

---

## Η ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

---

Η ευρωπαϊκή νομοθεσία για την ακτινοπροστασία, που αναπτύχθηκε με τη ΣΥΝΘΗΚΗ ΕΥΡΑΤΟΜ εφαρμόζεται, στις ιονίζουσες ακτινοβολίες από τεχνητές πηγές και σε μερικές περιπτώσεις από φυσικές πηγές.

Η πιο σημαντική νομοθετική πράξη είναι η ΟΔΗΓΙΑ ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΚΑΝΟΝΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ, που ασχολείται με την προστασία των εργαζόμενων όσο και του κοινού.

Η οδηγία είναι ΔΕΣΜΕΥΤΙΚΗ για τα κράτη-μέλη όσον αφορά τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα.

### Σύστημα ακτινοπροστασίας

Η ακτινοπροστασία αποβλέπει στο να παράσχει ένα καλό πρότυπο ασφάλειας για τα άτομα που εκτίθενται στις ιονίζουσες ακτινοβολίες, χωρίς να περιορίζονται άσκοπα οι επωφελείς τους χρήσεις ή να διακόπτεται η καθημερινή ζωή. Η έκθεση στις ακτινοβολίες προκύπτει από πηγές, όπως τα απόβλητα ηλεκτροπαραγωγικού πυρηνικού σταθμού, αλλά επίσης συσκευές ακτίνων Χ στη διαγνωστική ακτινολογία ή ανιχνευτές καπνού που περιέχουν ραδιονουκλεΐδια. Κανονικά εκτιθέμεθα σε πολλές πηγές ακτινοβολίας, συμπεριλαμβανομένων των φυσικών πηγών.

Οι ενέργειες του ανθρώπου, που αυξάνουν την έκθεση στις ακτινοβολίες, καλούνται ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ: π.χ. η χρήση της πυρηνικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού ή η διαγνωστική ακτινολογία στην ιατρική ή η χρήση μετρητών που περιέχουν πηγή για τη μέτρηση του περιεχομένου ενός βαρελιού στη βιομηχανία.

Η προστασία στις πρακτικές βασίζεται στις ακόλουθες τρεις αρχές:

**Αιτιολόγηση:** Πρέπει να προσφέρει περισσότερο καλό παρά κακό.

**Βελτιστοποίηση:** Πρέπει να μεγιστοποιεί τα οφέλη, παρά να μειώνει τις δόσεις όσο είναι λογικά εφικτό.

**Περιορισμός των δόσεων:** Κανένας δεν πρέπει να λαμβάνει απαράδεκτες δόσεις.

**Οι περιορισμοί δόσης:** Χρησιμοποιούνται ως εργαλεία βελτίωσης, ώστε να αποτρέπεται αδικαιολόγητος βαθμός έκθεσης στην ακτινοβολία από ενιαία πηγή. Για παράδειγμα: άτομα που ζουν κοντά σε πυρηνικούς σταθμούς ή βιομηχανικός εργάτης που χειρίζεται μετρητή. Οι τιμές των περιορισμών δόσης επιλέγονται, έτσι ώστε να αντικατοπτρίζουν την καλή λειτουργική πείρα και προσδοκίες: είναι κλάσμα του ορίου δόσης.

Οι ενέργειες του ανθρώπου, που μειώνουν την έκθεση στην ακτινοβολία, καλούνται **παρεμβάσεις**: π.χ. ο καθαρισμός εδάφους που έχει μολυνθεί με ραδιενεργό υλικό, ύστερα από το ατύχημα στο Τσερνομπίλ στην Ουκρανία, ή η μείωση της έκθεσης σε ραδιενεργά απόβλητα στο Schneeberg στη Γερμανία ή η όσο γίνεται μεγαλύτερη μείωση των υψηλών συγκεντρώσεων ραδονίου στα σπίτια και στο χώρο εργασίας.

Είναι σαφές ότι σε καταστάσεις όπου υπάρχει παρέμβαση εφαρμόζονται οι αρχές της αιτιολόγησης και της βελτιστοποίησης, ενώ οι περιορισμοί δόσης δεν εφαρμόζονται.

