

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ

ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ:
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΔΟΓΚΑΚΗ ΑΡΕΤΗ Α.Μ. 20464

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
ΠΟΛΥΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:
ΑΠΟΣΤΟΛΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Δ., ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ/
ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ/
ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ «ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»
ΚΩΣΤΑΡΕΛΛΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ, ΛΕΚΤΟΡΑΣ
ΠΟΛΥΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΑΘΗΝΑ, 2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

Περίληψη.....	3
1. Εισαγωγή.....	4
2. Αντικειμενικός σκοπός της εργασίας.....	6
3. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις και η τροφική αλυσίδα.....	7
4. Η νομοθεσία σχετικά με τις προφυλάξεις του καταναλωτή.....	9
5. Ελλάδα (γεωγραφική θέση, κλίμα, πηγές ρύπανσης).....	13
6. Βαρέα μέταλλα.....	17
6.1. Βαρέα μέταλλα και υδάτινοι πόροι.....	25
6.2. Βαρέα μέταλλα και ατμόσφαιρα.....	47
6.3. Βαρέα μέταλλα και τρόφιμα.....	50
6.4. Βαρέα μέταλλα σε περιοχές της Μεσογείου.....	56
6.5. Βαρέα μέταλλα και ατμόσφαιρα σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες.....	65
7. Ραδιενέργεια.....	66
7.1. Ραδιενέργεια-Ελλάδα.....	68
7.2. Ραδιενέργεια- Ευρωπαϊκές χώρες.....	74
8. Φυτοφάρμακα και πολυχλωριωμένα διφαινύλια.....	84
8.1. Φυτοφάρμακα και πολυχλωριωμένα διφαινύλια-Ελλάδα.....	87
8.2. Φυτοφάρμακα και πολυχλωριωμένα διφαινύλια-άλλες χώρες.....	140
9. Κολοβακτηρίδια.....	147
10. Συζήτηση.....	155
11. Abstract.....	158
Βιβλιογραφία.....	159
Παράρτημα.....	177

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία είναι δομημένη σε δέκα κεφάλαια. Αρχικά, εισάγεται ο αναγνώστης σε ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της σύγχρονης κοινωνίας που είναι η ρύπανση του περιβάλλοντος και οι επιπτώσεις της στη δημόσια υγεία. Περιγράφονται συνοπτικά οι λόγοι που οδήγησαν στην επιβάρυνση του φυσικού περιβάλλοντος, αλλά και ο κίνδυνος που ενέχει μία τέτοια ρύπανση για τη διατροφή. Το δεύτερο κεφάλαιο περιορίζεται στην παρουσίαση του αντικειμενικού σκοπού της εργασίας. Το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στη σχέση της τροφικής αλυσίδας με το περιβάλλον και συγκεκριμένα με τις επιπτώσεις του. Ενώ το τέταρτο περιγράφει την υπάρχουσα νομοθεσία σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος αλλά και την ασφάλεια τροφίμων, δίνοντας έμφαση στο Κοινοτικό Δίκαιο. Επιπλέον, το πέμπτο κεφάλαιο αναφέρει στοιχεία που αφορούν τη γεωγραφική θέση της Ελλάδας, το κλίμα της και συνοψίζει τις κυριότερες πηγές ρύπανσης για τη χώρα.

Οι επόμενες ενότητες αναλύουν κάποιες από αυτές, πιο συγκεκριμένα τα βαρέα μέταλλα, τη ραδιενέργεια, τα φυτοφάρμακα και τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια, ενώ πραγματοποιείται μία μικρή αναφορά στην παρουσία παθογόνων οργανισμών στους υδάτινους πόρους και στα τρόφιμα. Αφού αναφερθούν κάποιες βασικές παράμετροι των προαναφερθέντων ρύπων, όπως η διαθεσιμότητα τους, η τοξικότητα τους, οι πηγές τους κ.ά., παρουσιάζονται κάποιες δημοσιευμένες μελέτες που αφορούν τις επιδράσεις είτε των βαρέων μετάλλων, είτε της ραδιενέργειας, είτε των φυτοφαρμάκων και των πολυχλωριωμένων διφαινύλιων στο φυτικό και ζωϊκό βασίλειο. Επίσης, στο τέλος της κάθε ενότητας συμπεριλαμβάνονται αντίστοιχα άρθρα για άλλες χώρες, κυρίως ευρωπαϊκές. Σε γενικές γραμμές, η επιβάρυνση του ελληνικού περιβάλλοντος και της τροφικής αλυσίδας από τους ρύπους που εξετάζονται είναι παρόμοια ή χαμηλότερη σε σχέση με άλλων ευρωπαϊκών χωρών και σε ασφαλή όρια σύμφωνα με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το μητρικό γάλα των Ελληνίδων παρουσιάζει μία από τις χαμηλότερες τιμές στην Ευρώπη όσον αφορά το συνολικό PCDD/PCDF επίπεδο (PCDDs/F:7,83pg/gfat, δείκτης PCBs:67ng/gfat). Η συσσώρευση βαρέων μετάλλων στα τρόφιμα βρέθηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα, με ελάχιστες εξαιρέσεις, όπως του καδμίου στα μεγάλα σαλιγκάρια (όπου η μέγιστη τιμή συγκέντρωσης Cd ήταν $1598 \text{ ng g}^{-1} \text{ ww}$, με ανώτατο όριο ΕΕ τα $1000 \text{ ng g}^{-1} \text{ ww}$). Τέλος, πραγματοποιείται μία συζήτηση, η οποία παρουσιάζει συνοπτικώς τα βασικά στοιχεία και συμπεράσματα των σημαντικότερων ερευνών που σχετίζονται με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην τροφική αλυσίδα.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη διάρκεια της ιστορίας του, ο άνθρωπος ερχόταν σε αναμέτρηση με τα στοιχεία της φύσης. Με την ανάπτυξη του θετικισμού και της εφαρμοσμένης τεχνολογίας «καθυπόταξε» τη φύση. Θεώρησε το φυσικό περιβάλλον έναν ευρύτερο οικονομικό

πόρο ο οποίος σε συνεργασία με το κεφάλαιο κάνει δυνατή κάθε είδους παραγωγή ^[204]. Η ραγδαία εξέλιξη της βιομηχανικής επανάστασης και το φαινόμενο της αστικοποίησης επιδείνωσαν τις ανεπιθύμητες αλλαγές των χημικών, φυσικών και βιολογικών χαρακτηριστικών του αέρα, δημιουργώντας δυσμενή συμπτώματα στην υγεία μέσω της αναπνευστικής οδού και της παραγωγής φωτοχημικού νέφους. Τα ολοένα αυξανόμενα επεισόδια ατμοσφαιρικής ρύπανσης οδήγησαν στην κατάρτιση κανονισμών ελέγχου της ποιότητας της ατμόσφαιρας και στην προώθηση της επιστημονικής έρευνας με αντικείμενο την ατμοσφαιρική ρύπανση. Η ατμοσφαιρική ρύπανση και οι επιπτώσεις της απασχόλησαν τον άνθρωπο από πολύ παλιά. Το 1273 το Βρετανικό Κοινοβούλιο ψήφισε νόμο που απαγόρευσε την καύση ενός ιδιαίτερα ρυπογόνου άνθρακα στην περιοχή του Λονδίνου. Το δεκατοόγδοο αιώνα στο Λονδίνο είχαν επίγνωση της δυσμενής επίδρασης της όξινης βροχής στη χλωρίδα ^[205].

Πέρα όμως από την ατμοσφαιρική ρύπανση και τις εμφανείς επιπτώσεις της, απασχόλησε την επιστημονική κοινότητα αλλά και το μέσο άνθρωπο, η ρύπανση του εδάφους και των υδάτινων πόρων. Η ολοένα αυξανόμενη παρασκευή και χρήση νέων χημικών ουσιών με την ταυτόχρονη τεχνολογική και οικονομική εξέλιξη οδηγούν στη μεγέθυνση των οικιακών, αγροτικών και βιομηχανικών αποβλήτων. Ο όγκος των απορριμμάτων και η διαχείρισή τους, με την υπόγεια διάθεση των οικιακών υγρών αποβλήτων στους ατομικούς βόθρους των σπιτιών (σηπτικές δεξαμενές και καταβόθρες), η οποία να θεωρείται από τις πιο σοβαρές και διάσπαρτες πηγές μόλυνσης ^[202], η αλόγιστη χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, ακόμη και ο κίνδυνος της ραδιενεργού μόλυνσης προκαλούν προβλήματα πολύμορφα και πολυδιάστατα. Τα περιβαλλοντικά αυτά προβλήματα χρήζουν διεπιστημονικής προσέγγισης, αφού οι επιπτώσεις τους ενέχουν πολλούς κινδύνους για τη ζωή και τη δημόσια υγεία. Κίνδυνοι που αρχικά δεν ήταν έκδηλοι, όπως οι επιδράσεις που δέχεται η αλυσίδα της τροφής.

Τα ζητήματα που προκύπτουν από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις έχουν γίνει αντικείμενο προσοχής και ενδιαφέροντος, αφού εκτός των άλλων συσχετίζονται άμεσα με τη διατήρηση κάθε μορφής ζωής και τη συνέχιση της ανθρώπινης δραστηριότητας. Τα αποτελέσματα και οι επιδράσεις από και προς το περιβάλλον αξιολογούνται, σε τελική ανάλυση, βάσει των επιδράσεών του στην ανθρωπότητα.

Η μόλυνση των τροφίμων με χημικές ενώσεις μπορεί να συμβεί σε οποιοδήποτε στάδιο της παραγωγικής τους διαδικασίας ^[203]. Τα αποτελέσματα από τη βρώση τροφίμων μολυσμένων με χημικές ενώσεις μπορεί να είναι είτε χρόνια, όπως ο καρκίνος, είτε αθροιστικά όπως ο υδράργυρος ή οξεία όπως η επίδραση αλλεργιογόνων τροφίμων. Αν ληφθεί υπόψη ότι η τροφή αποτελεί απαραίτητη ουσία για την θρέψη και συντήρηση και αύξηση του οργανισμού, τότε συμπεραίνεται ότι οι διαιτητικές συνήθειες των ειδών καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τα επίπεδα συγκέντρωσης στοιχείων, όπως είναι λόγου χάρη τα βαρέα μέταλλα. Οι ευρύτερα χρησιμοποιούμενες ουσίες που μπορούν να επιδράσουν στην τροφική αλυσίδα είναι τα βαρέα μέταλλα, τα φυτοφάρμακα (εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα, ζιζανιοκτόνα), τα λιπάσματα, τα απορρυπαντικά, το πετρέλαιο και τα παράγωγά του.

2. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΟΣ ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο αντικειμενικός σκοπός της εργασίας είναι η παρουσίαση επιστημονικά δημοσιευμένων άρθρων που αναλύουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στη διατροφική αλυσίδα του ελλαδικού χώρου. Επειδή οι έγκυρες μελέτες που να περιγράφουν και να συσχετίζουν και τους δύο αυτούς παράγοντες είναι περιορισμένες, η έρευνα περιέλαβε κυρίως άρθρα που αναλύουν την υπάρχουσα ρύπανση στους φυσικούς πόρους-νερό και έδαφος, χωρίς βέβαια να παραλείπονται τα άρθρα που αφορούν τις επιδράσεις που δέχθηκε η τροφή του ανθρώπου από το περιβάλλον. Η παρούσα εργασία περιορίζεται στην περιγραφή των βαρέων μετάλλων, των φυτοφαρμάκων, της ραδιενεργού μόλυνσης και της παρουσίας τους στους υδάτινους πόρους και στο έδαφος. Επιπλέον επιχειρείται μία σύντομη αναφορά στη μικροβιολογική ρύπανση του υδρόβιου περιβάλλοντος και των τροφίμων. Όπου ήταν εφικτό πραγματοποιήθηκε εκτενής αναφορά στην ύπαρξη των προαναφερθέντων ρύπων στην τροφική αλυσίδα. Τέλος, η παρουσίαση συνοπτικών στοιχείων και αποτελεσμάτων των αντίστοιχων ερευνών από γείτονες ή και άλλες χώρες, κυρίως όμως ευρωπαϊκές, εξετάστηκε όπου κρίθηκε απαραίτητο.

3. ΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ Η ΤΡΟΦΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην τροφική αλυσίδα αποτελεί ένα θέμα μείζονος σημασίας, απασχολώντας κατά καιρούς την κοινή γνώμη, αλλά κυρίως την επιστημονική κοινότητα σε παγκόσμιο επίπεδο. Όπως η ρύπανση δεν «αναγνωρίζει» σύνορα και κράτη, έτσι και η μόλυνση των τροφίμων από τους περιβαλλοντικούς ρύπους αποκτάει τα ίδια χαρακτηριστικά. Σύμφωνα με τον Οργανισμό Διατροφής και Γεωργίας (Food and Agriculture Organization, 2000) ^[117] οι περιβαλλοντικοί ρύποι που εισέρχονται στην τροφική αλυσίδα μέσω λ.χ. του εδάφους ,όπως οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες και ορισμένα βαρέα μέταλλα αφορούν όλους τους τύπους καλλιέργειας, που σημαίνει ότι οι βιολογικές ή οργανικές τροφές απειλούνται το ίδιο. Μελέτη που δημοσιεύθηκε το 2002, έδειξε ότι τα τρόφιμα της οργανικής καλλιέργειας που εξετάστηκαν περιείχαν περίπου το 1/3 καταλοίπων (τοξικών) σε σχέση με εκείνα της συμβατικής ^[117] . Δηλαδή, ενώ η οργανική καλλιέργεια θεωρείται από την κοινή γνώμη ως ασφαλής, στην πραγματικότητα επηρεάζεται σε κάποιο βαθμό από τους ρύπους του περιβάλλοντος είτε βρίσκονται στον αέρα, είτε στο έδαφος, είτε στο νερό. Οπότε, η παρουσία ή απουσία τοξικών παραγώγων στην τροφή , στη συμβατική και στην οργανική, εξαρτάται κυρίως από την τοποθεσία του αγροκτήματος ^[117] . Εξάλλου με την παγκοσμιοποιημένη αγορά οι πρώτες ύλες, τα αγαθά και κατά επέκταση τα τρόφιμα παραγκωνίζουν καθημερινά τις χιλιομετρικές αποστάσεις με αποτέλεσμα την πρόσβαση ποικίλων προϊόντων προέλευσης στους τόπους διανομής και διάθεσης αγαθών.

Έτσι, στις μέρες μας τρόφιμα που πριν από μερικές δεκαετίες ή ακόμη και μερικά χρόνια θα θεωρούνταν ευεργετικά για την ανθρώπινη υγεία, σήμερα αναγκάζονται οι επιστήμονες να αναθεωρήσουν τις απόψεις τους και κατά επέκταση τις συστάσεις τους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η κατανάλωση ψαριών. Η Αμερικάνικη Ένωση Καρδιοπαθών (AHA) προτείνει στο γενικό πληθυσμό της χώρας να τρώει ψάρια (κατά προτίμηση τα λιπαρά) δύο φορές την εβδομάδα ^[101] , αφού η κατανάλωση τους έχει ωφέλιμα αποτελέσματα στην ανάπτυξη του εγκεφάλου, στην προστασία ενάντια στα καρδιαγγειακά νοσήματα, στις ψυχικές διαταραχές , στην αρθρίτιδα και στις διάφορες φλεγμονώδης ασθένειες όπως εκείνες που σχετίζονται με το έντερο και το άσθμα ^[101] ^[149] . Συγχρόνως όμως, η σάρκα του ψαριού περιλαμβάνει πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs), πολυχλωριωμένες διοξίνες/φουράνια (PCDD/Fs) και μεθυλικό υδράργυρο. Επομένως, οι κυβερνητικές αρχές σε συνεργασία με τους ειδικούς επιστήμονες προέβησαν σε οδηγίες, όσον αφορά την ασφαλή κατανάλωση ψαριών. Για παράδειγμα, στις Ηνωμένες Πολιτείες οι αρμόδιες κρατικές υπηρεσίες που ασχολούνται με θέματα προστασίας περιβάλλοντος και ασφάλειας τροφίμων και φαρμάκων, ενημερώνουν και πληροφορούν τις γυναίκες που βρίσκονται σε αναπαραγωγική περίοδο να αποφεύγουν την

κατανάλωση ψαριών που ευθύνονται για υψηλά ποσοστά μόλυνσης από μεθυλικό υδράργυρο, όπως ο καρχαρίας, ο ξιφίας και το μεγάλο σκουμπρί ^[180]. Αλλά, και για μικρότερα είδη που δε ζουν πολύ και στα οποία δεν παρατηρούνται υψηλές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων, όπως ο σολομός, πρόσφατα έχουν δημοσιευθεί μελέτες που ενημερώνουν για ύπαρξη οργανοχλωριομένων ρυπαντών στο σολομό (και στου ιχθυοτροφείου) ^{[74] [77] [55] [56]}.

Δεν είναι δύσκολο να αντιληφθεί κανείς ότι κρίνεται απαραίτητος ο συνεχής έλεγχος και η συνεπής επιστημονική έρευνα για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών φαινομένων και την αξιολόγηση των επιπτώσεων τους. Αν ληφθεί υπόψη, η ζωτική σημασία της τροφής, αποκαλύπτεται αμέσως το εύρος των συνεπειών που μπορεί να προκληθούν. Η υπεύθυνη ενημέρωση και η αδιάλειπτη εγρήγορση αποτελεί προαπαιτούμενο για τη λύση τέτοιου είδους προβλημάτων.

4. Η ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΠΡΟΦΥΛΑΞΕΙΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ

Η έννοια του περιβάλλοντος περιλαμβάνει « το σύνολο των φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων και στοιχείων, τα οποία ευρίσκονται σε αλληλεπίδραση και επηρεάζουν την οικολογική ισορροπία, την ποιότητα της ζωής, την υγεία των κατοίκων, την ιστορική και πολιτιστική παράδοση και τις αισθητικές αξίες»(άρθρο 2 του ν. 1650/1986). Ρύπανση είναι η παρουσία στο περιβάλλον ρύπων, δηλαδή κάθε είδους ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια, που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα ή υλικές ζημιές και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του.(ν. 1650/86 άρθρο 2)

Το άρθρο 174 στην 1^η παράγραφο ορίζει, ότι: Η πολιτική της Κοινότητας στον τομέα του περιβάλλοντος συμβάλλει στην επιδίωξη των εξής στόχων:

- την διατήρηση, προστασία και βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος,
- την προστασία της υγείας του ανθρώπου,
- την συνετή και ορθολογική χρησιμοποίηση των φυσικών πόρων,
- την προώθηση, σε διεθνές επίπεδο, μέτρων για την αντιμετώπιση των περιφερειακών ή παγκοσμίων περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Όσον αφορά την προστασία του περιβάλλοντος κύρια επιδίωξη πρέπει να είναι η αποφυγή ή η πρόληψη δυσμενών επιβαρύνσεων για το περιβάλλον.

Η νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης που αναφέρεται στο περιβάλλον και στην προστασία του είναι πολύ σημαντική ^[212]. Ενδεικτικά, παρατίθενται οι τομείς και τα ζητήματα που αναφέρονται στο Κοινοτικό Δίκαιο: Γεωργία και Περιβάλλον, Ενέργεια, Ρύπανση από Εγκαταστάσεις, Ραδιενέργεια, Κίνδυνος Τοξικότητας-Οικοτοξικότητας Χημικών Ενώσεων, Βιοτεχνολογία, Ατυχήματα-Κίνδυνοι, Χημικά-Τοξικά-Επικίνδυνα Απόβλητα, Αστικά Λύματα, Απόβλητα προερχόμενα από την βιομηχανία διοξειδίου τιτανίου ^[212].

Η Ευρωπαϊκή Νομοθεσία ασχολείται βέβαια και με την ασφάλεια των τροφίμων. Η προσέγγιση της ΕΕ για την ασφάλεια των τροφίμων αποσκοπεί στην ολοκληρωμένη εξασφάλιση ενός υψηλού επιπέδου ασφάλειας των τροφίμων, της υγείας και της ορθής μεταχείρισης των ζώων, καθώς και της υγείας των φυτών στην Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω της λήψης συνεκτικών μέτρων από το αγρόκτημα στο τραπέζι και της κατάλληλης επιτήρησης, και συγχρόνως στην

αποτελεσματική λειτουργία της εσωτερικής αγοράς ^[221] . Η επιτυχής εφαρμογή μίας τέτοιου είδους προσέγγισης απαιτεί τη λήψη μια σειρά από νομοθετικά μέτρα και μέτρα ελέγχου.

Στα πλαίσια της παραπάνω πολιτικής δημιουργήθηκε η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (η «Αρχή», Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 178/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 28ης Ιανουαρίου 2002). Αποστολή της είναι η παροχή επιστημονικών συμβουλών και τεχνικής υποστήριξης ώστε να επιτυγχάνεται η ασφάλεια των τροφίμων. Αποτελεί πηγή ανεξάρτητης ενημέρωσης σχετικά με όλα τα θέματα που αφορούν τους τομείς που έχουν αντίκτυπο στην ασφάλεια τροφίμων και παράλληλα κοινοποιεί τους κινδύνους στο ευρύ κοινό. Στην Αρχή έχουν τη δυνατότητα συμμετοχής τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης καθώς και οι χώρες που εφαρμόζουν την κοινοτική νομοθεσία σχετικά με την ασφάλεια των τροφίμων. Η Αρχή έχει νομική προσωπικότητα. Το Δικαστήριο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων είναι αρμόδιο να εκδικάζει οποιαδήποτε διαφορά αφορά συμβατική ευθύνη.

Η γενική νομοθεσία για τα τρόφιμα αφορά όλα τα στάδια της τροφικής αλυσίδας. Οι ισχύουσες αρχές και διαδικασίες σχετικά με τη νομοθεσία για τα τρόφιμα θα έχουν προσαρμοστεί το συντομότερο και το αργότερο έως την 1η Ιανουαρίου 2007 ^[221] . Οι στόχοι της νομοθεσίας για τα τρόφιμα είναι οι ακόλουθοι: η προστασία της ανθρώπινης ζωής και υγείας, η προστασία των συμφερόντων των καταναλωτών λαμβάνοντας υπόψη την προστασία της υγείας και την καλή διαβίωση των ζώων, καθώς και την προστασία των φυτών και του περιβάλλοντος, η επίτευξη της ελεύθερης κυκλοφορίας των τροφίμων και των ζωοτροφών στην Κοινότητα η συνεκτίμηση των υφιστάμενων ή υπό εκπόνηση διεθνών προτύπων.

Η νομοθεσία για τα τρόφιμα βασίζεται κυρίως στην ανάλυση των κινδύνων βάσει των διαθέσιμων επιστημονικών στοιχείων. Σύμφωνα με την αρχή της προφύλαξης , τα κράτη μέλη και η Επιτροπή λαμβάνουν ανάλογα και προσωρινά μέτρα διαχείρισης του κινδύνου, όταν ύστερα από αξιολόγηση εντοπίζεται πιθανότητα βλαβερών επιπτώσεων στην υγεία, αλλά εξακολουθεί να υπάρχει επιστημονική αβεβαιότητα.

Η γνώμη του ειδικού κρίνεται απαραίτητη. Ενώ επιβάλλεται ο τρόπος που θα ζητηθεί να είναι διαφανής, άμεσος ή μέσω αντιπροσωπευτικών οργάνων, κατά την εκπόνηση, την αξιολόγηση και την αναθεώρηση της νομοθεσίας για τα τρόφιμα. Αλλά και όταν ενδέχεται να υπάρχει κίνδυνος για τη δημόσια υγεία, οι αρχές ενημερώνουν το κοινό σχετικά με τη φύση του κινδύνου για την υγεία των ανθρώπων ή των ζώων.

Δεν διατίθενται στην αγορά τρόφιμα τα οποία είναι μη ασφαλή, δηλαδή είναι επιβλαβή για την υγεία και/ή ακατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση. Για να καθοριστεί εάν ένα τρόφιμο είναι

μη ασφαλές, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι κανονικές συνθήκες χρήσης του τροφίμου, οι πληροφορίες που παρέχονται στον καταναλωτή, οι πιθανές άμεσες ή μακροπρόθεσμες συνέπειες του τροφίμου στην υγεία, οι πιθανές σωρευτικές τοξικές συνέπειες και ενδεχομένως οι ιδιαίτερες ευαισθησίες όσον αφορά την υγεία της συγκεκριμένης κατηγορίας καταναλωτών ^[221]. Όταν ένα τρόφιμο που είναι μη ασφαλές αποτελεί μέρος παρτίδας τροφίμων, θεωρείται ότι όλα τα τρόφιμα στην παρτίδα είναι επίσης μη ασφαλή.

Οι ζωοτροφές οι οποίες είναι μη ασφαλείς δεν διατίθενται στην αγορά ούτε χορηγούνται ως τροφή σε οποιοδήποτε ζώο χρησιμοποιείται για την παραγωγή τροφίμων. Οι ζωοτροφές θεωρούνται ως μη ασφαλείς όταν έχουν βλαβερές συνέπειες στην υγεία των ανθρώπων ή των ζώων. Όταν μια ζωοτροφή είναι μη ασφαλής και αποτελεί μέρος παρτίδας, θεωρείται ότι όλες οι ζωοτροφές στην εν λόγω παρτίδα είναι μη ασφαλείς.

Σε όλα τα στάδια της τροφικής αλυσίδας, οι επιχειρήσεις εξασφαλίζουν ότι τα τρόφιμα ή οι ζωοτροφές πληρούν τις απαιτήσεις της νομοθεσίας για τα τρόφιμα και επαληθεύουν την τήρηση των απαιτήσεων αυτών. Τα κράτη μέλη ελέγχουν την εφαρμογή αυτής της νομοθεσίας, επαληθεύουν την τήρησή της από τις επιχειρήσεις και καθορίζουν τα μέτρα και τις κυρώσεις που ισχύουν σε περίπτωση παραβίασης της νομοθεσίας.

Η ανιχνευσιμότητα των τροφίμων, των ζωοτροφών, των ζώων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τροφίμων και οποιασδήποτε άλλης ουσίας που προορίζεται για ενσωμάτωση σε ένα τρόφιμο διασφαλίζεται σε όλα τα στάδια της παραγωγής, της μεταποίησης και της διανομής. Για το σκοπό αυτό, οι ενδιαφερόμενες επιχειρήσεις του τομέα δημιουργούν συστήματα και διαδικασίες που καθιστούν δυνατή αυτή την ανιχνευσιμότητα ^[221].

Ο υπεύθυνος της επιχείρησης τροφίμων οφείλει να κρίνει αν ένα τρόφιμο ή μια ζωοτροφή που έχει εισαγάγει, παράγει, μεταποιήσει, παρασκευάσει ή διανείμει έχει βλαβερές συνέπειες για την υγεία των ανθρώπων ή των ζώων. Σε περίπτωση που διαπιστώσει κάτι τέτοιο θα πρέπει να ξεκινήσει αμέσως διαδικασίες για την απόσυρση του εν λόγω τροφίμου από την αγορά και κατά επέκταση να ενημερώσει σχετικά τις αρμόδιες αρχές. Όταν το προϊόν ενδέχεται να έχει φθάσει στους καταναλωτές, ο υπεύθυνος τους ενημερώνει και ανακαλεί από τους καταναλωτές τα προϊόντα που τους έχει ήδη προμηθεύσει. Αν το προϊόν έχει ήδη αγορασθεί από τους καταναλωτές, τότε εκείνοι επιβάλλεται να ενημερωθούν.

5. ΕΛΛΑΔΑ (γεωγραφική θέση, κλίμα, πηγές ρύπανσης)

Η Ελλάδα εντοπίζεται στο ανατολικό τμήμα της Μεσογείου. Η Μεσόγειος αποτελεί μια κλειστή λεκάνη, που βρίσκεται σε επικοινωνία με τον Ατλαντικό ωκεανό, την Μαύρη θάλασσα και την Ερυθρά θάλασσα. Οι ελληνικές ακτογραμμές παρουσιάζουν μεγάλο μήκος, περίπου 17.000 χιλιόμετρα, αλλά και η θαλάσσια έκταση είναι εξίσου σημαντική σε μέγεθος -170.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα περίπου. Αποτέλεσμα όλων των παραπάνω είναι η δημιουργία στενής αλληλεξάρτησης της χώρας με το θαλάσσιο περιβάλλον σε οικονομικό, κοινωνικό και πολιτισμικό επίπεδο ^[210].

Επιπλέον, οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν συνδεθεί ιδιαίτερα με το θαλάσσιο χώρο. Κατ' αρχήν η δόμηση, και κατ' επέκταση η αστικοποίηση, έχουν ανακαλύψει στις παράκτιες περιοχές της Ελλάδας βασικό σημείο αναφοράς. Σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ (1997), περίπου 3.445.000 κάτοικοι ή με άλλα λόγια το 33% του συνολικού πληθυσμού, ήταν εγκατεστημένοι σε απόσταση 2 χιλιομέτρων από την ακτογραμμή. Εξάλλου, η πλειοψηφία των μεγαλύτερων πόλεων στον ελλαδικό χώρο γειτνιάζουν με τη θάλασσα όπως η Αθήνα, η Θεσσαλονίκη, το Ηράκλειο, η Πάτρα, ο Βόλος, τα Χανιά, κ.ά.

Επίσης, η αλιεία και οι θαλασσοκαλλιέργειες μαζί με την παράκτια γεωργία αποτελούν σημαντικές δραστηριότητες. Συγκεκριμένα, η παράκτια γεωργία απασχολεί περίπου το 35% του συνολικού χερσαίου τμήματος του ελληνικού παράκτιου χώρου. Ενώ, οι απασχολούμενοι στον τομέα της αλιείας φθάνουν τα 42.000 άτομα (1996) και τα 5000 άτομα στις θαλασσοκαλλιέργειες. Τέλος, η ελληνική παράκτια ζώνη φιλοξενεί σε ποσοστό που αγγίζει το 80% βιομηχανικές δραστηριότητες και μάλιστα σε κοντινή απόσταση από τα αστικά κέντρα ^[210].

Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Οικονομικών της Ελλάδας, η διάρθρωση της Ακαθάριστης Προστιθέμενης Αξίας (ΑΠΑ) και της απασχόλησης κατά κλάδο οικονομικής δραστηριότητας για το 2005 διαμορφώνεται όπως περιγράφει ο ακόλουθος πίνακας.

Πίνακας 5.1

Διάρθρωση της Ακαθάριστης Προστιθέμενης Αξίας (ΑΠΑ) - Απασχόλησης κατά κλάδο οικονομικής δραστηριότητας για το 2005						
	Ελλάδα			Ευρωζώνη		
	ΑΠΑ	Απασχό- ληση	ΑΠΑ / Απασχ.	ΑΠΑ	Απασχό- ληση	ΑΠΑ / Απασχ.

			ως προς το σύνολο			ως προς το σύνολο
Γεωργία-Αλιεία	5,2	13,5	38,5%	2,0	4,5	44,4%
Μεταποίηση, Ορυχεία, Ενέργεια, Νερό	13,2	15,1	87,4%	20,6	18,1	113,8%
Κατασκευές	7,6	8,2	92,7%	6,1	7,2	84,7%
Εμπόριο, Μεταφορές /Επικοινωνίες, Ξενοδοχεία /Εστιατόρια	31,8	27,6	115,2%	21,2	24,9	85,1%
Υπηρεσίες χρηματο- πιστωτικής διαμεσο- λάβησης, ακινήτων, ενοικίασης	19,3	9,5	203,2%	27,3	15,3	178,4%
Δημόσια Διοίκηση, Εκπαίδευση, Υγεία και λοιπές υπηρεσίες	22,9	26,1	87,7%	22,8	30,0	76,0%
Σύνολο ΑΠΑ (βασικές τρέχουσες τιμές) και Απασχόληση	100,0	100,0	100,0%	100,0	100,0	100,0%

ΠΗΓΗ: <http://www.mnec.gr>

Τόσο η διάρθρωση της Ακαθάριστης Προστιθέμενης Αξίας (ΑΠΑ), όσο και της απασχόλησης κατά κλάδο οικονομικής δραστηριότητας της Ελλάδας για το 2005 διαφέρει από εκείνο της ευρωζώνης. Το ποσοστό απασχόλησης στον αγροτικό τομέα παραμένει σχετικά υψηλό, αν και την τελευταία δεκαετία μειώνεται ετησίως κατά 2,1

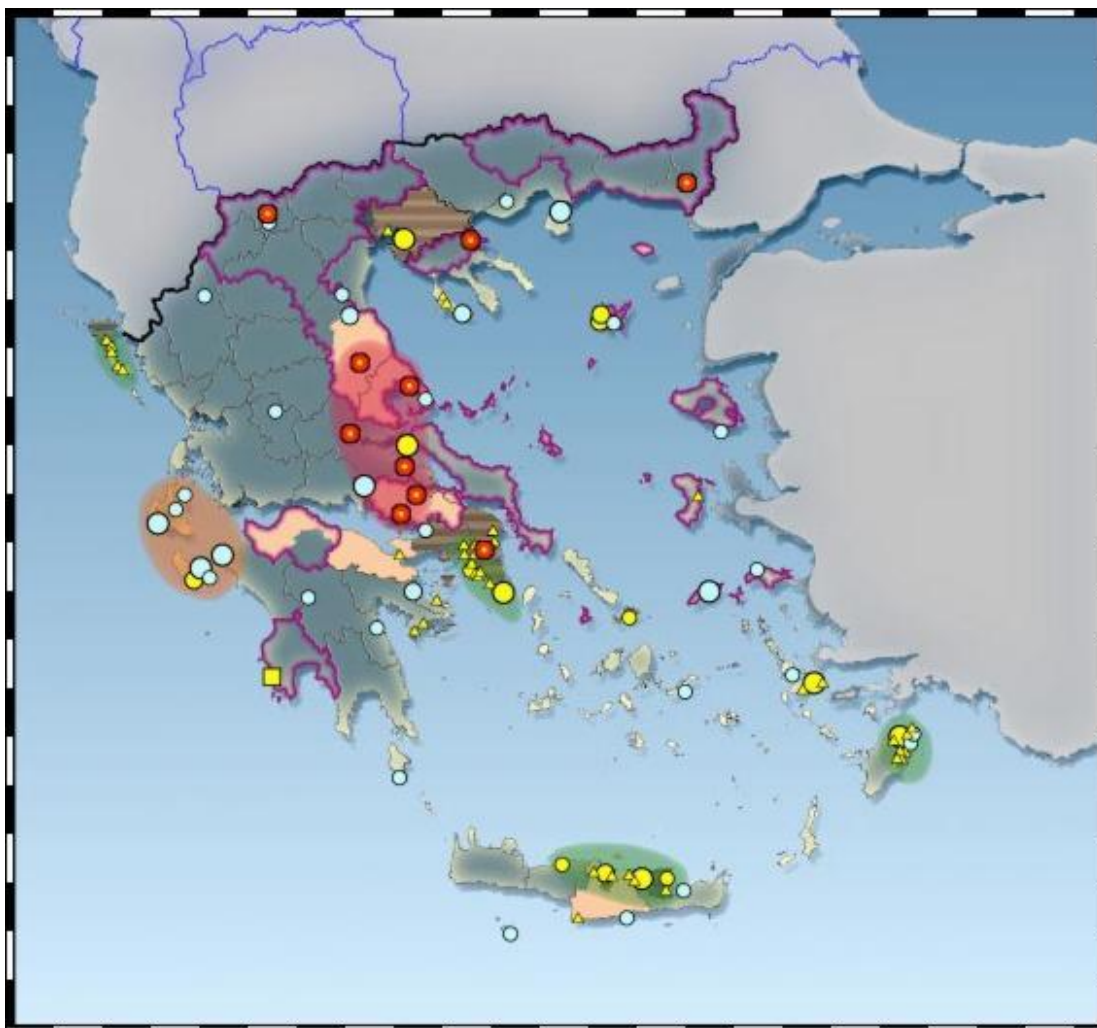
%. Ο δεύτερος κλάδος που περιλαμβάνει τη μεταποίηση, τα ορυχεία και την ενέργεια διαθέτει αρκετά χαμηλότερα ποσοστά απασχόλησης και ΑΠΑ σε σχέση με εκείνα της ευρωζώνης.

Ως κυριότερες πηγές ρύπανσης για τον ελληνικό χώρο θεωρούνται οι εξής:

1. τα αστικά απόβλητα, που ενδέχεται να περιλαμβάνουν ρυπογόνες ουσίες, όπως βαρέα μέταλλα, πετρελαϊκοί υδρογονάνθρακες, παθογόνοι μικροοργανισμοί και βιοαποικοδομήσιμη οργανική ύλη.
2. τα βιομηχανικά απόβλητα, που προκύπτουν από τη λειτουργία βιομηχανικών και βιοτεχνικών εγκαταστάσεων.
3. τα γεωργικά απόβλητα, που περιέχουν λιπάσματα, εντομοκτόνα και φυτοφάρμακα.
4. τα πετρελαιοειδή, που προέρχονται από θαλάσσιες μεταφορές και εγκαταστάσεις αποθήκευσης πετρελαίου.
5. η διασυνοριακή ρύπανση, που μπορεί να μεταφερθεί μέσω των ποταμών που διασχίζουν τις γείτονες χώρες, τον ατμοσφαιρικό αέρα, όπως επίσης και από το θαλάσσιο ορίζοντα (Μαύρη Θάλασσα, Αδριατική, τούρκικη ακτογραμμή).

Οι κύριες οικονομικές δραστηριότητες στον ελλαδικό χώρο απεικονίζονται στον χάρτη 1.

Χάρτης 1

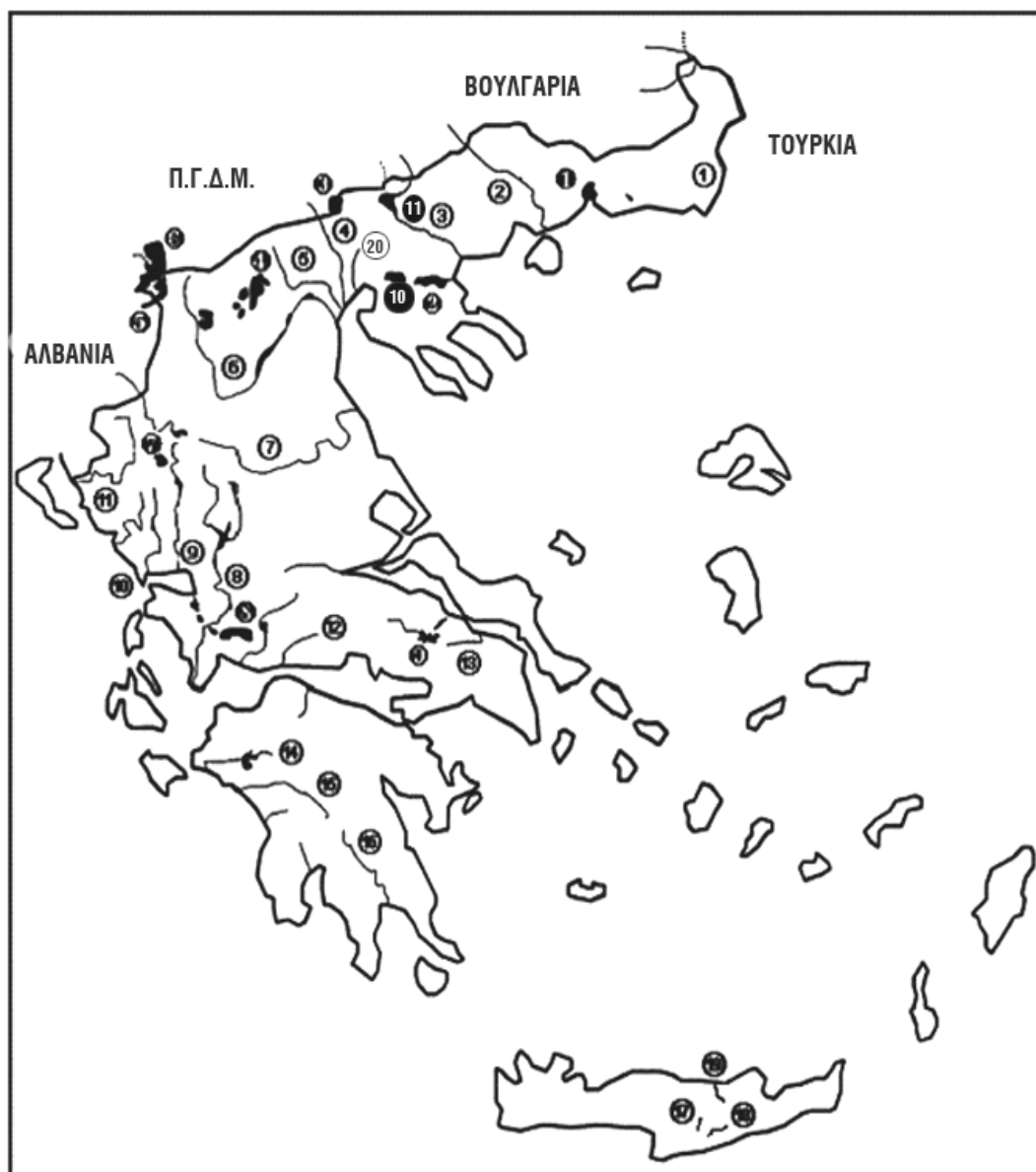


ΠΗΓΗ: www.minevr.gr

- Περιοχές Συγκέντρωσης Μεγάλων Βιομηχανικών Επενδύσεων
- Περιοχές Συγκέντρωσης Ιδιωτικών Τουριστικών Επενδύσεων
- Περιοχές Συγκέντρωσης Δημόσιων Τουριστικών Επενδύσεων
- Περιοχές Χαμηλής Ενίσχυσης (Ζώνες Α και Β) Βιομηχανικών Επενδύσεων.
- Φθίνουσες Βιομηχανικές Περιοχές
- Περιοχές Χαμηλής Ενίσχυσης (Ζώνες Α και Β) Τουριστικών Επενδύσεων.
- Μεγάλες Βιομηχανικές Επενδύσεις (> 5 δισεκατομμύρια δραχμές)
- Δημόσιες Τουριστικές Επενδύσεις
(Μαρίνες, Υδροθεραπευτήρια, κ.λ.π.)
- Ιδιωτικές Ξενοδοχειακές Μονάδες
- Λοιπές Ιδιωτικές Τουριστικές Επενδύσεις
(Συνεδριακά κέντρα, Γήπεδα Γκολφ, κ.λ.π.)
- Περιοχές Ολοκληρωμένης Τουριστικής Ανάπτυξης

Τα ποτάμια και οι λίμνες που έχουν παρακολουθηθεί για τη χρήση των φυτοφαρμάκων ή τη ρύπανση από τα βαρέα μέταλλα και θα σχολιαστούν στην παρούσα εργασία απεικονίζονται στον χάρτη 2.

Χάρτης 2. Τα ελληνικά ποτάμια και λίμνες που έχουν παρακολουθηθεί για τη χρήση των φυτοφαρμάκων και τη ρύπανση από τα βαρέα μέταλλα. Ποτάμια (μαύροι αριθμοί σε άσπρο φόντο): 1-Έβρος, 2-Νέστος, 3-Στρυμόνας, 4- Αξιός, 5-Λουδίας, 6-Αλιάκμονας, 7-Πηνειός, 8-Αχελώος, 9-Άραχθος, 10-Λούρος, 11-Καλαμάς, 12- Μόρνος, 13-Ασωπός, 14-Πηνειός (Πελοποννήσου), 15-Αλφειός, 16-Ευρώτας, 17-Χόνος, 18-Χάυγας, 19- Αποσελέμης, 20-Γαλλικός. Λίμνες (άσπροι αριθμοί σε μαύρο φόντο): 1-Βιστωνίδα, 2-Βόλβη, 3-Δοϊράνη, 4-Βεγορίτιδα, 5-Μικρή Πρέσπα, 6-Μεγάλη Πρέσπα, 7-Παμβώτιδα, 8-Τριχωνίδα, 9-Υλίκη, 10-Κορώνια, 11-Κερκίνη.



Το κλίμα της Ελλάδας αποτελεί μεταβατικό τύπο από τα εύκρατα στα ξηρά τροπικά κλίματα. Κύρια χαρακτηριστικά του είναι η έντονη ηλιακή ακτινοβολία και η παρατεταμένη θερινή ξηρασία ^[210]. Εξαιτίας της παρατεταμένης υψηλής θερμοκρασίας αλλά και της ξηρασίας (έλλειψη βροχοπτώσεων), τα νερά των ελληνικών θαλασσών χαρακτηρίζονται από υψηλή αλατότητα (40% σε μερικές περιοχές) ^[210].

6. ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ

Τα βαρέα μέταλλα αν και συνιστούν μία από τις κυριότερες πηγές ρύπανσης, είναι φυσικά συστατικά του φλοιού της γης. Σαν βαρέα μέταλλα χαρακτηρίζονται εκείνα τα μέταλλα που έχουν πυκνότητα μεγαλύτερη από 5.0 g/cm^3 , ή εκείνα που το ατομικό τους βάρος είναι μεγαλύτερο του 20, που ισούται με το ατομικό βάρος του ασβεστίου Ca. Εξαιρούνται τα αλκάλια, οι αλκαλικές γαίες, οι λανθανίδες και οι ακτινίδες.

Τα βαρέα μέταλλα δεν βιοαποδομούνται αλλά μετασχηματίζονται κατά τη διάρκεια του κύκλου τους στο περιβάλλον. Ο όρος βαρέα μέταλλα χρησιμοποιείται για να δηλώσει την τοξικότητα τους και τον ρυπογόνο τους χαρακτήρα. Επιπλέον, στις μέρες μας ο όρος αυτός περιλαμβάνει και στοιχεία που δεν ικανοποιούν το χημικό αυτό ορισμό, όπως το μέταλλο αργίλιο Al, που είναι ελαφρύτερο και κάποια μεταλλοειδή όπως τα As (αρσενικό), Se(σελήνιο), Sb (αντιμόνιο).

Τα βαρέα μέταλλα μπορεί να έχουν θετική ή αρνητική επίδραση στον οργανισμό. Παρεμβαίνουν στις βιοχημικές τους λειτουργίες με ποικίλους τρόπους, συμμετέχοντας στις μεταβολικές διαδικασίες και επηρεάζοντας τη φυσιολογία των οργανισμών^[37]. Τα βαρέα μέταλλα μπορούν να διακριθούν σε απαραίτητα και μη απαραίτητα, ανάλογα με τη σημασία τους για την ανθρώπινη ζωή. Απαραίτητα θεωρούνται εκείνα τα μέταλλα που ανιχνεύονται σε σταθερές συγκεντρώσεις στους υγιείς ιστούς και που η έλλειψη τους εμποδίζει έναν οργανισμό να αναπτυχθεί πλήρως ή να συμπληρώσει τον κύκλο ζωής του. Ως μη απαραίτητα θεωρούμε εκείνα τα μέταλλα που δεν έχει βρεθεί σήμερα ότι έχουν κάποιο διακριτό ρόλο σε μια βιολογική λειτουργία ή γενικότερα κάποια θετική επίδραση στη ζωή. Όμως, καθώς εξελίσσεται η επιστήμη και η έρευνα στο θέμα των βαρέων μετάλλων, αποδεικνύεται ότι είναι δύσκολη η διάκριση ανάμεσα στα απαραίτητα και μη απαραίτητα.

Αν αναλογιστεί κανείς ότι από τα 30 απαραίτητα για τη ζωή στοιχεία τα 17 είναι μέταλλα και τα 4 μεταλλοειδή^[37], συνειδητοποιεί αμέσως τη μεγάλη σημασία τους. Παρόλο αυτά, τα βαρέα μέταλλα όταν ξεπεράσουν τα όρια των φυσιολογικών συγκεντρώσεων σε έναν οργανισμό γίνονται τοξικά ή και θανατηφόρα. Η τοξικότητα ενός μετάλλου είναι ανεξάρτητη από το αν είναι απαραίτητο ή μη απαραίτητο στοιχείο για τη ζωή, αλλά εξαρτάται από τη συγκέντρωση του στο περιβάλλον και στους οργανισμούς. Στοιχεία λοιπόν, όπως το κοβάλτιο, ο σίδηρος, ο χαλκός και ο ψευδάργυρος που είναι απαραίτητα μπορούν να γίνουν τοξικά σε υψηλές συγκεντρώσεις ή ακόμη στοιχεία όπως το σελήνιο και το νικέλιο, επίσης απαραίτητα, παρουσιάζουν τοξικότητα σε πολύ χαμηλότερες συγκεντρώσεις. Τέλος, μέταλλα όπως ο μόλυβδος, ο υδράργυρος και το κάδμιο είναι μη απαραίτητα και τοξικά.

Τα βαρέα μέταλλα θα μπορούσαμε να τα χωρίσουμε σε 4 κατηγορίες με βάση τη φυσιολογική λειτουργία τους ^[88]:

1. Σε απαραίτητα μέταλλα, όπου μία συνιστώμενη ημερήσια ποσότητα έχει καθιερωθεί επισήμως (πίνακας 6.1). Αυτά τα μέταλλα έχουν αποδειχθεί σημαντικά για τη φυσιολογική ανάπτυξη του εγκεφάλου και του οργανισμού, και ο βιολογικός τους ρόλος έχει διευκρινθεί. Τέτοια είναι ο σίδηρος, ο ψευδάργυρος και το σελήνιο.
2. Μέταλλα για τα οποία υπάρχει αναμφίβολη απόδειξη ότι έχουν σημαντικό ρόλο στον μεταβολισμό του ανθρώπου, αλλά για τα οποία δεν έχουν καθιερωθεί συνιστώμενες ημερήσιες ποσότητες, ενώ υπάρχουν εκτιμώμενα όρια ασφαλείας για ημερήσια πρόσληψη (πίνακας 6.2). Τέτοια είναι ο χαλκός, το μαγγάνιο, το χρώμιο, το κοβάλτιο και ο μόλυβδος.
3. Μέταλλα τα οποία ανιχνεύονται σε σημαντικές ποσότητες συνέχεια σε ιστούς ή βιολογικά υγρά, αλλά δεν υπάρχει αδιαμφισβήτητη επιστημονική άποψη για το αν είναι ευεργητικά ή καταστροφικά σε αυτά τα επίπεδα συγκέντρωσης. Τέτοια είναι το λίθιο, το νικέλιο, ο κασσίτερος και το πυρίτιο.
4. Μέταλλα για τα οποία δεν υπάρχει καμία γνωστή βιολογική λειτουργία στην οποία να συνεισφέρουν, όταν όμως βρίσκονται στον οργανισμό σε σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις προκαλούν παθολογικές αλλαγές. Σε αυτά τα τοξικά μέταλλα συμπεριλαμβάνονται το αλουμίνιο, το κάδμιο, ο υδράργυρος, ο μόλυβδος και το αρσενικό.

Πίνακας 6.1

Βαρέα μέταλλα (Zn, I, Se) και η συνιστώμενη ημερήσια ποσότητα.

Κατηγορία	Ηλικία (έτη) ή κατά- σταση	Βάρος		Ύψος		Zn (mg)	I (μg)	Se (μg)
		kg	lb	Cm	In			
Βρέφη	0.1-0.5	6	13	60	24	5	40	10
	0.5-1.0	9	20	71	28	5	50	15
Παιδιά	1-3	13	29	90	35	10	70	20
	4-6	20	44	112	44	10	90	20
	7-10	28	62	132	52	10	120	30

Άνδρες	11-14	15	99	157	62	15	150	40
	15-18	66	145	176	69	15	150	50
	19-24	72	169	177	70	15	150	70
	25-50	79	174	176	70	15	150	70
	51+	77	170	173	68	15	150	70
Γυναίκες	11-14	46	101	157	62	12	150	45
	15-18	55	120	163	64	12	150	50
	19-24	58	128	164	65	12	150	55
	25-50	63	138	163	64	12	150	55
	51+	65	143	160	63	12	150	55
Έγκυες						19	175	65
Θηλάζουσες	1^ο εξάμηνο					16	200	75
	2^ο εξάμηνο						200	75

ΠΗΓΗ: Kaplan and Pesce, 1996.

Πίνακας 6.2

Βαρέα μέταλλα (Cu, Mn, Cr) και εκτιμώμενα όρια ασφαλείας για ημερήσια πρόσληψη.

Κατηγορία	Ηλικία(έτη)	Cu (mg)	Mn (mg)	Cr (μg)
Βρέφη	0-0.5	0.4-0.6	0.3-0.6	10-40
	0.5-1	0.6-0.7	0.6-1.0	20-60
Παιδιά & Έφηβοι	1-3	0.7-1.0	1.0-1.5	20-80
	4-6	1.0-1.5	1.5-2.0	30-120
	7-10	1.0-2.0	2.0-3.0	50-200
	11+	1.5-2.5	2.0-5.0	50-200
Ενήλικες		1.5-3.0	2.0-5.0	50-200

ΠΗΓΗ: Kaplan and Pesce, 1996.

Τα βαρέα μέταλλα, σε σχέση με άλλους ρυπαντές, δεν βιοαποδομούνται αλλά μόνο μετασχηματίζονται κατά τη διάρκεια του κύκλου τους στο περιβάλλον. Τα βαρέα μέταλλα επειδή δε διασπώνται, έχουν την ιδιότητα να βιοσυσσωρεύονται στους οργανισμούς. Βιοσυσσώρευση, καλείται το φαινόμενο κατά το οποίο κάποια χημική ουσία παρουσιάζει συνεχώς αυξανόμενες συγκεντρώσεις σε έναν οργανισμό. Τα βαρέα μέταλλα μέσα από το νερό, τον αέρα και το έδαφος μπορούν να εισέλθουν στα τρόφιμα και μέσω αυτής της οδού στον άνθρωπο. Η μεταφορά τους είναι εύκολη μέσω των επιφανειακών υδάτων και του ατμοσφαιρικού αέρα. Για παράδειγμα, ο υδράργυρος (Hg) συναντάται στη φύση υπό μορφή ανοργάνων και οργανικών ενώσεων αλλά και σαν υγρό μέταλλο. Οι οργανικές ενώσεις του υδράργυρου είναι ιδιαίτερα τοξικές με το μεθυλικό υδράργυρο να χαρακτηρίζεται ως η τοξικότερη ^[201]. Το βαρύ αυτό μέταλλο που συναντάται στις ηλεκτρικές συσκευές, στα χρώματα, στα μυκητοκτόνα αποτελεί έναν σημαντικό ρυπαντή του περιβάλλοντος, το οποίο όμως είναι ικανό να προκαλέσει ανεπανόρθωτες βλάβες στο νευρικό σύστημα και στην ανάπτυξη του εγκεφάλου ή και θανατηφόρες. Το τραγικό περιστατικό στη Minamata της Ιαπωνίας το 1953 ανέδειξε το θέμα του υδραργύρου σε καίριο ζήτημα συζήτησης και έρευνας (Ιράκ 71-72, Σουηδία, Φινλανδία, ποταμός Agano Ιαπωνία) ^{[201][37]}. Στον κόλπο της Minamata ο μεθυλικός υδράργυρος δηλητηρίαζε τους ψαράδες και τις οικογένειες τους, αλλά και τους καταναλωτές ψαριών που προμηθεύονταν ψάρια από την περιοχή. Τα συμπτώματα της αρρώστιας που προκαλούνταν από τη συγκέντρωση του τοξικού αυτού στοιχείου στον οργανισμό ήταν σοβαρές νευρολογικές παθήσεις, σωματικές και διανοητικές βλάβες. Ο αριθμός των ατόμων που παρουσίασε αυτά τα συμπτώματα ξεπέρασε τις 2000, ενώ παρατηρήθηκαν 780 θανατηφόρα κρούσματα^[214]. Στον πίνακα 6.3 παρατίθενται οι συγκεντρώσεις Hg σε δείγματα από τη Minamata και από μη ρυπασμένες από Hg περιοχές. Το μέταλλο αυτό εντοπίστηκε στα απόβλητα ενός χημικού εργοστασίου, που τα απέρριπτε στη θάλασσα. Στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής έχουν τεθεί όρια συγκέντρωσης υδράργυρου για την ασφαλή κατανάλωση ψαριών που κυμαίνονται από 0.4 έως 1.0 mg Hg/kg^[83]. Τον Ιούνιο του 2003 ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας σε συνεργασία με τον Οργανισμό Διατροφής και Γεωργίας αναθεώρησε τις συστάσεις του για το μεθυλικό υδράργυρο. Τα προσωρινά ανεκτά όρια πρόσληψης μεθυλικού υδράργυρου τα έθεσε σε 1.6 μg/kg βάρους σώματος, ενώ ήταν 3.3 μg/kg βάρους σώματος ^[224].

