

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

ΤΙΤΛΟΣ: Μελέτη μεταβολών περιεκτικότητας Ραδονίου σε υπόγεια νερά των περιοχών των ενεργών ρηγμάτων της Αταλάντης και της Πάρνηθας με σκοπό την ανάπτυξη μεθοδολογίας πρόγνωσης σεισμών.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: Πρόδρομα φαινόμενα σεισμού (Γεωχημικά, υπογείων υδάτων).

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

- 1. Παναγιώτης Μητρόπουλος** (Επιστημονικός Υπεύθυνος)
Καθηγητής Γεωχημείας Πανεπιστημίου Αθηνών
- 2. Νικόλαος Δελήμπασης**
Ομότιμος Καθηγητής Σεισμολογίας Πανεπιστημίου Αθηνών
- 3. Δρ. Νικόλαος Κακαβάς**
Υδρογεωλόγος-Διευθυντής Υδρογεωλογίας ΙΓΜΕ
- 4. Παναγιώτης Βουδούρης**
Λέκτορας Ορυκτολογίας Πανεπιστημίου. Αθηνών

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από τον Σεπτέμβριο του 1998, στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος που χρηματοδοτήθηκε από την Ιαπωνική Κυβέρνηση και αφορά την μελέτη των μεταβολών της περιεκτικότητας του Ραδονίου (Rn) στα υπόγεια νερά πριν από σεισμούς, έχει τοποθετηθεί συσκευή συνεχούς μέτρησης του Rn , σε μία από τις γεωτρήσεις από τις οποίες υδρεύεται η πόλη της Αταλάντης.

Σημαντικές προσεισμικές μεταβολές της συγκέντρωσης του Ραδονίου στα υπόγεια νερά, παρατηρήθηκαν, 5-6 ημέρες πριν από όλες τις σεισμικές δονήσεις ($M \geq 2.5$) που έγιναν στην περιοχή του ρήγματος της Αταλάντης από 22/9/1998-17/1/1999. Οι μεταβολές αυτές είναι αποτέλεσμα των ελαστικών τάσεων που αναπτύσσονται πριν από την εκδήλωση ενός σεισμού και έχουν σαν αποτέλεσμα τον προσωρινό εμπλουτισμό του υδροφόρου ορίζοντα σε ραδόνιο.

Τέσσερα συστήματα μέτρησης Ραδονίου έχουν τοποθετηθεί, είτε στο πλαίσιο του παρόντος ερευνητικού προγράμματος, είτε σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο του Τόκυο, στις περιοχές Αταλάντη (2 συστήματα), Καμμένα Βούρλα και Κρυονέρι. Τα συστήματα αυτά, παρακολουθούνται συνεχώς από τα μέλη της ερευνητικής ομάδας. Το σύνολο των μετρήσεων λαμβάνεται καθημερινά μέσω modem, στο εργαστήριο, εκτός από το σύστημα μέτρησης του Κρυονερίου, όπου ακόμη δεν έχει τοποθετηθεί τηλεφωνική γραμμή. Η ανάλυση των μετρήσεων, γίνεται επίσης σε καθημερινή βάση.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα σημαντικότερα αναλυτικά στοιχεία που προέκυψαν από την παρακολούθηση των μετρήσεων των μεταβολών του Ραδονίου στα υπόγεια νερά των περιοχών της Αταλάντης, των Καμμένων Βούρλων και του Κρυονερίου.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΑΤΑΛΑΝΤΗ

Κατά το χρονικό διάστημα από τον Δεκέμβριο του 2000 μέχρι τον Μάρτιο του 2003, που έγινε η παρακολούθηση των μετρήσεων του Ραδονίου στα πλαίσια του παρόντος ερευνητικού προγράμματος, ο αριθμός των σεισμικών δονήσεων που έγιναν στην περιοχή του ρήγματος της Αταλάντης είναι σχετικά μικρός. Προέκυψαν όμως δύο σημαντικά στοιχεία:

i. Επιβεβαιώνεται η παρουσία στατιστικά σημαντικής μεταβολής της περιεκτικότητας του Ραδονίου πριν από κάθε σεισμική δόνηση. Ενδεικτικά αναφέρονται οι μεταβολές του Αυγούστου του 2001 που φαίνεται να συνδέονται με τις 3 σεισμικές δονήσεις της 29^{ης} Αυγούστου 2001, καθώς και οι μεταβολές του Δεκεμβρίου του 2001 που φαίνεται να συνδέονται με την σεισμική δόνηση της 26^{ης} Δεκεμβρίου 2001.

