

## ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Η ακτινοβολία είναι ενέργεια που διαδίδεται στον χώρο, είτε μέσω μετακίνησης και αλληλεπίδρασης σωματιδίων (σωματιδική ακτινοβολία), είτε μέσω ενεργειακών ταλαντώσεων (ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία). Οι ακτινοβολίες προέρχονται από ενεργειακές πηγές, οι οποίες μπορεί είναι φυσικές ή τεχνητές.

## ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΕΣ ΚΑΙ ΜΗ ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΕΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ

Ιδιαίτερα σημαντικός είναι ο διαχωρισμός των ακτινοβολιών σε ιοντίζουσες και μη ιοντίζουσες. Οι ιοντίζουσες ακτινοβολίες, μεταφέρουν πολύ μεγαλύτερα ποσά ενέργειας, ικανά να προκαλέσουν την αποβολή ηλεκτρονίων από άτομα στοιχείων, προκαλώντας με αυτόν τον τρόπο, τον ιοντισμό των ατόμων, κάτι που σε καμιά περίπτωση δεν κάνουν οι μη ιοντίζουσες.

Η ιδιότητα που έχουν οι ιοντίζουσες ακτινοβολίες να προκαλούν βλαπτικές επιδράσεις στη βιολογία των οργανισμών, καθώς και μεταβολές στον γενετικό κώδικα των κυττάρων, κατατάσσει τις επιπτώσεις από την έκθεση σε προσπίπτουσα ιοντίζουσα ακτινοβολία, σε επίπεδα σαφώς μεγαλύτερης επικινδυνότητας από τις αντίστοιχες της μη ιοντίζουσας.

Τα αποτελέσματα της έκθεσης οργανισμών σε ακτινοβολία, μη ιοντίζουσας ή ιοντίζουσας μορφής, εξαρτάται και από άλλους παράγοντες, όπως για παράδειγμα την έντασή της, το είδος του εκτειθέμενου τμήματος του οργανισμού κ.ά. Σε αρκετές μάλιστα περιπτώσεις, τα αποτελέσματα των επιπτώσεων έκθεσης σε ιοντίζουσα ακτινοβολία, χαρακτηρίζονται ως μη αναστρέψιμα.

## ΠΗΓΕΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ

Η έκθεση του ανθρώπου σε μη-ιοντίζουσες και ιοντίζουσες ακτινοβολίες είναι κάτι που συμβαίνει καθημερινά και πραγματοποιείται με φυσικό, αλλά και τεχνητό τρόπο.

Οι πλέον χαρακτηριστικές περιπτώσεις έκθεσης σε μη-ιοντίζουσα ακτινοβολία, προερχόμενη από φυσικές πηγές, είναι η έκθεση στο μαγνητικό πεδίο της γης και το ηλεκτρικό πεδίο της ατμόσφαιρας, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια καταιγίδων. Όσον αφορά στις ιοντίζουσες ακτινοβολίες, αυτές μπορούν να παραχθούν με φυσικό τρόπο και να επηρεάσουν τους οργανισμούς, προερχόμενες από το διάστημα, το γήινο περιβάλλον ή ακόμη και από το ίδιο το σώμα των οργανισμών, μέσω των εσωτερικών λειτουργικών διεργασιών αφού εισχωρήσουν σε αυτό -μέσω της αναπνοής, της κατάποσης ή της διαδερματικής επαφής- διάφοροι ραδιενεργοί παραγόντες.

Ο άνθρωπος, όμως, δεν εκτίθεται μόνο σε ακτινοβολία προερχόμενη από φυσικές πηγές. Υπάρχουν αναρίθμητες ανθρωπίνες δραστηριότητες και τεχνικές, μηχανήματα κι εξοπλισμοί, που έχουν σχεδιαστεί και κατασκευαστεί με σκοπό την εκπλήρωση αναγκών και διαδικασιών, οι οποίες μπορούν να αποτελέσουν τεχνητές πηγές έκθεσης σε ακτινοβολία. Ορισμένες από τις πιο σημαντικές επαγγελματικές δραστηριότητες, στις οποίες υπάρχει έκθεση σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες, είναι οι

διαδικασίες εξόρυξης και επεξεργασίας ραδιενεργών ορυκτών, η παραγωγή και η χρήση πυρηνικής ενέργειας, οι ιατρικές εφαρμογές κ.ά.