Πίνακας 6.3

Συγκεντρώσεις Hg σε δείγματα από τον κόλπο της Minamata και από περιοχές μη ρυπασμένες από Hg (mg/kg ξηρού βάρους).

Δείγματα	Κόλπος Minamata	Μη ρυπασμένες από Hg
----------	-----------------	----------------------

		περιοχές
Μύδια	11-39	1.70-6.00
Ψάρια	10-55	0.01-1.70
Γάτες		
Συκώτι	40-145	0.64-6.60
Νεφρά	12-36	0.05-0.82
Εγκέφαλος	8-18	0.05-0.13
Άνθρωπος		
Συκώτι	22-70	0.07-0.84
Νεφρά	22-144	0.25-10.70
Εγκέφαλος	2-25	0.05-1.50
Μαλλιά	281-705	0.14-7.50

ΠΗΓΗ: Φυτιάνος και Σαμανίδου, 1988.

Οι πηγές των βαρέων μετάλλων μπορούν να διακριθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες: στις φυσικές και τις ανθρωπογενείς. Όσον αφορά τις φυσικές, οι κυριότερες προκύπτουν από τη διάβρωση της χέρσου από ποτάμια και κύματα, από ηφαίστεια, θερμοπηγές, αλλά και μετεωρίτες. Οι ανθρωπογενείς που μας απασχολούν περισσότερο, περιλαμβάνουν μια σειρά από διεργασίες, όπως οι απορροές από χώρους εξόρυξης μεταλλευμάτων ή απόθεσης των παραπροϊόντων των ορυχείων, οι βιομηχανικές εκροές (απόβλητα), τα αστικά λύματα και οι απορροές, η μεταφορά των μετάλλων μέσω των βρόχινων νερών ή και των υπόγειων υδάτων από χώρους απόθεσης απορριμμάτων και γεωργικών δραστηριοτήτων. Η κατηγορία αυτή απελευθερώνει στο περιβάλλον συγκρίσιμες ή συχνά μεγαλύτερες ποσότητες μετάλλων από τις φυσικές πηγές σε τοπική ή παγκόσμια κλίμακα ^{[24] [25]}.

Πίνακας 6.4

Βαρέα μέταλλα που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα από κάποιες ανθρώπινες δραστηριότητες.

	Δραστηριότητες				
Βαρέα μέταλλα	Σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής	Επεξεργασία και εξαγωγής	Συγκοινωνίες	Απόβλητα και αποτέφρωση	Αεροζόλ σπραί

	ενέργειας	μετάλλου			
Be	+	+			
Al		+		+	+
Cr	+	+	+	+	
Mn	+	+	+		
Fe	+	+			
Co		+	+		
Ni		+	+	+	
Cu	+	+	+	+	+
Zn	+	+	+	+	+
As	+	+		+	
Se	+	+			
Br			+		
Sr	+				
Mo	+	+			
Ag		+		+	
Cd		+	+	+	+
Sn		+		+	
Sb	+	+	+	+	
Hg	+	+		+	+
Pb		+	+	+	
Bi		+			
Be: Βηρύλλιο, Al: Αργίλιο, Cr: Χρώμιο, Mn: Μαγγάνιο, Fe: Σίδηρος, Co: Κοβάλτιο, Ni: Νικέλιο, Cu: Χαλκός, Zn: Ψευδάργυρος, As: Αρσενικό, Se: Σελήνιο, Br: Βρώμιο, Sr: Στρόντιο, Mo: Μολυβδαίνιο, Ag: Άργυρος, Cd: Κάδμιο, Sn: Κασσίτερος, Sb: Αντιμόνιο, Hg: Υδράργυρος, Pb: Μόλυβδος, Bi: Βισμούθιο.					

ΠΗΓΗ: Fifield and Haines, 1997.

Πίνακας 6.5

Βαρέα μέταλλα που απελευθερώνονται στα υδάτινα οικοσυστήματα από κάποιες ανθρώπινες δραστηριότητες.

	Δραστηριότητες
--	----------------

Βαρέα μέταλλα	Βιομη- χανίες μεταλλευ- μάτων	Καύση λιγνίτη και καυσίμων	Μεταποι- ητικές βιομη- χανίες	Γεωργία	Αστικά και Γεωργικά λύματα /απόβλητα	Συγκοινωνίες
Be	+	+	+			
Al	+		+		+	
Cr	+	+	+	+	+	+
Mn	+			+	+	+
Fe	+	+	+		+	
Co	+		+			
Ni	+	+	+	+	+	+
Cu	+	+	+	+	+	+
Zn	+	+	+	+	+	+
As	+	+	+	+	+	
Se	+	+	+			
Br			+			+
Sr		+	+			
Mo	+	+	+			
Ag	+		+			
Cd	+	+	+	+	+	+
Sn	+		+			
Sb	+	+	+			
Hg	+	+	+	+	+	
Pb	+	+	+	+	+	+
Bi			+			

ΠΗΓΗ: Fifield and Haines, 1997.

Τα βαρέα μέταλλα μπορούν να απειλήσουν τη δημόσια υγεία, αφού η πρόσληψή τους σε μη επιθυμητά όρια προκαλεί μία σειρά από προβλήματα υγείας. Το κάδμιο παραδείγματος χάριν είναι ένα τοξικό μέταλλο, του οποίου η τοξικότητα επηρεάζει πρωτίστως το συκώτι και τα νεφρά . Σύμφωνα με δημοσιεύσεις της IARC ^[80], τα στοιχεία που υπάρχουν προκειμένου το εν λόγω μέταλλο να χαρακτηριστεί ως καρκινογόνο για τον άνθρωπο χαρακτηρίζονται ως επαρκή.

Το κάδμιο παρουσιάζει βιολογικό χρόνο ημιζωής στο ανθρώπινο σώμα και ειδικά στα νεφρά, 10-40 έτη ^[132] ^[195]. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας ^[194] τα προσωρινά ανεκτά όρια πρόσληψης καδμίου την εβδομάδα είναι τα 400-500 μg την ημέρα κατά μέσο όρο.

Άλλο μέταλλο που έχει απασχολήσει την επιστημονική κοινότητα είναι ο μόλυβδος, που και αυτό παραμένει στο ανθρώπινο σώμα για πολλά έτη και έτσι μπορεί να συσσωρευτεί σε μεγάλες ποσότητες ^[194]. Οι επιπτώσεις που μπορεί να προκαλέσει εντοπίζονται στο αίμα (αναιμία ή και θάνατος), στα νεφρά (αμινοξυουρία, γλυκοζουρία, υπερφωσφατουρία, νεφροπάθεια), στο κεντρικό νευρικό σύστημα (εγκεφαλοπάθεια, κώμα ακόμη και θάνατος), με τα παιδιά να παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ευαισθησία ^[78]. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας ορίζει ως κρίσιμο όριο συγκέντρωσης του μολύβδου στο αίμα τα 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ ^[131], ενώ η προσωρινά ανεκτή εβδομαδιαία πρόσληψη μολύβδου είναι τα 25 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ ανθρώπινου βάρους ^[148].

6.1. ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΙ ΠΟΡΟΙ.

Σε τρίχρονη μελέτη που δημοσιεύθηκε το 2003, εκτιμήθηκε η ποιότητα των επιφανειακών νερών στη βόρεια Ελλάδα ^[162]. Βασικός σκοπός της έρευνας ήταν η δημιουργία μίας εθνικής βάσης δεδομένων για την ποιότητα των νερών του βόρειου ελλαδικού χώρου. Σε εκείνες τις περιοχές η Ελλάδα γειτνιάζει με χώρες, ως επί των πλείστων, του πρώην ανατολικού μπλόκ, όπου η πρόσβαση σε δεδομένα και πληροφορίες για περιβαλλοντικούς δείκτες και μετρήσεις είναι προς το παρόν ελλιπής.

Στη προαναφερθείσα μελέτη η έρευνα διήρκεσε 3 χρόνια από τον Φεβρουάριο του 1997 έως τον Ιανουάριο του 2000. Τα ποτάμια που εξετάστηκαν θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως τα κυριότερα της Βόρειας Ελλάδας: ο Αλιάκμονας, ο Αξιός, ο Λουδίας, ο Στρυμόνας και ο Γαλλικός. Οι εν λόγω ποταμοί διασχίζουν τις βασικότερες αγροτικές, βιομηχανικές και αστικές περιοχές του βόρειου ελλαδικού χώρου.

Ο Αλιάκμονας είναι ο μεγαλύτερος ποταμός της χώρας που οι πηγές του είναι σε ελληνικό έδαφος, όπως επίσης και οι εκβολές του. Πηγάζει από το Βόιο όρος του νομού Καστοριάς και τα όρη Σμόλικά και Ορλιάκα προς την πλευρά των Γρεβενών. Διασχίζει τους νομούς Γρεβενών, Καστοριάς, Κοζάνης, Ημαθίας, Πιερίας και εκβάλλει λίγο νοτιότερα από τις εκβολές του Αξιού ποταμού για να χυθεί στο Θερμαϊκό κόλπο δημιουργώντας ένα εκτεταμένο δέλτα πλούσιο σε χλωρίδα και πανίδα ^[223].

Έχει συνολικό μήκος 310 χιλιόμετρα. Παρουσιάζει μια πληθώρα χειμάρρων και παραποτάμων (Βενέτικος, Γρεβενίτης, Εδεσσαίος, Αράπιτσα) που αποτελούσε και συνεχίζει να αποτελεί πηγή ζωής προσφέροντας τα νερά του. Οι όχθες του Αλιάκμονα, στο νομό Κοζάνης, είναι σχεδόν γυμνές από δένδρα, γιατί έχουν γίνει σχετικά πρόσφατα πολλές παρεμβάσεις στην κοίτη του (φράγματα Πολυφύτου, Ασωμάτων, Σφηκίας). Αντίθετα στην περιοχή των Γρεβενών υπάρχει πλούσια βλάστηση από οξιές, βελανιδιές, πλατάνια και πολλά ποώδη.

Ο Αξιός ποταμός είναι ο μεγαλύτερος της Μακεδονίας. Οι πηγές του βρίσκονται στις βουνοπλαγιές του όρους Σκάρδου της πρώην Γιουγκοσλαβικής Δημοκρατίας της Μακεδονίας. Το συνολικό του μήκος είναι 335 χιλιόμετρα και από αυτά μόνο τα 76 βρίσκονται σε ελληνικό έδαφος. Οι εκβολές του παλιά ήταν 10 χιλιόμετρα ΒΑ από τη σημερινή τους θέση, κοντά στις εκβολές του ποταμού Γαλλικού, στο δυτικό στόμιο του λιμανιού της Θεσσαλονίκης. Όμως, επειδή με τις φερτές του ύλες θα έκλεινε το λιμάνι της Θεσσαλονίκης, μετατρέποντάς το σε λίμνη, άλλαξε η κοίτη του με τεχνικά έργα και οι εκβολές του μετατοπίστηκαν από το στόμιο

του λιμανιού στο στόμιο του κόλπου της Θεσσαλονίκης, κοντά στις εκβολές του ποταμού Λουδία ^[222].

Στην περιοχή του Βαλτοχωρίου έχει κατασκευαστεί το φράγμα της Έλλης μήκους 1.132 μέτρα, με τα νερά του οποίου αρδεύονται με ανοιχτές διώρυγες (καναλέττα) περί τα 330.000 στρέμματα ακαθάριστης γεωργικής γης. Στις εκβολές του σχηματίζεται δέλτα συνολικού εμβαδού 22.000 στρεμμάτων, το οποίο μαζί με τις εκβολές του Λουδία, το δέλτα του Αλιάκμονα και τις Αλυκές Κίτρους, αποτελεί υγρότοπο διεθνούς σημασίας που προστατεύεται από τη συνθήκη Ραμσάρ.

Ο ποταμός Λουδίας μήκους μόλις 37 χιλιομέτρων , έχει τις πηγές του στο Βέρμιο και εκβάλλει στο Θερμαϊκό κόλπο. Η κανονική του ροή ξεκινά από τα όρη των συνόρων μεταξύ Ελλάδας και Πρώην Γιουγκοσλαβικής Δημοκρατίας της Μακεδονίας, αλλά τα αποξηραντικά έργα της περιοχής περιόρισαν πολύ το μήκος του ^[222].

Ο ποταμός Στρυμόνας είναι ποταμός της Βαλκανικής Χερσονήσου με μήκος 360 χιλιόμετρα, εκ των οποίων τα 242 βρίσκονται σε βουλγαρικό έδαφος και τα 118 σε ελληνικό. Στο ελληνικό έδαφος ο ποταμός ρέει αποκλειστικά στο έδαφος του νομού Σερρών και μαζί με τον Αγγίτη , που είναι ο κυριότερος ελληνικός παραπόταμός του, ανήκουν στην υδρογραφική λεκάνη της ανατολικής Μακεδονίας ^[222].

Ο ποταμός Στρυμόνας πηγάζει από το όρος Βίταζα, νοτιοδυτικά της Σόφιας σε υψόμετρο 2.200μ. Ρέει προς νότο, αρχικά πολύ ορμητικός μέσα από χαράδρες, ενώ στη συνέχεια σχηματίζει μια εύφορη κοιλάδα ανάμεσα στα όρη Ρούγιεν και Ρίλα. Συνεχίζοντας προς νότο, διανοίγει μια δίοδο ανάμεσα στα όρη Μάλες και Πιρίν και λίγο πριν την είσοδό του στο ελληνικό έδαφος, δέχεται τα νερά του σημαντικότερου παραποτάμου του, του Στρούμιτσα, που πηγάζει από το όρος Πλακοβίτσα στο νοτιοανατολικό άκρο της Γιουγκοσλαβίας.

Στην Ελλάδα εισέρχεται δυτικά του χωριού Προμαχώνας, δια μέσου των στενών της Κούλας ή του Ρούπελ, που ο ίδιος έχει διανοίξει ανάμεσα στις οροσειρές της Κερκίνης (Μπέλες) και του Όρβηλου (Αγγίστρου). Στο σημείο αυτό λόγω της απότομης αλλαγής της κλίσης του εδάφους, ο ποταμός χάνει την ορμητικότητά του και χωρίζεται σε δύο κύριους κλάδους. Ο δυτικός κλάδος εισέρχεται στη Λίμνη Κερκίνη και υπερχειλίζει στη νότια πλευρά της ,στη συνέχεια ρέει προς τα νοτιοανατολικά μέχρι το σημείο που ενώνεται με τον ανατολικό μεγαλύτερο κλάδο και σχηματίζουν ενιαία κοίτη κοντά στο χωριό Λιθοτόπι.

Ο Στρυμόνας συμβάλλει με τον Αγγίτη ο οποίος πηγάζει στις νότιες παρυφές του Φαλακρού Όρους , 5 χιλιόμετρα πριν τις εκβολές του. Στην θέση αυτή υπήρχε η αποξηραμένη σήμερα λίμνη του Αχινού. Τέλος, ο Στρυμόνας διέρχεται ανάμεσα στα όρη Κερδύλλιο και Παγγαίο και εκβάλλει στον Στρυμονικό κόλπο, ανατολικά του χωριού Ν Κερδύλλια σχηματίζοντας μικρό δέλτα . Η περιορισμένη έκταση του δέλτα οφείλεται στην επίδραση του κυματισμού και της κατά μήκος των ακτών διάχυσης των φερτών υλικών του ποταμού. Παλαιότερα οι εκβολές του βρίσκονταν ανατολικότερα από τις σημερινές.

Ο Γαλλικός (ή Εχέδαρος ή Εχέδωρος) πηγάζει από το όρος Δύσωρο ή Κρούσια και χύνεται στον Θερμαϊκό Κόλπο. Δεν χρησιμοποιείται για αρδευτικούς λόγους αλλά επικουρικά ως πόσιμο νερό ^[222].

Οι δειγματοληψίες έγιναν σε 25 διαφορετικά σημεία των διαδρομών των ποταμών, μηνιαίως. Ανάμεσα στα ποιοτικά χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν ήταν και κάποια βαρέα μέταλλα, όπως κάδμιο, χρώμιο, χαλκός, υδράργυρος, σίδηρος, μαγγάνιο, νικέλιο, μόλυβδος, σελήνιο, ψευδάργυρος. Στον πίνακα που ακολουθεί παραθέτονται τα αποτελέσματα.

Πίνακας 6.6

Βαρέα Μέταλλα	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Μέγιστη τιμή	Ελάχιστη τιμή
Cu	4.2	2.4	2.0	7.0
Cr	6.5	5.5	1.0	18.0
Ni	4.1	2.9	2.0	12.0
Mn	155.4	102.3	45	291
Fe	326.6	211.9	113	833
Pb	3.4	3.1	1.0	16.0
Zn	57.2	44.8	20	157
Cd	0.36	0.19	0.1	0.6
Se	<0.1	-	<0.1	<0.1
Hg	<0.2	-	<0.2	<0.2
Οι μετρήσεις αναφέρονται σε µg/L				

Σε μελέτη που δημοσιεύθηκε το 2004 για την εκτίμηση της ρύπανσης των επιφανειακών νερών στην Ελλάδα ανιχνεύθηκε και η παρουσία βαρέων μετάλλων σε λίμνες, ποτάμια και θαλάσσιους χώρους ^[112]. Επιπλέον, ερευνήθηκε η πιθανή ύπαρξη βαρέων μετάλλων στις εκροές μονάδων επεξεργασίας αστικών λυμάτων και βιομηχανιών. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν ότι οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων που εξετάστηκαν βρίσκονται σε μετριοπαθή επίπεδα.

Η συνολική έρευνα περιέλαβε 53 δειγματοληπτικούς σταθμούς σε 11 ποτάμια, 7 λίμνες, 4 θαλάσσιες περιοχές, 3 μονάδες επεξεργασίας αστικών λυμάτων και 3 βιομηχανίες. Δύο τέτοιοι σταθμοί εγκαταστάθηκαν σε κάθε ποτάμι, ο πρώτος δίπλα στην πηγή και ο δεύτερος δίπλα στην εκβολή του ποταμού. Επίσης, σε κάθε λίμνη εγκαταστάθηκαν δύο δειγματοληπτικοί σταθμοί, εξαιρουμένων της Δοϊράνης (ένας σταθμός) και της μεγάλης Πρέσπας (τέσσερις σταθμοί). Τα δείγματα λαμβάνονταν εποχικά, τέσσερις φορές το χρόνο, από τον Οκτώβριο του 1998 έως το Σεπτέμβριο του 1999.

Τα ποτάμια που εξετάστηκαν ήταν:

α. Ο Έβρος

Ο ποταμός Έβρος, φυσικό σύνορο μεταξύ Ελλάδας, Βουλγαρίας (στα βόρεια) και Τουρκίας (στα ανατολικά), έχει συνολικό μήκος 530χμ. εκ των οποίων τα 230χμ. ανήκουν στην Ελλάδα. Δεύτερος μεγαλύτερος ποταμός στα Βαλκάνια μετά το Δούναβη, ο Έβρος πηγάζει από την οροσειρά Ρίλα στη Βουλγαρία και εκβάλλει στο Θρακικό πέλαγος, αρδεύοντας καθ' οδόν ολόκληρη την πεδιάδα του ομώνυμου νομού. Παραπόταμοι του Έβρου στην Ελλάδα είναι ο ποταμός Άρδας, ο οποίος διασχίζει την περιοχή Τριγώνου στα βόρεια του νομού, ο Ερυθροπόταμος, που περνά μέσα από τη λοφώδη και την πεδινή περιοχή των Μεταξάδων-Παλουριού και την πόλη του Διδυμότειχου, όπως επίσης το Διαβολόρεμα, ο Καμηλοπόταμος και το Μεγάλο Ρέμα. Άλλοι παραπόταμοι εκτός των ελληνικών συνόρων είναι ο Τούντζας (Βουλγαρία και Τουρκία) και ο Εργίνης ποταμός (Τουρκία) ^[222].

β. Ο Νέστος (ο Μέστας των Βουλγάρων).

Ποταμός των Βαλκανίων, που ανήκει στη Βουλγαρία και στην Ελλάδα. Ξεκινά από την ορεινή μάζα που βρίσκεται νότια της Σόφιας και ειδικότερα από το όρος Ρίλο, όπως και ο Έβρος, αλλά από τη νότια πλευρά, και σχηματίζεται από δύο αρχικούς κλάδους, το Λευκό και τον Μαύρο. Μπαίνει στην Ελλάδα στο νομό Δράμας και ρέει νοτιοανατολικά λόγω της παρουσίας των

ορεινών όγκων Φαλακρού και Λεκάνης. Τελικά στρέφεται νότια και χύνεται στο βόρειο Αιγαίο απέναντι από τη Θάσο, ύστερα από ροή 130 χιλιομέτρων σε ελληνικό έδαφος ^[222].

Οι εκβολές του σχηματίζουν αξιόλογο δέλτα που θεωρείται σημαντικός υδροβιότοπος. Είναι ποτάμι με αρκετά γρήγορη ροή (άνω των 2 μέτρων/δευτερόλεπτο), επειδή πρέπει σε μικρό χώρο να καλύψει μεγάλες υψομετρικές διαφορές. Το συνολικό του μήκος είναι 130 χιλιόμετρα ^[222].

γ. Ο Πηνειός

Ποτάμι της Θεσσαλίας, ο Πηνειός (αργυροδίνης, δινήης κατά τον Όμηρο) έλαβε τη σημερινή του μορφή, μετά την απομάκρυνση των υδάτων της άλλοτε μεγάλης Θεσσαλικής λίμνης, από ρήγμα που δημιουργήθηκε στην κοιλάδα των Τεμπών. Ο Πηνειός σχηματίζεται από τη συμβολή του Μαλακασιώτικου ρέματος που πηγάζει από το βουνό Λάκμος και του ρέματος Μουργκάνι, που πηγάζει από τα Αντιχάσια ^[222].

Το μήκος του φθάνει τα 205 χιλιόμετρα και είναι ο 3ος σε μήκος ποταμός της χώρας. Διαρρέει τη Θεσσαλική πεδιάδα και τροφοδοτείται από τα νερά των παραποτάμων: Ληθαίου, Πορταϊκού, Παμίσου, Σοφαδίτικου, Ενιπέα, Τιταρησίου καθώς και τα νερά από την εκτροπή του Ταυρωπού στην περιοχή της Καρδίτσας. Μετά την Λάρισα δημιουργεί έντονους μαιανδρισμούς, διέρχεται την κοιλάδα των Τεμπών και εκβάλλει στο Αιγαίο σχηματίζοντας μικρό Δέλτα.

Δέχεται σημαντική ρύπανση από αστικά και βιομηχανικά απόβλητα καθώς και από την εντατική γεωργική και κτηνοτροφική δραστηριότητα που χαρακτηρίζει τη Θεσσαλική πεδιάδα. Έχει υποστεί σημαντικές αλλοιώσεις από τον εγκιβωτισμό της κοίτης του, την κατασκευή αρδευτικών δικτύων, των προσωρινών φραγμάτων και τις υπεραντλήσεις. Κατά τους θερινούς μήνες, που οι απαιτήσεις σε νερό είναι μεγάλες και υπάρχει και μείωση της παροχής του ποταμού, οι συνέπειες από την ρύπανση είναι πλέον εμφανείς και έντονες. Με τα νερά του αρδεύονται γύρω στα 80.000 στρέμματα και παράλληλα υδροδοτούνται οικισμοί της Θεσσαλίας.

δ. Ο Ασωπός

Ποταμός που πηγάζει από τον Ελικώνα και τον Κιθαιρώνα, περνά από τη Βοιωτία και την Αττική και χύνεται στον Ευβοϊκό κόλπο, κοντά στον Ωρωπό. Σήμερα λέγεται Βουργένης και Ωρωπός. Το συνολικό του μήκος φθάνει τα 80 χιλιόμετρα.

ε. Ο Πηνειός της Πελοποννήσου

Ποταμός της Πελοποννήσου που πηγάζει από το ορεινό συγκρότημα του Ερύμανθου και των παραφυάδων του και εκβάλλει στο Ιόνιο Πέλαγος κοντά στη Γαστούνη. Σχηματίζει τεχνητή λίμνη, με επιφάνεια περίπου διπλάσια από αυτή της λίμνης του Μαραθώνα. Έχει μήκος 70 χιλιόμετρα ^[222].

στ. Ο Ευρώτας

Ποταμός της Θεσσαλίας που πηγάζει από τη Βλαχοκερασιά και έχει μήκος 82 χιλιόμετρα ^[222].

ζ. Ο Αλφειός

Ο μεγαλύτερος ποταμός της Πελοποννήσου, μήκους 110 χιλιομέτρων. Χύνεται στον Κυπαρισσιακό κόλπο, ύστερα από ροή αρχικά βορειοδυτική και κατόπιν δυτική. Στα λεγόμενα Τριπόταμα ενώνεται με τους μεγάλους παραπόταμους του Λάδωνα και Ερύμανθο ^[222].

Ο Λάδωνας διαθέτει αρκετά πλούσια πανίδα. Είναι σημαντικός παραπόταμος του Αλφειού ποταμού, τροφοδοτείται από τον ορεινό όγκο των Αροάνιων, διασχίζει τα σύνορα Αχαΐας και Αρκαδίας και εκβάλλει μαζί με τον Αλφειό στην περιοχή Τριπόταμων, λίγο πριν από την ένωσή του με τον Ερύμανθο. Νότια της Δάφνης Καλαβρύτων τα νερά του σχηματίζουν αξιόλογη τεχνητή λίμνη. Ο Ερύμανθος πηγάζει από το ομώνυμο βουνό και ενώνεται με τον Αλφειό αμέσως μετά τη συμβολή του με τον Λάδωνα.

η. Ο Αχελώος (ή Ασπροπόταμος).

Μεγάλος ελληνικός ποταμός, μήκους 220 χιλιομέτρων. Τροφοδοτείται από την περιοχή του Μετσόβου και ρέει νότια για να χυθεί στο Ιόνιο Πέλαγος. Τα νερά του, που χρησιμοποιούνται με τη βοήθεια τεχνητών λιμνών, μεταφέρουν άφθονες λευκές φερτές ύλες, οι οποίες έχουν δημιουργήσει προσχώσεις στις ακτές και αξιόλογο δέλτα, μεγάλης οικολογικής σημασίας. Παραπόταμοί του είναι ο Αγραφιώτικος, ο Καμπύλος ή Μέγδοβας και ο Κρικελοπόταμος ή Αγαλιανός. Η εκτροπή των υδάτων του για καλύτερη εκμετάλλευση θεωρείται ένα από τα πολύ μεγάλα έργα που γίνονται στην Ελλάδα, αν και αντιμετωπίζει την αντίθεση πολλών οικολόγων ^[222].

θ. Ο Στρυμόνας (σελ. 27).

ι. Ο Αξιός.

Ο εν λόγω ποταμός ξεκινά από την περιοχή της πρώην Γιουγκοσλαβίας και αφού διασχίσει 24 χιλιόμετρα περίπου εκβάλλει στον Θερμαϊκό κόλπο. Στο δέλτα του Αξιού και στις γύρω

περιοχές φιλοξενούνται συνολικά 214 είδη πουλιών, από τα όποια τα 109 ζουν σε στενή σχέση με το νερό, τα 76 φωλιάζουν, τα 61 διαχειμάζουν, ενώ τα 76 θεωρούνται προστατευόμενα από διεθνή νομοθεσία ^[206].

ια. Ο Αλιάκμονας (σελ.25).

Οι λίμνες που εξετάστηκαν ήταν:

α. Η Βεγορίτιδα

Βεγορίτις ή λίμνη του Οστρόβου ή της Άρνισσας. Μία λίμνη της Δυτικής Μακεδονίας, στα όρια των νομών Φλωρίνης - Κοζάνης - Πέλλης. Έχει σχηματισθεί στην λεκάνη, μεταξύ των βουνών Τρίκλαρι - Βαρνούντα – Βέρνο ^[217].

Έχει σχήμα στενόμακρο με 72,5 τετ. χλμ. επιφάνεια. Είναι η τρίτη σε μέγεθος λίμνη της χώρας, με μήκος περίπου 15 χλμ., πλάτος στο μέσον της 5 χλμ. και βάθος 60-80 μέτρα. Τα πλεονάζοντα νερά της διοχετεύονται στον Εδεσσαίο ποταμό, με μία σήραγγα που αρχίζει από την Βορειοανατολική όχθη της. Παλαιότερα σε εποχές βροχής όταν η στάθμη της ανέβαινε, τα νερά κατέκλυζαν την περιοχή γι' αυτό η ΔΕΗ το 1954, κατασκεύασε σήραγγα 6035 μέτρων, με την οποία μεταφέρει τα νερά της όταν χρειάζεται στην τεχνητή λίμνη του Νησίου, για να τροφοδοτήσουν τα υδροηλεκτρικά έργα Άγρα - Εδέσσης.

β. Η Βιστωνίδα.

Βιστονίς και Βιστωνίς. Αποτελεί μία λίμνη της Θράκης, ανάμεσα στους νομούς Ξάνθης και Ροδόπης. Τροφοδοτείται από τα ποτάμια της Ξάνθης και του Κομψάτου, που εκβάλλουν σε αυτήν, αλλά και από τα νερά των πεδιάδων που την περιβάλλουν. Έχει χαμηλές όχθες και επίμηκες. Η επιφάνειά της είναι 46 τετ. χλμ., έχει μήκος 10 χλμ. και πλάτος 7 χλμ., στο Νότιο τμήμα της. Οι ανατολικές της όχθες είναι αρκετά βαλτώδεις ^[222].

Η Βιστωνίδα μετατράπηκε σε λίμνη από τις φερτές ύλες των ποταμών, με το πέρασμα των χρόνων. Αυτές οι φερτές ύλες από τα θαλάσσια ρεύματα μετακινούνταν διαρκώς και έφτιαξαν την λωρίδα ξηράς που την απομόνωσε από την θάλασσα, όχι βέβαια εντελώς. Έτσι από μία άποψη δεν θα έπρεπε να θεωρείται λίμνη, αλλά λιμνοθάλασσα, αφού επικοινωνεί με την θάλασσα. Είναι αναγνωρισμένος υδροβιότοπος και τα νερά της είναι υφάλμυρα.

γ. Η μικρή Πρέσπα και η μεγάλη Πρέσπα.

Χωρίζονται μεταξύ τους με ένα στενό λαιμό ξηράς, και ανήκουν σε τρεις χώρες, βρισκόμενες στα σύνορα αυτών των χωρών. Έτσι Ελλάδα, Αλβανία και πρώην Γιουγκοσλαβική Δημοκρατία της Μακεδονίας, κατέχουν από ένα τμήμα τους. Γύρω από την λεκάνη των Πρεσπών, βρίσκονται τα βουνά Τρίκλαρο και Βαρνούς στην Ελλάδα, Περιστέρα Πλάνινα στην ΠΓΔΜ και Πιτσκίνα Βόντα στην Αλβανία. Όταν τα νερά της Μικρής πλεονάζουν, κυρίως την άνοιξη, χύνονται στην Μεγάλη και από εκεί με υπόγειες καταβόθρες, διοχετεύονται στην Αχρίδα μερικά χιλιόμετρα βόρεια ^[222].

Η χλωρίδα και πανίδα της περιοχής είναι πολύ πλούσια. Καλαμιώνες στις όχθες, πυκνά δρυοδάση και υγρά λιβάδια, κρύβουν μεγάλο αριθμό ειδών της χλωρίδας και της πανίδας. Έχουν καταγραφεί πάνω από 1500 είδη φυτών με δύο ενδημικά, 12 τύποι δασών, 17 είδη ψαριών από τα οποία τα 8 είναι ενδημικά, 22 είδη ερπετών και 260 είδη πουλιών. Πολλά από αυτά είναι σπάνια και κάποια απειλούνται με εξαφάνιση.

Στην πλευρά των χαμηλών της όχθων, εκεί που έχουν αποτραβηχτεί τα νερά, έχει δημιουργηθεί ένας λιβαδότοπος πρόσκαιρος βοσκότοπος για τα ζώα. Επίσης τα νερά των λιμνών χρησιμοποιούνται για άρδευση.

Οι Πρέσπες από το 1974, έχουν ανακηρυχθεί εθνικός δρυμός, υγρότοπος Ραμσάρ από το 1973, αλλά και υδροβιότοπος με πανευρωπαϊκό ενδιαφέρον σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 79/409.

i)Μεγάλη Πρέσπα

Η συνολική της επιφάνεια είναι 270 τετ. χλμ. και είναι η μεγαλύτερη των Βαλκανίων. Το σχήμα της είναι επίμηκες, με μέγιστο μήκος τα 25 χλμ. και μέγιστο πλάτος τα 15 χλμ. Το μέγιστο βάθος της είναι 55 μέτρα και την μοιραζόμαστε με την Αλβανία και την ΠΓΔΜ, όπου ανήκει και το μεγαλύτερο μέρος της. Στην Ελλάδα ανήκουν μόλις 38 τετ. χλμ. Το μεγαλύτερο μήκος του ελληνικού τμήματος είναι 6 χλμ. και το πλάτος της 11 χλμ.

ii)Μικρή Πρέσπα

Είναι συνέχεια της Μεγάλης και χωρίζεται από αυτήν με ένα κομμάτι ξηράς μήκους 3 χλμ. και πλάτους μόλις 200 μέτρων. Έχει συνολική επιφάνεια 48 τετ. χλμ., από τα οποία τα 43 ανήκουν στην Ελλάδα και μόλις 5 στην Αλβανία. Μέσα στην Μικρή Πρέσπα βρίσκονται οι νησίδες του Αγίου Αχίλλειου που κατοικείται και η Βιτρινίτσι που είναι ακατοίκητη.

δ. Η Δοϊράνη

Λίμνη της Βόρειας Ελλάδας και της πρώην Γιουγκοσλαβικής Δημοκρατίας της Μακεδονίας. Κατά μήκος της περνούν τα σύνορα των δύο χωρών και την χωρίζουν έτσι ώστε το δυτικό τμήμα της ανήκει στην ΠΓΜΜ και το ανατολικό στην Ελλάδα. Βρίσκεται στο βόρειο άκρο του νομού Κιλκίς και ακριβώς πάνω στην μεθόριο που χωρίζει την Ελλάδα από την πρώην ΠΓΔΜ. Η συνολική της επιφάνεια είναι 44 τετ. χλμ., από τα οποία τα 15 τ. χλμ. ανήκουν στην Ελλάδα και τα υπόλοιπα στην ΠΓΔΜ. Η συνολική της περιφέρεια είναι 24 χλμ. μήκος, το μέγιστο μήκος της είναι 9 περίπου χλμ. και το μέγιστο πλάτος της είναι 7 χλμ. Το βάθος της δεν ξεπερνά τα 8 μέτρα και έχει χαμηλές και αμμώδεις όχθες. Τα πλεονάζοντα νερά της καταλήγουν στον Αξιό ποταμό ^[218].

Μία σχεδόν κυκλική λεκάνη νερού στην μέση του κάμπου, είναι δημιούργημα αρχέγονων γεωφυσικών διεργασιών και πιθανόν κατάλοιπο της παλιάς λίμνης Παιονίας, που έφθανε τα 130.000 στρέμματα. Το μεγαλύτερο πρόβλημα της λίμνης είναι η δραματική μείωση των υδάτων, που οφείλεται στην εντατική άντληση και στην παρατεταμένη ανομβρία των τελευταίων χρόνων, πράγμα που φάνηκε καθαρά στα τέλη της δεκαετίας του '90, όταν τα νερά της απομακρύνθηκαν κατά 500 μέτρα. Ταυτόχρονα έχει πέσει η στάθμη των νερών του υδροφόρου ορίζοντα και η λίμνη κάθε χρόνο συρρικνώνεται και αφυδατώνεται όλο και περισσότερο.

Παρόλο αυτά η Δοϊράνη παραμένει πηγή ζωής για τους ανθρώπους της. Δίνει νερό για τα χωράφια τους και αρκετά ψάρια, όπως γριβάδια, πέρκες, πλατίτσες και караβίδες.

ε. Η Παμβώτιδα

Παμβώτις ή Λίμνη των Ιωαννίνων. Η λίμνη των Ιωαννίνων βρίσκεται στην Ήπειρο, στο Νοτιοανατολικό τμήμα του νομού Ιωαννίνων. Είναι σχηματισμένη στο βάθος της κλειστής λεκάνης που σχηματίζουν τα βουνά Μιτσικέλι και Τόμαρος. Τροφοδοτείται με τα νερά αυτής της λεκάνης, με υπόγειες καταβόθρες. Έχει στενόμακρο σχήμα, με χαμηλές όχθες. Η επιφάνειά της είναι 19 τετ. χλμ. είναι η δέκατη σε μέγεθος λίμνη της χώρας. Το μήκος της είναι 8 χλμ. και το πλάτος της είναι περίπου 4 χλμ., ενώ το μεγαλύτερο βάθος της είναι 13 μέτρα ^[218].

Η προϊστορία της λίμνης ξεκινάει πριν από περίπου 3.500 χρόνια. Τα νερά της είναι προϊόν φυσικών πηγών και από τους γύρω χείμαρρους. Σχηματίζεται στο οροπέδιο των Ιωαννίνων, σε υψόμετρο 480 μέτρων. Στο βορειοανατολικό της άκρο, απέναντι από την πόλη των Ιωαννίνων βρίσκεται ένα νησί. Έχει έκταση 350 στρεμμάτων και είναι πυκνοδασωμένο.

ζ. Η Βόλβη

Βόλβη ή Μπεσίκα. Είναι λίμνη της Κεντρικής Μακεδονίας και βρίσκεται στο ανατολικό άκρο της Θεσσαλονίκης. Μαζί με την γειτονική της Κορώνεια, βρίσκεται στην ταφροειδή λεκάνη, ανάμεσα στα βουνά Κερδύλιο, Χορτιάτη, Χολομώντα, Στρατονικό και τα Βουνά της Βόλβης. Οι όχθες της είναι χαμηλές και έχουν επίμηκες σχήμα, με μήκος 21 χλμ. και πλάτος 6 χλμ. Η επιφάνειά της, 38 μέτρα ψηλότερα από τη θάλασσα, φθάνει τα 76 τετ. χλμ., ενώ το μεγαλύτερο βάθος της φθάνει στα 22 με 23 μέτρα. Είναι η 2η μεγαλύτερη σε μέγεθος λίμνη της Ελλάδας. Η συνολική της περίμετρος είναι 45 χλμ ^[222].

Επιφανειακά επικοινωνεί με τη Κορώνεια που βρίσκεται 11 χλμ. δυτικότερα και διοχετεύει σ' αυτήν τα πλεονάζοντα νερά της, για να καταλήξουν στη συνέχεια στον Ορφανό κόλπο, από τον Ρήχιο ποταμό. Η Βόλβη μαζί με την Κορώνεια αποτελούν πλούσιο ενιαίο υγρότοπο, με πλουσιότητα ιχθυοπανίδα και μεγάλο αριθμό πουλιών.

Το θαλάσσιο νερό που εξετάστηκε ήταν από τις εξής περιοχές:

- α. Σαρωνικός κόλπος (πόλη της Αθήνας-Αττική): κόλπος μεταξύ της Αττικής και της Πελοποννήσου, που σαν βόρειο άκρο έχει το Σούνιο και νότιο το ακρωτήριο Σκύλλαιο ^[207].
- β. Θερμαϊκός κόλπος (πόλη της Θεσσαλονίκης): κόλπος του βόρειου Αιγαίου, που σχηματίζεται μεταξύ της Χαλκιδικής χερσονήσου από ανατολικά και της περιοχής του Ολύμπου από δυτικά. Στο μυχό του το λιμάνι της Θεσσαλονίκης ^[207].
- γ. Παγασητικός κόλπος (πόλη του Βόλου): πλατύς κόλπος στη νοτιοανατολική Θεσσαλία, στο βόρειο μυχό του οποίου βρίσκεται ο Βόλος ^[207].
- δ. Ολυμπία: περιοχή της Πελοποννήσου, μικρή κοιλάδα του ποταμού Αλφειού στο νομό Ηλείας ^[211].

Τέλος, οι μονάδες επεξεργασίας αστικών λυμάτων που εξετάστηκαν τοποθετούνται στη Μεταμόρφωση, στη Ψυττάλεια και στο Βόλο. Ενώ, οι βιομηχανίες που εξετάστηκαν περιελάμβαναν μία βιομηχανία χρωμάτων, μία φαρμάκων και ένα μεταλλείο χρυσού.

Σε γενικές γραμμές το μεταλλικό φορτίο του θαλάσσιου περιβάλλοντος της Ελλάδας αποδεικνύεται χαμηλό. Τα υψηλότερα επίπεδα τοξικών μετάλλων παρατηρήθηκαν στα ποτάμια Στρυμόνας, Έβρος, Αξιός και Πηνειός. Επίσης, την περίοδο του φθινοπώρου εντοπίστηκαν υψηλές συγκεντρώσεις χρωμίου, νικελίου, κοβαλτίου και σιδήρου που οφείλονταν πιθανότητα στις ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις.

Ειδικότερα, στα ποτάμια ^[112] οι υψηλότερες ετήσιες μέσες συγκεντρώσεις σε βαρέα μέταλλα ήταν:

1. 6.39 μg/L για τον μόλυβδο, 9.17 μg/L για το μολυβδαίνιο και 7.43 μg/L για το βάριο στον Έβρο
2. 40.3 μg/L για το χρώμιο, 51.1 μg/L για το νικέλιο, 5.35 μg/L για το κοβάλτιο και 22.4 μg/L για το χαλκό στον Πηνειό
3. 43.6 μg/L για το ψευδάργυρο και 1151 μg/L για το αλουμίνιο στον Αξιό
4. 5707 μg/L για το σίδηρο και 262 μg/L για το μαγγάνιο στον Αλφειό
5. 51.6 μg/L για το τιτάνιο στο Νέστο.

Όσον αφορά τις λίμνες ^[112], οι υψηλότερες ετήσιες μέσες συγκεντρώσεις σε βαρέα μέταλλα παρατηρήθηκαν:

1. 14.8 μg/L για το χρώμιο, 3.38 μg/L για το κοβάλτιο, 6157 μg/L για το σίδηρο, 173 μg/L για το μαγγάνιο, 8.65 μg/L για το μολυβδαίνιο, 83.0 μg/L για το βάριο, 30.2 μg/L για το τιτάνιο και 840 μg/L για το αλουμίνιο στη λίμνη Δοϊράνη.
2. 5.70 μg/L για το νικέλιο και 11.6 μg/L για το χαλκό στη λίμνη Βεγορίτιδα
3. 1.47 μg/L για το μόλυβδο στη λίμνη Βόλβη
4. 13.8 μg/L για το ψευδάργυρο στη λίμνη Παμβώτιδα.

Όλα τα υπό μελέτη βαρέα μέταλλα ^[112] ανιχνεύθηκαν στα λύματα που εξετάστηκαν. Εκείνα που εμφάνισαν την υψηλότερη συγκέντρωση στα δείγματα των λυμάτων ήταν ο σίδηρος (445-7265 μg/L) και το αλουμίνιο (523-979 μg/L). Ακολούθησε το χρώμιο (11.7-580 μg/L) και το μαγγάνιο (45.4-225 μg/L). Τα μέταλλα που παρουσίασαν τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις ήταν το μολυβδαίνιο (1.2-1.8 μg/L) και το κοβάλτιο(<0.80-7.04 μg/L).

Η λίμνη Κορώνεια βρίσκεται στο νομό Θεσσαλονίκης, στη λεκάνη Μυγδονίας, επαρχία Λαγκαδά. Στις αρχές της δεκαετίας του 1970 η έκταση της λίμνης έφτανε τα 46 km² και το βάθος της τα 8 m. Τα πρώτα άσχημα σημάδια άρχισαν να φαίνονται την δεκαετία του 1980, όταν η στάθμη συνεχώς υποχωρούσε και η έκταση μειωνόταν έως ότου το 1995 έφτασε τα 30 km² και το 2002 αποξηράνθηκε σχεδόν ολοκληρωτικά. Τον επόμενο χρόνο οι έντονες και συχνές βροχοπτώσεις τροφοδότησαν με νερό τη λίμνη και οδήγησαν ουσιαστικά στην επανασύστασή της.

Από τον Ιούνιο του 2000 έως τον Μάρτιο του 2001 διεξήχθη περιβαλλοντική μελέτη ^[60] των ποιοτικών χαρακτηριστικών των λιμνών Βόλβη και Κορώνεια που προστατεύονται από τη συνθήκη Ραμσάρ ως υδροβιότοποι διεθνούς σημασίας . Ανάμεσα στα βαρέα μέταλλα που εξετάστηκαν ήταν ο χαλκός, ο μόλυβδος, ο ψευδάργυρος το χρώμιο και το κάδμιο.

Δείγματα συλλέγονταν κάθε τρεις μήνες από 17 σημεία σταθμούς στη λίμνη Κορώνεια και 18 στη λίμνη Βόλβη. Διαπιστώθηκε ότι η λίμνη Κορώνεια παρουσιάζει υψηλότερες τιμές στις συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων. Δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στις συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων στα ιζήματα όλων των σταθμών μεταξύ τους, υποδεικνύοντας ότι οι επιρροές που υφίστανται και τα αποτελέσματα που παρουσιάζει οφείλονται σε γεωλογικούς παράγοντες. Από τα προαναφερθέντα μέταλλα η συμμετοχή του ψευδαργύρου αποδίδεται σε ανθρωπογενή δραστηριότητα. Στον πίνακα 7 παρατίθενται οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στα ιζήματα της κάθε λίμνης.

Πίνακας 6.7

	Pb	Zn	Cu	Mn	Cr	Cd
Λίμνη Κορώνεια						
Ολικό(mg/g dw)	20.38	85.86	16.76	631.8	32.2	0.99
Ανθρωπογενής(%)	55.45	42.94	41.25	51.95	20.86	63.02
Φυσική(%)	10.09	4.38	1.88	0.24	3.32	5.19
Λίμνη Βόλβη						
Ολικό(mg/g dw)	12.46	53.43	15.2	145.3	23.12	0.75
Ανθρωπογενής(%)	46.32	37.85	46.9	17.05	23.45	48.4
Φυσική(%)	12.28	7.84	12.09	1.56	4.02	3.15
Οι μετρήσεις αναφέρονται στη μέση τιμή						

ΠΗΓΗ: Gantidis et al., 2006.

Το 2001 έλαβε χώρα μία έρευνα στη λίμνη Παμβώτιδα με σκοπό τη διαπίστωση ρύπανσης ή όχι της λίμνης από βαρέα μέταλλα ^[138] . Ως ενδεικτικοί παράγοντες χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα είδη ψαριών που υπάρχουν στο υδάτινο αυτό περιβάλλον. Αυτά τα είδη είναι τα πιο κοινά και συγκεκριμένα: ο κυπρίνος (*Cyprinus caprio*), το οποίο εισάχθηκε στη λίμνη στη δεκαετία του 1920 · η πεταλούδα (*Carassius gibelio*), το οποίο εισάχθηκε στη λίμνη τη δεκαετία του 1980 ·

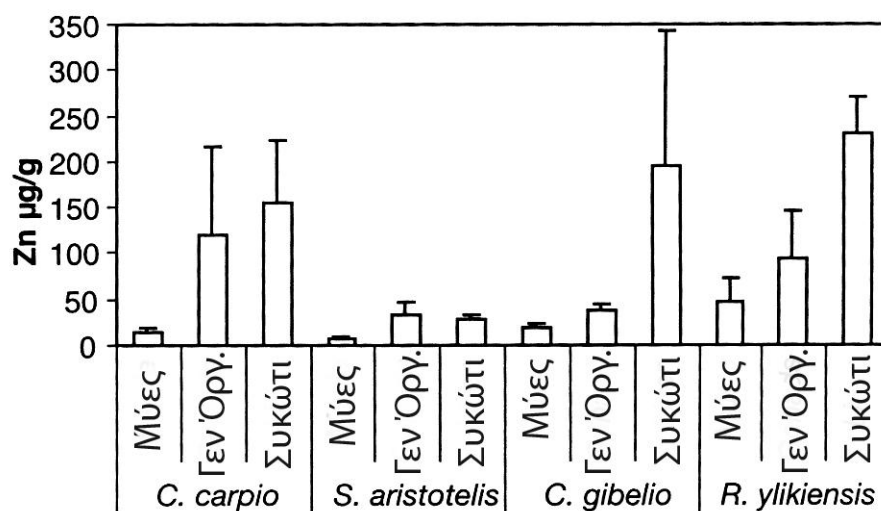
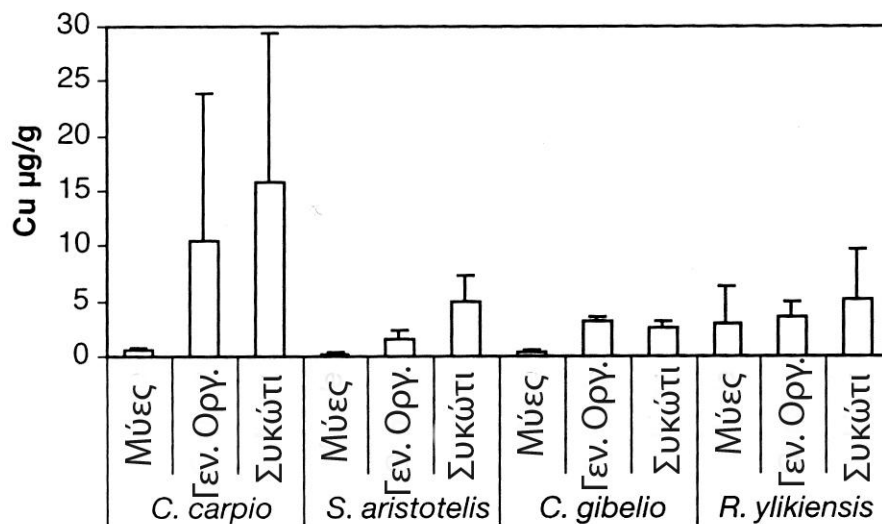
το γλανίδι (*Silurus aristotelis*), το οποίο είναι ενδημικό ελληνικό είδος που εντοπίζεται στον ποταμό Αχελώο και η δρομίτσα (*Rutilus ylikiensis*), επίσης ενδημικό ελληνικό είδος που συναντάται στην κεντρική και δυτική Ελλάδα. Το γλανίδι και η δρομίτσα εισάχθηκαν στη λίμνη Παμβώτιδα από τη λίμνη Τριχωνίδα στη δεκαετία του 1950.

Ο βασικός σκοπός της μελέτης αποτελούσε η διαπίστωση της συγκέντρωσης του χαλκού και του ψευδάργυρου στη προαναφερθέν πανίδα. Δέκα δείγματα από τα παραπάνω είδη συλλέχθηκαν από δύο φορές και από δύο διαφορετικούς δειγματοληπτικούς σταθμούς το Μάρτιο του 2001 και τον Απρίλιο του 2001. Τα βιομετρικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων περιγράφονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 6.8

Είδη	Εύρος βάρους(μέσο όρο)(g)	Εύρος μήκους(μέσο όρο)(cm)	Ηλικία (έτη)	Πλήθος δείγματος	Αρσενικό/ θυληκό
<i>Cyprinus carpio</i>	350- 450(400)	15-30(25)	2-3+	10	5♂/5♀
<i>Silurus aristotelis</i>	100- 150(125)	10-22(18)	4-5+	10	6♂/4♀
<i>Carassius gibelio</i>	250- 350(300)	14-25(20)	1-3+	10	3♂/7♀
<i>Rutilus ylikiensis</i>	5-10(7.5)	5-9(7)	1+	10	5♂/5♀

Όσον αφορά τις συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων στα είδη των ψαριών και στους ιστούς τους, αυτές περιγράφονται στα διαγράμματα που ακολουθούν.



ΠΗΓΗ: Papagiannis et al., 2004.

Όσον αφορά το χαλκό στα είδη ψαριών ισχύει η εξής σειρά *Cyprinus caprio*=*Rutilus ylikiensis* > *Carassius gibelio*=*Silurus aristotelis* (3,08=2,63>1,51=1,19 µg/g) και για τους ιστούς ισχύει η εξής σειρά: συκώτι>γεννητικά όργανα>μύες (4,42>2,74>0,61 µg/g). Το αντίστοιχο δείγμα για τη συγκέντρωση του ψευδάργυρου έδειξε *Rutilus ylikiensis* > *Cyprinus caprio*= *Carassius gibelio* > *Silurus aristotelis* (95,39>52,81=46,21>18,09 µg/g) και για τους ιστούς: συκώτι>γεννητικά όργανα>μύδια (107,92>51,43>16,75 µg/g). Φαίνεται ότι οι συγκεντρώσεις και των δύο μετάλλων συμπεριφέρονται με παρόμοιο τρόπο στους εξεταζόμενους ιστούς. Οι συγκεντρώσεις ήταν υψηλότερες στο συκώτι και χαμηλότερες στους μύες. Το *Cyprinus caprio*

και το *Rutilus ylikiensis* συγκεντρώνουν εξίσου υψηλές ποσότητες χαλκού κατά μέσο όρο σε σχέση με το *Carassius gibelio* και το *Silurus aristotelis*. Επίσης, οι υψηλότερες συγκεντρώσεις ψευδαργύρου βρέθηκαν στο *Rutilus ylikiensis*, στο *Cyprinus caprio* και στο *Carassius gibelio*, ενώ οι χαμηλότερες ανιχνεύθηκαν στο *Silurus aristotelis*.

Έχει υποστηριχθεί ότι η βιοσυσσωρευση και η τοξικότητα του ψευδαργύρου και του χαλκού στους υδάτινους οργανισμούς εξαρτιούνται από τη συνολική συγκέντρωση του κάθε μετάλλου στο νερό^{[30] [144]}. Οι μέσες συγκεντρώσεις χαλκού και ψευδαργύρου, σε διαλυμένη μορφή, στη λίμνη Παμβώτιδα είναι 0,12-0,14 μg/g για το χαλκό και 1,21-1,24 μg/g για το ψευδάργυρο, σύμφωνα με μετρήσεις που δημοσιεύθηκαν το 2001^[82]. Οι εν λόγω τιμές πλησιάζουν τα ανώτατα προτεινόμενα όρια που προτείνει η Ευρωπαϊκή Ένωση (EEC, 46399/86) για την ποιότητα των επιφανειακών υδάτων.

Σύμφωνα με παλαιότερες μελέτες που αφορούσαν τη συγκέντρωση μετάλλων στη λίμνη Παμβώτιδα και σε είδη ψαριών διαπιστώθηκε ότι υψηλότερη βιοσυσσωρευση ψευδαργύρου εκδηλώνονταν στο *Rutilus ylikiensis* και η χαμηλότερη στο *Silurus aristotelis*^[138]. Όσον αφορά τη βιοσυσσωρευση χαλκού, υψηλότερες τιμές διαπιστώθηκαν για το *Cyprinus caprio* και χαμηλότερες για το *Silurus aristotelis*.