ii. Κατά την περίοδο των συνεχών σεισμικών δονήσεων με επίκεντρο την περιοχή των Ψαχνών Ευβοίας, τον Ιούλιο του 2003, παρατηρήθηκαν αλληπάλληλες ανωμαλίες στις τιμές του Ραδονίου που μετρήθηκαν στο σταθμό της ανατολικής Αταλάντης. Επειδή κατά τις περιόδους σεισμικής ηρεμίας οι τιμές του Ραδονίου παρουσιάζονται εξαιρετικά σταθερές και επειδή η περιοχή των Ψαχνών ευρίσκεται στην προέκταση του ρήγματος της Αταλάντης προς την Εύβοια θεωρήθηκε ότι πιθανόν οι αλληπάλληλες ανώμαλες τιμές του Ραδονίου να έχουν σχέση με τις αλληπάλληλες σεισμικές δονήσεις των Ψαχνών. Ο προβληματισμός αυτός ετέθη υπ' όψη συναδέλφων σεισμολόγων που ασχολήθηκαν με τους σεισμούς στην συγκεκριμένη περιοχή.

Στις 20 Σεπτεμβρίου 2003 καταγράφηκε μεταβολή του Ραδονίου ανάλογη με αυτές που συνδέονται με σεισμικές δονήσεις. Τη μεταβολή αυτή ακολούθησαν ανώμαλες τιμές ανάλογες με αυτές της περιόδου των σεισμών στα Ψαχνά.

Θεωρήθηκε ότι επίκειται μεγαλύτερη σεισμική δόνηση στην περιοχή. Η πρόβλεψη αυτή επιβεβαιώθηκε με την σεισμική δόνηση της 26^{ης} Σεπτεμβρίου με μέγεθος 4,7 R.

ΚΑΜΜΕΝΑ ΒΟΥΡΛΑ

Το σύστημα μέτρησης Ραδονίου των Καμμένων Βούρλων είναι τοποθετημένο, από το 1999, σε φυσική πηγή που χρησιμοποιείται από το Δήμο για την υδροδότηση της πόλης.

Τον Ιούλιο του 2001, αμέσως μετά τον μεγάλο σεισμό της Σκύρου, η περιεκτικότητα του Ραδονίου στο νερό παρουσίασε σημαντική μεταβολή (Σχ. 1). Για την ύπαρξη της μεταβολής αυτής ενημερώθηκε αμέσως ο υπεύθυνος από τον ΟΑΣΠ για την παρακολούθηση του ερευνητικού προγράμματος.

Όπως φαίνεται από τον κατάλογο των σεισμών εκείνης της περιόδου (Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου, www.noa.gr), εκτός από τον μεγάλο αριθμό των μετασεισμικών δονήσεων του σεισμού της Σκύρου, την 3^η Αυγούστου έγινε, σε διάστημα μερικών ωρών ένας σημαντικός αριθμός σεισμικών δονήσεων στην Βόρεια Εύβοια. Τα επίκεντρα των σεισμικών αυτών δονήσεων τοποθετούνται στην νοητή γραμμή μεταξύ του επίκεντρου του μεγάλου σεισμού της Σκύρου και της θέσης του σταθμού μέτρησης Ραδονίου στα Καμμένα Βούρλα.

Από γεωλογικές και γεωφυσικές έρευνες που γίνονται στο Τμήμα Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών φαίνεται ότι το ρήγμα του Βορείου Αιγαίου προεκτείνεται προς τη περιοχή των Καμμένων Βούρλων. Θεωρήθηκε επομένως πιθανό ότι, οι μεταβολές του Ραδονίου που καταγράφονται στο σύστημα μέτρησης των Καμμένων Βούρλων να οφείλονται σε σεισμικές δονήσεις που συνδέονται με το ρήγμα αυτό.

Στις 23/1/ 2003, παρουσιάστηκαν 3 σημαντικές μεταβολές του Ραδονίου (Σχ. 2) στον Σταθμό των Καμμένων Βούρλων. Ειδοποιήθηκε η διοίκηση του ΟΑΣΠ.

Στις 29/1/2003 έγιναν πράγματι τρεις σεισμικές δονήσεις με επίκεντρο την Β. Εύβοια πολύ κοντά στο σταθμό μέτρησης.

Στις 2/2/2003, παρουσιάστηκε 1 σημαντική μεταβολή του Ραδονίου στον Σταθμό των Καμμένων Βούρλων που επίσης συνοδεύτηκε από σεισμική δόνηση (7/2/2003) με το ίδιο επίκεντρο.

Στις 12/2/2003 σε επιστολή προς τον ΟΑΣΠ, με αίτηση παράτασης της προθεσμίας υποβολής της τελικής έκθεσης, αναφερόταν η έναρξη νέας μεταβολής του Ραδονίου που επίσης κατέληξε σε σεισμική δόνηση με το ίδιο επίκεντρο την 20/2/2003.

