

ΕΚΘΕΣΗ ΠΑΡΑΔΟΤΕΩΝ

Π2, Π4 & Π5

- Π2 ΤΕΛΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΓΙΑ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ,
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΝΔΕΣΗ - ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΗΝ
ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΥΠΟΔΟΜΗ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ
ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ
- Π4 ΤΕΛΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΓΙΑ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ
ΠΑΚΕΤΩΝ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ
ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΟ ΥΠΑΡΧΟΝ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΟΥ
ΦΟΡΕΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ
ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΣΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥΣ
- Π5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ
ΕΡΕΥΝΩΝ, ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ
ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΟ
ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

INNACT-RWG 2002-2003

ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΤΟΥ ΕΤΠΑ 2000-2006

(με συγχρηματοδότηση από το ΕΤΠΑ)

ΥΠΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: 4 ΜΕΤΡΟ: 4.2

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: INNACT-RWG 2002-2003		
ΥΠΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑ	4	Υποστήριξη της βιολογικής γεωργίας μέσω υιοθέτησης καινοτόμων τεχνολογιών
ΜΕΤΡΟ	4.2	Συγκριτικές μελέτες των επιπτώσεων της ρύπανσης του υπεδάφους και των υδάτων στη βιολογική και συμβατική γεωργία και εκτίμηση της επικινδυνότητας στην ανθρώπινη υγεία

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ

ΥΠΟ-ΕΡΓΑ	ΤΙΤΛΟΣ
1	Προμήθεια, εγκατάσταση και λειτουργία εξοπλισμού Εργαστηρίου Περιβαλλοντικών Μελετών και σύνδεση – συνδυασμός του με την υπάρχουσα υποδομή του Φορέα Εκτέλεσης. Πρόσληψη προσωπικού για τη λειτουργία / συντήρηση του νέου εξοπλισμού
2	Προμήθεια πακέτων λογισμικού και διασύνδεσή τους με το υπάρχον λογισμικό του Φορέα Εκτέλεσης και εκπαίδευση του προσωπικού στη λειτουργία τους
3	Αξιολόγηση δυνατοτήτων Εργαστηρίου Περιβαλλοντικών Μελετών, τεκμηρίωση διαδικασιών παροχής υπηρεσιών και σχέδιο βιωσιμότητας

ΦΟΡΕΑΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ:	ΙΤΕ/ΕΙΧΗΜΥΘ		
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΝΟΜΙΜΟΥ ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΥ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ			
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	Καθ. Αλκιβιάδης Χ. Παγιατάκης		
ΘΕΣΗ ΣΤΟΝ ΦΟΡΕΑ	Διευθυντής		
ΤΑΧΥΔΡΟΜΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	Οδός Σταδίου, Πλατάνι-Ρίο, Τ.Θ. 1414, 26504, Πάτρα		
ΤΗΛΕΦΩΝΟ	2610-965 301	FAX	2610-990 987
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΤΑΧΥΔΡΟΜΕΙΟ	acp@iceht.forth.gr		

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΝΤΑΞΑΝΤΑ ΤΗΝ ΕΚΘΕΣΗ (ΥΠΕΥΘΥΝΟΥ ΕΡΓΟΥ)						
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	Καθ. Αλκιβιάδης Χ. Παγιατάκης		Δρ. Γεώργιος Ν. Κωνσταντινίδης			
ΘΕΣΗ ΣΤΟΝ ΦΟΡΕΑ	Διευθυντής		Εντεταλμένος Λειτουργικός Επιστήμονας			
ΤΑΧΥΔΡΟΜΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	Οδός Σταδίου, Πλατάνι-Ρίο, Τ.Θ. 1414 26504, Πάτρα		Οδός Σταδίου, Πλατάνι-Ρίο, Τ.Θ. 1414 26504, Πάτρα			
ΤΗΛΕΦΩΝΟ	2610-965 301	FAX	2610-990 987	2610-965 204	FAX	0610-965 223
ΗΛΕΚΤΡ. ΤΑΧΥΔΡΟΜΕΙΟ	acp@iceht.forth.gr		geco@iceht.forth.gr			

ΕΚΘΕΣΗ ΠΑΡΑΔΟΤΕΩΝ Π2
ΤΕΛΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΓΙΑ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ,
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ
ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΗ - ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΤΟΥΣ
ΜΕ ΤΗΝ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΥΠΟΔΟΜΗ
ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
INNACT-RWG 2002-2003
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΤΟΥ ΕΤΠΑ 2000-2006
(με συγχρηματοδότηση από το ΕΤΠΑ)
ΥΠΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: 4 ΜΕΤΡΟ: 4.2

**ΤΕΛΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ
ΓΙΑ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ, ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ
ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΗ - ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΗΝ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΥΠΟΔΟΜΗ
ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ (ΙΤΕ/ΕΙΧΗΜΥΘ)**

Το Υπόεργο 1 του παρόντος Έργου που αφορούσε την προμήθεια εξοπλισμού έπρεπε να ολοκληρωθεί στις 31.06.2003. Επειδή όμως παρατηρήθηκε σημαντική χρονική υστέρηση στις χρηματοοικονομικές εισροές και ο προϋπολογισμός του Υποέργου 1 αντιστοιχούσε στο περίπου 86% του συνολικού προϋπολογισμού, η προμήθεια μέρους του εξοπλισμού ολοκληρώθηκε μετά τη λήψη της δεύτερης προκαταβολής του Έργου.

Αντικείμενο του παρόντος Έργου είναι η δημιουργία ενός Εργαστηρίου Περιβαλλοντικών Μελετών (Τμήμα της Μονάδας Παροχής Υπηρεσιών Προστασίας Εδάφους και Υδάτων του ΙΤΕ/ΕΙΧΗΜΥΘ) που διαθέτει την κατάλληλη υλικοτεχνική υποδομή καθώς και το εξειδικευμένο επιστημονικό και τεχνικό προσωπικό για τις ακόλουθες μακροπρόθεσμες δραστηριότητες:

- Εντοπισμός και καταγραφή των πηγών ρύπανσης
- Παρακολούθηση και έλεγχος της ρύπανσης με δειγματοληπτική εξακρίβωσή της στο υπέδαφος, τα πόσιμα, επιφανειακά και υπόγεια ύδατα για τη ταυτοποίηση και το ποσοτικό προσδιορισμό ουσιών (π.χ. οργανικές ενώσεις, βαρέα μέταλλα) που είναι επιβλαβείς ή και τοξικές για τον άνθρωπο και το οικοσύστημα.
- Χημική αναγνώριση των ρύπων στο υπέδαφος και υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών ουσιών στα αγροτικά προϊόντα

Με βάση τα ως άνω αποτελέσματα

- Θα υπολογίζεται η εξέλιξη της ρύπανσης με συνδυασμένη χρήση πειραματικών δεδομένων από εργαστηριακές δοκιμές και πυρηνοληψίες και θεωρητικών προβλέψεων της βραχυπρόθεσμης & μακροπρόθεσμης μεταφοράς ρύπων στο υπέδαφος με τη βοήθεια κωδίκων Η/Υ
- Θα εκτιμάται ο κίνδυνος περαιτέρω μόλυνσης των υπογείων υδάτων και ο κίνδυνος για τους κατοίκους των εν λόγω περιοχών, το οικοσύστημα, τα γεωργικά και άλλα προϊόντα ζωικής παραγωγής
- Θα προτείνει τεχνικά και οικονομικά βιώσιμες στρατηγικές ανάσχεσης της ρύπανσης και εξυγίανσης του υπεδάφους.

Στόχος του Υποέργου 1 με τίτλο «Προμήθεια, εγκατάσταση και λειτουργία εξοπλισμού Εργαστηρίου Περιβαλλοντικών Μελετών και σύνδεση – συνδυασμός του με την υπάρχουσα υποδομή του Φορέα Εκτέλεσης. Πρόσληψη προσωπικού για τη λειτουργία / συντήρηση του νέου εξοπλισμού» είναι αρχικά η επιλογή, προμήθεια, εγκατάσταση και λειτουργία του κατάλληλου εξοπλισμού για χημική αναγνώριση των ρύπων (π.χ. οργανικές ενώσεις, βαρέα μέταλλα, φυτοφάρμακα, εντομοκτόνα, κλπ.) στο υπέδαφος, τα πόσιμα, επιφανειακά και υπόγεια ύδατα και υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών ουσιών στα αγροτικά προϊόντα.

Ο εξοπλισμός του Εργαστηρίου Περιβαλλοντικών Μελετών περιλαμβάνει όργανα ή συστήματα οργάνων που αγοράστηκαν και όργανα που ήδη υπάρχουν στο ΙΤΕ/ΕΙΧΗΜΥΘ, όπως φαίνεται στον Πίνακα Π2.1. Αρχικά έγινε η προμήθεια και εγκατάσταση των τεσσάρων μεγάλων οργάνων του Εργαστηρίου, που αποτελούν και την «καρδιά» του Εργαστηρίου, όσον αφορά τις χημικές αναλύσεις δηλαδή,

- Χρωματογράφος αερίων με φασματογράφο μάζας
- Χρωματογράφος υγρών με φασματογράφο μάζας
- Ιοντικός Χρωματογράφος
- Συσκευή μέτρησης Ολικού Οργανικού Άνθρακα και μέτρησης Ολικού Αζώτου

Τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των τεσσάρων προαναφερθέντων οργάνων που αγοράστηκαν δίνονται στο Παράρτημα Π2.1

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ

Όργανο-Συσκευή	Χαρακτηρισμός & Ανάλυση Εδαφών	Ανάλυση Υδάτων	Ανάλυση Φυτοφαρμάκων
Χρωματογράφος αερίων με φασματογράφο μάζας	✓	✓	✓
Χρωματογράφος υγρών με φασματογράφο μάζας	✓	✓	✓
Ιοντικός Χρωματογράφος	✓	✓	
Συσκευή μέτρησης Ολικού Οργανικού Άνθρακα και Ολικού Αζώτου	✓	✓	✓
Θάλαμος βιολογικής ασφάλειας	✓	✓	✓
Ψυκτικός / Θερμαινόμενος θάλαμος (incubator)	✓	✓	✓
Αναβάθμιση συστήματος micro-Raman	✓		
Συσκευή μέτρησης pH	✓	✓	✓
Συσκευή μέτρησης ηλεκτρικής αγωγιμότητας	✓	✓	✓
Σύστημα βιοαντιδραστήρα / ζυμωτήρα (fermentor)	✓		
Οπτικό μακροσκόπιο	✓		
Συσκευή φυγοκέντρησης	✓	✓	✓
Αντλία κενού	✓	✓	✓
Κλίβανος	✓		
Ψυχρό δωμάτιο (cold room)	✓	✓	✓
Βασικός εξοπλισμός Εργαστηρίου Περιβαλλοντικών Μελετών (πάγκοι, απαγωγοί, κλπ.)	✓	✓	✓
Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης (η αγορά χρηματοδοτείται από άλλη πηγή)	✓		✓
Φασματόμετρο φθορισμού ακτινοβολίας X*	✓	✓	
Φασματόμετρο Ατομικής Απορρόφησης*	✓	✓	
Φασματογράφος μάζας ισοτόπων υψηλής ακριβείας*	✓	✓	
Πορόμετρο υδραργύρου*	✓		
Συσκευή ανάλυσης πορωδών υλικών με ρόφηση αερίων*	✓		
Μετρητές μεγέθους σωματιδίων*	✓	✓	✓
Μετρητής μεγέθους και ηλεκτρικού φορτίου κολλοειδών σε αιωρήματα*	✓	✓	✓
Μικροσκόπιο Ατομικών Δυνάμεων*	✓		
Οπτικά Μικροσκόπια	✓		✓
H/Y	Για επεξεργασία πειραματικών μετρήσεων και για το λογισμικό του Υπόεργου 2		
* Προϊπάργον εξοπλισμός			

Επίσης αγοράστηκαν και εγκαταστάθηκαν τα ακόλουθα όργανα:

Θάλαμος βιολογικής ασφάλειας όπου γίνονται όλες οι προκαταρκτικές εργασίες προετοιμασίας των δειγμάτων προς ανάλυση εξασφαλίζοντας ότι τα βακτήρια και οι μικροοργανισμοί που πάντα υπάρχουν στα δείγματα (ιδίως σε δείγματα εδάφους) δεν θα εξαπλωθούν

Ψυκτικός / Θερμαινόμενος θάλαμος (incubator) που λειτουργεί σε θερμοκρασίες 0-100 °C για αποθήκευση / διατήρηση δειγμάτων και εκτέλεση πειραμάτων / μετρήσεων υπό συνθήκες σταθερής θερμοκρασίας.

Εξαρτήματα για αναβάθμιση συστήματος micro-Raman

Το σύστημα micro-Raman μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσδιορισθούν μολύνσεις, προσμίξεις, ανομοιογένειες, καθώς και φυσικοχημικές και δομικές ιδιότητες της επιφάνειας στερεών υλικών, όπως το χώμα. Το δείγμα τοποθετείται σε μικροτράπεζα μικροσκοπίου και μπορεί να κινηθεί με απόλυτη ακρίβεια κατά την x και y διεύθυνση. Σε συγκεκριμένο σημείο (x, y) του δείγματος προσπίπτει μονοχρωματική δέσμη laser Ar και ανιχνευτής CCD συλλέγει την σκεδάζουσα ακτινοβολία. Για το συγκεκριμένο σημείο αποθηκεύεται στον υπολογιστή ένα φάσμα Raman. Το δείγμα μετακινείται κατά μικρά βήματα (μέγιστη μετατόπιση ~ 1 mm) κατά την x ή την y διεύθυνση

και η διαδικασία επαναλαμβάνεται. Στο τέλος υπάρχει στο PC ένα file με τα φάσματα Raman σε κάθε θέση (x, y). Με τον τρόπο αυτό σχηματίζεται ένας χάρτης που δίνει πληροφορίες για την παρουσία και τη συγκέντρωση συγκεκριμένων χημικών ειδών ή ενεργών θέσεων σε κάθε σημείο της επιφάνειας που έχει σαρωθεί. Με το τρόπο αυτό αντλούνται πληροφορίες για προσροφημένες ουσίες στην επιφάνεια κόκκων χόματος.

Συσκευή μέτρησης pH με ακρίβεια μέτρησης pH 0.001.

Συσκευή μέτρησης ηλεκτρικής αγωγιμότητας με ακρίβεια μέτρησης 0.0001 mS και εύρος μέτρησης 0 – 20000 mS.

Σύστημα βιοαντιδραστήρα / ζυμωτήρα (fermentor) για καλλιέργειες κυττάρων, ζυμών, βακτηρίων κλπ., τεσσάρων δοχείων με συστήματα ανάδευσης, θέρμανσης, ελέγχου pH, ελέγχου αφρισμού, και συστήματα προσθήκης αντιδραστηρίων.

Οπτικό μακροσκόπιο για οπτική παρατήρηση στερεών δειγμάτων.

Συσκευή φυγοκέντρωσης για διαχωρισμούς αιωρημάτων.

Αντλία κενού ως εφεδρική για δημιουργία κενού στα συστήματα GC/MS και LC/MS.

Κλίβανος για καθαρισμό με καύση στερεών δειγμάτων.

Κατασκευάστηκε «ψυχρό δωμάτιο» (cold room) προκειμένου να εκτελούνται πειράματα και μετρήσεις υπό σταθερές συνθήκες θερμοκρασίας μικρότερης αυτής του περιβάλλοντος και απόλυτα καθαρές συνθήκες.

Εγκαταστάθηκε βασικός εξοπλισμός του Εργαστηρίου Περιβαλλοντικών Μελετών που περιλαμβάνει πάγκους εργασίας, απαγωγούς, κλπ.

Γίνεται φανερό από τον Πίνακα Π2.1 και το Παράρτημα Π2.1 ότι με τα όργανα που αγοράστηκαν το Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Μελετών είναι δυνατόν να εκτελέσει πλήρεις ποιοτικές και ποσοτικές χημικές αναλύσεις σχετικές με την προστασία περιβάλλοντος. Οι αναλύσεις αυτές μπορεί να είναι είτε αναλύσεις «ρουτίνας», είτε εξειδικευμένες χημικές αναλύσεις τοξικών οργανικών ενώσεων, βαρέων μετάλλων, ιχθυοστοιχείων, υπολειμμάτων λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων, εντομοκτόνων κλπ. σε δείγματα εδάφους, υπόγειου και επιφανειακού νερού, αγροτικών προϊόντων κλπ.

