ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΜΟΡΦΩΝ ΡΑΔΙΟΝΟΥΚΛΙΔΙΩΝ ΚΑΙ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Νικόλαος Κ. Ευαγγελίου
Χημικός

ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος»
Ινστιτούτο Πυρηνικής Τεχνολογίας – Ακτινοπροστασίας
Εργαστήριο Ραδιενέργειας Περιβάλλοντος

Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Χημείας
Τομέας Χημείας Περιβάλλοντος

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΜΙΧΑΗΛ ΣΚΟΥΛΛΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΚΠΑ
ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΔΑΣΕΝΑΚΗΣ, ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΚΠΑ
ΕΛΕΝΗ ΦΛΩΡΟΥ, ΔΙΕΥΘΥΝΤΡΙΑ ΕΡΕΥΝΩΝ ΕΚΕΦΕ «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ»

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ – ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

- Μελέτη της κατανομής του τεχνητού ραδιονουκλιδίου ^{137}Cs και του φυσικού ^{234}Th (σωματιδιακή – διαλυτή φάση), σε σχέση με τις κατανομές του σωματιδιακού και του διαλυτού οργανικού άνθρακα (POC και DOC αντίστοιχα) ως προς την ανταγωνιστικότητα / συνεργετικότητα στις πορείες διασποράς και συγκέντρωσης στα αβιοτικά στοιχεία.

- Προσαρμογή και επέκταση της μεθόδου της επί τόπου προσυγκέντρωσης με αντλία δειγματοληψίας μεγάλου όγκου στον προσδιορισμό φυσικών ραδιονουκλιδίων (Th) και συμβατικών ρύπων (σωματιδιακού – οργανικού άνθρακα, σωματιδιακού αζώτου).

- Συνδυασμός συμβατικών και νέων μεθόδων ανάλυσης πεδίου και εργαστηρίου με τη χρήση στατιστικών πακέτων για τη δημιουργία μιας νέας μεθοδολογίας, με σκοπό τη βελτίωση των ορίων ανίχνευσης και των σφαλμάτων μέτρησης των μετρητικών διατάξεων και την ελαχιστοποίηση των προβλημάτων επιμόλυνσης.

ΣΤΟΧΟΙ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

- Μελέτη της οριζόντιας διασπορά των ραδιονουκλιδίων ^{137}Cs και ^{234}Th και του οργανικού άνθρακα σε μια θαλάσσια λεκάνη (Σαρωνικός Κόλπος) με επιδράσεις από το αστικό περιβάλλον, τις βιομηχανικές δραστηριότητες και το φυσικό περιβάλλοντα χώρο, σε σχέση με τις περιβαλλοντικές παραμέτρους του φυσικού οικοσυστήματος

- Μελέτη κατακόρυφων κατανομών (profiles) ^{137}Cs, ^{234}Th και του οργανικού άνθρακα στη σωματιδιακή φάση (κλάσματα μεγέθους 0.6 – 25 μm και > 25 μm) και στη διαλυτή φάση (κλάσμα μεγέθους < 0.6 μm)

- Εξέταση της στατιστικής συσχέτισης των κατανομών των ραδιονουκλιδίων (^{137}Cs και ^{234}Th) και των συμβατικών ρύπων (POC και DOC)

- Μελέτη της εποχιακής διακύμανσης των ρύπων στους επιλεγμένους σταθμούς δειγματοληψίας

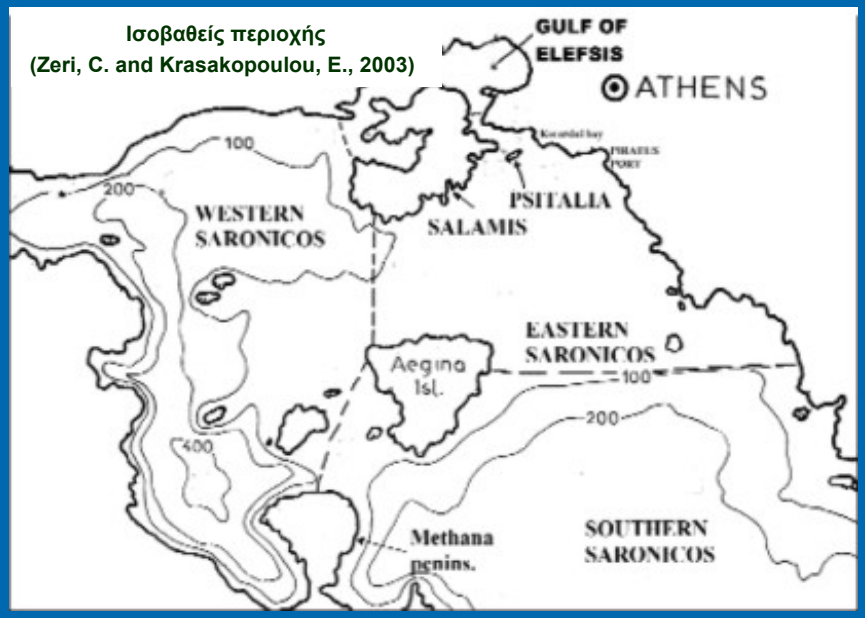
- Σύνδεση των κατακόρυφων κατανομών των ρύπων με τις φυσικοχημικές παραμέτρους (pH, αλατότητα, θερμοκρασία, πυκνότητα) ως προς τα ωκεανογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης

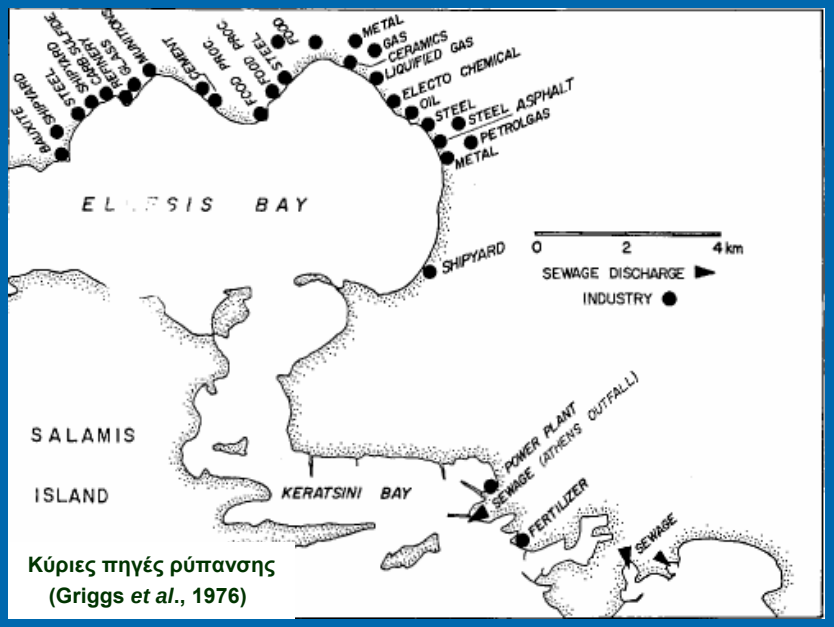
- Μελέτη των περιβαλλοντικών πορειών του σωματιδιακού και του διαλυτού κλάσματος των ρύπων στο επιλεγμένο οικοσύστημα (προσπάθεια προσαρμογής σε υπολογιστικά μοντέλα)

Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

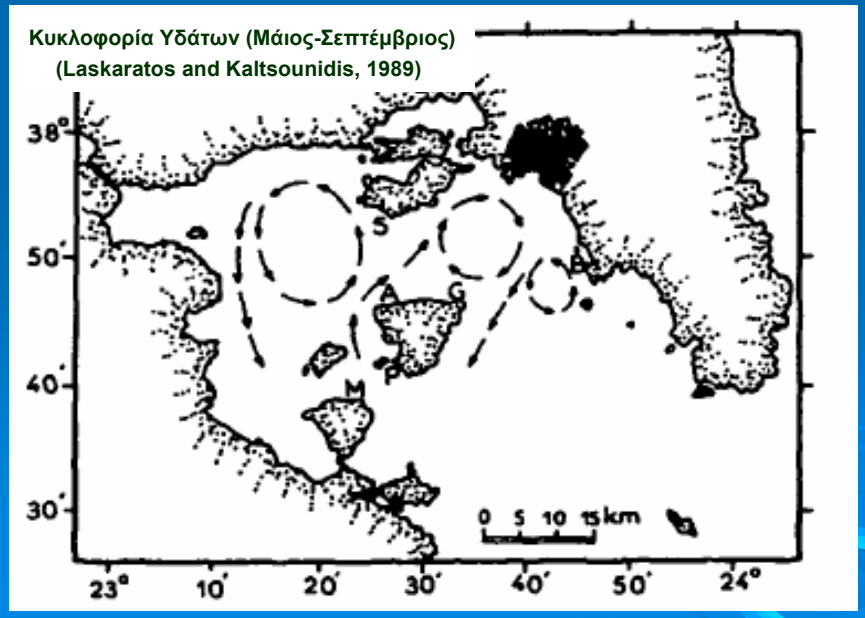
Ισοβαθείς περιοχής
(Zeri, C. and Krasakopoulou, E., 2003)