Σημαντικότερες περιπτώσεις επαγγελματικής έκθεσης σε περιβάλλον ύπαρξης μη ιοντίζουσας ακτινοβολίας, προερχόμενης από τεχνητές πηγές, είναι κυρίως οι δραστηριότητες που σχετίζονται με τις εργασίες συντήρησης και επισκευής των σταθμών βάσης δικτύων τηλεφωνίας και των πομπών ραδιοηλεκτρονικής μετάδοσης υψηλής ισχύος, διάφορες ιατρικές εφαρμογές, όπως για παράδειγμα η μαγνητική τομογραφία, εργασίες με χρήση συσκευών παραγωγής συμφασικού μονοχρωματικού φωτός (laser), διάφορες βιομηχανικές εφαρμογές, όπως για παράδειγμα οι ηλεκτροσυγκολλήσεις και η δημιουργία ηλεκτρικών τόξων, η χρήση επαγωγικών φούρνων κ.ά.

Στο συγκεκριμένο σημείο θα πρέπει να γίνει αναφορά στις περιπτώσεις εκείνες, στις οποίες εργαζόμενοι μπορεί να φέρουν ηλεκτρονικές ιατρικές συσκευές όπως βηματοδότες, απινιδωτές και άλλα ειδικά εμφυτεύματα και προσθήκες. Η λειτουργία αυτών των συσκευών, ενδέχεται να επηρεαστεί σε περιβάλλον ύπαρξης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, σε ποσότητες πολύ μικρότερες από αυτές των ορίων της επαγγελματικής έκθεσης.

Άλλες περιπτώσεις έμμεσων συνεπειών αποτελούν εκείνες, στις οποίες υπάρχει πιθανότητα φωτιάς ή έκρηξης, λόγω ανάφλεξης εύφλεκτων υλικών από σπινθήρες, που οφείλονται σε επαγόμενα πεδία ή εκφόρτιση, καθώς και στις περιπτώσεις όπου μπορεί να υπάρχουν συσκευές ηλεκτρικά επαγόμενης έκρηξης (πυροκροτητές).

## ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΕ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Το, συντριπτικά, μεγαλύτερο ποσοστό έκθεσης των ανθρώπων σε ιοντίζουσα ακτινοβολία, προέρχεται από φυσικές πηγές εκπομπής, με κυριότερη αυτή που οφείλεται στο ραδόνιο.

Τα ηλεκτρικά, μαγνητικά ή ηλεκτρομαγνητικά πεδία που εκπέμπουν, μεταξύ άλλων, οι ηλεκτρικές συσκευές, οι πομποί, οι γραμμές ηλεκτρικού ρεύματος ή οι ηλεκτρικές καλωδιώσεις, τα κινητά τηλέφωνα ή άλλη μορφή ασύρματης επικοινωνίας, δεν έχουν επαρκή ενέργεια ώστε να προκαλέσουν ιοντισμό της ύλης και να «σπάσουν» τις χημικές ενώσεις. Σε εξαιρετικά σπάνιες περιπτώσεις, που αφορούν σε πολύ υψηλότερα επίπεδα έκθεσης σε σχέση με τα επίπεδα που καταγράφονται σε καθημερινές καταστάσεις, ενδέχεται να παρατηρηθούν βιολογικές επιδράσεις, που δεν είναι ικανές να προκαλέσουν άμεσα σοβαρές βλάβες στον ανθρώπινο οργανισμό, και μπορεί να περιλαμβάνουν τη διέγερση νεύρων και την τοπική θέρμανση ιστών.

Με εξαίρεση την ακτινοβολία UV, οι μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ερευνών για τον Καρκίνο (IARC) του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO) δεν έχουν άμεση συσχέτιση με την πρόκληση καρκίνων. Σε κάθε περίπτωση, οι επιστήμονες συνεχίζουν να συλλέγουν δεδομένα ώστε να αποφανθούν με απόλυτη βεβαιότητα για το ενδεχόμενο εμφάνισης καρκίνου. Για παράδειγμα, υπάρχουν ορισμένα αναπάντητα ερωτήματα σχετικά με την υπέρμετρη

χρήση των κινητών τηλεφώνων. Έως ότου εξαχθούν βásiμα επιστημονικά συμπεράσματα, συνιστάται η εφαρμογή ορισμένων απλών μέτρων για τη μείωση της καθημερινής έκθεσης, όπως η χρήση ασύρματων ακουστικών και η αποφυγή κλήσεων μεγάλης διάρκειας.

