

The background is a solid purple color. It features several abstract geometric elements: a large, light-colored number '5' on the right side; a cluster of dark purple spheres on the left; and several thin, light-colored lines and circles that intersect and overlap, creating a complex, web-like pattern. The overall aesthetic is modern and scientific.

5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΑΡΧΕΣ ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ



ΑΡΧΕΣ ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Συνοπτικά περιεχόμενα

Εισαγωγή

5.1 Διεθνείς οργανισμοί

5.2 Αρχές ακτινοπροστασίας

5.3 Όρια δόσεων

Περίληψη



Στόχοι

Μετά την ολοκλήρωση αυτής της ενότητας θα πρέπει να είσαι σε θέση:

1. Να αναφέρεις τους διεθνείς οργανισμούς που σχετίζονται με την επεξεργασία κανονισμών ακτινοπροστασίας
2. Να αναφέρεις τις βασικές αρχές της ακτινοπροστασίας
3. Να αναφέρεις την αρχή της αιτιολόγησης
4. Να αναφέρεις την αρχή της βελτιστοποίησης
5. Να αναφέρεις την αρχή των ορίων δόσεων
6. Να περιγράφεις την εξέλιξη των ορίων δόσεων
7. Να εξηγείς πώς προσδιορίζονται τα όρια δόσεων.

Ορολογία

Αρχή αιτιολόγησης
Αρχή βελτιστοποίησης
Αρχή ορίων δόσεων
ALARA

Μέγιστη επιτρεπόμενη
δόση MPD
Όρια δόσεων

Εισαγωγή

Οι βιολογικές επιδράσεις της ιοντίζουσας ακτινοβολίας έγιναν γνωστές σχεδόν αμέσως μετά την ανακάλυψη των ακτίνων Χ. Η ανάγκη για τον έλεγχο αυτών των επικίνδυνων βιολογικών επιδράσεων οδήγησε αρκετά γρήγορα στην ίδρυση διεθνών οργανισμών για την προστασία από τις ακτινοβολίες.

Οι οργανισμοί αυτοί εκτός από τη θεμελίωση των θεωρητικών αρχών της ακτινοπροστασίας συνέταξαν και νομοθετικά πλαίσια (Οδηγίες και Κανονισμούς) η πιστή εφαρμογή των οποίων περιορίζει δραστικά τις εκθέσεις. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια ανασκόπηση των διεθνών οργανισμών που επεξεργάζονται οδηγίες ακτινοπροστασίας, παρουσιάζονται οι τρεις βασικές αρχές ακτινοπροστασίας και εξηγείται ο τρόπος προσδιορισμού των ορίων δόσεων.

5.1. Διεθνείς οργανισμοί

Η επεξεργασία κανονισμών ακτινοπροστασίας γίνεται από διεθνείς μη κυβερνητικούς οργανισμούς. Η ICRP (International Commission on Radiological Protection) ιδρύθηκε το 1928 με σκοπό τη συλλογή, ανάλυση, ανάπτυξη και διασπορά στο κοινό πληροφοριών και προτάσεων για θέματα ακτινοπροστασίας. Για την ποσοτική εκτίμηση της έκθεσης στις ιοντίζουσες ακτινοβολίες, η ICRP το 1964 συγκρότησε τη NCRP (National Council on Radiation Protection and Measurements).

Η UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on Effects of Atomic Radiation) ιδρύθηκε το 1955 από τα Ηνωμένα Έθνη με κύριο σκοπό την αξιολόγηση της έκθεσης των ανθρώπων και του περιβάλλοντος στην ιοντίζουσα ακτινοβολία από τις φυσικές πηγές, τις ανθρώπινες πρακτικές και τα ατυχήματα. Η UNSCEAR αξιολογεί τους κινδύνους της έκθεσης σε ακτινοβολία με βάση επιδημιολογικά και ερευνητικά δεδομένα.

Η NRC (National Research Council Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation, BEIR) ιδρύθηκε το 1955 και έχει δημοσιεύσει πέντε εκθέσεις για τα βιολογικά αποτελέσματα της ιοντίζουσας ακτινοβολίας. Η τελευταία έκθεση (BEIR V) δημοσιεύτηκε το 1990 και είχε ως θέμα τα αποτελέσματα της ακτινοβολίας χαμηλής δόσης.