Μία πιθανή εξήγηση για τις διαφορές που συναντιούνται στη βιοσυσσωρευση των βαρέων μετάλλων ανάμεσα στα είδη ψαριών είναι οι παράγοντες της ηλικίας, του ρυθμού ανάπτυξης και του μεταβολισμού. Επιπλέον, η διατροφή των ειδών μπορεί να παίζει σημαντικό ρόλο στη συγκέντρωση των μετάλλων στα διάφορα ψάρια. Επιστημονικές έρευνες έχουν συμπεράνει ότι ο ψευδάργυρος συσσωρεύεται σε μία ποικιλία υδάτινων τροφικών αλυσίδων, ενώ υπάρχει στενή σχέση μεταξύ της συγκεντρώσεως του ψευδαργύρου στο ζωοπλαγκτόν και των ψαριών^{[30] [195]}. Στη συγκεκριμένη έρευνα που διεξήχθη στη λίμνη Παμβώτιδα, τα είδη που τρεφόταν κυρίως με ασπόνδυλα παρουσίασαν υψηλότερες συγκεντρώσεις σε ψευδάργυρο, όπως το *Rutilus ylikiensis*, σε σχέση με τα παμφάγα (*Cyprinus caprio*, *Carassius gibelio*) και τα ιχθυοφάγα (*Silurus aristotelis*). Επιπλέον, τα συγκεκριμένα αποτελέσματα έρχονται σε συμφωνία με άλλες μελέτες που υποστηρίζουν τη σχέση μεταξύ τροφικής αλυσίδας και μόλυνσης από βαρέα μέταλλα^[11].

Όσον αφορά το χαλκό, ενώ δεν υπάρχει καθαρή εικόνα για τη μεταφορά του μέσω τροφικής αλυσίδας, πολλές μελέτες έχουν υποστηρίξει ότι η διατροφή των ειδών αποτελεί τη σημαντικότερη οδό συσσωρευσης χαλκού στην υδρόβια πανίδα^{[62] [52]}. Παρόλο αυτά, οι όποιες παρατηρούμενες διακυμάνσεις στις συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων σε αυτά τα είδη ψαριών

πρέπει να προσεγγιστούν με μία πιο πλατιά προοπτική. Για να οδηγηθεί κανείς σε ασφαλή συμπεράσματα πρέπει να λάβει υπόψη του μία σειρά από παράγοντες όπως περιβάλλον, εποχικές μεταβολές, μεμονωμένη σχέση όσον αφορά την πρόσληψη μεταλλικού φορτίου, γεωγραφική κατανομή της ηλικίας και τροφικό επίπεδο ^[10].

Από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο του 2000 διεξήχθη μία μελέτη με τη χρησιμοποίηση του *Mytilus galloprovincialis* ως βιολογικού δείκτη για τη διαπίστωση της μόλυνσης από βαρέα μέταλλα και ¹³⁷Cs σε θαλάσσιο οικοσύστημα ^[28]. Η εν λόγω περιοχή είναι ο Θερμαϊκός κόλπος, στο βόρειο Αιγαίο, ένα σύνθετο και ενδιαφέρον οικοσύστημα, αφού είναι δέκτης ανθρωπογενών δραστηριοτήτων (αποχετεύσεις, βιομηχανικά απόβλητα, παραμονή και φόρτωση/ εκφόρτωση πλοίων). Επιπλέον, τρεις μεγάλοι ποταμοί εκβάλλουν στον προαναφερθέντα κόλπο, ο Αξιός, ο Λουδίας και ο Αλιάκμονας αφού έχουν διασχίσει 93500 ha καλλιεργήσιμης γης. Προηγούμενες έρευνες έχουν διαπιστώσει υψηλές τιμές στη συγκέντρωση βαρέων μετάλλων στα ιζήματα του Θερμαϊκού κόλπου, πλησίον των ρυπογόνων πηγών, στην αποκαλούμενη βιομηχανική ζώνη, στο λιμάνι της Θεσσαλονίκης και στην εκροή του αποχετευτικού δικτύου ^[188]. Οι ακτές του Θερμαϊκού κόλπου και η παρακείμενη περιοχή φιλοξενεί την πιο αναπτυσσόμενη και παραγωγική υδατοκαλλιέργεια μυδιών της Ελλάδας (το 70% της συνολικής ελληνικής παραγωγής σύμφωνα με τα στοιχεία από το Υπουργείο Γεωργίας (2002)).

Ο σκοπός της μελέτης του Θερμαϊκού κόλπου, από τις Catsiki and Florou, ήταν η αποσαφήνιση της εποχικής συμπεριφοράς των μετάλλων και συγκεκριμένα του χαλκού, του χρωμίου, του νικελίου, του ψευδαργύρου, του μαγγανίου και του καΐσιου ¹³⁷ στα μύδια σε ένα οικοσύστημα εκβολής ποταμών. Επίσης, να προσφέρει πληροφορίες για την αλληλεξάρτηση των μετάλλων και να επιβεβαιώσει τη χρήση των καλλιεργούμενων *Mytilus galloprovincialis* ως βιολογικούς δείκτες για την ύπαρξη μόλυνσης από βαρέα μέταλλα και καΐσιο ¹³⁷.

Ένα πλήθος από 94 δείγματα (82 για τα μέταλλα και 12 για το καΐσιο ¹³⁷) συλλέγονταν μηνιαίως (από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο του 2000) από δύο υδατοκαλλιέργειες τοποθετημένες στις περιοχές: εκβολές του Λουδία και του Αλιάκμονα (σταθμός LOU) και κοντά στη εκβολή του Αξιού, Χαλάστρα (σταθμός ΧΑ) του Θερμαϊκού κόλπου. Οπότε, ο συνολικός αριθμός των μυδιών που εξετάστηκαν όσον αφορά τη συγκέντρωση βαρέων μετάλλων ανέρχεται στα 1640, ενώ για το καΐσιο ¹³⁷ τουλάχιστον 80-200. Τα αποτελέσματα της έρευνας παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 6.9

	Cu	Cr	Ni	Zn	Fe	Mn	¹³⁷Cs
Πλήθος δειγμάτων	82	82	82	82	82	82	12
Μέσος όρος	3.91	1.85	4.34	56.3	395	14.1	1.23
Τυπική απόκλιση	1.29	0.77	1.39	27.4	159	4.7	0.48
Διάμεσος	3.55	1.73	4.58	59.6	403	12.7	1.20
Κατώτατη τιμή	1.67	0.20	1.16	20.8	81	7.2	0.3
Ανώτατη τιμή	6.35	3.46	7.51	115.0	715	25.3	1.90
Οι τιμές για τα μέταλλα είναι σε mg/kg βάρος επί ξηρού ενώ για το ¹³⁷ Cs σε Bq/kg βάρος επί νωπού.							

ΠΗΓΗ: Catsiki and Florou, 2006

Τα επίπεδα των τιμών στην εν λόγω μελέτη χαρακτηρίζονται σε γενικές γραμμές ως χαμηλά σε σύγκριση με άλλες περιοχές της Μεσογείου μη μολυσμένες (πίνακας 6.10). Όσον αφορά τα βαρέα μέταλλα, οι αναλύσεις των δειγμάτων έδειξαν χαμηλές συγκεντρώσεις στο χαλκό και στο χρώμιο, ενώ ήταν παρόμοιες ή και χαμηλότερες για το ψευδάργυρο, το σίδηρο και το μαγγάνιο, συγκρινόμενες με τις αντίστοιχες της Ιταλίας ^[26] ^[119] (πίνακας 6.10). Τα μύδια από την Τουρκία παρουσίασαν παρόμοια επίπεδα στις τιμές του χαλκού, του χρωμίου, του σιδήρου και του μαγγανίου, ενώ οι τιμές ήταν υψηλότερες για το ψευδάργυρο και το νικέλιο ^[108] ^[173] (πίνακας 6.10).

Επίσης, τα επίπεδα συγκέντρωσης του χαλκού, του χρωμίου, του νικελίου και του ψευδαργύρου ήταν σε γενικές γραμμές χαμηλότερα σε σύγκριση με άλλες περιοχές της Ελλάδας, όπως του Σαρωνικού και του Αμβρακικού. Συγκεκριμένα, ο Σαρωνικός παρουσίασε υψηλότερες τιμές στο χαλκό και στο ψευδάργυρο εξαιτίας των αποβλήτων της αποχέτευσης. Επιπλέον, ο Αμβρακικός αποτελεί έναν κλειστό κόλπο με περιορισμένη επικοινωνία με την ανοιχτή θάλασσα , ενώ ο κόλπος της Λάρυμνας είναι αποδέκτης βιομηχανικών παραπροϊόντων από ένα εργοστάσιο σίδηρο-νικελίου, εμπλουτισμένων με χρώμιο, νικέλιο και σίδηρο. Παρόλο αυτά, τα επίπεδα του

σιδήρου και του μαγγανίου στα μύδια από το Θερμαϊκό κόλπο βρέθηκαν σε υψηλότερα επίπεδα εν συγκρίσει με εκείνα του Σαρωνικού ή του Αμβρακικού κόλπου ^[28] ^[20]. Τα δείγματα μυδιών από τον κόλπο της Λάρυμνας παρουσίασαν υψηλότερες συγκεντρώσεις σε σίδηρο εξαιτίας της παρακείμενης βιομηχανικής εγκατάστασης και των αποβλήτων της.

Πίνακας 6.10

Συγκεντρώσεις μετάλλων στα μύδια από τη Μεσόγειο και τη Μαύρη Θάλασσα

Περιοχή	Cu	Cr	Ni	Zn	Fe	Mn	dw	Παραπομπές
Βουλγαρία	0.5- 10.6			12.8- 42.0			dw	Stamov and Zlatanova,1998
Πορτογαλία	6.2- 13.4			140- 542	305- 1175		dw	Coimbra et al., 1991
Πορτογαλία	6.9- 33.7	5.2- 31.6	1.3- 11	139- 381		9.8- 37.8	dw	Capelli et al., 1978
Ιταλία	0.53- 5.96	0.18- 6.52		10.8- 59	11.7- 180	1.1- 14.2	dw	Majori et al., 1991
Ισπανία				17.3- 75.8			dw	Rodriguez et al., 1995
Ισπανία		0.37					dw	Hernandez et al., 1986
Βόσπορος (Τουρκία)	2.97- 5.65	1.80- 2.01		31.9- 45.4			dw	Köklü et al., 2000
Μαύρη θάλασσα (Τουρκία)	7.21- 9.1	<0.06- 7.58	4.02- 24.07	78- 512	151- 598	5.7- 22.8	dw	Topcuoğlu et al., 2002
Ηνωμένο Βασίλειο	15.1- 40.9	0.6- 5.7	5.0- 42.9	110- 368	215- 1072	8.6- 27.0	dw	Giusti et al., 1999
Οι τιμές για τα μέταλλα είναι σε mg/kg dw dw: βάρος επί ξηρού.								

ΠΗΓΗ: Catsiki and Florou, 2006.

Επιπλέον, επιχειρήθηκε να διαπιστωθούν τυχόν διαφοροποιήσεις στις συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στα μύδια του Θερμαϊκού κόλπου σε σχέση με την εποχή. Έτσι, τα δεδομένα που

επεξεργάστηκαν κατηγοριοποιήθηκαν σε τρεις περιόδους. Οι περίοδοι ήταν οι εξής: ‘α’ συνδυάζοντας δείγματα που συλλέχθηκαν τον Απρίλιο (στην αρχή της άνοιξης), ‘β’ από το Μάιο έως τον Ιούλιο(καλοκαίρι) και ‘γ’ από τον Αύγουστο έως τον Οκτώβριο (αρχές φθινοπώρου).

Αφού αναλύθηκαν τα δεδομένα, οι ερευνητές οδηγήθηκαν σε κάποια συμπεράσματα για τη συμπεριφορά των βαρέων μετάλλων. Τα εποχικά δείγματα για το χαλκό, το ψευδάργυρο, το μαγγάνιο και το χρώμιο είναι σε γενικές γραμμές παρόμοια, με τις χαμηλότερες τιμές στη διάρκεια του καλοκαιριού(εποχή ‘β’) και τις υψηλότερες τιμές στην αρχή της άνοιξης(εποχή ‘α’). Σε αντίθεση, τα υπόλοιπα μέταλλα, ο σίδηρος και το νικέλιο μαζί με το καίσιο 137 παρουσιάζουν υψηλές τιμές στη διάρκεια της εποχής ‘β’ μόνο στο σταθμό LOU. Όσον αφορά το σταθμό ΧΑ, το νικέλιο ακολούθησε την ίδια πορεία με το σταθμό LOU, ενώ ο σίδηρος και το καίσιο 137 παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τιμές στη διάρκεια του καλοκαιριού.

Σε προηγούμενες μελέτες, όσον αφορά την εποχική μεταβολή και πορεία των εξεταζόμενων μετάλλων (χαλκός, ψευδάργυρος, μαγγάνιο, χρώμιο, νικέλιο και ψευδάργυρος) αποκαλύφθηκε ότι παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά με τις χαμηλότερες παρατηρούμενες τιμές στη διάρκεια του καλοκαιριού- γεγονός εξίσου παρατηρούμενο στο Θερμαϊκό κόλπο (ομάδα του χαλκού, του ψευδαργύρου, του μαγγανίου και του χρωμίου). Αξίζει να αναφερθεί ότι, στη διάρκεια της κρύας περιόδου, τα εξεταζόμενα μύδια βρέθηκαν σε περίοδο ωοτοκίας. Στην προκειμένη έρευνα θα μπορούσε να ισχυριστεί κανείς ότι τα μύδια στη διάρκεια της ζεστής περιόδου συσσωρεύουν μέταλλα σε χαμηλότερο βαθμό σε σχέση με την πιο κρύα εποχή. Αυτό το συμπέρασμα ενδέχεται να οφείλεται σε βιολογικούς παράγοντες όπως εποχή ωοτοκίας, αλλά και σε περιβαλλοντικούς όπως λιώσιμο πάγων, εκροή ποταμών, κ.λπ. Σύμφωνα με δημοσιευμένες μελέτες, ο αναπαραγωγικός κύκλος των μυδιών επηρεάζει τη συσσώρευσή τους σε μέταλλα, αυξάνοντας την στην περίοδο πριν την ωοτοκία^{[35] [25] [27]}.

Από το 1984 έως το 1986 συλλέχθηκαν αυγά του Δαλματικού πελεκάνου, *Pelecanus crispus*, στη λίμνη Μικρή Πρέσπα-βορειοδυτικά του ελλαδικού χώρου. Η έρευνα αφορούσε εκτός των άλλων και τη διαπίστωση υπολειμμάτων βαρέων μετάλλων και συγκεκριμένα του καδμίου, του υδραργύρου, του μολύβδου και του σελήνιου^[42]. Το δείγμα που εξετάστηκε αποτελούνταν από 81 αυγά πελεκάνου.

Όλες οι μετρήσεις έδειξαν ότι τα επίπεδα των βαρέων μετάλλων βρίσκονταν πάντα κάτω του επιτρεπόμενου ορίου. Επιπλέον, ερευνήθηκαν και τα είδη ψαριών που αποτελούσαν την κύρια

τροφή των πελεκάνων όπως επίσης και τα αυγά τους. Αυτά ήταν ένα είδος κυπρίνου, *Alburnus alburnus*, και το Αδριατικό ασπρόψαρο, *Rutilus rubilio*. Ο κυπρίνος τρέφεται κυρίως με ζωοπλαγκτόν, ενώ το τσιρόνι είναι παμφάγο και η διαίτα του αποτελείται από φυτοπλαγκτόν, φύκη, μαλάκια, κ.λπ. Όλα τα δείγματα που αναλύθηκαν περιείχαν υπολείμματα βαρέων μετάλλων σε χαμηλές συγκεντρώσεις.

Ο κόλπος Λάρυμνα στο βόρειο Ευβοϊκό έχει υποστεί περιβαλλοντική υποβάθμιση εξαιτίας της λειτουργίας εργοστασίου σιδηρο-νικελίου. Προκειμένου να διαπιστωθεί το μέγεθος της συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στον κόλπο διεξήχθη μία έρευνα στην οποία χρησιμοποιήθηκαν τα μύδια (*Mytilus galloprovincialis*) ως βιολογικός δείκτης ^[176]. Πιο συγκεκριμένα, εξετάστηκαν μύδια της περιοχής, μύδια της περιοχής των Μεγάρων στην Αττική (Σαρωνικός κόλπος) που μεταφέρθηκαν στον κόλπο της Λάρυμνας και στην περιοχή του Αγίου Κοσμά (Σαρωνικός κόλπος). Ο Άγιος Κοσμάς θεωρείται μία περιοχή με καλές περιβαλλοντικές συνθήκες και η συγκέντρωση βαρέων μετάλλων στην περιοχή χαμηλή ^[38] ^[89]. Τα μύδια τοποθετήθηκαν σε βάθος 1-2 μέτρα την άνοιξη στον κόλπο της Λάρυμνας και στον Άγιο Κοσμά για 6 μήνες. Επιπλέον, το φθινόπωρο τοποθετήθηκαν εκ νέου μύδια στον κόλπο της Λάρυμνας για 1 μήνα. Στον πίνακα που ακολουθεί καταγράφονται τα αποτελέσματα της έρευνας.

Πίνακας 6.11

Περιοχή συλλογής	Ni (μg/g dw)	Cr (μg/g dw)	Fe(μg/g dw)
Λάρυμνα τοπικά	21.1±1.3	20.2±0.9	1082±138
Λάρυμνα μεταφερμένα 1 μήνα	50.3±8.6	25.0±3.2	898±298
Λάρυμνα μεταφερμένα 6 μήνες	47.0±3.8	17.0±2.4	824±47
Άγιος Κοσμάς	4.9±0.4	0.8±0.3	280±31

ΠΗΓΗ: Tsangaris et al., 2006

6.2. ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

Σε μελέτη που έγινε το 2003 σε 2 περιοχές στην Αττική, στα Σπάτα και στο Κορωπί, ερευνήθηκαν οι μεταβολές των βαρέων μετάλλων στην ατμόσφαιρα σε αιωρούμενα σωματίδια και εξετάστηκε η σχέση της αέριας ρύπανσης και των μετεωρολογικών παραμέτρων ^[183]. Τα εξεταζόμενα βαρέα μέταλλα ήταν ο υδράργυρος, το κάδμιο, ο μόλυβδος και το νικέλιο. Το πρώτο δείγμα λήφθηκε τον Ιούνιο (μεταξύ 4 και 17) και το δεύτερο δείγμα το Νοέμβριο (μεταξύ 11 και 29), όπου επικρατούσαν διαφορετικές μετεωρολογικές συνθήκες. Στον πίνακα που ακολουθεί καταγράφονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

Πίνακας 6.12

Περιοχή	Hg	Cd	Pb	Ni
Σπάτα (καλοκαίρι)				
Μέση τιμή	0.66±0.50	0.49±0.31	6.41±1.54	14.7±11.4
Ελάχιστη	0.05	0.05	3.87	3.49
Μέγιστη	1.35	1.07	8.95	45.1
Σπάτα (χειμώνας)				
Μέση τιμή	0.14±0.10	0.34±0.40	19.5±9.8	8.18±4.0
Ελάχιστη	0.09	0.04	4.63	2.17
Μέγιστη	0.32	1.40	36.7	14.0
Κορωπί (καλοκαίρι)				
Μέση τιμή	0.89±0.77	1.06±0.52	12.3±6.3	13.3±8.8
Ελάχιστη	0.11	0.31	7.56	4.67
Μέγιστη	3.14	1.89	33.4	37.4
Κορωπί (χειμώνας)				
Μέση τιμή	0.16±0.10	0.35±0.36	24.7±13.6	7.15±4.42
Ελάχιστη	0.09	0.05	5.44	1.72
Μέγιστη	0.41	1.53	61.8	19.2
Οι μετρήσεις αναφέρονται σε ng/m ³				

ΠΗΓΗ: Vassilakos et al, 2006.

Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις τον Ιούνιο στα Σπάτα παρατηρήθηκαν στο νικέλιο με μέγιστη ένδειξη 45.1 ng/m³ και ελάχιστη τα 3.49 ng/m³. Όσον αφορά τον μόλυβδο οι ενδείξεις (8.95

ng/m³) ήταν πολύ μικρότερες από το επιτρεπόμενο όριο που έχει θέσει η ευρωπαϊκή οδηγία 1999/30 (500 ng/m³). Το κάδμιο και ο υδράργυρος παρουσίασαν τις μικρότερες συγκεντρώσεις. Τον Νοέμβριο οι υψηλότερες συγκεντρώσεις ήταν του μολύβδου, με μέγιστη ένδειξη (36.7 ng/m³) πολύ μικρότερη του ορίου που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση. Στη διάρκεια αυτής της περιόδου ο υδράργυρος παρουσίασε τις μικρότερες ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις κάδμιο διακυμάνθηκε στα ίδια επίπεδα με το καλοκαίρι, ενώ το νικέλιο παρουσίασε μικρότερες τιμές. Η μεγάλη αύξηση του μολύβδου στη διάρκεια του φθινοπώρου μπορεί να οφείλεται σε δραστηριότητες που σχετίζονται με το κάψιμο των θάμνων και αμπελώνων στην περιοχή και τις μετεωρολογικές συνθήκες (κατεύθυνση και ένταση ανέμων).

Στο Κορωπί οι υψηλότερες συγκεντρώσεις αποδόθηκαν στο νικέλιο στη διάρκεια του καλοκαιριού, ενώ για τον μολύβδο οι μέγιστες ενδείξεις (33.4 ng/m³) ήταν πολύ μικρότερες από το επιτρεπόμενο όριο που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση. Ο υδράργυρος και το κάδμιο παρουσίασαν τις μικρότερες τιμές. Στη διάρκεια του Νοεμβρίου οι τιμές που βρέθηκαν ήταν οι υψηλότερες, αλλά μικρότερες από τα όρια που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση (μόλυβδος 61.8 ng/m³). Ο υδράργυρος όμως και το κάδμιο παρουσίασαν τις χαμηλότερες τιμές, παρόμοιες με εκείνες του καλοκαιριού. Στην περιοχή του Κορωπίου φαίνεται να έχει παίξει μεγάλο ρόλο η ύπαρξη μεγάλου οδικού δικτύου και η κατεύθυνση των ανέμων, που με την ανυπαρξία φυσικών εμποδίων διευκολύνουν τη μεταφορά ατμοσφαιρικών ρύπων.

Αλλά, σε περιοχή της Πάρνηθας κοντά στη μητρόπολη των Αθηνών, όπου δεν εντοπίζονται αγροτικές καλλιέργειες ή δραστηριότητες, ανιχνεύθηκαν υψηλές περιεκτικότητες σε κάδμιο σε αυτοφυή βότανα και αρωματικά φυτά, παρά την έλλειψη λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων στο έδαφος ^[90]. Αποδεικνύοντας με αυτό τον τρόπο ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση στις αστικές και γεωργικές περιοχές παίζει ένα σπουδαίο ρόλο στον εμπλουτισμό της αγροτικής παραγωγής με κάδμιο.

Πίνακας 6.13

Συγκέντρωση καδμίου σε σε αυτοφυή βότανα και αρωματικά φυτά σε μη-αγροτική περιοχή κοντά στη μητρόπολη των Αθηνών.

Φυτά	Αριθμός δειγμάτων	Κλίμακα (ngg ⁻¹)	Διάμεσος (ngg ⁻¹)	Μέσος όρος (ngg ⁻¹ ξηρού βάρους±τυπική απόκλιση)

<i>Papaver</i>	4	19.03-23.3	21.2	21.2±1.8
<i>Taraxacum gymnanthum</i>	4	85.7-111.2	104.2	101.3±11.0
<i>Papaver hybridum</i>	4	76.3-88.7	84.8	83.7±5.3

ΠΗΓΗ: Karavoltzos et al., 2002.

6.3. ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΑ

Το 1995 διεξήχθη μία μελέτη για τη συγκέντρωση βαρέων μετάλλων σε λαχανικά που έχουν καλλιεργηθεί στη νοτιο-δυτική Ελλάδα και πιο συγκεκριμένα στην Πρέβεζα και στα Ιωάννινα [168]. Η πρώτη περιοχή εντοπίζεται σε απόσταση από βιομηχανικές δραστηριότητες, ενώ η δεύτερη τοποθετείται γύρω από τη λίμνη Παμβώτιδα, η οποία έχει δεχθεί αστικά και κάποια βιομηχανικά λύματα.

Τα δείγματα αφορούσαν ικανές ποσότητες σε διαφόρου είδους λαχανικά όπως παντζάρι, καρότο, ραδίκι, κουνουπίδι, σέλινο, πράσο, μαϊντανός, κρεμμύδι, μαρούλι και σπανάκι. Τα βαρέα μέταλλα που απασχόλησαν την έρευνα ήταν κυρίως το κάδμιο, το σελήνιο, το κοβάλτιο, ο ψευδάργυρος, το χρώμιο, ο χαλκός, το νικέλιο, το μαγγάνιο και ο μόλυβδος. Οι μετρήσεις των δειγμάτων στα Ιωάννινα και την Πρέβεζα καταγράφονται στον πίνακα 6.14 και 6.15 αντιστοίχως.

Πίνακας 6.14

ΛΑΧΑΝΙΚΑ	Υγρασία %	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
Φύλλο παντζαριού	88.8	6	91	58	590	6910	870	100	1950
Βολβός παντζαριού	85.3	14	36	27	1008	3220	270	170	4030
Καρότο	89.3	11	23	160	790	2290	380	140	1940
Ραδίκι	93.7	6	21	230	390	5500	570	120	1530
Κουνουπίδι	84.1	18	75	150	520	3760	1230	190	5730
φύλλο σέλινου	93.3	20	45	81	550	5080	570	200	3330
Ρίζα σέλινου	88.8	32	45	360	2150	4810	640	250	5060
Φύλλο πράσου	94.5	7	Μ.α.	140	730	1840	130	100	1730
Ρίζα πράσου	89.2	13	Μ.α.	141	940	1780	160	30	2260
Μαϊντανός	95.0	3	18	122	360	1360	320	10	970
Οι μετρήσεις αφορούν ng/g wet wt									
Το σελήνιο ήταν κάτω του ορίου ανίχνευσης, ο.α. 1ng/g wet wt									
Το όριο ανίχνευσης του κοβαλτίου ήταν 7 ng/g wet wt									

Πίνακας 6.15

ΛΑΧΑΝΙΚΑ	Υγρασία %	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Se	Zn
Καρότο	89.3	10	9	62	730	850	110	38	5	1420
Φύλλο σέλινου	93.3	19	9	301	1810	4340	410	76	μ.α.	4410
Ρίζα σέλινου	88.8	15	25	880	2210	4910	310	110	μ.α.	4930
Φύλλο πράσου	94.5	12	16	75	990	2130	390	55	μ.α.	2420
Ρίζα πράσου	89.2	13	Μ.α.	30	1710	820	240	21	μ.α.	2390
Μαρούλι	96.0	38	Μ.α.	36	170	950	50	13	μ.α.	1010
Φύλλα κρεμμυδιού	93.6	19	14	340	880	1110	140	82	μ.α.	2790
Ρίζα κρεμμυδιού	84.0	10	24	130	1910	2210	270	62	5	6770
Μαϊντανός	95.0	2	18	125	290	1550	310	25	μ.α.	880
Σπανάκι	93.4	43	26	130	2450	4420	520	134	μ.α.	290
Τα όρια ανίχνευσης για το κοβάλτιο είναι 7 ng/g και για το σελήνιο 1 ng/g										
Οι τιμές αναφέρονται σε ng/g wet wt										
Μ.α., μη ανιχνεύσιμο										

ΠΗΓΗ: Stalikas et al., 1997.

Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν πληροφορίες από το υπουργείο Γεωργίας για την ετήσια κατανάλωση των λαχανικών, ώστε να διαπιστωθεί πιο ολοκληρωμένα η πιθανότητα τοξικότητας των διαθέσιμων τροφίμων στον ανθρώπινο οργανισμό. Το συμπέρασμα ήταν ότι τα λαχανικά που εξετάστηκαν παρουσίασαν συγκέντρωση βαρέων μετάλλων χαμηλότερη από το επιτρεπόμενο όριο και από τις αντίστοιχες άλλων χωρών.

Επιπλέον, η κατανάλωση των λαχανικών σε ετήσια βάση επιβαρύνει ελάχιστα την ολική απορρόφηση των βαρέων μετάλλων στον ανθρώπινο οργανισμό.

Σε έρευνα που δημοσιεύθηκε το 1996 επιχειρήθηκε να εντοπιστούν οι ποσότητες της συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων σε λαχανικά που καλλιεργήθηκαν σε βιομηχανική περιοχή, σε σχέση με το έδαφος και τα αιωρούμενα σωματίδια ^[185]. Η περιοχή βρίσκεται στο νομό Θεσσαλονίκης.

Τα περισσότερα στοιχεία, ειδικά εκείνα που ήταν σε περιοχές μη μολυσμένες, βρέθηκαν σε φυσιολογικά επίπεδα. Παρόλα αυτά, στα φυλλώδη λαχανικά παρατηρήθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις μολύβδου, ψευδαργύρου, χρωμίου και μαγγανίου. Η συγκέντρωση βαρέων μετάλλων στο έδαφος ήταν χαμηλή, ενώ τα αιωρούμενα σωματίδια παρουσίαζαν υψηλές συγκεντρώσεις σε μόλυβδο, ψευδάργυρο, κάδμιο και μαγγάνιο.

Στατιστική ανάλυση που ακολούθησε υπέδειξε ότι τα λαχανικά επηρεάζονται περισσότερο από τη σύνθεση του εδάφους, ενώ τα φυλλώδη μέρη τους από τον αέρα. Το κάδμιο συσσωρεύεται περισσότερο στο έδαφος σε σχέση με τα άλλα στοιχεία. Τέλος, η υψηλότερη συγκέντρωση σε μόλυβδο, χρώμιο και κάδμιο στα φυλλώδη λαχανικά οφείλεται σε ατμοσφαιρική εναπόθεση ^[185].

Το 1998 δημοσιεύθηκε μια έρευνα που διεξήχθη στην ευρύτερη βιομηχανική περιοχή της Θεσσαλονίκης στη βόρεια Ελλάδα, όπου βιομηχανικές και γεωργικές δραστηριότητες συνυπάρχουν, ώστε να διαπιστωθεί η ύπαρξη βαρέων μετάλλων σε λαχανικά ^[184]. Τα βαρέα μέταλλα που αφορούσαν την έρευνα ήταν ο μόλυβδος, ο ψευδάργυρος, το κοβάλτιο, το σελήνιο, το χρώμιο, το κάδμιο, το μαγγάνιο, ο χαλκός και ο υδράργυρος. Τα είδη λαχανικών που εξετάστηκαν ήταν το λάχανο, το μαρούλι, το καρότο, το πράσο και το αντίδι. Τα δείγματα συλλέχθηκαν τον Οκτώβριο του 1993 και τον Μάρτιο του 1994 από 4 διαφορετικές περιοχές.

Οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στα λαχανικά βρέθηκαν σε επίπεδα κάτω του επιτρεπόμενου ορίου. Σχετικά αυξημένες ήταν οι τιμές του μολύβδου και του ψευδαργύρου στα φυλλώδη λαχανικά. Αφού λήφθηκε υπόψη και η ημερήσια διαιτητική πρόσληψη λαχανικών διαπιστώθηκε ότι η συνεισφορά τους στην πρόσληψη τοξικών στοιχείων από τον οργανισμό είναι πολύ χαμηλή.

Σε έρευνα που έλαβε χώρα το πρώτο τρίμηνο του 2000 στην Αθήνα και δημοσιεύθηκε το 2002 προσεγγίστηκε η ποσότητα καδμίου που περιέχεται σε τρόφιμα της ελληνικής αγοράς ^[90]. Τα τρόφιμα συλλέχθηκαν από διάφορα κεντρικά πολυκαταστήματα, συνοικιακά, λαϊκές αγορές, αρτοποιία και την κεντρική αγορά της Αθήνας. Το δείγμα αφορούσε 93 διαφορετικά είδη τροφίμων.

Η ποσότητα του καδμίου που ανιχνεύθηκε ποικίλλει και εξαρτιόταν από το έδεσμα. Τα αλκοολούχα ποτά παρουσίασαν χαμηλές τιμές μικρότερες του 0.1 ng g^{-1} , ενώ στα μαλάκια και στα οστρακοειδή άγγιξαν τα 117.4 ng g^{-1} . Στα μεγάλα σαλιγκάρια οι τιμές εντοπίστηκαν στα 1598 ng g^{-1} , ενώ η μέγιστη περιεκτικότητα σε κάδμιο σύμφωνα με την οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 2001 ορίζονται τα 1000 ng g^{-1} βάρος επί νωπού. Τα σαλιγκάρια όμως δεν αποτελούν βασικό στοιχείο της ελληνικής δίαιτας, δεν είναι τρόφιμα καθημερινής βρώσης ^[90].

Θέτοντας ως μέγιστο όριο τα 50 ng g^{-1} εντοπίστηκαν και άλλα τρόφιμα με υψηλές συγκεντρώσεις, όπως οι μελιτζάνες (47.7 ng g^{-1}), οι πράσινες πιπεριές (31.5 ng g^{-1}) και τα μπαμπούνια (30.6 ng g^{-1}). Επίσης τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας συγκρίθηκαν με προηγούμενες έρευνες όπου διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν διαφορές στις τιμές [πίνακας 6.16]. Στις προηγούμενες έρευνες οι ποσότητες του καδμίου στα τρόφιμα εμφανίζονται πολύ υψηλότερες.

Πίνακας 6.16

Κατηγορία τροφίμου	Παρούσα μελέτη	Προηγούμενες μελέτες	Διεθνής βιβλιογραφία
Γάλα	0.6-1.5(1.0)	0.7-1.8(1.2)α	<1.0a
Τυριά και γαλακτομικά προϊόντα	0.7-3.0(2.1)	3.0-8.0(5.0)α	<1.0a
Λίπη και έλαια	2.4-2.6(2.5)	-	-
Δημητριακά, προϊόντα δημητριακών και είδη αρτοποιίας	2.1-36(16.3)	23.0-90.0(48.4)α	18.0-23.0(20.4)b
Κρέας	0.2-3.1(1.0)	18.0-90.0(39.0)α	4.0-9.0(6.5)c
		0.0-490.0(70.0)β	
Όργανα και εντόσθια	8.9-23.5(20.7)	190.0-1300.0(745)γ	12.0-1500.0(293.0)d
		180.0-600.0(390)δ	
Ψάρια και προϊόντα ψαριών	1.5-30.6(11.0)	20.0-70.0(47.8)α	-
Μύδια και οστρακοειδή	53.8-195.4(117.4)	-	80.0-200.0(120.0)e

Φρούτα	0.2-5.8(1.5)	18.0-22.5(20.2)α	<0.1-50.0(9.2)f
		85.3-502.6(255.9)ε	
Φυλλώδη λαχανικά	1.6-52.7(28.3)	40.0-126.0(74.3)α	42.0- 229.0(129.2)g
			10.0- 40.0(20.8)h
Λαχανικά άλλου τύπου	0.2-47.7(10.5)	20.0-34.0(26.3)α	2.0-10.0(4.7)i
Πατάτες	12.7- 30.4(22.3)	26.0-90.0(49.5)α	21.0- 51.0(31.8)j
Αυγά	1.4-1.5(1.4)	-	-
Αλκοολούχα ποτά	μ.α.-0.5(0.3)	10.0-20.0(14.5)α	0.04- 5.31(1.5)k
Η συγκέντρωση του καδμίου σε ng/g wet wt. Στην παρένθεση: η μέση τιμή μ.α.: μη ανιχνεύσιμο			
α: Tsoumbaris and Tsoukali-Papadopoulou, 1994			
β: Antoniou et al., 1989			
γ: Antoniou et al., 1995			
δ: Zantopoulos et al., 1999			
ε: Akrida-Demertzi, 1989			
a: Szokoda and Zmudzki, 1996			
b: Schumacher et al., 1994			
c: Doganoc, 1996			
d: Falandysz et al., 1994			
e: Enriquez-Domínguez et al., 1998			
f: Tanhoven and Kampulainen, 1991			
g: Bosque et al., 1996			
h: Zurera et al., 1987			
i: Tahnoven et al., 1991			
j: Wolnik et al., 1983			
k: Mena et al., 1996			

ΠΗΓΗ: Karavaltsos et al., 2002.

Επιπλέον, αναλύθηκαν και 9 δείγματα από οργανική παραγωγή, χωρίς δηλαδή τη χρήση φυτοφαρμάκων ή λιπασμάτων. Σε όλα τα δείγματα οι τιμές που αφορούν τη συμβατική παραγωγή είναι υψηλότερες από εκείνες της οργανικής. Οι παρατηρούμενες διαφορές ποικίλλουν και ενώ στις πράσινες πιπεριές το ποσοστό είναι 17% στο μαρούλι φθάνουν το 90%, με τη μεγαλύτερη διαφορά να παρατηρείται στο μαρούλι, στις τομάτες, στα ροδάκινα και στις πατάτες. Οι μεγάλες διαφορές στις συγκεντρώσεις καδμίου μεταξύ συμβατικής και οργανικής παραγωγής οφείλονται στη χρήση λιπασμάτων στη διάρκεια της καλλιέργειας. Το κάδμιο όταν εμπεριέχεται στα φωσφορικά λιπάσματα απορροφάται εύκολα στα τρόφιμα.

6.4. ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ

Τριακόσια δείγματα του *Mytilus galloprovincialis* συλλέχθηκαν από πέντε σταθμούς (βοράς, νότος, ανατολή, δύση και κέντρο) της λίμνης Φάρο στην Ιταλία ^[114]. Ο αντικειμενικός σκοπός της έρευνας ήταν η εκτίμηση της συγκεντρώσεως οργανοχλωριούχων ενώσεων και βαρέων μετάλλων στα μύδια. Η λίμνη Φάρο εντοπίζεται στην βόρεια Σικελία, στην Ιταλία. Βρίσκεται στο παραλιακό δρόμο της Μεσσίνα με το βάθος της να φθάνει στο κέντρο τα 28 μέτρα. Επικοινωνεί με τη θάλασσα μέσω 2 καναλιών. Η εν λόγω λίμνη είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τη διεξαγωγή συμπερασμάτων όσον αφορά τη συσσώρευση ουσιών, οι οποίες είναι εν δυνάμει τοξικές στους θαλάσσιους οργανισμούς, εξαιτίας της εισροής των αστικών και γεωργικών ρύπων, αλλά και το χαμηλό ποσοστό ανταλλαγής νερού με την ανοιχτή θάλασσα.

Στην παραπάνω έρευνα, 300 δείγματα από τα μύδια *Mytilus galloprovincialis* (40-50 mm) συλλέχθηκαν από τη λίμνη Φάρο στη διάρκεια του Σεπτεμβρίου του 2002 σε βάθος 6 μέτρων. Τα σημεία συλλογής των δειγμάτων αφορούσαν τη λίμνη σε όλη της την έκταση και συγκεκριμένα από πέντε σταθμούς (βοράς, νότος, ανατολή, δύση και κέντρο) ώστε να μπορεί να συγκριθεί το επίπεδο μόλυνσης.

Τα δείγματα του *Mytilus galloprovincialis* χωρίστηκαν σε 15 ομάδες (3 ομάδες για κάθε μέρος) σύμφωνα με το σημείο της λίμνης από όπου προέρχονταν. Ο πίνακας που ακολουθεί περιγράφει τα αποτελέσματα της μελέτης.

Πίνακας 6.17

Περιοχές	Ομάδες	Cu(ng/g w.w.)	Se(ng/g w.w.)	Zn(μg/g w.w.)	As(ng/g w.w.)	Cd(ng/g w.w.)	Hg(ng/g w.w.)	Pb(ng/g w.w.)
Νότος	1	209.6	212.7	11.0	<0.15	51.9	8.3	77.3
	2	228.8	243.8	12.2	<0.15	51.8	8.9	72.8
	3	207.9	185.4	11.4	<0.15	51.0	8.3	78.9
	Κλίμακα	207.9- 228.2	185.4-2 43.8	11.0- 12.2		51.0- 51.9	8.3- 8.9	72.8- 78.9
	μέσος	215.2±	214.0±	11.5±		51.6±	8.5±	76.3±

	όρος± τυπική απόκλιση	11.3	29.2	0.6		0.5	0.3	3.2
Βοράς	4	320.4	218.4	16.3	<0.15	63.8	13.1	82.3
	5	384.3	273.5	18.5	<0.15	62.7	12.2	91.5
	6	301.8	168.8	16.1	<0.15	63.2	12.7	81.8
	Κλίμακα	301.8- 384.3	168.8- 273.5	16.1- 18.5		62.7- 63.8	12.2- 13.1	81.8- 91.5
	μέσος όρος± τυπική απόκλιση	335.5± 43.3	220.2± 52.4	17.0± 1.3		63.2± 0.6	12.7± 0.5	85.2± 5.5
Ανατολή	7	315.0	237.8	11.1	<0.15	56.9	8.7	64.8
	8	396.0	288.9	11.8	<0.15	56.3	8.3	75.0
	9	319.5	188.4	11.1	<0.15	54.8	8.7	66.0
	Κλίμακα	315.0- 396.0	188.4- 288.9	11.1- 11.8		54.8- 56.9	8.3- 8.7	64.8- 75.0
	μέσος όρος± τυπική απόκλιση	343.5± 45.5	238.4± 50.3	11.4± 0.4		56.0± 1.1	8.6± 0.2	68.6± 5.6
Δύση	10	253.7	141.9	15.8	<0.15	59.7	8.7	91.5
	11	302.0	185.4	14.8	<0.15	58.5	7.7	82.5
	12	254.7	123.9	14.0	<0.15	59.7	8.3	93.0
	Κλίμακα	253.7- 302.0	123.9- 185.4	14.0- 15.8		58.5- 59.7	7.7- 8.7	82.5- 93.0
	μέσος όρος± τυπική απόκλιση	270.1± 27.6	150.4± 31.6	14.9± 0.9		59.3± 0.7	8.2± 0.5	89.0± 5.7
Κέντρο	13	188.3	123.5	13.4	<0.15	44.8	6.5	72.9
	14	228.8	198.8	16.6	<0.15	42.8	5.7	78.2
	15	189.0	93.5	12.8	<0.15	41.9	6.1	73.8

	Κλίμακα	188.3- 228.0	93.5- 198.8	12.8- 16.6		41.9- 44.8	5.7- 6.5	72.9- 78.2
	μέσος όρος± τυπική απόκλιση	202.0± 23.2	138.6± 54.2	14.3± 2.0		43.2± 1.5	6.1± 0.4	75.0± 2.8
Συνολική	Κλίμακα	188.3- 396.0	93.5- 288.9	11.0- 18.5		41.9- 63.8	5.7- 13.1	64.8- 93.0
Συγκέ- ντρωση	μέσος όρος± τυπική απόκλιση	273.3± 66.8	192.3± 56.2	13.8± 2.4		54.7± 7.2	8.8± 2.2	78.8± 8.6

ΠΗΓΗ: Licata et al., 2004.

Οι παραπάνω τιμές αποκαλύπτουν μία σχετική ομοιογένεια στην κατανομή των μετάλλων σε διάφορα μέρη της λίμνης. Πιο αναλυτικά: ο χαλκός παρουσιάζει χαμηλότερες συγκεντρώσεις στο κέντρο της λίμνης και υψηλότερες στην ανατολική πλευρά της λίμνης. Ο μόλυβδος διαθέτει υψηλές τιμές, με τις χαμηλότερες τιμές στην ανατολική πλευρά και τις μεγαλύτερες στη δυτική. Το κάδμιο παρουσιάζει ομοιογένεια στις συγκεντρώσεις σε όλες τις εξεταζόμενες περιοχές. Τα επίπεδα του υδράργυρου είναι πολύ χαμηλότερα σε σχέση με τα άλλα μέταλλα, ενώ η συγκέντρωση του αρσενικού βρίσκεται κάτω από τα επίσημα όρια ανίχνευσης.

Η θάλασσα του Μαρμαρά μαζί με το Βόσπορο και τα στενά των Δαρδανελίων αποτελούν ένα κανάλι μεταξύ Μαύρης Θάλασσας και Μεσογείου. Σε μελέτη που έγινε το 2000 στις βόρειες ακτές της θάλασσας του Μαρμαρά προσπάθησαν να καθορίσουν τα επίπεδα συγκέντρωσης του καδμίου, του χαλκού, του μολύβδου, του σιδήρου, του ψευδαργύρου, του χρωμίου, του κοβαλτίου και του νικελίου στα φύκη, στα μύδια, στα ψάρια και σε δείγματα ιζημάτων από διαφορετικούς σταθμούς της περιοχής ^[175]. Επίσης, συνέκριναν τα αποτελέσματα με προηγούμενες έρευνες.

Τα θαλάσσια είδη φυκιών που εξετάστηκαν ήταν το καφέ και το πράσινο, *Cystoseira barbata* και *Ulva lactuca* αντίστοιχα. Τα είδη ψαριών ήταν το μπαρμπούνι (*Mullus barbatus*), το σκουμπρί (*Trachurus trachurus*), το *Spicara maena maena* και το μύδι (*Mytilus galloprovincilis*).

Οι συγκεντρώσεις του ψευδάργυρου, μόλυβδου και χαλκού στα φύκη ήταν υψηλότερες σε σχέση με προηγούμενες μελέτες που αφορούσαν τη θάλασσα του Μαρμαρά ^[50]. Επιπλέον η συγκέντρωση του χαλκού και του ψευδαργύρου στα φύκη ήταν αρκετά μεγαλύτερη σε σύγκριση με εκείνες στη Μαύρη Θάλασσα και στο Βόσπορο ^{[67] [68] [69] [174] [107]}.

Όσον αφορά τα μύδια οι συγκεντρώσεις τους σε βαρέα μέταλλα ήταν χαμηλότερες σε σχέση με αυτά της Μαύρης Θάλασσας, εξαιρουμένου του μόλυβδου ^[72]. Επίσης, οι συγκεντρώσεις τους σε μόλυβδο, χαλκό και ψευδάργυρο είναι πολύ χαμηλότερες εν συγκρίσει με εκείνες των τουρκικών ακτών της πλευράς του Αιγαίου ^{[169] [179]}.

Στα ψάρια ο χαλκός βρίσκεται σε υψηλότερα επίπεδα σε σχέση με εκείνον της Μαύρης θάλασσας, ενώ το κάδμιο, το κοβάλτιο, το χρώμιο, ο ψευδάργυρος και ο μόλυβδος βρίσκονται σε χαμηλότερα επίπεδα ^[173]. Τέλος, οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στα ιζήματα των δειγματοληπτικών σταθμών της θάλασσας του Μαρμαρά είναι χαμηλότερες σε σύγκριση με άλλα σημεία της ευρύτερης περιοχής, όπως στην Κωνσταντινούπολη και στους κόλπους Gelmik και İzmit ^{[49] [18] [9] [107]}.

Τα αποτελέσματα της έρευνας του Torcuoglu et al., 2004 ^[74] παραθέτονται στον πίνακα 6.18.

Πίνακας 6.18

Οι τιμές των συγκεντρώσεων των βαρέων μετάλλων αναφέρονται σε $\mu\text{g/g}$ βάρος επί ξηρού.

Δείγματα	Cd	Co	Cr	Ni	Zn	Fe	Mn	Pd	Cu
Μακροάλη									
<i>C. barbata</i> ¹	<0.02	1.76± 0.20	8.63± 0.07	12.36± 0.14	113.5± 0.2	1511± 1.5	143.6± 0.6	3.7± 0.2	5.2± 0.1
<i>C. barbata</i> ²	<0.02	<0.05	<0.06	<0.1	41.8± 0.1	114± 0.1	23.8± 0.1	<0.1	164.3± 0.8
<i>U. lactuca</i> ¹	<0.02	<0.05	<0.06	16.91± 0.32	151.9± 0.6	189± 0.6	13.6± 0.1	<0.1	13.7± 0.1
<i>U. lactuca</i> ²	<0.02	<0.05	<0.06	<0.1	78.9± 0.2	116± 0.1	15.0± 0.1	<0.1	8.3±0. 1
<i>U. lactuca</i> ³	1.10± 0.02	1.01± 0.21	4.90± 1.12	8.11± 0.12	286.4± 8.3	2197± 7.5	105.2± 1.8	15.4± 1.5	29.1± 1.6
Μύδια									
<i>M. galloprovincialis</i> ¹	2.88± 0.03	1.89± 0.22	3.54± 0.01	5.25± 0.22	319.9± 0.3	415± 4.9	11.7± 0.1	<0.1	6.7± 0.1
<i>M. galloprovincialis</i> ²	1.61± 0.01	0.95± 0.20	<0.06	<0.1	264.2± 0.9	120± 0.5	4.5± 0.2	5.2± 0.5	6.8± 0.1
<i>M. galloprovincialis</i> ³	1.26± 0.03	<0.05	<0.06	13.96± 0.23	208.3± 0.6	317± 0.3	10.6± 0.2	<0.1	9.5± 0.1
Ψάρια									
<i>C. barbatus</i> ²	<0.02	<0.05	<0.06	<0.01	17.1± 0.1	48± 0.4	1.1 ±0.1	<0.01	1.5± 0.1
<i>T. trachurus</i> ²	<0.02	<0.05	<0.06	<0.01	19.5± 0.1	30± 0.2	1.0± 0.1	<0.01	3.1± 0.1
<i>S. maene maena</i> ²	<0.02	<0.05	<0.06	<0.01	21.1± 0.1	30± 0.3	1.0± 0.1	<0.01	2.2± 0.1
Ιζήματα									
Ιζήματα ¹	<0.02	11.06± 0.24	61.54± 0.73	53.88± 0.70	43.6± 0.1	14896 ±45	372.9± 1.9	22.7± 2.1	12.7± 0.1
Ιζήματα ²	<0.02	10.54± 2.78	27.21± 1.60	20.53± 0.47	34.1± 0.1	5956± 36	273.6± 0.5	31.9± 1.7	30.6± 0.1
Ιζήματα ³	0.50± 0.12	4.3± 0.67	54.50± 0.27	41.30± 1.59	50.9± 0.1	11875 ±36	384.2± 1.9	21.6± 3.6	16.8± 0.1

Dry/wet ratio(αναλογία ξηρού/νοπού): 0.14, 0.30, 0.26, 0.30 για το *M. galloprovincialis*, *M. barbatus*, *T. trachurus* και *S. maene maena* αντιστοίχως
^{1 2 3} : οι τρεις διαφορετικοί δειγματοληπτικοί σταθμοί.

ΠΗΓΗ: Topcuoğlu et al., 2004.

Ο κόλπος Izmir βρίσκεται στη Δυτική Τουρκία και είναι ένας από τους μεγαλύτερους της Μεσογείου. Η περιοχή αποτελεί ένα σημαντικό βιομηχανικό και εμπορικό κέντρο της γειτονικής χώρας. Οι κυριότερες βιομηχανίες της περιοχής περιλαμβάνουν τεχνολογίες τροφίμων, λαδιού, σαπουνιού, χαρτιού, υφασμάτων, χρωμάτων και μετάλλου. Σε μελέτη που έγινε στην περιοχή εξετάστηκαν τα επίπεδα βαρέων μετάλλων στα εδάφιμα ψάρια και σε ιζήματα του κόλπου του Izmir πριν και μετά την εγκατάσταση μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ^[106].

Τα δείγματα συλλέχθηκαν μεταξύ του 1996 έως το 2003 από τους διάφορους δειγματοληπτικούς σταθμούς ενώ η μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων λειτούργησε στις αρχές του 2000. Οι συγκεντρώσεις του μολύβδου, του χρωμίου, του υδραργύρου και του καδμίου στα ιζήματα του κόλπου μειώθηκαν αισθητά το 2002 σε σχέση με τα προηγούμενα έτη. Επιπλέον, οι συγκεντρώσεις των παραπάνω μετάλλων στο κέντρο και στο βάθος της λίμνης ήταν μεγαλύτερες από αυτές της περιφερειακής και εξωτερικής πλευράς του κόλπου. Τα εδάφιμα ψάρια που εξετάστηκαν ήταν το μπαρπούνι (*Mullus barbatus*) και το *Solea Vulgaris*. Η συγκέντρωση των βαρέων μετάλλων στα ιζήματα και στα ψάρια στη διάρκεια των ετών 1996-2003 περιγράφεται στους πίνακες που ακολουθούν.

Πίνακας 6.19

Βαρέα μέταλλα	Περίοδος	Εξωτερική πλευρά κόλπου	Κέντρο & βάθος κόλπου
Hg	1997	240-960	410-990
	1998	190-700	250-860
	2000	260-990	360-1300
	2001	410-620	380-820
	2002	50-270	120-510
Cd	1997	70-230	290-820
	1998	80-330	150-420

	2000	40-90	120-380
	2001	30-50	50-550
	2002	5—70	20-360
Pb	1997	14000-70000	69000-103000
	1998	32000-90000	68000-100000
	2000	48000-71000	47000-113000
	2001	25000-73000	61000-110000
	2002	14000-76000	44000-73000
Cr	1997	29000-157000	143000-281000
	1998	67000-157000	140000-155000
	2000	41000-172000	122000-183000
	2001	38000-199000	171000-295000
	2002	40000-147000	116000-316000
Οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές των μετρήσεων σε ng/g dry wt.			

ΠΗΓΗ: Kucuksezgin et al, 2006.

Πίνακας 6.20

Περίοδος	Οργανισμός	Hg	Cd	Pb
1996	<i>Mullus barbatus</i>	182-259	0.13-2.4	2.6-125
	<i>Solea vulgaris</i>	17-159	0.44-2.2	46-388
1997	<i>Mullus barbatus</i>	66-399	0.53-5.7	29-349
	<i>Solea vulgaris</i>	5.2-95	1.1-2.3	110-364
1998	<i>Mullus barbatus</i>	27-285	0.77-1.6	8.0-478
	<i>Solea vulgaris</i>	11-212	1.2-3.5	2.0-341
2000	<i>Mullus barbatus</i>	14-355	0.38-9.4	16-241

2001	<i>Mullus barbatus</i>	18-276	1.1-10	36-303
	<i>Solea vulgaris</i>	4.5-91	1.8-2.1	90-491
2002	<i>Mullus barbatus</i>	34-520	0.10-10	17-300
	<i>Solea vulgaris</i>	10-113	0.10-3.5	1.0-218
2003	<i>Mullus barbatus</i>	101-209	0.83-2.2	15-103
Οι μετρήσεις των συγκεντρώσεων έχουν υπολογισθεί σε mg/kg wet wt.				

ΠΗΓΗ: Kucuksezgin et al, 2006.

Ο κόλπος του Iskenderun βρίσκεται στην νοτιοανατολική πλευρά της Τουρκίας στη Μεσόγειο. Για την περιοχή αυτή παρατηρείται μεγάλη έλλειψη σε πληροφορίες όσον αφορά την ύπαρξη τοξικής ρύπανσης. Το 2005 δημοσιεύθηκε μία μελέτη για τα βαρέα μέταλλα της θαλάσσιας περιοχής.

Οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων που ανιχνεύθηκαν στο είδος στρειδιού *Spondylus spinosus*, στον κόλπο του Iskenderun από τον Οκτώβριο του 2001 έως τον Ιούλιο του 2002 αφορούσαν το κάδμιο, τον μόλυβδο, το ψευδάργυρο, το χρώμιο, το κοβάλτιο, το χαλκό και το νικέλιο ^[178]. Στη διάρκεια της έρευνας 300 στρείδια συλλέχθηκαν χειρωνακτικώς από 3 διαφορετικούς σταθμούς. Οι μετρήσεις παρουσίασαν εποχική και χωρική διαφοροποίηση. Τα αποτελέσματα όσον αφορά το κάδμιο, το νικέλιο και τον μόλυβδο ήταν υψηλότερα από τα όρια που θέτει η πολιτεία της Τουρκίας. Ο χαλκός όμως και ο ψευδάργυρος συμφωνούν με τα νομικά όρια.

