

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

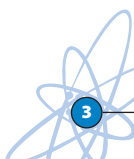
*Έλεγχος Ραδιενέργειας
Περιβάλλοντος*



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
Τα άτομα και οι πυρήνες	4
Ραδιενέργεια περιβάλλοντος	4
II. ΕΘΝΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	5
1. Τηλεμετρικό δίκτυο για τον έλεγχο της ραδιενέργειας περιβάλλοντος	6
Μέτρηση ολικής-γ στον αέρα.....	7
Σταθμοί μέτρησης ραδιενέργειας υδάτων.....	7
Συστήματα ανίχνευσης αεροζόλ της ατμόσφαιρας.....	7
2. Εργαστηριακές μετρήσεις	8
Κυριότερες δραστηριότητες.....	8
Βασικός εξοπλισμός.....	8
Μέθοδοι μέτρησης ραδιενέργειας.....	9
1) γ- φασματοσκοπική ανάλυση με διατάξεις χαμηλού υποβάθρου.....	9
2) Μέτρηση ολικής α/β ακτινοβολίας.....	10
3) α- φασματοσκοπία.....	10
4) Μετρήσεις συγκέντρωσης ραδονίου.....	10
3. Μετρήσεις που διενεργούνται από την ΕΕΑΕ στα πλαίσια του ελέγχου της ραδιενέργειας περιβάλλοντος	11
Επόπτευση του χώρου του ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος.....	11
Έλεγχος ραδιενέργειας στο πόσιμο νερό.....	11
Διαβαθμονομήσεις.....	11
Συστήματα έγκαιρης ειδοποίησης.....	11
Βάση Δεδομένων Ραδιενέργειας Περιβάλλοντος.....	11
Έλεγχος ραδιενέργειας παλαιών μετάλλων.....	12
Εργασιακοί χώροι και υλικά με αυξημένη φυσική ραδιενέργεια.....	13
Απεμπλουτισμένο ουράνιο.....	14
4. Νομοθεσία	16
5. Στοιχεία επικοινωνίας	18



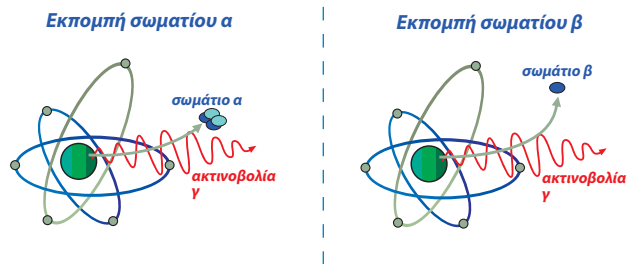
“Αν μία μόνον πρόταση έμελλε να διασωθεί από τον πολιτισμό μας τότε αυτή θα έπρεπε να είναι ότι «η ύλη αποτελείται από άτομα»”

R. Feynman
Νόμπελ Φυσικής 1965

Τα άτομα και οι πυρήνες

Οι πυρήνες των ατόμων αποτελούνται από θετικά φορτισμένα σωματίδια, τα πρωτόνια, και από ουδέτερα φορτισμένα σωματίδια, τα νετρόνια. Ορισμένα άτομα είναι ασταθή, δηλαδή οι πυρήνες τους έχουν την τάση να αλλάζουν αυθόρμητα τη δομή τους, έως ότου προκύψει ένας πυρήνας με σταθερή δομή. Κατά τη διάρκεια αυτής της αλλαγής εκπέμπουν ακτινοβολία. Από τις ακτινοβολίες αυτές οι πιο γνωστές είναι οι:

- Η **ακτινοβολία α**
(εκπομπή θετικά φορτισμένου σωματιδίου μεγάλης μάζας)
- Η **ακτινοβολία β**
(εκπομπή φορτισμένου σωματιδίου μικρής μάζας)
- Η **ακτινοβολία γ**
(εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας)



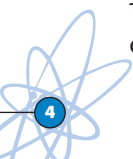
Η χαρακτηριστική ιδιότητα των ασταθών πυρήνων να αποβάλλουν μάζα και ενέργεια καλείται ραδιενέργεια. Τα ισότοπα με ασταθείς πυρήνες ονομάζονται **ραδιενεργά ισότοπα** ή **ραδιοϊσότοπα** ή **ραδιονουκλίδια**.

Ραδιενέργεια περιβάλλοντος

Τα ραδιοϊσότοπα που υπάρχουν στη φύση μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω κατηγορίες:

- **Φυσικά ραδιοϊσότοπα** (ραδιοϊσότοπα τα οποία είναι συστατικά του φλοιού της γης από την στιγμή της δημιουργίας της).
- **Κοσμογενή ραδιοϊσότοπα** (ραδιοϊσότοπα που παράγονται από την αλληλεπίδραση της κοσμικής ακτινοβολίας με την ατμόσφαιρα).
- **Τεχνητά παραγόμενα ραδιοϊσότοπα** (παράγονται τεχνητά σε εγκαταστάσεις υψηλής τεχνολογίας, όπως σε πυρηνικούς αντιδραστήρες και επιταχυντές σωματίων).

