

**Κατευθυντήριες οδηγίες
για έκθεση εργαζομένων στο ραδόνιο**

Ιούλιος 2020

ΚΑ-ΕΕΑΕ-ΚΟ-072020-01

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Συντομογραφίες:	2
1. Εισαγωγή.....	3
2. Σκοπός και αντικείμενο.....	5
3. Πρόγραμμα προστασίας και ασφάλειας.....	6
3.1. Ενημέρωση Εργαζομένων	6
3.2. Ραδιολογική επιτήρηση και εκτίμηση δόσεων.....	7
3.3. Ατομική παρακολούθηση	8
4. Βιβλιογραφία.....	9

Συντομογραφίες:

ΕΕΑΕ: Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας

ΕΣΧΕΔΡΑ: Εθνικό σχέδιο δράσης για την αντιμετώπιση των μακροπρόθεσμων κινδύνων από την έκθεση στο ραδόνιο (κ.υ.α. 43374/2020)

ICRP: International Commission on Radiological Protection

ICRU: International Commission on Radiation Units and Measurements

UNSCEAR: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation

1. Εισαγωγή

Το ραδόνιο 222 είναι ένα φυσικό ραδιενεργό αέριο που είναι άοσμο, άχρωμο και άγευστο, προέρχεται από τη διάσπαση του ουρανίου 238 και βρίσκεται στα πετρώματα. Το ραδόνιο διαχέεται από τα πετρώματα και συσσωρεύεται σε κλειστούς χώρους σε επίπεδα συγκεντρώσεων που ποικίλουν, ανάλογα με το γεωλογικό υπόστρωμα και τα χαρακτηριστικά της κατασκευής του κτιρίου ή του κλειστού χώρου (πχ. σπηλαίου, ορυχείου, σήραγγας). Η εισπνοή αέρα με μεγάλες συγκεντρώσεις ραδονίου για μεγάλο χρονικό διάστημα μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του πνεύμονα (IARC 1988).

Είναι επιστημονικά τεκμηριωμένο ότι το ραδόνιο του αέρα των εσωτερικών χώρων είναι υπεύθυνο για το μεγαλύτερο ποσοστό της φυσικής έκθεσης σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες. Σύμφωνα με την UNSCEAR (UNSCEAR 2000), η παγκόσμια μέση τιμή της ετήσιας δόσης από το ραδόνιο είναι 1,2 mSv, ενώ προσθέτοντας και τις υπόλοιπες φυσικές πηγές ιοντίζουσας ακτινοβολίας είναι 2,4 mSv. Λόγω των διακυμάνσεων, το 65% του παγκόσμιου πληθυσμού αναμένεται να λαμβάνει ετήσιες δόσεις μεταξύ 1 και 3 mSv, το 25% δόσεις μικρότερες από 1 mSv και το 10% δόσεις μεγαλύτερες από 3 mSv. Η δόση από το ραδόνιο και τα θυγατρικά του μπορεί να υπολογιστεί από μετρήσεις των αντίστοιχων συγκεντρώσεων, οι οποίες εκφράζονται σε μονάδες ενεργότητας Bq ανά m³ αέρα. Σε έκθεση της ICRU (ICRU 2015) παρουσιάζεται η αβεβαιότητα στον υπολογισμό της δόσης από το ραδόνιο, η οποία μπορεί να είναι σημαντική.

Στην Ελλάδα το ραδόνιο ευθύνεται για το ένα τρίτο της συνολικής έκθεσης του πληθυσμού σε ιοντίζουσα ακτινοβολία (Askounis et al. 2018). Περίπου 10.000 περιπτώσεις καρκίνου του πνεύμονα εμφανίζονται στη χώρα μας ανά έτος (GLOBOCAN 2018), από τις οποίες το 5-10% εκτιμάται ότι οφείλεται στο ραδόνιο (περίπου 750 περιπτώσεις ανά έτος).