Το 2004 δημοσιεύθηκε μία μελέτη με στοιχεία για την ποιότητα του υδροφόρου ορίζοντα της Αλβανίας ^[46]. Από το 1992 εφαρμόστηκε ένα πρόγραμμα συστηματικής παρακολούθησης βαρέων μετάλλων σε ιζήματα κατά μήκος θαλάσσιων ακτών της γείτονος χώρας. Υψηλά επίπεδα διαπιστώθηκαν στο δέλτα του Mati βορειοδυτικά της Αλβανίας που εκβάλλει στην Αδριατική θάλασσα. Πιο συγκεκριμένα:

1. Το κοβάλτιο κυμάνθηκε από 62.8 έως 624 mg kg⁻¹ βάρος επί ξηρού.

2. Το χρώμιο κυμάνθηκε από 264 έως 812 mg kg⁻¹ βάρος επί ξηρού .
3. Ο σίδηρος από 40 έως 79 g kg⁻¹ βάρος επί ξηρού.
4. Το νικέλιο από 252 έως 413 mg kg⁻¹. βάρος επί ξηρού.
5. Το μαγγάνιο από 750 έως 1230 mg kg⁻¹ βάρος επί ξηρού.

Επιπλέον, στον κόλπο Vlorë που βρίσκεται στην Αδριατική θάλασσα πολύ κοντά στο Ιόνιο πέλαγος διαπιστώθηκαν υψηλά επίπεδα υδραργύρου. Συγκεκριμένα, η μέση τιμή των μετρήσεων άγγιζε τα 0.92 mg kg⁻¹ βάρος επί ξηρού ^[19].

6.5. ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΣΕ ΑΛΛΕΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΧΩΡΕΣ

Σε αστική περιοχή της Σαραγόσα στην Ισπανία διεξήχθη μία μελέτη ώστε να διαπιστωθεί η ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα της περιοχής όσον αφορά τα αιωρούμενα σωματίδια και την ύπαρξη βαρέων μετάλλων σε αυτά ^[116]. Η πόλη της Σαραγόσα βρίσκεται στην βορειοανατολική Ισπανία, με πληθυσμό περίπου 600000 κατοίκους. Η δειγματοληψία έλαβε χώρα σε περιοχή που γειτνιάζει με λεωφόρο υψηλής κυκλοφορίας και βιομηχανίες χαρτιού, μετάλλου και ζάχαρης. Τα δείγματα λαμβάνονταν κάθε δύο εβδομάδες από 11 Ιουλίου του 2001 έως 25 Ιουλίου 2002 και κατά τη διάρκεια των εργάσιμων ημερών.

Ανάμεσα στα βαρέα μέταλλα που εξετάστηκαν ήταν το αλουμίνιο, το βάριο, το κοβάλτιο, το χρώμιο, ο χαλκός, ο σίδηρος, το μαγγάνιο, το νικέλιο, ο μόλυβδος και ο ψευδάργυρος. Στον πίνακα που ακολουθεί παραθέτονται τα αποτελέσματα της έρευνας.

Πίνακας 6.21

Βαρέα μέταλλα	Μέση τιμή±τυπική απόκλιση
Al	2690±3180
Ba	33.1±38.8
Co	0.128±0.331
Cr	7.70±4.94
Cu	22.8±10.06
Fe	666±396
Mn	24.7±16.4
Ni	0.833±1.22
Pb	18.7±25.6
Zn	212±220
Οι μετρήσεις αναφέρονται σε ng/m ³	

ΠΗΓΗ: López et al, 2005.

7. ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ραδιενέργεια είναι αποτέλεσμα διασπάσεως ύστερα από διέγερση του πυρήνα του ατόμου, που προκαλείται από φυσικά ή τεχνητά αίτια και εκδηλώνεται με εκπομπή σωματιδιακής ή και ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ^[208]. Ως μονάδα μετρήσεως της ραδιενέργειας χρησιμοποιείται εκτός από το Curie(Ci), το Becquerel (Bq), που είναι η δραστηριότητα ενός ραδιενεργού υλικού όπου γίνεται μία διάσπαση ανά δευτερόλεπτο. Μονάδα βιολογικής επιδράσεως μίας ακτινοβολίας είναι το rem (röntgen equivalent man), που ισούται με την ποσότητα της ακτινοβολίας, που όταν απορροφηθεί από τον ανθρώπινο οργανισμό, προκαλεί ισοδύναμο βιολογικό αποτέλεσμα με την απορρόφηση 1 r ακτινοβολίας X ή γ.

Οι κυριότερες πηγές ραδιενέργειας είναι:

- i) Οι ατομικοί αντιδραστήρες.
- ii) Τα κέντρα πυρηνικών ερευνών.
- iii) Τα μεταλλεύματα ουρανίου.
- iv) Τα εργαστήρια ισοτόπων.
- v) Το κοσμικό διάστημα.
- vi) Τα εργαστήρια και ιδρύματα που χρησιμοποιούν ραδιενεργά υλικά ή ακτίνες X, για διαγνωστικούς και θεραπευτικούς σκοπούς.
- vii) Οι δοκιμές ατομικών όπλων.
- viii) Οι βιομηχανικές εφαρμογές των ακτινοβολιών.
- ix) Η καύση άνθρακα ^[208].

Η ρύπανση από ραδιενέργεια προκαλείται κύρια από τη χρήση ατομικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και από τις δοκιμές πυρηνικών όπλων ^[204]. Η ραδιενέργεια ενός σώματος μειώνεται εκθετικά στο χρόνο. Η ημιζωή ενός σώματος, δηλαδή το χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο η ραδιενέργεια ενός σώματος μειώνεται στο μισό, είναι τις περισσότερες φορές απειλητική σε διάρκεια. Για παράδειγμα, η ημιζωή του κρυπτού 85 είναι 10 χρόνια, για το στρόντιο 90 είναι 29 χρόνια, για το καίσιο 137 είναι 33 χρόνια, για το πλουτώνιο 239 είναι 24000 χρόνια ενώ για το ουράνιο 235 είναι 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια. Οι επιδράσεις της ακτινοβολίας είναι βλαβερές για την ανθρώπινη υγεία με εκδήλωση παθολογικών καταστάσεων όπως δερματίτιδα, εγκαύματα, λευχαιμία, κακοήθεις όγκους, ελάττωση γονιμότητας ακόμη και θάνατος. Η σύντομη έκθεση σε μεγάλη δόση, αλλά και η χρόνια έκθεση σε μικρότερες δόσεις μπορούν να επιφέρουν τέτοιου είδους αποτελέσματα. Οι γενετικές επιδράσεις ασκούνται μέσω του DNA, προκαλώντας γενετικές μεταβολές που εκδηλώνονται με τη μορφή μεταλλάξεων.

Παρόλα αυτά, η ραδιενέργεια παρουσιάζει χρήσιμες εφαρμογές στην ιατρική, τόσο στη θεραπεία όσο και στη διάγνωση.

Κύριες πηγές ακτινοβολίας είναι:

- i) Η κοσμική ακτινοβολία (10-150 mrem/έτος).
- ii) Το έδαφος (15-30 mrem/έτος).
- iii) Ο αέρας (15-30 mrem/έτος).
- iv) Οι εσωτερικές πηγές στο σώμα (25 mrem/έτος).

Ενώ οι τεχνητές πηγές είναι:

- i) Οι ιατρικές εξετάσεις με ακτίνες X (40-300 mrem/έτος).
- ii) Οι δοκιμές ατομικών βομβών (4 mrem/έτος).
- iii) Τα καταναλωτικά αγαθά (3 mrem/έτος) ^[208].

Η φυσική ραδιενέργεια που δέχεται ο άνθρωπος είναι 80-150 mrem/έτος, ενώ θεωρείται αποδεκτή μια συμπληρωματική δόση 170 mrem με μέγιστο τα 500 mrem το χρόνο για κάθε άτομο ^[213]. Η τεχνητή ραδιενέργεια είναι πιο επικίνδυνη από τη φυσική, γιατί τα ραδιενεργά άτομα της πρώτης έρχονται πιο συχνά σε επαφή με ζωντανή ύλη, από ό,τι της δεύτερης ^[204]. Τα ραδιενεργά άτομα που έρχονται σε επαφή με τη ζωντανή ύλη είναι δυνατό να δημιουργήσουν διάφορες συνθέσεις. Έτσι, το καίσιο 137 και το στρόντιο 90 συγγενεύουν χημικά με το ποτάσιο και το ασβέστιο αντίστοιχα, και όχι μόνο τα αντικαθιστούν όταν έρχονται σε επαφή με τη ζωντανή ύλη αλλά και εισέρχονται μέσα στους οργανισμούς ακτινοβολώντας από κοντά τα γειτονικά κύτταρα ^[213]. Τέλος, η τεχνητή ραδιενέργεια μέσω της τροφικής αλυσίδας βοηθά την αύξηση της συγκέντρωσης της ραδιενέργειας.

Όσον αφορά τη ραδιενεργό ρύπανση, έχει συσχετιστεί με καθοριστικής σημασίας γεγονότα όπως τα κατάλοιπα πυρηνικών εκρήξεων και την επίδραση του ραδιενεργού νέφους του Τσερνομπίλ. Μετά από αυτό το τραγικό συμβάν, ο πληθυσμός εκτέθηκε σε εκτεταμένη ακτινοβολία από το ρυπογόνο έδαφος, αλλά και εσωτερικώς μέσω της εισπνοής, της κατάποσης μολυσμένης τροφής-κυρίως φυτοκομικών προϊόντων ^[104]. Η φυσιολογική λειτουργία ενός πυρηνικού εργοστασίου από μόνη της δεν έχει άμεσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, μολονότι που τέτοιου είδους παραγωγή ενέργειας παρουσιάζει προβλήματα αποθήκευσης και εναπόθεσης ραδιενεργών αποβλήτων ^[47]. Ο κίνδυνος όμως, ενός ατυχήματος όπως του Τσερνομπίλ, αλλά και οι άμεσες ή έμμεσες συνέπειες του στο περιβάλλον και κατά επέκταση στον άνθρωπο είναι τρομακτικές.

7.1. ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ-ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα δεν είναι χώρα με πυρηνικές εφαρμογές. Οπότε, η κυριότερη μορφή ραδιενεργού ρύπανσης που μπορεί να δεχθεί είναι διασυνοριακή. Το ατύχημα στο Τσερνομπίλ της Ουκρανίας αποτελεί μία θλιβερή διαπίστωση της παραπάνω πρότασης. Κάποιες πληροφορίες για αυτό το ατύχημα περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 7.1

Τοποθεσία	Τσερνομπίλ (Ουκρανία)
Ημερομηνία	Απρίλιος 1986
Εκτιμημένη ποσότητα ραδιενέργειας που απελευθερώθηκε (TBq)	2 εκατομμύρια
Φύση του εργοστασίου	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
Τα κυριότερα ραδιονουκλεΐδια που απασχόλησαν	I-131, Cs-134, Cs-137
Τρόπος απελευθέρωσης (της ραδιενέργειας)	Αρκετές ημέρες (κρίσιμη έκρηξη και επακόλουθα φαινόμενα)
Περιοχή σημαντικά μολυσμένη	Περίπου 20 000 Km²
Περιοχή που επηρεάστηκε	Βόρειο ημισφαίριο
Άνθρωποι που απομακρύνθηκαν	116 000 (τον πρώτο χρόνο μετά το ατύχημα)
Όπου: I: Ιώδιο και Cs: Καίσιο	

ΠΗΓΗ: ΙΑΕΑ 1991.

Οι συγκεντρώσεις των κυριότερων ραδιονουκλεϊδίων στην ατμόσφαιρα που μετρήθηκαν στην πόλη των Αθηνών από τις 2 Μαΐου έως τις 30 Ιουνίου 1986 παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 7.2

Συγκεντρώσεις των κυριότερων ραδιονουκλεϊδίων στην ατμόσφαιρα που μετρήθηκαν στην πόλη των Αθηνών από τις 2 Μαΐου έως τις 30 Ιουνίου 1986 και οι εκτιμώμενοι μέσοι όροι των αντίστοιχων εναποθέσεων στην Ελλάδα.

Ισότοπα	Ατμοσφαιρική συγκέντρωση, Bq d m ⁻³	Μέση εναπόθεση, kBq m ⁻²
¹³¹ I	40	23
¹³² Te, ¹³² I	70	14
¹³⁷ Cs	10	6
¹³⁴ Cs	5	3
¹⁴⁰ Ba, ¹⁴⁰ La	25	9.2
¹⁰³ Ru	40	15
¹⁰⁶ Ru	8	3.4
¹⁴¹ Ce	2.3	1.3
¹⁴⁴ Ce	1.9	1.1
⁹⁵ Zr, ⁹⁵ Nb	2.0	0.6
⁹⁰ Sr	≤1	≤0.6
²⁴² Cm	-	≤0.00028
²³⁸ Pu	-	≤0.00015
²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu	-	≤0.00020
Όπου I: Ιώδιο ,Te: Τελούριο ,Cs: Καίσιο, Ba: Βάριο, La: Λανθάνιο, Ru: Ρουθήνιο ,Ce: Δημήτριο, Zr: Ζιρκόνιο, Nb: Νιόβιο, Sr: Στρόντιο, Cm: Κιούριο, Pu: Πλουτόνιο		

ΠΗΓΗ: Kritidis and Florou, 2001.

Η μόλυνση των λαχανικών, των φρούτων και του χορταριού ήταν άμεση και η βασική πηγή εσωτερικής έκθεσης του πληθυσμού, ξεκινώντας από τις πρώτες κιόλας ημέρες του ατυχήματος και με διάρκεια πάνω από ένα έτος . Ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις ισοτόπων ιωδίου και καυσίου διαπιστώθηκαν στο γάλα και στα φυλλώδη λαχανικά στη διάρκεια των πρώτων εβδομάδων. Επιπλέον, η παραγωγή τυριών επηρεάστηκε πολύ. Η άμεση μόλυνση των δημητριακών και των ζωοτροφών παρουσίασε μία παροδική αύξηση των ποσοστών της εσωτερικής έκθεσης για τον πληθυσμό μεταξύ του φθινοπώρου του 1986-1987-από 4 μSv την εβδομάδα στη διάρκεια του Σεπτεμβρίου του 1986 έως 12 μSv την εβδομάδα στη διάρκεια του Ιανουαρίου του 1987 ^[104].

Το Μάιο του 1986, τα επίπεδα της ατμοσφαιρικής ραδιενέργειας προσέγγισαν τις τιμές πριν από το ατύχημα του Τσερνομπίλ. Η έκθεση του πληθυσμού όμως από την εναπόθεση

ραδιονουκλεϊδίων στο έδαφος και από την εσωτερική ακτινοβολία εξαιτίας της κατανάλωσης μολυσμένου φαγητού δε σταμάτησε. Εξάλλου, το σιτάρι της εσοδείας 1986 χρησιμοποιήθηκε λόγω χάρη για την παρασκευή ψωμιού. Παρόλο αυτά, ζωοτροφές που κυκλοφόρησαν στην αγορά από τη σοδειά του 1987 χαρακτηρίζονταν από ασήμαντες συγκεντρώσεις ισοτόπων καισίου. Παρατήρηση που επιβεβαιώθηκε από πολλές μελέτες ^[140].

Στη διάρκεια της άνοιξης του 1987, οι μέσες συγκεντρώσεις ραδιενεργού καισίου στο κρέας, το γάλα και τα προϊόντα τους μειώθηκε σημαντικά από 70 σε 10 Bq L⁻¹ ¹³⁷Cs + ¹³⁴Cs, ενώ το τέλος του χρόνου βρίσκονταν και τυπικά κάτω από τα 5 Bq L⁻¹ ^[102] ^[28]. Οι μέσες συγκεντρώσεις του στροντίου 90 στο παστεριωμένο γάλα αγελάδας μειώθηκε από 1.3 Bq L⁻¹ τον Ιανουάριο του 1987 σε τιμές κάτω του 0.1 Bq L⁻¹ τον Ιανουάριο του 1993 ^[104]. Οι τυπικές τιμές πριν το ατύχημα ήταν του επιπέδου των 0.07 Bq L⁻¹. Σε μελέτη που δημοσιεύθηκε το 1995 ^[53], υποστηρίχθηκε ότι η ενεργός ημιζωή δράση του στροντίου 90 εξαιτίας του ατυχήματος του Τσερνομπίλ θα διαρκούσε 308±57 ημέρες. Από το 1994, οι συγκεντρώσεις του στροντίου 90 στο γάλα είναι συγκρίσιμες με τα επίπεδα εκείνα που επικρατούσαν πριν από το ατύχημα ^[104].

Οι εκτιμήσεις για τις μέσες τιμές όσον αφορά τη δόση της ραδιενέργειας που δέχθηκε ο ελληνικός πληθυσμός αλλά και της κρίσιμης ομάδας (του αγροτικού πληθυσμού των περιοχών με τη μέγιστη ραδιενεργός ρύπανση) συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 7.3

	Οι προβλέψεις του GAEC^a
	Δόση ενός έτους , μSv
Τρόποι έκθεσης	Μέσος όρος
Εξωτερική ακτινοβολία	24
Εισπνοή	46
Κατάποση (λήψη τροφής)	440
Συνολική	510
Εκτιμήσεις της ΕΕ ^b	300
	Οι εκτιμήσεις των Kritidis and Florou, 2001
	Δόση ενός έτους , μSv

Τρόποι έκθεσης	Μέσος όρος	Κρίσιμη ομάδα
Εξωτερική ακτινοβολία	52	450
Εισπνοή	22	30
Κατάποση (λήψη τροφής)	420	1400
Συνολική	490	1900
Εκτιμήσεις της ΕΕ ^b	300	1300
Δόση 50 ετών , μSv		
Τρόποι έκθεσης	Μέσος όρος	Κρίσιμη ομάδα
Εξωτερική ακτινοβολία	190	2200
Εισπνοή	22	30
Κατάποση (λήψη τροφής)	500	1600
Συνολική	710	3800
Εκτιμήσεις της ΕΕ ^b	530	2100
^a GAEC:Greek Atomic Energy Commission-GAEC (1986a)- Υπηρεσία ελληνικής ατομικής ενέργειας.		
^b EE: Ευρωπαϊκή Ένωση, Morey et al., 1987		

ΠΗΓΗ: Kritidis and Florou, 2001.

Η εκτίμηση της συμπεριφοράς της συγκέντρωσης του καϊσίου 137 στο ελληνικό υδάτινο περιβάλλον έχει εξεταστεί πολλές φορές. Αμέσως μετά το ατύχημα του Τσερνομπίλ, τα επίπεδα του ραδιενεργού αυτού στοιχείου στο νερό της θάλασσας διπλασιάστηκαν στην περιοχή του Αιγαίου, ενώ στο Ιόνιο πέλαγος πενταπλασιάστηκαν. Οι επιπτώσεις του Τσερνομπίλ έχουν πλέον επικεντρωθεί στο Βόρειο Αιγαίο, όπου τα νερά της Μαύρης Θάλασσας αλληλεπιδρούν με εκείνα του Αιγαίου και αναμιγνύονται.

Η εξέλιξη των επιπέδων του καϊσίου 137 στο Αιγαίο και το Ιόνιο πέλαγος περιγράφεται στον ακόλουθο πίνακα από στοιχεία δημοσιευμένα το 2002 ^[54].

Πίνακας 7.4

Χρονική περίοδος	^{137}Cs (Bq/kg wet weight)	Σχόλια
1984-85	0.68±0.10	
1986-87	7.10±1.80	Εξαιρούμενες οι μέγιστες παρατηρούμενες τιμές 50±7(σε 3 δείγματα από 1 σταθμό)
1988-95	0.46±0.28	
1999-2001	0.92±0.68	Μέσος όρος ± τυπική απόκλιση (της παρούσης έρευνας)

ΠΗΓΗ: Catsiki and Florou, 2006.

Αξίζει να σχολιαστεί το γεγονός ότι υψηλότερα επίπεδα ^{137}Cs ανιχνεύθηκαν στη θάλασσα του Αιγαίου και του Ιόνιου πελάγους σε σχέση με τη δυτική Μεσόγειο. Οι αντίστοιχες τιμές για το 1993 ήταν: 0.17±0.08 Bq/kg ww για τη λεκάνη Λιγούρο στη Σαρδηνία και 0.26±0.06 Bq/kg ww για τη θαλάσσια περιοχή δίπλα στο στενό Γιβραλτάρ στη θάλασσα Αλβόρα ^[1]. Επιπλέον, τα επίπεδα του ^{137}Cs στα *M. galloprovincialis* από τον Αμβρακικό κόλπο για την χρονική περίοδο που μελετήθηκε (2002)-1.40±0.29 Bq/kg ww- είναι ελαφρώς υψηλότερα από εκείνα που αναφέρθηκαν για την Ιταλία και τις Αδριατικές ακτές. Ενώ, το 2000 εξετάστηκαν 80-200 μύδια στις εκβολές του Λουδία και του Αλιάκμονα (σταθμός LOU) και κοντά στη εκβολή του Αξιού, Χαλάστρα (σταθμός ΧΑ) του Θερμαϊκού κόλπου (Πίνακας 6.9), για συγκέντρωση καισίου 137. Τα αποτελέσματα της έρευνας περιγράφονται στον κάτωθι πίνακα.

Πίνακας 7.5

	^{137}Cs
Πλήθος δείγματος	12
Μέσος όρος	1.23
Τυπική απόκλιση	0.48
Διάμεσος	1.20
Κατώτατη τιμή	0.3
Ανώτατη τιμή	1.90

Οι τιμές για το ^{137}Cs είναι σε Bq/kg wet weight.

ΠΗΓΗ: Catsiki and Florou, 2006.

7.2. ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ-ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΧΩΡΕΣ

Στη Φινλανδία αμέσως μετά το ατύχημα του Τσερνομπίλ, πραγματοποιήθηκε έρευνα για τη διαπίστωση των επιπέδων καισίου 137 στα ψάρια των λιμνών της χώρας ^[158]. Περίπου 6200 δείγματα ψαριών (από 20 διαφορετικά είδη) εξετάστηκαν από 390 λίμνες από το 1986 έως το 2003 ^{[157] [156] [154]}. Τα ψάρια κατηγοριοποιήθηκαν σε 3 ομάδες σύμφωνα με τις διατροφικές τους συνήθειες (παμφάγο, ιχθυοφάγο, μη-ιχθυοφάγο). Οι λίμνες χωρίστηκαν σε 4 ομάδες ανάλογα με το μέγεθος τους: (1) πάνω από 890 τετραγωνικά χιλιόμετρα, (2) 20-890 τετραγωνικά χιλιόμετρα, (3) 1-20 τετραγωνικά χιλιόμετρα και (4) λιγότερο από 1 τετραγωνικό χιλιόμετρο. Η μελέτη της περιοχής χωρίστηκε σε 7 μεγάλες λεκάνες απορροής. Οι πιο σημαντικές περιοχές όσον αφορά την αλιεία είναι οι 3, 4, 5 και 7. Τα παραπάνω στοιχεία απεικονίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 7.6

Περιοχή	1	2	3	4	5	6	7
Αριθμός δειγμάτων (ψαριών)							
Ιχθυοφάγο	40	44	256	799	929	99	126
Μη-ιχθυοφάγο	73	31	260	657	657	93	109
Παμφάγο	100	57	395	1304	1304	135	195
Αριθμός λιμνών							
>890 τετρ.χιλ.	0	0	3	1	0	0	1
20-890 τετρ.χιλ.	1	0	11	20	19	4	5
1-20 τετρ.χιλ.	10	6	13	48	24	19	19
<1 τετρ.χιλ.	12	5	11	64	62	10	22

ΠΗΓΗ: Saxén and Sundell, 2005.

Η μέση τιμή, το ελάχιστο και μέγιστο επίπεδο καισίου 137 (Bq/kg νωπού βάρους) στα ψάρια που εξετάστηκαν, καθώς και οι αντίστοιχες τιμές για την απόθεση του καισίου 137 (kBq/m²) στην περιοχή το 1986 συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 7.7

Μεταβλητή	Μέση τιμή (τυπική απόκλιση)	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή
¹³⁷ Cs στα ψάρια	1464.58 (2431.76)	1.60	32900.00
Απόθεση ¹³⁷ Cs	33.03 (19.42)	1.04	77.04

ΠΗΓΗ: Saxén and Sundell, 2005.

Επιπλέον, εξετάστηκε η ραδιενέργεια που δέχεται ο άνθρωπος από την βρώση ψαριών από τις περιοχές 3 και 4. Επιλέχθηκαν αυτές οι περιοχές, γιατί η 3 είναι η πιο σημαντική από την πλευρά της αλιείας και η 4 παρουσίασε σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις καισίου 137. Το συμπέρασμα ήταν ότι η κατανάλωση 1 κιλού πέρκας (*Perca fluviatilis*) από την περιοχή 3 ήταν περίπου 0.05 mSv για τα έτη 1986-2003, ενώ από την περιοχή 4 περίπου 0.2 mSv. Επίσης, εκτιμήθηκε ο κίνδυνος εμφάνισης εμφάνισης καρκίνου από την κατανάλωση 1 κιλού πέρκας το έτος από το 1986 για τις περιοχές 3 και 4, και εκτιμήθηκε ότι ήταν 4×10^{-6} και 1×10^{-5} , στις περιοχές 3 και 4.

Σε αγρόκτημα στη βόρεια Σουηδία, που μολύνθηκε από το ατύχημα του Τσερνομπίλ το 1986, πραγματοποιήθηκε έρευνα από το 1990-1997, ώστε να διαπιστωθούν τα επίπεδα του καισίου 137 και η μεταφορά του από το έδαφος στη βλάστηση και στα αρνιά που βοσκούν στην περιοχή, περίπου 10 τετραγωνικά χιλιόμετρα ακαλλιέργητης έκτασης ^[13]. Σύμφωνα με μετρήσεις της Σουηδικής Γεωλογικής Εταιρείας στην εν λόγω περιοχή μετά το τραγικό πυρηνικό ατύχημα του 1986 τα επίπεδα του καισίου 137 στο έδαφος κυμαίνονταν από 10-30 kBq ανά τετραγωνικό μέτρο.

Πίνακας 7.8

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1990-1997	P
Έδαφος (kBq/m ²)										
Μέση τιμή	17.70	14.87	17.11	13.34	12.8	12.39	13.53	14.22	14.51	<0.0
Τυπική απόκλιση	2.05	3.09	5.61	3.45	2.1	2.54	2.97	2.67	1.95	
Χορτάρι (kBq/kg d.w.)										
Μέση τιμή	1175	1100	920	840	802	695	652	688	859	<0.0
Τυπική απόκλιση	605	338	597	481	660	472	444	590	194	
Κρέας αρνιού (kBq/kg w.w.)										
Μέση τιμή	1087	668	513	597	660	609	536	783	682	<0.0
Τυπική απόκλιση	195	-	65	117	118	66	52	97	184	

ΠΗΓΗ: Andersson et al., 2001.

Οι τιμές των μέσων συγκεντρώσεων του καϊσίου 137 στο έδαφος, στο χορτάρι και στο κρέας παρουσίασε μια τάση για μείωση με την πάροδο του χρόνου. Με εξαίρεση το γεγονός ότι στο κρέας του αρνιού αυξήθηκε το 1997. Ο χρόνος ημιζωής του ραδιενεργού αυτού στοιχείου για τα 8 χρόνια υπολογίστηκε για τη συγκεκριμένη περιοχή ότι ήταν 19.4 έτη για το έδαφος, 6.8 έτη για το χορτάρι και 16.2 έτη για το αρνίσιο κρέας ^[13].

Επιπλέον, εξετάστηκε ως προς την περιεχόμενη ποσότητα καϊσίου 137, ένας μεγάλος αριθμός μανιταριών στην περιοχή όπου βοσκούσαν τα αρνιά το 1994, 1996 και 1997 ^[13], (Πίνακας 7.9). Τα πιο συνήθη είδη ανήκαν στα γένη *Russula*, *Leccinum*, *Cortinarius* και *Rozites* (*R. Caperara*). Ο μέσος όρος συγκέντρωσης παρουσίασε τις υψηλότερες συγκεντρώσεις στα εξής είδη *Cortinarius* > *Rozites* (*R.caperata*) > *Lactarius* > *Russula* > *Leccinum*, με μεγάλες διακυμάνσεις μέσα στις ομάδες. Πάντως, τα προαναφερθέντα αποτελέσματα έρχονται σε συμφωνία με

προηγούμενες δημοσιευμένες μελέτες ^[12] . Η συγκέντρωση του καϊσίου 137 (επί ξηρού) στα μανιτάρια με τα υψηλότερα επίπεδα ήταν 25 φορές μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες στο χορτάρι. Οι μύκητες παρουσιάζουν υψηλή βιοσυσώρευση ραδιενεργού καϊσίου.

Πίνακας 7.9

Έτος	Περιοχή	Είδος	¹³⁷ Cs Bq/kg d.w.
1994	1,2	<i>Lactarius vietus</i>	6456
1994	1,2	<i>Russula aeruginea</i>	46857
1994	1,2	<i>Russula decolorans, spp pubescens</i>	5764
1994	1,2	<i>Russula nana</i>	2558
1994	3	<i>Camarophyllus pratensis</i>	1321
1994	3	<i>Cortinarius salor</i>	17290
1994	3	<i>Cortinarius sp</i>	2778
1994	3	<i>Leccinum versipelle</i>	1362
1994	3	<i>Mycena galericulata</i>	4021
1994	3	<i>Rozites caperata</i>	39267
1994	3	<i>Russula decolorans</i>	6301
1994	3	<i>Russula paludosa</i>	12290
1994	5	<i>Cortinarius collinitus</i>	6073
1994	5	<i>Hydnam repandum</i>	1136
1994	5	<i>Laccaria bicolor</i>	10142
1994	5	<i>Lactarius trivialis</i>	16991
1994	5	<i>Russula decolorans</i>	4961
Κλίμακα: 1136 - 46857 ¹³⁷ Cs Bq/kg d.w.			
1996	1,2	<i>Cortinarius armillatus</i>	9237

1996	1,2	<i>Cortinarius evernius</i>	11657
1996	1,2	<i>Lactarius helrus</i>	3918
1996	1,2	<i>Leccinum versipelle</i>	844
1996	1,2	<i>Russula claroflava</i>	1072
1996	1,2	<i>Russula spp</i>	1266
1996	3	<i>Cantharellus cibarius</i>	667
1996	4	<i>Lactarius</i>	23
1996	4	<i>Leccinum scabrum</i>	84
1996	5	<i>Cortinarius camporatus</i>	79859
1996	5	<i>Lactarius torminosus</i>	8644
1996	5	<i>Lactarius torminosus</i>	16560
1996	5	<i>Lactarius vietus</i>	5728
1996	5	<i>Leccinum versipelle</i>	400
1996	5	<i>Leccinum versipelle</i>	957
1996	5	<i>Leccinum scabrum</i>	12734
1996	5	<i>Piptoporus betulinus</i>	737
1996	5	<i>Russula claroflava</i>	952
1996	5	<i>Russula claroflava</i>	2061
1996	5	<i>Russula xerampelina</i>	787
1996	5	<i>Russula</i>	536
1996	5	<i>Russula</i>	497
1996	5	<i>Russula</i>	998
1996	5	<i>Xerocomus subtomentosus</i>	700

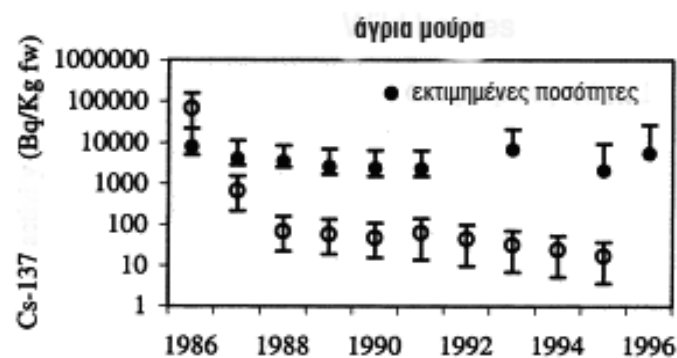
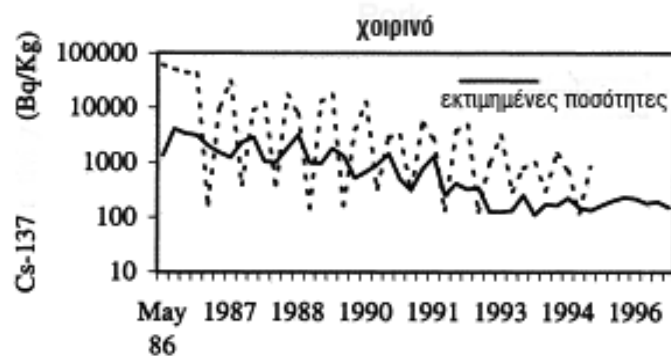
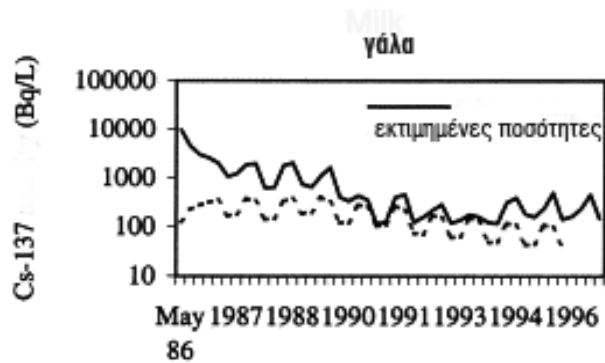
1996	5	<i>Amanita vaginata</i>	52832
1996	5	<i>Rozites caperata</i>	37306
1996	5	<i>Rozites caperata</i>	448
Κλίμακα: 23-79859 ¹³⁷ Cs Bq/kg d.w.			
1997	1	<i>Leccinum versipelle</i>	928
1997	1	<i>Rozites caperata</i>	10616
1997	1	<i>Russula claroflava</i>	2721
1997	1	<i>Μη προσδιορίσιμο</i>	4059
1997	2	<i>Cortinarius inteperrimus</i>	24240
1997	2	<i>Leccinum versipelle</i>	572
1997	2	<i>Rozites caperata</i>	37921
1997	3	<i>Lactarius torminosus</i>	9881
1997	3	<i>Leccinum versipelle</i>	1172
1997	3	<i>Leccinum versipelle</i>	1473
1997	3	<i>Rozites caperata</i>	17793
1997	4	<i>Russula</i>	Δεν ανιχνεύθηκε
1997	5	<i>Cortinarius spp</i>	556
1997	5	<i>Cortinarius spp</i>	9453
1997	5	<i>Lactarius helvus</i>	3692
1997	5	<i>Leccinum versipelle</i>	1049
1997	5	<i>Leccinum versipelle</i>	1053
1997	5	<i>Russula spp</i>	556
Κλίμακα: Μη ανιχνεύσιμο – 37921 ¹³⁷ Cs Bq/kg d.w.			

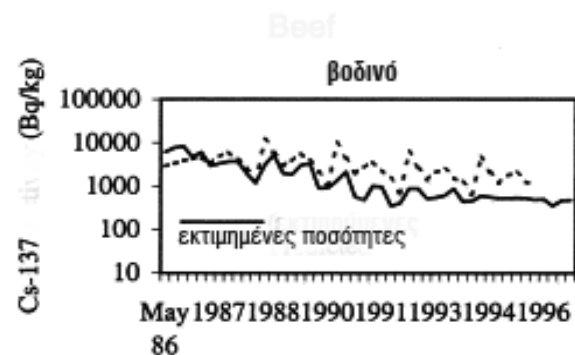
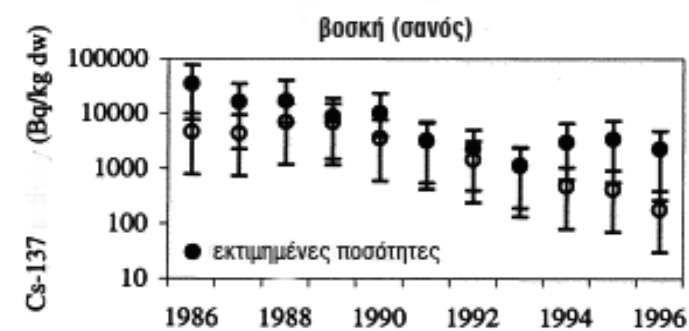
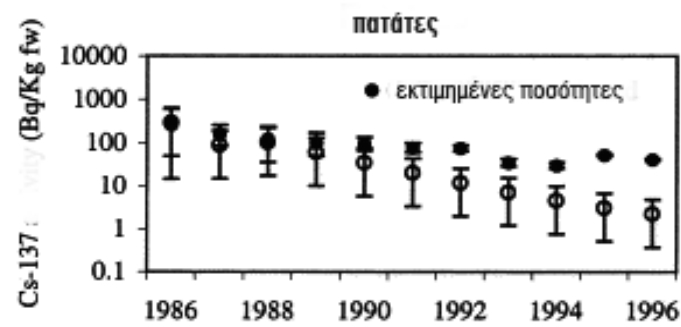
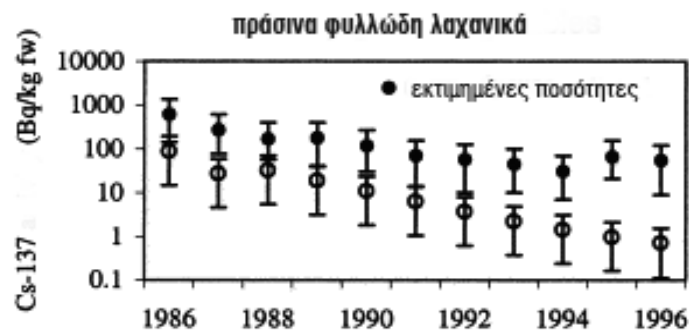
ΠΗΓΗ: Andersson et al., 2001.

Η σχέση μεταξύ μανιταριών και μηρυκαστικών που η διατροφή τους περιέχει και τέτοια είδη έχει υποδειχθεί στο παρελθόν πολλάκις ^[76]. Η κατάποση μανιταριών με υψηλές συγκεντρώσεις καισίου ¹³⁷ αποδεικνύεται ως μία οδός μεταφοράς του ραδιενεργού αυτού στοιχείου στην τροφική αλυσίδα, αφού πλήθος σπόρων μανιταριών διαπιστώθηκε ότι υπάρχει στα περιττώματα των αρνιών.

Οι άνθρωποι που ζουν στην περιοχή δέχονται 0.07 mSv το χρόνο από την κατάποση αρνίσου κρέατος ^[148]. Αλλά αν υπολογίσει κανείς τη ραδιενέργεια που εκτίθενται εξαιτίας άλλων ζωικών προϊόντων και τροφών που παράγονται στην περιοχή, τότε η δόση της ραδιενέργειας που ενδέχεται να δεχθεί ένας ανθρώπινος οργανισμός ξεπερνάει τα ασφαλή όρια που έχει θέσει η Σουηδία (5 mSv για ένα έτος ή 1mSv για μερικά έτη).

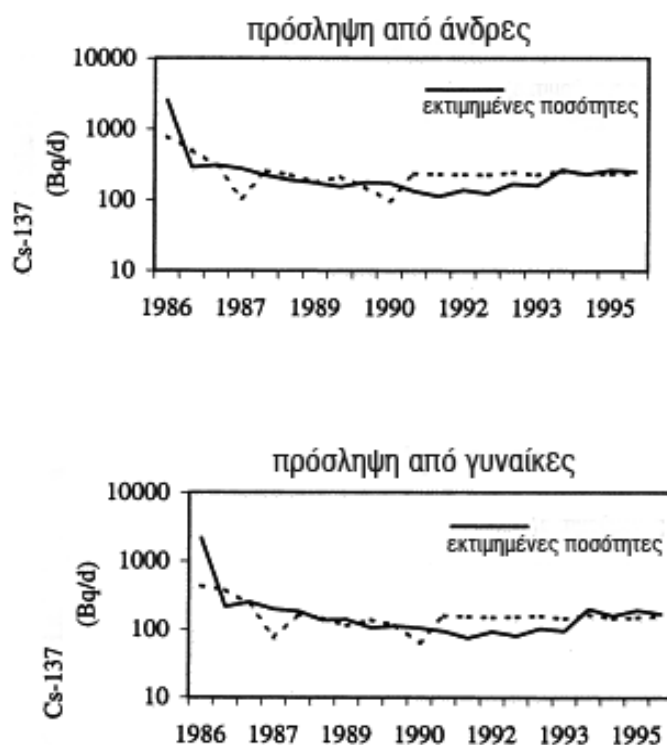
Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Μεγάλη Βρετανία, μελετήθηκε ένα μοντέλο πρόβλεψης της ραδιενέργειας που δέχθηκαν τα φυτά και τα ζώα, καθώς και οι άνθρωποι της περιοχής του Νονοzybkon στη Ρωσία, μετά το ατύχημα του Τσερνομπίλ ^[199]. Η περιοχή αυτή, η οποία βρίσκεται 200 χιλιόμετρα βορειοανατολικά του Τσερνομπίλ, θεωρήθηκε ότι μολύνθηκε σε πολύ υψηλό ποσοστό από το ραδιενεργό νέφος μεταξύ 28 και 30 Απριλίου του 1986. Η εν λόγω περιοχή εκτείνεται σε 1000 τετραγωνικά χιλιόμετρα, με μεγάλες διακυμάνσεις στα επίπεδα μόλυνσης, από 800 000 Bq m⁻² σε 1 500 000 Bq m⁻² σε κάποια μέρη. Επίσης, υπάρχουν 19 αγροκτήματα και 15 δάση. Παραθέτουμε τα διαγράμματα που περιγράφουν τη δραστηριότητα της ραδιενέργειας τη δεκαετία 1986-96 σε τρόφιμα της περιοχής. Τα διαγράμματα που ακολουθούν παρατίθενται οι εκτιμημένες τιμές ραδιενέργειας και οι προβλεπόμενες τιμές με βάση το μοντέλο που μελετήθηκε. Στην προκειμένη περίπτωση, μας απασχολούν μόνο οι πρώτες. Τέλος, ακολουθούν δύο διαγράμματα στα οποία αναλύονται οι μέσες ημερήσιες λαμβανόμενες ποσότητες καισίου ¹³⁷ από τους άνδρες και τις γυναίκες της περιοχής. Παρόλο που και για τα δύο φύλα οι λαμβανόμενες ποσότητες καισίου ¹³⁷ ακολουθούν πανομοιότυπη πορεία στην πάροδο του χρόνου, τα επίπεδα που αναφέρονται στη γυναίκα είναι χαμηλότερα. Ενδεχομένως να οφείλεται στο γεγονός ότι η γυναίκα λαμβάνει μικρότερη ποσότητα τροφής σε σχέση με τον άνδρα, εν γένει ^[199].





ΠΗΓΗ: Zitouni, 2002.

Οι εκτιμημένες μέσες δόσεις ραδιενέργειας που δέχθηκαν οι άνδρες και οι γυναίκες στην περιοχή παραθέτονται στον πίνακα που ακολουθεί.



Πίνακας 7.10

Χρονική περίοδος	Εκτιμημένη ποσότητα ^α (mSv) -Ενήλικες άνδρες	Εκτιμημένη ποσότητα ^α (mSv) – Ενήλικες γυναίκες
04/1986-04/1987	5.31 (± 1.36) ^β	4.44 (± 1.07) ^β
04/1986-12/1990	7.88 (± 2.79)	6.29 (± 1.72)
04/1986-12/1995	11.57 (± 4.93)	8.89 (± 2.88)
α: μέση τιμή, β: τυπική απόκλιση		

8. ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ ΚΑΙ ΠΟΛΥΧΛΩΡΙΩΜΕΝΑ ΔΙΦΑΙΝΥΛΙΑ

Η μόλυνση του υδάτινου περιβάλλοντος από οργανοχλωριούχα φυτοφάρμακα, όπως τα DDTs, το HCB, το λινδάνιο, και από άλλους οργανικούς ρύπους, όπως τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs), απασχολεί ιδιαιτέρως την επιστημονική κοινότητα εξαιτίας του υψηλού καταμερισμού των καταλοίπων τους στα υδάτινα οικοσυστήματα αλλά και των τοξικών και καρκινογόνων χαρακτηριστικών τους ^[81]. Εξαιτίας της υψηλής τους διάρκειας στο χρόνο, της υδροφοβικής φύσης τους και της χαμηλής διαλυτότητάς τους στο νερό, τα DDTs και τα PCBs απορροφώνται στα σωματίδια και συσσωρεύονται στα ιζήματα ^{[87] [94]}. Η ρύπανση από ενώσεις διοξινών έχει απασχολήσει την ανθρωπότητα εξαιτίας της επίμονης διατήρησης τους στο οικοσύστημα. Οι πολυχλωριωμένες διβενζο-π-διοξίνες (PCDDs) και τα πολυχλωριωμένα διβενζοφουράνια (PCDFs) είναι μεγάλες μη-πολικές λιποφιλικές ενώσεις. Η δυνατότητα διάλυσης τους μειώνεται στο νερό ενώ αυξάνεται μέσα σε λίπος και οργανικούς διαλύτες, όταν προσθέσεις χλωρίνη ^[128] ^[61]. Το αποτέλεσμα όλων των παραπάνω είναι ότι τα PCDDs, PCDFs, PCBs συσσωρεύονται στους ζωντανούς οργανισμούς έως την κορυφή της τροφικής αλυσίδας ^{[167][58]}.

Θα μπορούσε να ισχυριστεί κανείς ότι οι οργανοχλωριούχες ενώσεις συνιστούν μία από τις σημαντικότερες κατηγορίες εντομοκτόνων. Και ο βασικότερος λόγος αποτελεί το γεγονός ότι αυτές οι οργανικές ενώσεις είναι συνθετικά παραγόμενες. Το κύριο χαρακτηριστικό τους συνίσταται στην κυκλική τους δομή, στην οποία τα μόρια υδρογόνου έχουν υποκατασταθεί με εκείνα της χλωρίνης ^[72]. Επιπλέον, τέτοιου είδους ενώσεις συναντιούνται περισσότερο στο περιβάλλον εξαιτίας της εκτεταμένης χρήσης τους για τουλάχιστον 2 δεκαετίες, μεταξύ 1950-1970, αλλά και της σταθερής δομής τους, όπως και της χαμηλής διαλυτότητας τους στο νερό, σύμφωνα με τα στοιχεία που έχουν προαναφερθεί. Επιπλέον, αυτά τα ιζήματα αποτελούν και μία δευτερογενή πηγή ρύπανσης ^[111].

Τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs) είναι ένα μίγμα από 209 συγγενή στοιχεία και αποτελούνται από μία διφαινυλιομάδα στην οποία ένα στα δέκα άτομα υδρογόνου έχουν αντικατασταθεί από άτομα χλωρίνης ^[59]. Διαφέρουν όμως στα φυσικοχημικά τους χαρακτηριστικά και στο βαθμό τοξικότητας τους ^[171]. Επιπλέον, ο χρόνος ημιζωής αποικοδόμησης αυξάνει με το επίπεδο χλωρίωσης, και κυμαίνεται από 8 έως 365 ημέρες. Τα προσερροφημένα μονο-, δυο-, τριο-, χλωροδιφαινύλια αποικοδομούνται σχετικά γρήγορα ^[59].

Εκείνα όμως, που περιλαμβάνουν πάνω από πέντε άτομα χλωρίνης στο μόριο τους είναι εξαιρετικά σταθερά στη βιοαποικοδόμηση, με αποτέλεσμα να συσσωρεύονται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις. Τα PCBs εκτός του ότι παρουσιάζουν περιβαλλοντική κινητικότητα, διαθέτουν μεγάλη ροπή για βιοσυσσώρευση στους ιστούς των ανθρώπων και των ζώων, με σημαντικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και στο περιβάλλον, ακόμα και σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις ^[191].

Η παραγωγή των PCBs ξεκίνησε το 1930 και έτυχαν πολλών εφαρμογών, σε ενδύματα (παλτά), μελάνια, χρώματα, αλλά κυρίως σε ηλεκτρονικά όργανα, συστήματα μεταφοράς θερμότητας, υδραυλικά υγρά (συνήθως ψυκτικά υγρά). Όταν όμως οι αρνητικές επιδράσεις τους στην υγεία έγιναν προφανείς και έκδηλες, τότε η παραγωγή τους απαγορεύθηκε γύρω στα τέλη του 1970. Παρόλα αυτά, ο άνθρωπος εξακολουθεί να εκτίθεται μέσω των διαρροών PCB από παλιούς συμπτυκνωτές, μεταβιβαστές αλλά και την απόθεση και διάθεση μολυσμένων υλικών ^[36].

Τα οργανοχλωριούχα φυτοφάρμακα εισάγονται στο υδάτινο περιβάλλον από τα αστικά απόβλητα, τις μονάδες επεξεργασίας αστικών αποβλήτων, τις γεωργικές καλλιέργειες και τις απορροές από τα χωράφια. Τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs) προέρχονται από τα απόβλητα κάποιων χημικών εργοστασίων και τη βιομηχανία ηλεκτρικών ειδών ^{[34] [72]}, όπου έχουν χρησιμοποιηθεί ως ψυκτικά και μονωτικά συστήματα για μετασχηματιστές, συμπτυκνωτές, κ.λπ.

Τα PCDDs και τα PCDFs σχηματίζονται με την καύση οργανικών στοιχείων όταν υφίσταται η παρουσία χλωρίνης ^[36]. Δραστηριότητες που μπορούν να δημιουργήσουν τέτοιου είδους ενώσεις είναι: η αποτέφρωση αποβλήτων, η καύση διάφορων καυσίμων, όπως ξύλο ή κάρβουνο, μεταλλουργικές επεξεργασίες, παρασκευή κάποιων εντομοκτόνων, φυτοφαρμάκων και πετρελαϊκών προϊόντων ^{[159] [128]}. Επιπλέον, άλλες πηγές υψηλών θερμοκρασιών, όπως φούρνοι τσιμέντου ή πυρκαγιές σπιτιών. Πιθανότατα στο άμεσο μέλλον, οι μη-βιομηχανικές πηγές ρύπανσης θα αποτελέσουν τις κυρίαρχες πηγές μόλυνσης στην Ευρώπη από PCDDs/ Fs ^[36]. Οι εκπομπές από καύση αστικών στερεών καυσίμων (ξύλο και κάρβουνο) πλησιάζουν το 60% των μη-βιομηχανικών PCDDs/ Fs ρύπων. Αλλά και οι πυρκαγιές (από ατυχήματα) ή οι παράνομες καύσεις των οικιακών απορριμμάτων συντελούν σε μεγάλο βαθμό στην απελευθέρωση ποσοτήτων PCDDs/ Fs ^[164]. Επίσης, η καύση ιατρικών αποβλήτων αποτελεί μία βασική πηγή ρύπανσης PCDDs/ Fs, εξαιτίας της παρουσίας προϊόντων PVC ^{[189] [113]}.

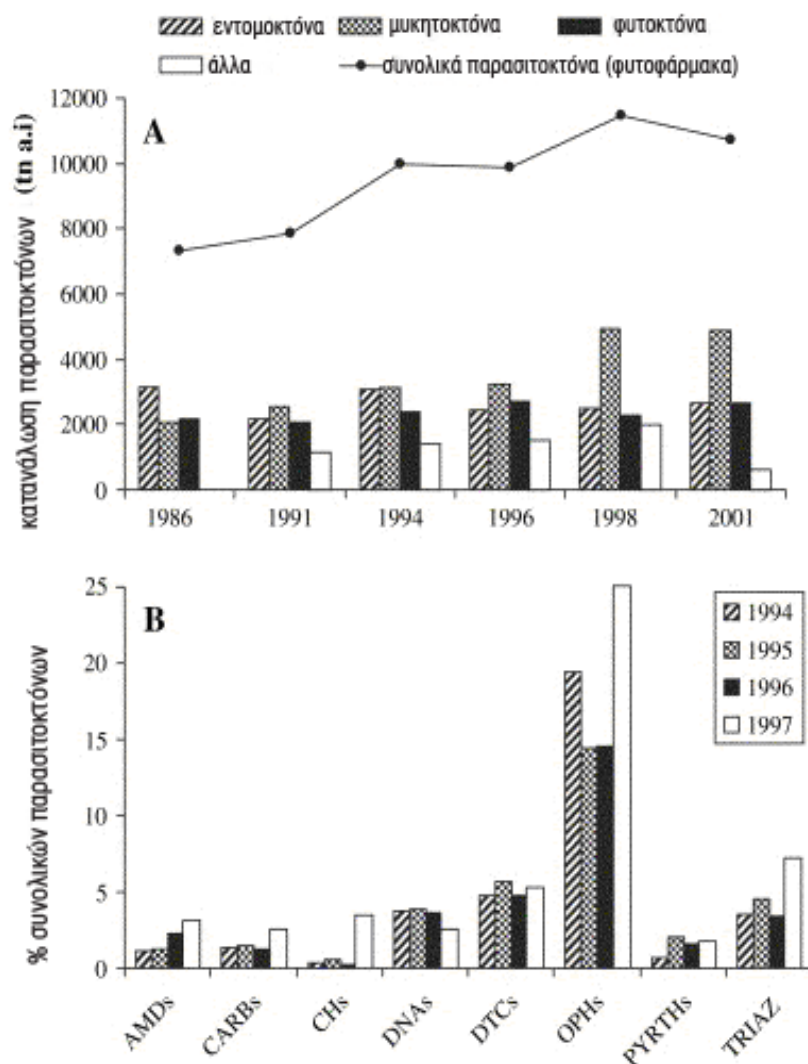
Η χρόνια έκθεση του ανθρώπινου οργανισμού σε PCDDs, PCDFs, PCBs ενδέχεται να προκαλέσει τοξικές δράσεις με ανεπιθύμητα αποτελέσματα στην αναπαραγωγή, στην ανάπτυξη, σε νευρολογικές και συμπεριφορικές επιδράσεις, στο δέρμα και στο ανοσολογικό σύστημα με καρκινογόνες επιρροές ^{[181] [193] [215]}.

Όσον αφορά τις διοξίνες έχουν γίνει αντικείμενο έρευνα και συζητήσεων για το αν μπορούν να χαρακτηριστούν καρκινογενή ή όχι. Το IARC και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας το 1997 είχαν αποφανθεί ότι για το 2,3,7,8-τετραχλωροδιβενζο-π-διοξίνη (TCDD) υπάρχουν επαρκή στοιχεία ώστε να χαρακτηριστεί ως καρκινογενές. Το 2003 όμως δημοσιεύθηκε μία μελέτη^[33], που ουσιαστικά αποτελούσε μια κριτική ανασκόπηση και διέψευσε τους παραπάνω ισχυρισμούς. Το συμπέρασμα ήταν σαφές και κατηγορηματικό. Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη έρευνα το TCDD δεν προκαλεί καρκίνο στον άνθρωπο.