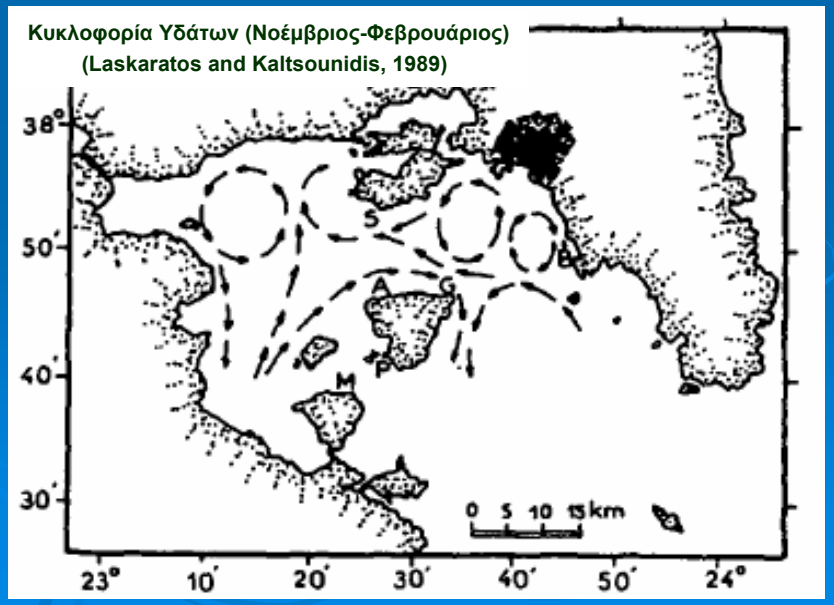


Κύριες πηγές ρύπανσης
(Griggs *et al*., 1976)

Κυκλοφορία Υδάτων (Μάιος-Σεπτέμβριος)
(Laskaratos and Kaltsounidis, 1989)



Κυκλοφορία Υδάτων (Νοέμβριος-Φεβρουάριος)
(Laskaratos and Kaltsounidis, 1989)



ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

4 δειγματοληψίες / έτος

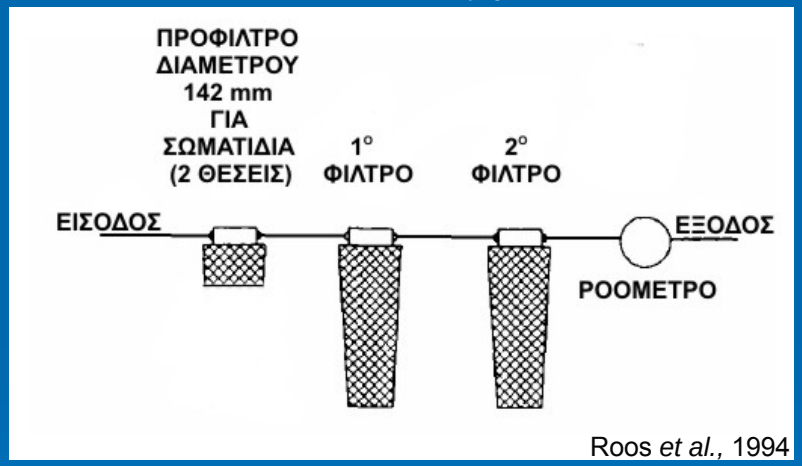
- ✓ 4 – 10 Φεβρουαρίου 2007 (Χειμώνας)
- ➢ Μάιος 2007 (Άνοιξη)
- ➢ Αύγουστος 2007 (Καλοκαίρι)
- ➢ Νοέμβριος 2007 (Φθινόπωρο)

ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ – ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ – ΑΝΑΛΥΣΗ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ → ΠΕΔΙΟ → ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

- Προετοιμασία φίλτρων
- Δοκιμαστική λειτουργία

Ανάπτυξη

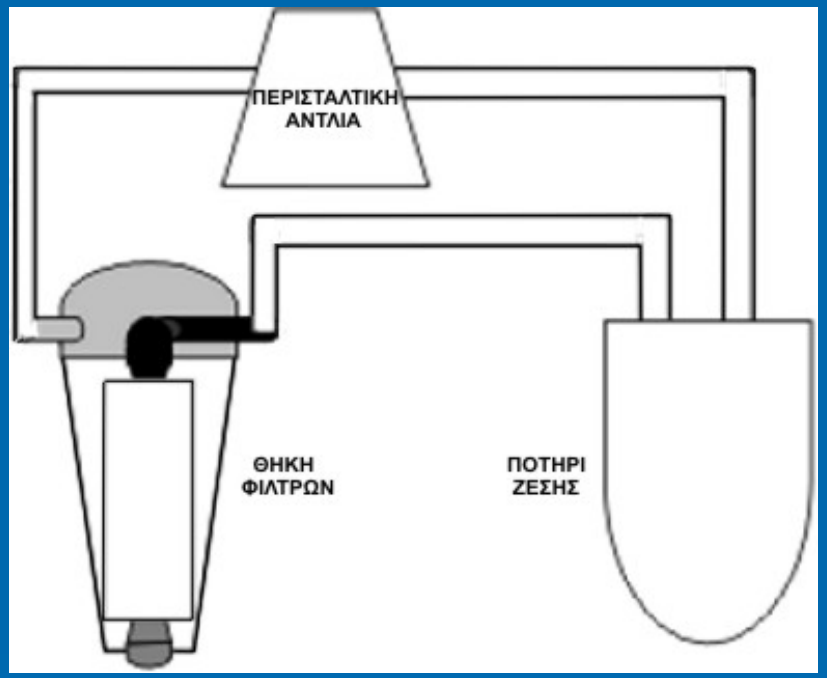


Roos *et al.*, 1994

$$A[diss(Th,Cs)] = \frac{A_1}{E} = \frac{A_1}{1-\frac{A_2}{A_1}}$$

- Ανάλυση δειγμάτων
- Μετρήσεις γ-φασματομετρίας
- Μετρήσεις DOC - POC
- Συντήρηση δειγματολήπτη

ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΦΙΛΤΡΩΝ



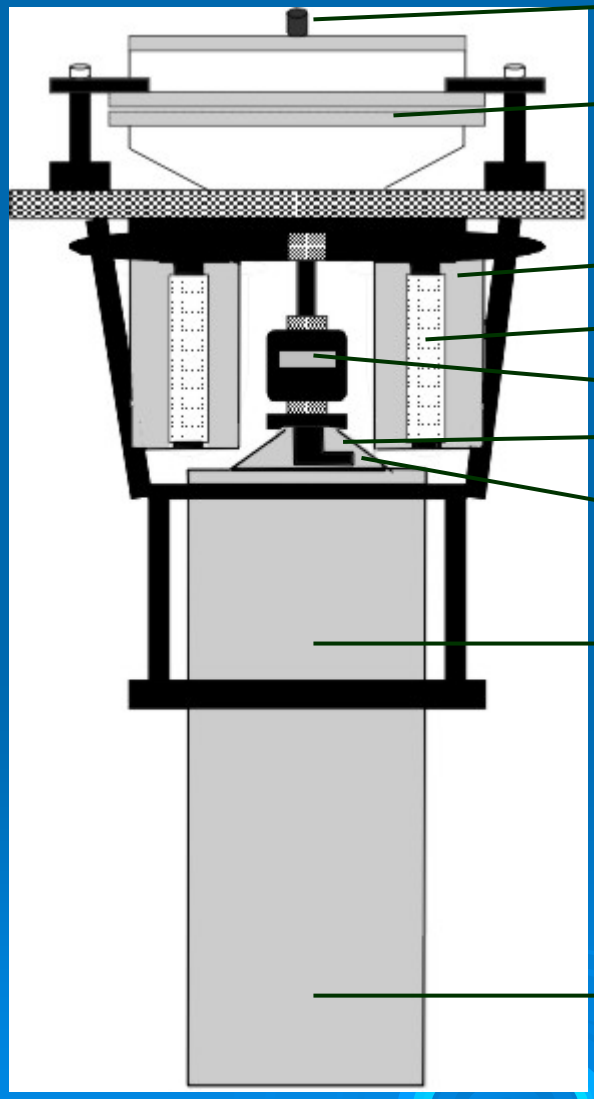
$Cu_2[Fe(CN)_6]$ για τη δέσμευση του Cs

$$4\,[Fe(CN)_6] + 2\,Cu(NO_3)_2 \longrightarrow Cu_2Fe(CN)_6 + 4\,KNO_3$$

MnO_2 για τη δέσμευση του Th

$$2\,KMnO_4 + 3\,MnCl_2 + 2\,H_2O \longrightarrow 5\,MnO_2 + 4\,H^+ + 6\,Cl^- + 2\,K^+$$

Ο *in situ* ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗΣ ΜΕΓΑΛΟΥ ΟΓΚΟΥ



Είσοδος νερού

Θήκη προφίλτρων 2 σταδίων για σωματίδια (δισκοειδή φίλτρα)