Η παρουσία ραδονίου σε χώρους εργασίας, όπου αυτό εισέρχεται από το έδαφος, θεωρείται κατάσταση υφιστάμενης έκθεσης. Στην εθνική νομοθεσία (π.δ. 101/2018, ΦΕΚ 194/Α) έχει καθοριστεί εθνικό επίπεδο αναφοράς για τις συγκεντρώσεις ραδονίου εντός κτιρίων και σε χώρους εργασίας ίσο με 300 Bq/m³. Επιπρόσθετα, έχει θεσπιστεί το εθνικό σχέδιο δράσης για την αντιμετώπιση των μακροπρόθεσμων κινδύνων από την έκθεση στο ραδόνιο (ΕΣΧΕΔΡΑ, κ.υ.α. 43374/2020, ΦΕΚ 1881/Β/18-5-2020). Σύμφωνα με το ΕΣΧΕΔΡΑ για τις περιοχές εντός χώρων εργασίας, όπου οι συγκεντρώσεις του ραδονίου υπερβαίνουν το εθνικό επίπεδο αναφοράς (300 Bq/m³) λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα από τους οργανισμούς για τη μείωση της συγκέντρωσης ραδονίου. Από τη διεθνή εμπειρία, τα μέτρα μείωσης της συγκέντρωσης ραδονίου ταξινομούνται σε αυτά που λαμβάνονται κατά την κατασκευή του κτιρίου κυρίως στα θεμέλια (IAEA 2018) και σε μέτρα αποκατάστασης σε υφιστάμενα κτίρια και χώρους. Οι χώροι εργασίας, ανάλογα με το είδος τους, παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες στη συγκέντρωση ραδονίου και τις εποχιακές μεταβολές της. Τα είδη των χώρων εργασίας που ενδέχεται να παρουσιάσουν αυξημένες συγκεντρώσεις ραδονίου παρουσιάζονται στον Πίνακα 1, μαζί με τα μέτρα μείωσης των συγκεντρώσεων που ενδέχεται να είναι πιο αποδοτικά. Αυτά τα μέτρα μπορεί να είναι τεχνικά μέτρα αποκατάστασης ή λειτουργικά μέτρα προστασίας των εργαζομένων, όπως ενδεικτικά η μείωση του χρόνου παραμονής στους χώρους με υψηλές συγκεντρώσεις ραδονίου.

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

	Κτίρια γραφείων, σχολείων κλπ.	Κέντρα θερμαλισμού (Sra)	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	*	**	**	*	***	***