8.1. ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ ΚΑΙ ΠΟΛΥΧΛΩΡΙΩΜΕΝΑ ΔΙΦΑΙΝΥΛΙΑ-ΕΛΛΑΔΑ

Στην Ελλάδα, η παρουσία των PCBs συναντιέται σε σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τέτοιου είδους ενώσεις δεν έχουν παραχθεί στον ελληνικό χώρο σε αντίθεση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες, όπου οι συγκεντρώσεις των PCBs βρίσκονται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις ^[94]. Όσον αφορά τους ρύπους από PCDDs/ Fs, οι βιομηχανικοί ρύποι στην Ελλάδα είναι ελάχιστοι. Η μη ελεγχόμενη καύση αστικών αποβλήτων σε χωματερές αποτελούν την κύρια πηγή ^[127]. Η χρήση σε γενικές γραμμές των φυτοφαρμάκων στον ελλαδικό χώρο την περίοδο 1986-1998, φαίνεται στο διάγραμμα (Διάγραμμα 2Α) που ακολουθεί (FAO, 2004). Ενώ, η σχετική συνεισφορά των διάφορων οικογενειών των χημικών στη συνολική χρήση των φυτοφαρμάκων δίδεται στο διάγραμμα 2Β ^[98]. Οι βασικότερες κατηγορίες, που αντιπροσωπεύουν τον κύριο όγκο των χρησιμοποιούμενων φυτοφαρμάκων είναι οι οργανοφωσφορούχες ενώσεις, οι τριαζίνες (triazines) και dithiocarbamates. Τα Dinitroanilines, carbamates, amides αποτελούν λιγότερο από 5% της συνολικής χρήσης των φυτοφαρμάκων. Τα εντομοκτόνα, όπως τα DDT, eldrin, dieldrin, aldrin, heptachlor epoxide και τεχνικές μίξεις των BHCs και HCHs έτυχαν εκτεταμένης χρήσης στην Ελλάδα έως την απαγόρευσή τους το 1972. Παρόλο αυτά, στο υδάτινο περιβάλλον διαπιστώνεται ακόμα η ύπαρξή τους.

Διάγραμμα 2



ΠΗΓΗ: Konstantinou et al., 2006.

Στην Ελλάδα, μπορούμε να διακρίνουμε τα φυτοφάρμακα σε δύο μεγάλες κατηγορίες με βάση την παρουσία τους και τα ποσοστά συγκέντρωσης τους ^[98]. Η πρώτη ομάδα αφορά τις ενώσεις που παρουσιάζουν τα εξής χαρακτηριστικά: χαμηλά ποσοστά εφαρμογής (metribuzin, azinphos-methyl), χρήση μόνο σε περιορισμένες γεωγραφικές περιοχές (molinate, propanil), μικρή διάρκεια ζωής στο έδαφος (malathion, parathion, EPTC, propanil), μικρή διάρκεια ζωής στο υδάτινο στοιχείο (malathion, prapanil), χαμηλός κίνδυνος διαρροής (malathion, EPTC, propanil). Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει εκείνες τις ενώσεις που υπάρχουν συνήθως στα επιφανειακά νερά της Ελλάδας και παρουσιάζουν υψηλές εποχικές συγκεντρώσεις (atrazine, simazine, alachlor, metolachlor, diazinon, trifluralin, parathion methyl, λινδάνιο). Αυτές οι ενώσεις χαρακτηρίζονται από υψηλά ποσοστά εφαρμογής, με ευρεία χρήση, με υψηλότερους κινδύνους διαρροής και μικρότερη απώλεια μέσα στους υδάτινους πόρους ^[98].

Τα πιο κοινά φυτοφάρμακα, που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα, παραθέτονται στον πίνακα που ακολουθεί, καθώς η χρήση τους και διάφορα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τους.

Πίνακας 8.1

Φυτο- φάρμα και (χρήση ^α)	MAT ^β	MAR^γ (g a.i./ha)	DT_{50s} (ημέ- ρες)	DT_{50w} Ομά- δα ^ε	Βασι- κή διαδι- κασία Απώ- λειας ^η	LAPU ^θ	RRPI ^ι
Alachlor (H)	Sur	3500	15	E	T	0.27	113
Atrazine (H)	Sur	8000	60	G	T	0.66	17
Azinphos- Methyl (I)	Fol	1900	10	C	T	0.32	100
Carbofuran (I)	Inc	2200	50	C	T	0.32	4
Diazinon (I)	Fol	1500	40	E	T	0.085	25
EPTC (H)	Inc	7500	6	C	T	0.034	333
Lindane (I)	Sur	2500	400	G	V	0.00045	2
Malathion (I)	Fol	3000	1	B	T	0.045	555
Methyl Parathion (I)	Fol	3500	5	D	T	0.009	39
Metolachlor (H)	Sur	3500	90	E	T	0.5	22
Metribuzin (H)	Sur	1000	40	F	T	0.40	15

Molinate (H)	Pad	5000	21	C	T	4.9	90
Parathion (I)	Fol	3500	14	D	T	0.19	14
Propanil (H)	Sur	5000	1	A	T	6.4	>1000
Simazine (H)	Sur	2500	60	D	T	0.52	21
Trifluralin (H)	Inc	1300	60	E	V	0.054	2

^α : H-φυτοκτόνο και I- εντομοκτόνο.
^β : MAT, κύριος τύπος εφαρμογής: sur- επιφανειακό στρώμα του εδάφους, inc- ενσωμάτωση στο έδαφος, fol- στο φυλλώδη μέρος, pad- στους ορυζώνες
^γ : MAR, μέγιστη κλίμακα εφαρμογής (γραμμάρια ενεργού συστατικού ανά εκτάριο), από Fielding et al., 1991.
^δ : DT _{50 s} , ημιζωή στο έδαφος, από Wauchope et al., 1992.
^ε : DT _{50 w} , ημιζωή στο νερό: ομάδα A:~0.5-1 ημέρα, B: ~ 1-4 ημέρες, C: ~4-12 ημέρες, D : ~12-40 ημέρες, E: ~40-120 ημέρες, F: ~120-420 ημέρες, G: ~420-1200 ημέρες, από Mackay et al., 1997.
^η : M- Μετασχηματισμός, V- Αεριοποίηση, από Capel et al., 2001.
^θ : LAPU, φορτίο ως ποσοστό χρήσης (%) των φυτοφαρμάκων για μικρές λεκάνες απορροής (< 100000 εκτάρια).
^ι : RRPI, σχετική ένδειξη πιθανής διαρροής, από Hornsby and Augustijn-Beckers, 1991(οι μικρότερες τιμές του RRPI υποδεικνύουν υψηλότερο κίνδυνο διαρροής.

ΠΗΓΗ: Konstantinou et al., 2006.

Το 2002 έλαβε χώρα μία έρευνα σε περιοχή της βορειοδυτικής Ελλάδας για τη διαπίστωση παρουσίας PCBs σε ένα ρεύμα, που δέχεται επιδράσεις από τη λειτουργία δύο εργοστασίων λιγνίτη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στη λεκάνη της Εορδαίας. Στην ευρύτερη περιοχή υπάρχουν ουσιαστικά τέσσερα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας -συνολικής ισχύς περίπου 4000 MW- παράγοντας στην πραγματικότητα το 70% της εθνικά παραγόμενης ενέργειας. Επιπλέον, μικρές πόλεις (<50000 κατοίκους) τοποθετούνται στη γύρω περιοχή. Το

κλίμα της περιοχής είναι μεσογειακό ηπειρωτικό, που χαρακτηρίζεται από συχνούς ανέμους χαμηλής ταχύτητας και έντονες μεταβολές της θερμοκρασίας, ειδικά στη διάρκεια του χειμώνα. Επιπλέον, η τοπογραφία της περιοχής, καθώς και οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν, εμποδίζουν τη διαφυγή και ενισχύουν την ανακύκλωση των ατμοσφαιρικών ρύπων.

Όσον αφορά τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ο ένας "Άγιος Δημήτριος" (1500 MW) χρησιμοποιεί νερό από τη λίμνη Πολύφυτου, το οποίο αφού υποστεί μία πρωτοβάθμια επεξεργασία εκβάλλεται στο ρεύμα Σουλίου. Το ίδιο ισχύει και για το σταθμό "Καρδιά" (1200 MW), το οποίο τελικά καταλήγει στη λίμνη Βεγορίτιδα. Η εν λόγω λίμνη γίνεται αποδέκτης των λυμάτων άλλων δύο εργοστασίων, της Πτολεμαΐδας (700 MW) και του Αμύνταιου (600 MW). Το Δεκέμβριο του 2001, και μάλιστα την 25^η εκδηλώθηκε πυρκαγιά (όχι εσκεμμένη) σε ένα από αυτά ("Άγιος Δημήτριος"). Στη διάρκεια της πυρκαγιάς κάηκαν 20 τόνοι ορυκτέλαιου, 200 λίτρα καλωδίων PVC και διάφορα άλλα υλικά. Ένας από τους βασικούς στόχους της έρευνας ήταν η διαπίστωση αν η φωτιά είχε επηρεάσει το τοπικό περιβάλλον ή όχι.

Η μελέτη έλαβε χώρα από τις 29 Ιανουαρίου έως την 9 Φεβρουαρίου του 2002, σχεδόν ένα μήνα μετά την πυρκαγιά στο ένα εργοστάσιο ^[91]. Τα δείγματα περιελάμβαναν ποσότητες νερού και ιζημάτων (51 και 250 γρ. αντιστοίχως). Τα αποτελέσματα της έρευνας, οι μέσες συγκεντρώσεις επτά ενώσεων PCB στο νερό και στα ιζήματα, παραθέτονται στον ακόλουθο πίνακα (πίνακας 8.2). Όπως θα διαπιστωθεί από την ανάγνωση του πίνακα, τα στοιχεία PCB-180 και PCB-52 στα υδάτινα δείγματα, επικρατούν. Τα υπόλοιπα, είτε απουσιάζουν, είτε βρίσκονται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις. Επιπλέον, τα σημεία που παρουσιάζουν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις είναι τα W₃ και W₅, όπου αποτελούν τα σημεία εισόδου των λυμάτων από τα εργοστάσια "Άγιος Δημήτριος" και "Καρδιά", στο ρεύμα.

Όσον αφορά τα στερεά δείγματα, το σημείο S₃, ήταν το πιο μολυσμένο, που αντιστοιχεί στα απόβλητα που παράγονται από το εργοστάσιο "Άγιος Δημήτριος". Ενώ, το σημείο S₁, που αντιστοιχεί στη λίμνη Πολύφυτου ήταν το λιγότερο μολυσμένο.

Πίνακας 8.2

Οι τιμές που αναφέρονται είναι οι μέσες συγκεντρώσεις σε δείγματα νερού και ιζήματος (n=4) σε ng l⁻¹ και ng g⁻¹, αντιστοίχως.

Δείγματα νερού	PCB-28	PCB-52	PCB-101	PCB-118	PCB-153	PCB-138	PCB-180	Άθροισμα των επτά
----------------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	-------------------

								PCBs
W1	2.0	50	2.4	M.A.	M.A.	M.A.	40	94
W2	2.1	41	3.3	1.0	1.0	3.2	27	79
W3	M.A.	73	2.8	M.A.	M.A.	M.A.	130	200
W4	M.A.	77	6.0	M.A.	3.0	M.A.	49	140
W5	M.A.	98	10	M.A.	14	16	53	190
W6	M.A.	55	4.1	M.A.	M.A.	2.4	47	110
W7	M.A.	81	2.9	3.0	M.A.	M.A.	35	120
Δείγματα ιζήματος								
S1	M.A.	20	10	M.A.	2.9	4.1	30	67
S2	M.A.	25	6.1	15	11	10	65	130
S3 ^α	42	120	15	120	75	81	300	750
S4	3.3	42	16	M.A.	40	51	84	240
S5	2.4	40	2.1	M.A.	2.4	M.A.	80	130
S6	13	45	26	120	52	190	50	500
S7	6.8	35	7.2	10	3.1	2.9	60	130
M.A.: Μη ανιχνεύσιμο								
^α : δείγμα ιλύς (απόβλητα)								

ΠΗΓΗ: Katsoyiannis, 2006.

Η εν λόγω μελέτη^[91] ασχολήθηκε με τη συνεισφορά των διαφορετικών ομόλογων ενώσεων στο συνολικό άθροισμα των PCBs σε δείγματα ύδατος και ιζήματος. Συγκεκριμένα, στα δείγματα του νερού, τα 4- και 7- χλωριωμένα διφαινύλια κατέχουν μαζί το 90% του αθροίσματος των PCBs. Ενώ, στα ιζήματα παρατηρείται πλουραλισμός, δηλαδή μεγαλύτερη συμμετοχή και από άλλες ομόλογες ενώσεις. Η διαπίστωση ότι τα δείγματα του νερού έχουν παρόμοιο προφίλ στο PCB, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η ρύπανση από χλωριωμένα διφαινύλια προέρχεται από τις ίδιες πηγές.

Επιπλέον, το γεγονός ότι το 3Cl-PCBs συναντιέται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις σε όλα τα δείγματα (νερό και ιζήματα), πιθανότητα σημαίνει ότι τα χλωριωμένα διφαινύλια προερχόμενα από το εργοστάσιο έχουν μολύνει την περιοχή σταδιακά στη διάρκεια του χρόνου, και δεν είναι αποκλειστικό αποτέλεσμα της φωτιάς που εκδηλώθηκε στον ηλεκτρικό σταθμό. Επίσης, παρατηρήθηκαν χαμηλές συγκεντρώσεις των ελαφρύτερων ενώσεων. Αυτό μπορεί να οφείλεται

στην εκδήλωση της πυρκαγιάς, αφού έχει υποστηριχθεί ότι αν η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 800°C προκαλείται θερμική καταστροφή των PCBs ^[95] ή η παρουσία της ρίζας του OH, που βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις στη διάρκεια μιας φωτιάς οδηγεί σε παρόμοιο αποτέλεσμα ^[174].

Η ύπαρξη των χλωριωμένων διφαινυλίων σε περιβαλλοντικά και βιολογικά δείγματα στην Ελλάδα έχει εξεταστεί και καταγραφεί από πολλούς επιστήμονες. Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται συνοπτικά οι μετρήσεις δημοσιευμένων άρθρων. Στην πλειοψηφία των καταγεγραμμένων συγκεντρώσεων του συνόλου των χλωριωμένων διφαινυλίων στα ελληνικά ύδατα υπερβαίνει το όριο των 14 ng l⁻¹, το οποίο προτείνει η Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας των Ηνωμένων Πολιτειών το 2004. Όριο που θεωρείται ως το μέγιστο επιτρεπτό για τα επιφανειακά νερά ώστε να μην αποδειχθούν επικίνδυνα για την υδρόβια και ανθρώπινη υγεία. Το αντίστοιχο όριο για το θαλασσινό νερό είναι 30 ng l⁻¹.

Πίνακας 8.3

Ύπαρξη των PCBs σε διάφορα στοιχεία του οικοσυστήματος

Περιοχή	Τύπος δείγματος	CPCBs	Τα PCBs που μελετήθηκαν	Βιβλιογραφία
Κόλπος του Θερμαϊκού	Θαλάσσιο νερό	92 ng l ⁻¹	Σ7PCBs ^a	Kamarianos et al., 2002
Κόλπος του Στρυμονικού	Θαλάσσιο νερό	64 ng l ⁻¹	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Κόλπος της Καβάλας	Θαλάσσιο νερό	82 ng l ⁻¹	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Δέλτα του Νέστου	Ποταμίσιο νερό	15 ng l ⁻¹	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Κόλπος της Βιστωνίδας	Θαλάσσιο νερό	M.A. ^a	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Δέλτα του Έβρου	Ποταμίσιο νερό	M.A.	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Ρεύμα του Θερμαϊκού	Νερό ρεύματος	176 ng l ⁻¹	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Ποταμός Αξιός	Ποταμίσιο νερό	M.A.	Σ7PCBs	Kamarianos et

				al., 2002
Ποταμός Αλιάκμονας	Ποταμίσιο νερό	45 ng l ⁻¹	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Ποταμός Λουδίας	Ποταμίσιο νερό	30 ng l ⁻¹	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Ποταμός Στρυμόνας	Ποταμίσιο νερό	20 ng l ⁻¹	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Ποταμός Νέστος	Ποταμίσιο νερό	M.A.	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Ποταμός Έβρος	Ποταμίσιο νερό	65 ng l ⁻¹	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Θερμαϊκός Κόλπος	Θαλάσσιο ίζημα	147 ng l ⁻¹	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Θερμαϊκός Κόλπος	Θαλάσσιο ίζημα	5-39 ng g ⁻¹	Σ7PCBs	Larsen and Fytianos, 1989
Θερμαϊκός Κόλπος	Θαλάσσιο ίζημα	0.8-88.2 ng g ⁻¹	Σ7PCBs ^γ	Hatzianestis et al., 2001
Στρυμονικός κόλπος	Θαλάσσιο ίζημα	75 ng g ⁻¹	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Κόλπος της Καβάλας	Θαλάσσιο ίζημα	M.A.	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Δέλτα του Νέστου	Ποταμίσιο ίζημα	M.A.	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Κόλπος της Βιστωνίδας	Θαλάσσιο ίζημα	54 ng g ⁻¹	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Δέλτα του Έβρου	Ποταμίσιο ίζημα	45 ng g ⁻¹	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Ποταμός Αξιός	Ποταμίσιο ίζημα	M.A.	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Ποταμός Αξιός	Ποταμίσιο ίζημα	4-24 ng g ⁻¹	Σ7PCBs	Larsen and Fytianos, 1989
Ποταμός Αλιάκμονας	Ποταμίσιο ίζημα	M.A.	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Ποταμός	Ποταμίσιο ίζημα	1-7 ng g ⁻¹	Σ7PCBs	Larsen and

Αλιάκμονας				Fytianos, 1989
Ποταμός Λουδίας	Ποταμίσιο ίζημα	M.A.	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Ποταμός Στρυμόνας	Ποταμίσιο ίζημα	M.A.	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Ποταμός Νέστος	Ποταμίσιο ίζημα	M.A.	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Ποταμός Έβρος	Ποταμίσιο ίζημα	75 ng/g	Σ7PCBs	Kamarianos et al., 2002
Λιμάνι του Κερατσινίου	Θαλάσσιο ίζημα	47.8-351.8 μg/g	Σ7PCBs ^δ	Galanopoulou et al., 2005
Ελληνική ακτή	Θαλάσσιο ίζημα	0.6-775 ng g ⁻¹	Δεν υπάρχουν πληροφορίες	Picer, 2000
Κουρουπίτος	Έδαφος από περιοχή απόθεσης αποβλήτων	0.25-64 ng g ⁻¹	5 PCBs	Martens et al., 1998
Ελλάδα	Έδαφος	3.5 ng g ⁻¹	12 PCBs ^ε	Covaci et al., 2002
Θεσσαλονίκη MEAY^{στ}	Ακατέργαστα υγρά απόβλητα	1000 ng l ⁻¹	Σ7PCBs	Katsoyiannis and Samara, 2005
Θεσσαλονίκη MEAY^{στ}	Πρωτογενής εκροή ιζηματοπόθεσης	630 ng l ⁻¹	Σ7PCBs	Katsoyiannis and Samara, 2005
Θεσσαλονίκη MEAY^{στ}	Δευτερογενής εκροή ιζηματοπόθεσης	250 ng l ⁻¹	Σ7PCBs	Katsoyiannis and Samara, 2005
Θεσσαλονίκη MEYA^{στ}	Φάση διάλυσης ακατέργαστων υγρών αποβλήτων	530 ng l ⁻¹	Σ7PCBs	Katsoyiannis and Samara, in press
Θεσσαλονίκη MEYA^{στ}	Φάση διάλυσης πρωτογενούς εκροής	340 ng l ⁻¹	Σ7PCBs	Katsoyiannis and Samara, in press
Θεσσαλονίκη	Φάση διάλυσης	180 ng l ⁻¹	Σ7PCBs	Katsoyiannis

MEYA^{στ}	δευτερογενούς εκροής			and Samara, in press
Θεσσαλονίκη MEYA^{στ}	Πρωτογενής ιλύς	460 ng g ⁻¹	Σ7PCBs	Katsoyiannis and Samara, 2005
Θεσσαλονίκη MEYA^{στ}	Δευτερογενής ιλύς	620 ng g ⁻¹	Σ7PCBs	Katsoyiannis and Samara, 2005
Θεσσαλονίκη MEYA^{στ}	Τελική ιλύς	550 ng g ⁻¹	Σ7PCBs	Katsoyiannis and Samara, 2005
Θεσσαλονίκη MEYA^{στ}	Αστική ιλύς της MEYA	1.31± 0.10 µg/g	Σ7PCBs	Mantis et al., 2005
Θεσσαλονίκη MEYA^{στ}	Βιομηχανική ιλύς της MEYA	1.63±0.28 µg/g	Σ7PCBs	Mantis et al., 2005
Κρήτη- Ηράκλειο	Βροχή	2.9 ng l ⁻¹	Σ 54 PCBs	Mandalakis and Stefanou, 2002
Κρήτη- Φινοκαλιά	Βροχή	1.9 ng l ⁻¹	Σ 54 PCBs	Mandalakis and Stefanou, 2002
Κοζάνη	Έδαφος	418 pg g ⁻¹	6 PCBs ^ζ	Voutsas et al., 2004
Κοζάνη	Αιθάλη	45-935 ng g ⁻¹	6 PCBs	Voutsas et al., 2004
Κοζάνη	Ολικά αιωρούμενα σωματίδια	M.A.	6 PCBs	Voutsas et al., 2004
Κοζάνη	Αιωρούμενη τέφρα	M.A.	6 PCBs	Voutsas et al., 2004
Κοζάνη	Στάδιο σωματιδίων	<0.04-103 pg m ⁻³	Σ 7PCBs	Biterna and Voutsas, 2005
Κοζάνη	Εκπομπές σωματιδίων από οχήματα	9-75 µg g ⁻¹	Σ 7PCBs	Biterna and Voutsas, 2005
Κοζάνη	Εκπομπές από	6.3 µg g ⁻¹	Σ 7PCBs	Biterna and

	καύση απορριμμάτων βιομάζας			Voutsas, 2005
Κοζάνη	Εκπομπές από καύση γεωργικής βιομάζας	1.5 $\mu\text{g g}^{-1}$	Σ 7PCBs	Biterna and Voutsas, 2005
Θεσσαλονίκη - αστική περιοχή	Σωματίδια	0.5 -29.2 pg m^{-3}	6 PCBs ^{στ}	Kouimtzis et al., 2002
Θεσσαλονίκη- ημιαγροτική περιοχή	Σωματίδια	0.5-15.6 pg m^{-3}	6 PCBs ^{στ}	Kouimtzis et al., 2002
^α Σ7PCBs: Το άθροισμα των συγκεντρώσεων των PCB #28, #52, #101, #118, #153, #138, #180.				
^β Μ.Α.: Μη ανιχνεύσιμο.				
^γ ΣPCBs: Το άθροισμα των συγκεντρώσεων των PCB #101, #118, #153, #105, # 138, #156, #180.				
^δ ΣPCBs: Το άθροισμα των συγκεντρώσεων των PCB #28, #52, #99, #101, #118, #138, #149, #153, #156, #170, #180, #187.				
^ε ΣPCBs: Το άθροισμα των συγκεντρώσεων των PCB #101, #118, #153, #138, #156, #180, #169, #170, #183, #194.				
^{στ} ΜΕΥΑ: Μονάδα Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων				
^ζ 6 PCBs: Το άθροισμα των συγκεντρώσεων των PCB # 28, #52, #101, #153, #138, #180.				

ΠΗΓΗ: Katsoyiannis, 2006.

Πίνακας 8.4

Ύπαρξη των PCBs σε διάφορες βιολογικά στοιχεία.

Περιοχή	Τύπος δείγματος	CPCBs	Τα PCBs που μελετήθηκαν	Βιβλιογραφικές αναφορές
Λίμνη Πρέσπα	Αυγά Κορμοράνου	80 ppb	8 PCBs ^α	Konstantinou et al., 2000
Λίμνη Κερκίνη	Αυγά Κορμοράνου	36 ppb	8 PCBs	Konstantinou et al., 2000

Λίμνη Πρέσπα	Αυγά <i>Pelecanus Crispus</i>	1.78 mg kg ⁻¹	Σ PCBs	Crivelli et al., 1999
Λίμνη Πρέσπα	Αυγά <i>Pelecanus Onocrotalus</i>	1.12 mg kg ⁻¹	Σ PCBs	Crivelli et al., 1999
Δέλτα Αξιού	Αυγά Κορμοράνου	48 ppb	8 PCBs	Konstantinou et al., 2000
Δέλτα Έβρου	Αυγά Κορμοράνου	16 ppb	8 PCBs	Konstantinou et al., 2000
Νησί Λειψοί	Αυγά Γλάρου	42 ppb	8 PCBs	Albanis et al., 2003
Νησί Άκρη	Αυγά Γλάρου	43 ppb	8 PCBs	Albanis et al., 2003
Κίναρος	Αυγά Γλάρου	87 ppb	8 PCBs	Albanis et al., 2003
Δέλτα Έβρου	Αυγά Γλάρου	41 ppb	8 PCBs	Albanis et al., 2003
Νησί Λειψοί	Αυγά Γλάρου Audounin	69-952 ng g ⁻¹	8 PCBs	Goutner et al., 2001
Νησί Αγαθονήσι	Αυγά Γλάρου Audounin	255-956 ng g ⁻¹	8 PCBs	Goutner et al., 2001
Νησί Φούρνοι	Αυγά Γλάρου Audounin	226-571 ng g ⁻¹	8 PCBs	Goutner et al., 2001
Νησί Κύθηρα	Αυγά Γλάρου Audounin	299-1255 ng g ⁻¹	8 PCBs	Goutner et al., 2001
Νησί Αμοργός	Αυγά Γλάρου Audounin	189-593 ng g ⁻¹	8 PCBs	Goutner et al., 2001
Νησί Αστυπάλαια	Αυγά Γλάρου Audounin	354-827 ng g ⁻¹	8 PCBs	Goutner et al., 2001
Νησί Χάλκη	Αυγά Γλάρου Audounin	41 ng g ⁻¹	8 PCBs	Goutner et al., 2001
Ελλάδα	Ανθρώπινος λιπώδης ιστός	0.423 μg g ⁻¹	Σ 7PCBs	Kamarianos et al., 1997

Ελλάδα	Σπέρμα ταύρου	1.06 ng ml ⁻¹	5 PCBs	Kamarianos et al., 2003b
Ελλάδα	Σπέρμα κριαριού	1.21 ng ml ⁻¹	5 PCBs	Kamarianos et al., 2003b
Ελλάδα	Σπέρμα τράγου	1.44 ng ml ⁻¹	5 PCBs	Kamarianos et al., 2003b
Ελλάδα	Σπέρμα χοίρου	0.64 ng ml ⁻¹	5 PCBs	Kamarianos et al., 2003b
Ελλάδα	Γαλακτοκομικά προϊόντα	1.23-9.30 pg g ⁻¹ λίπος	Μη-ορθο PCBs ^γ	Papadopoulos et al., 2004
Ελλάδα	Κρέας και πουλερικά	3.49-109 pg g ⁻¹ λίπος	Μη-ορθο PCBs	Papadopoulos et al., 2004
Ελλάδα	Ψάρι	222-1379 pg g ⁻¹ λίπος	Μη-ορθο PCBs	Papadopoulos et al., 2004
Ελλάδα	Αυγά	7.10-24.32 pg g ⁻¹ λίπος	Μη-ορθο PCBs	Papadopoulos et al., 2004
Ελλάδα	Ελαιόλαδο	2.02-4.83 pg g ⁻¹ λίπος	Μη-ορθο PCBs	Papadopoulos et al., 2004
Ελλάδα	Ψαρέλαιο	29.21-277 pg g ⁻¹ λίπος	Μη-ορθο PCBs	Papadopoulos et al., 2004
Ελλάδα	Φρούτα	0.27-0.40 pg g ⁻¹ λίπος	Μη-ορθο PCBs	Papadopoulos et al., 2004
Ελλάδα	Λαχανικά	0.36-0.37 pg g ⁻¹ λίπος	Μη-ορθο PCBs	Papadopoulos et al., 2004
Ελλάδα	Ρύζι	19.2-111 pg g ⁻¹ λίπος	Μη-ορθο PCBs	Papadopoulos et al., 2004
Ελλάδα	Ανθρώπινες τρίχες	5.2±5.9 ng g ⁻¹	7 PCBs ^δ	Covaci et al., 2002
Ελλάδα	Συκώτι και λιπώδης ιστός από θαλασσοπούλι	0.140-366 ng g ⁻¹ ww ^ε	7 PCBs	Sakellarides et al., 2006
^α 8 PCBs: Το άθροισμα των συγκεντρώσεων των PCB #8, #20, #28, #52, #101, #118,				

#138, #180.
^β 5 PCBs: Το άθροισμα των συγκεντρώσεων των PCB #52, #101, #138, #153, #180.
^γ μη- ορθο PCBs: Το άθροισμα των συγκεντρώσεων των PCB #77, #81, #126, #169.
^δ επτά PCBs: Το άθροισμα των συγκεντρώσεων των PCB #99, #118, #138, #149, #153, #170, #180.
^ε ww: Wet weight (βάρος επί ξηρού).

ΠΗΓΗ: Katsoyiannis, 2006.

Όσον αφορά τα ιζήματα στην παρούσα μελέτη ^[91], οι συγκεντρώσεις των χλωριωμένων διφαινυλίων βρίσκονταν περίπου στα ίδια επίπεδα με τις άλλες μελέτες. Στο σημείο όμως S6, η συγκέντρωση είναι από τις υψηλότερες που έχουν αναφερθεί για την ελληνική περιφέρεια, πλησιάζοντας εκείνες του λιμανιού του Κερατσινίου στον κόλπο του Σαρωνικού ^[59] ή της Αδριατικής θάλασσας ^[141]. Παρόλα αυτά, οι τιμές που αφορούν τις συγκεντρώσεις PCBs στα ιζήματα στον ελληνικό χώρο είναι πολύ χαμηλότερες από εκείνα των ιταλικών και γαλλικών ακτών, με επίπεδα που αγγίζουν τα 15850 ng l⁻¹ και 3200 ng l⁻¹ αντίστοιχα ^[141]. Επιπλέον, σε έρευνα που δημοσιεύθηκε το 2002, διαπιστώθηκε ότι η Ελλάδα ανάμεσα σε 3 άλλες χώρες, τη Ρουμανία, το Βέλγιο, και την Ιταλία παρουσιάζει τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις PCBs στο έδαφος (Σ PCBs: 3.5 ng g⁻¹) ^[91].

Όσον αφορά την εν λόγω μελέτη, υψηλότερη τιμή σε συγκέντρωση χλωριωμένων διφαινυλίων σε στερεό δείγμα εντοπίστηκε στο σημείο S2: 750 ng g l⁻¹ dw (δείγμα ιλύος). Το προτεινόμενο όριο, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση, για τη χρήση της ιλύος ως οργανικού λιπάσματος, αποτελούν τα 800 ng g l⁻¹ dw, για το άθροισμα των επτά ενώσεων που μετρήθηκαν στην προκείμενη μελέτη.

Πίνακας 8.5

Οι τιμές που αναφέρονται είναι οι μέσες συγκεντρώσεις σε δείγματα νερού και ιζήματος (n=4) σε ng l⁻¹ και ng g⁻¹, αντιστοίχως.

Δείγματα νερού	PCB-28	PCB-52	PCB-101	PCB-118	PCB-153	PCB-138	PCB-180	Άθροισμα των επτά PCBs
W1	2.0	50	2.4	M.A.	M.A.	M.A.	40	94

W2	2.1	41	3.3	1.0	1.0	3.2	27	79
W3	M.A.	73	2.8	M.A.	M.A.	M.A.	130	200
W4	M.A.	77	6.0	M.A.	3.0	M.A.	49	140
W5	M.A.	98	10	M.A.	14	16	53	190
W6	M.A.	55	4.1	M.A.	M.A.	2.4	47	110
W7	M.A.	81	2.9	3.0	M.A.	M.A.	35	120
Δείγματα ιζήματος								
S1	M.A.	20	10	M.A.	2.9	4.1	30	67
S2	M.A.	25	6.1	15	11	10	65	130
S3 ^a	42	120	15	120	75	81	300	750
S4	3.3	42	16	M.A.	40	51	84	240
S5	2.4	40	2.1	M.A.	2.4	M.A.	80	130
S6	13	45	26	120	52	190	50	500
S7	6.8	35	7.2	10	3.1	2.9	60	130
M.A.: Μη ανιχνεύσιμο								
^a : δείγμα ιλύς (απόβλητα)								

ΠΗΓΗ: Katsoyiannis, 2006.

Σε μελέτη που δημοσιεύθηκε το 2006 ^[98], αναλύθηκε η ύπαρξη φυτοφαρμάκων σε λίμνες και ποτάμια της Ελλάδας, που έχουν επιτηρηθεί (βλέπε και Εικόνα 1). Τα ποτάμια είναι ο Έβρος, ο Νέστος, ο Στρυμόνας, ο Αξιός, ο Λουδίας, ο Αλιάκμονας, ο Πηνειός, ο Αχελώος, ο Άραχθος, ο Λούρος, ο Καλαμάς, ο Μόρνος, ο Ασωπός, ο Πηνειός (Πελοποννήσου), ο Αλφειός, ο Ευρώτας, ο Χόνος, ο Χάυγας και ο Αποσελέμης. Οι λίμνες είναι η Βιστωνίδα, η Βόλβη, η Δοϊράνη, η Βεγορίτιδα, η Μικρή Πρέσπα, η Μεγάλη Πρέσπα, η Παμβώτιδα, η Τριχωνίδα και η Υλίκη.

Όσον αφορά την ύπαρξη οργανοχλωριωμένων εντομοκτόνων σε αυτούς τους υδάτινους πόρους, μόνο το endosulfan χρησιμοποιείται, κυρίως σε αμπελώνες, οπωρώνες και σε καλλιέργειες λαχανικών. Το λινδάνιο χρησιμοποιούνταν στην Ελλάδα σε κάποιες καλλιέργειες και σε περιπτώσεις σποράς έως τον Ιούνιο του 2002, όπου και καταργήθηκε σύμφωνα με την οδηγία της Ε.Ε. 2000/801. Οι συγκεντρώσεις οργανοχλωριωμένων ενώσεων είναι αρκετά χαμηλές σε γενικές γραμμές. Εξαίρεση αποτελούν τα ισομερή του εξαχλωροκυκλοεξάνιου και το aldrin, τα οποία παρουσιάζουν τα υψηλότερα επίπεδά τους στη βόρεια Ελλάδα. Στα ποτάμια του Έβρου και του Αξιού ανιχνεύθηκαν οι υψηλότερες τιμές οργανοχλωριωμένων ενώσεων στα

δείγματα από τις περιοχές των συνόρων. Το γεγονός αυτό, υποδηλώνει διασυνοριακή ρύπανση από τις γειτονικές χώρες, όπως έχουν αναφερθεί σε αντίστοιχες έρευνες^{[14] [66]}. Πιο συγκεκριμένα στον Αξιό, το λινδάνιο ανιχνεύθηκε στο 100% των δειγμάτων που συλλέχθηκαν από τα σημεία που εντοπίζονται ως οι εισοδοί του ποταμού στην ελληνική επικράτεια, υποδεικνύοντας την διασυνοριακή ρύπανση. Εξάλλου, στην ΠΓΔΜ λειτουργεί εργοστάσιο παραγωγής λινδανίου. Επίσης, οι οργανοχλωριωμένες ενώσεις μεταφέρονται ατμοσφαιρικά σε μεγάλες αποστάσεις. Είναι πιθανόν η ύπαρξη υπολειμμάτων οργανοχλωριωμένων ενώσεων να οφείλεται και στην απόθεση (ξηρή ή υγρή), εξαιτίας ατμοσφαιρικής μεταφοράς από γειτονικές περιοχές^[98]. Η μόλυνση των υδάτων εξαιτίας των οργανοχλωριωμένων φυτοφαρμάκων υποδηλώνει ότι αυτά παραμένουν στο υδάτινο περιβάλλον της Ελλάδας. Οι πίνακες που ακολουθούν περιγράφουν την ύπαρξη ζιζανιοκτόνων και εντομοκτόνων σε διάφορα υδάτινα οικοσυστήματα στον ελλαδικό χώρο.

Πίνακας 8.6

Επίπεδα υπολειμμάτων οργανοχλωριωμένων εντομοκτόνων σε δείγματα νερού από διάφορα ελληνικά ποτάμια σε διαφορετικές περιόδους δειγματοληψίας.

Ποτάμια	Περίοδος Δειγματοληψίας	BHC	HCHs	4,4'- DDE	4,4'- DDD	4,4'- DDT	Meth oxyc hlor	Dico fol	Βιβλιο- γραφι- κές Αναφο- ρές
Αλιάκμο νας	12/1990– 09/1992	– ^a	M.α.– 130 ^c	M.α	M.α	M.α	–	–	Albanis et al., 1995b
	05/1996– 04/1997	–	M.α ^c	M.α	M.α	M.α	–	–	Albanis et al., 1998
	Στη διάρκεια του 2000	2.78	6.35 ^c	2.17	0.50	M.α	–	–	Kamari anos et al., 2002^e

Ποτάμια	Περίοδος Δειγματοληψίας	BHC	HCHs	4,4'- DDE	4,4'- DDD	4,4'- DDT	Meth oxyc hlor	Dico fol	Βιβλιο- γραφι- κές Αναφο- ρές
Λουδίας	05/1996– 04/1997	–	M.α – 22 ^c	M.α – 15	M.α	M.α	–	–	Albanis et al., 1998
	Στη διάρκεια του 2000	1.00	1.80 ^c	1.60	1.10		–	–	Kamari anos et al., 2002^e
Αξιός	1993– 1994	–	M.α – 310 ^c	M.α	M.α – 5	M.α – 27	–	–	Papado poulou- Mourki dou, 2002
	Στη διάρκεια του 1994	–	M.α – 80 ^c	M.α	M.α	M.α	M.α	M.α	Patsias and Papado poulou- Mourki dou, 1996
	11/1996	–	490 ^c	M.α	M.α	M.α	–	–	Miliadis and Malatou , 1997
	06/1996– 06/1998	M.α ^b	M.α – 233 ^d	M.α – 25	M.α	M.α – 35	M.α	–	Golfino poulos et al.,

Ποτάμια	Περίοδος Δειγματοληψίας	BHC	HCHs	4,4'- DDE	4,4'- DDD	4,4'- DDT	Meth oxyc hlor	Dico fol	Βιβλιο- γραφι- κές Αναφο- ρές
									2003
	1997– 1998	–	M.α – 132 ^c	M.α	M.α	M.α – 1000	–	–	Papado poulou- Mourki dou, 2002
	Στη διάρκεια του 2000	3.53	2.93 ^c	3.20	0.50	M.α	–	–	Kamari anos et al., 2002^e
Στρυμό νας	06/1996– 06/1998	M.α	M.α – 59 ^d	M.α.– 31	M.α	M.α	M.α	–	Golfino poulos et al., 2003
	Στη διάρκεια του 2000		4.90 ^c	1.00	0.55	M.α	–	–	Kamari anos et al., 2002^e
Νέστος	06/1996– 06/1998	M.α –14	M.α – 68 ^d	n.d.– 64	M.α	M.α.	M.α	–	Golfino poulos et al., 2003
	Στη διάρκεια του 2000	6.05	6.68 ^c	5.50	1.15	M.α	–	–	Kamari anos et al., 2002^e

Ποτάμια	Περίοδος Δειγματοληψίας	BHC	HCHs	4,4'- DDE	4,4'- DDD	4,4'- DDT	Meth oxyc hlor	Dico fol	Βιβλιο- γραφι- κές Αναφο- ρές
Έβρος	08/1992– 07/1993	–	M.α. – 34 ^c	M.α.	M.α.– 56	M.α.– 10	–	–	Angelidi s and Albanis, 1996
	06/1996– 06/1998	M.α. –131	M.α. – 189 ^d	M.α – 9	M.α.	M.α.	M.α.	–	Golfino poulos et al., 2003
	During 2000	2.65	12.50 ^c	6.00	1.60	M.α.	–	–	Kamari anos et al., 2002
Καλα- μάς	09/1984– 09/1985	–	M.α.– 5.6 ^c	–	–	–	–	–	Albanis et al., 1986a
Αραχθος	03/1992– 02/1993	–	M.α.	M.α.– 11	M.α.	M.α.	–	–	Albanis et al., 1995a
Μόρνος	12/1992– 02/1993	–	n.d.– 5 ^d	1	M.α.	M.α.	–	–	Tsipi and Hiskia, 1996
Λούρος	03/1992– 02/1993	–	n.d.– 16 ^c	n.d.	M.α.	M.α.	–	–	Albanis et al., 1995a
Ευρώ-	08/1991–	–	–	–	–	–	–	M.α.	Angelidi

Ποτάμια	Περίοδος Δειγματοληψίας	BHC	HCHs	4,4'- DDE	4,4'- DDD	4,4'- DDT	Meth oxyc hlor	Dico fol	Βιβλιο- γραφι- κές Αναφο- ρές
τας	08/1992							-80	s et al., 1996
Χόνος	11/1995– 06/1996	–	2–6 ^d	1–10	Μ.α.	2	Μ.α.	–	Vassilak is et al., 1998
Χάβγας	11/1995– 06/1996	–	2–26 ^d	1	Μ.α.	2–4	Μ.α.	–	Vassilak is et al., 1998
Αποσελέ μης	11/1995– 06/1996	–	5– 171 ^d	1–37	Μ.α.	2–3	Μ.α.	–	Vassilak is et al., 1998
^a –,δεν επιτηρήθηκαν.									
^b μ.α., μη ανιχνεύσιμα									
^c αναφέρεται μόνο στο λινδάνιο, (γ-HCH).									
^d δείχνει το άθροισμα των α-, β-, γ-, δ- ισομερή του εξαχλωροκυκλοεξάνιο.									
^e Οι τιμές που καταγράφηκαν σε αυτόν το πίνακα ήταν οι μέσες (ng/L).									

ΠΗΓΗ: Konstantinou et al., 2006.

Πίνακας 8.7

Επίπεδα υπολειμμάτων οργανοχλωριωμένων εντομοκτόνων σε δείγματα νερού από διάφορα ελληνικά ποτάμια σε διαφορετικές περιόδους δειγματοληψίας.

Ποτάμια	Δειγματο- ληπτική	Aldrin	Dieldrin	Endrin	Endrin ketone	Endrin aldehyde	B.A.
---------	----------------------	--------	----------	--------	------------------	--------------------	------

	Περίοδος						
Αλιάκμονας	12/1990-1992	Μ.α. ^b	Μ.α.	Μ.α.	- ^c	-	1
	05/1996-04/1997	Μ.α.	Μ.α.	Μ.α.	-	-	2
	Στη διάρκεια του 2000	Μ.α.	0.98	0.80	-	-	3
Λουδίας	05/1996-04/1997	Μ.α.	Μ.α.	Μ.α.	-	-	4
	Στη διάρκεια του 2000	Μ.α.	0.90	0.80	-	-	5
Αξιός	1993-1994	Μ.α.	Μ.α.	Μ.α.	-	-	6
	06/1996-06/1998	Μ.α.-34	Μ.α.-17	Μ.α.	Μ.α.	Μ.α.-40	7
	1997-1998	Μ.α.	Μ.α.	Μ.α.	-	-	8
	Στη διάρκεια του 2000	Μ.α.	1.55	Μ.α.	-	-	9
Στρυμόνας	06/1996-06/1998	Μ.α.-101	Μ.α.	Μ.α.	Μ.α.	Μ.α.-80	10
	Στη διάρκεια του 2000	Μ.α.	1.40	0.85	-	-	11
Νέστος	06/1996-06/1998	Μ.α.-22	Μ.α.-15	Μ.α.	Μ.α.	Μ.α.	12
	Στη διάρκεια του 2000	Μ.α.	2.00	0.80	-	-	13
Έβρος	08/1992-07/1993	Μ.α.	Μ.α.	Μ.α.	-	-	14

	06/1996-06/1998	Μ.α.-34	2.20	Μ.α.	Μ.α.-25	Μ.α.-40	15
	Στη διάρκεια του 2000	Μ.α.	Μ.α.	Μ.α.	-	-	16
Καλαμάς	09/1984-09/1985	-	Μ.α.	-	-	-	17
Αραχθός	03/1992-02/1993	Μ.α.	Μ.α.	Μ.α.	-	-	18
Μόρνος	12/1992-02/1993	1	2	Μ.α.	-	Μ.α.	19
Λούρος	03/1992-02/1993	Μ.α.	Μ.α.	Μ.α.	-	-	20
Ευρώτας	08/1991-08/1992	-	-	-	-	-	21
Χόνος	11/1995-06/1996	1-4	1-10	1-2	-	Μ.α.	22
Χαύγας	11/1995-06/1996	Μ.α.	1	Μ.α.	-	Μ.α.	23
Αποσελέμις	11/1995-06/1996	1-24	1-15	1-6	-	Μ.α.	24

Πίνακας 8.7 (συνέχεια)

Ποτάμια	Isodrin	α,β-Endosulfan ^a	Endosulfan sulphate	Heptachlor	Heptachlor epoxide	B.A.
Αλιάκμονας	—	—	—	Μ.α.	Μ.α.	1.Albanis et al., 1995b
	—	—	—	Μ.α.	Μ.α.	2.Albanis et al., 1998
	—	—	Μ.α.—58	Μ.α.	Μ.α.	3.Kamarianos et al., 2002 ^d
Λουδίας	—	—	—	Μ.α.—8	Μ.α.	4.Albanis et al.,

						1998
	–	–	–	M.α.	0.80	5.Kamarianos et al., 2002^d
Αξιός	–	M.α.– 1741	M.α.– 23	M.α.–20	M.α.–5	6.Papadopoulo u-Mourkidou, 2002
	M.α.	M.α.	–	M.α.–20	M.α.	7.Golfinopoulo s et al., 2003
	–	2	M.α.– 12	M.α.	M.α.	8.Papadopoulo u-Mourkidou, 2002
	–	–	–	M.α.	M.α.	9.Kamarianos et al., 2002^d
Στρυμόνας	M.α.	M.α.–22	–	M.α.	n.d–24	10.Golfinopoul os et al., 2003
	–	–	M.α.- 19	M.α.	0.70	11.Kamarianos et al., 2002^d
Νέστος	M.α.	M.α.	–	M.α.	M.α.–9	12.Golfinopoul os et al., 2003
	–	–	–	M.α.	M.α.	13.Kamarianos et al., 2002^d
Έβρος	–	M.α.	–	–	–	14.Angelidis and Albanis, 1996
	M.α.	M.α.–20	4	M.α.–20	M.α.	15.Golfinopoul os et al., 2003
	–	–	–	–	0.95	16.Kamarianos et al., 2002^d
Καλαμάς	–	–	–	–	–	17.Albanis et al., 1986a
Αραχθός	–	–	M.α.	M.α.	M.α.	18.Albanis et al., 1995a
Μόρνος	–	3	1–2	M.α.	M.α.	19.Tsipi and Hiskia, 1996

Λούρος	–	–	1–4	Μ.α.	Μ.α.	20.Albanis et al., 1995a
Ευρώτας	–	Μ.α.-190	–	–	–	21.Albanis et al., 1995b
Χόνος	–	Μ.α.	–	1–20	1–13	22.Albanis et al., 1998
Χάβγας	–	Μ.α.	Μ.α.–58	1–50	1–6	23.Kamarianos et al., 2002 ^d
Αποσελέμις	–	Μ.α.	–	1–51	Μ.α.	24.Albanis et al., 1998
^a : το άθροισμα των δύο ισομερών.						
^b : Μ.α., μη ανιχνεύσιμο.						
^c -, δεν έχει παρακολουθηθεί.						
^d : οι τιμές που περιγράφονται εδώ είναι οι μέσες τιμές σε ng/L						
B.A: βιβλιογραφικές αναφορές						

ΠΗΓΗ: Konstantinou et al., 2006.

Πίνακας 8.8

Επίπεδα υπολειμμάτων οργανοχλωριωμένων εντομοκτόνων σε δείγματα νερού από διάφορες ελληνικές λίμνες σε διαφορετικές περιόδους δειγματοληψίας.

Λίμνη	Περίοδος Δειγματοληψίας	BHC	HCHs	4,4'-DDE	4,4'-DDD	4,4'-DDT	Methoxychlor	Dicofol	Βιβλιογραφική Αναφορά
Τριχωνίδα	10/1996	– ^a	Μ.α. ^b	Μ.α.	Μ.α.	Μ.α.	Μ.α.	30	Miliadis and Malatou, 1997
Υλίκη	12/1992–02/1993	–	Μ.α. – 5 ^d	3	2	Μ.α.	–	–	Tsipi and Hiskia,

Λίμνη	Περίοδος Δειγμα- τοληψίας	BHC	HCHs	4,4'- DDE	4,4'- DDD	4,4'- DDT	Meth oxych lor	Dico fol	Βιβλιο- γραφική Αναφο- ρά
									1996
	10/1996– 12/1996	–	100– 200 ^c	M.α.	M.α.	M.α.	–	–	Miliadis and Malatou , 1997
Μαρα- θώνα	12/1992– 02/1993	–	M.α.– 5 ^d	2	M.α.	M.α.	–	–	Tsipi and Hiskia, 1996
Παμβώ τιδα	09/1984– 09/1985	–	M.α.– 38 ^c	–	–	–	–	–	Albanis et al., 1986a
Βόλβη	06/1996– 06/1998	M.α.– 24	M.α.	M.α.	M.α.– 112	M.α.	M.α.	–	Golfino poulos et al., 2003
Βιστω νίδα	06/1996– 06/1998	M.α.– 33	M.α.– 66 ^d	M.α.	M.α.– 18	M.α.	M.α.– 56	–	Golfino poulos et al., 2003
Βεγορί τιδα	06/1996– 06/1998	M.α.– 15	M.α.– 421 ^d	n.d.– 9	M.α.	M.α.	M.α.	–	Golfino poulos et al., 2003
Μεγά- λη	06/1996– 06/1998	M.α.	M.α.– 232 ^d	n.d.	M.α.	M.α.	M.α.	–	Golfino poulos

Λίμνη	Περίοδος Δειγματοληψίας	BHC	HCHs	4,4'- DDE	4,4'- DDD	4,4'- DDT	Meth oxych lor	Dico fol	Βιβλιο- γραφική Αναφο- ρά
Πρέ- σπα									et al., 2003
Μικρή Πρέ- σπα	06/1996– 06/1998	Μ.α. –440	Μ.α.– 95 ^d	n.d.– 13	Μ.α.– 12	Μ.α.	Μ.α.	–	Golfino poulos et al., 2003
^a –, δεν παρακολούθηθηκαν.									
^b Μ.α., δεν ανιχνεύθηκαν.									
^c αναφέρεται στο λινδάνιο, (γ-HCH).									
^d Δείχνει το άθροισμα των α-, β-, γ-, δ-, ισομερή του εξαχλωροκυκλοεξανίου									
Όλες οι τιμές αναφέρονται σε ng/L									

ΠΗΓΗ: Konstantinou et al., 2006.

Πίνακας 8.9

Επίπεδα υπολειμμάτων οργανοχλωριωμένων εντομοκτόνων σε δείγματα νερού από διάφορες ελληνικές λίμνες σε διαφορετικές περιόδους δειγματοληψίας.

Λίμνες	Δειγματο- ληπτική Περίοδος	Aldrin	Dieldrin	Endrin	Endrin Ketone	Endrin aldehyde	B.A. ^d
Υλίκη	12/1992– 02/1993	1	4	1	<u><u>b</u></u>	2	1.
Μαρα- θώνα	12/1992– 02/1993	1	3	Μ.α	–	Μ.α	2.
Παμβώ-	09/1984–	–	Μ.α.–	–	–	–	3.

τιδα	09/1985		1.2				
Βόλβη	06/1996– 06/1998	Μ.α – 23	Μ.α.–31	Μ.α.–20	Μ.α	Μ.α. -64	4.
Βιστω- νίδα	06/1996– 06/1998	Μ.α. - 200	Μ.α.	Μ.α.	Μ.α	Μ.α	5.
Βεγορί- τιδα	06/1996– 06/1998	Μ.α.-72	Μ.α.	Μ.α.	Μ.α	Μ.α.–26	6.
Μεγάλη Πρέσπα	06/1996– 06/1998	Μ.α.– 36	Μ.α.	Μ.α.	Μ.α	Μ.α.	7.
Μικρή Πρέσπα	06/1996– 06/1998	Μ.α.-95	Μ.α.–14	Μ.α.–21	Μ.α	Μ.α.–26	8.

Πίνακας 8.9 (Συνέχεια)

Isodrin	α,β- Endosulfan^a	Endosulfan sulphate	Heptachlor	Heptachlor epoxide	B.A.
–	10	Μ.α. ^c	1	Μ.α.	1.Tsipi and Hiskia, 1996
–	3	Μ.α.	Μ.α.	Μ.α.	2. Tsipi and Hiskia, 1996
–	–	–	–	–	3. Albanis et al., 1986a
Μ.α.	Μ.α.–39	Μ.α.–49	Μ.α.	Μ.α.	4.Golfinopoulos et al., 2003
Μ.α.-57	Μ.α.	Μ.α.–40	Μ.α.	Μ.α.	5.Golfinopoulos et al., 2003
Μ.α.	Μ.α.–12	Μ.α.–39	20	Μ.α.–18	6.Golfinopoulos et al., 2003
Μ.α.	Μ.α.	Μ.α.–19	Μ.α.-n.d.	Μ.α.	7.Golfinopoulos et al., 2003
Μ.α.	Μ.α.–37	Μ.α.–37	Μ.α.–10	–12	8.Golfinopoulos et al., 2003
^a Άθροισμα των δύο ισομερών (β-endosulfan δεν ανιχνεύθηκε).					
^b –, δεν έλεγχθησαν.					

^c Μ.α., δεν ανιχνεύθηκαν.
^d Β.Α. , βιβλιογραφικές αναφορές.
οι τιμές που περιγράφονται είναι οι μέσες τιμές σε ng/L

ΠΗΓΗ: Konstantinou et al., 2006

Πίνακας 8.10

Επίπεδα (ng/L) υπολλειμάτων s-triazine ζιζανιοκτόνων σε δείγματα νερού από διάφορα ελληνικά ποτάμια σε διαφορετικές περιόδους δειγματοληψίας.

