



ΕΕΑΕ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
GREEK ATOMIC ENERGY COMMISSION

Κατευθυντήριες οδηγίες για την έκθεση εργαζομένων στο ραδόνιο

Δεκέμβριος 2025

ΚΑ-ΕΕΑΕ-ΚΟ-072020-01
Αναθ.1

Πίνακας περιεχομένων

Συντομογραφίες.....	2
1. Εισαγωγή.....	3
2. Σκοπός και αντικείμενο.....	3
3. Ρυθμιστικός έλεγχος	4
Φάση 1: Αξιολόγηση.....	4
Φάση 2: Μετρήσεις	4
Φάση 3: Αξιολόγηση μετρήσεων και λήψη μέτρων	5
Φάση 4: Ανασκόπηση	5
4. Μετρήσεις και υπολογισμοί.....	6
5. Μέτρα αποκατάστασης συγκέντρωσης ραδονίου	7
6. Μέτρα ακτινοπροστασίας.....	9
Παράρτημα.....	11
Βιβλιογραφία.....	14

Συντομογραφίες

IARC: International Agency for Research on Cancer

WHO: World Health Organization

Euratom: European Atomic Energy Community

ICRP: International Commission on Radiological Protection

IAEA: International Atomic Energy Agency

ΕΕΑΕ: Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας

EC: European Commission

ΕΣΧΕΔΡΑ: Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την αντιμετώπιση των μακροπρόθεσμων κινδύνων από την έκθεση στο ραδόνιο, κ.υ.α. 43374/2020 (Β' 1881)

1. Εισαγωγή

Το ραδόνιο 222 (Rn-222) είναι ένα άοσμο, άχρωμο και άγευστο ραδιενεργό αέριο, το οποίο σχηματίζεται μέσω της ραδιενεργού διάσπασης του ουρανίου 238 (U-238) στα πετρώματα και το έδαφος και διαφεύγει προς την ατμόσφαιρα, πρωτίστως, μέσω του εδάφους και, δευτερευόντως, μέσω της ροής των υδάτων. Ο ρυθμός έκλυσης ραδονίου ενδέχεται να διαφέρει σημαντικά από περιοχή σε περιοχή εξαιτίας πλήθους γεωλογικών και περιβαλλοντικών παραγόντων, όπως η γεωλογική σύνθεση του υπεδάφους, η διαπερατότητα του εδάφους, οι κλιματικές και καιρικές συνθήκες και η ανθρώπινη δραστηριότητα.

Το ραδόνιο έχει ταξινομηθεί ως καρκινογόνο (IARC, 1988) και η εισπνοή του δύναται να αποτελέσει σημαντικό κίνδυνο για την υγεία, καθώς συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο καρκίνου του πνεύμονα κατ' αναλογία με τη συγκέντρωσή του (WHO, 2009).

Η έκλυση ραδονίου σε κλειστούς ή μη καλά αεριζόμενους χώρους, όπως ισόγειοι ή υπόγειοι χώροι, ορυχεία, σπήλαια, σήραγγες ή κλειστοί χώροι σε πηγές θερμαλισμού ή εγκαταστάσεις επεξεργασίας ορυκτών ή υδάτων οδηγεί σε υψηλές συγκεντρώσεις ραδονίου που δύναται να αποτελέσουν πιθανό κίνδυνο για την υγεία έπειτα από μακροχρόνια έκθεση.

Η διαχείριση της έκθεσης στο ραδόνιο ρυθμίζεται σε ευρωπαϊκό επίπεδο από την Οδηγία 2013/59/Euratom, τις συστάσεις της ICRP (ICRP Publication 126, 2014) και του IAEA (IAEA SSG-91, 2024), ενώ στην Ελλάδα εφαρμόζεται το π.δ. 101/2018, η κ.υ.α. 43374/2020 (Β' 1881) και η κ.υ.α. 45872/2019 (Β' 1103). Επιπρόσθετα, για την έναρξη λειτουργίας μονάδων ιαματικής θεραπείας, κέντρων ιαματικού τουρισμού θερμαλισμού, κέντρων θαλασσοθεραπείας και κέντρων αναζωογόνησης εφαρμόζεται η απόφαση 12566/2025 (Β' 3301).

Η ΕΕΑΕ αποτελεί την αρμόδια ρυθμιστική αρχή για τον έλεγχο, τη ρύθμιση και την εποπτεία στον τομέα της ραδιολογικής ασφάλειας και ακτινοπροστασίας. Ο ρυθμιστικός έλεγχος, οι μετρήσεις, οι υπολογισμοί και οι εγκρίσεις της ΕΕΑΕ πραγματοποιούνται με γνώμονα την ακτινοπροστασία και την ασφάλεια παράλληλα με την εποπτεία και την έκδοση εγκρίσεων από άλλους αρμόδιους φορείς (όπως η Ειδική Υπηρεσία Προώθησης και Αδειοδότησης Τουριστικών Επενδύσεων (ΕΥΠΑΤΕ) του Υπουργείου Τουρισμού, Υπουργείο Εργασίας κ.λπ.).