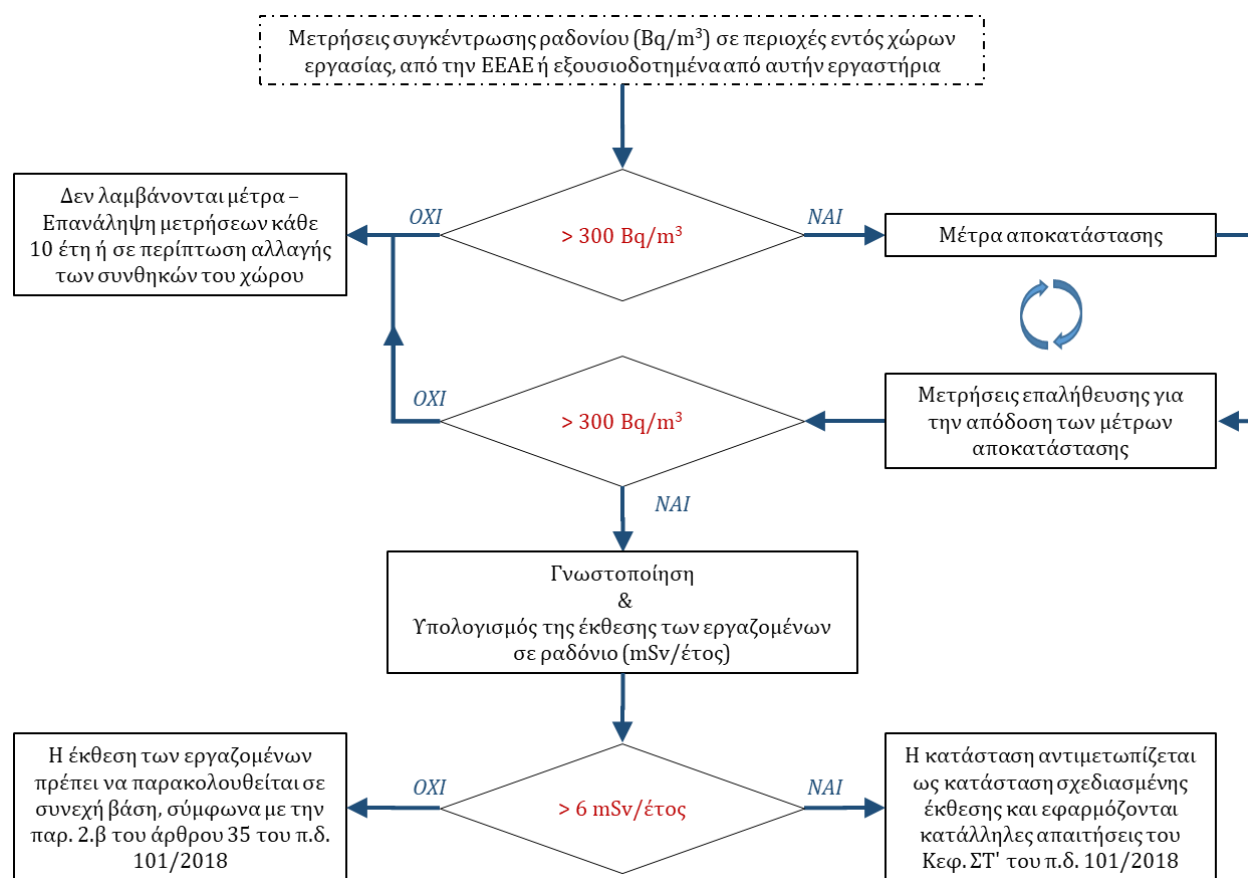
Τα τεχνικά μέτρα αποκατάστασης αποδίδουν στους περισσότερους υπέργειους χώρους εργασίας, όπου οι συγκεντρώσεις ραδονίου υπερβαίνουν το εθνικό επίπεδο αναφοράς (π.χ. σχολεία, δημόσια κτίρια γραφείων). Ωστόσο σε περιπτώσεις υπόγειων χώρων εργασίας, όπως:

- τουριστικά σπήλαια,
- κέντρα θερμαλισμού (Sra),
- εγκαταστάσεις διύλισης υπόγειων υδάτων,
- ορυχεία,
- διάνοιξη σηράγγων σε βραχώδεις σχηματισμούς πλούσιους σε ουράνιο,

τεχνικά μέτρα αποκατάστασης ενδέχεται να μην αποδώσουν την επιθυμητή μείωση των συγκεντρώσεων ραδονίου.

Εφόσον οι συγκεντρώσεις ραδονίου συνεχίζουν να υπερβαίνουν το εθνικό επίπεδο αναφοράς, παρά τα μέτρα αποκατάστασης που ελήφθησαν για τη μείωσή τους, απαιτείται γνωστοποίηση της διενεργούμενης πρακτικής σύμφωνα με την παρ. 2 του άρθρου 25 του π.δ. 101/2018. Η διαδικασία της γνωστοποίησης πραγματοποιείται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της παραγράφου 1, του άρθρου 7 της κ.α. 45872/2019, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνεται η εκτίμηση της επαγγελματικής έκθεσης στο ραδόνιο. Σε αυτή την περίπτωση και εφόσον η έκθεση των εργαζομένων στο ραδόνιο

ενδέχεται να υπερβεί μια ενεργό δόση 6 mSv ετησίως, η κατάσταση αντιμετωπίζεται ως κατάσταση σχεδιασμένης έκθεσης και εφαρμόζονται οι εξειδικευμένες για το ραδόνιο απαιτήσεις του Κεφαλαίου ΣΤ' του π.δ. 101/2018, που αφορούν την επαγγελματική έκθεση. Στο Σχήμα 1 δίνεται διάγραμμα ροής για τις δράσεις που λαμβάνονται σε χώρους εργασίας με υψηλές συγκεντρώσεις ραδονίου.