Θήκες κυλινδρικών φίλτρων

Κυλινδρικά φίλτρα ιοντοανταλλάκτη

Ροόμετρο

Αντλία

Έξοδος νερού

Μπαταρίες

Πίνακας ελέγχου

ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ^{137}Cs

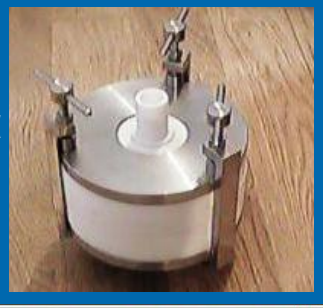
^{137}Cs

ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΟ ΚΛΑΣΜΑ

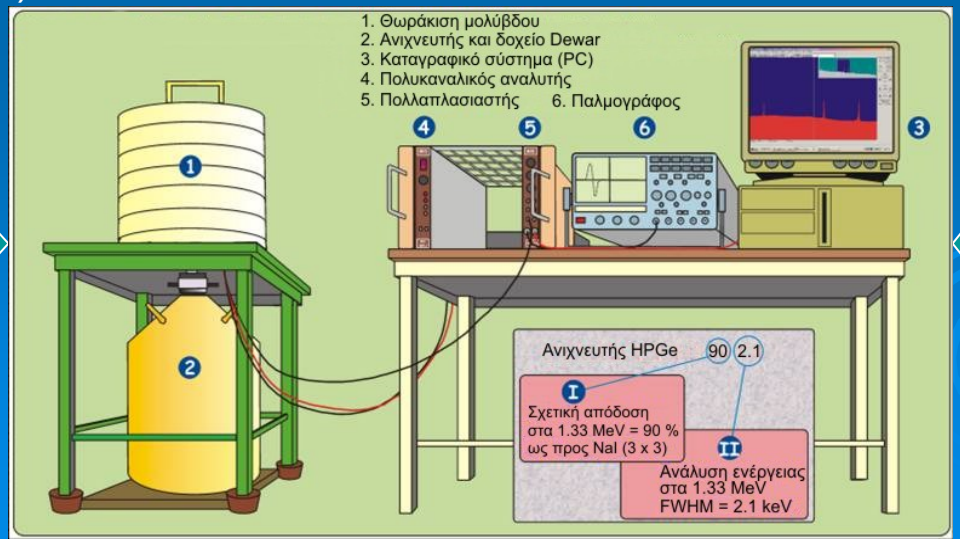
ΔΙΑΛΥΤΟ ΚΛΑΣΜΑ

2 Δισκοειδή φίλτρα:

1. Whatman GFF φίλτρα 0.6 μm (0.6 – 25 μm)
2. Whatman Cellulose φίλτρα 25 μm (> 25 μm)



2 Κυλινδρικά φίλτρα σε σειρά εμποτισμένα με $Cu_2[Fe(CN)_6]$



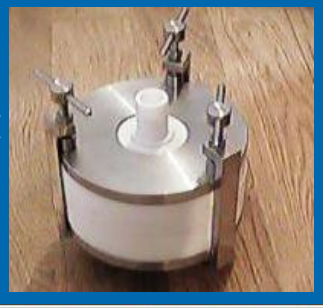
ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ^{234}Th

^{234}Th

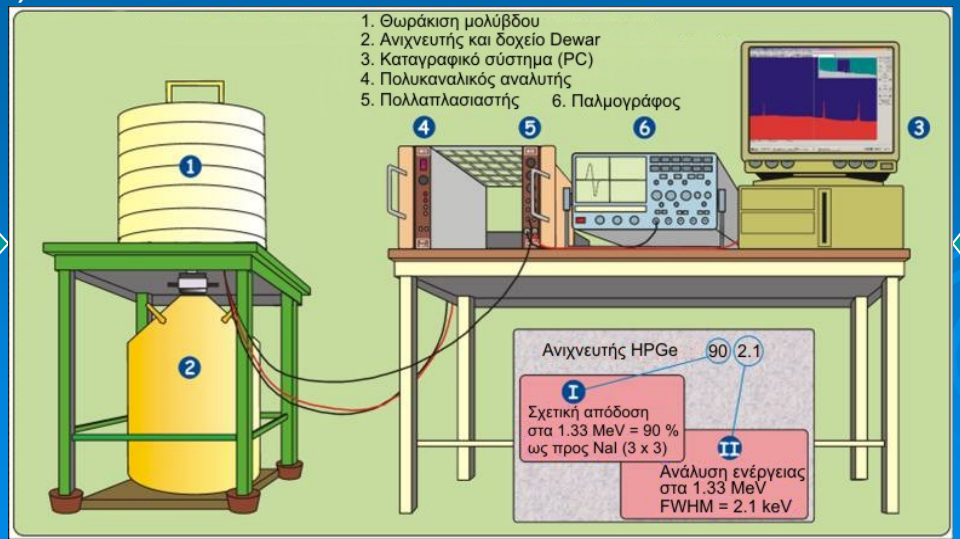
ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΟ ΚΛΑΣΜΑ

ΔΙΑΛΥΤΟ ΚΛΑΣΜΑ

2 Δισκοειδή φίλτρα:
1. Whatman GFF φίλτρα 0.6 μm (0.6 – 25 μm)
2. Whatman Cellulose φίλτρα 25 μm (> 25 μm)



2 Κυλινδρικά φίλτρα σε σειρά εμποτισμένα με MnO_2



ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Οργανικός Άνθρακας

ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΟ ΚΛΑΣΜΑ (POC)

ΔΙΑΛΥΤΟ ΚΛΑΣΜΑ (DOC)

