20	31	-	35	-	-	-	-	-	287
6/92 Θ <sub>1</sub>	18	15	40	52	18	22	30	24	-	17	-	-	25	-	-	261
Θ <sub>2</sub>	32	55	65	98	45	40	32	34	32	20	14	-	20	15	-	502
Θ <sub>3</sub>	34	30	54	35	43	-	40	45	-	-	15	-	22	-	-	318
Θ <sub>4</sub>	64	34	132	87	40	35	22	18	15	35	-	-	-	17	-	499
7/92 Θ <sub>1</sub>	30	-	40	45	22	20	15	20	-	15	-	-	10	-	-	217
Θ <sub>2</sub>	38	27	32	62	38	35	18	25	-	-	-	-	-	-	-	275
Θ <sub>3</sub>	40	32	64	108	54	44	45	42	18	24	-	-	20	10	10	511
Θ <sub>4</sub>	57	40	50	134	60	30	18	34	-	35	10	-	24	-	-	492

Συνέχεια πίνακα VI

	ACENAP.	FLUOR	PHENAN.	ANTHR.	FLUORANT	PYRENE	B(a)A	CHRY.S.	B(k)F	B(a)P	DB(ac)A	DB(al)P	DB(ghi)PR	DB(ace)P	DB(ai)P	Tot. PAH
8/92 Θ <sub>1</sub>	20	-	35	20	-	20	20	22	20	15	10	-	18	-	-	200
Θ <sub>2</sub>	22	25	30	15	-	28	18	-	28	10	18	-	25	10	-	229
Θ <sub>3</sub>	25	10	37	20	32	-	10	-	-	-	10	-	10	-	28	182
Θ <sub>4</sub>	31	12	35	25	30	20	-	25	22	10	-	-	24	-	-	212
9/92 Θ <sub>1</sub>	15	15	-	20	23	25	-	10	-	17	-	-	22	-	10	157
Θ <sub>2</sub>	10	-	42	35	-	32	15	22	-	10	-	-	10	-	-	176
Θ <sub>3</sub>	-	10	38	40	28	30	20	-	-	-	12	10	15	-	-	203
Θ <sub>4</sub>	18	15	38	35	25	30	22	10	-	10	-	15	25	-	-	243
10/92 Θ <sub>1</sub>	24	22	45	10	30	32	38	32	-	18	-	-	-	-	-	251
Θ <sub>2</sub>	28	35	50	42	42	30	25	20	-	14	-	-	-	-	-	286
Θ <sub>3</sub>	32	20	52	37	38	35	20	22	18	15	-	-	10	-	-	299
Θ <sub>4</sub>	50	45	45	51	28	44	30	31	15	22	-	-	22	-	10	393
11/92 Θ <sub>1</sub>	45	30	50	48	22	28	25	18	15	-	-	-	20	-	-	301
Θ <sub>2</sub>	28	28	32	48	45	30	28	25	10	17	-	12	15	-	-	318
Θ <sub>3</sub>	37	48	33	55	30	32	20	20	-	10	10	15	18	-	10	338
Θ <sub>4</sub>	56	50	35	122	38	30	34	20	-	27	-	10	20	-	-	442
12/92 Θ <sub>1</sub>	32	22	85	50	40	45	32	38	20	15	-	18	22	12	-	431
Θ <sub>2</sub>	19	35	125	75	40	140	27	30	-	15	-	12	25	10	10	563
Θ <sub>3</sub>	45	58	110	75	48	55	41	42	18	28	10	15	30	15	24	614
Θ <sub>4</sub>	62	52	80	122	65	45	40	45	18	35	15	25	20	-	10	634
1/93 Θ <sub>1</sub>	Δεν έγινε δειγματοληψία λόγω διαμενών κλειστών συνθηκών															
Θ <sub>2</sub>	50	146	76	95	52	104	35	27	22	20	10	-	15	-	-	652
Θ <sub>3</sub>	38	150	70	170	48	50	40	25	20	22	-	-	-	-	-	633
Θ <sub>4</sub>	45	136	85	122	55	42	42	45	18	30	15	-	-	15	-	650