Τα φυσικά ραδιοϊσότοπα υπάρχουν στη γη από την στιγμή της δημιουργίας της. Τα κυριότερα είναι το ουράνιο-238 (U-238), το ουράνιο-235 (U-235), το θόριο-232 (Th-232), το κάλιο-40 (K-40) και τα θυγατρικά τους ραδιοϊσότοπα (ραδιοϊσότοπα τα οποία παράγονται με την αποδιέγερση του αρχικού ραδιοϊσοτόπου). Τα φυσικά ραδιοϊσότοπα, εκτός από το έδαφος και τα ορυκτά, βρίσκονται στο νερό, στον αέρα, στους ζώντες οργανισμούς, στις τροφές και στα οικοδομικά υλικά.



Η **Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ)** συντονίζει το πρόγραμμα ελέγχου ραδιενέργειας περιβάλλοντος, τόσο σε τακτική βάση όσο και σε έκτακτες καταστάσεις σε όλη τη χώρα και τηρεί το εθνικό αρχείο μετρήσεων. Επίσης, είναι αρμόδια για την έγκαιρη προειδοποίηση της Πολιτείας και των αρμόδιων Ευρωπαϊκών και Διεθνών οργανισμών σε περίπτωση αυξημένων επιπέδων ραδιενέργειας, όπως προβλέπεται από το Γενικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης «Ξενοκράτης».

Για την κάλυψη όλης της επικράτειας, η **ΕΕΑΕ** συνεργάζεται από το δίκτυο των συνεργαζόμενων εργαστηρίων που ανήκουν σε ερευνητικά κέντρα και ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα της χώρας.

ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΜΕΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΕΑΕ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ

- Εργαστήριο Ραδιενέργειας Περιβάλλοντος, ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος».
- Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Μηχανολόγων-Μηχανικών, Τομέας Πυρηνικής Τεχνολογίας.
- Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Εργαστήριο Πυρηνικής Τεχνολογίας της Πολυτεχνικής Σχολής.
- Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Φυσικής, Εργαστήριο Πυρηνικής Φυσικής.
- Πανεπιστήμιο Πατρών, Εργαστήριο Πυρηνικής Τεχνολογίας.
- Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Φυσικής, Εργαστήριο Πυρηνικής Φυσικής.
- Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιατρική Σχολή, Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής.
- Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας, Εργαστήριο Μετρήσεων Ραδιενέργειας.
- Πολυτεχνείο Κρήτης, Εργαστήριο Αναλυτικής & Περιβαλλοντικής Χημείας.
- Δημοκρίτειο Πολυτεχνείο Θράκης, Εργαστήριο Πυρηνικής Τεχνολογίας.



Ο έλεγχος της ραδιενέργειας περιβάλλοντος στον ελλαδικό χώρο επιτυγχάνεται με ένα δίκτυο μετρήσεων και ελέγχων που περιλαμβάνει:

- μετρήσεις που προέρχονται από το τηλεμετρικό δίκτυο (αέρας, νερό, αιωρούμενα σωματίδια)
- εργαστηριακές μετρήσεις σε δείγματα χώματος, νερού, τροφίμων, φίλτρα αέρα κ.ά.

Επίσης, διενεργούνται μετρήσεις σε εισαγόμενα προϊόντα που ανήκουν στον πράσινο κατάλογο αποβλήτων, σε εισαγόμενα τρόφιμα, σε οικοδομικά υλικά κτλ.

Η Ελλάδα, εφαρμόζοντας το πρόγραμμα ελέγχου ραδιενέργειας περιβάλλοντος, ικανοποιεί πλήρως τις απαιτήσεις των Άρθρων 35 και 36 της συνθήκης EURATOM. Τα άρθρα αυτά προβλέπουν τον έλεγχο των επιπέδων ραδιενέργειας στον αέρα, το νερό και το χώμα, αλλά και την ενημέρωση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τα επίπεδα ραδιενέργειας στα οποία εκτίθεται το κοινό.



1. Τηλεμετρικό δίκτυο για τον έλεγχο της ραδιενέργειας περιβάλλοντος

Το τηλεμετρικό δίκτυο ελέγχου ραδιενέργειας περιβάλλοντος στην Ελλάδα αποτελείται συνολικά από 31 σταθμούς μέτρησης:



Το αυτόματο τηλεμετρικό σύστημα της ΕΕΑΕ για την επίτευξη της ραδιενέργειας περιβάλλοντος στην επικράτεια:

- Σταθμοί μέτρησης ολικής-γ
- Σταθμοί υδάτων ποταμών
- ▲ Σταθμοί μέτρησης αεροζόλ

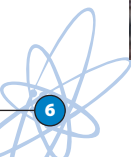
- 24 σταθμοί περιλαμβάνουν ανιχνευτές μέτρησης του ρυθμού δόσης της ολικής-γ στον αέρα,
- 4 είναι σταθμοί μέτρησης ραδιενέργειας υδάτων στα ποτάμια της Βόρειας Ελλάδας, και
- 3 είναι ανιχνευτικά συστήματα ραδιενέργειας του αεροζόλ της ατμόσφαιρας.

Το τηλεμετρικό δίκτυο χρησιμοποιείται για την συνεχή καταγραφή των μετρήσεων, αλλά και ως σύστημα συναγερμού σε περίπτωση υπέρβασης των προκαθορισμένων φυσιολογικών επιπέδων.