Σχήμα 1: Διάγραμμα ροής της διαδικασίας μετρήσεων, υπολογισμού και γνωστοποίησης της έκθεσης των εργαζομένων.

2. Σκοπός και αντικείμενο

Οι παρούσες κατευθυντήριες οδηγίες εκδίδονται σε εφαρμογή των όσων προβλέπονται στην παρ. 2 του άρθρου 35 του π.δ. 101/2018, σχετικά με την επαγγελματική έκθεση σε χώρους εργασίας όπου οι συγκεντρώσεις ραδονίου συνεχίζουν να υπερβαίνουν τα 300 Bq/m³, παρά τα ληφθέντα μέτρα βελτιστοποίησης, δηλαδή μείωσης των συγκεντρώσεων ραδονίου και σε όποιους από αυτούς η έκθεση των εργαζομένων στο ραδόνιο ενδέχεται να υπερβεί μια ενεργό δόση 6 mSv ετησίως. Οι χώροι αυτοί ορίζονται και εφεξής αναφέρονται ως Ελεγχόμενες Περιοχές (βλ. ενότητα 3.2). Συγκεκριμένα, οι παρούσες οδηγίες συστήνουν [προτείνουν] ποιες από τις απαιτήσεις του κεφαλαίου ΣΤ' του π.δ. 101/2018 είναι κατάλληλες για τους προαναφερθέντες χώρους εργασίας και τον τρόπο εφαρμογής των εν λόγω απαιτήσεων.

Σημειώνεται ότι οι κατευθυντήριες οδηγίες δεν θεσπίζουν νέες ρυθμίσεις, αλλά παρέχονται προς διευκόλυνση των οργανισμών που διαθέτουν χώρους εργασίας με Ελεγχόμενες Περιοχές. Το παρόν κείμενο περιγράφει ενδεικτικά μέτρα ακτινοπροστασίας και ασφάλειας που λαμβάνονται ώστε να διασφαλίζεται η έκθεση των εργαζομένων στους εν λόγω οργανισμούς, σύμφωνα με τις γενικές αρχές ακτινοπροστασίας, όπως αυτές περιγράφονται στο άρθρο 5 του π.δ. 101/2018.

Ο υπόχρεος οργανισμός μπορεί να κληθεί να αποδείξει ότι συμμορφώνεται με το πλαίσιο των Κανονισμών Ακτινοπροστασίας με οποιοδήποτε πρόσφορο μέσο ή μεθοδολογία.

Οι παρούσες κατευθυντήριες οδηγίες αναθεωρούνται, όποτε κριθεί απαραίτητο, λαμβανομένων υπόψη: (α) των επιστημονικών και τεχνολογικών εξελίξεων, (β) των υφιστάμενων πρακτικών και των συνθηκών υπό τις οποίες εφαρμόζονται στη χώρα και ενέχουν έκθεση των εργαζομένων στο ραδόνιο.