Με τον προϋπάρχοντα εξοπλισμό του ΙΤΕ/ΕΙΧΗΜΥΘ μπορούν επίσης να γίνουν οι ακόλουθοι τύποι αναλύσεων:

- Στερεολογική / μορφολογική ανάλυση πορωδών υλικών, όπως το έδαφος, με τα όργανα όπως το Πορόμετρο υδραργύρου, η Συσκευή ανάλυσης πορωδών υλικών με ρόφηση αερίων, το Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης με DEXA και TEM, το Μικροσκόπιο Ατομικών Δυνάμεων, τα Οπτικά Μικροσκόπια
- Ανάλυση κολλοειδών και γενικά σωματιδίων σε επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα με τα όργανα όπως οι Μετρητές μεγέθους σωματιδίων, ο Μετρητής μεγέθους και ηλεκτρικού φορτίου κολλοειδών σε αιωρήματα
- Υδρολογικές αναλύσεις (προσδιορισμός «μονοπατιών ροής» υπόγειων υδάτων) με όργανα όπως ο Φασματογράφος μάζας ισοτόπων υψηλής ακριβείας

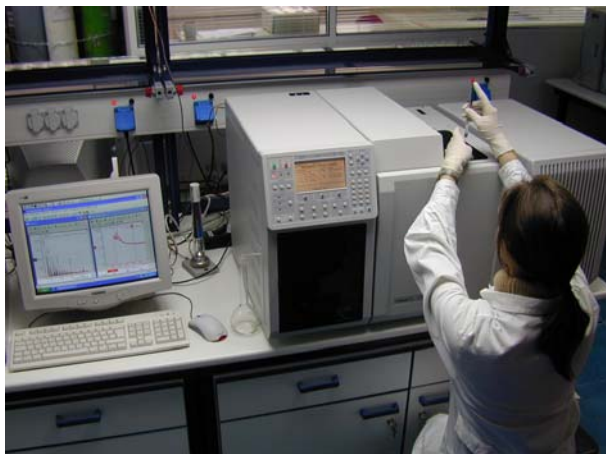
Με τον τρόπο αυτόν έχουν καλυφθεί οι βασικές ανάγκες σε εξοπλισμό του Εργαστηρίου Περιβαλλοντικών Μελετών και μετά την εκπαίδευση του προσωπικού των δυο (2) ατόμων που έχουν προσληφθεί ειδικά για την λειτουργία, χειρισμό και συντήρηση του ως άνω εξοπλισμού, θα προχωρήσουμε σε δειγματοληψία εδάφους και υδάτων από περιοχές που εφαρμόζεται τόσο η συμβατική, όσο και η βιολογική γεωργία και θα ακολουθήσει λεπτομερής ανάλυση των δειγμάτων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Π2.1

ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΚΟΛΟΥΘΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ:

- **Χρωματογράφος αερίων με φασματογράφο μάζας**
- **Χρωματογράφος υγρών με φασματογράφο μάζας**
- **Ιοντικός Χρωματογράφος**
- **Συσκευή μέτρησης Ολικού Οργανικού Άνθρακα και Ολικού Αζώτου**

Σύστημα Χρωματογράφου Αερίων με Φασματογράφο Μάζας (GC/MS)



Επελέγη, αγοράστηκε, εγκαταστάθηκε και λειτουργεί το Σύστημα Χρωματογράφου Αερίων με Φασματογράφο Μάζας Saturn 2200 του οίκου Varian.

Το σύστημα αποτελείται από τα ακόλουθα τμήματα:

- α) Χρωματογράφος Αερίων με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:
- Θυρίδα εισαγωγής τύπου split/splitless με ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου και προγραμματισμού των πιέσεων και των ροών, με μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας 450°C και με ικανότητα ρύθμισης του λόγου split από 1:1-10.000:1.
 - Ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου και προγραμματισμού των πιέσεων και των ροών.
 - Ευρύχωρο κλίβανο χωρητικότητας τριών (3) στηλών.
 - Θερμοκρασιακή περιοχή κλιβάνου στηλών: Από περιβάλλοντος + 4°C έως 450°C
 - Δέχεται τρεις (3) εισαγωγείς δείγματος διαφόρων τύπων
 - Δέχεται τρεις (3) διαφορετικούς ανιχνευτές (εκτός του φασματογράφου μάζας) οι οποίοι μπορούν να λειτουργούν ταυτόχρονα.
 - Όλες οι παράμετροι λειτουργίας ρυθμίζονται μέσω λογισμικού
 - Αυτόματο ξεκίνημα του προγράμματος ανάλυσης με την έγχυση του δείγματος
 - Ενσωματωμένο πακέτο εντολών βοήθειας (On-line Help)
- β) Φασματογράφος Μάζας τύπου παγίδας ιόντων (ion trap) με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:
- Πηγή ιονισμού με πρόσκρουση ηλεκτρονίων (EI) με διπλό νήμα (dual filament) με αυτόματη εναλλαγή μέσω λογισμικού
 - Θετικό χημικό ιονισμό (PCI)
 - Λειτουργία Αποθήκευσης Επιλεγμένων Ιόντων (SIS) για 5 ομάδες ιόντων ή 5 ιόντα
 - Δυνατότητα MS/MS
 - Περιοχή μαζών: 10 - 650 amu
 - Ταχύτητα σάρωσης: 5.600 amu/sec
 - Γραμμική δυναμική περιοχή: 10⁴
 - Διακριτική ικανότητα ίση με μία μονάδα μάζας (unit mass) σε όλη τη περιοχή μαζών
 - Σύστημα συνεχούς ελέγχου κενού και παρακολούθησης της πίεσεως στο θάλαμο ανάλυσης
 - Στροβιλομοριακή αντλία παροχής: 70 l/sec ψυχόμενη με αέρα
 - Λειτουργία και έλεγχος από σύγχρονο λογισμικό, συμβατό με τις τελευταίες εκδόσεις MS Windows
 - Συνοδεύεται από σύγχρονη και πιστοποιημένη βιβλιοθήκη φασμάτων (NIST - 130,000 φασμάτων)
- γ) Σταθμός ελέγχου και συλλογής / επεξεργασίας δεδομένων του συστήματος του συστήματος εφοδιασμένο με το κατάλληλο λογισμικό

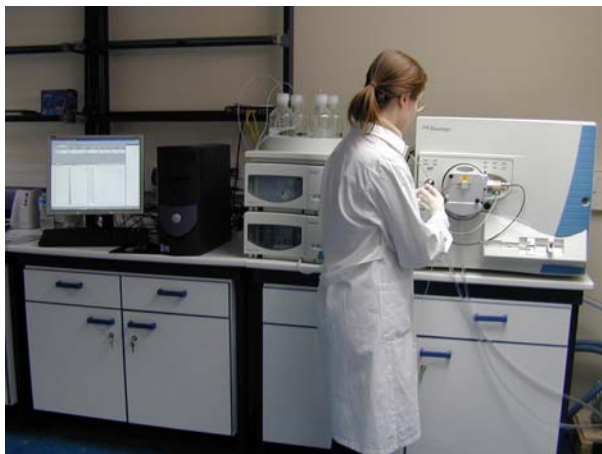
- δ) Πρόσθετοι ανιχνευτές: FID (Flame Ionization Detector) για αναλύσεις ρουτίνας και επαλήθευση αποτελεσμάτων ανιχνευτή MS, ECD (Electron Capture Detector) για προσδιορισμό οργανοχλωριωμένων ενώσεων (φυτοφαρμάκων).

Η φασματοσκοπία μάζας είναι μία πανίσχυρη αναλυτική τεχνική, η οποία δίνει την δυνατότητα ανίχνευσης αγνώστων ουσιών σε δείγματα νερού ή εδάφους, ποσοτικής τους ανάλυσης αλλά και μελέτης της μοριακής τους δομής. Με την μεθοδολογία αυτή μπορούν να μετρηθούν ποσοτικά ουσίες στο νερό των οποίων η συγκέντρωση φθάνει τα ppq (parts per quadrillion). Η φασματοσκοπία μάζας στηρίζεται βασικά στη «ζύγιση» των μορίων, η οποία και πραγματοποιείται με την μέτρηση του λόγου της μάζας προς το ηλεκτρικό φορτίο (m/z), ηλεκτρικά φορτισμένων μορίων ή ιόντων τα οποία εισέρχονται σε μαγνητικό πεδίο. Η απόκλιση της τροχιάς τέτοιων φορτισμένων ατομικών συγκροτημάτων είναι ανάλογη της μάζας τους. Μέτρηση λοιπόν της απόκλισης της τροχιάς των ιόντων σε αέρια κατάσταση καταλήγει σε μέτρηση της αντίστοιχης μάζας. Η χρωματογραφία αερίων αποτελεί τον συνηθέστερο τρόπο εισαγωγής των δειγμάτων σε ένα φασματογράφο μάζας. Μίγματα των προς ανάλυση ουσιών διαχωρίζονται σε ένα χρωματογράφο αερίων και στην συνέχεια εισάγονται σε φασματογράφο μάζας, ο οποίος είναι και ο ανιχνευτής, και όπου γίνεται η ποσοτική ανάλυση των ειδών. Το βασικό χαρακτηριστικό το οποίο και καθορίζει τα όρια ανίχνευσης διαφόρων ουσιών σε μίγματα είναι η ροή των προς ανάλυση ουσιών με την διατήρηση της κατάλληλης πίεσης στην είσοδο του φασματογράφου μάζας. Η συνηθέστερη διάταξη σύνδεσης χρωματογράφου αερίων -φασματογράφου μάζας είναι αυτή της τριχοειδούς στήλης η οποία χαρακτηρίζεται από χαμηλή ροή του φέροντος αερίου.

Ο χρωματογράφος αερίων με φασματογράφο μάζας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση των περισσότερων χημικών ενώσεων σχετικά χαμηλού μοριακού βάρους ($MB < 650$ για τον συγκεκριμένο που αγοράστηκε), οι οποίες εξαερώνονται και είναι σταθερές στην αέρια φάση. Οι ενώσεις που δεν μπορούν να αναλυθούν στο Χρωματογράφο αερίων με φασματογράφο μάζας αναλύονται στο Χρωματογράφο υγρών με φασματογράφο μάζας.

Γενικά η ανάλυση με χρωματογράφο αερίων με φασματογράφο μάζας προτιμάται εκείνης με χρωματογράφο υγρών με φασματογράφο μάζας, όπου μπορούν να γίνουν αναλύσεις και με τα δυο όργανα επειδή για την χρωματογραφία αερίων με φασματογράφο μάζας υπάρχουν διεθνώς αποδεκτές βιβλιοθήκες φασμάτων και τα αποτελέσματα είναι επαναλήψιμα, ενώ τα αποτελέσματα της χρωματογραφίας υγρών με φασματογράφο μάζας εξαρτώνται από τον διαλύτη στον οποίο βρίσκονται οι προς ανάλυση ενώσεις, την μέθοδο εκχύλισης και επειδή για την χρωματογραφία υγρών με φασματογράφο μάζας δεν υπάρχουν διεθνώς αποδεκτές βιβλιοθήκες φασμάτων.

Σύστημα Χρωματογράφου Υγρών με Φασματογράφο Μάζας (LC/MS)



Επελέγη, αγοράστηκε, εγκαταστάθηκε και λειτουργεί το Σύστημα Χρωματογράφου Υγρών με Φασματογράφο Μάζας LCQ Advantage Quadrupole Ion Trap του οίκου ThermoFinnigan αξίας 141.000 €.

Το σύστημα αποτελείται από τα ακόλουθα τμήματα:

- α) Χρωματογράφο Υγρών HPLC Surveyor με σύστημα άντλησης και ανάμιξης δυο εμβόλων και δυνατότητα βαθμωτής έκλυσης τεσσάρων διαλυτών και με ενσωματωμένο απαερωτή κενού με τα κάτωθι χαρακτηριστικά:
 - Μέγιστη πίεση λειτουργίας: 6000 psi
 - Κλίμακα ροής τουλάχιστον: 0.01-5 ml/min
 - Σχετική τυπική απόκλιση ροής: $\pm 0.5\%$.
 - Ακρίβεια ροής: $\pm 0.5\%$ (για παροχή 1ml/min)
 - Ακρίβεια συγκεντρώσεων: $\pm 1\%$ (για παροχή 1ml/min)
 - Ακρίβεια πίεσης σε υψηλές πιέσεις: $\pm 1\%-2\%$
 - Προγραμματισμός λειτουργίας με λογισμικό.
- β) Ανιχνευτή ορατού-υπεριώδους με διάταξη 512 διόδων και περιοχή λειτουργίας τουλάχιστον από 190-800 nm με λυχνίες δευτερίου και βολφραμίου-αλογόνου
- γ) Θερμοστάτη Σηλών
- δ) Φασματογράφο Μάζας με φίλτρα μάζας τύπου παγίδας ιόντων (ion trap) τύπου MS/MS με τα κάτωθι χαρακτηριστικά:
 - Περιοχή μαζών: 50-2000 amu
 - Διακριτική ικανότητα: 1 amu σε όλη την περιοχή μαζών
 - Ρυθμός σάρωσης: 500 – 6000 amu/sec
 - Γραμμική δυναμική περιοχή: 10^5
 - Σύστημα δημιουργίας κενού: Με μηχανική & στροβιλομοριακή αντλία
 - Σταθερότητα μάζας: 0.1 amu σε 8 ώρες.
 - Δυνατότητες σάρωσης : Πλήρης Σάρωση, Παρακολούθηση Επιλεγμένων Ιόντων (SIM), MS/MS, SRM, ZoomScan, AGC, κ.α.
 - Πηγή ιονισμού: Ηλεκτρονεκασμός (Electrospray ionization, ESI) με περιοχή ροής δείγματος 1-1000μl/min και δυνατότητα προσθήκης πηγής ιονισμού ατμοσφαιρικής πίεσης (Atmospheric Pressure Chemical Ionization, APCI)
 - Πλήρης έλεγχος από λογισμικό
- ε) Σταθμό ελέγχου και συλλογής / επεξεργασίας δεδομένων του συστήματος εφοδιασμένο με το κατάλληλο λογισμικό

Το σύστημα είναι κατάλληλο για ανάλυση φυτοφαρμάκων και των προϊόντων αποδόμησης τους σε υπόγεια και επιφανειακά νερά. Τα φυτοφάρμακα και τα ζιζανιοκτόνα που αναλύονται ποιοτικά και ποσοτικά αποκλειστικά σε συστήματα LC/MS είναι εκείνα που παρουσιάζουν υδρόφιλα χαρακτηριστικά (διαλύονται πλήρως στο νερό), παρουσιάζουν υψηλή πολικότητα και χαμηλή πτητικότητα. Τέτοιες ενώσεις είναι φαινυλικές ουρίες, μεθυλοκαρβαμυδικά, τριαζίνες, κλπ., μίγματα των οποίων είναι τα περισσότερα φυτοφάρμακα και ζιζανιοκτόνα. Οι προαναφερθείσες ενώσεις είναι γενικά δύσκολο να ανιχνευτούν, αλλά κυρίως να αναλυθούν ποσοτικά με φασματοφωτομετρικές μεθόδους οπτικής απορρόφησης, καθόσον υπάρχει αλληλεπίδραση με τον διαλύτη. Το σύστημα LC/MS είναι εφοδιασμένο και με ανιχνευτή ορατού-υπεριώδους, ώστε να γίνεται αρχικά μια προανίχνευση των συστατικών του προς εξέταση δείγματος, προκειμένου να περιορισθεί ενδεχόμενη είσοδος στον ανιχνευτή MS ουσιών που θα προκαλέσουν προβλήματα στην ανάλυση. Ο Φασματογράφος Μάζας είναι τύπου παγίδας ιόντων, που όπως τεκμηριώνεται από τη σχετική διεθνή βιβλιογραφία, είναι εκείνος ο τύπος ανιχνευτή που εξασφαλίζει καλύτερη ανίχνευση ακόμα και σε δείγματα που είναι μολυσμένα με πολλές ενώσεις. Τα όρια ανίχνευσης είναι εξαιρετικά χαμηλά και συγκεκριμένα μερικές δεκάδες pg (10^{-12} g), η ακριβής τιμή των οποίων εξαρτάται από την συγκεκριμένη ένωση. Τα όρια αυτά καλύπτουν τα standards που τίθενται από την Ευρωπαϊκή Ένωση σχετικά με τα ανώτατα όρια ρύπων σε ύδατα.

Σύστημα Χρωματογράφου Ιόντων (IC)



Επελέγη, αγοράστηκε, εγκαταστάθηκε και λειτουργεί το Σύστημα Χρωματογράφου Ιόντων ICS-2500 του οίκου Dionex αξίας 24.800 €.

Το σύστημα αποτελείται από τα ακόλουθα τμήματα:

- α) Αντλία βαθμωτής έκλουσης δυο (2) εμφύλων με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:
 - Ικανότητα δημιουργίας υψηλής πίεσης: - 5000 psi
 - Σταθερότητα και ακρίβεια ροής: διακύμανση παλμών 1%, ακρίβεια 0.5% ή 2μl/min
 - Επαναληψιμότητα: 0.1%
 - Πλήρης αυτοματοποιημένος έλεγχος λειτουργίας
 - Εύρος ροής: 0.01-10 ml/min
 - Δυνατότητα ελεγχόμενης ανάμιξης τεσσάρων (4) διαλυτών.
 - Δυνατότητα κυκλοφορίας του διαλύματος αναγέννησης από ανεξάρτητη οδό.
 - Σύστημα αυτοκαθαρισμού της αντλίας.
- β) Ανιχνευτής αγωγιμότητας με ικανότητα μέτρησης από 0.01 μS/cm έως 3.000 μS/cm (Διακριτική ικανότητα: 0.1 nS και Θόρυβος: 0.1 nS), καθώς και Ηλεκτροχημικός και αγωγιμομετρικός ανιχνευτής με θερμοστατούμενο στοιχείο αγωγιμότητας και αυτόματη αντιστάθμιση θερμοκρασίας με αγωγιμότητα. και με πλήρη αυτοματοποιημένο έλεγχο λειτουργίας και αυτοματοποιημένο σύστημα διάγνωσης ροών
- γ) Ηλεκτρονική βαλβίδα εισαγωγής δείγματος από αδρανές υλικό
- δ) Σύστημα θερμοστάτησης των στηλών
- ε) Σύστημα χημικής καταστολής με ή χωρίς την ανάγκη παροχής εξωτερικού διαλύματος αναγέννησης

Η χρωματογραφία ιόντων στηρίζεται στον διαχωρισμό των ιόντων με βάση τη διαφορετική ταχύτητα μετακίνησής τους σε ιοντοανταλλακτική στήλη. Ο διαχωρισμός των ιόντων επιτυγχάνεται λόγω της διαφορετικής τους ιοντοανταλλακτικής αντίδρασης, η οποία είναι χαρακτηριστική για κάθε ιόν. Η διαφορετική συνάφεια των ιόντων (κατιόντων και ανιόντων) για συγκεκριμένους ιοντοανταλλάκτες εξασφαλίζει το Χρωματογραφικό διαχωρισμό τους κατά την διέλευση μίγματος ιόντων από στήλη, η οποία περιέχει τον ιοντοαντάλλακτη. Η ποσοτικοποίηση της περιεκτικότητας σε ιόντα (κατιόντα/ανιόντα) γίνεται με την βοήθεια του κατάλληλου ανιχνευτή (αγωγιμότητας, αμπερομετρικός, UV/VIS) και των αντιστοιχών προτύπων διαλυμάτων.