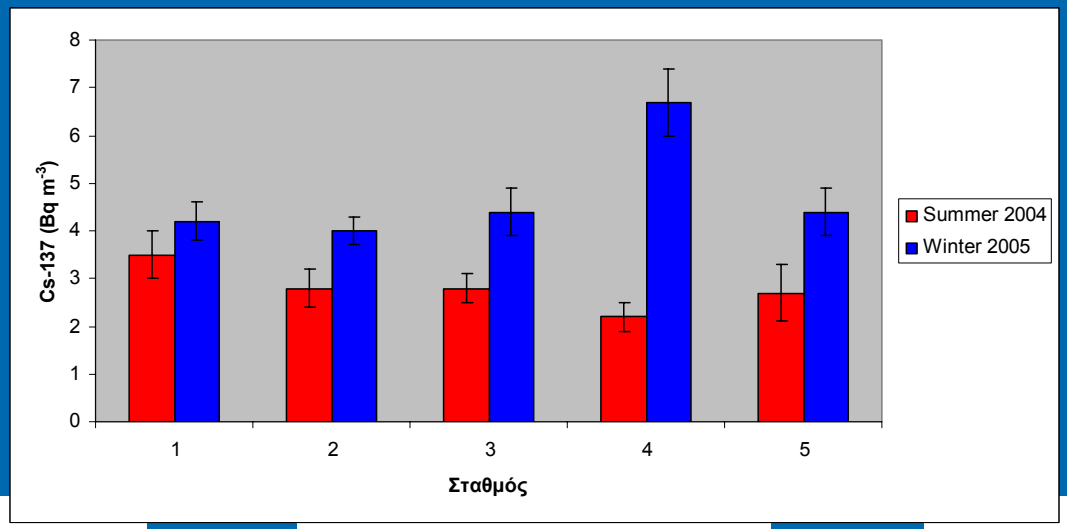
2 Δισκοειδή φίλτρα:
1. Whatman GFF φίλτρο 0.6 μm (0.6 – 25 μm)
2. Whatman Cellulose 25 μm (> 25 μm)

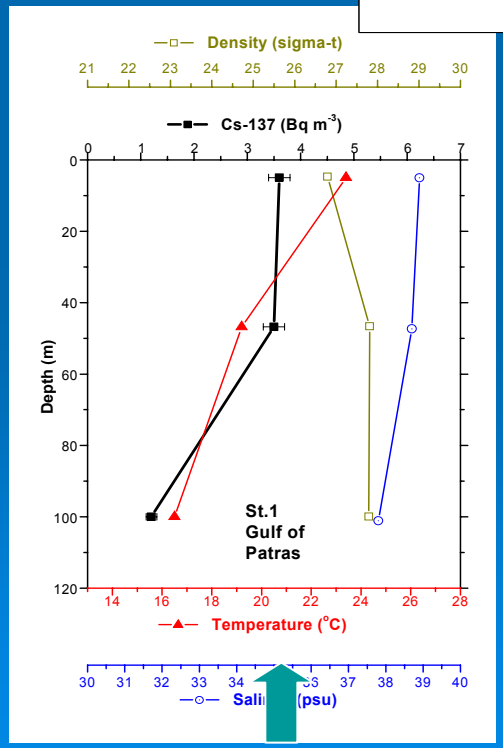
Συλλογή σε γυάλινα δοχεία 50 mL του εγκλωβισμένου στο δειγματολήπτη νερού

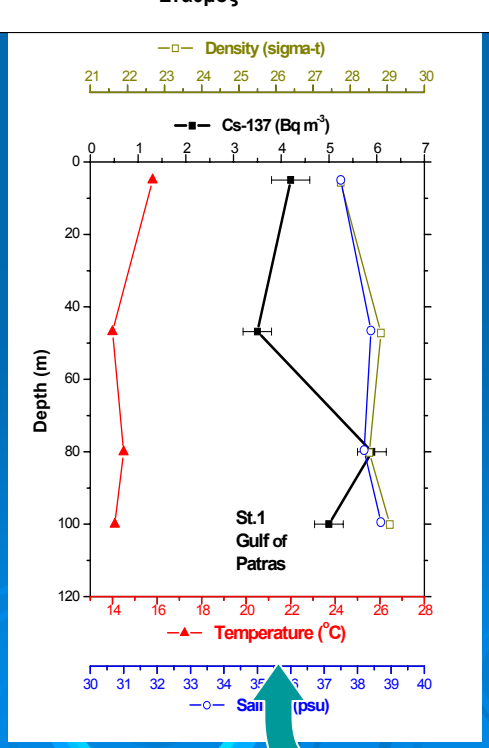
Perkin – Elmer CHN Analyser

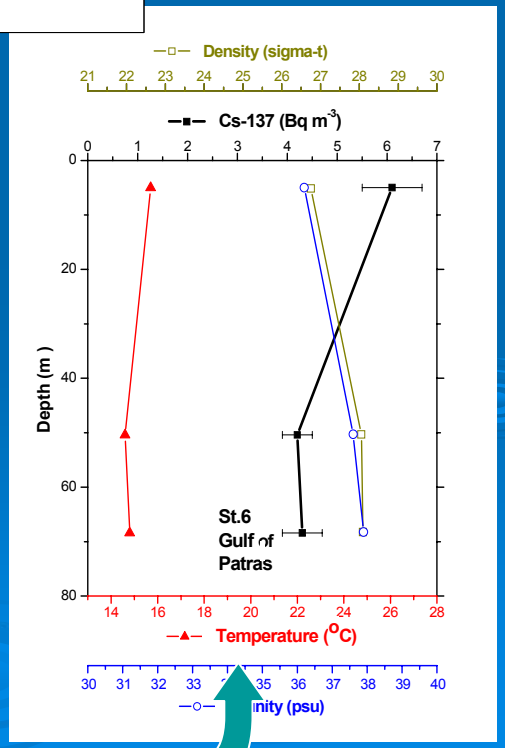
Shimadzu TOC Analyser 5000A

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ^{137}Cs ΣΤΟΝ ΠΑΤΡΑΪΚΟ ΚΟΛΠΟ