Σχηματικά θα μπορούσαμε να πούμε πως οι μελέτες της UNSCEAR και οι εκθέσεις BEIR τροφοδοτούν τις εργασίες της ICRP και της NCRP που με τη σειρά τους εξυπηρετούν την ανάπτυξη των κανονισμών ακτινοπροστασίας από τα διάφορα κράτη (σχ.5.1). Η Ελλάδα ανήκει στην



Σχ.5.1. Σχέση μεταξύ των διεθνών οργανισμών που επεξεργάζονται κανονισμούς ακτινοπροστασίας.

Ευρωπαϊκή Ένωση, όπου οι κανονισμοί ακτινοπροστασίας αναπτύσσονται από την επιτροπή Euratom με βάση τις προτάσεις της ICRP.

Τέλος υπάρχουν και άλλοι διεθνείς οργανισμοί που σχετίζονται με τους κανονισμούς ακτινοπροστασίας. Η ICRU (International Commission on Radiological Units and Measurements) ιδρύθηκε το 1925 με σκοπό την ανάπτυξη κοινού πλαισίου σε θέματα σχετικά με την ασφαλή και αποτελεσματική χρήση της ακτινοβολίας. Η IAEA (International Atomic Energy Agency) ιδρύθηκε το 1957 από τα Ηνωμένα Έθνη και ενθαρρύνει την παγκόσμια ανάπτυξη ειρηνικών χρήσεων της ατομικής ενέργειας. Η ILO (International Labour Organization) ιδρύθηκε το 1919 και από το 1946 βρίσκεται υπό την εποπτεία του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών και ασχολείται με επαγγελματικά θέματα υγείας και ασφάλειας.

5.2. Αρχές ακτινοπροστασίας

Η σύσταση 26 της ICRP (1977) έθεσε ως βασικές αρχές της ακτινοπροστασίας, την αρχή της αιτιολόγησης, την αρχή της βελτιστοποίησης και την αρχή των ορίων δόσεων. Οι δύο πρώτες αρχές εφαρμόζονται για κάθε έκθεση σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες περιλαμβανόμενων και των ιατρικών εκθέσεων ενώ η τρίτη αρχή δεν εφαρμόζεται στις ιατρικές εκθέσεις.

Σύμφωνα με την *αρχή της αιτιολόγησης* κάθε δραστηριότητα η οποία συνεπάγεται έκθεση σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες πρέπει να δικαιολογείται από τα πλεονεκτήματα τα οποία παρέχει σε σχέση με την βλάβη στην υγεία την οποία μπορεί να προκαλέσει. Κάθε μη αιτιολογημένη έκθεση απαγορεύεται.

Σύμφωνα με την *αρχή της βελτιστοποίησης*, κάθε έκθεση θα **πρέπει** να διατηρείται τόσο χαμηλή όσο είναι λογικά δυνατό να επιτευχθεί, λαμβάνοντας υπόψη τους σχετικούς οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες. Η αρχή αυτή είναι γνωστή και ως *αρχή ALARA* από τα αρχικά του “As Low As Reasonably Achievable”.

Σύμφωνα με την *αρχή των ορίων δόσεων*, το άθροισμα δόσεων που λαμβάνονται από όλες τις δραστηριότητες - εκτός από τις ιατρικές - δεν πρέπει να υπερβαίνει μια ορισμένη τιμή (όρια δόσεων) η οποία καθορίζεται από κανονισμούς.