Οι παρούσες οδηγίες παρέχουν ένα δομημένο πλαίσιο για τη διαχείριση της έκθεσης στο ραδόνιο σε εργασιακούς χώρους με στόχο την ελαχιστοποίηση του κινδύνου για τους εργαζόμενους. Το κείμενο περιλαμβάνει κατευθύνσεις για τη συμμόρφωση με τις κανονιστικές απαιτήσεις, την πραγματοποίηση μετρήσεων και υπολογισμών καθώς και τα μέτρα αποκατάστασης και τα μέτρα ακτινοπροστασίας, όπως περιγράφονται στις επόμενες ενότητες.

2. Σκοπός και αντικείμενο

Οι παρούσες κατευθυντήριες οδηγίες αναρτώνται στον διαδικτυακό τόπο της ΕΕΑΕ κατ' εφαρμογή των όσων προβλέπονται στην παρ. 2 του άρθρου 35 του π.δ. 101/2018. Αποσκοπούν στην παροχή διευκρινίσεων και παραδειγμάτων για την προστασία των εργαζομένων από την έκθεση στο ραδόνιο σε εργασιακούς χώρους. Δε θεσπίζουν νέες ρυθμίσεις αλλά εκδίδονται για τη διασαφήνιση και τη διευκόλυνση εφαρμογής των όσων προβλέπονται στην εθνική νομοθεσία (κ.υ.α. 45872/2019 και 43374/2020).

Το πεδίο εφαρμογής περιλαμβάνει:

- Χώρους εργασίας προτεραιότητας (π.χ. ορυχεία, τουριστικά σπήλαια),
- χώρους εργασίας σε περιοχές προτεραιότητας, όπως αυτές καθορίζονται με το εκάστοτε ΕΣΧΕΔΡΑ,
- σχολεία και νηπιαγωγεία σε περιοχές προτεραιότητας, όπως αυτές καθορίζονται με το εκάστοτε ΕΣΧΕΔΡΑ.

Οι οδηγίες αναθεωρούνται, όποτε κριθεί απαραίτητο, λαμβανομένων υπόψη των σχετικών (α) επιστημονικών και τεχνολογικών εξελίξεων, (β) υφιστάμενων πρακτικών και των συνθηκών υπό τις οποίες εφαρμόζονται ανά την επικράτεια, (γ) αλλαγών στο εθνικό νομοθετικό πλαίσιο και (δ) ευρωπαϊκών και διεθνών κατευθυντήριων οδηγιών.

Η παρούσα αναθεώρηση ενσωματώνει τις οδηγίες του ΙΑΕΑ για την προστασία εργαζομένων από την έκθεση στο ραδόνιο (ΙΑΕΑ SSG-91, 2024) και τη σύσταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής σχετικά με τη χρήση συγκεκριμένων συντελεστών για την εκτίμηση της δόσης (EC, 2024/440).

3. Ρυθμιστικός έλεγχος

Οι παρούσες οδηγίες περιγράφουν τη διαδικασία ρυθμιστικού ελέγχου με τις τέσσερις επί μέρους φάσεις της.

Φάση 1: Αξιολόγηση

Ο οργανισμός, με τη βοήθεια εξωτερικού εμπειρογνώμονα αν απαιτείται, αξιολογεί την ανάγκη παρακολούθησης του επιπέδου συγκέντρωσης ραδονίου στις εγκαταστάσεις του καθώς και τη συχνότητα παρακολούθησης.

Οι χώροι στους οποίους είναι υποχρεωτικός ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης ραδονίου είναι οι εξής:

- Χώροι εργασίας σε όλη την επικράτεια («χώροι εργασίας προτεραιότητας» του ΕΣΧΕΔΡΑ), οι οποίοι αφορούν στις παρακάτω περιπτώσεις: ορυχεία, τουριστικά σπήλαια, χρήση ή άλλη αξιοποίηση ιαματικών φυσικών πόρων, παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου, παραγωγή γεωθερμικής ενέργειας, παραγωγή φωσφορικών λιπασμάτων και φωσφορικού οξέος, παραγωγή τσιμέντου - συντήρηση φούρνων κλίνκερ, μονάδες παραγωγής ενέργειας με καύση άνθρακα - συντήρηση λεβήτων, εγκαταστάσεις διύλισης υπόγειων υδάτων, διάνοιξη σηράγγων σε βραχώδεις σχηματισμούς πλούσιους σε ουράνιο.
- Κλειστοί υπόγειοι ή ισόγειοι χώροι εργασίας στις όποιες «περιοχές προτεραιότητας» έχουν καθοριστεί από το ΕΣΧΕΔΡΑ, με βάση τη συχνότητα και τη διάρκεια παραμονής των εργαζομένων.
- Χώροι στα σχολεία και νηπιαγωγεία των όποιων «περιοχών προτεραιότητας» έχουν καθοριστεί από το ΕΣΧΕΔΡΑ.

Παράδειγμα: Σε ένα σπήλαιο, η αξιολόγηση μπορεί να καθορίσει την ανάγκη συνεχούς παρακολούθησης λόγω υψηλών συγκεντρώσεων ραδονίου.