## Η προστασία των εργαζομένων

Η οδηγία περί βασικών κανόνων ασφάλειας δίνει τους παρακάτω περιορισμούς για την επαγγελματική έκθεση:

**Το όριο της ενεργού δόσης:** Είναι 100 mSv σε περίοδο πέντε συνεχόμενων ετών, με μέγιστο 50 mSv σε ένα μόνο έτος.

**Όρια για την ισοδύναμη δόση** για τους οφθαλμούς και τα άκρα για την αποφυγή τοπικών δράσεων.

**Περιορισμοί δόσης** για ειδικά επαγγέλματα και εργασίες, που καθορίζονται σε εθνικό ή τοπικό επίπεδο.

**Όριο για την έκθεση** εγκύων υπαλλήλων για την προστασία του κυοφορούμενου παιδιού.

Συνήθως οι δόσεις από τις φυσικές πηγές ακτινοβολίας είναι οι πιο υψηλές.

Κατά μέσον όρο οι δόσεις για τους εργαζόμενους είναι αρκετά κάτω από το μέσο ετήσιο όριο δόσης, που είναι ίσο με 20 mSv. Δεν αποκλείεται σε κάποιες περιπτώσεις οι δόσεις για κάποιον εργαζόμενο να φτάσουν και μάλιστα να ξεπεράσουν την τιμή αυτή.

## Η προστασία του κοινού

Τα άτομα του πληθυσμού εκτίθενται συχνά σε τεχνητές πηγές, όπως

ραδιενεργά απόβλητα από πυρηνικά εργοστάσια και απευθείας ακτινοβολίες από διάφορες βιομηχανικές και ιατρικές εγκαταστάσεις. Οι τρεις αρχές της προστασίας εφαρμόζονται σε τέτοιες κανονικές περιστάσεις.

Οι δόσεις υπολογίζονται για αντιπροσωπευτικά άτομα του πληθυσμού, παρά για συγκεκριμένα άτομα.

**Η οδηγία περί βασικών κανόνων ασφάλειας** δίνει τους παρακάτω περιορισμούς για την έκθεση του κοινού:

Όριο ενεργού δόσης ίσο με 1 mSv ετησίως. Κάτω από ειδικές περιστάσεις μπορεί να επιτραπεί υψηλότερη ενεργός δόση για ένα μόνο έτος, αρκεί η μέση δόση σε περίοδο πέντε συνεχών ετών να μην ξεπερνά το 1 mSv ανά έτος.

Όρια για την **ισοδύναμη δόση** στο δέρμα, στα άκρα και στους οφθαλμούς για την αποφυγή τοπικών δράσεων. Αυτές οι τιμές είναι χαμηλότερες απ' ό,τι για τους εργαζόμενους.

**Οι περιορισμοί δόσης** για μια ενιαία νέα πηγή ακτινοβολίας καθορίζονται στο εθνικό επίπεδο. Ύστερα από το ατύχημα στο Τσερνομπίλ η Ευρωπαϊκή Ένωση έλαβε αρκετά μέτρα για την προστασία του κοινού σε περίπτωση μελλοντικού ατυχήματος.

Σε νομοθετικό επίπεδο εξέδωσε κανονισμούς σχετικά με τη μόλυνση των τροφίμων με ραδιονουκλεΐδια και εξέδωσε οδηγία του Συμβουλίου για την πληροφόρηση του κοινού σε περίπτωση ατυχήματος.

Σε πρακτικό επίπεδο καθιερώθηκε **το σύστημα της Ευρωπαϊκής κοινότητας για την επείγουσα ανταλλαγή ακτινολογικών πληροφοριών (ECURIE)**, με σκοπό την έγκαιρη ανταλλαγή πληροφοριών ανάμεσα στα κράτη μέλη με πιθανά ατυχήματα. Ταυτόχρονα καθιερώθηκε το δίκτυο εμπειρογνομόνων από τα κράτη για τη συνεργασία σε περίπτωση ατυχήματος. Τέλος η Κοινότητα συμμετέχει επίσης σε δυο διεθνείς συμβάσεις σχετικά με την έγκαιρη κοινοποίηση και την αμοιβαία βοήθεια ατυχήματος, που καθιερώθηκε σε διεθνές επίπεδο.

## **Βλάβη και ευαισθησία**

Με την ιονίζουσα ακτινοβολία η ενέργεια μεταφέρεται στους ιστούς και προκαλεί ηλεκτρικές και χημικές αλλαγές. Η ενέργεια που προσδίδεται σε ορισμένη ποσότητα ιστών καλείται **απορροφούμενη δόση**.