Συνέχεια πίνακα VI

	ACENAP.	FLUOR	PHENAN.	ANTHR.	FLUORANT	PYRENE	B(a)A	CHRY.	B(k)F	B(a)P	DB(ac)A	DB(al)P	DB(ghi)PR	DB(a,e)P	DB(a,i)P	Tot. PAH
203 Θ <sub>1</sub>	44	32	48	30	-	-	27	20	18	-	15	-	15	-	-	249
Θ <sub>2</sub>	35	37	40	48	25	35	20	30	-	15	-	-	22	-	-	307
Θ <sub>3</sub>	48	37	37	-	20	28	25	15	22	10	10	-	25	10	-	287
Θ <sub>4</sub>	62	45	35	45	25	35	20	25	28	-	12	-	10	-	15	366

\* όπου -: κάτω του ορίου ανιχνεύσεως (<10 ng/l)



ΠΙΝΑΚΑΣ VII

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΓΙΑ ΠΟΛΥΚΥΚΛΙΚΟΥΣ ΑΡΩΜΑΤΙΚΟΥΣ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ  
ΙΖΗΜΑΤΑ (μg/kg d.w.)

	ACENAP.	FLUOR	PHENAN.	ANTHR.	FLUORANT	PYRENE	B(a)A	CHRYΣ	B(k)F	B(a)P	DB(ac)A	DB(al)P	DB(ghi)PR	DB(a,e)p	DB(a,i)P	Tot. PAH
3/92 Θ <sub>1</sub>	90	110	85	48	22	55	37	18	15	19	-	14	27	50	37	627
5/92 Θ <sub>4</sub>	75	90	95	50	38	25	40	27	44	35	-	42	45	48	35	689
9/92 Θ <sub>4</sub>	86	55	77	79	32	84	32	18	20	30	20	-	45	-	-	578
10/92 Θ <sub>1</sub>	70	88	120	54	50	91	40	42	33	28	25	15	73	27	-	756
12/92 Θ <sub>2</sub>	105	114	92	77	40	85	53	52	55	30	25	-	74	32	-	834
Θ <sub>3</sub>	95	90	87	87	62	144	45	52	57	38	30	-	85	35	-	907
Θ <sub>4</sub>	108	123	80	115	53	135	32	40	45	40	27	-	65	45	18	926

όπου: κάτω του ορίου ανιχνεύσεως (<0,1 μg/kg d.w.)

ΠΙΝΑΚΑΣ VIII

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΠΟΛΥΚΥΚΛΙΚΟΥΣ ΑΡΩΜΑΤΙΚΟΥΣ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ  
ΜΥΔΙΑ (μg/kg w.w.)

	ACENAP.	FLUOR	PHENAN.	ANTHR.	FLUORANT	PYRENE	B(a)A	CHRYS.	B(k)F	B(a)P	DB(ac)A	DB(al)P	DB(ghi)PR	DB(ac)P	DB(a)P	Tot. PAH
2/92	8,1	17,4	10,2	22,0	13,2	6,7	10,0	12,4	6,4	4,1	4,1	4,5	17,1	8,3	5,0	149,5
3/92	2,0	13,3	9,0	12,5	10,1	5,0	8,7	11,3	7,2	2,4	-	5,7	14,3	-	-	101,5
4/92	-	10,4	7,0	10,5	8,2	3,1	7,2	8,8	7,4	3,0	-	3,0	10,5	4,7	-	83,8
5/92	2,0	8,1	5,4	7,7	4,8	12,3	5,7	8,2	3,1	3,0	-	-	2,5	2,0	-	64,8
6/92	7,1	11,7	7,8	10,1	11,4	10,0	6,7	10,4	8,0	-	-	5,2	-	-	-	88,4
7/92	9,7	19,3	12,3	14,0	12,1	5,5	12,0	11,2	8,4	4,2	-	6,0	12,4	7,8	-	134,9
8/92	Δεν έγινε δειγματοληψία (Μύδια νεκρά)															
9/92	Δεν έγινε δειγματοληψία (Μύδια νεκρά)															
10/92	1,8	3,0	5,2	3,1	0,5	6,2	4,0	4,4	1,5	1,6	-	-	2,1	-	-	33,4
11/92	2,0	5,1	6,3	4,7	3,0	8,1	3,6	3,0	2,5	1,5	-	-	2,5	-	-	42,3
12/92	4,1	7,9	10,0	12,2	12,0	4,8	2,3	1,7	-	3,4	-	2,6	7,8	4,3	-	73,1
1/93	8,2	18,0	12,6	22,0	12,0	10,2	5,8	9,4	-	5,7	3,1	-	14,7	5,2	1,7	128,6
2/93	7,7	10,4	14,7	13,3	8,8	11,1	7,3	11,0	5,2	1,8	2,1	-	13,6	3,0	-	110,0