Ποτά- μια	Περίο- δος Δειγμα- τοληψίας	Atra- zine	DEA	Sima- Zine	Prome- tryne	Terbu- thy- lazine	Metri- buzin	B.A.
Αλιάκμο- νας	03/1988– 02/1989	Μ.α.– 200	– ^c	Μ.α – 100	Μ.α.– 6100	–	–	Albanis , 1991 and Albanis , 1992
	Στη διάρκεια του 1991 ^a	Μ.α. –700	–	Μ.α – 300	Μ.α.– 500	–	Μ.α.– 1100	Readm an et al., 1993
	12/1990– 09/1992	Μ.α.– 2160	–	Μ.α.– 340	Μ.α.	–	–	Albanis et al., 1995b
	05/1996– 04/1997	Μ.α – 48	Μ.α. ^d – 235	Μ.α.– 27	Μ.α.		–	Albanis et al., 1998
Λουδίας	03/1988– 02/1989	Μ.α.– 5900	–	Μ.α.– 50	Μ.α.– 3000	–	–	Albanis , 1991

Ποτά- μα	Περίο- δος Δειγμα- τοληψίας	Atra- zine	DEA	Sima- Zine	Prome- tryne	Terbu- thy- lazine	Metri- buzin	B.A.
								and Albanis , 1992
	Στη διάρκεια του 1991 ^a	M.α – 700	–	M.α.– 300	M.α.– 500	–	M.α.– 1100	Readm an et al., 1993
	05/1996– 04/1997	M.α – 310	M.α.– 407	M.α.– 125	M.α.	–	–	Albanis et al., 1998
Αξιός	03/1988– 02/1989	M.α.– 3300	–	M.α.– 50	M.α.– 3100	–	–	Albanis , 1991 and Albanis , 1992
	Στη διάρκεια του 1991 ^a	M.α.– 700	–	M.α.– 300	M.α – 500	–	M.α.– 1100	Readm an et al., 1993
	1993– 1994	M.α - 1230	M.α.– 7	M.α. –3180	M.α.– 550	M.α.–1	M.α.	Papado poulou- Mourki dou, 2002
	06/1996	600	–	–	M.α.	–	–	Miliadi s and Malato

Ποτά- μα	Περίο- δος Δειγμα- τοληψίας	Atra- zine	DEA	Sima- Zine	Prome- tryne	Terbu- thy- lazine	Metri- buzin	B.A.
								υ, 1997
	1997– 1998	M.α.- 1000	M.α.– 124	M.α.– 214	M.α.– 131	M.α.– 13	M.α.	Papado poulou- Mourki dou, 2002
Πηνειός	10/1996	M.α	–	–	800	–	–	Miliadi s and Malato u, 1997
Νέστος	08/1993 και 06/1994	M.α.	–	120/–	M.α.	–	–	Albanis and Hela, 1995
Έβρος	08/1992– 07/1993	M.α.– 630	–	M.α.– 320	M.α.	–	–	Angeli dis and Albanis , 1996
Καλαμάς	09/1984– 09/1985	2–84	–	M.α.– 15	–	–	–	Albanis et al., 1986a
	09/1998– 09/1999	M.α.– 3870	M.α.– 90	M.α.– 490	M.α.	M.α.	–	Albanis et al., 2004
	01/2000– 12/2000	20– 230	30–90	M.α.	M.α.	10–20	–	Lambr opoulo

Ποτά- μα	Περίο- δος Δειγμα- τοληψίας	Atra- zine	DEA	Sima- Zine	Prome- tryne	Terbu- thy- lazine	Metri- buzin	B.A.
								u et al., 2002
Αραχθος	Στη διάρκεια του 1991 ^b	M.α.- 260	–	M.α.- 400	M.α.	–	M.α.	Readm an et al., 1993
	03/1992– 02/1993	M.α.- 240	–	M.α.- 110	M.α.	–	M.α.	Albanis et al., 1995a
	09/1998– 09/1999	M.α.- 22	M.α.	M.α.- 98	M.α.	M.α.	–	Albanis et al., 2004
Λούρος	Στη διάρκεια του 1991 ^b	M.α.- 260	–	M.α.- 400	M.α.	–	M.α.	Readm an et al., 1993
	03/1992– 02/1993	M.α.- 4100	–	M.α.- 1450	M.α.	–	M.α.	Albanis et al., 1995a
	08/1993 και 06/1994	M.α.	–	135; 70	M.α.	–	–	Albanis and Hela, 1995
	01/1995– 08/1996	5– 195	M.α.- 215	M.α.- 177	M.α.	–	–	Albanis and Hela,

Ποτά- μα	Περίο- δος Δειγμα- τοληψίας	Atra- zine	DEA	Sima- Zine	Prome- tryne	Terbu- thy- lazine	Metri- buzin	B.A.
								1998
	09/1998– 09/1999	M.α.– 204	M.α.– 128	M.α.– 222	M.α.	M.α.	–	Albanis et al., 2004
Ευρώτας	08/1991– 08/1992	30– 1160	–	30– 290	M.α.	–	M.α.	Angeli dis et al., 1996
Χόνος	11/1995– 06/1996	10– 30	–	10–36	M.α.	M.α.	40–46	Vassila kis et al., 1998
Χανγιάς	11/1995– 06/1996	10– 56	–	10–39	M.α.	M.α.	M.α.	Vassila kis et al., 1998
Αποσε- λέμης	11/1995– 06/1996	10– 40	–	10–28	M.α.	M.α.	M.α.	Vassila kis et al., 1998
^a Οι πληροφορίες για τους ποταμούς · Αξιό, Λουδία και Αλιάκμονα, ομαδοποιήθηκαν στην συγκεκριμένη αναφορά.								
^b Οι πληροφορίες για τους ποταμούς · Άραχθος και Λούρος, ομαδοποιήθηκαν στην συγκεκριμένη αναφορά.								
^c –, δεν παρατηρήθηκε.								

Ποτά- μα	Περί- δος Δειγμα- τοληψίας	Atra- zine	DEA	Sima- Zine	Prome- tryne	Terbu- thy- lazine	Metri- buzin	B.A.
^d Μ.α., μη-ανιχνεύσιμο.								

ΠΗΓΗ: Konstantinou et al., 2006.

Πίνακας 8.11

Επίπεδα (ng/L) των υπολλειμάτων των ζιζανιοκτόνων s- triazines σε δείγματα νερού από διάφορες λίμνες σε διαφορετικές περιόδους δειγματοληψίας.

s-Triazines								
Λίμνη	Περί- οδος δειγμα- τολη- ψίας	Atra- zine	DEA	Sima- Zine	Prome- tryne	Terbu- Thyla- zine	Amino- triazole	B.A.
Παμβώ- τιδα	09/1984– 09/1985	M.α.– 390	– ^a	M.α.– 80	–	–	M.α.– 14	Albanis et al., 1986a
	08/1993 και 06/1994	140/85	n.d. ^b	M.α	M.α	M.α	M.α	Albanis and Hela, 1995
	04/1998– 04/1999	M.α.– 792	M.α.– 120	M.α.– 28	M.α.	M.α.	–	Albanis et al., 2004
Υλίκη	12/1992– 02/1993	M.α.	–	M.α	–	M.α	–	Tsipi and Hiskia, 1996
Μαρα-	12/1992–	40 ^c	–	40 ^c	–	15	–	Tsipi

Θώνας	02/1993							and Hiskia, 1996
Μόρνος	12/1992– 02/1993	45 ^c	–	45 ^c	–	M.α.	–	Tsipi and Hiskia, 1996
^a –, δεν παρατηρήθηκαν.								
^b M.α., μη ανιχνεύσιμα.								
^c Οι πληροφορίες που αναφέρθηκαν αφορούν το άθροισμα των atrazine και simazine.								

ΠΗΓΗ: Konstantinou et al., 2006.

Πίνακας 8.12

Επίπεδα (ng/L) των υπολλειμάτων των οργανοφωσφορικών και carbamate εντομοκτόνων σε δείγματα νερού από διάφορες λίμνες σε διαφορετικές περιόδους δειγματοληψίας.

Οργανοφωσφορικά και carbamate εντομοκτόνα									
Λίμνη	Περί- οδος δειγμα- τολη- ψίας	Para- thion M.	Dia- zinon	Azin- phos M.	Carbo- furan	Carba- Ryl	Mala- thion	Ethion	B.A.
Παμβώ- τιδα	09/1984– 09/1985	M.α. ^a – 12	M.α.– 57	M.α.– 16	M.α.– 42	M.α.– 38	–	–	Albanis et al., 1986b
	04/1998– 04/1999	M.α.	M.α.– 2105	– ^b	n.d.– 158	–	M.α.– 1227	M.α.– 993	Albanis et al., 2004
Μόρνος	05/1996	M.α.	M.α.	100	–	–	M.α.	–	Miliadis and Malatou, 1997
^a –, δεν παρατηρήθηκαν.									

^b Μ.α., μη ανιχνεύσιμα.

ΠΗΓΗ: Konstantinou et al., 2006.

Πίνακας 8.13

Επίπεδα (ng/L) των κοινών χρησιμοποιημένων ζιζανιοκτόνων σε δείγματα νερού σε διάφορα ελληνικά ποτάμια σε διαφορετικές περιόδους δειγματοληψίας.

Ποτάμια	Sampling period	Alachlor	Metolachlor	Molinate	Propanil	B.A.
Αλιάκμονας	03/1988–02/1989	M.α.–5500	100 ^c	740 ^c	280 ^c	1.
	12/1990–09/1992	M.α.–210	M.α.–340	M.α.	M.α. ^e	2.
	Στη διάρκεια του 1991 ^a	M.α.–1300	M.α.–500	M.α.–900	–	3.
	05/1996–04/1997	M.α.–23	M.α.	M.α.–112	M.α.	4.
Λουδίας	03/1988–02/1989	M.α.–9300	500 ^c	750 ^c	420 ^c	5.
	05/1996–04/1997	M.α.–265	M.α.–558	M.α.–320	M.α.–340	6.
	Στη διάρκεια του 1991 ^a	M.α.–1300	M.α.–500	M.α.–900	–	7.
Αξιός	03/1988–02/1989	M.α.–8500	600 ^c	30 ^c	25 ^c	8.
	Στη διάρκεια του 1991 ^a	M.α.–1300	M.α.–500	M.α.–900	–	9.
	1993–1994	M.α.–260	M.α.–520	M.α.–300	M.α.–20600	10.
	1997–1998	M.α.–31	M.α.–1000	M.α.–768	M.α.–85	11.
Έβρος	08/1992–07/1993	M.α.–370	M.α.	–	–	12.
Καλαμάς	01/2000–12/2000	40–130	M.α.	–	–	13.
	09/1998–09/1999	M.α.–939	M.α.	M.α.	M.α.	14.
Αραχθός	03/1992–02/1993	M.α.–350	M.α.–60	–	–	15.
	Στη διάρκεια του 1991 ^b	M.α.–1400	M.α.–800	M.α.	–	16.
	09/1998–9/1999	M.α.	M.α.	M.α.	M.α.	17.
Λούρος	08/1993/06/1994	M.α.	M.α.	55/50	M.α.	18.
	03/1992–02/1993	M.α.–1650	M.α.–1120	M.α.	M.α.	19.
	01/1995–08/1996	M.α.–39	M.α.–257 122	M.α.–36	M.α.–50	20.
	Στη διάρκεια του 1991 ^b	M.α.–	n.d.–800	M.α.	–	21.

Πίνακας
8.13
(Συνέχεια)

Triflu- ralin	2,4-D	MCPA	EPTC	Benta- zon	Meco- prop	Diu- ron	Refs.
M.α.- 950	M.α.- 650	M.α.- 4850	40 ^c	— ^d	—	120 ^c	1.Albanis, 1991 and Albanis, 1992
M.α.- 550	M.α.- 120	n.d.- 1560	M.α.- 120	—	—	M.α.	2.Albanis et al., 1995b
M.α.- 460	M.α.- 1200	M.α.- 800	—	M.α.	—	M.α.- 700	3.Readman et al., 1993
M.α.	—	—	—	—	—	—	4.Albanis et al., 1998
M.α.- 500	M.α.- 900	M.α.- 3800	250 ^c	—	—	100 ^c	5.Albanis, 1991 and Albanis, 1992
M.α.- 16	—	—	—	—	—	—	6.Albanis et al., 1998
M.α.- 460	M.α.- 1200	M.α.- 800	—	M.α.	—	M.α.- 700	7.Readman et al., 1993
M.α.- 350	M.α.- 400	M.α.	310 ^c	—	—	100 ^c	8.Albanis, 1991 and Albanis, 1992
M.α.- 460	M.α.- 1200	M.α.- 800	—	M.α.	—	M.α.- 700	9.Readman et al., 1993
M.α.- 152	M.α..	M.α.	M.α.	M.α.	M.α.	M.α.	10.Papadopoulou- Mourkidou, 2002
M.α.- 312	M.α.	M.α.	M.α.	M.α.	M.α.	M.α.	11.Papadopoulou- Mourkidou, 2002
M.α.- 21	—	M.α.	—	M.α.	—	—	12.Angelidis and Albanis, 1996
20–300	—	—	40–120	—	—	—	13.Lambropoulou et al., 2002
M.α.- 325	—	—	M.α.- 1851	—	—	—	14.Albanis et al., 2004
M.α.-90	M.α.	M.α.	—	—	—	M.α.- 260	15.Albanis et al., 1995a
M.α.- 360	M.α.- 500	M.α.- 900	—	M.α.	—	M.α.- 600	16.Readman et al., 1993

M.α.-15	–	–	M.α.-120	–	–	–	17.Albanis et al., 2004
M.α.	–	M.α.	M.α.	–	–	–	18.Albanis and Hela, 1995
M.α.-360	M.α.	M.α.	–	–	–	M.α.-140	19.Albanis et al., 1995a
M.α.-206	–	–	–	–	–	–	20.Albanis and Hela, 1998
M.α.-360	M.α.-500	n.d.–900	–	M.α.	–	M.α.-600	21.Readman et al., 1993
M.α.-201	–	–	M.α.-897	–	–	–	22.Albanis et al., 2004
–	–	–	–	–	–	M.α.	23.Angelidis et al., 1996
–	40–194	10–52	–	M.α.	10–29	–	24.Vassilakis et al., 1998
–	M.α.	M.α.	–	10–24	10–24	–	25.Vassilakis et al., 1998
–	40–300	10–170	–	M.α.	M.α.	–	26.Vassilakis et al., 1998
^a Οι πληροφορίες για τους ποταμούς: Αξιό, Λουδία και Αλιάκμονα στην αντίστοιχη αναφορά έχουν ομαδοποιηθεί.							
^b Οι πληροφορίες ομαδοποιήθηκαν για τα δύο ποτάμια- τον Άραχθο και τον Λούρο- στην αντίστοιχη αναφορά							
^c Μέσες τιμές							
^d -, δεν παρατηρήθηκαν.							
^e M.α., μη ανιχνεύσιμα.							
B.A., βιβλιογραφική αναφορά.							

ΠΗΓΗ: Konstantinou et al., 2006.

Πίνακας 8.14

Επίπεδα (ng/L) των κοινών χρησιμοποιημένων εντομοκτόνων σε δείγματα νερού από διάφορα ελληνικά ποτάμια σε διαφορετικές περιόδους δειγματοληψίας.

Ποτάμια	Περίοδος Δειγματο- ληψίας	Malathion	Fenthion	Diazinon	Parathion methyl	B.A.
Αλιάκμο- νας	12/1990– 09/1992	– ^a	Μ.α.–110	Μ.α.–160	Μ.α.–210	1.
	05/1996– 04/1997	Μ.α. ^b	Μ.α.	Μ.α	Μ.α	2.
Λουδίας	05/1996– 04/1997	Μ.α.–18	Μ.α.	Μ.α.–28	Μ.α.–183	3.
Αξιός	1993– 1994	Μ.α.–2000	Μ.α.–5	Μ.α.–90	n.d.–250	4.
	11/1996	Μ.α.	–	Μ.α.	Μ.α.	5.
	1997– 1998	Μ.α.–1000	Μ.α.	Μ.α.–102	Μ.α.–362	6.
Πηνειός	10/1996	100	–	Μ.α.	Μ.α.	7.
Έβρος	08/1992– 07/1993	–	Μ.α.	Μ.α.–210	Μ.α.–120	8.
	11/1996	Μ.α.	–	10	Μ.α.	9.
Κόκκινος	05/1996	Μ.α.	–	Μ.α.	Μ.α.	10.
Καλαμάς	09/1984– 09/1985	–	–	Μ.α.–52	Μ.α.–32	11.
	09/1998– 09/1999	Μ.α.	Μ.α.	Μ.α.–775	Μ.α.–271	12.
	01/2000– 12/2000	–	10–30	40–250	50–90	13.
Αραχθός	09/1998– 09/1999	Μ.α.	Μ.α.	n.d.–57	Μ.α.	14.
Λούρος	08/1993 και 06/1994	Μ.α.	–	Μ.α.	Μ.α	15.
	01/1995– 08/1996	–	–	–	Μ.α.–5	16.
	09/1998– 09/1999	Μ.α.	Μ.α.	Μ.α.–234	Μ.α.–70	17.

Ευρώπας	08/1991– 08/1992	Μ.α.	Μ.α.-230	Μ.α.-90	Μ.α.-30	18.
----------------	---------------------	------	----------	---------	---------	-----

Πίνακας 8.14 (Συνέχεια)

Parathion ethyl	Ethion	Disulfoton	Demeton-S-methyl	Pyrazophos	Carbofuran	Phosalone	B.A.
Μ.α.	–	–	–	–	Μ.α.	–	1.Albanis et al., 1995b
Μ.α.	Μ.α.	–	–	–	Μ.α.	–	2.Albanis et al., 1998
Μ.α.	Μ.α.	–	–	–	Μ.α.	–	3.Albanis et al., 1998
Μ.α.-290	Μ.α.	–	–	–	Μ.α.-7300	–	4.Papadopoulou-Mourkidou, 2002
Μ.α.	–	–	600	Μ.α.	–	Μ.α.	5.Miliadis and Malatou, 1997
Μ.α.-2000	Μ.α.	–	–	Μ.α.-2000	–	–	6.Papadopoulou-Mourkidou, 2002
Μ.α.	–	–	Μ.α.	Μ.α.	–	Μ.α.	7.Miliadis and Malatou, 1997
Μ.α.	–	–	–	–	–	–	8.Angelidis and Albanis, 1996
Μ.α.	–	–	Μ.α.	Μ.α.	–	Μ.α.	9.Miliadis and Malatou, 1997
Μ.α.	–	–	Μ.α.	100	–	100	10.Miliadis and Malatou, 1997
–	–	–	–	–	Μ.α.-14	–	11.Albanis et al., 1986b

Parathion ethyl	Ethion	Disulfoton	Demeton-S-methyl	Pyrazophos	Carbofuran	Phosalone	B.A.
M.α.-40	M.α.	—	—	—	M.α.-160	—	12.Albanis et al., 2004
20-40	10-30	10-70	—	—	30-150	—	13.Lambropoulou et al., 2002
M.α.	M.α.	—	—	—	M.α.-553	—	14.Albanis et al., 2004
M.α.	M.α.	—	—	—	M.α.	—	15.Albanis and Hela, 1995
—	—	—	—	—	M.α.-15	—	16.Albanis and Hela, 1998
M.α.	M.α.	—	—	—	M.α.-111	—	17.Albanis et al., 2004
M.α.	—	—	—	M.α.	M.α.-10	—	18.Angelidis et al., 1996
^a -, δεν παρατηρήθηκαν.							
^b M.α., μη ανιχνεύσιμα.							
B.A., βιβλιογραφική αναφορά.							

ΠΗΓΗ: Konstantinou et al., 2006.

Όσον αφορά τα ζιζανιοκτόνα, οι ενώσεις που ανιχνεύονταν πιο συχνά στο νερό των ποταμών ήταν οι εξής: atrazine, simazine, metolachlor και alachlor, με τις trifluralin, molinate, prometryne και propanil να ακολουθούν. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις των alachlor και atrazine μετρήθηκαν στον ποταμό Λουδία (9300 ng/L) την περίοδο 1988-1989, το prometryne στον Αλιάκμονα (6100 ng/L) την περίοδο 1988-1989 και το propanil στον Αξιό (20600 ng/L) την περίοδο 1993-1994 ^[98]. Στην Ελλάδα, οι ενώσεις atrazine και simazine αποσύρθηκαν το Σεπτέμβριο του 2004 (2004/248/EE και 2004/247/EE).

Όσον αφορά τα εντομοκτόνα, diazinon, methyl parathion και parathion αποτελούν τις ενώσεις που ανιχνεύθηκαν στα περισσότερα ελληνικά ποτάμια, με τα fenthion, carbofuran και malathion να ακολουθούν. Ο Αξιός παρουσίασε τις υψηλότερες συγκεντρώσεις στα malathion, parathion και pyrazophos στα 2000 ng/L, 362 ng/L για το methyl parathion και 7300 ng/L για το carbofuran. Τα diazinon, ethion και disulfoton διαπιστώθηκαν στις υψηλότερες συγκεντρώσεις στις στον ποταμό Καλαμάς, με τιμές 775, 30, 70 ng/L αντιστοίχως. Επιπλέον, το fenthion παρουσίασε την υψηλότερη συγκέντρωση (230 ng/L) στον ποταμό Ευρώτα. Τέλος, τα methyl parathion και parathion χρησιμοποιούνταν πριν το 2003, με ανάκληση της χρήσης τους σύμφωνα με τις οδηγίες 2001/520/EE και 2003/166/EE. Υπολείμματα αυτών των ενώσεων δεν έχουν καταγραφεί στις πιο πρόσφατες μελέτες ^[98].

Τα μυκητοκτόνα που παρακολουθήθηκαν στα νερά των ποταμών της Ελλάδας (Λουδίας, Αξιός, Αλιάκμονας, Νέστος, Καλαμάς, Ευρώτας και Λούρος) ήταν τα captafol, captan, chlorothalonil, folpet, metalaxyl, flutriaphol και viclozolin. Τα αποτελέσματα των ερευνών οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι η μόλυνση του νερού και του υδάτινου περιβάλλοντος δεν απειλείται σε γενικές γραμμές από τα μυκητοκτόνα, πιθανόν εξαιτίας της χαμηλής διατήρησής τους ^[145].

Όσον αφορά τις λίμνες και τα παρασιτοκτόνα, η Παμβώτιδα παρουσιάζει τις υψηλότερες συγκεντρώσεις σε σχέση με τις υπόλοιπες. Εξάλλου, οι λίμνες Υλίκη, Μαραθώνα και Μόρνου αποτελούν τους βασικότερους ταμιευτήρες για το πόσιμο νερό της πρωτεύουσας. Ενώ, στους ποταμούς Αξιό, Αλιάκμονα και Λουδία διαπιστώθηκαν κυρίως υπολείμματα των molinate και propanil. Ειδικότερα, στον Αξιό ποταμό το propanil ήταν το παρασιτοκτόνο που ανιχνεύθηκε τις περισσότερες φορές ^[137]. Σύμφωνα με τις πληροφορίες και τα στοιχεία των προαναφερθέντων ερευνών οι ποταμοί, οι οποίοι εμφανίζονται ως οι πιο μολυσμένοι από τα υπολείμματα των παρασιτοκτόνων με βάση το πλήθος των ανιχνευθέντων ενώσεων αλλά και τις μέγιστες συγκεντρώσεις τους, είναι ο Αξιός, ο Αλιάκμονας και ο Λουδίας. Η ρύπανση από παρασιτοκτόνα χαρακτηρίζεται περισσότερο από την ύπαρξη ζιζανιοκτόνων ενώσεων παρά εντομοκτόνων ^[98].

Σύμφωνα με τις έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί και αφορούν την επιτήρηση των ελληνικών υδάτων για την ύπαρξη οργανοχλωριωμένων εντομοκτόνων, εκείνα που συναντιούνται συχνότερα είναι τα α-endosulfan, β-endosulfan και endosulfan sulphate (έως 43 ng/L, 23 ng/L και 28 ng/L αντιστοίχως) ^[98]. Μεταξύ των triazines η ένωση που ανιχνεύθηκε τις περισσότερες φορές ήταν η atrazine, ενώ ακολουθούν οι simazine και prometryne.

Στη σύγχρονη εποχή, η ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας μας έχουν επιτρέψει τον προσδιορισμό των PCDDs/Fs και PCBs στο αίμα. Είναι πλέον εφικτό να ελέγξεις την έκθεση του ανθρώπινου οργανισμού στο πλάσμα ή τον ορό του αίματος^{[39] [99] [115]}. Εξάλλου, η παρακολούθηση της παρουσίας των PCDDs/Fs και PCBs στο ανθρώπινο γάλα είναι πολύ σημαντική, αφού η έκθεση σε διοξίνες και συγγενείς ενώσεις μέσω της γαλουχίας είναι ικανή να επηρεάσει δυσμενώς την ανάπτυξη του εγκεφάλου και το ανοσολογικό σύστημα των βρεφών και των παιδιών^{[109] [192]}.

Από το Νοέμβριο του 2002 έως το Φεβρουάριο του 2004 συλλέχθηκαν δείγματα αίματος (50-300ml από κάθε ένα) από τα κέντρα αιμοδοσίας του Περιφερειακού Γενικού Νοσοκομείου της Αθήνας «Γ. Γεννηματάς» και του Γενικού Νοσοκομείου Κοζάνης^[36]. Ο στόχος της εν λόγω μελέτης περιελάμβανε την ανάλυση: μη-ορθο PCBs (PCB 77, 81, 126, 169), μονο-ορθο PCB (PCB 105, 118, 123, 156, 157, 167, 189) και δείκτες PCBs (PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180) σε 105 δείγματα από την πόλη της Αθήνας και 22 από εκείνη της Κοζάνης. Δέκα από αυτά τα δείγματα δέχθηκαν επιπλέον ανάλυση για τις 17 PCDDs/Fs συγγενείς ενώσεις για τις οποίες ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας τις έχει προσδιορίσει ως ισοδύναμο παράγοντα τοξικότητας. Τέλος, οκτώ δείγματα από ανθρώπινο γάλα (από διαφορετικές περιοχές της Αθήνας, μεταξύ της 3^{ης} και 8^{ης} εβδομάδας της γαλουχίας το έτος 2003) αναλύθηκαν για τη διαπίστωση ύπαρξης PCDDs/Fs, ανάλογων διοξινών PCBs και δείκτες PCBs^[36].

Στο δείγμα της Αθήνας, ο μέσος όρος ηλικίας ήταν τα 48.5 έτη, ενώ το εύρος του δείγματος κυμαίνονταν από 27-66 έτη. Οι αντίστοιχες τιμές για την Κοζάνη είναι ο μέσος όρος ηλικίας τα 43.5 έτη και το εύρος του δείγματος από 28 έως 65 έτη. Τα αποτελέσματα της έρευνας παραθέτονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 8.15

Ποσοστό λιπώδους περιεκτικότητας, ειδικά συγγενή και συνολικές συγκεντρώσεις για δείκτη-PCBs και ανάλογα διοξινών PCBs σε αναλυμένο ορό αίματος.

	Αθήνα (N=105)				Κοζάνη (N=22)				Τιμές p^*
	Μέση τιμή	Ελάχιστη	Μέγιστη	Τυπική Από	Μέση τιμή	Ελάχιστη	Μέγιστη	Τυπική Από	

				κλι ση				κλι ση	
% τιμών λιπιδί ων	0.47	0.27	0.76	0.08 9	0.31	0.18	0.48	0.08 8	
PCB 28	1.35	0.00	9.97	1.48	0.39	0.00	3.04	0.98	0.0002
PCB 52	0.04	0.00	1.25	0.16	0.31	0.00	2.77	0.77	0.1127
PCB 101	0.27	0.00	11.18	1.12	1.51	0.00	11.27	3.08	0.0770
PCB 138	33.93	7.47	97.60	18.5 6	11.75	3.52	27.39	7.08	<0.0001
PCB 153	59.80	15.50	211.1 8	30.2 8	22.59	6.73	49.57	11.0 0	<0.0001
PCB 180									<0.0001
Σύνολο	156.6 5	38.39	660.2 4	80.9 2	56.99	24.06	122.5 5	26.5 1	<0.0001
μονο-ορθο PCBs (pg/g λίπος)									
PCB 105	0.34	0.00	9.35	1.30	0.10	0.01	0.22	0.53	0.0601
PCB 114	0.13	0.01	0.69	0.09	0.08	0.00	0.34	0.20	0.0206
PCB 118	0.67	0.04	4.76	0.52	0.41	0.14	0.88	1.79	0.0001
PCB 123	0.01	0.00	0.13	0.02	0.01	0.00	0.03	0.08	0.1439
PCB 156	2.30	0.53	9.25	1.41	0.99	0.17	2.67	1.16	<0.0001

PCB 157	0.50	0.06	7.04	0.75	0.21	0.05	0.60	0.25	0.0002
PCB 167	0.02	0.00	0.10	0.01	0.01	0.00	0.01	0.49	<0.0001
PCB 189	0.06	0.01	0.24	0.03	0.03	0.00	0.09	0.24	0.0006
Σύνολο	4.03	0.74	16.96	2.62	1.84	0.59	4.64	0.93	<0.0001
μη-ορθο PCBs (pg/g λίπος)									
	Μέσος όρος (N=10)								
PCB 77	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.14	0.05	0.0869
PCB 81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.2303
PCB 126	2.56	0.78	5.00	1.54	1.01	0.00	7.18	1.64	0.0178
PCB 169	0.64	0.22	1.18	0.30	0.21	0.00	2.70	0.63	0.0141
Σύνολο	3.20	1.46	5.50	1.51	1.24	0.22	7.22	2.24	0.0038
Τιμές p^* για περιφερειακή σύγκριση των δεδομένων εκφρασμένα ανά γραμμάριο ορού λίπους.									

ΠΗΓΗ: Costopoulou et al., 2006.

Οι περιφερειακές διαφορές εξετάστηκαν βασισμένες στο υπόδειγμα της σύγκρισης δύο πληθυσμών με κανονική κατανομή ^[36]. Όσον αφορά τους δείκτες PCBs, οι μέσες τιμές των PCB28, PCB138, PCB153, PCB180 και ο συνολικός δείκτης PCBs ήταν σημαντικά στατιστικά διαφορετικός μεταξύ των δύο πληθυσμών, με δείγμα εμπιστοσύνης 95%. Πιο συγκεκριμένα, η μέση τιμή για τον πληθυσμό της Αθήνας ήταν 156.65 ng/g λίπος, πολύ υψηλότερη από εκείνη της Κοζάνης που άγγιζε τα 56.99 ng/g λίπος, ($p^*<0.0001$). Αλλά και για τα μονο-ορθο PCBs

ισχύει το ίδιο. Δηλαδή, για την Αθήνα η μέση τιμή (4.03 pg/g λίπος) ήταν πολύ υψηλότερη σε σχέση με της Κοζάνης (1.84 pg/g λίπος) ($p^* < 0.0001$). Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο πληθυσμών (ίσες διακυμάνσεις) παρατηρήθηκαν για τις μέσες τιμές των PCB 114, PCB 118, PCB 156, PCB 157, PCB 167 και PCB 189. Όσον αφορά τις τιμές μέσης συγκέντρωσης των μη-ορθο PCBs, οι διαφορές μεταξύ των δύο πόλεων ήταν μεγάλες με υψηλότερη εκείνη της Αθήνας (3.20 pg/g λίπος) σε σύγκριση με εκείνη της Κοζάνης (1.24 pg/g λίπος) ($p^* < 0.0001$).

Πίνακας 8.16

Ποσοστό λιπώδους περιεκτικότητας, ειδικά συγγενή και συνολικές συγκεντρώσεις για PCDDs/Fs (pg/g λίπος) σε αναλυμένο ορό αίματος.

	Αθήνα (N=10)			
	Μέση τιμή	Ελάχιστη	Μέγιστη	Τυπική Απόκλιση
% τιμών λιπιδίων	0.44	0.32	0.63	0.092
PCDD/F				
2,3,7,8-TCDD	0.15	0.10	0.57	0.15
1,2,3,7,8-PeCDD	0.58	0.10	3.73	1.16
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.27	0.01	0.99	0.30
1,2,3,6,7,8-HxCDD	1.07	0.34	1.86	0.46
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.48	0.01	1.56	0.61
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.49	0.08	1.21	0.38
OCDD	0.03	0.01	0.05	0.01
2,3,7,8-TCDF	0.01	0.01	0.06	0.01
1,2,3,7,8-PeCDF	0.01	0.01	0.04	0.01
2,3,4,7,8-	2.13	0.05	4.08	1.44

PeCDF				
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.43	0.01	1.05	0.33
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.32	0.01	0.90	0.30
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.41	0.01	0.98	0.37
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.13	0.01	0.35	0.13
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.30	0.05	0.56	0.21
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.02	0.00	0.07	0.02
OCDF	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	6.82	1.86	11.01	3.02

ΠΗΓΗ: Costopoulou et al., 2006.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων όσον αφορά τις συγκεντρώσεις των PCBs και των PCDDs/Fs στο αίμα παρουσίασε ένα αξιοσημείωτο φάσμα τιμών . Ιδιαίτερα, αν ανολογιστεί κανείς ότι τα δείγματα ανήκουν σε ανθρώπους όπου διαβιούν στην ίδια περιοχή.

Πίνακας 8.17

Μέσες συγκεντρώσεις του ολικού δείκτη-PCBs και ολικό μονο-ορθο PCBs σε αναλυμένο ορό αίματος στην Αθήνα.

	Γυναίκες (N=67)	Άνδρες (N=38)	Τιμές p^*
Δείκτης PCB (ng/g λίπος)	135.84	192.30	<0.0001
Μονο-ορθο PCB (pg/g λίπος)	3.69	4.63	0.0077
Τιμή p^* για τη σύγκριση των δειγμάτων μεταξύ ανδρών και γυναικών με βάση τα δεδομένα εκφρασμένα ανά γραμμάριο ορού λίπους.			

Οι μέσες συγκεντρώσεις για τα δύο φύλα ήταν στατιστικά διαφορετικές ($p^* < 0.0001$ για το δείκτη PCBs και $p^* = 0.0077$ για μονο-ορθο PCBs) με δείγμα εμπιστοσύνης 95%. Πιο συγκεκριμένα, οι μέσες τιμές στον ορό αίματος για τις γυναίκες είναι περίπου 30% χαμηλότερες όσον αφορά τον πρώτο δείκτη και 20% χαμηλότερες για το δεύτερο, εν συγκρίσει με των ανδρών. Αυτό μπορεί εν μέρει να οφείλεται στην έκκριση PCBs και PCDDs/Fs που πραγματοποιείται στη διάρκεια της γαλουχίας^[36].

Πίνακας 8.18

Μέσες συγκεντρώσεις του ολικού δείκτη-PCBs και ολικό μονο-ορθο PCBs σε αναλυμένο ορό αίματος για 3 ηλικιακές ομάδες από Αθήνα και Κοζάνη.

	Δείκτης PCB (ng/g λίπος)		Μονο-ορθο PCB (pg/g λίπος)	
	Αθήνα	Κοζάνη	Αθήνα	Κοζάνη
Ηλικία: 26-35	76.85	40.73	1.72	1.39
Ηλικία: 36-45	129.55	55.25	3.01	1.61
Ηλικία: 46-55	174.92	72.41	4.42	2.36

Στον παραπάνω πίνακα παρατηρείται μία άνοδο των τιμών των PCBs με την ηλικία και στα δύο δείγματα που αφορούν διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας. Δηλαδή, όσο αυξάνεται η ηλικία των ανθρώπων, αυξάνονται και οι τιμές των PCBs. Αυτό θα μπορούσε να ήταν και αναμενόμενο, εξαιτίας του χαμηλού μεταβολισμού και της επακόλουθης συσσώρευσης στο λιπώδη ιστό του ανθρώπου^[36].

Πίνακας 8.19

Ποσοστό λιπώδους περιεκτικότητας, ειδικά συγγενή και συνολικές συγκεντρώσεις για PCDDs/Fs, δείκτη-PCBs και ανάλογα των διοξινών PCBs σε αναλυμένο ανθρώπινο γάλα.

	Αθήνα (N=8)			
	Μέση τιμή	Ελάχιστη	Μέγιστη	Τυπική Απόκλιση

% τιμών λιπιδίων	4.18	2.30	7.76	1.70
PCDD/F (pg/g λίπος)				
2,3,7,8-TCDD	0.73	0.36	1.15	0.28
1,2,3,7,8- PeCDD	2.14	1.01	3.48	0.81
1,2,3,4,7,8- HxCDD	0.11	0.04	0.25	0.07
1,2,3,6,7,8- HxCDD	0.53	0.17	0.89	0.23
1,2,3,7,8,9- HxCDD	0.10	0.02	1.18	0.05
1,2,3,4,6,7,8- HpCDD	0.05	0.00	0.09	0.03
OCDD	0.00	0.00	0.01	0.00
2,3,7,8-TCDF	0.05	0.01	0.20	0.07
1,2,3,7,8- PeCDF	0.01	0.00	0.04	0.01
2,3,4,7,8- PeCDF	3.13	1.19	4.68	1.36
1,2,3,4,7,8- HxCDF	0.16	0.02	0.30	0.10
1,2,3,6,7,8- HxCDF	0.16	0.02	0.26	0.09
2,3,4,6,7,8- HxCDF	0.07	0.00	0.18	0.06
1,2,3,7,8,9- HxCDF	0.02	0.01	0.02	0.01
1,2,3,4,6,7,8- HpCDF	0.01	0.00	0.03	0.01
1,2,3,4,7,8,9- HpCDF	0.00	0.00	0.00	0.00
OCDF	0.00	0.00	0.00	0.00

Σύνολο	7.27	3.43	11.28	2.87
Μη-ορθο PCB (pg/g λίπος)				
PCB-77	0.00	0.00	0.01	0.00
PCB-81	0.00	0.00	0.00	0.00
PCB-126	2.84	1.18	5.33	1.56
PCB-169	0.24	0.11	0.59	0.15
Σύνολο	3.08	1.29	5.92	1.66
Μονο-ορθο PCB (pg/g λίπος)				
PCB 105	0.25	0.05	0.63	0.19
PCB 114	0.17	0.08	0.45	0.12
PCB 118	0.69	0.23	1.66	0.43
PCB 123	0.11	0.00	0.70	0.24
PCB 156	1.86	0.92	4.80	1.32
PCB 157	0.34	0.15	0.96	0.27
PCB 157	0.01	0.01	0.03	0.01
PCB 189	0.05	0.02	0.18	0.05
Σύνολο	3.48	1.76	8.47	2.18
Δείκτης PCB (ng/g λίπος)				
PCB 28	1.12	0.00	3.50	1.32
PCB 52	0.73	0.00	1.73	0.66
PCB 101	0.86	0.00	1.64	0.57
PCB 138	24.0	13.80	45.63	10.42
PCB 153	43.9	23.97	110.77	30.04
PCB 180	23.8	10.00	74.21	21.31
Σύνολο	94.4	50.62	231.42	60.63

ΠΗΓΗ: Costopoulou et al., 2006.

Ο παραπάνω πίνακας αναλύει το μητρικό γάλα 8 γυναικών στην πόλη της Αθήνας για μόλυνση από PCDDs/Fs, μη-ορθό, μονο-ορθό και δείκτες PCBs, με μέσο όρο ηλικίας 33.5 (κλίμακα 28-44). Σύμφωνα με δημοσιευμένες μελέτες και έρευνες το μητρικό γάλα των Ελληνίδων παρουσιάζει τη χαμηλότερη τιμή όσον αφορά το συνολικό PCDD/PCDF επίπεδο στην Ευρώπη ^[36]. Αλλά και ο πίνακας 8.24 που ακολουθεί επιβεβαιώνει τον προαναφερθέντα ισχυρισμό.

Δείγματα ιζημάτων συλλέχθηκαν από το λιμάνι του Κερατσινίου το 1998 και αναλύθηκαν για να ανιχνευθούν ουσίες όπως οργανοχλωριούχα φυτοφάρμακα (DDTs, HCB, λινδάνιο) και οργανικοί ρύποι, όπως τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs) ^[59].

Το λιμάνι του Κερατσινίου αποτελεί ένα εμπορικό λιμάνι και βρίσκεται στον κόλπο του Σαρωνικού. Ο κόλπος του Κερατσινίου ήταν μία περιοχή όπου για πολλά χρόνια απόβλητα χωρίς επεξεργασία από τη μητρόπολη της Αθήνας και των παρακείμενων βιομηχανιών διοχετεύονταν στη θάλασσα μέσω ενός κεντρικού υπόνομου, που είχε κατασκευαστεί το 1959. Αυτό το σύστημα εκροής έχει αντικατασταθεί από μία καινούργια μονάδα επεξεργασίας λυμάτων και συστήματος διάθεσης στο νησί της Ψυτάλλειας, κοντά στο λιμάνι του Κερατσινίου, που λειτουργεί εδώ και αρκετά χρόνια.

Η συλλογή δειγμάτων ιζήματος από την κατώτερη επιφάνεια του λιμανιού του Κερατσινίου, έλαβε χώρα μεταξύ του Σεπτεμβρίου του 1998 έως τον Οκτώβριο του ίδιου έτους. Αφού λήφθηκαν υπόψη η ορυκτολογική και η χημική τους σύνθεση, η ομοιογένεια τους και άλλα χαρακτηριστικά, επιλέχθηκαν τα 10 πιο κατάλληλα δείγματα για τον καθορισμό των οργανοχλωριούχων φυτοφαρμάκων και πολυχλωριωμένων διφαινυλίων. Τα αποτελέσματα της έρευνας συνοψίζονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Πίνακας 8.20

Δείγμα	HCB	Λινδάνιο	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	T-DDTs	DDEs/T-DDTs	DDDs/T-DDTs	DDD/DDE
9	1.9	0.3	1.9	33.4	26.4	61.7	0.54	0.43	0.79
25	2.1	0.2	1.8	19.0	12.7	33.5	0.57	0.38	0.67
28	0.3	0.1	21.5	19.8	13.4	54.7	0.36	0.24	0.68
38	2.1	0.3	2.1	38.5	31.2	71.8	0.54	0.43	0.81
45	2.8	0.3	1.5	4.0	9.5	15.0	0.27	0.63	2.38

53	0.4	0.1	0.5	29.6	15.2	45.3	0.65	0.34	0.51
66	2.3	0.3	2.3	41.2	32.1	75.6	0.54	0.42	0.78
70	1.8	0.1	0.6	4.9	3.6	9.1	0.54	0.40	0.73
73	2.5	0.2	1.6	37.3	28.3	67.2	0.56	0.42	0.76
86	1.9	0.2	0.7	10.1	26.2	37.0	0.27	0.71	2.59
Οι τιμές εκφράζονται σε µg/g dry weight (επί ξηρού).									

ΠΗΓΗ: Galanopoulou et al., 2005.

Πίνακας 8.21

Δείγ- μα	101	118	153	105	138	156	180	169	170	183	194	T- PCBs	Atra- zine	Sima- zine	Ala- Chlor
9	5.6	8.3	24.8	5.3	32.9	3.8	16.4	2.2	1.6	1.9	3.1	105.9	2.7	0.2	3.2
25	16.2	14.8	50.8	53.6	50.3	9.6	52.9	6.6	18.7	18.7	18.8	311.0	3.2	-	-
28	4.9	5.3	8.2	7.6	7.6	1.5	6.2	0.6	2.6	2.6	0.7	47.8	0.6	-	-
38	3.2	8.9	22.3	5.1	29.4	3.1	19.6	2.6	2.2	2.3	2.8	101.5	3.4	-	1.9
45	26.7	21.9	91.2	49.1	70.2	8.3	42.7	5.8	13.0	13.0	9.9	351.8	1.3	-	-
53	8.5	7.8	12.7	2.7	19	4.2	8.8	1.6	1.9	1.9	1.8	71.1	1.2	-	1.6
66	4.2	9.6	25.2	5.2	33.4	3.2	18.1	2.1	1.6	1.6	2.4	107.3	4.2	0.4	4.7
70	13.9	11.5	51.8	30.4	46.2	5.9	44.9	4.0	10.3	10.3	10.2	339.4	2.1	-	-
73	3.6	9.1	19.2	4.9	28.4	2.7	15.3	2.0	1.7	1.7	2.1	90.9	3.2	0.1	1.2
86	20.1	16.7	54.3	36.4	55.5	9.3	35.8	3.8	10.3	10.3	7.6	260.1	1.9	-	-
Οι συγκεντρώσεις των PCBs εκφράζονται σε ng/g dw και για Atrazine, Simazine, Alachlor σε µg/g dw (dw: επί ξηρού).															
Τα T-PCBs συμβολίζουν τα συνολικά PCBs.															

ΠΗΓΗ: Galanopoulou et al., 2005.

Η συνολική ποσότητα του DDT κυμαίνεται μεταξύ των 9.1 και 75.6 µg/g βάρος επί ξηρού. Οι μεγάλες συγκεντρώσεις στα οργανοχλωριούχα φυτοφάρμακα στην περιοχή του Κερατσινίου μπορεί να οφείλονται στο γεγονός ότι το λιμάνι ήταν ο βασικός αποδέκτης αστικών αποβλήτων του νομού Αττικής. Επιπλέον, στο παρελθόν οι εκτάσεις της περιοχής καλλιεργούνταν συστηματικά. Οι συνέπειες αυτής της δραστηριότητας ευθύνεται πιθανόν για τον εμπλουτισμό των ιζημάτων με DDT.

Επίσης, εξετάστηκαν η συνολική ποσότητα του DDT και των προϊόντων μεταβολισμού του. Με αυτό τον τρόπο θα διαπιστώσουμε αν η εναπόθεση από DDT είναι πρόσφατη ή όχι. Όταν οι μέσοι όροι των DDEs/T-DDTs και DDDs/T-DDTs είναι πολύ χαμηλότεροι από τη μονάδα DDT, τότε είναι πιθανόν η εναπόθεση από DDT να είναι πρόσφατη ^[171]. Σύμφωνα με τα υπάρχοντα στοιχεία οι συγκεντρώσεις στο λιμάνι του Κερατσινίου, όχι μόνο δεν είναι τόσο χαμηλές, αλλά βρίσκονται μεταξύ 0.4-0.5. Γεγονός που θα μπορούσε να οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι οι εναποθέσεις DDT δεν είναι πρόσφατες.

Στα ιζήματα του λιμανιού στο Κερατσίνι διαπιστώθηκε η ύπαρξη 11 τύπων PCBs με πάνω από πέντε άτομα χλωρίνης στο μόριο τους, όπως αναλύθηκε στον πίνακα που προηγήθηκε. Σύμφωνα με τα στοιχεία που δόθηκαν, η συνολική ποσότητα των PCBs κυμαίνεται από 47.8 έως 351.8 ng/g dw. Οι τιμές είναι πολύ υψηλότερες από τις αντίστοιχες του κόλπου της Ελευσίνας για το 1992 ^[134], αλλά και των προαναφερθέντων λιμανιών Xiamen (Χονγκ-Κονγκ) και Victoria (Κίνα), όπως επίσης και της βορειοδυτικής Μεσόγειου θάλασσας (πίνακας 8.22).

Παρόλο αυτά οι τιμές που αφορούν τις συγκεντρώσεις PCBs στο λιμάνι του Κερατσινίου είναι αρκετά χαμηλότερες από κάποιες παλαιότερες έρευνες που αναφέρονταν σε ιζήματα κοντά στις εξόδους των σωλήνων αποβλήτων και σε περιοχές έντονα βιομηχανοποιημένες και πυκνοκατοικημένες, όπως η Μασσαλία (785-21615 ng/g ^[125]) και η Νίκαια (29-1165 ng/g ^[126]). Στο λιμάνι του Κερατσινίου τα ισομερή που ανιχνεύθηκαν πιο συχνά ήταν τα 105, 138, 153 και 180 με 5, 6, 7 άτομα χλωρίνης στο μόριο τους.

8.2. ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ ΚΑΙ ΠΟΛΥΧΛΩΡΙΩΜΕΝΑ ΔΙΦΑΙΝΥΛΙΑ-ΑΛΛΕΣ ΧΩΡΕΣ

Οι παραπάνω τιμές, όσον αφορά τη συνολική ποσότητα DDT (πίνακες 8.20 και 8.21), είναι πολύ υψηλότερες από τις αντίστοιχες που βρέθηκαν σε δύο λιμάνια στην Ασία, στο λιμάνι Ξιαμέν στην Κίνα και στο λιμάνι της Βικτώριας στο Χονγκ-Κονγκ^[75]. Επίσης, είναι υψηλότερες και από συγκεντρώσεις σε άλλες περιοχές, οι οποίες κατατάσσονται στις μέτρια έως πολύ μολυσμένες, όπως το δέλτα του Ρήνου στη βορειοδυτική περιοχή της Μεσογείου^[171] και το φιορδ του Clyde στη δυτική ακτή της Σκωτίας^[94] (Πίνακας 8.22). Οι τιμές όσον αφορά το HCB και το λινδάνιο ποικίλλουν (0.3-2.8 μg/g και 0.1-0.3 μg/g αντιστοίχως), αλλά είναι επίσης αρκετά υψηλές εν συγκρίσει με εκείνες στη νοτιοδυτική Μεσόγειο^[171] και στη Σκωτία^[94].

Πίνακας 8.22

Περιοχές	ΣDDTs	HCB	ΣPCBs
1. Λιμάνι Xiamen, Κίνα	-	-	εώς 0.32(Σ12PCBs)
2. Λιμάνι Xiamen, Κίνα	4.45-311 ¹	-	0.05-7.24
3. Λιμάνι Harbour, Χονγκ Κονγκ	1.38-30.3 ¹	-	3.2-27
4. Κόλπος Kyeonggi, Κορέα	<0.046-32 ^ο	-	-
5. Κόλπος Namayang, Κορέα	0.088- 0.38 ^ο	-	-
6. Λίμνη Shiwha, Κορέα	0.62-2.3 ^ο	-	-
7. Δέλτα του ποταμού και λιμάνι Pearl Macau, Κίνα	5-1629 ²	-	10.2-486
8. Κόλπος της Ελευσίνας, Ελλάδα	2.64- 15.32 ²	-	7.68- 95(Σ7PCBs)
9. Κόλπος του νοτίου Ευβοϊκού, Ελλάδα	-	-	10- 62(Σ12PCBs)
10. Ιζήματα στη Μεσόγειο μεταξύ των γαλλικών και μαροκινών ακτών	-	-	29- 181(Σ20PCBs)
11. Βορειοδυτική Μεσόγειος	1.4-675 ³	0.05- 39.4	14- 228.5(Σ12PCBs)
12. Αραβικό πέλαγος	1.14- 25.17 ^ο	-	-
13. Κόλπος Richardson, Σαν Φραντσίσκο	<0.2-21	-	0.8- 32(Σ20PCBs)
14. Κόλπος San Paolo, Σαν Φραντσίσκο	0.1-57	-	1.2- 34(Σ20PCBs)
15. Φιόρδ Clyde, Σκωτία	0.5-262 ²	0.1-12	0.5- 500(Σ7PCBs)

°: το άθροισμα των ο,p' -p, p'-DDE, ο,p'-p, p'-DDD, ο,p'-p, p'-DDT	
¹: το άθροισμα των p,p'-DDE, p,p'-DDD, p,p'-DDT	
²: το άθροισμα των 4,4-DDE, 4,4-DDD, 4,4-DDT	
³: το άθροισμα των 2,4-DDE, 2,4-DDD, 2,4-DDT, 4,4-DDE, 4,4-DDD, 4,4-DDT	
Βιβλιογραφικές αναφορές	Οι τιμές είναι εκφρασμένες σε ng/g dw.
1: Zhou et al., 2000	
2: Hong et al., 1995	
3: Hong et al., 1995	
4: Lee et al., 2001	
5: Lee et al., 2001	
6: Lee et al., 2001	
7: Mai et al., 2002	
8: Panagiotopoulou et al., 1996	
9: Haldezos at al., 2002	
10. Piérad et al., 1996	
11. Tolosa et al., 1995	
12. Sarkar et al., 1997	
13. Venkatesan et al., 1999	
14. Vankatesan et al., 1999	
15. Kelly and Cambell, 1995	

ΠΗΓΗ: Galanopoulou et al., 2005.

Πίνακας 8.23

Μέσες συγκεντρώσεις των PCDDs/Fs και των ανάλογων των διοξινών PCBs σε ανθρώπινο ορό αίματος από διαφορετικές χώρες.

Χώρα	PCDDs/Fs (pg/g λίπος)	Ανάλογα των διοξινών PCBs (pg/g λίπος)
Φινλανδία	37.0	3.09
Ισπανία (Ταραγόνα)	27.0	4.21
ΗΠΑ	22.1	3.3
Νορβηγία	21.2	
Γερμανία	16.5	1.81

Πορτογαλία	15.3	
Ισπανία (Μαδρίτη)	14.4	
Νέα Ζηλανδία	12.4	6.42
Αυστραλία	9.33	5.22
Ελλάδα (Αθήνα)	6.82	3.20
Ελλάδα (Κοζάνη)		1.24

ΠΗΓΗ: Costopoulou et al., 2006.

Όσον αφορά τις τιμές των μέσων συγκεντρώσεων PCDDs/Fs και των ανάλογων των διοξινών PCBs σε ανθρώπινο αίμα στην Ελλάδα, ήταν αρκετά έως πολύ χαμηλότερες σε σχέση με τις παραπάνω χώρες.

Πίνακας 8.24

Μέσες συγκεντρώσεις των PCDDs/Fs, δείκτη PCBs και ανάλογα των διοξινών PCBs στο ανθρώπινο γάλα σε διαφορετικές χώρες.

Χώρα	PCDDs/Fs (pg/g λίπος)	Ανάλογα των διοξινών PCBs (pg/g λίπος)	Δείκτης PCBs (ng/g λίπος)
Αίγυπτος	22.33	5.48	106
Ολλανδία	18.67	11.57	192
Βέλγιο	16.92	12.60	191
Λουξεμβούργο	14.97	13.67	217
Ιταλία	12.66	16.29	253
Γερμανία	12.53	13.67	220
Ισπανία	11.56	9.42	241
Ουκρανία	10.04	19.95	136
Σουηδία	9.58	9.71	146
Φινλανδία	9.44	5.85	91
Ρωσία	9.36	13.45	126
Δημοκρατία της Σλοβακίας	9.07	12.60	443
Ρουμανία	8.86	8.06	173

Χονγκ Κονγκ ΣΑΡ	8.69	4.73	45
Δημοκρατία της Τσεχίας	7.78	15.24	502
Ιρλανδία	7.72	4.57	60
Ελλάδα (Αθήνα)	7.83	5.57	67
Νορβηγία	7.30	8.08	119
Η.Π.Α.	7.18	4.61	54
Νέα Ζηλανδία	6.86	3.92	37
Ουγγαρία	6.79	2.87	34
Κροατία	6.40	7.17	135
Βουλγαρία	6.14	4.21	42
Αυστραλία	5.57	2.89	30
Φιλιππίνες	3.94	2.38	26
Βραζιλία	3.92	1.77	16
Φίτζι	3.34	1.75	17

ΠΗΓΗ: Costopoulou et al., 2006.

Το 1998 έλαβε χώρα μια ενδιαφέρουσα μελέτη ^[200], όπου διερευνήθηκε πληθυσμός που ζει στους Κανάριους νήσους, από 6 έως 75 ετών, ώστε να διαπιστωθούν συσχετίσεις μεταξύ διατροφικών παραγόντων, υπολείμματα DDT/DDE και η σχέση τους με δημογραφικό-κοινωνικά στοιχεία όπως το φύλο, η ηλικία ή ο τόπος διαμονής. Στην εν λόγω περιοχή η κυρίαρχη οικονομική δραστηριότητα είναι ο τουρισμός και ακολουθεί η γεωργία με την αλιεία. Η βιομηχανία έχει περιορισμένη παρουσία στην περιοχή.

Πιο συγκεκριμένα, η καλλιέργεια της γης στα Κανάρια νησιά σε ποσοστό 15% ανήκει στην εντατική μορφή. Η εντατική καλλιέργεια χρησιμοποιεί παρασιτοκτόνα σε μεγάλες ποσότητες ^[133]. Στον πίνακα που ακολουθεί περιγράφονται οι συγκεντρώσεις των *o,p'*-DDE, *p,p'*-DDE, *o,p'*-DDD, *p,p'*-DDD, *o,p'*-DDT και *p,p'*-DDT που βρέθηκαν ύστερα από ανάλυση αίματος. Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη έρευνα, όλοι σχεδόν οι άνθρωποι που εξετάστηκαν παρουσιάζουν κάποιο τύπο από υπολείμματα DDT στον ορό του αίματος, όπως έχει υποστηριχθεί για το σύνολο του παγκόσμιου πληθυσμού. Ο κυρίαρχος τύπος είναι το *p,p'*-DDE, ως το βασικότερο προϊόν μεταβολισμού του DDT ^{[164] [64]}.