Ορισμένες ακτινοβολίες προκαλούν περισσότερους ιονισμούς από άλλες, η ακτινοβολία α περισσότερους από τη β και τη γ. Για να συνεκτιμηθεί

αυτό, η απορροφούμενη δόση πολλαπλασιάζεται με μια σειρά διαφορετικών παραγόντων, και δίνει την **ισοδύναμη δόση**.

Μερικοί ιστοί και όργανα είναι πιο ευαίσθητα στις ακτινοβολίες από άλλα: ο πνεύμονας περισσότερο από το θυρεοειδή, ο θυρεοειδής περισσότερο από το δέρμα. Για να συνεκτιμηθεί αυτό, η ισοδύναμη δόση πολλαπλασιάζεται με μια άλλη σειρά παραγόντων για να δώσει την **ενεργό δόση**.

Αυτή η κατάταξη είναι αναγκαία, ώστε όλες οι περιπτώσεις έκθεσης του ανθρώπου σε ιονίζουσες ακτινοβολίες να μπορούν να τεθούν σε κοινή κλίμακα κινδύνου.

Η ενεργός δόση, που συνήθως αποκαλείται **δόση**, δίνεται σε μονάδα που καλείται **Sievert (Sv)**. Συνήθως η δόση δίδεται σε **millisievert (mSv)**, η οποία είναι 1000 φορές μικρότερη.

Περίπου 50 ακτινογραφίες θώρακα με ακτίνες X θα έδιναν δόση ίση με 1 mSv.

### **Βιολογικά αποτελέσματα ιονιζουσών ακτινοβολιών**

Η βασική μονάδα του ανθρώπινου ιστού είναι το κύτταρο. Το υλικό στον πυρήνα ελέγχει το κύτταρο και αναπαράγει τον εαυτό του. Οι ιονίζουσες ακτινοβολίες είναι δυνατό να προξενήσουν βλαβερές αλλαγές στον πυρήνα. Αυτές οι αλλαγές είναι δυνατό να εμφανιστούν ύστερα από μικρό διάστημα ή πολύ αργότερα, ανάλογα με τη δόση και το ρυθμό απορρόφησής της.

<b>Περιστάσεις</b>	<b>Πρώιμα αποτελέσματα</b>	<b>Καθυστερημένα αποτελέσματα</b>
- Υψηλή δόση, που λαμβάνεται σε σύντομο διάστημα σε όλο το σώμα	Ναυτία, προσωρινή στειρότητα, εσωτερική αιμορραγία, θάνατος	Σχηματισμός καταρράκτη. Διανοητική καθυστέρηση. Πιθανότητα καρκίνων
- Σε περιορισμένη περιοχή του σώματος	Κάψιμο του δέρματος	Πιθανότητα καρκίνων
- Χαμηλή δόση ή υψηλή δόση κατανεμημένη σε μεγάλο διάστημα	Μη παρατηρήσιμα αποτελέσματα	Πιθανότητα καρκίνων ή κληρονομικών ασθενειών

Το πιο σοβαρό καθυστερημένο αποτέλεσμα της ακτινοβολίας είναι ο καρκίνος. Πολλοί άνθρωποι πεθαίνουν από καρκίνο, αλλά περισσότεροι

καρκίνοι απ' ό,τι θα ήταν κανονικό παρατηρήθηκαν σε ανθρώπους, που έχουν λάβει ασυνήθιστα υψηλές δόσεις, όπως εκείνοι που υπέστησαν τις επιπτώσεις των ατομικών βομβών στην Ιαπωνία.

Στην ακτινοπροστασία υποθέτουμε ότι λιγότεροι καρκίνοι εμφανίζονται σε τυπικά χαμηλές δόσεις και ότι ο κίνδυνος για την ανάπτυξη καρκίνου συνδέεται άμεσα με τη δόση. Χαμηλή δόση σημαίνει χαμηλό κίνδυνο, υψηλή δόση σημαίνει υψηλότερο κίνδυνο. Υποτίθεται ότι η σχέση είναι γραμμική.

**Ανεκτικότητα του καρκίνου**

Στην ακτινοπροστασία υπάρχει μεγάλη ανάγκη να περιορίζουμε τον κίνδυνο των βλαβερών αποτελεσμάτων και ιδίως των καρκίνων.