Η κατανομή των σταθμών του τηλεμετρικού δικτύου μέτρησης ραδιενέργειας περιβάλλοντος έγινε κατά τρόπο που εξασφαλίζει τη συνεχή επίτευξη των επιπέδων ραδιενέργειας στην Ελλάδα,

την έγκαιρη ειδοποίηση σε περίπτωση ραδιενεργού ρύπανσης στο περιβάλλον και τη δυνατότητα εκτίμησης της εναπόθεσης ραδιενεργών ρύπων. Η μέση απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών σταθμών στην κατεύθυνση Ανατολή-Δύση είναι περίπου 60 km.

Για κάθε ένα από τα τρία επιμέρους συστήματα, κατάλληλο λογισμικό συλλέγει τις μετρήσεις κάθε 10 λεπτά και τις καταχωρεί σε βάση δεδομένων. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων των σταθμών παρουσιάζονται στην ιστοσελίδα της ΕΕΑΕ (<http://www.eeae.gr>).



Μέτρηση ολικής-γ στον αέρα

Για τη μέτρηση της ολικής γ ακτινοβολίας στον αέρα χρησιμοποιούνται θάλαμοι ιονισμού υψηλής πίεσης (High Pressure Ionization Chambers - HPIC). Έχουν όγκο 8.5 lt και περιέχουν αέριο αργόν σε πίεση 25 Atm. Είναι ευαίσθητοι στην ενεργειακή περιοχή από 50 keV έως 10 MeV, μετρούν με ακρίβεια $\pm 4\%$ για εύρος μετρήσεων του ρυθμού δόσης από 10 nSv/h έως 1 mSv/h.

Θέσεις τηλεμετρικών σταθμών μέτρησης ολικής-γ στον αέρα

Νέα Φιλαδέλφεια	Αγία Παρασκευή	Σαλαμίνα	Άργος
Αλεξανδρούπολη	Κομοτηνή	Καβάλα	Σέρρες
Θεσσαλονίκη	Πτολεμαΐδα	Ιωάννινα	Κέρκυρα
Κεφαλληνία	Λάρισα	Λήμνος	Βόλος
Λαμία	Πάτρα	Μυτιλήνη	Σάμος
Μεγαλόπολη	Χανιά	Σούδα	Ρόδος

Σταθμοί μέτρησης ραδιενέργειας υδάτων

Οι σταθμοί μέτρησης υδάτων ποταμών είναι εγκατεστημένοι στα ποτάμια Αξιός, Στρυμόνας, Νέστος και Έβρος. Ο κάθε σταθμός είναι συνδυασμός ενός ανιχνευτή μέτρησης ραδιενέργειας υδάτων ποταμών με ένα ανιχνευτή μέτρησης του ρυθμού ολικής-γ στον αέρα. Ο κάθε τηλεμετρικός σταθμός μέτρησης της ραδιενέργειας υδάτων ποταμών αποτελείται από τρία υποσυστήματα: ανιχνευτικό σύστημα αποτελούμενο από ανιχνευτή NaI (3" x 3"), δοχείο Marinelli και θωράκιση πάχους 5 cm Pb, σύστημα άντλησης υδάτων και σύστημα δειγματοληψίας υδάτων αποτελούμενο από 10 δοχεία χωρητικότητας 2 lt το καθένα.

Συστήματα ανίχνευσης αεροζόλ της ατμόσφαιρας

Το σύστημα μέτρησης αεροζόλ της ατμόσφαιρας περιλαμβάνει μία αντλία παροχής $\sim 6 \text{ m}^3/\text{h}$ για διέλευση του αέρα από μια σειρά φίλτρων. Στα φίλτρα κατακρατείται το αεροζόλ και με τη χρήση ανιχνευτών γίνεται η μέτρηση. Τα συστήματα αυτά είναι εγκατεστημένα σε τρεις θέσεις στη βόρεια Ελλάδα: στην Αλεξανδρούπολη, στις Σέρρες και στην Πτολεμαΐδα.



2. Εργαστηριακές μετρήσεις

Κυριότερες δραστηριότητες:

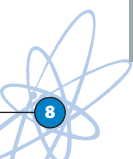
- Μετρήσεις ραδιενέργειας σε βρώσιμα προϊόντα, καταναλωτικά προϊόντα, περιβαλλοντικά δείγματα (χώμα, αέρας, νερό), οικοδομικά υλικά, απόβλητα, προϊόντα παλαιών μετάλλων, φίλτρα ελέγχου διαρροής, κ.α.
- Έλεγχος σε μηνιαία βάση σε δείγματα πόσιμου νερού της ΕΥΔΑΠ για γάμμα εκπομπούς, ισοτόπων ουρανίου και ολική α/β ακτινοβολία.
- Συστηματικές μηνιαίες μετρήσεις της συγκέντρωσης των ραδιοϊσοτόπων U-238, U-234, U-235 στους ποταμούς Αξιό, Άρδα, Νέστο και Στρυμόνα.
- Μετρήσεις ραδονίου με παθητικούς ανιχνευτές στον εσωτερικό αέρα κατοικιών και χώρων εργασίας.
- Μετρήσεις σε βιολογικά δείγματα.
- Μετρήσεις σε δείγματα φίλτρων αέρα, υδάτων ποταμών της Β. Ελλάδας, του δικτύου ΕΥΔΑΠ / λίμνης Μαραθώνα, μεικτής διαίτας και γάλακτος (ανάθεση της ΕΕΑΕ στο Εργαστήριο Ραδιενέργειας Περιβάλλοντος του ΕΚΕΦΕ "Δ").