Φάση 2: Μετρήσεις

Οι μετρήσεις διενεργούνται από την ΕΕΑΕ ή διαπιστευμένα εργαστήρια, χρησιμοποιώντας π.χ. παθητικούς ανιχνευτές (π.χ. CR-39), για διάρκεια 3-12 μηνών, σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας. Λαμβάνονται υπόψη εποχιακές και περιβαλλοντικές

μεταβολές (π.χ. υγρασία, αερισμός). Επαληθευτικές μετρήσεις διενεργούνται μετά την εφαρμογή μέτρων αποκατάστασης.

Παράδειγμα: Σε υπόγειο γραφείο, οι ανιχνευτές τοποθετούνται κοντά σε θέσεις εργασίας για να καταγράψουν τη μέση συγκέντρωση ραδονίου.

Φάση 3: Αξιολόγηση μετρήσεων και λήψη μέτρων

Οι μετρήσεις αξιολογούνται με βάση το εθνικό επίπεδο αναφοράς (300 Bq/m^3):

- Κάτω από 300 Bq/m^3 : δεν απαιτούνται περαιτέρω μέτρα.
- Άνω των 300 Bq/m^3 : οι οργανισμοί εφαρμόζουν μέτρα αποκατάστασης (βλ. ενότητα «Μέτρα αποκατάστασης συγκέντρωσης ραδονίου»). Σε περίπτωση που τα μέτρα αποκατάστασης δεν επιφέρουν την επιθυμητή μείωση της συγκέντρωσης τότε γίνεται γνωστοποίηση της κατάστασης στην ΕΕΑΕ (βλ. «Φάση 4: Ανασκόπηση»).

Παράδειγμα: Σε λουτρό θερμοκρασιού με συγκέντρωση 500 Bq/m^3 , ο οργανισμός εφαρμόζει εξαερισμό και διενεργεί επαληθευτικές μετρήσεις.

Φάση 4: Ανασκόπηση

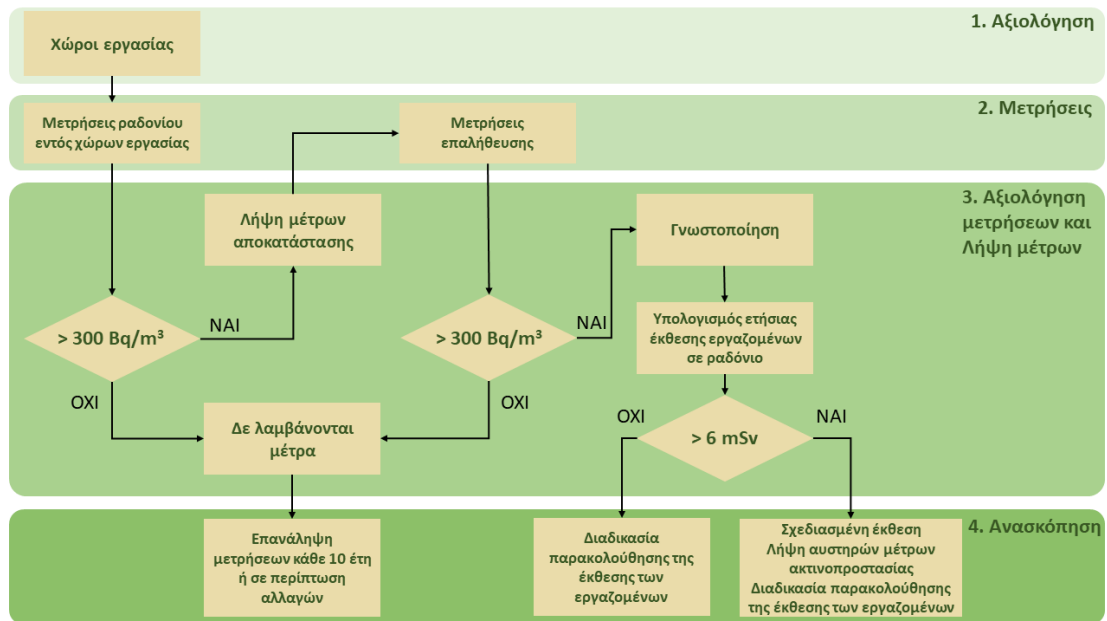
Σε αυτή τη φάση ο οργανισμός προβαίνει σε περιοδική παρακολούθηση και εκτίμηση του κινδύνου έκθεσης των εργαζομένων στο ραδόνιο. Διακρίνονται οι παρακάτω περιπτώσεις:

- Συγκέντρωση κάτω από 300 Bq/m^3 : Περιοδικές μετρήσεις κάθε 10 έτη ή μετά από αλλαγές στις συνθήκες εργασίας.
- Συγκέντρωση άνω των 300 Bq/m^3 : εφαρμογή μέτρων αποκατάστασης. Σε περίπτωση αποτυχίας της εφαρμογής των μέτρων αποκατάστασης ο οργανισμός ενημερώνει την ΕΕΑΕ και προσκομίζει δικαιολογητικά για έκδοση αριθμού γνωστοποίησης (κ.υ.α. 45872/2019). Υπολογίζεται η ετήσια δόση των εργαζομένων (βλ. ενότητα «Μετρήσεις και Υπολογισμοί»). Τηρείται διαδικασία παρακολούθησης με περιοδικές μετρήσεις και ενημέρωση της ΕΕΑΕ σύμφωνα με τους όρους της γνωστοποίησης.
- Συμπληρωματικά, εάν στην προηγούμενη περίπτωση η δόση υπερβαίνει τα 6 mSv/y : Ο χώρος χαρακτηρίζεται ως κατάσταση σχεδιασμένης έκθεσης και τηρούνται τα μέτρα ακτινοπροστασίας που περιγράφονται στην ενότητα «Μέτρα Ακτινοπροστασίας».