Δύο ομάδες ατόμων πρέπει να εξεταστούν: η ομάδα εκείνων που εργάζονται με ακτινοβολίες και η ομάδα των ατόμων του πληθυσμού. Η **ICRP** (Διεθνής Επιτροπή Ακτινοπροστασίας) συνιστά ένα διάγραμμα για τον καθορισμό της ανεκτικότητας του κινδύνου και της συναφούς δόσης.

Ένας **απαράδεκτος** κίνδυνος αντιστοιχεί σε δόση, που δεν είναι αποδεκτή κάτω από κανονικές περιστάσεις.

Ένας **ανεκτός** κίνδυνος αντιστοιχεί σε δόση, που θα μπορούσε να γίνει ανεκτή αρκεί να βελτιστοποιηθεί ο βαθμός της προστασίας.

Ένας **αποδεκτός** κίνδυνος αντιστοιχεί σε δόση, που δε χρειάζεται περαιτέρω μείωση. Τα όρια δόσης καθορίζονται στη διεπιφάνεια μεταξύ απαράδεκτου και ανεκτού.

Λόγω των διαφορετικών περιστάσεων της έκθεσης των εργαζόμενων και των ατόμων του πληθυσμού, τα όρια δόσης για το κοινό καθορίζονται πολύ πιο χαμηλά απ' ό,τι για τους εργαζομένους. Η ευρωπαϊκή οδηγία για τους βασικούς κανόνες ασφάλειας βασίζεται κατά πολύ σε αυτές τις συστάσεις.

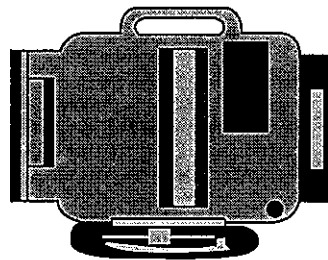
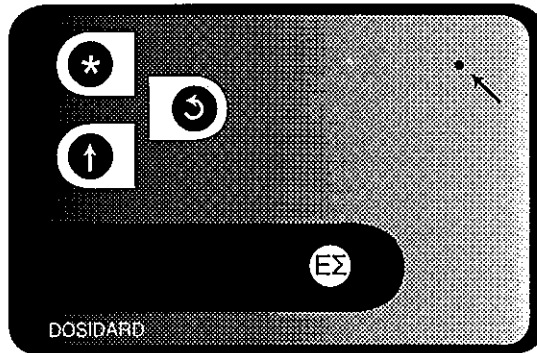
## **Χρήσεις των ακτινοβολιών στην ιατρική**

Θεραπευτικές ακτινοβολήσεις για το άμεσο όφελος ασθενών είναι γενικά η μεγαλύτερη πηγή εκθέσεων σε τεχνητές ακτινοβολίες. Τέτοιες ακτινοβολήσεις πρέπει να αιτιολογούνται σε δύο επίπεδα: ως ιατρική πρακτική, π.χ. ειδική κατηγορία εξετάσεων πρέπει να ελέγχεται για την αποτελεσματικότητά της, εάν άλλες καλύτερες τεχνικές είναι διαθέσιμες στο επίπεδο του κάθε ασθενούς από τους υπεύθυνους ιατρούς που θα συνεκτιμούν τους ειδικούς στόχους της ακτινοβολήσης. Στις διαγνωστικές θεραπευτικές ακτινοβολήσεις, οι αναγκαίες κλινικές πληροφορίες πρέπει να λαμβάνονται σε χα-

μηλότερη λογικά δόση. Δεν εφαρμόζονται όρια δόσης, αλλά συνιστώνται ΕΥΡΩΠΑΪΚΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ, για να χρησιμοποιούνται ως κριτήρια για δόσεις για τους ασθενείς, σύμφωνα με τα οποία θα μπορεί να αξιολογηθεί η απόδοση των διαγνωστικών τεχνικών. Αυτά τα επίπεδα αναφοράς πρέπει να εναρμονίζουν τις αποδόσεις στα ακτινολογικά τμήματα των νοσοκομείων της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Παράδειγμα: μεταβολές της δόσης σε mSv για μια ακτινογραφία θώρακα με ακτίνες X για διάφορα νοσοκομεία στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Για να επιτευχθούν τα επίπεδα αναφοράς, πρέπει να καθιερωθούν προγράμματα εξασφάλισης ποιότητας, συμπεριλαμβανομένων μέτρων ποιοτικού ελέγχου και δοσιμετρίας ασθενών.



*Σχήμα 2. Δοσίμετρα προσωπικού ακτινοθεραπευτικών εργαστηρίων*