5.3. Όρια δόσεων

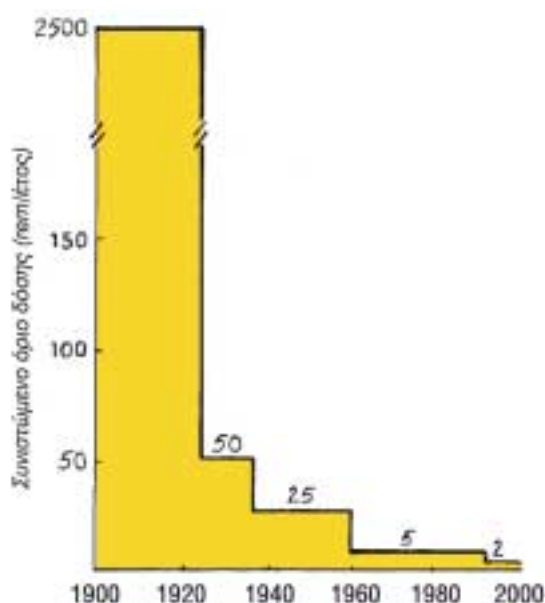
Όρια δόσεων ονομάζονται οι ανώτατες τιμές αναφοράς για τις δόσεις που προκύπτουν από την έκθεση στις ιοντίζουσες ακτινοβολίες των εκτιθέμενων εργαζομένων, των μαθητευόμενων και του κοινού. Από τις δόσεις αυτές εξαιρούνται οι δόσεις οι οποίες προκύπτουν από το φυσικό υπόστρωμα των ακτινοβολιών και από την έκθεση που προκύπτει από ιατρικές εξετάσεις και θεραπείες, στις οποίες υποβάλλονται τα άτομα.

Το 1910 ως όριο δόσεων εθεωρείτο η δόση ερυθρήματος δέρματος (βλ.4.2.2), το 1930 η δόση ανοχής και το 1940 η μέγιστη επιτρεπόμενη δόση MPD (Maximum Permissible Dose). Σύμφωνα με τις τότε γνώσεις μέγιστη επιτρεπόμενη δόση MPD ονομαζόταν η δόση εκείνη, η οποία δεν αναμενόταν να παραγάγει σημαντικά βιολογικά αποτελέσματα. Η μέγιστη επιτρεπόμενη δόση MPD, δηλαδή είχε παρόμοια έννοια με το ανώτερο επιτρεπτό όριο ταχύτητας στους αυτοκινητόδρομους ή με τη μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση μιας τοξικής ουσίας. Δηλαδή με δόσεις στο επίπεδο της μέγιστης επιτρεπόμενης δόσης MPD και σε μικρότερες δόσεις ο κίνδυνος δε μηδενίζεται αλλά περιορίζεται. Πρόσφατα η NCRP με τις έννοιες στοχαστικό και μη στοχαστικό δημιούργησε ένα νέο σύστημα ακτινοπροστασίας και αντί του όρου μέγιστη επιτρεπόμενη δόση MPD συνιστά τη χρήση του όρου ισοδύναμη δόση (1970) και ενεργός δόση (1990). Η πολιτική της ακτινοπροστασίας είναι η μείωση των ορίων δόσεων όσο αυξάνονται οι γνώσεις για τις βιολογικές επιδράσεις της ακτινοβολίας (σχ.5.2).

Όταν τα συνιστώμενα όρια δόσεων εκφράζονται ως ισοδύναμη δόση λαμβάνονται υπόψη:

- Οι ακτινοευαίσθησιες των διαφόρων ιστών και οργάνων,
- Οι διαφορετικές πιθανότητες θανάτου από καρκίνο των διαφόρων ιστών και οργάνων,
- Οι πιθανότητες σοβαρών κληρονομικών αποτελεσμάτων στις πρώτες δύο γενιές.

Τα συνιστώμενα όρια δόσεων βασίζονται τόσο στα στοχαστικά όσο και στα μη στοχαστικά αποτελέσματα και υπολογίζονται με βάση μια γραμμική



Σχ.5.2. Εξέλιξη των ορίων εκτιθέμενων εργαζομένων.

χωρίς κατώφλι καμπύλη δόσης-απόκρισης. Βέβαια τα συνιστώμενα όρια δόσεων είναι πολύ κάτω από το κατώφλι δόσης των μη στοχαστικών αποτελεσμάτων και για το κοινό προσδιορίζονται σε τέτοιο επίπεδο, ώστε να περιορίζουν το ρίσκο (διακινδύνευση) των στοχαστικών αποτελεσμάτων στο επίπεδο των υπόλοιπων ρίσκων στην κοινωνία, δηλαδή προσδιορίζονται σε ένα επίπεδο διακινδύνευσης συγκρίσιμο με αυτό κοινού σε άλλες παρόμοιες καθημερινές δραστηριότητες.