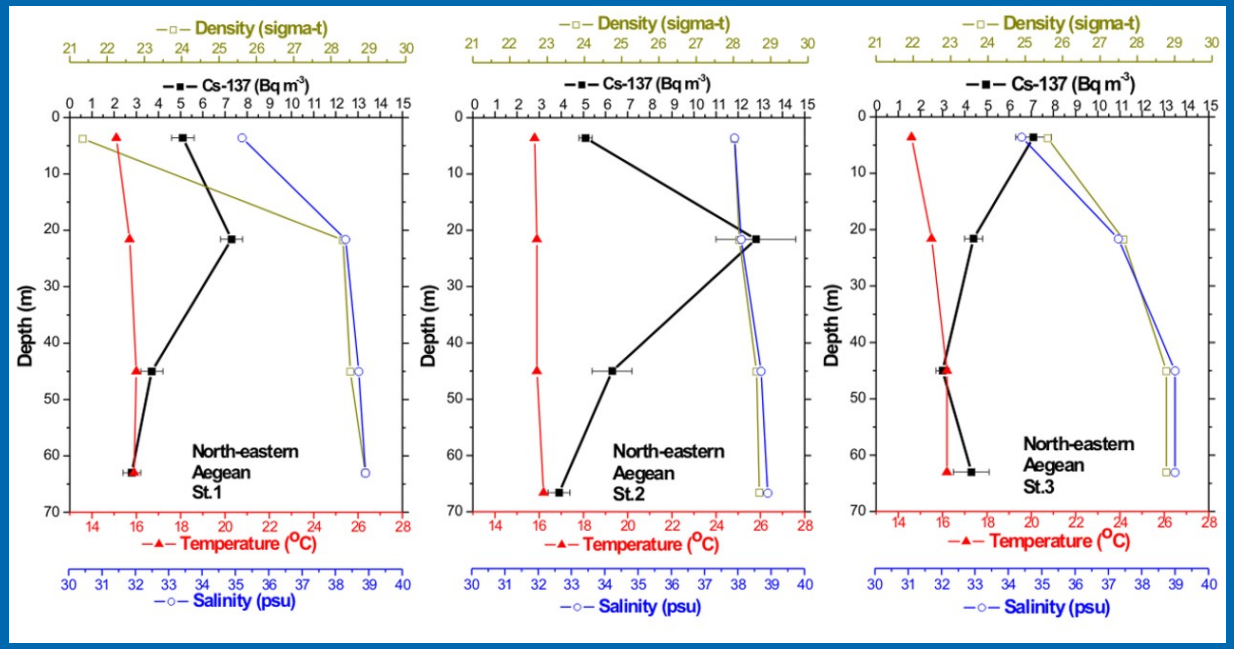




ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 2004

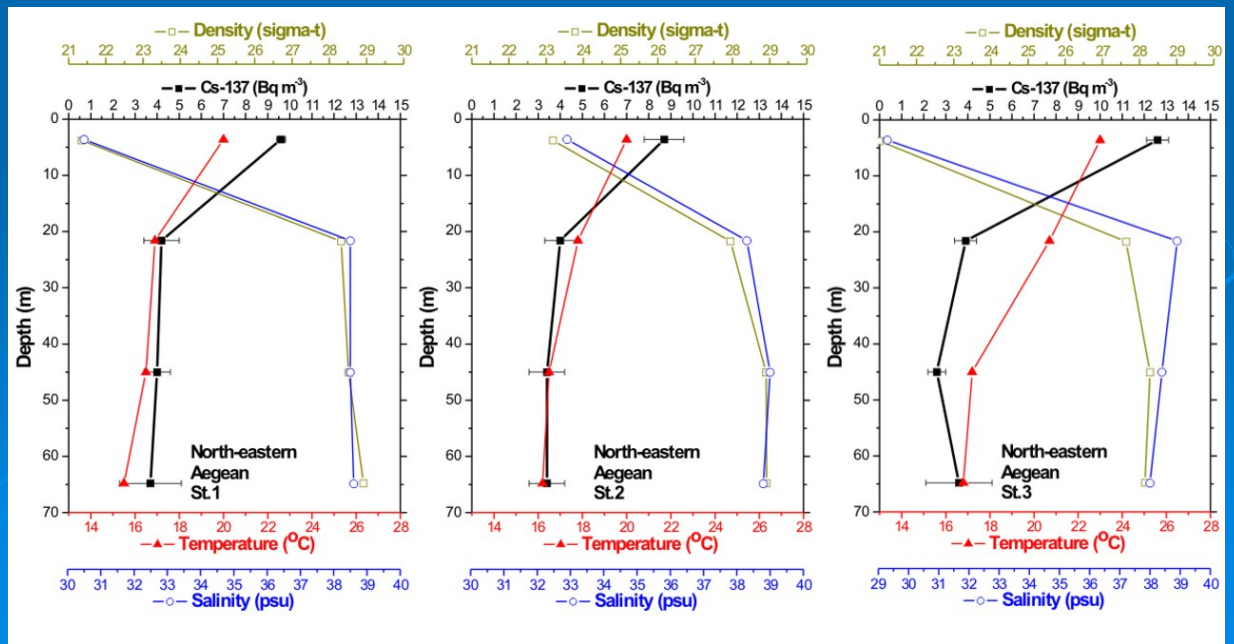
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 2005