Συσκευή Μέτρησης Ολικού Οργανικού Άνθρακα και Ολικού Αζώτου (TOC/TN)



Επελέγη, αγοράστηκε, εγκαταστάθηκε και λειτουργεί το Σύστημα Μέτρησης Ολικού Οργανικού Άνθρακα και Ολικού Αζώτου AG 2000 του οίκου Analytik Jena αξίας 37.600 €.

Το Σύστημα Μέτρησης Ολικού Οργανικού Άνθρακα και Ολικού Αζώτου AG 2000 έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Προσδιορισμός Ολικού Οργανικού Άνθρακα (TOC), Ολικού Άνθρακα (TC), Ανόργανου Άνθρακα (IC), Πτητικού Οργανικού Άνθρακα (NPOC), καθώς και Ολικού Αζώτου (TN) σε υγρά και στερεά δείγματα
- Οι μέθοδοι ανάλυσης είναι σύμφωνες με τα διεθνή πρότυπα και οι αναλυτές είναι πιστοποιημένοι.
- Ανιχνευτής NDIR για TOC (καταλύτης CeO₂ ή Pt) και CLD (chemiluminescence) ή αντίστοιχο για TN.
- Λειτουργία σε υψηλές θερμοκρασίες οξειδωσης (950°C) για μέτρηση TOC.
- Απλό στη χρήση μέσω Προσωπικού Ηλεκτρονικού Υπολογιστή (με κατάλληλο λογισμικό).
- Ποσότητα δείγματος: 0.1 – 0.5 ml
- Εύρος μέτρησης TOC: 0.05 – 3000 mg/l
- Εύρος μέτρησης TN: 0.05 – 200 mg/l
- Επαναληψιμότητα μετρήσεων: 0.05% της πλήρους κλίμακας.
- Χρόνος μέτρησης μικρότερος των 5 min.
- Η μετατροπή από ανάλυση υγρών σε ανάλυση στερεών δειγμάτων είναι γρήγορη και δεν απαιτεί μετατροπές του οργάνου.
- Αυτόματη ηλεκτρονική ρύθμιση φέροντος αερίου και βέλτιστων συνθηκών λειτουργίας
- Σύστημα ξήρανσης φέροντος αερίου που να μην απαιτεί συντήρηση
- Καταλύτης αποσύνθεσης του παραγομένου όζοντος για την προστασία περιβάλλοντος χώρου και χειριστών
- Συνοδεύεται από την απαραίτητη φιάλη αερίου Οξυγόνου (99,995%) με τα σχετικά μανόμετρα.
- Συνοδεύεται από αναλώσιμα 1000 δειγμάτων.

Για την μέτρηση του Ολικού Οργανικού Άνθρακα, TOC, υπάρχουν δύο μέθοδοι: Η διαφορική και η άμεση. Στην πρώτη μετρούνται τόσο ο ολικός άνθρακας, TC, και ο ανόργανος άνθρακας, IC, με ξεχωριστές μετρήσεις και ο TOC υπολογίζεται από την διαφορά μεταξύ TC και IC. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στις περιπτώσεις στις οποίες ο IC είναι μικρότερος του TOC, ή τουλάχιστον παρόμοιος μεγέθους.

Στην άμεση μέθοδο ο IC απομακρύνεται από το οξινισμένο δείγμα με την βοήθεια φέροντος αερίου και στην συνέχεια ο TOC προσδιορίζεται από την μέτρηση του TC, καθόσον ο TC είναι ίσος προς τον TOC. Η μέθοδος αυτή ονομάζεται και μέθοδος μέτρησης μη απαερούμενου οργανικού άνθρακα (NPOC, Non-Purgeable Organic Carbon) λόγω του ότι ο οργανικός άνθρακας ο οποίος απομακρύνεται με απαέρωση (POC, Purgeable Organic Carbon) όπως ο περιεχόμενος σε βενζόλιο, τολουόλιο, κυκλοεξάνιο και χλωροφόρμιο μπορεί να απομακρυνθεί μερικά από το δείγμα με απαέρωση με την βοήθεια αδρανούς αερίου. Η άμεση μέθοδος εφαρμόζεται σε επιφανειακά, υπόγεια και πόσιμα νερά επειδή στα δείγματα

αυτά κατά κανόνα το TOC είναι μικρότερο σε σύγκριση με τον IC και αμελητέος σε σύγκριση με τον POC.

Τα όργανα τα οποία χρησιμοποιούνται για την ανάλυση TOC βασίζονται στην οξείδωση του άνθρακα προς CO₂ είτε με καύση είτε με οξειδωτικά μέσα όπως το υπερθειικό Κάλιο. Το παραγόμενο CO₂ μετρείται με την βοήθεια ειδικού ανιχνευτή υπερύθρου NDIR (non-dispersive infrared gas analyzer)

Η μέτρηση του Ολικού Αζώτου, TN, επιτυγχάνεται με καύση του δείγματος σε ατμόσφαιρα οξυγόνου σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 1000°C. Το χημικά δεσμευμένο άζωτο μετατρέπεται σε νιτρικό οξύ το οποίο στην συνέχεια αντιδρά εντός ηλεκτροχημικού κελιού με 3 ηλεκτρόδια:

Αντίδραση Καύσεως: $R - N + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + NO + \text{οξείδια} \quad (1000^\circ C)$

Ανίχνευση: $NO + 2H_2O \text{ (ηλεκτρολύτης)} \rightarrow HNO_3 + 3H^+ + 3e^-$

Το ρεύμα το οποίο παράγεται (αντίδραση ανίχνευσης) είναι ανάλογο της συγκεντρώσεως του αζώτου στο δείγμα.

ΕΚΘΕΣΗ ΠΑΡΑΔΟΤΕΩΝ Π4
ΤΕΛΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΓΙΑ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ
ΠΑΚΕΤΩΝ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ
ΚΑΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥΣ
ΜΕ ΤΟ ΥΠΑΡΧΟΝ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ
ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ
ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΣΤΗ
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥΣ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
INNACT-RWG 2002-2003
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΤΟΥ ΕΤΠΑ 2000-2006
(με συγχρηματοδότηση από το ΕΤΠΑ)
ΥΠΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: 4 ΜΕΤΡΟ: 4.2

**ΤΕΛΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΓΙΑ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ ΠΑΚΕΤΩΝ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ
ΚΑΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΟ ΥΠΑΡΧΟΝ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ
ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ (ΙΤΕ/ΕΙΧΗΜΥΘ)
ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΣΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥΣ**

Το Υπόεργο 2 «Προμήθεια πακέτων λογισμικού και διασύνδεσή τους με το υπάρχον λογισμικό του Φορέα Εκτέλεσης και εκπαίδευση του προσωπικού στη λειτουργία τους» είχε ως αντικείμενο την προμήθεια του απαραίτητου λογισμικού για το Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Μελετών με σκοπό την πρόβλεψη της εξέλιξης της ρύπανσης στο υπέδαφος και τα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα. Το λογισμικό αυτό σε συνδυασμό με λογισμικό που έχει αναπτυχθεί από Ερευνητές του ΙΤΕ/ΕΙΧΗΜΥΘ χρησιμοποιείται από το εξειδικευμένο επιστημονικό προσωπικό του Εργαστηρίου για τις ακόλουθες μακροπρόθεσμες δραστηριότητες:

- Υπολογισμός της εξέλιξης της ρύπανσης με συνδυασμένη χρήση πειραματικών δεδομένων από εργαστηριακές δοκιμές και πυρηνοληψίες και θεωρητικών προβλέψεων της βραχυπρόθεσμης & μακροπρόθεσμης μεταφοράς ρύπων στο υπέδαφος λαμβάνοντας υπόψη τις φυσικοχημικές και βιοχημικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στο υπέδαφος (διασπορά ρύπων, προσρόφιση και εκρόφιση ρύπων στους κόκκους του εδάφους, φυσική βιοαποδόμηση ρύπων από γηγενή βακτήρια που πάντα υπάρχουν στο υπέδαφος και χρησιμοποιούν τον άνθρακα των οργανικών ενώσεων ως τροφή, κλπ.)
- Εκτίμηση του κινδύνου περαιτέρω μόλυνσης των υπογείων υδάτων και εκτίμηση επιπτώσεων στην υγεία των κατοίκων των εν λόγω περιοχών, το οικοσύστημα, τα γεωργικά και άλλα προϊόντα ζωικής παραγωγής
- Εκπόνηση τεχνικά και οικονομικά βιώσιμων προτάσεων για στρατηγικές ανάσχεσης της ρύπανσης και όπου χρειάζεται εξυγίανσης του υπεδάφους.

Βασικός στόχος η δυνατότητα μελέτης του προβλήματος της εξέλιξης της ρύπανσης σε βάθος χρόνου και των επιπτώσεών της στον άνθρωπο και το οικοσύστημα σε δυο επίπεδα, δηλαδή το «χονδρικό» και το «αναλυτικό».

Κατά την «χονδρική» μελέτη θα γίνεται μια γρήγορη και προσεγγιστική πρώτη εκτίμηση των επιπτώσεων της ρύπανσης στο περιβάλλον χρησιμοποιώντας τον μικρότερο δυνατό αριθμό δεδομένων, που μπορεί σχετικά εύκολα να δώσει κάθε ενδιαφερόμενος «πελάτης» του Εργαστηρίου. Τα επιπλέον δεδομένα που απαιτούνται θα μπορούν να εκτιμηθούν εύκολα από τον χειριστή του λογισμικού. Η υπηρεσία αυτή θα παρέχεται ταχύτατα, θα δίνει μια πρώτη εκτίμηση της κατάστασης καθώς και θα παρέχει πληροφορίες για το είδος και τον αριθμό των αναλύσεων (και συνεπώς και το κόστος) που απαιτούνται προκειμένου να γίνει μια «αναλυτική» μελέτη.

Κατά την «αναλυτική» μελέτη θα απαιτούνται επιπλέον δεδομένα σε σχέση με τη ακριβή σύσταση των ρύπων και τη λεπτομερή περιγραφή της γεωλογίας, γεωμορφολογίας, υδρολογίας και των φυσικοχημικών ιδιοτήτων της περιοχής. Τα δεδομένα αυτά θα προκύπτουν με κατάλληλη δειγματοληψία εδάφους και επιφανειακών ή υπόγειων νερών, όπως αυτή θα έχει καθοριστεί από τη «χονδρική» μελέτη, ακολουθούμενη από ανάλυση των δειγμάτων με τον εξοπλισμό και τα όργανα που θα είναι εφοδιασμένο το «Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Μελετών», καθώς και από βιβλιογραφικά δεδομένα που θα έχουν συγκεντρωθεί για την περιοχή. Τέτοια δεδομένα αφορούν τη κατανομή χρήσης γης στην περιοχή (π.χ. ύπαρξη εν δυνάμει πηγών ρύπανσης, όπως βιομηχανικές και βιοτεχνικές μονάδες, χωματερές, άλλες ρυπογόνες δραστηριότητες, την αγροτοκτηνοτροφική ή αστική χρήση γης, κλπ.), την γεωμορφολογία της περιοχής (π.χ. το ανάγλυφο της περιοχής, την ύπαρξη ποταμών, χειμάρρων ή λιμνών, την ύπαρξη υδροφόρου ορίζοντα καθώς και του βάθους του και των χαρακτηριστικών ροής του, την ύπαρξη πηγαδιών ή γεωτρήσεων, κλπ.), τα χαρακτηριστικά του υπεδάφους (είδος εδάφους, κατανομή πορώδους, διαπερατότητας, συντελεστή διασποράς, κλπ.), κλιματολογικά χαρακτηριστικά (κατανομή θερμοκρασιών, βροχοπτώσεις και χιονοπτώσεις στην περιοχή, κλπ.), τη φυσική δράση των γηγενών βακτηρίων που αποδομούν ή τροποποιούν πλήθος χημικών ενώσεων που θεωρούνται ρυπογόνοι, κλπ. Η «αναλυτική» μελέτη γίνεται με χρήση εξειδικευμένων λογισμικών πακέτων και η πραγματοποίησή της χρονικό διάστημα μεγαλύτερο εκείνου της αντίστοιχης «χονδρικής» μελέτης. Το απαιτούμενο χρονικό διάστημα εξαρτάται άμεσα από το βαθμό ακρίβειας που απαιτείται.

ΠΙΝΑΚΑΣ Π4.1: ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ

Όνομασία Λογισμικού	Δυνατότητες Λογισμικού
Visual MODFLOW Pro with MT3D ⁹⁹	<ul style="list-style-type: none"> Εξομοίωση ροής υπόγειων υδάτων και συναγωγής πολυσυστατικών ρύπων σε τρισδιάστατα χωρία Εξομοίωση συναγωγής ρύπων με χημικές / βιοχημικές αντιδράσεις, όπως βιοαποδόμηση μίγματος υδρογονανθράκων, αναγωγική αποχλωρίωση TCE/PCE, αντιδράσεις φυσικής βιοαποδόμησης και φυσικής εξασθένησης, ρόφηση, αντιδράσεις κινητικής Monod, κλπ. Εξομοίωση φυσικής εξασθένησης Εξομοίωση αλληλεπιδράσεων επιφανειακών / υπόγειων υδάτων Εξομοίωση μεταβατικών και χρονικά σταθερών καταστάσεων Αποτίμηση τεχνικών αποκατάστασης ρυπασμένων περιοχών Δυνατότητα αυτόματων γραφικών αναπαραστάσεων (με ή χωρίς κίνηση)
MODFLOW –SURFACT	<ul style="list-style-type: none"> Εξομοίωση ροής υπόγειων υδάτων στην ακόρεστη / κορεσμένη ζώνη Εξομοίωση ροής υδρατμών στο υπέδαφος Πλήρης συνεργασία με το Visual MODFLOW
FEFLOW	<ul style="list-style-type: none"> Εξομοίωση με πεπερασμένα στοιχεία ροής υπόγειων υδάτων και συναγωγής πολυσυστατικών ρύπων, μεταφοράς θερμότητας, ακόρεστης ροής και ροής που εξαρτάται από την πυκνότητα Εξομοίωση με πεπερασμένα στοιχεία ροής υπόγειων υδάτων και συναγωγής πολυσυστατικών ρύπων, μεταφοράς θερμότητας, ακόρεστης ροής και ροής που εξαρτάται από την πυκνότητα Εξομοίωση είσδυσης θαλασσινού νερού σε ταμειυτήρες ύδατος Σχεδιασμός τεχνικών απορρύπανσης
Risk WorkBench	Εκτιμά το κίνδυνο (risk assessment) για τον άνθρωπο και το οικοσύστημα λόγω της εξάπλωσης των ρύπων στο υπέδαφος βασισμένο σε κανόνες διεθνών υπηρεσιών, όπως το Environmental Protection Agency (EPA) των ΗΠΑ, το EPA της Μ. Βρετανίας κλπ.
PoreSpace/Genus	Πρόγραμμα υπολογισμού γεωμετρικών και τοπολογικών χαρακτηριστικών τρισδιάστατων πορωδών υλικών μέσω επεξεργασίας δισδιάστατων ψηφιοποιημένων σειριακών τομών.
PoreFlow/Dispersion:	Πρόγραμμα προσομοίωσης της διασποράς ρυπογόνων ουσιών σε υπόγεια ύδατα.
PoreFlow/Ganglion & DeProF	Πρόγραμμα προσομοίωσης της ταυτόχρονης ροής οργανικού ρύπου και νερού στο υπέδαφος σε συνθήκες αμιγούς, μερικώς αναμίξιμης και πλήρως αναμίξιμης ροής
PoreBiodegradation	Λογισμικό εξομοίωσης της φυσικής βιοαποδόμησης οργανικών ρύπων στο υπέδαφος από γηγενή βακτήρια
Σύμβολο : <input type="checkbox"/> Νέο <input checked="" type="checkbox"/> Υπάρχον	

Για το σκοπό αυτό το Εργαστήριο εφοδιάσθηκε με κατάλληλα πακέτα λογισμικού, μερικά εκ των οποίων αγοράσθηκαν και άλλα αναπτύχθηκαν από τους Ερευνητές του ΙΤΕ/ΕΙΧΗΜΗΘ. Τα πακέτα λογισμικού που προμηθεύτηκε το ΙΤΕ/ΕΙΧΗΜΗΘ και εκείνα που αναπτύχθηκαν από ερευνητές του ΙΤΕ/ΕΙΧΗΜΗΘ φαίνονται στον Πίνακα 4.1. Στον Πίνακα 4.1 εμφανίζονται και οι δυνατότητες αυτών των λογισμικών πακέτων.