Βασικός εξοπλισμός

Για τις εργαστηριακές μετρήσεις ραδιενέργειας περιβάλλοντος χρησιμοποιείται σύγχρονος εξοπλισμός τελευταίας τεχνολογίας:

- 2 συστήματα γ-φασματοσκοπίας με ανιχνευτές υπερκαθαρού γερμανίου σχετικής απόδοσης 70% και 50% αντίστοιχα.
- 2 φορητά συστήματα γ-φασματοσκοπίας με ανιχνευτές υπερκαθαρού γερμανίου απόδοσης 20% & 35% broad energy
- Σύστημα α-φασματοσκοπίας με 12 θαλάμους
- Σύστημα μέτρησης ολικής α/β ακτινοβολίας
- Πλήρως εξοπλισμένο κινητό εργαστήριο (ανιχνευτής υπερκαθαρού γερμανίου 35%, φορητό σύστημα α-φασματοσκοπίας, κ.α.)
- Ανιχνευτικό σύστημα χαμηλών ενεργειών XRF
- Φορητά συστήματα δειγματοληψίας αέρα
- Φορητοί μετρητές του ρυθμού δόσης γ-ακτινοβολίας και ακτίνων α,β,Χ
- Σύστημα μέτρησης παθητικών ανιχνευτών ραδονίου
- Πλήρως εξοπλισμένο χημείο για αναλυτικές μετρήσεις



Μέθοδοι μέτρησης ραδιενέργειας

1) γ- φασματοσκοπική ανάλυση με διατάξεις χαμηλού υποβάθρου

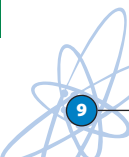
Η μέθοδος της γ-φασματοσκοπικής ανάλυσης χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης ραδιοϊσοτόπων σε δείγματα. Δίνει τη δυνατότητα του ταυτόχρονου προσδιορισμού πλήθους ραδιοϊσοτόπων, όπως των Cs-134, Cs-137, Co-60, I-131, Ra-226, Am-241. Η μέτρηση γίνεται συνήθως με ανιχνευτές υπερκαθαρού γερμανίου (HPGe), οι οποίοι ψύχονται σε θερμοκρασία υγρού αζώτου (-200° C) και τοποθετούνται στο εσωτερικό θωράκισης μολύβδου, έτσι ώστε να μην επηρεάζονται από την ακτινοβολία του περιβάλλοντος.



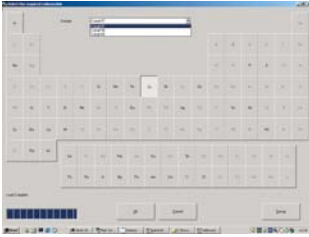
Με τη μέθοδο αυτή μετρώνται:

- δείγματα τροφίμων, οικοδομικών υλικών, φίλτρα ελέγχου διαρροής, κ.ά.,
- δείγματα χώματος, στερεών υπολειμμάτων, φίλτρων αέρος, φυτών, υδάτων, ιζήματος ποταμών,
- βιολογικά δείγματα για τον έλεγχο εσωτερικής ραδιορρύπανσης.

Οι μετρήσεις ραδιενέργειας δοκιμίων σε σύστημα γ-φασματοσκοπίας με χρήση ανιχνευτή υπερκαθαρού γερμανίου έχουν πιστοποιηθεί κατά ISO/IEC 17025 από το Εθνικό Συμβούλιο Διαπίστευσης.



2) Μέτρηση ολικής α/β ακτινοβολίας



Με τη μέθοδο αυτή διενεργούνται:

- Εξάχνωση νερών και απευθείας μέτρηση του ιζήματος.
- Ιζηματοποίηση ραδιονουκλιδίων που εκπέμπουν α-ακτινοβολία με ειδικά αντιδραστήρια και μέτρηση του ιζήματος για α-ακτινοβολία.

3) α-φασματοσκοπία

Η μέθοδος βασίζεται στην απομόνωση, μετά από κατάλληλη χημική επεξεργασία, ραδιοϊσοτόπων που εκπέμπουν α-ακτινοβολία, όπως ραδιοϊσότοπα του ουρανίου, θορίου, πλουτωνίου, αμερικού, ραδίου από δείγματα νερού, αέρα, χώματος, τροφίμων, ούρων και κοπράνων.



Αναλυτική μέθοδος 3 βημάτων βασιζόμενη σε:

- α) χημική επεξεργασία του δείγματος
- β) ιοντοανταλλαγή (ανταλλαγή ανιόντων) για την απομόνωση του ισοτόπου από τα θυγατρικά του.
- γ) ηλεκτροεναπόθεση, έτσι ώστε να εναποτεθεί το ισότοπο σαν μέταλλο σε ανοξείδωτο πλακίδιο.