3. Πρόγραμμα προστασίας και ασφάλειας

Ο οργανισμός καταρτίζει πρόγραμμα προστασίας και ασφάλειας στο οποίο συστήνεται να περιλαμβάνονται στόχοι και κατάλληλες διαδικασίες και μέτρα, όπως:

- η ενημέρωση των εργαζομένων κατηγορίας Α (εφεξής Εργαζόμενοι) αναφορικά με τους ραδιολογικούς κινδύνους,
- η ραδιολογική επιτήρηση και η οριοθέτηση των χώρων εργασίας,
- η εκτίμηση των δόσεων των εργαζομένων στους χώρους εργασίας,
- η τήρηση αρχείου σχετικά με την ατομική παρακολούθηση της δόσης των εργαζομένων κατηγορίας Α, όπως ορίζονται στο άρθρο 40 του π.δ. 101/2018,
- οι οδηγίες ακτινοπροστασίας και ασφάλειας, όπως ενδεικτικά: (α) η τήρηση χρονικών ορίων παραμονής των εργαζομένων στις Ελεγχόμενες Περιοχές, (β) η συντήρηση του συστήματος εξαερισμού, ή άλλων μηχανολογικών εγκαταστάσεων των μέτρων αποκατάστασης.

Ο οργανισμός ανασκοπεί συστηματικά το εν λόγω πρόγραμμα προστασίας και ασφάλειας για την αποτελεσματικότητά του, να εντοπίζει τυχόν δυσλειτουργίες ή ελλείψεις, να λαμβάνει μέτρα για την αποτροπή της επανάληψής τους και να εξασφαλίζει ότι τα μέτρα είναι αρκετά για την επίτευξη των στόχων, που έχουν τεθεί για την προστασία και ασφάλεια των εργαζομένων. Ενδεικτικοί λόγοι για την ανασκόπησή του προγράμματος είναι η μεταβολή των συγκεντρώσεων ραδονίου στους χώρους εργασίας, της διαρρύθμισης και της χρήση των χώρων, του πλήθους των Εργαζομένων και του ωραρίου τους, κ.λπ.

3.1. Ενημέρωση Εργαζομένων

Ο οργανισμός φροντίζει για την ενημέρωση των Εργαζομένων πριν προσληφθούν και για την κατάρτισή τους ανά τακτά χρονικά διαστήματα, πχ. κάθε τριετία με στόχο να αποκτηθεί από τους Εργαζόμενους νοοτροπία ασφάλειας (άρθρο 31, π.δ. 101/2018). Στα αντικείμενα της κατάρτισης προτείνεται να περιλαμβάνονται:

- η έκθεση στο ραδόνιο,
- οι συνεπαγόμενοι κίνδυνοι,

- οι διαδικασίες και τα μέτρα ακτινοπροστασίας που έχουν ληφθεί από τον οργανισμό.

3.2. Ραδιολογική επιτήρηση και εκτίμηση δόσεων

Αναφορικά με τη ραδιολογική επιτήρηση (άρθρο 39, π.δ. 101/2018) των Ελεγχόμενων Περιοχών και την εκτίμηση των δόσεων των Εργαζομένων, στο πρόγραμμα προστασίας και ασφάλειας προτείνεται να περιλαμβάνονται:

1. Η οριοθέτηση των Ελεγχόμενων Περιοχών.
2. Τα λειτουργικά μέτρα που λαμβάνονται για τη βελτιστοποίηση της ακτινοπροστασίας στις Ελεγχόμενες Περιοχές.

Η ραδιολογική επιτήρηση των χώρων εργασίας στις Ελεγχόμενες Περιοχές και η εκτίμηση δόσεων των Εργαζομένων βασίζονται σε μετρήσεις των συγκεντρώσεων ραδονίου από εργαστήρια αναγνωρισμένα από την ΕΕΑΕ, σύμφωνα με το επιμέρους έργο 1.3 του ΕΣΧΕΔΡΑ. Η συχνότητα επανάληψης των μετρήσεων καθορίζεται από τις συνθήκες χρήσης και τις ιδιαιτερότητες στις μεταβολές της συγκέντρωσης ραδονίου του εκάστοτε χώρου. Επί παραδείγματι, η ραδιολογική επιτήρηση σε τουριστικά σπήλαια λαμβάνει υπόψη την εποχιακή μεταβολή της συγκέντρωσης ραδονίου, λόγω της θερμοκρασιακής διαφοράς (Gruber et al. 2014), ενώ σε κτίρια γραφείων λαμβάνει υπόψη τον ελλιπή φυσικό εξαερισμό με άνοιγμα των παραθύρων κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Οι μετρήσεις προτείνεται να επαναλαμβάνονται κατ' ελάχιστον κάθε τριετία για τις Ελεγχόμενες Περιοχές.