Οι οργανισμοί διατηρούν αρχείο με όλες τις αξιολογήσεις, μετρήσεις και μέτρα.

Παράδειγμα: Σε ένα ορυχείο με συγκέντρωση μεγαλύτερη από 300 Bq/m^3 (παρά τα ληφθέντα μέτρα αποκατάστασης) και δόση στους εργαζομένους μεγαλύτερη από 6 mSv το έτος, ο οργανισμός υποχρεούται σε έκδοση αριθμού γνωστοποίησης, ο χώρος χαρακτηρίζεται ως κατάσταση σχεδιασμένης έκθεσης. Λαμβάνονται μέτρα ακτινοπροστασίας και επανεκτιμάται η κατάσταση με περιοδικές επαναληπτικές μετρήσεις που καθορίζονται στο διοικητικό έγγραφο της γνωστοποίησης της ΕΕΑΕ.

Ο ρυθμιστικός έλεγχος σε ότι αφορά τα επίπεδα ραδονίου στον χώρο εργασίας συνοψίζεται στο παρακάτω διάγραμμα ροής:



Σχήμα 1: Διάγραμμα ροής ρυθμιστικού ελέγχου αναφορικά με το επίπεδο ραδονίου στους χώρους εργασίας
 Παραδείγματα για την καλύτερη κατανόηση της διαδικασίας του ρυθμιστικού ελέγχου δίνονται στο Παράρτημα.

4. Μετρήσεις και υπολογισμοί

Οι μετρήσεις της συγκέντρωσης ραδονίου στον χώρο και οι υπολογισμοί δόσης αποτελούν βασικό μέρος των Φάσεων 2, 3 και 4.

Οι μετρήσεις συγκέντρωσης ραδονίου πραγματοποιούνται από την ΕΕΑΕ ή από εξουσιοδοτημένα από αυτή εργαστήρια. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας του οργανισμού και λαμβάνουν υπόψη τις ιδιαιτερότητες του χώρου εργασίας αλλά και τις εποχιακές, μετεωρολογικές ή άλλες μεταβολές στη συγκέντρωση ραδονίου. Κατά κανόνα οι ολοκληρωτικές μετρήσεις μακράς διάρκειας είναι οι βέλτιστες για την εκτίμηση της έκθεσης στο ραδόνιο.

Η εκτίμηση της δόσης βασίζεται στη δημοσίευση του ICRP (ICRP Publication 137, 2017), κατόπιν σύστασης της ευρωπαϊκής επιτροπής (EC, 2024/440). Η ακριβής εκτίμηση της δόσης στους εργαζομένους είναι ένας σύνθετος υπολογισμός που απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις. Ο λεπτομερής υπολογισμός λαμβάνει υπόψη τα σενάρια εργασίας (π.χ. θέση εργασίας στους χώρους, χρόνος παραμονής του εργαζόμενου στον χώρο εργασίας, χρήση χώρων, κλπ.) και φυσιολογικούς/φυσικούς παράγοντες όπως τον μέσο ρυθμό αναπνοής, τα χαρακτηριστικά του αερολύματος, τις συνθήκες εσωτερικού αέρα (υγρασία, σωματίδια σκόνης), αλλά και τις συνθήκες καπνίσματος των εργαζομένων.

Ένας προσεγγιστικός τρόπος υπολογισμού της ετήσιας δόσης (mSv/y) εξαιτίας της έκθεσης στο ραδόνιο μέσω της αναπνευστικής οδού δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$\text{Δόση} = \text{Μέση συγκέντρωση ραδονίου} \times \text{Συντελεστής μετατροπής} \\ \times \text{Χρονική διάρκεια έκθεσης}$$

όπου:

- Μέση συγκέντρωση ραδονίου (Bq/m³): Προκύπτει από τις μετρήσεις.
- Συντελεστής μετατροπής: $6.7 \times 10^{-6} \text{ mSv} \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ για εργασία σε περιβάλλον γραφείου, $13.4 \times 10^{-6} \text{ mSv} \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ για εργασίες με σωματική δραστηριότητα (π.χ. ξενάγηση σε σπήλαια, καθαρισμός ιαματικού λουτρού).
- Χρονική διάρκεια έκθεσης (h/έτος): Π.χ. 2000 h/y για πλήρες ωράριο όλο το έτος (8 ώρες/ημέρα, 50 εβδομάδες πενήμερης εργασίας).

Παραδείγματα του τρόπου υπολογισμού της ετήσιας δόσης δίνονται στην ενότητα του Παραρτήματος.

5. Μέτρα αποκατάστασης συγκέντρωσης ραδονίου

Τα μέτρα αποκατάστασης αφορούν κυρίως την αναβάθμιση των υποδομών του οργανισμού και διαφέρουν κατά περίπτωση λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες των διαφορετικών χώρων εργασίας.