4) Μετρήσεις συγκέντρωσης ραδονίου

Γίνονται μετρήσεις της συγκέντρωσης του ραδονίου σε εσωτερικούς χώρους με τη χρήση δοσιμέτρων που βασίζονται στους ανιχνευτές ιχνών. Οι παθητικοί ανιχνευτές ιχνών είναι μία από τις απλές και οικονομικές μεθόδους για ολοκληρωτικές μετρήσεις της συγκέντρωσης του ραδονίου στον εσωτερικό αέρα κατοικιών.

Η μέθοδος βασίζεται στην τοποθέτηση ενός ανιχνευτή ιχνών SSNTD (Solid State Nuclear Track Detector) υπό μορφή πλακιδίου διαστάσεων από 2-5 cm και πάχους μερικών mm, μέσα σε ένα πλαστικό δοχείο.

Τα δοσιμέτρα (δοχείο με τον ανιχνευτή) τοποθετούνται για διάστημα από 1 μήνα έως και 1 χρόνο σε ορισμένα σημεία της κατοικίας και στη συνέχεια επιστρέφονται στην ΕΕΑΕ, όπου μετά από κατάλληλη χημική επεξεργασία μετρώνται σε οπτικό μικροσκόπιο.



3. Μετρήσεις που διενεργούνται από την ΕΕΑΕ στα πλαίσια του ελέγχου της ραδιενέργειας περιβάλλοντος



Επόπτευση του χώρου του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος»

1. Μετρήσεις αιωρούμενων σωματιδίων σε μηνιαία βάση (high volume pump) και σε εβδομαδιαία βάση (low volume pump) για την ανίχνευση Cs-134, Cs-137, I-129, I-131 and Be-7.
2. Δειγματοληψία χύματος σε 4μηνιαία βάση από τρεις περιοχές εντός του χώρου του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος».

Έλεγχος ραδιενέργειας στο πόσιμο νερό

Μηνιαίος έλεγχος σε πόσιμα νερά της ΕΥΔΑΠ, σε γ-εκπομπούς, ουράνιο και ολική α/β ακτινοβολία στα πλαίσια εφαρμογής της κοινοτικής οδηγίας 98/83/ EC της 3/11/1998 για την «ποιότητα του πόσιμου νερού».

Διαβαθμονομήσεις

Η ΕΕΑΕ στα πλαίσια των αρμοδιοτήτων της συμμετέχει συστηματικά και με επιτυχία σε ασκήσεις διαβαθμονομήσεων που διοργανώνουν Διεθνείς ή Ευρωπαϊκοί Οργανισμοί (π.χ. PROCORAD, ALMERA, OPRI, BfS).



Συστήματα έγκαιρης ειδοποίησης

Συμμετοχή σε διεθνή ή ευρωπαϊκά δίκτυα ανάλογων εργαστηρίων, καθώς και σε συστήματα έγκαιρης ειδοποίησης για την περίπτωση ανίχνευσης αυξημένων επιπέδων ραδιενέργειας στο περιβάλλον (π.χ. ECURIE, IAEA).

Βάση Δεδομένων Ραδιενέργειας Περιβάλλοντος



Τα δεδομένα των μετρήσεων που αναφέρθηκαν και πραγματοποιούνται στην ΕΕΑΕ ή στα συνεργαζόμενα με αυτήν εργαστήρια, καταχωρούνται στη Βάση Δεδομένων Ραδιενέργειας Περιβάλλοντος. Πρόκειται για την Κεντρική Βάση Δεδομένων η οποία περιέχει στοιχεία σε ηλεκτρονική μορφή από το 1991. Μέρος των στοιχείων διαβιβάζονται αρμοδίως στην Εθνική Στατιστική Υπηρεσία και σε διεθνείς οργανισμούς.

Έλεγχος ραδιενέργειας παλαιών μετάλλων

- Προκειμένου να εισαχθεί φορτίο παλαιών μετάλλων από τρίτη χώρα απαιτείται μέτρηση του φορτίου και η έκδοση πιστοποιητικού για το ότι το φορτίο είναι απαλλαγμένο από ραδιενέργεια. Το πιστοποιητικό γίνεται δεκτό μόνον εάν έχει εκδοθεί από φορέα ή εργαστήριο διαπιστευμένο από την ΕΕΑΕ. Στην αντίθετη περίπτωση, συνεργείο της ΕΕΑΕ διενεργεί επιτόπιες μετρήσεις κατά την άφιξη του φορτίου στην Ελλάδα.
- Με την ΚΥΑ αρ.11592 (ΦΟΡ) 1125 με θέμα την «υποχρεωτική εγκατάσταση και χρήση εξοπλισμού για έλεγχο ύπαρξης ραδιενεργών υλικών στα σιδηρομεταλλεύματα και παράνομης εισαγωγής τους», επιβλήθηκε στις βιομηχανίες ανακύκλωσης μετάλλων η εγκατάσταση ανιχνευτών ραδιενέργειας στην είσοδο των βιομηχανιών, με τους οποίους ελέγχουν κάθε φορτίο που εισέρχεται στην βιομηχανία. Όλες οι Ελληνικές βιομηχανίες έχουν εναρμονιστεί με την παραπάνω ΚΥΑ.
- Σε περίπτωση που εντοπιστεί ραδιενεργός ρύπανση σε φορτίο παλαιών μετάλλων με τους ανιχνευτές στην είσοδο των βιομηχανιών ειδοποιείται αμέσως η ΕΕΑΕ η οποία στέλνει ομάδα επιστημόνων προκειμένου να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα.