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ^{137}Cs ΣΤΟ ΒΑ ΑΙΓΑΙΟ (ΕΚΡΟΗ ΥΔΑΤΩΝ ΜΑΥΡΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ)



Χειμώνας 2005

Καλοκαίρι 2006



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

Evaggeliou N., Lycomitrou Ch., Zafiropoulou A. (2004), “Determination of ^{137}Cs in Sea Water Samples Using Gamma Spectrometry”, In: Proceedings of 14th Hellenic Symposium on Nuclear Physics, Athens 21 – 22 May 2004.

Ευαγγελίου Ν., Φλώρου Ε., Δασενάκης Ε., Σκούλλος Μ. (2005), «Συγκεντρώσεις Ενεργότητας του ^{137}Cs στο Θαλάσσιο Περιβάλλον: Διασπορά και Κατανομή στη Στήλη Νερού», Πεπραγμένα 2ου Περιβαλλοντικού Συνεδρίου Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 8 – 12 Οκτωβρίου 2005.

Florou H., Evaggeliou N., Psomiadou Ch., Zafiropoulou A. (2006), “The Use of Nuclear Techniques in Environmental Research: Caesium – 137 Determined by Gamma Spectrometry, as a Tracer Tool in Marine Processes”, In: Proceedings of 16th Hellenic Symposium on Nuclear Physics, Athens, 26 – 27 May 2006.

Ν. Ευαγγελίου, Ε. Φλώρου, Χ. Ψωμιάδου, Μ. Σκούλλος (2006), «Οριζόντια Διασπορά και Κατακόρυφη Κατανομή ^{137}Cs σε Περιοχές του Κορινθιακού και Πατραϊκού Κόλπου», Πεπραγμένα 12ου Συνεδρίου Μεταπτυχιακών Φοιτητών Χημείας Πανεπιστημίου Κρήτης, Σαντορίνη, 7 – 8 Ιουλίου 2006.

Ε. Φλώρου, Ψωμιάδου Χ., Μιχαλέας Σ., Ευαγγελίου Ν. (2006), «Ραδιοοικολογία: Ραδιολογική Προστασία Περιβάλλοντος και Πληθυσμού», 71η Διεθνής Έκθεση Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 8 – 17 Σεπτεμβρίου 2006.

Evaggeliou N., Bokoros P., Michaleas S., Florou H., Scoullos M. (2006), “A Comparative Study of Caesium – 137 in Central and Northeastern Marine Environment in Greece”, In: Proceedings of 2nd International Conference Aqua 2006, Water Science and Technology Integrated Management of Water Resources & Watertec 2006 - 3rd International Exhibition of Water and Environment, Hellas Exhibition Center Helexpo Palace Athens, 23 – 26 November 2006.

Evaggeliou N., Bokoros, P., Florou H., Scoullos M. (2007), “Temporal and Spatial Distribution of ^{137}Cs in Eastern Mediterranean Sea. Horizontal and Vertical Dispersion in Two Regions”, *Marine Chemistry*, to be submitted.

- Η μελέτη αναμένεται να δώσει στοιχεία σχετικά όχι μόνο με τη διασπορά των ρύπων, αλλά και την εξέταση της μεταξύ τους ανταγωνιστικότητας / συνεργετικότητας, δηλαδή οι σχέσεις των διαφόρων ρύπων σε επίπεδο οικοσυστήματος

- Τα στοιχεία αυτά αναμένεται να συνεισφέρουν όχι μόνο στη γνώση των συγκεντρώσεων των ρύπων στην υπό εξέταση περιοχή, αλλά και σε ένα νέο πεδίο έρευνας, το οποίο είναι η χρήση των ραδιονουκλιδίων ως ιχνηθέτες στις περιβαλλοντικές πορείες

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