Τα μέτρα αποκατάστασης, σύμφωνα με τη Φάση 3, στοχεύουν στη μείωση της συγκέντρωσης ραδονίου σε επίπεδα κάτω από το εθνικό επίπεδο αναφοράς των 300 Bq/m³.

Τα μέτρα αποκατάστασης της συγκέντρωσης ραδονίου ποικίλουν από οργανισμό σε οργανισμό και θα πρέπει να εξετάζονται κατά περίπτωση. Για τον καθορισμό τους απαιτείται ειδική μελέτη όπου θα λαμβάνει υπόψη τις ιδιαιτερότητες του κάθε χώρου εργασίας και της πρακτικής καθώς και των μεθόδων που ακολουθούνται.

Τεχνικοί τρόποι μείωσης των επιπέδων ραδονίου σε υπάρχοντα κτίρια είναι:

- η αύξηση του υποδαπέδιου αερισμού,
- η εγκατάσταση συστήματος συλλογής ραδονίου στο υπόγειο ή κάτω από συμπαγές δάπεδο,
- η αποφυγή της ροής ραδονίου από το υπόγειο στους χώρους διαβίωσης και εργασίας, όπως η τοποθέτηση ειδικών μεμβρανών ή φιλμ που λειτουργούν ως φράγμα για τη διείσδυση του ραδονίου σε δάπεδα και τοίχους,
- η σφράγιση ρωγμών σε πατώματα και τοίχους,
- η βελτίωση του αερισμού του κτιρίου (π.χ. εγκατάσταση συστήματος εξαερισμού),
- η εφαρμογή θετικής πίεσης εντός του κτιρίου με σκοπό τον περιορισμό της εισόδου του ραδονίου.

Εναλλακτικά, αντί τεχνικών παρεμβάσεων μπορούν να υιοθετηθούν από τον οργανισμό **διοικητικές και οργανωτικές πρακτικές ως ισοδύναμο μέτρο αποκατάστασης** της συγκέντρωσης ραδονίου στους χώρους εργασίας όπως:

- Επανεξέταση του τρόπου εργασίας (π.χ. εργασία σε ανοιχτούς χώρους, αποφυγή εργασίας σε υπόγειους χώρους, ολιγόλεπτος αερισμός των χώρων πριν την έναρξη της εργασίας, περιοδική εναλλαγή ατόμων στις θέσεις εργασίας, μείωση χρόνου εργασίας σε χώρους υψηλής συγκέντρωσης ραδονίου).
- Επανεξέταση των μεθόδων επεξεργασίας υλικών με σκοπό τη μείωση της συγκέντρωσης ραδονίου (π.χ. επεξεργασία χωρίς ανθρώπινη παρουσία, επεξεργασία σε ανοιχτούς χώρους, κλειστές διαδικασίες επεξεργασίας).

Ενδεικτικά μέτρα αποκατάστασης που θεωρούνται πιο αποτελεσματικά για είδη χώρων εργασίας που ενδέχεται να εμφανίζουν αυξημένες συγκεντρώσεις ραδονίου παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Γενική εκτίμηση της απόδοσης των μέτρων αποκατάστασης συγκεντρώσεων ραδονίου για διάφορα είδη χώρων εργασίας. * = μικρή απόδοση ή δεν εφαρμόζεται ** = μέτρια απόδοση *** = αυξημένη απόδοση.

	Κτίρια γραφείων, σχολείων κλπ.	Κέντρα θερμαλισμού (Spa)	Εγκαταστάσεις διύλισης υπόγειων υδάτων	Διάνοιξη σηράγγων σε ουρανούχα πετρώματα	Τουριστικά σπήλαια	Ορυχεία
Φυσικός εξαερισμός με άνοιγμα των παραθύρων ανά τακτά χρονικά διαστήματα (π.χ. σε κάθε διάλειμμα)	***	**	**	*	*	*
Μηχανικά Συστήματα Εξαερισμού	***	**	**	**	*	**
Ολιγόλεπτη αναμονή πριν την είσοδο για τον εξαερισμό του χώρου	*	***	***	*	*	*
Ακριβής επισήμανση των πηγών ραδονίου στον χώρο	**	***	***	**	**	**
Προγραμματισμός του χρόνου παραμονής ανάλογα με τις εποχιακές διακυμάνσεις της συγκέντρωσης	*	**	**	*	***	***

Μετά την εφαρμογή των μέτρων, διενεργούνται επαληθευτικές μετρήσεις για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς τους.

Σε περίπτωση που ο οργανισμός τεκμηριώσει ότι η λήψη μέτρων αποκατάστασης είναι μη εφαρμόσιμη ή σε περίπτωση που η λήψη μέτρων είναι αναποτελεσματική ο οργανισμός εμπίπτει απευθείας σε **καθεστώς γνωστοποίησης**.