ΚΡΥΟΝΕΡΙ

Από την παρακολούθηση των μετρήσεων στο σύστημα μέτρησης Ραδονίου της Κοινότητας Κρυονερίου, διαπιστώθηκαν, στις 20/1/2002, 21/1/2002 και 14/2/2002, στατιστικά σημαντικές μεταβολές του Ραδονίου. Όπως προκύπτει από τον κατάλογο του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου του Εθνικού Αστεροσκοπείου (www.noa.gr), εκείνη την χρονική περίοδο, έγιναν μόνο οι σεισμικές δονήσεις που αντιστοιχούν στις μεταβολές του Ραδονίου και μάλιστα στα χρονικά περιθώρια των 4-6 ημερών περίπου που έχουν προσδιοριστεί από τις περιοχές της Αταλάντης και των Καμμένων Βούρλων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη παρακολούθηση των μεταβολών της συγκέντρωσης του Ραδονίου στα υπόγεια νερά των περιοχών της Αταλάντης, των Καμμένων Βούρλων και του Κρυονερίου προκύπτει ότι:

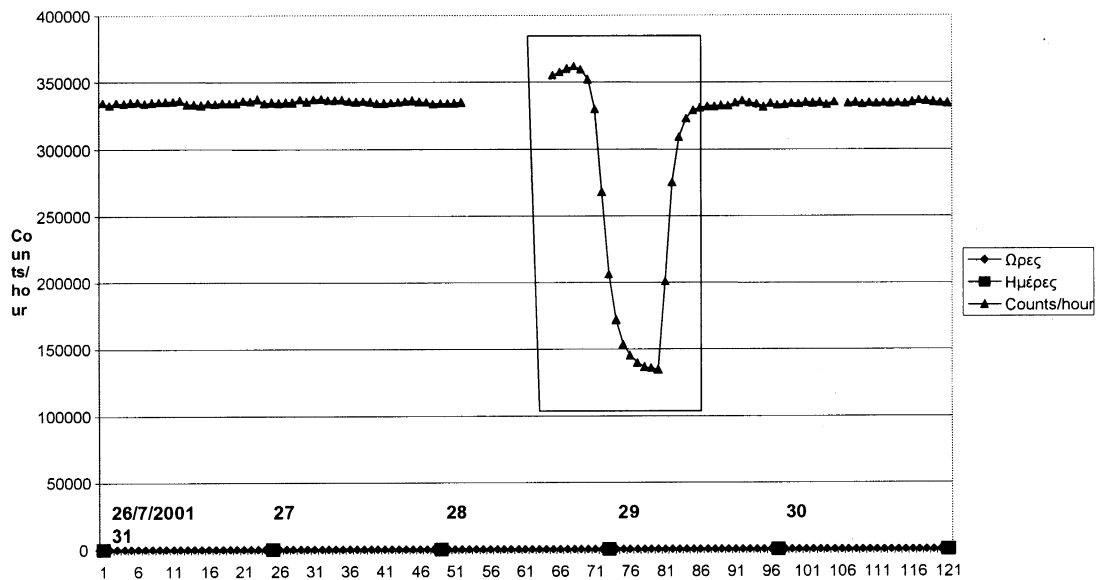
Α. Και στις τρεις περιοχές οι μεταβολές της συγκέντρωσης του Ραδονίου συνδέονται άμεσα με σεισμικές δονήσεις που γίνονται μετά από 4-6 ημέρες περίπου.

Β. Οι μεταβολές που καταγράφονται στα δύο συστήματα μέτρησης Ραδονίου που είναι τοποθετημένα στην περιοχή της Αταλάντης (ανατολικά και δυτικά) προηγούνται σεισμικών δονήσεων που συνδέονται με το ρήγμα της Αταλάντης. Παρατηρήθηκαν επίσης μεταβολές που φαίνεται να έχουν σχέση με τους σεισμούς των Ψαχνών Εύβοιας, που εντάσσονται στο σύστημα των ρηγμάτων της ευρύτερης περιοχής της Αταλάντης.

Γ. Οι μεταβολές που καταγράφονται στο σύστημα μέτρησης Ραδονίου που είναι τοποθετημένο στην περιοχή των Καμμένων Βούρλων, προηγούνται σεισμικών δονήσεων που συνδέονται με την προέκταση του ρήγματος του Β. Αιγαίου προς την Στερεά Ελλάδα και έχουν το επίκεντρό τους στην Β. Εύβοια. Σημειώνεται η επιτυχής πρόβλεψη σεισμικών δονήσεων στην περιοχή (Ιανουάριος και Φεβρουάριος 2003) για τις οποίες είχε προειδοποιηθεί η Διοίκηση του ΟΑΣΠ.

Δ. Οι μεταβολές που καταγράφονται στο σύστημα μέτρησης Ραδονίου που είναι τοποθετημένο στην περιοχή του Κρυονερίου, προηγούνται σεισμικών δονήσεων που συνδέονται με το σύστημα των ρηγμάτων της Πάρνηθας.

Σχήμα 1: Καμμένα Βούρλα (Ιούλιος 2001)



Σχήμα 2: Καμμένα Βούρλα (Ιανουάριος 2003)