Τα μέτρα που έχει προτείνει η ΕΕΑΕ προκειμένου να διασφαλιστεί η προστασία των εργαζομένων, του πληθυσμού και του περιβάλλοντος από πιθανή ραδιολογική ρύπανση στα παλαιά μέταλλα, είναι τα πλέον επιστημονικά ενδεδειγμένα. Είναι δε ιδιαίτερα αυστηρά συγκρινόμενα με αντίστοιχα σε άλλες χώρες της ΕΕ.



Σε όσες περιπτώσεις εντοπίστηκε ραδιενέργεια στις εισόδους των βιομηχανιών ανακύκλωσης παλαιών μετάλλων, η ραδιενεργός ρύπανση απομονώθηκε χωρίς να δημιουργηθεί κανένας κίνδυνος για τους εργαζόμενους, τον πληθυσμό και το περιβάλλον. Στην περίπτωση εντοπισμού ραδιενεργού πηγής ενημερώνεται άμεσα η βάση δεδομένων "Illicit Trafficking Data

Base" του Διεθνούς Οργανισμού Ατομικής Ενέργειας, απομονώνεται η πηγή και επιστρέφεται στη χώρα προέλευσής της ή φυλάσσεται προσωρινά σε κατάλληλο χώρο.

Εργασιακοί χώροι και υλικά με αυξημένη φυσική ραδιενέργεια

Σύμφωνα με τους Ελληνικούς Κανονισμούς Ακτινοπροστασίας (ΦΕΚ 216B, 5/3/2001), που είναι πλήρως εναρμονισμένοι με την Οδηγία 96/29/EURATOM 31/5/1996, έχουν οριστεί όρια δόσης για χώρους εργασίας. Η ΕΕΑΕ είναι η αρμόδια αρχή για τον εντοπισμό μετά από επισκοπήσεις ή με οποιοδήποτε άλλο πρόσφορο μέσο, των εργασιακών χώρων στους οποίους η παρουσία φυσικών πηγών ακτινοβολίας, γήινης ή κοσμικής, συνεπάγεται σημαντική αύξηση της έκθεσης των εργαζομένων ή του κοινού, η οποία δεν μπορεί να αγνοηθεί από άποψη ακτινοπροστασίας. Οι εργασιακές δραστηριότητες, όπου ενδέχεται να συμβαίνει αυτό, αφορούν κυρίως ιαματικές πηγές, σπήλαια, ορυχεία, υπόγειους χώρους εργασίας ή υπέργειους χώρους εργασίας σε καθορισμένες ζώνες, δραστηριότητες στις οποίες γίνεται χρήση ή αποθήκευση υλικών ή παραγωγή καταλοίπων, τα οποία συνήθως δεν θεωρούνται ραδιενεργά, αλλά περιέχουν φυσικά ραδιονουκλίδια σε αυξημένες συγκεντρώσεις.



Από το 2001 η ΕΕΑΕ έχει ξεκινήσει την καταγραφή των εργασιακών δραστηριοτήτων στην Ελλάδα, στις οποίες είναι πιθανή η παρουσία πηγών φυσικής ακτινοβολίας. Με βάση μελέτες που εκπονήθηκαν από το Τμήμα Ελέγχου Ραδιενέργειας Περιβάλλοντος της ΕΕΑΕ, τη διεθνή και εγχώρια βιβλιογραφία και τις συστάσεις Διεθνών Οργανισμών και της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η ΕΕΑΕ κατέγραψε τις εργασιακές δραστηριότητες που υπάρχουν στην Ελλάδα και στις οποίες η παρουσία φυσικών πηγών ραδιενέργειας μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της έκθεσης των εργαζομένων και του κοινού. Σε αυτές περιλαμβάνονται:

- Ιαματικές πηγές
- Παραγωγή φωσφορικών λιπασμάτων (στην Ελλάδα υπάρχουν 2 εργοστάσια παραγωγής φωσφορικών λιπασμάτων)
- Παραγωγή τσιμέντου
- Σπήλαια
- Γεωτρήσεις πετρελαίου
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καύση λιγνίτη
- Επισκευή τμημάτων αεροκινητήρων με κράματα θορίου
- Παραγωγή αλουμίνιας

Μέχρι σήμερα η ΕΕΑΕ έχει εκπονήσει ραδιολογικές μελέτες σε αντίστοιχους χώρους εργασίας, όπως στα ορυχεία της Χαλκιδικής, στο ΑΤΤΙΚΟ Μετρό, στα εργοστάσια παραγωγής φωσφορικών λιπασμάτων και στους χώρους εναπόθεσης του φωσφογύψου.