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 4.1 τα πακέτα λογισμικού που αγοράσθηκαν στοχεύουν στη πρόβλεψη της εξάπλωσης της ρύπανσης σε μακροσκοπική κυρίως κλίμακα (σε κλίμακα μηκών από μερικές δεκάδες μέτρων έως μερικές χιλιάδες μέτρων). Συνήθως απαιτούν πολλά μεσοσκοπικά / μακροσκοπικά δεδομένα (ως παράδειγμα αναφέρουμε τη διαπερατότητα του εδάφους, την κινητική της βιοαποδόμησης των ρύπων από βακτήρια που βρίσκονται στο υπέδαφος, κλπ.) για να εκτελεστούν. Πολλά από τα δεδομένα αυτά είναι δύσκολο ή/και δαπανηρό να προσδιορισθούν πειραματικά (απαιτούν δηλαδή την κατασκευή πολύπλοκων πειραματικών συσκευών και την εκτέλεση δύσκολων και χρονοβόρων πειραμάτων). Η συνήθης πρακτική είναι να εκτιμώνται οι τιμές των παραμέτρων αυτών από τον αναλυτή με βάση τη εμπειρία και τη σχετική διεθνή βιβλιογραφία. Η διαδικασία αυτή όμως έχει ως αποτέλεσμα πολλές φορές να υποεκτιμώνται ή να υπερεκτιμώνται οι τιμές των παραμέτρων και τα τελικά αποτελέσματα να απέχουν κατά πολύ από την πραγματικότητα. Εναλλακτικά, οι τιμές των παραμέτρων αυτών μπορούν να εκτιμηθούν αξιόπιστα από εξομοιωτές που ήδη έχουν αναπτυχθεί στο ΙΤΕ/ΕΙΧΗΜΗΘ και φαίνονται στον Πίνακα Π4.1 (PoreSpace/Genus, PoreFlow/Dispersion, PoreFlow/Ganglion & DeProF, PoreBiodegradation). Οι εξομοιωτές αυτοί εξομοιώνουν κυρίως τις αντίστοιχες διεργασίες σε μικροκλίμακα (από κλίμακα ενός κόκκου ή πόρου του υπεδάφους έως μερικών χιλιάδων κόκκων ή πόρων, δηλαδή μερικών χιλιοστών έως εκατοστών του μέτρου). Η εξομοίωση γίνεται με βάση κανόνες και νόμους της φυσικής και της χημείας και ως εκ τούτου δεν χρειάζεται να γίνει καμία εκτίμηση παραμέτρων. Το τελικό αποτέλεσμα είναι η πρόβλεψη της μεσοσκοπικής συμπεριφοράς της αντίστοιχης διεργασίας και ως εκ τούτου η αξιόπιστη πρόβλεψη των μεσοσκοπικών / μακροσκοπικών ιδιοτήτων.

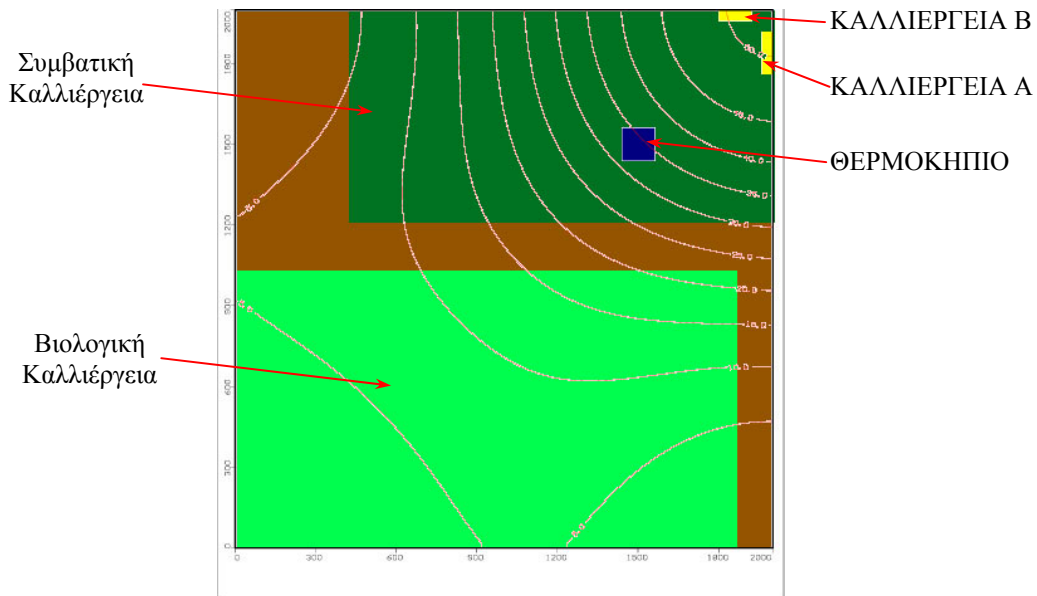
Ως παράδειγμα εκτίμησης μακροσκοπικών παραμέτρων αναφέρουμε το λογισμικό PoreBiodegradation, που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του παρόντος Έργου και εξομοιώνει τη φυσική βιοαποδόμηση οργανικών ρύπων στο υπέδαφος και σε ταμειυτήρες ύδατος. Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκε εξομοιωτής της βιοαποδόμησης οργανικών ρύπων σε δίκτυο πόρων που εξομοιώνει το υπέδαφος. Ο εξομοιωτής υπολογίζει το πεδίο ροής και τη συναγωγή οργανικών συστατικών και οξυγόνου που είναι διαλελυμένα στο νερό. Τα θρεπτικά συστατικά (οργανικές ενώσεις και οξυγόνο) διαχέονται από το κυρίως μέρος των πόρων στους βιοϋμένες, όπου καταναλίσκονται από τα βακτήρια. Τα βακτήρια σχηματίζουν βιοϋμένα στα τοιχώματα των πόρων. Η ανάπτυξη των βακτηρίων επιφέρει αύξηση του πάχους των βιοϋμένων και μείωση της ενεργού διατομής των πόρων και συνεπώς αλλαγή του τοπικού πεδίου ροής, του τοπικού ρυθμού μεταφοράς θρεπτικών συστατικών και των ρυθμών ανάπτυξης και κατάπτωσης των βακτηρίων. Σε πολλές περιπτώσεις, λόγω της ανάπτυξης των βιοϋμένων, επέρχεται φράξιμο μερικών πόρων που προκαλεί σημαντική μείωση της τοπικής διαπερατότητας και της τοπικής διασύνδεσης των πόρων. Ο εξομοιωτής χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της απόδοσης της βιοαποδόμησης ως συνάρτησης της ογκομετρικής παροχής και των συγκεντρώσεων τροφοδοσίας.

Ο εξομοιωτής αυτός παρουσιάστηκε σε δυο συνέδρια, δηλαδή, στο 3rd Chemical Engineering Conference for Collaborative Research in Eastern Mediterranean (EMCC-3), Thessaloniki, Greece, May 13-15, 2003 και στο 4ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο Χημικής Μηχανικής, Πάτρα, 29-31 Μαΐου 2001, με ειδική αναφορά στη χρηματοδότηση από το Περιφερειακό Ταμείο Ανάπτυξης Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδος και το παρόν Έργο. Αντίγραφα των δημοσιεύσεων στα πρακτικά των προαναφερθέντων συνεδρίων δόθηκαν στα Παραδοτέα Π3 ως Παράρτημα Π3.1.

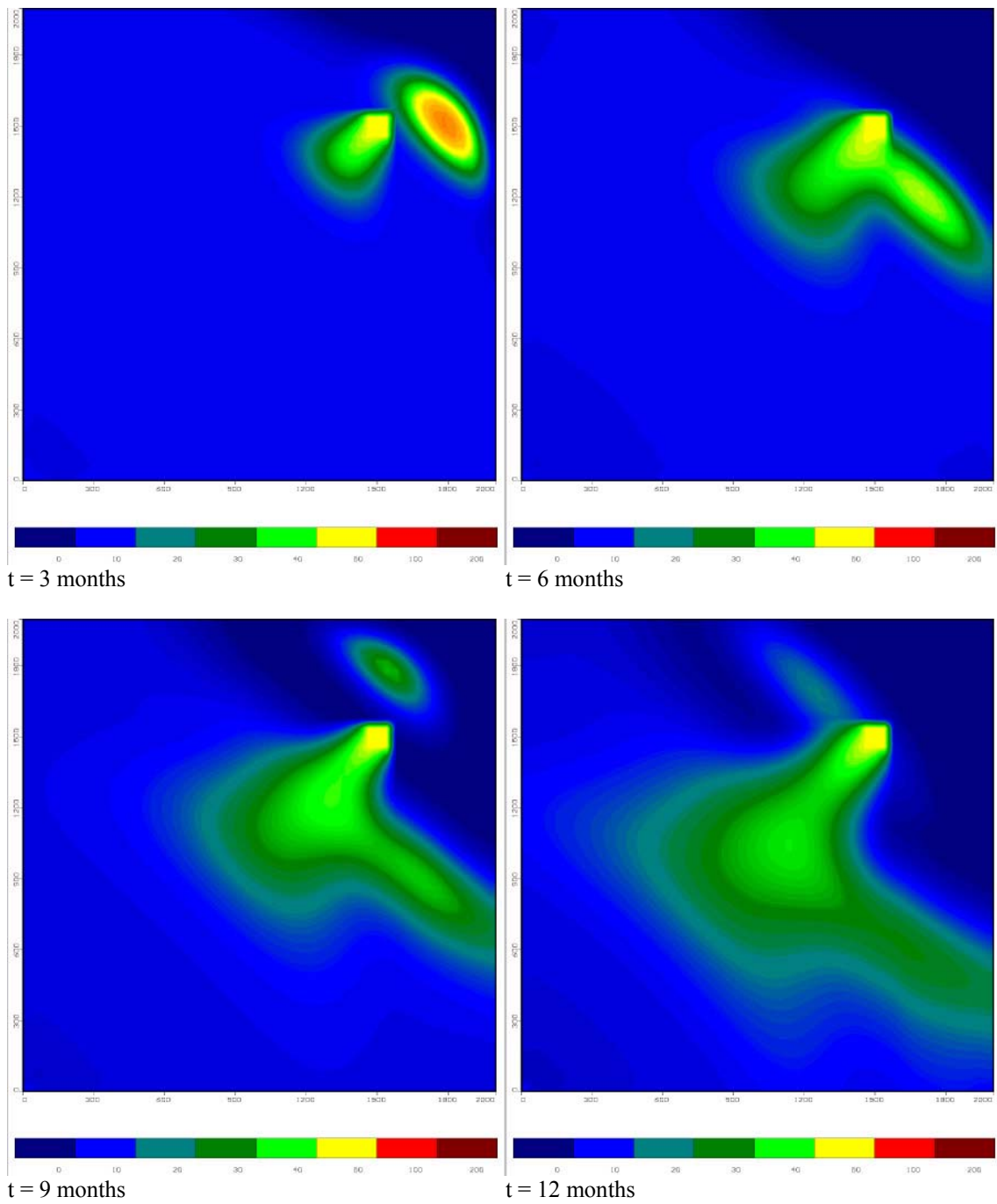
Στη συνέχεια παραθέτουμε δυο μελέτες / παραδείγματα επίδειξης των δυνατοτήτων των ως άνω λογισμικών πακέτων.

ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΔΕΙΞΗΣ 4.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΓΕΙΤΟΝΙΚΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

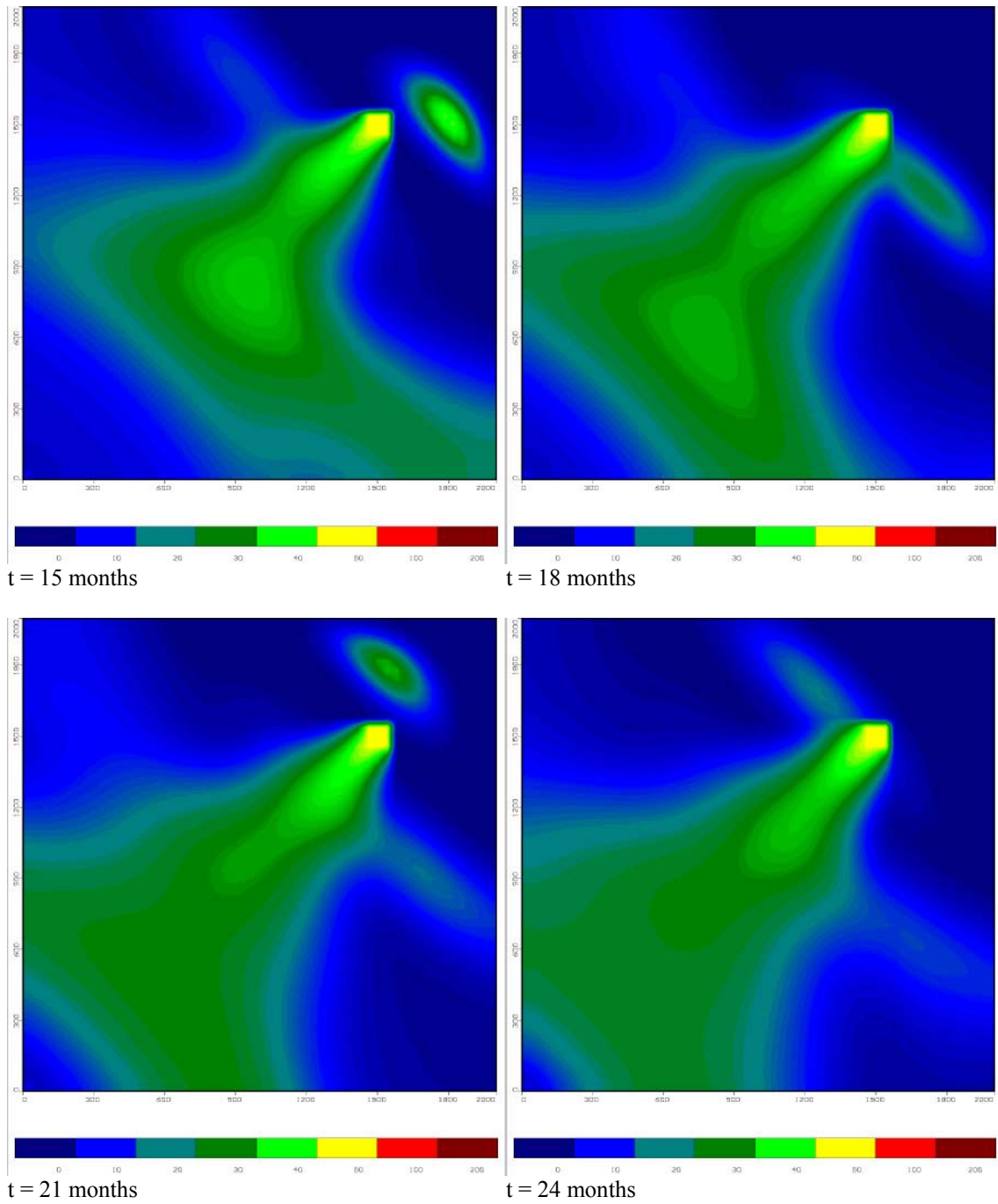
Κατά τη μελέτη αυτή θεωρούμε έκταση 2000 m x 2000 m, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.1α. Στην έκταση αυτή υπάρχει περιοχή βιολογικής καλλιέργειας (νοτιοδυτική περιοχή) και περιοχή συμβατικής καλλιέργειας (βορειοανατολική περιοχή). Στη περιοχή συμβατική καλλιέργειας υπάρχει η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ Α που ραντίζεται με μίγμα φυτοπροστατευτικών ουσιών μια φορά το χρόνο στην αρχή της περιόδου μελέτης (υποθέτουμε ότι η μελέτη ξεκινά την 1^η Απριλίου) και η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ Β η οποία ψεκάζεται με μίγμα φυτοπροστατευτικών ουσιών ετησίως με έναρξη έξι μήνες μετά την αρχή της περιόδου μελέτης (σύμφωνα με την προαναφερθείσα υπόθεση την 1^η Οκτωβρίου). Επίσης υπάρχει θερμοκήπιο στο οποίο υπάρχει συνεχής δραστηριότητα σε χρησιμοποίηση φυτοφαρμάκων. Το ανάγλυφο της περιοχής φαίνεται στο σχήμα 4.1α με ισοϋψείς καμπύλες, δηλαδή η βορειοανατολική κορυφή βρίσκεται 50 m ψηλότερα από τις άλλες τρεις. Υποθέτουμε ότι το υπέδαφος έχει διαπερατότητα 0.003 m/s και υπάρχει υδροφόρος ορίζοντας όπου το νερό ρέει από βορειοανατολικά προς νοτιοδυτικά με ταχύτητα 1 m/d. Υποθέτουμε ότι μόνο το χειμερινό εξάμηνο (16.10 – 15.04) βρέχει με μέσο ύψος βροχόπτωσης 100 mm/yr. Επιπλέον υποθέτουμε ότι οι καλλιέργειες ποτίζονται με μέσο ύψος ποτίσματος 200 mm/yr και ότι ο ψεκάσμος της ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ Α γίνεται με 8 g δραστικής ουσίας φυτοφαρμάκου διαλυμένη σε νερό με συγκέντρωση 500 µg/l, ενώ της ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ Β με 6 g δραστικής ουσίας φυτοφαρμάκου διαλυμένη σε νερό με συγκέντρωση 500 µg/l και ότι από το θερμοκήπιο τα νερά άρδευσης που διαφεύγουν έχουν συγκέντρωση σε δραστική ουσία ίση με 50 µg/l. Υποθέτουμε επίσης ότι υπάρχει βιοαποδόμηση της δραστικής ουσίας φυτοφαρμάκου με κινητική α' τάξης και σταθερά αντίδρασης $2 \times 10^{-4} \text{ d}^{-1}$. Στο Σχήμα 4.1 φαίνεται το πεδίο συγκεντρώσεων της δραστικής ουσίας (η μπάρα χρωμάτων δηλώνει την αντιστοιχία χρωμάτων με τη συγκέντρωση σε µg/l) και η εξάπλωση της κηλίδας της ρύπανσης ανά τρίμηνο για τα πρώτα δυο έτη (ως αρχική κατάσταση θεωρούμε ότι το πεδίο είναι αρχικά καθαρό από φυτοφάρμακα). Κατά μέσο όρο ότι δεν είναι μπλε αντιστοιχεί σε συγκέντρωση πάνω από τα επιτρεπτά όρια.