6. Μέτρα ακτινοπροστασίας

Σε περίπτωση που η συγκέντρωση ραδονίου υπερβαίνει τα 300 Bq/m³ αλλά η δόση στους εργαζομένους δεν υπερβαίνει τα 6 mSv ετησίως, ο οργανισμός, σύμφωνα με τους όρους της γνωστοποίησης (βλ. προηγούμενη παράγραφο) υποχρεούται:

- για τη σύσταση και τήρηση διαδικασιών για την παρακολούθηση των εκθέσεων των εργαζομένων σε συνεχή βάση (άρθρο 35, π.δ. 101/2018),
- να ενημερώνει σχετικά την ΕΕΑΕ.

Παράδειγμα: Σε εταιρεία παραγωγής φωσφορικών λιπασμάτων υπάρχει υπέρβαση του επιπέδου αναφοράς των 300 Bq/m³ αλλά η δόση στους εργαζόμενους είναι κάτω από 6 mSv κατ' έτος. Στην εταιρεία έχει εκδοθεί αριθμός γνωστοποίησης από την ΕΕΑΕ και σύμφωνα με τους όρους της γνωστοποίησης η εταιρεία φροντίζει για την πραγματοποίηση περιοδικών μετρήσεων συγκέντρωσης ραδονίου στις εγκαταστάσεις της και ενημερώνει την ΕΕΑΕ.

Σε περίπτωση που η συγκέντρωση ραδονίου υπερβαίνει τα 300 Bq/m³ και η δόση στους εργαζομένους υπερβαίνει τα 6 mSv ετησίως, πέραν των παραπάνω, η έκθεση των εργαζομένων από το ραδόνιο αντιμετωπίζεται ως **κατάσταση σχεδιασμένη έκθεσης** και ο οργανισμός οφείλει να εφαρμόσει αναλογικά και κατά περίπτωση απαιτήσεις του Κεφ. ΣΤ' του π.δ. 101/2018 με σκοπό τη μείωση της δόσης στους εργαζόμενους. Ειδικότερα ο οργανισμός:

- Έχει την κύρια και αποκλειστική ευθύνη για τον προσδιορισμό και την εφαρμογή διαδικασιών και μέτρων για την ακτινοπροστασία των εκτιθέμενων εργαζομένων στο ραδόνιο (άρθρο 31, π.δ. 101/2018).
- Ενημερώνει και δίνει οδηγίες στους εργαζόμενους σχετικά με τους κανόνες ασφάλειας και τα μέτρα ακτινοπροστασίας στους χώρους και κατανέμει τις αρμοδιότητες, ρόλους και ευθύνες αναλόγως της θέσης εργασίας στους εργαζόμενους (άρθρο 31, π.δ. 101/2018).
- Ζητεί και λαμβάνει συμβουλές από εμπειρογνώμονα ακτινοπροστασίας (άρθρο 34, π.δ. 101/2018).
- Ταξινομεί τους χώρους εργασίας βάσει της εκτίμησης των αναμενόμενων ετήσιων δόσεων (άρθρα 36, 37 και 38, π.δ. 101/2018) και προβαίνει σε ραδιολογική επιτήρηση αυτών (άρθρο 39, π.δ. 101/2018).
- Ταξινομεί ιατρικά τους εργαζομένους του σε κατηγορίες Α και Β, με βάση το ενδεχόμενο να λαμβάνουν ενεργό δόση υψηλότερη των 6 mSv κατ' έτος (άρθρο 40, π.δ. 101/2018).
- Μεριμνά για τη συστηματική ατομική παρακολούθηση των εργαζομένων του και τηρεί αρχείο με την εκτίμηση και την αξιολόγηση δόσεων. Οι εργαζόμενοι έχουν πρόσβαση στα αποτελέσματα αυτά (άρθρα 41, 43 και 44, π.δ. 101/2018).
- Υποχρεούται σε ιατρική παρακολούθηση, ιατρική ταξινόμηση και τήρηση ιατρικών φακέλων για τους εργαζομένους (άρθρα 46, 47, 48, 49 και 50, π.δ. 101/2018).
- Εξετάζει αν η συστηματική απασχόληση εξωτερικών εργαζομένων στους χώρους του οδηγεί σε δόσης πάνω από 6 mSv το έτος (π.χ. ξεναγοί σε σπήλαιο). Σε αυτή την περίπτωση μεριμνά για προστασία ισοδύναμη με εκείνη των εκτιθέμενων εργαζομένων του οργανισμού (άρθρο 51 του π.δ. 101/2018).

Παράδειγμα: Λουτρά θερμαλισμού με συγκεντρώσεις ραδονίου πάνω από 300 Bq/m³ που οδηγούν σε δόσεις πάνω από 6 mSv κατ' έτος στους λουτρονόμους και κάτω από 6 mSv κατ' έτος στους υπόλοιπους εργαζόμενους. Ο οργανισμός για την βελτιστοποίηση της ακτινοπροστασίας, επικοινωνεί με εμπειρογνώμονα ακτινοπροστασίας για συμβουλές λήψης μέτρων, ταξινομεί τους λουτρονόμους στην κατηγορία Α, παρέχει μετρητές ραδονίου, εξασφαλίζει την ιατρική παρακολούθηση από ιατρό εργασίας, ενημερώνει το προσωπικό για τους χώρους εργασίας αναφορικά με τις συγκεντρώσεις ραδονίου, εφαρμόζει περιοριστικά μέτρα πρόσβασης στους χώρους στους μη έχοντες εργασία, τροποποιεί την εργασία των λουτρονόμων (π.χ. εναλλαγή ατόμων, εναλλαγή θέσεων εργασίας, μείωση ωραρίου), τηρεί αρχεία με την εκτίμηση δόσεων και με τις τιμές συγκέντρωσης ραδονίου (ατομικές ή/και χώρων). Παράλληλα, μεριμνά για τη συστηματική μέτρηση συγκέντρωσης ραδονίου σε όλους τους χώρους, την επικαιροποίηση των σεναρίων για την εκτίμηση δόσεων και την επανεκτίμηση των δόσεων εργαζομένων.