Τα λειτουργικά μέτρα προστασίας των εργαζομένων που εφαρμόζονται στις Ελεγχόμενες Περιοχές προτείνεται να περιλαμβάνουν:

- την τοποθέτηση σήμανσης στις εισόδους των Ελεγχόμενων Περιοχών που προειδοποιεί για την ελεγχόμενη πρόσβαση,
- τον περιορισμό του χρόνου παραμονής των εργαζομένων ή/και τη συστηματική λειτουργία κατάλληλου εξαερισμού.

Οι συνθήκες εργασίας στις Ελεγχόμενες Περιοχές υπόκεινται σε συνεχείς ανασκοπήσεις από τον οργανισμό, λαμβάνοντας υπόψη τη λειτουργική προστασία των εκτιθέμενων εργαζομένων.

Αναφορικά με την εκτίμηση της ενεργού δόσης που ενδέχεται να λάβουν οι Εργαζόμενοι, αυτή πραγματοποιείται λαμβάνοντας ως κύρια δεδομένα τις μετρήσεις της ραδιολογικής επιτήρησης, τον χρόνο παραμονής των εργαζομένων για την εκτέλεση της εργασίας τους και τον παράγοντα ισορροπίας του ραδονίου και των θυγατρικών του.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων συγκεντρώσεων ραδονίου και των υπολογισμών της ενεργού δόσης περιλαμβάνουν τη μέση τιμή, την αβεβαιότητα και το επίπεδο εμπιστοσύνης. Στην περίπτωση χώρων εργασίας όπου υπάρχουν και άλλες πηγές ακτινοβολίας εκτός από το ραδόνιο (π.χ. χώρος NORM υλικών), διερευνάται η αναγκαιότητα εκτίμησης της έκθεσης των εργαζομένων από τις εν λόγω πηγές.

Στην περίπτωση που προκύπτει ότι η ενεργός δόση των Εργαζομένων δύναται να ξεπεράσει τα όρια δόσεων, ο οργανισμός λαμβάνει κατάλληλα μέτρα για τη μείωσή της. Επί παραδείγματι, ο

οργανισμός διαθέτει επιπλέον εργαζομένους για την ίδια θέση εργασίας, ώστε ο χρόνος παραμονής του καθενός από αυτούς στους χώρους εργασίας με υψηλή συγκέντρωση ραδονίου να μειωθεί.

3.3. Ατομική παρακολούθηση

Αναφορικά με την ατομική παρακολούθηση (άρθρο 41, π.δ. 101/2018), στο πρόγραμμα προστασίας και ασφάλειας προτείνεται να περιλαμβάνονται:

1. Η περιγραφή του συστήματος ατομικής παρακολούθησης των Εργαζομένων, όσον αφορά την έκθεσή τους στο ραδόνιο.
2. Το αρχείο δόσεων με τα αποτελέσματα της ατομικής παρακολούθησης των Εργαζομένων, όπως περιγράφεται στο παράρτημα Χ του π.δ. 101/2018.

Ο οργανισμός φροντίζει να εκτιμά, ενδεικτικά ανά τρίμηνο, την έκθεση των Εργαζομένων στο ραδόνιο, βασιζόμενος: (α) στα αποτελέσματα της ραδιολογικής επιτήρησης των χώρων εργασίας, (β) στην καταγραφή του πραγματικού χρόνου παραμονής του κάθε Εργαζόμενου στην Ελεγχόμενη Περιοχή.