όπου -: κάτω του ορίου ανιχνεύσεως (< 0,1 μg/kg w.w.)

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΧ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΓΙΑ ΑΠΟΡΡΥΠΑΝΤΙΚΑ  
(X:Χερσαίοι σταθεροί δειγματοληψιών mg/l LAS)

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
2/92	0,180	**	0,035	0,150	0,200
3/92	0,080	0,045	0,100	0,035	0,080
4/92	***	0,250	*	0,039	0,123
5/92	0,060	0,033	0,325	0,050	0,070
6/92	0,050	0,055	0,120	0,043	0,050
7/92	0,075	0,150	*	0,390	0,085
8/92	0,042	0,100	0,060	0,300	0,070
9/92	0,180	0,275	0,250	0,450	0,100
10/92	0,110	0,120	0,055	0,375	0,075
11/92	0,120	0,300	0,090	0,500	0,180
12/92	***	0,200	0,065	0,350	0,125
1/93	0,150	***	0,090	0,250	0,125
2/93	0,060	0,500	0,225	0,425	0,165

\* Υπερβολική χλωρίωση παρέβλαπτε την ανάλυση

\*\* Δεν έγινε δειγματοληψία (το σημείο A<sub>4</sub> ήταν εκτός προγραμματισμού)

\*\*\* Δεν έγινε δειγματοληψία (το ανατολικό αντλιοστάσιο εκτός λειτουργίας)

\*\*\*\* Δεν έγινε δειγματοληψία (δυσβατότης)

ΠΙΝΑΚΑΣ X

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΓΙΑ ΑΠΟΡΡΥΠΑΝΤΙΚΑ  
(Θ:Θαλασσινό νερό mg/l LAS)

	Θ <sub>1</sub>	Θ <sub>2</sub>	Θ <sub>3</sub>	Θ <sub>4</sub>
2/92	0,030	0,010	0,025	0,034
3/92	0,028	0,022	0,032	0,030
4/92	0,025	0,020	0,060	0,020
5/92	0,020	0,040	0,028	0,030
6/92	0,033	0,030	0,024	0,025
7/92	0,035	0,032	0,050	0,058
8/92	0,015	0,020	0,016	0,025
9/92	0,025	0,028	0,025	0,024
10/92	0,035	0,030	0,032	0,028
11/92	0,025	0,018	0,030	0,020
12/92	0,028	0,030	0,024	0,025
1/93	*	0,020	0,021	0,015
2/93	0,050	0,035	0,028	0,030

\* Δεν έγινε δειγματοληψία (θαλασσοταραχή)

ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΙ (ΜΥΔΙΑ). Συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στον ιστό των μυδιών (fresh weight, FW).

ΜΗΝΑΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ	Hg(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Mn(ppm)	Cr(ppm)	Cd(ppm)
3-5/1992	Θ-1	0,170	0,440	6,03	1,12	0,39	0,054
	Θ-2	0,117	0,550	7,08	1,61	0,31	0,059
	Θ-3	0,054	0,500	9,3	1,75	0,28	0,103
	Θ-4	0,140	0,425	9,0	0,58	0,20	0,188
10-12/1992	Θ-1	0,079	0,341	7,5	1,35	0,22	0,075
	Θ-2	0,129	0,622	24,6	3,50	2,66	0,174
	Θ-3	0,167	0,510	13,3	2,83	0,21	0,200
	Θ-4	0,126	0,430	12,0	2,17	0,62	0,220

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΙ (ΙΖΗΜΑΤΑ).** Συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στα ιζήματα της θάλασσας (dry weight DW, ολικό φορτίο).

ΜΗΝΑΣ	ΣΤΑΘΜΟΣ	Hg(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Mn(ppm)	Cr(ppm)	Cd(ppm)
3-5/1992	Θ-1	2,55	70	148	780	108	2,89
	Θ-4	2,22	88	158	690	159	3,72
10-12/1992	Θ-1	3,88	48	130	702	136	1,28
	Θ-2	2,68	86	134	745	136	2,00
	Θ-3	2,06	103	102	1090	148	2,12
	Θ-4	3,49	79	157	925	163	2,67

ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΙΙ. Θερμοκρασία επιφανειακών νερών (°C)

ΜΗΝΑΣ	ΧΕΡΣΑΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ					ΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ				
	X1	X2	X3	X4	X5	Θ1	Θ2	Θ3	Θ4	Θ5
2/1992	14,6	N.S	12,5	15,0	15,3	14,5	14,3	14,4	13,5	N.S
3/1992	10,6	10,6	11,8	10,0	10,0	10,9	10,9	10,8	11,2	N.S
4/1992	N.S	14,0	14,2	14,0	14,5	14,9	15,2	15,0	15,3	N.S
5/1992	23,5	23,8	22,7	24,1	24,0	25,8	26,0	25,4	25,9	N.S
6/1992	26,0	25,8	23,0	25,7	26,0	25,5	24,0	24,3	24,3	25,1
7/1992	25,5	27,6	27,5	27,6	25,2	26,1	26,3	26,9	27,0	27,0
8/1992	24,0	23,6	25,0	23,8	22,8	26,0	25,9	26,3	26,3	26,0
9/1992	20,5	23,5	23,4	21,5	21,2	22,6	22,5	22,5	23,3	22,5
10/1992	16,8	17,8	19,6	16,5	15,6	18,2	18,0	18,0	18,2	18,1
11/1992	11,3	12,2	15,8	10,6	11,4	12,0	11,8	12,1	12,1	11,8
12/1992	N.S	6,1	13,1	4,0	4,0	8,9	8,9	9,0	8,8	8,8
1/1993	8,2	N.S	8,2	8,2	8,2	N.S	9,0	9,0	8,6	8,8
2/1993	11,0	11,5	12,5	11,0	12,0	10,3	9,5	9,5	9,4	10,2

N.S.= Δεν ελήφθη δείγμα

ΠΙΝΑΚΑΣ XIII. Συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου ppm O<sub>2</sub>

ΜΗΝΑΣ	ΧΕΡΣΑΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ					ΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ				
	X1	X2	X3	X4	X5	Θ1	Θ2	Θ3	Θ4	Θ5
2/1992	1,7	N.S	8,9	2,4	3,6	7,8	7,2	7,5	7,9	N.S
3/1992	6,9	8,0	10,6	8,5	8,0	8,6	9,1	7,8	7,9	N.S
4/1992	N.S	6,3	11,3	3,8	3,8	8,5	8,0	8,4	8,2	N.S
5/1992	4,6	4,9	8,0	2,9	4,8	9,5	9,9	9,2	7,8	N.S
6/1992	2,8	2,8	7,4	3,2	2,8	9,5	9,5	7,9	8,0	7,8
7/1992	2,8	4,5	8,2	6,0	2,8	8,5	8,8	8,3	8,2	8,3
8/1992	2,8	2,5	6,8	2,4	4,0	8,0	7,8	7,6	8,0	8,1
9/1992	4,2	3,7	7,2	2,3	3,4	8,0	7,8	6,0	6,4	6,8
10/1992	3,1	5,1	8,4	2,4	3,1	6,3	7,5	6,6	7,2	7,3
11/1992	2,5	5,4	8,2	2,9	3,4	7,8	8,1	6,7	7,5	7,5
12/1992	N.S	6,1	7,4	4,0	4,5	8,0	7,8	7,9	7,9	7,8
1/1993	3,5	N.S	7,8	3,0	3,8	N.S	8,5	8,1	8,8	7,9
2/1993	3,7	5,6	7,8	6,0	2,0	9,6	9,7	10,1	9,0	9,1