Για τον προσδιορισμό των ορίων δόσεων για τους *εκτιθέμενους εργαζόμενους*, τα συνιστώμενα όρια δόσεων τοποθετούνται σε ένα επίπεδο διακινδύνευσης συγκρίσιμο με αυτό εργαζομένων σε άλλα βιομηχανικά επαγγέλματα. Γι αυτό τα συνιστώμενα όρια δόσεων βασίζονται στους υπολογισμούς θανάτων από ατύχημα και στην βράχυνση του χρόνου ζωής και έχουν σκοπό να παρέχουν (ακτινο)προστασία συγκρίσιμη με αυτή εργαζομένων σε άλλες ασφαλείς βιομηχανίες. Συγκεκριμένα τα συνιστώμενα όρια δόσεων βασίζονται σε ασφαλείς βιομηχανίες οι οποίες έχουν ετήσιο ρυθμό θανάτων από ατύχημα 1 ανά 10.000 ή λιγότερο. Αυτό σημαίνει ότι, αν κάποιος λάβει το προτεινόμενο όριο δόσης σε ένα χρόνο, η διακινδύνευση (ρίσκο) να πεθάνει από καρκίνο ή λευχαιμία αργότερα στη ζωή του είναι ίση με τη διακινδύνευση (ρίσκο) να πεθάνει τον ίδιο χρόνο από ατύχημα ενώ εργάζεται σε ασφαλή βιομηχανία.

Τα όρια δόσεων που ισχύουν στην ελληνική νομοθεσία συζητούνται αναλυτικά στο κεφάλαιο 7.1. Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι τα προσωπικά δοσίμετρα δεν μετράνε ενεργό δόση αλλά για ρυθμιστικούς λόγους τα αποτελέσματά τους δίνονται ως ενεργός δόση.

Περίληψη

Η επεξεργασία κανονισμών ακτινοπροστασίας γίνεται από διεθνείς μη κυβερνητικούς οργανισμούς. Οι μελέτες της UNSCEAR και οι εκθέσεις BEIR τροφοδοτούν τις εργασίες της ICRP και της NCRP που με τη σειρά τους χρησιμεύουν στην ανάπτυξη των κανονισμών ακτινοπροστασίας από τα διάφορα κράτη.

Οι βασικές αρχές της ακτινοπροστασίας είναι η αρχή της αιτιολόγησης, η αρχή της βελτιστοποίησης και η αρχή των ορίων δόσεων. Σύμφωνα με την αρχή της αιτιολόγησης κάθε δραστηριότητα που συνεπάγεται έκθεση, πρέπει να δικαιολογείται από τα πλεονεκτήματα τα οποία παρέχει σε σχέση με τη βλάβη στην υγεία την οποία μπορεί να προκαλέσει. Σύμφωνα με την αρχή της βελτιστοποίησης, κάθε έκθεση θα πρέπει να διατηρείται ALARA δηλαδή τόσο χαμηλή όσο είναι λογικά δυνατό να επιτευχθεί, λαμβάνοντας υπόψη τους σχετικούς οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες. Σύμφωνα με την αρχή των ορίων δόσεων, το άθροισμα δόσεων που λαμβάνονται από όλες τις δραστηριότητες - εκτός από τις ιατρικές - δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα όρια δόσεων που καθορίζονται από κανονισμούς.

Τα όρια δόσης βασίζονται στην εκτίμηση επιπέδων διακινδύνευσης, τα οποία είναι αποδεκτά σε άλλα βιομηχανικά επαγγέλματα. Τα όρια δόσεων δε διακρίνουν τις εκθέσεις σε “ακίνδυνες” και “επικίνδυνες” αλλά σε επιτρεπτές και μη επιτρεπτές υπό δεδομένες συνθήκες. Οι ιατρικές εφαρμογές εξαιρούνται από τον περιορισμό των δόσεων αλλά όχι και από τις απαιτήσεις αιτιολόγησης και βελτιστοποίησης.