Στην Ευρώπη, η μεγαλύτερη ανθρωπογενής πηγή ακτινοβολίας είναι οι ιατρικές εξετάσεις – επεμβάσεις. Στις περιπτώσεις αυτές, ο γιατρός θα πρέπει να αποφασίζει κατά πόσον ο ασθενής θα ωφεληθεί από το διαγνωστικό ή θεραπευτικό αποτέλεσμα της ακτινοβολίας, σε σύγκριση με τον μικρό μιν, αλλά υπαρκτό κίνδυνο εμφάνισης δυσμενών επιπτώσεων, που μπορεί να συνεπάγεται η έκθεση. Συνεπώς, η ακτινοβολία θα πρέπει να χρησιμοποιείται προς όφελος του ασθενούς και η απορροφούμενη δόση να είναι γενικά αποδεκτή, δεδομένων των σημαντικών ωφελειών.

Άλλες ανθρωπογενείς πηγές ακτινοβολίας, όπως οι ελάχιστες, αναπόδραστες εκλύσεις ραδιενεργών υλικών από τα εργοστάσια πυρηνικής ενέργειας στη διάρκεια της συνήθους λειτουργίας τους, εκπέμπουν συγκριτικά πολύ μικρές δόσεις (πολύ κάτω από 0,01 mSv/έτος, ακόμη και για τους κατοίκους των γύρω περιοχών).

Ορισμένοι εργαζόμενοι, περιλαμβανομένων των πληρωμάτων αεροσκαφών, των εργαζομένων σε πυρηνικούς σταθμούς και ορισμένων μεταλλωρύχων, ενδέχεται να εκτίθενται σε υψηλότερα επίπεδα ακτινοβολίας, περίπου 1-10 mSv/έτος, εάν χειρίζονται ραδιενεργά υλικά ή εργάζονται σε σημεία στα οποία η συγκέντρωση ραδιενέργειας είναι υψηλή.

Η περίπτωση μεγάλου πυρηνικού ατυχήματος, όπως αυτών του Τσερνόμπιλ (1986) και της Φουκουσίμα (2011) μπορεί να οδηγήσουν στην εκπομπή μεγάλων ποσοτήτων ραδιενεργών υλικών και να προκαλέσουν την έκθεση σημαντικού μέρους του πληθυσμού στην ακτινοβολία. Οι επιπτώσεις σε αυτή την περίπτωση είναι πολύ σημαντικές για όσους βρίσκονται σε περιοχές κοντά στις εγκαταστάσεις.

Το μέγεθος της επικινδυνότητας, σε εργασίες που απαιτούν επαγγελματική έκθεση σε ακτινοβολίες, ποικίλει τόσο σχετικά με την έκταση των επιπτώσεων όσο και με τα αποτελέσματά τους. Οι φυσικές ιδιότητες των ακτινοβολιών, η έντασή τους, καθώς και το είδος των ιστών που εναποθέτουν την ενέργεια που μεταφέρουν, είναι ορισμένοι από τους βασικούς λόγους διαφοροποίησης του μεγέθους της επικινδυνότητας που παρουσιάζουν. Η τήρηση του νομοθετικού πλαισίου, καθώς και η έκδοση και η συμμόρφωση με τα όσα αναφέρονται στις οδηγίες, είναι σημαντικοί παράγοντες για την πρόληψη των εν λόγω επιπτώσεων στην υγεία.

Όσον αφορά στις μη-ιοντίζουσες ακτινοβολίες, ο IARC κατατάσσει τα στατικά ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία στην Κατηγορία 3 (Δεν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως καρκινογενή), τις ακτινοβολίες ELF (εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας) και RF (ραδιοκύματα) στην Κατηγορία 2β (Ενδεχομένως καρκινογενή για τον άνθρωπο) και τις ιοντίζουσες ακτινοβολίες στην Κατηγορία 1 (Καρκινογενή για τον άνθρωπο).

## ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

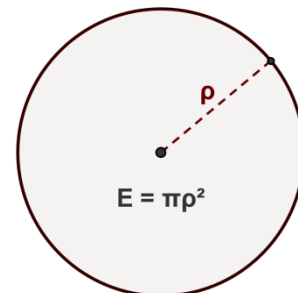
Τα ευεργετικά αποτελέσματα από τη χρήση ακτινοβολιών είναι αδιαμφισβήτητα. Τόσο στους τομείς της βιομηχανίας, της παραγωγής ενέργειας και της ιατρικής όσο και στην καθημερινότητα, η έκθεση σε ακτινοβολίες προερχόμενες από ανθρώπινες τεχνικές και διαδικασίες θεωρείται αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής μας. Αν συνυπολογίσουμε και τη συνεχή

φυσική έκθεση, κρίνεται απαραίτητο να υπάρχει ένα πλαίσιο προστασίας.

Ο βασικός τρόπος προστασίας αποτελείται από το τρίπτυχο απόσταση, θωράκιση, χρόνος.

Η απόσταση είναι ο βασικός παράγοντας προφύλαξης από την ακτινοβολία γ, επειδή η ακτινοβολία αυτή έχει τη δυνατότητα να ταξιδέψει σε μεγάλες αποστάσεις, σε αντίθεση με τα σωμάτια α και β.

Αν αυξήσουμε την απόσταση (ρ) από την πηγή της ακτινοβολίας, ελαττώνουμε την έκθεση σε αναλογία του τετραγώνου της απόστασης, μιας και η ίδια ποσότητα ακτινοβολίας θα αποδοθεί στον χώρο, σε έκταση που προσομοιάζεται με το εμβαδό κύκλου που στο κέντρο του υπάρχει η πηγή εκπομπής της ακτινοβολίας.



Η θωράκιση της πηγής εκπομπής είναι ο πιο ασφαλής τρόπος μείωσης του ρυθμού δόσης. Η αποτελεσματικότητα της θωράκισης εξαρτάται από τις ιδιότητες του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί. Πηγή: <http://www.e-maths.gr>  
Με τη θωράκιση, όπως χρησιμοποιείται στην πράξη, δεν επιδιώκεται ο μηδενισμός της έντασης της δέσμης, αλλά η μείωσή της στα επιτρεπτά όρια, όπως αυτά ορίζονται από τις σχετικές διατάξεις.

Τέλος, ο χρόνος παραμονής σε εργασιακά περιβάλλοντα όπου υπάρχουν πηγές ακτινοβολίας είναι καθοριστικός παράγοντας, μιας και η τελική απορροφούμενη δόση είναι ανάλογη του χρόνου έκθεσης. Με βάση τα παραπάνω είναι φανερό ότι πρέπει να αποφεύγεται κάθε άσκοπη έκθεση των εργαζομένων, ενώ θα πρέπει να περιορίζεται στους άκρως απαραίτητους χρόνους.

Σε κάθε περίπτωση, γνωρίζοντας την ύπαρξη και τις ιδιότητες κάθε μορφής ακτινοβολίας και ελέγχοντας με τα ανάλογα όργανα μέτρησης τα μεγέθη που χαρακτηρίζουν την επικινδυνότητά τους, υπάρχει η δυνατότητα, μετά και από τη συσχέτιση με τις προβλεπόμενες οριακές τιμές, να εκτιμάται η επικινδυνότητα αυτή. Στη συνέχεια, αφού εφαρμοστούν τα αναγκαία οργανοτεχνικά μέτρα πρόληψης και προστασίας, μπορούν να δημιουργηθούν οι συνθήκες εκείνες που να επιτρέπουν την ασφαλή εργασία. Επιπροσθέτως, οι διάφορες προστατευτικές διατάξεις, η ανάρτηση της κατάλληλης σήμανσης, ο καθορισμός των επικινδυνών ζωνών και τα, ανάλογα με το είδος της ακτινοβολίας, Μέσα Ατομικής Προστασίας, μπορούν να περιορίσουν την επαγγελματική έκθεση στο ελάχιστο.

## ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ♦ Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας
- ♦ «Ακτινοβολίες περιβάλλοντος και άνθρωπος», Δ. Νικολόπουλος, Σ. Κόττου, Π. Γιαννακόπουλος Εκδόσεις Κάλλιπος
- ♦ Ionizing Radiation Fact Sheet Ionizing Radiation Fact Sheet | Environmental Health & Safety | UMass Amherst University of Massachusetts Amherst
- ♦ The Health Physics Society Radiation Fact Sheets
- ♦ Radiation: Facts, Risks and Realities, EPA - United States Environmental Protection Agency

Στέφανος Κρομμύδας  
Μηχανικός Τεχνολογίας Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου ♦ 2021