N.S.= Δεν ελήφθη δείγμα



ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΙΥ. Συγκεντρώσεις μολύβδου (ppb).

ΜΗΝΑΣ	ΧΕΡΣΑΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ					ΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ				
	X1	X2	X3	X4	X5	Θ1	Θ2	Θ3	Θ4	Θ5
2/1992	22	N.S	20	18	23	19	18	17	15	N.S
3/1992	24	24	26	19	17	16	15	17	13	N.S
4/1992	N.S	29	30	18	33	16	17	17	13	N.S
5/1992	34	29	21	16	22	21	17	16	14	N.S
6/1992	28	21	29	17	39	16	15	16	14	17
7/1992	15	15	12	8	19	18	16	14	20	10
8/1992	12	6	5	9	7	20	14	8	12	15
9/1992	19	21	19	15	20	21	18	20	16	20
10/1992	10	12	6	15	16	19	17	7	10	12
11/1992	4	7	5	9	10	14	20	5	13	16
12/1992	N.S	22	17	17	25	17	14	15	17	9
1/1993	32	N.S	16	31	15	N.S	19	18	16	13
2/1993	17	22	10	8	35	19	12	19	15	17

ΠΙΝΑΚΑΣ XV. Συγκεντρώσεις καδμίου (ppb).

ΜΗΝΑΣ	ΧΕΡΣΑΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ					ΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ				
	X1	X2	X3	X4	X5	Θ1	Θ2	Θ3	Θ4	Θ5
2/1992	15,0	N.S	6,0	6,0	14,0	5,5	3,9	4,2	3,5	N.S
3/1992	5,0	5,5	6,2	4,5	6,5	2,6	3,5	4,4	2,6	N.S
4/1992	N.S	6,5	6,5	6,2	7,2	1,1	3,8	3,5	2,7	N.S
5/1992	6,0	5,7	5,6	5,2	6,5	2,8	3,7	3,6	2,5	N.S
6/1992	6,0	5,4	5,0	3,0	6,5	5,8	5,7	4,2	3,4	3,0
7/1992	5,5	6,2	4,8	9,0	5,3	4,6	4,2	4,1	2,5	4,3
8/1992	6,0	5,8	5,9	7,3	4,8	3,5	3,2	4,9	4,2	5,1
9/1992	4,6	5,1	5,5	6,5	7,4	5,4	2,5	3,2	3,7	2,9
10/1992	4,4	4,3	3,5	6,0	5,6	2,8	5,6	2,6	3,2	3,5
11/1992	4,9	5,6	6,3	4,3	6,0	6,2	4,6	4,0	5,4	2,6
12/1992	N.S	5,8	5,6	6,2	6,2	3,4	3,7	4,2	2,8	3,1
1/1993	5,9	N.S	6,9	5,5	7,1	N.S	3,9	5,3	3,9	2,8
2/1993	5,0	4,5	5,0	2,9	7,3	4,4	5,8	4,2	3,8	2,7

ΠΙΝΑΚΑΣ XVI. Συγκεντρώσεις υδραργύρου (ppb).