Η ΕΕΑΕ διενεργεί επιθεωρήσεις για τη συμμόρφωση των οργανισμών με το ρυθμιστικό πλαίσιο και τους όρους της διοικητικής πράξης της γνωστοποίησης που έχει χορηγήσει στον οργανισμό.

Παράρτημα

Ο παρακάτω πίνακας προσφέρει παραδείγματα για την καλύτερη κατανόηση της διαδικασίας του ρυθμιστικού ελέγχου. Στις στήλες διακρίνονται η μέγιστη συγκέντρωση ραδονίου στους χώρους του οργανισμού πριν και μετά τη λήψη μέτρων αποκατάστασης, ο υπολογισμός της δόσης σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας, οι υποχρεώσεις του οργανισμού σύμφωνα με τον ρυθμιστικό έλεγχο και επεξηγηματικά σχόλια.

Πίνακας 2: Παραδείγματα ρυθμιστικού ελέγχου βάσει της συγκέντρωσης ραδονίου και της εκτίμησης της δόσης

Οργανισμός	Μέγιστη συγκέντρωση ραδονίου σε όλους τους χώρους (Bq/m ³)	Μέγιστη συγκέντρωση ραδονίου σε όλους τους χώρους μετά τη λήψη μέτρων αποκατάστασης (Bq/m ³)	Υπολογισμός δόσης μετά τη λήψη μέτρων αποκατάστασης σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας (mSv/y)	Υποχρεώσεις από τον ρυθμιστικό έλεγχο	Σχόλια
1	270	-	-	Δε λαμβάνονται μέτρα – Επανάληψη μετρήσεων μετά από 10 έτη ή εφόσον αλλάξουν οι συνθήκες ή οι χώροι λειτουργίας	Ο οργανισμός είχε μέγιστη συγκέντρωση ραδονίου στους χώρους εργασίας <u>χαμηλότερη</u> από το εθνικό επίπεδο αναφοράς
2	530	290	-	Δε λαμβάνονται μέτρα – Επανάληψη μετρήσεων μετά από 10 έτη ή εφόσον αλλάξουν οι συνθήκες ή οι χώροι λειτουργίας	Ο οργανισμός είχε συγκέντρωση ραδονίου στους χώρους εργασίας <u>χαμηλότερη</u> από το εθνικό επίπεδο αναφοράς <u>μετά τη λήψη των μέτρων αποκατάστασης</u>
3	610	532	5.2	Ο οργανισμός υποχρεούται να λάβει αριθμό γνωστοποίησης από την ΕΕΑΕ. Η έκθεση των εργαζομένων πρέπει να παρακολουθείται από τον οργανισμό. Ο οργανισμός ενημερώνει σχετικά την ΕΕΑΕ.	Ο οργανισμός έχει μέγιστη συγκέντρωση ραδονίου <u>μεγαλύτερη</u> από το εθνικό επίπεδο αναφοράς <u>μετά τη λήψη των μέτρων αποκατάστασης</u> . Ο οργανισμός πραγματοποίησε εκτίμηση δόσης η οποία <u>δεν υπερβαίνει</u> τα 6 mSv/y.
4	2734	1852	14.3	Ο οργανισμός υποχρεούται να	Ο οργανισμός έχει μέγιστη

Οργανισμός	Μέγιστη συγκέντρωση ραδονίου σε όλους τους χώρους (Bq/m ³)	Μέγιστη συγκέντρωση ραδονίου σε όλους τους χώρους μετά τη λήψη μέτρων αποκατάστασης (Bq/m ³)	Υπολογισμός δόσης μετά τη λήψη μέτρων αποκατάστασης σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας (mSv/y)	Υποχρεώσεις από τον ρυθμιστικό έλεγχο	Σχόλια
				λάβει αριθμό γνωστοποίησης από την ΕΕΑΕ. Η κατάσταση αντιμετωπίζεται ως κατάσταση σχεδιασμένης έκθεσης. Ο οργανισμός υποχρεούται να εφαρμόσει μέτρα ακτινοπροστασίας με στόχο τη μείωση της δόσης των εργαζομένων.	συγκέντρωση ραδονίου <u>μεγαλύτερη</u> από το εθνικό επίπεδο αναφοράς <u>μετά τη λήψη των μέτρων αποκατάστασης</u> . Ο οργανισμός πραγματοποίησε εκτίμηση δόσης η οποία <u>υπερβαίνει</u> τα 6 mSv/y.
5	1617	-	8.4	Ο οργανισμός υποχρεούται να λάβει αριθμό γνωστοποίησης από την ΕΕΑΕ. Η κατάσταση αντιμετωπίζεται ως κατάσταση σχεδιασμένης έκθεσης. Ο οργανισμός υποχρεούται να εφαρμόσει μέτρα ακτινοπροστασίας με στόχο τη μείωση της δόσης των εργαζομένων.	Ο οργανισμός έχει μέγιστη συγκέντρωση ραδονίου μεγαλύτερη από το εθνικό επίπεδο αναφοράς. Ο οργανισμός αδυνατεί να λάβει μέτρα αποκατάστασης ή δεν υπάρχει η κατάλληλη τεχνολογία. Ο οργανισμός πραγματοποίησε εκτίμηση δόσης η οποία <u>υπερβαίνει</u> τα 6 mSv/y.