Σχετικά με τη χρήση και απόρριψη του φωσφογύψου (παραπροϊόν της παραγωγής φωσφορικού οξέος με σχετικά αυξημένα επίπεδα Ra-226), η ΕΕΑΕ έχει εκδώσει σχετικές οδηγίες, με στόχο να ελαχιστοποιηθούν οι πιθανές επιπτώσεις τόσο στο γενικό πληθυσμό όσο και στο περιβάλλον:

- Σύσταση για κάλυψη με χώμα των ακάλυπτων εναποθέσεων φωσφογύψου. Δεν επιτρέπεται η οικοδόμηση οικημάτων επί της εναπόθεσης φωσφογύψου (καλυμμένης ή ακάλυπτης) χωρίς την έκδοση ειδικής άδειας από την ΕΕΑΕ.
- Καταγραφή των περιοχών όπου υπάρχουν εναποθέσεις φωσφογύψου.
- Απαίτηση για σχετική μελέτη και αδειοδότηση από την ΕΕΑΕ για τη δημιουργία δημόσιων χώρων επί των εναποθέσεων φωσφογύψου.
- Διενέργεια συστηματικού ελέγχου της συγκέντρωσης του Ra-226 στα υπόγεια και επιφανειακά ύδατα της περιοχής όπου υπάρχει η εναπόθεση.
- Η εναπόθεση του φωσφογύψου θα γίνεται με επιστημονικά ενδεδειγμένους τρόπους και μετά από την εκπόνηση σχετικής μελέτης και έγκρισής της από την ΕΕΑΕ.
- Ορισμός των προϋποθέσεων υπό τις οποίες μπορεί να γίνει η αδειοδότηση απόρριψης του φωσφογύψου με την μορφή στοιβών, καθώς και για τη χρήση του ως βελτιωτικό του εδάφους.



Απεμπλουτισμένο ουράνιο

Τη χρονική περίοδο μετά τη κρίση στο Κόσοβο και τη Βοσνία, η ΕΕΑΕ σε συνεργασία με τα συνεργαζόμενα εργαστήρια προέβη σε μία σειρά ελέγχων προκειμένου να εκτιμηθούν οι πιθανές επιπτώσεις της χρήσης του απεμπλουτισμένου ουρανίου (DU) τόσο στον ελληνικό χώρο όσο και στους χώρους στους οποίους διαβιούν και επιχειρούν Έλληνες στρατιώτες.



- Μετρήσεις δειγμάτων από περιοχές εντός της Ελληνικής επικράτειας (κυρίως από περιοχές της Β. Ελλάδος).
- Μετρήσεις της ολόσωμης ακτινοβολίας σε Έλληνες που εργάζονταν στο Κόσοβο κατά την διάρκεια των βομβαρδισμών.
- Συνεργασία με γειτονικά κράτη και ανταλλαγή πληροφοριών.
- Ανάπτυξη μοντέλων για την εκτίμηση της έκτασης της διασποράς του DU και δοσιμετρικοί υπολογισμοί
- Αποστολή επιστημόνων της ΕΕΑΕ σε Κόσοβο και Βοσνία και συλλογή περιβαλλοντικών δειγμάτων.
- Επιτόπια ραδιολογική επισκόπηση σε 22 Ελληνικά πεδία βολής και στρατόπεδα και δειγματοληψία εδάφους, αέρα και ύδατος.
- Μετρήσεις ουρανίου σε εισαγόμενα τροφίμα από χώρες πλησίον του Κοσόβου.

Από τους ελέγχους που διενεργήθηκαν προέκυψε ότι:

- Η εξωτερική έκθεση είναι συγκρίσιμη με την εξωτερική έκθεση σε διάφορες περιοχές της χώρας μας (40 – 90 nSv/h).
- Σε καμία περιοχή των στρατοπέδων και των χώρων επιχειρήσεων δεν εντοπίστηκαν «θερμά σημεία».
- Από τις εργαστηριακές μετρήσεις των δειγμάτων χώματος, η συγκέντρωση του ουρανίου είναι σε φυσιολογικά επίπεδα. Ο λόγος U-235/ U-238 ίσος με τον λόγο του φυσικού ουρανίου.
- Συγκεντρώσεις ουρανίου της τάξης του 1 ng/m^3 (τυπικές τιμές) μετρήθηκαν στα δείγματα αέρα
- Μόνο σε ένα δείγμα νερού από την Βοσνία εντοπίστηκε απεμπλουτισμένο ουράνιο. Η συγκέντρωση U ήταν 4.6 μg/l , ποσότητα η οποία δεν δημιουργεί ανησυχία ως προς τον ραδιολογικό κίνδυνο εξαιτίας του DU. Στα υπόλοιπα δείγματα δεν εντοπίστηκε ρύπανση με DU. Οι τιμές των συγκεντρώσεων που μετρήθηκαν ($0.3 - 4.6 \text{ μg/l}$) ήταν εντός του εύρους τιμών που παρατηρούνται διεθνώς ($0.1 - 1000 \text{ μg/l}$), καθώς και στην χώρα μας ($0.3 - 7 \text{ μg/l}$).