ΜΗΝΑΣ	ΧΕΡΣΑΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ					ΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ				
	X1	X2	X3	X4	X5	Θ1	Θ2	Θ3	Θ4	Θ5
2/1992	0,27	N.S	0,12	0,73	0,46	0,29	0,58	1,04	1,08	N.S
3/1992	0,20	0,15	0,10	0,40	0,40	0,30	0,21	0,23	0,45	N.S
4/1992	N.S	0,07	0,21	0,07	0,05	0,19	0,05	0,27	0,32	N.S
5/1992	0,12	0,18	0,18	0,17	0,15	0,29	0,17	0,29	0,24	N.S
6/1992	0,07	0,09	0,12	0,08	0,08	0,12	0,08	0,12	0,06	0,06
7/1992	0,12	0,10	0,17	0,23	0,23	0,30	0,41	0,41	0,26	0,23
8/1992	0,21	0,19	0,24	0,11	0,11	0,21	0,15	0,34	0,22	0,28
9/1992	0,09	0,11	0,16	0,09	0,15	0,19	0,18	0,15	0,32	0,51
10/1992	0,22	0,22	0,18	0,09	0,16	0,14	0,26	0,95	0,27	0,20
11/1992	0,14	0,12	0,13	0,24	0,25	0,12	0,14	0,12	0,19	0,19
12/1992	N.S	0,15	0,14	0,18	0,22	0,12	0,16	0,15	0,09	0,09
1/1993	0,28	N.S	0,16	0,19	0,21	N.S	0,12	0,30	0,33	0,14
2/1993	0,11	0,11	0,15	0,17	0,15	0,08	0,16	0,16	0,15	0,18

ΠΙΝΑΚΑΣ XVII. Συγκεντρώσεις χρωμίου (ppb).

ΜΗΝΑΣ	ΧΕΡΣΑΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ					ΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ				
	X1	X2	X3	X4	X5	Θ1	Θ2	Θ3	Θ4	Θ5
2/1992	28	31	19	35	53	29	26	25	38	N.S
3/1992	31	30	25	29	46	32	28	29	49	N.S
4/1992	10	15	7	23	8	46	33	12	35	N.S
5/1992	24	22	10	21	24	38	25	20	35	N.S
6/1992	8	25	19	43	31	25	19	6	25	26
7/1992	11	13	4	19	7	32	28	25	46	49
8/1992	6	6	6	7	6	49	31	8	24	32
9/1992	7	16	7	25	16	22	25	7	15	13
10/1992	41	38	7	52	48	16	22	12	31	29
11/1992	71	78	26	190	14	36	32	50	29	38
12/1992	N.S	42	15	67	46	45	46	38	21	29
1/1993	38	N.S	24	46	30		23	29	35	36
2/1993	19	22	21	24	69	27	25	25	28	26

N.S.= Δεν ελήφθη δείγμα

ΠΙΝΑΚΑΣ XVIII. Συγκεντρώσεις μαγγανίου (ppb)

ΜΗΝΑΣ	ΧΕΡΣΑΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ					ΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ				
	X1	X2	X3	X4	X5	Θ1	Θ2	Θ3	Θ4	Θ5
2/1992	900	N.S	142	714	1000	37	38	40	31	N.S
3/1992	84	111	83	83	140	27	29	26	25	N.S
4/1992	N.S	278	139	167	360	54	44	28	21	N.S
5/1992	111	139	130	140	278	31	32	25	23	N.S
6/1992	167	170	40	167	195	41	36	30	22	20
7/1992	146	175	132	175	160	31	25	21	23	22
8/1992	146	175	58	117	205	29	25	30	22	38
9/1992	151	146	88	117	204	40	26	28	25	30
10/1992	240	263	88	87	351	38	29	44	32	36
11/1992	292	270	115	153	526	45	28	25	31	23
12/1992	N.S	497	83	130	936	31	26	32	28	25
1/1993	190	N.S	73	146	236	N.S	31	25	23	25
2/1993	185	190	89	97	290	40	26	38	29	33

ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΙΧ. Συγκεντρώσεις ψευδαργύρου (ppb).