Σχήμα 4.1α: Ορισμός προβλήματος για μελέτη εξέλιξης ρύπανσης από συμβατική καλλιέργεια



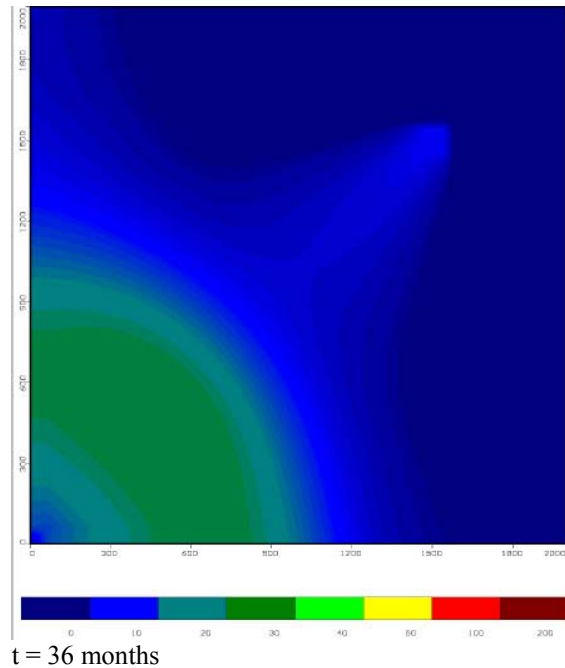
Σχήμα 4.1: Εξέλιξη ρύπανσης από συμβατική καλλιέργεια (1^ο έτος)



Σχήμα 4.1 (συνέχεια): Εξέλιξη ρύπανσης από συμβατική καλλιέργεια (2^ο έτος)

Παρατηρούμε ότι η κηλίδα της ρύπανσης που προέρχεται από την συμβατική γεωργία επηρεάζει την βιολογική καλλιέργεια μετά από μόλις 6 μήνες. Όσο περνάει ο χρόνος τόσο μεγαλύτερο μέρος του εδάφους της βιολογικής καλλιέργειας επηρεάζεται.

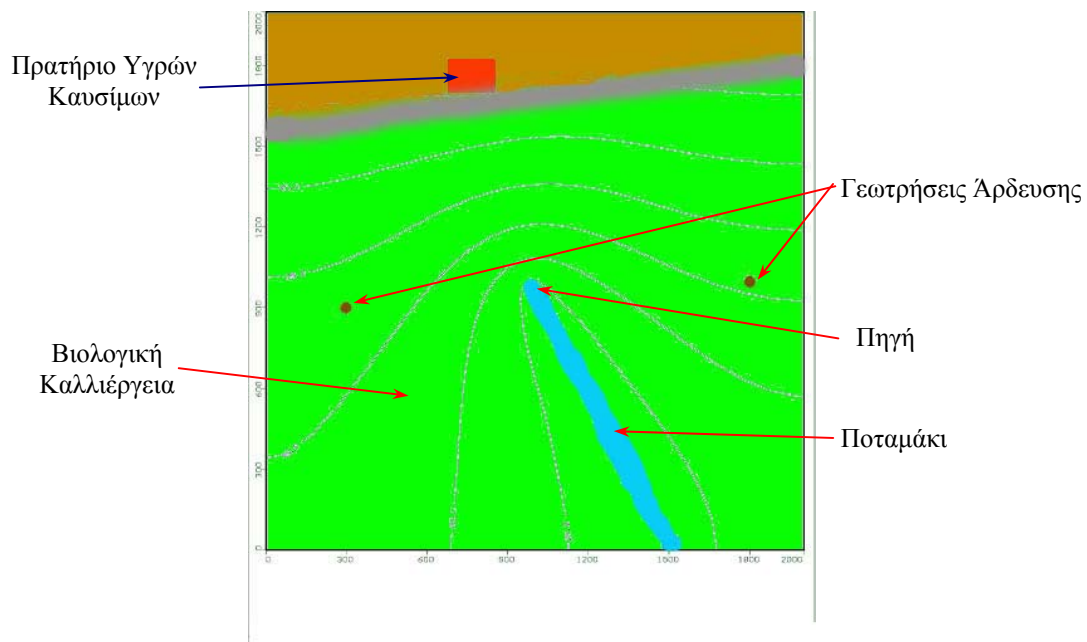
Τέλος εάν υποθέσουμε ότι μετά το τέλος του 2^{ου} έτους κάθε δραστηριότητα στο έδαφος της συμβατικής καλλιέργειας σταματά, ένα έτος μετά (τέλος 3^{ου} έτους) το μέγεθος της κηλίδας είναι σαφώς περιορισμένο (κυρίως λόγω της φυσικής βιοαποδόμησης της δραστικής) αλλά εξακολουθεί να υφίσταται και να επηρεάζει το έδαφος της βιολογικής καλλιέργειας (Σχήμα 4.1τ).



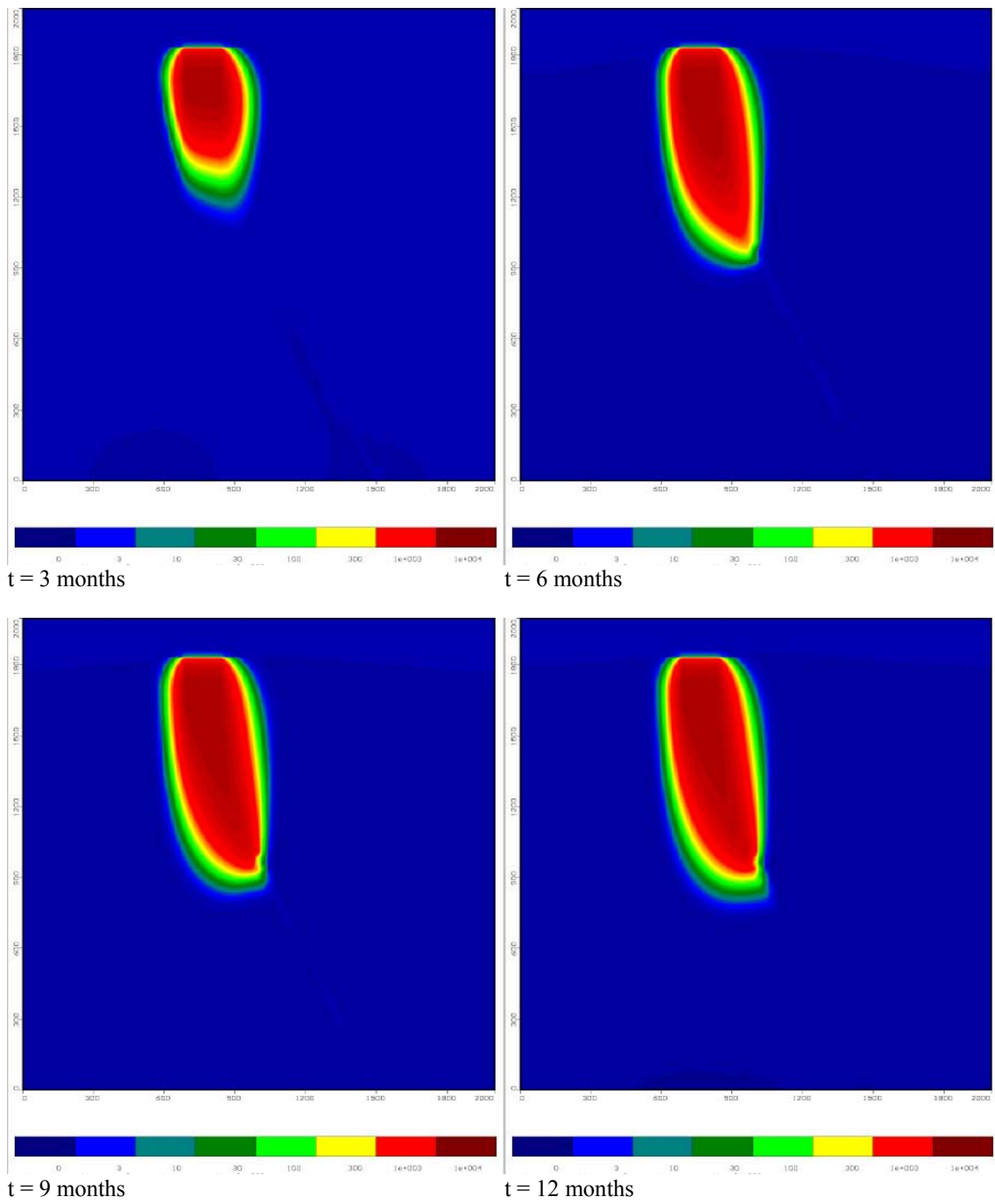
Σχήμα 4.1τ : Εξέλιξη ρύπανσης από συμβατική καλλιέργεια 1 έτος μετά το πέρας κάθε δραστηριότητας

ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΔΕΙΞΗΣ 4.2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΔΙΑΡΡΟΗ ΣΕ ΓΕΙΤΟΝΙΚΟ ΠΡΑΤΗΡΙΟ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Κατά τη μελέτη αυτή θεωρούμε έκταση 2000 m x 2000 m, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.2α. Στην έκταση αυτή υπάρχει περιοχή βιολογικής καλλιέργειας και ένα πρατήριο υγρών καυσίμων από τη δεξαμενή του οποίου υπάρχει διαρροή με ρυθμό 100 l/d (ποσότητα σχετικά μικρή για να γίνει αμέσως αντιληπτή). Τα καύσιμα παρασύρονται από τη ροή του υδροφόρου ορίζοντα που υπάρχει στην περιοχή με ταχύτητα ροής του υπόγειου νερού 1 m/d και διεύθυνση από βορρά προς νότο και μέρος αυτού διαλύεται στο νερό (ακόμα και πολύ μικρές συγκεντρώσεις της τάξεως των μερικών µg/l είναι τοξικές για τον άνθρωπο). Υπάρχουν στη περιοχή δυο γεωτρήσεις που αντλούν νερό από βάθη μεταξύ 15 έως 20 m κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και μια πηγή που το νερό της γίνεται ποταμάκι. Η διαπερατότητα του εδάφους είναι 0.001 m/s και υποθέτουμε ότι υπάρχει βιοαποδόμηση των καυσίμων με κινητική α' τάξης και σταθερά αντίδρασης $5 \times 10^{-4} \text{ d}^{-1}$. Στο Σχήμα 4.2 φαίνεται το πεδίο συγκεντρώσεων του καυσίμου (η μπάρα χρωμάτων δηλώνει την αντιστοιχία χρωμάτων με τη συγκέντρωση σε µg/l) και η εξάπλωση της κηλίδας της ρύπανσης ανά τρίμηνο για περίοδο ενός έτους (ως αρχική κατάσταση θεωρούμε ότι το πεδίο είναι αρχικά καθαρό). Κατά μέσο όρο ότι δεν είναι μπλε ή θαλασσί αντιστοιχεί σε συγκέντρωση πάνω από τα επιτρεπτά όρια. Παρατηρούμε ότι η κηλίδα του καυσίμου εξαπλώνεται και μολύνει το έδαφος της βιολογικής καλλιέργειας. Ας σημειωθεί ότι η κηλίδα δεν έχει φτάσει στις γεωτρήσεις ένα χρόνο μετά την έναρξη της διαρροής και επίσης δεν έχει επηρεάσει το νερό της πηγής το οποί έρχεται από βαθύτερα στρώματα (έχει εξομοιωθεί το έδαφος μέχρι βάθος 40 m).



Σχήμα 4.1α: Ορισμός προβλήματος για μελέτη εξέλιξης ρύπανσης από συμβατική καλλιέργεια



Σχήμα 4.2: Εξέλιξη ρύπανσης από διαρροή σε πρατήριο υγρών καυσίμων

**ΕΚΘΕΣΗ ΠΑΡΑΔΟΤΕΩΝ Π5
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ
ΕΡΕΥΝΩΝ,
ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ
ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ
ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΟ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ**

**ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
INNACT-RWG 2002-2003
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΤΟΥ ΕΤΠΑ 2000-2006
(με συγχρηματοδότηση από το ΕΤΠΑ)
ΥΠΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: 4 ΜΕΤΡΟ: 4.2**

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ, ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΟ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Το Υπόεργο 3 με τίτλο “Αξιολόγηση δυνατοτήτων Εργαστηρίου Περιβαλλοντικών Μελετών, τεκμηρίωση διαδικασιών παροχής υπηρεσιών και σχέδιο βιωσιμότητας” περιέλαβε τις παρακάτω δραστηριότητες:

- Επίλογή και προσαρμογή διεθνών και ευρωπαϊκών πρωτοκόλλων για αναλύσεις εδάφους, υδάτων και αποβλήτων για ποσοτικό προσδιορισμό τοξικών ρύπων και υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων
- Λήψη ικανού αριθμού δειγμάτων υπεδάφους και υδάτων από περιοχές της ΠΔΕ, όπου εφαρμόζεται είτε συμβατική, είτε βιολογική γεωργική καλλιέργεια για χημική ανάλυση.
- Ανάλυση δειγμάτων για επίδειξη των δυνατοτήτων του Εργαστηρίου.
- Κοστολόγηση των παρεχόμενων υπηρεσιών από το Εργαστήριο
- Σχέδιο βιωσιμότητας του Εργαστηρίου Περιβαλλοντικών Ερευνών

Κατωτέρω θα αναφερθούμε εκτενέστερα σε κάθε μια από τις ως άνω δραστηριότητες.

5.1 *Επίλογή και προσαρμογή διεθνών και ευρωπαϊκών πρωτοκόλλων χημικών αναλύσεων*

Ο τρόπος με τον οποίο θα γίνονται οι χημικές αναλύσεις δειγμάτων υδάτων, αποβλήτων, εδάφους και γεωργικών προϊόντων αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για τη λειτουργία του Εργαστηρίου. Επιλέχθηκαν οι πλέον σύγχρονες μέθοδοι που είναι αποδεκτές τόσο από την Ευρωπαϊκή Ένωση όσο και από διεθνείς οργανισμούς. Οι μέθοδοι αυτές προσαρμόστηκαν κατάλληλα στην οργανολογία του Εργαστηρίου. Αρχικά επελέγησαν δυο ή τρεις προτεινόμενες μέθοδοι για κάθε είδους ανάλυση. Μετά έγιναν οι απαραίτητες δοκιμές και όπου απαιτήθηκαν οι κατάλληλες προσαρμογές. Δοκιμάστηκαν πολλά πρότυπα διαλύματα για να εξετασθεί η ακρίβεια εφαρμογής των μεθόδων στην οργανολογία. Το στάδιο αυτό είναι εξαιρετικά επίπονο και χρονοβόρο, αλλά απόλυτα απαραίτητο.

Για περαιτέρω κατανόηση του σταδίου αυτού θα αναφερθούμε στη μέθοδο εισαγωγής δείγματος στο Χρωματογράφο Αερίων με Φασματογράφο Μάζας (GC/MS), που αποτελεί και χαρακτηριστικό παράδειγμα του γεγονότος ότι όλες οι χρησιμοποιούμενες μέθοδοι πρέπει να αναπτυχθούν και να προσαρμοσθούν στις δυνατότητες του εκάστοτε Εργαστηρίου και στο είδος των αναλύσεων που απαιτούνται. Είναι γνωστό ότι σε *κάθε* χρωματογράφο αερίων το δείγμα που εισέρχεται πρέπει να είναι *μόνο* μίγμα οργανικών ενώσεων και να μην περιέχει καθόλου νερό. Τα δείγματα που προτίθεται να αναλύει το Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Μελετών είναι υδατικά και το περιεχόμενό τους σε οργανικές ενώσεις είναι γενικά πολύ μικρό (μικρότερο του 0.01 %). Πρέπει να αναπτυχθεί μέθοδος απομόνωσης των οργανικών ενώσεων από τα δείγματα για την εισαγωγή τους στο Χρωματογράφο. Επιλέξαμε να δοκιμάσουμε δυο μεθόδους, δηλαδή τη συμβατική μέθοδο των διαδοχικών εκχυλίσεων και συμπυκνώσεων και τη μέθοδο της μικροεκχύλισης σε στερεή φάση (Solid Phase MicroExtraction, SPME).