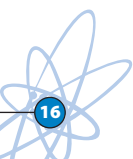
ΠΑΡΕΧΟΜΕΝΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

- Έλεγχος περιβαλλοντικών (χώμα, αέρας, νερό, ορυκτά) και βιολογικών (ούρα) δειγμάτων, δομικών υλικών, αποβλήτων και νερού με γ-φασματοσκοπία.
- Μέτρηση ολικής α και εναπομένουσας β ακτινοβολίας σε πόσιμο νερό, φίλτρα αέρα και φίλτρα ελέγχου διαρροής.
- Έλεγχος τροφίμων με γ-φασματοσκοπία σύμφωνα με την οδηγία 90/737/EEC
- Έλεγχος πόσιμου νερού σύμφωνα με την οδηγία 98/83/EEC
- Εργαστηριακός έλεγχος χαλυβουργικών προϊόντων
- Μέτρηση φίλτρων ελέγχου διαρροής
- Μέτρηση ισοτόπων ουρανίου, πλουτωνίου, θορίου, αμερικού σε δείγματα χώματος, βρώσιμων προϊόντων, υδάτων και ούρων.
- Μέτρηση Cs-137 και Cs-134 με προσυγκέντρωση σε δείγματα υδάτων.
- Μέτρηση συγκέντρωσης ραδονίου με παθητικούς ανιχνευτές σε εσωτερικούς χώρους
- Μέτρηση εσωτερικής ραδιορρύπανσης με μετρητή ολόσωμης ακτινοβολίας και μετρητή θυρεοειδούς
- Επιτόπιοι έλεγχοι ραδιενέργειας
- Εκπόνηση ραδιολογικών μελετών

4. Νομοθεσία

Χαρακτηρισμός χώρων εξαιτίας φυσικών πηγών ακτινοβολίας

- Ελληνικοί Κανονισμοί Ακτινοπροστασίας (ΦΕΚ 216B, 5/3/2001), που είναι πλήρως εναρμονισμένοι με την Οδηγία 96/29/EURATOM 31/5/1996. Ισχύουν τα κάτωθι:
 - Παρ. 1.2.5.3, 4,5: εργασιακοί χώροι στους οποίους η παρουσία φυσικών πηγών ακτινοβολίας, συνεπάγεται σημαντική αύξηση της έκθεσης των εργαζομένων, η οποία δεν μπορεί να αγνοηθεί από την άποψη ακτινοπροστασίας.
 - Παρ. 1.2.5.7: έκθεση εξαιτίας της παρουσίας του ραδονίου και των θυγατρικών του σε εργασιακούς χώρους.
- Radiation Protection 107 "Establishment of reference levels for regulatory control of workplaces where materials are processed which contain enhanced levels of naturally-occurring radionuclides", European Commission, 1999.
- Radiation protection 122 "Practical Use of the Concepts of Clearance and Exemption – Part II, Application of the Concepts of Exemption and Clearance to Natural Radiation Sources", European Commission, 2001.



Έλεγχος ραδιενέργειας σε εισαγόμενα προϊόντα διατροφής από Τρίτες χώρες

- Οδηγία 737/90 της Ευρατόμ για τα όρια Cs-137 & Cs-134 σε εισαγόμενα προϊόντα διατροφής και τροφοδοσίας από τρίτες χώρες.

Δομικά Υλικά

- Radiation Protection 112 “Radiological protection principles concerning the natural radioactivity of building materials”, Ευρωπαϊκή Ένωση: 1999.

Ραδιενέργεια στο πόσιμο νερό

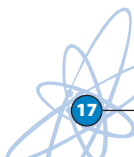
- Υ2/2600/01 Κ.Υ.Α για την ποιότητα του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση (ΦΕΚ 892B/01) σε εναρμόνιση προς την Κοινοτική Οδηγία 98/83 της 3ης Νοεμβρίου 1998, για το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Ραδόνιο σε κατοικίες

- Η Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων στην σύσταση “Προστασία του πληθυσμού από την έκθεση στο ραδόνιο μέσα στα κτίρια” (90/143/Euratom), προτείνει τα κάτωθι επίπεδα δράσης για την συγκέντρωση ραδονίου:
 - ο Υπάρχουσες κατοικίες : 400 Bq/m³
 - ο Νεόδμητες κατοικίες : 200 Bq/m³

Ραδόνιο στο πόσιμο νερό

- ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ (Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 28.12.2001 L 344/85), της 20ης Δεκεμβρίου 2001 περί της προστασίας του πληθυσμού από την έκθεση σε ραδόνιο στις παροχές πόσιμου νερού, 2001/928/Ευρατόμ.





ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

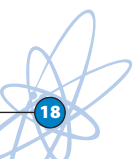
Στοιχεία επικοινωνίας

Τηλεφωνικό κέντρο: 210 650 6700

Επικοινωνία με το κοινό: 210 650 6714

Fax: 210 650 6748

E-mail: info@eeae.gr





Συγχρηματοδοτείται κατά 70% από την Ευρωπαϊκή Ένωση - Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης και κατά 30% από το Ελληνικό Δημόσιο, στο πλαίσιο της Δράσης 4.4.5 «ΕΡΜΗΣ», πρόγραμμα «Εβδομάδα Επιστήμης και Τεχνολογίας» του Επιχειρησιακού Προγράμματος «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ» - Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης 2000 - 2006.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τ.Θ. 60092, 153 10, Αγ. Παρασκευή Αττικής

<http://www.eeae.gr>