ΜΗΝΑΣ	ΧΕΡΣΑΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ					ΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ				
	X1	X2	X3	X4	X5	Θ1	Θ2	Θ3	Θ4	Θ5
2/1992	203	N.S	133	133	150	115	150	168	168	N.S
3/1992	170	200	206	145	134	83	72	31	73	N.S
4/1992	N.S	113	83	73	42	42	56	32	52	N.S
5/1992	55	52	124	42	52	31	31	21	36	N.S
6/1992	52	31	52	42	55	21	21	26	26	31
7/1992	99	101	72	112	19	98	95	101	103	95
8/1992	56	28	41	36	25	137	122	132	152	142
9/1992	103	115	78	130	40	119	109	79	114	99
10/1992	31	30	29	59	17	112	110	109	109	108
11/1992	29	25	36	29	23	116	97	96	97	102
12/1992	N.S	48	39	58	34	107	97	97	103	107
1/1993	58	N.S	87	82	34	N.S	93	97	100	89
2/1993	87	96	48	126	30	116	107	116	106	97

ΠΙΝΑΚΑΣ XX. Συγκεντρώσεις ιόντων αμμωνίου (ppm - N)

ΜΗΝΑΣ	ΧΕΡΣΑΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ					ΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ				
	X1	X2	X3	X4	X5	Θ1	Θ2	Θ3	Θ4	Θ5
2/1992	4,52	N.S	2,95	4,28	2,98	0,13	0,17	0,07	0,09	N.S
3/1992	1,31	1,68	2,69	5,49	1,71	0,01	0,02	0,05	0,01	N.S
4/1992	N.S	3,38	0,08	4,29	2,48	0,13	0,17	0,07	0,09	N.S
5/1992	1,74	2,43	0,29	0,78	0,36	0,04	0,03	0,02	0,04	N.S
6/1992	0,07	0,06	0,01	0,08	0,06	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04
7/1992	0,19	0,50	1,11	0,75	0,26	0,03	0,03	0,50	0,02	0,02
8/1992	2,81	4,00	3,28	2,29	1,36	0,20	0,12	0,32	0,19	0,28
9/1992	3,21	1,60	2,81	0,98	2,73	0,01	0,04	0,70	0,02	0,35
10/1992	3,60	3,61	3,88	3,74	4,31	0,80	0,60	2,81	0,60	0,40
11/1992	2,47	1,67	3,46	2,81	0,42	1,00	0,90	2,41	1,00	1,27
12/1992	N.S	7,45	9,70	3,00	7,45	0,10	0,06	0,05	0,05	0,05
1/1993	10,86	N.S	15,86	3,10	6,72	N.S	0,08	0,04	0,08	0,08
2/1993	0,52	0,40	0,56	0,10	0,50	0,13	0,08	0,02	0,03	0,04

ΠΙΝΑΚΑΣ XXI. Συγκεντρώσεις φωσφορικών ιόντων (ppm).

ΜΗΝΑΣ	ΧΕΡΣΑΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ					ΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ				
	X1	X2	X3	X4	X5	Θ1	Θ2	Θ3	Θ4	Θ5
2/1992	1,59	N.S	0,53	2,43	1,76	0,19	0,15	0,12	0,06	N.S
3/1992	1,39	1,58	0,73	0,95	0,70	0,15	0,17	0,12	0,15	N.S
4/1992	N.S	1,20	0,36	1,50	0,72	0,20	0,19	0,18	0,16	N.S
5/1992	0,88	1,58	1,95	1,49	1,27	0,39	0,25	0,23	0,13	N.S
6/1992	1,05	1,21	0,87	1,87	1,75	0,30	0,37	0,34	0,31	0,23
7/1992	0,75	1,21	0,75	2,04	1,19	0,54	0,45	0,55	0,12	0,11
8/1992	0,98	1,19	2,43	1,33	0,84	0,20	0,26	0,41	0,28	0,12
9/1992	0,94	4,47	1,77	1,57	0,86	0,01	0,53	0,61	0,13	0,33
10/1992	0,91	1,15	1,52	1,48	5,12	0,53	0,34	0,51	0,47	0,22
11/1992	0,54	0,73	0,82	0,71	0,50	0,22	0,35	0,28	0,11	0,08
12/1992	N.S	1,81	3,03	0,40	2,00	0,22	0,17	0,12	0,10	0,07
1/1993	0,95	N.S	2,60	1,55	2,97	N.S	0,20	0,15	0,14	0,10
2/1993	1,97	0,89	2,08	0,57	1,53	0,24	0,13	0,11	0,14	0,09