Κατά τη συμβατική μέθοδο της εκχύλισης το νερό των υδατικών διαλυμάτων (που είναι σε ποσοστό συνήθως μεγαλύτερο του 99.99% στα δείγματα που θέλουμε να αναλύσουμε) πρέπει να αντικατασταθεί από μη πολικό οργανικό διαλύτη, π.χ. εξάνιο. Αυτό γίνεται με διαδοχικές εκχυλίσεις του προς εξέταση δείγματος. Ακολουθεί συμπύκνωση του εκχυλισμένου διαλύματος ώστε οι συγκεντρώσεις να είναι αναχνεύσιμες από τον ανιχνευτή. Η συμπύκνωση δεν μπορεί να γίνει με βρασμό, καθόσον αύξηση της θερμοκρασίας μπορεί να διασπάσει και να αποδομίσει τις προς ανίχνευση ενώσεις (φυτοφάρμακα). Η συμπύκνωση γίνεται με εξάτμιση από ρεύμα αδρανούς αερίου, στη περίπτωση μας αζώτου. Έτσι ρεύμα αζώτου διέρχεται πάνω από τα φυαλίδια με το εκχυλισμένο διάλυμα, μέρος του διαλύτη εξατμίζεται και το διάλυμα συμπυκνώνεται. Μετά με μικροσύριγγα το συμπυκνωμένο εκχυλισμένο διάλυμα εισέρχεται στο χρωματογράφο για ανάλυση. Πλεονέκτημα της προαναφερθείσας μεθόδου είναι ότι χρησιμοποιείται από δεκαετίες και είναι γενικά αποδεκτή παρά τα όποια προβλήματά της. Ένα από τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι κατά την εκχύλιση μόνο ένα ποσοστό των διαλυμένων οργανικών ενώσεων εκχυλίζεται στον οργανικό διαλύτη. Το ποσοστό αυτό εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, μεταξύ των οποίων και η χημική σύσταση του δείγματος, που είναι άγνωστη. Πρέπει να γίνονται συνεχείς δοκιμές με πρότυπα ώστε να πιστοποιείται το ποσοστό εκχύλισης κάθε συστατικού. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι ότι η

μέθοδος δεν αυτοματοποιείται και εξαρτάται πάντα από τον χειριστή. Είναι δυνατό δυο χειριστές που ακολουθούν την ίδια μέθοδο να πάρουν διαφορετικά αποτελέσματα.

Η δεύτερη μέθοδος που εξετάστηκε είναι αυτή της μικροεκχύλισης σε στερεή φάση (Solid Phase Micro-Extraction, SPME). Κατά τη μέθοδο αυτή οι οργανικές ενώσεις προσροφώνται σε ίνα που είναι κατασκευασμένη από υλικό παρόμοιο με εκείνο της στήλης του χρωματογράφου. Η ίνα βυθίζεται για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα στο φυαλίδιο που περιέχει το υδατικό δείγμα προς ανάλυση, οι οργανικές ενώσεις προσροφώνται και η ίνα εισέρχεται απευθείας στο χρωματογράφο, όπου το ρεύμα του αδρανούς αερίου παρασύρει τις προς ανάλυση ενώσεις. Βασικό μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι το γεγονός ότι είναι σύγχρονη και εξελισσόμενη μέθοδος και δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε όργανα παλαιότερης τεχνολογίας και συνεπώς δεν υπάρχουν πάντα αντίστοιχα αποτελέσματα από άλλα Εργαστήρια για σύγκριση. Βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου είναι το γεγονός ότι μπορεί να αυτοματοποιηθεί χρησιμοποιώντας αυτόματο τροφοδότη και συνεπώς μηδενίζεται το πειραματικό σφάλμα του χειριστή. Και για αυτή τη μέθοδο χρειάζονται πολλές δοκιμές προκειμένου να προσδιορισθούν η μάζα κάθε προσροφούμενης ουσίας ως συνάρτηση της συγκέντρωσης της στο διάλυμα και ο άριστος χρόνος εμπύπτισης της ίνας. Ας σημειωθεί ότι το κόστος κάθε ανάλυσης παραμένει περίπου το ίδιο ανεξάρτητα ποια εκ των δυο μεθόδων χρησιμοποιείται.

Με βάση τα ανωτέρω προτιμήθηκε η μέθοδος της μικροεκχύλισης σε στερεή φάση και στο χρωματογράφο προσαρμόστηκε η ειδική είσοδος για την εισαγωγή της ίνας. Η τροποποίηση αυτή δεν αποκλείει τη χρησιμοποίηση της μεθόδου της συμβατικής εκχύλισης.

Το πρωτόκολλο που αποφασίστηκε να ακολουθείται για τις αναλύσεις, όταν ένα δείγμα εισάγεται στο Εργαστήριο είναι το ακόλουθο:

1. Ανάλυση στον Αναλυτή Ολικού Άνθρακα για τον προσδιορισμό του Ολικού Οργανικού και Ολικού Ανόργανου Άνθρακα για καθορισμό των συγκεντρώσεων που αναμένεται να μετρηθούν.
2. Ανάλυση στο Χρωματογράφο Ιόντων για μέτρηση των συγκεντρώσεων των ανιόντων και των κατιόντων των ευδιάλυτων αλάτων.
3. Ανάλυση με Ατομική Απορρόφηση για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των κατιόντων δισδιάλυτων αλάτων (Cu^{2+} , Mn^{2+} , κλπ.)
4. Ανάλυση στο Χρωματογράφο Αερίων με Φασματογράφο Μάζας για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης οργανικών ρύπων (υπολείμματα φυτοφαρμάκων, οργανικά απόβλητα, κλπ.)
5. Ανάλυση στο Χρωματογράφο Υγρών με Φασματογράφο Μάζας για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης οργανικών ρύπων που έχουν σχετικά μεγάλο μοριακό βάρος ή / και διασπώνται εύκολα σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες και δεν είναι δυνατό να μετρηθούν στο Χρωματογράφο Αερίων.

Σημειώνουμε ότι το συγκριτικό πλεονέκτημα της χρήσης Χρωματογράφου Αερίων με Φασματογράφο Μάζας έναντι αυτής του Χρωματογράφου Υγρών είναι ότι ο Χρωματογράφος Αερίων με Φασματογράφο Μάζας διαθέτει βιβλιοθήκη ταυτοποίησης οργανικών ενώσεων (διεθνώς αναγνωρισμένη), ενώ ο Χρωματογράφος Υγρών δεν διαθέτει αντίστοιχη βιβλιοθήκη. Συνεπώς, μετά από μια ανάλυση στο Χρωματογράφο Αερίων είναι δυνατό από το φάσμα να προσδιορισθούν σχετικά εύκολα οι οργανικές ενώσεις που βρίσκονται σε διάλυση ή όπως συμβαίνει συνήθως για κάθε κορυφή να προταθούν από το σύστημα οι τρεις-τέσσερις πλέον πιθανές επιλογές για ταυτοποίηση. Για αναλύσεις στο Χρωματογράφο Υγρών δεν υπάρχει τέτοια δυνατότητα γιατί χρησιμοποιείται ποικιλία διαλυτών. Η αντίστοιχη βιβλιοθήκη δημιουργείται από τον χειριστή και είναι αποτέλεσμα πολλών δοκιμών και μακρόχρονης εμπειρίας.

5.2 Δειγματοληψία και χημική ανάλυση δειγμάτων

Προκειμένου να επιδειχθούν οι δυνατότητες του Εργαστηρίου Περιβαλλοντικών Μελετών προβήκαμε σε συλλογή δειγμάτων από επιφανειακά νερά, υπόγεια νερά (από πηγάδια και γεωτρήσεις) και εδάφους για χημική ανάλυση. Τα δείγματα υπόγειων νερών και εδάφους ελήφθησαν από περιοχές που εφαρμόζεται είτε συμβατική είτε βιολογική αγροτική καλλιέργεια. Ας σημειωθεί ότι ο χρόνος από τη στιγμή που εγκαταστάθηκαν και λειτούργησαν όλα τα βασικά όργανα χημικής ανάλυσης και ολοκληρώθηκε η εκπαίδευση του προσωπικού έως το τέλος του παρόντος Έργου ήταν περίπου τέσσερις μήνες και σε αυτό το χρονικό διάστημα πραγματοποιούντο και όλες οι δοκιμές για επιλογή και προσαρμογή των πρωτοκόλλων ανάλυσης. Κατά την περίοδο αυτή (01.12.2003 - 31.03.2004) συνήθως δεν γίνονται

ψεκασμοί με φυτοπροστατευτικά προϊόντα, λόγω του χειμερινού κλίματος και η επιφάνεια του εδάφους ξεπλένεται από το βρόχινο νερό. Συνεπώς δεν αναμένετο να ανιχνευθούν σημαντικές ποσότητες φυτοφαρμάκων στα δείγματα νερού και εδάφους που λήφθηκαν επιφανειακά. Κάτι τέτοιο δεν αναμένεται σε μεγαλύτερα βάθη. Η δειγματοληψία όμως σε μεγαλύτερα βάθη είναι δαπανηρή και επίπονη και στο Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Μελετών δεν υπάρχει ο απαραίτητος εξοπλισμός (που γενικά είναι πολύ δαπανηρός) για τέτοια δειγματοληψία. Συνήθως τη δειγματοληψία αυτή την αναλαμβάνουν ειδικές εταιρείες που διαθέτουν και τον εξοπλισμό και την απαραίτητη εμπειρία για τη λήψη τέτοιων δειγμάτων.

Να σημειωθεί ότι κάθε ανάλυση έγινε τουλάχιστον τρεις φορές και τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται αποτελούν μέσους όρους μετρήσεων με σχετικά πολύ μικρή απόκλιση.

5.2.1 Δειγματοληψία και ανάλυση επιφανειακών νερών

Για τη μελέτη αυτή επιλέξαμε τον ποταμό Σελινόυντα που πηγάζει από το όρος Ερύμανθος και εκβάλλει στον Κορινθιακό κόλπο. Είναι ίσως το σημαντικότερο ποτάμι της περιοχής λόγω της χρήσης των νερών του για άρδευση της πεδιάδας του Αιγίου και λόγω παράσυρσης αδρανών υλικών κατά τους χειμερινούς μήνες, εξαιτίας της ορμητικής ροής του ποταμού, που αποτίθενται στις εκβολές του και συμβάλλουν στην αναλήρωση των ακτών από τη διάβρωση (φυσική ή λόγω ανθρώπινων δραστηριοτήτων). Για να προσδιορίσουμε την ποιότητα των νερών του Σελινόυντα ακολουθήσαμε πρόγραμμα δειγματοληψιών κατά τη χρονική περίοδο από το Νοέμβριο του 2003 ως τον Μάρτιο του 2004 με συχνότητα μια φορά το μήνα. Επιλέξαμε 6 σημεία δειγματοληψίας κατά τη διαδρομή του ποταμού και σε μήκος 12 km και παρουσιάζουμε τα τρία σημαντικότερα (σημεία [1], [5] και [6]), όπως φαίνεται στον χάρτη (Σχήμα 5.2.1). Ας σημειωθεί ότι κατά τους καλοκαιρινούς μήνες λόγω της σημαντικής άντλησης νερών για άρδευση δεν έχουμε καθόλου νερό στο σημείο [6], ενώ έχουμε λίγο έως καθόλου στο σημείο [5]. Το σημείο [1] βρίσκεται στο ύψος της Ιεράς Μονής Ταξιαρχών, αφού νοτιότερα η κοίτη του ποταμού δεν είναι προσβάσιμη, αλλά και δεν παρατηρείται καμιά δραστηριότητα, ενώ το σημείο [6] βρίσκεται στις εκβολές του ποταμού. Το σημείο [5] βρίσκεται περίπου στο ενδιάμεσο των σημείων [1] και [6], λίγο μετά την εκβολή του παραποτάμου Μηλιαγκού. Οι δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα κατά μήκος της διαδρομής έχουν ως ακολούθως:

- Λειτουργία σπαστηροτριβείου κοντά στο σημείο [1] που κάνει λήψη αδρανών υλικών από την κοίτη του ποταμού και προβαίνει στην επεξεργασία τους
- Λειτουργία τουλάχιστον έξι ελαιοτριβείων, τα οποία κατά τους μήνες λειτουργίας τους (Δεκέμβριο έως Μάρτιο) κατά ανεπιβεβαίωτες πληροφορίες ρίχνουν τα απόβλητα είτε στον ποταμό (μεταξύ των σημείων [1] και [5]) είτε στους δυο παραποτάμους του που εκβάλλουν μεταξύ των σημείων [1] και [5]
- Λειτουργία βιοτεχνίας εριουργίας (κυρίως έκπλυσης ερίων) που κατά ανεπιβεβαίωτες πληροφορίες απορρίπτει τα ανεπεξέργαστα υγρά απόβλητα στο ποτάμι
- Ύπαρξη παλαιών χωματερών: α) κοντά στο σημείο [5] που έχει κλείσει πριν περίπου 10 χρόνια και β) μεταξύ των σημείων [5] και [6] που λειτούργησε πριν 4-5 χρόνια και τώρα έχει κλείσει
- Ανεξέλεγκτη απόρριψη στερεών κυρίως αποβλήτων και απορριμμάτων στις όχθες του ποταμού και τα πρανή
- Έντονη γεωργική δραστηριότητα στις παρόχθιες περιοχές και πολλές φορές ανεξέλεγκτη χρήση λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και ζιζανιοκτόνων.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων εμφανίζονται στον Πίνακα 5.2.1, όπου δείχνονται η θέση και η ημερομηνία λήψης δείγματος, η θολερότητα, η αγωγιμότητα, οι συγκεντρώσεις Ολικού Οργανικού Άνθρακα και διαλελυμένου Οξυγόνου, το pH του δείγματος και οι συγκεντρώσεις κατιόντων (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) και ανιόντων (Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}). Όλες οι συγκεντρώσεις έχουν μετρηθεί σε mg/l (ppm).



Σχήμα 5.2.1 Χάρτης περιοχής ποταμού Σελινούντα

Πίνακας 5.2.1 Μετρήσεις στον ποταμό Σελιούντα

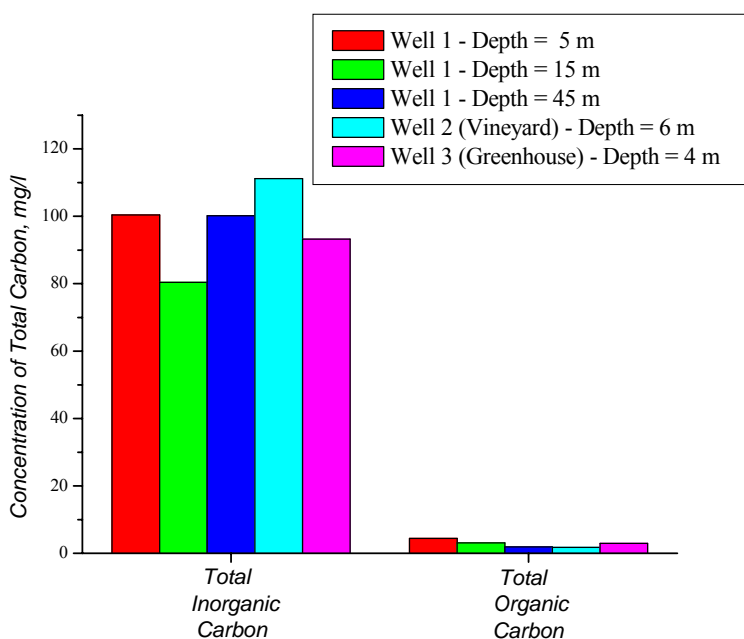
Θέση	Ημερομηνία	Θολερότητα	Αγωγιμότητα (mS/cm)	TOC	Διαλυμένο Οξυγόνο (mg/L)	Θερμοκρασία Δείγματος (°C)	pH	Κατιόντα (mg/L)				Ανιόντα (mg/L)		
								Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
[1]	18/11/2003	20	1.2	14.65	10.4	11.6	8.8	61.11	1.94	4.69	0.76	4.70	0.52	2.46
	19/12/2003	620	1.2		9.9	10.0	8.0	61.37	1.69	4.21	0.98	3.11	0.55	2.86
	23/1/2004	650	1.4	15.8	8.1	11.0	8.9	58.70	3.65	4.54	0.62	2.77	0.44	2.25
	15/2/2004	95	0.3		11.1	8.9	8.1	44.79	3.85	4.34	0.54	3.94	0.54	1.60
	15/3/2004	61	0.3		9.7	11.2	8.4	59.05	3.33	4.02	0.49	2.15	0.38	2.11
[5]	18/11/2003	50	1.4	30.3	7.1	15.0	9.4	57.8	2.13	6.4	1.5	5.36	0.48	3.40
	19/12/2003	790	1.2		11.2	10.3	8.1	61.03	1.64	3.56	1.21	3.14	0.51	2.86
	23/1/2004	286	1.3	39.1	5.0	10.9	9.4	56.27	3.67	4.60	1.04	2.08	0.39	1.96
	15/2/2004	115	0.3		10.9	10.1	8.2	42.50	4.03	4.03	0.78	4.60	0.73	2.60
	15/3/2004	73	0.3		10.5	10.9	8.3	55.21	3.56	4.04	0.63	3.22	0.52	3.20
[6]	18/11/2003	99	1.3	51.85	9.8	15.0	7.7	62.28	2.11	6.91	1.24	6.24	0.56	3.40
	19/12/2003	870	1.2		11.6	10.4	8.2	57.97	1.77	3.99	1.38	3.07	0.49	3.14
	23/1/2004	370	1.4	46.2	5.3	10.9	9.4	59.70	3.61	4.55	1.23	2.64	0.38	1.84
	15/2/2004	145	0.3		10.3	13.0	8.2	50.92	4.15	4.36	0.82	4.80	0.70	2.75
	15/3/2004	67	0.3		10.0	11.3	8.2	53.62	3.68	4.39	0.63	3.36	0.54	3.30

Παρατηρούμε ότι ο Ολικός Οργανικός Άνθρακας ενώ αυξάνει από τις θέσεις [1] έως [6] έχει σχετικά μικρή τιμή συγκέντρωσης που δείχνει ότι τα κάθε είδους απόβλητα δεν επηρεάζουν σημαντικά τη σύσταση του νερού. Αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι η παροχή του ποταμού κατά τους χειμερινούς μήνες των μετρήσεων είναι σχετικά μεγάλη και υπάρχει αρκετή αραίωση. Επίσης οι συγκεντρώσεις τόσο των ανιόντων όσο και των κατιόντων παρουσιάζουν διακυμάνσεις αλλά γενικά διατηρούνται σε χαμηλά επίπεδα.