Πίνακας 8.25

Δείγματα ομάδων	N (%)	<i>o,p'</i> -DDE	<i>p,p'</i> -DDE	<i>o,p'</i> -DDD	<i>p,p'</i> -DDD	<i>o,p'</i> -DDT	<i>p,p'</i> -DDT	Συνολικό DDT φορτίο σώματος
Σύνολο	682 (100)	1.75 (17)	118 (68.2–216)	36 (181)	31.2 (93.7)	0 (0–256)	0 (0–242)	370 (129–715)
Φύλο								
Αρσενικό	302 (44.3)	2.76 (22.5)	96.1 (61.1–168)	33.4 (136)	30.1 (73.2)	0 (0–261)	0 (0–244)	344 (116–694)
Θυληκό	380 (55.7)	0.95 (10.8)	132 (78.3–237)**	38.1 (211)	32.2 (107)	0 (0–254)	0 (0–240)	390 (135–730)
Ηλικία								
<18	149 (21.8)	1.03 (12.5)	65.1 (0–93.3)	13.4 (66.4)	35.5 (97.2)	0 (0–287)	0 (0–273)	216 (74.3–599)
18–34	139 (20.4)	1 (11.9)	90.8 (60.3–134)	41.1 (182)	44 (144)	0 (0–267)	0 (0–262)	282 (84.8–694)
35–49	167 (24.5)	2.44 (18.5)	134 (83.5–225)	55.8 (274)	36.1 (87.3)	0 (0–248)	0 (0–217)	390 (162–730)
50–64	147 (21.6)	2.65 (24.3)	177 (120–335)	39.4 (156)	15.5 (36.4)	0 (0–267)	0 (0–238)	475 (211–827)
65–75	80 (11.7)	1.32 (11.9)	224 (128–	21.7 (111)	19.7 (44.5)	0 (0–229)	0 (0–215)	511 (228–887)** ^t

Δείγματα ομάδων	N (%)	<i>o,p'</i> -DDE	<i>p,p'</i> -DDE	<i>o,p'</i> -DDD	<i>p,p'</i> -DDD	<i>o,p'</i> -DDT	<i>p,p'</i> -DDT	Συνολικό DDT φορτίο σώματος
			417)** ^t					
Νησί								
Gran Canaria	249 (36.5)	1.01 (11.5)	117.8 (44.6–188)	23 (130)	13.1 (94.4)	250 (0–343)**	233 (0–326)**	612 (305–836)**
Lanzarote	37 (5.4)	0 (0–0)	104 (71.4–239)	0 (0–0)	42 (53.4)	M.E.	0 (0–0)	170 (74.6–301)
Fuerteventura	44 (6.5)	0 (0–0)	94.4 (68.5–159)	0 (0–0)	27.7 (51.6)	M.E.	M.E.	118 (69.1–215)
Tenerife	193 (28.3)	4.86 (28.9)	118 (71.2–224)	94 (298)	40.1 (120)	0 (0–256)	106 (0–264)	415 (139–839)
La Palma	79 (11.6)	0 (0–0)	140 (93.5–348)**	1.84 (16.3)	81 (66)**	0 (0–0)	0 (0–0)	268 (190–465)
La Gomera	49 (7.2)	0 (0–0)	117 (74.6–292)	3.9 (19.1)	19.2 (42.6)	M.E.	0 (0–0)	136 (80.7–386)
El Hierro	31 (4.5)	0 (0–0)	94.5 (58.1–151)	9.67 (41.7)	6.43 (25.3)	0 (0–0)	0 (0–0)	113 (63.6–255)
Φυσικό περιβάλλον								

Δείγματα ομάδων	N (%)	<i>o,p'</i> -DDE	<i>p,p'</i> -DDE	<i>o,p'</i> -DDD	<i>p,p'</i> -DDD	<i>o,p'</i> -DDT	<i>p,p'</i> -DDT	Συνολικό DDT φορτίο σώματος
Αγροτικό	309 (45.3)	0.95 (11.8)	110 (63.7–195)	12.8 (102)	33.6 (108)	0 (0–194)	0 (0–194)	263 (94.4–664)
Ημι-αγροτικό	187 (27.4)	0 (0–0)	126 (78.9–226)*	6.83 (68.3)	42 (99.8)*	0 (0–212)	0 (0–196)	345 (161–649)
Αστικό	186 (27.3)	4.82 (28.6)**	120 (64.7–192)	104 (304)**	16.6 (51.3)	216 (0–363)**	196 (0–342)**	542 (178–929)**
Οι τιμές εκφράζονται σε μέση τιμή (σε ng/g fat) ή σε τυπικές αποκλίσεις.								
Μ.Ε.: μη εφαρμόσιμο (δεν ανιχνεύθηκαν τα OC-DDTs σε κανένα υποκείμενο).								

ΠΗΓΗ: Zumbado et al., 2005.

Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι στις αστικές περιοχές παρουσιάστηκαν τα υψηλότερα επίπεδα γονικών ισομερών του DDT και του συνολικού φορτίου σώματος του DDT. Σύμφωνα όμως με τις διατροφικές συνήθειες αυτής της ομάδας ^[160] ^[161], συσχετίζεται με την υψηλή πρόσληψη κρέατος και γαλακτομικών προϊόντων, όπως επίσης και από την υψηλή κατανάλωση ζωικής και φυτικής προέλευσης φαγητών εισαχθέντων από χώρες της Ασίας και της Λατινικής Αμερικής, όπου το DDT χρησιμοποιείται ακόμα ^[2] ^[45]. Επιπλέον, οι άνθρωποι από τις ημι-αγροτικές περιοχές παρουσίασαν υψηλά επίπεδα *p,p'*-DDE, γεγονός που αποδίδεται στην ύπαρξη μεγάλων καλλιεργούμενων εκτάσεων με εντατικές μεθόδους καλλιέργειας.

Επίσης, στον πίνακα που ακολουθεί διαπιστώνεται ότι το συνολικό φορτίο του DDT και *p,p'*-DDE (το βασικό προϊόν μεταβολισμού του *p,p'*-DDT) αυξάνεται με την ηλικία. Γεγονός που επιβεβαιώνεται από τις περισσότερες έρευνες ^[64]. Οι υψηλότερες τιμές βρέθηκαν σε εκείνους που γεννήθηκαν πριν την επίσημη απαγόρευση χρήσης DDT στην Ισπανία (ηλικία ≥ 20).

Πίνακας 8.26

Ένωση	Ηλικία (Ετη)	N	Διάμεσος	Μέσος όρος (Τυπική Απόκλιση)	P
<i>o,p'</i>-DDE	<20	167	0	1.90(19.7)	M.Σ.
	≥20	518	0	1.64(14.6)	
<i>p,p'</i>-DDE	<20	167	80.2	85.7(75.1)	<0.001
	≥20	518	151	262(305)	
<i>o,p'</i>-DDD	<20	167	0	28.2(139)	M.Σ.
	≥20	518	0	42(208)	
<i>p,p'</i>-DDD	<20	167	0	39(121)	M.Σ.
	≥20	518	0	25.3(65.2)	
<i>o,p'</i>-DDT	<20	167	0	160(307)	M.Σ.
	≥20	517	0	161(269)	
<i>p,p'</i>-DDT	<20	167	0	171(325)	M.Σ.
	≥20	517	0	181(363)	
Συνολικό φορτίο σώματος DDT	<20	167	110	480(730)	<0.001
	≥20	516	388	673(782)	
Λόγος DDT/DDE	<20	67	0	0.58(1.52)	<0.001
	≥20	16	0	1.08(2.53)	
P': Kruskal-Wallis test- M.Σ.: Μη σημαντικό- Οι τιμές εκφράζονται σε ng/g fat.					

ΠΗΓΗ: Zumbado et al., 2005.

9.ΚΟΛΟΒΑΚΤΗΡΙΔΙΑ

Για να διαπιστωθεί η προστασία της δημόσιας υγείας στο υδάτινο περιβάλλον, πρέπει μια σειρά από κριτήρια να έχουν επιτευχθεί. Τα κριτήρια αυτά εκτός από φυσικές και βιολογικές παραμέτρους περιλαμβάνουν και βιολογικές. Η μικροβιολογική ρύπανση μπορεί να προκαλέσει προβλήματα υγείας από την κατανάλωση ψαριών και οστρακοειδών, που έχουν μολυνθεί με παθογόνους οργανισμούς ^[214].

Οι παθογόνοι οργανισμοί που ανιχνεύονται στο υδρόβιο περιβάλλον και προέρχονται από μολυσμένα ύδατα, περιλαμβάνουν βακτήρια, παράσιτα και ιούς. Πολλοί παθογόνοι οργανισμοί πεθαίνουν αρκετά γρήγορα. Παρόλο αυτά η ύπαρξη των ξενιστών μπορεί να δημιουργήσει ευνοϊκούς όρους για την αύξηση τους. Αν παραμείνουν ζωντανοί για αρκετό χρονικό διάστημα δύναται να δημιουργήσουν κίνδυνο στην υγεία των λουόμενων ή να καταστήσουν το νερό ακατάλληλο για οικιακές και γεωργικές χρήσεις ^{[134][190]}.

Οπότε η αποτελεσματικότητα των διαδικασιών επεξεργασίας αποβλήτων στην αφαίρεση των παθογόνων οργανισμών από τα απόβλητα αποχέτευσης, καθώς και το ποσοστό επιβίωσης των παθογόνων οργανισμών στο υδρόβιο περιβάλλον αποτελούν παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη.

Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν τους χρόνους επιβίωσης των βακτηριδίων, όπως η θερμοκρασία, η ένταση τους φωτός, η συγκέντρωση του οξυγόνου στο νερό ^[31]. Οι διαδικασίες επεξεργασίας των λυμάτων θεωρούνται αποτελεσματικές στην αφαίρεση των παθογόνων βακτηρίων, αφού μειώνουν τους αριθμούς στα απόβλητα αποχέτευσης κατά 90% ή και περισσότερο (υπό ιδανικούς όρους), έναντι των ακατέργαστων λυμάτων. Παρόλο αυτά η παρακολούθηση κρίνεται ως απαραίτητη, αφού δεν αφαιρούνται όλοι οι παθογόνοι οργανισμοί.

Η παρουσία ή το επίπεδο της αφθονίας των βακτηριδίων της ομάδας των κολοβακτηριδίων χρησιμοποιείται ως γενικός δείκτης της μόλυνσης του ύδατος από περιττωματικό υλικό ^[152].

Τα κολοβακτηριοειδή βακτήρια (coliform bacteria) αποκαλούνται έτσι επειδή είναι αντιπρόσωποι του *Escherichia coli*, που είναι φυσικός κάτοικος του ανθρώπινου εντέρου και εκκρίνεται σε τεράστιους αριθμούς στα περιττώματα των υγιών ατόμων. Το βακτήριο *Escherichia coli* υπό φυσιολογικές συνθήκες δεν είναι παθογόνο.

Τα κολοβακτηρίδια επιζούν μόνο μερικές ώρες ή μέρες έξω από τους ξενιστές τους. Οπότε η παρουσία τους στο υδρόβιο περιβάλλον, μπορεί να μας οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι η μόλυνση είναι πρόσφατη. Επιπλέον, το *Escherichia coli* επειδή εκκρίνεται και από υγιή άτομα, θα βρίσκεται λογικά σε μεγαλύτερη αφθονία στα λύματα από άλλα κολοβακτηριοειδή.

Πηγή προέλευσης των παθογόνων οργανισμών αποτελούν τα λύματα και τα απόβλητα που ακατέργαστα ή μετά από μερική επεξεργασία χύνονται στα ποτάμια και στη θάλασσα. Η κατάταξη για την καταλληλότητα των κολυμβητικών περιοχών πραγματοποιείται σύμφωνα με το μέσο όρο του αριθμού των *Escherichia coli* σε μία κολυμβητική περίοδο και περιλαμβάνει 4 κατηγορίες: Κατάλληλο (0-50), παραδεκτό με επιφύλαξη(51-500), ύποπτο μη συνιστώμενο (501-1000) και ακατάλληλο (πάνω από 1000) ^[214]. Επιπλέον έχουν τεθεί και αντίστοιχα όρια για την αλιεία: κατάλληλα (0-70), μετρίως μολυσμένα (71-700) και ακατάλληλα (πάνω από 700).

Τα οστρακόδερμα θεωρούνται κατάλληλοι δείκτες συσσώρευσης παθογόνων οργανισμών στο νερό, αφού φιλτράρουν αρκετά λίτρα νερό ημερησίως και αν υπάρχουν παθογόνοι οργανισμοί στα ύδατα τους συσσωρεύουν σε υψηλά επίπεδα ^[44]. Το 2002 δημοσιεύθηκε μία έρευνα που συμπεριλάμβανε εκτιμήσεις για την παρουσία του βακτηρίου *Escherichia coli* στο υδρόβιο περιβάλλον 4 διαφορετικών χωρών της ευρωπαϊκής ηπείρου: της Ελλάδας, της Ισπανίας, της Σουηδίας και του Ηνωμένου Βασιλείου ^[57]. Οστρακόδερμα μαλάκια συλλέχθηκαν από θαλάσσιες περιοχές με διαφορετικό επίπεδο περιττωματικής ρύπανσης σε κάθε μια από τις παραπάνω χώρες σε μηνιαία βάση για 18 μήνες. Οι περιοχές ταξινομήθηκαν σύμφωνα με το νομικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οπότε διακρίνονται σε Α περιοχή (<230 *E. Coli* οργανισμοί/100 γραμμάρια σάρκα και υγρό οστρακόδερμου), Β περιοχή (<4600 *E. Coli* οργανισμοί/100 γραμμάρια σάρκα και υγρό οστρακόδερμου) και Γ περιοχή που υπερβαίνει τα παραπάνω όρια. Στις εν λόγω περιοχές εφαρμόστηκε επεξεργασία καθαρισμού, ώστε να γίνει στατιστική ανάλυση των μεταβλητών. Ο πίνακας που ακολουθεί περιγράφει τις τιμές των δειγμάτων που εξετάστηκαν πριν το σύστημα καθαρισμού εφαρμοστεί.

Πίνακας 9.1

Χώρα	Περιοχή	Ταξινόμηση	Πλήθος δείγματος που εξετάστηκε	<i>E. coli</i> (MPN/100 g)
Ισπανία	1	A	16	23 ± 18
	2	B	68	34 ± 355

	3	Δ	20	105 ± 238
Ελλάδα	1	B	17	56 ± 174
	2	B	17	26 ± 310
	3	A	17	71 ± 924
	4	A	18	100 ± 1,506
	5	A	18	37 ± 559
	6	A	15	94 ± 849
	7	A	18	85 ± 763
	8	A	18	127 ± 2,302
Σουηδία	1	A	18	227 ± 37,558
	2	A/B	18	228 ± 37,618
	3	B1	18	61 ± 37,700
Ηνωμένο Βασίλειο	1	B	68	93 ± 207
	2	Δ	17	185 ± 552
	3	A	18	133 ± 2,910
	4	B	35	67 ± 615
Όπου Δ: δεν έχει κατηγοριοποιηθεί, MPN(most propable number):ο πιο πιθανός αριθμός.				

ΠΗΓΗ: Formiga-Cruz et al., 2003.

Σε γενικές γραμμές οι μελέτες που έχουν γίνει για τη βακτηριολογική ανάλυση των υδάτων στην Ευρώπη συμπεραίνουν ότι η βόρεια Ευρώπη παρουσιάζει υψηλότερα επίπεδα. Πιο συγκεκριμένα, 83% των δειγμάτων που εξετάστηκαν στις περιοχές B της Ισπανίας παρουσίασαν τιμές στη συγκέντρωση των *Escherichia coli* χαμηλότερες από 230 ανά 100 γραμμάρια. Στην Ελλάδα το 76 έως το 94% των δειγμάτων που αναλύθηκαν παρουσίασαν τα ίδια επίπεδα περιττωματικής ρύπανσης, ενώ για το Ηνωμένο Βασίλειο τα επίπεδα κυμαίνονται από 56 έως 76%. Τέλος στη Σουηδία το 94 % των δειγμάτων από τις B περιοχές παρουσιάζουν τιμές μικρότερες από 230 *Escherichia coli* οργανισμών/100 γραμμάρια^[57].

Το Μάιο του 2007 το Πανελλήνιο Κέντρο Οικολογικών Ερευνών δημοσίευσε τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πραγματοποίησε από 1 Απριλίου έως 15 Μαΐου του τρέχοντος έτους^[225]. Οι μετρήσεις αφορούσαν: τα κολοβακτηριοειδή (αναφέρονται στα γένη *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*) και τα κολοβακτηρίδια (*Escherichia* και *Klebsiella*). Η έρευνα πραγματοποιήθηκε

σε 221 παραλίες που θεωρούνται πολυσύχναστες και τοποθετούνται στην περιοχή της Αττικής ή σε γειτονικούς νομούς. Ο έλεγχος περιελάμβανε συστηματικές μετρήσεις κάθε 15 ημέρες. Την ευθύνη των μικροβιολογικών αναλύσεων έχει το εργαστήριο Διεύθυνσης Περιφερειακού Σχεδιασμού του ΥΠΕΧΩΔΕ, ενώ στους παραλιακούς δήμους και κοινότητες της Αττικής την ευθύνη των μικροβιολογικών εξετάσεων φέρουν τα λιμεναρχεία Πειραιώς, Π. Φωκαίας και Ραφήνας. Οι παραλίες οι οποίες κρίνονται ακατάλληλες για κολύμβηση (βλέπε παράρτημα) σύμφωνα με τις μετρήσεις και τους ελέγχους του ΠΑΚΟΕ γιατί δεν πληρούν τα πρότυπα για την ποιότητα των υδάτων και αναμένεται να αναρτηθούν πινακίδες που θα αναγράφουν «απαγορεύεται η κολύμβηση» είναι οι εξής:

- Όλα τα λιμάνια, μόνιμα αγκυροβόλια, ναυπηγεία, διυλιστήρια, διαλυτήρια πλοίων κ.α.
- Οι παραλίες από το Φάρο Αυλίδας μέχρι Χαλκούτσι σε ποσοστό 58% με την περιοχή του Χαλκουτσίου να κρίνεται ακατάλληλη σε ποσοστό 80%.
- Οι παραλίες από το Χαλκούτσι έως τους Άγιους Αποστόλους σε ποσοστό 11%.
- Η περιοχή από τον Πειραιά έως Καβούρι με ποσοστό ακατάλληλων ακτών 78%.
- Στην περιοχή του Σαρωνικού από την Βουλιαγμένη έως το Σούνιο βρέθηκαν ακατάλληλες παραλίες σε ποσοστό 61%.
- Ανατολική Αττική από τον Σχοινιά έως το Λαύριο κρίθηκε το 61% των ακτών ακατάλληλο σε σύνολο 42 ακτών που αναλύθηκαν.
- Δυτική Αττική από το Πέραμα έως την Κόρινθο το ποσοστό των ακατάλληλων ακτών ανέρχεται σε 57% με την περιοχή από το 65 Χλ. Αθηνών-Κορίνθου έως την παραλία Ποσειδώνιο να κρίνονται όλες ακατάλληλες για κολύμβηση. - Το λιμάνι της Ραφήνας, σε όλο το μήκος της εξωτερικής πλευράς του.
- Η περιοχή Ασωπού ποταμού, 200 μέτρα εκατέρωθεν της εκβολής του.

Σύμφωνα με υπουργική απόφαση, οι αρμόδιες Διευθύνσεις των Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων, η Τοπική Αυτοδιοίκηση, οι λιμενικές αρχές και ο ΕΟΤ υποχρεούνται να συνεργασθούν για την εφαρμογή ανασταλτικών μέτρων, με ιδιαίτερη έμφαση στη σήμανση περί της ακαταλληλότητας των ακτών κολύμβησης.

Η παρουσία του *E. coli* στα τρόφιμα στον ελλαδικό χώρο έχει γίνει αντικείμενο έρευνας. Μία μελέτη που δημοσιεύθηκε το 2003 ^[48], περιέγραψε τα αποτελέσματα από την αξιολόγηση για την παρουσία του μολυσματικού αυτού παράγοντα σε τρόφιμα ζωικής προέλευσης στη βορειοδυτική Ελλάδα. Η δειγματοληψία διήρκεσε 2 χρόνια (2000-2001) και αφορούσε πολλά σημεία διάθεσης προϊόντων, όπως αγροκτήματα, καταστήματα λιανικής πώλησης, σουπερμάρκετ, καντίνες του ελληνικού στρατού. Τα δείγματα ομαδοποιήθηκαν σε 3 κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιελάμβανε 300 δείγματα από μη παστεριωμένο γάλα που συλλέχθηκε

από 100 πρόβατα, 100 αγελάδες και 100 κατσίκες. Η δεύτερη κατηγορία περιελάμβανε προϊόντα κρέατος: 50 ωμά κατεψυγμένα σάντουιτς με μπιφτέκι από μοσχαρίσιο κρέας, 61 που περιείχαν χοιρομέρι ή γαλοπούλα και μικτή σαλάτα με μαγιονέζα και μαρούλι, 64 δείγματα ωμού μοσχαρίσιου κιμά. Τέλος, η τρίτη κατηγορία περιελάμβανε: 75 ελληνικά λουκάνικα και 50 δείγματα από ωμά χοιρινά έντερα που έχουν ετοιμαστεί και προορίζονται για το παραδοσιακό ελληνικό κοκορέτσι.

Πίνακας 9.2

Τρόφιμο	Αριθμός δειγμάτων που εξετάστηκαν	Αριθμός θετικών δειγμάτων (%)	Αριθμός
Γάλα προβάτου	100	1(1.0)	1
Γάλα αγελάδας	100	0(0.0)	-
Γάλα κατσίκας	100	0(0.0)	-
Μοσχαρίσιος κιμάς	64	0(0.0)	-
Ωμά κατεψυγμένα σάντουιτς με μπιφτέκι από μοσχαρίσιο κρέας	50	0(0.0)	-
Σάντουιτς	61	0(0.0)	-
Κοκορέτσι	50	1(2.0)	1
Λουκάνικα	75	1(1.3)	1

ΠΗΓΗ: Dontouro et al., 2003.

Υπάρχουν πολλές αντίστοιχες έρευνες για άλλες χώρες του εξωτερικού. Οι Dontouro et al. στην εργασία τους αναφέρονται σε αρκετές από αυτές. Οι πληροφορίες που σχολιάζουν παρουσιάζουν ενδιαφέρον και αφορούν διάφορες χώρες από πολλές ηπείρους. Στην Αίγυπτο λόγω χάρη σε έρευνα που έλαβε χώρα αναφέρεται ότι τα δείγματα γάλατος αγελάδας που εξετάστηκαν περιείχαν *E.coli* σε ποσοστό 6%. Στην Αυστρία το αντίστοιχο ποσοστό είναι 3%, ενώ στη Γερμανία 0.3%. Παρόμοιες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε ΗΠΑ, Σκωτία και Ολλανδία διαπίστωσαν ότι το αντίστοιχο ποσοστό ήταν μηδέν. Επιπλέον, το γάλα της κατσίκας που εξετάστηκε σε Ηνωμένο Βασίλειο ήταν αρνητικό στην παρουσία του *E.coli*. Στη Γαλλία που

εξετάστηκαν 250 δείγματα από χοιρινά λουκάνικα μόνο σε ένα ανιχνεύθηκαν *E.coli*. Ενώ στην Αργεντινή από τα 83 λουκάνικα που εξετάστηκαν το 4.8% παρουσιάστηκε θετικό στην παρουσία *E.coli* και για τα σαλάμια το αντίστοιχο ποσοστό έφθανε το 3.3%. Όσον αφορά τα ωμά κατεψυγμένα σάντουιτς με μπιφτέκι από μοσχαρίσιο κρέας που εξετάστηκαν στην Κολομβία σε ποσοστό 8.7% περιείχαν *E.coli*. Το αντίστοιχο ποσοστό για τη Βραζιλία ήταν μηδέν. Επίσης, δείγματα από κιμά έχουν εξεταστεί σε πολλές χώρες εκτός της Ελλάδας. Στη Δανία το 0.3% των δειγμάτων (N=1584) που εξετάστηκαν είχαν μολυνθεί από *E.coli*, στην Ολλανδία 1.1% από 571 δείγματα περιείχαν *E.coli*, ενώ στην Ελβετία το αντίστοιχο ποσοστό σε 211 δείγματα ήταν μηδενικό.

10. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρούσα εργασία αποτελεί μία ανασκόπηση βιβλιογραφίας για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην τροφική αλυσίδα στον ελλαδικό χώρο, πραγματοποιώντας μία σύντομη σύγκριση με κάποιες άλλες χώρες πρωτίτως ευρωπαϊκές. Η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε ήταν κυρίως ξενόγλωσση και περιελάμβανε δημοσιευμένα άρθρα σε έγκυρα περιοδικά. Οι έρευνες που μελετήθηκαν σε κάποιες περιπτώσεις αφορούσαν τη διείσδυση των βαρέων μετάλλων, της ραδιενέργειας ή των φυτοφαρμάκων και των πολυχλωριωμένων διφαινυλίων στους φυσικούς πόρους και σε κάποιες άλλες τη τροφική αλυσίδα. Αυτό συνέβη γιατί οι δημοσιευμένες μελέτες που αναλύουν και διαπιστώνουν τις επιδράσεις που δέχεται η τροφή του ανθρώπου από τέτοιου είδους παράγοντες στην Ελλάδα είναι περιορισμένες.

Όσον αφορά τα βαρέα μέταλλα, υπάρχει εκτεταμένη αναφορά για την ύπαρξη τους στους υδάτινους πόρους (Simeonov et al., 2003, Lekkas et al., 2004, Gantidis et al., 2006). Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν ότι οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων που εξετάστηκαν βρίσκονται σε μετριοπαθή επίπεδα. Επιπλέον, έχουν εξεταστεί ψάρια και μύδια ή άλλα έμβια όντα που διαβιούν σε ελληνικούς υδροβιότοπους για τυχόν ρύπανση από βαρέα μέταλλα (Papagianidis et al., 2004, Catsiki and Florou, 2006, Crivelli et al., 1989). Τα επίπεδα των τιμών όσον αφορά τη συγκέντρωση των βαρέων μετάλλων στα ψάρια χαρακτηρίζονται σε γενικές γραμμές ως χαμηλά σε σύγκριση με άλλες περιοχές της Μεσογείου μη μολυσμένες. Αλλά και σε γενικές γραμμές οι μετρήσεις που αφορούσαν τα επίπεδα των βαρέων μετάλλων στην πανίδα βρίσκονταν κάτω του επιτρεπόμενου ορίου.

Επίσης, έχει ερευνηθεί η ύπαρξη βαρέων μετάλλων στην ατμόσφαιρα (Vassilakos et al., 2006). Οι τιμές που βρέθηκαν ήταν μικρότερες από τα όρια που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση. Επιπλέον, έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες που αναλύουν την ύπαρξη βαρέων μετάλλων στα τρόφιμα (Stallikas et al., 1997, Voutsas et al., 1998) και πιο συγκεκριμένα στα λαχανικά, τα οποία παρουσίασαν συγκέντρωση βαρέων μετάλλων χαμηλότερη από το επιτρεπόμενο όριο και από τις αντίστοιχες μελέτες άλλων χωρών. Το συμπέρασμα ήταν ότι η κατανάλωση των λαχανικών σε ετήσια βάση επιβαρύνει ελάχιστα την ολική απορρόφηση των βαρέων μετάλλων στον ανθρώπινο οργανισμό.

Όσον αφορά τη ραδιενέργεια και την παρουσία της στο ελληνικό φυσικό περιβάλλον και στη τροφική αλυσίδα έχει συσχετιστεί με τραγικά ατυχήματα, όπως εκείνο του Τσερνομπίλ. Η παρούσα εργασία περιλαμβάνει αποτελέσματα ερευνών που αφορούν την ύπαρξη ραδιενέργειας και κυρίως καϊσίου 137 στις ελληνικές θάλασσες (Catsiki and Florou, 2006) και στην

ατμόσφαιρα της Αθήνας το 1986, καθώς και σε τρόφιμα την ίδια περίπου περίοδο (Kriridis and Florou, 2001). Επιπλέον, καταθέτονται εκτιμήσεις για τη δόση ραδιενέργειας που δέχθηκε ο πληθυσμός εκείνη την κρίσιμη περίοδο, ενώ εξετάζεται η παρουσία του μολυσματικού αυτού παράγοντα σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες (Saxén and Sundell, 2005, Andersson et al., 2001, Zitouni, 2002).

Επιπλέον, παρουσιάζονται εργασίες που περιγράφουν την παρουσία φυτοφαρμάκων και πολυχλωριωμένων διφαινυλίων στους υδάτινους πόρους της Ελλάδας ή σε διάφορες βιολογικές μήτρες (Katsoyiannis, 2006, Konstantinou et al., 2006, Galanopoulou et al., 2005). Επιπλέον, παραθέτονται αποτελέσματα ερευνών που ανίχνευσαν την παρουσία πολυχλωριωμένων διφαινυλίων, πολυχλωριωμένων διβενζο-π-διοξινών, πολυχλωριωμένων διβενζοφουρανίων και πολυχλωριωμένων διφαινυλίων ανάλογων των διοξινών σε αναλυμένο ορό αίματος και ανθρώπινο γάλα (Costopoulou et al., 2006). Έπειτα, πραγματοποιείται μια μικρή σύγκριση των εν λόγω αποτελεσμάτων με αντίστοιχα αποτελέσματα άλλων χωρών. Όσον αφορά τις τιμές των μέσων συγκεντρώσεων PCDDs/Fs και των ανάλογων των διοξινών PCBs σε ανθρώπινο αίμα στην Ελλάδα, ήταν αρκετά έως πολύ χαμηλότερες σε σχέση με τις χώρες που αναφέρονται στην εργασία.

Τέλος, πραγματοποιείται μία σύντομη αναφορά στην παρουσία της μικροβιολογικής ρύπανσης στο υδάτινο περιβάλλον και συνοδεύεται από μία μικροβιολογική ανάλυση των θαλάσσιων υδάτων από τις πιο πολυσύχναστες ακτές της Αττικής, καθώς και της ευρύτερης περιοχής (ΠΑΚΟΕ). Επίσης, ακολουθεί μία μικρή σύγκριση όσον αφορά τη βακτηριολογική ανάλυση των υδάτων στην Ευρώπη και στην Ελλάδα (Formiga-Cruz et al., 2003). Επιπλέον, σχολιάζεται η παρουσία του *E. coli* στα τρόφιμα στον ελλαδικό χώρο και αναφέρονται αντίστοιχες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε άλλες χώρες για περαιτέρω σύγκριση (Dontouro et al., 2003).

Η παρούσα εργασία αν και παρουσιάζει περιληπτικώς κάποιες από τις πιο πρόσφατες επιστημονικές έρευνες για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στη διατροφή, αποκαλύπτει με τρόπο σαφή τους κινδύνους που εμπεριέχει μία τέτοιου είδους σχέση κυρίως τις τελευταίες δεκαετίες. Η σημασία της τροφής είναι ζωτική, στοιχείο που εκθέτει άμεσα το εύρος των συνεπειών που μπορεί να προκληθούν στην υγεία του ανθρώπου. Όσο αισιόδοξα και να είναι τα αποτελέσματα της επί τόπου έρευνας σε θέματα ρύπανσης και ενδεχόμενης μόλυνσης της τροφής του ανθρώπου, ο άνθρωπος δεν μπορεί να επαφίεται. Η αδιάλειπτη εγρήγορση αποτελεί βασική προϋπόθεση της σύγχρονης εποχής, ενώ η υπεύθυνη ενημέρωση προαπαιτούμενο για τη λύση τέτοιου είδους προβλημάτων. Δηλαδή, κρίνεται απαραίτητος ο συνεχής έλεγχος και η συνεπής

επιστημονική έρευνα για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιδράσεων και την αξιολόγηση των επιπτώσεών τους. Στη σύγχρονη εποχή, η πρόληψη αναδεικνύεται σε θεμελιώδη στόχο και αδιαπραγμάτευτη αρχή. Επιπλέον, η μέριμνα για την ορθή εκπαίδευση και την υπεύθυνη ενημέρωση όλων των πολιτών από τους ιθύνοντες σε θέματα περιβαλλοντικής προστασίας και ασφαλούς διατροφής κρίνεται αναγκαία . Η εφαρμογή όλων των παραπάνω αποτελεί τη βασικότερη στρατηγική σχεδιασμού αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στην τροφική αλυσίδα.

11. ABSTRACT

The following assignment is structured in ten chapters. At first, the reader is introduced in to one of the most important issues of the contemporary world, the pollution of the environment and its impact on the public health. The reasons of the aggravation of the natural environment are concisely described, along with their dangerous affection on nutrition. In the second chapter lies the study's objective, while the third chapter refers to the relation between the environment and the food chain, focusing on the consequences on the latter. The fourth chapter presents the legislation in force about the protection of the environment and the food safety with emphasis on the law of the European Union. Furthermore, the fifth chapter provides data about Greece's geographical location and climate and summarizes the main sources of the pollution throughout the country.

The next units analyze some of the above, with reference to the presence of heavy metals, radioactivity, pesticides, polychlorinated biphenyls and pathogenic organisms in water and food. Thereafter, some of the basic parameters of the contagious elements are described, such as, their availability, their toxicity, as well as their sources. Moreover, there are a number of published researches dealing with either the effects of the heavy metals, or radioactivity, or the pesticides, even the polychlorinated biphenyls on the flora and fauna, including the human beings, in Greece. In the end of each chapter respective articles about other countries, mostly European, are also included. In general, the environmental consequences on the environment and the food chain in Greece, which have been examined, are similar or at a lower level in comparison with the results of other European countries and under the limitations suggested by the European Union. The total PCDD/PCDF level in Greek's human milk was at a lower level in comparison with the results of other European countries(PCDDs/F:7,83pg/gfat, indicator PCBs:67ng/gfat). The bioaccumulation of heavy metals in foodstuffs determined at satisfactory levels, with very little exceptions such as the concentration of cadmium in large snails(maximum bioaccumulation Cd: 1598ng g⁻¹ ww, when maximum acceptable limit of cadmium content in foodstuffs for EU has been set to 1000 ng g⁻¹ ww). In conclusion, the study discusses upon the basic data and the conclusions made by the most important researches related to the impacts of the environment on the food chain.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

1. A. Aarkog, A. Angelopoulos, D. Calmet, R. Delfanti, H. Florou, S. Risica, L. Romero, 17-19 May 1994. Radioactivity in the Mediterranean Waters. In: Seminar on the Radiological Exposure of the population of the European Community from Radioactivity in the Mediterranean Sea. CEC, ENEA, Rome. Report on Working Group 2, Project 'MARINAMED'. EUR 15564, pp 75-115.
2. U.G. Ahlborg, L. Lipworth, L. Titus-Ernstoff, C.C. Hsieh, A. Hanberg and J. Baron et al., Organochlorines compounds in relation to breast cancer, endometrial cancer, and endometriosis: an assessment of the biological and epidemiological evidence. Crit. Rev. Toxicol. 25 (1995), pp. 463–531.
3. K. Akrida-Demertzi, 1989. Determination of basic and toxic metals in edible currants and dry figs, Proceedings of the 2nd Hellenic Symposium of Food Science and Technology (Athens: Hellenic Association of Scientists in the Food Technology), pp 205-212.
4. T.A. Albanis, P.J. Pomonis and A.T. Sdoukos, 1986. Seasonal fluctuations of organochlorine and triazine pesticides in the aquatic systems of Ioannina basin (Greece). Science of the Total Environment 58, pp. 243–253.
5. A. Albanis, P.J. Pomonis and A.T. Sdoukos, 1986. Organophosphorus and carbamates pesticide residues in aquatic systems of Ioannina basin and Kalamas river (Greece). Chemosphere 15 (8), pp. 1023–1034.
6. T.A. Albanis, T.G. Danis and D.G. Hela, 1995. Transportation of pesticides in estuaries of Louros and Arachthos rivers. The Science of the Total Environment 171, pp. 85–93.
7. T.A. Albanis, T.G. Danis, D. Voutsas and T. Kouimtzis, 1995. Evaluation of chemical parameters in Aliakmon river Northern Greece. Part III. Pesticides. Journal of Environmental Science and Health A 30, pp. 1945–1956.
8. T.A. Albanis, V. Goutner, I.K. Konstantinou and K. Frigis, 2003. Organochlorine contaminants in eggs of the yellow-legged gull (*Larus cachinnans michaelis*) in the North Eastern Mediterranean: is this gull a suitable biomonitor for the region? Environ. Pollut. 126, pp. 245–255.
9. O. Algan, N. Çağatay, H.Z. Sarikaya, N. Balkis and E. Sari, 1999. Pollution monitoring using marine sediments: A case study on the Istanbul Metropolitan area. Tr. G. Eng. Environment Science 23, pp 39-48.
10. S.M. Allen-Gil, V.G. Martynov, 1995. Heavy metals burdens in nine species of freshwater and anadromous fish from the Pechora River, northern Russia. The Science of the Total Environment 160-161, pp 653-659.

11. I. Amundsen, G. Gulden and P. Strand, 1996. Accumulation and long term behaviour of radiocaesium in Norwegian fungi. *The Science of the Total Environment* 184, pp. 163–171.
12. P.A. Amundsen, F.J. Staldvik, A. Lukin, N. Kashulin, O. Popova, Y. Reshetnikov, 1997. Heavy metals contamination in freshwater fish from the border region between Norway and Russia. *The Science of the Total Environment* 201, pp 211-224.
13. I. Andersson, Hans Lönsjö and Klas Rosén, 2000. Long-term studies on transfer of ^{137}Cs from soil to vegetation and to grazing lambs in a mountain area in Northern Sweden. *Journal of Environmental Radioactivity* 52, pp 45-66.
14. M.O. Angelidis and T.A. Albanis, 1996. Pesticide residues and heavy metals in the Evros river delta, N.E. Greece. *Toxicological Environmental Chemistry* 53, pp. 33–44.
15. M.O. Angelidis, P.G. Markantonatos, N.Ch. Bacalis and T.A. Albanis, 1996. Seasonal fluctuations of nutrients and pesticides in the basin of Evrotas river, Greece. *Journal of Environmental Science and Health A* 31 (2), pp. 387–410.
16. V. Antoniou, H. Tsoukali-Papadopoulou, P. Epivatianos and B. Nathanael, 1989. Cadmium concentrations in beef consumable tissues in relation to age of animals and area of their breeding. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 43, pp 915-919.
17. V. Antoniou, N. Zantopoulos and H. Tsoukali-Papadopoulou, 1995. Selected heavy metal concentrations in goat liver and kidney. *Veterinary and Human Toxicology* 37, pp 20-22.
18. N. Balkis, N. Çağatay, O. Algan, and M. Balkis, 1999. The pollution study using sequential selective extraction methods in the southern shelf Sea of Marmara. *Marine Geology Workshop V. Extended abstracts*, pp 90-91.
19. B. Baraj, V. Cocoli, A. Cullaj, D. Babi, 1994. The heavy metals content in sediments, biota and macro-algae samples collected at Vlora Bay. *Fresenius Environment Bulletin* 3, pp 169-174.
20. F. Bei, V.A. Catsiki, E. Strogyloudi, 1998. Seasonal and spatial variation of Cu, Cr, Ni and Pb concentrations in *Mytilus galloprovincialis* of Saronikos gulf, Greece. *Rapp. Comm. Int. Mer. Medit.* 35(1), pp 230-231, CIESM, Dubrovnik.
21. V. Bencko, 2003. Risk assessment and human exposure to endocrine disrupters. In : Jedrychowski, W.A. Petera F.P., Maugeri, U. (Eds.). *Molecular epidemiology in Preventive Medicine*. International Center for Studies and Research in Biomedicine in Luxembourg, pp 315-327.
22. M. Biterna and D. Voutsas, 2005. Polychlorinated biphenyls in ambient air of NW Greece and in particulate emissions. *Environ. Int.* **31** (5), pp. 671–677.
23. I. Bleeker, A.B. Fischer, F. Tilkes, T. Eikmann, 1999. PCB Konzentrationen im menschlichen Blut. *Umwelt Forsch Prax.* 4, pp 84-96.

24. K. Bruland, K. Bertine, M. Koide and E. Goldberg, 1974. History of metal pollution in the Southern Californiamcoastal zone. Environ. Sci. Technol. 8, pp 425-432.
25. G.W. Bryan, 1976. Heavy metal contamination in the sea. In: Marine Pollution, Academic Press, pp 185-302.
26. R. Capelli, V. Contardi, B. Fassone, G. Zanicchi, 1978. Heavy metals in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) from the gulf of La Spezia and from the promontory of Portofino, Italy. Mar. Chem. 6, pp 179-185.
27. V.A. Catsiki, E. Stroglyoudi, 1999. Heavy metals in biota of Saronikos gulf during 1998. In: Catsiki, V.A. (Ed), Pollution Research and Monitoring Programme in Saronikos gulf. Technical Report 1998. N.C.M.R., p 117.
28. V-A. Catsiki, H. Florou, 2006. Study on the behavior of the heavy metals Cu, Cr, Ni, Fe, Mn and 137 Cs in an estuarine ecosystem using *Mytilus galloprovincialis* as a bioindicator species: the case of Thermaikos gulf, Greece. Journal of Environmental Radioactivity 86, pp 31-44.
29. Ch. Chalalou, H. Florou, 1991. The radiological regime of the Greek foodstuffs during the period 1987-1990. In: II National Congress of Environmental Science and Technology, Mytilini 2-5 September 1991. Mytilini: Aegean University, pp 733-744.
30. C.Y. Chen, R.S. Stemberger, B. Klaue. Accumulation of heavy metals in food web components across a gradient of lakes. Limnol Oceanogr 45, pp 1525-1536.
31. P. Chigbu, S. Gordon, T. Strange, 2004. Influence of inter-annual variations in climatic factors on fecal coliform levels in Mississippi Sound. Water Res. 38(20), pp 4341-52
32. J. Coimbra, S. Carraca, A. Ferreira, 1991. Metals in *Mytilus edulis* from the Nothern coast of Portugal. Mar. Pollut. Bull. 22, pp 249-253.
33. P. Cole, D. Trichopoulos, H. Pastides, T. Starr and J.S. Mandel, 2003. Dioxin and cancer: a critical review. Regulatory Toxicology and Pharmacology 38, pp 378-388.
34. D.W. Connell, R.S.S. Wu, B.J. Richardson, K. Leung, P.S.K. Lam and P.A. Connell, 1998. Occurency of persistent organic contaminants and related substances in Hong Kong marine areas: an overview. Marine Pollution Bulletin 36, pp 376-384.
35. D. Cossa, 1989. A review of the use of *Mytillus* sp. as quantitative indicators of cadmium and mercury contamination in coastal waters. Oceanol. Acta 12(4), pp 417-432.
36. D. Costopoulou, I. Vassiliadou, A. Papadopoulos, V. Makropoulos, L. Leondiadis, 2006. Levels of dioxins, furans and PCBs in human serum and milk of people living in Greece. Chemosphere 65, pp 1462-1469.
37. F.A. Cotton and G. Wilkinson, 1988. Advanced Inorganic Chemistry. 5th ed., J. Wiley & Sons, N. York, pp 143-145, 152-153, 597-601, 619.

38. E. Cotou, E. Papathanasiou, C. Tsangaris, 2002. Assessing the quality of marine coastal environments: comparison of scope of growth and Microtox® bioassay results of pollution gradient areas in eastern Mediterranean (Greece). *Environmental Pollution* 119, pp 141-149.
39. A. Covacci, P. Marinakiza, P. Schepens, 2002a. Persistent organochlorine pollutants in soils from Belgium, Italy, Greece and Romania. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 68, pp 97-103.
40. A. Covacci, M. Tutudaki, A.M. Tsatsakis, P. Schepens, 2002b. Hair analysis: another approach for the assessment of human exposure to selected persistent organochlorine pollutants. *Chemosphere* 46 (3), pp413-418.
41. A. Covaci, G. Koppen, R. Van Cluevenbergen, P. Schepens, G. Winneke, N. Van Larebeke, V. Nelen, R. Vlietinck, G. Schoeters, 2002. Persistent organochlorine pollutants in human serum of 50-65 years old women in the Flanders Environmental and Health Study (FLEHS). Part 2. Correlations among PCBs, PCDD/DFS and the use of predictive markers. *Chemosphere* 48, pp 827-832.
42. A.J. Crivelli, S. Focardi, C. Fossi, C. Leonzio, A. Massi & A. Renzoni, 1989. Trace Elements and Chlorinated Hydrocarbons in Eggs of *Pelecanus crispus*, a World Endangered Bird Species Nesting at Lake Mikri Prespa, North-western Greece. *Environmental Pollution* 61, pp 235-247.
43. A.J. Crivelli, L. Marsili, S. Focardi and A. Renzoni, 1999. Organochlorine compounds in Pelicans (*Pelecanus crispus* and *Pelecanus onocrotalus*) Nesting at Lake Mikri Prespa, North Western Greece. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 62 (4), p. 383.
44. L.Croci, M.N. Losio, E. Suffredini, E. Pavoni, S. Di Pasquale, F. Fallacara, G. Arcangeli , 2007. Assessment of human enteric viruses in shellfish from the northern Adriatic sea. *Int J Food Microbiol.*10,114, pp 252-7
45. S. Cruz, C. Lino and M.I. Silveira, 2003. Evaluation of organochlorine pesticide residues in human serum from an urban and two rural populations in Portugal. *Science of the Total Environment* 317, pp. 23–35.
46. A. Cullaj, A. Hasko, A. Miho, F. Schanz, H. Brandl, R. Bachofen, 2005. The quality of Albanian natural waters and the human impact. *Environment International* 31, pp 133-146.
47. The Dobříš Assessment, 1995. Europe' s Environment. European Environment Agency, Copenhagen, pp 403.
48. C. Dontouro, C. Papadopoulou, G. Filioussis, V. Oikonomou, I. Apostolou, G. Zakkas, A. Salamoura, A. Kansouzidou and S. Levidiotou, 2003. Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from foods in Greece. *International Journal of Food Microbiology* 82, pp 273-279
49. M. Ergin, C. Saydam, Ö. Baştür, E. Erdem and R. Yörük, 1991. Heavy metal concentrations in surface sediments from two coastal inlets (Golden Horn Estuary and İzmit bay) of the northeastern Sea of Marmara. *Chemical Geology* 91, pp 269-285.

50. N.Esen, S. Topcuoğlu, E. Eğilli and D. Kut. Comparison of trace metal concentrations in sediments and algae samples from the Küçükçekmece and Marmara Sea. *J. Rad. Nucl. Chem.* 240, pp 673-676.
51. F.W. Fifield and P.J. Haines, 1997. *Environmental Analytical Chemistry*. Great Britain by Clays Ltd, St Ires plc, pp 320-350.
52. N.S. Fisher, J.R. Reinfelder, 1995. The trophic transfer of metals in marine systems. In: Tessier A, Turner DR, editors. *Metal speciation and bioavailability in aquatic systems*. London : Wiley, pp 363-406.
53. H. Florou, A. Savidou, Ch. Chalalou, 1995. ^{90}Sr activity in monthly milk samples in Greece. *J. Dairy Science* 79, pp 1679-1682.
54. H. Florou, Ch. Chaloulou, Ch. Lykomitrou, M. Ladopoulou, 18-20 April 2002. Environmental radioactivity in Greece : present knowledge and planned study . In : CIESM Workshop Series no. 15. Mediterranean Mussel Watch. Designing a regional program for detecting radionuclides and trace contaminants. Marseille (France)(EN).
55. J.A. Foran, D.O. Carpenter, M.C. Hamilton, B.A. Knuth, S.J. Schwager, 2005a. Risk-based consumption advice for farmed Atlantic and wild Pacific salmon contaminated with dioxins and dioxin-like compounds. *Environmental Health Perspective* 113, pp 552-556.
56. J.A. Foran, D.H. Good, D.O. Carpenter, M.C. Hamilton, B.A. Knuth, S.J. Schwager, 2005b. Quantitative analysis of the benefits and risks of consuming farmed and wild salmon. *Journal of Nutrition* 135, pp 2639-2643.
57. M. Formiga-Cruz, A.K. Allard, A.-C. Conden-Hansson, K. Henshilwood, B.E. Hernroth, J. Jofre, D.N. Lees, F. Lucena, M. Papapetropoulou, R.E. Rangdale, A. Tsibouxi, A. Vantarakis, and R. Ginores, 2003. Evaluation of Potential Indicators of Viral Contamination in Shellfish and Their Applicability to Diverse Geographical Areas. *Applied and Environmental Microbiology* 69, pp 1556-1563.
58. O. Froescheis, R. Looser, G.M. Gailliet, W.M. Jarman, K. Ballschmiter, 2000. The deep-sea as a final global sink of semivolatile persistent organic pollutants? Part 1. PCBs in surface and deep-sea dwelling fish of North and South Atlantic and the Monterey Bay Canyon (California). *Chemosphere* 40, pp 651-600.
59. S. Galanopoulou, A. Vgenopoulos, N. Conispoliatis, 2005. DDTs and other chlorinated organic pesticides and polychlorinated biphenyls pollution in the surface sediments of Keratsini harbour, Saronikos gulf, Greece. *Marine Pollution Bulletin* 50, pp 520-525.
60. N. Gantidis, M. Pervolarakis, K. Fytianos, 2006. Assessment of the quality characteristics of two lakes(Koronia and Volvi) of N. Greece. *Environmental Monitoring and Assessment*, pp 175-181.

61. H.J. Geyer, K.W. Schramm, E.A. Feight, A. Bellenchti, C. Steinberg, R. Bruggemann, H. Poiger, B. Henkelmann, A. Kettrup, 2002. Half-lives of tetra-, penta-, hexa, hepta-, and octachlorodibenzo-p-dioxin in rats, monkeys and humans-A critical review. *Chemosphere* 48, pp 631-644.
62. L. Giusti, A.C. Williamson, A. Mistry, 1999. Biologically available trace metals in *Mytilus edulis* from the coast of Northeast England. *Environmental International* 25(8), pp 969-981.
63. T.W. Clarkson and J.J. Strain, 2003. Nutritional Factors May Modify the Toxic Action of Methyl Mercury in Fish-Eating Populations. *J.Nutr.* 133, pp 1539-1543.
64. A.W. Glynn, F. Granath, M. Aune, S. Atuma, P.O. Darnerud and R. Bjerselius et al., 2003. Organochlorines in Swedish women: determinants in serum concentrations. *Environ. Health Perspect.* 111, pp. 349–355.
65. V. Goutner, T. Albanis, I. Konstantinou and K. Papakonstantinou, 2001. PCBs and organochlorine pesticide residues in eggs of Audouin's gull (*Larus audouinii*) in the north-eastern Mediterranean. *Mar. Pollut. Bull.* 42, pp. 5377–5388.
66. S.K. Golfinopoulos, A.D. Nikolaou, M.N. Kostopoulou, N.K. Xilourgidis, M.C. Vagi and D.T. Lekkas, 2003. Organochlorine pesticides in the surface waters of Northern Greece. *Chemosphere* 50 (2003), pp. 507–516.
67. K.C. Güven, S. Topcuoğlu, D. Kut, N. Esen, N. Erentürk, N. Saygi, E. Cevher, B. Güvener and B. Öztürk, 1992. Metal uptake by Black Sea algae. *Bot. Mar.* 35, pp 337-340.
68. K.C. Güven, N. Saygi and B. Öztürk. Survey of metal contents of Bosphorus algae, *Zostera marina* and sediments, 1993. *Bot. Mar.* 36, pp 175-178.
69. K.C. Güven, S. Topcuoğlu, N. Esen, R. Küçükcezzar, E. Seddigh and D. Kut, 1998. Heavy metal accumulation in algae and sediments of the Black sea coast of Turkey. *Tox. Environ. Chem.* 67, pp 435-440.
70. C. Haldezos, M. Scoullou, M. Dassenakis, 2002. Levels of Seven PCBs Congeners in the coastal Marine Environment of South Euvoikos Gulf, Greece. In: *Environmental Science and Pollution Research*, 8th FECS Conference on Chemistry and the Environment: Chemistry for a Sustaining World, Athens, Greece, pp 188-190.
71. J. Hatzianestis, E. Sklivagou, E. Georgakopoulou, 2001. Hydrocarbons, pesticides and PCBs in sediments from Thermaikos Gulf, Greece. *Fresen. Environ. Bull.* 10 (1), pp 63-68.
72. D. Haynes and J.E. Johnson, 2000. Organochlorine, heavy metal and polycyclic aromatic hydrocarbon pollutant concentrations in the great barrier reef (Australia) environment: a review. *Marine Pollution Bulletin* 41, pp 267-278.
73. F. Hernandez, A. Pastor, J. Medina, M. Conesa, R. Melero, F.J. Lopez, 1986. Heavy metal concentration in marine organisms from the Mediterranean sea. *CIESM* 30(2), pp 120.

74. R.A. Hites, J.A. Foran, D.O. Carpenter, M.C. Hamilton, B.A. Knuth, S.J. Scwhager, 2004a. Global assessment of organic contaminants in farmed salmon. *Science* 303, pp 226-229.
75. H. Hong, L. Xu, L. Zhang, J.C. Chen, Y.S. Wong and T.S.M. Wan, 1995. Environmental fate and chemistry of organic pollutants in the sediment of xiamen and victoria harbours. *Marine Pollution Bulletin* 31, pp 229-236.
76. K. Hove, Ø. Pedersen, T.H. Garmo, H.S. Hansen and H. Staaland, 1990. Fungi: A major source of radiocesium contamination of grazing ruminants in Norway. *Health Physics* 59, pp. 189–192.
77. X. Huang, R.A. Hites, J.A. Foran, C. Hamilton, B.A. Knuth, S.J. Schwager, D.O. Carpenter, 2006. Consumption advisories for salmon based on risk of cancer and noncancer health effects. *Environ Res.* 101(2), pp 263-74.
78. M. Hutton, 1987. Human health concerns of lead, mercury, cadmium and arsenic, *Lead, Mercury, Cadmium, and Arsenic in the Environment*, edited by T.C. Hutchinson and K.M. Meema (John Wiley & Sons), pp 53-68.
79. IAEA, 1991. The International Chernobyl Project-an overview. Assessment of radiological consequences and evaluation of protective measures. Report by an International Advisory Committee for the International Atomic Energy Agency, Vienna.
80. IARC, 1993. International Association of Research in Cancers, IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Beryllium, Cadmium, Mercury Exposures in the Glass Manufacturing Industry, World Health Organisation, Lyon, France, 58.
81. H. Iwata, S. Tanabe, N. Sakai and R. Tatsukawa, 1993. Distributions of persistent organochlorines in the oceanic air and surface seawater and the role of ocean on their global transport and fate. *Environmental Science and Technology* 27, pp 1080-1098.
82. I. Kagalou, G. Tsimarakis, A. Patsias, 2001. Phytoplankton dynamics and physicochemical features in lake Pamvotis. *Fresenius Environ Bull* 10, pp 845-849.
83. A. Kamarianos, E.G. Iosifidou, C. Batzios, 1997. I.E. Psomas and S. Kilikidis, Residues of organochlorine pesticides and PCBs in human adipose tissues in Greece. *Fresen. Environ. Bull.* 6 (7–8), pp. 383–389.
84. A. Kamarianos, X. Karamanlis, E. Galoupi, 2002. Pollution of coastal areas of N. Greece by organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls (PCBs). In: *Proceedings of the 1st Environmental Conference of Macedonia*, 1-4 March 2002, Thessaloniki, Greece, pp 116-121.
85. A. Kamarianos, X. Karamanlis, P. Goulas, E. Theodosiadou and A. Smokovitis, 2003a. The presence of environmental pollutants in the follicular fluid of farm animals (cattle, sheep, goats and pigs). *Reprod. Toxicol.* 17, pp. 185–190.