N.S. = Δεν ελήφθη δείγμα



ΠΙΝΑΚΑΣ XXII. Συγκεντρώσεις νιτρικών ιόντων (ppm)

ΜΗΝΑΣ	ΧΕΡΣΑΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ					ΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ				
	X1	X2	X3	X4	X5	Θ1	Θ2	Θ3	Θ4	Θ5
2/1992	2,73	N.S	6,51	2,61	0,52	0,06	0,06	0,07	0,03	N.S
3/1992	3,15	5,40	6,66	2,70	0,85	0,04	0,06	0,04	0,08	N.S
4/1992	N.S	5,94	3,82	18,32	8,10	0,11	0,18	0,08	0,10	N.S
5/1992	1,65	14,30	29,39	2,08	0,87	0,04	0,03	0,06	0,05	N.S
6/1992	2,00	3,35	10,41	7,56	1,37	0,04	0,03	0,07	0,03	0,04
7/1992	2,14	4,38	38,30	1,38	1,07	0,35	0,28	0,87	0,27	0,20
8/1992	2,00	1,28	7,01	1,04	1,19	0,18	0,28	0,30	0,55	0,36
9/1992	3,01	9,80	14,80	1,34	6,25	0,08	0,16	0,04	0,06	0,05
10/1992	9,35	10,90	18,14	2,08	4,05	1,22	1,20	1,00	0,64	0,52
11/1992	8,21	8,50	13,37	6,10	5,58	0,74	0,91	0,99	0,90	0,46
12/1992	N.S	6,66	10,02	3,36	3,50	0,55	0,61	0,40	0,40	0,39
1/1993	2,08	N.S	9,91	3,40	2,55	N.S	0,08	0,12	0,09	0,08
2/1993	3,41	6,11	7,10	3,07	3,35	0,48	0,29	0,20	0,20	0,12

ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΧΙΙΙ. Συγκεντρώσεις νιτρικών ιόντων (ppm).

ΜΗΝΑΣ	ΧΕΡΣΑΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ					ΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ				
	X1	X2	X3	X4	X5	Θ1	Θ2	Θ3	Θ4	Θ5
2/1992	0,08	N.S	0,21	0,10	0,16	0,02	0,04	<0,01	<0,01	N.S
3/1992	0,29	0,46	1,29	0,26	0,03	<0,01	0,02	0,02	0,02	N.S
4/1992	N.S	0,42	0,06	0,73	0,03	0,06	0,03	<0,01	<0,01	N.S
5/1992	0,02	0,25	0,11	0,28	0,02	0,01	0,01	0,02	<0,01	N.S
6/1992	0,11	0,24	0,63	0,96	0,23	<0,01	<0,01	0,02	0,01	0,01
7/1992	0,11	0,12	0,20	0,08	0,03	0,04	0,07	0,07	0,09	0,10
8/1992	0,13	0,09	0,11	0,06	0,06	0,02	<0,01	0,03	0,03	0,04
9/1992	0,12	0,18	0,22	0,08	0,07	0,04	<0,01	0,02	0,02	0,04
10/1992	0,25	0,29	1,36	0,08	0,08	0,22	0,30	0,50	0,17	0,18
11/1992	0,11	0,16	0,29	0,20	0,19	0,18	0,31	0,44	0,30	0,34
12/1992	N.S	0,19	0,18	0,11	0,08	0,16	0,05	0,18	0,07	0,20
1/1993	0,05	N.S	0,25	0,58	0,16	N.S	0,03	0,02	<0,01	0,02
2/1993	0,07	0,90	0,90	0,30	0,14	0,04	0,04	0,11	0,10	0,10

N.S.= Δεν ελήφθη δείγμα