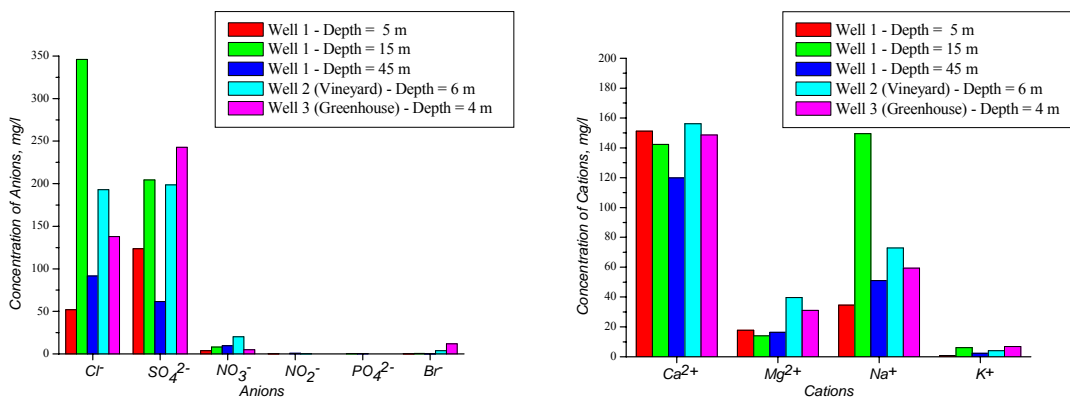
5.2.2 Δειγματοληψία και ανάλυση υπόγειων υδάτων (πηγαδιών και γεωτρήσεων)

Για ανάλυση της ποιότητας υπόγειων υδάτων ελήφθησαν δείγματα από πηγάδια και γεωτρήσεις του νομού Ηλείας. Επιλέγησαν πηγάδια που χρησιμοποιούνται για άρδευση τόσο βιολογικών, όσο και συμβατικών καλλιεργειών. Μερικά πηγάδια χρησιμοποιούνται και για άντληση ποσίμου νερού. Πρέπει να σημειωθεί ότι αν το νερό που χρησιμοποιείται στη βιολογική γεωργία δεν είναι απόλυτα καθαρό και έχει φυτοφάρμακα, τότε το παραγόμενο προϊόν δεν πρέπει να χαρακτηρίζεται ως βιολογικό.

Αρχικά εξετάζουμε πηγάδια και γεωτρήσεις από αγροτική περιοχή πλησίον της λίμνης Καϊάφα του νομού Ηλείας. Επιλέξαμε τη γεωτρηση 1 που αρδεύει συμβατική και βιολογική καλλιέργεια (ελήφθησαν τρία δείγματα από βάθη 5, 15 και 45m, αντίστοιχα), το πηγάδι 2 που βρίσκεται εντός αμπελώνα και τον αρδεύει (ελήφθη δείγμα από βάθος 6m) και το πηγάδι 3 που βρίσκεται πολύ κοντά σε θερμοκήπιο και το αρδεύει (ελήφθη δείγμα από βάθος 4m). Οι συγκεντρώσεις σε ανόργανο άνθρακα (κυρίως ανθρακικά άλατα) και σε οργανικό φαίνονται στο Σχήμα 5.2.2. Οι συγκεντρώσεις σε ανόργανο άνθρακα είναι σχετικά υψηλές, ενώ οι αντίστοιχες σε οργανικό αποδεκτές.

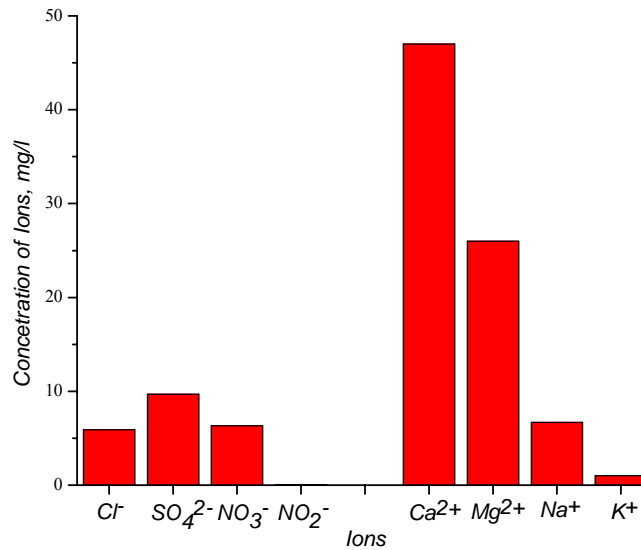


Σχήμα 5.2.2.1: Συγκεντρώσεις ολικού ανόργανου και οργανικού άνθρακα σε δείγματα νερού από πηγάδια και γεωτρήσεις.



Σχήμα 5.2.2.2: Συγκεντρώσεις ανιόντων και κατιόντων σε δείγματα νερού από πηγάδια και γεωτρήσεις.

Οι συγκεντρώσεις ανιόντων και κατιόντων στα ίδια δείγματα φαίνονται στο Σχήμα 5.2.2.2. Παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση νιτρικών είναι γενικά υψηλή (το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο είναι 10 mg/l) και στο δείγμα από τον αμπελώνα είναι 20 mg/l, ενώ στη γεώτρηση και σε βάθος 45 m είναι 9.68 mg/l και μειώνεται καθώς πλησιάζουμε στην επιφάνεια. Αυτό είναι ένδειξη υπερβολικής χρήσης νιτρικών λιπασμάτων στην περιοχή. Επίσης ανιχνεύτηκαν ιόντα βρωμίου που είναι ένδειξη χρήσης βρωμιούχου μεθυλίου που βοηθά στην ωρίμανση γεωργικών προϊόντων, αλλά είναι τοξική ένωση και απαγορεύεται να υπάρχει σε αγροτικά προϊόντα. Οι συγκεντρώσεις θεικών είναι σχετικά υψηλές, αλλά κάτι τέτοιο είναι αναμενόμενο για τη περιοχή. Όσον αφορά τα κατιόντα είναι πολύ υψηλά καθιστώντας το νερό «σκληρό» και ακατάλληλο για πόση. Οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις ιόντων σε τυλικό εμφιαλωμένο νερό του εμπορίου φαίνονται στο Σχήμα 5.2.2.3 και είναι πολύ χαμηλότερες εκείνων του Σχήματος 5.2.2.2.



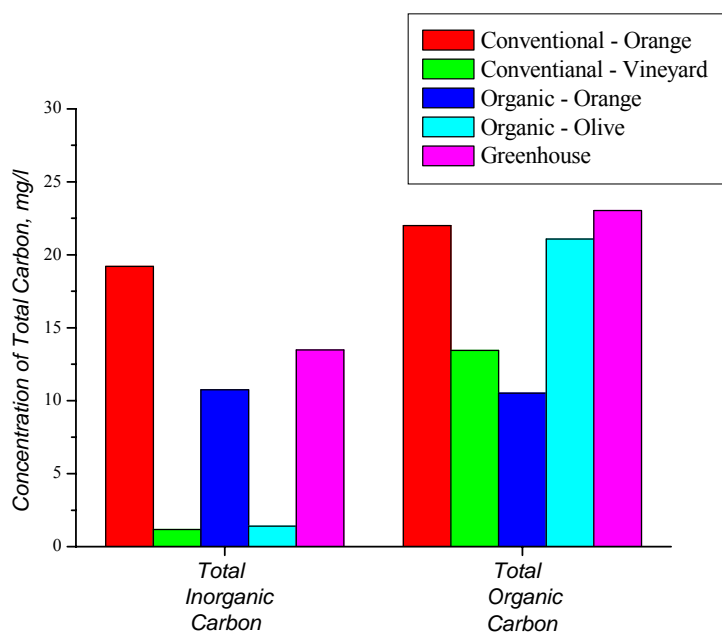
Σχήμα 5.2.2.3: Συγκεντρώσεις ανιόντων και κατιόντων σε δείγμα εμφιαλωμένου φυσικού νερού του εμπορίου

Ας σημειωθεί ότι ιόντα χαλκού και μαγγανίου (που θεωρούνται τοξικά) δεν ανιχνεύτηκαν σε όλα τα δείγματα.

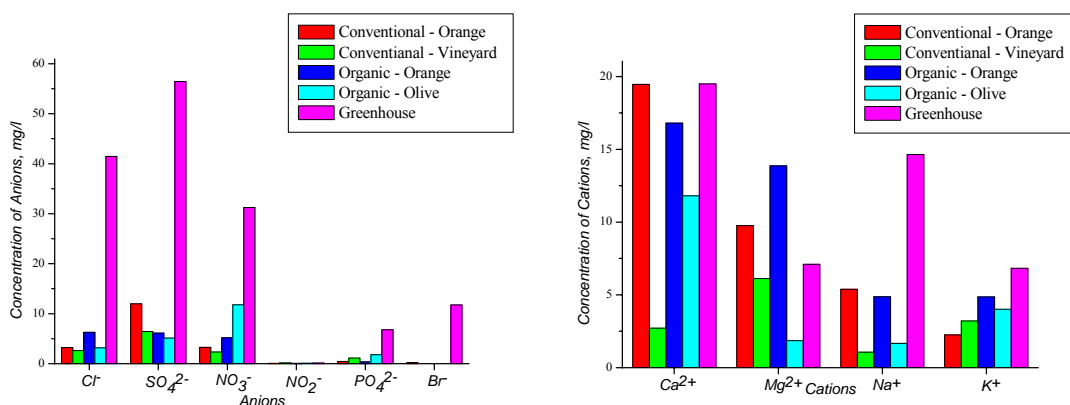
5.2.3 Δειγματοληψία εδάφους και ανάλυση εκχυλισμάτων εδάφους

Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκαν εδάφη τόσο από βιολογικές καλλιέργειες (πορτοκαλαϊώνας και ελαιώνας) όσο και από συμβατικές (πορτοκαλαϊώνας, αμπελώνας και θερμοκήπιο). Τα δείγματα εδάφους που ελήφθησαν εκχυλίστηκαν κατάλληλα και τα εκχυλίσματα αναλύθηκαν χημικά. Τα αποτελέσματα φαίνονται στα Σχήματα 5.2.3.1, όσον αφορά τις συγκεντρώσεις του ολικού ανόργανου και οργανικού άνθρακα, και 5.2.3.2, όσον αφορά τις συγκεντρώσεις των ανιόντων και των κατιόντων.

Παρατηρούμε ότι στο εκχύλισμα εδάφους από θερμοκήπιο οι συγκεντρώσεις των ανιόντων (και κυρίως των νιτρικών, των φωσφορικών και των βρωμικών ιόντων που είναι βλαπτικά, αλλά και των χλωριόντων και των θεικών) είναι κατά πολύ υψηλότερες των αντίστοιχων των εκχυλισμάτων από τα άλλα δείγματα. Αυτό είναι σαφής ένδειξη της υπέρμετρης και εντατικής χρήσης λιπασμάτων. Λόγω της συνεχούς χρήσης λιπασμάτων καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (αφού το θερμοκήπιο παρέχει τη δυνατότητα συνεχούς χρήσης με ανανεούμενες καλλιέργειες) τα λιπάσματα δεν προφθαίνουν να αφομοιωθούν από τα φυτά και παραμένουν στο έδαφος.



Σχήμα 5.2.3.1: Συγκεντρώσεις ολικού ανόργανου και οργανικού άνθρακα σε εκχυλίσματα εδάφους.



Σχήμα 5.2.3.2: Συγκεντρώσεις ανιόντων και κατιόντων σε εκχυλίσματα εδάφους.

Ας σημειωθεί ότι ιόντα χαλκού και μαγγανίου (που θεωρούνται τοξικά) δεν ανιχνεύτηκαν σε όλα τα δείγματα.

5.2.4 Ανάλυση αποβλήτων

Προκειμένου να επιδειξουμε και τη δυνατότητα ανάλυσης αποβλήτων λάβαμε δείγματα από απόβλητα ελαιοτριβείου τα οποία και αναλύθηκαν. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 5.2.4. Τα αποτελέσματα αυτά ελήφθησαν μετά από αρχική διήθηση, όπου απομακρύνθηκαν στερεά με μέγεθος μεγαλύτερο των 80 μm. Σημειώνουμε ότι οι συγκεντρώσεις δίνονται σε g/Kg αποβλήτου. Το σημαντικότερο στοιχείο της ανάλυσης είναι η σχετικά υψηλή συγκέντρωση φαινολών (4 g/Kg). Οι φαινόλες δρουν ευεργετικά για τον ανθρώπινο όταν βρίσκονται σε χαμηλή συγκέντρωση (όπως αυτή του ελαιολάδου). Αντίθετα είναι τοξικές σε υψηλές συγκεντρώσεις όπως αυτή των αποβλήτων. Είναι επίσης γνωστό ότι τα απόβλητα ελαιοτριβείων διοχετεύονται στους υδάτινους αποδέκτες ακατέργαστα.