Η περαιτέρω διερεύνηση και υπολογισμός της έκθεσης των Εργαζομένων δύναται να πραγματοποιηθεί με τις κατάλληλες για το ραδόνιο μεθόδους όπως περιγράφονται στο παράρτημα 5 (Appendix V) του GSG-7 (IAEA 2018) καθώς και στο Παράρτημα 2 (Annex 2) της έκθεσης RP 193 (European Commission 2020), όπου προτείνεται η χρήση των συντελεστών της ICRP (ICRP 2017) ως των πιο κατάλληλων. Στοιχεία που περιλαμβάνονται στη μεθοδολογία υπολογισμού είναι το χρονικό ολοκλήρωμα των εκθέσεων στο ραδόνιο ($Bq \cdot h \cdot m^{-3}$), ή, όπου είναι πιο κατάλληλο, το χρονικό ολοκλήρωμα των εκθέσεων στα θυγατρικά του ραδονίου ($mJ \cdot h \cdot m^{-3}$) συνοδευόμενο από τις εκτιμώμενες ή μετρημένες τιμές του παράγοντα ισορροπίας των σχετικών συγκεντρώσεων (equilibrium factor).

Τα αποτελέσματα της ατομικής παρακολούθησης καταγράφονται στο αρχείο δόσεων που τηρεί ο οργανισμός. Το αρχείο υποβάλλεται στην ΕΕΑΕ με σκοπό να καταχωρηθούν οι τιμές στο Εθνικό Αρχείο Δόσεων της περίπτωσης ι της παρ. 4 του άρθρου 43 του ν. 4310/2014.

4. Βιβλιογραφία

- Askounis P. et al. 2018 "A Holistic Approach to Assessment of Population Exposure to Radiation: Challenges and Initiatives of a Regulatory Authority", Health Physics: October 2018 - Volume 115 - Issue 4 - p 474-489 doi: 10.1097/HP.0000000000000912
- European Commission 2020. "Radiation Protection 193, Radon in Workplaces-Implementing the Requirements in Council Directive 2013/59/Euratom". <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/93cc4aff-47c5-11ea-b81b-01aa75ed71a1>.
- GLOBOCAN 2018. "Cancer Today" IARC CancerBase No. 15" Radiation Protection Dosimetry 162(1-2) <https://gco.iarc.fr/today/home>.
- Gruber V. et al. 2014. "Comprehensive Investigation of Radon Exposure in Austrian Tourist Mines and Caves." Radiation Protection Dosimetry 162(1-2): 78-82.
- IAEA 2018. "Safety Standards for Protecting People and the Environment General Safety Guide No. GSG-7 Occupational Radiation Protection" General Safety Guide. International Atomic Energy Agency. <https://www.iaea.org/publications/11113/occupational-radiation-protection>.
- IARC 1988. "Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Man-made Mineral Fibres and Radon". Lyon (FR): IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, No. 43. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK316363/>
- ICRP 2014. "ICRP Publication 124, Protection of the Environment under Different Exposure Situations" Ann. ICRP 43(1). <http://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20124>.
- ICRP 2017. "Publication 137, Occupational Intakes of Radionuclides: Part 3". Ann. ICRP 46(3/4) <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20137>
- ICRU 2015. Report 88 "Measurement and Reporting of Radon Exposures.", Journal of the International Commission on Radiation Units and Measurements, Volume 12, Issue 2, December 2012, Page NP, <https://doi.org/10.1093/jicru/ndv019>
- UNSCEAR 2000. "Sources and Effects of Ionizing Radiation (Report to the General Assembly)", United Nations Publications, New York. https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2000_1.html
- UNSCEAR 2019. "Report of the UNSCEAR Sixty-Sixth Session (10-14 June 2019)", United Nations, New York. <https://www.unscear.org/docs/GAreports/2019/V1908158-E.pdf>
- UNSCEAR 1988. "Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation, ANNEX D". United Nations Publications, New York. https://www.unscear.org/docs/publications/1988/UNSCEAR_1988_Annex-D.pdf