Ακολουθεί πίνακας με παραδείγματα υπολογισμού της ετήσιας δόσης με βάση τον μαθηματικό τύπο της ενότητας 4 «Μετρήσεις και υπολογισμοί». Πρέπει να σημειωθεί ότι οι παρακάτω υπολογισμοί αποτελούν παράδειγμα του τρόπου εκτίμησης της δόσης για α) σκοπούς εκπαίδευσης και β) για τον καθορισμό ενός επιπέδου αναφοράς για τις δόσεις που απαντώνται σε διάφορες πρακτικές ανάλογα με τις απαιτήσεις της κάθε θέσης εργασίας. Οι υπολογισμοί αυτοί δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή γενικευμένων συμπερασμάτων.

Πίνακας 3: Παραδείγματα υπολογισμού της δόσης με βάσει τις τιμές της συγκέντρωσης ραδονίου

Απαιτήσεις θέσης εργασίας	Μέση συγκέντρωση ραδονίου στη θέση εργασίας (Bq/m ³)	Συντελεστής μετατροπής συγκέντρωσης σε δόση (mSv·Bq ⁻¹ ·m ³ ·h ⁻¹)	Χρονική διάρκεια έκθεσης κατ' έτος (h/y)	Ετήσια δόση βάσει των αντίστοιχων συντελεστών μετατροπής (mSv/y)
Πλήρους απασχόλησης Χωρίς σωματική δραστηριότητα	300*	6.7×10 ⁻⁶	2000	4,0
Πλήρους απασχόλησης (για 6 μήνες) Αυξημένη σωματική δραστηριότητα	300	13.4×10 ⁻⁶	1000	4,0
Πλήρους απασχόλησης Αυξημένη σωματική δραστηριότητα	300	13.4×10 ⁻⁶	2000	8,1
Μερικής απασχόλησης (10 ώρες την εβδ.) Αυξημένη σωματική δραστηριότητα	300	13.4×10 ⁻⁶	500	2,0
Μερικής απασχόλησης (10 ώρες την εβδ.) Χωρίς σωματική δραστηριότητα	300	6.7×10 ⁻⁶	500	1,0
Μερικής απασχόλησης (20 ώρες την εβδ.) Αυξημένη σωματική δραστηριότητα	300	13.4×10 ⁻⁶	1000	4,0
Μερικής απασχόλησης (10 ώρες την εβδ.) Αυξημένη σωματική δραστηριότητα	2800	13.4×10 ⁻⁶	500	18.8

*Η ετήσια δόση (mSv/y) είναι ανάλογη της συγκέντρωσης ραδονίου (Bq/m³). Δηλαδή, διπλάσια συγκέντρωση ραδονίου έχει ως αποτέλεσμα διπλάσια δόση.

Βιβλιογραφία

1. IAEA (2024) Protection of Workers Against Exposure Due to Radon. IAEA Safety Standards Series No. SSG-91.
2. IARC Working Group On The Evaluation Of Carcinogenic Risks To Humans (1988) *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Vol. 43, Man-made mineral fibres and radon*. Lyon: International Agency For Research On Cancer.
3. ICRP (1994) *Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection*. ICRP Publication 66, Annals of the ICRP, 24(1-3).
4. ICRP (2014) *Radiological Protection against Radon Exposure*. ICRP Publication 126, Annals of the ICRP, 43(5-73)
5. ICRP (2017) *Occupational Intakes of Radionuclides: Part 3*. ICRP Publication 137, Annals of the ICRP, 64(3/4).
6. World Health Organization (2009) *WHO handbook on indoor radon: a public health perspective*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
7. Π.Δ. 101/2018 (2018) *Προσαρμογή της ελληνικής νομοθεσίας στην Οδηγία 2013/59/Ευρατόμ του Συμβουλίου*. Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.
8. Απόφαση 45872/2019 (2019) *Διαδικασίες κανονιστικού ελέγχου πρακτικών ιοντιζουσών ακτινοβολιών – αναγνώριση υπηρεσιών και εμπειρογνομόνων*. Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.
9. Απόφαση 43374/2020 (2020) *Εθνικό σχέδιο δράσης για την αντιμετώπιση των μακροπρόθεσμων κινδύνων από την έκθεση στο ραδόνιο*. Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.
10. Commission Recommendation (EU) 2024/440 of 2 February 2024 on the use of dose coefficients for the estimation of the effective dose and equivalent dose for the purposes of Council Directive 2013/59/Euratom