Πίνακας 5.2.4 Αποτελέσματα ανάλυσης αποβλήτων ελαιοτριβείου (μετά από προεργασία για απομάκρυνση των στερεών με μέγεθος μεγαλύτερο των 80 μm)

Σύσταση Αποβλήτων ελαιοτριβείου	Περιεχόμενο (g/Kg)
Στερεά	10
<i>Οργανικά</i>	
TOC	676
Φαινόλες	4
Σάκχαρα	22
Λιπαρά	650
<i>Κατιόντα</i>	
Mg	0.4
Ca	4
Na	0.1
K	8
<i>Ανιόντα</i>	
P	8
N	20
S	2

5.2.5 Ανάλυση υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων σε υδατικά διαλύματα

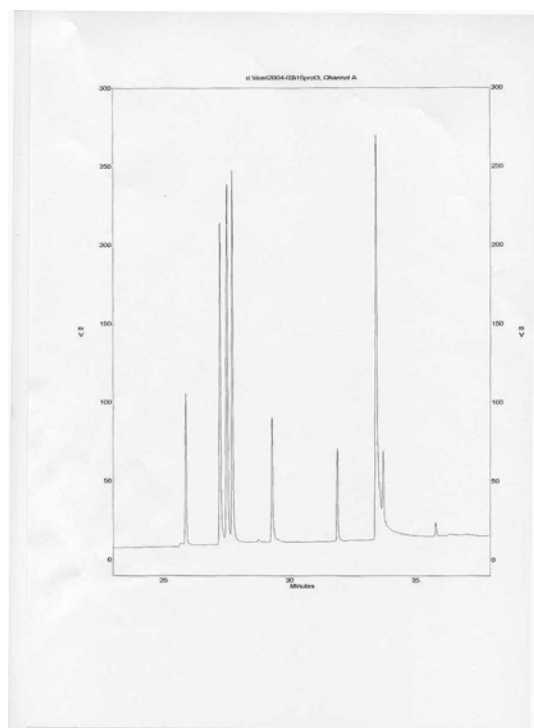
Ως πρώτο βήμα για τον προσδιορισμό υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων σε υδατικά διαλύματα πρέπει πρώτα να καθορίσουμε ποιες είναι οι ουσίες που θέλουμε να ανιχνεύσουμε, δηλαδή ποιες είναι οι δραστικές ουσίες που περιέχονται στα φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται στην περιοχή. Κάτι τέτοιο όμως, όπως διαπιστώσαμε, δεν υπάρχει επίσημα καταγεγραμμένο. Ήρθαμε σε επαφή με παραγωγούς, γεωπόνους, εμπόρους φυτοφαρμάκων και αγροτικούς συνεταιρισμούς της περιοχής για να κάνουμε καταγραφή των χρησιμοποιούμενων φυτοφαρμάκων και με βάση αυτό να κάνουμε λίστα των δραστικών ουσιών φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιούνται στη περιοχή. Ως αποτέλεσμα αυτής της μελέτης προέκυψε η ακόλουθη λίστα δραστικών ουσιών:

Πίνακας 5.2.5 Δραστικές ουσίες φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιούνται στην περιοχή της ΠΔΕ

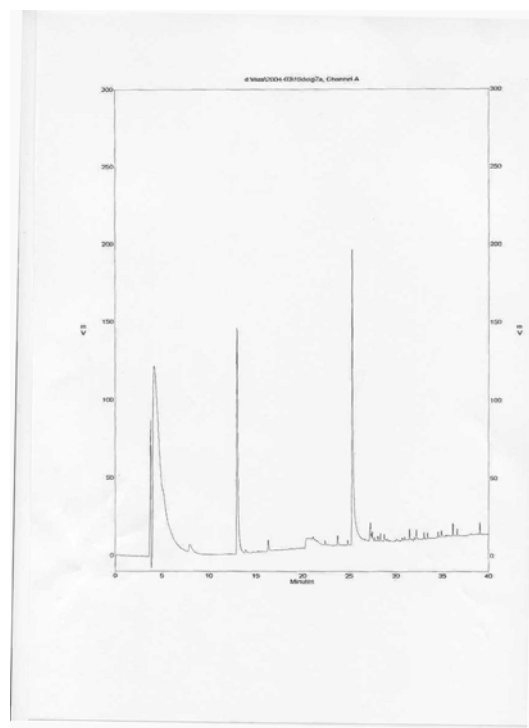
1.	Monocrotophos
2.	Simazine
3.	Atrazine
4.	Propazine
5.	Chlorothalonil
6.	Alachlor
7.	Metolachlor
8.	Fenthion
9.	Folpet

Με βάση τον ως άνω κατάλογο δραστικών ουσιών προμηθευτήκαμε πρότυπα διαλύματα με καθορισμένη και γνωστή συγκέντρωση (10 mg/l) για κάθε μια από τις ουσίες για να γίνει βαθμονόμηση του Χρωματογράφου Αερίων. Στα προς ανάλυση δείγματα μπορούσαμε ποιοτικά να ανιχνεύσουμε και άλλες δραστικές ουσίες, τις οποίες όμως δεν θα είμαστε σε θέση να προσδιορίσουμε ποσοτικά. Όπως όμως αποδείχθηκε εκ των υστέρων (μετά τις αναλύσεις) δεν βρήκαμε άλλη δραστική ουσία.

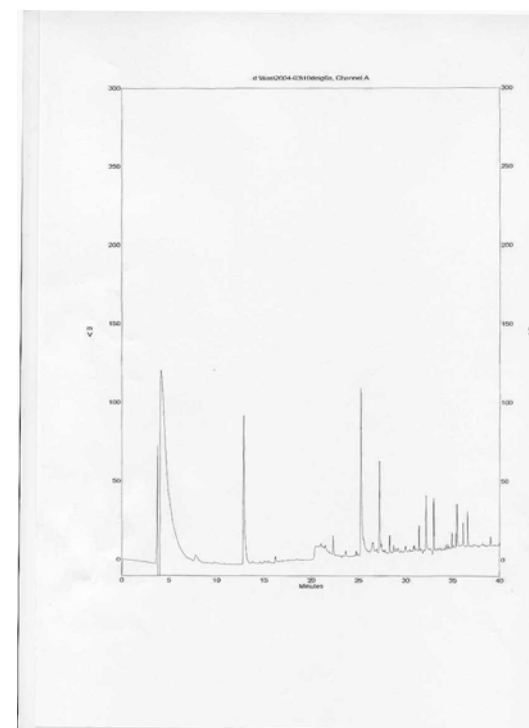
Αναλύσαμε όλα τα υδατικά δείγματα που διαθέταμε. Στα περισσότερα δείγματα δεν προσδιορίσαμε καθόλου δραστικές ουσίες, ή σε πολύ χαμηλή συγκέντρωση που άγγιζε τα όρια του θορύβου του οργάνου. Στα μόνα δείγματα που εντοπίσαμε υπολείμματα φυτοφαρμάκων ήταν σε δείγματα νερού από πηγάδια που βρισκόταν σε θερμοκήπιο. Τα σχετικά χρωματογραφήματα φαίνονται στο Σχήμα 5.2.5.



(α)



(β)



(γ)

Σχήμα 5.2.6: Χρωματογραφήματα δραστικών ουσιών φυτοφαρμάκων: (α) προτύπου, (β) πηγαδιού θερμοκηπίου 1 σε βάθος 6 m, (γ) πηγαδιού θερμοκηπίου 2 σε βάθος 4m

Παρατηρούμε ότι στην ανάλυση του δείγματος νερού από το πηγάδι του θερμοκηπίου 1 σε βάθος 6m (Σχήμα 5.2.5β) εμφανίζεται η κορυφή που αντιστοιχεί σε Simazine, ενώ στο δείγμα νερού από το πηγάδι του θερμοκηπίου 2 σε βάθος 4m εμφανίζονται οι κορυφές των Simazine, Atrazine και Metolachlor. Οι δραστικές αυτές ουσίες έχουν εξής ανώτατα όρια συγκεντρώσεων: α) Simazine: 0.004 mg/l, β) Atrazine: 0.003 mg/l και γ) Metolachlor: 0.002 mg/l. Η ποσοτική ανάλυση (σε σύγκριση με το πρότυπο διάλυμα που φαίνεται στο Σχήμα 5.2.5α) έδειξε ότι η συγκέντρωση της Simazine είναι 21.7 mg/l στο χρωματογράφημα 5.2.5β, ενώ εκείνη των Simazine, Atrazine και Metolachlor στο χρωματογράφημα 5.2.5γ είναι 20.6 mg/l, δηλαδή πολύ μεγαλύτερη από τα επιτρεπτά όρια.

5.3 Κοστολόγηση των παρεχόμενων υπηρεσιών από το Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Μελετών

Η κοστολόγηση των εργασιών μπορεί να γίνει με βάση ορισμένες προϋποθέσεις, οι οποίες συνοψίζονται κατωτέρω:

- Το Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Μελετών θα είναι σε πλήρη λειτουργία, δηλαδή θα λειτουργεί κατά μέσο όρο 220 εργάσιμες ημέρες το χρόνο και σε κάθε «κύριο» όργανο (δηλαδή στον Αναλυτή Ολικού Οργανικού Άνθρακα και Ολικού Αζώτου, στο Χρωματογράφο Ιόντων, στο Χρωματογράφο Αερίων με Φασματογράφο Μάζας, και στο Χρωματογράφο Υγρών με Φασματογράφο Μάζας) θα πραγματοποιούνται κατά μέσο όρο τρεις αναλύσεις ημερησίως
- Στο Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Μελετών θα απασχολούνται σε μόνιμη βάση ένας Διδάκτορας και δυο πτυχιούχοι με ειδικότητα είτε Χημικού, είτε Χημικού Μηχανικού
- Στην κοστολόγηση των υπηρεσιών θα συνυπολογίζεται κόστος απόσβεσης των μηχανημάτων (με χρόνο απόσβεσης 5 έτη). Τα έσοδα αυτής της κατηγορίας θα επενδύονται για αναβάθμιση-επέκταση του υπάρχοντος εξοπλισμού
- Θα συνυπολογίζεται το κόστος συντήρησης που από το κατασκευαστή ορίζεται στο 6-8 % της αξίας του μηχανήματος
- Θα συνυπολογίζεται το κόστος των αναλωσίμων και το κόστος χρήσης των λοιπών συσκευών του Εργαστηρίου
- Θα συνυπολογίζεται το κόστος των γενικών εξόδων που αφορά τα κάθε λογής λοιπά έξοδα του Εργαστηρίου.

Με βάση τα ανωτέρω το κόστος κάθε ανάλυσης σε συγκεκριμένο όργανο εκτιμάται όπως φαίνεται στο Πίνακα 5.3.

Πίνακας 5.3 Κόστος αναλύσεων στο Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Μελετών

Χρησιμοποιούμενο Όργανο	Κόστος ανά ανάλυση, €
Αναλυτής Ολικού Οργανικού Άνθρακα και Ολικού Αζώτου	45
Χρωματογράφος Ιόντων	36
Χρωματογράφος Αερίων με Φασματογράφο Μάζας	73
Χρωματογράφος Υγρών με Φασματογράφο Μάζας	98

5.5 Σχέδιο βιωσιμότητας Εργαστηρίου Περιβαλλοντικών Μελετών

Κατ' αρχή για να είναι βιώσιμο ένα εργαστήριο αυτού του είδους πρέπει να έχει λόγω ύπαρξης και πελατεία. Έτσι τίθεται το ερώτημα του κατά πόσο χρειάζεται ένα τέτοιο εργαστήριο και σε ποιους απευθύνεται.

Η οικονομία της ΠΔΕ στηρίζεται σε σημαντικό βαθμό σε αγροκτηνοτροφικές δραστηριότητες, οι οποίες περιλαμβάνουν συμβατικές και βιολογικές γεωργικές καλλιέργειες, συμβατική και βιολογική κτηνοτροφία, ιχθυοκαλλιέργειες, αλλά και επεξεργασία των αγροτικών προϊόντων σε βιοτεχνικές / βιομηχανικές μονάδες για τη παραγωγή τροφίμων. Είναι όμως γνωστό ότι πολλές φορές, αγροτικά κυρίως προϊόντα της περιοχής που εξάγονται στο εξωτερικό δεν γίνονται αποδεκτά, επειδή έχουν επιβαρυνθεί με φυτοφάρμακα ή άλλα φυτοπροστατευτικά προϊόντα. Η έλλειψη ικανού αριθμού σύγχρονων, κατάλληλα τεχνολογικά εξοπλισμένων και διαπιστευμένων εργαστηρίων που θα παρέχουν πιστοποιητικό ποιότητας τόσο στα αγροτικά, όσο και στα βιομηχανικά επεξεργασμένα τρόφιμα θα αποτελέσει στο εγγύς μέλλον σημαντικό ανασταλτικό παράγοντα στις εξαγωγές τροφίμων (γεωργικών ή βιομηχανικά επεξεργασμένων) και γενικά στην οικονομική ανάπτυξη της περιοχής. Όπως όλα δείχνουν,

ο τομέας της πιστοποίησης στον αγροτικό τομέα θα διαδραματίσει σημαντικό ρόλο, με δεδομένο ότι από το 2005 που θα αρχίσει να εφαρμόζεται η νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική, μεγάλο μέρος των επιδοτήσεων θα κατευθύνεται σε προϊόντα που παρήχθησαν με φιλικές προς το περιβάλλον μεθόδους (όπως αυτά της βιολογικής γεωργίας) και που πιστοποιείται η ποιότητα και ασφάλειά τους. Οι τάσεις που διαμορφώνονται στις διεθνείς αγορές (τουλάχιστον στις μεγάλες αγορές της Δύσης) είναι ότι από το 2006 και μετά δεν πρόκειται να προμηθεύονται προϊόντα συμβατικής γεωργίας χωρίς να έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και πιστοποιήσεις.

Η εγκατάσταση και λειτουργία Συστημάτων Διαχείρισης της Ασφάλειας των Τροφίμων (HACCP) είναι απαίτηση της Ελληνικής νομοθεσίας για όλες τις επιχειρήσεις που διαχειρίζονται τρόφιμα (ΚΥΑ 487/2000 «Υγιεινή των τροφίμων σε συμμόρφωση με την οδηγία 93/43/Ε ΟΚ», ΦΕΚ 1219/Β/4-10-2000), αλλά και βασική απαίτηση των πελατών / καταναλωτών, που τα τελευταία χρόνια έχουν ευαισθητοποιηθεί ιδιαίτερα σε θέματα υγιεινής και ποιότητας ζωής. Τα πρόσφατα διατροφικά σκάνδαλα στην Ευρώπη (“τρελές αγελάδες”, μολυσμένα πουλερικά, κλπ.), αλλά και διεθνώς έχουν κλονίσει σε σημαντικό βαθμό την εμπιστοσύνη του καταναλωτή στα προϊόντα διατροφής. Γι’ αυτό, η διάθεση των τροφίμων, ιδίως στις αγορές της Ευρωπαϊκής Ένωσης, πρέπει να συνοδεύεται από πιστοποιητικά ποιότητας που να αποδεικνύουν ότι τα προϊόντα είναι “ασφαλή” και υψηλής ποιότητας. Η εφαρμογή συστημάτων διαχείρισης στην πρωτογενή παραγωγή, στην επεξεργασία, διανομή και διάθεση τροφίμων οδηγεί σε ανταγωνιστικά προϊόντα με διαβατήριο ακόμα και για τις πιο απαιτητικές αγορές. Τα «παραδοσιακά» συστήματα EN ISO 9001:2000 και HACCP διατηρούν την αναγνωρισιμότητά τους, χωρίς όμως να αποκλείουν επιπλέον απαιτήσεις από την πλευρά των αγοραστών. Οι ισχυρές υπεραγορές τροφίμων, όσον αφορά στα φρέσκα φρούτα και λαχανικά, καλύπτονται από την πιστοποίηση συστημάτων AGRO 2-1 και 2-2 και EUREPGAP. Οι επιπλέον απαιτήσεις π.χ. της Μεγάλης Βρετανίας εστιάζονται κυρίως στην εφαρμογή και πιστοποίηση του σχετικού συστήματος του BRC (British Retail Consortium), ενώ για τη Γερμανία το IFS (International Food Standard) θεωρείται βασική προϋπόθεση για εμπορική συναλλαγή. Αναγνωρίζοντας την ανάγκη της πιστοποίησης της ποιότητας των τροφίμων το Υπουργείο Γεωργίας προσανατολίζεται προς νέα νομοθετική ρύθμιση για τη διεύρυνση του εθνικού συστήματος ποιότητας με σταδιακή δραστηριοποίηση ιδιωτικών φορέων πιστοποίησης τροφίμων ενταγμένων σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα, που θα διαθέτει αρχή επίβλεψης, σύγχρονα πρότυπα, εκπαιδευμένους επιθεωρητές και *διαπιστευμένα εργαστήρια*.

Επιπλέον η πιστοποίηση των βιολογικών προϊόντων πρέπει να γίνεται σε όλα τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας. Αρχικά πρέπει να γίνεται εδαφολογική εξέταση για το εάν και κατά πόσο το έδαφος που θα χρησιμοποιηθεί δεν είναι επιβαρημένο με ρύπους (χημικά λιπάσματα, φυτοφάρμακα, κλπ.) και εξέταση του νερού που χρησιμοποιείται για άρδευση. Μετά η λίπανση της καλλιέργειας πρέπει να γίνεται με φυσικά και όχι χημικά λιπάσματα. Την εποχή των ασθενειών, πρέπει πρώτα να γίνεται η απαραίτητη διάγνωση της ασθένειας και μετά η εφαρμογή κατάλληλης θεραπείας με φυσικά φυτοπροστατευτικά προϊόντα και σε καμιά περίπτωση με μίγματα διαφόρων χημικών φυτοφαρμάκων. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται τόσο στη συγκομιδή, που πρέπει να γίνεται σταδιακά, έτσι ώστε να μαζεύονται οι καρποί με σωστό τρόπο, όσο και στη διακίνηση των προϊόντων προς το συσκευαστήριο ή τη μεταποιητική βιομηχανία. Το τελικό προϊόν πρέπει πάντα να συνοδεύεται από πιστοποιητικό προέλευσης και ποιότητας.

Από τα ανωτέρω τεκμηριώνεται η ανάγκη λειτουργίας πιστοποιημένων εργαστηρίων σαν το Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Μελετών που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη μιας περιοχής. Οι πελάτες τέτοιου είδους εργαστηρίων είναι αγρότες, γεωργικοί συνεταιρισμοί, εταιρείες παραγωγής βιομηχανικών τροφίμων, έμποροι τροφίμων, καταναλωτές, κλπ.

Φυσικά απαραίτητη προϋπόθεση είναι το Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Μελετών να πιστοποιηθεί για την έκδοση πιστοποιητικών ποιότητας προϊόντων. Αυτός είναι και ο κύριος βραχυπρόθεσμος στόχος. Το επόμενο βήμα θα είναι η δημιουργία μιας αυτοχρηματοδοτούμενης εταιρείας-τεχνοβλαστού (spin-off) με πιθανή συνεργασία με το Επιστημονικό Πάρκο Πατρών. Η εταιρεία αυτή θα λειτουργεί με ιδιωτικοοικονομικά κριτήρια και θα παρέχει τις διαπιστευμένες υπηρεσίες στηριζόμενη στις αναλύσεις του Εργαστηρίου.

Θα εξαρτάται πλέον από την εταιρεία αυτή η τιμολόγηση των διαφόρων υπηρεσιών σε συνάρτηση με την αναζήτηση επιπλέον πηγών για περαιτέρω χρηματοδότηση, γεγονός που θα μειώσει το κόστος των παρεχομένων υπηρεσιών.