86. A. Kamarianos, X. Karamanlis, E. Theodosiadou, P. Goulas and A. Smokovitis, 2003b. The presence of environmental pollutants in the semen of farm animals (bull, ram, goat and boar). *Reprod. Toxicol.* 17, pp. 439–445.
87. Y. Kang, G. Sheng, J. Fu, B. Mai, G. Zhang, Z. Lin and Y. Min, 2000. Polychlorinated biphenyls in surface sediments from Pearl River Delta and Macau. *Marine Pollution Bulletin* 40, pp 794-797.
88. L.A. Kaplan, A.J. Pesce, 1996. *Clinical Chemistry. Theory, Analysis, Correlation*. 3rd edition. Mosby Inc. Chapter 38, pp 746-759.
89. A.P. Karageorgis, I. Hatzianestis, 2003. Surface sediment chemistry in the Olympic Games 2004 Sailing Center (Saronikos Gulf). *Mediterranean Marine Science* 4, pp 5-22.
90. S. Karavoltos, A. Sakellari, M. Dimopoulos, M. Dasenakis and M. Skoullou, 2002. Cadmium content in foodstuffs from the Creek market. *Food Additives and Contaminants* 19, pp 954-962.
91. A. Katsoyiannis, 2006. Occurrence of polychlorinated biphenyls (PCBs) in the Soulo stream in the power generation area of Eordea, northwestern Greece. *Chemosphere* 65, pp 1551-1561.
92. A. Katsoyiannis and C. Samara, 2005. Persistent organic pollutants (POPs) in the wastewater treatment process: fate and mass balance. *Environ. Res.* 97 (3), pp 245-257.
93. A. Katsoyiannis and C. Samara, in press. The fate of dissolved organic carbon (DOC) in the wastewater treatment process and its importance in the removal of refractory wastewater contaminants. *Environ. Sci. Pollut. Res.*
94. A.G. Kelly and L.A. Campbell, 1995. Persistent organochlorine contaminants in the Firth of Clyde in relation to sewage sludge input, *Marine Environmental Research* 41, pp 99-132.
95. K.S. Kim, Y. Hirai, M. Kato, K. Urano, S. Masunaga, 2004. Detailed PCB congener patterns in incinerator flue gas and commercial PCB formulations (Kanechlor). *Chemosphere* 55, pp 539-553.
96. K. Konstantinou, V. Goutner and T.A. Albanis, 2000. The incidence of polychlorinated biphenyl and organochlorine pesticide residues in the egg of the cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*): an evaluation of the situation in four Greek wetlands of international importance. *Sci. Total Environ.* 257, pp. 61–79.
97. I. Konstantinou, D. Hela, D. Lambropoulou, T. Sakellarides, A. Dimou, T. Akriotis and T. Albanis, 2005. PCBs and organochlorine pesticides concentration levels in liver and fat tissues of diurnal (falconiformes) and nocturnal (strigiformes) birds of prey from Greece. In: *Proceedings of the 9th Int. Conf. Environ. Sci. Technol.*, Greece, 1–3 September, 2005, pp. A804–A809.

98. I. Konstantinou, D. Hela and T. Albanis, 2006. The status of pesticide pollution in surface waters (rivers and lakes) of Greece. Part I. Review on occurrence and levels. *Environmental Pollution* 141, pp 555-570.
99. G. Koppen, A. Covaci, R. Van Van Cluevenbergen, P. Schepens, G. Winneke, N. Van Larebeke, V. Nelen, R. Vlietinck, G. Schoeters, 2002. Persistent organochlorine pollutants in human serum of 50-65 years old women in the Flanders Environmental and Health Study (FLEHS). Part 1. Concentrations and regional differences. *Chemosphere* 48 (8), pp 811-825.
100. Th. Kouimtzis, C. Samara, D. Voutsas, Ch. Balafoutis and L. Muller, 2002. PCDD/Fs and PCBs in airborne particulate matter of the greater Thessaloniki area, N. Greece. *Chemosphere*, pp. 193–205.
101. P.M. Kris-Etherton , K.D. Hecker, A. Bonanome, S.M. Coval, A.E. Binkoski, K.F. Hilpert, A.E. Griel, T.D. Etherton, 2002. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *Am J Med.*, 113 Suppl 9B:71S-88S.
102. P. Kritidis, H. Florou, S. Synetos, 1990a. The contribution of fish consumption to the dose received by the Greek population due to the Chernobyl accident. *Thalassographica* 13 (Suppl.), pp 43-49.
103. P. Kritidis, 1991. Problems related to the evaluation of the critical group dose. *Radiat. Protect Dosim.* 36, pp 285-287.
104. P. Kritidis, H. Florou, 2001. Radiological impact in Greece of the Chernobyl accident –a 10-y retrospective synopsis. *Health Phys.* 80 (5), pp 440-446.
105. P. Kritidis, H. Florou, Ch. Chalalou, 1995. Late effects of the Chernobyl accident in Greece. *Proc. 2nd Workshop on the “Long term follow up on the Chernobyl disaster.”* Athens: International Union Against Cancer and Hellenic Cancer Society in cooperation with IARC, pp 23-25.
106. F. Kucuksezgin, A. Kontas, O. Altay, E. Uluturhan, E. Darilmaz, 2006. Assessment of marine pollution in Izmir Bay: Nutrient, heavy metal and total hydrocarbon concentrations. *Environmental International* 32, pp 41-51.
107. D. Kut, S. Topcuoğlu, N. Esen, R. Küçükcezzar and K.C. Güven, 2000. Trace metals in marine algae and sediment samples from the Bosphorus, *Water, Air, Soil Pollution* 118, pp 27-33.
108. Ü. Köklü, S. Akman, G. Döner, 2000. Investigation of the heavy metal pollution of Istanbul, Bosphorus Sea, water and mussels. *Fresenius Environ. Bull.* 9, pp 759-765.
109. C.I. Lanting, S. Patandin, V. Fidler, N. Sauer, P.J.J. Boersma, E.R. Touwen, 1998. Neurological condition in 42-month-old children in relation to pre-and postnatal exposure to polychlorinated biphenyls and dioxins. *Early human development* 50 (3), pp 283-292.

110. B. Larsen, K. Fytianos, 1989. Organochlorine compounds and PCB congeners in contaminated sediments. *Science Total Environment* 86, pp 273-279.
111. K.T. Lee, S. Tanabe and C.H. Koh, 2001. Distribution of organochlorine pesticides in sediments from Kyeonggi Bay and nearby areas, Korea. *Environment Pollution* 114, pp 207-213.
112. T. Lekkas, G. Kolokythas, A. Nikolaou, M. Kostopoulou, A. Kotrikla, G. Gatidou, N.S. Thomaidis, S. Golfinopoulos, C. Makri, D. Babos, M. Vagi, A. Stasinakis, A. Petsas and D. Lekkas, 2004. Evaluation of the pollution of the surface waters of Greece from the priority compounds of List II, 76/464/EEC Directive, and other toxic compounds. *Environment International* 30, pp 995-1007.
113. B. Lerner, 1997. Prevention of dioxin formation in medical waste incineration. 90th Annual Meeting and Exhibition, Air and Waste Manage. Assoc., Paper No. 97-FA 166.01, Toronto, Ontario, Canada, June 8-13.
114. P. Licata, D. Trombetta, M. Cristani, D. Martino, F. Naccari, 2004. Organochlorine compounds and heavy metals in the soft tissue of the mussel *Mytilus galloprovincialis* collected from the Lake Faro Sicily, Italy. *Environmental International* 30, pp 805-810.
115. B. Link, T. Gabrio, I. Zoellner, I. Piechotowski, O. Paepke, T. Herrmann, A. Felder-Kennel, V. Maisner, K-H. Schink, M. Schrimpf, 2005. Biomonitoring of persistent organochlorine pesticides, PCDD/PCDFs and dioxin-like PCBs in blood of children from South West Germany (Baden-Wuerttemberg) from 1993 to 2003. *Chemosphere* 58, pp 1185-1201.
116. J.M. López, M.S. Callén, R. Murillo, T. García, M.V. Navarro, M.T. de la Cruz and A.M. Mastral, 2005. Levels of selected metals in ambient air PM₁₀ in an urban site of Zaragoza (Spain). *Environmental Research* 99, pp 58-67.
117. F. Magkos, F. Arvaniti, A. Zampelas, 2006. Organic food: buying more safety or just peace of mind? A critical review of the literature. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 46(1), pp 23-56.
118. B.-X. Mai, J.-M. Fu, C.-Y. Sheng, Y.-H. Kang, Z. Lin, G. Zhang, Y.-S. Min and E.Y. Zeng, 2002. Chlorinated and polycyclic aromatic hydrocarbons in riverine and estuarine sediments from Pearl river Delta, China. *Environmental Pollution* 117, pp 457-474.
119. L. Majori, G. Nedoclan, F. Daris, G.B. Modonutti, 1991. Metal distribution (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn) in *Mytilus galloprovincialis* Lmk in coast- and lagoon areas in Northern Adriatic. *Rev. Int. Oceanogr. Med.* 101-104, pp 225-228.
120. M. Mandalakis, M. Tsapakis, A. Tsoga and E.G. Stephanou, 2002. Gas-particle concentrations and distribution of aliphatic, hydrocarbons, PAHs, PCBs and PCDD/Fs in the atmosphere of Athens (Greece). *Atmos. Environ.* 36, pp. 4023-4035.
121. M. Mandalakis, M. Tsapakis and E.G. Stephanou, 2002. Study of atmospheric PCB concentrations over the eastern Mediterranean sea, *J. Geophys. Res.* 107, p. 4716.

122. M. Mandalakis and E.G. Stefanou, 2002. Polychlorinated biphenyls associated with fine particles (PM 2.5) in the urban environment of Chile: Concentration levels, and sampling volatilization losses. *Environ. Toxicol. Chem.* 21(11), pp 2270-2275.
123. M. Mandalakis, M. Tsapakis, E.G. Stefanou, 2001. Optimization and application of high-resolution gas chromatography with ion trap tandem mass spectrometry to the determination of polychlorinated biphenyls in atmospheric aerosols. *J. Chromatogr. A* 925, pp 183-196.
124. I. Mantis, D. Voutsas and C. Samara, 2005. Assessment of the environmental hazard from municipal and industrial wastewater treatment sludge by employing chemical and biological methods. *Ecotoxicol. Environ. Safety* 62 (3), pp. 397–407.
125. M. Marchand, J.C. Caprais and P. Pignet, 1988. Hydrocarbons and halogenated hydrocarbons in coastal waters of the western Mediterranean (France). *Marine Environmental Research* 25, pp 131-159.
126. M. Marchand, D. Vas, E. Duursma, 1975. Résidues de DDT et de polychlorobiphenyles (PCB) dans le moules, le sédiment et le plancton de la cote nord-ouest méditerranéenne: II^{es} Journées d' Etudes Pollutions, C.I.E.S.M., Monaco, pp 171-174.
127. D. Martens, K. Balta-Brouma, R. Brotschack, B. Michaelke, P. Schramel, C. Klimm, B. Henkelmann, K. Oxyinos, K.W. Schramm. K.W. Diamadopoulos, A. Kettrup, 1998. Chemical impact of uncontrolled solid waste combustion to the vicinity of the Kouroupitos ravine, Crete, Greece. *Chemosphere* 36 (14), pp 2855-2866.
128. G. McKay, 2002. Dioxin characterization , formation and minimization during municipal solid waste (MSW) incineration: review. *Chemical Engineering Journal* 86, pp 343-368.
129. G.E. Miliadis and P.Th. Malatou, 1997. Monitoring of the pesticide levels in natural waters of Greece. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 59 (1997), pp. 917–923.
130. M.Morrey, J. Brown, J.A. Williams, M.J. Crick, J.R. Simmons, M.D. Hill, 1987. A preliminary assessment of the radiological impact of the Chernobyl reactor on the population of the European Community. Luxembourg: NRPB, CEC.
131. R. Newhook, H. Hirtle, K. Byrne, M.E. Meek, 2002. Releases from copper smelters and refineries and zinc plants in Canada: human health exposure and risk characterization. *The Science of the total environment*, 301, pp 23-41.
132. G.F. Nordberg, T. Kjellström and M. Nordberg, 1985. Kinetics and metabolism. In *Cadmium and Health : A Toxicological and Epidemiological Appraisal*. Vol. I. Exposure, Dose, and Metabolism (L. Friberg, C-G. Elinder, T. Kjellström, and G.F. Nordberg, Eds), pp 103-178. CRC Press, Inc, Boca Raton, FL.
133. N. Olea, F. Olea-Serrano, P. Lardelli-Claret, A. Rivas and A. Barba-Navarro, 1999. Inadvertent exposure to xenoestrogens in children. *Toxicol. Ind. Health* 15, pp. 151–158.

134. R.H. Orsi, N.C. Stoppe, M.I. Sato, T.A. Gomes, P.I. Prado, G.P. Manfio, L.M. Ottoboni, 2007. Genetic variability and pathogenicity potential of *Escherichia coli* isolated from recreational water reservoirs. *Research in Microbiology*
135. V.-Y. Panagiotopoulou, T. Tsipi, A. Hiskia and M. Scoullou, 1996. Levels of organochlorine pesticides and PCB congeners in the gulf of Elefsis. *Fresenius Environmental Bulletin* 5, pp 545-550.
136. A. Papadopoulos, I. Vassiliadou, D. Costopoulou, 2004. C. Papanicolaou and L. Leontiadis, Levels of dioxins and dioxin-like PCBs in food samples on the Greek market. *Chemosphere* 57, pp. 413–419.
137. E. Papadopoulou-Mourkidou, D.G. Karpouzas, J. Patsias, A. Kotopolou, A. Milothridou, K. Kintzikoglou and P. Vlachou, 2004. The potential of pesticides to contaminate the groundwater resources of the Axios river basin in Macedonia, Northern Greece. Part II. Monitoring study in the south part of the basin. *Science of the Total Environment* 321, pp. 147–164.
138. I. Papagiannis, I. Kagalou, J. Leonardos, D. Petridis, V. Kalfakakou, 2004. Copper and zinc in four freshwater fish species from Lake Pamvotis (Greece). *Environmental International* 30, pp 357-362.
139. E. Papanikolaou, P. Kritidis, 1988a. Contamination of the agricultural land of Greece with radioactive caesium and its effects on the growing crops. *Proc. Int. conference on environmental radioactivity in the Mediterranean Area*. Barcelona: Sociedad Nuclear Espanola, pp 457-466.
140. E. Papanikolaou, P. Kritidis, 1988b. Present status of soil contamination by long-lived radioisotopes and current research activities. *Proc. Scientific conference of the Balkan Academies on environmental protection*. Sofia: Bulgarian Academy of Sciences, pp 19-23.
141. M. Picer, 2000. DDTs and PCBs in the Adriatic Sea. *Croat. Chem. Acta* 73, pp 123-186.
142. C. Piérard, H. Budzinski and P. Carrigues, 1996. Grain size distribution of polychlorobiphenyls in coastal sediments. *Environmental Science and Technology* 30, pp 2776-2783.
143. U. Quaß, M. Fermann, G. Bröker, 2004. The European dioxin air emission inventory project-Final results. *Chemosphere* 54, pp 1319-1327.
144. M.N. Rashed, 2001. Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nasser lake. *Environmental International* 27, pp 27-33.
145. J.W. Readman, T.A. Albanis, D. Barselo, S. Galassi, J. Tronczynski and G.P. Gabrielides, 1997. Fungicide Contamination of Mediterranean estuarine waters: Results of a MED POL pilot survey. *Marine Pollution Bulletin* 34, pp 259-263.

146. Reports of experts participating in Task 3.2.11, 2004. Assessment of the dietary exposure to arsenic, cadmium, lead and mercury of the population of the EU member States, Directorate-General Health and Consumer Protection.
147. C. Rodriguez, J. Guerrero, J.M. Benedicto, A. Jornet, 1995. Spatial distribution of heavy metals in mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* from Spanish Mediterranean coast. Rapp. Comm. Int. Mer. Medit. 34, pp 145.
148. K. Rosén, I. Andersson and H. Lönsjö, 1994. Transfer of radiocaesium from soil to vegetation and to grazing lambs in a mountain area in Northern Sweden. Journal of Environmental Radioactivity 26, pp. 237–257.
149. C.H. Ruxton, S.C. Reed, M.J. Simpson, K.J. Millington, 2004. The health benefits of omega-3 polyunsaturated fatty acids: a review of the evidence. J Hum Nutr Diet., 17(5), pp 449–59.
150. M. Sakellarides, I.K. Konstantinou, D.G. Hela, D. Lambropoulou, A. Dimou and T.A. Albanis, 2006. Accumulation of persistent organochlorines in liver and fat tissues of various waterbird species from Greece. Chemosphere 63, pp. 1392–1409.
151. A. Sarkar, R. Nagarajan, S. Chaphadkar, S. Pal and S.Y.S. Singbal, 1997. Contamination of organochlorine pesticides in sediments from the Arabian sea along the West Coast of India. Water Research 31, pp 195–200.
152. O. Savichtcheva, N. Okayama, S. Okabe, 2007. Relationships between Bacteroides 16S rRNA genetic markers and presence of bacterial enteric pathogens and conventional fecal indicators. Water Research.
153. R. Saxén and U. Koskelainen, 1992. Radioactivity of Surface Water and Freshwater Fish in Finland in 1988–1990 STUK-A94. Radiation and Nuclear Safety Authority-STUK, Helsinki.
154. R. Saxén and U. Koskelainen, 1996. Radioactivity of Surface Water and Freshwater Fish in Finland in 1991–1994 STUK-A94. Radiation and Nuclear Safety Authority-STUK, Helsinki.
155. R. Saxén and A. Rantavaara, 1987. Radioactivity of Freshwater Fish in Finland after the Chernobyl Accident in 1986 Report STUK-A61. Radiation and Nuclear Safety Authority-STUK, Helsinki.
156. R. Saxén, U. Koskelainen and M. Alatalo, 2000. Transfer of Chernobyl-derived ¹³⁷Cs into Fishes in some Finnish Lakes Report STUK-A170, Säteilyturvakeskus, Helsinki.
157. R. Saxén, 1990. Radioactivity of Surface Water and Freshwater Fish in Finland in 1987 Report STUK-A77. Radiation and Nuclear Safety Authority-STUK, Helsinki.
158. R. Saxén and J. Sundell, 2005. ¹³⁷Cs in freshwater fish in Finland since 1986- a statistical analysis with multivariate linear regression models. Journal of Environmental Radioactivity 87, pp 62–76.

159. K.-W. Schramm, A. Kaune, R. Lehnardt, A. Hofmaier, B. Henkelman, A. Kwttrup, 1998. Isokinetic sampling of PCFF/F response in low and high volatile fractions of a wood incinerator. *Organohalogen Compounds* 36, pp 289-292.
160. L.I. Serra-Majem, L. Ribas-Barba, A. Armas Navarro, E. Álvarez León, A. Sierra and Equipo de Investigación de ENCA, 2000a. Ingesta de energía y nutrientes y riesgo de ingestas inadecuadas en Canarias (1997–98), *Arch. Latinoam. Nutr.* 50 (Suppl. 1), pp. 7–22.
161. L.I. Serra-Majem, A. Armas Navarro and L. Ribas Barba, 2000b. Consumo de alimentos y fuentes de energía y nutrientes en Canarias (1997–98). *Arch. Latinoam. Nutr.* 50 (Suppl. 1), pp. 23–33.
162. V. Simeonov, J.A. Stratis, C. Samara, G. Zachariadis, D. Voutsas, A. Anthemidis, M. Sofoniou, T. Kouimtzis, 2003. Assessment of the surface water quality in Northern Greece. *Water Research* 37, pp 4119-4124.
163. E. Sindayigaya, R.V. Cauwenbergh, H. Robberecht, H. Deelstra, 1994. Copper, zinc, manganese, iron, lead, cadmium, mercury and arsenic in fish from Lake Tanganyika, Burundi. *Science Total Environment* 144, pp 103-115.
164. S. Snedeker, 2001. Pesticides and breast cancer risk: a review of DDT, DDE and dieldrin, *Environmental Health Perspectives* 109 (Suppl. 1), pp. 35–47.
165. D. Spry, P. Hodson, C. Wood, 1988. Relative contributions of dietary and waterborne zinc in the rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Can J Fish Aquat Science* 45, pp 32-41.
166. S. Stamov, S. Zlatanova, 1988. Trace elements in *Mytilus galloprovincialis* LMK from Sozopol area (Bulgarian Black Sea Coast). *Comm. Int. Mer. Medit.* 31(2), pp 160.
167. J.R. Startin, M.D. Rose, 2003. Dioxins and dioxin-like PCBs in food. In: Schecter, A., Gasiewicz, T.A. (Eds) *Dioxins and Health*. Wiley-Interscience, New York, USA, pp 89-136.
168. C.D. Stalikas, A.C. Mntalovas, G.A. Pilidis, 1997. Multielement concentrations in vegetable species grown in two typical agricultural area in Greece. *The Science of the Total Environment* 206, pp 17-24.
169. U. Sunlu, Ö. Egemen and A. Kaymakçi, 1998. Trace Metals in Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* (L. 1758) and in surficial sediments from Urla-İskele-Turkey, in *International Symposium on Marine Pollution*, Monaco, 5-9 October, IAEA-SM354/30, pp 237.
170. Swedish Geological Company (SGAB), (1986). Cesium-137, kBq/m² ground surface. Results from aerial surveys May to October 1986. Uppsala, Sweden.
171. I. Tolosa, J.M. Bayona and J. Albaigés, 1995. Spatial and temporal distribution, fluxes, and budgets of organochlorine compounds in northwest mediterranean sediments. *Environmental Science and Technology*, 29, pp 2519-2527.

172. S. Topcuoğlu, N. Erentürk, N. Saygi, D. Kut, N. Esen, 1990. Başsari and E. Seddigh. Trace metal levels of fish from the Marmara and Black Sea. *Tox. Environ. Chemosphere* 29, pp 95-99.
173. S. Topcuoğlu, Ç. Kibaşoğlu and N. Güngör, 2002. Heavy metals in organisms and sediments from Turkish coast of the Black Sea, 1997-1998. *Environment International* 27, pp 521-526.
174. L.A. Totten, S.J. Eisenreich, P.A. Brunciak, 2002. Evidence for destruction of PCBs by the OH radical in urban atmospheres. *Chemosphere* 42, pp 735-746.
175. S. Topcuoğlu, C. Kirbaşoğlu and Y.Z. Yilmaz, 2004. Heavy metal levels in biota and sediment in the northern coast of the Marmara sea. *Environmental Monitoring and Assessment* 96, pp 193-189.
176. C. Tsangaris, E. Papathanasiou, E. Cotou, 2007. Assessment of the impact of heavy metal pollution from a ferro-nickel smelting plant using biomarkers. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 66, pp 232-243.
177. D. Tsipi and A. Hiskia, 1996. Organochlorine pesticides and triazines in the drinking water of Athens. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 57 (2), pp. 250–257.
178. A. Türkmen, M. Türkmen, 2005. Seasonal and Spatial Variations of Heavy Metals in the Spiny Rock Oyster, *Spondylus spinosus*, from Coastal Waters of Iskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey. *Environmental Contamination and Toxicology* 75, pp 716-722.
179. A. Uğur, Y. Güngör and A. Başsari, 2002. Trace metals and ^{210}Po (^{210}Pb) concentrations in mussels (*Mytillus Galloprovincialis*) consumed at Western Anatolia. *Appl. Rad. Isotop.* 57, pp 565-577.
180. USDHHS-USEPA, 2004. C.Mc Keown. Technical Report, September 2006. Medical officer of Health. Toronto Public Health. Fish consumption. Benefits and Risks for women in childbearing years and young children
181. M. Van den Berg, L. Birnbaum, A.T. Bosvelt, B. Brunstrom, P. Cook, M. Feeley, J.P. Giesy, A. Hanberg, R. Hasegawa, S.W. Kennedy, T. Kubiak, J.C. Larsen, F.X. van Leewen, A.K. Liem, C. Nolt, R.E. Peterson, L. Poellinger, S. Safe, D. Schrenk, D. Tillitt, M. Tysklind, M. Younes, F. Waern, T. Zacharewski, 1998. Toxic equivalency factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wild life. *Environmental Health Perspectives* 106(12), pp 775-792.
182. I. Vassilakis, D. Tsipi and M. Scoullou, 1998. Determination of a variety of chemical classes of pesticides in surface and ground waters by off-line solid-phase extraction, gas chromatography with electron-capture and nitrogen-phosphorus detection, and high-performance liquid chromatography with post-column derivatization and fluorescence detection. *Journal of Chromatography A* 823, pp. 49–58.

183. Ch. Vassilakos, D. Veros, J. Michopoulos, Th. Maggos, C.M. O'Connor, 2006. Estimation of selected heavy metals and arsenic in PM₁₀ aerosols in the ambient air of the Greater Athens Area, Greece. *Journal of Hazardous Materials*, pp 389-398.
184. M. Venkatesan, R.P. de Leon, A. van Geen and S.N. Luoma, 1999. Chlorinated hydrocarbon pesticides and polychlorinated biphenyls in sediment cores from San Fransisko bay. *Marine Chemistry* 64, pp 85-97.
185. D. Voutsas and C. Samara, 1998. Dietary intake of trace elements and polycyclic aromatic hydrocarbons via vegetables grown in an industrial Greek area. *The Science of the Total Environment* 218, pp 203-216.
186. D. Voutsas, A. Grimanis & C. Samara, 1996. Trace Elements in vegetables grown in an industrial area in relation to soil and air particulate matter. *Environmental Pollution* 94, pp 325-335.
187. D. Voutsas, H. Terzi, L. Muller, C. Samara and Th. Kouimtzis, 2004. Profile analysis of organic micropollutants in the environment of a coal burning area, NW Greece. *Chemosphere* 55, pp. 595–604.
188. F. Voutsinou-Taliaridou, I. Hatzianestis, E. Georgakopoulou- Georgiadou, 1998. Trace Elements, pesticides and PCBs levels in sediments of a bay influenced by anthropogenic activities(Thermaikos bay, N.W. Aegean Sea). *International Symposium on Marine Pollution, Extended Synopses, Monaco*, pp 668-680.
189. B. Walker, C. Cooper, 1992. Air pollution emission factors for medical waste incinerators. *Journal of the Air and Waste Management Association* 42, pp 784-789.
190. B.J. Wallace, J.J. Guzewish, M. Cambridge, S. Altekruse, and D.L. Morse, 1999. Seafood-associated disease outbreaks in New York, 1980–1994. *American Journal of preventive Medicine* 17, pp 48-54.
191. F. Wania and D. Mackay, 1996. Tracking the distribution of persistent organic pollutants. *Envoronmental Science and Technology* 30, pp A390-A396.
192. N. Weisglas-Kuperus, S. Patandin, G. Berbers, T.C. Sas, P.G. Mulder, P.J. Sauer, H. Hooijkaas, 2000. Immunologic effects of background exposure to polychlorinated biphenyls and dioxins in dutch preschool children. *Environmental Health Prespectives* 108, pp 1203-1207.
193. WHO, 1998. Consultation on assessment of the health risk of dioxins; re-evaluation of the tolerable daily intake (TDI). *Food Additives and Contaminants* 17(4), pp 223-240.
194. WHO, 1989. Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. Thirty-third report of the joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Technical Report Series 776, pp 28-31. World Health Organization, Geneva.

195. WHO, 1992. Cadmium. IPCS Environmental Health Criteria 134. World Health Organization, Geneva.
196. P.L. Wilberg and C.K. Harris, 2002. Desorption of p-p'-DDE from sediment during resuspension events on the Palos Verdes shelf, California: a modeling approach. *Continental Shelf Research* 22, pp 1005-1023.
197. G. Zantopoulos, V. Antoniou and E. Nikolaidis, 1987. Copper, zinc, cadmium and lead in sheep grazing in North Greece. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 38, pp 805-812.
198. J.L. Zhou, H. Hong, Z. Zhang, K. Maskaoui and W. Chen, 2000. Multi-phase distribution of organic micropollutants in Xiamen harbour, China. *Water Research* 34, pp 2132-2150.
199. O.D. Zitouni, 2003. Testing of a foodchain model using Chernobyl ¹³⁷Cs fallout data and considering the effect of countermeasures. *The Science of the Total Environment* 301, pp 225-237.
200. M. Zumbado, M. Goethals, E.E. Álvarez-León, O.P. Luzardo, F. Cabrera, L. Serra-Majem and L. Domínguez-Boada, 2005. Inadvertent exposure to organochlorine pesticides DDT and derivatives in people from the Canary Islands (Spain). *The Science of the Total Environment* 339(1-3), pp 49-62.

Ελληνική βιβλιογραφία

201. Θ. Αλεξανδρόπουλος, 1992. Θέματα Υγιεινής, Τροφίμων και Διατροφής. Εκδόσεις Ιων, σελ.163-164.
202. Β. Αντωνόπουλος, 2001. Ποιότητα και ρύπανση υπόγειων νερών εκδόσεις. Ζητη Θεσσαλονίκη, σελ 12-13.
203. Ι. Αρβανιτογιάννης, 2001. Ασφάλεια Τροφίμων. University Studio Press, Θεσσαλονίκη, σελ 35.
204. Α. Βλάχου, 1997. Περιβάλλον και φυσικοί πόροι. Αθήνα, Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, σελ.1.1-1.5, 3.12-3.14.
205. Α. Γεωργόπουλος, 2004. Ένας μικρός και εύθραστος πλανήτης. Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα, σελ 143, 423-424.
206. Β. Γκούντερ, 1998. Ελληνική φύση, τόμος ΚΕ', εκδόσεις: η Καθημερινή.
207. Ελευθερουδάκη, 1929. Εγκυκλοπαιδικό Λεξικό. Εκδοτικός οίκος Ελευθερουδάκη Α.Ε., τόμος 6 σελ. 499, τόμος 10 σελ. 281, τόμος 11 σελ. 354.
208. Α.Γ. Κούγκολος, 2005. Εισαγωγή στην περιβαλλοντική μηχανική. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, σελ. 291-294.

209. Θ. Κουϊμτζή, Κ. Φυτιάνου, Κ. Σαμαρά, 1998. Βαρέα Μέταλλα-τοξική δράση του καδμίου, Χημεία Περιβάλλοντος, κεφ.13.6.2, σελ. 252-255.
210. Α. Λασκαράτος και Θ. Κυρατσούλης, 2002. Άνθρωπος και Περιβάλλον στην Ελλάδα. Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Εκδόσεις ΚΑΠΟΝ, σελ. 22-23, 27-28.
211. Γ. Μπαμπινιώτη, 1998. Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας. Κέντρο Λεξικολογίας Ε.Π.Ε. Αθήνα, σελ. 1262.
212. Θ. Ι. Παναγόπουλος, 2001. Δίκαιο Περιβάλλοντος. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα, σελ 36-63.
213. Π. Σαμουέλ, 1973. Οικολογία. Εκδόσεις Νεφέλη, Αθήνα, σελ. 72-73.
214. Κ.Κ. Φυτιάνος και Β.Φ. Σαμανίδου, 1988. Η ρύπανση των θαλασσών. University Studio Press. Θεσσαλονίκη, σελ. 65-68, 139-141.

Ιστοσελίδες

215. ATSDR, 2002. ATSDR Tox Profiles, Atlanta, 2002. Available from: <http://www.atsdr.cdc.gov>. *Πρόσβαση 04/07*
216. <http://www.minagric.gr> Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Ελλάδας. *Πρόσβαση 04/07*
217. <http://4dim-aridaias.pel.sch.gr/ekpaideusi/perivallon/limnes/vegoritida> *Πρόσβαση 04/07*
218. <http://en.agrotravel.gr> Η επίσημη ελληνική πύλη για τον τουρισμό υπαίθρου και αγροτουρισμό. *Πρόσβαση 04/07*
219. <http://www.minavr.gr> Δίκτυο ερευνητών διαχείρισης περιβάλλοντος. *Πρόσβαση 04/07*
220. <http://www.mnec.gr> Υπουργείο Οικονομικών της Ελλάδας *Πρόσβαση 05/07*
221. <http://ec.europa.eu> Η δικτυακή πύλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης *Πρόσβαση 04/07*
222. <http://minevr.gr> ΥΠΕΧΩΔΕ *Πρόσβαση 05/07*
223. <http://akalanthi.gr> *Πρόσβαση 04/07*
224. <http://fao.org> Οργανισμός Διατροφής και Γεωργίας
225. www.pakoe.gr Πανελλήνιο Κέντρο Οικολογικών Ερευνών *Πρόσβαση 06/07*

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1

ΠΕΡΙΟΧΗ 3 Δείγματα για κάθε σημείο δειγματοληψίας	Κολοβα- κτηρίδια	Κολοβακτη- ριοειδή	Κατάλλη- λότητα
ΝΟΤΙΟΣ ΕΥΒΟΪΚΟΣ 1	Όριο 100/100 ml νερού	Όριο 500/100 ml νερού	Κατάλλη- λη(K) Ακατάλλη- λη(A)
ΦΑΡΟΣ ΑΥΛΙΔΑΣ (ΑΡΧΗ ΠΑΡΑΛΙΑΣ)	70	420	K
ΦΑΡΟΣ ΠΟΛΕΜΙΚΟ ΝΑΥΤΙΚΟ	210	600	A
ΦΑΡΟΣ ΤΑΒΕΡΝΑ ΜΑΛΑΜΑΤΙΝΑ	150	300	K
ΦΑΡΟΣ 100μ ΜΕΤΑ	312	1550	A
ΦΑΡΟΣ ΤΕΡΜΑ	80	400	K
ΑΥΛΙΔΑ ΑΡΧΗ ΠΑΡΑΛΙΑΣ	50	112	K
ΑΥΛΙΔΑ 200μ ΜΕΤΑ	70	430	K
ΑΥΛΙΔΑ ΤΕΡΜΑ ΠΑΡΑΛΙΑΣ	305	1530	A
ΔΗΛΕΣΙ ΑΡΧΗ ΠΑΡΑΛΙΑΣ	30	200	K
ΔΗΛΕΣΙ ΣΤΗ ΜΕΣΗ ΠΑΡΑΛΙΑΣ (ΨΙΛΙΚΑΤΣΙΔΙΚΟ)	30	180	A
ΔΗΛΕΣΙ ΤΕΡΜΑ ΠΑΡΑΛΙΑΣ	180	310	A
ΔΗΛΕΣΙ ΜΕΤΑ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ	35	105	K
ΑΓΡΙΛΕΖΑ ΝΑΥΤΙΚΟΣ ΟΜΙΛΟΣ	48	50	K

ΑΓΡΙΛΕΖΑ ΤΕΡΜΑ ΠΑΡΑΛΙΑΣ	35	150	K
ΧΑΛΚΟΥΤΣΙ ΑΕΤΟΦΟΛΙΑ	35	120	K
ΧΑΛΚΟΥΤΣΙ ΕΦΕΔΡΩΝ ΑΞ/ΚΩΝ	40	250	K
ΧΑΛΚΟΥΤΣΙ 150μ ΜΕΤΑ	120	600	A
ΧΑΛΚΟΥΤΣΙ 200μ ΜΕΤΑ	TNTC	2600	A
ΧΑΛΚΟΥΤΣΙ 150μ ΜΕΤΑ (SALOON)	180	1100	A
ΧΑΛΚΟΥΤΣΙ 150μ ΜΕΤΑ	180	680	A
ΧΑΛΚΟΥΤΣΙ 200μ ΜΕΤΑ ΠΑΙΔΙΚΗ ΧΑΡΑ	120	250	A
ΧΑΛΚΟΥΤΣΙ 200μ ΜΕΤΑ	160	280	A
ΧΑΛΚΟΥΤΣΙ 100μ ΜΕΤΑ	35	180	K
ΧΑΛΚΟΥΤΣΙ 200μ ΜΕΤΑ ΕΥΒΟΪΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΗΣ	131	550	A
ΧΑΛΚΟΥΤΣΙ 200μ ΜΕΤΑ	158	395	A
ΧΑΛΚΟΥΤΣΙ 200μ ΜΕΤΑ	146	301	A
ΧΑΛΚΟΥΤΣΙ 200μ ΜΕΤΑ	135	300	A
ΧΑΛΚΟΥΤΣΙ 200μ ΜΕΤΑ ΤΑΒΕΡΝΑ ΟΔΟΣ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ	285	720	A
ΧΑΛΚΟΥΤΣΙ ΛΙΜΑΝΙ ΑΓΩΓΟΣ	420	785	A
ΝΟΤΙΟΣ ΕΥΒΟΙΚΟΣ 2	ΧΑΛΚΟΥΤΣΙ ---- ΑΓΙΟΙ ΑΠΟΣΤΟΛΟΙ		
ΦΟΙΝΙΚΩΝ & ΝΑΡΚΙΣΣΟΥ	81	176	K
ΦΟΙΝΙΚΩΝ & ΡΟΔΩΝ	53	102	K
ΦΟΙΝΙΚΩΝ & ΑΝΕΜΩΝΑΣ	41	102	K
ΦΟΙΝΙΚΩΝ & ΒΙΟΛΕΤΑΣ	35	74	K
ΦΟΙΝΙΚΩΝ & ΑΓΡΑΜΠΕΛΗΣ	41	85	K
ΦΟΙΝΙΚΩΝ & ΣΗΜΥΔΑΣ	40	71	K

ΜΑΡΙΝΑ ΣΚΑΦΩΝ			
ΜΕΤΑ 200μ	50	68	K
ΜΕΤΑ 200μ	36	75	K
ΜΕΤΑ 200μ	30	70	K
ΤΕΡΜΑ ΔΡΟΜΟΥ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ	40	70	K
ΟΙΚ. ΑΓ.ΚΩΝ/ΝΟΥ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΝΕΑ ΠΑΛΑΤΙΑ ΟΔ.ΑΓ.ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ	40	71	K
ΕΝΙΑΙΟ ΛΥΚΕΙΟ ΣΚΑΛΑΣ ΩΡΩΠΟΥ	65	70	K
ΑΤΛΑΝΤΙΣ CLUB	71	120	K
ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΩΔΕΙΟ ΩΡΩΠΟΥ	60	100	K
ΠΑΡΑΛΙΑ ΩΡΩΠΟΥ	TNTC	TNTC	A
ΨΑΡΟΤΑΒΕΡΝΑ Ο ΠΑΡΑΔΕΙΣΟΣ	60	50	K
ΤΑΒΕΡΝΑ Ο ΦΑΡΟΣ	71	60	K
200 ΠΡΙΝ ΤΟ ΦΑΡΟ	65	70	K
HOTEL DESPO	60	76	K
ΤΑΒΕΡΝΑ ΜΠΑΓΛΑΡΑΣ	130	250	A
ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ ΓΙΑ ΑΓ ΑΠΟΣΤΟΛΟΥΣ	60	185	K
ALKYONIS HOTEL	131	420	A
ΤΑΒΕΡΝΑ ΤΟ ΚΟΥΤΟΥΚΑΚΙ	70	165	K
ΤΑΒΕΡΝΑ Η ΚΥΡΑ ΒΑΓΓΕΛΙΩ	70	170	K
ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑ ΤΟ ΣΥΝΤΡΙΒΑΝΙ	70	80	K
ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑ Η ΠΕΥΚΗ	60	74	K
200μ ΜΕΤΑ	55	81	K

200 μ ΜΕΤΑ	50	70	Κ
200μ ΜΕΤΑ	60	70	Κ
ΠΑΡΑΛΙΑ ΟΙΚΙΣΜΟΥ ΚΟΙΛΑΔΟΣ ΟΔ.ΚΟΙΛΑΔΟΣ	71	85	Κ
ΠΑΡΑΛΙΑ ΟΙΚ. ΦΑΝΟΥ ΟΔ.ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ	70	81	Κ
ΜΠΡΟΣΤΑ ΣΤΟ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ ΚΑΡΑΝΤΑΝΟΣ ΣΥΝΟΡΑ ΟΙΚ.ΣΠΗΛΙΑ	130	430	Α
ΠΑΡΑΛΙΑ ΣΙΝΕ ΒΛΑΣΤΟΣ	80	170	Κ
ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑ ΝΗΣΙΩΤΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ	75	131	Κ
ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑ ΓΑΛΗΝΗ	171	230	Α
ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑ ΑΥΡΑ	181	240	Α
PIZZA ASCOT ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ ΓΙΑ ΟΙΚ.ΑΓ.ΒΑΡΒΑΡΑΣ	70	140	Κ
ΟΙΚ/ΣΜΟΣ ΠΑΝΟΡΑΜΑ ΑΓ.ΑΠΟΣΤΟΛΩΝ ΚΤΗΜΑΤΟΜΕΣΙΤΙΚΟ ΚΟΥΜΠΑΚΙΤΗΣ	65	120	Κ
ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ 1	ΠΕΙΡΑΙΑΣ ----ΚΑΒΟΥΡΙ		
ΑΚΤΗ ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΕΟΥΣ Α	125	180	Α
ΑΚΤΗ ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΕΟΥΣ Β	130	190	Α
ΦΡΕΑΤΤΥΔΑ	70	130	Κ
ΒΟΤΣΑΛΑΚΙΑ	61	87	Κ
ΚΑΣΤΕΛΛΑ	120	210	Α
ΦΛΟΙΣΒΟΣ	141	400	Α
ΕΔΕΜ	136	295	Α
ΑΚΤΗ ΑΛΙΜΟΥ	140	212	Α

ΑΚΤΗ ΕΟΤ ΑΛΙΜΟΥ (ΑΚΤΗ ΑΛΙΜΟΥ)	194	240	A
ΛΟΥΤΡΑ ΑΛΙΜΟΥ (ΑΜΜΟΣ BEACH BAR)	71	156	K
ΑΓ.ΚΟΣΜΑΣ	130	200	A
ΑΡΧΗ ΠΑΡΑΛΙΑΣ ΓΛΥΦΑΔΑΣ (PALACE HOTEL)	212	TNTC	A
ΜΑΟ ΚΑΦΕ ΠΑΡΑΛΙΑ ΓΛΥΦΑΔΑΣ	176	412	A
SCIROCCO ΚΑΦΕ	139	212	A
ΚΑΦΕ ΘΕΑ ΘΑΛΑΣΣΑ ΤΕΛΟΣ ΠΑΡΑΛΙΑΣ ΓΛΥΦΑΔΑΣ	185	240	A
ΠΛΑΖ ΑΣΤΕΡΑΣ ΓΛΥΦΑΔΑΣ	180	235	A
ΑΠΟΛΛΩΝΙΕΣ ΑΚΤΕΣ Α'ΒΟΥΛΑΣ	180	240	A
ΠΑΡΑΛΙΑ ΒΟΥΛΑΣ ΚΑΦΕΤΕΡΙΑ ΣΜΑΡΑΓΔΙ	171	235	A
ΠΑΡΑΛΙΑ ΒΟΥΛΑΣ CLUB ΒΟ	70	181	K
ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ ΒΟΥΛΑΣ VIVE MARE CAFÉ	161	279	A
ΑΚΤΗ ΚΑΒΟΥΡΙΟΥ MARITINE LTD	121	176	A
ΑΚΤΗ ΑΚΤΗ ΚΑΒΟΥΡΙΟΥ DIVANI PALACE	91	136	K
ΑΚΤΗ ΚΑΒΟΥΡΙΟΥ ΤΑΒΕΡΝΑ ΚΡΗΤΙΚΟΣ	261	484	A
ΣΑΡΩΝΙΚΟΣ 2	ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ---ΣΟΥΝΙΟ		
ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ ΑΡΧΗ	130	170	A
ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ 200μ ΜΕΤΑ	120	210	A

ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ 200 μ ΜΕΤΑ	130	180	A
ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ 200μ ΜΕΤΑ	140	220	A
ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ ΑΚΤΗ ΑΣΤΕΡΑΣ (ΛΑΙΜΟΣ)	260	301	A
ΑΣΤΕΡΑΣ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ Α	160	230	A
ΑΣΤΕΡΑΣ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ Β	115	220	A
ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ ΑΚΤΗ ΩΚΕΑΝΙΔΑ ΑΡΧΗ	172	204	A
ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ ΑΚΤΗ ΩΚΕΑΝΙΔΑ 100 μ ΜΕΤΑ	131	185	A
ΠΑΡΑΛΙΑ ΧΕΙΜ/ΩΝ ΚΟΛΥΜΒΗΤΩΝ ΠΡΙΝ ΤΟ ΛΑΜΠΡΟ	75	120	K
ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ ΤΕΡΜΑ	141	201	A
ΛΙΜΑΝΑΚΙΑ	87	120	K
ΒΑΡΚΙΖΑ ΣΤΑΣΗ ΜΥΣΤΡΑΛ	61	100	K
ΒΑΡΚΙΖΑ ΒΡΑΧΑΚΙΑ	85	170	K
ΒΑΡΚΙΖΑ HAAGEN DASZ	138	210	A
ΕΟΤ ΒΑΡΚΙΖΑ	146	204	A
ΒΑΡΚΙΖΑ ΕΚΘΕΣΗ ΛΟΥΛΟΥΔΙΩΝ	171	200	A
ΒΑΡΚΙΖΑ ΠΛΑΖ ΑΡΧΗ	66	130	K
ΒΑΡΚΙΖΑ ΠΛΑΖ ΝΑΟΒΒ ΣΧΟΛΗ ΙΣΤΙΟΣΑΝΙΔΑΣ	126	241	A
ΒΑΡΚΙΖΑ ΤΕΡΜΑ	111	185	A
ΓΡΑΦΕΙΟ ΑΘΛ.ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΔΗΜΟΣ ΚΩΡΩΠΙΩΝ	145	271	A
ΑΓ.ΜΑΡΙΝΑ	65	103	K

ΨΑΡΟΤΑΒΕΡΝΑ ΓΑΛΑΖΙΟ ΚΥΜΑ			
ΑΓ.ΜΑΡΙΝΑ ΤΕΛΟΣ	65	89	Κ
ΑΓ.ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	112	180	Α
ΛΑΓΟΝΗΣΙ ΓΑΛΑΖΙΑ ΑΚΤΗ ΑΡΧΗ	141	276	Α
ΛΑΓΟΝΗΣΙ ΓΑΛΑΖΙΑ ΑΚΤΗ ΤΕΛΟΣ	76	131	Κ
ΛΑΓΟΝΗΣΙ ΧΡΙΣΤΟΦΑΚΗΣ ΑΤΕΕ (ΚΑΛΥΒΙΑ)	158	286	Α
ΛΑΓΟΝΗΣΙ ΔΕΛΑΟ	66	101	Κ
ΣΑΡΩΝΙΔΑ ΚΤΙΡΙΟ ΝΟ 46	52	176	Κ
ΣΑΡΩΝΙΔΑ ΕΔΕΜ	120	180	Α
ΣΑΡΩΝΙΔΑ ΕΚΘΕ	115	130	Α
ΣΑΡΩΝΙΔΑ ΖΕΦΥΡΟΣ ΒΑΡ	50	106	Κ
ΑΝΑΒΥΣΣΟΣ ΜΑΥΡΟ ΛΙΘΑΡΙ	130	201	Α
ΑΓ.ΝΙΚΟΛΑΟΣ Α	120	195	Α
ΑΓ.ΝΙΚΟΛΑΟΣ Β	115	220	Α
ΦΩΚΑΙΑ Α	130	220	Α
ΦΩΚΑΙΑ Β	80	176	Κ
ΘΥΜΑΡΙ Α	75	120	Κ
ΘΥΜΑΡΙ Β	135	210	Α
ΛΕΓΡΑΙΝΑ	80	100	Κ
ΣΟΥΝΙΟ Α	75	100	Κ
ΣΟΥΝΙΟ Β	70	95	Κ
ΑΝΑΤ.ΑΤΤΙΚΗ	ΣΧΙΝΙΑΣ ----ΛΑΥΡΙΟ		
ΣΧΙΝΙΑΣ ΠΕΥΚΑ ΤΕΡΜΑ	50	120	Κ
ΣΧΙΝΙΑΣ 50 μ ΜΕΤΑ	60	80	Κ
ΣΧΙΝΙΑΣ ΠΕΥΚΑ 50μ ΜΕΤΑ	70	90	Κ
ΣΧΙΝΙΑΣ ΑΘΛ.ΚΕΝΤΡΟ	250	360	Α

ΣΧΙΝΙΑΣ 50 μ ΜΕΤΑ	130	210	A
ΣΧΙΝΙΑΣ 50 μ ΜΕΤΑ	120	200	A
ΣΧΙΝΙΑΣ ΤΕΡΜΑ	120	210	A
ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ ΤΑΒΕΡΝΕΣ	130	250	A
ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ 150μ ΜΕΤΑ	140	270	A
ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ ΤΕΡΜΑ	150	220	A
ΝΕΑ ΜΑΚΡΗ ΨΑΡΟΤΑΒΕΡΝΑ Η ΤΡΑΤΑ	130	270	A
ΝΕΑ ΜΑΚΡΗ ΤΕΡΜΑ	145	270	A
ΖΟΥΜΠΕΡΙ	121	200	A
ΑΓ.ΑΝΔΡΕΑΣ	86	131	K
ΚΥΑΝΗ ΑΚΤΗ	70	90	K
ΜΑΤΙ	70	76	K
ΚΟΚΚΙΝΟ ΛΙΜΑΝΑΚΙ	148	250	A
ΡΑΦΗΝΑ Α	80	120	K
ΡΑΦΗΝΑ Β	140	170	A
ΛΟΥΤΣΑ ΠΡΙΝ ΝΑΟ	150	210	A
ΑΡΤΕΜΙΔΑ ΝΑΟΣ	131	250	A
ΛΟΥΤΣΑ 100 μ ΜΕΤΑ	150	270	A
ΛΟΥΤΣΑ ΚΑΦΕ ΗΛΙΟΤΡΟΠΙΟ	146	200	A
ΛΟΥΤΣΑ 100 μ ΜΕΤΑ	170	230	A
ΛΟΥΤΣΑ ΠΡΟΣ ΒΡΑΥΡΩΝΑ Α	180	200	A
ΛΟΥΤΣΑ ΠΡΟΣ ΒΡΑΥΡΩΝΑ 100 μ ΜΕΤΑ	70	90	K
ΒΡΑΥΡΩΝΑ ΒΡΑΧΙΑ	80	96	K
ΒΡΑΥΡΩΝΑ ΑΜΜΟΥΔΙΑ	71	92	K
ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΠΡΙΝ ΤΟ ΛΙΜΑΝΙ	60	111	K
ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ ΠΑΡΚΟ	76	212	K
ΑΥΛΑΚΙ ΑΡΧΗ	125	227	A
ΑΥΛΑΚΙ 100 μ ΜΕΤΑ	112	200	A
ΑΥΛΑΚΙ ΕΟΤ	136	249	A

ΚΑΚΙΑ ΘΑΛΑΣΣΑ	85	136	K
ΔΑΣΚΑΛΙΟ Α	141	211	A
ΔΑΣΚΑΛΙΟ Β	156	270	A
ΔΑΣΚΑΛΙΟ Γ	220	330	A
ΣΥΡΙ Α	85	120	K
ΣΥΡΙ Β	105	180	A
ΛΑΥΡΙΟ	221	330	A
ΛΑΥΡΙΟ ΔΕΗ Α	80	100	K
ΛΑΥΡΙΟ ΔΕΗ Β	70	80	K
ΔΥΤΙΚΗ ΑΤΤΙΚΗ	ΠΕΡΑΜΑ-----ΚΟΡΙΝΘΟΣ		
1.ΠΕΡΑΜΑ	350	650	A
2.ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΣ	220	380	A
3. ΕΛΕΥΣΙΝΑ ΛΙΜΑΝΙ ΟΔ .ΚΑΝΕΛΛΟΠΟΥΛΟΥ	146	212	A
4. ΕΛΕΥΣΙΝΑ 500 μ ΜΕΤΑ	112	180	A
5. ΕΛΕΥΣΙΝΑ Γ	108	150	A
6 ΛΟΥΤΡΟΠΥΡΓΟΣ HOTEL ΑΚΤΙ	71	140	K
7.ΛΟΥΤΡΟΠΥΡΓΟΣ ΤΕΛΟΣ	80	90	K
8. ΝΕΡΑΚΙ Α MUSIC CLUB ΛΑΔΑΔΙΚΑ	60	121	K
9.ΝΕΡΑΚΙ ΤΕΛΟΣ ΠΑΡΑΛΙΑΣ	60	80	K
10. ΝΕΡΑΚΙ ΚΑΤΩ ΑΠΟ SOFTEX	125	201	A
11.ΝΕΑ ΠΕΡΑΜΟΣ 50μ ΠΡΙΝ ΣΧΟΛΗ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΟΥ	70	146	K
12.ΝΕΑ ΠΕΡΑΜΟΣ 500M ΜΕΤΑ	130	170	A
13 ΝΕΑ ΠΕΡΑΜΟΣ 100 M ΜΕΤΑ	150	200	A
14.ΝΕΑ ΠΕΡΑΜΟΣ 100 M ΜΕΤΑ	160	270	A

15. NEA ΠΕΡΑΜΟΣ ΛΙΜΑΝΑΚΙ	135	220	A
16.NEA ΠΕΡΑΜΟΣ ΤΕΡΜΑ	125	185	A
17. FERRY BOAT ΓΙΑ ΣΑΛΑΜΙΝΑ	180	270	A
18.ΚΑΚΙΑ ΣΚΑΛΑ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΟΥΝΕΛ	80	175	K
19.ΚΑΚΙΑ ΣΚΑΛΑ 250 μ ΠΡΙΝ ΑΠΟ HOTEL	90	160	K
20. ΚΑΚΙΑ ΣΚΑΛΑ HOTEL ΚΟΚΚΙΝΙΣ	74	121	K
21. ΚΙΝΕΤΤΑ ΠΑΡΑΛΙΑ ΕΙΣΟΔΟΣ ΚΙΝΕΤΤΑΣ	61	104	K
22. ΚΙΝΕΤΤΑ 100M ΜΕΤΑ	60	80	K
23..ΚΙΝΕΤΤΑ HOTEL ΒΟΥΣΟΥΛΑΣ	126	212	A
24.ΚΙΝΕΤΤΑ 150 M ΜΕΤΑ	75	112	K
25..ΚΙΝΕΤΤΑ 200 M ΜΕΤΑ	81	120	K
26.ΚΙΝΕΤΤΑ 150M ΜΕΤΑ	70	95	K
27.ΚΙΝΕΤΤΑ 150 M ΜΕΤΑ	72	100	K
28.ΚΙΝΕΤΤΑ ΤΕΛΟΣ	76	111	K
29. ΑΓ.ΘΕΟΔΩΡΟΙ ΑΒΙΝ ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΔΡΟΜΟΣ	212	365	A
30.ΑΓ.ΘΕΟΔΩΡΟΙ ΑΡΧΗ	130	210	A
31. ΑΓ.ΘΕΟΔΩΡΟΙ 300μ ΜΕΤΑ	140	240	A
32.ΑΓ.ΘΕΟΔΩΡΟΙ 300 μ ΜΕΤΑ	80	90	K
33.ΑΓ.ΘΕΟΔΩΡΟΙ ΤΕΡΜΑ 1 ^{ης} ΠΑΡΑΛΙΑΣ	80	95	K
34.ΑΓ.ΘΕΟΔΩΡΟΙ ΟΔ.ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ	90	120	K
35.ΑΓ.ΘΕΟΔΩΡΟΙ 200μ ΜΕΤΑ	90	100	K

36.ΑΓ.ΘΕΟΔΩΡΟΙ 200μ ΜΕΤΑ	95	120	Κ
37.65ο ΧΛ.ΑΘΗΝΩΝ ΚΟΡΙΝΘΟΥ	120	150	Α
38.ΛΙΜΑΝΙ MOTOR OIL	140	180	Α
39.MOTOR OIL	135	220	Α
40.ΣΟΥΣΑΚΙ Α CAMPING	120	190	Α
41.ΣΟΥΣΑΚΙ Β	140	175	Α
42.ΙΣΘΜΙΑ Α	165	210	Α
43.ΙΣΘΜΙΑ Β	180	230	Α
44.ΙΣΘΜΙΑ Γ	180	240	Α
45.ΚΟΡΙΝΘΟΣ ΝΟΜΑΡΧΙΑ	165	220	Α
46. ΚΟΡΙΝΘΟΣ 500μ ΠΡΟΣ ΠΑΤΡΑ	185	235	Α
47. ΚΟΡΙΝΘΟΣ ΠΟΣΕΙΔΩΝΕΙΟ ΠΡΟΣ ΛΟΥΤΡΑΚΙ	200	280	Α

ΠΗΓΗ: www.pakoe.gr