Ερωτήσεις

1. Ποια είναι η έννοια του όρου όρια δόσεων;
 - A. Το κατώτερο επίπεδο έκθεσης που είναι δυνατό να επιτευχθεί
 - B. Η μέση δόση των ακτινοδιαγνωστικών εξετάσεων στις χώρες της ΕΕ
 - Γ. Η μέση δόση έκθεσης από φυσικές πηγές στις χώρες της ΕΕ
 - Δ. Τα ανώτερα όρια δόσεων που έχουν το μικρότερο δυνατό κίνδυνο

2. Αν ένας ακτινογράφος λάβει 1mGy από την έκθεσή του σε μια ακτινολογική εξέταση, 1 mSv από την έκθεσή του σε φυσικές πηγές και 2 mSv από την εργασία του ως ακτινογράφος, τότε το συνολικό ισοδύναμο άθροισμα της επαγγελματικής του έκθεσης θα είναι
 - A. 1 mSv
 - B. 2 mSv
 - Γ. 3 mSv
 - Δ. 4 mSv

3. Ποιοι από τους παρακάτω όρους έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς στην έκφραση των προτεινόμενων ορίων δόσεων; 1. Δόση ανοχής, 2. Όριο ισοδύναμης δόσης, 3. Δόση ερυθρήματος δέρματος, 4. Επικίνδυνη δόση
 - A. 1 και 3
 - B. 2 και 4
 - Γ. 1,2 και 3
 - Δ. 1,2,3 και 4

4. Ποιες ομάδες πληθυσμού αφορούν τα προτεινόμενα όρια δόσεων; 1. Εκτιθέμενους εργαζόμενους, 2. Κοινό, 3. Εκτιθέμενους μαθητευόμενους και σπουδαστές, 4. Έμβρυα
 - A. 1 και 3
 - B. 1,2 και 3
 - Γ. 1,2,3 και 4
 - Δ. 1

5. Τα προτεινόμενα όρια δόσης για τους εκτιθέμενους εργαζόμενους τοποθετούνται σε ένα επίπεδο διακινδύνευσης
 - A. που θεωρείται απόλυτα ασφαλές - μηδενικό ρίσκο
 - B. ίσο με το επίπεδο ευαισθησίας των προσωπικών δοσιμέτρων
 - Γ. ίσο με αυτό εργαζόμενων σε άλλα βιομηχανικά επαγγέλματα
 - Δ. ακριβώς κάτω από το κατώφλι βλάβης

6. Τα προτεινόμενα όρια δόσης για ολόσωμη έκθεση για το κοινό τοποθετούνται σε ένα επίπεδο διακινδύνευσης
- A. ίσο με την ακτινοβολία υποστρώματος
 - B. ίσο με το επίπεδο ευαισθησίας των δοσιμέτρων ανίχνευσης πεδίου
 - Γ. στο ένα δέκατο του ρίσκου των εκτιθέμενων εργαζόμενων
 - Δ. συγκρίσιμο με αυτό άλλων καθημερινών ρίσκων στην κοινωνία
7. Τα προτεινόμενα όρια δόσεων είναι κάτω από
- A. το κατώφλι των μη στοχαστικών αποτελεσμάτων
 - B. το κατώφλι των στοχαστικών αποτελεσμάτων
 - Γ. το κατώφλι των προσωπικών δοσιμέτρων
 - Δ. την ευαισθησία των προσωπικών δοσιμέτρων
8. Τα προτεινόμενα όρια δόσεων για εργαζόμενους τοποθετούνται σε ένα επίπεδο διακινδύνευσης συγκρίσιμο με αυτό
- A. του γενικού κοινού
 - B. εργαζόμενων σε ασφαλείς βιομηχανίες
 - Γ. εργαζόμενων σε όλες τις βιομηχανίες
 - Δ. εργαζόμενων σε επικίνδυνες βιομηχανίες
9. Ο ετήσιος ρυθμός θανάτων από ατύχημα σε ασφαλείς βιομηχανίες είναι περίπου
- A. 1 στα 1.000
 - B. 1 στα 10.000
 - Γ. 1 στα 100.000
 - Δ. 1 στα 100.000.000
10. Αν κάποιος λάβει το προτεινόμενο όριο δόσης σε ένα χρόνο, η διακινδύνευση να πεθάνει από καρκίνο ή λευχαιμία αργότερα στη ζωή του είναι ίση με την διακινδύνευση να πεθάνει τον ίδιο χρόνο από ατύχημα, ενώ εργάζεται σε ασφαλή βιομηχανία
- A. Σωστό
 - B. Λάθος

Απαντήσεις

1. Δ
2. Β
3. Γ
4. Γ
5. Γ
6. Δ
7. Α
8. Β
9. Β
10. Α

